

JXHG(44)-2020-051

核技术利用建设项目  
广东省中医院南沙医院  
核技术利用项目  
环境影响报告表  
(送审稿)

广州市南沙区建设中心 (盖章)

二〇二〇年十二月

环境保护部监制

# 核技术利用建设项目

广东省中医院南沙医院

核技术利用项目

环境影响报告表



建设单位名称：广州市南沙区建设中心

建设单位法人代表（签名或盖章）：邓腊

通讯地址：广州市南沙区进港大道 466 号之一传媒大厦 6、7 楼

邮政编码：511458

联系人：[REDACTED]

电子邮箱：[REDACTED]

联系电话：[REDACTED]

打印编号: 1599718532000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	2w1e3k		
建设项目名称	广东省中医院南沙医院核技术利用项目		
建设项目类别	50_191核技术利用建设项目 (不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置)		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	广州市南沙区建设中心		
统一社会信用代码	12440115MB2D19348T		
法定代表人 (签章)	邓腊 		
主要负责人 (签字)	邓腊		
直接负责的主管人员 (签字)	姚康宁 		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	江西省核工业地质局测试研究中心		
统一社会信用代码	12360000858268387A		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
吴群	2017035360352013360710000096	BH010017	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
吴群	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物 (重点是放射性废弃物)、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH010017	



# 环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer



本证书由中华人民共和国人力资源  
和社会保障部、环境保护部批准颁发，  
表明持证人通过国家统一组织的考试，  
具有环境影响评价工程师的职业水平和  
能力。

姓名： 吴群

证件号码： 36032319850601000096

性别： 男

出生年月： 1985年06月

批准日期： 2017年05月21日

管理号： 2017035360352013360710000096

仅用于“广东省中医院南沙医院核技术利用项目”



中华人民共和国  
人力资源和社会保障部



中华人民共和国  
环境保护部



# 目录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	42
表 3	非密封放射性物质	43
表 4	射线装置	45
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	48
表 6	评价依据	50
表 7	保护目标与评价标准	52
表 8	环境质量和辐射现状	78
表 9	项目工程分析与源项	80
表 10	辐射安全与防护	120
表 11	环境影响分析	225
表 12	辐射安全管理	299
表 13	结论与建议	304
表 14	审批	307
附件 1	辐射安全许可证	308
附件 2	历年环评批复	323
附件 3	历年验收批复	342
附件 4	个人剂量检测报告	362
附件 5	辐射工作人员培训统计表	430
附件 6	成立辐射安全领导小组文件	434
附件 7	辐射安全管理制度	436
附件 8	辐射事故应急预案	461
附件 9	DSA 类比监测报告	475
附件 10	辐射监测报告	501
附件 11	头部伽马刀剂量率分布曲线图	509
附件 12	选址意见书	512
附件 13	用地规划许可证	513
	建设项目环评审批基础信息表	514

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		广东省中医院南沙医院核技术利用项目				
建设单位		广州市南沙区建设中心				
法人代表		邓腊	联系人	联系电话		
注册地址		广州市南沙区进港大道466号之一传媒大厦6、7楼				
项目建设地点		广州市南沙区灵山大道西侧，四涌以南				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		65000	环保投资 (万元)	1100	投资比例 1.69%	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input checked="" type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input checked="" type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> 制备PET用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
其他	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input checked="" type="checkbox"/> III类				
其他	/					

**1. 核技术利用项目情况**

广东省中医院（广州中医药大学第二临床医学院、广东省中医药科学院）始建于1933年，是我国近代史上最古老的中医医院之一，被誉为“南粤杏林第一家”。目前，医院已发展成为一家拥有大德路总院、二沙岛医院、芳村医院（广州市慈善医院）、珠海医院、大学城医院五间三甲医院及广州下塘、天河、罗冲围等分门诊的大型综合性中医院。

广东省中医院南沙医院由广州市南沙区建设中心代建，南沙院区建设好后，由广东省中医院使用。本项目建设地址在广州南沙区灵山大道西侧、四涌以南。在南沙医院内建设国际医疗门诊中心、行政教学宿舍楼、科研楼、门诊楼、急诊楼、医技楼、住院楼，整个院区地下设两层，同一层内可连通。本项目涉及放射性同位素与射线装置应用项目的科室包括放疗科、核医学科、放射科、介入科、口腔科等。其中核医学科设有4个独立非密封源工作场所，均为乙级非密封源工作场所，具体包括制备回旋加速器制备PET药物的热室及其配套用房1个，PET显像的动物实验室1个，人体SPECT/CT、PET显像及骨转移治疗的非密封源工作场所1个，用于<sup>131</sup>I甲癌甲亢治疗、<sup>131</sup>I甲功能测定及<sup>177</sup>Lu前列腺癌治疗的非密封源工作场所1个。本项目针对广东省中医院南沙医院核技术利用项目进行评价。

本评价项目的具体内容如下：

## 1.1 放疗科

医院放射治疗分为两部分，分别位于地下一层、地下二层、地下二层下方为土层，无其他用房。

### (1) 地下一层

医院在住院楼地下一层建设 X 射线模拟定位机、CT 模拟定位机、MRI 模拟定位机机房各 1 间；使用 X 射线模拟定位机、CT 模拟定位机、MRI 模拟定位机各 1 台。X 射线模拟定位机、CT 模拟定位机属于 III 类医用射线装置。MRI 模拟定位机不属于射线装置，不属于本项目评价内容。

医院在住院楼地下一层建设后装治疗机房 1 间；使用  $^{192}\text{Ir}$  后装治疗机 1 台，后装治疗机内含  $^{192}\text{Ir}$  放射源 1 枚；最大装源活度为  $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ ，属于医用 III 类密封源。

### (2) 地下二层

医院在住院楼地下二层建设医用电子直线加速器机房 2 间，建设射波刀、伽马刀及螺旋断层放射治疗系统 (Tomotherapy system，简称 TOMO) 机房各 1 间。

医院在医用电子直线加速器机房内各使用 1 台医用电子直线加速器，其中 1 号机房使用一台带 MRI 成像系统的医用电子直线加速器，2 号机房使用一台常规医用电子直线加速器。医用电子直线加速器 X 射线最大能量为 15MV，电子线束能量  $< 22 \text{MeV}$ ；属 II 类医用射线装置。

医院在 TOMO 机房内使用螺旋断层放射治疗系统 (简称 TOMO) 1 台，TOMO 直线加速器 X 射线能量最大为 6MV；无电子线束治疗模式；为 II 类医用射线装置。TOMO 设备自带主束挡铅用于屏蔽有用线束方向射线，主束挡铅厚 12.5cm 铅。

医院在射波刀机房内使用射波刀 1 台；射波刀直线加速器 X 射线能量最大为 6MV，无电子线束治疗模式，为 II 类医用射线装置。射波刀实时影像引导系统配套管电压  $\leq 150 \text{kV}$ 、管电流  $< 1000 \text{mA}$  的球管 2 个。

医院在住院楼地下二层伽马刀机房使用 1 台头部伽马刀，头部伽马刀使用  $^{60}\text{Co}$  放射源 192 枚，放射源总活度  $2.442 \times 10^{14} \text{Bq}$ ，属于医用 I 类放射源。

## 1.2 回旋加速器及制备 PET 用药物场所

医院在住院楼地下二层建设回旋加速器机房 1 间，在该机房内使用制备正电子发射计算机断层显像装置 (PET) 放射性药物的回旋加速器 1 台，用于制备 PET 用放射性药物。回旋加速器为自屏蔽式设备；设备型号待定，回旋加速器的加速粒子最大能量为 18MeV，最大束流为  $150 \mu\text{A}$ ，属于 II 类医用射线装置。本项目回旋加速器生产的放射性核素包括  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ ，均用于医院本项目核医学科及动物实验室使用；不外销。

医院在回旋加速器机房西侧设有合成热室等功能用房：PET 显像用放射性药物的自动合成、分装等操作在该场所内进行。医院回旋加速器每天最多生产 3 种核素，绝大部分时间每天生产的核素种类不超过两种。

回旋加速器制备 PET 放射性药物过程中辐射工作人员清洗等产生的含放射性废水约 100L/天，年工作 250 天。医院在院内南侧绿化带下方设有埋式放射性衰变池（编号 A#D#）用于收集回旋加速器及制备 PET 放射性药物用场所产生的放射性废水。

### 1.3 动物实验室

医院在住院楼地下二层回旋加速器东侧设有动物实验室，在该场所使用放射性核素  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{124}\text{I}$ ，用于动物的显像，属于乙级非密封源工作场所。

$^{68}\text{Ga}$  药物来源为医院回旋加速器生产或外购  $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$  发生器淋洗而来， $^{124}\text{I}$  药物来源为外购，其他核素（ $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ ）均由医院回旋加速器生产。 $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$  发生器规格为 50mCi（母核素），每年购买 100 次。外购  $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$  发生器暂存于地下一层核医学科储源室内； $^{124}\text{I}$  药物根据动物注射量由药物厂家分装好后送至地下二层动物实验室注射室的通风橱内。

动物实验室每天最多实验动物 20 只，每天使用核素种类最多 3 种。动物实验室辐射工作人员清洗、动物排泄尿液等放射性废水产生量约 150L/天；年工作 250 天。医院在院内南侧绿化带下方设有埋式放射性衰变池（编号 A#D#）用于收集动物实验室非密封源工作场所产生的含放射性废水。

动物实验室配备 microPET/CT 设备 1 台：属于 III 类射线装置。

动物实验室配备  $^{68}\text{Ge}$  ( $7.4 \times 10^7 \text{Bq/枚}$ )、 $^{22}\text{Na}$  ( $3.7 \times 10^6 \text{Bq/枚}$ )、 $^{137}\text{Cs}$  ( $3.7 \times 10^6 \text{Bq/枚}$ ) 放射源各 1 枚：均属于 V 类放射源，存放于 microPET/CT 机房的保险柜内。 $^{68}\text{Ge}$ 、 $^{22}\text{Na}$  放射源用于 microPET/CT 图像质量校正， $^{137}\text{Cs}$  放射源用于高效液相色谱仪（Radio-HPLC）校准。

### 1.4 核医学科

核医学科位于住院楼地下一层，包括两大区域：一处为  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  工作场所；另一处为核素显像及骨转移治疗区域（ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{124}\text{I}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{187}\text{Re}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ ）。由平面布置可知，这两大区域有各自独立的出入口；且与其他功能用房之间有明显物理隔断，可划分明确的监督区和控制区范围，且设计有独立辐射防护措施，故根据《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）的有关规定：本项目核医学科工作场所分为 2 个独立场所。



### (1) $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 工作场所

医院核医学科  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  工作场所使用核素  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ ，为乙级非密封源工作场所。 $^{131}\text{I}$  用于甲癌、甲亢治疗及甲功能测定；甲癌治疗与甲亢治疗患者不在同一天给药；每天最多给 5 名甲癌治疗患者给药；其中 2 人给药量最大为 200mCi；另 3 人最大给药量为 150mCi；甲亢治疗患者每天最多接诊 10 人次，甲功能测定每天最多接诊 35 人次。 $^{177}\text{Lu}$  用于前列腺癌治疗，每天最多给药 1 人次。医院核医学科  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  工作场所设有 5 间甲癌病房、1 间前列腺癌病房，每间病房设 1 张床位。甲亢治疗及甲功能测定患者服药观察无异常后即可离开核医学科；甲癌患者根据病情在病房内住院治疗， $^{177}\text{Lu}$  注射药物的病人在病房内住院 8 小时后离开核医学科。

### (2) 显像及骨转移治疗区域

本项目显像包括 SPECT 显像及 PET 显像两部分；SPECT 显像使用的核素为  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，PET 显像使用的核素为  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{124}\text{I}$ 。骨转移治疗使用核素为  $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{188}\text{Re}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 。核医学科显像及骨转移治疗区域为乙级非密封源工作场所。

核医学科显像设备包括 SPECT/CT、PET/CT、PET/MR 各 1 台。SPECT/CT 用于  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  显像，PET/CT、PET/MR 用于正电子药物显像，PET/MR 不属于射线装置，SPECT/CT、PET/CT 为 III 类医用射线装置。

核医学科显像及骨转移治疗区域使用 5 枚 V 类  $^{68}\text{Ge}$  放射源用于 PET/CT、PET/MR 设备图像质量校正；放射源存放在该区域的储源室、PET/CT 机房、PET/MRI 机房的储源柜内。 $^{68}\text{Ge}$  放射源源活度分别为  $9.26 \times 10^7 \text{Bq}$ /枚（1 枚）、 $4.62 \times 10^7 \text{Bq}$ /枚（2 枚）、 $5.5 \times 10^7 \text{Bq}$ /枚（1 枚）、 $3.5 \times 10^6 \text{Bq}$ /枚（1 枚）。

### (3) 药物来源

核医学科 PET 显像核素  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{89}\text{Zr}$  由本项目回旋加速器生产。 $^{68}\text{Ga}$  来源包括本项目回旋加速器生产或外购的  $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$  发生器淋洗而来。 $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{124}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{188}\text{Re}$ 、 $^{223}\text{Ra}$  均为外购。

$^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{188}\text{Re}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{124}\text{I}$  的分装由药物供应商负责，药物供应商根据医院预定的给药量分装好药物后，送至医院核医学科，甲癌甲亢患者、前列腺癌患者、骨转移治疗患者、显像患者根据医生安排服药或注射药物。医院在核医学科通风橱内进行淋洗、分装等操作。医院外购药物时，应对药物供应商资格进行审核，供应商资质至少包括销售非密封源的辐射安全许可证。本项目未使用的多余的外购药物储存在铅药罐内；暂存于核医学科通风橱内，待药物供应商回收处理。

医院回旋加速器生产的药物 ( $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ ) 由合成热室的自动合成分装设备自动进行；人员进行药物提取、药物质检及注射药物操作。

#### (4) 放射性废水产生量

核医学科甲亢患者服药留观无异常后即可离开核医学科工作场所，一般不产生放射性废水。从偏保守角度考虑，本项目甲亢患者每人每次产生放射性废水 12L。甲亢 ( $^{131}\text{I}$ ) 患者每人每次产生废水 200L/天，前列腺癌患者 ( $^{177}\text{Lu}$ ) 每人每次产生废水 200L/天；工作人员每天清洗产生废水 100L/天；年工作天数 250 天。

骨转移治疗患者 ( $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{188}\text{Re}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ ) 服药留观无异常后即可离开核医学科工作场所，一般不产生放射性废水。核医学科显像患者每人每次产生废水 12L/次，工作人员每天清洗产生废水 100L/天；年工作天数 250 天。

#### (5) 放射性废液衰变池

医院在院内南侧绿化带下方设有埋地式放射性衰变池用于收集回旋加速器及制备 PET 放射性药物场所、动物实验室、核医学科产生的含放射性废水，放射性废液衰变池分为 2 组，每组衰变池设置 4 个独立交替使用的格子；其中编号 1#-4#用于核医学科甲亢甲亢及前列腺癌区域放射性废水的暂存，编号 A#-D#用于收集回旋加速器及制备 PET 放射性药物场所、动物实验室及核医学科 SPECT 显像、PET 显像及骨转移治疗区域的废水。各放射性废水先经专用收集管道排入动物实验室侧相应的放射性废水收集池；再经泵泵入相应的衰变池中暂存衰变。

### 1.5 数字减影血管造影仪 (DSA)

本项目在医技楼四楼设有 2 间 DSA 机房；每间机房使用 DSA 设备 1 台；在医技楼四楼设有 1 间复合手术室，在复合手术室使用 DSA 及 CT 设备各 1 台，DSA、CT 设备放置在同一机房内，DSA、CT 不可时出束。在医技楼五楼设有 6 间 DSA 机房，每间机房使用 DSA 设备 1 台。DSA 属于医用 II 类射线装置，CT 属于医用 II 类射线装置。

### 1.6 ERCP 类手术专用 X 射线机

医院在科研楼三楼设置 1 间经内镜逆行胰胆管造影机房（简称 ERCP 机），使用 ERCP 类手术专用 X 射线机 1 台，存在同室操作，属于 II 类射线装置。

### 1.7 其他普通 II 类医用射线装置

(1) 医院在医技楼一楼建设 CT 机房 4 间，配备 3 台 CT 及 1 台双源 CT；建设 DR 机房 4 间；各机房配备 1 台 DR 设备；建设数字胃肠机机房 2 间；各机房配备 1 台数字胃肠机；建设骨密度机房 2 间，各机房配备 1 台 X 射线骨密度仪；建设钼靶机房 2 间，各机房配备 1

台乳腺钼靶机。

(2) 医院在医技楼四楼手术室建设 6 间固定防护机房 (OR07、OR18-OR20、OR25、OR28) 供移动式 C 臂机、移动式 O 型臂机、移动 DR、移动 CT 使用, 一般情况下移动式 X 射线装置在医技楼四楼设置的 6 间固定防护机房内使用, 每间固定防护机房内使用的移动式设备不固定; 移动式 X 射线装置特殊情况下根据实际需要到医院内移动使用。

医院新增移动式 C 臂机 5 台; 移动式 O 型臂机 1 台, 移动式 DR 机 4 台, 移动式 CT 机 2 台。

(3) 医院在国际医疗门诊中心一楼建设 CT、DR、数字胃肠机、骨密度仪、乳腺钼靶机机房各 1 间, 使用 CT、DR、数字胃肠机、骨密度仪、乳腺钼靶机各 1 台。

(4) 医院在门诊楼一楼建设 CT、DR 机房各 1 间; 使用 CT、DR 设备各 1 台。

(5) 医院在门诊楼四楼建设口腔 CT、口腔全景机、牙片机机房各 1 间, 使用口腔 CT、口腔全景机、牙片机各 1 台。在门诊楼五楼建设碎石机机房 1 间, 使用 X 射线体外碎石机 1 台。

本项目使用的 CT、DR、X 射线骨密度仪、乳腺钼靶机、X 射线体外碎石机、移动式 C 臂机、移动 DR、移动 CT、数字胃肠机、口腔 CT、口腔全景机、牙片机均属于医用 II 类射线装置。

综上所述: 广东省中医院南沙医院核技术利用项目含 15 台 II 类射线装置, 43 台 I 类射线装置; 1 枚 I 类放射源 (内含 192 枚  $^{60}\text{Co}$  放射源); 1 枚 III 类放射源; 8 枚 V 类放射源, 4 个乙级非密封源工作场所。本项目放射性同位素与射线装置情况见表 1-1~表 1-5, 非密封源使用情况见表 1-6。

表 1-1 本项目密封源一览表

序号	核素名称	放射性活度 (Bq) 及枚数	用途	使用场所	活动种类和范围
1	$^{192}\text{Ir}$	$3.7 \times 10^{11} \times 1$ 枚	治疗	住院楼地下一层后装治疗机	使用 III 类放射源
2	$^{60}\text{Co}$	$2442 \times 10^{10}$ (192 枚)	治疗	住院楼地下二层大部伽马刀	使用 I 类放射源
3	$^{68}\text{Ge}$	$4.62 \times 10^7 \text{Bq} \times 2$ 枚	PET/MR、PET/CT 校准源	住院楼地下一层核医学科显像及骨转移治疗工作场所	使用 V 类放射源
		$9.26 \times 10^7 \text{Bq} \times 1$ 枚			使用 V 类放射源
	$5.55 \times 10^7 \text{Bq} \times 1$ 枚	使用 V 类放射源			
4	$^{68}\text{Ge}$	$3.5 \times 10^9 \text{Bq} \times 1$ 枚	MicroPET/CT 图像质量校正	住院楼地下二层动物实验室	使用 V 类放射源

5	$^{22}\text{Na}$	$3.7 \times 10^9 \text{Bq} \times 1$ 枚	MicroPET/CT 图像质量校正		使用 V 类放射源
6	$^{137}\text{Cs}$	$3.7 \times 10^9 \text{Bq} \times 1$ 枚	Radio-HPLC 校准		使用 V 类放射源

表 1-2 本项目射线装置一览表

序号	设备名称	数量(台)	型号	管电压、管电流	类别	项目性质	应用目的和任务	设备拟安装位置
1	回旋加速器	1	/	质子: $\leq 18 \text{MeV}$ , 束流 $\leq 150 \mu\text{A}$ ,	II 类	新建	生产 PET 用核素	住院楼地下二层回旋加速器机房
2	医用电子直线加速器	2	/	X 射线: $< 15 \text{MV}$ 电子线: $< 22 \text{MeV}$	II 类	新建	放射治疗	住院楼地下二层放疗科
3	螺旋断层放射治疗系统(TOMO)	1	/	X 射线: $6 \text{MV}$	II 类	新建	放射治疗	
4	射波刀	1	/	X 射线: $6 \text{MV}$	II 类	新建	放射治疗	
5	MicroPET/CT	1	/	$< 100 \text{kV}$ , $< 10 \text{mA}$	III 类	新建	显像	住院楼地下二层动物实验室
6	CT 模拟定位机	1	/	$< 150 \text{kV}$ , $< 1000 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	住院楼地下一层放疗科
7	X 射线模拟定位机	1	/	$< 150 \text{kV}$ , $< 1000 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	
8	SPECT/CT	1	/	$< 150 \text{kV}$ , $< 1000 \text{mA}$	III 类	新建	显像	住院楼地下一层核医学科
9	PET/CT	1	/	$< 150 \text{kV}$ , $< 1000 \text{mA}$	III 类	新建	显像	
10	CT	3	/	$\leq 150 \text{kV}$ , $\leq 1000 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	医技楼一楼
11	双源 CT	1	/	$< 150 \text{kV}$ , $< 2000 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	
12	DR	4	/	$\leq 150 \text{kV}$ , $\leq 1000 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	
13	数字胃肠机	2	/	$< 150 \text{kV}$ , $< 1000 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	
14	X 射线骨密度仪	2	/	$< 100 \text{kV}$ , $< 200 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	
15	乳腺钼靶机	2	/	$< 50 \text{kV}$ , $< 150 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	
16	移动式 C 臂机	5	/	$< 150 \text{kV}$ , $< 200 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	移动使用, 固定防护机房位于医技楼四楼
17	移动式 O 臂机	1	/	$\leq 150 \text{kV}$ , $\leq 200 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	
18	移动 CT	2	/	$< 150 \text{kV}$ , $< 1000 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	
19	移动 DR	4	/	$< 150 \text{kV}$ , $< 1000 \text{mA}$	III 类	新建	放射诊断	
20	DSA	1	/	$< 150 \text{kV}$ , $< 1250 \text{mA}$	II 类	新建	介入治疗	

	CT	1	/	<150kV, <1000mA	III类	新建	放射诊断	楼 OR30 复合手术室
21	DSA	2	/	<150kV, <1250mA	II类	新建	介入治疗	医技楼四 楼 OR26、 OR27
22	DSA	6	/	≤150kV, ≤1250mA	II类	新建	介入治疗	医技楼五 楼
23	CT	1	/	<150kV, <1000mA	III类	新建	放射诊断	国际医疗 门诊中心 一楼
24	DR	1	/	≤150kV, ≤1000mA	III类	新建	放射诊断	
25	数字胃肠机	1	/	<150kV, <1000mA	III类	新建	放射诊断	
26	X射线骨密度仪	1	/	<100kV, <200mA	III类	新建	放射诊断	
27	乳腺钼靶机	1	/	≤50kV, ≤150mA	III类	新建	放射诊断	
28	ERCP 手术类专 用 X 射线机	1	/	<150kV, <1000mA	II类	新建	放射诊断	科研楼三 楼
29	CT	1	/	≤150kV, ≤1000mA	III类	新建	放射诊断	门诊楼一 楼
30	DR	1	/	<150kV, <1000mA	III类	新建	放射诊断	
31	口腔 CT	1	/	<120kV, <100mA	III类	新建	放射诊断	门诊楼四 楼
32	口腔全景机	1	/	<120kV, <100mA	III类	新建	放射诊断	
33	牙片机	1	/	<70kV, <20mA	III类	新建	放射诊断	
34	X射线体外碎石 机	1	/	≤150kV, ≤1000mA	III类	新建	放射诊断	门诊楼五 楼

表 1-3 本项目非密封放射性物质（生产）一览表

序号	核素名称	日最大生产量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年用量 (Bq)	用途	活动种类和范围	备注
1	<sup>11</sup> C	6.50×10 <sup>10</sup>	6.50×10 <sup>8</sup>	9.75×10 <sup>11</sup>	生产 PET 显 像用药 物	生产 乙级非密封放 射性物质工作 场所	住院楼地 下二层制 备 PET 药 物工作场 所
2	<sup>13</sup> N	5.38×10 <sup>10</sup>	5.38×10 <sup>8</sup>	5.38×10 <sup>11</sup>			
3	<sup>15</sup> O	1.09×10 <sup>10</sup>	1.09×10 <sup>8</sup>	5.45×10 <sup>11</sup>			
4	<sup>18</sup> F	7.49×10 <sup>10</sup>	7.49×10 <sup>8</sup>	1.87×10 <sup>11</sup>			
5	<sup>67</sup> Ga	7.52×10 <sup>9</sup>	7.52×10 <sup>7</sup>	7.52×10 <sup>11</sup>			
6	<sup>64</sup> Cu	1.07×10 <sup>9</sup>	1.07×10 <sup>7</sup>	5.35×10 <sup>10</sup>			
7	<sup>65</sup> Zn	1.75×10 <sup>9</sup>	1.75×10 <sup>7</sup>	8.75×10 <sup>10</sup>			
日等效操作量合计为 2.31×10 <sup>10</sup> Bq, 为乙级非密封放射性物质工作场所。							

注: 回旋加速器生产药物天数依据核医学科各核素年工作天数, 日生产量包含了核医学科及动物实验室用量。

表 1-4 本项目核医学科非密封放射性物质（使用）一览表

序号	核素名称	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年用量 (Bq)	用途	活动种类和范围	备注			
1	$^{11}\text{C}$	$1.11 \times 10^{10}$	$1.11 \times 10^8$	$1.67 \times 10^{12}$	PET 显像检查	使用乙级非密封放射性物质工作场所	住院楼地下一层核医学科显像及治疗工作场所			
2	$^{13}\text{N}$	$1.48 \times 10^{10}$	$1.48 \times 10^8$	$1.48 \times 10^{12}$						
3	$^{15}\text{O}$	$3.70 \times 10^9$	$3.70 \times 10^7$	$1.85 \times 10^{11}$						
4	$^{18}\text{F}$	$3.33 \times 10^{10}$	$3.33 \times 10^7$	$8.33 \times 10^{12}$						
5	$^{68}\text{Ga}$ (回旋加速器生产)	$4.44 \times 10^9$	$4.44 \times 10^7$	$4.44 \times 10^{11}$						
	$^{68}\text{Ge}$ ( $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$ 发生器, 贮存)	$1.85 \times 10^9$	$1.85 \times 10^6$	$1.85 \times 10^{11}$						
6	$^{67}\text{Cu}$	$1.16 \times 10^9$	$1.16 \times 10^7$	$5.80 \times 10^{10}$				SPECT/CT 显像检查		
7	$^{67}\text{Zn}$	$5.92 \times 10^8$	$5.92 \times 10^7$	$2.96 \times 10^{10}$						
8	$^{125}\text{I}$	$1.60 \times 10^8$	$1.60 \times 10^7$	$3.0 \times 10^9$	SPECT/CT 显像检查					
9	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$2.96 \times 10^{10}$	$2.96 \times 10^7$	$7.40 \times 10^{12}$						
10	$^{131}\text{I}$	$7.40 \times 10^8$	$7.40 \times 10^7$	$3.70 \times 10^{10}$	肿瘤治疗					
11	$^{125}\text{I}$	$2.96 \times 10^8$	$2.96 \times 10^7$	$7.40 \times 10^{10}$	肿瘤治疗					
12	$^{125}\text{Ba}$	$2.96 \times 10^8$	$2.96 \times 10^7$	$7.40 \times 10^{10}$						
$^{11}\text{C}$ 、 $^{18}\text{F}$ 等核素的日等效最大操作量合计为 $3.56 \times 10^{10}\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。										
1	$^{125}\text{I}$	$3.145 \times 10^{10}$	$3.145 \times 10^9$	$1.58 \times 10^{12}$	甲状腺治疗	使用乙级非密封放射性物质工作场所	住院楼地下一层核医学科 $^{125}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 工作场所			
2	$^{125}\text{I}$	$5.55 \times 10^9$	$5.55 \times 10^8$	$8.25 \times 10^{11}$	甲亢治疗					
3	$^{125}\text{I}$	$1.295 \times 10^7$	$1.295 \times 10^6$	$6.475 \times 10^8$	甲状腺功能测定					
3	$^{177}\text{Lu}$	$7.40 \times 10^9$	$7.40 \times 10^8$	$1.85 \times 10^{12}$	前列腺癌治疗					
$^{125}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 日等效最大操作量合计为 $3.886 \times 10^{10}\text{Bq}$ （甲状腺、甲状腺功能测定及前列腺癌治疗），属乙级非密封放射性物质工作场所。										

注：(1) 短半衰期核素  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{68}\text{Ga}$  的用量已考虑核素自身衰变的影响。

(2)  $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$  发生器规格为 50mCi，淋洗时  $^{68}\text{Ga}$  日等效最大操作量为  $1.85 \times 10^7\text{Bq}$ ，叠加  $^{68}\text{Ge}$ （贮存）日等效操作量后为  $2.035 \times 10^7\text{Bq}$ ，小于回旋加速器生产时的日等效最大操作量  $4.44 \times 10^7\text{Bq}$ ，故  $^{68}\text{Ga}$  日最大操作量取回旋加速器生产时的日最大操作量。

(3) 甲状腺及甲亢患者不同时服药， $^{125}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  工作场所按甲状腺及前列腺癌治疗的日最大用量计。

表 1-5 本项目动物实验室非密封放射性物质（使用）一览表

序号	核素名称	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年用量 (Bq)	用途	活动种类和范围	备注
1	$^{11}\text{C}$	$2.96 \times 10^9$	$2.96 \times 10^7$	$2.96 \times 10^8$	PET 显像检查	使用乙级非密封放射性物质工作场所	住院楼地下一层动物实验室
2	$^{13}\text{N}$	$1.30 \times 10^9$	$1.30 \times 10^7$	$6.50 \times 10^8$			
3	$^{15}\text{O}$	$9.25 \times 10^8$	$9.25 \times 10^6$	$4.625 \times 10^{10}$			
4	$^{18}\text{F}$	$3.89 \times 10^9$	$3.89 \times 10^6$	$7.78 \times 10^8$			
5	$^{68}\text{Ga}$	$5.55 \times 10^8$	$5.55 \times 10^6$	$5.55 \times 10^{10}$			
6	$^{67}\text{Cu}$	$3.70 \times 10^8$	$3.70 \times 10^6$	$1.85 \times 10^{10}$			

7	$^{18}\text{F}$	$3.70 \times 10^4$	$3.70 \times 10^7$	$185 \times 10^{10}$			
8	$^{125}\text{I}$	$3.70 \times 10^4$	$3.70 \times 10^7$	$185 \times 10^{10}$			

$^{11}\text{C}$ 、 $^{18}\text{F}$  等核素的日等效最大操作量合计为  $1.39 \times 10^4 \text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。

注：短半衰期核素  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{67}\text{Ga}$  的用量已考虑核素自身衰变的影响。

表 1-6 本项目非密封源使用情况一览表

序号	核素名称	单次最大给药量 (MBq)	日工作量	年工作时间 (天)/批次	主要用途	来源
1	$^{11}\text{C}$	555	4 人	150	PET 显像	医院回旋加速器生产， $^{68}\text{Ga}$ 还包括 $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$ 发生器淋洗而来。
2	$^{13}\text{N}$	555	3 人	100		
3	$^{15}\text{O}$	555	2 人	50		
4	$^{18}\text{F}$	370	28 人	250		
5	$^{67}\text{Ga}$	250	6 人	100		
6	$^{18}\text{Zr}$	148	4 人	50		
7	$^{67}\text{Cu}$	290	4 人	50		
8	$^{125}\text{I}$	40	4 人	50	PET 显像	外购
9	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	925	20 人	250	SPECT 显像	
10	$^{131}\text{I}$	7400	5 人/周	50 周	甲亢治疗	
11	$^{131}\text{I}$	370	10 人	150	甲亢治疗	
12	$^{131}\text{I}$	0.37	35 人/周	50 周	甲状腺功能测定	
13	$^{177}\text{Lu}$	7400	1 人	250	前列腺治疗	
14	$^{131}\text{I}$	148	5 人	50	骨转移瘤治疗	
15	$^{223}\text{Ra}$	148	2 人	250		
16	$^{224}\text{Ra}$	148	2 人	250		
17	$^{11}\text{C}$	37	6 只	100	动物实验显像	
18	$^{13}\text{N}$	37	3 只	50		
19	$^{15}\text{O}$	37	2 只	50		
20	$^{18}\text{F}$	37	20 只	200		
21	$^{67}\text{Ga}$	37	10 只	100		
22	$^{18}\text{Zr}$	37	10 只	50		
23	$^{67}\text{Cu}$	37	10 只	50		
24	$^{125}\text{I}$	37	10 只	50	动物实验显像	外购

医院本项目拟配备人员如下：放疗科辐射工作人员 50 人，核医学 21 人，回旋加速器及制备 PET 药物工作场所、动物实验室工作场所 13 人；DSA 辐射工作人员 80 人，放射影像科辐射工作人员 81 人，移动式 C 臂机辐射工作人员 20 人。以上人员部分由医院现有人员调配而来；部分为新增人员，现有人员调配到本项目后，只从事本项目辐射工作。

由“关于发布《射线装置分类》的公告（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）”可知：本项目医用电子直线加速器、螺旋断层放射治疗系统（TOMO）、射波刀、回旋加速器及 DSA、ERCP 手术类专用 X 射线机属于 II 类射线装置，CT、DR、X 射线骨密度仪、乳腺钼靶机、X 射线体外碎石机、口腔 CT、口腔全景机、牙片机、数字胃肠机、移动式 C 臂机、移动式 O 型臂机、移动式 CT、移动 DR、X 射线模拟定位机、CT 模拟定位机、SPECT/CT、PET/CT、microPET/CT 属于 III 类射线装置。

由《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号）可知，本项目  $^{60}\text{Co}$  放射源属于 I 类放射源； $^{137}\text{Ir}$  放射源属于 II 类放射源， $^{68}\text{Ge}$ 、 $^{22}\text{Na}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  放射源属于 V 类放射源；非密封放射性物质工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所。

由《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号，2018 修正版）可知，广东省中医院南沙医院核技术利用项目应进行辐射环境影响评价并编制辐射环境影响报告表，报广东省生态环境厅审批。

本报告表针对广东省中医院南沙医院的核技术利用项目进行环境影响评价。

## 2. 工作场所周围环境

医院位于广州南沙区灵山大道西侧、四涌以南；医院北面为灵新大道，西面、南面及东面为规划道路。本项目地理位置见图 1-1，医院总平面布置见图 1-2，各机房屏蔽体外 50m 范围关系图见图 1-3，现场照片见图 1-4。

### 2.1 住院楼地下二层放疗中心

住院楼地下二层放疗中心头部伽马刀及直线加速器机房成一字排列，从西至东依次为头部伽马刀机房、直线加速器机房 1（MRI 直线加速器机房）、直线加速器机房 2、TOMO 机房、射波刀机房。机房北面为控制室，南面为土层，西面为电梯厅（头部伽马刀机房西面），东面为排风机房（射波刀机房东面），楼上为设备间等用房，楼下为土层。

放疗中心机房屏蔽体西面及东面 50m 范围为地下二层停车场及配套用房；北面 26m 为回旋加速器及制备 PET 用药物场所；北面 50m 内均位于地下二层停车场内；南面为地下二层边界；边界外为土层；土层上方为绿化带、道路及停车位，边界外 50m 位于医院内。

### 2.2 住院楼地下二层回旋加速器及制备 PET 用药物场所

住院楼地下二层回旋加速器机房北面为控制室；西面为合成热室；南面为停车场，东面为动物实验室用房，楼上为核医学科，楼下为土层。

住院楼地下二层制备 PET 用药物场所北面为过道，西面为理化实验室；南面为停车场；东面为回旋加速器机房；楼上为核医学科；楼下为土层。



住院楼地下二层动物实验室北面为过道，西面为回旋加速器机房；南面为停车场，东面为过道；楼上为核医学科，楼下为土层。

动物实验室、回旋加速器及制备 PET 用药物工作场所相连，作为一个整体而言，该工作场所北面 50m 为地下停车场，西面 50m 为卫生间、更衣间等用房；南面 26m 为放疗科用房；南面 40m 为地下停车场边界；边界外为土层；东面 34m 为地下二层边界，边界外为土层。动物实验室、回旋加速器及制备 PET 用药物工作场所屏蔽体外 50m 均位于医院内。

### 2.3 住院楼地下一层核医学科及放射性废液衰变池

核医学科工作场所位于住院楼地下一层，工作场所北面、南面及东面为过道；西面为护士站、候诊大厅、电梯间等用房，楼上为室外过道、绿化带及预留用房；楼下为回旋加速器机房、制备 PET 用药物场所及动物实验室。

核医学科北面 50m 为地下一层停车场及配套用房；西面 50m 为地下一层核医学科未服药患者候诊区、电梯间、后装治疗机房等用房；南面 5.5m 为太平间、垃圾厨余收集站等用房，南面 39m 为地下一层边界，边界外为土层；东面 18m 为地下一层边界，边界外为土层。核医学科工作场所屏蔽体外 50m 均位于医院内。

核医学科废液衰变池位于医院南侧；衰变池北面 54m 为住院楼，西面 50m 内为医院内空地；东面及南面距医院边界最近距离为 19m；医院东面、南面边界外为规划道路（24m）；南面规划道路外为商业用地，衰变池上方为绿化带。

### 2.4 后装治疗机

后装治疗机机房位于住院楼地下一层；机房北面为控制室及缓冲区，西面为弱电间；南面为过道，东面为大厅；楼上为大厅，楼下为风机房。

后装治疗机机房北面 5.8m 为 X 射线模拟定位机机房；X 射线模拟定位机机房北面 50m 为计划室及停车场；后装治疗机机房西面 50m 内为弱电间、过道、电梯厅、停车场；南面为 50m 内为过道、停车场、直线加速器设备机房等功能用房；东面 50m 为电梯间、核医学科工作场所及办公用房。后装治疗机机房屏蔽体外 50m 均位于医院内。

### 2.5 数字减影血管造影仪（DSA）

#### （1）医技楼四楼 DSA 复合手术室

医技楼四楼设有 DSA+CT 复合手术室 1 间（OR30）；复合手术室北面为 MRI 设备间；西面为 DSA 设备间；南面为前室、气体灭火气瓶间，东面为控制室，楼上洁净设备房，楼下为备用实验区、储血室、备血室等用房。

医技楼四楼 DSA 复合手术室机房屏蔽体西面 3m 为医技楼边界，边界外 42m 为行政教

学宿舍楼用房；南面4m为医技楼边界；边界外27m内为住院楼用房；住院楼南面20m内为医院绿化带、过道；东面8m为医技楼边界，边界外42m均为住院楼用房；北面50m为手术室用房。本项目医技楼四楼DSA复合手术室机房屏蔽体外50m均位于医院内。

### (2) 医技楼四楼DSA机房

医院在医技楼四楼设有2间DSA机房，DSA机房相邻，机房屏蔽体北面为洁净走廊；西面为设备间及控制室；南面为洁净走廊；东面为控制室及设备间，楼上为洁净设备房；楼下为会议室等用房。

DSA机房(OR26、OR27)北面63m为医技楼边界，北面50m内为手术室用房；西面26m为医技楼边界，边界外临空；地面为院内过道；南面3m为医技楼边界；边界外47m内为住院楼用房；东面40m为医技楼边界，边界外临空。DSA机房(OR26、OR27)屏蔽体外50m均位于医院内。

### (3) 医技楼五楼DSA机房

医院在医技楼五楼设有DSA机房6间，DSA机房与控制室从北向南成“|”型排列，依次为DSA01机房、控制室、DSA02机房、DSA03机房、控制室、DSA04机房、走道、DSA05机房、控制室、DSA06机房。将6间机房及控制室看成整体，机房屏蔽体北面为医生办公室；西面为DSA设备间及缓冲间，南面紧邻住院楼；东面为洁净走道；楼上为热泵布置用房，楼下为术后苏醒及手术室用房。

医技楼五楼DSA机房屏蔽体北面14m为医技楼边界，边界北面42m内为门诊楼用房；西面40m为医技楼边界，边界外临空，地面为院内道路；南面紧邻住院楼，南面28m内为住院楼用房，住院楼南面22m内为医院绿化带及过道；东面25m为医技楼边界；边界外25m为医院绿化带及过道。本项目医技楼五楼DSA机房屏蔽体外50m均位于医院内。

## 2.6 其他门类医用射线装置

### (1) 医技楼一楼放射影像科

医院在医技楼一楼建设放射影像科；放射影像科设有CT、双源CT、数字胃肠机、骨密度仪及DR机房，放射影像科机房北面为CT控制室，西面为设备间、过道；南面为受检者走道，东面为抢救室、男女更衣间等用房；楼上为等候大厅、超声办公室及预留发展用房，楼下为空调机房、电脑设备存储间等用房。

医技楼一楼放射影像科北面27m为医技楼边界，边界外23m内为门诊楼用房；西面10m为医技楼边界；边界外42m为行政教学宿舍楼用房，医技楼与行政教学宿舍楼间为道路与绿化带；南面26m为医技楼边界，边界外24m内为住院楼用房；东面20m为医技楼边界；边

界外 30m 内为院内空地。

### (2) 医技楼一楼乳腺钼靶机

医院在医技楼一楼设有 2 间乳腺钼靶机机房：机房北面、西面及南面为过道；东面为电梯厅，楼上为空调机房；楼下为排风机房。

乳腺钼靶机机房北面紧邻门诊楼，北面 50m 为门诊楼用房及院内空地；西面 54m 为医技楼边界，西面 50m 内为 MRI 机房、射线装置机房等用房；南面 50m 均位于医技楼内；主要为放射影像科候诊大厅及消毒中心；东面为 8.8m 为医技楼边界，边界外 42m 为院内空地。乳腺钼靶机机房 50m 范围均位于医院内。

### (3) 医技楼四楼固定防护机房

医院在医技楼四楼设有 6 间固定防护机房供移动式 C 臂机、移动式 O 型臂机、移动 DR、移动 CT 使用，固定防护机房分别为 OR07、OR18-OR20、OR25、OR28 手术室。

OR07 固定防护机房北面为洁淨走廊，西面为过道，南面为卫生间；东面为过道，楼上为洁淨设备用房，楼下为卫生间及新风机房。OR07 固定防护机房北面 20m 为医技楼边界；边界外为门诊楼用房；西面 2m 为医技楼边界；边界外 42m 为行政教学宿舍楼用房；南面 86m 为医技楼边界；南面 50m 内为手术室用房；东面为 50m 内为医技楼四楼手术室用房。

OR18-OR20 固定防护机房北面为洁淨走廊，西面为过道；南面为洁淨走廊，东面为过道，楼上为洁淨设备用房，楼下为备用实验区等用房。OR18-OR20 固定防护机房北面 45m 为医技楼边界；边界外门诊楼用房；西面 8m 为医技楼边界，边界外临空，边界外 42m 为行政教学宿舍楼用房；南面为 24m 为医技楼边界；边界外为住院楼用房；东面 42m 为医技楼边界，边界外临空。

OR25 固定防护机房北面为洁淨走廊；西面为 DSA 设备间、控制室；南面为洁淨走廊，东面为过道，楼上为 DSA 设备机房，楼下为体液常规用房。北面 50m 为医技楼手术室用房；西面 44m 为医技楼边界；边界外临空；南面 3m 为医技楼边界，边界外为住院楼用房；东面 30m 为医技楼边界，边界外临空。

OR28 固定防护机房北面为洁淨走廊，西面为楼梯间、无菌物品间；南面为洁淨走廊；东面为 DSA 设备间、控制室，楼上为洁淨设备用房，楼下为低温冷冻库等用房。北面 50m 为医技楼手术室用房；西面 17m 为医技楼边界，边界外临空；边界外 42m 为行政教学宿舍楼用房；南面 23m 为医技楼边界，边界外为住院楼用房；东面 50m 为手术室用房。

### (4) 门诊楼一楼 DR、CT 机房

医院在门诊楼一楼设有 DR、CT 机房各 1 间；DR 机房与 CT 机房紧邻，机房屏蔽体北

面、西面、南面为过道；东面为控制室；楼上为更衣室，楼下为停车场。

DR 机房与 CT 机房北面 22.5m 为门诊楼边界，边界外 27.5m 为院内空地及道路；西面 50m 均位于门诊楼内；主要为卫生间、更衣室及大厅；南面 50m 为院内空地；东面 50m 为门诊楼办公用房、DR 机房与 CT 机房屏蔽体外 50m 均位于医院内。

#### (5) 门诊楼四楼口腔 CT、口腔全景机、牙片机

医院在门诊楼四楼设有口腔 CT、口腔全景机、牙片机机房各 1 间；三间机房相邻，机房北面为女更衣室，西面为控制室；南面为口腔诊室，东面临空，楼上为男科诊室，楼下为诊室。

口腔 CT、口腔全景机、牙片机机房北面 28m 为门诊楼边界；边界外临空；西面 50m 均位于门诊楼内，为口腔诊室等用房；南面 10m 为门诊楼边界，边界外临空；东面 50m 为门诊楼用房。

#### (6) 门诊楼五楼 X 射线体外碎石机

医院在门诊楼五楼设有 X 射线体外碎石机机房 1 间；机房北面为控制室，西面临空；南面为尿动力室；东面为过道，楼上为屋面；楼下为预留用房。

X 射线体外碎石机机房北面 12m 为门诊楼边界，边界外为空地；机房西面 50m 内为门诊楼用房；南面 38m 为门诊楼边界；边界外 12m 内为院内空地；东面 50m 内为门诊楼用房。

#### (7) 国际医疗门诊中心一楼

医院在国际医疗门诊中心一楼建设有 CT、DR、数字胃肠机、X 射线骨密度仪、乳腺钼靶机机房各 1 间；机房相对集中；位于国际医疗门诊中心西端。

CT 机房北面为空地；西面为控制室，南面为注射室、更衣室，东面为楼梯间；楼上为值班室、卫生间等用房；楼下为补风机房。

DR、数字胃肠机、X 射线骨密度仪、乳腺钼靶机机房成一字排列；从西到东依次为乳腺钼靶机机房、更衣等候间、X 射线骨密度仪机房、数字胃肠机机房、更衣等候间、更衣等候间、DR 机房、阅片室；机房北面为过道，南面为控制室，乳腺钼靶机机房西面为院内空地；各机房楼上为诊疗室、餐厅等用房，楼下为低压配电房等用房。

CT 机房北面 41m 为行政教学宿舍楼；西面 44m 为医院边界，边界外为规划道路；南面 50m 内为住院楼及院内空地；东面 50m 内为住院楼及院内空地。

DR、数字胃肠机、X 射线骨密度仪、乳腺钼靶机机房北面距医院边界最近距离为 41m；边界外为规划道路及河涌；距医院西面边界最近距离为 28m，边界外为规划道路及河涌；距医院南面边界最近距离为 13m；边界外为空地；东面 50m 范围位于医院内，为国际医疗门诊

中心用房及院内空地。

#### (8) 科研楼三楼 ERCP 机房

医院在科研楼三楼设有 1 间 ERCP 机房，机房北面、南面为过道；西面为控制室；东面为肠镜室，楼上为检查室，楼下为内科、外科用房。

ERCP 机房北面 12m 为科研楼边界，边界外 33m 范围位于医院内；西面 17m 为科研楼边界，边界外 33m 范围位于医院内；南面 2m 为科研楼边界；边界外 43m 范围为院内空地；东面 38m 为科研楼边界；边界外 12m 内为院内空地。

#### (9) 住院楼地下一层模拟定位机房

X 射线模拟定位机机房位于住院楼地下一层，机房北面、西面、南面均为过道，东面为控制室，楼上为庭院，楼下为过道；CT 模拟定位机机房北面、南面为过道，西面为检查室及诊室；东面为控制室；楼上为庭院，楼下为过道。

X 射线模拟定位机及 CT 模拟定位机机房屏蔽体外 50m 内均为地下一层相关功能用房。

### 3. 选址合理性分析

本项目选址于灵山大道西侧，四涌以南。根据《南沙区土地利用总体规划图》（2020 年）（图 1-5），项目选址用地性质为新增建设用地，根据本项目建设用地规划许可证（见附件 13）：项目用地属于医疗用地（A51），选址与土地利用规划相符合。医院北面、西面、南面为规划道路；东北面为灵新大道；医院用地红线西南面 15m 规划为社会福利设施用地，西南面 24m 规划为二类居住用地（正在建设珠江街安置区二期项目），东南面 24m 规划为商业用地（目前为空地及变电站）；东北面 90m 规划为科创产业用地兼容商业用地，西北面 34m 规划为水域及农林用地，医院距最近的珠江小学 484m，医院边界外 200m 内无中小学，符合《广东省未成年人保护条例》（2009 年 1 月 1 日实施）要求，医院整体选址合理。医院四周用地情况见图 1-6

本项目住院楼地下二层放疗科头部伽马刀、直线加速器、TOMO、射波刀依次排列；源项集中；机房 50m 范围为地下二层停车场用房或土层，人员很少停留；地下二层回旋加速器及制备 PET 药物场所、动物实验室工作场所紧邻，利于开展工作，屏蔽体外 50m 范围均位于地下二层范围内，周围人员很少停留；住院楼地下一层后装治疗机、X 射线模拟定位机、CT 模拟定位机机房相对集中；屏蔽体外 50m 范围均位于医院内，周围人员很少停留；住院楼地下一层核医学科工作场所屏蔽体外 50m 均位于医院内；四周很少有人停留；医院南侧设有埋式放射性废液衰变池；衰变池四周无人停留；医技楼四楼、医技楼五楼 DSA 机房；医技楼一楼放射影像科、医技楼四楼、国际医疗门诊中心一楼、科研楼三楼、门诊楼一楼、

门诊楼四楼、门诊楼五楼的CT、DR、数字胃肠机、乳腺钼靶机、X射线骨密度仪、X射线体外碎石机、移动式C臂机等射线装置机房相对集中，便于管理，屏蔽体外50m为院内空地、规划道路等，机房四周很少有人停留。本项目工作场所屏蔽体外方圆200米内无中小学；符合《广东省未成年人保护条例》（2009年1月1日实施）要求。本项目放射性同位素与射线装置工作场所选址避开了人群集中点，选址周围无限制性因素，因此本项目选址合理。

#### **4.产业政策符合性**

该项目属于医疗卫生服务设施建设；对照《产业结构调整指导目录》（2019年本）的规定其属于国家鼓励类的项目，故该项目符合国家产业政策。



图 1-1 项目地理位置图



图 1-2 项目总平面布置图



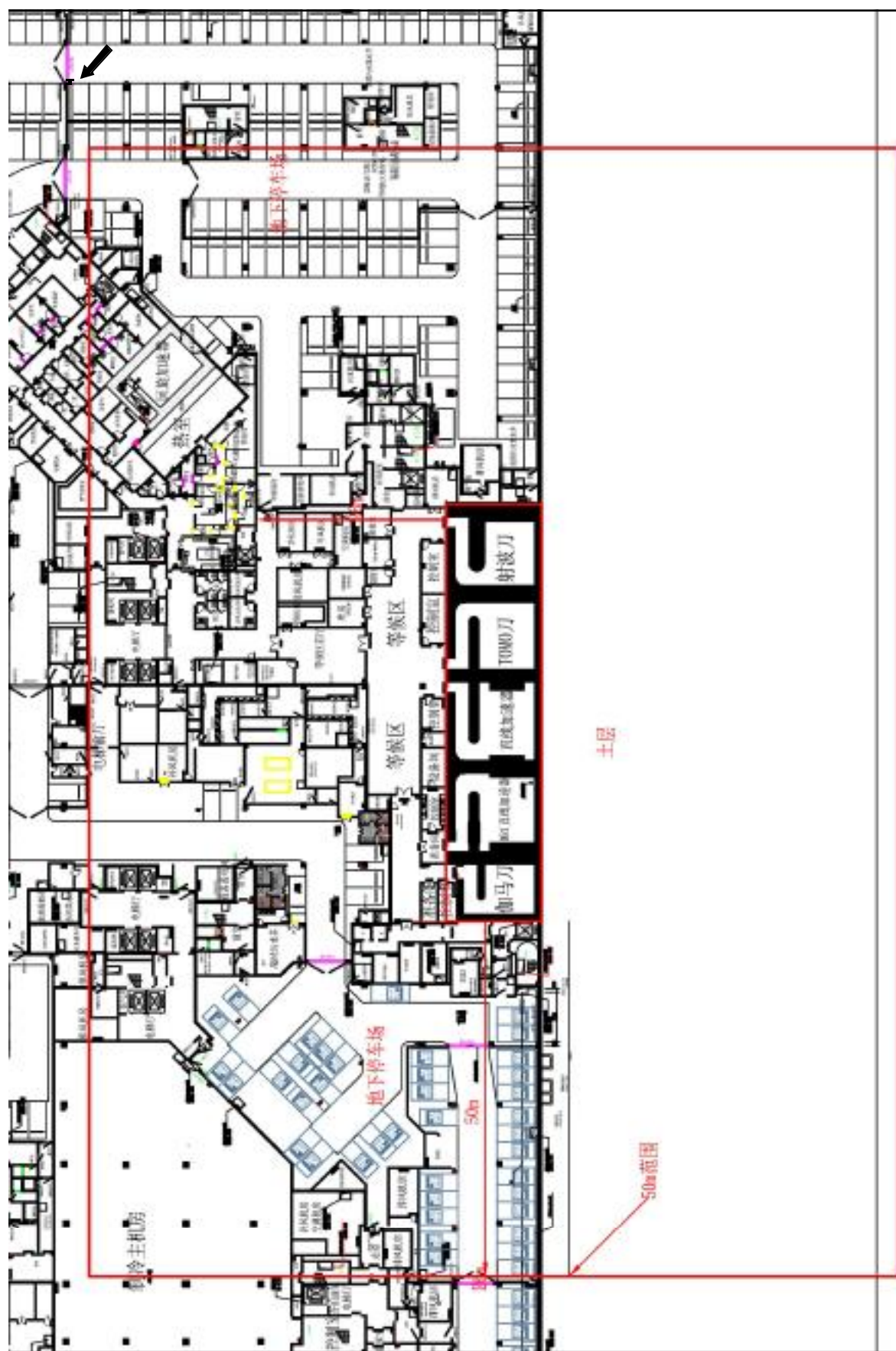


图13-1 住院楼地下二层放疗科30m范围关系图

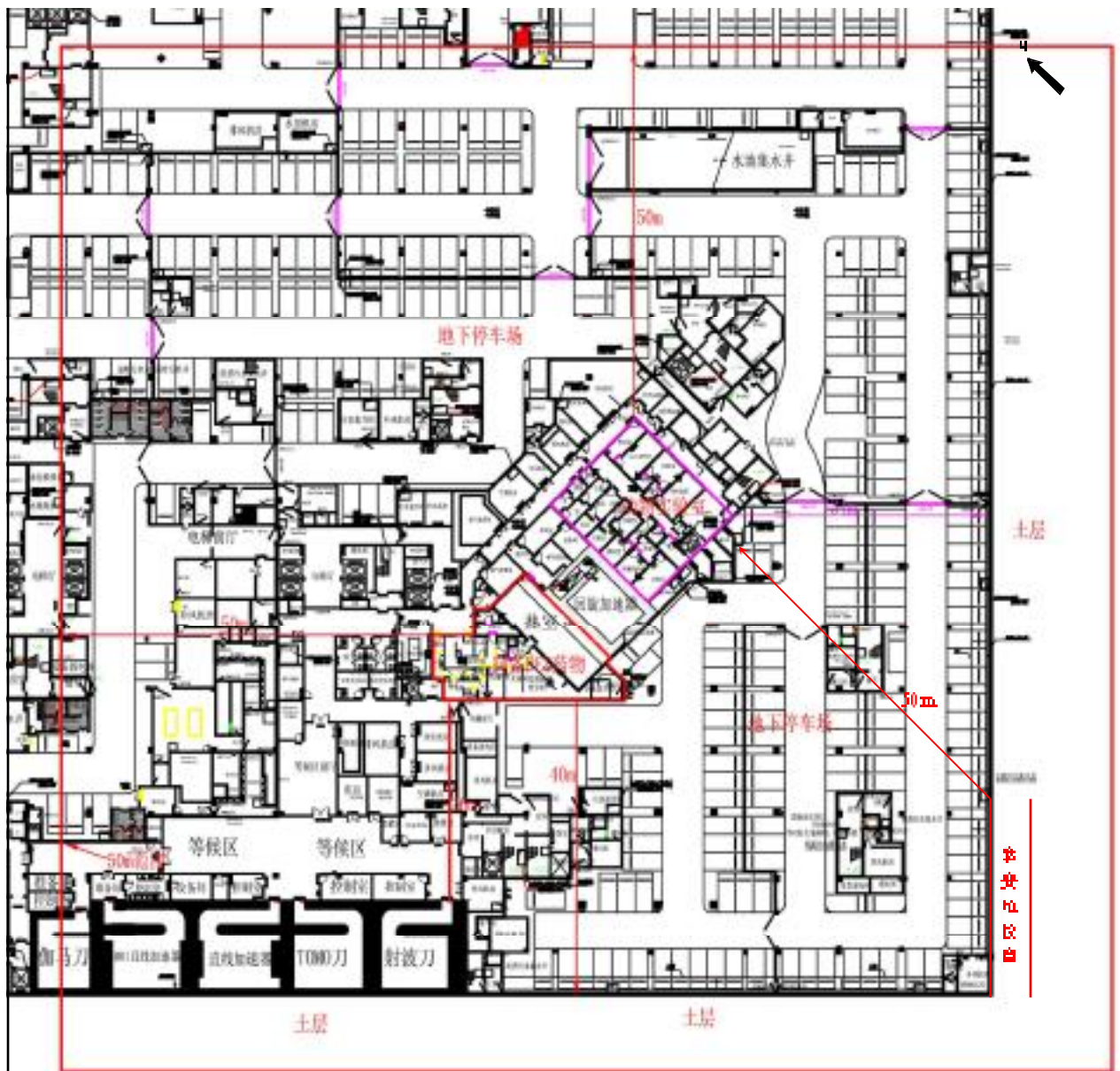


图132 住校楼地下二层物类实验区、自助加速器及PET制各药场所50m 范围关系图

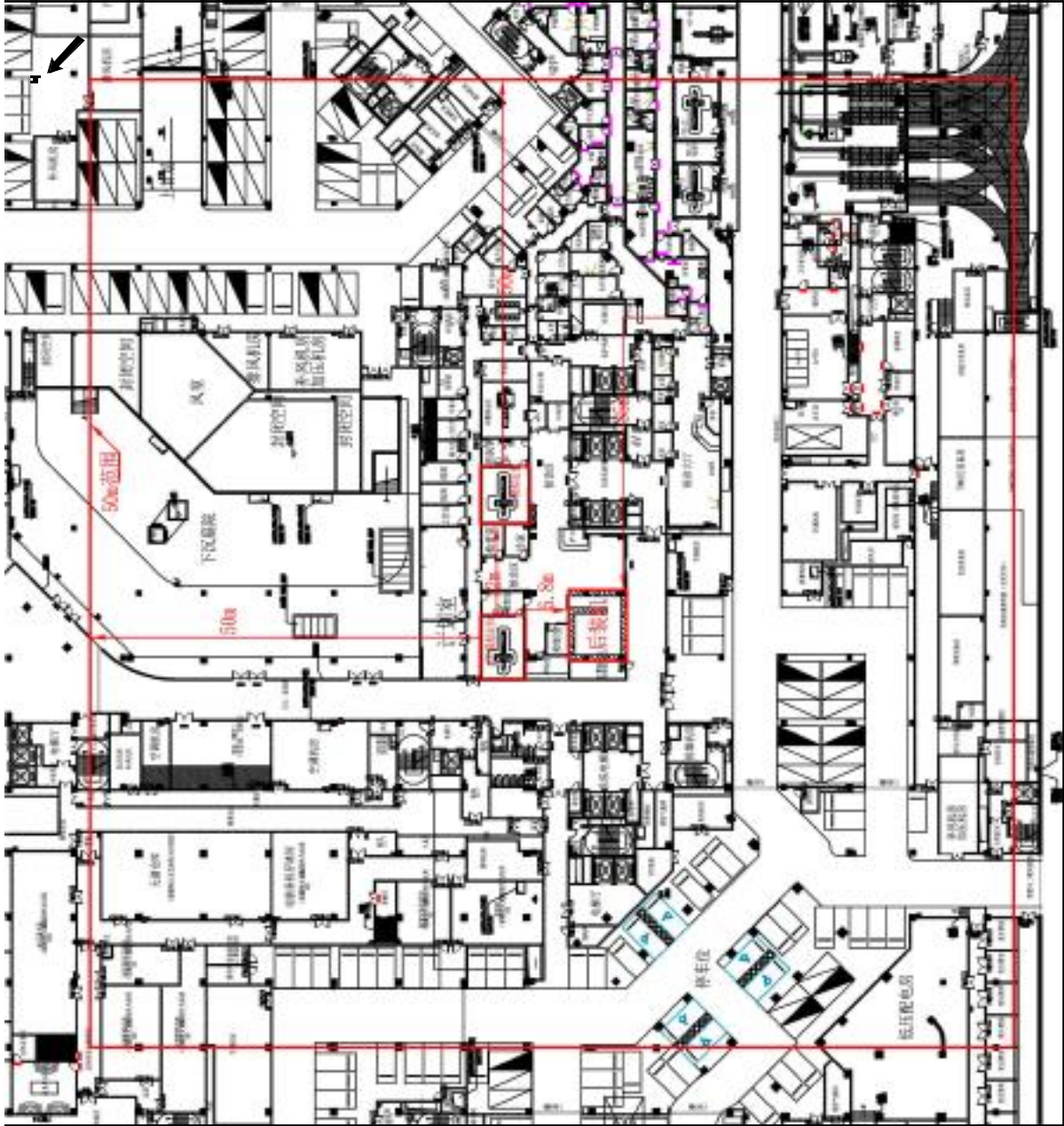


图133 住院楼地下室后接治疗机及其附属设施定位机房50m范围关系图



住院部地下一層內醫子科 50m 範圍範圍圖



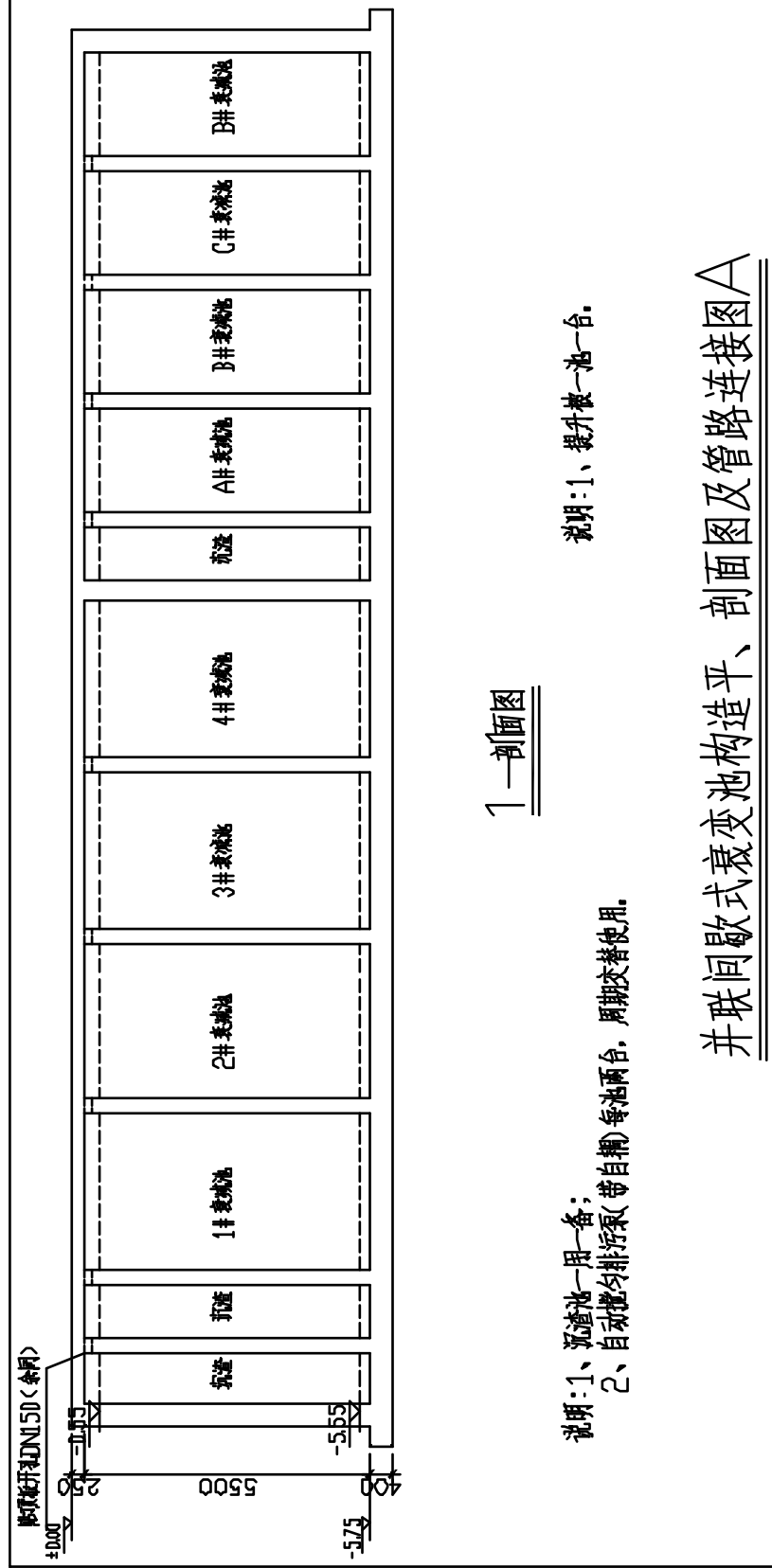


图 1-3-4 住院楼地下一层核医学科 50m 范围关系图及衰变池平面、剖面图

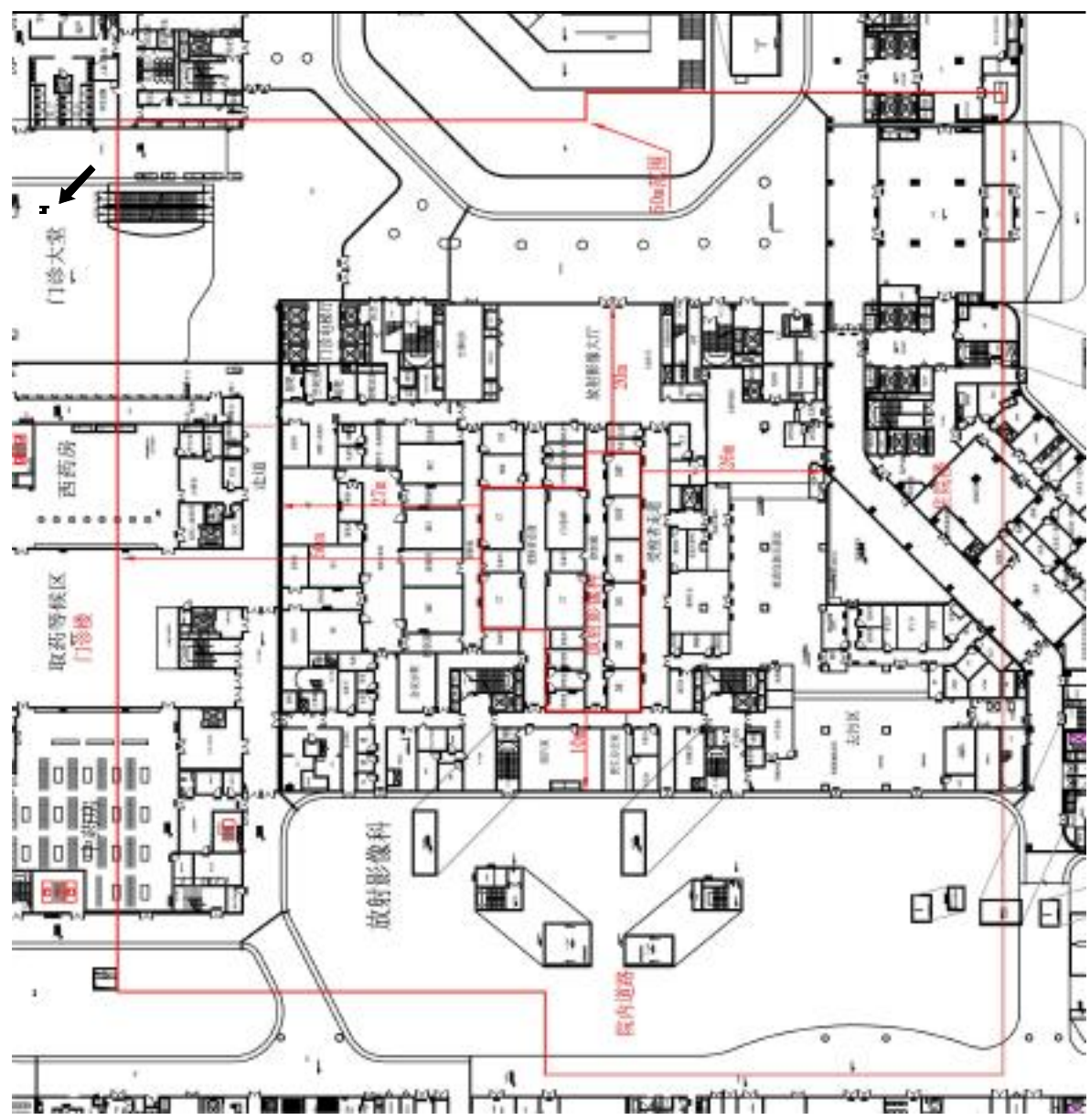


图 1.3.3 医院第一类放射影像中心 50m 半径防护边界

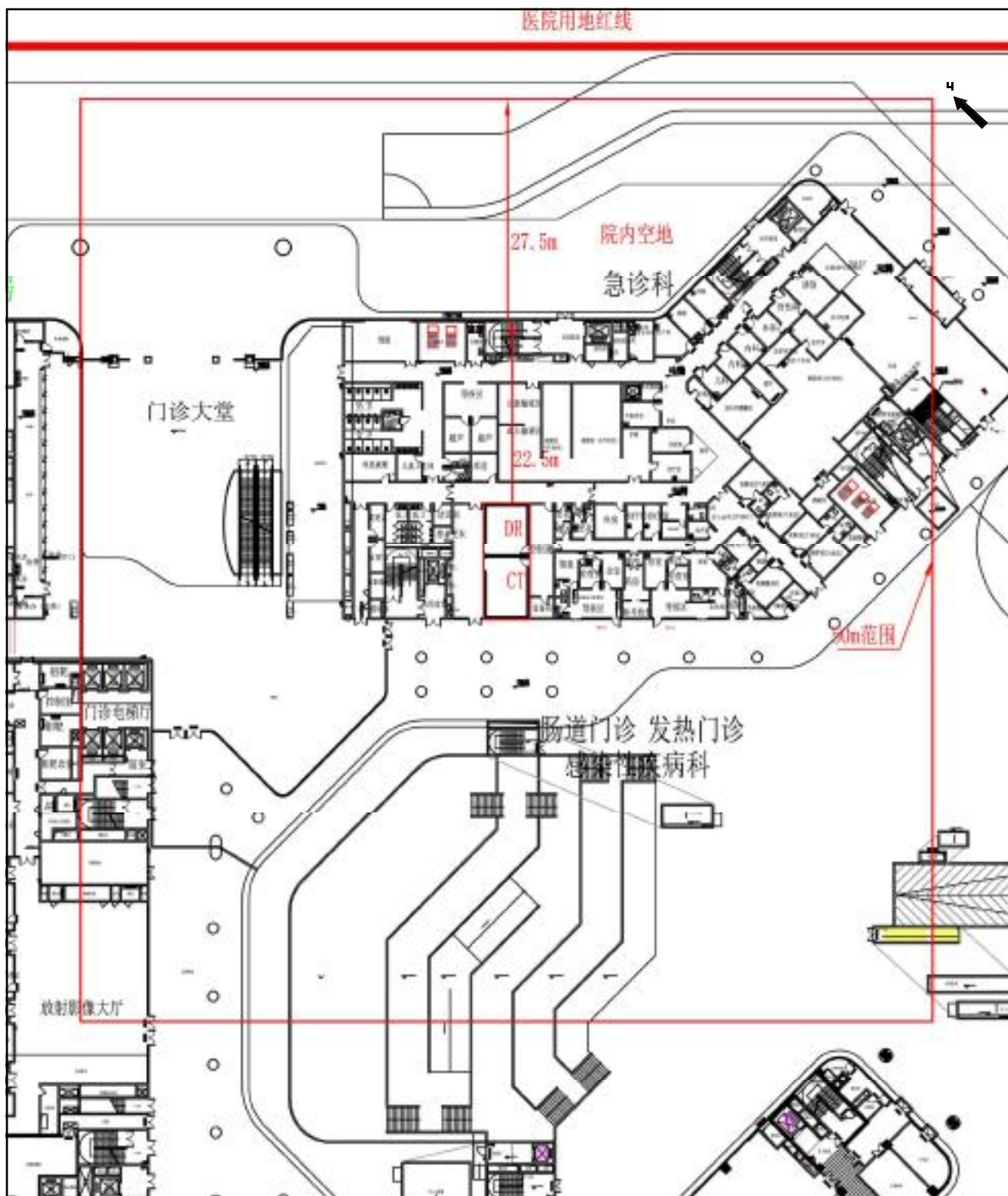


图 1-3-4 门诊楼一层 DR 及 CT 机房 50m 范围关系图



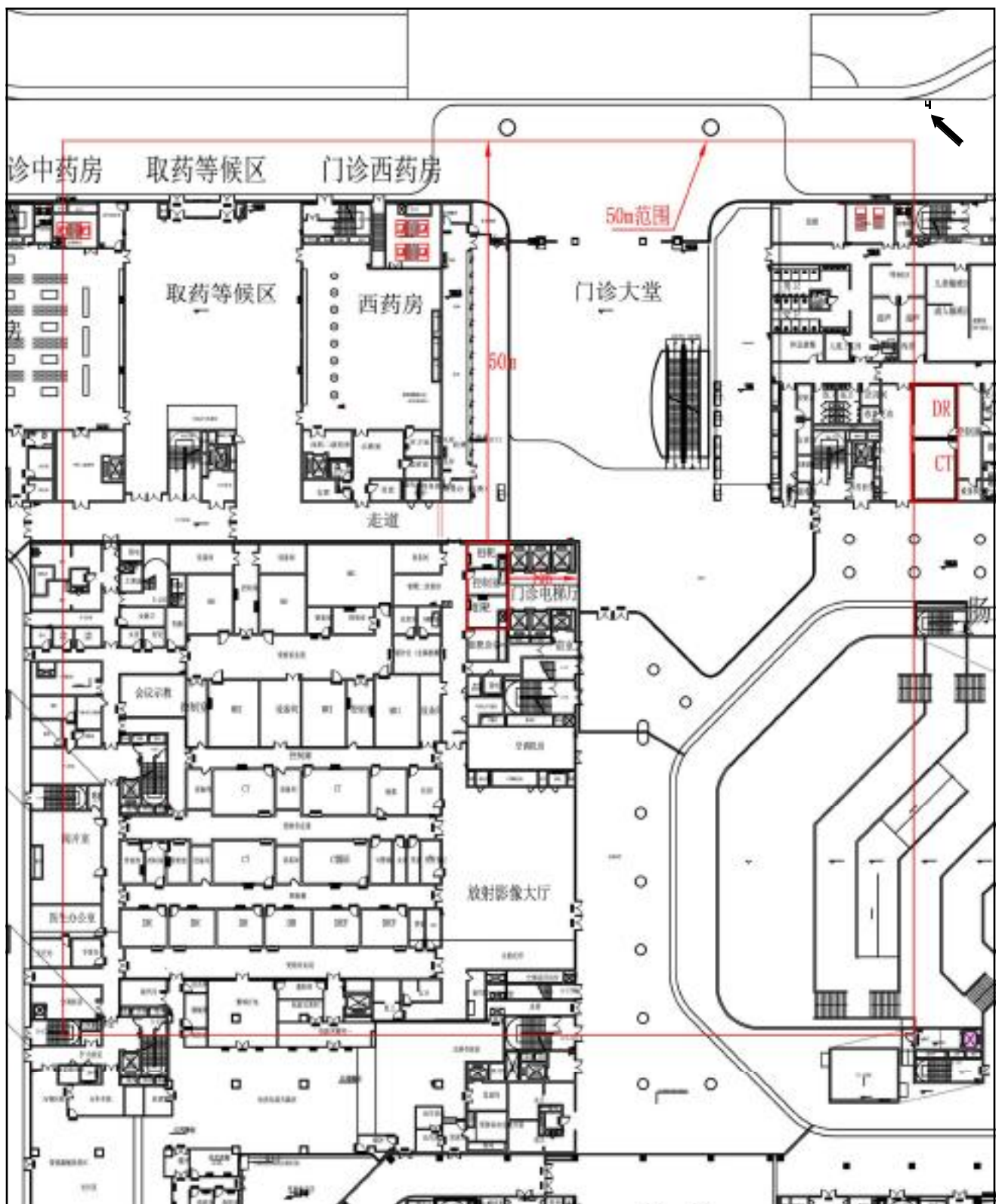


图13.7 放射源一楼射线机房50m范围示意图

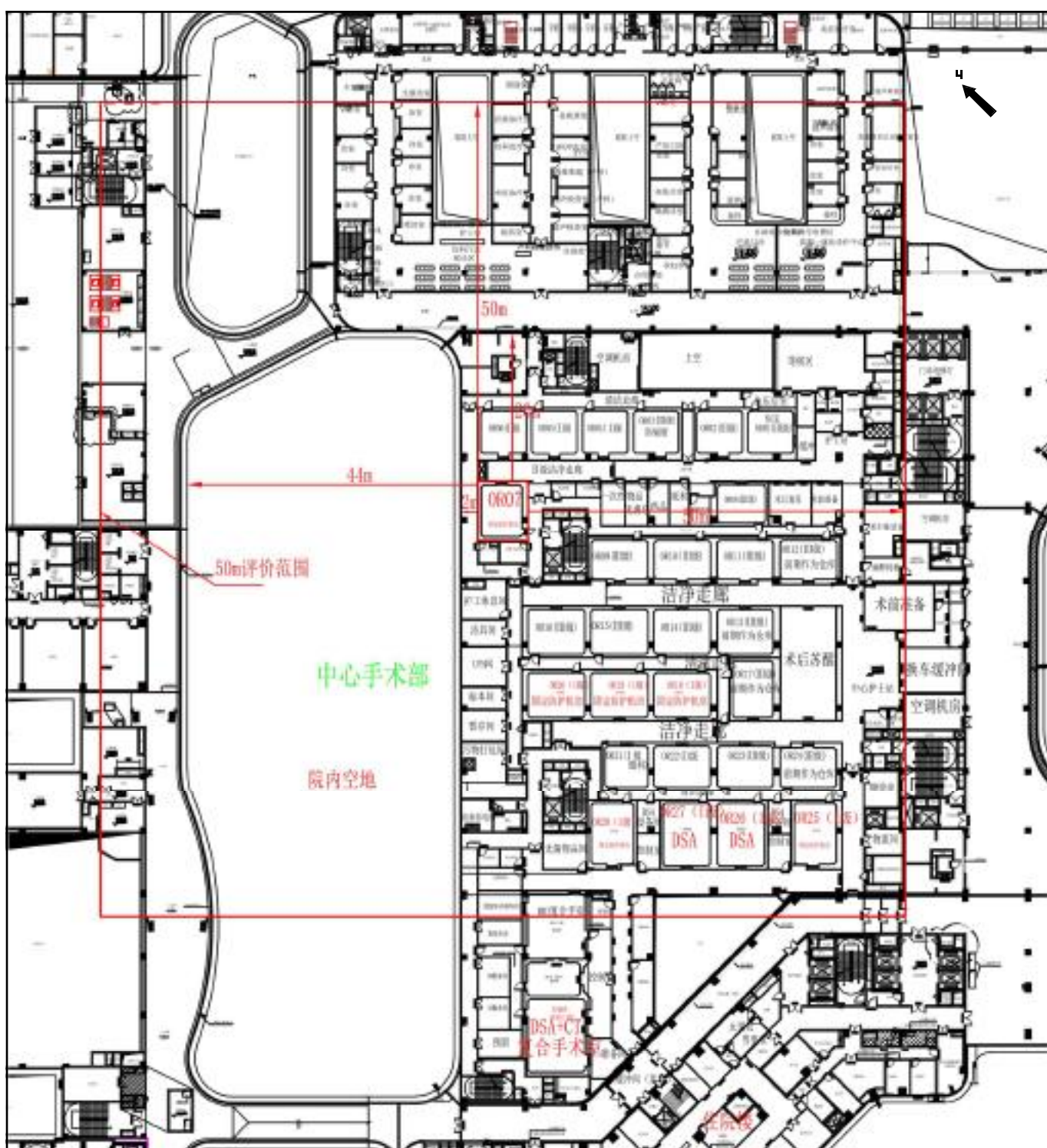


图 L-38 放射线敏感固定防护机房 (LXU) 30m 范围的图

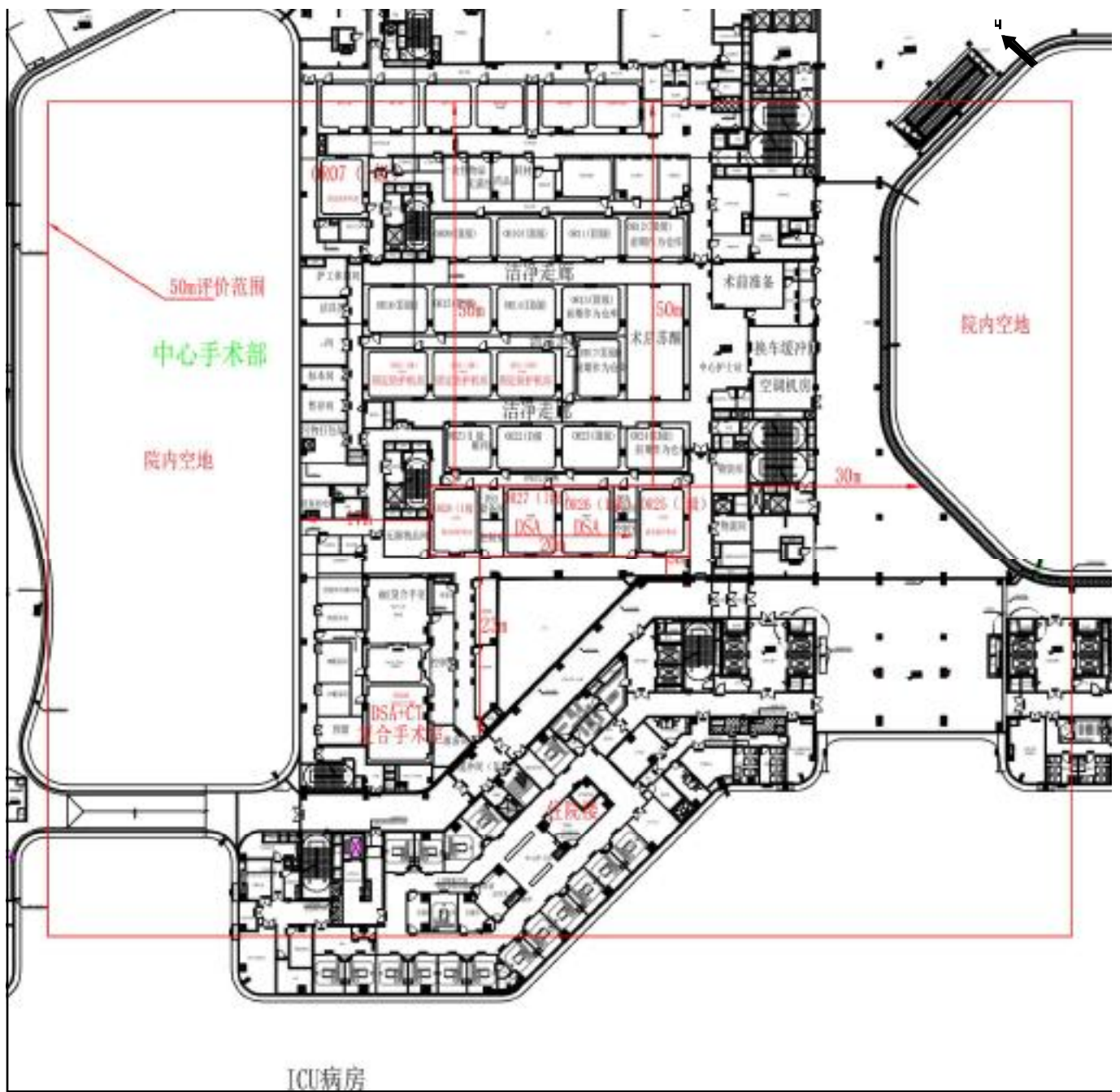


图1-3-9 放射源机房防护机房 (CR25、CR26) 及 DSA (CR24、CR27) 30m 范围图

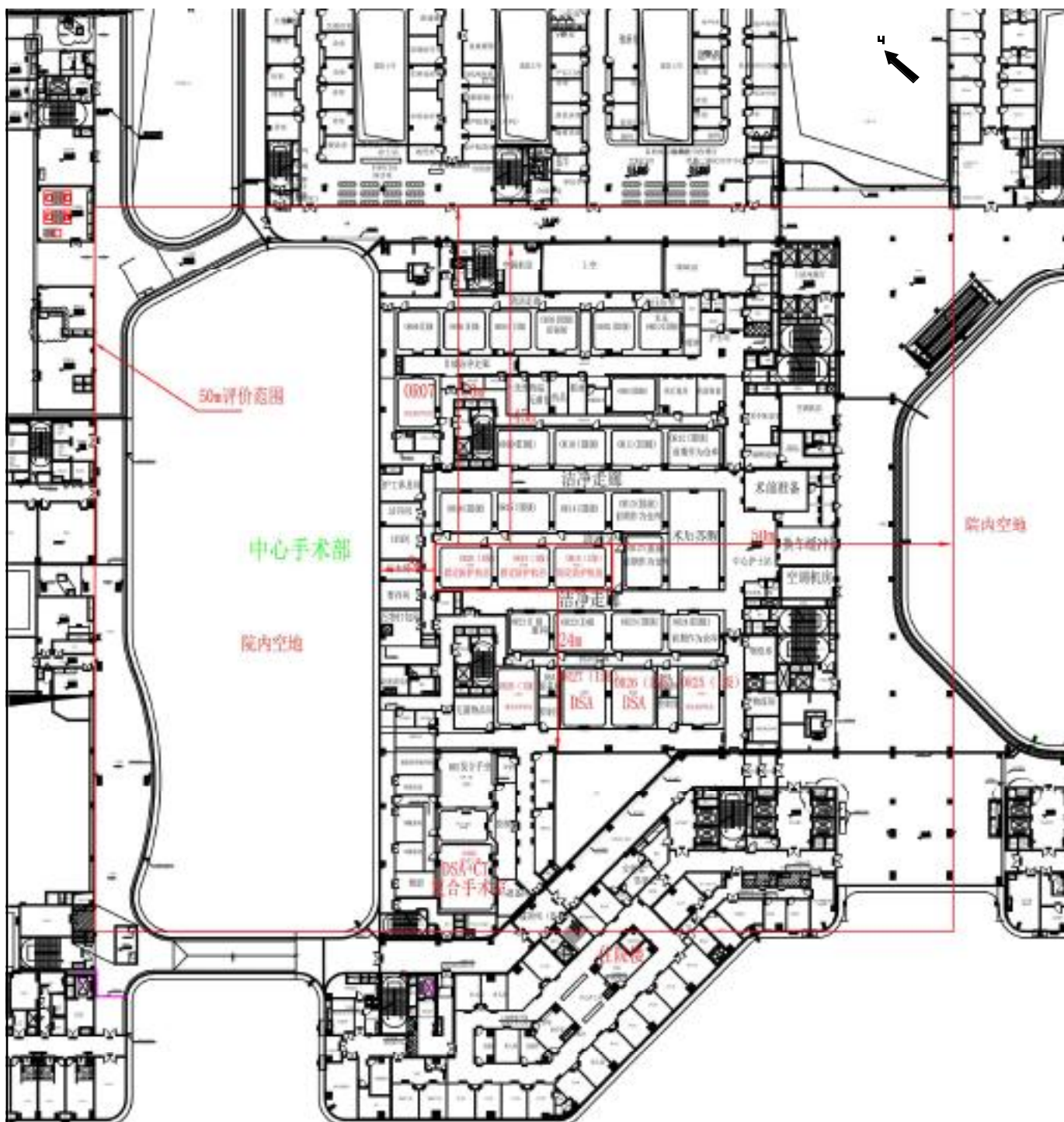


图 1-3-10 放射敏感区域放射防护机群 (OR18~OR20) 50m 范围图

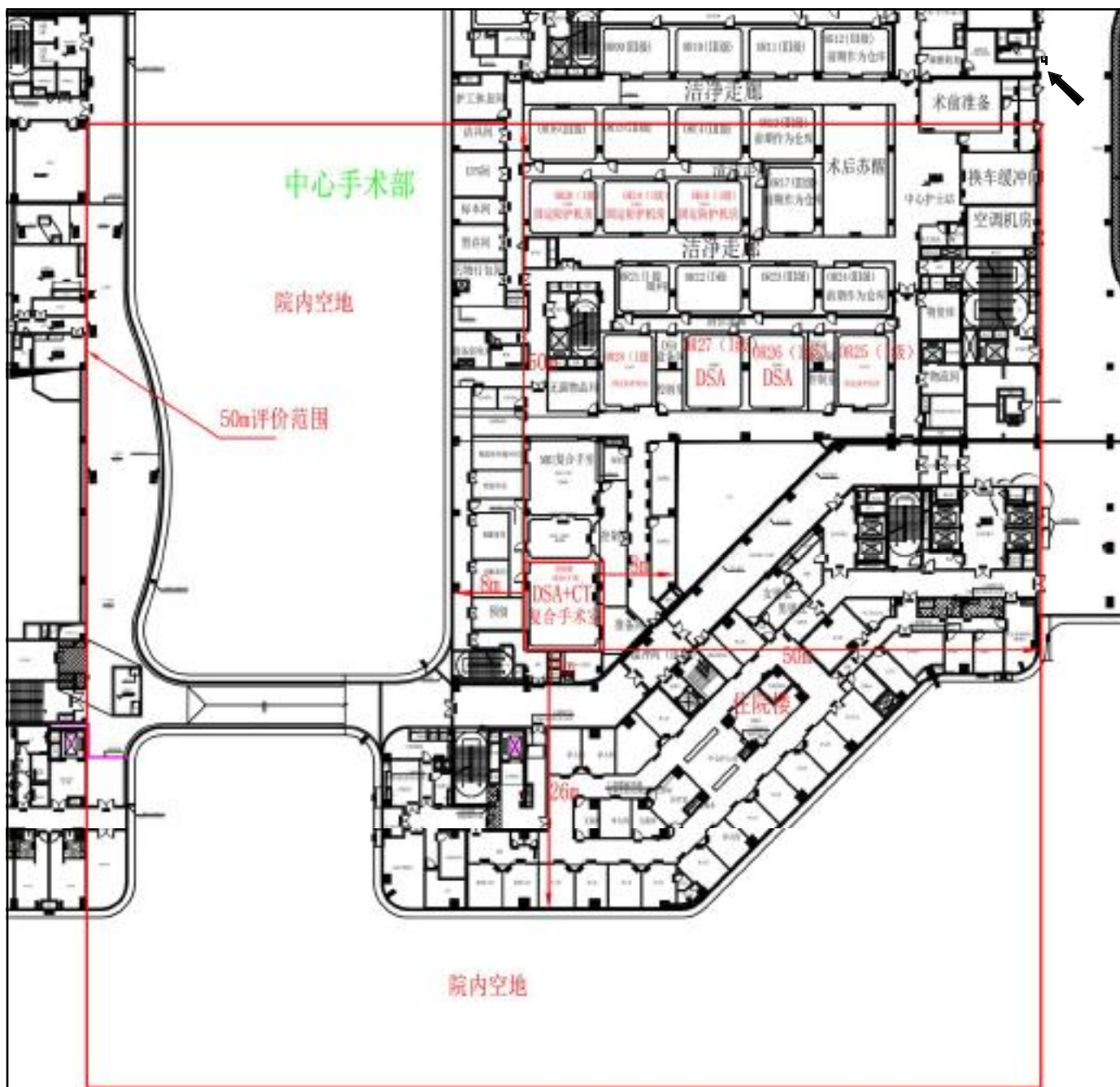


图1-3-11 医技楼四楼DSA复合手术室50m范围的关联图

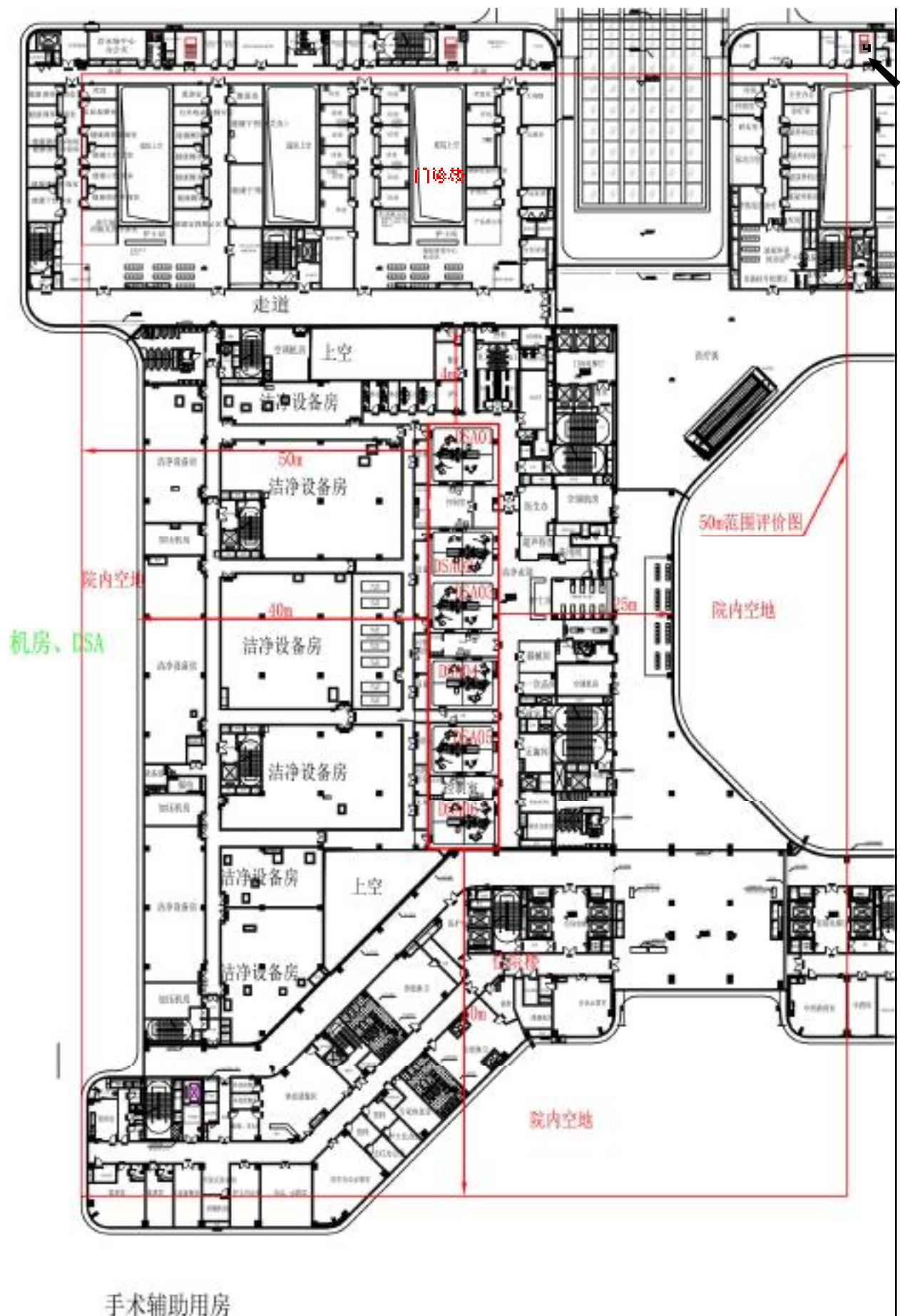


图1-3-12 医技楼五楼DSA机房50m范围关系图

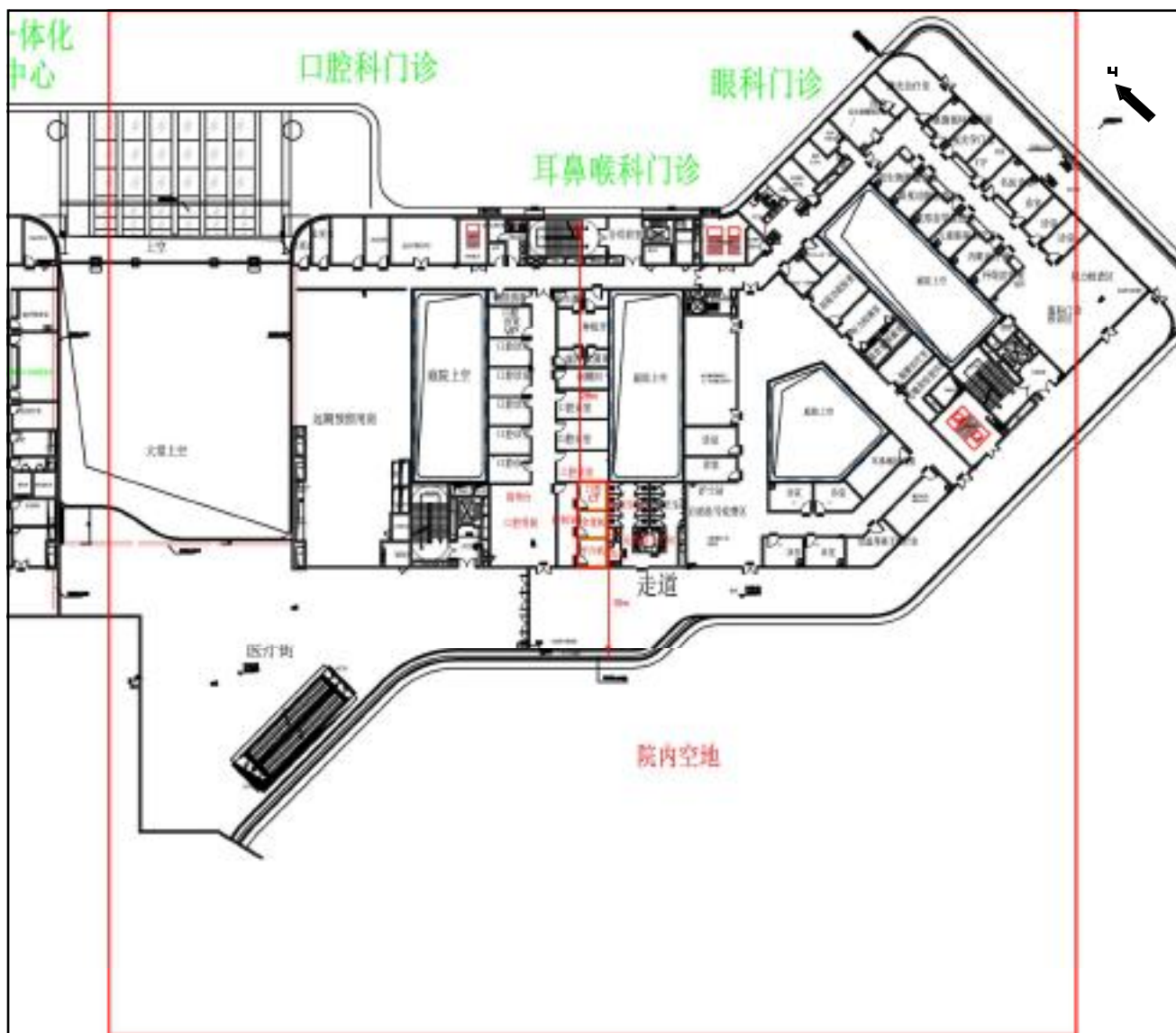


图1-3-13 门诊楼围绕口腔科50m 放射关系图

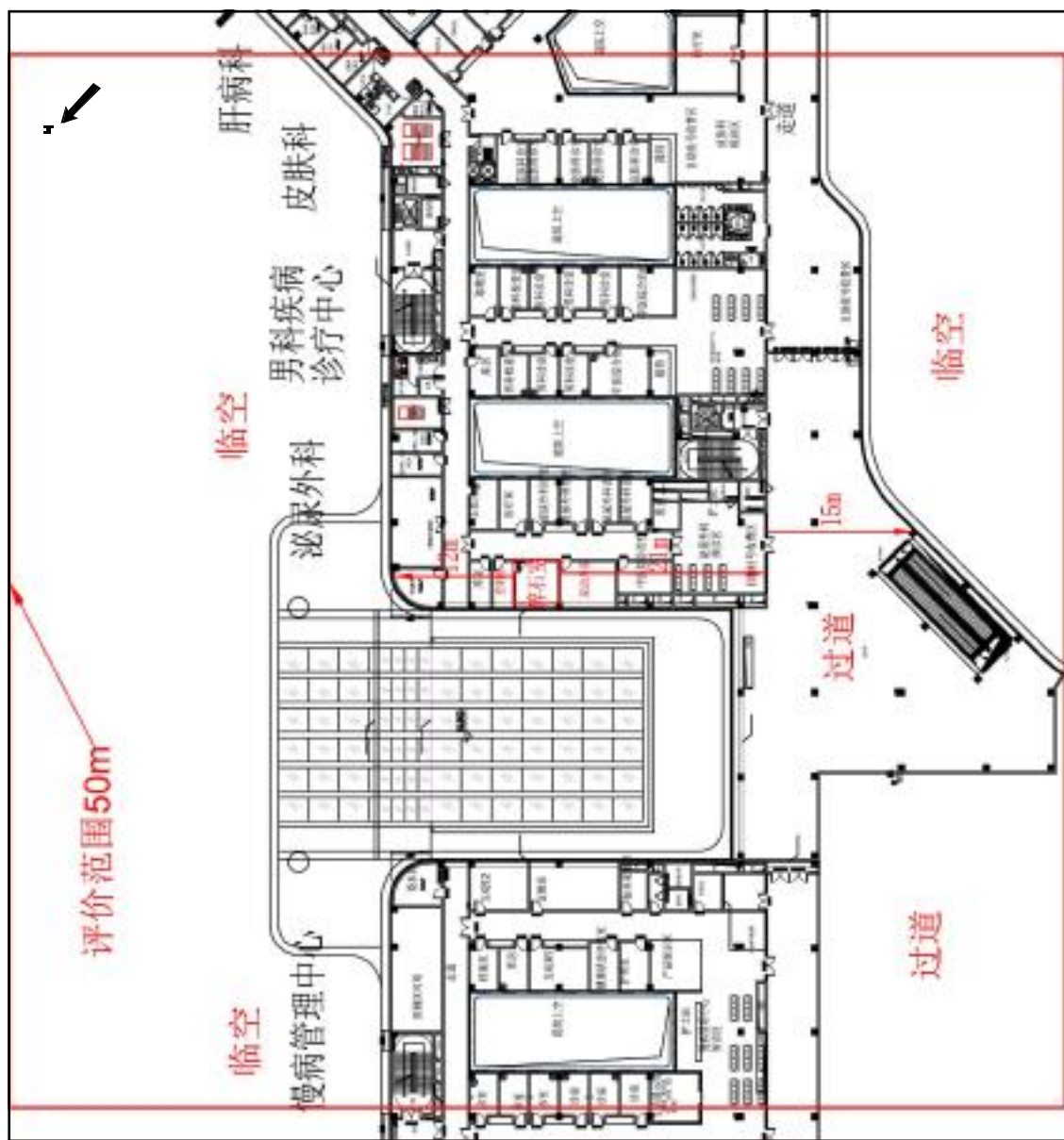


图 1-3-14 门诊楼五楼放射体肿瘤科机房 30m 范围平面图





图 L-3-15 国际医疗门诊中心—核 CT、DR、数字胃肠机、骨密度仪、乳腺钼靶机机房 50m 范围关系图

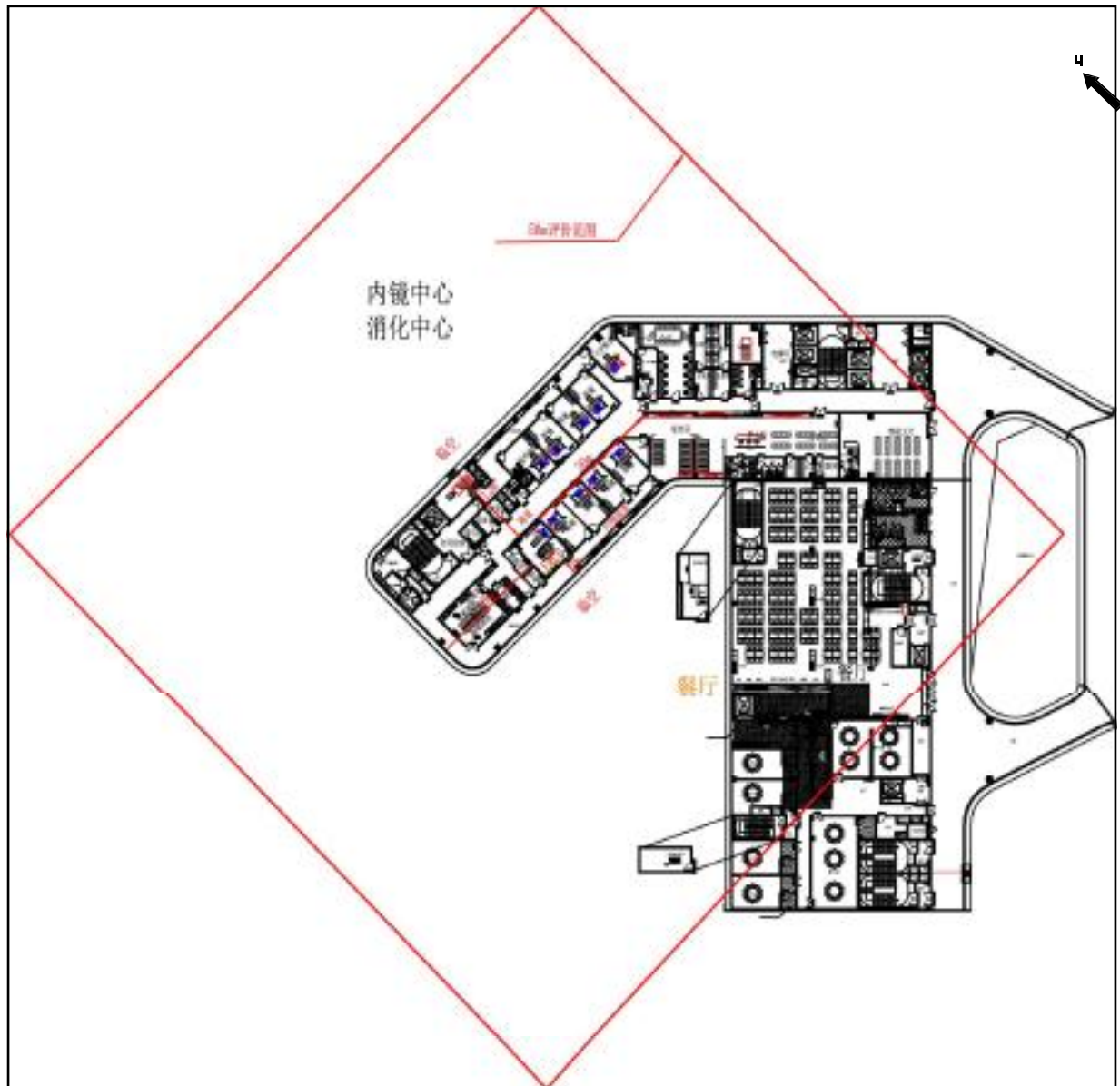


图1-3-14 吉林省图书馆三楼EBCP机房50m辐射关系图  
 图1-3 本项目工作场所屏蔽体外50m辐射关系图



项目场地西侧边界



项目场地南面空地



项目场地东面空地



项目场地北面空地



医院空地



项目场地南面变电站及空地



医院东面道路



医院北面道路及安置房工地

图 1-4 现场照片

■ 土地利用规划



图 1-5 本项目周围土地利用规划图



图 1-6 医院四周用地情况

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	<sup>192</sup> Ir	3.7×10 <sup>11</sup> ×1	III类	使用	治疗	住院楼地下一层后装治疗机房	屏蔽在后装治疗机内, 储存在后装治疗机房内。	/
2	<sup>60</sup> Co	2.442×10 <sup>14</sup> (192枚)	I类	使用	治疗	住院楼地下一层大那伽马刀机房	屏蔽在大那伽马刀机内, 储存在大那伽马刀机房内。	/
3	<sup>67</sup> Ge	4.62×10 <sup>7</sup> Bq×2枚	V类	使用	PETMR、PET/CT 校准	住院楼地下一层核医学科显微及骨科治疗区	核医学科显微及骨科治疗区储源至保险柜内	/
4	<sup>67</sup> Ge	9.26×10 <sup>7</sup> Bq×1枚	V类	使用				/
5	<sup>67</sup> Ge	5.55×10 <sup>7</sup> Bq×1枚	V类	使用				/
6	<sup>67</sup> Ge	3.5×10 <sup>7</sup> Bq×1枚	V类	使用				/
7	<sup>67</sup> Ge	7.4×10 <sup>7</sup> Bq×1枚	V类	使用	MicroPET/CT图像质控校正	住院楼地下一层动物实验室	动物实验室 MicroPET/CT 机房保险柜内	/
8	<sup>137</sup> Nd	3.7×10 <sup>6</sup> Bq×1枚	V类	使用	MicroPET/CT图像质控校正			/
9	<sup>137</sup> Cs	3.7×10 <sup>6</sup> Bq×1枚	V类	使用	Radio-HP/PLC 校准			/

注: 放射源包括放射性中子源, 对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	$^{14}\text{C}$	液态, 半衰期 20.39min, 低毒	生产	$6.50 \times 10^{10}$	$6.50 \times 10^6$	$9.75 \times 10^{11}$	生产 PET 显像用药物 (封装、标记)	简单操作	住院楼地下二层回廊 康加速等 区合成熟 室房间	住院楼地下二层回廊 加速等成熟室房间 通风橱
2	$^{15}\text{N}$	液态, 半衰期 9.97min, 低毒	生产	$5.38 \times 10^{10}$	$5.38 \times 10^6$	$5.33 \times 10^{11}$		简单操作		
3	$^{16}\text{O}$	液态, 半衰期 210min, 低毒	生产	$1.09 \times 10^{10}$	$1.09 \times 10^6$	$5.45 \times 10^{11}$		简单操作		
4	$^{17}\text{F}$	液态, 半衰期 109.77min, 低毒	生产	$7.49 \times 10^{10}$	$7.49 \times 10^6$	$1.37 \times 10^{11}$		简单操作		
5	$^{67}\text{Ga}$	液态, 半衰期 68.3min, 低毒	生产	$7.52 \times 10^9$	$7.52 \times 10^7$	$7.52 \times 10^{11}$		简单操作		
6	$^{64}\text{Cu}$	液态, 半衰期 12.7h, 低毒	生产	$1.07 \times 10^9$	$1.07 \times 10^7$	$5.35 \times 10^{10}$	简单操作	简单操作		
7	$^{125}\text{I}$	液态, 半衰期 78.41h, 中毒	生产	$1.75 \times 10^9$	$1.75 \times 10^6$	$8.75 \times 10^{10}$		简单操作		
8	$^{11}\text{C}$	液态, 半衰期 20.39min, 低毒	使用	$1.11 \times 10^{10}$	$1.11 \times 10^4$	$1.67 \times 10^{11}$	PET 显像 检查	简单操作	住院楼地 下一层核 医学科显 像及骨科 诊疗工作 场所	住院楼地下一层核医 学科显像及骨科诊疗 工作场所外包装溯源 室通风橱内
9	$^{15}\text{N}$	液态, 半衰期 9.97min, 低毒	使用	$1.48 \times 10^{10}$	$1.48 \times 10^4$	$1.43 \times 10^{11}$	PET 显像 检查	简单操作		
10	$^{18}\text{O}$	液态, 半衰期 210min, 低毒	使用	$3.70 \times 10^{10}$	$3.70 \times 10^7$	$1.85 \times 10^{11}$	PET 显像 检查	简单操作		
11	$^{18}\text{F}$	液态, 半衰期 109.77min, 低毒	使用	$3.33 \times 10^{10}$	$3.33 \times 10^7$	$8.33 \times 10^{11}$	PET 显像 检查	很简单的操作		
12	$^{67}\text{Ga}$	液态, 半衰期 68.3min, 低毒	使用	$4.44 \times 10^9$	$4.44 \times 10^7$	$4.44 \times 10^{11}$	PET 显像 检查	简单操作		
13	$^{67}\text{Ga}$	液态, 半衰期	使用	$1.85 \times 10^9$	$1.85 \times 10^6$	$1.85 \times 10^{11}$	清洗 $^{67}\text{Ga}$	贮存		



14	$^{45}\text{Ca}$	$^{289}\text{d}$ , 低毒 液态, 半衰期 $12.7\text{h}$ , 低毒	使用	$1.16 \times 10^9$	$1.16 \times 10^7$	$5.30 \times 10^{10}$	PET 显像 检查	简单操作					
15	$^{45}\text{Ca}$	液态, 半衰期 $78.41\text{h}$ , 中毒	使用	$5.92 \times 10^2$	$5.92 \times 10^7$	$2.96 \times 10^{10}$	PET 显像 检查	简单操作					
16	$^{125}\text{I}$	液态, 半衰期 $4.18\text{d}$ , 中毒	使用	$1.60 \times 10^2$	$1.60 \times 10^7$	$8.9 \times 10^2$	PET 显像 检查	简单操作					
17	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	液态, 半衰期 $6.02\text{h}$ , 低毒	使用	$2.96 \times 10^{10}$	$2.96 \times 10^7$	$7.40 \times 10^{11}$	SPECT/CT 显像检查	很简单的操作		住院楼地 下一层核 医学科显 像及骨材 移植工作 场所			住院楼地下一层核医 学科显像及骨材移植 治疗工作场所外包装隔 室通风橱内
18	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	液态, 半衰期 $50.5\text{d}$ , 中毒	使用	$7.40 \times 10^2$	$7.40 \times 10^7$	$3.70 \times 10^{10}$	骨痛治疗	简单操作					
19	$^{125}\text{I}$	液态, 半衰期 $17.0\text{h}$ , 中毒	使用	$2.96 \times 10^2$	$2.96 \times 10^7$	$7.40 \times 10^{10}$	骨痛治疗	简单操作					
20	$^{125}\text{I}$	液态, 半衰期 $11.43\text{d}$ , 极毒	使用	$2.96 \times 10^2$	$2.96 \times 10^7$	$7.40 \times 10^{10}$	骨痛治疗	简单操作					
21	$^{125}\text{I}$		使用	$3.145 \times 10^{10}$	$3.145 \times 10^8$	$1.53 \times 10^{11}$	甲癌治疗	简单操作		核医学科			住院楼地下一层核医 学科肿瘤区外包装至通 风橱内
22	$^{125}\text{I}$	液态, 半衰期 $8.04\text{d}$ , 中毒	使用	$5.55 \times 10^9$	$5.55 \times 10^2$	$8.25 \times 10^{11}$	甲亢治疗	简单操作		核医学科			
23	$^{125}\text{I}$		使用	$1.295 \times 10^7$	$1.295 \times 10^6$	$6.475 \times 10^2$	甲状腺测 定	简单操作		核医学科			
24	$^{125}\text{I}$	液态, 半衰期 $6.71\text{d}$ , 中毒	使用	$7.40 \times 10^9$	$7.40 \times 10^2$	$1.55 \times 10^{11}$	前列腺癌 治疗	简单操作		核医学科			
25	$^{11}\text{C}$	液态, 半衰期 $20.39\text{min}$ , 低毒	使用	$2.96 \times 10^9$	$2.96 \times 10^7$	$2.96 \times 10^{11}$	动物 PET 显像	简单操作					
26	$^{11}\text{C}$	液态, 半衰期 $9.97\text{min}$ , 低毒	使用	$1.30 \times 10^9$	$1.30 \times 10^7$	$6.50 \times 10^{10}$	动物 PET 显像	简单操作					住院楼地下一层动物 实验室注射室通风橱 内
27	$^{18}\text{F}$	液态, 半衰期 $2.0\text{min}$ , 低毒	使用	$9.25 \times 10^2$	$9.25 \times 10^6$	$4.625 \times 10^{10}$	动物 PET 显像	简单操作		动物实验 室			
28	$^{18}\text{F}$	液态, 半衰期	使用	$3.89 \times 10^{10}$	$3.89 \times 10^6$	$7.78 \times 10^{11}$	动物 PET	很简单的操作					

		109.77min, 低毒							显像		
29	$^{67}\text{Ga}$	液态, 半衰期 68.3min, 低毒	使用	$5.55 \times 10^2$	$5.55 \times 10^6$	$5.55 \times 10^6$	动物PET 显像	简单操作			
30	$^{67}\text{Ga}$	液态, 半衰期 12.7h, 低毒	使用	$3.70 \times 10^2$	$3.70 \times 10^6$	$1.55 \times 10^6$	动物PET 显像	简单操作			
31	$^{201}\text{Tl}$	液态, 半衰期 78.4h, 中毒	使用	$3.70 \times 10^2$	$3.70 \times 10^7$	$1.55 \times 10^6$	动物PET 显像	简单操作			
32	$^{125}\text{I}$	液态, 半衰期 4.18d, 中毒	使用	$3.70 \times 10^2$	$3.70 \times 10^7$	$1.55 \times 10^6$	动物PET 显像	简单操作			

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及“关于明确核技术应用辐射安全监督有关事项的通知书办辐射函[2016]430号”。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	医用电子直线加速器	II类	2	/	电子	X射线: <1.5MeV 电子线: <22MeV	6MeV: 16Gy/min 10MeV: 24Gy/min 15MeV: 10Gy/min	治疗		/
2	螺旋断层放射治疗系统 (TOMO)	II类	1	/	电子	X射线: 6MeV	10Gy/min	治疗	住院楼地下 二层放疗科	/
3	射波刀	II类	1	/	电子	X射线: 6MeV	10Gy/min	治疗		配备管电压<150kV, 管电流<1000mA的 球管2个。
4	回旋加速器	II类	1	/	质子	<18MeV	<150μA	制备 PET用 核素	住院楼地下 二层回旋加 速器机房	/

(二) 中子发生装置, 包括中子管, 但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 ( $\mu$ A)	中子源强度 (ns)	用途	工作场所	屏蔽情况		备注
										厚度 (Bq)	贮存方式	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) X射线机, 包括工业探伤、医用诊断和治疗、外析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	MicroPET/CT	III类	1	/	<100	<10	显像	住院楼地下二层动物实验室	
2	CT 横准定位机	III类	1	/	<150	<1000	横准定位	住院楼地下一层放疗科	
3	X射线横准定位机	III类	1	/	<150	<1000	横准定位	住院楼地下一层放疗科	
4	SEPET/CT	III类	1	/	<150	<1000	显像	住院楼地下一层核医学科	
5	PET/CT	III类	1	/	<150	<1000	显像	住院楼地下一层核医学科	
6	CT	III类	3	/	<150	<1000	放射诊断	医技楼一楼放射影像科	
7	双源 CT	III类	1	/	<150	<1000	放射诊断	医技楼一楼放射影像科	
8	DR	III类	4	/	<150	<1000	放射诊断	医技楼一楼放射影像科	
9	数字胃肠机	III类	2	/	<150	<1000	放射诊断	医技楼一楼放射影像科	
10	X射线骨密度仪	III类	2	/	<100	<200	放射诊断	医技楼一楼放射影像科	
11	乳腺钼靶机	III类	2	/	<50kV	<150mA	放射诊断	医技楼一楼	
12	移动式 C 臂机	III类	5	/	<150	<200	放射诊断		
13	移动式 O 臂机	III类	1	/	<150	<200	放射诊断	医院内移动使用 固定防护机房位于 医技楼四楼	
14	移动 CT	III类	2	/	<150	<1000	放射诊断		
15	移动 DR	III类	4	/	<150	<1000	放射诊断		
16	DSA	II类	1	/	<150	<12.30	介入治疗	医技楼四楼 OR30 复合手术室	
	CT	III类	1	/	<150	<1000	放射诊断		
17	DSA	II类	2	/	<150	<12.30	介入治疗	医技楼四楼	
18	DSA	II类	6	/	<150	<12.30	介入治疗	医技楼五楼	
19	CT	III类	1	/	<150kV	<1000mA	放射诊断	国际医疗门诊中心一楼	
20	DR	III类	1	/	<150kV	<1000mA	放射诊断		

21	数字胃肠机	II类	1	/		≤150kV	≤1000mA	放射诊断	
22	X射线骨密度仪	III类	1	/		<100kV	<200mA	放射诊断	
23	乳腺钼靶机	III类	1	/		≤50kV	≤150mA	放射诊断	
24	ER/CP 类手术专用X射线机	II类	1	/		≤150kV	≤1000mA	放射诊断	科研楼三楼
25	CT	III类	1	/		<150kV	<1000mA	放射诊断	门诊楼一楼
26	DR	III类	1	/		<150kV	<1000mA	放射诊断	
27	口腔 CT	III类	1	/		<120kV	<100mA	放射诊断	
28	口腔全景机	III类	1	/		<120kV	<100mA	放射诊断	门诊楼四楼
29	牙片机	III类	1	/		<70kV	<20mA	放射诊断	
30	X射线体外碎石机	III类	1	/		≤150kV	≤1000mA	放射诊断	门诊楼五楼

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
后装治疗机废旧密封源	固态	$^{192}\text{Ir}$	小于 2Ci	/	/	/	/	交生产厂家回收
头部伽马刀废旧密封源	固态	$^{60}\text{Co}$	小于 2000 Ci	/	/	/	/	交生产厂家回收
废旧密封源	固态	$^{60}\text{Co}$ 、 $^{22}\text{Na}$ 、 $^{137}\text{Cs}$	/	/	/	/	/	交生产厂家回收
废弃直线加速器靶	固体	/	/	/	/	/	/	交生产厂家回收
回旋加速器靶	固体	/	/	/	/	/	/	交生产厂家回收

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>，年排放总量用 kg。  
2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg，或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

续表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
放射性废气	气态	主要为 <sup>131</sup> I	微量	/	/	少量	在核医学科甲癌甲亢工作场所内。	经排气口高效过滤后经高于本建筑屋顶高度的排放口排放。
放射性废液（非密封放射性物质使用过程中产生的放射性废液）	液态	主要含 <sup>11</sup> C、 <sup>18</sup> F等PET显像核素	少量	16.49m <sup>3</sup>	197.9m <sup>3</sup>	<sup>18</sup> F≤5.38×10 <sup>7</sup>	贮存在放射性废液衰变池中。	在衰变池中经过10个半衰期以上衰变后，经检测达标后排入医院污水处理站处理，然后排入城市污水管网。
	液态	<sup>99m</sup> Tc	少量	7.08m <sup>3</sup>	85m <sup>3</sup>	<sup>99m</sup> Tc≤1.72×10 <sup>6</sup>	贮存在放射性废液衰变池中。	
	液态	<sup>111</sup> In、 <sup>177</sup> Lu	少量	25m <sup>3</sup>	300m <sup>3</sup>	<sup>111</sup> In≤2.27×10 <sup>5</sup> ， <sup>177</sup> Lu≤4.55×10 <sup>6</sup>	贮存在放射性废液衰变池中。	
放射性固体废物（一次性塑胶手套、注射器、废活性炭、动物尸体等）	固态	主要含 <sup>11</sup> C、 <sup>18</sup> F等PET显像核素	少量	/	306.67kg	<1×10 <sup>4</sup> Bq/g	固体废物包扎好并做好日期后贮存在铅制固体废物桶中。	贮存至少10个以上半衰期、经检测其活度浓度满足《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）中的相关要求后作为普通医疗垃圾处理。废活性炭交由资质单位处理。
	固态	<sup>99m</sup> Tc	少量	/	166.67kg	<1×10 <sup>4</sup> Bq/g		
	固态	<sup>131</sup> I	少量	/	150kg	<1×10 <sup>4</sup> Bq/g		
	固态	<sup>89</sup> Sr	少量	/	833kg	<1×10 <sup>3</sup> Bq/g		
	固态	<sup>188</sup> Re	少量	/	16.67kg	<1×10 <sup>3</sup> Bq/g		
	固态	<sup>223</sup> Ra	少量	/	16.67kg	<1×10 <sup>3</sup> Bq/g		
	固态	<sup>67</sup> Ge、 <sup>67</sup> Ga发生器	少量	/	/	/	暂存于废物间	交药物生产单位回收

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m<sup>3</sup>，年排放总量用kg。含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg，或Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第九号 2014 年修订)</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(中华人民共和国主席令第七十七号 2016 年修订)</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号)</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院第 253 号令, 2017 年修订版)</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 第 449 号, 2019 年修订)</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令 第 31 号, 2019 年修订)</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(国家环境保护部令 第 18 号)</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部令 第 44 号, 2018 年修正)</p> <p>(9) 关于发布《射线装置分类》的公告(环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号)</p> <p>(10) 《关于发布放射源分类办法的公告》(国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号)</p> <p>(11) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函[2016]430 号)</p> <p>(12) 关于发布《放射性废物分类》的公告(环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局 公告 2017 年 第 65 号)</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)</p> <p>(2) 《环境地表<math>\gamma</math>辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)</p> <p>(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(5) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)</p> <p>(6) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ2.1-2019)</p> <p>(7) 《后装<math>\gamma</math>源近距离治疗放射防护要求》(GBZ121-2017)</p> <p>(8) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分: 一般原则》(GBZ/T201.1-2007)</p>

	<p>(9) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机》(GBZ/T201.2-2011)</p> <p>(10) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分：<math>\gamma</math>射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014)</p> <p>(11) 《X、<math>\gamma</math>射线头部立体定向外科治疗放射卫生防护标准》(GBZ 168-2005)</p> <p>(12) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)</p> <p>(13) 《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)</p> <p>(14) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)</p> <p>(15) 《粒子加速器辐射防护规定》(GB 5172-85)</p> <p>(16) 《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》(GBZ/T 144-2002)</p> <p>(17) 《10MeV~20MeV 范围内固定能量强流质子回旋加速器》(GB/T34127-2017)</p> <p>(18) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)</p>
其他	<p>(1) 《中国环境天然放射性水平》(国家环境保护局, 1995 年)</p> <p>(2) 建设单位提供的其他材料。</p>



**表 7 保护目标与评价标准**

**一、评价范围**

本项目为使用II类、III类射线装置，使用医用I类、III类、V类密封源，生产使用非密封放射性物质，非密封放射性物质工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所；依据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)，考虑到该项目的实际情况，本项目单个源项评价范围为各工作场所实体屏蔽物外 50m 范围；因单个源项实体边界离医院边界最近距离 18m，故本项目从整体而言的评价范围延伸到医院边界外 32m。

**二、保护目标**

由医院总平面布置及现场调查可得，本项目主要环境保护目标为本项目辐射工作人员、各机房周围偶尔路过或停留的其他非辐射工作人员。本项目的环境保护目标见表 7-1：

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护对象		相对方位	距离 (m)	规模 (人)	
直造加透 器 1-2 号	职业工作人员	操作人员	北墙外	1m	16
	公众成员	土层	南墙外	/	/
		伽马刀机房	西墙外	0.3m	6
		TOMO 刀	东墙外	0.3m	8
		设备间	楼上	0.3m	5
		土层	楼下	/	/
伽马刀机 房	职业工作人员	操作人员	北墙外	1m	6
	公众成员	土层	南墙外	/	/
		过道、电梯厅	西墙外	0.3m	约 10 人
		直造加透器机房 1	东墙外	0.3m	15
		设备间维修人员	楼上	0.3m	5
		土层	楼下	/	/
TOMO 机 房	职业工作人员	操作人员	北墙外	1m	8
	公众成员	土层	南墙外	/	/
		直造加透器机房 2	西墙外	0.3m	15
		射波刀机房	东墙外	0.3m	6
		设备间维修人员	楼上	0.3m	5
		土层	楼下	/	/

续表 7-1:

射波刀机房	职业工作人员	操作人员	北墙外	/	6
	公众成员	土层	南墙外	/	/
		TOMO 机房	西墙外	0.3m	8
		排风机房	东墙外	0.3m	2-5
		设备间	楼上	0.3m	5
		土层	楼下	/	/
回旋加速器及制备 PET 药物场所	职业工作人员	操作人员	北墙外	/	5
	公众成员	停车场	南墙外	0.3m	约 100 人
		卫生间及更衣间	西墙外	0.3m	约 10 人
		动物实验室	东墙外	0.3m	8
		核医学科	楼上	0.3m	21
		土层	楼下	/	/
动物实验室	职业工作人员	操作人员	北墙外	/	8
	公众成员	停车场	南墙外	0.3m	约 100 人
		回旋加速器机房	西墙外	0.3m	5
		过道	东墙外	0.3m	5-10
		核医学科	楼上	0.3m	21
		土层	楼下	/	/
后装治疗机房、CT 模拟定位机、X 射线模拟定位机	职业工作人员	操作人员	北墙外	/	6
	公众成员	过道	南墙外	0.3m	约 200 人
		弱电间	西墙外	0.3m	1-3
		后装候诊厅	东墙外	0.3m	60
		一楼大厅	楼上	0.3m	约 500 人
		风机房	楼下	0.3m	1-3
核医学科	职业工作人员	操作人员	内部	/	4 人
	公众成员	停车场	北墙外	0.3m	约 100 人
		过道	南墙外	0.3m	约 50 人
		核医学科候诊大厅	西墙外	0.3m	约 100 人
		停车场	东墙外	0.3m	约 100 人
		过道、绿化带	楼上	0.3m	约 100 人
		回旋加速器、动物实验室	楼下	0.3m	13

续表 7-1:

医技楼一 楼放射影 像科	职业工作人员	操作人员	北墙外	/	66
	公众成员	受检者走道	南墙外	0.3m	约600人
		受检者走道	西墙外	0.3m	约600人
		放射影像大厅	东墙外	0.3m	90
		等候大厅、超声办公室	楼上	0.3m	60
		空调机房、电脑设备存储间	楼下	/	10
医技楼一 楼乳腺钼 靶机机房	职业工作人员	操作人员	控制室	/	4
	公众成员	受检者走道	北墙外	0.3m	约200人
		受检者走道	西墙外	0.3m	约200人
		钼靶诊室	南墙外	0.3m	2
		门诊电梯厅	东墙外	0.3m	约200人
		空调机房	楼上	0.3m	3
		排风机房	楼下	0.3m	2
医技楼四 楼 DSA 机 房 (OR26-2 7)	职业工作人员	操作人员	/	/	80
	公众成员	洁净走廊	北墙外	0.3m	120
		洁净走廊	南墙外	0.3m	
		设备间	西墙外	0.3m	2-5
		设备间	东墙外	0.3m	8
		洁净设备用房、DSA 机房	楼上	0.3m	21
		检验科	楼下	0.3m	70
医技楼四 楼 DSA 复 合手术室 (OR30)	职业工作人员	操作人员	东墙外及介入 室内	/	80
	公众成员	MRI 机房	北墙外	0.3m	120
		前室、气体灭火气瓶间	南墙外	0.3m	2
		设备间	西墙外	0.3m	2
		洁净设备用房	楼上	0.3m	10
		储血室	楼下	0.3m	20

续表 7-1:

医技楼五楼 DSA 机房	职业工作人员	操作人员	/	/	60
	公众成员	洁净走廊	北墙外	0.3m	60
		洁净走廊	南墙外	0.3m	60
		设备间	西墙外	0.3m	5
		洁净走廊	东墙外	0.3m	60
		设备层	楼上	0.3m	2-5
		中心手术部	楼下	0.3m	120
医技楼四楼固定防护机房	职业工作人员	操作人员	/	/	20
	公众成员	洁净走廊	北墙外	0.3m	100
		洁净走廊	南墙外	0.3m	100
		手术室用房	西墙外	0.3m	100
		手术室用房	东墙外	0.3m	100
		DSA 设备用房	楼上	0.3m	80
		医技楼三楼手术室用房	楼下	0.3m	60
国际医疗门诊中心一楼 DR、数字胃肠机、骨密度仪、乳腺钼靶机	职业工作人员	操作人员	南墙外	0.3m	10
	公众成员	走道	北墙外	0.3m	约 200 人
		院内道路	西墙外	0.3m	约 600 人
		阅片室	东墙外	0.3m	10
		检查室	楼上	0.3m	20
		低压配电房	楼下	0.3m	3
国际医疗门诊中心一楼 CT	职业工作人员	操作人员	西墙外	0.3m	4
	公众成员	院内道路	北墙外	0.3m	约 600 人
		注射室	南墙外	0.3m	3
		楼道	东墙外	0.3m	约 200 人
		办公室	楼上	0.3m	3
		补风机房	楼下	0.3m	2

续表 7-1:

科研楼三 楼 ERCP 机房	职业工作人员	操作人员	西墙外	0.3m	4
	公众成员	走道	北墙外	0.3m	约 100 人
		污物走廊	南墙外	0.3m	约 100 人
		肠镜室	东墙外	0.3m	10
		检查室	楼上	0.3m	20
		内外科用房	楼下	0.3m	20
门诊楼一 楼 CT、DR	职业工作人员	操作人员	东墙外	0.3m	6
	公众成员	走道	北墙外	0.3m	约 200 人
		走道	西墙外	0.3m	约 200 人
		走道	南墙外	0.3m	约 200 人
		更衣室	楼上	0.3m	30
		电梯厅	楼下	0.3m	约 100 人
门诊楼四 楼口腔 CT、口腔 全景机、牙 片机	职业工作人员	操作人员	西墙外	0.3m	4
	公众成员	口腔诊室	北墙外	0.3m	20
		走道	南墙外	0.3m	约 200 人
		卫生间	东墙外	0.3m	约 200 人
		候诊区	楼上	0.3m	约 200 人
		候诊区	楼下	0.3m	约 200 人
门诊楼五 楼 X 射结 体外碎石 机	职业工作人员	操作人员	北墙外	0.3m	4
	公众成员	临空	西墙外	0.3m	/
		尿动力室	南墙外	0.3m	约 100 人
		过道	东墙外	0.3m	约 100 人
		屋面	楼上	0.3m	约 20 人
		预留用房	楼下	0.3m	约 50 人

### 三、评价标准

#### (一)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

##### ①剂量限制

第 4.3.2.1 款应对个人受到的正常照射加以限制,以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外:由来自各项获准实践的综合照射所致个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B(标准的附录)中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中

的医疗照射。

## B1 剂量限值

### B1.1 职业照射

#### B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由主管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)， $20\text{mSv}$ ；  
本项目取其四分之一即  $5\text{mSv}$  作为剂量约束值。

### B1.2 公众照射

#### B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量， $1\text{mSv}$ ；

本项目取其四分之一即  $0.25\text{mSv}$  作为剂量约束值。

#### ② 表面放射性污染的控制

工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录 B (标准的附录 B) B2 所规定的限制要求。

## B2 表面污染控制水平

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如表 7-2 所列。

表 7-2 工作场所的放射性表面污染控制水平

表面类型		$\beta$ 放射性物质 ( $\text{Bq}/\text{cm}^2$ )
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 <sup>1)</sup>	$4 \times 10^4$
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		$4 \times 10^{-1}$

1) 该区内的高污染子区除外。

#### ③ 非密封放射性物质工作场所的分级

非密封放射性物质工作场所的分级应按附录 C (标准的附录) 的规定进行。

C1 应按表 7-3 将非密封放射性物质工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 7-3 非密封放射性物质工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^8 - 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上- $2 \times 10^7$

C2 放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量 ( $B_q$ ) 与核素毒性组别修正因子的乘积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。

#### ④放射性物质向环境排放的控制

8.6.2 不得将放射性废液排入普通下水道：除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液，方可直接排入流量大于 10 倍排放注量的普通下水道，并应每次排放做好记录：

a) 每月排放的总活度不超过  $10ALI_{\text{m}}$  ( $ALI_{\text{m}}$  是相应于职业照射的食入和吸入  $ALI$  值中的较小者。

b) 每一次的排放的活度不超过  $1ALI_{\text{m}}$ ，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

### (二)、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T 201.1-2007)

4.3.3 宽束辐射有用束对应的机房屏蔽为主屏蔽区，其范围应略大于有用束在机房屏蔽墙(或顶)的投影区，可按下列式确定：

$$V_p = 2[(\alpha + S \cdot AD) \cdot \tan \theta + 0.3]$$

式中： $V_p$ ——机房有用束主屏蔽区的宽度：m；

$S \cdot AD$ ——源轴距：m；

$\theta$ ——治疗束的最大张角（相对束中的轴线），即射线最大出射角的一半；

$\alpha$ ——等中心点至“墙”的距离，m；当主屏蔽区向机房内凸时，“墙”指与主屏蔽墙相连接的次屏蔽墙（或顶）的内表面；当主屏蔽区向机房外凸时，“墙”指主屏蔽区墙（或顶）的外表面。

### (三)、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机》(GBZ/T 201.2-2011)

#### 4 治疗机房的剂量控制要求与屏蔽考虑

#### 6 辐射屏蔽防护剂量的检测与评价

##### 6.1 检测位置

机房外辐射剂量率的检测位置如下：

a) 治疗机房墙外：沿墙外距墙外表面 30cm 并距治疗机房内地平面 1.3m 高度上的一切

人员可以到达的位置，进行辐射剂量率监测；对相应关注点，进行定点辐射剂量率检测；对检测中发现的超过剂量率控制值的位置，向较远处延伸测量，直至剂量率等于控制值的位置。

b) 治疗机房顶外：剂量率监测位置包括主屏蔽区的长轴、主屏蔽区与次屏蔽区的交线以及经过机房顶上的等中心投影点的垂直于主屏蔽区长轴的直线。对关注点进行定点辐射剂量率检测。

c) 使用加速器 ( $>10\text{MV}$ ) 治疗装置时，在治疗机房入口门外  $30\text{cm}$  处以及采用铅、铁等屏蔽的机房顶、外墙外，测量中子的剂量率水平。

#### **(四)、《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)**

##### **5.3.4 终止照射后感生放射性的防护**

5.3.4.1 此要求仅适用于电子能量超过  $10\text{MeV}$  的设备。

5.3.4.2 在规定的最大吸收剂量率下，进行  $4\text{Gy}$  照射，以间隔  $10\text{min}$  的方式连续运行  $4\text{h}$  后，在最后一次照射终止后的  $10\text{s}$  开始测量；测得感生放射性的周围剂量当量  $H^*(d)$ ；且应满足下列要求：

a) 累积测量  $>1\text{min}$ ，在高外壳表面  $5\text{cm}$  任何容易接近处不超过  $10\mu\text{Sv}$ ，高外壳表面  $1\text{m}$  处不超过  $1\mu\text{Sv}$ 。

b) 在不超过  $3\text{min}$  的时间内，测得感生放射性的周围剂量当量率在高外壳表面  $5\text{cm}$  任何容易接近处不超过  $200\mu\text{Sv/h}$ ；高外壳表面  $1\text{m}$  处不超过  $20\mu\text{Sv/h}$ 。

#### **(五)、《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)**

工作场所空气中化学物质容许浓度 (臭氧)： $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ；二氧化氮： $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

#### **(六)、《后装 $\gamma$ 源近距离治疗放射防护要求》(GBZ121-2017)**

##### **4.2 贮源器**

4.2.1 放射源运输贮源器表面应标有放射性核素名称，最大容许装载活度和牢固、醒目的、符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志。

4.2.2 工作贮源器内装载最大容许活度的放射源时，距离贮源器表面  $5\text{cm}$  处的任何位置：因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于  $50\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；距离贮源器表面  $100\text{cm}$  处的球面上：任一点因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于  $5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

4.2.3 装载放射源的运输贮源器或工作贮源器：应存放在限制一般人员进入的放射治疗室或专用贮源库内。

#### **(七)、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分： $\gamma$ 射线源放射治疗机房》**



(GBZ/T 201.3-2014)

**(八)、《X、γ射线头部立体定向外科治疗放射卫生防护标准》(GBZ 168-2005)**

5 设备防护性能要求

使用中的γ-刀或X-刀治疗设备应按照本标准第3.1和3.2等相应条款要求分别进行稳定性检测和状态检测；其剂量学参数和防护安全等性能要求符合本标准表1(表7-4)、表2中的要求。

表 7-4 γ-刀剂量学参数和防护安全要求

序号	性能	检测条件	要求
7	非治疗状态下设备周围的杂散辐射水平	距设备外表面 60cm 处	$\leq 20\mu\text{Gy/h}$
		距设备外表面 5cm 处	$\leq 200\mu\text{Gy/h}$

**(九)《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)**

6 工作场所放射防护要求

6.1 布局要求

6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造；并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。

6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。

6.1.3 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求；其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。

6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置；治疗设备辅助机械、电器、水冷设备；凡是可以与治疗设备分离的；尽可能设置于治疗机房外。

6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。

6.1.6 X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路；γ刀治疗设备的治疗机房；根据场所空间和环境条件；确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。

6.1.7 使用移动式电子加速器的手术室应设在医院手术区的一端，并和相关工作用房（如控制室或专用于加速器调试、维修的储存室）形成一个相对独立区域；移动式电子加速器的控制台应与移动式电子加速器机房分离，实行隔室操作。

6.2 空间、通风要求

6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。

6.2.2 放射治疗机房应设置强制排风系统：进风口应设在放射治疗机房上部；排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置；以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于4次/h。

### 6.3 屏蔽要求

#### 6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平

6.3.1.1 治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外30cm处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述a）、b）和c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

a) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子：由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ，见式（1）：

$$\dot{H}_c \leq \frac{H_w}{t \times U \times T}$$

式中：

$\dot{H}_c$ ——周围剂量当量率参考控制水平：单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

$H_w$ ——周剂量参考控制水平：单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv/周}$ ）；其值按如下方式取值：放射治疗机房外控制区的工作人员： $\leq 100\mu\text{Sv/周}$ ；放射治疗机房外非控制区的人员： $\leq 5\mu\text{Sv/周}$ 。

$t$ ——设备周最大累积照射的小时数，单位为小时每周（h/周）；

$U$ ——治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

$T$ ——人员在关注点位置的居留因子：取值方法参见附录A。

b) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ：

1) 人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

2) 人员居留因子 $T < 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 10\mu\text{Sv/h}$ ；

c) 由上述a)中的导出周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 和b)中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ；选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 。

#### 6.3.2 治疗机房顶屏蔽的周围剂量当量率参考控制水平

6.3.2.1 在治疗机房上方已建、拟建二层建筑物或在治疗机房旁邻近建筑物的高度超过

自辐射源点至机房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗机房顶外表面 30cm 处，或在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，周围剂量当量率参考控制水平同 6.3.1。

6.3.2.2 除 6.3.2.1 的条件外，若存在天空反射和侧散射：并对治疗机房墙外关注点位置照射时，该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的周围剂量当量率的总和：按 6.3.1 确定关注点的周围剂量当量率作为参考控制水平。

### 6.3.3 屏蔽材料

屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能和经济因素：符合最优化要求，新建机房一般选用普通混凝土。

## 6.4 安全装置和警示标志要求

### 6.4.1 监测报警装置

含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置，应确保其报警功能正常。

### 6.4.2 联锁装置

放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置：防护门应有防挤压功能。

### 6.4.3 标志

医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：

- a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；
- b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。

### 6.4.4 急停开关

6.4.4.1 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发：通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。

6.4.4.2 放射源后装近距离治疗工作场所，应在控制台、后装机设备表面人员易触及位置以及治疗机房内墙面各设置一个急停开关。

### 6.4.5 应急储存设施

6.4.5.1  $\gamma$ 源后装治疗设施应配备应急储源器。

6.4.5.2 中子源后装治疗设施应配备符合需要的应急储源水池。

### 6.4.6 视频监控、对讲交流系统

控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；

还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。

#### 7 放射治疗操作中的放射防护要求

7.1 对于高于10MV X射线治疗束和质子重离子治疗束的放射治疗，除考虑中子放射防护外：在日常操作中还应考虑感生放射线的放射防护。

7.2 后装放射治疗操作中：当自动回源装置功能失效时，应有手动回源的应急处理措施。

7.3 操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全联锁，应保障安全联锁正常运行。

7.4 工作人员进入涉放射源的放射治疗机房时应佩戴个人剂量报警仪。

7.5 实施治疗期间，应有两名及以上操作人员协同操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度：密切注视控制台仪器及患者状况，发现异常及时处理，操作人员不应擅自离开岗位。

### (十)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

#### 6 X射线设备机房防护设施的技术要求

##### 6.1 X射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X射线设备机房(照射室)的设置应充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的X射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求：每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用：诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

6.1.4 移动式X射线机(不含床旁摄影机和急救车配备设备)在使用时：机房应满足相应布局要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式X射线设备和车载式诊断X射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的X射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表2(表7-5)的规定。

表7-5 X射线设备机房(照射室)使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 $m^2$	机房内最小单边长度 $m$
CT机(不含头颅移动CT)	30	4.5
双管头或多管头X射线设备(含C形臂)	30	4.5
单管头X射线设备 <sup>a</sup> (含C形臂、乳腺CBCT)	20	3.5

透视专用机 <sup>a</sup> 、碎石定位机、 口腔 CBCT 卧位扫描	15	30
乳腺机、全身骨密度仪	10	25
牙科全景机、局部骨密度仪、 口腔 CBCT 坐位扫描/站位扫描	5	20
口内牙片机	3	15
<p>a 双管头或多管头 X 射线设备的所有管球安装在同一间机房内。</p> <p>b 单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。</p> <p>c 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5mA 的 X 射线设备。</p> <p>d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。</p> <p>e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。</p>		

## 6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3（表 7-6）的规定。

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4~表 C.7。

表 7-6 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
标称 125kV 以上的摄影机房	3.0	2.0
标称 125kV 及以下的摄影机房	2.0	1.0
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0
口腔 CBCT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2.0	1.0
透视机房、骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房（无头颅摄影）、碎石机房、模拟定位机房、乳腺摄影机房、乳腺 CBCT 机房	1.0	1.0
CT 机房（不含头颅移动 CT） CT 模拟定位机房	2.5	

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（表 7-6）的要求。

6.2.4 距 X 射线设备表面 100cm 处的周围剂量当量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  时且 X 射线设备表面与机房墙体距离不小于 100cm 时，机房可不作专门屏蔽防护。

6.2.5 半载机房应有固定屏蔽：除顶部和底部外，屏蔽应满足表 3（表 7-6）中屏蔽防护铅当量厚度要求。

## 6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于  $2.5\mu$

Sv/h；测量时：X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

b)CT机、乳腺摄影、乳腺CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔CBCT和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

c)具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ；当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 $0.2\text{mSv}$ ；

d)车载式诊断X射线设备工作时，应在车辆周围3m设立临时控制区，控制区边界的周围剂量当量率应符合6.3.1中a)~c)的要求。

6.3.2 机房的辐射屏蔽防护检测方法按第8章和附录B的要求。

6.3.3 宜使用能够测量短时间出束和脉冲辐射场的设备进行测量，若测量仪器达不到响应时间要求，则应对其读数进行响应时间修正，修正方法参见附录D。

#### 6.4 X射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置；其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯；灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

6.4.9 CT装置的安放应利于操作者观察受检者。

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

6.4.11 车载式诊断X射线设备工作场所的选择应充分考虑周围人员的驻留条件，X射线有用线束应避开人员停留和流动的路线。

6.4.12 车载式诊断X射线设备的临时控制区边界上应设立清晰可见的警告标志牌（例如：“禁止进入X射线区”）和电离辐射警告标志；临时控制区内不应有无关人员驻留。

#### 6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表4（表7-7）基本种类要求

的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护服。

6.5.2 车载式诊断 X 射线设备机房个人防护用品和辅助防护设施配置要求按照其安装的设备类型参照表 4（表 7-7）执行。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

6.5.6 对于移动式 X 射线设备使用频繁的场所（如：重症监护、危重病人救治、骨科复位等场所），应配备足够数量的移动铅防护屏风。

表 7-7 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
放射诊断学用 X 射线设备隔室透视、摄影 <sup>a</sup>	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	可调节防护窗口的立位防护屏； 选配：固定特殊受检者体位的各种设备
放射诊断学用 X 射线设备同室透视、摄影 <sup>a</sup>	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜	移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	可调节防护窗口的立位防护屏； 选配：固定特殊受检者体位的各种设备
口内牙片摄影	—	—	大领铅橡胶颈套	—
牙科全景体层摄影，口腔 CBCT	—	—	大领铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
CT 体层扫描（隔室）	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
床旁摄影	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽子、铅橡胶颈套	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	移动铅防护屏风 <sup>b</sup>
骨科复位等复位操作	铅橡胶围裙 选配：铅橡胶帽	移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、	—

	子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜		铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
注 1：“—”表示不需要。				
注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施，鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				
a 工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。				
b 床旁摄影时的移动铅防护屏风主要用于保护周围病床不易移动的受检者。				

### 8 X 射线设备机房防护检测要求

8.1 X 射线设备机房防护设施和机房周围辐射剂量检测应满足下列要求：

b) X 射线设备机房的防护检测应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。关注点应包括：四面墙体、地板、顶棚、机房门、操作室门、观察窗、采光窗/窗体、传片箱、管线洞口、工作人员操作位等；点位选取应具有代表性；

8.2 X 射线设备机房放射防护安全设施应进行竣工验收，在使用过程中，应进行定期检查和检测；定期检测的周期为一年。

8.3 在正常使用中，医疗机构应每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设施应进行定期检查。

## （十一）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）

### 5 工作场所的放射防护要求

#### 5.1 工作场所平面布局和分区

5.1.1 在医疗机构内部区域选择核医学场址，应充分考虑周围场所的安全，不应邻接产科、儿科、食堂等部门，这些部门选址时也应避开核医学场所，尽可能做到相对独立布置或集中设置，宜有单独出、入口；出口不宜设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域。

5.1.2 核医学工作场所平面布局设计应遵循如下原则：

a) 使工作场所的外照射水平和污染发生的概率达到尽可能小；

b) 保持影像设备工作场所内较低辐射水平以避免对影像质量的干扰；

c) 在核医学诊疗工作区域，控制区的入口和出口应设置门锁权限控制和单向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动；保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照



射；

d) 在分装和给药室的出口处应设计卫生通过间，进行污染检测。

5.1.3 核医学工作场所从功能设置可分为诊断工作场所和治疗工作场所。其功能设置要求如下：

a) 对于单一的诊断工作场所应设置给药前患者或受检者候诊区、放射性药物贮存室、分装给药室（可含质控室）、给药后患者或受检者候诊室（根据放射性核素防护特性分别设置）、质控（样品测量）室、控制室、机房、给药后患者或受检者卫生间和放射性废物储藏室等功能用房；

b) 对于单一的治疗工作场所应设置放射性药物贮存室、分装及药物准备室、给药室、病房（使用非密封源治疗患者）或给药后留观区、给药后患者专用卫生间、值班室和放置急救设施的区域等功能用房；

c) 诊断工作场所和治疗工作场所都需要设置保洁用品储存场所、员工休息室、护士站、更衣室、卫生间、去污淋浴间、抢救室或抢救功能区等辅助用房；

d) 对于综合性的核医学工作场所，部分功能用房和辅助用房可以共同利用；

e) 正电子药物制备工作场所至少应包括回旋加速器机房工作区、药物制备区、药物分装区及质控区等。

5.1.4 核医学放射工作场所应划分为控制区和监督区。控制区一般包括使用非密封源核素的房间（放射性药物贮存室、分装及（或）药物准备室、给药室等）、扫描室、给药后候诊室、样品测量室、放射性废物储藏室、病房（使用非密封源治疗患者）、卫生通过间、保洁用品储存场所等。监督区一般包括控制室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间等。应根据 GB 13871 的有关规定，结合核医学科的具体情况，对控制区和监督区采取相应管理措施。

5.1.5 核医学工作场所的布局应有助于开展工作，避免无关人员通过。治疗区域和诊断区域应相对分开布置。根据使用放射性药物的种类、形态、特性和活度，确定核医学治疗区（病房）的位置及其放射防护要求，给药室应靠近病房，尽量减少放射性药物和给药后患者或受检者通过非放射性区域。

5.1.6 通过设计合适的时间空间交通模式来控制辐射源（放射性药物、放射性废物、给药后患者或受检者）的活动：给药后患者或受检者与注射放射性药物前患者或受检者不交叉；给药后患者或受检者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉。合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理；便于放射性污染的清理、

清洗等工作的开展。

5.1.7 应通过工作场所平面布局的设计和屏蔽手段，避免附近的辐射源（核医学周边场所内的辐射装置、给药后患者或受检者）对诊断区设备成像、功能检测的影响。

5.1.8 正电子药物制备场所，应按相关的药物生产管理规定，合理规划工作流程，使放射性物质的传输运送最佳化；减少对工作人员的照射。回旋加速器室、药物制备室及分装区域的设置应便于放射性核素及药物的传输，并便于放射性药物从分装热室至注射室间的运送。

## 5.2 放射防护措施要求

5.2.1 核医学的工作场所应按照非密封源工作场所分级规定进行分级，并采取相应防护措施。

5.2.2 应依据计划操作最大量放射性核素的加权活度对开放性放射性核素工作场所进行分类管理，把工作场所分为I、II、III三类。不同类别核医学工作场所用房室内表面及装备结构的基本放射防护要求见表1（表 7-8）；核医学工作场所分类的加权活度计算方法见附录 G。

表 7-8 不同核医学工作场所用房室内表面及装备结构的基本放射防护要求

种类	分类		
	I	II	III
结构屏蔽	需要	需要	不需要
地面	与墙壁核缝无缝隙	与墙壁核缝无缝隙	易清洗
表面	易清洗	易清洗	易清洗
分装柜	需要	需要	不必须
通风	特殊的强制通风	良好通风	一般自然通风
管道	特殊的管道 a	普通管道	普通管道
盥洗与去污	洗手盆 b 和去污设备	洗手盆 b 和去污设备	洗手盆 b

a 下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检测。  
b 洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。

5.2.3 核医学工作场所的通风按表1（表 7-8）要求，通风系统独立设置；应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织；遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置；风速应不小于 0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置；排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

5.2.4 分装药物操作宜采用自动分装方式；<sup>18</sup>F 给药操作宜采用隔室或遥控给药方式。

5.2.5 放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护

设计。

5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。

5.2.7 核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。

5.2.8 给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置、回旋加速器机房内应装备应急对外通讯设施。

5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运等容器。容器表面应设置电离辐射标志。

5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。

5.2.11 回旋加速器机房内、药物制备室应安装固定式剂量率报警仪。

5.2.12 回旋加速器机房应设置门机联锁装置，机房内应设置紧急停机开关和紧急开门按钮。

5.2.13 回旋加速器机房的建造应避免采用富含铁矿物质的混凝土，避免混凝土中采用重晶石或铁作为骨料。不带自屏蔽的回旋加速器机房的特殊防护措施：

- a) 在靶区周围采用“局部屏蔽”的方法，吸收中子以避免中子活化机房墙壁；
- b) 机房墙壁内表面设置可更换的衬层；
- c) 选择不易活化的混凝土材料；
- d) 墙体中有含硼等防中子物质。

5.2.14 回旋加速器机房电缆、管道等应采用 S 型或折型穿过墙壁；在地沟中水沟和电缆沟应分开、不带自屏蔽的回旋加速器应有单独的设备间。

### 5.3 工作场所的防护水平要求

5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、能量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3 m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于  $25\mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于  $25\mu\text{Sv/h}$ ；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。屏蔽计算中所涉及的常用放射性药物理化特性参见附录 H。PET 相关房间的辐射屏蔽计算方法 and 示例参见附录 I。自屏蔽回旋加速器机房的屏蔽计算方法由回旋加速器在所有工作条件下所产生中子的最大通量（取决于加速器的类型、能量、粒子类型以及使用的靶等）决定。

5.3.2 应根据使用核素的特点、操作方式以及潜在照射的可能性和严重程度，做好工作

场所监测：包括场所周围剂量当量率水平、表面污染水平或空气中放射性核素浓度等内容；工作场所放射防护检测方法见附录 J。开展核医学工作的医疗机构应定期对放射性药物操作后剂量率水平和表面污染水平进行自主监测，每年应委托有相应资质的技术服务机构进行检测。

核医学工作场所的放射性表面污染控制水平见表 2（表 7-9）。

表 7-9 核医学工作场所的放射性表面污染控制水平

单位为贝可/平方厘米

表面类型		α放射性物质		β放射性物质
		放射性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区*	↓	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$
	监督区	$4 \times 10^1$	↓	↓
工作服、手套、工作鞋	控制区	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	↓
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作鞋		$4 \times 10^2$	$4 \times 10^2$	$4 \times 10^2$

\*该区内的清洁区除外。

## 6 操作中的放射防护要求

### 6.1 个人防护用品、辅助用品及去污用品配备

6.1.1 个人防护用品及去污用品开展核医学工作的医疗机构应根据工作内容，为工作人员配备合适的防护用品和去污用品（见附录 K），其数量应满足开展工作需要。对陪检者应至少配备铅橡胶防护服。当使用的  $^{99m}\text{Tc}$  活度大于 800MBq 时，防护用品的铅当量应不小于 0.5mmPb，个人防护用品及去污用品具体配置见附录 K；对操作  $^{67}\text{Ga}$ 、 $^{18}\text{F}$  等正电子放射性药物和  $^{131}\text{I}$  的场所，此时应考虑其他的防护措施，如：穿戴放射性污染防护服、熟练操作技能、缩短工作时间、使用注射器防护套和先留置注射器留置针等措施。

### 6.1.2 辅助用品

根据工作内容及实际需要，合理选择使用移动铅屏风、注射器屏蔽套、带有屏蔽的容器、托盘、长柄镊子、分装柜或生物安全柜、屏蔽运输容器/放射性废物桶等辅助用品。防护通风柜的典型屏蔽厚度参见附录 I。

### 6.2 放射性药物操作的放射防护要求

6.2.1 操作放射性药物应有专门场所，如临床诊疗需要在非专门场所给药时则需采取适当的防护措施。放射性药物使用前应适当屏蔽。

6.2.2 装有放射性药物的给药注射器：应有适当屏蔽。

6.2.3 操作放射性药物时：应根据实际情况：熟练操作技能、缩短工作时间并正确使用

个人防护用品。

6.2.4 操作放射性碘化物等挥发性或放射性气体应在通风柜内进行。通风柜保持良好通风；并按操作情况必要时进行气体或气溶胶放射性浓度的监测；操作放射性碘化物等挥发性或放射性气体的工作人员宜使用过滤式口罩。

6.2.5 控制区内不应进食、饮水、吸烟、化妆，也不应进行无关工作及存放无关物品。

6.2.6 操作放射性核素的工作人员，在离开放射性工作场所前应洗手和进行表面污染检测，如其污染水平超过表 2 规定值，应采取相应去污措施。

6.2.7 从控制区取出物品应进行表面污染检测；以杜绝超过表 2 规定的表面污染控制水平的物品被带出控制区。

6.2.8 为体外放射免疫分析目的而使用含  $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{125}\text{I}$  等核素的放射免疫分析试剂盒可在一般化学实验室进行。

6.2.9 放射性物质的贮存容器或保险箱应有适当屏蔽；放射性物质的放置应合理有序、易于取放；每次取放的放射性物质应只限于需用的部分。

6.2.10 放射性物质贮存室应定期进行放射防护监测；无关人员不应入内。

6.2.11 贮存和运输放射性物质时应使用专门容器，取放容器中内容物时，不应污染容器。容器在运输时应有适当的固定措施。

6.2.12 贮存的放射性物质应及时登记建档；登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等。

6.2.13 所有放射性物质不再使用时，应立即送回原地安全储存。

6.2.14 当发生放射性物质溢出、泄漏事故时，应根据单位制定的放射事故处置应急预案，参照使用 6.1.2 和附录 K 所列用品，及时控制、消除放射性污染；当人员皮肤、伤口被污染时，应迅速去污并给予医学处理。

6.2.15 核医学放射工作人员应按 GBZ 128 的要求进行外照射个人监测，同时对于近距离操作放射性药物的工作人员，宜进行手部剂量和眼晶状体剂量监测；保证眼晶状体连续 5 年期间：年平均当量剂量不超过 20mSv，任何 1 年中的当量剂量不超过 50mSv；操作大量气态和挥发性物质的工作人员，例如近距离操作  $^{131}\text{I}$  的工作人员，宜按照 GBZ 129 的要求进行内照射个人监测。

## 8 医用放射性废物的放射防护管理要求

8.1 放射性废物分类：应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。核医学常用放射

性核素的物理特性参见附录 H。

8.2 设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。

8.3 放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防泄漏措施。

8.4 开展放射性药物治疗的医疗机构：应为住院治疗患者或受检者提供有防护标志的专用厕所；专用厕所应具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件；而且随时保持便池周围清洁。

8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置放置污物桶。

8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，封装后的废物袋应密封、不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。

8.7 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物：应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过  $0.1\text{mSv/h}$ ；质量不超过  $20\text{kg}$ 。

8.9 储存场所应具有通风设施，出入口设电离辐射警告标志。

8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。

8.11 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。

10  $^{131}\text{I}$  治疗患者住院期间的放射防护要求

10.1 场所放射防护要求

10.1.1  $^{131}\text{I}$  治疗病房区应为相对独立的场所；病房区入口处应设缓冲区。患者住院后，只能在治疗区活动。

10.1.2  $^{131}\text{I}$  治疗病房区应有独立的通风系统；通风管道应有过滤装置；并定期更换；更换的过滤装置按放射性固体废物处理。

10.1.3  $^{131}\text{I}$  治疗住院患者的排泄物不应直接排到医院的公共污水管道；应先经过衰变池的衰变。下水管道宜短，露出地面的部分应进行防护和标记。

10.1.4 病房内应设置患者专用厕所和淋浴间；厕所内应有患者冲厕所和洗手的提示。

10.1.5 病房可设置采光窗，采光窗应进行必要的防护，使其符合 5.3.1 要求。

10.1.6 分装室与给药室之间药物传递应便捷，分装好的  $^{131}\text{I}$  宜采用机械或自动、半自动的方式传递到给药室，给药过程应有监控、分装室应设置工作人员通过间；通过间应配备

表面污染检测及剂量率检测仪表及清洗设施。

10.1.7 施用了<sup>131</sup>I治疗药物的患者如需住院应使用专用病房、专用病房宜为单人间；如不能实现：每间病房最多不应超过2人；并且2人之间应设置适当的防护屏蔽。

10.1.8 病房中应配备对讲、监控等设施。

10.1.9 患者使用过的被服应先进行存放衰变：衰变至少一个半衰期再进行清洗。

10.1.10 在<sup>131</sup>I病房场所应使用专用的保洁用品，不能和其他场所(包括核医学其他放射性场所)混用；病房区域内应有存放及清洗保洁用品的场所。

10.2 治疗期间的放射防护要求

10.2.1 宜订购按照患者人份分装的<sup>131</sup>I药物；如果需要分装：则应配备分装防护通风屏；宜采用自动分装、机械手分装或半自动分装。

10.2.2 治疗前应和患者签署知情同意书。

10.2.3 除医护人员之外的人员不应进入病房。

10.2.4 向病房内传递生活必需品：应通过病房外的缓冲区传递。

10.2.5 2名及以上患者不宜近距离接触或者集聚。

10.2.6 给药过程中应提供防污染措施。

10.2.7 医护人员宜通过视频及对讲进行查房等医疗活动。当医护人员必须进入专用病房对患者进行救治时：应穿戴个人防污染用品。

10.2.8 病房区域内应配备测量患者体内活度的设备或可测量周围剂量当量率的仪器，按照7.2的要求进行出院管理。

10.2.9 应减少放射性废物的产生量。患者食物宜选用产生废物少的食材。

附录 G

G.1 核医学工作场所分类见表 G.1 (表 7-10)。

表 7-10 核医学工作场所分类一览表

分类	日操作最大量放射性核素的加权活度 MBq
I	> 30000
II	30 ~ 30000
III	< 30

G.2 加权活度计算方法见式 (G.1)：

$$\text{加权活度} = \frac{\text{计划的日操作最大活度} \times \text{核素的毒性权重因子}}{\text{操作性质修正因子}} \dots\dots\dots (G.1)$$

G.3 核医学常用放射性核素的毒性权重因子相关参数见表 G.2 (表 7-11)；不同操作





鞋、去污剂和/或喷雾（至少为加入清洗洗涤剂 and 硫代硫酸钠的水）；小刷子、一次性毛巾或吸水纸、毡头标记笔（水溶性油墨）、不同大小的塑料袋、酒精湿巾、电离辐射警告标志、胶带、标签、不透水的塑料布、一次性镊子。

## **(十二)、《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-85)**

### **3.3 辐射安全系统**

3.3.1 决定加速器产生辐射的主要控制系统应该用开关钥匙控制。

3.3.2 加速器厅、靶厅的门均需安装联锁装置：只有门关闭后才能产生辐射。

3.3.3 在加速器厅、靶厅内人员容易到达的地点，应安装紧急停机或紧急断束开关，并且这种开关应当有醒目的标志。

3.3.4 在加速器厅、靶厅内人员容易看到的地方须安装闪光式或旋转式红色警告灯及音响警告装置；在通往辐射区的走廊、出入口和控制台上须安装工作状态热指示灯。

3.3.5 在高辐射区和辐射区，应该安装遥控辐射监测系统。该系统的数字显示装置应安装在控制台上或监测位置。当辐射超过预定水平时，该系统的音响和（或）灯光警告装置应当发出警告信号。

3.3.6 每台加速器必须根据其特点配备其他辐射监测装置：如个人剂量计、便携式监测仪、气体监测仪等。

3.3.7 辐射安全系统的部件质量要好，安装必须坚实可靠、系统的组件应耐辐射损伤。

## **(十三)、《10MeV~20MeV 范围内固定能量强流质子回旋加速器》(GB/T34127-2017)**

本标准适用于质子能量为10MeV~20MeV 范围内固定能量、束流强度大于或等于100 $\mu$ A的强流质子回旋加速器。

### **5.1.2 警示标志**

回旋加速器应有应符合 GB18871、GB/T1966.1-2005 和 GB/T1966.2-2015 规定的电离辐射、高电压等警示标志。紧急开关应设置在操作人员容易接近的地方，且应有明显的状态标注。安全连锁标志应在醒目位置。

### **5.3.5 剂量监测安全连锁系统**

剂量监测安全连锁系统应根据现场条件设计，并与控制系统相对独立。

剂量监测安全连锁系统的设计原则是确保工作人员的人身安全。当回旋加速器大厅有人时，回旋加速器不能开机；开机时任何人员不能进入。剂量监测安全连锁系统应具备以下功能：

- a) 与防护门位置的联锁：当防护门被打开时：回旋加速器不能供电；
- b) 与现场剂量监测装置联锁：监测回旋加速器大厅内的剂量（包括裂变伽马和中子），当监测的剂量率超过设定的阈值时，系统报警或切断束流供应；
- c) 与指示信号灯、警告装置联锁：监测回旋加速器大厅内残余伽马的剂量率，当监测的剂量率超过设定的阈值时：触发仪器信号指示灯及蜂鸣器；
- d) 与紧急停机按钮联锁：按紧急停机按钮：回旋加速器应能够停止供电；
- e) 与“回旋加速器指示信号灯”的联锁：当回旋加速器运行时，安装在防护门外的“回旋加速器运行指示灯”应清晰、明亮显示“回旋加速器正在运行”；
- f) 与清场按钮的联锁：回旋加速器大厅内和靶室内应设置“清场按钮”，在开机前厅内“清场按钮”被依次按下时，才能开机。

## 5.5 辐射安全

### 5.5.1 剂量限值

回旋加速器场所辐射剂量率限值如下：

- a) 监督区（通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域）： $1\mu\text{Sv/h}$ ；
- b) 控制区（需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域）： $10\mu\text{Sv/h}$ 。

### 5.5.2 表面污染控制水平

工作场所的放射性表面污染控制水平见表 7-14。

表 7-14 工作场所的放射性表面污染水平 单位为  $\text{Bq/cm}^2$

表面类型		$\alpha$ 放射性物质		$\beta$ 放射性物质
		放射性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4	$4\times 10$	$4\times 10$
	监督区	$4\times 10^{-1}$	4	4

本项目回旋加速器机房按该标准执行。

**表 8 环境质量 and 辐射现状**

**一、监测计划**

**1. 监测内容与点位**

为了解此次环评项目所在场所的辐射环境现状，对此次环评项目工作场所及周围环境的环境辐射水平进行检测，测量布点及平面布置见图 8-1。

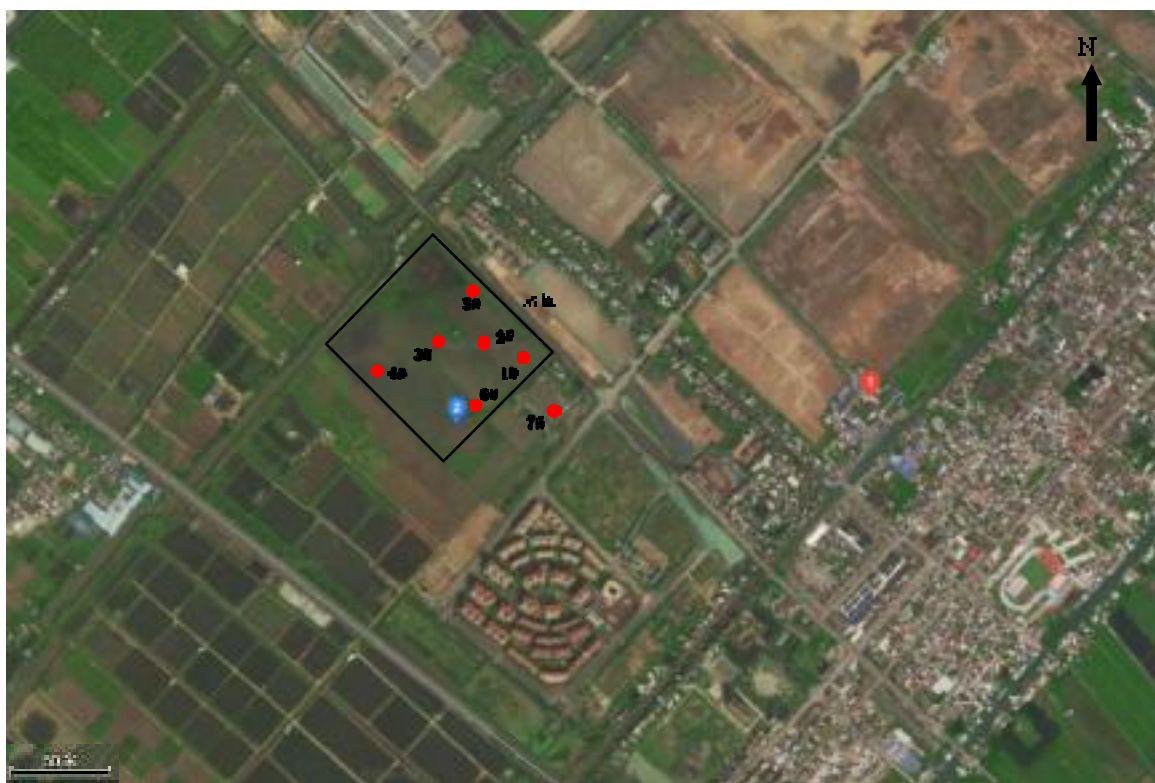


图 8-1 评价项目现场测量布点图

**2. 监测仪器与规范**

电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 监测仪器与监测规范表

仪器名称	环境 X-γ 测量率仪
仪器型号	主机 6150ADS/H+ 探头 6150ADB/H
生产厂家	automess
测量范围	主机 1μSv/h~1000mSv/h; 探头 5nSv/h~99.9μSv/h
监测规范	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)
监测单位	广州协和检测服务有限公司
监测时间	2019 年 11 月 15 日
检定证书编号	GRD(1) 20190077
有效日期	2019 年 01 月 24 日- 2020 年 01 月 23 日
检定单位	广东省辐射剂量计量检定站

### 3.质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；同时满足标准要求。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

## 二、外环境辐射环境质量现状监测结果

此次环评项目工作场所及周围现场的环境辐射水平见表 8-2；检测报告见附件 10。

表 8-2 拟建场地周围环境 X-γ辐射剂量率检测数据

序号	监测位置	环境 X-γ辐射剂量率 (μSv/h)	
		均值	标准差
1	医院东南侧基坑外	0.21	0.01
2	放疗中心位置	0.20	0.01
3	医院中央	0.19	0.01
4	医院西南侧围墙内 22 米	0.18	0.01
5	医院东北侧围墙内	0.19	0.01
6	东南侧围墙内	0.16	0.01
7	医院东南墙外空地	0.18	0.01
8	项目部门口	0.14	0.01

注：1.以上数据均未扣除宇宙射线的贡献；2.现场检测所有点位探头均朝下，离地 1m。

由表 8-2 监测数据可知，广东省中医院南沙医院本项目拟建场址室外环境 X-γ辐射剂量率在 (0.14~0.21) μSv/h 之间。

本项目监测设备是在  $^{137}\text{Cs}$  辐射场中采用替代法进行的检定， $^{137}\text{Cs}$  放射源 γ 射线平均能量为 662keV (0.662MeV)。本项目辐射监测设备的周围剂量当量率与空气比释动能率的换算采用该能量。由《用于光子外照射放射防护的剂量换算系数》(GBZ/T 144-2002) 附录 B 的公式 B1 算得，0.662MeV 的光子的周围剂量当量  $H^*(10)$  到自由空气比释动能 ( $K_a$ ) 的转换系数为 1.20Sv/Gy ( $H^*(10)/K_a=1.20$ )。即本项目监测值 (μSv/h) 除以 1.20 后即可转换为空气比释动能率 (μGy/h)。则本项目拟建场址室外的环境辐射剂量率在 (116.7~175.0) nGy/h 之间，与广州市室内、室外辐射环境本底范围值相当。医院本项目拟建场址的环境辐射剂量率未见异常 (注：广州市原野及道路 γ 辐射剂量率为 51.8~165.7nGy/h，室内 γ 辐射剂量率为 104.6~264.1nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》)。

表9 项目工程分析与源项

### 一、工程设备和工艺分析

#### LERCP 类手术专用 X 射线机及医用 III 类射线装置

广东省中医院南沙医院核技术利用项目使用的医用 II 类射线装置包括 CT、双源 CT、DR、X 射线骨密度仪、乳腺钼靶机、数字胃肠机、口腔 CT、口腔全景机、牙片机、X 射线体外碎石机、移动 DR、移动 C 臂机、移动 O 臂机、移动 CT 等射线装置。

##### 1.1 设备组成

数字化 X 射线摄影系统 (DR)、乳腺钼靶机、移动 DR、ERCP 类手术专用 X 射线机、X 射线体外碎石机等主要由高频 X 光机、X 射线探测器、控制系统和图像工作站组成。

CT、移动 CT 结构上包括 X 射线体层扫描装置和计算机系统。前者主要由产生 X 线束的发生器和球管，以及接收和检测 X 线的探测器组成；后者主要包括数据采集系统、中央处理系统、磁带机、操作台等。此外，CT 机还包括图像显示器、多幅照相机等辅助设备。

双源 CT (Dual Source CT)，是一种通过两套 X 射线球管系统和两套探测器系统同时采集人体图像的 CT 装置，主要由主机电气柜、机架、检查床、水冷系统、成像控制系统、图像重建系统及图像后处理系统等。

CT 模拟定位系统简称 CT 模拟定位机，主要由 CT 扫描机、外置激光定位系统及模拟定位软件组成。其中 CT 扫描机包括扫描架（装有 X 射线球管、滤线器、准直器、参考探测器、探测器及各种电子线路等）、检查床、X 射线高压发生器等组成。

X 射线模拟定位机主要由主机、支臂、机柜、诊断床、操作台、X 射线高频高压发生装置、X 射线球管影像增强系统、专用图像处理系统、多功能数字化工作站等组成。

移动式 C 臂机、移动式 O 臂机是由 C 形 (O 型) 臂机架、一体化高压发生器、X 射线管、准直器、影像增强器、数字成像系统、液晶监视器、监视器台车、X 射线手控开关和脚踏开关等组成。

X 射线骨密度仪主要由扫描床、X 射线管组件、扫描臂、工作站和软件组成。

X 射线体外碎石机主要由体外冲击波发生源、冲击波的触发系统、冲击波与人体的耦合、结石定位系统、计算机控制操作系统和治疗床组成。

口腔 CT、口腔全景机、牙片机主要由 X 射线系统、探测器及图像重建系统及其他辅助设施组成。

##### 1.2 工作原理

本项目 X 射线装置为采用 X 射线进行摄影或扫描的技术设备，设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成（详见图 9-1）：阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来；而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间：使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度；这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

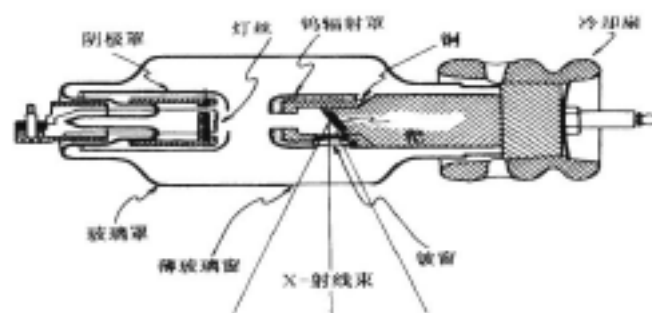


图 9-1 典型 X 射线管结构图

DR、移动 DR、数字胃肠机、X 射线体外碎石机、移动式 C 臂机、移动式 O 臂机、数字胃肠机等是计算机数字图像处理技术与 X 射线放射技术相结合而形成的一种先进的 X 线摄影技术，它在原有的诊断 X 线机直接胶片成像的基础上：通过 A/D 转换和 D/A 转换，进行实时图像数字处理，进而使图像实现了数字化。

乳腺钼靶机是一种低剂量乳腺 X 光拍摄乳房的技术：它能清晰显示乳腺各层组织，可以发现乳腺增生；各种良恶性肿瘤以及乳腺组织结构紊乱，是早期发现、诊断乳腺癌的最有效和可靠的方式，尤其对于临床不可能及的：以微小钙化斑为唯一表现的早期乳腺癌具有特征性的诊断意义。

CT、移动 CT 是用 X 线束对人体的某一部分按一定厚度的层面进行扫描：当 X 线射向人体组织时：部分射线被组织吸收，部分射线穿过人体被探测器接收，产生信号。因为人体各种组织的疏密程度不同：X 线的穿透能力不同，所以探测器接收到的射线就有了差异。将所接收的这种有差异的射线信号，转变为数字信息后由计算机进行处理，输出到显示的荧光屏上显示出图像：这种图像被称为横断面图像。

双源 CT 的两套 X 射线的发生装置和两套探测器系统呈一定角度安装在同一平面，进行同步扫描。两套 X 射线球管既可发射同样电压的射线也可以发射不同电压的射线：从而实现数据的整合或分离。不同的两组数据对同一器官组织的分辨能力是不一样的，通过两组不同能量的数据从而可以分离普通 CT 所不能分离或显示的组织结构：即能量成像。如

果是两组数据以同样的电压的电流值扫描则可以将两组数据进行整合：快速获得同一部位的组织结构形态，突破普通 CT 的速度极限。双源 CT 有两种工作模式：即单源模式和双源模式，均可通过控制台进行相关设置。

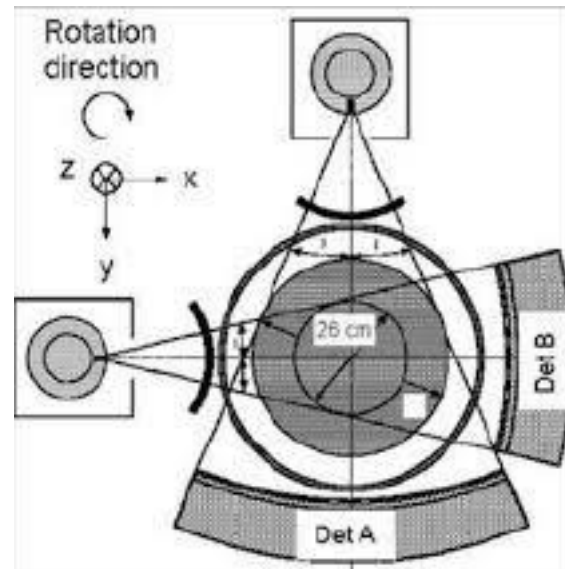


图 9-2 双源 CT 工作原理示意图

X 射线模拟定位机是模拟放射治疗机(如医用加速器、钴-60 治疗机)治疗的几何条件而定出照射部位的放射治疗辅助设备，实际上是一台特殊的 X 线机。当病人被诊断患有肿瘤并决定施行放射治疗时，在放射治疗前要制定周密的放疗计划，然后在定位机上定出要照射的部位，并做好标记后才能到医用加速器或钴-60 治疗机上去执行放疗。模拟定位机的作用正在于此。

CT 模拟定位机是将患者在治疗体位下进行 CT 扫描，并将 CT 图像传入图像工作站：通过三维数字重建感兴趣的图像显示方式，在工作站中进行虚拟透视(Virtual Perspective)和虚拟模拟(Virtual Simulation)的过程，提供了准确的病变靶的形状、大小、方位等信息，为后续治疗摆位提供有力的依据：确保放射治疗的正确实施。

ERCP 是经内镜逆行胰胆管造影的英文首写字母 (Endoscopic Retrograde Cholangio-Pancreatography, ERCP)，是在内镜下经十二指肠乳头插管注入造影剂，通过专用 X 射线机逆行显示胰胆管的造影技术。

口腔 CT 是利用 X 射线系统产生的 X 射线围绕人体的一段容积螺旋式地采集数据，可以从三维角度对组织情况进行反映：可以发现口腔 X 光片的投照角度不能发现的、或者更细微的病变；它的三维重建效果能够对骨组织情况、下颌关节情况进行准确评价，协助医生进行手术前方案设计，以及术后科学评价(比如矫正下巴的手术)。

X射线骨密度仪是利用X射线球管产生的X射线穿透身体：X射线穿透身体后被探测器所接收，经计算机数据处理，得出骨矿物质含量。

牙片机、口腔全景机是利用不同组织对X射线减弱系数的不同或是对X射线吸收不同的原理进行测量，再通过牙片或电脑处理呈现图像。口腔全景机与普通X射线牙科机相比，它可以对人体颌面部进行全景成像。

### 1.3 工作流程

#### 1.3.1 ERCP 手术类专用 X 射线机

本项目 ERCP 专用 X 射线机辐射工作人员在曝光室内出来并进行操作。治疗流程如下：

①插镜：患者一般采取仰卧位或左侧卧位，十二指肠镜经口依次通过食管、胃，进入十二指肠降段，找到十二指肠乳头。

②插管：经活检孔插入导管，调节角度钮及抬钳器，使导管与乳头开口垂直，将导管插入乳头。

③造影：曝光室内工作人员在透视下经造影导管注入造影剂，在荧光屏上见到胆管或胰管显影，显示病变。

④拍片：胰胆管显影后，进行拍片存储。

⑤治疗：根据患者胰胆管病变情况，采取不同内镜下治疗措施（如括约肌切开取石、放置引流管或支架缓解胆管梗阻、瘻管支架放置等）。

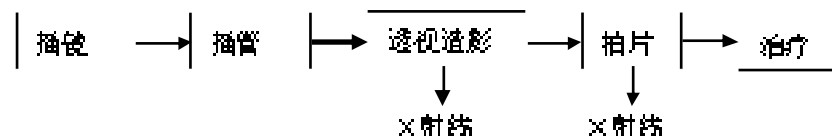


图 9-3 ERCP 手术类专用 X 射线机工作流程

#### 1.3.2 其他 X 射线装置

X 射线装置的工作流程如下：

- (1) 病人经医生诊断判断后，确定需要 X 射线影像诊断的病人预约登记。
- (2) 受检者按约定时间在候诊区准备和等候。
- (3) 检查室内在医生的指导下正确摆位。
- (4) 医生进行隔室操作，利用 X 射线影像诊断设备进行扫描成像。
- (5) 检查结束离开检查室。

工作流程图见图 9-4。



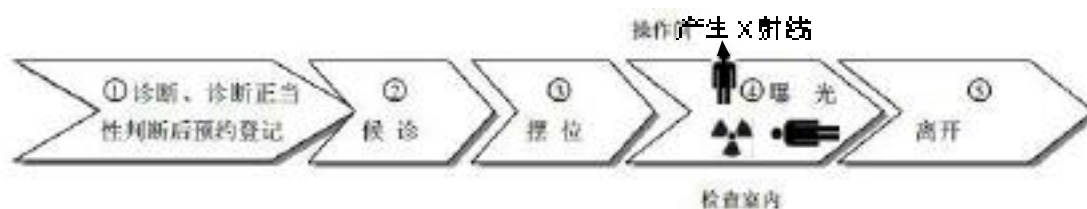


图 9-4 X 射线诊断流程图

#### 1.4 工作负荷

根据医院提供资料，本项目辐射工作人员数量、各设备年病人数及出束时间如下：

表 9-1 III类医用 X 射线装置工作负荷表

设备名称	辐射工作人员数量 (人)	年病人数 (人次/台)	平均出束时间 (s)	年出束时间 (h)
CT (7 台, 含 1 台双源 CT)	24	25000	10	69.44
DR (6 台)	30	37500	0.5	5.21
数字胃肠机 (3 台)		13000	3	15
ERCP 手术类专用 X 射线机 (1 台)	5	1000	180	50
乳腺钼靶机 (3 台)	6	7500	1	2.08
X 射线骨密度仪 (3 台)	6	7500	15	31.25
口腔 CT (1 台)	6	21000	10	58.33
口腔全景机 (1 台)		21000	10	58.33
牙片机 (1 台)		21000	1	5.83
X 射线体外碎石机 (1 台)	4	15000	30	125
移动式 C 臂机 (5 台)	20	1300	30	10.83
移动式 O 臂机 (1 台)		1300	30	10.83
移动 CT (2 台)		1500	0.5	0.21
移动 DR (4 台)		1000	10	2.78
CT 模拟定位机 (1 台)	4	37500	30	312.5
X 射线模拟定位机 (1 台)	4	37500	20	208.33

## 2. 数字减影血管造影仪 (DSA)

### 2.1 设备组成

数字减影血管造影仪 (DSA) 基本结构是由产生 X 射线的 X 线管；供给 X 线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 线的“量”和质及曝光时间的控制装置、探测器、C 型臂、导管床以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置等外围设备组成。

### 2.2 工作原理

DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法；是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA 主要采用时间减影法，即将造影剂未达到欲检部位前摄取的原片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构，具有高精密度和灵敏度。

CT 工作原理同前。

### 2.3 工作流程

#### 2.3.1 复合手术室 (DSA+CT)

本项目复合手术室的 DSA 与 CT 均置于复合手术室内，DSA 与 CT 不同时出束，DSA 手术前或手术中都有可能用到 CT，医院尽量控制在一次手术中只做一次 CT 扫描。

(1) 工作人员 (工人) 接手术患者入手术室，手术室医生和护士协助患者摆好体位及做好患者敏感部位防护；需要麻醉师进行麻醉的，在本阶段进行。

(2) 在手术室的医护人员穿好铅衣、铅帽等防护用品；进行 DSA 手术操作，需完善 CT 时，停止操作；护士确定患者 CT 操作的安全细节保障后，医护人员均退出介入手术室至控制室进行隔室操作；利用 CT 进行摄影成像；CT 摄影结束，停止出束，医护返回手术室继续操作。

(3) 全程手术操作结束后，DSA 关机，工作人员清理手术室并对机器进行清洁。

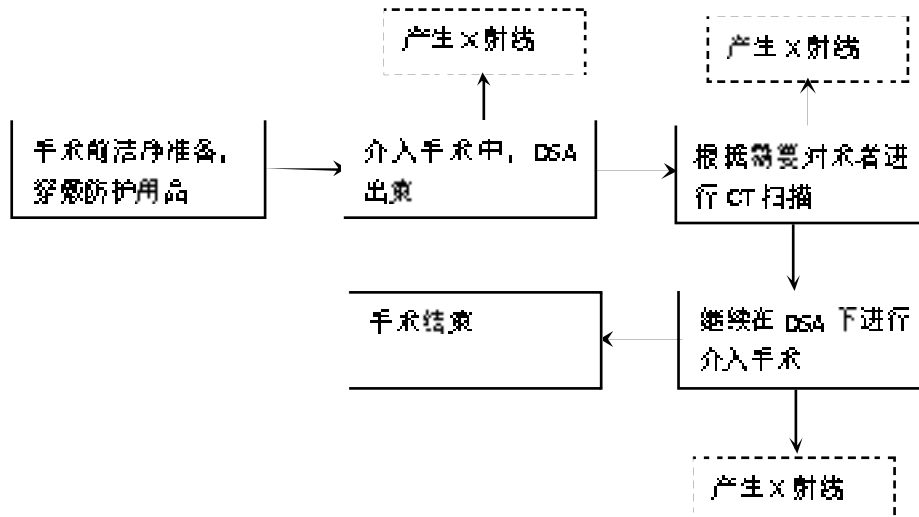


图 9-5 复合手术室 (DSA+CT) 介入设备工作流程图

#### 2.3.2 DSA

介入放射设备的工作流程如下：

- (1) 根据预约接诊患者：医护人员做好手术前洁净准备，并穿戴好防护用品；
- (2) 根据患者检查部位：选择合适的曝光条件进行影像采集；
- (3) 介入室内医生在透视条件下插入导管，注入造影剂进行检查或进行介入治疗；
- (4) 注入造影剂后需再次进行影像采集，影像采集或介入治疗完成后由工作人员协助患者离开检查室。

工作流程图见图 9-6。

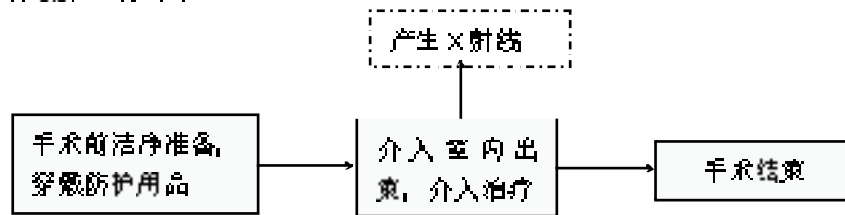


图 9-6 介入设备工作流程图

## 2.4 工作负荷

根据医院提供资料，本项目 DSA 配备辐射工作人员 80 人，每组 2~3 人。医院本项目每台 DSA 设备的介入手术工作量为 1000 台/年，介入手术医生年最大工作量为 400 台。每台手术摄影时间约 2min，透视时间约 20min。

## 3. 医用电子直线加速器

### 3.1 MRI 直线加速器

#### 3.1.1 设备组成

MRI 直线加速器主要由磁共振成像系统及直线加速器两部分组成。磁共振成像 (magnetic resonance imaging; 简称 MRI) 主要由三大部分组成，即磁体系统、谱仪系统和计算机图像处理系统。医用电子直线加速器以磁控管/速调管为微波功率源的行波型/驻波型直线加速器；它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。

#### 3.1.2 工作原理

磁共振成像主要是利用人体不同组织之间、正常组织与病变组织之间的氢核密度、纵向弛豫时间 T1、横向弛豫时间 T2、液体流速、液体的扩散和灌注、质子在不同分子环境中的化学移位、局域氧合、局域含铁以及膜的通透性等参数进行成像。基本原理是利用一定频率的电磁波，向处于磁场中的人体照射，人体中各种不同组织的氢核，在电磁波作用下会发生核磁共振，吸收电磁波的能量，随后又发射电磁波；MRI 系统探测到这些来自人体中的氢核发射出来的电磁波信号之后，经计算机图像处理，得到人体的断层图像。

带磁共振系统的直线加速器产生 X 射线或电子束的基本原理与一般医用电子直线加速器相同。主要特点是将直线加速器机头巧妙地安装在屏蔽磁场的环形装置中，避开磁场对加速器机头的干扰。相对于 CT 成像，MRI 成像技术的软组织分辨能力更佳，其图像中软组织的对比度可以提高 1-3 个等级度，并且成像不会产生 CT 检测中的骨性伪影；在 MRI 成像引导下可以大大提高治疗精度，减少对肿瘤周围其他正常组织的照射。

磁共振加速器(MR-Linac)治疗过程中,利用磁共振加速器直线加速器产生的高能 X 射线杀死肿瘤细胞,并结合 MRI 成像系统实时监测治疗过程中靶区的位移变化,使射线实时跟踪肿瘤运动情况,提高放疗精确度。磁共振加速器的运用能缩小照射野的范围,正常组织损伤也会减小,放疗副作用减小。该设备在运行过程中,直线加速器部分会产生 X 射线,核磁共振部分会产生高磁场。

### 3.1.3 工作流程

用磁共振直线加速器的操作流程与使用常规直线加速器利用 X 射线图像引导定位实施放疗的操作流程有很多相似之处。最大的不同之处在于设备本身提供在线自适应计划的能力。简单地描述在线自适应放疗需包括以下步骤:

(a) 患者依模拟体位在治疗床上固定,用适当的 MRI 序列采集患者治疗体位的三维影像。

(b) 在线计划 MRI 与模拟计划 MRI 进行可形变配准:根据配准变换自动勾划在线 MRI 的结构,结构勾划和电子密度赋值的结果由放疗医师检查核准。

(c) 以治疗前计划为基础对在线 MRI 定义的靶区设计在线治疗计划。医师和物理师审核在线治疗计划并用软件校验剂量计算的准确性。

(d) 治疗前和治疗中连续采集 MRI 影像,在新的影像上显示靶区轮廓。医师在指令实施治疗前确认患者定位的稳定性。

(e) 在治疗中实时监控肿瘤的位置,肿瘤位置发生偏离时采取纠正的措施。

(f) 治疗结束后,病人离开治疗室。

## 3.2 普通医用电子直线加速器

### 3.2.1 设备组成

医用电子直线加速器以磁控管/速调管为微波功率源的行波型/驻波型直线加速器:它的结构单元为:加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。

### 3.2.2 工作原理

医用电子直线加速器电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场,所形成的电子束由电子窗口射出,通过 2cm 左右的空气射到金属靶,产生大量高能 X 线,经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束,再通过监测电离室和二次准直器限束,最后到达患者病灶实现治疗目的。

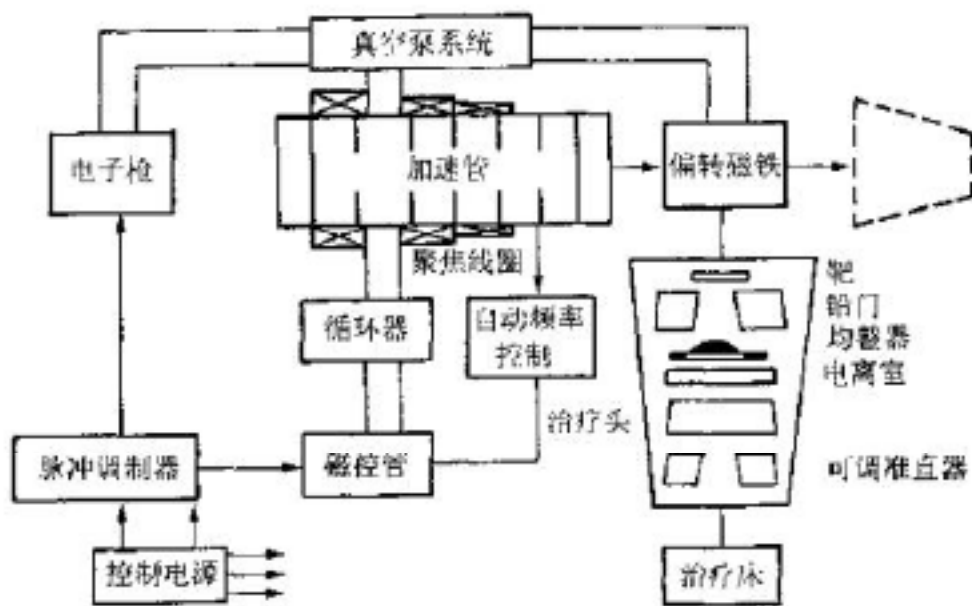


图 9-7 医用电子直线加速器结构示意图

### 3.2.3 工作流程

使用医用电子加速器进行放射治疗项目的操作流程是：

- (1) 进行定位。先通过模拟定位机对病变部位进行详细检查；然后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位。
- (2) 制订治疗计划。根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间。
- (3) 固定患者体位。在利用加速器进行治疗时需对患者进行定位，标记，调整照射角度及射野。
- (4) 开机治疗。准备工作就绪后，在控制室通过计算机发出指令：开启加速器，对准患者病灶进行精确治疗。

工作流程见图 9-8。



图 9-8 医用电子直线加速器工作流程图

### 3.4 工作负荷

由医院提供资料可知：单台设备每天预计病人约 100 人次，每周工作 5d，每年工作 50 周。单个病人每野次照射 1.5Gy；平均每人治疗照射 3 野次。直线加速器配备辐照工作人员

员 16 人。

#### 4 螺旋断层放射治疗系统 (TOMO)

##### 4.1 设备组成

螺旋断层放射治疗系统一般包括计划工作站、优化服务器、数据库服务器、旋转机架组件、患者治疗床和照射执行系统等组成。其中照射执行系统由直线加速器、次级准直器、多叶光栅、探测器、主射野挡铅 (12.5cm 铅) 等组成。结构示意图见图 9-9。

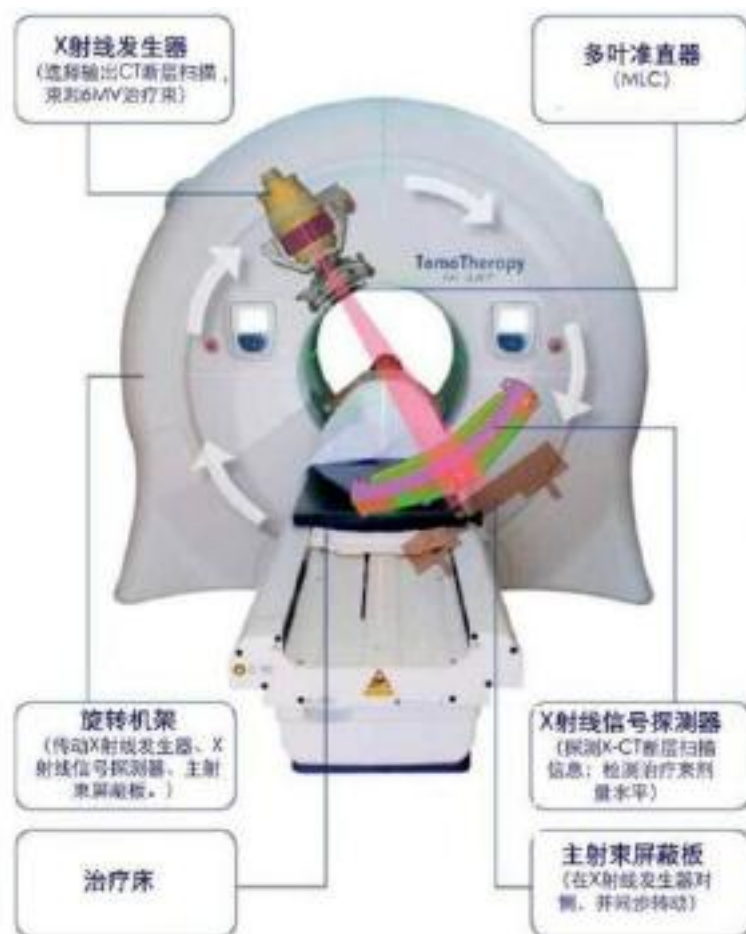


图 9-9 螺旋断层放射治疗系统结构示意图

##### 4.2 工作原理

螺旋断层放射治疗系统是专门设计进行调强治疗的设备。是将 6MV 的直线加速器安装在孔径为 85cm 的 CT 滑环架上。治疗时机头随机架绕患者进行 360° 旋转形成扇形束照射。同时治疗床缓慢进给。实施全身调强治疗。连续螺旋断层照射消除了层与层相连处可能产生的冷、热点问题。螺旋断层放射治疗可以产生几万个子野。计划设计时就有更多的调制能力。从而取得了更高的肿瘤剂量适型度。降低正常组织并发症风险。

螺旋断层放射治疗系统采用的是同源双束结构。即两种工作状态：成像状态和治疗状

态：成像状态时能量为 3.5MV 的 X 射线，治疗状态能量为 6MV 的 X 射线；成像状态即直线加速器发射出 3.5MV 的 X 射线对患者进行 MVCT 扫描，形成影像；为验证患者摆位精度、剂量评估等提供基础影像资料，从而实现图像引导下的调强治疗；治疗状态即直线加速器发射出 6MV 的 X 射线对患者病灶进行出束治疗。

#### 4.3 工作流程

①使用 CT 或自身成像系统进行扫描，获取三维 CT 影像序列，根据 CT 影像对靶区和危机器官进行勾画；制定治疗计划。

②患者摆位：进行 MVCT 扫描以验证患者摆位精度。

③精确确定了患者位置和体内解剖位置后，根据治疗计划实施照射治疗。

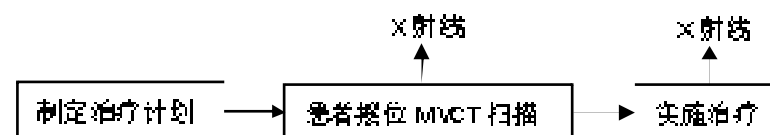


图 9-10 工作流程示意图

#### 4.4 工作负荷

据医院提供资料，本项目 TOMO 预计每天最多治疗 60 人次；平均治疗出束时间为 10min/人次；每周 5 天，则周最大治疗时间为 50h；TOMO 配备辐射工作人员 8 人。

### 5. 射波刀

#### 5.1 设备组成

射波刀治疗系统主要由治疗系统、治疗床、射野准直器、实时影像引导系统和靶区追踪系统构成。设备结构示意图见图 9-11。



图 9-11 射波刀系统结构示意图

## 5.2 工作原理

射波刀治疗系统是将 6MV 能量的小型直线加速器安装在机器人治疗臂上，可以在一个预置的工作空间里进行不同平面多方位投照，结合实时的影像监控、追踪技术系统对治疗过程中的肿瘤运动进行实时的修正及追踪，更加方便避开正常组织器官，对运动肿瘤靶区进行精准的追踪照射治疗；具有更高的精确性和灵活性。

射波刀治疗系统使用 kV 级 X 射线成像系统来提供治疗中的靶区位置，成像系统包含 2 个安装在天花板上的 X 射线球管和相对应的 2 个内嵌安装在地面上的影像探测器，两个 X 射线球管的位置保证产生相互正交的射束，实时影像进行数字化重建处理并和患者定位 CT 影像做匹配，以测定分次治疗间的靶区位移。

## 5.3 工作流程

- (1) 使用定位 CT 对病变部位进行扫描，获取靶区影像。
- (2) 根据 CT 影像对靶区和危机器官进行勾画，制定治疗计划。
- (3) 患者摆位，影像系统采集靶区实时影像并于治疗计划影像对比，计算出靶区偏差，锁定靶区。
- (4) 设定相关参数，出束治疗。
- (5) 治疗结束，打开防护门，病人离开机房。

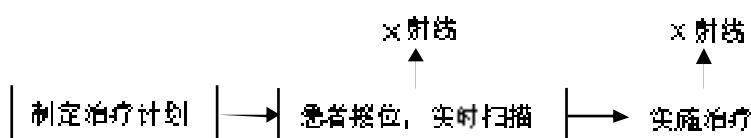


图 9-12 工作流程示意图

## 5.4 工作负荷

据医院提供资料可知：医院射波刀周治疗人数最大 200 人次/周，年治疗人数为 10000 人次。治疗患者人均治疗出束时间为 40min/人次，则年出束时间为 6666.67h。射波刀配备辐射工作人员 6 人。

## 6 后装治疗机 ( $^{192}\text{Ir}$ ) 项目

### 6.1 设备组成

$^{192}\text{Ir}$  后装机主要由专用控制微计算机系统、步进电机、放射源、储源罐、真假源传输系统、紧急回源装置和计时器等组成。

### 6.2 工作原理

后装机是采用遥控技术，将放射源送入腔内的一种近距离治疗装置。现代近距离治疗



主要通过后装技术，首先将导源管或施源器、导源针插植到合适的肿瘤表面或中心部位，经X线核实位置；再经过装有近距离治疗剂量计算数学模式的专业程序软件的治疗计划系统计算及优化剂量分布，获得满意结果后，再由计算机控制治疗机系统进行治疗。后装照射可使病灶区获得很高的剂量而又很好地保护周围正常组织。医务人员通过遥控操作，减少了工作人员不必要的受照。后装治疗从传统的妇科领域扩展到能对人体各部位恶性肿瘤的治疗，尤其是鼻咽、支气管、肺癌、食道癌、直肠癌、膀胱、前列腺、乳癌、胰腺、脑部等。治疗技术涉及到腔管、腔内、组织间，插入和贴敷，术中等多种施治技术。

当<sup>192</sup>Ir放射源活度衰变至不能满足使用需求时须更换放射源。导源时工作人员把导源管一头接入后装机贮源器；另一头接入铅罐插孔中；通过计算机隔室操作先把废源通过导源管导入铅罐中。废源导出后，通过同样方式把新源通过导源管导入后装机贮源器中。换源工作由厂家负责。

### 6.3 治疗流程

- (1) 进行定位。先通过模拟定位机对病变部位进行详细检查；然后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位。
- (2) 制订治疗计划。根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间。
- (3) 固定患者体位，进行病变部位插管，将输源管和施源器送达腔道的病灶，工作人员一般距后装治疗机1m。
- (4) 将预置管与后装治疗机输源管相连接，在控制室控制台通过计算机系统，先用假源轮进行试运行；验证无误后，再用真源轮将放射源从后装机机体通过输源管送达病灶进行治疗。
- (5) 治疗结束，源回到屏蔽体内；打开防护门，拆除输源管等设备；病人离开机房。



图 9-13 后装治疗机工作流程图

### 6.4 工作负荷

由医院提供资料可知：<sup>192</sup>Ir后装治疗机年治疗病人约5000人次，最大装源活度下平均每人治疗时间约2min/人次，医生摆位时间平均约1min/人次。后装治疗机配备照射工作人员6人。

## 7.<sup>60</sup>Co 头部伽马刀

### 7.1 设备组成

立体定向放射治疗系统由主机、电气控制系统、立体定位系统和治疗计划系统四部分组成。

(1) 主机由射源装置、屏蔽门、门框、治疗床、定位支架及活动架组成。其中，射源装置由源体、准直体、屏蔽门和屏蔽体四部分组成。

源体由耐蚀的铸铁组成，是一个椭球冠壳体，壳体上有交错有序的、不重叠的安装源及预准直器的孔，以引导射线在椭球中心聚焦。

准直体是一个耐蚀铸铁组成的椭球壳体，壳体上有与源体预准直器一一对应的指向椭球心的通孔。通孔包括大、中、小准直器及屏蔽棒孔，大、中、小准直器用来调节辐射野的大小；屏蔽棒孔用来在非治疗状态下对源体准直孔的屏蔽。

屏蔽门为悬挂式左右平移门，在非治疗状态下起到屏蔽作用。屏蔽门与治疗床有运动互锁功能，用以防治误动作对人员造成的伤害。屏蔽门上也装有供处理紧急情况的手柄。

屏蔽体为铸铁制成，为半球形，包围着源体、准直体以及治疗室空腔。

(2) 电气控制系统：由专用控制器、运动电机、逻辑控制器等组成。对源体的旋转、准直体的选择、屏蔽门的开关、治疗床的进退和定位实现自动控制，控制系统还设有门与床的安全联锁、设备状态监测、辐照时间的双计时控制、准直器和定位精度的实时监控，故障报警灯功能。同时，配有电视监控系统、对讲系统、UPS 系统，UPS 系统能保证断电状态下持续供电 1~2h，保障头部伽马刀从治疗状态退回关闭状态。

(3) 立体定位系统包括定位架、CT 框图、MRI 图框、头型测量器和适配架等。

(4) 治疗计划系统由电脑、扫描仪等硬件和软件组成。

(5) 其他：紧急停止按钮：头部伽马刀治疗床、治疗室及控制室内安装有急停按钮供事故状态下使用。

射源手动装置：在设备突然断电、设备故障等情况下，射源手动装置为操作人员提供了手动控制的可能，操作人员可通过该装置的手轮柄和连接轴直接控制准直体的旋转，将准直体旋转到屏蔽位，实现手动关闭放射源。

### 7.2 工作原理

医院拟购买的立体定向放射治疗系统主要用于治疗头部疾病，如颅内恶性肿瘤及转移瘤。该系统采用了立体定向放射外科治疗原理，主要包括一个放射线聚焦系统和一个病灶定位系统。聚焦系统就是使多束有用的射线从不同位置和方向通过准直孔聚焦到焦点；病

灶定位系统就是使病灶精确地定位在焦点处。这样：病灶在较短的时间内受到大剂量的射线辐照而被损毁；而周围的健康组织只受到少量射线的辐照而不受伤害，从而达到治疗疾病的目的。

该系统使用的放射源为钴-60 放射源：装源活度约  $2.442 \times 10^{14} \text{Bq}$  ( $\leq 6600 \text{Ci}$ ；192 枚  $^{60}\text{Co}$  放射源)。  $^{60}\text{Co}$  放射源衰变产生能量为 1.173MeV 和 1.333MeV 的  $\gamma$  射线， $\gamma$  射线平均能量 1.25MeV。

### 7.3 操作流程

- (1) 通过 CT、MRI 扫描成像确定病灶(癌)的形状、位置；
- (2) 制定治疗方案；
- (3) 摆位：调整病灶的坐标值和所需的  $\gamma$  角，并装好屏蔽块；
- (4) 开机实施放射治疗；
- (5) 治疗结束，病人退出治疗室；进行下一位病人治疗。

### 7.4 工作负荷

据医院提供资料，医院预计平均每天治疗病人 3~5 人；年最大治疗病人数约 1250 人次。本项目伽马刀设备单次出来治疗累积时间约 1~2h/次，摆位时间约 5min/人。配备辐射工作人员 6 人。

## 8.回旋加速器

### 8.1 设备组成

本项目回旋加速器由磁场系统、射频系统、真空系统、离子源系统、提取系统、诊断系统、靶系统和冷却系统等组成，各系统的主要作用如下：

**磁场系统：**提供被加速的带电粒子所在控制的轨道中做圆周运动所需的磁场强度；

**射频系统：**提供被加速带电粒子所需的高频振荡加速电压；

**离子源系统：**产生需要加速的负离子；

**束流提取系统：**直接将被加速的带电负离子从真空中引出，该系统的基础是剥离膜。被加速的负离子通过膜时被脱去 2 个电子而转变成阳离子；并能够调整引出的束流进入所选定的核素生产靶；

**靶系统：**是完成特定核反应而产生正电子核素的装置；一般包括靶体、准直器、靶膜、管路阀门等；

**真空系统：**建立离子加速所需的真空压力水平，降低束流的丢失；为高电压射频场提供绝缘；

冷却系统：从不同系统中将热量带出：带出的热量在二级冷却系统中进行热交换，并将热量传送到初级冷却系统。

## 8.2 工作原理

回旋加速器是将离子源系统产生的负离子（离子源）在离子源偏压（通常 14-15kV）作用下被推至离子源通道并进入加速区域。在加速区域，负离子束流在磁场（D 型盒）的作用下不断发生偏转，在高频作用下不断获得能量而加速。束流以固定角速度运动，在速率增加后，其运动半径也随之增大，故而束流的运动轨迹就变成了一种类螺旋形。当束流到达提取半径后就获得足够的能量与速度。获得加速的负离子束流通过碳膜即提取膜时，其与碳结合松散的两个电子被剥离，导致束流从负电性变成正电性，成为质子束：它所受磁场的作用力的方向也发生改变，带正电荷的质子束转向出口飞行并轰击靶，引起 p, n 或者 p, α核反应：产生放射性核素。经过放化合成系统，通过化学反应，将新产生的放射性核素标记到生理性代谢物质上(如葡萄糖、氨基酸、胆碱等)，生成 PET 检查所需的示踪剂。

本项目生产的正电子显像药物包括  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ ，核反应分别为  $^{14}\text{N}(\text{p}, \alpha)^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{C}(\text{p}, \text{n})^{13}\text{N}$ 、 $^{14}\text{N}(\text{p}, \text{n})^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}(\text{p}, \text{n})^{18}\text{F}$ 、 $^{68}\text{Zn}(\text{p}, \text{n})^{68}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Zn}(\text{p}, \text{n})^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Y}(\text{p}, \text{n})^{89}\text{Zr}$ 。

打靶前，自动的在靶容器中加入液体靶或气体靶：设置参数：打完靶后所产生的放射性药物自动通过输送管道输送到热室进行化学合成。

本项目拟使用的回旋加速器加速粒子为质子(p)：回旋加速器工作原理简图见图 9-14。

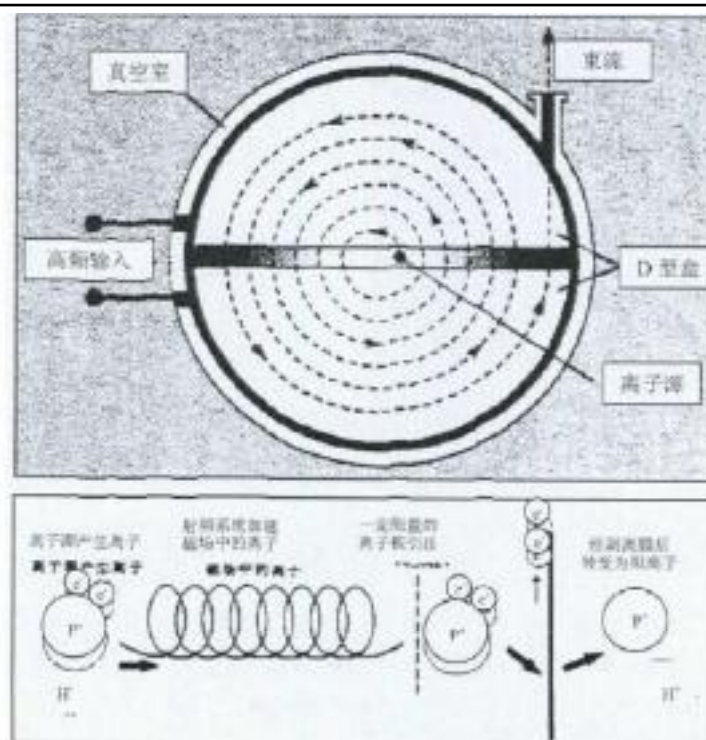


图9-14 回旋加速器工作原理简图

回旋加速器制备的放射性同位素经管道自动传输到热室房间中，此管道设置在地沟内，地沟两侧及上方用铅砖屏蔽，再覆盖50mm厚的铅板。

### 8.3 工作流程

FET 显像用核素主要利用回旋加速器打靶制备而得，回旋加速器制药主要通过回旋加速器室、控制室、热室房间以及质控室来完成。根据预约病人数所需的药物量，折算出需要生产的核素量，在靶体内装入对应的靶材料，设定轰击束流大小和轰击时间，生产放射性核素；在热室房间通风橱内自动合成及分装，分装后将药物装入送药防护铅罐内，再由药物电梯送至住院楼地下一楼的核医学科。

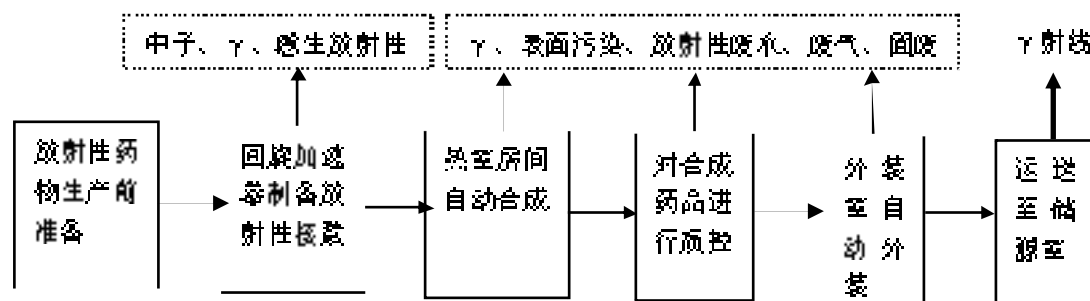


图9-15 工作流程及产污环节图

### 8.4 工作负荷

据医院提供资料可知：回旋加速器及制备 FET 药物工作场所配备辐射工作人员 5 人。

本项目回旋加速器每天最多生产3种核素，绝大多数时间生产核素种类不超2种，回旋加速器制备PET显像用核素量及年工作天数如下：

表 9-2 回旋加速器工作负荷表

序号	核素名称	物理状态	日生产药物放射性活度 (Bq)	年生产天数
1	$^{11}\text{C}$	液体	$6.50 \times 10^9$	150
2	$^{13}\text{N}$	液体	$5.38 \times 10^{10}$	100
3	$^{15}\text{O}$	液体	$1.09 \times 10^9$	50
4	$^{18}\text{F}$	液体	$7.49 \times 10^9$	250
5	$^{67}\text{Ga}$	液体	$7.52 \times 10^9$	100
6	$^{64}\text{Cu}$	液体	$1.07 \times 10^9$	50
7	$^{89}\text{Zr}$	液体	$1.75 \times 10^9$	50

### 9.动物实验室

医院在住院楼地下二层设置动物实验室，使用正电子显像核素  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{67}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{124}\text{I}$ ；配备使用 microPET/CT 设备 1 台。 $^{67}\text{Ga}$  药物由回旋加速器生产或外购  $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$  发生器淋洗而来，外购  $^{124}\text{I}$  药物，短寿命核素  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$  等即产即用。

#### 9.1 设备组成

PET 由探头（及机架）、电子线路和计算机系统组成。计算机接收采集和图像处理的指令，完成对探头和床机械运动的控制，对采集的信号进行处理：重建三维断层图像。

#### 9.2 工作原理

PET/CT 即正电子发射型计算机断层扫描：它是用发射正电子的核素药物进行检查，常用的发射正电子的核素有  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{67}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{124}\text{I}$  等。 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$  等湮没辐射时产生 511keV  $\gamma$  光子对：这对光子发射方向互为  $180^\circ$ ，PET 就是利用了光子对的这个特性：在  $180^\circ$  的两个方向分别接收：通过符合线路进行射线真伪的识别。只有在互成  $180^\circ$  的直线上相对的探测器同时接收到光子信号时，此闪烁事件才被认定为有效。电子符合线路代替了笨重的铅准直器：提高了探测灵敏度和图像分辨率。C、N、O、H 是生物体组织中重要的组成元素，因此，用  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$  等正电子放射性核素标记生物体生物物质（如氨基酸、脂肪和糖等）进行生物代谢研究。这类标记药物的代谢途径与天然代谢物质完全相同，成为优良的生物放射性核素。 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$  等的化学特性有与 H 相似之处，它可以取代 H 标记脱氧葡萄糖（FDG）进行葡萄糖代谢的研究。当某种放射性核素或其标记物进入体内后，其经代谢后在脏器内外或病变部位和正常组织之间形成放射性浓度差异，利用 PET 来探测放射性核素发射的  $\gamma$  射线在体内的分布状态并还原成图像，其影像不仅可以显示脏器和病变的位置、形态等解剖结构，还可以显

示脏器的功能、代谢情况，而血流、功能和代谢的异常，常是疾病的早期变化，因此，PET/CT放射性核素显像有助于疾病的早期诊断。

小动物PET/CT是目前被广泛应用于药物研究的最先进的多模态显像，可同时实现解剖形态学显像和功能学显像。小动物活体PET/CT分子影像系统的配备使得科研机构可以以一个全新、深入的视野来观测生物体内的精细复杂的生理和代谢过程，突破基因科学、医学研究和药物研发中的障碍，研发工作达到一个全新的深度和广度。所影响和促进的学科包括生物学、化学、心脏病学、遗传学、基因组学、免疫学、神经病学、核医学、肿瘤学、药理学、放射学等。

### 9.3 显像流程

①利用回旋加速器生产放射性核素，对放射性核素进行分装、标记，并合成所需显像药品。

②根据不同的实验目的，对小动物PET/CT成像仪进行校准。

③将小动物用异氟烷麻醉，通过静脉注射放射性药物。小动物给药活度一般为0.5-1 mCi，体积为0.5-1 mL。

④分别于给药后不同时间（根据研究目的不同时间差异较大，通常为1-120分钟），将小动物在麻醉状态下置于显像设备内，摆位合适后，行CT和PET显像：CT采集时间一般为1分钟之内，PET采集时间一般为5-30分钟。

⑤图像采集结束后将小动物处死：按需要进行动物分布试验或直接收集装袋，贴上标签：注明实验者姓名、所用核素、总活度和时间等信息，置于冷冻冰柜暂存。使用后手套、棉签和注射器（在去除针头后）等投入固体放射性废物桶内。



图9-16 本项目实验工艺流程图

### 9.4 工作负荷及药物用量

回旋加速器生产的 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 核素半衰期较短，在使用过程中需考虑对核素自身衰减的修正。各过程时间分别为：核素从合成热室送至动物实验室注射室时间约3min；给动物注射药物1min； $^{15}\text{O}$ 摆位及扫描时间5min，其余核素摆位及扫描时间取20min。则动物实验室注射 $^{15}\text{O}$ 的两个小动物间隔时间为5min；其他核素间隔时间20min。

考虑核素自身衰减后，需要的药物量计算公式为  $A = \sum_{i=1}^n A_0 \times e^{-(\lambda_0 + \lambda_{\text{生物}}) \times \Delta t}$ ， $A_0$  为注射时的药物量， $t_0$  为从合成热室送至动物实验室注射室时间； $\Delta t$  为两个动物的间隔时间； $n$  为动物数量。

本项目动物实验室年工作天数、动物实验量、考虑了核素自身衰减后的日用药量及拟申请的核素用量如下：

表 9-3 动物实验室工作负荷表

序号	核素名称	物理状态	单次最大给药量 (MBq)	日工作量	年工作时间	日用药量 (Bq)	申请日最大用量 (Bq)
1	$^{18}\text{F}$	液体	37	20 只	200	$3.22 \times 10^9$	$3.89 \times 10^9$
2	$^{68}\text{Ga}$	液体	37	10 只	100	$4.03 \times 10^8$	$5.55 \times 10^8$
3	$^{11}\text{C}$	液体	37	6 只	100	$2.44 \times 10^9$	$2.96 \times 10^9$
4	$^{13}\text{N}$	液体	37	3 只	50	$9.64 \times 10^8$	$1.30 \times 10^9$
5	$^{15}\text{O}$	液体	37	2 只	50	$6.63 \times 10^8$	$9.25 \times 10^8$
6	$^{90}\text{Zr}$	液体	37	10 只	50	$3.7 \times 10^8$	$3.70 \times 10^8$
7	$^{64}\text{Cu}$	液体	37	10 只	50	$3.7 \times 10^8$	$3.70 \times 10^8$
8	$^{124}\text{I}$	液体	37	10 只	50	$3.7 \times 10^8$	$3.70 \times 10^8$

注： $^{68}\text{Ga}$  用发生器淋洗时，不考虑自身衰减，表格中  $^{68}\text{Ga}$  量为医院用回旋加速器生产时的量。

本项目动物实验室配备辐射工作人员 8 人。

## 10. 核医学科

本项目非密封放射性物质工作场所分为两处：一处使用核素  $^{125}\text{I}$ （甲癌、甲亢治疗）、 $^{177}\text{Lu}$ （前列腺癌治疗）；另一处主要用于显像及骨转移瘤治疗：使用的核素包括  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{188}\text{Re}$  及正电子显像核素（ $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{90}\text{Zr}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{124}\text{I}$ ）。

医院核医学科 SPECT/CT 显像检查使用的放射性核素为  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ；PET 显像用药物为  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{90}\text{Zr}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{124}\text{I}$ ，骨转移瘤治疗用核素为  $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{188}\text{Re}$ 。

本项目  $^{125}\text{I}$  甲癌患者服药后，住院时间一般为 3~5 天，甲亢患者服药观察无异常后即可离开核医学科； $^{177}\text{Lu}$  前列腺癌治疗患者住院 8h 后离开核医学科。其他诊断及治疗用核素：在患者服药无异常或接受成像检查后即可离开核医学科，不住院。

### 10.1 工作原理

#### (1) SPECT 显像检查（ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ）

单光子发射计算机断层成像术（SPECT）工作的基本原理是利用能够发射  $\gamma$  射线的放射性核素或药物注入或吸入人体，通过显像仪的探头对准所要检查的脏器接收被检部位发出的射线，再通过光电倍增管将光电脉冲放大转化成信号，经计算机连续采集信息进行图像



的处理和重建：最后便被检脏器成像。

本项目SPECT显像设备为SPECT/CT:是将螺旋CT与SPECT组合起来构成复合系统，一次扫描可得到两种图像，即反应器官生理、代谢和功能等特点的SPECT图像，和解剖结构清洗的CT图像，二者的融合，提高了图像精度：能获得更好的诊断效果、本项目显像设备SPECT/CT属于III类X射线装置。

本项目使用的显像放射性核素 $^{99m}\text{Tc}$ ，注射 $^{99m}\text{Tc}$ 药物后的患者休息30min~2h后进入机房显像。

### (2) PET 药物显像

本项目PET显像用药物包括 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{67}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{124}\text{I}$ ：PET显像用药物主要用于代谢显像，主要用放射性核素注入人体内产生的湮没辐射 $\gamma$ 光子构成影像。正电子只能瞬态存在，很快与组织中的负电子结合产生湮没辐射产生两个能量（511keV）相等、方向相反的 $\gamma$ 光子：光子被PET装置探测器所接受，产生的荧光辐射经光电转换器、放大器、脉冲幅度甄别器等处理后，通过计算机系统再现人体组织或器官的影像。正电子放射性核素可构成人体各部位的任何影像，包括平面影像、动态影像、断层影像及全身影像。本项目采用PET/MR设备进行显像。

PET/CT是将PET和CT整合在一台仪器上，组成一个完整的显像系统，被称作PET/CT系统（integrated PET-CT system）：病人在检查时经过快速的全身扫描：可以同时获得CT解剖图像和PET功能代谢图像：两种图像优势互补，使医生在了解生物代谢信息的同时获得精准的解剖定位：从而对疾病做出全面、准确的判断。

PET/MR是将PET和MRI设备有机地结合在一起：使用同一个检查床和同一个图像处理工作站。PET是正电子发射计算机断层显像，是一种进行功能代谢显像的分子影像学设备：可以检测出没有任何临床症状的细微病变。磁共振成像（MRI）是断层成像的一种：它利用磁共振现象从人体中获得电磁信号，并重建出人体信息。相比于PET/CT技术：PET/MR可大幅降低检查时对病患身体的放射性损伤：具有更高的软组织分辨力，能更清楚的显示正常解剖结构及更多的参数反应组织信息：有利于病变的诊断。采用正电子核素标记的放射性药物：使用的正电子核素（比如 $^{18}\text{F}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{11}\text{C}$ ）本身为人体组成的基本元素，可标记参与活体代谢的生物活性分子，可进行分子水平上反映体内代谢的影像，本项目正电子核素为 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{67}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{124}\text{I}$ 。

### (3) 放射性核素治疗（ $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{187}\text{Re}$ ）

放射性核素体内照射治疗是将非密封放射性核素或其标记物引入体内：利用核素发射

出射线的电离辐射生物效应，抑制或破坏病变组织，达到治疗的目的。由于适当的放射性核素或其标记物能选择性浓聚于病变组织，所以病变局部可受到大剂量照射，而正常组织所接受的辐射量很低。

#### ①<sup>131</sup>I

<sup>131</sup>I 治疗甲状腺疾病是目前应用较广泛的一种核医学治疗方法。在治疗过程中，<sup>131</sup>I 衰变时放出最大能量为 0.611MeV 的β射线，用于破坏甲状腺组织或癌细胞，达到治疗目的，同时还会放出能量为 365keV 的γ射线。

##### a 甲状腺功能测定（吸碘率测定）

本项目使用 <sup>131</sup>I 核素进行甲状腺功能检查。由于人体甲状腺具有选择性摄取碘并合成甲状腺激素的功能，其吸收量和速度可以反映甲状腺的功能状态。受检患者口服约 2~10μCi 的 <sup>131</sup>I 后，示踪剂 <sup>131</sup>I 迅速到达甲状腺组织，利用其发出γ光子的特性，用甲状腺功能测定仪在甲状腺部位可测出受检患者甲状腺部位的放射性，求得服碘后不同时间的甲状腺摄碘率，借此了解无机碘进入甲状腺的数量与速度，从而反映甲状腺的功能情况。甲功测定患者服药后观察无异常即可离院，分别于 2h、4h、24h 后在甲功室进行功能检测。

##### b 甲亢治疗

碘是甲状腺合成甲状腺激素的主要原料，治疗用的放射性碘和稳定性碘具有相同的理化特性，所以甲状腺同样对放射性碘具有选择性地高度吸收和浓聚能力。通常甲状腺内碘浓度可达血浆浓度的 25 倍，在供碘不足的情况下其浓度可达到血浆浓度的 500 倍，由于甲亢患者合成甲状腺激素的速度和量都增加，呈现相对碘缺乏状态甲状腺对放射性碘的浓聚能力特别强大，可达内服量的 80%~90%。放射性 <sup>131</sup>I 在甲状腺内停留时间较长，有效半衰期可达 3.5~4.5 天。因此，甲状腺组织摄取 <sup>131</sup>I 后，可受到β射线较长时间的集中照射，但不损害周围的器官和组织。<sup>131</sup>I 治疗后数小时，在β射线集中照射后甲状腺发生肿胀，滤泡细胞出现空泡，核不正常，数天后即死亡。甲状腺并有急性炎症的变化：如水肿、淋巴细胞和吞噬细胞浸润，以后变为无功能的结缔组织，从而达到治疗甲亢的目的。治疗甲亢患者 <sup>131</sup>I 的口服量平均约为 5mCi，最大用量一般不超过 10mCi。甲亢患者服药后一般无异常立即可离院，若服药量较大，在留观室进行留观。

##### c 甲癌治疗

由于甲状腺位置特殊，分化型甲癌在进行切除手术时有少量残留。使用核素 <sup>131</sup>I 治疗甲癌，主要是甲癌切除手术后使用 100~200mCi 的 <sup>131</sup>I，利用 <sup>131</sup>I 衰变时放出最大能量为 0.611MeV 的β射线，破坏甲状腺组织或癌细胞，达到治疗目的。

## ②骨转移治疗

本项目骨转移癌治疗的核素包括 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{186}\text{Re}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 。骨转移癌治疗的工作原理为，转移性骨肿瘤病灶部位由于骨组织受到破坏，成骨细胞的修复作用极其活跃，能浓聚大量的趋骨性放射性药物，放射性核素发射 $\alpha$ 或 $\beta$ 射线，引起肿瘤组织内毛细血管扩张、水肿、细胞结构不清等；进一步使肿瘤细胞核消失或坏死，起到肿瘤治疗目的。

$^{223}\text{Ra}$ 是一种靶向 $\alpha$ 辐射源，可发射短程高能 $\alpha$ 粒子，对相邻的健康组织和骨髓的毒性作用相对较小。

## ③ $^{177}\text{Lu}$

本项目利用 $^{177}\text{Lu}$ 放射性核素标记对肿瘤细胞具有特异高亲和力的分子载体进行肿瘤靶向治疗。

## 10.2 工作流程

### 10.2.1 显像检查

#### (1) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 用药量情况

本项目核医学科使用的放射性药物 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 采用外购，由于半衰期较短，均是根据临床诊疗所需药物的使用量，向放射性核素供应商订购，并在放射性核素送达当天全部使用完，因此该核医学科不会有放射性核素存放过夜。

医院根据临床诊疗所需药物的使用量，向放射性核素供应商订购，供应商在约定的时间负责运送至核医学科，医院安排专人接收放射性核素，经确认无误完成相关交接手续后暂存在分装室通风橱内。

根据医院提供资料， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者日最大接诊人数为20人，药物注射量5~25mCi/人。主要显像种类的具体给药量情况如下：

表 9-4  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  药物给药量一览表

序号	显像种类	给药量 (mCi)	显像开始时间
1	肾动态显像	15	注射后立即开始
2	甲状腺扫描	5	10min
3	心肌断层显像	20	60min
4	骨扫描	15~20	4h

根据购药计划，一般情况下均早上送药，患者集中安排在上上午注射，患者人数较多时，上午、下午各送药一次。扫描时间一般为10min~20min，平均15min，考虑每位患者的注射时间、摆位时间等因素，注射、扫描、摆位等时间合计20min，即患者结束扫描时下一位患者立刻进入机房且立刻开始扫描，中间无间隔。为便于计算，本项目估算日用药量时主

要考虑候诊 1h（心肌断层显像）及肾动态两种情况，在服药患者候诊期间，安排肾动态显像患者进行扫描；之后全为心肌断层显像，服药量取最大服药量 25mCi，估算结果是偏保守的。

不同时间接受注射时的药量及日药量情况如下：

表 9-5 本项目核医学科每日放射性药物  $^{99m}\text{Tc}$  分装、注射预计情况一览表

序号	注射时间	显像时间	进入留观室时间	注射药物量 (mCi)	初始活度 (mCi)
1	8:00	8:00	8:20	15	15.00
2	8:20	8:20	8:40	15	15.59
3	8:40	8:40	9:00	15	16.20
4	8:03	9:03	9:23	25	25.14
5	8:23	9:23	9:43	25	26.13
6	8:43	9:43	10:03	25	27.15
7	9:03	10:03	10:23	25	28.21
8	9:23	10:23	10:43	25	29.32
9	9:43	10:43	11:03	25	30.46
10	10:03	11:03	11:23	25	31.66
11	10:23	11:23	11:43	25	32.89
12	10:43	11:43	12:03	25	34.18
13	11:03	12:03	12:23	25	35.52
14	11:23	12:23	12:43	25	36.91
15	11:43	12:43	13:03	25	38.35
16	12:03	13:03	13:23	25	39.85
17	12:23	13:23	13:43	25	41.41
18	12:43	13:43	14:03	25	43.03
19	13:03	14:03	14:23	25	44.72
20	13:23	14:23	14:43	25	46.47
合计					638.19

由上表可知，医院  $^{99m}\text{Tc}$  药物日用量合计需 638.19mCi 药物，故医院本项目申请的日最大用量 300mCi 能满足医院日常使用。

#### (2) PET 药物用量情况

本项目  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$  半衰期较短，一般药物由回旋加速器生产出来后，立即通过药物电梯送至负一楼核医学科分装室，立即给患者注射药物和扫描。回旋加速器每次只能生产一种核素，故  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$  药物给药时间上不冲突；核素日操作量的计算不考虑彼此注射、扫描时核素的衰减作用，主要考虑本核素服药患者扫描时间的自身衰变影响。 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$

在 PET 设备下扫描时间为 20min，从保守考虑， $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$  核素日最大用量按单日服药患者在某台设备下依次扫描算得； $^{15}\text{O}$  核素日最大用量按单日服药患者（2 人次/天）同时服药后，分别在 PET/CT、PET/MR 下扫描而算得。① $^{11}\text{C}$  单日服药患者 4 人/天，算得单日最低用药量 218.2mCi，本项目核医学科申请的  $^{11}\text{C}$  日最大用药量为 300mCi ( $1.11 \times 10^{10}\text{Bq/日}$ )，能满足本项目需要。② $^{13}\text{N}$  单日服药患者 3 人/天，算得单日最低用药量 317.3mCi，本项目核医学科申请的  $^{13}\text{N}$  日最大用药量为 400mCi ( $1.43 \times 10^{10}\text{Bq/日}$ )，能满足本项目需要。③ $^{15}\text{O}$  单日服药患者 2 人/天，算得单日最低用药量 30mCi，本项目核医学科申请的  $^{15}\text{O}$  日最大用药量为 100mCi ( $3.70 \times 10^9\text{Bq/日}$ )，能满足本项目需要。

$^{68}\text{Ga}$  由  $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$  发生器淋洗而来时，日操作量计算可不考虑  $^{68}\text{Ga}$  暂存时的衰减影响。当采用回旋加速器生产时，需考虑核素自身衰减， $^{68}\text{Ga}$  单日服药患者在 PET/MR 设备下依次等候扫描时（等候 50min、扫描 50min），算得所需单日最低用药量  $3.30 \times 10^9\text{Bq}$ ；本项目核医学科申请的  $^{68}\text{Ga}$  日最大用药量为  $4.44 \times 10^9\text{Bq}$  ( $120\text{mCi/日}$ )，能满足本项目需要。

$^{64}\text{Cu}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{124}\text{I}$  半衰期较长，当天生产或外购、当天注射时，核素日操作量可不考虑核素自身随时间的衰变影响。

本项目 PET 用的  $^{18}\text{F}$  药物由医院回旋加速器制备，PET 用药物根据实际需要制备，一般上午、下午各制备 1 次。由医院提供资料可知，PET/MR 的  $^{18}\text{F}$  服药患者给药后的候诊时间 40~60min，平均约 50min，扫描时间为 45min；考虑注射、摆位等后取 50min。PET/CT 的  $^{18}\text{F}$  服药患者给药后的候诊时间 60min，考虑注射、摆位等后的扫描时间为 20min。给药量按 10mCi 计、从保守考虑，本项目  $^{18}\text{F}$  日操作量均按 PET/CT 下扫描时算得，不同时间接受注射时的药量及日药量情况如下：

表 9-6 本项目  $^{18}\text{F}$  给药情况一览表

序号	注射时间	显像时间	进入观察室时间	注射药物量 (mCi)	初始活度 (mCi)
1	7:00	8:00	8:20	10	10.00
2	7:20	8:20	8:40	10	11.35
3	7:40	8:40	9:00	10	12.87
4	8:00	9:00	9:20	10	14.61
5	8:20	9:20	9:40	10	16.57
6	8:40	9:40	10:00	10	18.80
7	9:00	10:00	10:20	10	21.33
8	9:20	10:20	10:40	10	24.21
9	9:40	10:40	11:00	10	27.46
10	10:00	11:00	11:20	10	31.16

11	10:20	11:20	11:40	10	35.36
12	10:40	11:40	12:00	10	40.12
13	11:00	12:00	12:20	10	45.52
14	11:20	12:20	12:40	10	51.64
15	11:40	12:40	13:00	10	58.60
16	12:00	13:00	13:20	10	66.48
小计					486.08
下午					
17	12:20	13:20	13:40	10	10.00
18	12:40	13:40	14:00	10	11.35
19	13:00	14:00	14:20	10	12.87
20	13:20	14:20	14:40	10	14.61
21	13:40	14:40	15:00	10	16.57
22	14:00	15:00	15:20	10	18.80
23	14:20	15:20	15:40	10	21.33
24	14:40	15:40	16:00	10	24.21
25	15:00	16:00	16:20	10	27.46
26	15:20	16:20	16:40	10	31.16
27	15:40	16:40	17:00	10	35.36
28	16:00	17:00	17:20	10	40.12
小计					263.84
合计					749.93

同理，一部分患者在PET/MR下显像，一部分在PET/CT下显像时：PET/MR日最大扫描人次为12人次（早7点到晚6点），则PET/CT扫描16人：上午、下午各生产一次药物，考虑核素衰减后，PET/MR扫描12人次所需药量为304.28mCi。叠加PET/CT扫描的16人次所需药量486.08mCi后为790.08mCi。

综上所述可知，医院<sup>18</sup>F药物日用量最大为790.08mCi，故医院本项目申请的日最大用量900mCi（ $3.33 \times 10^{10}$ Bq）能满足医院日常使用。

### (3) <sup>99m</sup>Tc 显像工作流程

①根据需求，接受显像检查的人员先进行预约登记；确定用药量；向合格的药物供货商订购药物；

②受检者按约定时间在给药前候诊区准备和等候；

③准备好的受检者经过专用通道进入注射室，核医学科药物注射医务人员佩戴个人剂量计、穿戴好个人防护用品从贮药铅罐内用一次性注射器汲取计划的药量；在注射台前为

受检者注射药物或服用药物；

④注射了放射性药物的受检者进入给药后候诊区候诊或进行检查前的准备；

⑤注射了放射性药物的受检者根据工作人员叫号：从 SPECT 注射后休息室进入 SPECT/CT 机房检查；SPECT/CT 机房控制室医务人员帮助受检病人摆好位后进入操作间进行隔室操作；

⑥检查完成：受检者通过专用通道离开核医学区域。

#### (4) PET 显像工作流程

①根据需要，接受显像检查的人员先进行预约登记；确定用药量；制定回旋加速器药物生产计划；

②受检者按约定时间在给药前候诊区准备和等候，待叫号后进入注射室接受药物注射；

③用回旋加速器生产放射性药物：通过药物电梯送至分装室；核医学科药物注射医务人员佩戴个人剂量计、穿戴好个人防护用品从贮药铅罐内用一次性注射器汲取计划的药量，在注射台前为受检者注射药物；

④注射了放射性药物的受检者进入 PET 注射后休息室候诊；

⑤注射了放射性药物的受检者根据工作人员叫号：从 PET 注射后休息室进入 PET/CT 或 PET/MR 机房检查，PET 机房控制室医务人员帮助受检病人摆好位后进入操作间进行隔室操作；

⑥检查完成：受检者通过专用通道离开核医学区域。

显像患者显像检查流程图如下：

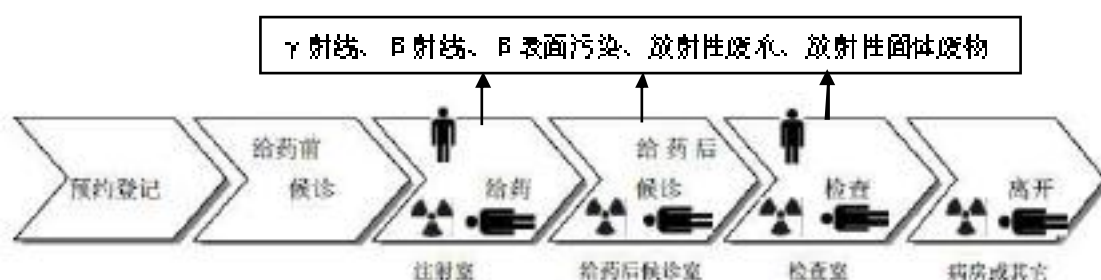


图9-17 SPECT、PET 显像检查流程图

### 10.2.2<sup>131</sup>I 核素治疗

#### (1) 甲亢治疗

①根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前登记预约，进行治疗前准备：停用影响甲状腺摄取<sup>131</sup>I药物及低碘饮食1~2周。

②测定甲状腺  $^{131}\text{I}$  摄取率、甲状腺重量等。

③确定给药活度、预定药物量，在甲亢留观室给患者给药，患者空腹口服  $^{131}\text{I}$ 。甲亢患者服碘后观察无异常后可直接离开。

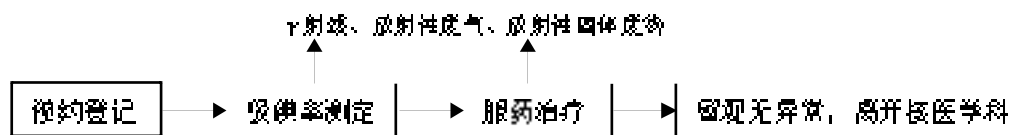


图 9-13  $^{131}\text{I}$  甲亢治疗流程示意图

## (2) 甲癌治疗

①根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前登记预约，进行治疗前准备：停用抗甲状腺药物两周以上，低碘饮食四周等；

②进行相关检查和甲状腺  $^{131}\text{I}$  摄取率测定；

③ $^{131}\text{I}$  治疗的患者进行甲状腺显像；

④根据甲状腺相关情况制定治疗剂量方案；

⑤在给药窗口按制定的方案给患者服碘，治疗甲癌的  $^{131}\text{I-NaI}$  剂量较大，必需住院治疗，直到体内  $^{131}\text{I}$  活度降低到 400MBq 以下，方可出院。

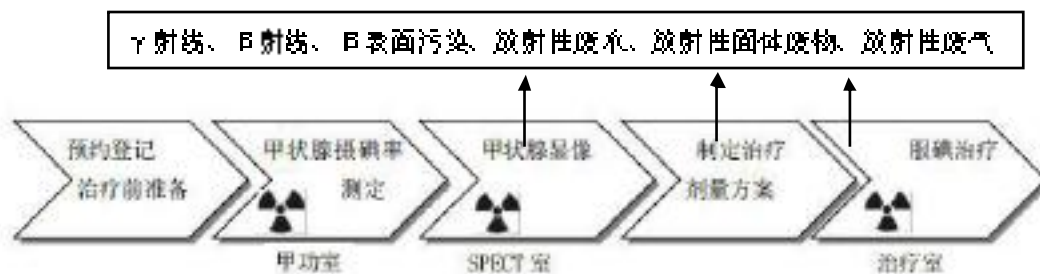


图 9-19  $^{131}\text{I}$  甲癌核素治疗

## 10.2.3 前列腺癌治疗 ( $^{177}\text{Lu}$ )

前列腺癌治疗患者在核医学科候诊大厅候诊，待叫到号后，进入  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  工作场所的给药室服用药物，服药后进入病房区域的前列腺癌病房住院治疗，治疗结束后通过核医学科北面出口离开核医学科。

## 10.2.4 其他核素治疗 ( $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{188}\text{Re}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ )

$^{89}\text{Sr}$ 、 $^{188}\text{Re}$ 、 $^{223}\text{Ra}$  骨转移瘤治疗是病人在注射室通过静脉注射放射性核素注射液对骨转移癌进行治疗，注射完成后病人即可离院。

## 10.3 工作负荷

本项目核医学科年接诊人数及最大服药量情况如下：



表 9-7 核医学科年接诊人数及最大服药量情况

序号	核素名称	单次最大给药量 (MBq)	日工作量	年工作时间 (天)/批次	主要用途	来源
1	$^{11}\text{C}$	555	4 人	150	PET 显像	医院回旋加速器生产, $^{68}\text{Ge}$ 还包括 $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$ 发生器清洗而来。
2	$^{13}\text{N}$	555	3 人	100		
3	$^{15}\text{O}$	555	2 人	50		
4	$^{18}\text{F}$	370	28 人	250		
5	$^{67}\text{Ga}$	250	6 人	100		
6	$^{90}\text{Zr}$	148	4 人	50		
7	$^{90}\text{Cu}$	290	4 人	50		
8	$^{123}\text{I}$	40	4 人	50	PET 显像	外购
9	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	925	20 人	250	SPECT 显像	
10	$^{131}\text{I}$	7400	5 人/周	50 周	甲亢治疗	
11	$^{125}\text{I}$	555	10 人	150	甲亢治疗	
12	$^{177}\text{Lu}$	7400	1 人	250	前列腺治疗	
13	$^{90}\text{Sr}$	148	5 人	50	骨转移瘤	
14	$^{223}\text{Ra}$	148	2 人	250		
15	$^{225}\text{Ra}$	148	2 人	250		

$^{99\text{m}}\text{Tc}$  药物注射时间约 30s/人，摆位时间约 1min/人，病人扫描时间约 10min/人。

PET 正电子显像患者药物注射时间约 30s/人，摆位时间约 1min/人，PET/CT 患者扫描时间约 20min/人，PET/MR 患者扫描时间为 50min/人。

骨转移瘤治疗患者注射时间约 30s/人。本项目核医学科配备 21 名辐射工作人员。

### 11.V 密封源使用项目

本项目核医学科 PET 显像使用 5 枚  $^{68}\text{Ge}$  密封源用于 PET/CT 校准，均为 V 类密封源；动物实验室使用 1 枚  $^{68}\text{Ge}$ 、1 枚  $^{22}\text{Na}$  密封源用于 microPET/CT 图像质量校正，使用 1 枚  $^{137}\text{Cs}$  密封源用于配套 Radio-HPLC（高效液相色谱）校准。图像质量校正及设备校准的主要工作原理为利用放射源产生的  $\beta$ 、 $\gamma$  射线对设备进行质控校准。放射源的污染物包括  $\beta$  射线、 $\gamma$  射线。

密封源用于 PET 设备校准：辐射工作人员依托核医学科工作人员，设备校准频率一般为每半年一至二次，操作人员安装好校准源时间约 20min，则安装放射源年最大时间为 1.33h。

## 二、污染源项

### 1 医用 III 类射线装置

本项目使用的 ERCP 手术类专用 X 射线机及其他医用 II 类射线装置 (CT、DR、数字胃肠机、X 射线骨密度仪、X 射线体外碎石机、乳腺钼靶机、口腔 CT、口腔全景机、牙片机、移动式 C 臂机、移动 DR、移动 CT、X 射线模拟定位机、CT 模拟定位机、SPECT/CT、PET/CT、microPET/CT 等) 在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下:

#### (1) 正常工况

在采取隔室操作的情况下, 并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下, X 射线机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。

#### (2) 事故工况

① X 射线装置发生 X 射线无法停束故障, 人员入内受到误照射。

② 工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离照射室, X 射线装置运行可能产生误照射。

③ 安全装置发生故障状况下, 人员误入正在运行的 X 射线装置机房内。

本次评价项目中使用的 X 射线装置均为数字化设备, 不会产生废显影水、定影水, 因此不存在污水污染的问题。主要污染为 DSA 运行过程中产生的 X 射线的外照射影响。

### 2. 数字减影血管造影 (DSA)

#### 2.1 正常工况

在采取隔室操作的情况下, 并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下, DSA 机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。介入人员在介入室内进行出束操作时, 受到 X 射线的外照射影响。

#### 2.2 事故工况

(1) DSA 发生 X 射线无法停束故障, 介入室内工作人员受到持续照射。

(2) 工作人员在防护门关闭前尚未撤离介入室, DSA 运行出束可能产生误照射。

(3) 安全装置发生故障状况下, 人员误入正在运行的 DSA 介入室内。

本次评价项目中使用的 DSA 为在显示屏上观察诊断结果, 并采用数字打印机打印诊断结果, 不使用胶片摄影, 不会产生废显影水、定影水, 因此不存在污水污染的问题。主要污染为 DSA 运行过程中产生的 X 射线的外照射影响。

### 3. 医用电子直线加速器

#### 3.1 设备参数

本项目直线加速器 X 射线能量最大为 15MV, 相关参数如下:

表 9-8 直线加速器技术参数一览表

射线类型	射线能量	正常治疗距离	最大输出剂量率	最大照射野	
X 线	6/10/15MV	源靶距 100cm	6MV: 16 Gy/min 10MV: 24 Gy/min 15MV: 10 Gy/min	40cm×40cm	
电子线	6~22MeV	源靶距 100cm	10 Gy/min	25cm×25cm	
X 线泄漏率		中子泄漏率	等中心高度	等中心精度	机械旋转范围
≤0.1%		≤0.01%	1.295m	≤2mm	0°~360°

### 3.2 污染因子

医用电子直线加速器在使用过程中产生的主要环境影响及影响因子如下:

#### (1) 正常工况

加速器产生的电子束和 X 射线束,以及在产生这两种辐射的过程中产生的其它 X 射线和中子等次级辐射:一般均可称之为瞬时辐射,它在加速器运行中产生,关机后立即消失,是加速器屏蔽、防护和监测的主要对象。

与瞬时辐射相对应的还有剩余辐射,剩余辐射是加速器初级粒束和次级辐射在加速器结构材料及环境介质(空气、屏蔽物等)诱发生成的感生放射性,这种辐射在加速器运行停止后继续存在,对于加速器的屏蔽设计不是重点考虑的对象,但对加速器停机后的维修、常规调试、换靶操作等工作而言,都是防护的重点。

#### ① 电子束

电子加速器加速的电子本身在物质中的射程很短,很容易被加速器的靶件或其它构件所阻止,不会直接造成危害,然而被加速器加速的电子束穿过薄膜窗从加速器中引出后,成为能量较高的外电子束:它在空气中的射程较长:这时要绝对禁止非治疗人员在加速器开机时误入治疗室:以防被电子束或散射电子照射造成事故。

#### ② 高能 X 射线

加速器发出的高能 X 射线一般指电子束被靶或其它物质阻止所产生的具有连续能谱的韧致辐射。它的发射率与电子的能量、束流强度、靶物质原子序数及靶厚度有关,并随发射角度而异,加速电子轰击靶物质时,不仅沿电子入射方向(即 0°方向)有 X 射线发射,即便沿其它方向也有 X 射线发射,屏蔽设计时,除了关心对 0°方向的 X 射线的屏蔽防护,还须对 90°方向甚至 130°方向发射的 X 射线的防护。

对于特征 X 射线:由于其能量一般低于数十千伏,强度也远小于韧致辐射,所以比较而言,在防护上一般可忽略。

被靶或电子束引出窗反射的电子往往具有足够高的能量，它们打到其它材料上产生 X 射线，X 射线又在各种材料上产生反散射，这些构成的杂散 X 射线也是辐射防护上不可忽视的辐射来源。

### ③中子

当加速器工作在 10MeV 以上时，无论 X 射线状态还是电子束状态：都有可能使被照射物质原子核产生某种有意义的光致裂变。此时被电子束照射的材料，既是电子-X 射线转换靶，又是 X 射线-中子转换靶。对大多数元素而言：产生中子的激发作用出现在 10-20MeV 范围内：本项目中的医用电子直线加速器正处于此范围内。

### ④感生放射性

感生放射性核素种类较多，半衰期长短不一，短者只有 7.3s；长者达 15h，多数核素在数分钟至半小时之内，感生放射性以靶装置部位为最高。

### ⑤其他

高能电子与空气中的氧分子作用还会产生臭氧及 NO<sub>x</sub> 废气。

因此，在开机期间：X 射线成为加速器污染环境的主要因子；其次为中子及臭氧及 NO<sub>x</sub> 废气。极少量的放射性固体废物来自加速器的废弃靶。

## (2) 事故工况

直线加速器的 X 射线受开机和关机控制：关机时没有射线发出。因此，检修方便，断电状态下也较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

①工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离辐照室，加速器运行可能产生误照射。

②安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的加速器辐照室受到照射。

③工作人员误操作导致病人受到不必要的照射。

## 4.螺旋断层放射治疗系统 (TOMO)

### 4.1 设备参数

螺旋断层放射治疗系统 X 射线能量最大为 6MV，等中心位置 85cm 处的最大剂量率为 10Gy/min；泄漏辐射比率为 0.1%。系统自带主束挡铅厚度为 12.5cm 铅。

### 4.2 污染因子

由工作原理可知，螺旋断层放射治疗系统使用的直线加速器产生的 X 射线能量最大为 6MV，故污染因子主要为 X 射线，其次为臭氧和氮氧化物。X 射线随机器的出束与停束而产生和消失，污染途径为外照射影响。

螺旋断层放射治疗系统事故工况同医用电子直线加速器，故在此不赘述。故项目正常工况和事故工况下：主要污染因子为 X 射线。

## 5.射波刀

### 5.1 设备参数

射波刀治疗系统 X 射线能量最大为 6MV；等中心位置 80cm 处的最大剂量率为 10Gy/min；泄漏辐射比率为 0.1%。

### 5.2 污染因子

由工作原理可知，射波刀治疗系统使用的直线加速器产生的 X 射线能量最大为 6MV；X 射线成像系统使用的 kV 级的 X 射线球管产生的 X 射线，故污染因子主要为 X 射线，其次为臭氧和氮氧化物。X 射线随机器的出来与停束而产生和消失，污染途径为外照射影响。

射波刀治疗系统事故工况同医用电子直线加速器，故在此不赘述。故项目正常工况和事故工况下，主要污染因子为 X 射线。

## 6.后装治疗机 ( $^{192}\text{Ir}$ ) 项目

本项目放射源为  $^{192}\text{Ir}$ ，半衰期 74.02d，能谱较为复杂， $\gamma$ 线的平均能量为 468keV（最高 670keV），放射性活度 10Ci。由其工作原理可知， $^{192}\text{Ir}$  后装机会产生  $\gamma$  射线污染。

### 6.1 正常工况

$^{192}\text{Ir}$  后装机需考虑防护的  $\gamma$  射线一般分成三类：主射线、漏射线和散射线。

#### (1) 主射线

主射线又称为有用射线、原射线，它直接来源于  $\gamma$  放射源；是放射治疗中所需要的射线，也是机房墙体屏蔽主要防护部位。

#### (2) 漏射线

漏射线是通过储源罐的防护材料或人体，由  $\gamma$  放射源向外发射的射线，它包括除有用射线外的未被人体吸收的射线和在储源罐屏蔽防护材料内产生的散射线两部分。

对放射防护而言：主要应考虑放射源处于照射位置时的情况；当放射源处于贮存位置时：储源罐产生的漏射线已达到可以接受的辐射水平。

#### (3) 散射线

散射线是有用射线作用在病人或其它物体上，由于散射作用而产生的射线，漏射线也能产生散射线；散射线可以有一次，两次以及更多次的散射。

从上述内容看，其放射性污染物为  $\gamma$  辐射，其污染途径为直接外照射。

### 6.2 事故工况

$^{192}\text{Ir}$ 后装治疗机在使用过程中，在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

(1) 在运输、安装、使用、退役过程中屏蔽体（屏蔽装置）发生损坏导致源不能被屏蔽。

(2) 因工作人员操作不当或出现设备故障，在设备安装和换装放射源时，发生放射源由设备或容器中跌落出来，造成安装或操作人员受到强辐射照射。

(3) 后装治疗机处于运行状态时，因故障发生门机联锁装置失效，导致人员误入处于运行状态的机房，受到不必要的辐射照射。

(4) 由于管理不善，源发生被盗、丢失、遗弃等事故，而引发环境辐射污染。

(5) 施源器没有对准医疗部位就进行辐照治疗。

(6) 出现卡源事故：导致源无法收回到后装治疗机内，而使患者或工作人员受到超剂量照射。

### 7. $^{60}\text{Co}$ 头部伽马刀

由《Leksell Gamma Knife Perfexion Instructions for Use》（附件 11）可知，设备源在关闭和正常运行时机房内的最大剂量率如下：

表 9-9 头部伽马刀机房内最大剂量率及位置

序号	源状态	位置		剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	源束关闭	垂直	设备表面，距地 1.5m	13
2	源束关闭	水平	设备表面，距地 1m	13
3	源出束	垂直	设备表面，距地 1m	8000
4	源出束	水平	设备表面，距地 1m	8036

#### 7.1 正常工况

由其工作原理可知，在非治疗状态下：放射源置于屏蔽体内；治疗状态下，使用放射源对患者肿瘤进行照射治疗的同时，对周围环境产生 $\gamma$ 射线辐射污染；设备由厂家负责设备的安装及放射源的更换及回收。

非治疗状态下： $\gamma$ 射线辐射污染主要为设备的泄漏辐射。

治疗状态下： $\gamma$ 射线辐射污染主要为散射辐射。

#### 7.2 事故工况

$^{60}\text{Co}$  头部伽马刀在使用过程中，在意外情况下，可能出现的辐射事故（事件）如下：

(1) 在运输、安装、使用、退役过程中屏蔽体（屏蔽装置）发生损坏导致源不能被屏蔽：使周围的 $\gamma$ 辐射水平增高，从而使工作人员和公众受到较大的附加照射；故在放射源的运输及安装过程中必须严格按照操作规程操作防止事故发生。

(2) 因操作不当或出现设备故障，在设备安装和换装放射源时：发生放射源由设备或容器中跌落出来：造成安装人员受到强辐射照射，故放射源的安装须由专业人员安装，且安装人员在放射源安装时应配置铅衣、个人剂量报警仪等辐射防护装置。

(3) 治疗仪处于运行状态时：因故障：发生门机联锁装置失效，导致人员误入处于运行状态的治疗室机房，受到不必要的辐射照射，因此：工作人员应每天检查安全联锁装置，防止事故的发生。此时操作人员应立即按下紧急按钮结束治疗。

(4) 由于管理不善，源发生被盗、丢失、遗弃等事故，而引发环境辐射污染。医院的放射源由专人管理：下班后由专人锁门，且放疗中心安排人员 24 小时值班，防止放射源被盗。

(5) 治疗结束后：源体准直器未能旋转到关闭状态，导致设备一直处于运行状态，此时：工作人员应穿戴好铅衣等防护用品进入治疗室，采用手动装置关闭放射源。

(6) 放射源没有对准医疗部位就进行照射治疗，操作人员均须经培训合格后上岗，且按操作规程操作，防止事故的发生。当发生事故时操作人员应立即按下紧急按钮结束治疗。

### 3.回旋加速器及制备 PET 药物场所

根据医院提供资料可知，本项目回旋加速器为自屏蔽回旋加速器：设备型号待定：候选设备包括GE公司的PET trace（质子能量16.5MeV，束流 $\leq 130\mu\text{A}$ ）、IBA公司的Cyclone KIUBE 100（质子能量13MeV，束流 $\leq 100\mu\text{A}$ ）、Cyclone KIUBE 150（质子能量18MeV，束流 $\leq 130\mu\text{A}$ ）。由医院提供资料可知，自屏蔽的PET trace回旋加速器1m处的剂量率 $\leq 25\mu\text{Sv/h}$ ；自屏蔽的Cyclone KIUBE 150回旋加速器1m处的剂量率最大为 $277.4\mu\text{Sv/h}$ ：故本项目选取辐射影响最大的Cyclone KIUBE 150型自屏蔽回旋加速器作为代表进行分析和评价。

IBA公司生产的CyClone KIUBE型回旋加速器：最大能量18MeV，流强为 $75\mu\text{A}\times 2$ （双靶），本项目回旋加速器设备参数见表9-10。

表9-10 本项目回旋加速主要参数

项目	主要参数
生产厂家	IBA公司
型号	CyClone KIUBE 150
加速粒子	质子
加速质子能量	18MeV
最大束流	$2\times 75\mu\text{A}$ （双靶）
最大中子产额	$3.55\times 10^{14}/\text{s}$
靶材料	富集 $^{18}\text{O}$ ，双靶
核反应	$^{18}\text{O}(\text{p}, \text{n})^{18}\text{F}$

生产能力		$^{13}\text{F}$ 核素, 生产能力 3.6 Ci/h, 合成效率 60%±5% (EOS). $^{11}\text{C}$ 核素, 生产能力 2.6 Ci/40min, 合成效率 60%±5%。 $^{15}\text{N}$ 生产能力 1.6 Ci/60min, 合成效率 60%±5%。 $^{18}\text{O}$ 生产能力 0.08 Ci/3min, 合成效率 60%±5%。 $^{67}\text{Cu}$ 生产能力 0.5 Ci/3600min, 合成效率 90%±5%。 $^{68}\text{Ga}$ 生产能力 1 Ci/30min, 合成效率 90%±5%。 $^{225}\text{Ac}$ 生产能力 0.1 Ci/180min, 合成效率 90%±5%。
双束流 $2\times 75\mu\text{A}$ 条件下, 1米处总剂量率	中子	235.2 $\mu\text{Sv/h}$
	$\gamma$	42.2 $\mu\text{Sv/h}$
	总计	277.4 $\mu\text{Sv/h}$

回旋加速器使用过程中的放射性污染物和污染途径如下:

### 8.1 正常工况

#### (1) $\gamma$ 射线辐射

回旋加速器质子轰击靶而产生  $^{11}\text{C}$ 、 $^{18}\text{F}$  等, 该反应产生的  $^{11}\text{C}$ 、 $^{18}\text{F}$  等核素发生 $\beta$ 衰变时伴随发射 0.511MeV 的 $\gamma$ 射线。中子与周围物质相互作用时产生俘获中子 $\gamma$ 射线。因此,  $\gamma$ 射线是该项目的主要污染因子之一。

#### (2) 中子

回旋加速器用质子轰击靶子发生  $^{14}\text{N}(\text{p}, \alpha)^{11}\text{C}$ 、 $^{18}\text{O}(\text{p}, \text{n})^{18}\text{F}$  等核反应: 在产生  $^{11}\text{C}$ 、 $^{18}\text{F}$  等核素的同时: 也产生快中子。因此, 中子也是回旋加速器污染环境的主要污染因子。

#### (3) 废水

回旋加速器工作时, 内循环系统冷却水在回旋加速器内受照射后产生放射性核素, 主要是  $^{15}\text{O}$  (半衰期  $T_{1/2}=2.1\text{min}$ )、 $^{13}\text{N}$  (半衰期  $T_{1/2}=10\text{min}$ )、 $^{11}\text{C}$  (半衰期  $T_{1/2}=20.4\text{min}$ ), 半衰期均较短, 且冷却水沿闭合回路在自屏蔽体内循环使用: 因此这一过程不会对水造成放射性污染。

热室房间自动合成时, 每次合成产生约 10ml 的废水。

#### (4) 废气

回旋加速器生产核素的过程中, 中子及次级辐射与空气作用, 在室内会产生少量的放射性气体 (如  $^{15}\text{O}$ : 半衰期  $T_{1/2}=2.1\text{min}$ ;  $^{13}\text{N}$ : 半衰期  $T_{1/2}=10\text{min}$ ;  $^{11}\text{C}$ : 半衰期  $T_{1/2}=20.4\text{min}$ ;  $^{41}\text{Ar}$ : 半衰期  $T_{1/2}=1.83\text{h}$ ; ) 及臭氧、氮氧化物等。

PET 药物合成过程中产生的短半衰期放射性气体, 废气由专用排风管排出, 排气管道安装有活性炭过滤吸附装置。



### (5) 固体废弃物

质子轰击靶等物体时：会产生感生放射性：回旋加速器的靶膜由厂家专业人员负责更换：换下的靶膜置于回旋加速器自带的铅罐中：由生产厂家回收处理：废气处理系统更换产生的少量废旧活性炭，废旧活性炭暂存在废物间内暂存处理，衰变至少 10 个半衰期后按非放射性废物处理。

### (6) 非放射性废气

回旋加速器机房内空气在射线强辐射下，吸收辐射能量并通过电离产生臭氧 ( $O_3$ ) 和氮氧化物 ( $NO_x$ )，它们是具有刺激作用的有害气体：回旋加速器机房设置通风系统，通风系统设置中效过滤网和高效活性炭过滤装置：排出口高出本栋建筑屋脊。

## 8.2 事故工况

回旋加速器在意外情况下：可能出现的辐射事故如下：

(1) 人员在防护门关闭前尚未撤离辐照室，加速器运行可能产生误照射：在辐照室防护门内与操作室设置有人工紧急停机及开门按钮，只要未撤离人员了解该按钮的作用，可避免此类事故的发生：因此，在加速器机房内应设置此按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

(2) 安全联锁装置或报警系统发生故障状况下：人员误入正在运行的回旋加速器机房内：因此，工作人员应每天检查安全联锁装置：且医务人员必须严格按照加速器操作程序进行操作，防止事故的发生。当发生事故时立即按下紧急按钮停止运行：减少事故的影响。

(3) 熔靶事故、在核素制备过程中，靶处于高压状态：且粒子轰击靶会产生高温，当靶的冷却系统异常时，可能导致靶被打穿，使得靶水进入真空系统：靶物质冷凝在真空管壁上，造成污染。发生此类事故时：可关闭回旋加速器机房防护门 24h，利用  $^{12}C$ 、 $^{16}O$  半衰期较短的特点：进行自然衰变后再进行处理。

(4) 冷却水系统管道破裂等致使冷却水流程，污染地面、设备等，对人员产生外照射等影响：发生此类事故时，可关闭回旋加速器机房防护门 24h，利用  $^{12}C$ 、 $^{16}O$  等核素半衰期较短的特点：进行自然衰变后再进行处理。长半衰期核素污染地面时：用吸水纸吸附液体，再清洗，清洗液体少时用吸水纸吸附，作为放射性固体处理：液体量太大时，收集在塑料桶内暂存，暂存 10 个以上半衰期后排入放射性废液衰变池进一步暂存衰变处理：最终与其他放射性废水一起排出。

## 9. 动物实验室

### 9.1 正常工况

(1) 小动物 PET/CT 成像仪产生的 X 射线；

(2) 放射性药品在淋洗、标记、分装、运送和使用过程中发射的  $\gamma$  射线；

(3) 放射性药品配制和治疗、生物分布实验、小动物 PET/CT 显像实验过程中产生的  $\beta$  表面污染；

(4) 放射性废水：注射药物后的小动物偶尔排泄物和放射性药品操作过程中偶尔滴漏和去污洗涤液；

(5) 放射性固体废物：手套、一次性垫纸（注射台上）、注射器、吸水纸、包裹用具的塑料膜；注射药物后的解剖、处死的小动物尸体；废旧  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$  发生器、标记、合成、淋洗放射性药物器皿、测量解剖等实验器材以及定期更换的活性炭；废药瓶、注射器、棉签、棉球、手套等放射性固体废物；

(6) 放射性药品配制和实验过程中产生的微量放射性气溶胶。

## 9.2 事故工况

(1) 放射性液体洒漏：使工作环境受到污染；工作人员受到外照射；

(2) 操作人员身体受放射性物质表面沾污；

(3) 保管不善：放射性物品被盗，流失到社会，对局部环境产生污染；并可能使部分公众受到照射可能使部分公众受到照射。

## 10. 核医学科非密封放射性物质工作场所

本项目使用的各核素的半衰期、衰变方式等情况见表 9-11。

表 9-11 本项目非密封放射性核素的相关属性

核素名称	状态	半衰期	毒性级别	衰变方式	主要射线和能量 (MeV)
$^{11}\text{C}$	液态	20.39min	低毒	$\beta^+$ 、EC	$\gamma$ 0.511 (200%)
$^{11}\text{H}$	液态	9.97min	低毒	$\beta^+$ 、EC	$\gamma$ 0.511 (200%)
$^{18}\text{O}$	液态	2.0min	低毒	$\beta^+$ 、EC	$\gamma$ 0.511 (200%)
$^{18}\text{F}$	液态	109.7min	低毒	$\beta^+$ 、EC	$\gamma$ 0.511 (194%)
$^{68}\text{Ga}$	液态	68.3min	低毒	$\beta^+$ 、EC	$\gamma$ 0.511 (178%)
$^{67}\text{Zr}$	液态	78.41h	中毒	$\beta^+$ 、EC	$\gamma$ 0.511 (200%)
$^{64}\text{Cu}$	液态	12.7h	低毒	$\beta^-$ 、 $\beta^+$ 、EC	$\gamma$ 1.3458 ( $5 \times 10^{-4}$ )
$^{125}\text{I}$	液态	4.17d	中毒	$\beta^-$ 、EC	$\gamma$ 0.602 (62.9%) $\gamma$ 1.691 (10.88%) $\gamma$ 0.7228 (10.35%)
$^{125}\text{Te}$	液态	6.02h	低毒	$\beta^-$ 、IT	$\gamma$ 0.141 (89%)
$^{131}\text{I}$	液态	3.04d	中毒	$\beta^-$	$\gamma$ 0.364 (82%)
$^{177}\text{Lu}$	液态	6.71d	中毒	$\beta^-$	$\gamma$ 0.2034 ( $1.1 \times 10^{-4}$ ) $\gamma$ 0.1130 ( $6.4 \times 10^{-4}$ )

					3X0.0558
$^{90}\text{Sr}$	液态	50.5d	中毒	$\beta^-$	$\beta$ 1.49 (100%)
$^{131}\text{Ba}$	液态	11.43d	极毒	$\alpha$	0.1543 (5.58%)
$^{131}\text{Ba}$	液态	17.0h	中毒	$\beta^-$	$\gamma$ 0.6330 ( $1.27\times 10^{-2}$ ) $\gamma$ 0.1550 ( $1.51\times 10^{-1}$ ) 3X0.0630

注：衰变方式栏中 EC 表示轨道电子俘获；IT 表示同质异能跃迁。

## 10.1 核医学科

本项目各非密封放射性物质使用过程中产生的主要放射性污染物和污染途径如下：

### 10.1.1 $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$

(1)  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  放射性药物的给药、收集含放射性废物等操作过程中，操作人员将受到放射性药物或含  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  核素的液体、固体等发射的  $\beta$  射线、 $\gamma$  射线以及  $\beta$  射线与物质相互作用产生的韧致辐射对人员的外照射影响。

(2)  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  诊断或治疗患者服药后，本身短时间内便是一个辐射体（源），对周围的环境可能造成外照射影响：主要为  $\gamma$  射线。

(3)  $^{131}\text{I}$  为挥发性核素：在人员给药、收集放射性废物等操作过程或服  $^{131}\text{I}$  药物患者呼出，而使  $^{131}\text{I}$  进入空气中：非密封源工作场所周围工作或公众成员吸入  $^{131}\text{I}$  而产生内照射影响。

(4) 放射性核素操作过程及  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  患者留院期间将产生放射性废液和受污染的固体废物：放射性药品使用过程中产生的  $\beta$  表面污染。

(5)  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  工作场所通风系统过滤装置更换下来的废弃的活性炭。

### 10.1.2 $^{99\text{m}}\text{Tc}$

(1) 放射性药品  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  发射的  $\beta$ 、 $\gamma$  射线。

(2) 放射性药品使用过程中产生的  $\beta$  表面污染。

(3) 放射性废水：在医院候诊期间病人排泄物和放射性药品操作过程的去污洗涤液。

(4) 放射性固体废物：废药瓶、注射器、棉签、棉球、手套等放射性固体废物。

(5) 放射性药品给药过程中产生的微量放射性气溶胶。

(6)  $^{51}\text{Cr}/\text{DCT}$  扫描时产生的 X 射线对公众及辐射工作人员的外照射。

(7) 核医学科工作场所通风系统过滤装置更换下来的废弃的活性炭。

### 10.1.3 正电子显像药物

(1) 放射性药品  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{67}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{124}\text{I}$  发射的  $\beta$ 、 $\gamma$  射线。

(2) 放射性药品使用过程中产生的 $\beta$ 表面污染。

(3) 放射性废水：在医院候诊期间病人排泄物和放射性药品操作过程的去污洗涤液。

(4) 放射性固体废物：废 $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$ 发生器、废注射器、棉签、棉球、手套等放射性固体废物。

(5) 放射性药品给药过程中产生的微量放射性气溶胶。

(6) PET/CT 扫描时产生的 X 射线对公众及辐射工作人员的外照射。

(7) 核医学科工作场所通风系统过滤装置更换下来的废弃的活性炭。

#### 10.1.4 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{188}\text{Re}$

(1) 放射性药品  $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{188}\text{Re}$  发射的 $\beta$ 及与物质相互作用产生的韧致辐射。

(2) 放射性药品使用过程中产生的 $\alpha$ 或 $\beta$ 表面污染。

(3) 放射性固体废物：废药瓶、注射器、棉签、棉球、手套等放射性固体废物。

(4) 放射性药品给药过程中产生的微量放射性气溶胶。

(5) 核医学科工作场所通风系统过滤装置更换下来的废弃的活性炭。

#### 10.2 事故工况

该评价项目使用的非密封放射性物质主要发生的放射性污染有：

(1) 非密封放射性物质洒漏，使工作环境受到污染，工作人员受到外照射；

(2) 操作人员身体受放射性物质表面沾污，可能发生的内照射；

(3) 保管不善：放射性物品被盗，流失到社会，对局部环境产生污染；并可能使部分公众受到照射。

#### 11.V 类密封源

本项目使用的  $^{68}\text{Ge}$ 、 $^{22}\text{Na}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  为 V 类密封放射源，用做 PET/CT、SPECT/CT、高效液相色谱仪的校准源，属于极低危险密封源。使用过程中可能产生以下影响：

##### 11.1 正常工况

由于放射源是密封源，源活性物质也不会泄露， $\beta$ 射线射程短穿透能力弱；因此在正常情况下， $\gamma$ 射线将是对人体产生主要影响的外照射；而无放射性“三废”排放。废旧放射源交由生产厂家回收处理。

##### 11.2 事故工况

(1) 放射源丢失或被盗，屏蔽罩被打开，对公众产生外照射。

(2) 外力撞击导致放射源跌落裸露时，使工作人员或公众受到外照射。

表 10 辐射安全与防护

一、项目安全设施

1. ERCP 手术类专用 X 射线机及 III 类射线装置

1.1 控制区与监督区

(1) 医技楼一楼

医院在医技楼一楼设置有 14 间射线装置机房，新增 1 台双源 CT、3 台 CT、4 台 DR、2 台数字胃肠机、2 台 X 射线骨密度仪、2 台乳腺钼靶机。医院将 DR、CT 机、双源 CT、数字胃肠机、X 射线骨密度仪、乳腺钼靶机机房曝光室划为控制区，将控制室及墙体外 30cm 划为监督区；并在机房患者出入防护门门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯等；以防止和避免人员误闯入或误照。平面布置及区域划分见图 10-1、图 10-2。

(2) 医技楼四楼

医院在医技楼四楼建设有 6 间固定防护机房供移动式 C 臂机、移动式 O 臂机、移动 DR、移动 CT 等使用，移动式 C 臂机、移动 DR、移动 CT 在固定防护机房内使用时，将固定防护机房划为控制区，将固定防护机房墙体外 30cm 划为监督区，并在机房患者出入防护门门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯等；以防止和避免人员误闯入或误照。平面布置及区域划分见图 10-3。

医院移动式 C 臂机、移动 DR、移动 CT 在院内固定防护机房外的其他地方移动使用时：将移动式 C 臂机、移动式 O 臂机、移动 DR、移动 CT 出束时所在房间划为临时控制区；将移动式 C 臂机、移动式 O 臂机、移动 DR、移动 CT 出束时所在房间外 30cm 划为临时监督区。对病房内可移动人员，采用清场：让人位于曝光房间外；对该房间内无法移动的病人采取铅衣或铅屏风等防护措施，减少人员的受照剂量。对监督区采用人员管理：如出束期间，在出束所在房间四周过道设置人员巡视；告知其他无关人员暂时勿靠近等。

(3) 国际医疗门诊中心一楼

医院在国际医疗门诊中心一楼设有 CT、DR、数字胃肠机、骨密度仪、乳腺钼靶机机房各 1 间，使用 CT、DR、数字胃肠机、骨密度仪、乳腺钼靶机各 1 台。

医院将 CT、DR、数字胃肠机、骨密度仪、乳腺钼靶机机房曝光室划为控制区；将控制室及墙体外 30cm 划为监督区，并在机房患者出入防护门门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯等；以防止和避免人员误闯入或误照。平面布置及区域划分见图 10-4。

(4) 科研楼三楼

医院在科研楼三楼设置 ERCP 机房 1 间，使用 ERCP 类手术专用 X 射线机 1 台。医院

将 ERCP 类手术专用 X 射线机机房曝光室划为控制区，将控制室及墙体外 30cm 划为监督区；并在机房患者出入防护门门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯等，以防止和避免人员误闯入或误照。平面布置及区域划分见图 10-5。

#### (5) 门诊楼

医院在门诊楼一楼建设 CT、DR 机房各 1 间，使用 CT、DR 设备各 1 台。医院将 CT、DR 机房曝光室划为控制区；将机房外的控制室、过道等划为监督区。

医院在门诊楼四楼建设口腔 CT、口腔全景机、牙片机机房各 1 间，使用口腔 CT、口腔全景机、牙片机各 1 台。医院将口腔 CT、口腔全景机、牙片机机房曝光室划为控制区；将机房外的控制室、过道等划为监督区。

医院在门诊楼五楼建设碎石机房 1 间，使用 X 射线体外碎石机 1 台。医院将 X 射线体外碎石机机房划为控制区，将机房外的控制室、过道、尿动力室等划为监督区。

医院在机房患者出入防护门门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯等，以防止和避免人员误闯入或误照。平面布置及区域划分见图 10-6、图 10-7、图 10-8。

#### (6) 住院楼地下一层核医学科及放疗科

医院在住院楼地下一层核医学科建设 SPECT/CT 及 PET/CT 机房各 1 间，在住院楼地下一层放疗科建设 X 射线模拟定位机及 CT 模拟定位机机房各 1 间。医院将 SPECT/CT、PET/CT、X 射线模拟定位机及 CT 模拟定位机机房曝光室划为控制区；将控制室及墙体外 30cm 划为监督区，并在机房患者出入防护门门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯等，以防止和避免人员误闯入或误照。平面布置及区域划分见图 10-9、图 10-10。

#### (7) 住院楼地下二层动物实验室

医院在住院楼地下二层动物实验室建设有 microPET/CT 机房 1 间；医院将该机房设为控制区；将机房外的控制室、东墙外的过道等设为监督区。机房西面及南面为动物实验室用房，为非密封源工作场所控制区。医院在机房出入防护门门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯等，以防止和避免人员误闯入或误照。平面布置及区域划分见图 10-11。

### 1.2 辐射安全与防护措施

依据建设单位提供的设计方案，现将各机房的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度要求对本次评价项目的实际防护措施对照分析，结果见表 10-1。

从偏保守考虑，医技楼四楼的固定防护机房屏蔽措施按 CT 机房设计要求进行对比。microPET/CT 管电压、管电流与口腔 CBCT 相当；机房屏蔽措施等参照口腔 CBCT 的相关

要求进行分析评价。

表 10-1 III类医用X射线装置机房防护措施情况一览表

项目	辐射防护情况	标准要求	评价	
住院楼地下一层放疗科 CT 楼移动定位机 (1 间)	墙体	四周墙体均为 240mm 实心砖 +4mmPb 防护涂料 (5.7mmPb) ;	符合	
	顶棚	顶棚、底板均为厚 25cm 的混凝土 (3.01mmPb) ;	CT 机房: 有用束束方向、非有用束束方向铅当量 2.5mm;	符合
	防护门、观察窗	防护门 5mmPb, 观察窗 5mmPb;		符合
	机房大小	41.3m <sup>2</sup> (5.9m×7m) ;	CT 机: 机房内最小有效使用面积 30m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 4.5m;	符合
医技楼一楼放射影像科 CT 机房 (4 间)、国际医疗门诊中心 CT 机房 (1 间)、门诊楼 CT 机房 (1 间)	墙体	四周墙体均为 240mm 实心砖 +4mmPb 防护涂料 (5.7mmPb) ;	符合	
	顶棚、底板	顶棚、底板均为厚 25cm 的混凝土 (3.01mmPb) ;	CT 机房: 有用束束方向、非有用束束方向铅当量 2.5mm;	符合
	防护门、观察窗	防护门 5mmPb, 观察窗 5mmPb;		符合
	机房大小	医技楼一楼: 41.67m <sup>2</sup> (5.52m×7.55m) , 45.0m <sup>2</sup> (5.52m×3.16m) , 39.0m <sup>2</sup> (5.17m×7.55m) , 42.1m <sup>2</sup> (5.17m×8.16m) ; 国际医疗门诊中心一楼: 30m <sup>2</sup> (4.66m×6.46m) 门诊楼一楼: 39.3m <sup>2</sup> (5.26m×7.48m) ;	CT 机: 机房内最小有效使用面积 30m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 4.5m;	符合
住院楼地下一层核医学科 PET/CT 机房 (1 间)	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖 +8mmPb 防护涂料 (9.7mmPb)	符合	
	顶棚、底板	顶棚、底板均为厚 30cm 的混凝土 (3.79mmPb) ;	CT 机房: 有用束束方向、非有用束束方向铅当量 2.5mm;	符合
	防护门、观察窗	防护门 10mmPb, 观察窗 10mmPb;		符合
	机房大小	42m <sup>2</sup> (5.6m×7.5m) ;	CT 机: 机房内最小有效使用面积 30m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 4.5m;	符合
住院楼地下一层核医学科 SPECT/CT 机房 (1 间)	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖 +5mmPb 防护涂料 (6.7mmPb)	符合	
	顶棚、底板	顶棚、底板均为厚 30cm 的混凝土 (3.79mmPb) ;	CT 机房: 有用束束方向、非有用束束方向铅当量 2.5mm;	符合
	防护门、观察窗	防护门 6mmPb, 观察窗 6mmPb;		符合
	机房大小	37.5m <sup>2</sup> (5.6m×6.7m) ;	CT 机: 机房内最小有效使用	符合

			面积 30m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 4.5m;	
医技楼一楼放射影像科 DR 机房 (4 间)、国际医疗门诊中心 DR 机房 (1 间)、门诊楼一楼 DR 机房 (1 间)	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖 +3mmPb 防护涂料 (4.6mmPb);	标称 125kV 以上的摄影机房: 有用约束方向铅当量 3mm, 非有用约束方向铅当量 2mm;	符合
	顶棚、底板	顶棚、底板均为厚 26cm 的混凝土 (3mmPb);		符合
	防护门、观察窗	防护门 4mmPb, 观察窗 4mmPb;		符合
	机房大小	医技楼一楼: 4 间机房面积均为 25.5m <sup>2</sup> (4.46m×5.72m); 国际医疗门诊中心: 27.6m <sup>2</sup> (4.6m×6m); 门诊楼一楼: 34.1m <sup>2</sup> (5.26m×6.49m);	单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 形臂, 乳腺 CBCT): 机房内最小有效使用面积 20m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 3.5m;	符合
住院楼地下一层放射科普 X 射线摄影定位机 (1 间)	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖 +3mmPb 防护涂料 (4.6mmPb);	标称 125kV 以上的摄影机房: 有用约束方向铅当量 3mm, 非有用约束方向铅当量 2mm;	符合
	顶棚、底板	顶棚、底板均为厚 26cm 的混凝土 (3mmPb);		符合
	防护门、观察窗	防护门 4mmPb, 观察窗 4mmPb;		符合
	机房大小	42.6m <sup>2</sup> (5.36m×7.96m);	单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 形臂, 乳腺 CBCT): 机房内最小有效使用面积 20m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 3.5m;	符合
医技楼一楼放射影像科 X 射线骨密度机房 (2 间)、国际医疗门诊中心一楼 X 射线骨密度机房 (1 间)	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖 +2mmPb 防护涂料 (4.2mmPb);	骨密度仪机房: 有用约束方向铅当量 1mm, 非有用约束方向铅当量 1mm;	符合
	顶棚、底板	顶棚、底板均为厚 15cm 的混凝土 +2mmPb 防护涂料 (3.5mmPb);		符合
	防护门、观察窗	防护门 3mmPb, 观察窗 3mmPb;		符合
	机房大小	医技楼一楼: 14.4m <sup>2</sup> (5.17m×2.8m), 14.2m <sup>2</sup> (5.17m×2.76m); 国际医疗门诊中心一楼: 17.7m <sup>2</sup> (3.65m×4.85m);	全身骨密度仪: 机房内最小有效使用面积 10m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 2.5m;	符合
医技楼四楼固定式防护机房 (6 间)	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖墙 +2mmPb 防护铅板 (3.7mmPb);	CT 机房: 有用约束方向、非有用约束方向铅当量 2.5mm;	符合
	顶棚、底板	顶棚、底板均为厚 26cm 的混凝土 (3mmPb);		符合
	防护门、观察窗	防护门 3mmPb, 观察窗 3mmPb;		符合
	机房大小	OR7, 32.6m <sup>2</sup> (4.7m×6.95m); OR18, 38.7m <sup>2</sup> (5.35m×7.25m); OR19, 39.5m <sup>2</sup> (5.35m×7.4m);	CT 机: 机房内最小有效使用面积 30m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 4.5m;	符合



		OR20, 40.6m <sup>2</sup> (5.35m×7.6m) ; OR25, 43.6m <sup>2</sup> (5.6m×7.8m) ; OR28, 43.1m <sup>2</sup> (5.6m×7.7m) ;		
胸钼靶机 房。医技 楼一楼2 间。国际 医疗门诊 中心一楼 1间	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖墙 +2mmPb 防护铅板;	乳腺摄影机房、乳腺 CBCT 机 房: 有用约束方向铅当量 1mm, 非有用约束方向铅当量 1mm;	符合
	顶棚、底 板	顶棚、底板均为厚 25cm 的混凝土 (2.54mmPb) ;		符合
	防护门、 观察窗	防护门 3mmPb, 观察窗 3mmPb;		符合
	机房大小	医技楼一楼: 10.2m <sup>2</sup> ( 2.82m×3.62m ) , 13.4m <sup>2</sup> (3.62m×3.72m) ; 国际医疗门诊中心一楼: 17.3m <sup>2</sup> (3.46m×5m) ;	乳腺机: 机房内最小有效使用 面积 10m <sup>2</sup> , 机房内最小单边 长度 2.5m;	符合
数字胃肠 机。医技 楼一楼2 间。国际 医疗门诊 中心一楼 1间	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖 +3mmPb 防护涂料 (4.6mmPb) ;	标称 125kV 以上的摄影机房: 有用约束方向铅当量 3mm, 非 有用约束方向铅当量 2mm;	符合
	顶棚、底 板	顶棚、底板均为厚 26cm 的混凝土 (3mmPb) ;		符合
	防护门、 观察窗	防护门 4mmPb, 观察窗 4mmPb;		符合
	机房大小	医技楼一楼: 2 间机房面积均为 25.5m <sup>2</sup> (4.46m×5.72m) ; 国际医疗门诊中心一楼: 27.6m <sup>2</sup> (4.6m×6m) ;	单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 形臂, 乳腺 CBCT) : 机房内 最小有效使用面积 20m <sup>2</sup> , 机 房内最小单边长度 3.5m;	符合
科研楼三 楼 ERCP 机房 1 间	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖 +3mmPb 防护涂料 (4.6mmPb) ;	标称 125kV 以上的摄影机房: 有用约束方向铅当量 3mm, 非 有用约束方向铅当量 2mm;	符合
	顶棚、底 板	顶棚、底板均为厚 26cm 的混凝土 (3mmPb) ;		符合
	防护门、 观察窗	防护门 4mmPb, 观察窗 4mmPb;		符合
	机房大小	科研楼三楼: 30.7m <sup>2</sup> (4.8m×6.4m) ;	单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 形臂, 乳腺 CBCT) : 机房内 最小有效使用面积 20m <sup>2</sup> , 机 房内最小单边长度 3.5m;	符合
门诊楼四 楼口腔 CT 机房 (1 间)	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖墙 +2mmPb 防护铅板;	口腔 CBCT、牙科全景机房(有 头颅摄影): 有用约束方向铅 当量 2mm, 非有用约束方向铅 当量 1mm;	符合
	顶棚、底 板	顶棚、底板均为厚 20cm 的混凝土 (2.62mmPb) ;		符合
	防护门、 观察窗	防护门 3mmPb, 观察窗 3mmPb;		符合
	机房大小	7.7m <sup>2</sup> (2.82m×2.74m)	口腔 CBCT 坐位扫描/站位扫 描: 机房内最小有效使用面积 5m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 2m;	符合

门诊楼四 楼口腔全 景机机房 (1间)	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖墙 +2mmPb 防护铅板;	口腔 CBCT、牙科全景机房(有 头颅摄影): 有用约束方向铅 当量 2mm, 非有用约束方向铅 当量 1mm;	符合
	顶棚、底 板	顶棚、底板均为厚 20cm 的混凝土 (2.62mmPb);		符合
	防护门、 观察窗	防护门 3mmPb, 观察窗 3mmPb;		符合
	机房大小	7.7m <sup>2</sup> (2.82m×2.76m)		牙科全景机: 机房内最小有效 使用面积 5m <sup>2</sup> , 机房内最小单 边长度 2m;
门诊楼四 楼牙片机 机房 (1 间)	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖墙 +2mmPb 防护铅板;	口内牙片机房: 有用约束 方向铅当量 1mm, 非有用约束 方向铅当量 1mm;	符合
	顶棚、底 板	顶棚、底板均为厚 20cm 的混凝土 (2.06mmPb);		符合
	防护门、 观察窗	防护门 3mmPb, 观察窗 3mmPb;		符合
	机房大小	7.7m <sup>2</sup> (2.82m×2.74m)		口内牙片机: 机房内最小 有效使用面积 3m <sup>2</sup> , 机房内最 小单边长度 1.5m;
门诊楼五 楼X射线 体外碎石 机机房(1 间)	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖墙 +2mmPb 防护铅板 (3.6mmPb);	碎石机房: 有用约束方向 铅当量 1mm, 非有用约束方向 铅当量 1mm;	符合
	顶棚、底 板	顶棚、底板均为厚 26cm 的混凝土 (3mmPb);		符合
	防护门、 观察窗	防护门 3mmPb, 观察窗 3mmPb;		符合
	机房大小	17.6m <sup>2</sup> (4.3m×4.1m)		碎石定位机: 机房内最小 有效使用面积 15m <sup>2</sup> , 机房内 最小单边长度 3m;
住院楼地 下二层动 物实验室 microPE T/CT 机 房	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖 +3mmPb 防护涂料 (5.5mmPb)	口腔 CBCT、牙科全景机 房(有头颅摄影): 有用约束 方向铅当量 2mm, 非有用约束 方向铅当量 1mm;	符合
	顶棚	25cm 厚的混凝土 (3.96mmPb)		符合
	防护门、 观察窗	5mmPb 当量		符合
	机房大小	18.7m <sup>2</sup> (3.16m×5.92m)		口腔 CBCT 母位扫描: 机 房内最小有效使用面积 15m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 3m;
机房通风	各机房设计排气装置, 保证通 风状况良好;		机房应设置动力排风装 置, 并保持良好的通风。	符合
X射线设备机房布局	医院此次环评的 III 类射线装置 机房相对集中, 与周围科室配套, 机房四周很少有人停留, 机房顶棚、 底板及墙体等采取了符合标准要求 的防护措施, 机房(照射室)充分 考虑邻室(含楼上和楼下)及周围 场所的人员防护与安全。射线装置		应合理设置 X 射线设备、 机房的门、窗和管道口位置, 应尽量避免有用约束直接照 射门、窗、管道口和工作人员 操作位。	符合
			X 射线设备机房(照射 室)的设置应充分考虑邻室	符合

	有用线束避免了直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。	
		每台固定使用的X射线设备应设有单独的机房,机房应满足使用设备的布局要求。	符合
X射线设备工作场所防护	本项目除固定式防护机房外,其他射线装置机房在控制室侧设置观察窗,观察窗位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	机房应设有观察窗或摄像监控装置,其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合
	医院射线装置机房内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	符合
	III类射线装置机房均设置动力通风装置,并保持良好的通风。	机房应设置动力通风装置,并保持良好的通风。	符合
	III类射线装置机房防护门门外设置电离辐射警告标志;患者出入防护门上方设置醒目的工作状态指示灯,灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句;在候诊区等设置放射防护注意事项告知栏。	机房门外应有电离辐射警告标志;机房门上方应有醒目的工作状态指示灯,灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句;候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	符合
	III类射线装置机房平开机房门设置自动闭门装置;推拉式机房门设置曝光时关闭机房门的警理措施;工作状态指示灯能与机房门有效关联。	平开机房门应有自动闭门装置;推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的警理措施;工作状态指示灯能与机房门有效关联。	符合
	III类射线装置机房电动推拉门设置防夹装置。	电动推拉门宜设置防夹装置。	符合
	一般情况下,受检者不在机房内候诊;非特殊情况,检查过程中陪检者不滞留在机房内。	受检者不应在机房内候诊;非特殊情况,检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	符合
	机房出入口处于散射辐射相对低的位置。	机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。	符合
防护措施	各机房配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子至少3套供工作人员及受检患者使用,上述防护用品铅当量为0.5mmPb。给辐射工作人员配备个人剂量计。	<p>每台X射线设备根据工作内容,现场应配备不少于表4基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施,其数量应满足开展工作需要,对陪检者应至少配备铅橡胶防护服。</p> <p>除介入防护手套外,防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb;介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb;甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于</p>	符合

		<p>0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于2mmPb。</p> <p>应为儿童的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。</p> <p>个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。</p>	
--	--	---	--

注：（1）本项目防护材料密度如下：混凝土密度 $\geq 2.35\text{t/m}^3$ ；实心砖密度 $\geq 1.6\text{t/m}^3$ ；防护涂料密度 $\geq 3.4\text{t/m}^3$ 。（2）各屏蔽物质铅当量由《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的附录C的式C.1、D.2算得。

通过以上对照分析，本次评价项目的DR、X射线模拟定位机、X射线骨密度仪、乳腺钼靶机、数字胃肠机、ERCP类手术专用X射线机、X射线体外碎石机、口腔CT、口腔全景机、牙片机、CT、双源CT、CT模拟定位机、PET/CT（CT功能）、SPECT/CT（CT功能）、microPET/CT机房及固定防护机房（移动式C臂机、移动式O臂机、移动CT、移动DR）的有效使用面积、有效使用面积的最小单边长度均大于标准要求，各机房的四面墙体、顶棚、底板、防护门以及观察窗的建设均采取了辐射屏蔽；充分考虑邻室（含楼上下）及周围场所的人员防护与安全；且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从X射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本评价项目的各机房的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关防护设施的技术要求。



图 5-1-1 放射影像科 CT、X、骨密度、骨吸收机房平面布置图

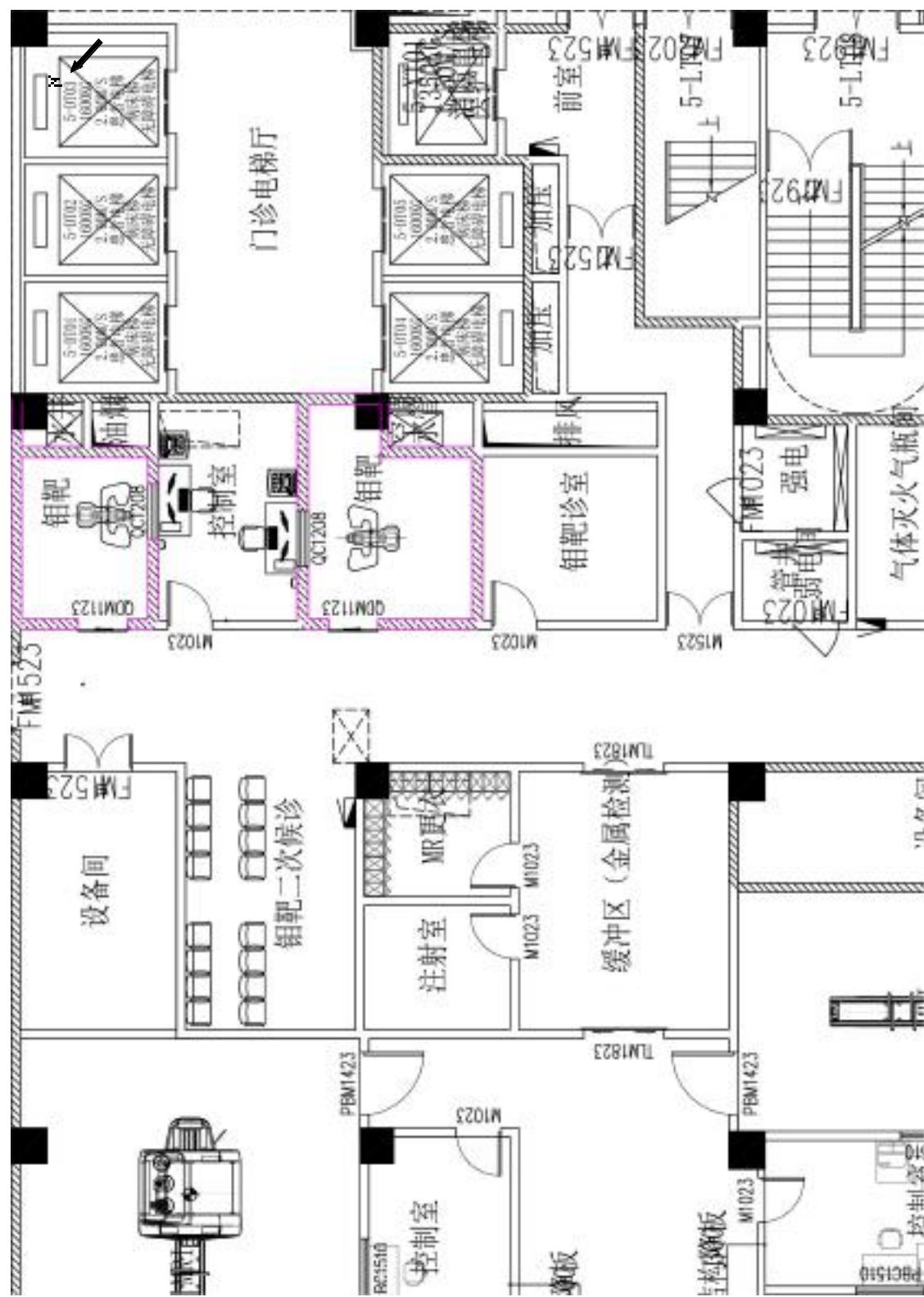


图 10-1 医用 X 射线影像科 C 区、D 区、急诊室、放射科、钼靶相配机房平面布置图

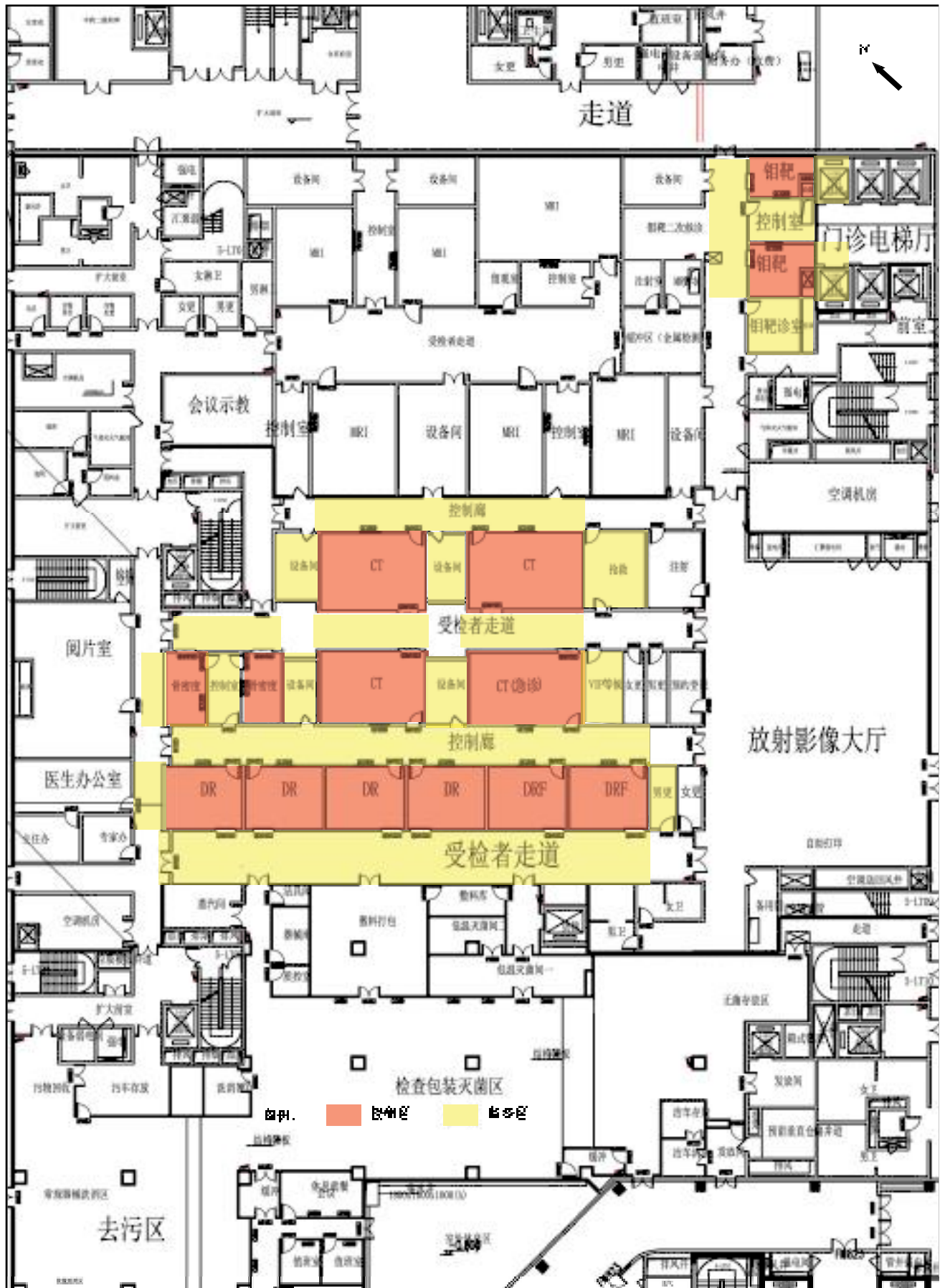
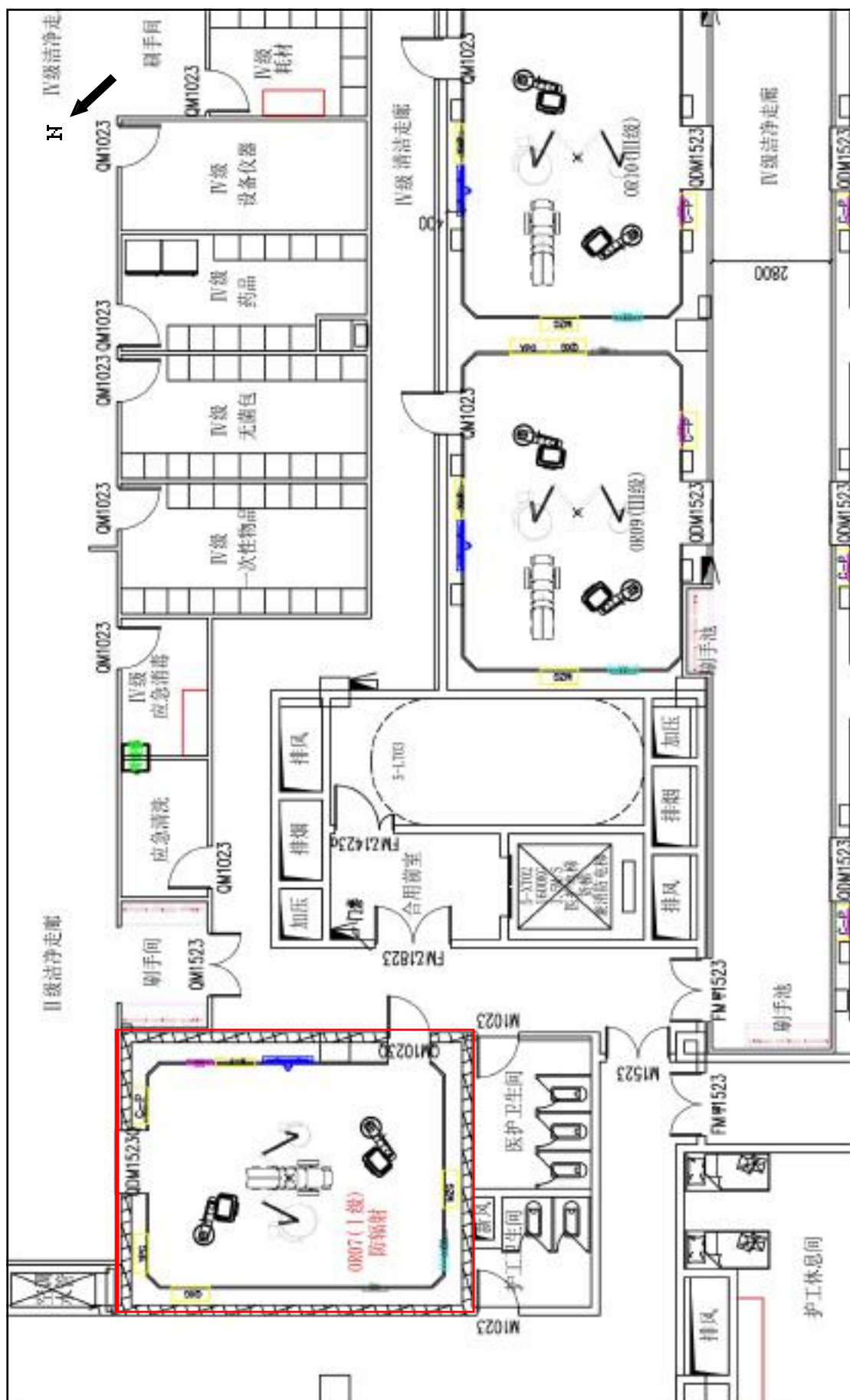


图 10-2 医技楼一楼放射影像科 CT、DR、骨透仪、乳腺钼靶机机房平面布置及分区图



四楼四楼固定防护机房（OR07）平面布置图





四楼四楼固定防护机房（OR19-20）平面布置图

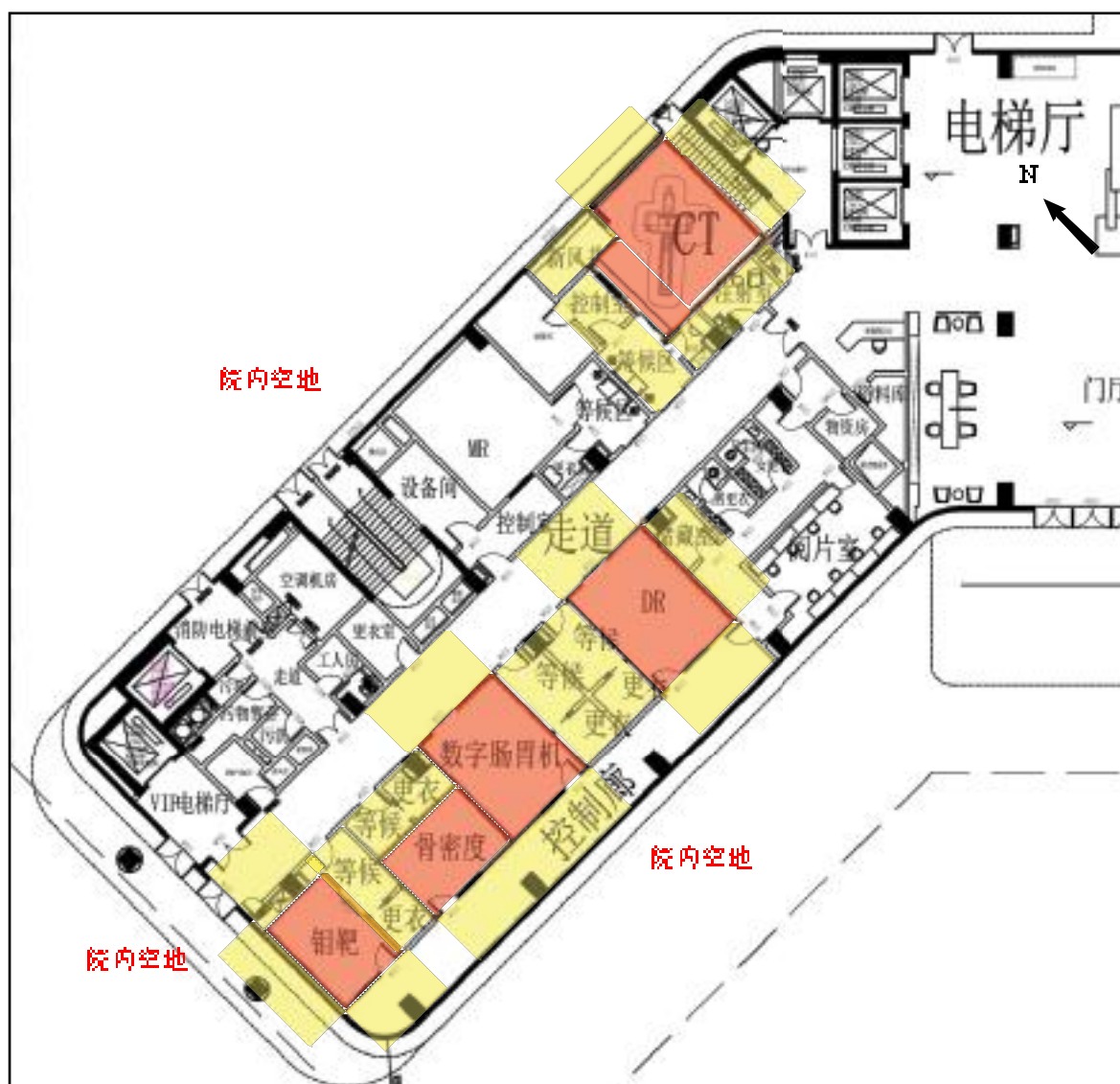


医技楼四楼DSA及固定防护机房（OR25NOR28）平面布置图



医技楼四楼 DSA 复合手术室平面布置图





图例:  控制区  监督区

图10-4 国际医疗门诊中心一楼平面布置及分区图

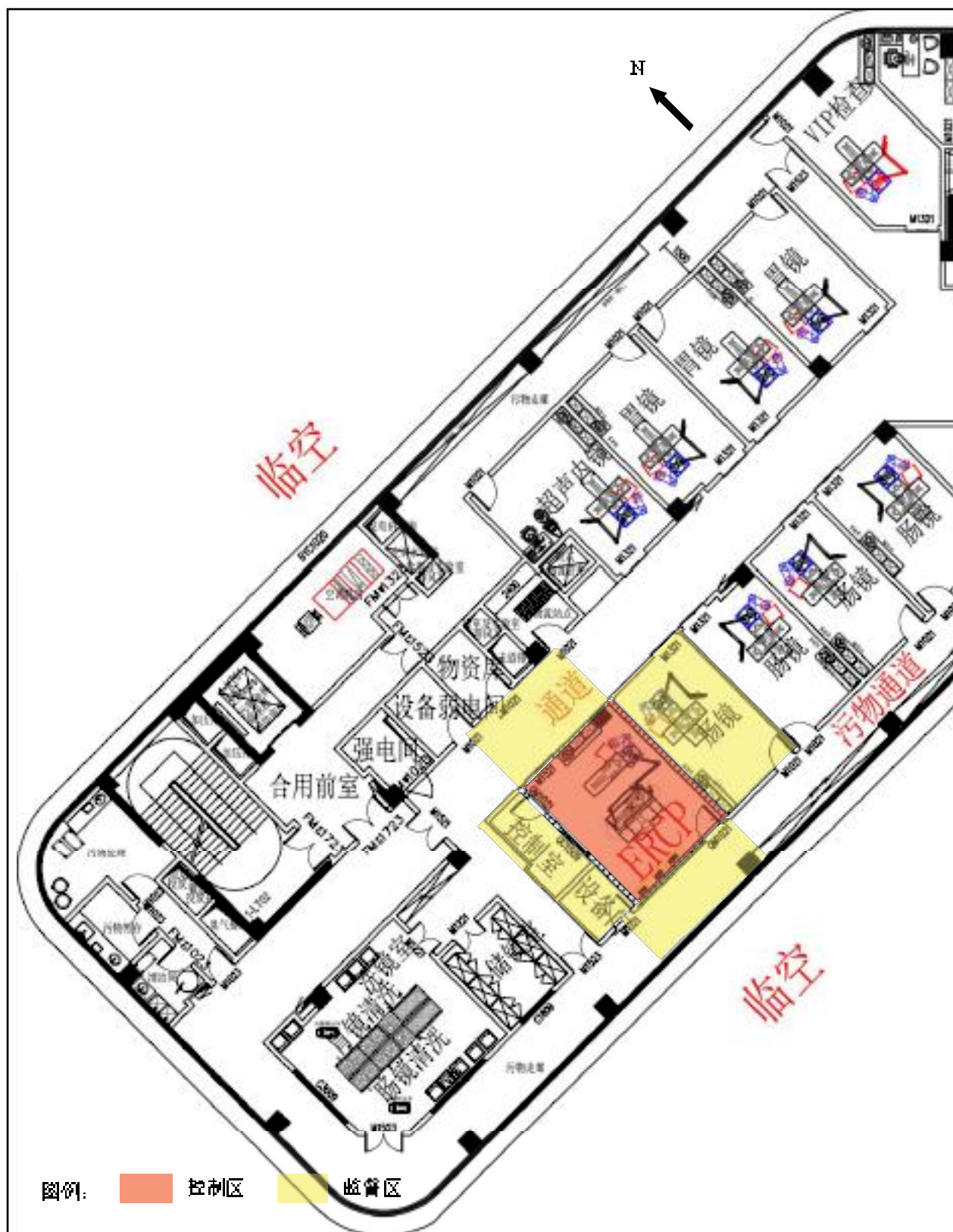


图 10-5 科研楼三楼 ERCP 机房平面布置图

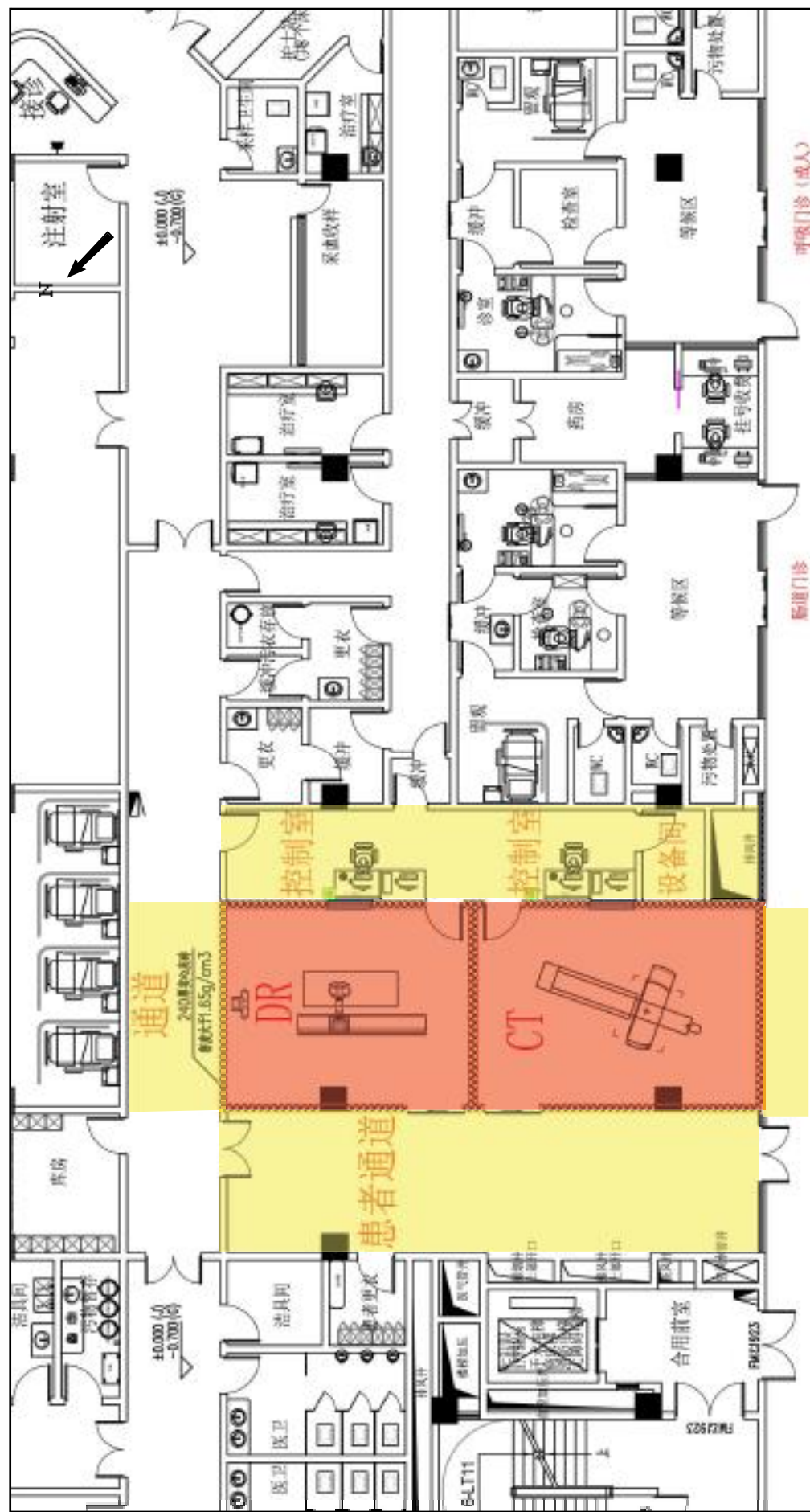


图 10-6 门诊楼一楼机房平面布置及分区图



图 10-7 门诊楼四楼口腔 CT、口腔全景机、牙片机机房平面布置及分区图



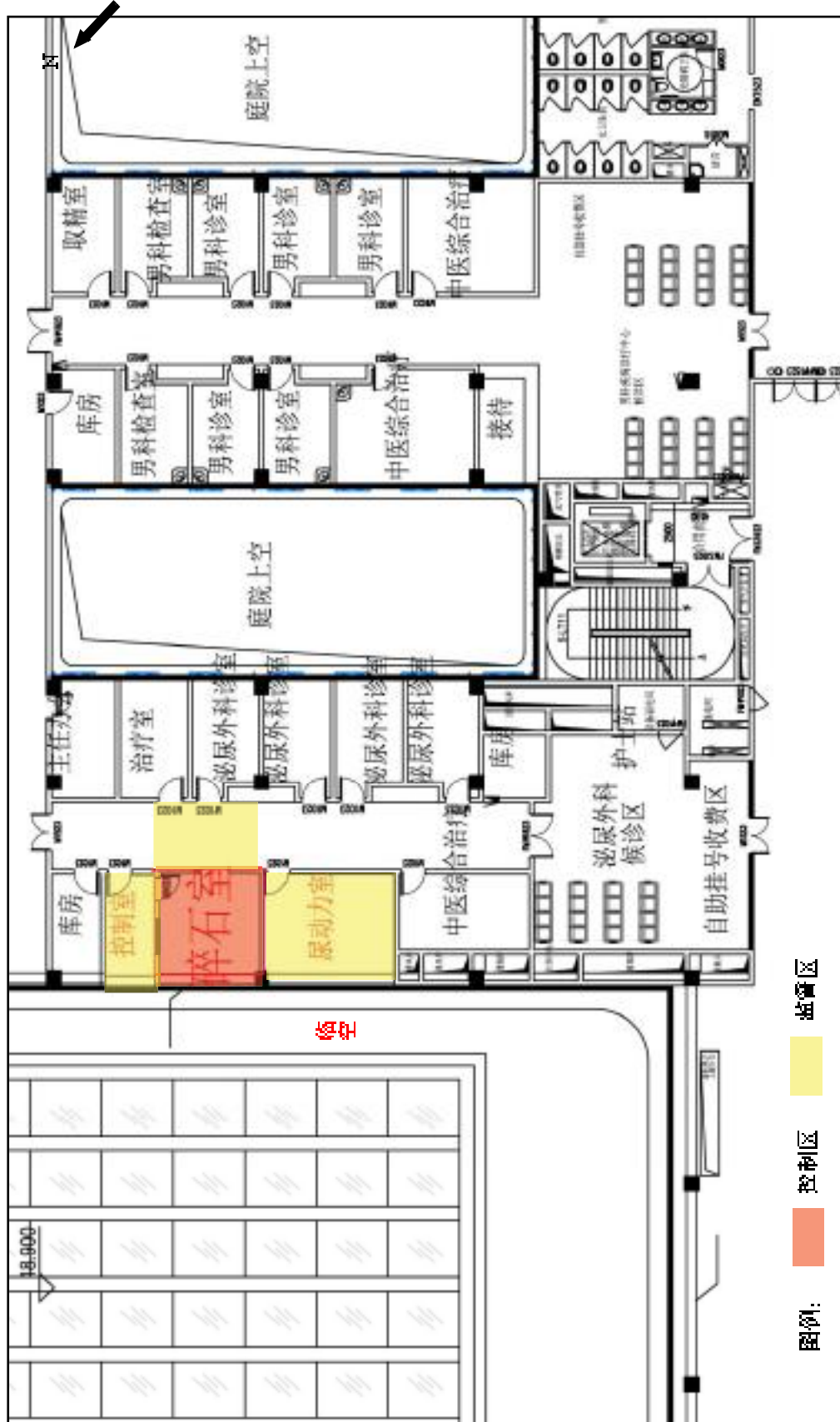


图 10-8 门诊楼五楼 X 射线体外碎石机房平面布置及分区图

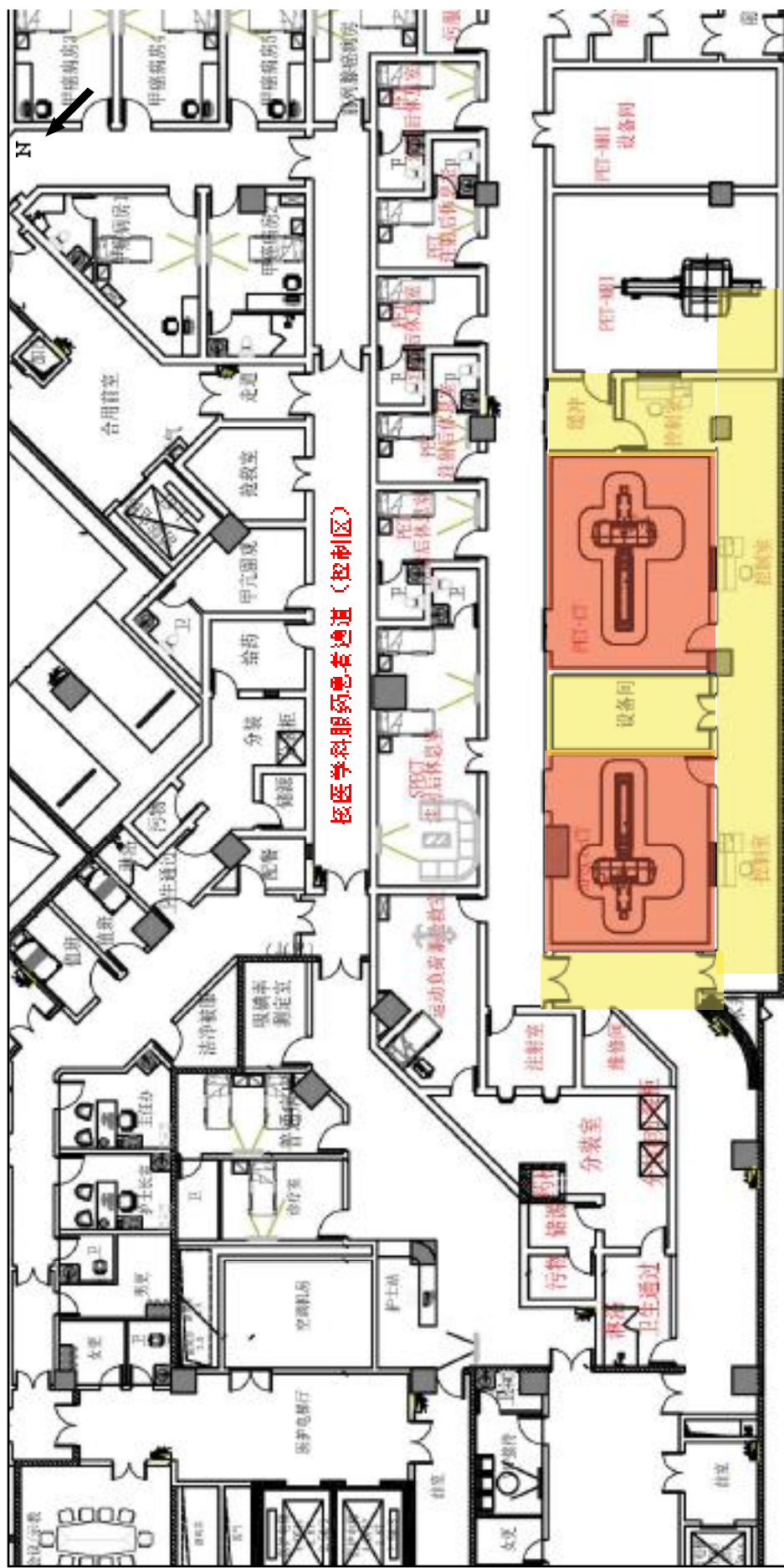


图 10-9 住院楼地下一层核医学科 SPECT/CT、PET/CT 机房平面布置及分区图

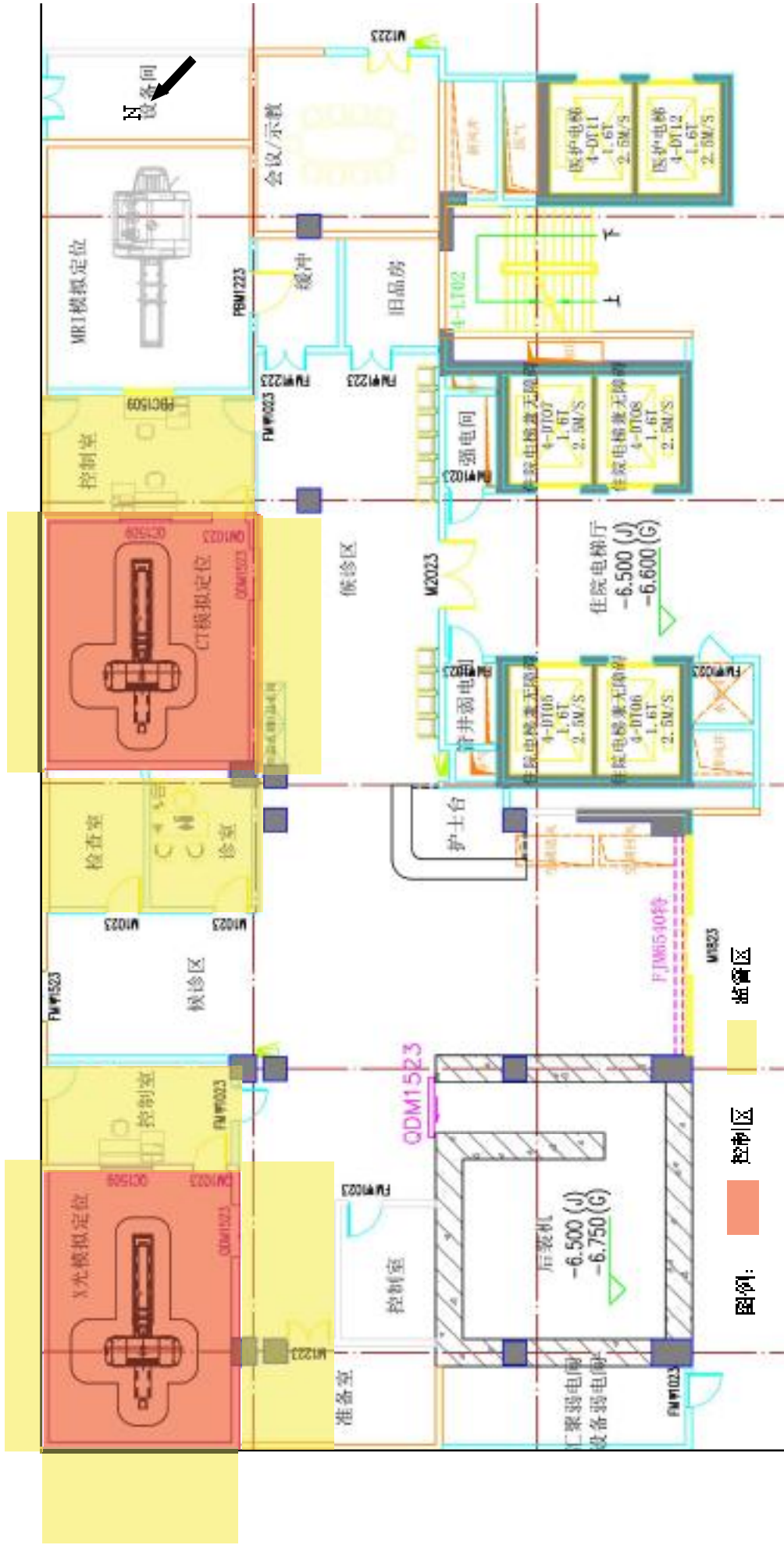


图 10-10 住院楼地下一层放疗科 X 射线模拟定位机及 CT 模拟定位机平面布置及分区图

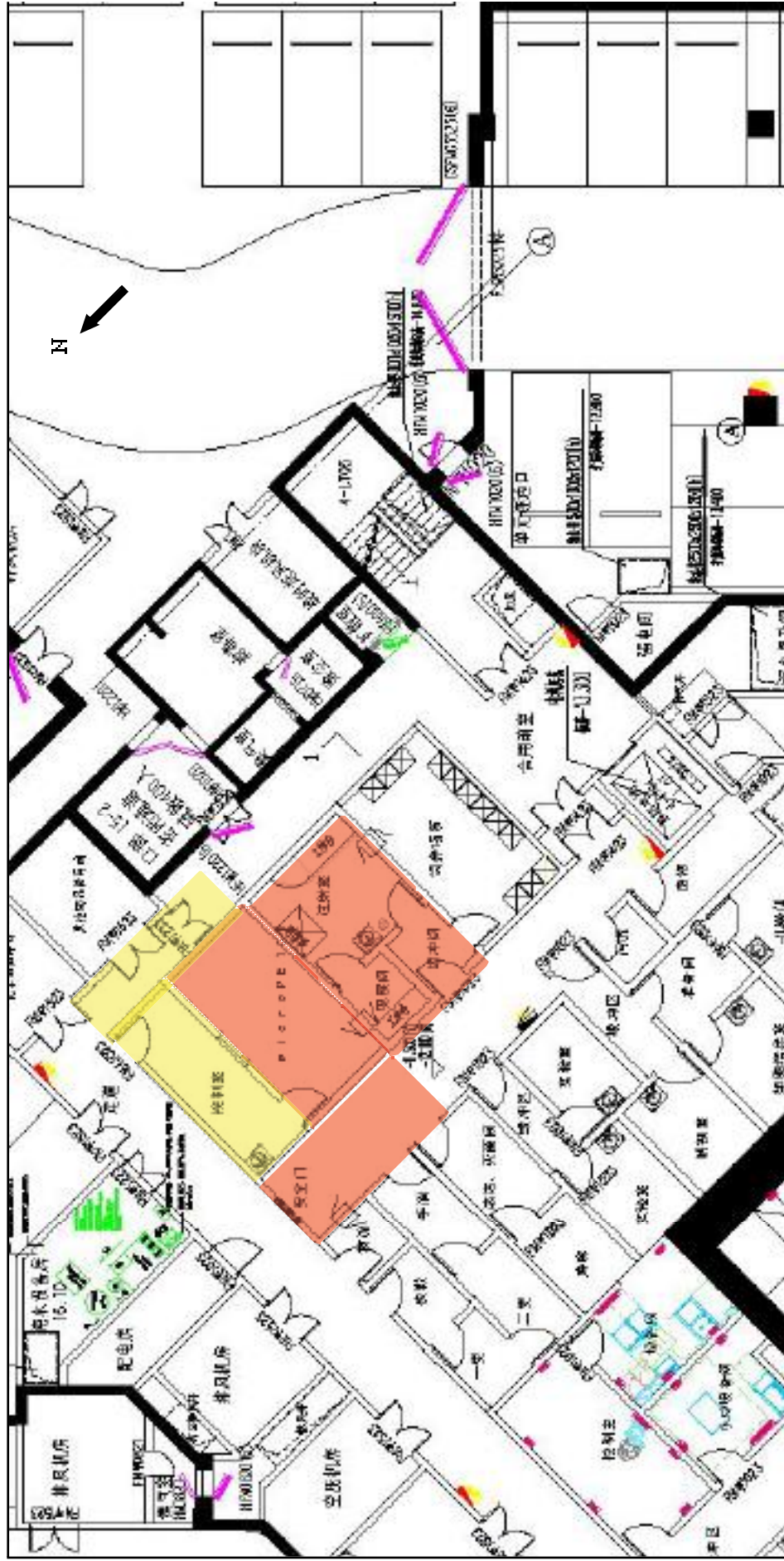


图 10-11 住院楼地下二层动物实验室 micropETICT 机房平面布置及分区图

## 2.数字减影血管造影仪（DSA）

### 2.1 控制区与监督区

本项目在医技楼四楼设有2间DSA机房：1间DSA+CT复合手术室；在医技楼五楼设有6间DSA机房。医院对DSA辐射工作场所实行分区管理：把工作场所分为控制区、监督区，其中DSA机房内划为控制区，避免人员误闯入或误照射；将DSA机房墙体外的设备间、控制室及过道等划为监督区。DSA工作场所平面布置及分区见图10-3、图10-12。

### 2.2 辐射安全与防护措施

依据建设单位提供的设计方案，DSA机房的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对X射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度要求对本次评价项目的实际防护措施对照分析，结果见表10-2。

表 10-2 DSA 机房防护措施情况一览表

项目	辐射防护情况	标准要求	评价
X射线设备机房布局	医院此次环评的DSA机房位于门诊综合楼二楼，为单独机房，机房楼上为B超室用房，楼下为值班室，手术室周边除介入人员外，很少有人停留，机房顶棚、地板及墙体等采取了符合标准要求的防护措施，机房（照射室）充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。DSA有用约束朝上，有用约束避免了直接照射门、窗、管接口和工作人员操作位。	应合理设置X射线设备、机房的门、窗和管接口位置，应尽量避免有用约束直接照射门、窗、管接口和工作人员操作位。	符合
		X射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	符合
		每台固定使用的X射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。	符合
	医技楼四楼： OR26：48.7m <sup>2</sup> （6.25m×7.8m）； OR27：48.7m <sup>2</sup> （6.25m×7.8m）； OR30 复合手术室（DSA+CT）：69.8m <sup>2</sup> （9.5m×7.35m）； 医技楼五楼： DSA01：55m <sup>2</sup> （6.4m×8.6m）； DSA02：55m <sup>2</sup> （6.4m×8.6m）； DSA03：55m <sup>2</sup> （6.4m×8.6m）； DSA04：53.3m <sup>2</sup> （6.2m×8.6m）； DSA05：53.3m <sup>2</sup> （6.2m×8.6m）； DSA06：53.3m <sup>2</sup> （6.2m×8.6m）；	除床旁摄影设备、便携式X射线设备和车载式诊断X射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的X射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表2的规定。 单管头X射线机：机房内最小有效使用面积不小于20m <sup>2</sup> ，最小单边长度不小于3.5m；	符合
医技楼四楼（2间）、五楼	墙体 四周墙体均为24cm实心砖墙+3mmPb（约5mmPb）； 顶棚、地板 顶棚、地板均为厚25cm的混凝土（约3.60mmPb）；	参照C形臂X射线设备机房：有用约束方向铅当量2mm，非有用约束方向铅当量2mm；	符合 符合

DSA 机房(6 间)	防护门、 观察窗	防护门4mmPb, 观察窗 4mmPb;		符合
医技楼 四楼 DSA+ CT复 合手 术室	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖墙 +3mmPb (约 4.7mmPb);	CT 机房: 有用约束方向、非有 用约束方向铅当量 2.5mm;	符合
	顶棚、底 板	顶棚、底板均为厚 25cm 的混泥土(约 3.01mmPb);		符合
	防护门、 观察窗	防护门4mmPb, 观察窗 4mmPb;		符合
	机房大 小	医技楼四楼: OR30 复合手术室 (DSA+CT): DSA 主室 69.3m <sup>2</sup> (9.5m×7.35m);	CT 机: 机房内最小有效使用面 积 30m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 4.5m;	符合
X 射线设备工作场 所防护		本项目 DSA 及复合手术室机房 在控制室侧设置观察窗, 观察窗位置 便于观察到受检者状态及防护门开 闭情况。	机房应设有观察窗或摄像 监控装置, 其设置的位置应便于 观察到受检者状态及防护门开 闭情况。	符合
		医院 DSA 及复合手术室机房内 不堆放与该设备诊断工作无关的杂 物。	机房内不应堆放与该设备 诊断工作无关的杂物。	符合
		DSA 及复合手术室机房均设置 动力通风装置, 并保持良好的通风。	机房应设置动力通风装置, 并保持良好的通风。	符合
		DSA 及复合手术室机房防护门 门外设置电离辐射警告标志; 患者出 入防护门上方设置醒目的工作状态 指示灯, 灯箱上设置“射线有害、灯亮 勿入”的可视警示语句; 在候诊区等 设置放射防护注意事项告知栏。	机房门外应有电离辐射警 告标志; 机房门上方应有醒目的 工作状态指示灯, 灯箱上应设置 如“射线有害、灯亮勿入”的可视 警示语句; 候诊区应设置放射防 护注意事项告知栏。	符合
		DSA 及复合手术室平开机房门 设置自动闭门装置; 推拉式机房门 设置曝光时关闭机房门的管理措施; 工作状态指示灯应与机房门有效关 联。	平开机房门应有自动闭门 装置; 推拉式机房门应设有曝光 时关闭机房门的管理措施; 工 作状态指示灯应与机房门有效关 联。	符合
		DSA 及复合手术室机房电动推 拉门设置防夹装置。	电动推拉门应设置防夹装 置。	符合
		一般情况下, 受检者不在机房内 候诊; 非特殊情况, 检查过程中陪 检者不滞留在机房内。	受检者不应在机房内候 诊; 非特殊情况, 检查过程中陪 检者不应滞留在机房内。	符合
		机房出入口处于散射辐射相对低 的位置。	机房出入口应处于散射辐 射相对低的位置。	符合
防护措施	介入机房配备铅橡胶围裙、铅 橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手 套、铅帽、铅橡胶性腺防护围裙(方 形)或方巾等防护用品 4 套供工作人 员及受检者使用, 介入防护手套铅当	每台 X 射线设备根据工作 内容, 现场应配备不少于表 4 基 本种类要求的工作人员、受检者 防护用品与辅助防护设施, 其数 量应满足开展工作需要, 对陪检	符合	

	<p>量应不小于0.025mmPb, 其余铅防护用品铅当量0.5mmPb。DSA设备自带铅悬挂防护屏、床侧防护帘, 铅当量0.5mmPb。</p>	<p>者应至少配备铅橡胶防护服。</p> <p>除介入防护手套外, 防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.25mmPb; 介入防护手套铅当量应不小于0.025mmPb; 甲级铅、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb; 移动铅防护屏风铅当量应不小于2mmPb。</p> <p>应为儿童的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品, 防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。</p> <p>个人防护用品不使用时, 应妥善存放, 不应折叠放置, 以防止断裂。</p> <p>介入放射学操作: (1) 个人防护用品: 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套, 选配: 铅橡胶帽子。辅助防护设施, 铅悬挂防护屏/铅防护帘帘、床侧防护帘/床侧防护屏; 选配: 移动铅防护屏风。(2) 患者和受检者: 个人防护用品, 铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套, 选配: 铅橡胶帽子。</p>	
--	---	--	--

注: DSA机房混凝土铅当量依据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)附录C、按150kV 放射计算而来; DSA+CT复合手术室机房屏蔽措施铅当量还按140kV的CT参数进行计算。

通过以上对照分析, 本次评价项目的DSA机房(含复合手术室)面积、最小单边长度均大于标准要求; 各机房四面墙体、顶棚、底板、防护门以及观察窗的建设均采取了辐射屏蔽, 充分考虑邻室(含楼上下)及周围场所的人员防护与安全, 且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从X射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑, 本评价项目的DSA机房的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中的相关防护设施的技术要求。

### 2.3 其他

(1) 本项目工作场所例行监测设备依托医院放疗科等科室配备的X-γ辐射剂量率监测设备。

(2) DSA机房电缆沟等管线孔穿越墙体处, 应采用下穿式或曲折式穿越, 采取屏蔽补偿; 穿越位置应避开控制台及人员长期停留位置。



图10-12 放射科五楼 DSA 机房平面布置及分区图



### 3.医用电子直线加速器、射波刀、TOMO

#### 3.1 控制区与监督区

医院在住院楼地下二层设有放疗科，放疗科设有医用电子直线加速器机房 2 间，头颈部马刀、射波刀及 TOMO 机房各 1 间。

医院将医用电子直线加速器机房的 treatment 室及 maze 划为控制区，将控制室、准备间、设备间等与 treatment 室相邻的区域划为监督区。

将 TOMO 机房的 treatment 室及 maze 划为控制区；将控制室、防护门外过道等与 treatment 室相邻的区域划为监督区。

将射波刀治疗系统机房的 treatment 室及 maze 划为控制区，将控制室、防护门外过道等与 treatment 室相邻的区域划为监督区。

直线加速器出束时，放疗科控制区内不得有无关人员滞留；以辐射安全联锁、视频监控系统及警示装置控制及管理制度保障此区的辐射安全；在控制区的进出口（防护门处）设置电离辐射警告标志及工作指示灯。管理上必须严格按区管理，避免人员误闯入或误照；平面布置及分区图 10-13。

#### 3.2 辐射安全与防护措施

医院直线加速器机房防护措施情况见表 10-3，TOMO 机房防护措施见表 10-4，射波刀机房防护措施见表 10-5。机房剖面图见图 10-13。

表 10-3 医用电子直线加速器机房防护措施情况一览表

项目		厚度	备注
1 号机房 (MRI 直线加速器)			
治疗室面积及净空高		71.76m <sup>2</sup> (9.2m×7.8m)，净高 4 米。	
西墙	主防护墙	厚 3000mm 的混凝土，宽 6.3m；	四周屏蔽墙体及顶棚一次浇铸而成，混凝土密度不低于 2.35g/cm <sup>3</sup> 。
	次防护墙	厚 1800mm 的混凝土；	
东墙	主防护墙	厚 3000mm 的混凝土，宽 4.8m；	
	次防护墙	厚 1800mm 的混凝土；	
南墙		厚 1000mm 混凝土，南面为土层。	
北墙		迷路内墙厚 1400mm 的混凝土；	
		迷路外墙厚 1250mm 的混凝土；	
顶棚	主防护墙	厚 3000mm 的混凝土，宽 4.8m；	
	次防护墙	厚 1800mm 的混凝土；	

防护门		电动铅防护门, 2mmFe+8mmPb+150mm 含侧苯乙烯 (5%侧) +8mmPb+2mmFe;	
2号机房			
治疗室面积及净空高		71.76m <sup>2</sup> (9.2m×7.8m), 净高4米。	
西墙	主防护墙	厚3000mm的混凝土, 宽4.8m;	
	次防护墙	厚1800mm的混凝土;	
东墙	主防护墙	厚3000mm的混凝土, 宽4.8m;	
	次防护墙	厚1800mm的混凝土;	
南墙		厚1000mm混凝土, 南面为土层。	
北墙		迷路内墙厚1400mm的混凝土;	
		迷路外墙厚1250mm的混凝土;	
顶棚	主防护墙	厚3000mm的混凝土, 宽4.8m;	
	次防护墙	厚1800mm的混凝土;	
防护门		电动铅防护门, 2mmFe+8mmPb+150mm 含侧苯乙烯 (5%侧) +8mmPb+2mmFe;	

表 10-4 TOMO 机房防护措施情况一览表

项目	厚度	备注
治疗室面积及净空高	72.93m <sup>2</sup> (9.35m×7.8m), 净高4米。	
西墙	主屏蔽区厚3000mm的混凝土, 次屏蔽区 1800mm混凝土;	四周屏蔽墙体及顶棚一次浇筑而成, 混凝土密度不低于 2.35g/cm <sup>3</sup> 。
东墙	厚2400mm混凝土;	
南墙	厚1000mm混凝土, 南面为土层。	
北墙	迷路外墙厚1250mm的混凝土; 迷路内墙厚1400mm的混凝土;	
顶棚	厚1800mm混凝土;	
防护门	电动铅板屏蔽门, 10mm铅板;	
其他	设备主束方向自带12.5cm的铅挡块。	

表 10-5 射波刀机房防护措施情况一览表

项目	厚度	备注
治疗室面积及净空高	63m <sup>2</sup> (9m×7m)，净高4米。	
西墙	厚 2400mm 的混凝土；	四周屏蔽墙体及顶棚一次浇筑而成，混凝土密度不低于 235g/cm <sup>3</sup> 。
东墙	治疗室内墙体厚 2400mm 的混凝土，迷道内墙体厚 1800mm 的混凝土；	
南墙	厚 1000mm 混凝土，南面为土层。	
北墙	迷道外墙厚 1250mm 的混凝土；	
	迷道内墙厚 2200mm 的混凝土；	
顶棚	厚 2400mm 的混凝土；	
防护门	电动铅板屏蔽门，10mm 铅板；	

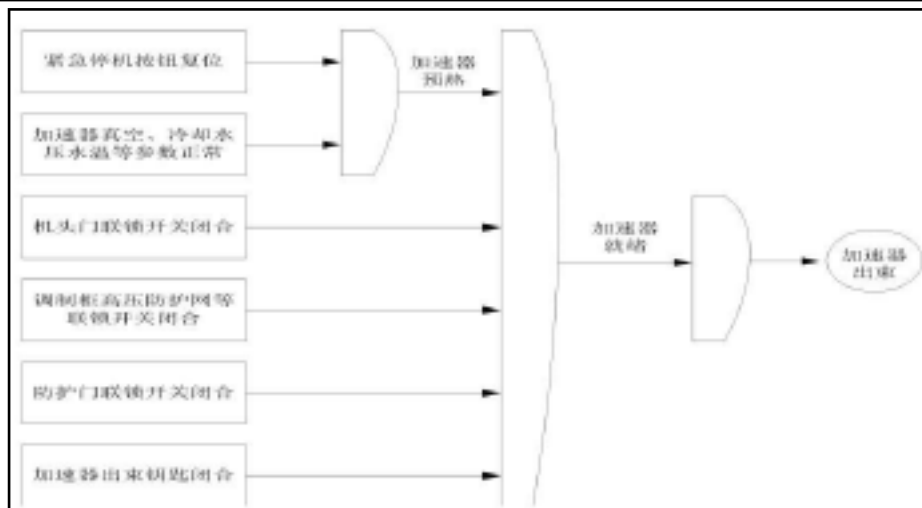
3.3 机房采取的其他辐射安全与防护措施情况如下：

(1) 在直线加速器、射波刀及 TOMO 治疗室内各设置 2 个摄像装置；迷道内各设 1 个摄像装置，设置对讲装置；便于控制室操作人员观察治疗室内人员停留等情况和与治疗室内人员交流，在机房内设置固定式剂量监测设备。住院楼地下二层放疗科加速器机房及头部伽马刀机房视频监控及固定式剂量监测设备位置示意图见图 10-15。

(2) 医用直线加速器机房控制室、治疗床及治疗室内均设置紧急停机按钮；按下急停按钮直线加速器立即停止出束。

射波刀及 TOMO 机房控制室、迷道内及治疗室内设置紧急停机按钮；按下急停按钮直线加速器立即停止出束。住院楼地下二层放疗科加速器机房及头部伽马刀机房急停按钮位置示意图见图 10-16。

(3) 直线加速器、射波刀及 TOMO 机房入口处均设置防护门及迷路，防护门与加速器联锁，即防护门打开时加速器不能出束；防护门设有防夹人装置；即当有人进出防护门时，防护门自动停止关门动作；防护门外设置工作指示灯及电离辐射警告标志，工作指示灯与直线加速器联锁；出束时灯亮。防护门具有手动装置，防护门内外设置应急开门设施。安全联锁逻辑关系示例图如下：



加速器安全联锁逻辑关系示意图

(4) 直线加速器机房 1、2 排风能力均为  $2500\text{m}^3/\text{h}$ ，排风口距地面  $20\text{cm}$ ，使机房每小时换气次数  $3.7$  次；送风口离地面  $3\text{m}$ ，与排风口成对角设置，能有效排出治疗室内气体。

射波刀机房排风能力为  $2500\text{m}^3/\text{h}$ ，排风口距地面  $20\text{cm}$ ，能使机房换气  $9.9$  次/h。送风口离地面  $3\text{m}$ ，与排风口成对角设置，能有效排出治疗室内气体。

TOMO 机房排风能力为  $2500\text{m}^3/\text{h}$ ，排风口距地面  $20\text{cm}$ ，能使机房换气  $8.5$  次/h。送风口离地面  $3\text{m}$ ，与排风口成对角设置，能有效排出治疗室内气体。

各直线加速器机房送风、排风管道采用 S 型穿越机房墙体，并用铅皮进行包裹，能有效减少射线泄露影响。

直线加速器、射波刀、TOMO 机房排风能力均满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中治疗室通风换气次数应不小于  $4$  次/h 的要求。

直线加速器、TOMO、射波刀机房送风机排风路径示意图见图 10-14，送风、排风管道穿越墙体图见图 10-17。

(5) 直线加速器、射波刀及 TOMO 均采用冗余剂量监测组合的双道剂量监测系统：每一道剂量监测系统能单独终止辐射；当剂量达到预选值时，停止出束，以防止患者受到超剂量照射；控制台配备独立于其他任何控制辐照终止系统的辐照控制计时器，当出束中断或终止后保留计数器读数；必须将计数器复位到零后才能开始下一次辐照。

(6) 医院给本项目辐射工作人员配备个人剂量计，并每季度定期送检，建立剂量监测档案。

(7) 医院配备便携式 X-γ 辐射剂量率监测仪 1 台及个人报警仪 12 台供直线加速器、TOMO、射波刀机房使用，配备铅衣、铅帽等防护用品。医院辐射工作人员进入直线加速

器机房前，在控制室内通过控制台、安装在机房内的监测设备等方式确定加速器已停止出束后方可进入加速器机房，进入加速器机房时穿戴铅衣、个人剂量报警仪、个人剂量计等辐射防护用品。

医院定期对门机联锁、剂量监测系统辐射安全与防护装置进行定期检查，发现异常时及时维修；确保各辐射安全与防护措施运行正常。

医院医用电子直线加速器、TOMO、射波刀等实施治疗期间，配备两名及以上的操作人员协同操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；密切注视控制台仪器及患者状况；发现异常及时处理，操作人员不应擅自离开岗位。

综上所述：直线加速器、TOMO、射波刀机房辐射安全与防护措施满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中的相关要求。

#### 3.4 布局合理性分析

医用电子直线加速器、射波刀及 TOMO 机房位于住院楼地下二层，机房自西向东布设；机房较集中，便于管理；机房北侧为控制室、水冷设备机房等用房；南面为土层，西面为头部伽马刀机房，东面为排风机房（射波刀机房东面），楼上为设备间；楼下为土层，机房选址避开了人员聚集区，机房四周人员很少停留；机房的控制室与治疗室分离，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备等可以与治疗设备分离的设置于治疗机房外；除射波刀外，其他各直线加速器有用线束照射区域避开了控制室，各机房设置了迷路；布局合理。

#### 3.5 电缆沟

直线加速器机房内各设有电缆沟 1 处（1 号 MRI 直线加速器机房除外）；电缆沟穿越墙体位置避开了控制室操作台，出口处无人员长期停留；电缆沟采用下穿方式穿越侧屏蔽墙体；采用多折曲路；能有效的减少射线的散射和泄漏辐射，电缆沟穿防护墙位置及大样图见图 10-17。

#### 3.6 物理测试孔

医用电子直线加速器、射波刀及 TOMO 在迷路外墙设有物理测试孔，避开了有用线束方向；物理测试孔以水平  $45^\circ$ 、上下  $25^\circ$  角斜穿墙体，从迷路外墙由下往上向上斜穿墙体；物理测试孔口迷路外墙内侧处距地 30cm，能有效减少散射射线的泄漏辐射影响；物理测试孔穿墙位置剖面图见图 10-17。

#### 3.7 辐射防护措施符合性分析

医院医用电子直线加速器、TOMO、射波刀机房辐射防护措施合理性分析采用《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）进行分析；辐射防护措施符合性分析见表 10-6。

表 10-4 医院区域加强型机房辐射防护可行性分析表

项目内容		可行性分析	结论
布局要求	0.1.1 放射治疗设备一般由加速器或直线加速器组成。放射治疗机头及其辅助设施同时位于加速器和屏蔽室中，并随治疗束一起由加速器或直线加速器旋转一周。放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。	本项目采用电子直线加速器，1000kV，射野刀机头在“一”字射野，位于地下二层病房，医院放射科治疗机头及辅助设施由计算机控制。	符合
	0.1.2 放射治疗工作场所分为限制区和监督区。治疗机头、设备均安装在限制区。其他治疗时，不需要采取专门防护措施和安全限制措施，但治疗室应符合放射防护条件限制区为监督区。	本项目放射治疗工作场所由计算机控制，划分了限制区和监督区。放射治疗机头、设备均安装在限制区，不需要采取专门防护措施和安全限制措施，但治疗室应符合放射防护条件限制区为监督区。	符合
	0.1.3 治疗机头安装在治疗室不同侧的屏蔽墙上。其不同侧的防护屏蔽墙厚度应符合放射防护条件的要求。	本项目采用电子直线加速器，1000kV，射野刀机头安装在治疗室不同侧的屏蔽墙上，其不同侧的防护屏蔽墙厚度应符合放射防护条件的要求。	符合
	0.1.4 治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.1.5 治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.1.6 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.1.7 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.1.8 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.1.9 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.1.10 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
屏蔽要求	0.2.1 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.2.2 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.2.3 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.2.4 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
安全装置和警示装置要求	0.3.1 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.3.2 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.3.3 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合
	0.3.4 放射治疗机头及辅助设施由计算机控制。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。治疗室及限制区与治疗机头并排放置。	本项目治疗室及限制区与治疗机头并排放置。治疗室及限制区、病房、走廊等均为非限制区。可以治疗室及限制区、病房、走廊等与治疗机头并排放置。	符合

以上所述可知，医院区域加强型机房辐射防护可行性分析，符合《放射防护条例》(GB 11805)的相关要求。

## 4.<sup>60</sup>Co 头部伽马刀

### 4.1 控制区与监督区

医院将头部伽马刀工作场所分为控制区、监督区：实行分区管理，避免人员误闯入或误照。医院将伽马刀治疗室设置为控制区：在控制区进出口设立醒目的电离辐射警告标志及工作指示灯，严格控制非相关人员进入控制区；将控制区周围的伽马刀机房控制室、防护门外过道等设置为监督区。头部伽马刀机房平面布置及分区见图 10-13。

### 4.2 辐射安全与防护措施

头部伽马刀机房防护措施情况见表 10-7。机房剖面图见图 10-13。

表 10-7 头部伽马刀机房辐射防护措施情况一览表

项目	厚度	备注
面积及净空高	治疗室面积约为 49m <sup>2</sup> (7m×7m)，净高 4m。	
墙体	机房东墙主屏蔽区墙体厚 3000mm 混凝土，次屏蔽区墙体厚 1800mm 混凝土；其余墙体及迷路内墙厚均为 1000mm 的混凝土；	四周屏蔽墙体及顶棚均采用密度不低于 235g/cm <sup>3</sup> 的混凝土一次浇筑而成。
顶棚	厚 1000mm 混凝土；	
防护门	10mmPb 的电动铅板屏蔽门。	

4.3<sup>60</sup>Co 伽马刀机房采取的其他辐射安全与防护措施如下：

- (1) 伽马刀机房治疗室尺寸为 7m×7m，治疗室面积为 49m<sup>2</sup>，层高为 4m。
- (2) 伽马刀机房辐射安全装置设置如下：

表 10-8 伽马刀机房辐射安全装置一览表

安全系统	具体描述
主控制台系统	钥匙开关联锁
	计时器与辐射联锁
	状态指示灯（辐照、停止辐照、故障）
照射监控系统	摄像机
	对讲系统
	X、γ辐射监测系统
	固定式剂量监测报警系统
防护门与照射自动系统	防护门联锁
	防护门启动开关 3 个，分别设置在防护门外、防护门内以及主控制台
紧急停机系统	紧急停机开关 2 个，分别设置在主控制台和西侧墙体
警示标志	工作指示灯
	辐射工作标识

伽马刀机房防护门上方拟设工作状态指示灯和辐射警示标志。工作状态指示灯分为绿、白、红三色，其中：绿色表示系统处于绝对安全状态；即通过设备机头屏蔽门控制传感器

(双重)感应到屏蔽门关闭；且源处于锁定位置时（源处在被60mm钨合金遮挡状态）锁定传感器感应到源为锁定位置；白色表示中间状态，源处于锁定位置，但屏蔽门未关闭；红色表示工作状态或非正常状态。

伽马刀机房拟设安全联锁设置如下：

1) 治疗室门联锁：伽马刀设备与伽马刀机房防护门联锁。伽马刀设备正常工作时，治疗机房防护门关闭指示传感器与伽马刀设备的操作系统连接，只有在防护门关闭到位后伽马刀设备才能正常工作。如治疗机房防护门在伽马刀设备正常工作状态下意外打开，则系统立即中断治疗，源自动进入锁定位置，治疗床推出，并关闭屏蔽门。在紧急情况下，如治疗床无法推出，不能关闭屏蔽门，源将进入锁定位置。

2) 紧急制动联锁：伽马刀设备设有紧急制动按钮和自动暂停按钮。按下紧急制动按钮，系统治疗床将紧急制动，源自动进入锁定位置；按下自动暂停按钮，系统将自动中断治疗，源进入锁定位置，治疗床推出，关闭屏蔽门。系统记录中断治疗的时间及相关参数，以便后续操作。

3) 治疗联锁：伽马刀设备的传感器包括治疗室大门指示传感器、病人治疗床保护挡板安全传感器、伽马刀设备及病人就位传感器。当任意传感器不能正常工作时，伽马刀设备放射治疗作业不能启动。

(3) 伽马刀机房内对角设置送风及排风装置，送风口距地面3m，治疗室内排风口距地面0.2m，排风机排风能力为2500m<sup>3</sup>/h，能使机房换气12.7次/h（治疗室体积为196m<sup>3</sup>）。

(4) 伽马刀机房配备具有报警功能的便携式X-γ辐射剂量率监测设备1台，配备个人剂量报警仪3台。

(5) 伽马刀辐射工作人员在操作室操作并配戴个人剂量计，每季度送有资质单位检测，建立个人剂量监测档案。医院配备铅衣、铅帽等防护用品。医院辐射工作人员进入伽马刀机房前，应在控制室内通过控制台、安装的室内监测设备等确定放射源处于屏蔽状态后方可进入治疗室，进入治疗室时应穿戴铅衣、个人剂量报警仪、个人剂量计等辐射防护用品。

综上所述：伽马刀机房辐射安全与防护措施满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中的相关要求。

#### 4.4 布局合理性分析

伽马刀机房位于住院楼地下二层，机房北面为控制室，南面为土层，西面为电梯厅，东面为直线加速器机房，楼上为排风机房，楼下为土层。伽马刀机房四周很少有人停留；机房位置避开了人员聚集区；机房的控制室与治疗室分离，设置了迷路，布局合理。



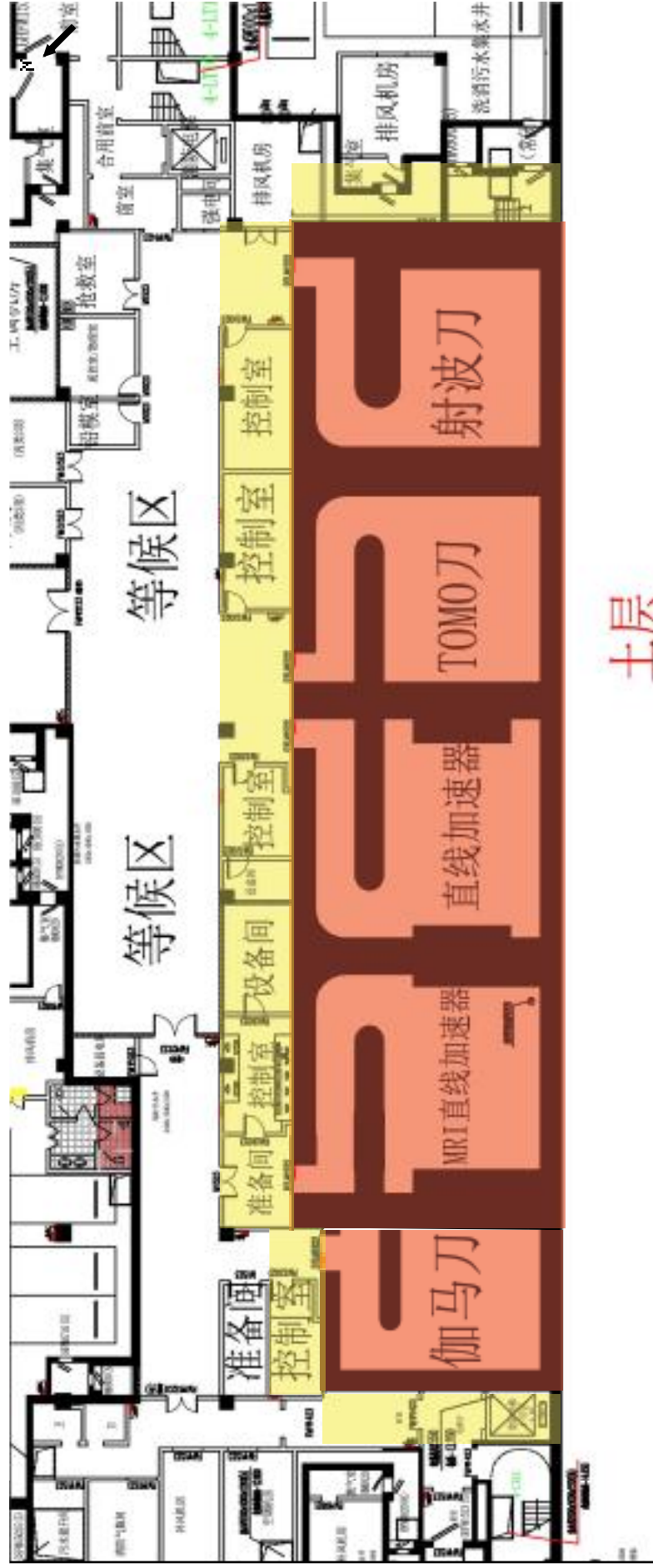
#### 4.5 电缆沟

伽马刀机房控制室侧墙体处设有 1 个电缆沟，电缆沟位置避开了控制室操作台；出口处无人员长期停留；电缆沟采用下穿方式穿越侧屏蔽墙体；采用多折曲路，能有效的减少射线的散射和泄漏辐射，电缆沟平面及剖面图见图 10-17。

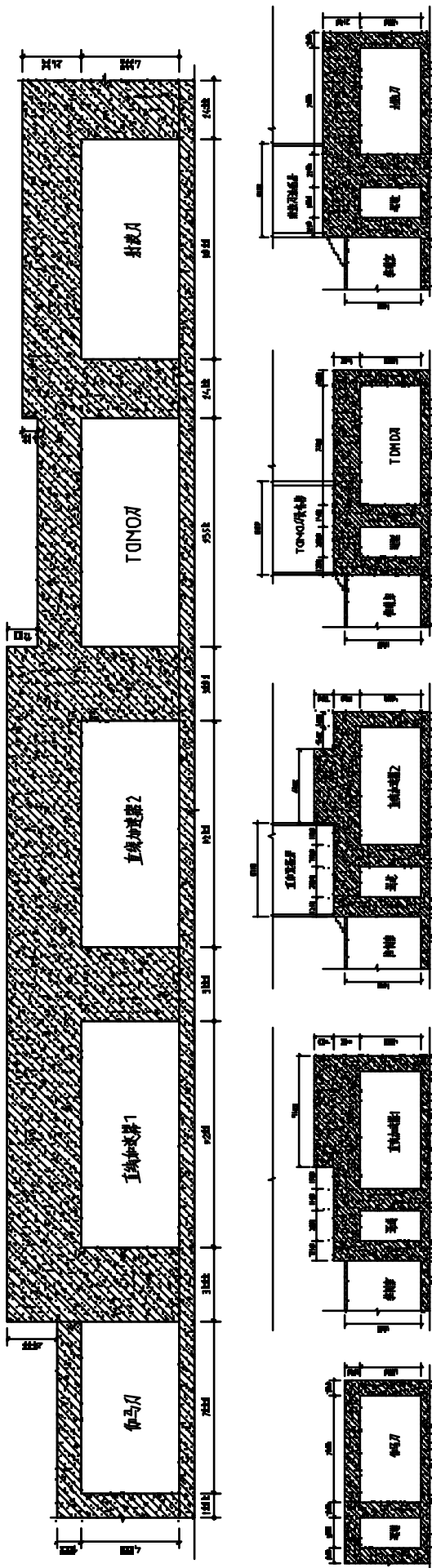
#### 4.6 辐射防护措施符合性分析

医院头部伽马刀机房辐射防护措施合理性分析采用《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）进行分析，辐射防护措施符合性分析见表 10-9。





住院楼地下二层放疗单机房平面布置及分区图



在投送地下二层放弹梯井区剖面图

图 10-13 在投送地下二层放弹梯井区及共线梯与刀机房平面布置、剖面及详区示意图

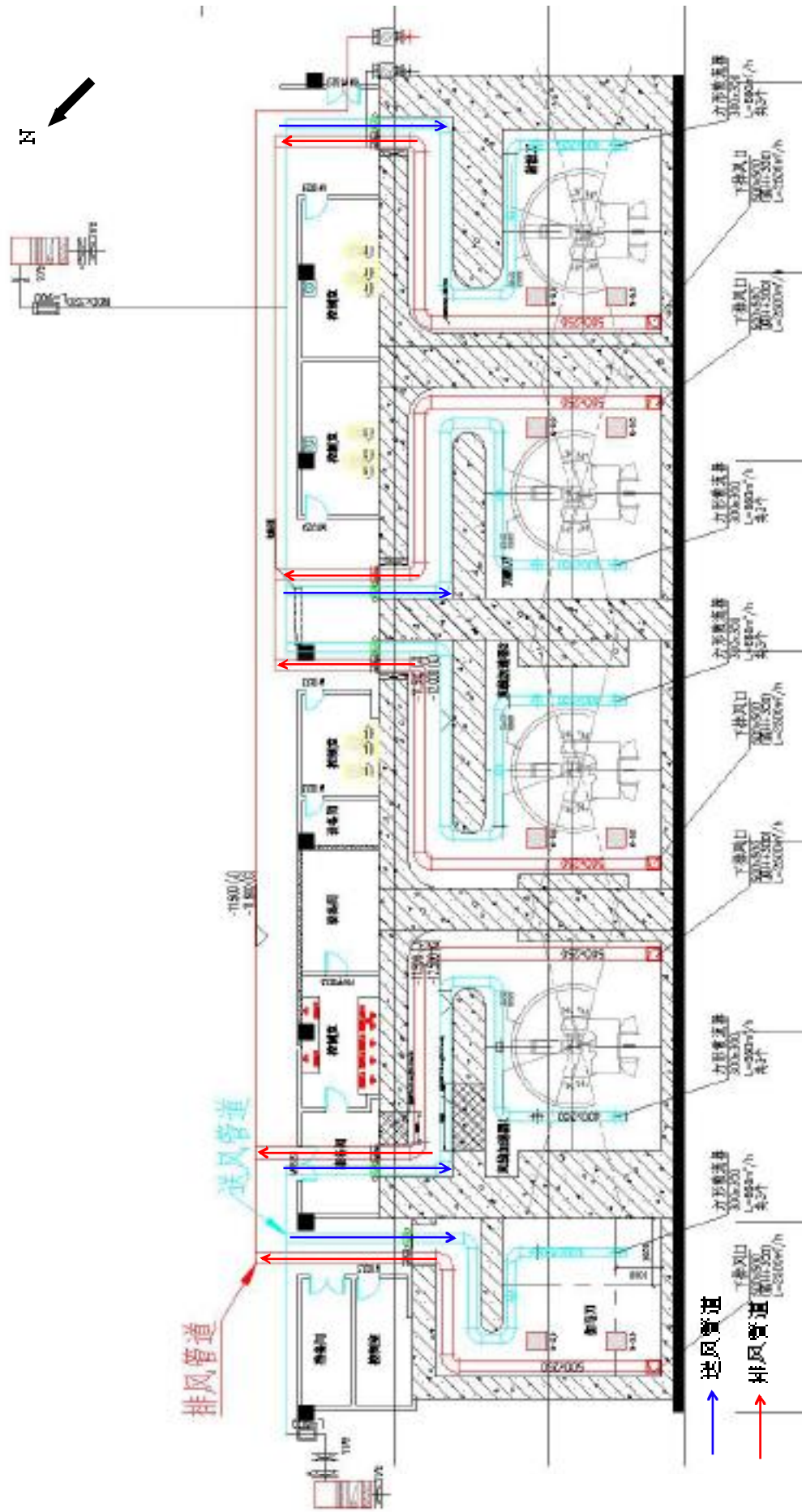
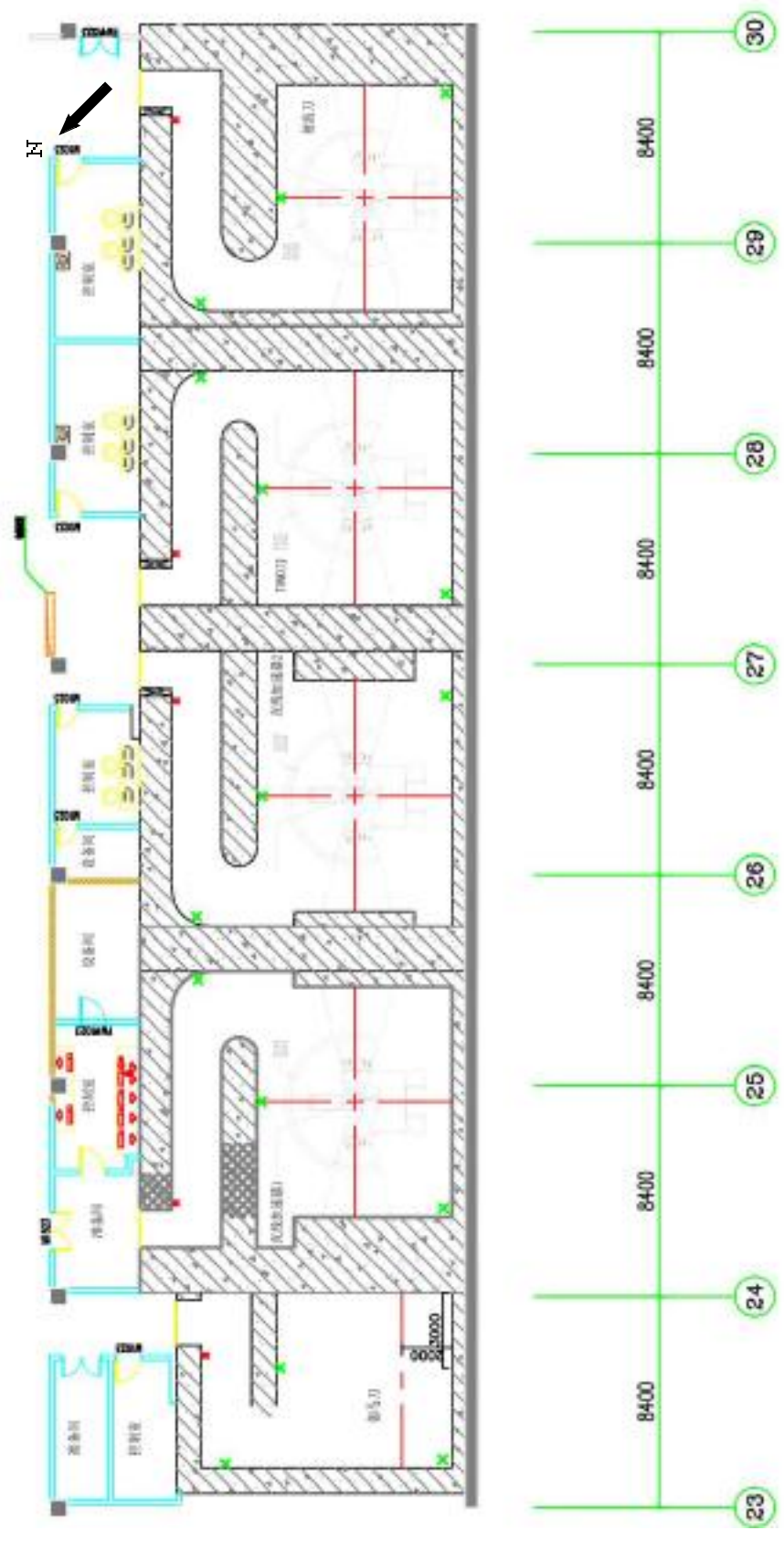


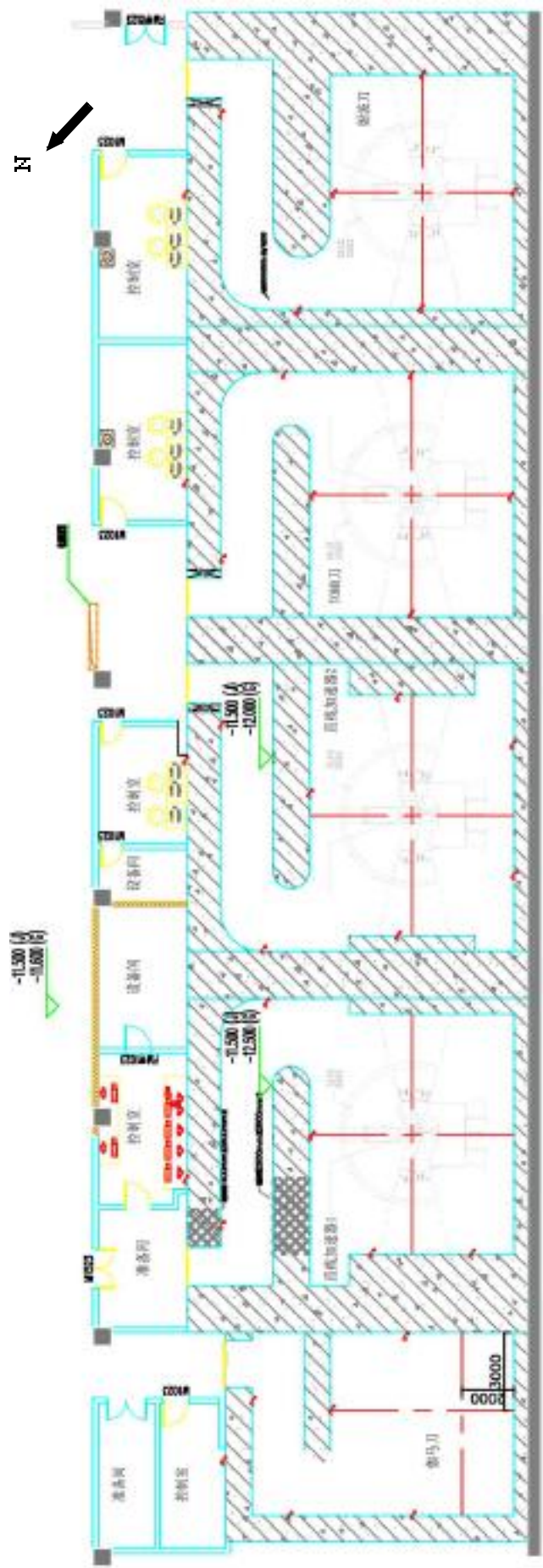
图 10-14 住院楼地下二层放疗科加速器机房及头颈部马刀机房送风及排风管道路径图



图例: X 视频监控

■ 固定式测量报警仪

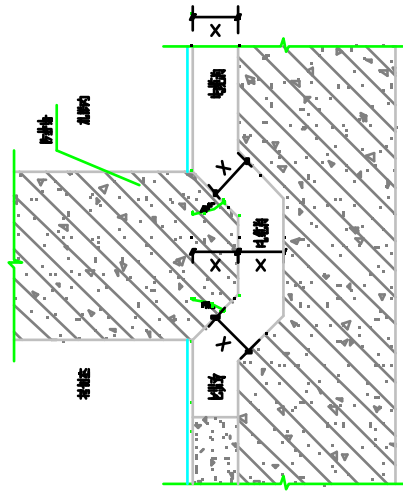
图 10-15 住院楼地下二层放疗科加速器机房及头部伽马刀机房视频监控及固定式测量报警仪设置位置示意图



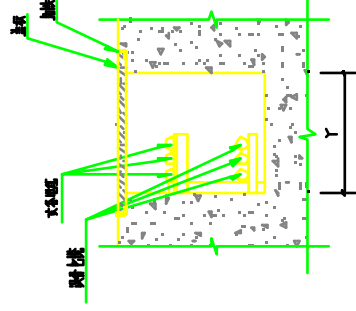
图例: 红色符号 应急开关

负二层放疗科应急开关布局图

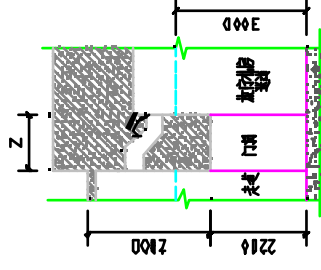
图 10-16 住院楼地下二层放疗科加速器机房及头靶伽马刀机房急停按钮位置示意图



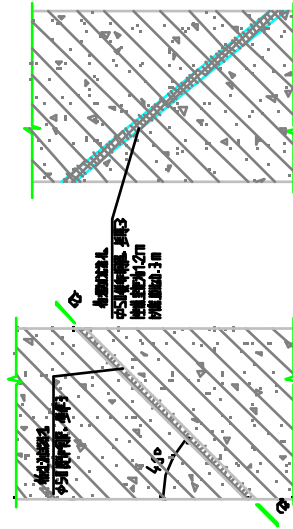
1、电缆沟穿墙大样图



2、电缆沟剖面大样图

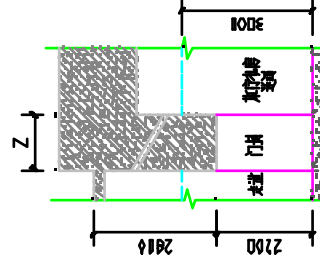


3、通风管穿墙节点大样图

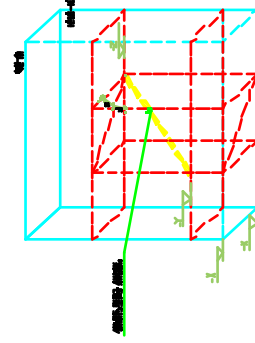


4、物理测试管大样图

0-0



6、弱电穿墙节点大样图



5、物理测试管等值线立面大样图

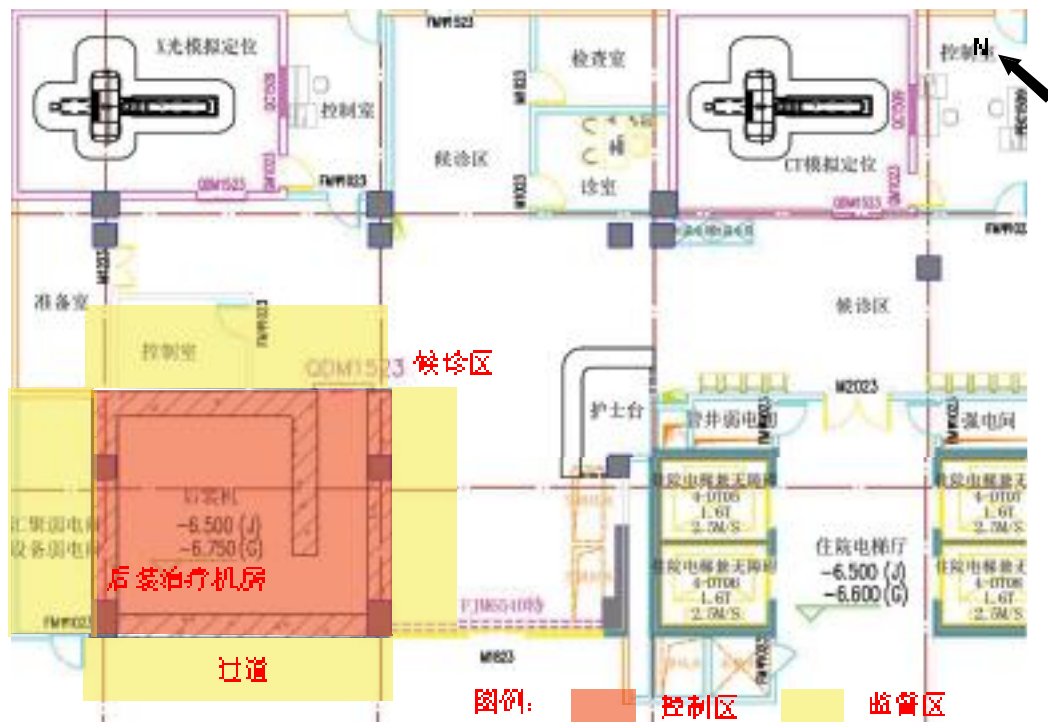
图 10-17 住院楼地下室放疗科机房管线穿越墙体剖面图



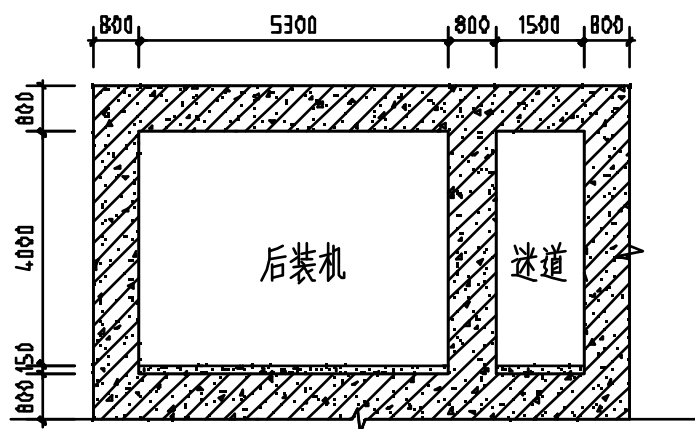
## 5.后装治疗机

### 5.1 控制区与监督区

后装治疗机放射工作场所分区：把工作场所分为控制区、监督区，实行分区管理，避免人员误闯入或误照。医院将后装治疗机治疗室设置为控制区：在控制区进出口设立醒目的电离辐射警告标志及工作指示灯，严格控制非相关人员进入控制区；将控制区周围的后装治疗机控制室、南墙外、西墙外及东墙外过道设置为监督区。后装治疗机机房平面布置及分区见图10-13。



后装治疗机机房平面布置及分区图



后装治疗机机房剖面图

图10-13 住院楼地下一层后装治疗机平面布置、剖面及分区图

## 5.2 辐射安全与防护措施

后装治疗机机房防护措施情况见表 10-10；机房剖面图见图 10-18。

表 10-10 后装治疗机机房辐射防护措施情况一览表

项目	厚度	备注
面积及净空高	治疗室面积约为 31.3m <sup>2</sup> (5.3m×6m)，净高 4m。	
墙体	机房四周墙体、迷路内墙厚均为 800mm 的混凝土；	四周屏蔽墙体及顶棚均采用密度不低于 2.35g/cm <sup>3</sup> 的混凝土一次浇筑而成。
顶棚、地板	顶棚及地板厚均为 800mm 混凝土；	
防护门	10mmPb 的电动铅板屏蔽门。	

5.3 后装治疗机机房采取的其他辐射安全与防护措施如下：

(1) 后装治疗机机房分别设有准备室、控制室、治疗室等功能用房，治疗室有效使用面积 31.8m<sup>2</sup> (5.3m×6m)。

(2) 后装治疗机机房内对角设置送风及排风装置，送风口距地面 3m；排风口距地面 0.2m，排风机排风能力不低于 800m<sup>3</sup>/h；治疗室内能使机房换气 6 次/h 以上（治疗室体积为 127.2m<sup>3</sup>）。

(3) 后装治疗机机房设有迷路；迷路入口设有防护门；防护门设置门-机联锁装置；开门状态不能出源照射，出源照射状态下若开门放射源自动回到后装治疗设备的安全位置；防护门设有防夹人装置；即当有人进出防护门时，防护门自动停止关门动作；防护门设有手动开门装置。防护门外设置工作指示灯及电离辐射警告标志。

(4) 后装治疗机机房控制室控制台及治疗室内布设应急停机按钮，紧急情况下，按下急停开关应能使放射源自动回到后装治疗设备的安全位置。治疗室地面及墙面张贴应急指示、急停按钮安装位置见图 10-19。

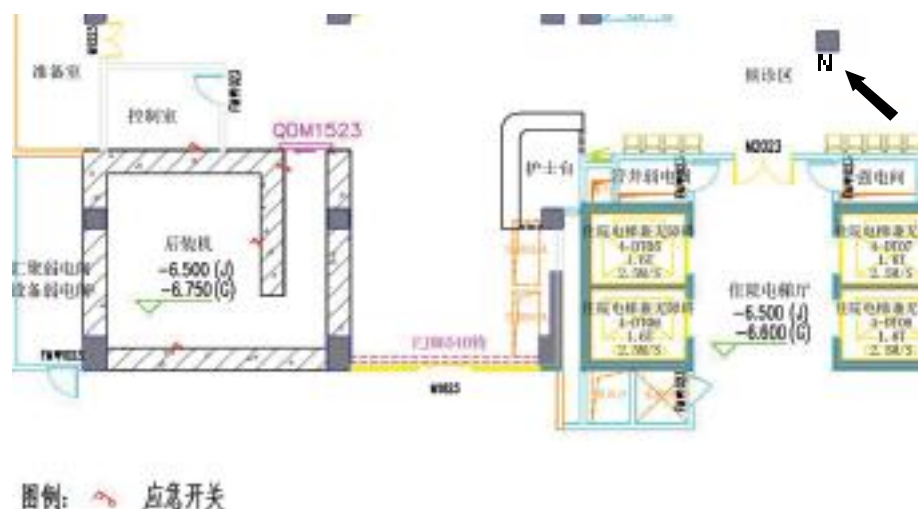


图 10-19 后装治疗机机房应急开关位置示意图

(5) 后装治疗机机房治疗室内、隧道设置视频监控和对讲设备，便于控制室操作人员观察治疗室内及隧道人员停留等情况；与治疗室内人员交流。视频监控及固定式剂量报警仪安装位置见图 10-20。

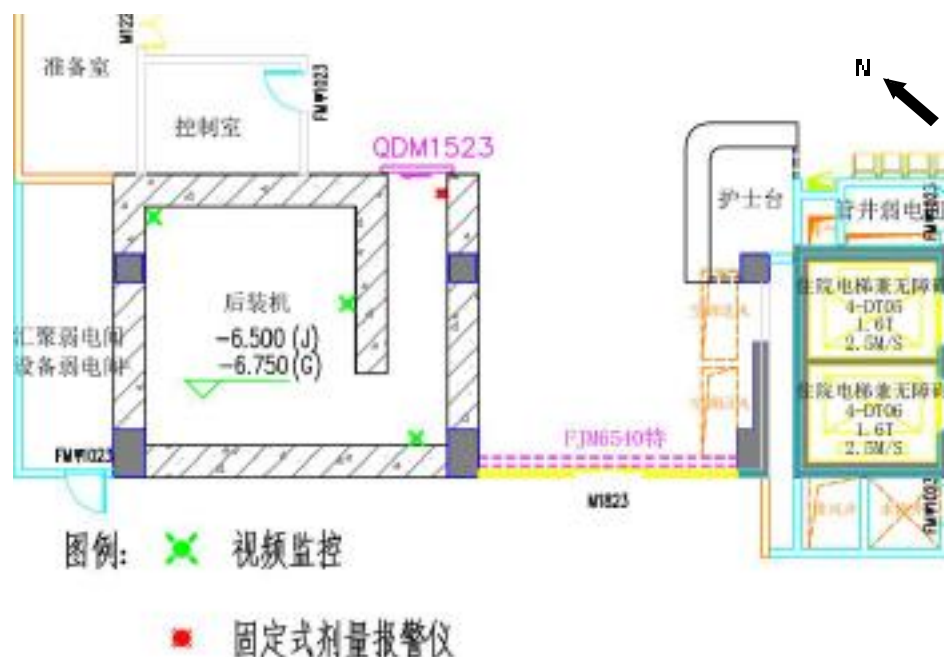


图 10-20 后装治疗机房视频监控及固定式剂量报警仪位置示意图

(6) 在后装治疗机机房治疗室隧道出、入口处设置固定式剂量监测报警装置 1 套，在控制室内设置显示单元。

(7) 后装治疗机机房配备具有报警功能的便携式 X-γ 辐射剂量率监测设备 1 台，配备个人剂量报警仪 3 台。

(8) 医院后装治疗室内配备 30mmPb 铅罐 1 个，配备长柄镊子、钳子、高强度钢丝剪等应急设备。

(9) 工作人员在操作室操作并配戴个人剂量计，每季度送有资质单位检测；建立个人剂量监测档案。医院配备铅衣、铅帽等防护用品。医院辐射工作人员进入后装机治疗室前，应在控制室内通过控制台、安装的室内监测设备等确定放射源已回到屏蔽体内后方能进入治疗室；进入治疗室时应穿戴铅衣、个人剂量报警仪、个人剂量计等辐射防护用品。

#### 5.4 布局合理性分析

后装治疗机机房位于住院楼地下一层，机房四周为过道及控制室，机房楼上为大厅；楼下为补风机房等用房；机房位置避开了人员聚集区；机房四周人员很少停留；机房的控制室与治疗室分离，设置了迷路；布局合理。

#### 5.5 电缆沟

后装治疗机机房控制室侧墙体处设有 1 个电缆沟：电缆沟位置避开了控制室操作台；出口处无人长期停留；电缆沟采用下穿方式穿越侧屏蔽墙体；采用多折曲路，能有效的减少射线的散射和泄漏辐射；电缆沟平面及剖面图见图 10-21。

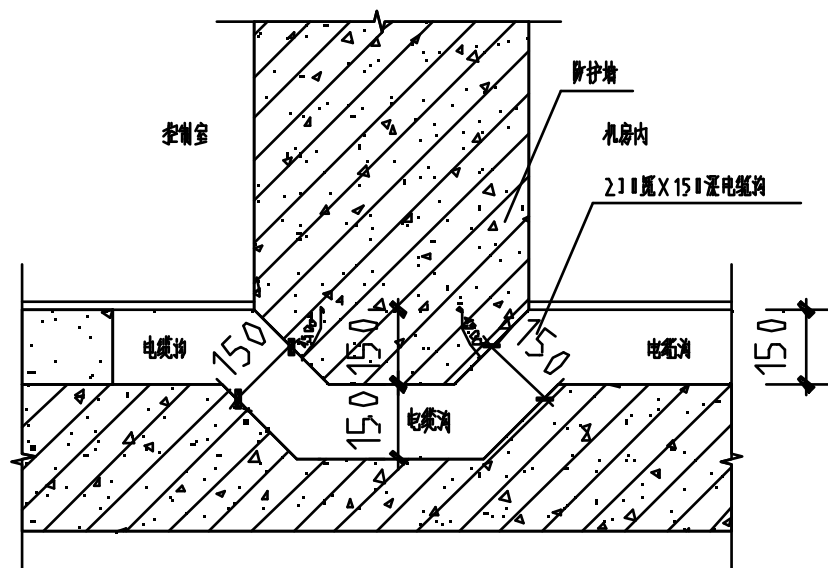
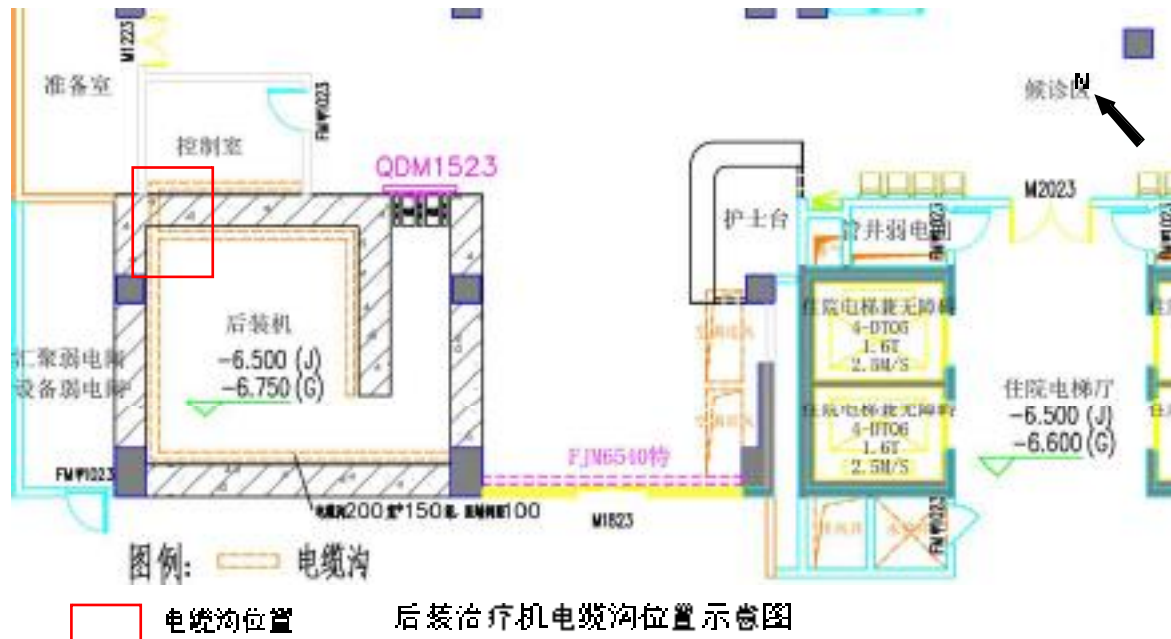


图 10-21 后装治疗机房电缆沟示意图

### 5.6 辐射安全与防护措施符合性分析

医院后装治疗机机房辐射防护措施合理性分析采用《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020) 进行分析，辐射防护措施符合性分析见表 10-11。

表 10-11 后装治疗机机房防护措施符合性分析表

标准要求	标准要素	本项目方案	符合性
	6.1.1 放射治疗设施一重单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并兼顾安全、卫生和方便的原则合理布置。	本项目后装治疗机机房位于地下一层，医院对后装治疗机机房及辅助设施进行了设计。	符合
	6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、进线应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域应设为监督区。	本项目对放射治疗工作场所进行了分区管理，划分了控制区与监督区。将机房治疗室、进线设置为控制区；将其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的控制室、过道等区域设为监督区。	符合
布局要求	6.1.3 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。	本项目后装治疗机房有用线束朝四面墙体、顶棚及底板，各面墙体、顶棚及底板均按有用线束屏蔽要求进行设计。	符合
	6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房外开设置，治疗设备辅助机械、电器、制冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能置于治疗机房外。	本项目治疗设备控制室与治疗机房外开设置，治疗设备辅助机械、电器、制冷设备等凡是可以与治疗设备分离的，设置于治疗机房外。	符合
	6.2.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留于较大的居室，尽可能避开有用线束直接照射。	本项目后装治疗机房有用线束朝四面墙体、顶棚及底板。	符合
	6.1.6X 射束治疗设备的治疗机房，术中放射治疗手术室可不设进线； $\gamma$ 刀治疗设备的治疗机房，根据场强空间和环境条件，确定是否设置进线；其他治疗机房均应设置进线。	本项目后装治疗机机房设置了进线。	符合
	6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。	本项目后装治疗机治疗室内有效使用面积为 318m <sup>2</sup> (5.3m×60m)，机房有足够的有效使用面积以确保放射治疗设备临床应用需要。	符合
通风要求	6.2.2 放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h。	后装治疗机机房内对角设置送风及排风装置，进风口距地面 3m，排风口距地面 0.2m，排风机排风量不满足 800m <sup>3</sup> /h，治疗室内能使机房换气 6 次/h 以上（治疗室体积为 127.2m <sup>3</sup> ）。	符合
屏蔽要求	6.3.3 屏蔽材料 屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能和经济因素，符合最优化要求，新建机房一质选用普通混凝土。	本项目放射治疗机房的墙体均采用普通混凝土。	符合
安全装	6.4.1 监测报警装置	在后装治疗机治疗室进线处、入口处设置固定式剂量监测报警	符合

<p>置和警示标志要求</p>	<p>告放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置，应确保其报警功能正常。</p>	<p>置装置1条，在控制室内设置显示单元。</p>	
<p>6.4.2 联锁装置</p>	<p>放射治疗设备前应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房的装置，防护门应有防挤压功能。</p>	<p>后装治疗机房设有进梯，进梯入口设有防护门，防护门设置门机联锁装置，开门状态不能出源照射，出源照射状态下若开门放射源自动回到后装治疗设备的安全位置；防护门设有防夹人装置，即当有人进出防护门时，防护门自动停止关门动作。防护门外设置工作指示灯及电离辐射警告标志。</p>	<p>符合</p>
<p>6.4.3 标志</p>	<p>医疗机构应对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志： a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志； b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。</p>	<p>医院在放射治疗工作场所入口处设置电离辐射警告标志及工作状态指示灯。</p>	<p>符合</p>
<p>6.4.4 急停开关</p>	<p>6.4.4.1 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发，通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。</p>	<p>后装治疗机房控制室控制台及治疗室内布设应急停机按钮，紧急情况下，按下急停开关应能使放射源自动回到后装治疗设备的安全位置。</p>	<p>符合</p>
<p>6.4.4.2 放射源后装近距离治疗工作场所，应在控制台、后装设备操作人员易触及位置以及治疗机房内墙面各设置一个急停开关。</p>	<p>6.4.5 应急储存设施</p>	<p>医院后装治疗室内配备30mmPb 铅罐1个，配备长柄镊子、镊子、高强度钨钼等应急设备。</p>	<p>符合</p>
<p>6.4.5.1 γ源后装治疗设施应配备应急储源器。</p>	<p>6.4.6 视频监控、对讲交流系统</p>	<p>后装治疗机房治疗室内、进道设置视频监控和对讲设备，便于控制室操作人员在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和进梯区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。</p>	<p>符合</p>

综上所述可知：医院后装治疗机房相关标准要求进行了设计，辐射防护措施符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的相关要求。

## 6.回旋加速器及制备 PET 用放射性药物场所

### 6.1 控制区与监督区划分

医院对回旋加速器及制备 PET 用放射性药物工作场所进行分区管理，避免人员误闯入或误照。医院将回旋加速器机房、热室房间、质控室、药梯、缓冲间等设为控制区；在控制区进出入口设立醒目的电离辐射警告标志，严格控制非相关人员进入控制区；将回旋加速器控制室、缓冲间、水冷设备间、准备间、外包间等设为监督区。平面布置及区域划分见图 10-22、图 10-23。

### 6.2 辐射安全与防护措施

医院回旋加速器及制备 PET 用放射性药物场所采取的防护措施见表 10-12，辐射防护措施符合性分析见表 10-15。

表 10-12 回旋加速器及制备 PET 用放射性药物防护措施情况一览表

项目		辐射防护情况
回旋加速器机房	墙体	南墙、西墙、东墙墙体厚度均为 140cm 的混凝土；北墙的迷路内墙厚 80cm 混凝土，迷路外墙厚 80cm 混凝土，迷路口西侧墙体厚 100cm 混凝土。
	顶棚	顶棚厚 140cm 厚的混凝土；
	防护门	10mmPb 铅板+150mm 厚的含钨聚乙烯（5%钨）。
	其他	每配备 20mmPb 的固体废物桶 1 个。
热室房间	墙体	北墙、南墙及西墙为 30cm 混凝土，东墙为 140cm 混凝土。
	顶棚	顶棚 30cm 厚的混凝土。
	防护门	10mmPb 当量。
	其他	合成热室自带铅屏蔽防护，各面均为 80mmPb；外装热室正面 60mmPb，其余各面 50mmPb，设有同规格防护能力相当的 ZF7 (5.2g/cm <sup>3</sup> ) 高铅玻璃视窗。传递窗 20mmPb 当量。
质控室	墙体	四周墙体均为 30cm 混凝土；
	顶棚	30cm 混凝土；
	防护门	5mmPb 当量；
	传递窗	10mmPb 当量。
废物暂存间	墙体	四周墙体均为 30cm 混凝土；
	顶棚	30cm 混凝土；
	防护门	5mmPb 当量；
	传递窗	10mmPb 当量。
理化实验室	墙体	四周墙体均为 30cm 混凝土；
	顶棚	30cm 混凝土；
	防护门	5mmPb 当量；

注：普通混凝土密度不低于 2.35g/cm<sup>3</sup>。

### 6.3 其他辐射安全措施

(1) 回旋加速器机房设置防护门，防护门与回旋加速器设置门机联锁装置；防护门设有防夹人装置，即当有人进出防护门时，防护门自动停止关门动作；防护门设有紧急开门按钮、手动开门装置、机房门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯，指示灯与回旋加速器连锁。回旋加速器机房内设置紧急停机按钮、紧急开门按键、视频监控装置、对讲装置、固定式剂量率报警仪。在热室房间、固体靶处理间出入口设置电离辐射警告标志。

建设单位应细化回旋加速器机房设计图纸：补充急停按钮、紧急开门按键、视频监控及对讲装置安装位置图。

(2) 回旋加速器及制备 PET 用放射性药物区配备 15mmPb 的注射器合金防护套 4 个；3ml、5ml 注射器各 2 个；40mmPb 的送药防护铅罐 2 个；20mmPb 的正电子药物使用废物桶 2 个。

(3) 配备表面沾污及 X-γ 辐射监测仪各一台，用于回旋加速器及制备 PET 药物场所的日常监测。辐射工作人员离开热室房间时应用辐射监测设备对人员表面污染及剂量率监测；无异常才能离开热室房间。配备铅衣、铅帽等辐射防护用品。

(4) 回旋加速器产生的废靶暂存在废物暂存间的铅废物桶内，由生产厂家回收处理。废气处理系统更换产生的少量废旧活性炭放废物暂存间暂存衰变处理，衰变至少 10 个半衰期后按非放射性固体废物处理。

(5) 回旋加速器及其制备 PET 用放射性药物场所放射性废水先通过专用污水管网排入地下二层动物实验室侧的废水收集井；再经水泵泵入医院放射性废液衰变池，放射性废液衰变池设有 4 个独立的衰变池（A#、B#、C#、D#），单个水池尺寸为 2m×3m×5.5m，容积为 33m<sup>3</sup>，有效容积为 30m<sup>3</sup>/个；总容积为 132m<sup>3</sup>（有效容积为 120m<sup>3</sup>）。衰变池设浮球液位计自动液位监控设备；衰变池液位最高距顶 30cm，最低距底 20cm；进出水阀门控制装置；每个衰变池池底设 3 台（2 用 1 备）自动搅匀排污泵，设置取样口、止回阀等设备。衰变池水满、排放废水前，取样进行检测，经检测达标后用搅拌装置将衰变池中液体搅匀；然后用水泵泵出排放；减少废水池中沉积物对衰变池容积的影响。在衰变池显著位置设置电离辐射警示标示。衰变池平面布置及剖面见图 10-30。

#### (6) 放射性废气

本项目回旋加速器机房、热室房间及热室通风橱各配备了一套独立专用的放射性气体排风管道用于回旋加速器室、热室房间及热室通风橱的废气处理，放射性气体排风管道设置止回阀，防止气流的逆向流通；并安装放射性气体活性炭吸附过滤装置；以保证排入大



气环境前对放射性气体的吸附。过滤吸附装置为可更换式：可以定期更换过滤器。放射性气体通过室外排风管排入大气环境，室外排风口高度高于本项目建筑物屋脊。排风路径见图 10-24。

(7) 回旋加速器人员先进入控制室设置参数，生产放射性核素；放射性核素生产完毕后：人员通过一更、二更、缓冲间等功能用房进入热室房间分装药物；分装完成后的药物放置在送药防护铅罐内，再通过热室房间的药物电梯送至负一楼的分装室；工作人员再通过缓冲间、二更、一更退出热室房间。

回旋加速器制备 PET 药物场所位于住院楼地下二层，采取了门禁系统与相邻区域进行隔离，防止无关人员入内。回旋加速器控制室操作人员与热室房间操作人员不会同时进行操作。

#### 6.4 工作场所分级

根据国家《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB13871-2002)附录 C 非密封源工作场所的分级规定：放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量 (Bq) 与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。由《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB13871-2002) 及《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函[2016]430 号) 可知：本评价项目的热室房间核素的分装标记操作为简单操作。各放射性核素的毒性组别修正因子、操作方式修正因子、日实际操作量和日等效操作量见表 10-13。

表 10-13 热室房间放射性核素日等效最大操作量计算

核素名称	日实际最大操作量 (Bq)	毒性组别修正因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量 (Bq)
<sup>11</sup> C	$6.50 \times 10^{10}$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$6.50 \times 10^8$
<sup>11</sup> N	$5.38 \times 10^{10}$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$5.38 \times 10^8$
<sup>15</sup> O	$1.09 \times 10^{10}$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$1.09 \times 10^8$
<sup>18</sup> F	$7.49 \times 10^{10}$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$7.49 \times 10^8$
<sup>67</sup> Ga	$7.52 \times 10^9$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$7.52 \times 10^7$
<sup>67</sup> Cu	$1.07 \times 10^9$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$1.07 \times 10^7$
<sup>90</sup> Zr	$1.75 \times 10^9$	中毒, 0.1	简单的操作, 1	$1.75 \times 10^8$
合计				$2.31 \times 10^8$

由表 10-13 可见，热室房间所使用的核素总的日等效最大操作量为  $2.31 \times 10^8 \text{Bq}$ ，在  $2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$  之间，因此该非密封放射性物质工作场所属于乙级非密封放射性物质工作场所。

根据《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 对临床核医学工作场所具体分类办法，

操作最大量放射性核素的加权活度 (MBq) 等于计划的日操作最大活度与该核素毒性权重因子的积除以与操作性质修正因子所得的商。本评价项目使用的放射性核素的日实际操作最大活度以及各核素毒性权重因子, 操作性质修正因子及加权活度见表 10-14。

表 10-14 热室房间放射性核素加权活度及计算参数

核素名称	日操作最大活度 (MBq)	权重因子	操作性质修正因子	加权活度 (MBq)	工作场所分类
$^{14}C$	$6.50 \times 10^4$	1	1	$6.50 \times 10^4$	/
$^{14}N$	$5.38 \times 10^4$	1	1	$5.38 \times 10^4$	/
$^{18}O$	$1.09 \times 10^4$	1	1	$1.09 \times 10^4$	
$^{18}F$	$7.49 \times 10^4$	1	1	$7.49 \times 10^4$	
小计				$2.05 \times 10^5$	I

评价项目的总加权活度最大为  $2.05 \times 10^5$  MBq, 大于 50000MBq 之间, 因此该工作场所属于 I 类核医学工作场所。

辐射工作区的地面、墙面拟采取易清洁不易渗透的 PVC 材料; 地板和墙壁接缝设计采用无缝隙的弧线处理; 工作台表面采用易清洗的不锈钢材料或铺砌抛光花岗岩板材。热室房间设有通风橱; 配备清洗及去污设备, 设有专用的排水管道及衰变池, 回旋加速器及制备 PET 用药物场所含放射性废水经收集后排入专用废液衰变池; 在衰变池内衰变至少十个半衰期以上后, 经检测达标后方可排入医院废水处理站处理后再排入城市污水管网。热室房间通风橱风速不低于  $0.5m/s$ 。上述措施满足《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 中室内表面及装备结构要求。

#### 6.5 工作场所布局及合理性分析

回旋加速器机房及其制备 PET 用放射性药物场所位于住院楼地下二层的东南端; 工作场所楼下为土层; 楼上为核医学科用房, 北面为电梯间及回旋加速器配套用房; 东面为动物实验室, 南面为停车场, 西面为过道, 工作场所四周无人长期停留, 核医学科选址充分考虑了周围场所安全, 未邻接产科、儿科、食堂等部门, 选址合理。

回旋加速器及制备 PET 用放射性药物场所包括以下主要房间: 回旋加速器机房、控制室、热室房间、质控室等以及人员进出的缓冲区域和其他辅助房间。场所设置了满足 GMP 对于放射性药品生产区域要求的用于连接洁净区与普通区的进出缓冲间, 设置了工作人员退出工作场所时用于放射性污染检测的检测间, 以及用于去污的淋浴间等。该场所配套的功能房间基本能够满足有助于实施工作程序的要求, 场所布局能保证正电子药品及操作人员均具有独立的出入口和流动路线, 能够有效防止交叉污染, 避免公众、工作人员受到不必要的外照射。综上所述, 从辐射防护及环境保护方面考虑, 该场所布局合理可行。

表 10-15 回旋加速器及制备 PET 药物场所辐射防护措施符合性分析

标准要求	本项目方案	符合性
<p>5.1.1 在医疗机构内部区域选择核医学场址，应充分考虑周围场址的安全，不应邻接产科、儿科、食堂等部门，这些部门选址时应避开核医学场址。尽可能做到相对独立布置或集中设置，宜有单独出入口，出入口不宜设置在门诊大厅、候诊处等人群稠密区域。</p>	<p>本项目住院楼地下二层制备 PET 用药物场所北面为过道，西面为理化实验室，东面为停车场，东面为回旋加速器机房，楼上为核医学科，楼下为土层。制备 PET 用药物场所选址充分考虑了周围场址安全，未邻接产科、儿科、食堂等部门。制备 PET 用药物场所设有单独出入口，出入口为过道，一张无人到达，出口位置避开了人群稠密区域。</p>	符合
<p>5.1.2 核医学工作场所平面布局设计应遵循如下原则： a) 使工作场所的外照射水平和污染发生的概率达到尽可能小； b) 保持影像设备工作场所内较低辐射水平以避免对影像质量的干扰； c) 在核医学诊疗工作区域、控制区的入口和出口应设置门联锁控制制和单向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射； d) 在外装和给药室的出口处应设计卫生通过间，进行污染检测。</p>	<p>本项目制备 PET 用药物场所用于制备 PET 药物，除制备 PET 药物工作人员外，一张无人接近该场所。制备 PET 用药物场所设置了候药、一更、二更、缓冲、检测等用房，用于工作人员表面污染检测及防止工作人员将污染带出场所。</p>	符合
<p>5.1.3 核医学工作场所从功能设置可外为诊断工作场所和诊疗工作场所，其功能设置要求如下： e) 正电子药物制备工作场所至少应包括回旋加速器机房工作区、药物制备区、药物外装区及质控区等。</p>	<p>本项目制备 PET 用药物场所包括回旋加速器机房、药物制备区、药物外装区及质控区等用房。</p>	符合
<p>5.1.4 核医学放射工作场所应划分为控制区和监督区。控制区一张包括使用非密封源核素的房间（放射性药物贮存室、外装及（或）药物制备室、给药室等）、扫描室、给药后候诊室、样品测量室、放射性废物储藏室、药房（使用非密封源治疗患者）、卫生通过间、保洁用品储藏场所等。监督区一张包括控制室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间等。应根据 GB 18871 的有关规定，结合核医学科的具体情况，对控制区和监督区采取相应管理措施。</p>	<p>本项目对制备 PET 用药物场所进行分区管理，划分了控制区与监督区。医院将回旋加速器机房、热室房间、质控室、药梯、缓冲间等设为控制区，在控制区进出口设立醒目的电离辐射警告标志，严格控制非相关人员进入控制区；将回旋加速器控制室、缓冲间、冷却设备间、准备间、外包间等设为监督区。</p>	符合
<p>5.1.5 核医学工作场所的布局应有助于开展工作，避免无关人员通过。治疗区域和诊断区域应相对分开布置。根据使用放射性药物的种类、形态</p>	<p>本项目制备 PET 用药物场所用于制备药物，不制备注射药物，在入口设置门禁系统，防止无关人员进入。</p>	符合

	<p>态、特性和活度，确定核医学治疗区(病房)的位置及其放射防护要求，给药室应尽量靠近病房，尽量减少放射性药物和给药后患者或受检者通过非放射性区域。</p> <p>5.1.6 通过设计合适的空间交通模式来控制辐射源（放射性药物、放射性废物、给药后患者或受检者）的活动，给药后患者或受检者与注射放射性药物患者或受检者不交叉，给药后患者或受检者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理；便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展。</p> <p>5.1.8 正电子药物制备场所，应按相关的放射性生产管理规定，合理规划工作流程，使放射性物质传输最佳，减少对工作人员照射。回旋加速器室、药物制备室及外装区域的设置应便于放射性核素及药物的传输，并便于放射性药物从外装热室至注射室的运送。</p>	<p>本项目制备 PET 用药物场所用于制备药物，不给患者注射药物，不存在给药后患者与注射放射性药物患者交叉、给药后患者与工作人员交叉的情况。用于人体诊断用的 PET 药物通过药物电梯直接送至外装室，给动物显像用的放射性药物由辐射工作人员通过制备 PET 用药物场所外的过道送至动物实验室，该过道为回旋加速器机房、制备 PET 药物场所及动物实验室共用，一时无人员到达。制备 PET 用药物场所从时间上对放射性废物人员进行管理，在不制备药物时进行送药或收集废物。</p> <p>用于人体诊断用的 PET 药物通过药物电梯直接送至外装室，给动物显像用的放射性药物由辐射工作人员通过制备 PET 用药物场所外的过道送至动物实验室，该过道为回旋加速器机房、制备 PET 药物场所及动物实验室共用，一时无人员到达。</p>	符合
放射防护要求	<p>5.2.1 核医学的工作场所应严格按照非密封源工作场所外装规定进行外装，并采取相应防护措施。</p> <p>5.2.2 应依据计划操作最大量放射性核素的加放活度对开放性放射性核素工作场所进行外装管理，把工作场所分为 I、0、III 三类。不同类别核医学工作场所用房室内表面及装备结构的基本放射防护要求见表 1，核医学工作场所外装的加放活度计算方法见附录 G。</p>	<p>本项目非密封源工作场所为乙级非密封源工作场所，属于 I 类工作场所。辐射工作区的地面、墙面均采用不易渗透的 PVC 材料，地板和墙壁接缝设计采用无缝隙的瓦块处理；工作台面采用易清洗的不锈钢材料或铺贴耐擦洗花岗岩板材。热室房间设有通风扇，配备清洗及去污设备。设有专用的排水管道及衰变池，回旋加速器及制备 PET 用药物场所含放射性废水经收集后排入专用衰变池，经衰变池衰变至少十个半衰期以上后，经检测达标后方可排入医院废水处理站处理后排入城市污水管网。</p>	符合
	<p>5.2.3 核医学工作场所的通风按表 1 要求，通风系统独立设置，应保障核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循</p>	<p>本项目制备 PET 药物场所的热室设置了单独的排风系统，进风箱内风速不低于 0.5m/s；制备 PET 药物场所</p>	符合

<p>自非放射区向监督区用控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。</p>	<p>其他功能用房设置了单独的排风系统，未与该场所外其他地区共用送风及排风系统。制备PET药物场所内气流速度源自非放射区向监督区用控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染。制备PET药物场所排气口设置过滤装置，排气口高度高于本建筑物屋脊。</p>	
<p>5.2.4 外装药物操作室采用自动外装方式，“I”型药物操作室采用隔室或遥控给药方式。</p>	<p>本项目制备PET药物场所药物区用自动外装与合成。</p>	符合
<p>5.2.5 放射性废液废液变池的设置按环境主管部门规定执行。废液的污承管道应做好防护设计。</p>	<p>本项目放射性废液变池位于医院东南侧，为池式，位于地下。污水管道埋在地下。</p>	符合
<p>5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。</p>	<p>在制备PET药物场所出入口设置电离辐射警告标志。</p>	符合
<p>5.2.7 核医学场所中相应位置应有明确的患者或受试者导向标识或导向提示。</p>	<p>医院在制备PET药物场所地面设置路径导向标识，在各功能区入口处设置房间门牌，标识房间功能，以提示服药患者。</p>	符合
<p>5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运容器。容器表面应设置电离辐射标志。</p>	<p>本项目核医学配备合金注射器防护套、注射器屏蔽盒、注射器防护盒等防护用品用于内部运输。将屏蔽面设置电离辐射警告标志。</p>	符合
<p>5.2.11 回旋加速器机房内、药物制备室应安装固定式剂量率报警仪。</p>	<p>在回旋加速器机房内、药物制备室内安装固定式剂量率报警仪。</p>	符合
<p>5.2.12 回旋加速器机房应设置门机联锁装置，机房内应设置紧急停机开关和紧急开门按钮。</p>	<p>回旋加速器机房设置门机联锁装置，机房内设置紧急停机开关和紧急开门按钮。</p>	符合
<p>5.2.13 回旋加速器机房的建造应避免采用富含铁矿物质的混凝土，避免混凝土中采用重晶石或铁作为骨料。不带自屏蔽的回旋加速器机房的特殊防护措施： a) 在靶区周围采用“高屏蔽级”的方法，吸收中子以避免中子活化机房墙壁； b) 机房墙壁内表面设置可更换的衬层； c) 选择不易活化的混凝土材料；</p>	<p>本项目回旋加速器为自屏蔽式，回旋加速器机房墙体采用普通混凝土材料。</p>	符合

	<p>d) 墙体中有铀钍锶防中子物质。</p> <p>5.2.14 回旋加速器机房电缆、管道等应采用 S 型或折型穿过墙壁，在地沟中电缆沟和电缆沟应外开，不带自屏蔽的回旋加速器应有单独的电缆沟。</p>	<p>回旋加速器机房电缆、管道等采用折型穿过墙壁，在地沟中电缆沟和电缆沟应外开。</p>	符合
<p>工作场所的防护要求</p>	<p>5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、剂量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护，在核医学控制区外人员可到达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 <math>2.5\mu\text{Sv/h}</math>，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 <math>2\mu\text{Sv/h}</math>，且不大于 <math>2.5\mu\text{Sv/h}</math>；核医学工作场所的外套柜或生物安全柜，应具备一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 <math>2\mu\text{Sv/h}</math>；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。屏蔽计算中所涉及的所有放射性核素物理特性参见附录 H。PET 相关房间的辐射屏蔽计算方法示例参见附录 I。自屏蔽回旋加速器机房的屏蔽计算方法由回旋加速器在所有工作条件下所产生中子的最大通量（等效于加速器的类型、能量、粒子类型以及使用的靶等）决定。</p> <p>5.3.2 应根据使用核素的特点、操作方式以及潜在照射的可控性和严重程度，做好工作场所监测，包括场所周围剂量当量率水平、表面污染水平或空气中放射性核素浓度等内容，工作场所放射防护检测方法见附录 J。开展核医学工作的医疗机构应定期对放射性药物操作后剂量率水平和表面污染水平进行自主监测，每年应委托有相应资质的技术服务机构进行检测。</p>	<p>由理论估算可知，本项目制备 PET 用药物场所热点至通风柜表面周围剂量当量率最大为 <math>1.24\mu\text{Sv/h}</math>。</p> <p>由理论估算可知，医院制备 PET 药物场所工作人员受照有效剂量为 <math>0.81\text{mSv/a}</math>，叠加回旋加速器操作人员受照剂量后为 <math>0.84\text{mSv/a}</math>；动物实验至正常运行时操作人员受照剂量的最大年有效剂量值为 <math>3.40\text{mSv}</math>，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业照射剂量限值 <math>20\text{mSv/a}</math> 的要求，也低于剂量约束值 <math>5\text{mSv/a}</math>。制备 PET 药物场所及动物实验室对公众照射的最大年有效剂量值为 <math>0.01\text{mSv}</math>，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）公众照射剂量限值 <math>1\text{mSv/a}</math> 的要求，也低于剂量约束值 <math>0.25\text{mSv/a}</math>。</p>	符合
		<p>制备 PET 用药物场所辐射工作人员离开时，用制备 PET 用药物场所配备的辐射监测设备进行表面污染监测，监测无异常后方可离开。每年委托有资质的技术服务机构对制备 PET 用药物场所周围剂量当量率及表面污染水平等进行监测。</p>	符合
<p>综上所述，制备 PET 用药物场所按相关标准要求进行了设计，辐射防护措施符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）等规定要求。</p>			

## 7.动物实验室

### 7.1 控制区与监督区划分

医院对动物实验室进行分区管理，避免人员误闯入或误照射。医院将 microPET/CT 机房、注射室、观察间、废物间等设为控制区，在控制区进出入口设立醒目的电离辐射警告标志，严格控制非相关人员进入控制区；将 microPET/CT 控制室、饲养场所、实验室等设为监督区。平面布置及区域划分见图 10-22、图 10-23。

### 7.2 辐射安全与防护措施

医院动物实验室场所采取的防护措施见表 10-16。

表 10-16 动物实验室工作场所防护措施情况一览表

项目		辐射防护情况
microPET/CT	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶棚	25cm 厚的混凝土
	防护门、观察窗	5mmPb 当量
	其他	传递窗 10mmPb 当量
注射室	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶棚	25cm 厚的混凝土
	防护门	5mmPb 当量
	其他	传递窗 10mmPb 当量，通风橱各壁铅当量 40mmPb。
观察间	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶棚	25cm 厚的混凝土
	防护门	5mmPb 当量
实验室（3 间）	墙体	24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶棚	35cm 厚的混凝土
	防护门	5mmPb 当量
准备间	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶棚	35cm 厚的混凝土
	防护门	5mmPb 当量
解剖室	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶棚	35cm 厚的混凝土
	防护门	5mmPb 当量
细胞培养室	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶棚	35cm 厚的混凝土
	防护门	5mmPb 当量
污洗间	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料

	顶棚	35cm 厚的混凝土
	防护门	5mmPb 当量
废物间	墙体	四周墙体均为 24cm 实心砖+3mmPb 防护涂料
	顶棚	35cm 厚的混凝土
	防护门	5mmPb 当量

注：混凝土密度 $>2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，实心砖密度 $>1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 。

### 7.3 其他辐射安全措施

(1) 医院在动物实验室 microPET/CT 机房防护门上设置电离辐射警告标志及工作状态指示灯，设置门灯联锁装置。

(2) 动物实验室配备 1.5mmPb 以上的注射器钨合金防护套 4 个，40mmPb 的送药防护铅罐 2 个，10mmPb 以上的正电子药物铅废物桶 5 个。

(3) 配备表面沾污、X- $\gamma$ 辐射监测设备各一台，用于动物实验室的日常监测。如实验操作结束后对场所表面进行放射性污染监测，人员或物品离开实验室时对人员和物品进行放射性污染监测，若监测结果超过 GB18871 所规定的污染控制水平，应及时去污，直至符合要求。不得将未经污染监测或污染监测超过 GB18871 表面污染控制水平的任何物品带出控制区。配备铅衣、铅帽等辐射防护用品。

#### (4) 放射性废水

动物实验室产生的放射性废水先通过专用污水管网排入地下二层动物实验室侧的废水收集井；再经水泵泵入医院放射性废液衰变池中；放射性废液衰变池设有 4 个独立的衰变池（A#、B#、C#、D#），容积为  $39.1\text{m}^3$ ；有效容积为  $36.34\text{m}^3$ /个；总容积为  $156.4\text{m}^3$ （有效容积为  $145.36\text{m}^3$ ）；各衰变池中设浮球液位计及自动液位监控设备；衰变池液位最高距顶 30cm；最低距底 20cm；设进出水阀门控制装置；每个衰变池池底设 3 台（2 用 1 备）自动搅匀排污泵，设置取样口、止回阀等设备。衰变池水满、排放废水前，取样进行检测；经检测达标后用搅拌装置将衰变池中液体搅匀，然后用水泵泵出排放，减少废水池沉积物对衰变池容积的影响。在衰变池显著位置设置电离辐射警示标示。衰变池平面布置及剖面见图 10-30。

#### (5) 放射性废气

本项目在注射室设有通风橱 1 个，通风橱各壁及观察窗铅当量 40mmPb；工作时橱内风速不低于  $0.5\text{m}/\text{s}$ 。本项目动物实验室设有送风及排风管道，放射性气体排风管道设置止回阀；防止气流的逆向流通，并安装放射性气体活性炭吸附过滤装置；以保证排入大气环境前对放射性气体的吸附。吸附过滤装置为可更换式，可以定期更换过滤器。放射性气体通过室



外排风管排入大气环境，室外排风口高度高于本项目建筑物屋脊。放射性废气排风管道路径见图 10-24。

#### (6) 放射性固体废物

医院应严格控制放射性废物的产生，防止污染扩散；对产生的放射性废物分类收集，统一处理。动物实验室产生的放射性废物包括施用过核素的实验动物尸体及器官，自施用放射性核素后的整个实验过程完整收集的动物排泄物、吸水纸、注射器等。对于处死的动物：按需要进行动物分布实验或直接收集装袋，贴上标签：注明所用核素、施用量和时间等信息，暂存在废物间冰柜内；吸水纸、注射器等其他放射性固体废物存放在铅废物桶内；动物实验室产生的放射性固体废物暂存 10 个以上半衰期；经检测满足清洁解控水平后，报审管部门批准，作为非放射性废物处理。

(7) 在 microPET/CT 机房内设置保险柜：存放校准源；实行双人双锁，机房内外设置视频监控装置。

(8) 动物实验室非密封放射性物质工作场所设置防火、放水、防盗等安全措施，场所内的非密封放射性物质不得与易燃、易爆、生物源性、化学源性等危险物品混放在一起。

(9) 医院将建立非密封放射性物质储存与保管的相关制度：如台账、保管、领用、注销等登记与定期检查制度，建立操作规程等制度。医院将安排专人负责非密封放射性物质的保管工作；对工作场所定期进行放射防护监测；设置门禁系统等安全措施防止无关人员入内。

(10) 医院辐射工作人员不得裸手直接进行非密封放射性物质操作和去除放射性污染操作。液态放射性物品的操作应在铺设有吸水纸的塑料或不锈钢等易去污染的台面或搪瓷盘内进行。操作过程中，应正确佩戴铅防护用品，提高操作熟练程度，合理使用时间防护、距离防护和屏蔽防护；伴有强 $\beta$ 外照射的操作，还应注意晶状体与皮肤的防护：如佩戴玻璃眼镜、穿戴薄橡胶手套、不裸露皮肤等。

#### 7.4 工作场所分级

根据国家《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB13871-2002)附录 C 非密封源工作场所的分级规定：放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量(Bq)与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。由《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB13871-2002)及《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函[2016]430号)可知：本评价项目动物实验室各放射性核素的毒性组别修正因子、操作方式修正因子、日实际操作量和日等效操作量见表 10-17。

表 10-17 动物实验室放射性核素日等效最大操作量计算

核素名称	日实际最大操作量 (Bq)	毒性组别修正因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量 (Bq)
$^{14}\text{C}$	$2.96 \times 10^9$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$2.96 \times 10^7$
$^{14}\text{N}$	$1.30 \times 10^9$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$1.30 \times 10^7$
$^{16}\text{O}$	$9.25 \times 10^4$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$9.25 \times 10^4$
$^{18}\text{F}$	$3.89 \times 10^9$	低毒, 0.01	很简单的操作, 10	$3.89 \times 10^4$
$^{67}\text{Ga}$	$5.55 \times 10^4$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$5.55 \times 10^4$
$^{64}\text{Cu}$	$3.70 \times 10^4$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$3.70 \times 10^4$
$^{90}\text{Zr}$	$3.70 \times 10^4$	中毒, 0.1	简单的操作, 1	$3.70 \times 10^7$
$^{125}\text{I}$	$3.70 \times 10^4$	中毒, 0.1	简单的操作, 1	$3.70 \times 10^7$
合计				$1.39 \times 10^8$

由表 10-17 可见, 动物实验室使用的核素总的日等效最大操作量为  $1.39 \times 10^8 \text{Bq}$ , 在  $2 \times 10^3 \sim 4 \times 10^9$  之间, 因此该非密封放射性物质工作场所属于乙级非密封放射性物质工作场所。

根据《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 对临床核医学工作场所具体分类办法, 操作最大量放射性核素的加权活度 (MBq) 等于计划的日操作最大活度与该核素毒性权重因子的积除以与操作性质修正因子所得的商。本评价项目使用的放射性核素的日实际操作最大活度以及各核素毒性权重因子, 操作性质修正因子及加权活度见表 10-18。

表 10-18 动物实验室放射性核素加权活度及计算参数

核素名称	日操作最大活度 (MBq)	权重因子	操作性质修正因子	加权活度 (MBq)	工作场所分类
$^{14}\text{C}$	$2.96 \times 10^7$	1	1	$2.96 \times 10^7$	II
$^{14}\text{N}$	$1.30 \times 10^7$	1	1	$1.30 \times 10^7$	II
$^{16}\text{O}$	925	1	1	925	II
$^{18}\text{F}$	$3.89 \times 10^7$	1	1	$3.89 \times 10^7$	II
小计				9075	II

评价项目的总加权活度最大为  $9075 \text{MBq}$ ; 在  $50 \sim 50000 \text{MBq}$  之间; 因此该工作场所属于 II 类核医学工作场所。

辐射工作区的地面、墙面拟采取易清洁不易渗透的 PVC 材料; 地板和墙壁接缝设计采用无缝隙的弧线处理; 工作台表面采用易清洗的不锈钢材料或铺贴抛光花岗岩板材; 注射室设有通风橱, 配备清洗及去污设备; 动物实验室设有专用的排水管道及衰变池, 动物实验室的含放射性废水经收集后排入专用废液衰变池, 在衰变池内暂存衰变十个以上半衰期; 经检测达标后方可排入医院废水处理站处理, 处理后再排入城市污水管网; 注射室通风橱内风速不低于  $0.5 \text{m/s}$ 。上述措施满足《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 中室内表面及装备结构要求。

### 7.5 人流及物流通道

动物实验室工作场所设置了工作人员和非密封放射性物质传递通道，并在通道出、入口设置了门禁系统，防止无关人员入内；避免交叉污染。人员及药物路径图见图 10-22。

动物实验室辐射工作人员从回旋加速器制备药物场所拿出药物后，进入动物实验室物流间，通过传递窗将药物送至过道侧；人员通过动物实验室的换鞋、一更、二更、手消用房进入动物实验室内；在传递窗拿药物经缓冲间将药物送至注射室的分装柜内。

辐射工作人员进入动物实验室内后，进入饲养场所，通过饲养场所的传递窗将小动物送至注射室，工作人员进行药物注射；注射后通过观察间的传递窗将小动物送至 microPET 机房内，microPET 机房控制室侧工作人员对小动物进行摆位和扫描。扫描结束后，通过传递窗将小动物送至观察间，工作人员根据需要，在注射室处死小动物，或送至实验室、解剖室进行医学实验操作。动物尸体放置废物间冰柜内。工作人员操作结束后，用配备的 X-γ 辐射监测设备及表面污染监测设备进行监测，经监测无污染后，通过手消、二更、一更、换鞋退出动物实验室。

microPET 机房控制室工作人员通过北面过道进出控制室。

### 7.6 工作场所布局及合理性分析

动物实验室位于住院楼地下二层东南侧，北面为过道，西面紧邻回旋加速器机房，南面为停车场；东面为过道，楼上为核医学科工作场所；楼下为土层，动物实验室四周无人长期停留，选址合理。

动物实验室设有缓冲间、注射室、观察间、microPET/CT 扫描间、microPET/CT 控制室、饲养场所、废物间、动物解剖及实验室等场所，场所出入口设置门禁防止无关人员入内；饲养场所、观察间、细胞培养室设有传递窗，以防止交叉污染。该场所配套的功能房间基本能够满足有助于实施工作程序的要求，场所布局能保证 PET 用药品及操作人员均具有独立的出入口和流动路线，能够有效防止交叉污染；避免公众、工作人员受到不必要的外照射。综上所述，从辐射防护及环境保护方面考虑，该场所布局合理可行。

### 7.7 辐射防护措施符合性分析

医院动物实验室工作场所辐射防护措施合理性分析采用《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)进行分析；辐射防护措施符合性分析见表 10-19。

表 10-19 动物实验室工作场所辐射防护措施符合性分析表

标准要求		本项目方案	符合性
工作场所平面布局和外区	<p>5.1.1 在医疗机构内非区域选择核医学场址，应充分考虑周围场址的安全性，不应邻接产科、儿科、食堂等部门，这些部门选址时应避开核医学场所，尽可能做到相对独立布置或集中设置，宜有单独出、入口，出口不宜设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域。</p>	<p>本项目动物实验室位于住院楼地下二层，住院楼地下二层动物实验室北面为过道，西面为回廊加速器机房，南面为停车场，东面为过道，楼上为核医学科，楼下为土质，动物实验室选址充分考虑了周围场所安全，紧邻产科、儿科、食堂等部门。</p>	符合
	<p>5.1.2 核医学工作场所平面布局设计应遵循如下原则： a) 使工作场所的外照射水平和污染发生的概率达到尽可能小； b) 保持影像设备工作场所内较低辐射水平以避免对影像质量的干扰； c) 在核医学诊疗工作区域，控制区的入口和出口应设置门锁或远程控制单元向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射； d) 在外装和给药室的出口处应设计卫生通过间，进行污染检测。</p>	<p>动物实验室出入口设置了换鞋、一更、二更用房，注射室入口设置了缓冲间，在缓冲间内放置<math>\alpha</math>、<math>\beta</math>表面污染及<math>\alpha</math>-<math>\gamma</math>辐射剂量率监测设备用于人员离开注射室时的污染监测。</p>	符合
	<p>5.1.3 核医学工作场所从功能设置可外为诊断工作场所和治疗工作场所，其功能设置要求如下： a) 对于单一的诊断工作场所应设置给药室或受检者候诊区、放射性药物贮存室、外装给药室（可含质控室）、给药后患者或受检者候诊室（根据放射性核素防护特性外另设置）、质控（样品测量）室、控制室、机房、给药后患者或受检者卫生间和放射性废物储藏室等功能用房； b) 对于单一的治疗工作场所应设置放射性药物贮存室、外装及药物准备室、给药室、病房（使用非常封闭源治疗患者）或给药后留观区、给药后患者专用卫生间、值班室和放置急救设施的区域等功能用房； c) 诊断工作场所和治疗工作场所都需要设置清洁用品储存场所、员工休息室、护士站、更衣室、卫生间、去污淋浴间、检查室或抢救功能区等辅助用房； d) 对于综合性的核医学工作场所，非功能区用房和辅助用房可以共同利用； e) 正电子药物制备工作场所至少应包括回旋加速器机房工作区、药物</p>	<p>本项目动物实验室用于动物的影像诊断，该场所设置了换鞋、一更、二更、手消间、清洁灭菌间、实验室、污洗间、缓冲间、废物间、细菌培养室、饲养场室、注射室、注射室缓冲间、注射室留观间、microPET/CT 机房及控制室等工作场所。 护士站、诊室、药房、值班室、主任办公室、卫生间等用房依托核医学科用房。</p>	符合

	<p><b>制备区、药物外包装区及质控区等。</b></p> <p>5.1.4 核医学放射工作场所应划分为控制区和监督区。控制区一般包括使用非密封源核素的房间（放射性药物贮存室、外包装及（或）药物制备室、给药室等）、扫描室、给药后核诊室、样品测量室、放射性废物储藏室、药房（使用非密封源治疗患者）、卫生通过间、候洁用品储存场所等。监督区一般包括控制室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间等。应根据 GB 18871 的有关规定，结合核医学科的具体情况，对控制区和监督区采取相应管理措施。</p> <p>5.1.5 核医学工作场所的布局应有助于开展工作，避免无关人员通过。治疗区域和诊断区域应相对分开布置。根据使用放射性药物的种类、形态、特性和活度，确定核医学治疗区（药房）的位置及其放射防护要求，给药室应尽量靠近药房，尽量减少放射性药物和给药后患者或受检者通过放射性区域。</p> <p>5.1.6 通过设计合适的空间交通模式来控制辐射源（放射性药物、放射性废物、给药后患者或受检者）的活动，给药后患者或受检者与注射放射性药物对患者或受检者不交叉，给药后患者或受检者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理，便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展。</p> <p>5.1.7 应通过工作场所平面布局的设计和屏蔽手段，避免附近的辐射源（核医学周边场所内的辐射装置、给药后患者或受检者）对诊断区设备成像、功能检测的影响。</p>	<p>本项目动物实验室设置于住院楼地下二层，为建筑楼层底，将 microPET/CT 机房、注射室、观察间、废物间等设为控制区，在控制区进出口设立醒目的电离辐射警告标志，严格控制非相关人员进入控制区；将 microPET/CT 控制室、饲养场所、实验室等设为监督区。</p> <p>本项目动物实验室紧邻回旋加速器机房及制备药物场所，动物实验室内设置饲养场所、注射室、microPET/CT 机房紧邻，便于操作。本项目动物实验室的动物在扫描后处死，处死后进行相关研究，最终放置在冰柜内留存衰变，注射药物的动物不会进入非放射性区域。</p> <p>动物实验室从时间上对送药及收集废物人员进行管理，在无叠叠操作时收集废物和打扫卫生。</p>	符合
放射防护措施要求	<p>5.2.1 核医学的工作场所应按照非密封源工作场所外照射规定进行外照射剂量率防护设施。</p> <p>5.2.2 应根据计划操作最大量放射性核素的活度对开放性放射性核素工作场所进行外照射管理，把工作场所分为 I、II、III 三类。不同类别核医学工作场所用房室内表面及装置结构的基本放射防护要求见表 1。核医学工作场所外照射的活度计算方法见附录 G。</p>	<p>本项目动物实验室场所外的辐射工作场所均采取了符合标准要求屏蔽措施，其墙体外的剂量率经距离衰减后对动物实验室基本无影响。</p> <p>本项目非密封源工作场所为乙类非密封源工作场所，属于 II 类工作场所。辐射工作区的地面、墙面和台面均采用不易渗透的 PVC 材料，地板和墙面均采用无缝隙的瓦块处理；工作台面采用不易清洗的不锈钢材料或铺衬层花岗岩板材。注射室设有通风橱，配备清洗及去污设备。动物实验</p>	符合

	<p>至设有专用的排水管道及衰变池，动物实验室的含放射性废水经收集后排入专用废液衰变池，在衰变池内留存衰变十个小时以上半衰期，经检测达标后方可排入医院废水处理站处理，处理后不再排入城市污水管网。</p>	
<p>5.2.3 核医学工作场所的通风按表 1 要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射性区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量，合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s，排气口应高于本建筑物体屋顶并安装专用过滤装置，排气口浓度应达到环境主管部门的要求。</p>	<p>本项目动物实验室注射室设置了通风橱，通风橱设置单独的排风系统，通风橱内风速不低于 0.5m/s；动物实验室其他功能用房设置了单独的排风系统，未与动物实验室外其他场所共用送风及排风系统，动物实验室内气流遵循自非放射性区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，动物实验室排气口设置过滤装置，排气口高度高于本建筑物体屋顶。</p>	符合
<p>5.2.4 外装药物操作宜采用自动外包装方式，“T”装药物操作宜采用隔室或遥控装药方式。</p>	<p>本项目动物实验室外装药物均根据用药交排接收购买，回旋加速器生产药物在制备药物区域自动合成外包装。</p>	符合
<p>5.2.5 放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行，暴露的污水管道应做好防护设计。</p>	<p>本项目放射性废液衰变池位于医院家属侧，为地埋式，位于地下，污水管道埋入地下。</p>	符合
<p>5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。</p>	<p>在动物实验室出入口设置电离辐射警告标志。</p>	符合
<p>5.2.7 核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。</p>	<p>医院在动物实验室地面设置导程导向标识，在各功能区入口设置房间门牌，标识房间功能，以提示工作人员。</p>	符合
<p>5.2.8 给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视视频或观察窗和对讲装置，回旋加速器机房内应配备应急对外通讯设施。</p>	<p>本项目动物实验室在注射室设置视频监控及对讲装置，在 microPET/CT 机房设置观察窗及对讲装置。</p>	符合
<p>5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运容器，容器表面应设置电离辐射标志。</p>	<p>本项目动物实验室配备符合注射器防护用品、注射器屏蔽套、注射器防护用品用于内部运输，容器表面设置电离辐射警告标志。</p>	符合
<p>5.2.10 扫描室外防护门上应设置工作状态指示灯。</p>	<p>本项目核医学科在 microPET/CT 机房防护门上</p>	符合

	<p>5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、剂量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可到达处，距屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于<math>2.5\mu\text{Sv/h}</math>，控制区内屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于<math>25\mu\text{Sv/h}</math>，且不大于<math>2.5\mu\text{Sv/h}</math>；核医学工作场所的外套柜或生物安全柜，应具有一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面5cm处的周围剂量当量率控制目标值应不大于<math>25\mu\text{Sv/h}</math>；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。屏蔽计算中所涉及的高剂量放射性药物理化特性参见附录H，PET相关房间的辐射屏蔽计算方法示例参见附录I，自屏蔽回旋加速器机房的屏蔽计算方法由回旋加速器在正常工作条件下产生中子的最大通量（取决于加速器的类型、剂量、粒子类型以及使用的靶件）决定。</p>	<p>由理论估算可知，本项目动物实验室工作场所控制区外人员可到达处屏蔽体外表面30cm的周围剂量当量率最大为<math>0.64\mu\text{Sv/h}</math>，控制区内屏蔽体外表面30cm处的剂量率最大为<math>1.17\mu\text{Sv/h}</math>，通风柜表面剂量当量率最大为<math>1.07\mu\text{Sv/h}</math>。</p> <p>估算结果表明，医院动物实验室正常运行时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为<math>3.4\text{mSv}</math>，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业照射剂量限值<math>20\text{mSv/a}</math>的要求，也低于剂量约束值<math>5\text{mSv/a}</math>。制备PET药物场所及动物实验室对公众照射的最大年有效剂量值为<math>0.01\text{mSv}</math>，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）公众照射剂量限值<math>1\text{mSv/a}</math>的要求，也低于剂量约束值<math>0.25\text{mSv/a}</math>。</p>	符合
<p>工作场所的防护水平要求</p>	<p>5.3.2 应根据使用核素的特点、操作方式以及潜在照射的可控性和严重程度，做好工作场所监测，包括场所周围剂量当量率水平、表面污染水平或空气中放射性核素浓度等内容，工作场所放射防护检测方案见附录J，开展核医学工作的医疗机构应定期对放射性药物操作后剂量率水平和表面污染水平进行自主监测，每年应委托有相应资质的技术服务机构进行检测。</p>	<p>动物实验室放射工作人员从该场所离开时，用动物实验室配备的辐射监测设备进行表面污染监测，监测无异常后离开动物实验室，每年委托有资质的技术服务机构对动物实验室工作场所周围剂量当量率及表面污染水平等进行监测。</p>	符合
<p>综上所述可知：医院动物实验室工作场所按相关标准要求进行了设计，辐射防护措施符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）等规范要求。</p>			

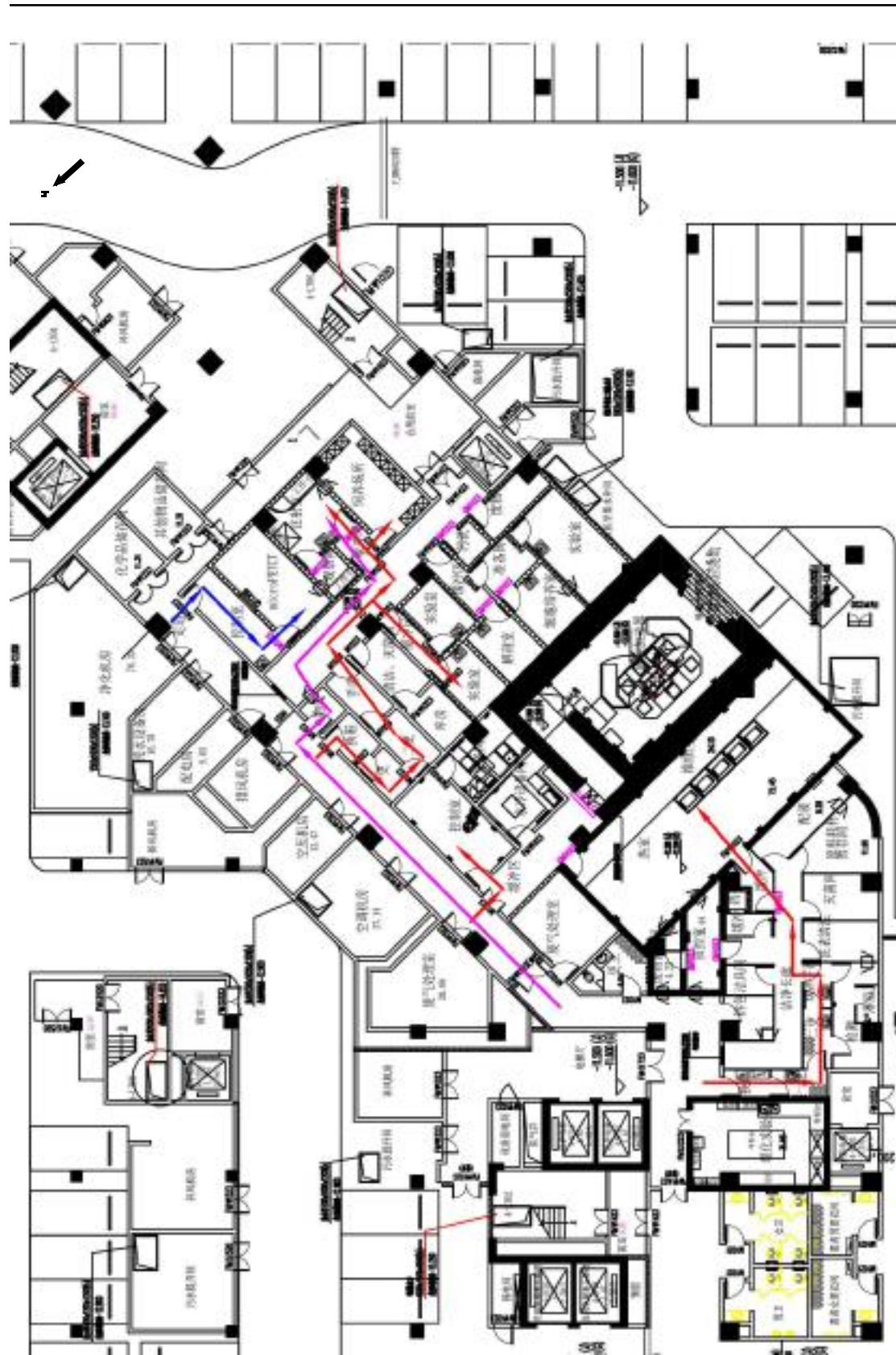


图 10-22 向附加区离心机及制备工用放射性药物场所、放射性装置平面图布置、人员及药物路线图

- 特殊工作人员修改
- 内网修改
- 放射工作人员修改





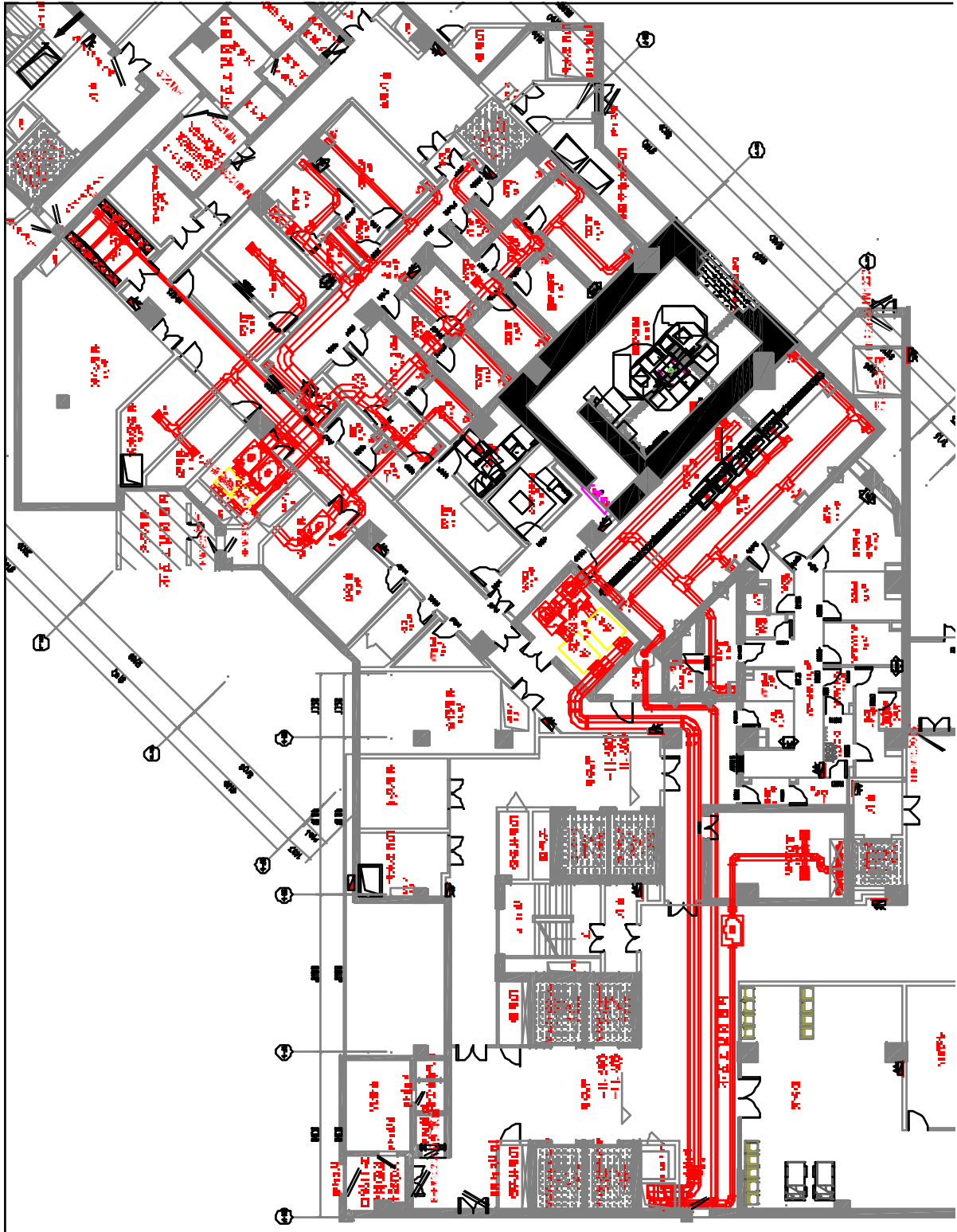


图 10-24 自喷灭火系统各层工用放射型探测器、手动报警按钮风团

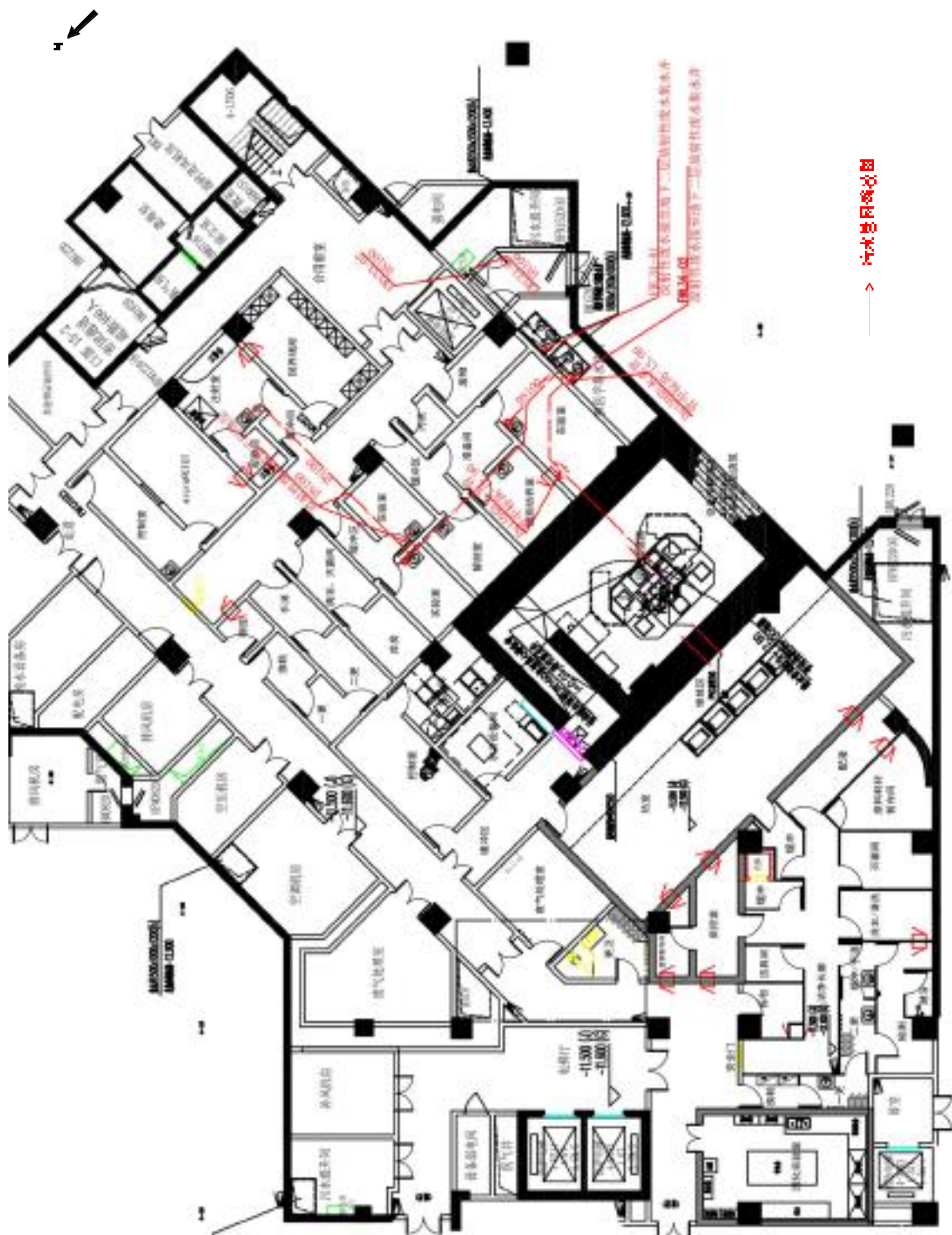


图 10-23 回饋期運送及則各 P&I 排放射往藥物廢部、卸廢案總區污水管网络图

## 8.核医学科

本项目核医学科工作场分为两大区域，一处使用核素 $^{131}\text{I}$ （甲癌、甲亢、甲功能测定）、 $^{177}\text{Lu}$ （前列腺癌）；另一处主要用于显像及骨转移瘤治疗，使用的核素包括 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{188}\text{Re}$ 及正电子显像核素（ $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{124}\text{I}$ ）。这两大区域有各自独立的出入口；且与其他功能用房之间有明显物理隔断；可划分明确的监督区和控制区范围，且设计有独立辐射防护措施，故根据《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430号）的有关规定：本项目核医学科工作场所按照2个独立场所进行日等效操作量核算，一个以甲癌治疗为主的区域，使用核素为 $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ ；另一工作场所为显像及骨转移瘤治疗；使用的核素包括 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{188}\text{Re}$ 及正电子显像核素（ $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{124}\text{I}$ ）。

### 8.1 控制区与监督区划分

#### (1) $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 工作场所

医院将本项目 $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 工作场所的吸碘率测定室、卫生通过间、淋浴室、污物间、分装储源室、给药室、甲亢留观室、抢救室、甲癌病房（5间）、前列腺癌治疗病房（1间）、污洗室、污服暂存室及服药后患者通道划分为控制区；禁止无关人员进入；并在控制区出入口设置电离辐射警示标志；将 $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 工作场所未被划为控制区的其他区域划为监督区；如医生办公室、男女值班室、配餐室等。

#### (2) 显像及骨转移瘤治疗工作场所

医院将SPECT/CT显像、PET显像及骨转移治疗区域的卫生通过间、淋浴室、污物室、分装储源室、注射室、运动负荷室（抢救室）、SPECT注射后休息室、PET注射后休息室、PETVIP注射后休息室、留观室、SPECT/CT机房、PET/CT机房、PET/MR机房、污服暂存室、污洗室及服药后患者通道划分为控制区；禁止无关人员进入，并在各控制区出入口设置电离辐射警示标志；将SPECT/CT机房控制室、PET/CT机房控制室、PET/MR机房控制室等划为监督区。

医院核医学科非密封放射性物质工作场所控制区与监督区划分见图10-26。

### 8.2 工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录C非密封源工作场所的分级规定：放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。由《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事

项的通知》（环办辐射函[2016]430号）可知：本评价项目的核医学科使用的各放射性核素的毒性组别修正因子、操作方式修正因子、日实际操作量和日等效操作量见表 10-20。

据医院提供资料，甲亢、甲癌患者不在同一天服药，故甲癌甲亢及前列腺癌治疗区域日最大操作量为甲癌及前列腺癌病人的最大服药量之和。

表 10-20 核医学科使用的放射性核素日等效最大操作量计算一览表

位置	核素名称	日实际最大操作量 (Bq)	毒性组别修正因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量 (Bq)
<sup>131</sup> I、 <sup>177</sup> Lu 工作场所	<sup>131</sup> I (甲亢)	$3.145 \times 10^{10}$	中毒, 0.1	简单操作, 1	$3.145 \times 10^9$
	<sup>131</sup> I (甲亢)	$5.55 \times 10^9$	中毒, 0.1	简单操作, 1	$5.55 \times 10^8$
	<sup>131</sup> I (甲状腺测定)	$1.295 \times 10^7$	中毒, 0.1	简单操作, 1	$1.295 \times 10^6$
	<sup>177</sup> Lu	$7.40 \times 10^8$	中毒, 0.1	简单操作, 1	$7.40 \times 10^8$
小计 (甲亢+甲状腺测定+前列腺癌)					$3.886 \times 10^9$
小计 (甲亢+甲状腺测定+前列腺癌)					$1.296 \times 10^9$
显像及骨转移治疗工作场所	<sup>99m</sup> Tc	$2.96 \times 10^{10}$	低毒, 0.01	很简单的操作, 10	$2.96 \times 10^7$
	<sup>89</sup> Sr	$7.40 \times 10^8$	中毒, 0.1	简单操作, 1	$7.40 \times 10^7$
	<sup>188</sup> Re	$2.96 \times 10^8$	中毒, 0.1	简单操作, 1	$2.96 \times 10^7$
	<sup>223</sup> Ra	$2.96 \times 10^8$	极毒, 10	简单操作, 1	$2.96 \times 10^9$
	<sup>11</sup> C	$1.11 \times 10^{10}$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$1.11 \times 10^8$
	<sup>13</sup> N	$1.43 \times 10^{10}$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$1.43 \times 10^8$
	<sup>15</sup> O	$3.70 \times 10^9$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$3.70 \times 10^7$
	<sup>18</sup> F	$3.33 \times 10^{10}$	低毒, 0.01	很简单的操作, 10	$3.33 \times 10^7$
	<sup>64</sup> Cu	$1.16 \times 10^9$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$1.16 \times 10^7$
	<sup>67</sup> Ga	$4.44 \times 10^9$	低毒, 0.01	简单的操作, 1	$4.44 \times 10^7$
	<sup>67</sup> Ge	$1.85 \times 10^9$	中毒, 0.1	源的贮存, 100	$1.85 \times 10^6$
	<sup>89</sup> Zr	$5.92 \times 10^8$	中毒, 0.1	简单的操作, 1	$5.92 \times 10^7$
	<sup>125</sup> I	$1.60 \times 10^8$	中毒, 0.1	简单的操作, 1	$1.60 \times 10^7$
小计					$3.56 \times 10^9$

由表 10-20 可见，核医学科 <sup>131</sup>I、<sup>177</sup>Lu 工作场所总的日等效最大操作量为  $3.886 \times 10^9$  Bq，在  $2 \times 10^9 \sim 4 \times 10^9$  Bq 之间，因此 <sup>131</sup>I、<sup>177</sup>Lu 工作场所所属于乙级非密封放射性物质工作场所。核医学科显像及骨转移治疗工作场所核素 (<sup>99m</sup>Tc、<sup>89</sup>Sr、<sup>223</sup>Ra、<sup>188</sup>Re、<sup>18</sup>F、<sup>67</sup>Ga、<sup>11</sup>C、<sup>13</sup>N、<sup>15</sup>O、<sup>89</sup>Zr、<sup>125</sup>I、<sup>64</sup>Cu) 总的日等效最大操作量为  $3.56 \times 10^9$  Bq，在  $2 \times 10^9 \sim 4 \times 10^9$  Bq 之间，因此核医学科显像及骨转移治疗工作场所属于乙级非密封放射性物质工作场所。

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）对临床核医学工作场所具体分类办法，操作最大量放射性核素的加权活度（MBq）等于计划的日操作最大活度与该核素毒性权重因子的积除以与操作性质修正因子所得的商。本评价项目使用的放射性核素的日实际操作

最大活度以及各核素毒性权重因子，操作性质修正因子及加权活度见表 10-21。

表 10-21 放射性核素加权活度及计算参数一览表

位置	核素名称	日操作最大活度 (MBq)	权重因子	操作性质修正因子	加权活度 (MBq)	工作场所分类
I、 <sup>177</sup> Lu 工作场所	<sup>125</sup> I (甲盒)	$3.145 \times 10^4$	100	1	$3.145 \times 10^4$	I
	<sup>125</sup> I (甲壳)	$5.55 \times 10^3$	100	1	$5.55 \times 10^3$	I
	<sup>125</sup> I (甲壳测定)	1295	100	1	1295	0
显像及骨转移治疗 工作场所	<sup>99m</sup> Tc	$2.59 \times 10^4$	1	1	$2.59 \times 10^4$	/
	<sup>90</sup> Sr	$7.40 \times 10^3$	100	1	$7.40 \times 10^3$	/
	<sup>11</sup> C	$1.11 \times 10^4$	1	1	$1.11 \times 10^4$	/
	<sup>11</sup> N	$1.48 \times 10^4$	1	1	$1.48 \times 10^4$	/
	<sup>18</sup> F	$3.70 \times 10^3$	1	1	$3.70 \times 10^3$	/
		合计				$1.628 \times 10^5$

本次评价项目 <sup>125</sup>I、<sup>177</sup>Lu 工作场所加权活度分别为  $3.145 \times 10^4$  MBq、 $5.55 \times 10^3$  MBq，显像及骨转移治疗区域区域总加权活度为  $1.628 \times 10^5$  MBq，均大于  $30000$  MBq，因此该工作场所属于 I 类核医学工作场所。

本项目核医学科区域辐射工作区的地面、墙面拟采取易清洁不易渗透的 PVC 材料，地板和墙壁接缝设计采用无缝隙的弧线处理；工作台表面采用易清洗的不锈钢材料或铺贴层光花岗岩板材，配备清洗及去污设备。核医学科区域污水排水管道与非污染区相对独立；专用卫生间内的废水经收集后排入专用废液衰变池，经衰变池衰变足够时间后，经检测达标后方可排入医院废水处理站处理达标后再排入城市污水管网。分装室配备通风橱，通风橱内废气由排放系统直通屋顶高出屋脊排放，满足《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 中 I 类核医学工作场所的防护设计要求。

### 8.3 辐射安全与防护措施

#### 8.3.1 核医学科工作场所辐射防护屏蔽设计

本项目核医学科辐射工作场所的相关墙体、顶棚、底板以及观察窗、防护门的设计均采取了辐射屏蔽措施。根据医院提供的设计方案，本项目核医学科工作场所采取的防护措施见表 10-22。

表 10-22 核医学科工作场所防护措施一览表

功能室名称	四周墙体	顶棚、底板	门、窗
<sup>131</sup> I、 <sup>125</sup> Iu 工作场所			
卫生通过间	24cm 实心墙	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	/
淋浴室	24cm 实心墙	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	/
外装室	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 10mmPb
储源室	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 10mmPb
给药室	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 10mmPb
甲亢留观室	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 10mmPb
抢救室	24cm 实心墙+4mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 6mmPb
甲高病房	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 10mmPb
污洗室	24cm 实心墙+4mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 6mmPb
污服留存室	24cm 实心墙+4mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 6mmPb
服药后患者通道	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 10mmPb
吸碘率测定	24cm 实心墙	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	普通门
SPECT/CT 显像、PET 显像及骨转移治疗区域			
卫生通过间	24cm 实心墙	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	/
淋浴室	24cm 实心墙	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	/
污物室	24cm 实心墙+6mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 8mmPb
外装室	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 10mmPb
储源室	24cm 实心墙+6mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 8mmPb
注射室	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 10mmPb
运动员荷室 (抢救室)	24cm 实心墙+5mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板部分 35cm 混凝土。	防护门 6mmPb

		部分 140cm 混凝土。	
SPECT注射后休息室	24cm 实心墙+5mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 140cm 混凝土。	防护门 6mmPb
PET注射后休息室	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 10mmPb
PETVIP注射后休息室	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 10mmPb
留观室	24cm 实心墙+5mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 6mmPb
SPECTCT 机房	24cm 实心墙+5mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	观察窗、防护门 6mmPb
PETCT 机房	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	观察窗、防护门 10mmPb
PET/MR 机房	24cm 实心墙+9mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	观察窗、防护门 10mmPb
污服留存室	24cm 实心墙+3mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 4mmPb
污洗室	24cm 实心墙+3mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 4mmPb
服药后患者通道	24cm 实心墙+8mmPb 硫酸钡	顶棚 30cm 混凝土, 底板 35cm 混凝土。	防护门 10mmPb

### 8.3.2 核医学科拟配备辐射防护用品及辐射安全警示设施情况

本项目核医学科拟配备的辐射防护设备及用品详见表 10-23。

表 10-23 核医学科工作场所辐射防护用品一览表

位置	名称	数量	铅当量
分装室	<sup>228</sup> Ac 注射窗	1	20mmPb 的铅玻璃
	<sup>223</sup> Rn 注射窗	1	20mmPb 的铅玻璃
分装室	<sup>131</sup> I 给药窗	1	30mmPb 的铅玻璃
PET 显像	铅衣、铅帽、铅围领	6 套	0.5mmPb
	钨合金注射器防护套	6 个	10mmPb
	铅废物桶	10 个	10mmPb
	放射性废物存储箱	1 个	10mmPb
<sup>228</sup> Ac	铅衣、铅帽、铅围领	3 套	0.5mmPb
	铅废物桶	5 个	10mmPb
	注射器屏蔽套	3 个	2mmPb
	注射器防护盒	3 个	5mmPb
	放射性废物存储箱	2 个	5mmPb
<sup>131</sup> I	铅衣、铅帽、铅围领	3 套	0.5mmPb
	铅废物桶	11 个	10mmPb



	铅废物箱	2个	10mmPb
	自动外装仪	1个	/
$^{90}\text{Sr}$ 、 $^{132}\text{I}$ 、 $^{223}\text{Ra}$	铅衣、铅帽、铅围脖	1套	0.5mmPb
	铅废物桶	3个	5mmPb
核医学科	便携式X- $\gamma$ 辐射监测仪	2台	甲癌区域及显像区域各1套
	便携式表面沾污仪	2台	
	$^{131}\text{I}$ 通风橱	1个	通风橱正面40mmPb, 其他侧面30mmPb
	$^{223}\text{Ra}$ 通风橱	1个	通风橱各壁及观察窗铅当量20mmPb
	$^{225}\text{Ac}$ 通风橱	1个	通风橱各壁及观察窗铅当量40mmPb
	移动防护车	3个	40mmPb
	去污用品	在核医学科的卫生通过设有相关放射性药物的去污用品, 包括衣服、一次性手套、口罩、去污剂、标记笔、刷子、吸水纸、酒精湿巾、镊子、塑料袋、标签、胶带、电离辐射警告标志等。	

### 8.3.3 内照射防护措施

内照射防护的基本原则是：积极采取各种有效措施，切断放射性物质进入体内的各种途径，尽可能的减少或避免放射性核素进入体内的一切机会，以便进入体内的放射性物质不超过国家规定的放射性核素年摄入量限制，减少或防止体内收到内照射危害。为此医院制定以下防护的基本措施如下：

①围封隔离：对于工作场所，采取两区划分管理，严密而有效的围封隔离控制区，以限制可能被污染的体积和表面，防止放射性物质向周围环境扩散，防止由于人员或物体的移动而将污染带到相邻房间等措施。内照射以吸入途径可能性最大，所以工作场所拟设置通风系统，以降低空气中的放射性浓度。核医学科工作人员进行放射性药物分装过程均在屏蔽且密封负压的分装通风橱内进行，基本不会有放射性物质的散布。

②保洁去污：操作者必须遵守安全操作规定，防止或减少污染的发生；保持工作场所内的清洁卫生，对受到污染的表面应及时去污。

③个人卫生防护：操作开放型放射性核素的人员，应根据工作性质正确穿戴相应的防护衣具如工作服、工作帽、胶鞋、手套和口罩，必要时可穿戴隔绝式或活性炭过滤面具或特殊防护口罩。限制暴露于污染环境中的时间、遵守个人卫生规定，不得在开放型放射工作场所或污染区进食或吸烟等。

### 8.3.4 $^{131}\text{I}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 工作场所

(1) 甲癌病房设置在核医学科东端：病房集中设置，病房区设置了出入口，患者通道

出入口设置门禁系统：入口防护门只进不出，出口防护门只出不进；实现病人单向流动；工作人员通道设置门禁系统：防止无关人员入内；医院在核医学科内设置患者专用厕所和淋浴间，在厕所内张贴患者冲厕所和洗手的提示。

(2) 医院根据<sup>131</sup>I 甲亢及甲癌患者用药量：按人份预定，预定的药由合格的药物供应商送至核医学科分装室通风橱内；医院核医学科工作人员通过分装室与给药室之间的给药窗口给药。甲功能测定药物在分装室与给药室设置视频监控装置，对给药过程进行监控。

(3) 在核医学科<sup>131</sup>I、<sup>177</sup>Lu 工作场所服药患者出入口、各功能用房设置电离辐射警告标志。医院<sup>131</sup>I、<sup>177</sup>Lu 工作场所设有甲癌病房 5 间，前列腺癌病房 1 间（<sup>177</sup>Lu），每间病房设置 1 张病床；甲癌治疗患者 5 人/周，前列腺癌治疗患者 1 人次/天，本项目甲癌及前列腺癌病房能满足本项目需要。

(4) 医院在核医学科工作场所控制区出入口设置卫生通过间，在卫生通过间内设置表面污染及 X-γ 辐射剂量率监测设备，辐射工作人员及物品从控制区出口离开时，使用科室配备的γ辐射监测设备及表面沾污等辐射监测设备；对人体体表、衣物等进行监测；监测无异常后才能离开核医学科。

(5) 医院应在<sup>131</sup>I、<sup>177</sup>Lu 患者服药后，根据《临床核医学患者防护要求》（WS533-2017）附录 G 的测量及估算方法，立即用核医学科配备的 X-γ 辐射剂量率仪在距患者 3m、距地 1m 测量 X-γ 辐射剂量率（ $H_0$ ），在患者准备离开核医学科时，再在该固定位置测量 X-γ 辐射剂量率（ $H$ ），通过公式  $A_R=A_0H/H_0$  来反推离开核医学科时体内核素活度，服药患者体内放射性活度满足《临床核医学患者防护要求》（WS533-2017）中出院要求时方可离开核医学科。

(6) 甲癌治疗机前列腺癌治疗患者使用过的被服放置在污服暂存间存放衰变至少一个半衰期后再进行清洗。

(7) 在<sup>131</sup>I 病房卫生间洗手池场存放清洗保洁用品供甲癌患者使用；保洁用品不能和其他场所（包括核医学其他放射性场所）混用。

(8) 甲癌病房内除医护人员之外的人员不应进入病房；医护人员一般通过视频及对讲装置进行查房等医疗活动。当医护人员必须进入专用病房对患者进行救治时，应穿戴个人防护用品。

(9) 核医学科工作人员通过配餐室窗口给甲癌病人配餐，配餐时：该区域内无甲亢等服药患者；<sup>177</sup>Lu 及甲癌患者分开给餐；患者食物选用产生废物少的食材；减少放射性废物的产生量。

### 8.3.5 显像（SPECT/CT、PET/CT、PET/MR）及骨转移瘤治疗区域

(1) 显像及骨转移治疗患者出入口设置门禁系统，入口防护门只进不出，出口防护门只出不进；实现病人单向流动。工作人员通道设置门禁系统；防止无关人员入内。

(2) 在显像及骨转移治疗患者及工作人员出入口、各功能用房设置电离辐射警告标志。SPECT/CT、PET/CT、PET/MR 机房门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯，机房设置观察窗及对讲装置。

(3) 医院在核医学科工作场所控制区出口设置表面污染及 X- $\gamma$  辐射剂量率监测设备，辐射工作人员及物品从控制区出口离开时，使用科室配备的 $\gamma$ 辐射监测设备及表面沾污等辐射监测设备，对人体体表、衣物等进行监测；监测无异常后才能离开核医学科。

### 8.3.6 其他

(1) 医院应对外购的放射性药物的供应商资质进行审核，确保放射性药物由符合国家相关要求的供应商提供。如辐射安全许可证、放射性物质运输资质等，供应商应取得销售非密封放射性物质的辐射安全许可证，本项目使用的核素在供应商的辐射安全许可范围内。

#### (2) 表面污染监测

①测量时，先测量仪器本底；证实仪器正常后再开始测量。探测器表面尽量靠近表面；但不要贴到表面，以免仪器被沾污。测量 $\alpha$ 污染时应不大于 0.5cm，测量 $\beta$ 污染时应不大于 1cm 为宜。

②测量应先上后下，先前后背，人体直立；四肢和手指分开，在全面巡测的基础上；再重点监测暴露部位（手、脸等）。

③控制好监测仪器探头移动速度；移动速度应与监测仪器读数响应时间相匹配。

④实施测量的地点，应避开 $\gamma$ 辐射场的干扰。

⑤每次测量完后应对污染仪器做本底测量；证实监测仪器未被污染。监测设备应定期（每年至少 1 次）送检。

本项目各非密封源工作场所工作人员离开控制区出口时的监测；均可按上述方法进行监测；故其他处不再赘述。

(3) 核医学科甲癌及前列腺癌病房均设有专用卫生间、淋浴设施及洗手池供癌症患者使用；在淋浴间设有淋浴设施及洗手池供工作人员使用。洗手池采用脚踏式开关，能有效减少场所内设备的污染。

核医学科洗消设备旁设置香皂、中性肥皂等一般清洗用品；同时也配备生理盐水、含碘的鲁戈（Lugol）液、醋酸溶液（PH4~5）等专用去污剂，配备软毛刷、毛巾、浴巾、纸巾、隔离布、隔离衣、隔离帽、手套、污染人员更换衣物、伤口处理工具等去污用品供工

作人员去污使用。

发现人员被污染时，应尽可能现场就近处理，如在甲癌区域给药室或淋浴间的洗手池去污，再进行淋浴。尽快脱去污染的衣物和鞋，并转入污染物品袋；要尽早开始流动水冲洗去污。去污过程中，污染衣物的脱放、去污剂的选取、污染人员的管理等要避免放射性核素进入体内和避免放射性核素播散到他人处。去污产生的一般放射性废物置于废物桶内；污染的衣物等用品装入污染物品袋内；在废物间内暂存至少十个半衰期；污染衣物等经十个半衰期以上时间衰变处理后，经检测无异常后，可在污染被服间清洗后重复使用。

(4) 医院给辐射工作人员配备个人剂量计，定期送有资质单位监测，建立监测档案。

(5) 禁止工作人员在控制区和监督区进食、饮水、吸烟，工作人员操作后在离开工作室前洗手。

(6) 核医学科设有污洗间用于储存清洁用品，设置了值班室用于员工休息；设置护士站、更衣室、卫生间、去污淋浴间、抢救室等辅助用房。

(7) 在核医学科地面设置受检者路径导向标识；在各功能用房张贴标识房间用途的门牌。

(8) 在PET注射后休息室、SPECT注射后休息室、留观室、甲亢留观室、甲癌治疗病房及前列腺癌治疗病房等给药后患者休息室设置视频监控与对讲装置。

#### 8.4 辐射工作人员与患者通道

核医学科设置了工作人员和患者通道；并在通道出、入口设置了门禁系统；防止无关人员入内；人员路径见图10-26。

##### 8.4.1 患者通道

###### (1) $^{131}\text{I}$ 服药患者

$^{131}\text{I}$  甲癌未服药患者在核医学科候诊大厅候诊，待医生叫号后在给药室给药窗口服药，服药后的甲癌患者进入甲癌病房接受治疗，住院一段时间且体内核素活度满足出院标准（体内活度 $<400\text{MBq}$ ）时从核医学科北侧出口离开核医学科。

$^{131}\text{I}$  甲亢患者在核医学科候诊大厅候诊，待医生叫号后在给药室给药窗口服药，服药后进入甲亢留观室留观；观察无异常后从核医学科西侧出口离开核医学科。

$^{131}\text{I}$  甲功能测定患者在核医学科候诊大厅候诊，待医生叫号后在给药室给药窗口服药，服药后进入甲亢留观室留观，观察无异常后从核医学科西侧出口离开核医学科；之后进入吸碘率测定室进行诊断。

###### (2) 前列腺癌治疗患者 ( $^{177}\text{Lu}$ )

$^{177}\text{Lu}$  前列腺癌治疗患者在核医学科候诊大厅候诊：待医生叫号后在给药室给药窗口接受药物注射，注射药物后的进入前列腺癌病房接受治疗：一般住院 8h 后离开核医学科。

### (3) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者

$^{99\text{m}}\text{Tc}$  未服药患者在核医学科候诊大厅候诊：待医生叫号后进入注射室接受药物注射，注射药物后进入 SPECT 注射后休息室候诊，候诊一段时间后进入 SPECT/CT 机房接受扫描检查，扫描检查后通过核医学科南面出口离开。

### (4) PET 显像患者

$^{18}\text{F}$  等正电子显像未服药患者在核医学科候诊大厅候诊，待医生叫号后进入注射室接受药物注射：注射药物后进入 PET 注射后休息室候诊，候诊一段时间后进入 PET/CT 或 PET/MR 机房接受扫描检查，扫描检查后进入留观室留观，留观无异常后通过核医学科南面出口离开。

### (5) 骨转移瘤治疗患者

骨转移瘤治疗未服药患者 ( $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{188}\text{Re}$ ) 在核医学科候诊大厅候诊：待医生叫号后进入注射室接受药物注射，注射后从核医学科南面出口离开。

## 8.4.2 工作人员通道

### (1) $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 工作场所辐射工作人员

$^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  工作场所辐射工作人员从核医学科西面进入，通过卫生通过间进入分装室存放或分装药物等操作。操作完成后，进入卫生通过间：在卫生通过间内用配备的 X- $\gamma$  辐射监测设备及表面污染监测设备进行监测，经监测无污染后离开核医学科。若有异常则进入淋浴间进行清洗，清洗后再做监测：直至无污染后才能离开核医学科。

### (2) 显像及骨转移瘤治疗工作场所

辐射工作人员从核医学科西面进入，通过卫生通过间进入分装室存放、分装、注射药物，完成后进入卫生通过间，在卫生通过间内用配备的 X- $\gamma$  辐射监测设备及表面污染监测设备进行监测，经监测无污染后离开核医学科。若有异常则进入淋浴间进行清洗，清洗后再做监测：直至无污染后才能离开核医学科。

SPECT/CT、PET/CT、PET/MR 设备操作人员从核医学科西面进入控制室操作设备和给患者摆位，完成操作后从核医学科西面入口离开控制室，离开前进入卫生通过间，在卫生通过间内用配备的 X- $\gamma$  辐射监测设备及表面污染监测设备进行监测，经监测无污染后离开核医学科。若有异常则进入淋浴间进行清洗：清洗后再做监测，直至无污染后才能离开核医学科。

核医学科各服药患者通道出、入口均设置门禁系统，防止病人服药后从入口离开核医学科及无关人员进入，在各出入口处设置醒目的电离辐射警示牌，禁止辐射工作人员和受诊病人以外的其他无关人员进入。通过上述措施防止了工作人员与患者的交叉流动。

#### 8.4.3 药物通道

核医学科外购药物均由合格的药物供应商提供，药物从核医学科西侧入口进入：经过部分患者出院通道，进入工作人员通道；将药物送至甲癌区域分装室的通风橱或显像区域的分装室通风橱内。送药时：一般为其他人员未上班或人员休息等人员较少的时间段进行。核医学科送药路径短捷，采取了管理措施在时间上确保将人流与物流分开。

医院用回旋加速器产生的正电子药物通过药物电梯从负二楼送至负一楼的分装室内，再存放在分装室的通风橱内。

#### 8.5 通风换气措施

医院在核医学科 $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 分装室、显像及骨转移治疗工作场所分装室各设有通风橱用于放射性药物的暂存及分装；非密封放射性物质的分装、药物汲取等操作均在通风橱内进行；通风橱系统的排气速度不低于 $0.5\text{m/s}$ ；各通风橱采用单独的排风管道；排风管道设置活性炭过滤吸附装置、核医学科其他功能用房均设送风及排风管道；排风管道设有活性炭过滤吸附装置，排风口高度高于本建筑物屋脊高度，核医学科通风系统符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的相关要求。核医学科送风、排风路径见图 10-28。

#### 3.6 放射性废液衰变池

医院设有埋地式放射性废液衰变池用于暂存核医学科场所产生的放射性废液，放射性废液衰变池设有 4 个独立的衰变池（1#、2#、3#、4#）：容积为  $75.15\text{m}^3$ ，有效容积为  $69.51\text{m}^3$  / 个，总容积为  $302.04\text{m}^3$ （有效容积为  $278.04\text{m}^3$ ）。医院在地下二层动物实验室侧设有 2 个放射性废水收集池，1 个用于收集回旋加速器及制备 PET 用药物场所、动物实验室、核医学科 SPECT 显像、PET 显像及骨转移治疗区域的放射性废水；另一个专门用于收集甲癌、甲亢及前列腺癌治疗产生的放射性废水，放射性废水先排入放射性废水收集池；再经水泵将水泵入相应的放射性废液衰变池中。核医学科衰变池设浮球液位计自动液位监控设备；衰变池液位最高距顶 30cm，最低距底 20cm；进出水阀门控制装置；每个衰变池池底设 3 台（2 用 1 备）自动搅匀排污泵，设置取样口、止回阀等设备。衰变池水满、排放废水前，取样进行检测，经检测达标后用搅拌装置将衰变池中液体搅匀；然后用水泵泵出排放，减少废水池沉积物对衰变池容积的影响。在衰变池显著位置设置电离辐射警示标示。放射性废液衰变池设计图见图 10-30。

本项目放射性废液衰变池位于医院东南侧，衰变池为地埋式，上层用土覆盖，放射性废液衰变池上方为绿化用地，放射性废液衰变池四周很少有人停留；放射性废液衰变池位置离核医学科也较近；放射性废液衰变池选址可行。

### 3.7 放射性固废处置措施

本项目核医学科核素半衰期从2分钟到50.5天不等，核素半衰期均小于100天，属于《放射性废物分类》中的极短寿命放射性废物，通过最多几年时间的贮存衰变，放射性核素活度浓度即可达到解控水平，实施解控。

核医学科放射性废物与免管废物不可混同处理；应尽量减少放射性废物产生量。

医院核医学科设有污物室用于暂存本项目核医学科产生的放射性固体废物。在核医学科注射室、注射后休息室、SPECT/CT机房、留观室等可能产生含放射性固体废物的房间设置脚踏式开关的铅废物桶，在铅废物桶内放置专用塑料袋直接收纳废物。在铅废物桶上标记核素种类以区分，并按核素种类分别收集。铅废物桶（箱）表面张贴电离辐射警示标志和文字提醒，在显著位置标有废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等说明。

核医学科工作场所产生的放射性固体废物（如口杯、塑胶手套、注射器、废活性炭等）先按核素类别分别存放在相应铅固废衰变桶垃圾袋内；对于注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或其他包装材料中；然后再装入专用塑料袋内，收集一定量后包装并编好日期后置于相应固废衰变箱内；存储时间超过10个半衰期后，经检测满足《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ 133-2009）附录B中B.1清洁解控水平推荐值后，方可作为普通医疗垃圾处理。每袋废物的表面剂量率应不超过0.1mSv/h；重量不超过20kg， $\alpha$ 表面污染控制水平 $<0.04\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， $\beta$ 表面污染控制水平 $<0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。废药盒交由厂家回收处理。

核医学科更换的废活性炭暂存在废物间内，暂存超过10个半衰期后，经检测满足《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ 133-2009）附录B中B.1清洁解控水平推荐值后，方可作为一般固体废物处理。

医院核医学科将安排辐射工作人员专职负责废物的分类收集、存放和处理。核医学科在废物室内外显著位置设置电离辐射警示标志，防止无关人员入内；在核医学科内设置视频监控、灭火器等防火防盗措施；建立废物档案并记录，防止放射性废物的丢失和被盜；废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

### 3.8 密封源

在核医学科储源室、SPECT/CT、PET/CT机房内设置保险柜，存放PET设备校准源、

医院在核医学科内设置视频监控系统；配备灭火器材；实行双人双锁，以确保密封源的存放安全。

#### 8.9 布局合理性分析

核医学科工作场所位于住院楼地下一层，核医学科四周为停车场等用房，楼上为室外过道、绿化带及预留用房；楼下为回旋加速器机房、制备 PET 用药物场所及动物实验室，机房四周很少有人停留，远离了医院产科、儿科、食堂等部门，核医学科有单独出、入口；出口为前室等用房，停留人员较少，避开了人群稠密区域。核医学科工作场所设置了储源室、分装室、注射室、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、PET/MR 机房、留观室、甲癌治疗病房等功能用房，实现了给药室与检查室分开；工作人员及患者出入口均设置了门禁系统，防止无关人员入内；设置了工作人员与患者专用通道，工作人员通道与服药后患者通道相互独立、不交叉，避免工作人员与服药患者的交叉污染；设置了洗手间供服药患者使用，设置了淋浴洗消间供工作人员清洗使用；在分装室入口设有卫生通过间及淋浴间用于工作人员检测及去污用。核医学科工作场所布局有助于实施工作程序，故核医学科工作场所布局基本合理。

#### 3.10 辐射防护措施符合性分析

医院核医学科工作场所辐射防护措施合理性分析采用《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）进行分析；辐射防护措施符合性分析见表 10-24。



表 10-24 核医学科工作场所辐射防护措施符合性分析表

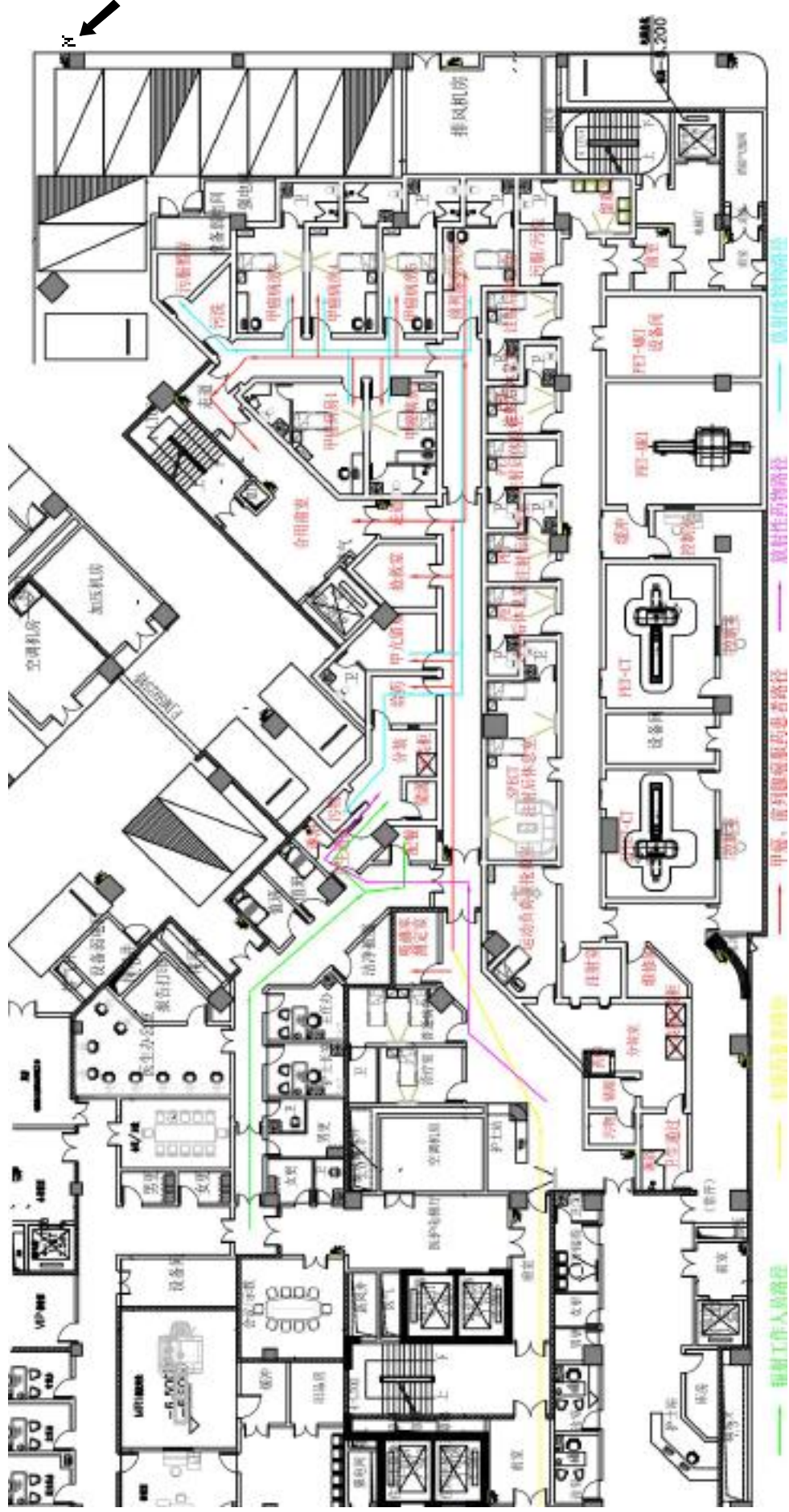
	标准要求	本项目方案	符合性
<p>工作场所平面布局和外</p>	<p>5.1.1 在医疗机构内非区域选择核医学场址，应充分考虑周围团场所的安全，不应邻接产科、儿科、食堂等部门，这些部门选址时应避开核医学场所，尽可能做到相对独立布置或集中设置，宜有单独出入口，出入口不宜设置在门诊大厅、收费处等人群密集区域。</p> <p>5.1.2 核医学工作场所平面布局设计应遵循如下原则：</p> <p>a) 使工作场所的外照射水平和污染发生的频率达到尽可能小；</p> <p>b) 保持影像设备工作场所内较低辐射水平以避免对影像质量的干扰；</p> <p>c) 在核医学诊疗工作区域，控制区的入口和出口应设置门联锁控制制和单向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射；</p> <p>d) 在外装和给药室的出口处应设计卫生通过间，进行污染检测。</p> <p>5.1.3 核医学工作场所从功能设置可外为诊断工作场所和治疗工作场所，其功能设置要求如下：</p> <p>a) 对于单一的诊断工作场所应设置给药室或受检者候诊区、放射性药物贮存室、外装给药室（可合用检查）、给药后患者或受检者候诊室（根据放射性核素防护特性外另设置）、质控（样品测量）室、控制室、机房、给药后患者或受检者卫生间和放射性废物储藏室等功使用房；</p> <p>b) 对于单一的治疗工作场所应设置放射性药物贮存室、外装及药物准备室、给药室、病房（使用非密封源治疗患者）或给药后留观区、给药后患者专用卫生间、值班室和放置急救设施的区域等功使用房；</p> <p>c) 诊断工作场所和治疗工作场所都需要设置清洁用品储藏场所、员工休息室、护士站、更衣室、卫生间、盥洗室或淋浴间、检查室或检查功使用房。</p>	<p>本项目核医学科位于院楼地下一层东南侧，核医学科工作场所北面、南面及东面为过道，西面为护士站、候诊大厅、电梯间等用房，楼上为室外过道、绿化带及留观用房，楼下为回旋加速器机房、制备 PET 用药物场所及动物实验室，核医学科选址充分考虑了周围场所安全，未邻接产科、儿科、食堂等部门，核医学科设有单独出入口，甲类出口为共用前室，SPECT 及 PET 出口为前室，出口位置避开了人群密集区域。</p> <p>核医学科出入口设置了单向门帘，入口只进不出，出口只出不进，设置了工作人员与患者通道，二者不交叉，避免了交叉影响；在外装室出入口设有卫生通过间，在卫生通过间内设置<math>\alpha</math>、<math>\beta</math>表面污染及<math>\alpha</math>-<math>\gamma</math>辐射剂量监测设备用于工作人员离开外装室时的污染监测。</p>	符合
	<p>5.1.3 核医学工作场所从功能设置可外为诊断工作场所和治疗工作场所，其功能设置要求如下：</p> <p>a) 对于单一的诊断工作场所应设置给药室或受检者候诊区、放射性药物贮存室、外装给药室（可合用检查）、给药后患者或受检者候诊室（根据放射性核素防护特性外另设置）、质控（样品测量）室、控制室、机房、给药后患者或受检者卫生间和放射性废物储藏室等功使用房；</p> <p>b) 对于单一的治疗工作场所应设置放射性药物贮存室、外装及药物准备室、给药室、病房（使用非密封源治疗患者）或给药后留观区、给药后患者专用卫生间、值班室和放置急救设施的区域等功使用房；</p> <p>c) 诊断工作场所和治疗工作场所都需要设置清洁用品储藏场所、员工休息室、护士站、更衣室、卫生间、盥洗室或淋浴间、检查室或检查功使用房。</p>	<p>本项目核医学科大致分为诊断及治疗工作场所，甲类、甲类、甲类、前列腺癌治疗为单独区域，SPECT/CT 扫描、PET 扫描及骨转移癌治疗为另一单独区域。</p> <p>甲类、甲类、前列腺癌治疗区域设置了卫生通过间、淋浴间、外装室、给药室、甲类留观室、检查室、甲类病房及前列腺癌病房、清洗及污物暂存间、取液室测定室等用房，在清洗室内放置清洁用品。</p> <p>SPECT/CT 扫描、PET 扫描及骨转移癌治疗区域设置了卫生通过间、淋浴间、外装室、污物间、候</p>	符合

	<p>种辅助用房；</p> <p>d) 对于综合性的核医学工作场所，带外功能用房和辅助用房可以共同利用；</p> <p>e) 正电子药物制备工作场所至少应包括回旋加速器机房工作区、药物制备区、药物外包装区及监控区等。</p> <p>5.1.4 核医学放射工作场所应划分控制区和监督区。控制区一或包括使用非密封源核素的房间（放射性药物贮存室、外包装及（或）药物制备室、给药室等）、扫描室、给药后检查室、样品测量室、放射性废物储存室、病房（使用非密封源治疗患者）、卫生通过间、保洁用品储存场所等。监督区一或包括控制室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间等。应根据 GB 18871 的有关规定，结合核医学科的具体情况，对控制区和监督区采取相应管理措施。</p>	<p>源室、注射室、运动负荷颗粒室、SPECT 注射后休息室、PET 注射后休息室、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、PET/MR 机房污染间、留观室等用房。</p> <p>核医学科在控制区外配套建设有护士站、诊室、药房、值班室、主任办公室、卫生间等用房。</p> <p>本项目对核医学科进行外区管理，划分了控制区与监督区。医院将本项目<sup>125</sup>I、<sup>131</sup>Ia 工作场所的取腺素测定室、卫生通过间、淋浴室、污物间、外包装测量室、给药室、甲亢留观室、枪墩室、甲癌病房（5 间）、前列腺癌治疗病房（1 间）、污洗室、污服暂存室及服药后患者通道划分到控制区，禁止无关人员进入，并在控制区出入口设置电离辐射警示标志。将<sup>125</sup>I、<sup>131</sup>Ia 工作场所未划分到控制区的其他区域划分为监督区，如医生办公室、男女值班室、配餐室等。</p> <p>医院将 SPECT/CT 影像、PET 影像及骨转移治疗区域的卫生通过间、淋浴室、污物室、外包装源室、注射室、运动负荷室（枪墩室）、SPECT 注射后休息室、PET 注射后休息室、PET/VP 注射后休息室、留观室、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、PET/MR 机房、污服暂存室、污洗室及服药后患者通道划分到控制区，禁止无关人员进入，并在各控制区出入口设置电离辐射警示标志；将 SPECT/CT 机房控制室、PET/CT 机房控制室、PET/MR 机房控制室等划分为监督区。</p>	符合
	<p>5.1.5 核医学工作场所的布局应有助于开展工作，避免无关人员通过。治疗区域和诊断区域应相对分开布置。根据使用放射性药物的种类、形态、特性和活度，确定核医学治疗区（病房）的位置及其放射防护要求。给药室应尽量靠近病房，尽量减少放射性药物和给药后患者接受检查通过非</p>	<p>本项目核医学科布局有利于工作开展，出入口设有电离辐射警示标志及单向门禁系统，防止无关人员进入核医学科。本项目将甲癌、甲亢及前列腺癌治疗单独设置为一个区域，将 SPECT/CT、PET 显</p>	符合

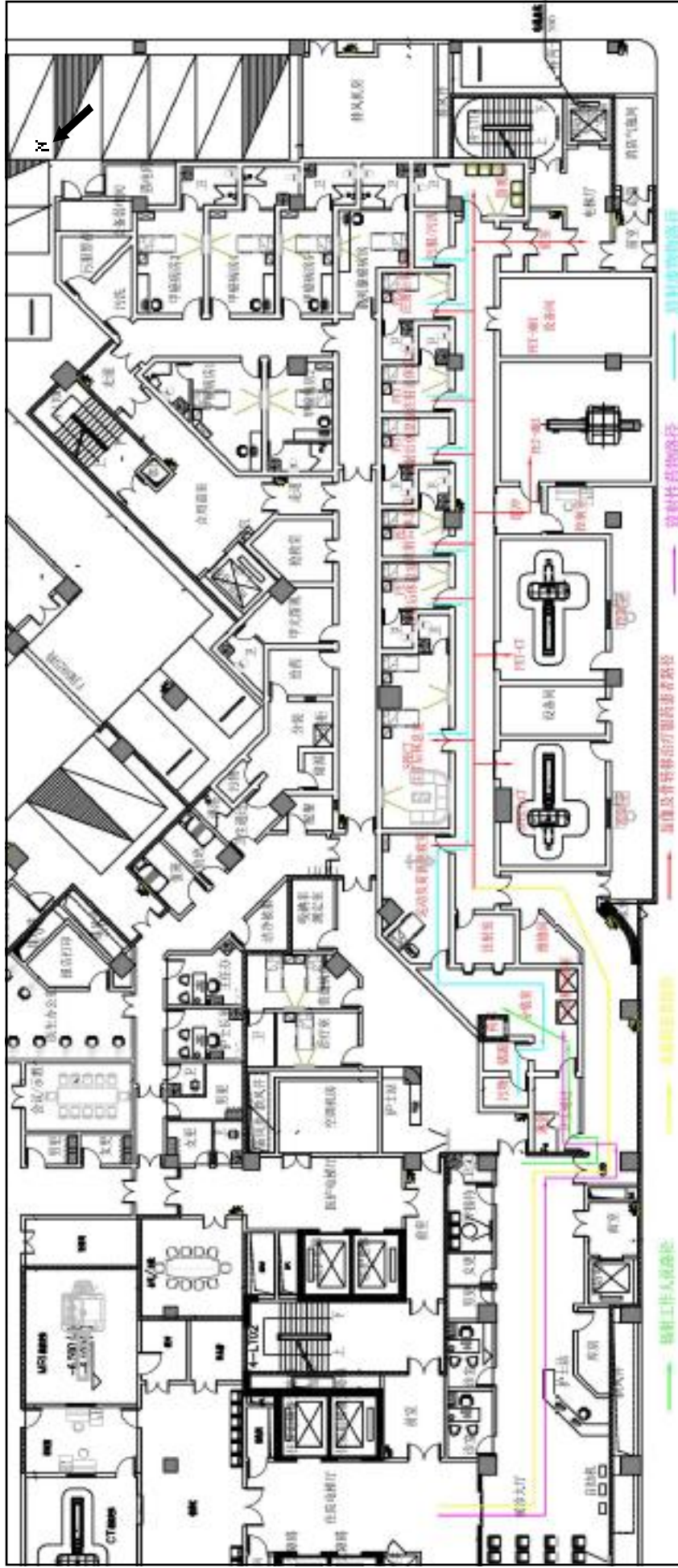
	<p>放射性区域。</p> <p>5.1.6 通过设计合适的时空交叉模式来控制放射性源（放射性药物、放射性废物、给药后患者或受检者）的活动，给药后患者或受检者与注射放射性药物对患者或受检者不交叉，给药后患者或受检者工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理；便于放射性污染的处理、清洗等工作的开展。</p> <p>5.1.7 应通过工作场所平面布局的设计和屏蔽手段，避免附近的放射源（按医学周边场所内的放射装置、给药后患者或受检者）对诊断区设备成像、功能检测的影响。</p>	<p>像及骨科移植治疗单独设置为另一区域，根据各用房所涉及的需要最大屏蔽要求进行了设计。核医学科设有服药后患者通道，服药患者服药后在该医学科内不通过非放射性区域。</p> <p>本项目核医学科出入口设置单向门禁系统，未服药患者首先在候诊大厅候检，待听到叫号后，才通过核医学科入口门禁进入核医学科服药，服药后在该医学科内相关用房接受诊断或治疗，诊断或治疗结束后从核医学科出口离开；设置了独立的工作人员与服药患者通道，二者不交叉。核医学科随时间上对送药及收集废物人员进行管理，在无诊断患者时进行送药或收集废物。</p> <p>本项目核医学科外的辐射工作场所均采取了符合标准要求的屏蔽措施，其墙体外的剂量率经距离衰减后对核医学科基本无影响。核医学科诊断场所设备所在机房也按相关标准要求进行了设计，能够有效屏蔽机房内服药患者、服药物产生的γ射线及诊断设备产生的X射线，对于服药后患者在服药患者通道内走动时产生的射线也有较好的屏蔽作用。</p>	符合
放射防护措施要求	<p>5.2.1 核医学的工作场所应按照非密封源工作场所外级规定进行外级，并采取相应防护措施。</p> <p>5.2.2 应依据计划操作最大量放射性核素的加权活度对开放性放射性核素工作场所进行外级管理，把工作场所分为I、II、III三类。不同类别核医学工作场所用房室内表面及装备结构的基本放射防护要求见表1。核医学工作场所外级的加权活度计算方法见附录G。</p> <p>5.2.3 核医学工作场所的通风按表1要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持各放射性核素场所</p>	<p>本项目非密封源工作场所为乙级非密封源工作场所，属于I类工作场所，根据标准要求对屏蔽墙体厚度、室内表面及装备结构材料等进行了设计。</p> <p>本项目核医学科外级至设置了通风橱，通风橱设置单轴的排风系统，通风橱内风速不低于0.5m/s；核医学科其他功能用房设置了单轴的排风</p>	符合

	<p>压以防止放射性气体交叉污染, 保证工作场所的空气质量, 合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置, 风速应不小于 0.5m/s。排风口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置, 排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。</p> <p>5.2.4 外包装物操作宜采用自动外包装方式, “T” 号药物操作宜采用隔室或遥控给药方式。</p> <p>5.2.5 放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行, 衰变的污水管道应做好防护设计。</p> <p>5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。</p> <p>5.2.7 核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。</p> <p>5.2.8 给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。回旋加速器机房内应配备应急对外通讯设施。</p> <p>5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运容器, 容器表面应设置电离辐射标志。</p> <p>5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。</p>	<p>系统, 系与监管区共用送风及排风系统, 核医学科内气流遵循自非放射性区向监管区再向控制区的流向设计, 保持各放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染, 核医学科排风口设置过滤装置, 排风口高度高于本建筑物屋脊。</p> <p>本项目核医学科除甲功测定药物采用人工外包装外, 其他外包装物均根据病人数量及服药量按份购买, 回旋加速器生产药物在制备药物区域自动合成包装。</p> <p>本项目放射性废液衰变池位于医院东院侧, 为地埋式, 位于地下, 污水管道埋在地下。</p> <p>在核医学科出入口设置电离辐射警告标志。</p> <p>医院在核医学科地面设置降径导向标识, 在各功能区域入口设置房间门牌, 标识房间功能, 以提示服用药患者。</p> <p>本项目核医学科在给药后患者休息室设置视频监控及对讲装置, 在 SPECT/CT、PET/CT、PET/MB 机房设置观察窗及对讲装置。</p> <p>本项目核医学配备符合金注射器防护套、注射器屏蔽套、注射器防护盒等防护用品用于内部运输, 容器表面设置电离辐射警告标志。</p> <p>本项目核医学科在 SPECT/CT、PET/CT、PET/MB 机房防护门上方设置工作状态指示灯。</p>	符合
<p>工作场所的防护水平要求</p>	<p>5.3.1 核医学工作场所控制区的用房, 应根据使用的核素种类、剂量和最大使用量, 给予足够的屏蔽防护, 在核医学控制区外人员可到达处, 距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5<math>\mu</math>Sv/h, 控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2<math>\mu</math>Sv/h, 且不大于 2.5<math>\mu</math>Sv/h; 核医学工作场所的外表面或生物安全柜, 应采取一定的屏蔽防护, 以保证距体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控</p>	<p>由理论估算可知, 本项目核医学科工作场所控制区外人员可到达处屏蔽体外表面 30cm 的周围剂量当量率最大为 1.30<math>\mu</math>Sv/h, 控制区内屏蔽体外 30cm 处的剂量率最大为 10.02<math>\mu</math>Sv/h, 透风柜表面周围剂量当量率最大为 4.03<math>\mu</math>Sv/h。</p> <p>由理论估算可知, 医院核医学科非密封放射性</p>	符合

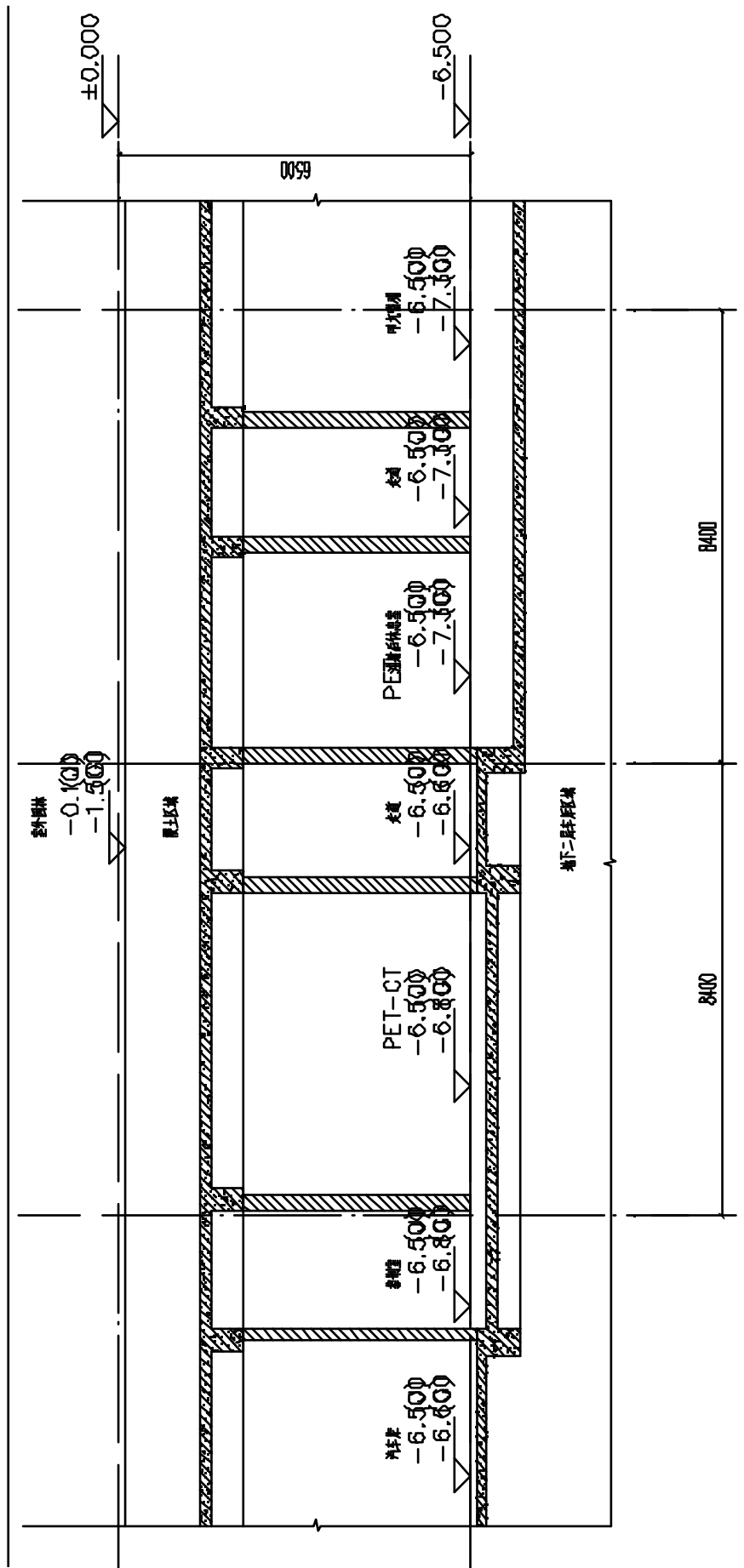
	<p>制目标值应不大于 2.5μSv/h；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。屏蔽计算中所涉及的所有放射性药物理化特性参见附录 H。PET 相关房间的屏蔽屏蔽计算方法示例参见附录 I。自屏蔽回旋加速器机房的屏蔽计算方法由回旋加速器的类型、能量、粒子类型以及下所产生中子的最大通量（取决于加速器的类型、能量、粒子类型以及使用的靶等）决定。</p> <p>5.3.2 应根据使用核素的特点、操作方式以及潜在照射的可控性和严重程度，做好工作场所监测，包括场所周围剂量当量率水平、表面污染水平或空气中放射性核素浓度等内容，工作场所放射防护检测方法是附录 J。开展核医学工作的医疗机构应定期对放射性药物操作后剂量率水平和表面污染水平进行自主监测，每年应委托有相应资质的技术服务机构进行检测。</p>	<p>物质工作场所工作人员最大受照有效剂量为 3.6mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 5mSv。对公众照射的最大年有效剂量值为 0.10mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 0.25mSv/a。</p> <p>核医学科放射工作人员从外装至离开时，用核医学科配备的辐射监测设备进行表面污染监测，监测无异常后离开核医学科，每年委托有资质的技术服务机构对核医学科工作场所周围剂量当量率及表面污染水平等进行监测。</p>	符合
<p>综上所述可知：医院核医学科工作场所按相关标准要求进行了设计：辐射防护措施符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的相关要求。</p>			



甲型、甲九、甲功检测及前引检测患者及工作人员路线



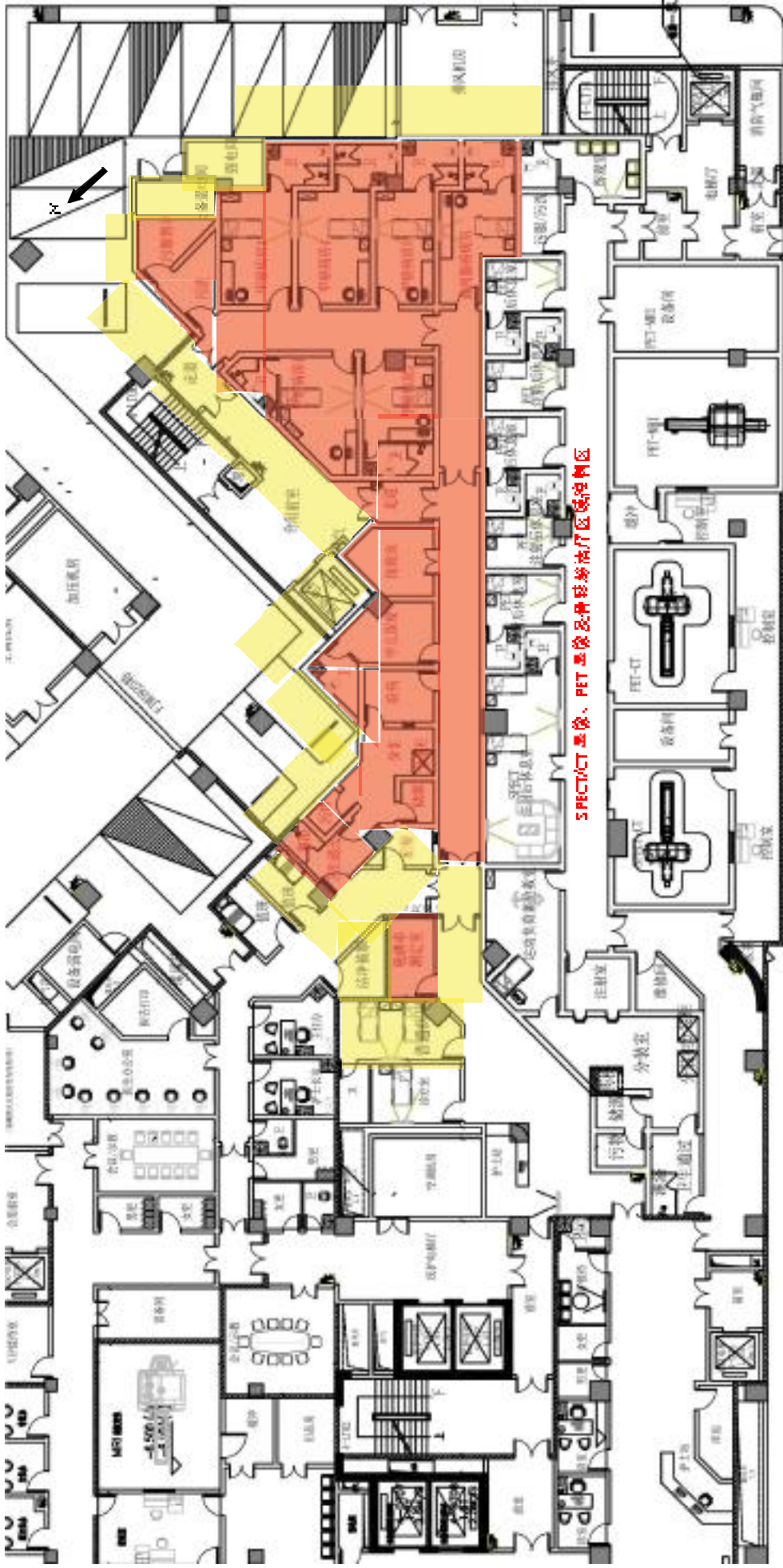
放疗科设备、放疗室及特殊治疗区设备、病房及特殊治疗区设备、病房工作人员通道



序医字和并画用

图 10-16 住院楼地下一层医字和平面布置、剖面、区划及除空图





SPECT/CT 显像、PET 显像及PET-CT治疗区核治疗区

图例：  
■ 核治疗区  
■ 台架区

甲类、甲乙、甲丙类项目及前场核医学台架区工作场所分区图

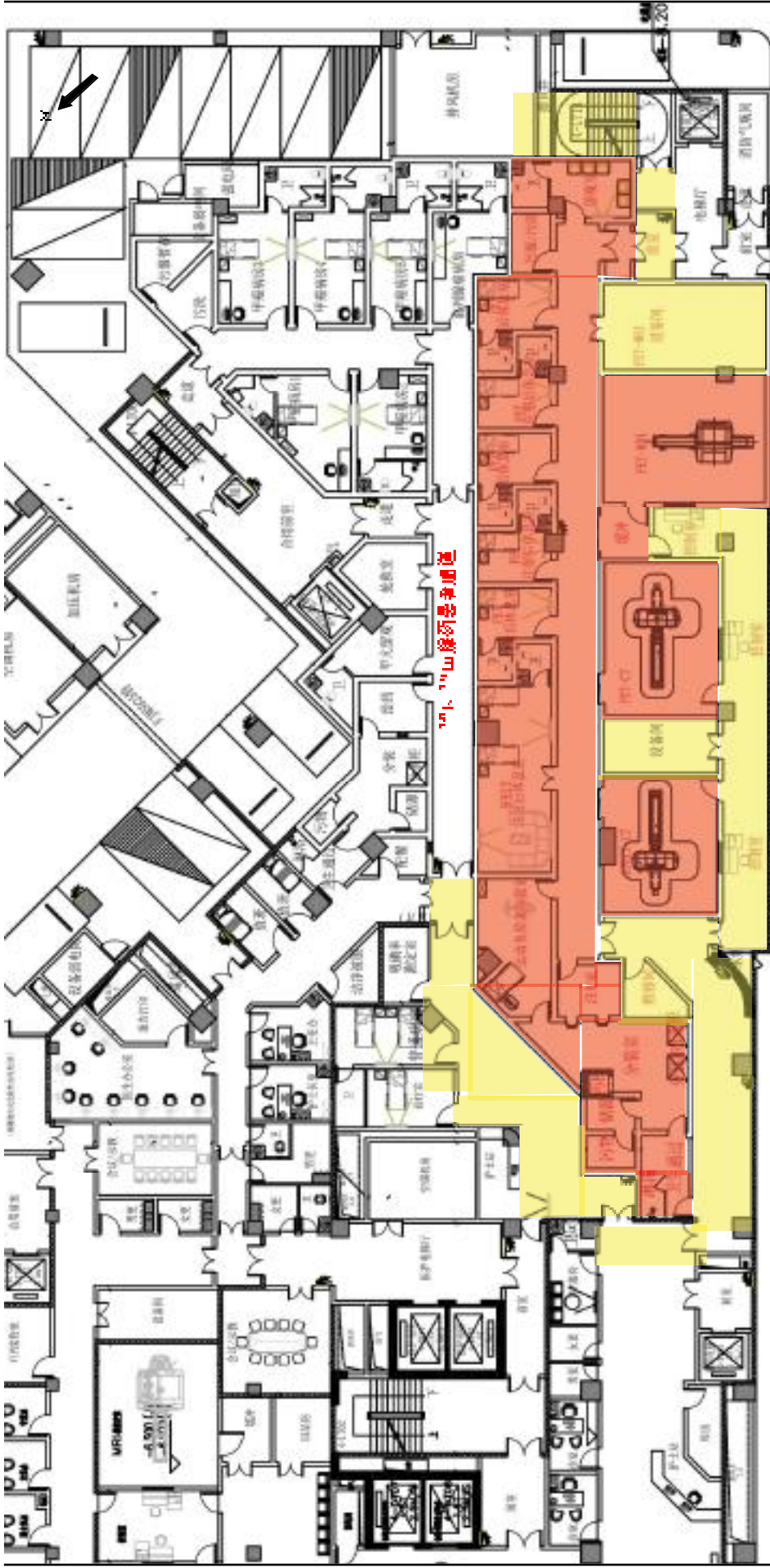


图 10-27 住院楼地下一层医学子科工作场所分区图

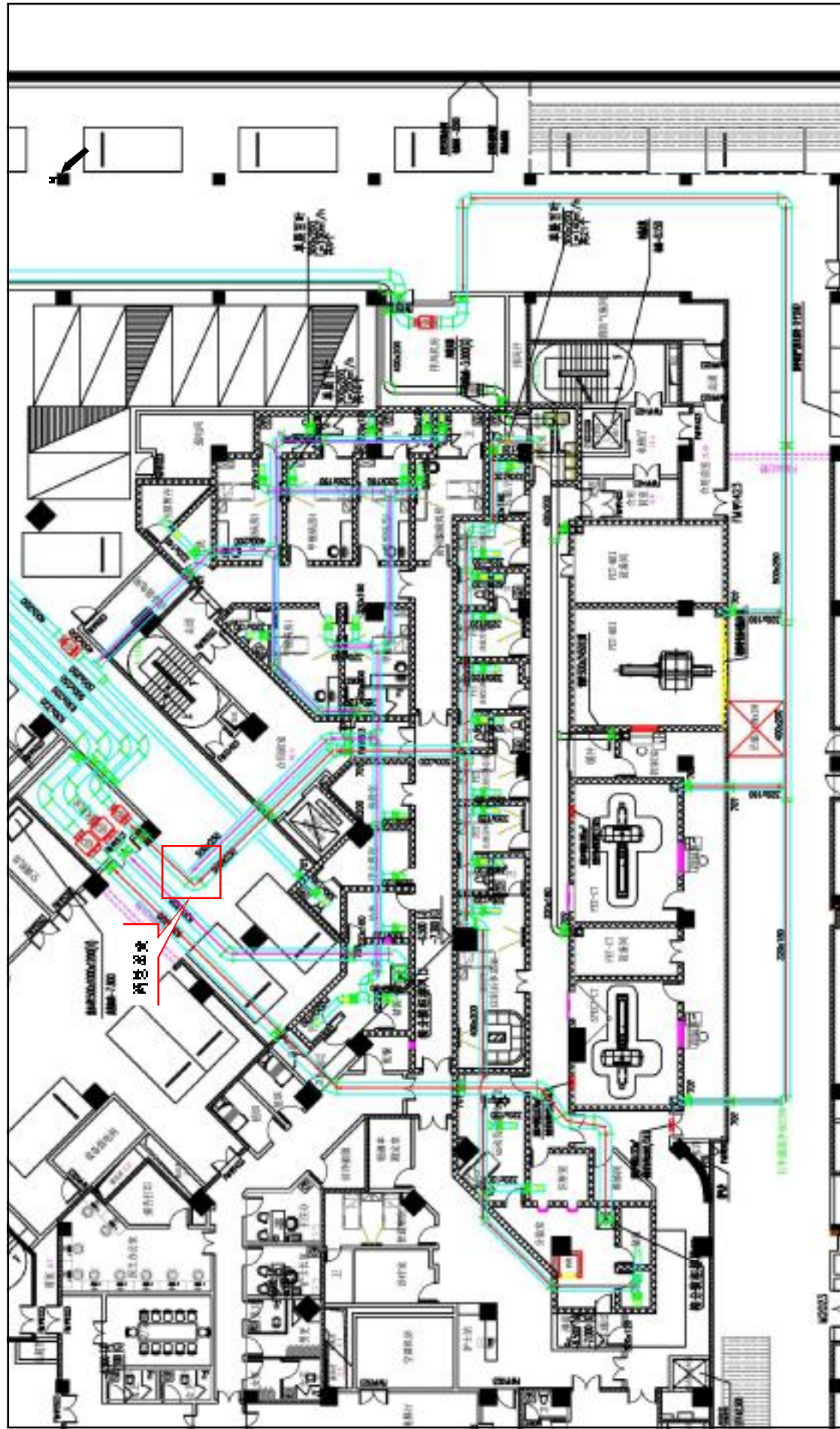


图 10-26 序厅和出风、排风路线图

A区区域新风送风

B区区域新风送风

C区区域新风送风

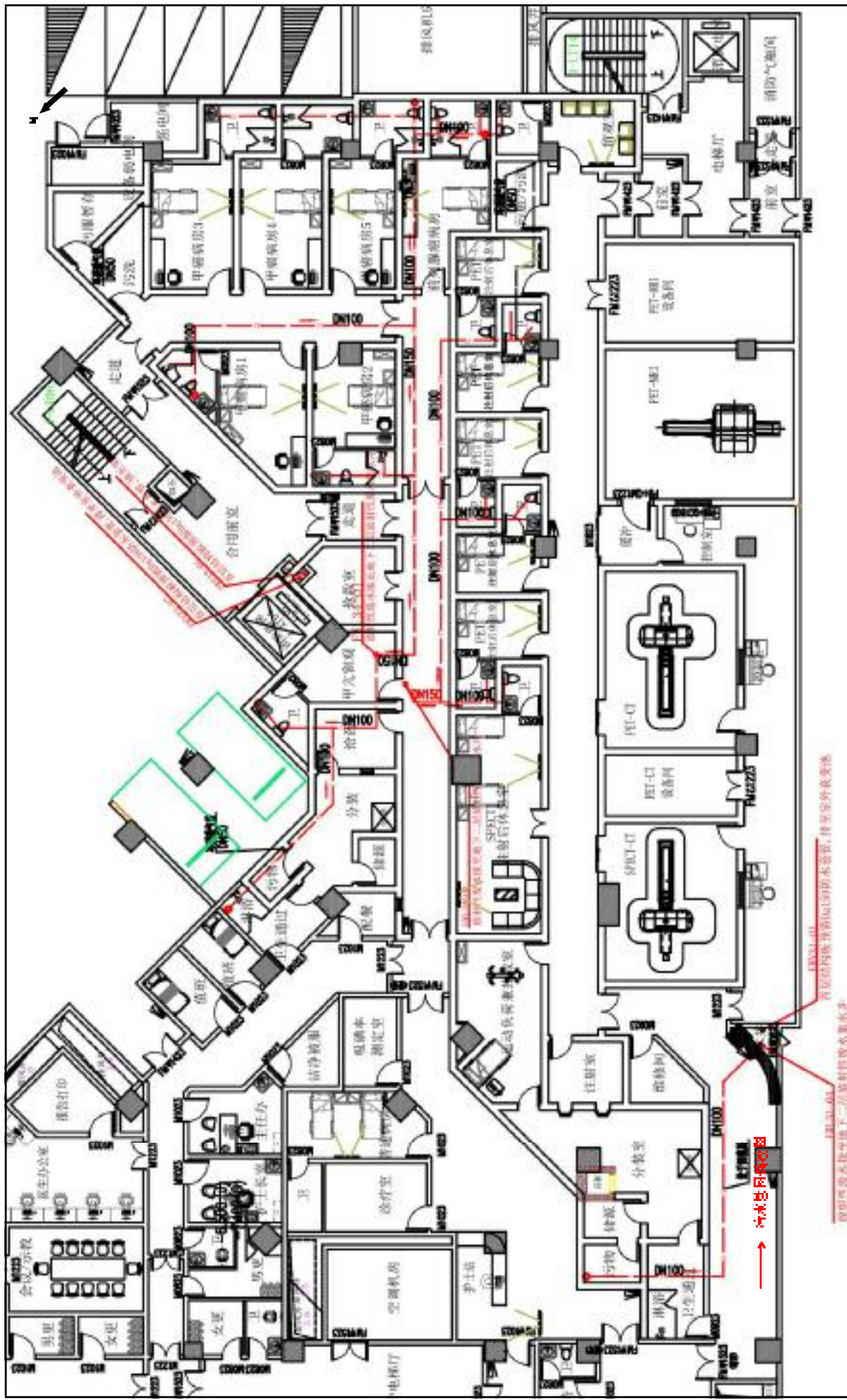
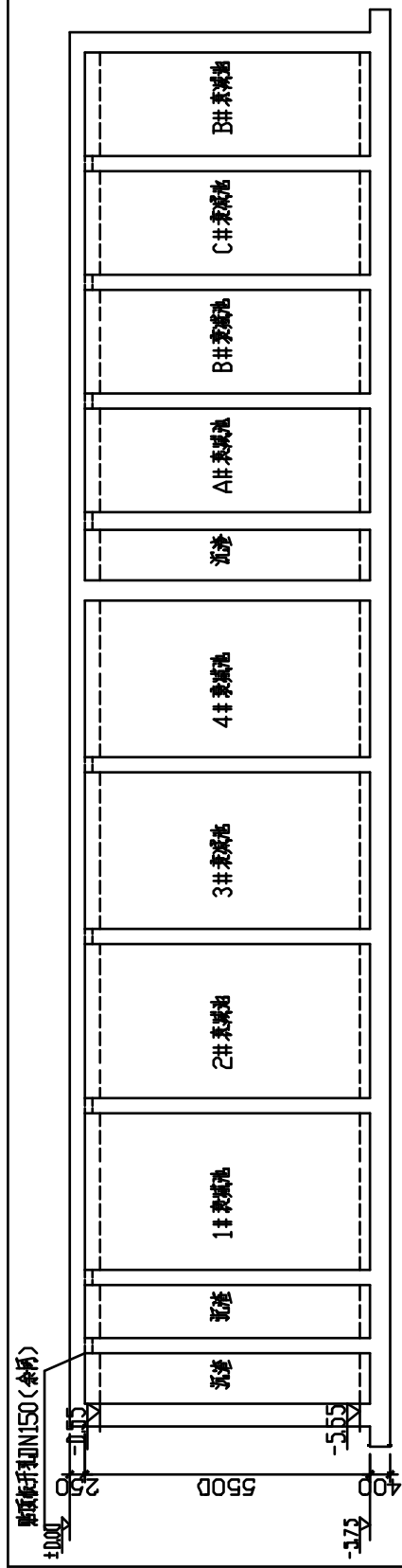


图 10-29 住院楼地下一层医学科诊室平面图





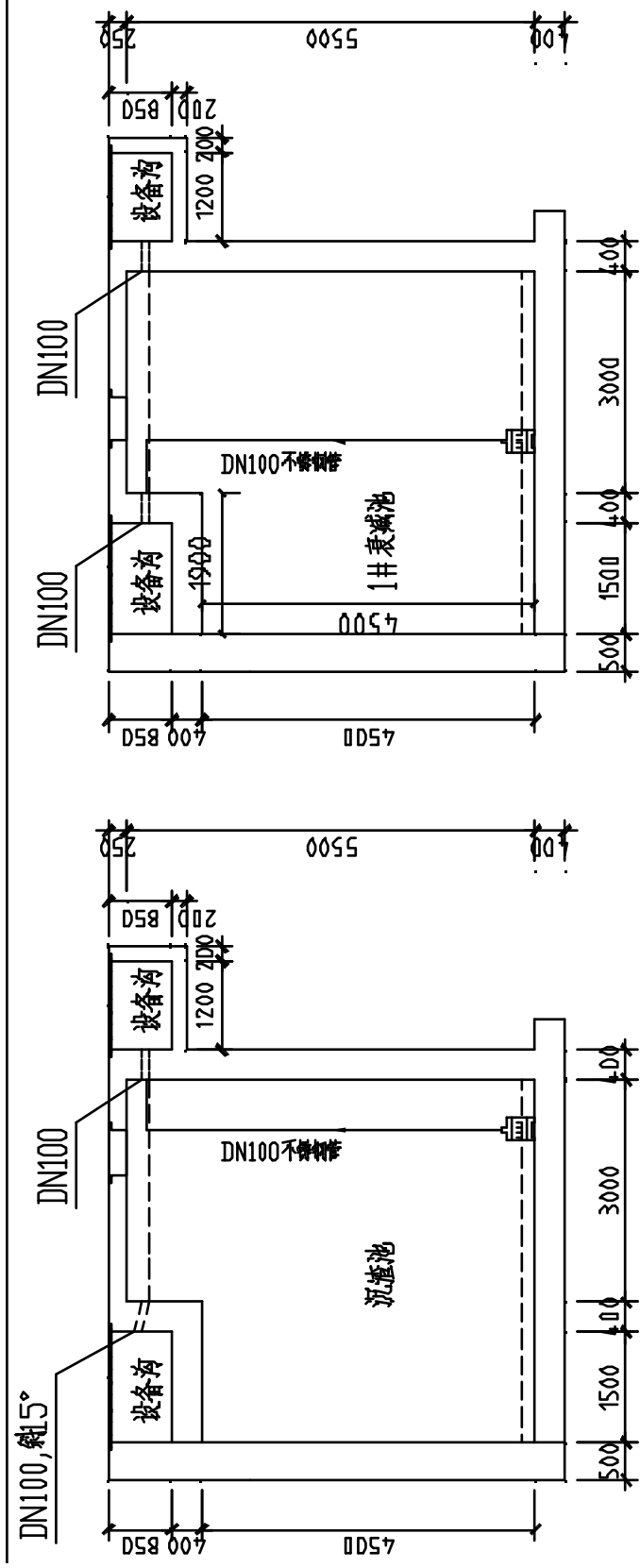
1—剖面图

说明:1、沉渣池一用一备;

2、自动搅匀排污泵(带自耦)每池两台,周期交替使用。

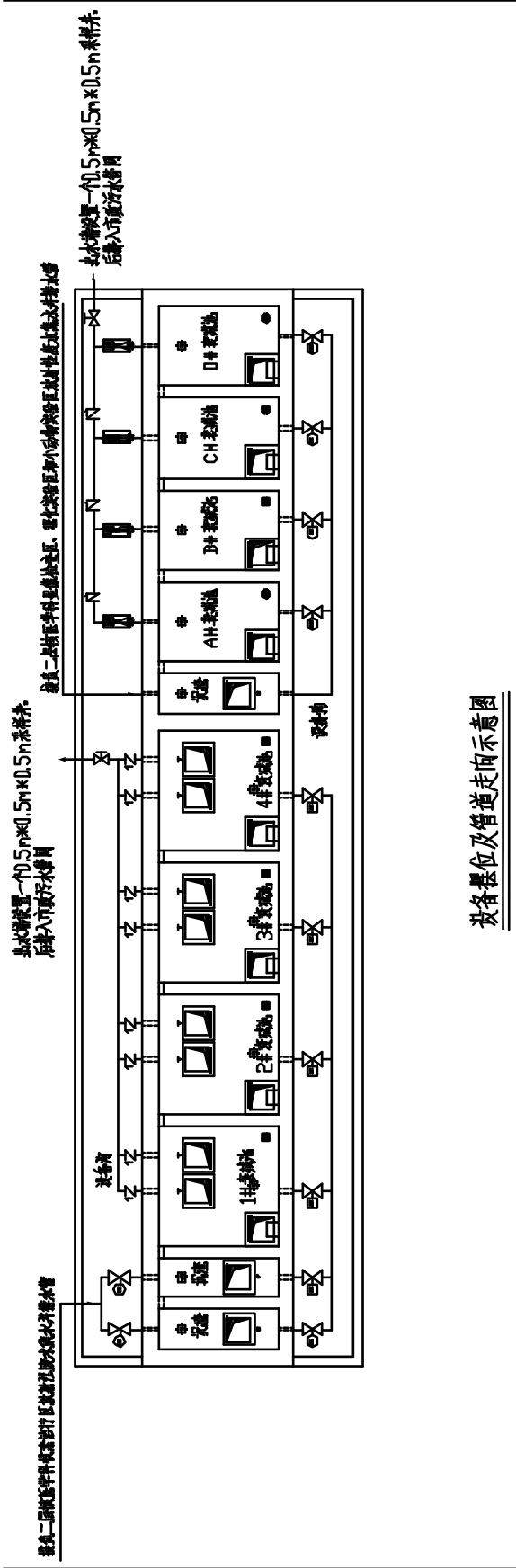
说明:1、提升泵一池一台。

并联间歇式衰变池构造平、剖面图及管路连接图A



2-2剖面图

3-3剖面图



设备仓位及管道走向示意图

图 10-30 放射性废液衰变池平面、剖面图



## 二、三废的治理

本项目放射性同位素与射线装置使用过程中放射性固体废物、放射性废水及放射性废气产生及处理方案如下：

### 1.III类医用 X 射线装置

本项目III类医用 X 射线装置应用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

### 2.数字减影血管造影仪（DSA）

本项目数字减影血管造影仪（DSA）应用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

### 3.医用电子直线加速器

直线加速器项目放射性废物是加速器的废弃靶，只在加速器装置需要更换金属钨靶时才产生，换下的废靶由生产厂家回收处理。

### 4.螺旋断层放射治疗系统（TOMO）及射波刀治疗系统

螺旋断层放射治疗系统及射波刀治疗系统使用的直线加速器 X 射线能量为 6MV，使用过程中不产生放射性废气、放射性废水及放射性固体废物。

### 5.<sup>60</sup>Co 伽马刀

密封源使用过程中无放射性废水及放射性废气产生。头部伽马刀废旧<sup>60</sup>Co 放射源应交由放射源生产单位回收处理；并在废旧放射源交回生产单位后二十日内，报所在地的省级人民政府生态环境主管部门备案。

### 6.<sup>192</sup>Ir 后装治疗机

密封源使用过程中无放射性废水及放射性废气产生。后装治疗机产生的废旧<sup>192</sup>Ir 放射源应交由放射源生产单位回收处理，并在废旧放射源交回生产单位后二十日内，报所在地的省级人民政府生态环境主管部门备案。

### 7.回旋加速器及制备 PET 用药物工作场所

#### （1）放射性废气

回旋加速器机房内的空气活化后，主要产生的核素包括 Ar-41、C-11、N-16、O-15 等，半衰期 7.3s~1.33h。

本项目回旋加速器机房配备了独立专用的放射性气体排风管道用于回旋加速器室、热室房间的废气处理，放射性气体排风管道设置止回阀，防止气流的逆向流通；排风管道安装放射性气体活性炭吸附过滤装置，以保证排入大气环境前对放射性气体的吸附。过滤吸

附装置为可更换式，可以定期更换过滤器。放射性气体通过室外排风管排入大气环境，室外排风管排风口高度高于本项目建筑物屋脊高度。

### (2) 放射性废水

回旋加速器生产核素的过程是在密闭系统中进行的，因此生产过程不会对水造成放射性污染。事故状态下产生的含放射性废水排入核医学科放射性废液衰变池中衰变处理。

热室房间自动合成时，每次合成产生约 10ml 的废水，同时考虑人员清洗等其他废水；制备 PET 用药物场所产生的含放射性废水约 150L/天，放射性废水排入放射性废液衰变池中衰变处理；经检测达标后排入医院污水处理站，后进入城市污水管网。剩余药物密封在铅罐内；暂存至少 10 个半衰期后；排入放射性废液衰变池中进一步衰变处理，经检测达标后排入医院污水处理站；后进入城市污水管网。

### (3) 放射性固体废物

回旋加速器的维修由厂家专业人员负责更换，维修过程中产生的废弃物主要为回旋加速器维修更换产生的靶膜等废弃件，换下的靶膜等废弃件置于回旋加速器自带的铅罐中；积累到一定量后由生产厂家回收。回旋加速器废气处理系统会产生少量废旧活性炭，废旧活性炭交有资质单位处理。

### (4) 臭氧及氮氧化物

回旋加速器运行时还会产生少量的臭氧和氮氧化物；机房内设有通风系统，通过换气可明显降低其浓度。

## 2. 动物实验室

### (1) 放射性固体废物

①本项目动物实验室含放射性固体废物主要包括一次性手套、一次性垫纸(注射台上)、注射器、吸水纸、包裹用具的塑料膜、一次性吹气管等，分类存放；放置在放射固体储存箱中 10 个半衰期以上，作为一般医疗垃圾处置；

②标记、合成、淋洗放射性药物器皿、测量解剖等实验器材以及定期更换的活性炭；放置在放射固体储存箱中 10 个半衰期以上，再循环利用；

③注射药物后的解剖、处死的小动物尸体；放置在放射性测量室有铅屏风防护的冰柜内 10 个半衰期以上，作为一般医疗垃圾处置。

### (2) 放射性废水

动物实验室动物尿液等排泄物产生的废水量较小，主要为工作人员清洗废水，日产生量约 150L；放射性废液排入放射性衰变池进行衰变处理；在衰变池滞留衰变 10 个以上半衰

期后：经检测达标排入医院污水处理站：后进入城市污水管网。

### (3) 放射性废气

通风橱内废气由排放系统直通屋顶高出建筑物屋脊的排放口排放，通风橱内风速不小于1.0m/s，且设置活性炭过滤装置。

## 9.核医学科非密封放射性物质工作场所

本项目核医学科非密封源使用过程中产生放射性废水、放射性废气及放射性固体废物：相关产生及处理方案如下：

### (1) 放射性固体废物

PET 显像患者人数预计约 9200 人次/年； $^{99m}\text{Tc}$  显像检查患者人数预计 5000 人次/年； $^{131}\text{I}$  甲癌患者预计 250 人次/年；甲癌患者住院 3-5 天，按 5 天计：则甲癌患者相当于 1250 人次/年； $^{131}\text{I}$  甲亢患者预计 1500 人次/年；甲功能测定患者 1750 人次/年；骨转移瘤患者预计 1250 人次/年。

据医院统计：核医学科 3 人次产生约 0.1kg 的固体废物，则 PET 显像产生的含放射性固体废物年产生量约 306.67kg/a， $^{99m}\text{Tc}$  含放射性固体废物年产生量约 166.67kg/a， $^{131}\text{I}$  含放射性固体废物年产生量约 150kg/a，骨转移瘤患者产生的含放射性固体废物年产生量约 41.67kg/a。

核医学科工作场所的含放射性固体废物主要有使用后的注射器、一次性手套、吸水纸、放射性污染的物品等，这些放射性废物按核素种类、污染水平及产生时间进行分类收集：暂存于储源室内的废物箱，废物箱表面张贴电离辐射警示标志和文字提醒、废物箱放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封、不破损，待其放射性比活度低于国家放射性固体废物豁免标准以后：按一般医疗废物处理。对于注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入专用塑料袋内。废物袋、废物箱及其他存放废物的容器必须安全可靠：并应在显著位置标有废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等说明。废  $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$  发生器及废药盒交由生产厂家回收处理。

### (2) 放射性废液

本项目骨转移瘤治疗患者服药后一般不在核医学科内停留：不会产生含放射性废水：其他核素产生的放射性废水量如下：

#### ①PET 显像工作场所

PET 显像预计年患者人数约 9200 人次：每人每次上厕所 2 次：产生废水 12L/人次，每天工作人员清洗产生废水 100L/天：年工作 250 天：则年产生废水量为 135.4m<sup>3</sup>/年：主要含有

$^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{124}\text{I}$  等 PET 显像用核素。

### ② $^{99\text{m}}\text{Tc}$

$^{99\text{m}}\text{Tc}$  显像检查患者人数预计 5000 人次/年，每人每次上厕所 2 次，每次冲洗废水 6L，则每人每次产生废水 12L/人次；工作人员每天清洗产生废水 100L/天，年工作 250 天；则年产生废水量为 55m<sup>3</sup>/年，主要含有核素  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 。

### ③核医学科 $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 工作场所

$^{131}\text{I}$  甲亢患者预计 250 人次/年（5 人/周）； $^{177}\text{Lu}$  前列腺癌治疗患者计 250 人次/年（5 人/周），每人每次产生废水 200L/天；每天工作人员清洗产生废水 100L/天，年工作 250 天则年产生废水量为 300m<sup>3</sup>/年，主要含有核素  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 。

甲亢患者日接诊人数为 10 人次，每人每次上厕所 2 次，每次冲洗废水 6L，则每人每次产生废水 12L/人次；日产生废水量为 120L/天；年产生废水量为 18m<sup>3</sup>。甲亢功能测定患者一般不产生含放射性废水。

医院在院内南侧空地设有放射性废液衰变池：分为 2 组，每组衰变池均设有沉渣池及 4 个独立交替暂存废水的格子：一组用于存放甲亢、甲亢、前列腺癌治疗产生的含放射性废水，衰变池格子编号为 1#-4#，单个格子尺寸为 3m×3m×5.5m，容积为 49.5m<sup>3</sup>；有效容积为 45m<sup>3</sup>/个，总容积为 198m<sup>3</sup>（有效容积为 180m<sup>3</sup>）；另一组用于存放 SPECT/CT、PET 显像产生的含放射性废水，衰变池格子编号为 A#-D#，单个格子尺寸为 2m×3m×5.5m，容积为 33m<sup>3</sup>，有效容积为 30m<sup>3</sup>/个，总容积为 132m<sup>3</sup>（有效容积为 120m<sup>3</sup>），4 个独立的衰变池交替使用。

该项目核医学科产生的液态放射性污染物主要含有放射性核素  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$  等。核医学科甲亢病房、前列腺癌病房、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  注射后休息室、PET 注射后休息室工作场所均设计了独立的病人专用厕所，对病人的排泄物实施统一收集和管理，放射性废水经专用污水管网排入放射性废液衰变池；经至少 10 个以上半衰期时间的衰变、检测达标后经审管部门核准排入医院污水管网；后进入城市污水管网。

医院外购药物如有剩余，则将剩余药物密封在铅药罐内；交由药物供应商回收处理。

### (3) 放射性废气

本项目含放射性废气主要为核医学科工作场所产生的含  $^{131}\text{I}$ 、 $^{14}\text{C}$  废气；医院拟在核医学科工作场所设置通风橱，通风橱风速不小于 1.0m/s，且设置活性炭过滤装置；放射性废气经活性炭过滤装置过滤后；通过管道在核医学科所在楼屋顶高出屋脊的排放口排放。

### 10.V 类密封源

$^{68}\text{Ge}$ 、 $^{22}\text{Na}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  密封源属于 V 类密封源，使用过程中无放射性废水及放射性废气产

生。废旧的  $^{68}\text{Ge}$ 、 $^{22}\text{Na}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  密封源交由生产厂家回收处理。

表 11 环境影响分析

### 一、建设阶段对环境的影响

医院本项目建设期不涉及放射性同位素与射线装置的使用，但在安装调试的过程当中，一定要严格按照相关使用说明及相关管理制度进行。

### 二、运行阶段对环境的影响

#### 1. III类医用射线装置

##### 1.1 辐射防护措施分析

从对 X 射线屏蔽的角度考虑，本次评价的 DR、乳腺钼靶机、X 射线骨密度仪、X 射线体外碎石机、数字胃肠机、CT、双源 CT、CT 模拟定位机、X 射线模拟定位机、口腔 CT、口腔全景机、牙片机、PET/CT、SPECT/CT、microPET/CT、移动式 C 臂机、移动式 O 臂机、移动 DR、移动 CT 均属于 III 类射线装置；以《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求为准，对射线装置机房与标准进行对比分析；具体见表 10-1。通过以上对照分析，本次评价项目的 III 类医用射线装置机房有效使用面积及最小单边长度均大于标准要求，各机房的四面墙体、顶棚、底板、防护门以及观察窗的建设均采取了辐射屏蔽，充分考虑邻室（含楼上下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值；从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本评价项目的各机房的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

##### 1.2 射线装置运行时环境影响分析

###### (1) 机房屏蔽体外剂量率

由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）是以保证机房外的人员可能受照剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的要求为目的而进一步推算规定射线机房的屏蔽厚度要求，从机房防护及安全分析可知本评价项目的射线机房设计符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对诊断 X 射线机房的防护设施的技术要求，可进一步得知本次评价的 DR、乳腺钼靶机、X 射线骨密度仪、X 射线体外碎石机、数字胃肠机、CT、双源 CT、CT 模拟定位机、X 射线模拟定位机、口腔 CT、口腔全景机、牙片机、PET/CT、SPECT/CT、microPET/CT、移动式 C 臂机、移动式 O 臂机、移动 DR、移动 CT 正常运行情况下，辐射工作人员及公众的年受照剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的相关要求。各 III 类射线装置隔室操作时，防护墙、防护门、观察窗外 30cm 处的剂量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 人员受照有效剂量

由《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)可知,受照人员的有效剂量的计算公式如下:

$$E = \sum_T w_T \cdot \sum_R w_R \cdot D_{T,R} \dots \dots \dots \text{式 (11-1)}$$

$w_R$ ——辐射 R 的辐射权重因子;由 GB18871-2002 附录 J 可知,光子(所有能量)的辐射权重因子为 1;中子取 10。

$w_T$ ——组织或器官 T 的组织权重因数;由 GB18871-2002 附录 J 可知:人体整体的组织权重因数为 1;

$D_{T,R}$ ——辐射 R 在器官或组织 T 内产生的平均吸收剂量, Gy;数值上约等于空气比释动能:空气比释动能=空气比释动能率×受照时间;

PET 显像患者数量全校 PET/CT 进行扫描。由医院提供资料可知:本项目 III 类医用 X 射线装置的出现时间及公众人员受照剂量如下:

表 11-1 III 类医用 X 射线装置机房周围公众人员受照剂量估算

设备名称	年病人数 (人次/ 台)	平均出 束时间 (s)	年出束 时间(h)	公众居 留因子	有效剂量 (mSv/a)	
					辐射工作人员	公众
DR	37500	0.5	5.21	1/4	1.30×10 <sup>-2</sup>	3.26×10 <sup>-1</sup>
数字胃肠机	18000	3	15	1/4	3.75×10 <sup>-2</sup>	9.38×10 <sup>-1</sup>
乳腺钼靶机	7500	1	2.08	1/4	5.21×10 <sup>-1</sup>	1.30×10 <sup>-1</sup>
X 射线骨密度仪	7500	10	20.83	1/4	0.05	1.30×10 <sup>-2</sup>
CT (含双源 CT)	25000	10	69.44	1/4	0.17	0.04
复合平床室 CT	1000	60	16.67	1/16	4.17×10 <sup>-2</sup>	2.60×10 <sup>-1</sup>
移动式 C 臂机	1300	30	10.83	1/4	0.03	6.77×10 <sup>-1</sup>
移动式 O 臂机	1300	30	10.83	1/4	0.03	6.77×10 <sup>-1</sup>
移动 DR	1500	0.5	0.21	1/4	5.25×10 <sup>-4</sup>	1.31×10 <sup>-2</sup>
移动 CT	1000	10	2.78	1/4	6.94×10 <sup>-1</sup>	1.74×10 <sup>-1</sup>
CT 模拟定位机	37500	30	312.5	1/4	0.78	0.195
X 射线模拟定位机	37500	20	208.33	1/4	0.52	0.13
PET/CT	9000	60	150	1/4	0.375	9.38×10 <sup>-2</sup>
SPECT/CT	5000	30	41.67	1/4	0.10	2.60×10 <sup>-2</sup>
microPET	6850	15	28.54	1/4	0.07	1.78×10 <sup>-2</sup>
口腔 CT	21000	10	58.33	1/4	0.15	3.65×10 <sup>-2</sup>
口腔全景机	21000	10	58.33	1/4	0.15	3.65×10 <sup>-2</sup>
牙片机	21000	1	5.83	1/4	1.46×10 <sup>-2</sup>	3.65×10 <sup>-1</sup>
X 射线体外碎石机	15000	30	125	1/4	0.31	7.81×10 <sup>-2</sup>

由上述有效剂量估算结果可知:本项目 III 类医用 X 射线装置机房周围公众人员的年

受照剂量均低于项目剂量约束值 ( $0.25\text{mSv/a}$ )。上述计算结果是偏保守和安全的。

## 2.数字减影血管造影 (DSA) 及 ERCP 手术类专用 X 射线机

本项目 ERCP 手术类专用 X 射线机存在工作人员在曝光室内进行透视操作,与 DSA 类似。将 ERCP 手术类专用 X 射线机视为 DSA 进行评价分析。

### 2.1 机房防护屏蔽分析

从对 X 射线屏蔽的角度考虑,以《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的相关要求为准,对 DSA、ERCP 手术类专用 X 射线机机房与标准进行对比分析,具体见表 10-2。DSA、ERCP 手术类专用 X 射线机机房四面墙体、顶棚、底板、观察窗、防护门等防护参数均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中对相应 X 射线机房的防护设施技术要求,由此推断,本项目 DSA、ERCP 手术类专用 X 射线机机房屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的要求 (不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ )。

### 2.2 个人剂量分析

#### (1) 机房外人员剂量分析

为进一步估计 DSA、ERCP 手术类专用 X 射线机机房建成后对机房周围的影响,从结合实际出发,本项目采用类比的方法进行分析,选择英德市人民医院使用的一台北京万东 CGO-2100 型 DSA 的相关数据进行类比分析。

英德市人民医院使用的北京万东 CGO-2100 型 DSA:1 年总手术量约为 1400 台,介入手术医生年最大工作量为 400 台。本项目 DSA 投入使用后,预计 DSA 介入手术工作量为 1000 台,介入手术医生年最大工作量为 400 台。DSA 的基本参数、机房的屏蔽设计、DSA 技术参数与医生工作负荷对比见表 11-2。

表 11-2 类比分析一览表

参数	评价项目	类比项目
设备	DSA	DSA
设备型号	特定	北京万东 CGO-2100 型
设备参数	DSA: 150kV, 1250mA	125kV, 1250mA
	ERCP 手术类专用 X 射线机: 150kV, 1000mA	
机房面积	医技楼四楼: OR26: $48.7\text{m}^2$ ( $6.25\text{m}\times 7.8\text{m}$ ); OR27: $48.7\text{m}^2$ ( $6.25\text{m}\times 7.8\text{m}$ ); OR30 复合手术室 (DSA+CT): $69.8\text{m}^2$ ( $9.5\text{m}\times 7.35\text{m}$ ); 医技楼五楼: DSA01: $55\text{m}^2$ ( $6.4\text{m}\times 8.6\text{m}$ ); DSA02: $55\text{m}^2$ ( $6.4\text{m}\times 8.6\text{m}$ );	$50\text{m}^2$



	DSA03: 55m <sup>2</sup> (6.4m×8.6m) ; DSA04: 53.3m <sup>2</sup> (6.2m×8.6m) ; DSA05: 53.3m <sup>2</sup> (6.2m×8.6m) ; DSA06: 53.3m <sup>2</sup> (6.2m×8.6m) ;	
年工作量	1000 台	1400 台
个人最大年手术量	400 台	400 台
机房辐射防护屏蔽	四周墙体均为 24cm 实心砖墙+3mmPb (约 5mmPb) ; 顶棚、地板均为厚 25cm 的混凝土 (约 3.60mmPb) ; 防护门 4mmPb, 观察窗 4mmPb	四周墙体: 240mm 红砖墙+3mmPb 硫酸钡防护涂料 (5.2mmPb) 地坪: 无地下室 顶棚: 120mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡防护涂料 (3.58mmPb) 防护门: 4mmPb 观察窗: 5mmPb
个人防护措施	穿戴 0.5mmPb 的铅衣、铅帽等防护用品	穿戴 0.5mmPb 的铅衣、铅帽等防护用品

从表 11-2 可看出: 评价项目的最大管电压略大于类比对象; 管电流与类比对象相同, 机房的防护屏蔽相近, 均满足标准要求, 机房有效面积与类比项目相近; 医生穿戴的防护措施一致; DSA 预估手术量小于类比项目; 手术医生个人最大年手术量与类比项目相同。因此以英德市人民医院已建成的这台 DSA 装置的情况进行类比分析是可行的。

广州达盛检测技术服务有限公司于 2018 年 1 月 26 日对英德市人民医院的 DSA 机房辐射环境现场监测数据如下, 报告编号 FS 201800143, 见附件 9。

表 11-3 类比项目 DSA 机房辐射水平检测数据

三、机房外辐射水平检测结果				
1. 检测条件: 100kV、150mA、采集模式、标准承模、铜板				
2. 检测仪器: DosimeterAT1123 型辐射检测仪				
检测点	检测位置	检测结果 (μSv/h)	控制目标值 (μSv/h)	备注
1	操作位	0.16	<2.5	
2	观察窗	左	0.15	≤2.5
		中	0.16	<2.5
		右	0.15	≤2.5
		上	0.16	<2.5
		下	0.16	<2.5
3	控制室门	左	0.15	<2.5
		中	0.16	<2.5
		右	0.15	<2.5
		上	0.16	<2.5
		下	0.14	≤2.5
4	机房大门	左	0.14	<2.5
		中	0.15	≤2.5
		右	0.16	<2.5

		上	0.15	<2.5
		下	0.15	<2.5
5	侧门	左	0.14	<2.5
		中	0.13	<2.5
		右	0.14	<2.5
		上	0.13	<2.5
		下	0.14	<2.5
		6	线槽	——
7	排气扇	——	0.15	<2.5
8	北面防护墙	——	0.14	<2.5
9	西面防护墙	——	0.13	<2.5
10		——	0.14	<2.5
11	南面防护墙	——	0.12	<2.5
12		——	0.13	<2.5
13	东面防护墙	——	0.15	<2.5
14	机房楼上	——	0.14	<2.5

从类比项目现场监测数据可见，DSA 手术室在实际使用过程中，机房外周围剂量当量率最大值为  $0.16\mu\text{Sv/h}$ ，与环境本底相当，因此可以判断在保证评价项目的设计方案正常实施的情况下，机房的周围剂量当量率应与类比项目相当，也不超过 GBZ130-2013“周围剂量当量率控制目标值应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

根据医院提供的实际工作负荷：DSA 运行后每年工作量为 1000 台手术，单人最大年工作量为 400 台。具体情况如表 11-4。

表 11-4 本项目 DSA 不同工作模式下的年工作时间情况

工作模式	工况参数	每台手术曝光时间	设备年最大工作时间	单人年最大工作量	单人年工作时间
摄影	100kV/500mA	按 3min 计算	50h	400 台手术	20h
透视	100kV/10mA	约 30min	300h	400 台手术	200h

根据上表中的工作负荷情况，结合类比 DSA 机房外防护监测数据（取最大测量值  $0.16\mu\text{Sv/h}$  作为估算依据），机房外公众人员的时间居留因子取 1/16，控制室的职业工作人员的居留因子取 1。

经式 (11-1) 计算可得 DSA 及 ERCP 手术类专用 X 射线机所致机房外职业工作人员辐射剂量为  $3.52 \times 10^{-3}\text{mSv}$ ，所致机房外公众人员辐射剂量为  $5.50 \times 10^{-3}\text{mSv}$ ，此值未扣除环境本底的贡献。可知本项目 DSA 及 ERCP 手术类专用 X 射线机设备运行后，职业工作人员及公众人员所受剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的受照剂量约束值的要求，也低于本次项目设定的职业工作人员及公众成员的年有效剂量约束值（即职业工作人员的年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ ，公众成员的年有效剂量不超过  $0.25\text{mSv}$ ）。

复合手术室控制室 DSA 操作人员所受有效剂量叠加复合手术室 CT 所致有效剂量（见表 11-1）后为  $7.69 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，公众有效剂量叠加复合手术室 CT 所致有效剂量（见表 11-1）后为  $8.10 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的受照剂量约束值的要求，也低于本次项目设定的职业工作人员及公众成员的年有效剂量约束值（即职业工作人员的年有效剂量不超过  $5 \text{mSv}$ ，公众成员的年有效剂量不超过  $0.25 \text{mSv}$ ）。

### （2）介入手术人员受照剂量分析

为综合预测 DSA 及 ERCP 手术类专用 X 射线机在摄影工作模式和透视模式下对手术操作人员的辐射影响，本评价项目采取了英德市人民医院 DSA 项目介入手术医生的个人剂量检测数据进行类比分析。英德市人民医院介入手术医生个人剂量检测报告见附件 9。类比项目 DSA 介入手术医生个人剂量监测数据见表 11-5。

表 11-5 类比项目 DSA 介入手术医生个人剂量监测数据（mSv）

序号	姓名	第 1 季度	第 2 季度	第 3 季度	第 4 季度	合计	
1	■	0.25 (内)	0.06 (内)	0.04 (内)	0.08 (内)	0.43 (内)	0.61
		1.47 (外)	2.07 (外)	1.19 (外)	0.55 (外)	5.28 (外)	
2	■	0.06 (内)	0.09 (内)	0.04 (内)	0.08 (内)	0.27 (内)	0.40
		0.66 (外)	1.47 (外)	0.94 (外)	0.57 (外)	3.64 (外)	
3	■	0.06 (内)	0.09 (内)	0.04 (内)	0.04 (内)	0.23 (内)	0.28
		0.78 (外)	0.4 (外)	0.68 (外)	0.1 (外)	1.96 (外)	
4	■	0.07 (内)	0.06 (内)	0.08 (内)	0.07 (内)	0.28 (内)	0.24
		0.12 (外)	0.15 (外)	0.07 (外)	0.11 (外)	0.45 (外)	
5	■	0.07 (内)	0.07 (内)	0.03 (内)	0.07 (内)	0.24 (内)	0.20
		0.06 (外)	0.09 (外)	0.01 (外)	0.08 (外)	0.24 (外)	
6	■	0.03 (内)	0.07 (内)	0.01 (内)	0.07 (内)	0.18 (内)	0.16
		0.07 (外)	0.06 (外)	0.05 (外)	0.08 (外)	0.26 (外)	
7	■萍	.	.	0.03 (内)	0.01 (内)	0.04 (内)	0.03
		.	.	0.04 (外)	0.01 (外)	0.05 (外)	
8	■串	.	.	0.02 (内)	0.01 (内)	0.03 (内)	0.03
		.	.	0.07 (外)	0.04 (外)	0.11 (外)	
9	■苗	.	.	0.03 (内)	0.01 (内)	0.04 (内)	0.03
		.	.	0.02 (外)	0.01 (外)	0.03 (外)	
10	■	0.07 (内)	0.09 (内)	0.04 (内)	0.08 (内)	0.28 (内)	0.25
		0.10 (外)	0.28 (外)	0.09 (外)	0.02 (外)	0.49 (外)	
11	■	0.06 (内)	0.08 (内)	0.03 (内)	0.11 (内)	0.28 (内)	0.24
		0.11 (外)	0.11 (外)	0.09 (外)	0.09 (外)	0.4 (外)	
12	■	0.05 (内)	0.06 (内)	0.05 (内)	0.05 (内)	0.21 (内)	0.18
		0.04 (外)	0.07 (外)	0.04 (外)	0.1 (外)	0.25 (外)	
13	■	0.05 (内)	0.07 (内)	0.04 (内)	0.05 (内)	0.21 (内)	0.18
		0.05 (外)	0.07 (外)	0.06 (外)	0.06 (外)	0.24 (外)	

14	■	0.03 (内)	0.07 (内)	0.02 (内)	0.01 (内)	0.13(内)	0.11
		0.04 (外)	0.05 (外)	0.04 (外)	0.01 (外)	0.14(外)	
15	■	0.05 (内)	0.07 (内)	0.03 (内)	0.01 (内)	0.16(内)	0.14
		0.04 (外)	0.07 (外)	0.05 (外)	0.01 (外)	0.17(外)	
16	■科	.	.	0.05 (内)	0.01 (内)	0.06(内)	0.07
				0.42 (外)	0.01 (外)	0.43(外)	
17	■	0.05 (内)	0.07 (内)	0.03 (内)	0.01 (内)	0.16(内)	0.13
		0.04 (外)	0.06 (外)	0.05 (外)	0.01 (外)	0.16(外)	
18	■做	.	.	0.04 (内)	0.01 (内)	0.05(内)	0.04
				0.04 (外)	0.03 (外)	0.07(外)	
19	■	0.04 (内)	0.07 (内)	0.04 (内)	0.01 (内)	0.05(内)	0.05
		0.05 (外)	0.08 (外)	0.13 (外)	0.01 (外)	0.14(外)	

医院给辐射工作人员配备有内外个人剂量计，根据《职业性外照射个人监测规范》可知，当按 5.3.3 条佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，宜采用式 (11-2) (标准的 (4) 式) 估算有效剂量：

$$E=\alpha\times H_{in}+\beta\times H_{out}\dots\dots\dots(11-2)$$

式中：

E——有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特 (mSv)；

$\alpha$ ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

$H_{in}$ ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特 (mSv)；

$\beta$ ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

$H_{out}$ ——铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特 (mSv)。

医院给介入辐射工作人员配备有铅围脖用于甲状腺屏蔽，故本项目 $\alpha$ 取 0.79， $\beta$ 取 0.051；计算结果见表 11-5。

类比项目的 DSA 介入医生参加手术时要求佩戴铅衣、铅围裙等个人防护用品，在 2017-2018 年度里，DSA 介入医生年累计受照剂量最高约 0.61mSv/a，低于评价标准提出的职业工作人员的年有效剂量约束值 (5mSv/a)。本项目 DSA 预估手术量小于类比项目，手术医生个人最大年手术量与类比项目相同，故本次评价项目 DSA 介入手术医生在参加 DSA 介入手术时，穿戴好个人防护用品的前提下，是可以满足评价标准提出的职业工作人员的年有效剂量约束值 ( $\leq 5mSv/a$ ) 的要求的。

### 3.医用电子直线加速器

本评价采用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》

(GBZ/T201.2-2011)标准中的相关计算公式进行理论估算。因医用电子直线加速器 X 射线模式下：10MV 与 15MV 的等中心点处剂量率相差较大，故对这两种模式均进行了理论估算。

直线加速器机房 1 与直线加速器机房 2 对称设计，故选取直线加速器机房 1 进行代表性分析。

### 3.1 有用线束主屏蔽区半宽度核算

使用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.2-2007)的相关公式核算加速器机房有用线束主屏蔽区的宽度是否满足标准要求。

$$Y_p = 2[(a+SAD) \cdot \tan\theta + 0.3] \dots\dots\dots \text{式 (11-3)}$$

式中： $Y_p$ ——机房有用束主屏蔽区的宽度，m；

SAD——源轴距，m；

$\theta$ ——治疗束的最大张角（相对束中的轴线），即射线最大出射角的一半；

$a$ ——等中心点至“墙”的距离，m。当主屏蔽区向机房内凸时，“墙”指与主屏蔽墙相连接的次屏蔽墙（或顶）的内表面；当主屏蔽区向机房外凸时，“墙”指主屏蔽区墙（或顶）的外表面。

将各参数代入式 (11-3) 得出本项目的主屏蔽宽度，计算结果见表 11-6。

表 11-6 有用线束主屏蔽区宽度核算结果一览表

主屏蔽区	西墙 a (内凸)	东墙 b (外凸)	顶棚 1 (外凸)
1 号机房			
$a$ (m)	5.3	5.2	5.7
SAD (m)	1	1	1
$\theta$ (°)	14	14	14
$Y_p$ (m)	3.99	3.69	3.94
实际设计宽度 (m)	6.3	6.3	4.8
评价结果	满足	满足	满足

从表 11-6 预测结果可知：加速器治疗室机房主屏蔽区的实际设计宽度均大于理论计算值；有用线束主屏蔽区的宽度设计满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.2-2007)的相关要求。

### 3.2 剂量控制要求

(1) 治疗机房墙外和入口门外关注点的周围剂量当量率

治疗机房墙外和入口门外关注点的周围剂量当量率（以下简称剂量率）应不大于下述

a)、b)和c)所确定的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$ 、

a) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子：由周剂量参考控制水平求得关注点的导出剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )：

放射治疗机房外控制区的工作人员： $\dot{H}_{c,d} \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；

放射治疗机房外非控制区的人员： $\dot{H}_{c,d} \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ ；

b) 按照关注点人员居留因子 (T) 的不同，确定关注点的最高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,max}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )：

人员居留因子  $T > 1/2$  的场所， $\dot{H}_{c,max} < 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

人员居留因子  $T < 1/2$  的场所， $\dot{H}_{c,max} < 10 \mu\text{Sv/h}$ ；

c) 关注点处的剂量率参考控制水平取 a)、b) 中的较小者。

## (2) 治疗室机房顶的剂量控制

治疗机房顶的剂量应按下述 a)、b) 两种情况控制：

a) 在治疗机房正上方已建、拟建建筑物或治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点到机房顶内表面边缘所张立体角区域时：距治疗机房顶外表面 30cm 处和(或)在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处：可以根据机房外周剂量参考控制水平  $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$  和最高剂量率  $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，按照治疗机房墙外和入口门外关注点的周围剂量当量率求法进行计算。

**单一辐射有用线束：**计算公式为： $\dot{H}_{c,d} = \frac{\dot{H}_c}{t \cdot U \cdot T}$  .....式 (11-4)

$\dot{H}_c$ ——周参考剂量控制水平： $\mu\text{Sv/周}$ ；

U——关注位置方向照射的使用因子，本次有用线束方向取 1/4；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子；

t——治疗装置周治疗照射时间，h；

由医院提供资料可知：预计病人约 100 人次/(天×台)，每周工作 5d，每年工作 50 周。单个病人每野次照射 1.5Gy，平均每人治疗照射 3 野次；本项目加速器等中心点处的最高剂量率分别为 24Gy/min (10MV)、10Gy/min (15MV)。从保守角度考虑：加速器等中心点处的剂量率取 10Gy/min (15MV)，相对 10MV 时的等中心点处剂量率而言出

束时间较长，估算出的剂量率参考控制水平相对较小。加速器为中心点处的剂量率取  $10\text{Gy/min}$  ( $15\text{MV}$ ) 的周出来束时间为  $3.75\text{h}$ 。

代入参数算得：

表 11-7 主屏蔽区墙外剂量率参考控制水平

关注点	西墙 (a 点)	东墙 (b 点)	顶棚 (c 点)
周剂量参考控制水平 $H_c$ ( $\mu\text{Sv/周}$ )	5	5	5
治疗照射时间 $t$	3.75	3.75	3.75
使用因子 $U$	14	14	14
居留因子 $T$	14	14	14
导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,e}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	21.33	21.33	21.33
关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	10	10	2.5
剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	10	10	2.5

**单一辐射泄露辐射：**计算公式为： $\dot{H}_{c,e} = \frac{H_c}{N \cdot t \cdot T}$  ..... 式 (11-5)

$\dot{H}_c$ ——周参考剂量控制水平： $\mu\text{Sv/周}$ ；

$N$ ——强调治疗时用于泄露辐射的调强因子，通常  $N=5$ ；

$T$ ——人员在相应关注点驻留的居留因子；

$t$ ——治疗装置周治疗时间， $\text{h}$ ；

南墙外为土层，人员无法到达，故未计算。代入参数算得：

表 11-8 侧屏蔽墙外剂量率参考控制水平

关注点	北墙 (e 点)	北墙 (k 点)	防护门 (g)
周剂量参考控制水平 $H_c$ ( $\mu\text{Sv/周}$ )	100	100	5
治疗照射时间 $t$ (h)	3.75	3.75	3.75
使用因子 $U$	1	1	1
调强因子 $N$	5	5	5
居留因子 $T$	1	1	1/16
导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,e}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	5.33	5.33	4.27
关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	2.5	2.5	10
剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	2.5	2.5	4.27

注：西墙 (e 点) 外为土层，故未计算。

与主屏蔽墙直接相连的次屏蔽区需考虑加速器的泄漏辐射和有用线束水平照射的患者散射；代入相关参数算得相应的剂量率参考控制水平如下：

表 11-9 与主屏蔽墙直接相连的次屏蔽区的剂量率参考控制水平

位置		剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
直线加速器机房 1	西墙次屏蔽区 ( $c_1, c_2$ )	15.20
	东墙次屏蔽区 ( $d_1, d_2$ )	15.46
	顶棚次屏蔽区 ( $m_1, m_2$ )	4.65

根据《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)中“在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”，从保守和安全考虑，本项目公众人员的剂量率参考控制水平取较小值，直线加速器机房各点的剂量率控制水平如下：

表 11-10 医院直线加速器机房屏蔽体外剂量率控制水平

位置		考察点	剂量率控制水平( $\mu\text{Sv/h}$ )
直线加速器机房 1	西墙主屏蔽	a	2.5
	东墙主屏蔽	b	2.5
	顶棚主屏蔽	l	2.5
	南墙(土层)	e	/
	北墙侧屏蔽	f	2.5
	北墙侧屏蔽	k	2.5
	防护门	g	2.5
	西墙次屏蔽区	$c_1, c_2$	2.5
	东墙次屏蔽区	$d_1, d_2$	2.5
	顶棚次屏蔽区	$m_1, m_2$	2.5

### 3.3 屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系

#### (1) 有效屏蔽厚度

当 X 射线束以  $\theta$  角斜入射厚度为 X(cm) 的屏蔽物质时，射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度  $X_e$ (cm) 见下式：

$$X_e = X / \cos \theta \dots\dots\dots \text{式 (11-6)}$$

其中： $\theta$  为斜射角，即入射射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角。

#### (2) 屏蔽物质的厚度与辐射屏蔽透射因子 B 的关系如下：

$$B = 10^{-(\mu_0 + 77Z - 77Z^2) / 77Z} \dots\dots\dots \text{式 (11-7)}$$

TVL<sub>1</sub>——第一什值层厚度，cm；

TVL——平衡什值层厚度：cm；

X<sub>e</sub>——物质的有效屏蔽厚度：cm；



### 3.4 主屏蔽墙和侧屏蔽墙

有用线束和泄漏辐射的屏蔽与剂量估算：

对于给定的屏蔽物质厚度时：屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-8)}$$

$\dot{H}$  ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$  ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用最高剂量率： $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；由设备参数可知：X 射线模式下加速器最大输出剂量率为  $10\text{Gy}/\text{min}$ ，即  $6\times 10^8\mu\text{Gy}/\text{h}$ ；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

f ——对有用线束为 1，对泄漏辐射为泄漏辐射比率：取 0.1%；

B ——辐射屏蔽透射因子，相应的 TVL<sub>1</sub>、TVL 见标准的附录 B 表 B.1；

代入相关参数计算得：

表 11-11 直线加速器机房 1 主屏蔽墙与侧屏蔽墙的剂量率估算结果表

关注点		西墙主屏蔽 (a 点)	东墙主屏蔽 (b 点)	顶棚主屏蔽 (c 点)	北墙侧屏蔽墙 (f)	北墙侧屏蔽墙 (k)	机头泄漏辐射穿过迷路内墙至防护门 O-g
<b>X 射线能量：15MV，等中心点处剂量率 10Gy/min。</b>							
$X_e$ (cm)	径	300	300	300	265	156.1	154.9
TVL <sub>1</sub> (cm)	径	44	44	44	36	36	36
TVL (cm)	径	41	41	41	33	33	33
$B$		$5.70\times 10^{-4}$	$5.70\times 10^{-4}$	$5.70\times 10^{-4}$	$1.15\times 10^{-4}$	$2.29\times 10^{-5}$	$2.49\times 10^{-5}$
$R$ (m)		8.9	8.9	7.0	8.85	9.37	9.46
$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ )		$6.0\times 10^8$	$6.0\times 10^8$	$6.0\times 10^8$	$6.0\times 10^8$	$6.0\times 10^8$	$6.0\times 10^8$
$f$		1	1	1	0.1%	0.1%	0.1%
相应屏蔽体外关注点剂量率 H ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$\dot{H}$ 估算值	0.43	0.43	0.70	$3.81\times 10^{-6}$	0.16	0.17
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	/
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	/
<b>X 射线能量：10MV，等中心点处剂量率 24Gy/min。</b>							
$X$ (cm)	径	300	300	300	265	156.1	154.9
TVL <sub>1</sub> (cm)	径	41	41	41	35	35	35
TVL (cm)	径	37	37	37	31	31	31

$B$		$1.00 \times 10^{-4}$	$1.00 \times 10^{-4}$	$1.00 \times 10^{-4}$	$3.81 \times 10^{-5}$	$1.24 \times 10^{-5}$	$1.35 \times 10^{-6}$
$R$ (m)		8.9	8.9	7.0	8.85	9.37	9.46
$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ )		$1.44 \times 10^9$	$1.44 \times 10^9$	$1.44 \times 10^9$	$1.44 \times 10^9$	$1.44 \times 10^9$	$1.44 \times 10^9$
$f$		1	1	1	0.1%	0.1%	0.1%
相应屏蔽 体外关注 点剂量率H ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$\bar{H}$ 估算值	0.18	0.18	0.29	$7.00 \times 10^{-6}$	0.20	0.22
	$\bar{H}_c$ 控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	/
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	/

### 3.5 与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区

初级辐射束不直接到达该屏蔽墙，屏蔽计算只考虑加速器装置头的泄漏辐射和来自患者体表的散射辐射，二者之和为该点的总剂量率。

#### (1) 患者体表的散射辐射

利用下列公式对患者体表的散射辐射进行剂量计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{pt} \cdot (F/400) \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-9)}$$

$\dot{H}$ ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；由设备参数可知，X 射线模式下：加速器 10MV 最大输出剂量率为  $24\text{Gy}/\text{min}$ ，即  $1.44 \times 10^9 \mu\text{Gy}/\text{h}$ ；加速器 15MV 最大输出剂量率为  $10\text{Gy}/\text{min}$ ，即  $6.0 \times 10^8 \mu\text{Gy}/\text{h}$ ；

$R_0$ ——患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

$\alpha_{pt}$ ——患者  $400\text{cm}^2$  面积上的散射因子，其值见标准的附录 B 表 B.2，取  $3.18 \times 10^{-3}$ ；

$B$ ——辐射屏蔽透射因子，相应的 TVL 见标准的附录 B 表 B.4；

$F$ ——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， $\text{cm}^2$ ；设备照射野为  $40\text{cm} \times 40\text{cm}$ ；

代入相关参数计算得：

表 11-12 患者体表的散射辐射致关注点处的剂量率

关注点			$c_1$ 、 $c_2$ 点	$d_1$ 、 $d_2$ 点	$m_1$ 、 $m_2$ 点	
直线加速 器机房 1	散射辐射	15MV	$X_1(\text{cm})$	203.03	203.03	204.0
			$TVL_1(\text{cm})$	31	31	31
			$TVL_2(\text{cm})$	31	31	31

			$R(m)$	8.91	3.23	5.44	
			$a_{ex}$	$3.18 \times 10^{-1}$	$3.13 \times 10^{-1}$	$3.18 \times 10^{-1}$	
			$B_c$	$2.82 \times 10^{-7}$	$2.82 \times 10^{-7}$	$2.63 \times 10^{-7}$	
			$\dot{H} (\mu Sv/h)$	$2.71 \times 10^{-2}$	$3.13 \times 10^{-2}$	$6.77 \times 10^{-2}$	
			10MV	$X_d(cm)$	203.03	203.03	204.0
				$TVL_d(cm)$	23	28	28
				$TVL(cm)$	23	28	28
		$R(m)$		8.91	3.23	5.44	
		$a_{ex}$		$3.18 \times 10^{-1}$	$3.13 \times 10^{-1}$	$3.18 \times 10^{-1}$	
		$B_c$		$5.61 \times 10^{-8}$	$5.61 \times 10^{-8}$	$5.18 \times 10^{-8}$	
		$\dot{H} (\mu Sv/h)$	$1.29 \times 10^{-2}$	$1.52 \times 10^{-2}$	$3.21 \times 10^{-2}$		

(2) 泄漏辐射

泄漏辐射计算公式见式 (11-8)，代入相关参数得：

表 11-13 泄漏辐射致关注点处的剂量率

关注点			$c_1, c_2$ 点	$d_1, d_2$ 点	$m_1, m_2$ 点	
直线加速器机 房 1	泄漏 辐射	15MV	$X_d(cm)$	203.03	203.03	204.0
			$TVL_d(cm)$	36	36	36
			$TVL(cm)$	33	33	33
			$R(m)$	8.91	8.23	5.44
			$B_c$	$8.68 \times 10^{-7}$	$8.68 \times 10^{-7}$	$8.11 \times 10^{-7}$
			$\dot{H} (\mu Sv/h)$	$6.56 \times 10^{-1}$	$7.68 \times 10^{-1}$	$1.64 \times 10^{-2}$
		10MV	$X_d(cm)$	203.03	203.03	204.0
			$TVL_d(cm)$	35	35	35
			$TVL(cm)$	31	31	31
			$R(m)$	8.91	8.23	5.44
			$B_c$	$3.80 \times 10^{-7}$	$3.80 \times 10^{-7}$	$3.53 \times 10^{-7}$
			$\dot{H} (\mu Sv/h)$	$6.89 \times 10^{-1}$	$8.07 \times 10^{-1}$	$1.72 \times 10^{-2}$

加速器装置头的泄漏辐射和来自患者体表的散射辐射之和为关注点的总剂量率，计算如下：

表 11-14 与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区剂量率

关注点			$c_1, c_2$ 点	$d_1, d_2$ 点	$m_1, m_2$ 点
泄漏辐射和散射辐射的 复合作用	直线加速器 机房 1	15MV	$3.37 \times 10^{-2}$	$3.95 \times 10^{-2}$	$8.42 \times 10^{-2}$
		10MV	$1.98 \times 10^{-2}$	$2.32 \times 10^{-2}$	$4.93 \times 10^{-2}$
$\dot{H}_c$ (剂量率参考控制水平)			2.5	2.5	2.5
评价结果			满足	满足	满足

### 3.6 加速器机房的迷路散射辐射屏蔽的剂量估算

#### 3.6.1 加速器 ( $\leq 10\text{MV}$ ) 机房的迷路散射辐射屏蔽的剂量估算

①有用线束不向迷路方向

入口处的散射辐射剂量率  $\dot{H}_g$  计算公式如下:

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot \dot{H}_0 \dots \dots \dots \text{式 (11-10)}$$

$\dot{H}_g$  —— 入口处的散射辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$\dot{H}_0$  —— 加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 (以下简称靶) 1m 处的常用最高剂量率,  $\mu\text{Sv} \times \text{m}^2/\text{h}$ ;

$R_1$  —— 等中心点至散射墙面的距离, m;

$R_2$  —— 迷路散射墙面至入口处的距离, m;

$\alpha_{ph}$  —— 患者 400 $\text{cm}^2$  面积上的散射因子, 其值见标准的附录 B 表 B.2;

$\alpha_2$  —— 在墙入射的患者散射辐射的散射因子, 其值见标准的附录 B 表 B.6;

$A$  —— 散射面积,  $\text{m}^2$ ;

$B$  —— 辐射屏蔽透射因子, 相应的 TVL 见标准的附录 B 表 B.4;

$F$  —— 治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积,  $\text{cm}^2$ ;

②防护门外的辐射剂量率  $\dot{H}$  计算公式如下

$$\dot{H} = \dot{H}_g \cdot 10^{-TVL/70} + \dot{H}_{ng} \dots \dots \dots \text{式 (11-11)}$$

$\dot{H}$  —— 防护门外的辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$\dot{H}_g$  —— 入口处的散射辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

TVL —— 迷路入口处散射射线在铅的半值层厚度, mm; 一般取 5mm;

$\dot{H}_{ng}$  —— 装置头泄漏辐射在迷路入口处的剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ; 由表 11-11, 直线加速器机房

1 为  $0.32\mu\text{Sv/h}$ 。代入相关参数计算得：

入口处的散射辐射剂量率  $\bar{H}_0$ ：

表 11-15 散射辐射在迷路防护门入口处的剂量率

位置	$\omega_n$	$\omega_a$	F400	A (m <sup>2</sup> )	R <sub>1</sub> (m)	R <sub>2</sub> (m)	$\bar{H}_0$ (μSv/h)
直线加速器机房 1 (g 点)	$1.35 \times 10^{-1}$	$2.2 \times 10^{-1}$	4	18.8	8.17	12.5	308.46

经铅防护门屏蔽后的剂量率  $\bar{H}$ ：

表 11-16 防护门外的辐射剂量率

位置	$\bar{H}_0$ (μSv/h)	铅门厚度 (mm)	TVL(mm)	铅门的透射因子 B	$\bar{H}_0$ (μSv/h)	剂量率 $\bar{H}$ (μSv/h)
直线加速器机房 1 (g 点)	308.46	16	5	$6.31 \times 10^{-7}$	0.22	0.41

### 3.6.2 加速器 (>10MV) 机房的迷路散射辐射屏蔽的剂量估算

对大于 10MV 加速器的机房，迷路散射辐射应考虑下列各项：

(1) 总中子注量  $\Phi_B$

$$\Phi_B = \frac{Q_n}{4\pi d_1^2} + \frac{5.4Q_n}{2\pi s} + \frac{1.26Q_n}{2\pi s} \dots \dots \dots \text{式 (11-12)}$$

式中：

$\Phi_B$ ——等中心处 1Gy 治疗照射时 B 处的总中子注量，(中子数/m<sup>2</sup>)/Gy；

$Q_n$ ——在等中心处每 1Gy 治疗照射时加速器机头的总中子数，取  $0.76 \times 10^{13}$ ；

s——治疗机房的总内表面积：包括四壁墙、顶面和底面；不包括迷路内各面积；m<sup>2</sup>；

经计算直线加速器机房 1：s=279.52m<sup>2</sup>；

$d_1$ ——等中心点 O 到 B 点的距离，m；经计算直线加速器机房 1 的  $d_1=7.24\text{m}$ ；

代入相关参数计算：直线加速器机房 1： $\Phi_B=4.04 \times 10^9$  (中子数/m<sup>2</sup>)/Gy；

(2) 机房入口的中子俘获  $\gamma$  射线的剂量率 ( $\bar{H}_\gamma$ )

$$\bar{H}_\gamma = 6.9 \times 10^{-16} \times \Phi_B \times 10^{-0.077R} \times \bar{H}_0 \dots \dots \dots \text{式 (11-13)}$$

式中：

$6.9 \times 10^{-16}$ ——该方法中的经验因子，Sv/ (中子数/m<sup>2</sup>)；

$\Phi_B$ ——等中心处 1Gy 治疗照射时 B 处的总中子注量，(中子数/m<sup>2</sup>)/Gy；

$d_2$ ——B 点至机房入口的距离，m；经计算，直线加速器机房 1： $d_2=10.36\text{m}$ ；

TVD——将  $\gamma$  辐射剂量衰减至其十分之一的距离：对于 15MV 的加速器为 3.9m；

$\dot{H}_0$ ——等中心点处治疗 X 射线剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

代入相关参数计算，直线加速器机房 1： $\dot{H}_\gamma=2.74\mu\text{Sv/h}$ ；

### (3) 机房入口的中子剂量率 $\dot{H}_n$

机房内的中子经迷路散射后在机房入口门外 30cm 处无防护门时的剂量率  $\dot{H}_n$  计算公式如下：

$$\dot{H}_n = 2.4 \times 10^{-15} \times \Phi_B \times \sqrt{\frac{S_0}{S_1}} \times [1.64 \times 10^{\left(\frac{d_2}{T_0}\right)} + 10^{\left(\frac{d_2}{T_0}\right)}] \times \dot{H}_0 \dots\dots\dots \text{式 (11-14)}$$

式中：

$2.4 \times 10^{-15}$ ——该方法中的经验因子，Sv/(中子数/m<sup>2</sup>)；

$S_0$ ——迷路内口的面积，m<sup>2</sup>；经计算，直线加速器机房 1： $S_0=2.6\text{m} \times 4\text{m}=10.4\text{m}^2$ ；

$S_1$ ——迷路横截面积，m<sup>2</sup>；经计算：直线加速器机房 1： $S_1=2\text{m} \times 4\text{m}=8\text{m}^2$ ；

$d_2$ ——B 点至机房入口的距离，m；经计算，直线加速器机房 1： $d_2=10.36\text{m}$ ；

$T_0$ ——迷路中能量相对高的中子剂量组分式(本公式)方括号中的第二项衰减至十分之一行程的距离(m)；称为什值距离。 $T_0$ 是一个经验值：与迷路横截面积有关， $T_0$ 按下式计算： $T_0 = 2.06 \sqrt{S_1}$

代入相关参数计算，直线加速器机房 1： $\dot{H}_n=90.67\mu\text{Sv/h}$ ；

### (4) 入口门屏蔽

当给定防护门屏蔽厚度  $X_p$  和  $X_0$  时：防护门外的辐射剂量率  $\dot{H}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 见下式：

$$\dot{H} = \dot{H}_\gamma \times 10^{-(X_p/X_0)} + \dot{H}_n \times 10^{-(X_p/X_0)} + \dot{H}_{\text{eq}} \times B_{\text{eq}} \dots\dots\dots \text{式 (11-15)}$$

$\dot{H}_{\text{eq}}$ —— $O_1(O_2)$  位置穿过迷路内墙的泄漏辐射在  $g$  处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；由表 11-11, 15MV 时，直线加速器机房 1 为  $0.17\mu\text{Sv/h}$ ；

$B_{\text{eq}}$ ——防护门对  $\dot{H}_{\text{eq}}$  的屏蔽透射因子，在  $\dot{H}_{\text{eq}}$  相对  $g$  处的总剂量率较小时：可以忽略  $\dot{H}_{\text{eq}} \times B_{\text{eq}}$  项；TVL 取保守值 57mm (15MV 的 X 射线主射线方向的什值层厚度)，算得

$$\dot{H}_{\text{eq}} \times B_{\text{eq}} = 3.75 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$$

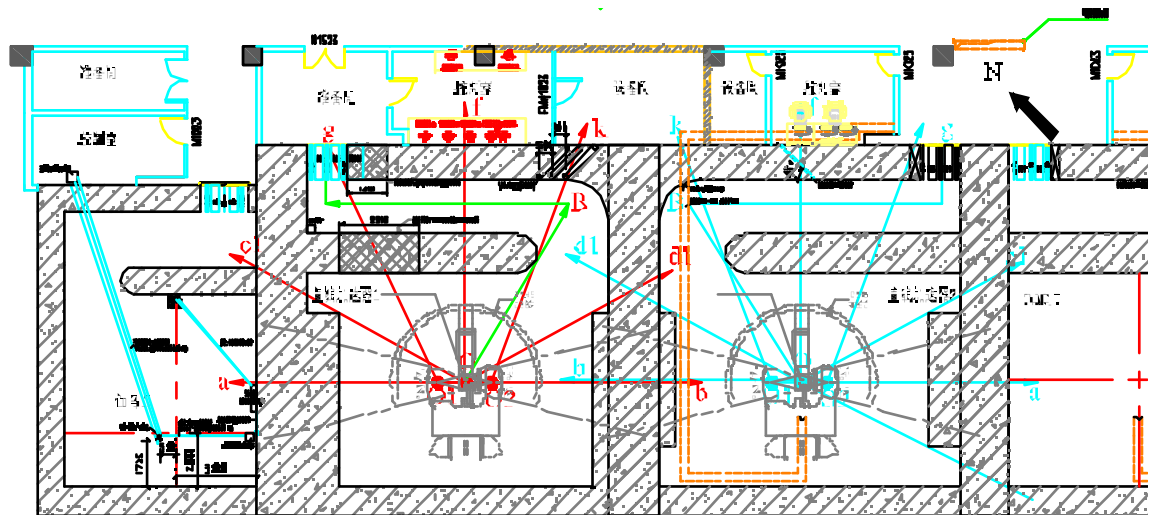
TVL<sub>γ</sub>——中子俘获γ射线在屏蔽材料中的什值层：cm；对于长度大于5m的迷路，铅的TVL取6mm；

TVL<sub>n</sub>——中子在屏蔽材料中的什值层，cm；含碳3%的聚乙烯的TVL取45mm；

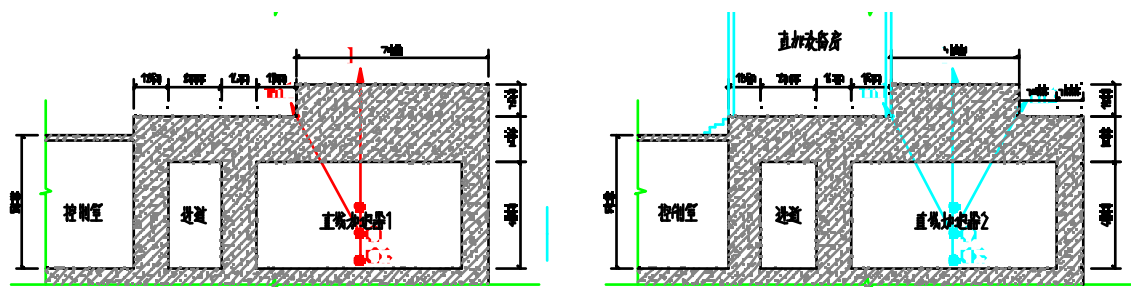
相关计算参数及计算结果见下表：

表 11-17 防护门处的剂量率

名称	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	屏蔽物质及厚度	什值层	屏蔽后剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
中子俘获γ射线的剂量率 $\dot{H}_{\gamma}$	2.74	16mm 铅	6mm	$5.91 \times 10^{-1}$
中子剂量率 $\dot{H}_n$	90.67	150mm 含石蜡聚乙烯	45mm	$4.21 \times 10^{-1}$
穿过迷路内墙的泄漏辐射在 g 处的剂量率 $\dot{H}_{\text{eq}}$	0.17	16mm 铅	57mm	$8.75 \times 10^{-1}$
合计				0.14



直线加速器平面图



立面图

图 11-1 加速器机房平面图及主射线、漏射线路径图

综上所述，医院直线加速器机房墙体及防护门外关注点的剂量率情况如下：

表 11-18 加速器机房墙体及防护门外关注点的剂量率情况统计表 $\mu\text{Sv/h}$

位置	考察点	10MV 剂量率值( $\mu\text{Sv/h}$ )	15MV 剂量率值( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率控制水平( $\mu\text{Sv/h}$ )	结论	
直线加速器机房 1	西墙主屏蔽	a	0.18	0.43	2.5	满足
	东墙主屏蔽	b	0.18	0.43	2.5	满足
	顶棚主屏蔽	l	0.29	0.70	2.5	满足
	南墙(土层)	e	/	/	/	/
	北墙侧屏蔽	f	$7.00 \times 10^{-2}$	$8.81 \times 10^{-2}$	2.5	满足
	北墙侧屏蔽	k	0.20	0.16	2.5	满足
	防护门	g	0.41	0.14	2.5	满足
	西墙次屏蔽区	$c_1, c_2$	$1.98 \times 10^{-2}$	$3.37 \times 10^{-2}$	2.5	满足
	东墙次屏蔽区	$d_1, d_2$	$2.32 \times 10^{-2}$	$3.95 \times 10^{-2}$	2.5	满足
	顶棚次屏蔽区	$m_1, m_2$	$4.93 \times 10^{-2}$	$8.42 \times 10^{-2}$	2.5	满足

### 3.7 中子的辐射影响

由《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)附录 C 可知：直接光中子由 X 射线中能量大于 10MeV 的光子与加速器的靶、准直器、均整器及电子束和光子束通道上的其他物质相互作用发生光核反应产生；直接光中子与加速器大厅物质作用产生散射中子；直接光中子与散射中子平均能量为 0.34MeV。平均能量中子的混凝土的半值层为 21cm；直接光中子在距靶 1m 处最大值为  $4 \times 10^{-3}\text{Sv/Gy}$ ，则 1m 处中子剂量率为  $600\text{Gy/h} \times 4 \times 10^{-3}\text{Sv/Gy} = 2.40\text{Sv/h} = 2.40 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ 。

屏蔽后的剂量率计算公式参照式 (11-8)；机房屏蔽体对中子的屏蔽因子 B 的计算公式见式 (11-6)、式 (11-7)，混凝土对平均能量中子的半值层厚度 TVL=21cm；1m 处的中子剂量率为  $2.40 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ ，从保守角度考虑 f 均取 1，代入相关参数得：

表 11-19 中子所致直线加速器机房屏蔽体外剂量率一览表

位置	1m 处中子剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	屏蔽物质 (混凝土)	透射因子 B	距离 (m)	屏蔽后的中子剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
直线加速器机房 1	西墙 (a)	$2.40 \times 10^6$	300	$5.18 \times 10^{-12}$	8.90	$1.57 \times 10^{-10}$
	东墙 (b)	$2.40 \times 10^6$	300	$5.18 \times 10^{-12}$	8.90	$1.57 \times 10^{-10}$
	顶棚 (l)	$2.40 \times 10^6$	300	$5.18 \times 10^{-12}$	7.00	$2.54 \times 10^{-10}$
	北墙 (f)	$2.40 \times 10^6$	265	$2.40 \times 10^{-11}$	8.85	$7.37 \times 10^{-9}$
	北墙 (k)	$2.40 \times 10^6$	156.10	$3.69 \times 10^{-4}$	9.37	$1.01 \times 10^{-1}$

由上表估算结果可知：中子所致机房墙体外的剂量率远小于 X 射线所致机房墙体外的剂量率，由表 11-18、表 11-19 可知，医院直线加速器机房防护门及墙外 30cm 处的剂量率均符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)。



《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)、《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)等的相关要求。

### 3.8 感生放射性及辐射废气对环境的影响评价

#### (1) 加速器机头结构材料的感生放射性

加速器在放射治疗时：当射线能量达到或超过产生( $\gamma, n$ )反应的阈能量时：还会产生感生放射性。偏转磁铁上，将产生 $^{63}\text{Cu}$ (半衰期9.7min)、 $^{64}\text{Cu}$ (半衰期12.7h)、 $^{66}\text{Cu}$ (半衰期5.1min)、 $^{69}\text{Ni}$ (半衰期38min)等核素。由《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126-2011)第5.3.4款规定，不超过3min的时间内，测得感生放射性的周围剂量当量率在离外壳表面5cm任何容易接近处不超过 $200\mu\text{Sv/h}$ ，离外壳表面1m处不超过 $20\mu\text{Sv/h}$ 。

#### (2) 空气活化产生的放射性气体

加速器在放射治疗时：当射线能量达到或超过产生( $\gamma, n$ )反应的阈能量时：还会产生感生放射性。如空气中会产生 $^{11}\text{C}$ (半衰期20.5min)、 $^{13}\text{N}$ (半衰期10min)和 $^{15}\text{O}$ (半衰期124s)、感生放射性气体半衰期较短，随空气排出，对环境影响较小。

#### (3) 冷却水

冷却水中被活化而形成的放射性核素主要是 $^{16}\text{O}$ 、 $^{14}\text{N}$ ：半衰期分别为2.1min、7.3s。只需要放置较短的时间，其活度就可衰减到可忽略的水平。

### 3.9 加速器放疗项目受照人员剂量估算

由医院提供资料可知：预计病人约100人次/(天 $\times$ 台)，每周工作5d；每年工作50周。单个病人每野次照射1.5Gy，平均每人治疗照射3野次；本项目加速器等中心点处的最高剂量率分别为 $24\text{Gy/min}$ (10MV)、 $10\text{Gy/min}$ (15MV)。从保守角度考虑：加速器等中心点处的剂量率取 $10\text{Gy/min}$ (15MV)，相对10MV时的等中心点处剂量率而言出束时间较长，即周出束时间为3.75h，年出束时间为187.5h。屏蔽体外剂量率取 $\gamma$ 射线模式下：能量分别为10MV、15MV时二者的最大值。10MV以上的运行时间取年出束时间的十分之一，以此估算机头感生放射性对操作人员的影响。代入式(11-1)计算，预测结果见表11-20。

表 11-20 直线加速器辐射工作人员及公众成员的年有效剂量

位置		剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年工作时间(h)	年有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ )	
直线 加速器 机房1	公众成 员	西墙主屏蔽 a	$187.5 \times (1/4) \times (1/4) = 11.72$	$5.06 \times 10^{-1}$	
		东墙主屏蔽 b	$187.5 \times (1/4) \times (1/4) = 11.72$	$5.06 \times 10^{-1}$	
		顶棚主屏蔽 1	$187.5 \times (1/4) \times (1/4) = 11.72$	$8.18 \times 10^{-1}$	
	职业工 作人员	北墙侧屏蔽 f	$8.81 \times 10^{-2}$	187.5	$1.65 \times 10^{-2}$
		北墙侧屏蔽 k	0.20	187.5	$3.81 \times 10^{-2}$
		治疗室内操作人员	20	18.75	0.375
	公众成 员	防护门 g	$\gamma$ 射线	$187.5 \times (1/16) = 11.72$	$1.10 \times 10^{-1}$
中子			$187.5 \times (1/16) = 11.72$	$4.93 \times 10^{-1}$	

由估算结果可知：工作人员职业照射的最大年有效剂量值为  $0.41\text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求，也低于剂量约束值  $5\text{mSv/a}$ 。对公众照射的最大年有效剂量值为  $8.18 \times 10^{-1}\text{mSv/a}$ ：符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求：也低于剂量约束值  $0.25\text{mSv/a}$ 。

### 3.10 通风能力分析

医院本项目各直线加速器机房排气扇排风能力为  $2500\text{m}^3/\text{h}$ ，直线加速器机房治疗室体积最大为  $287.04\text{m}^3$ ，排气扇能使机房换气约 8.7 次/h，满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)中治疗室通风换气次数不小于 4 次/h 的要求。

加速器机房送风口离地面 3m；排风口距地面 20cm；排风口与送风口成对角设置，通风系统采用上进下出的通风方式：能有效排出机房内的臭氧、氮氧化物等气体。

### 3.11 非放射性气体对环境的影响

#### (1) 臭氧产量

由《辐射所致臭氧的估算与分析》(中华放射医学与防护杂志 Vol14, 2, P101, 1994)可知：有用线束所致臭氧 ( $\text{O}_3$ ) 的产量由下式计算：

$$P = 2.43 \times \dot{D}_0 \times (1 - \cos \theta) \times R \times G \dots \dots \dots \text{式 (11-16)}$$

$$\text{当} \theta \text{角较小时, } P = 0.39 \times \dot{D}_0 \times S_0 \times R \times G \dots \dots \dots \text{式 (11-17)}$$

式中：P 为臭氧 ( $\text{O}_3$ ) 产量， $\text{mg/h}$ ；

$\dot{D}_0$  为辐射有用线束在 1m 处的输出量： $\text{Gy} \times \text{m}^2/\text{min}$ ；由设备参数可知，直线加速器 X 射线模式下加速器最大输出剂量率为  $24\text{Gy/min}$ ；

$S_0$  为距源点 1m 处的照射野面积， $\text{m}^2$ ；

R 为射线束中心轴线上源点至照射室内壁的距离，m；本项目取 5.6m；

$\theta$ 为射线束的半张角，度；本项目直线加速器取  $14^\circ$ ；

$G$ 为空气吸收  $100\text{eV}$  辐射能量产生的臭氧 ( $\text{O}_3$ ) 分子数；本项目取  $10$ ；

代入相关参数计算得：

直线加速器机房 1： $P=1.62\text{mg/min}$ ；

(2) 臭氧 ( $\text{O}_3$ ) 浓度

假设臭氧在机房内均匀分布；开机后  $t$  (min) 时刻：机房内的臭氧浓度计算公式如下：

$$c(t) = \frac{P \times \bar{T}}{V} [1 - \exp(-t/\bar{T})] \dots \dots \dots \text{式 (11-18)}$$

式中： $c(t)$ ——机房内臭氧的浓度， $\text{mg/m}^3$ ；

$V$ ——机房内体积： $\text{m}^3$ ；本项目直线加速器机房 1/2 机房治疗室体积均为  $287.04\text{m}^3$ ；

$t$ ——开机运行时间， $\text{min}$ ；本项目直线加速器开机运行时间为  $3\text{min}$ ；

$\bar{T}$ ——有效消除时间， $\text{min}$ ；

$$\bar{T} = \frac{t_0 \times t_d}{t_0 + t_d} \dots \dots \dots \text{式 (11-19)}$$

式中： $t_0$ ——换气一次需要的时间， $\text{min}$ ；直线加速器机房排气系统排风能力为  $2500\text{m}^3/\text{h}$ ；  
即直线加速器换气一次需要的时间最长为  $6.89\text{min/次}$ ；

$t_d$ ——臭氧的有效分解时间，为  $30\text{min}$ ；

代入参数算得：直线加速器机房 1： $\bar{T}=6.05\text{min}$ ；

当机器运行很长时间后，臭氧浓度达到饱和；其平衡浓度计算公式如下：

$$c_s = \frac{P \times t}{V} (t \ll \bar{T}) \dots \dots \dots \text{式 (11-20)}$$

$$c_s = \frac{P \times \bar{T}}{V} (t \gg \bar{T}) \dots \dots \dots \text{式 (11-21)}$$

将上述参数代入式 (11-20) 得：直线加速器出束时；不考虑排风机的排风能力，直线加速器停机后，机房内臭氧浓度为  $0.017\text{mg/m}^3$ ，小于 GBZ2.1-2019 中有害气体（臭氧）职业接触限值  $0.3\text{mg/m}^3$ 。

在多种氮氧化物 ( $\text{NO}_x$ ) 中，以  $\text{NO}_2$  为主；其产额约为  $\text{O}_3$  的一半；工作场所中  $\text{NO}_2$  的限值 ( $5\text{mg/m}^3$ ) 大于  $\text{O}_3$  的限值。因而工作场所中  $\text{O}_3$  浓度达到《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》要求时， $\text{NO}_x$  的浓度也会满足要求。

### 3.12 其他

该项目放射性废物是加速器的废弃靶，只在加速器装置需要更换金属钨靶时才产生；换下的废靶由生产厂家回收处理。

综上所述，医院直线加速器机房防护措施、对周边环境的影响等满足相关标准要求。

#### 4 螺旋断层放射治疗系统 (TOMO)

TOMO 加速器 X 射线能量最高为 6MV，等中心点距离为 85cm，等中心点处最大剂量率为 10Gy/min，则 1m 处的剂量率为 7.225Gy/min。TOMO 加速器有用线束对应的筒壁区带有 12.5cm 的铅板，加速器对周边环境的影响主要考虑泄漏辐射的影响。从偏保守考虑：本项目 TOMO 机房的西墙、东墙及顶棚按有用线束计算，其余墙体按泄露辐射计算。

##### 4.1 剂量控制要求

本项目 TOMO 预计每天最多治疗 60 人次，平均治疗出束时间为 10min/人次，每周 5 天；则周最大治疗时间为 50h。TOMO 机房外 30cm 处剂量率参考控制水平计算公式同式 (11-4)、式 (11-5)，TOMO 治疗本身为调强治疗，故计算时，调强因子取 1；机架旋转调强治疗中，机架向墙或顶照射的使用因子 U 为 0.1，代入相关参数算得：

表 11-21 主屏蔽区墙外剂量率参考控制水平

关注点	西墙 (a 点)	东墙 (b 点)	房顶 (d 点)
周剂量参考控制水平 $H_{\dot{e}}$ ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )	5	5	5
周治疗照射时间 t	50	50	50
使用因子 U	0.1	0.1	0.1
居留因子 T	1/4	1/4	1/4
导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{\dot{e},e}^{\cdot}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	4.0	4.0	4.0
关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{\dot{e},max}^{\cdot}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	10	10	10
剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{\dot{e}}^{\cdot}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	4.0	4.0	4.0

表 11-22 侧屏蔽区墙外剂量率参考控制水平

关注点	北墙 (c、k 点)	防护门 (g 点)
周剂量参考控制水平 $H_{\dot{e}}$ ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )	100	5
治疗照射时间 t (h)	50	50
调强因子 N	1	1
居留因子 T	1	1/3
导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{\dot{e},e}^{\cdot}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	2.0	0.80
关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{\dot{e},max}^{\cdot}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	2.5	10

剂量率参考控制水平 $\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	2.0	0.80
--	-----	------

注：南墙外为土层。

根据《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126-2011)中“在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外30cm处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”。从保守和安全考虑，本项目剂量率参考控制水平取二者的较小值，TOMO机房各点的剂量率控制水平如下：

表 11-23 医院 TOMO 机房屏蔽体外关注点处剂量率控制水平

位置	考察点	剂量率控制水平( $\mu\text{Sv/h}$ )
西墙	a	2.50
东墙	b	2.50
北墙	c	2.0
北墙	k	2.0
南墙(土层)	l	l
顶棚	1	2.5
防护门	g	0.80

#### 4.2 机房墙外 30cm 处剂量率

##### (1) 墙体外 30cm 处剂量率估算

TOMO 西墙、东墙及顶棚考虑有用线束影响，其余墙体主要考虑泄漏辐射影响；泄漏率为 0.1%，代入式 (11-7)、式 (11-3) 计算得：

表 11-24 有用线束所致主墙外关注点处的剂量率估算结果表

关注点	西墙 (a 点)	东墙 (b 点)	顶棚 (l 点)	
$X$ (cm)	300cm 铅+12.5cmPb	240cm 铅+12.5cmPb	180cm 铅+12.5cmPb	
$PVL$ (cm)	37cm 铅 (5.7cmPb)	37cm 铅 (5.7cmPb)	37cm 铅 (5.7cmPb)	
$PVL$ (cm)	33cm 铅 (5.7cmPb)	33cm 铅 (5.7cmPb)	33cm 铅 (5.7cmPb)	
$B$	$6.88 \times 10^{-12}$	$4.52 \times 10^{-10}$	$2.98 \times 10^{-4}$	
$R$ (m)	7.375	6.775	5.77	
$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ )	$4.335 \times 10^4$			
$f$	1	1	1	
相应屏蔽体外关注点剂量率 $\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$\dot{H}$ 估算值	$5.48 \times 10^{-6}$	$4.27 \times 10^{-1}$	0.39
	$\dot{H}_0$ 控制值	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足

注：(5.7cmPb) 为有用线束方向铅的什值层厚度，5.7cm。

表 11-25 泄漏辐射所致侧屏蔽墙外关注点处的剂量率估算结果表

关注点		北墙 (c)	北墙 (k)	泄漏辐射经迷路内墙至防护门 g
X (cm)	径	265	125	140
TVL <sub>0</sub> (cm)	径	34	34	34
TVL (cm)	径	29	29	29
B		$1.08 \times 10^{-9}$	$7.28 \times 10^{-6}$	$2.21 \times 10^{-2}$
R (m)		9.55	9.55	9.55
$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ )		$4.335 \times 10^4$		
f		0.1%	0.1%	0.1%
相应屏蔽体外关注点剂量率 H ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$\dot{H}$ 估算值	$5.15 \times 10^{-6}$	0.35	0.11
	$\dot{H}$ 控制值	2.0	2.0	/
	评价结果	满足	满足	/

注：泄漏辐射至北墙 (k 点)、泄漏辐射经迷路内墙至防护门 g 点的剂量率估算，屏蔽体厚度及路径距离均按垂直入射计算；估算结果是偏保守和安全的。

(2) 防护门处剂量率估算

本项目防护门处剂量率包括：1) 泄露辐射通过迷路内墙直接照射防护门；2) 人体受有用线束照射时，散射至 i 点的辐射并再次受墙的二次散射至 g 处的辐射；3) 至 i 点的泄露辐射受墙散射至 g 处的辐射。

(1) 泄露辐射穿过迷路内墙至防护门处剂量率

由表 11-25 可知：泄露辐射穿过迷路内墙至防护门处剂量率为  $0.11 \mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 患者散射至防护门处剂量率

入口处的散射辐射剂量率  $\dot{H}_g$  计算公式见式 (11-10)：TOMO 最大扫描野为  $5\text{cm} \times 40\text{cm}$ ，等中心点处剂量率为  $10\text{Gy}/\text{min}$ ，代入相关参数计算得入口处的散射辐射剂量率  $\dot{H}_g$ ：

表 11-26 散射辐射在隧道防护门入口处的剂量率

位置	$\alpha_{pb}$	$\alpha_2$	F/400	A ( $\text{m}^2$ )	$R_1$ (m)	$R_2$ (m)	$\dot{H}_g$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
TOMO 机房 (g 点)	$1.35 \times 10^{-1}$	$2.2 \times 10^{-1}$	0.5	8.0	7.34	9.258	10.07

(3) 泄露辐射至防护门处剂量率

射入屏蔽墙上的泄漏辐射被散射至计算点的辐射剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{f \cdot \dot{H}_0 \cdot A \cdot \alpha_w}{R_1^2 \cdot R^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-22)}$$

A——散射面积 m<sup>2</sup>;

a<sub>w</sub>——散射体的散射因子;

R<sub>L</sub>——泄漏辐射始点至散射体中心点的距离, m;

R——散射体中心点至计算点的距离, m;

代入相关参数算得:

表 11-27 泄漏辐射在隧道防护门入口处的剂量率

位置	$\dot{H}_0 \times f$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$a_w$	A (m <sup>2</sup> )	R <sub>L</sub> (m)	R (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
TOMO 机房 (g 点)	4.335×10 <sup>6</sup>	6.40×10 <sup>-1</sup>	8.0	7.72	10.4	3.44

(4) 防护门外的辐射剂量率  $\dot{H}$  计算公式如下

$$\dot{H} = \dot{H}_0 \cdot 10^{-(x/\text{TVL})} + \dot{H}_{\text{eq}} \dots \dots \dots \text{式 (11-23)}$$

$\dot{H}$ ——防护门外的辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$\dot{H}_0$ ——入口处的散射辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ; 泄露辐射及散射辐射所致防护门处剂量率;

TVL——隧道入口处散射射线在铅的半值层厚度, mm; 一般取 5mm;

$\dot{H}_{\text{eq}}$ ——装置头泄漏辐射在隧道入口处的剂量率=装置头泄漏辐射经防护门屏蔽后的剂量率为  $\dot{H}_{\text{eq}} \times 10^{-(x/\text{TVL})}$ , TVL<sub>g</sub>=5.7cm;

泄漏辐射、散射辐射经隧道内壁散射至防护门的剂量率经铅防护门屏蔽后的剂量率  $\dot{H}$  :

表 11-28 散射辐射所致防护门外的辐射剂量率

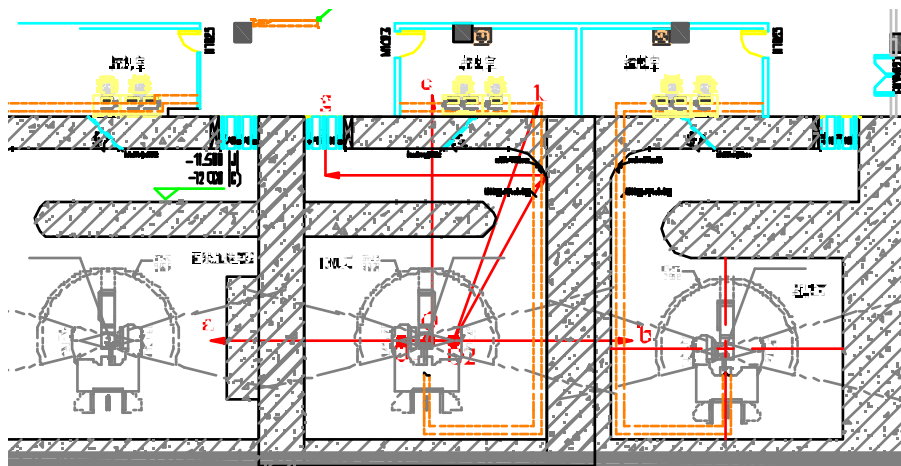
位置	$\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	铅门厚度 (mm)	TVL(mm)	铅门的透射因子 B	屏蔽后的剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率 $\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
TOMO 机房 (g 点)	13.51	10	5	1.00×10 <sup>-2</sup>	0.14	0.21
	$\dot{H}_{\text{eq}}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	铅门厚度 (mm)	TVL(mm)	铅门的透射因子 B	屏蔽后的剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
	0.11	10	57	0.67	0.07	

综上所述, TOMO 机房屏蔽体外 30cm 关注点的剂量率如下:

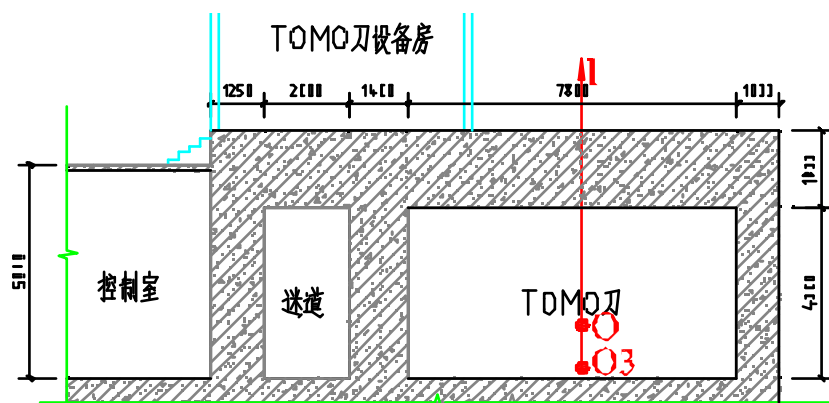
表 11-29 TOMO 机房墙体及防护门外关注点的剂量率情况统计表 $\mu\text{Sv/h}$

位置	考察点	屏蔽体外剂量率值( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率控制水平( $\mu\text{Sv/h}$ )	结论
西墙	a	$5.48 \times 10^{-2}$	2.5	满足
东墙	b	$4.27 \times 10^{-1}$	2.5	满足
顶棚	l	0.39	2.5	满足
南墙(土层)	e	/	/	/
北墙	c	$5.15 \times 10^{-4}$	2.0	满足
北墙	k	0.35	2.0	满足
防护门	g	0.21	0.80	满足

由表 11-29 可知, 医院 TOMO 机房防护门及墙外 30cm 处的剂量率均符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分: 一般原则》(GBZ/T201.1-2007)、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分: 电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)、《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)等的相关要求。



计算路径平面图



计算路径剖面图

图 11-2 TOMO 计算路径图



### 4.3 有效剂量估算

由医院提供资料可知：医院 TOMO 预计的年病人约 15000 人次；治疗时间约 10min/人次，则年出束时间为 2500h。剂量估算时，TOMO 工作人员的剂量率为机房北墙外的剂量率（k 点）；居留因子取 1；TOMO 机房西墙为有用线束方向，有用线束方向使用因子为 0.01。其中：工作人员为 TOMO 操作人员，公众人员为除直线加速器操作人员外的其他在机房周边活动的人员。将参数代入式（11-1）算得：

表 11-30 TOMO 职业工作人员及公众成员的年有效剂量

位置	剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年工作时间(h)	年有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ )
工作人员（控制室，北墙）	0.35	2500	0.375
公众成员（防护门）	0.21	$2500 \times (1/8) = 312.5$	$6.56 \times 10^{-2}$
公众成员（西面加速器机房）	$5.48 \times 10^{-6}$	$2500 \times 0.01 \times (1/4) = 6.25$	$3.43 \times 10^{-7}$
公众成员（东面射波刀机房）	$4.27 \times 10^{-1}$	$2500 \times 0.01 \times (1/4) = 6.25$	$2.67 \times 10^{-6}$
公众成员（预测）	0.39	$2500 \times 0.01 \times (1/4) = 6.25$	$2.44 \times 10^{-1}$

由表 11-30 可知，在最大工作负荷的前提下，按照已有的相关设计估算，螺旋断层放射治疗系统（TOMO）运行时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 0.375mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a；对公众人员照射的最大年有效剂量值为  $6.56 \times 10^{-2}$ mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 0.2mSv/a。

### 4.4 通风能力分析 & 非放射性气体对环境的影响

医院本项目 TOMO 机房排气扇排风能力为 2500m<sup>3</sup>/h，机房治疗室体积为 291.72m<sup>3</sup>，排气扇能使机房换气约 3.5 次/h，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中治疗室通风换气次数不小于 4 次/h 的要求。

代入式（11-17）至式（11-21）算得，TOMO 直线加速器连续出束 10min 时：不考虑排风机的排风能力；TOMO 直线加速器停机后：机房内臭氧浓度为  $1.86 \times 10^{-5}$ mg/m<sup>3</sup>，小于 GBZ2.1-2007 中有害气体（臭氧）职业接触限值 0.3mg/m<sup>3</sup>。

在多种氮氧化物（NO<sub>x</sub>）中：以 NO<sub>2</sub> 为主，其产额约为 O<sub>3</sub> 的一半，工作场所中 NO<sub>2</sub> 的限值（5mg/m<sup>3</sup>）大于 O<sub>3</sub> 的限值。因而工作场所中 O<sub>3</sub> 浓度达到《工作场所有害气体职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》要求时，NO<sub>x</sub> 的浓度也会满足要求。

TOMO 机房送风口离地面 3m；排风口距地面 20cm；排风口与送风口成对角设置，通风系统采用上送下出的通风方式；能有效排出机房内的臭氧、氮氧化物等气体。

### 5. 射波刀

### 5.1 防护门及机房墙外 30cm 处剂量率

#### (1) 屏蔽体外 30cm 处剂量率估算

由厂家提供资料可知：射波刀有用线束方向可朝四周墙壁及底板，能以水平向上最大 20°角照射各墙体，算得射线束在有用线束方向墙体投影的最高点距地 2.64m，低于射波刀机房高度 4m，故有用线束不会朝向顶棚；即四周墙体及底板为有用线束方向，顶棚主要考虑泄漏辐射影响。6MV 的射波刀 80cm 处最大剂量率为 10Gy/min，则 1m 处剂量率为 6.4Gy/min，泄漏辐射率为 0.1%。

《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011) 中建议射波刀机房外的剂量率参考控制水平取  $10\mu\text{Sv/h}$ ，本项目机房屏蔽体外 30cm 处关注点的剂量率参考控制水平取《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020) 中“迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的值，取值是偏安全的。将相关参数代入式 (11-7)、式 (11-8) 计算得：

表 11-31 射波刀机房关注点处剂量率估算结果表

关注点		北墙 (a 点)	西墙 (c 点)	东墙 (d 点)	顶棚 (l 点)	经迷路内墙至防护门 (g)
$X_2$ (cm)	径	345	240	240	240	244.6
$YVL$ (cm)	径	37	37	37	34	37
$ZVL$ (cm)	径	33	33	33	29	33
透射因子 B		$4.64 \times 10^{-11}$	$7.05 \times 10^{-11}$	$7.05 \times 10^{-11}$	$7.88 \times 10^{-11}$	$5.12 \times 10^{-11}$
$R$ (m)		10.05	8.0	8.0	5.7	10.75
1m 处 $\dot{H}_0$ ( $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ )		$3.84 \times 10^4$	$3.84 \times 10^4$	$3.84 \times 10^4$	$3.84 \times 10^4$	$3.84 \times 10^4$
$f$		1	1	1	0.1%	1
相应屏蔽体外关注点剂量率 H ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$\dot{H}$ 估算值	$1.76 \times 10^{-1}$	0.42	0.42	$9.31 \times 10^{-2}$	0.17
	$\dot{H}_r$ 控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足

#### (2) 防护门处剂量率估算

机房防护门外的剂量率主要考虑泄漏辐射及散射辐射：射入屏蔽墙上的泄漏辐射被散射至计算点的辐射剂量率计算公式见式 (11-22)，散射辐射散射至计算点的辐射剂量率计算公式见式 (11-10)。相关计算参数及计算结果如下：

表 11-32 泄漏辐射在隧道防护门入口处的剂量率

位置	$\bar{H}_0 \times f$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$\omega_s$	A ( $\text{m}^2$ )	$R_1$ (m)	$R_2$ (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
射波刀机房 (g 点)	$3.34 \times 10^2$	$6.40 \times 10^{-2}$	16	7.27	11.1	6.04

表 11-33 散射辐射在隧道防护门入口处的剂量率

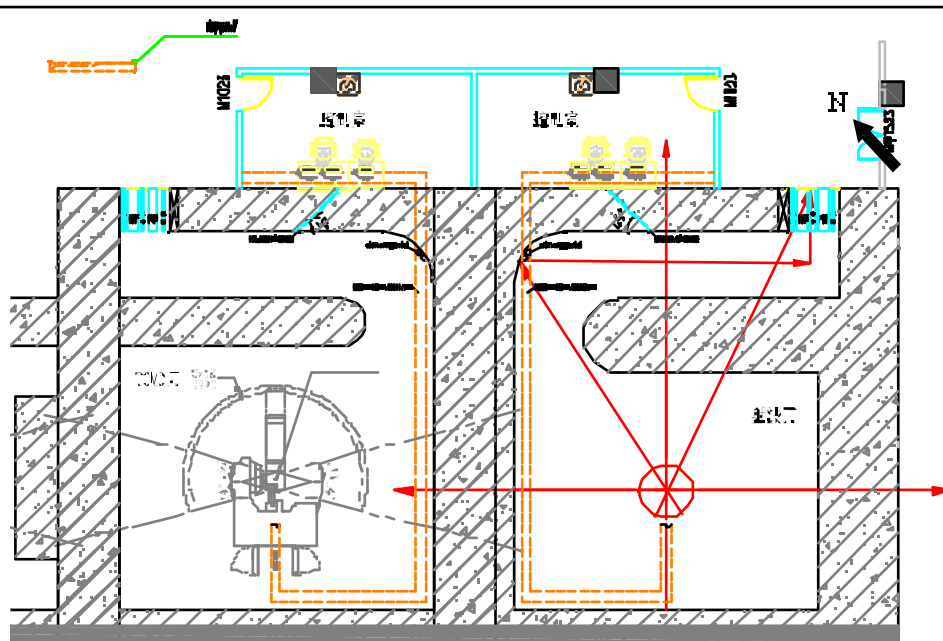
位置	$\omega_{sh}$	$\omega$	FY400	A ( $\text{m}^2$ )	$R_1$ (m)	$R_2$ (m)	$\bar{H}_g$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
直线加速器机房 1 (g 点)	$1.39 \times 10^{-1}$	$2.2 \times 10^{-1}$	0.09	16	8.07	11.1	2.11

表 11-34 防护门外的辐射剂量率

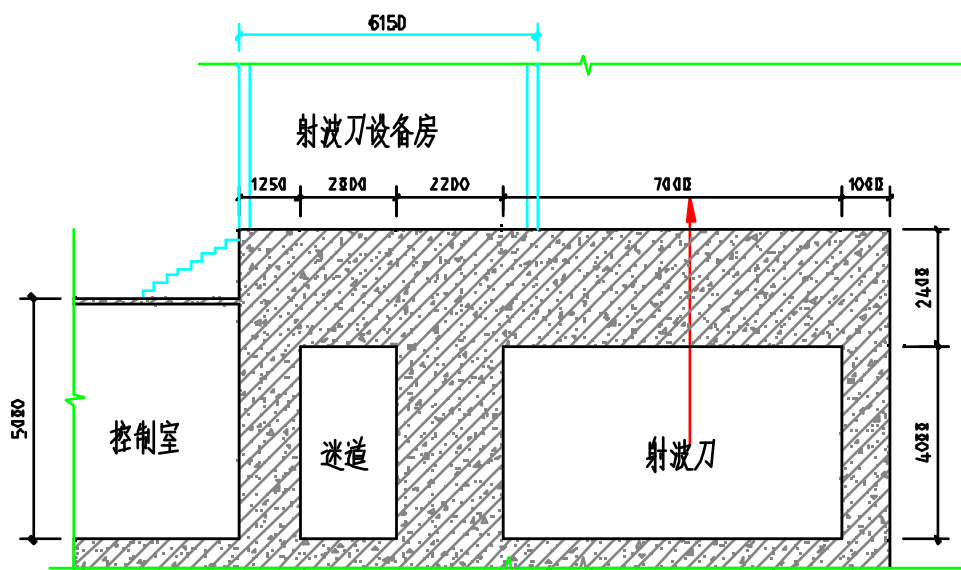
位置	$\bar{H}_g$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	铅门厚度 (mm)	TVL (mm)	铅门的透射因子 B	$\bar{H}_{eq}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率 $\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
泄漏辐射	6.04	10	5	$1.00 \times 10^{-2}$	0.17	0.25
散射辐射	2.11	10	5	$1.00 \times 10^{-2}$		

由理论估算可知：医院射波刀机房防护门及墙外 30cm 处的剂量率均符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)、《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)等的相关要求。

射波刀带有 2 个 kV 级的 X 射线球管，其产生的 X 射线能量远小于直线加速器 X 射线能量，能满足射波刀的屏蔽墙体也能满足 kV 级的 X 射线球管产生的 X 射线的屏蔽，其对周围环境的影响相对射波刀直线加速器而言：可以忽略。



射波刀计数路径平面图



射波刀计数路径剖面图

图 11-3 射波刀计数路径图

## 5.2 有效剂量估算

由医院提供资料可知：医院射波刀周治疗人数最大 200 人次/周，年治疗人数为 10000 人次。治疗患者人均治疗过程中的出束时间为 40min/人次，则年出束时间为 6666.67h。剂量估算时，射波刀工作人员的剂量率为机房北墙外的剂量率，公众人员位置取机房周边辐射剂量率最高的地方（防护门处），居留因子取 1/8；有用线束使用因子取 0.05。其中，工作人员为射波刀的操作人员；公众人员为除直线加速器操作人员外的其他在机房周边活动

的人员。将参数代入式 (11-1) 算得：

表 11-35 射波刀职业工作人员及公众成员的年有效剂量

位置	剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年工作时间(h)	年有效剂量( $\text{mSv/a}$ )
工作人员(控制室)	$1.76 \times 10^{-1}$	6666.67	$1.17 \times 10^{-1}$
公众成员(防护门)	0.25	$6666.67 \times (1/8) \times 0.05 = 41.67$	$1.04 \times 10^{-2}$
西墙外30cm	0.42	$6666.67 \times (1/8) \times 0.05 = 41.67$	$1.75 \times 10^{-2}$
东墙外30cm	0.42	$6666.67 \times (1/8) \times 0.05 = 41.67$	$1.75 \times 10^{-2}$
顶棚外30cm	$9.31 \times 10^{-2}$	6666.67	$6.21 \times 10^{-2}$

由表 11-35 可知，在最大工作负荷的前提下，按照已有的相关设计估算：射波刀运行时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为  $1.17 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求，也低于剂量约束值  $5 \text{mSv/a}$ 。对公众人员照射的最大年有效剂量值为  $1.75 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求，也低于剂量约束值  $0.25 \text{mSv/a}$ 。

### 5.3 通风能力分析 & 非放射性气体对环境的影响

医院本项目射波刀机房排气扇排风能力为  $2500 \text{m}^3/\text{h}$ ，机房治疗室体积为  $252 \text{m}^3$ ，排气扇能使机房换气约 9.9 次/h，满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020) 中治疗室通风换气次数不小于 4 次/h 的要求。射波刀机房送风口离地面 3m，排风口距地面 20cm，排风口与送风口成对角设置，通风系统采用上进下出的通风方式，能有效排出机房内的臭氧、氮氧化物等气体。

射波刀准直器最大直径为 60mm，射波刀直线加速器连续出束 40min 时，代入式 (11-21)，不考虑排风机的排风能力，直线加速器停机后，机房内臭氧浓度为  $3.20 \times 10^{-4} \text{mg}/\text{m}^3$ ，小于 GBZ2.1-2007 中有害气体(臭氧)职业接触限值  $0.3 \text{mg}/\text{m}^3$ 。

在多种氮氧化物( $\text{NO}_x$ )中：以  $\text{NO}_2$  为主，其产额约为  $\text{O}_3$  的一半，工作场所中  $\text{NO}_2$  的限值 ( $5 \text{mg}/\text{m}^3$ ) 大于  $\text{O}_3$  的限值。因而工作场所中  $\text{O}_3$  浓度达到《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》要求时， $\text{NO}_x$  的浓度也会满足要求。

### 6<sup>60</sup>Co 头部伽马刀

本项目 <sup>60</sup>Co 头部伽马刀机房因放射源射线所致屏蔽体外剂量率采用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014) 中的相关计算公式。

#### 6.1 剂量控制

治疗机房墙外和入口门外关注点的周围剂量当量率(以下简称剂量率)应不大于下述

a)、b)和c)所确定的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_i$ 、

a) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子：由周剂量参考控制水平求得关注点的导出剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{i,d}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )：

$$\dot{H}_{i,d} = \frac{H_i}{t \cdot U \cdot T} \dots \dots \dots \text{式 (11-24)}$$

$\dot{H}_i$ ——周参考剂量控制水平， $\mu\text{Sv/周}$ ；

放射治疗机房外控制区的工作人员： $\dot{H}_i \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；

放射治疗机房外非控制区的人员： $\dot{H}_i \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ ；

U——关注位置方向照射的使用因子，本次评价取 1；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子：工作人员取 1；公众人员取 1/4；

t——治疗装置周治疗时间，h；

预计病人约 25 人/周，最大装源活度时每人平均治疗出来时间 2h/人；则周工作时间为 50h；

b) 按照关注点人员居留因子(T)的不同，确定关注点的最高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{i,max}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )：

人员居留因子  $T \geq 1/2$  的场所， $\dot{H}_{i,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

人员居留因子  $T < 1/2$  的场所， $\dot{H}_{i,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ ；

代入参数算得：

表 11-36 伽马刀机房屏蔽区墙外剂量率参考控制水平

关注点	北墙 a 点	西墙 c 点	东墙 d 点	顶棚 e 点
周剂量参考控制水平 $H_i$ ( $\mu\text{Sv/周}$ )	100	5	5	5
治疗装置周照射时间 t	50	50	50	50
使用因子 U	1	1	1	1
居留因子 T	1	0.25	0.25	0.25
导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{i,d}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	2	0.4	0.4	0.4
关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{i,max}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	2.5	10	10	10
剂量率参考控制水平 $\dot{H}_i$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	2	0.4	0.4	0.4

注：头部伽马刀机房南墙外为土层，故未计算。

由《X、γ射线头部立体定向外科治疗放射卫生防护标准》（GBZ 168-2005）可知：治疗室墙壁及防护门的屏蔽厚度应符合防护最优化原则，治疗室屏蔽体外30cm处因透射辐射所致的空气比释动能率应不超过 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。本项目机房墙体外30cm处的剂量率参考控制水平取二者的较小值：即控制室为 $2\mu\text{Sv/h}$ ；其余墙体为 $0.4\mu\text{Sv/h}$ 。

## 6.2 头部伽马刀运行时机房周边空气比释动能率计算

由《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T 201.3-2014）可知：头部伽马刀治疗机房不考虑有用线束的屏蔽。

根据伽马刀设备使用手册《Leksell Gamma Knife Perfexion Instructions for Use》可知：源处于关闭状态下，设备表面的剂量率最大为 $13\mu\text{Sv/h}$ ；符合《X、γ射线头部立体定向外科治疗放射卫生防护标准》（GBZ 168-2005）中“非治疗状态下设备周围的杂散辐射水平距设备外表面5cm处 $<200\mu\text{Gy/h}$ ；距设备外表面80cm处 $<20\mu\text{Gy/h}$ ”的要求。

由《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T 201.3-2014）可知： $^{60}\text{Co}$ 放射源射线对混凝土的 $\text{TVL}_1=245\text{mm}$ ； $\text{TVL}_e=213\text{mm}$ 。本项目头部伽马刀机房北面、南面、西面及顶棚厚均为1000mm的混凝土，东墙厚1800mm-3000mm的混凝土。从偏保守考虑，墙体厚度均取1000mm混凝土，由式(11-7)算得相应的透射因子 $B=3.44\times 10^{-5}$ 。

$^{60}\text{Co}$ 头部伽马刀设备安装时：设备距各墙体、顶棚距离至少为1m。从偏保守角度考虑：计算时，源至屏蔽体外关注点的距离选最短距离（即 $1+1+0.3=2.3\text{m}$ ），剂量率选各状态下的最大值；估算结果是偏保守和安全的。

根据上述保守假设，将相关参数代入式(11-25)算得：

### (1) 源关闭

源关闭时，墙体外30cm处的最大剂量率为 $13\mu\text{Sv/h}\times 3.44\times 10^{-5}\div (2.3)^2=8.46\times 10^{-5}\mu\text{Sv/h}$ 。

### (2) 源正常出束

源正常出束时，机房各墙体外30cm处的最大剂量率为 $8036\mu\text{Sv/h}\times 3.44\times 10^{-5}\div (2.3)^2=0.05\mu\text{Sv/h}$ 。

### (3) 散射所致防护门处剂量率

从偏保守角度考虑：源点剂量率取最大值 $8036\mu\text{Sv/h}$ ； $R_1=4.61\text{m}$ ； $R_2=6.8\text{m}$ 。源束关闭情况下，粗略估计：仅考虑经距离衰减时，射线所致防护门处的剂量率为 $13\div (4.61\times 6.8)^2=1.32\times 10^{-3}\mu\text{Sv/h}$ ，经防护门铅屏蔽后，防护门外的剂量率为 $1.32\times 10^{-4}\mu\text{Sv/h}$ 。

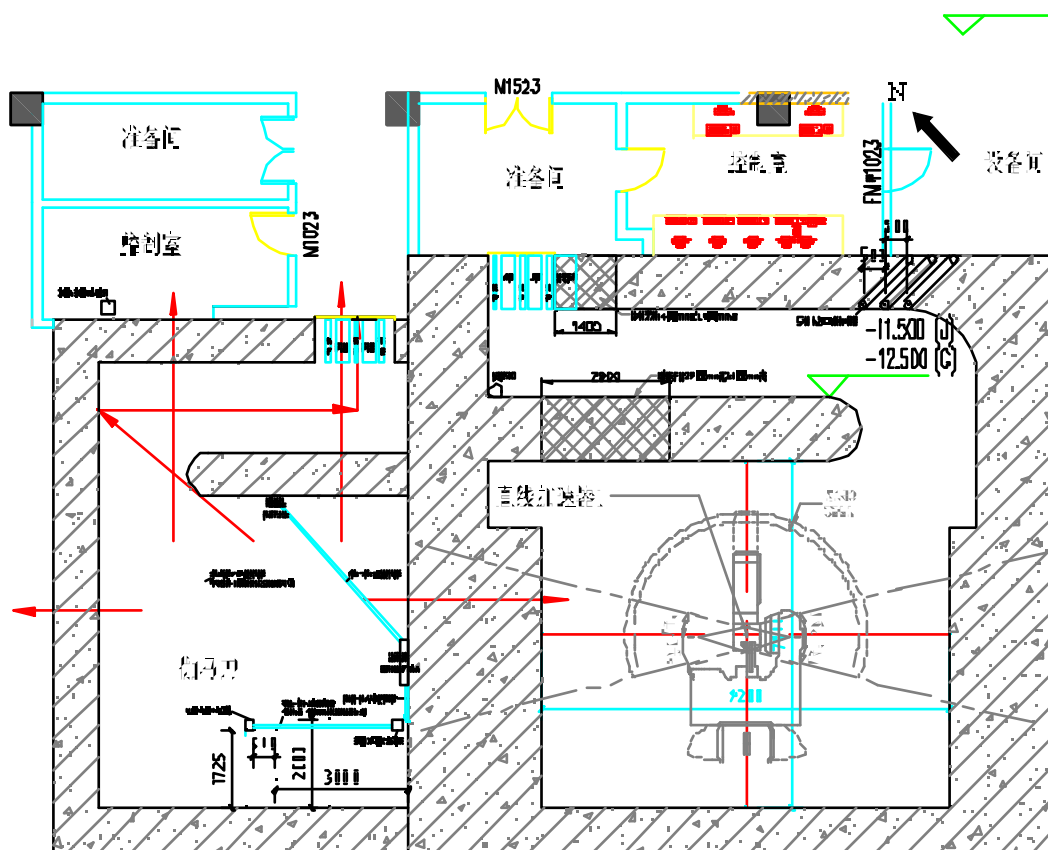
源出束时， $^{60}\text{Co}$ 头部伽马刀散射射线经迷路散射至防护门处的剂量率计算参数及结果

见表 11-37：计算公式见式 (11-26)。

表 11-37 头部伽马刀 ( $^{60}\text{Co}$ ) 机房防护门处辐射剂量率计算结果 (散射)

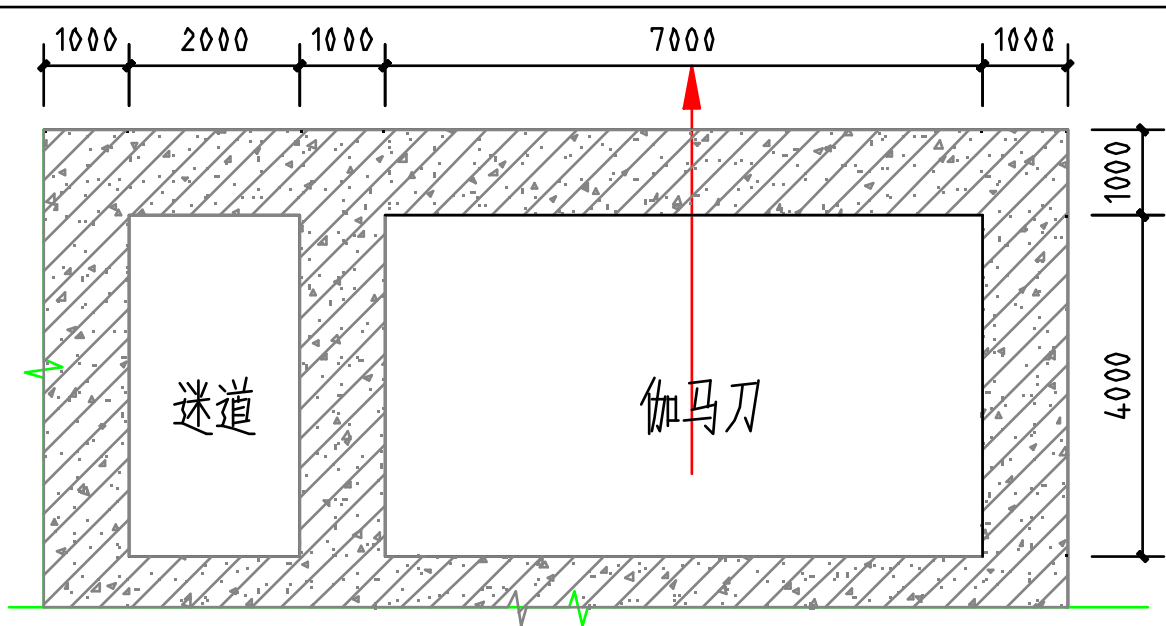
位置	屏蔽物质厚度	$R_0$ (m)	$R_1$ (m)	$S_w$ (m <sup>2</sup> )	$a_w$	B(透射因子)	H ( $\mu\text{Sv/h}$ )
防护门	10mmPb	4.61	6.8	16	$1.53 \times 10^{-2}$	$1.00 \times 10^{-2}$	$2.07 \times 10^{-2}$

由理论计算结果可知： $^{60}\text{Co}$  头部伽马刀正常运行时：机房屏蔽体外 30cm 处的剂量率在  $1.32 \times 10^{-4} \sim 0.05 \mu\text{Sv/h}$  之间； $^{60}\text{Co}$  头部伽马刀源束关闭时：机房屏蔽体外 30cm 处的剂量率为  $8.46 \times 10^{-5} \sim 1.32 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$  之间，均小于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分： $\gamma$ 射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014)、《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020) 的相关要求。



伽马刀机房计算路径平面布置





伽马刀机房计算路径剖面图

图 11-4 伽马刀机房计算路径图

### 6.3 有效剂量

由上述计算结果可知： $^{60}\text{Co}$  头部伽马刀源束关闭时，源所致机房外的剂量率远小于本底，对周边人员所致有效剂量相对设备正常出束时，可忽略不计。 $^{60}\text{Co}$  头部伽马刀正常运行时所致辐射工作人员及公众人员的有效剂量如下：

表 11-38  $^{60}\text{Co}$  头部伽马刀所致职业工作人员及公众成员的年有效剂量

成员		剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	时间 (h)	年有效剂量 (mSv)
职业人员	控制室	0.05	1250 人/年 $\times$ 2h/人=2500	0.125
	操作位	13	1250 人/年 $\times$ 5min/人=104.17	1.35
公众成员	防护门	$2.07\times 10^{-2}$	1250 人/年 $\times$ 2h/人 $\times$ (1/4)=625	$1.29\times 10^{-2}$
	西墙外 30cm	0.05	1250 人/年 $\times$ 2h/人 $\times$ (1/4)=625	$3.13\times 10^{-2}$
	东墙外 30cm	0.05	1250 人/年 $\times$ 2h/人 $\times$ (1/4)=625	$3.13\times 10^{-2}$
	顶棚外 30cm	0.05	1250 人/年 $\times$ 2h/人 $\times$ (1/4)=625	$3.13\times 10^{-2}$

由表 11-38 可知， $^{60}\text{Co}$  头部伽马刀正常运行时，工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 1.48mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a。对公众照射的最大年有效剂量值为  $3.13\times 10^{-2}$ mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求，也低于剂量约束值 0.25mSv/a。

### 7. 后装治疗机 ( $^{192}\text{Ir}$ 放射源) 项目运行期的环境影响预测及评价

本项目后装治疗机 ( $^{192}\text{Ir}$  放射源) 理论计算采用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分： $\gamma$ 射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014) 中的相关计算公式。

## 7.1 剂量控制

本项目后装治疗机预计病人约100人/周，最大装源活度时每人平均治疗出束时间2min/人，则周工作时间为3.33h。计算公式见式(11-24)，代入参数算得：

表 11-39 后装治疗机机房屏蔽区墙外剂量率参考控制水平

关注点	北墙a点	南墙b点	西墙c点	东墙d点	顶棚e点
周剂量参考控制水平 $H_r$ ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )	100	5	5	5	5
治疗照射时间 $t$	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33
使用因子 $U$	1	1	1	1	1
居留因子 $T$	1	0.25	0.25	0.25	0.25
导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{d,e}$ ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	30	6	6	6	6
关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	2.5	10	10	10	10
剂量率参考控制水平 $\dot{H}_i$ ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	2.5	6	6	6	6

由《后装 $\gamma$ 源近距离治疗放射防护要求》(GBZ121-2017)可知：治疗室墙壁及防护门的屏蔽厚度应符合防护最优化原则；治疗室屏蔽体外30cm处因透射辐射所致的周围剂量当量率应不超过 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。本项目机房墙体外30cm处的剂量率参考控制水平取二者的较小值，即 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

## 7.2 后装治疗机运行时机房周边空气比释动能率计算

由《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分： $\gamma$ 射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014)可知，后装治疗机主要考虑 $\gamma$ 放射源产生的 $\gamma$ 射线对墙和室顶的直接照射(初级辐射)及散射辐射在机房入口的照射。

### (1) 初级辐射的屏蔽计算

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times f \times B}{R^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-25)}$$

$\dot{H}$ ——在屏蔽体外关注点的剂量率： $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$\dot{H}_0$ ——活度为  $A$  的源在距其  $1\text{m}$  处的剂量率： $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ； $\dot{H}_0 = A \times K$ ， $K$ ，放射源的空气比释动能率常数， $^{192}\text{Ir}$  为  $0.111\mu\text{Sv}/(\text{h}\cdot\text{MBq})$ ，最大装源活度  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$  ( $3.7 \times 10^5\text{MBq}$ )；

$f$ ——对有用线束为 1；

$R$ ——辐射源至关注点的距离， $\text{m}$ ；

B——辐射屏蔽透射因子， $B=10^{-X/TVL}$ ，X 为屏蔽物质厚度，TVL 为什值层厚度：混凝土对  $^{137}\text{Cs}$  放射源为  $\text{TVL}=152\text{mm}$ ；

(2) 散射辐射的屏蔽

入口处（防护门处）经屏蔽后的散射辐射剂量率  $\dot{H}$  计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times S_w \times a_w}{R_1^2 \times R_2^2} \times B \dots\dots\dots \text{式 (11-26)}$$

$\dot{H}_0$  ——活度为 A 的源在距其 1m 处的剂量率： $\mu\text{Sv/h}$ ； $\dot{H}_0 = A \cdot K$ ，K，放射源的空气比释动能率常数： $^{137}\text{Cs}$  为  $0.111\mu\text{Sv}/(\text{hMBq})$ ，源活度  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ；

$S_w$  ——迷路内口墙的散射面积： $\text{m}^2$ ； $1.5 \times 4 + 1.3 \times 4 = 13.2\text{m}^2$ ；

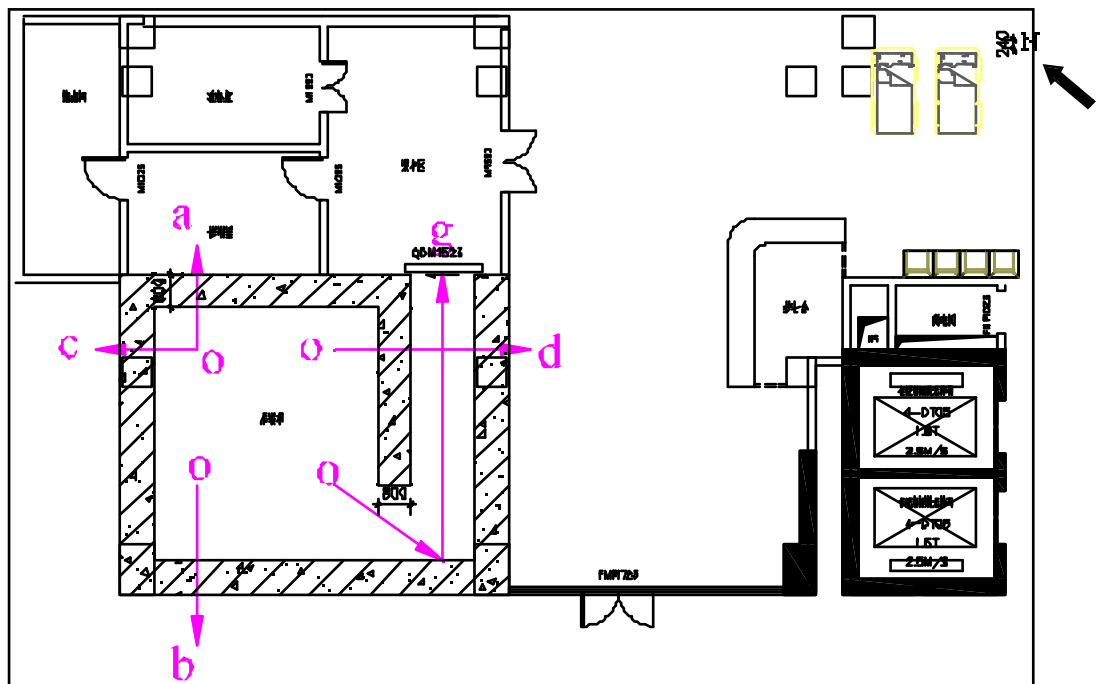
$a_w$  ——散射体的散射因子： $\text{m}^2$ ；取表 C.5 中  $0.5\text{MeV}$  时  $0^\circ$  入射  $45^\circ$  散射值  $1.58 \times 10^{-2}$ ；

$R_1$  ——辐射源至散射体中心点的距离， $\text{m}$ ；

$R_2$  ——散射体中心点至计算点的距离， $\text{m}$ ；

B——辐射屏蔽透射因子： $B=10^{-X/TVL}$ ，X 为屏蔽物质厚度，TVL 为什值层厚度，散射辐射在防护门处的能量约  $0.2\text{MeV}$ ， $\text{TVL}_p=5\text{mm}$ ；

以后装治疗机房屏蔽体外 30cm 处作为评价目标点，设定对应的剂量率限值：后装治疗机房平面布置图见图 11-5，计算因子及结果见表 11-40 及表 11-41。



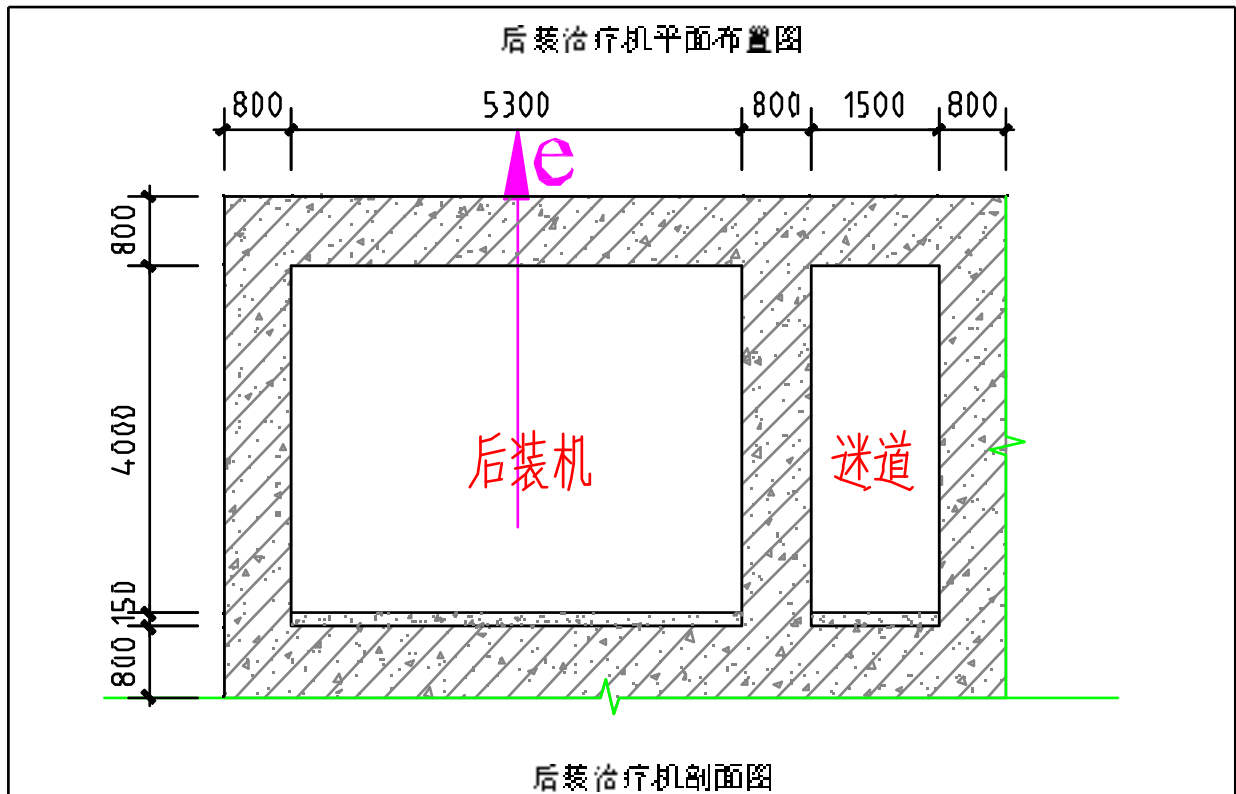


图 11-3 后装治疗机计算路径图

表 11-40 后装治疗机 ( $^{192}\text{Ir}$ ) 机房周边辐射剂量率计算结果 (有用线束方向)

位置	屏蔽物质厚度	透射因子	放射源距屏蔽墙体外 30cm 处的距离 (m)	屏蔽后的剂量率 H ( $\mu\text{Sv/h}$ )
北墙外 30cm (控制室, a 点)	80cm 混凝土	$5.46 \times 10^{-6}$	2.1	$5.08 \times 10^{-2}$
南墙外 30cm (过道, b 点)	80cm 混凝土	$5.46 \times 10^{-6}$	3.9	$1.47 \times 10^{-2}$
西墙外 30cm (过道, c 点)	80cm 混凝土	$5.46 \times 10^{-6}$	2.1	$5.08 \times 10^{-2}$
东墙外 30cm (过道, d)	160cm 混凝土	$2.98 \times 10^{-11}$	4.4	$6.31 \times 10^{-6}$
顶棚外 30cm (e 点)	80cm 混凝土	$5.46 \times 10^{-6}$	4.1	$1.33 \times 10^{-2}$
地板外 30cm	80cm 混凝土	$5.46 \times 10^{-6}$	2.1	$5.08 \times 10^{-2}$

表 11-41 后装治疗机 ( $^{192}\text{Ir}$ ) 机房防护门处辐射剂量率计算结果 (散射)

位置	屏蔽物质厚度 (cm)	$R_0$ (m)	$R_1$ (m)	$S_w$ ( $\text{m}^2$ )	$a_w$	B(透射因子)	H ( $\mu\text{Sv/h}$ )
防护门	10mmPb	3.96	7.1	13.2	$1.53 \times 10^{-2}$	$1.00 \times 10^{-2}$	0.11

由理论计算结果可知,  $^{192}\text{Ir}$  后装治疗机机房屏蔽体外 30cm 处的剂量率在  $6.31 \times 10^{-6} \sim 0.11 \mu\text{Sv/h}$  之间, 小于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ , 符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分:  $\gamma$ 射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014)、《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020) 的相关要求。

### 7.3 有效剂量估算

由医院提供资料可知： $^{192}\text{Ir}$  后装治疗机年治疗病人数约 5000 人，最大装源活度下平均每人治疗时间约 2min，医生摆位时间平均约 1min，机房四周公众成员的居留因子取 1/4。

由《后装 $\gamma$ 源近距离治疗放射防护要求》（GBZ121-2017）可知，运输贮源器(或工作贮源器)内装载最大容许活度时：距离贮源器表面 5cm 处的任何位置，泄漏辐射的空气比动能率不得大于  $50\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；距离贮源器表面 100cm 处的球面上，任何一点的泄漏辐射的空气比释动能率不得大于  $5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 。医生摆位时，保守考虑，不考虑放射源活度随时间衰变的作用，其空气比释动能率保守取  $5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；工作人员进出治疗室时，按规定正确佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪；穿戴铅衣、铅帽等辐射防护用品。

表 11-42 后装治疗机（ $^{192}\text{Ir}$ ）职业工作人员及公众成员的年有效剂量

成员		剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	时间 (h)	年有效剂量 (mSv)	
职业人员	控制室	$5.08\times 10^{-2}$	5000 人/年 $\times 2\text{min}/\text{人}=166.67$	$8.47\times 10^{-4}$	0.43
	摆位	5	5000 人/年 $\times 1\text{min}/\text{人}=83.33$	0.42	
公众成员		0.11	5000 人/年 $\times 2\text{min}/\text{人}=4=41.67$	$4.58\times 10^{-3}$	

由表 11-42 可知， $^{192}\text{Ir}$  后装治疗机正常运行时，工作人员职业照射的最大年有效剂量值为  $0.43\text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求；也低于剂量约束值  $5\text{mSv/a}$ 。对公众照射的最大年有效剂量值为  $4.58\times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值  $0.25\text{mSv/a}$ 。

### 7.4 通风能力分析 & 非放射性气体对环境的影响

医院本项目后装治疗机机房排气扇排风能力不低于  $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，后装治疗机机房治疗室体积为  $127.2\text{m}^3$ ，排气扇能使机房换气约 7.8 次/h，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中治疗室通风换气次数不小于 4 次/h 的要求。

后装治疗机机房送风口离地面 3m；排风口距地面 20cm；排风口与送风口成对角设置；通风系统采用上送下出的通风方式，能有效排出机房内的臭氧、氮氧化物等气体。

### 8 回旋加速器

回旋加速器机房关注点处的剂量率计算公式如下：

$$H_R = \left(\frac{r_0}{R}\right)^2 \times H_0 \times 10^{-21/\text{m}^2} + \left(\frac{r_1}{R}\right)^2 \times H_1 \times 10^{-21/\text{m}^2} \dots \dots \dots \text{式 (11-27)}$$

$H_R$ ——机房外评价点 R 处的中子和 $\gamma$ 射线剂量率的总和， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$r_0, r_1$ ——参考点距源中心的距离， $\text{lm}$ ；

$R$ ——评价点距源中心的距离： $\text{m}$ ；

$H_n$ ——参考点  $r_0$  处的中子剂量率:  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$H_\gamma$ ——参考点  $r_1$  处的 $\gamma$ 射线剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$X$ ——机房的屏蔽厚度, cm;

$TVL_n$ ——混凝土对于能量为 15MeV 的中子的十分之一值屏蔽层厚度约为 31.2cm(混凝土密度  $2.31\text{g/cm}^3$ );

$TVL_\gamma$ ——混凝土对于能量为 10MeV 的 $\gamma$ 射线的十分之一值屏蔽层厚度约为 44cm;

### 8.1 白屏蔽回旋加速器机房周围剂量率水平

本项目回旋加速器最大粒子能量为 18MeV。回旋加速器中子辐射主要来自靶的 (p, n) 或 (d, n) 核反应及准直器和靶窗的副作用, 对于能量为 18MeV 的回旋加速器, 其最高中子能量能达到 15MeV, 最高 $\gamma$ 射线能量能达到 10MeV。根据医院提供资料可知: 拟购回旋加速器屏蔽体外 1m 处中子剂量率最大为  $253.2\mu\text{Sv/h}$ , 1m 处的 $\gamma$ 辐射剂量率最大为  $42.2\mu\text{Sv/h}$ 。将相关参数代入式 (11-27), 算得回旋加速器屏蔽体外 30cm 处的剂量率见表 11-43。

表 11-43 回旋加速器机房外 0.3m 处中子剂量率

关注点	关注点描述	$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	距离 R (m)	屏蔽物质厚度 $X_0$ (cm)	TVL (cm)	屏蔽后的剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
A	北侧墙外 0.3m	253.2	5.65	140	31.2	$2.40 \times 10^{-4}$
B	南侧墙外 0.3m	253.2	3.4	140	31.2	$6.63 \times 10^{-4}$
C	西侧墙外 0.3m	253.2	2.5	140	31.2	$1.23 \times 10^{-3}$
D	东侧墙外 0.3m	253.2	4.2	140	31.2	$4.34 \times 10^{-4}$
E	顶棚外 0.3m	253.2	3.25	140	31.2	$7.25 \times 10^{-4}$

表 11-44 回旋加速器机房外 0.3m 处 $\gamma$ 辐射剂量率

关注点	关注点描述	$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	距离 R (m)	屏蔽物质厚度 $X_0$ (cm)	TVL (cm)	屏蔽后的剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
A	北侧墙外 0.3m	42.2	5.65	140	44	$3.70 \times 10^{-4}$
B	南侧墙外 0.3m	42.2	3.4	140	44	$2.40 \times 10^{-3}$
C	西侧墙外 0.3m	42.2	2.5	140	44	$4.44 \times 10^{-3}$
D	东侧墙外 0.3m	42.2	4.2	140	44	$1.57 \times 10^{-3}$
E	顶棚外 0.3m	42.2	3.25	140	44	$2.63 \times 10^{-3}$

表 11-45 回旋加速器机房屏蔽墙体外 0.3m 处总剂量率

关注点描述	中子辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$\gamma$ 辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总的剂量率 H ( $\mu\text{Sv/h}$ )	标准 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	是否达标
北侧墙外 0.3m (A)	$2.40 \times 10^{-4}$	$8.70 \times 10^{-4}$	$1.11 \times 10^{-3}$	1.0	是
南侧墙外 0.3m (B)	$6.63 \times 10^{-4}$	$2.40 \times 10^{-3}$	$3.06 \times 10^{-3}$	1.0	是
西侧墙外 0.3m (C)	$1.23 \times 10^{-3}$	$4.44 \times 10^{-3}$	$5.67 \times 10^{-3}$	1.0	是
东侧墙外 0.3m (D)	$4.34 \times 10^{-4}$	$1.57 \times 10^{-3}$	$2.01 \times 10^{-3}$	1.0	是
顶棚外 0.3m (E)	$7.25 \times 10^{-4}$	$2.63 \times 10^{-3}$	$3.35 \times 10^{-3}$	1.0	是

## (2) 隧道散射计算

本次取防护门中心点外 30cm 作为隧道散射计算点：根据机房的平面图可知，靶处产生的射线经过 1 次散射到达防护门处：经过隧道散射后的剂量率值 ( $H_s$ ) 采用以下公式进行计算：

$$H_s = \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdots \alpha_n \cdot A_1 \cdot A_2 \cdots A_n}{d_1^2 \cdot d_2^2 \cdots d_n^2} \cdot H_0 \cdot T \cdots \cdots \cdots \text{式 (11-28)}$$

式中： $n$ —散射次数，本项目为 1 次；

$\alpha$ —散射系数，保守取  $4 \times 10^{-3}$ ；

$H_0$ —取距离射线靶 1m 处的初始剂量率，中子剂量率取  $253.2 \mu\text{S}/\text{h}$ ； $\gamma$  剂量率取  $42.2 \mu\text{S}/\text{h}$ ；

$T$ —居留因子，保守计算取 1；

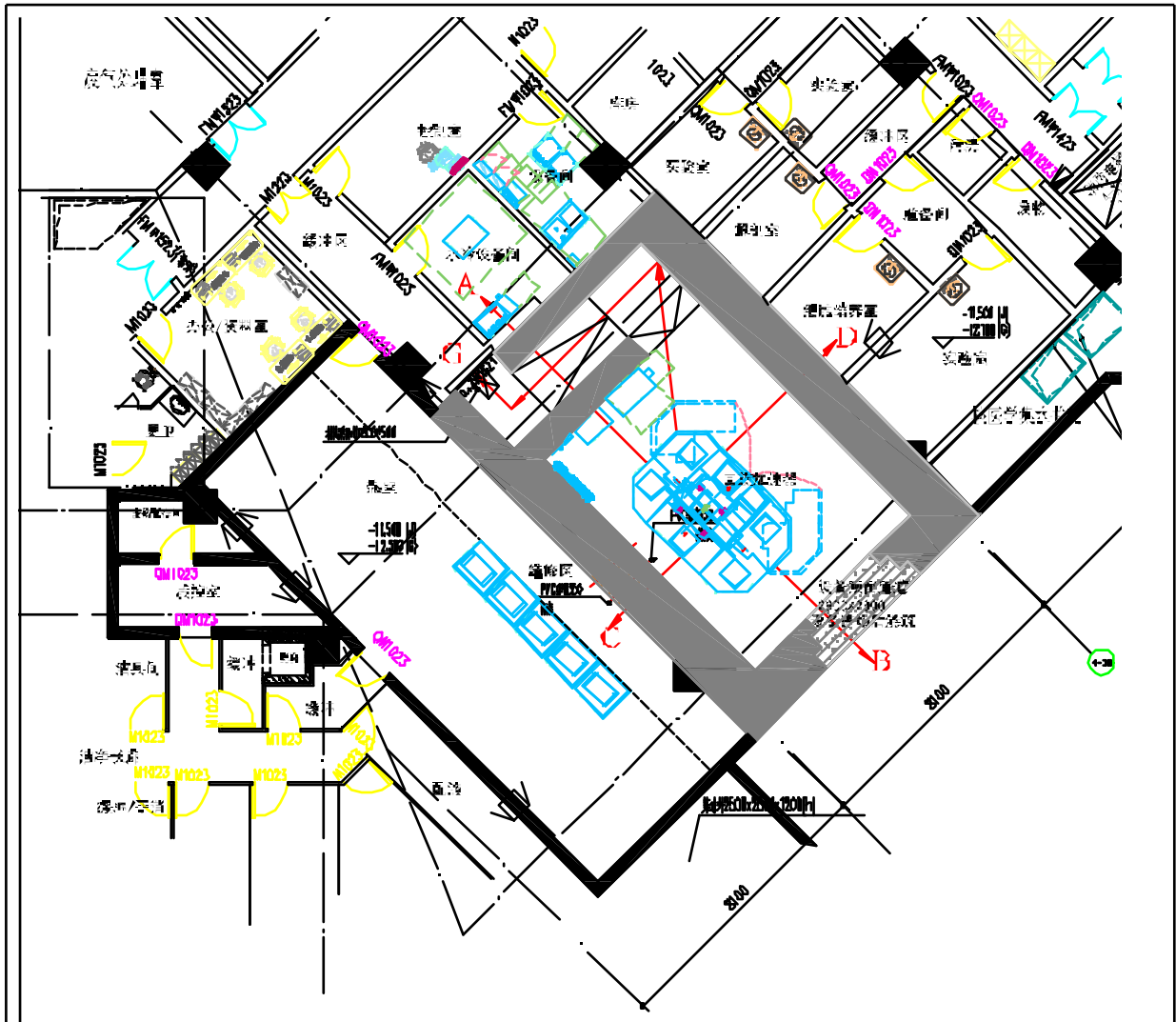
$d_1$ —入射距离，取 4.86m；

$d_1 \sim d_n$ —散射距离，本项目  $d_1$  散射距离为 7.35m；

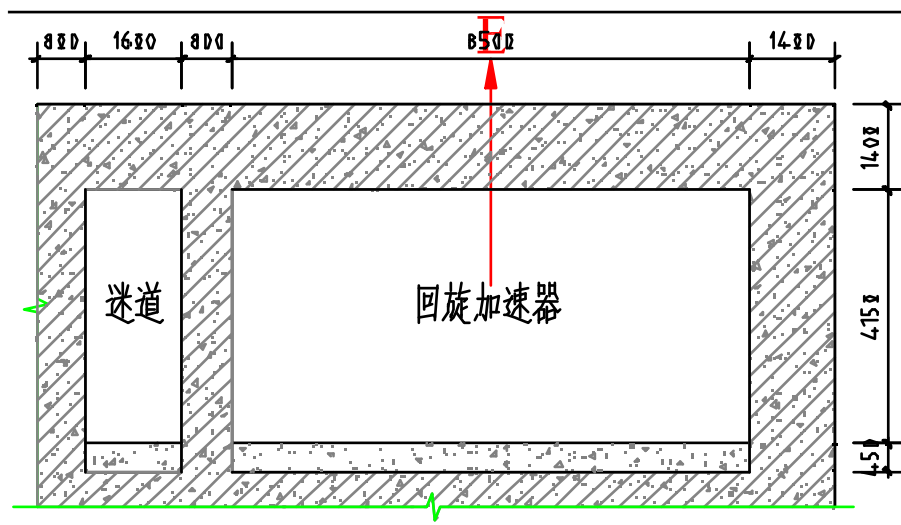
$A_1 \sim A_n$ —对应的散射面积，取  $3.85 \text{m}^2$ ；

由公式 (11-28) 计算可得，到达防护门处的  $\gamma$  剂量率为  $5.57 \times 10^{-3} \mu\text{S}/\text{h}$ ，中子剂量率为  $0.03 \mu\text{S}/\text{h}$ 。经防护门屏蔽物质屏蔽后的剂量率会进一步减小。

从表 11-45 计算结果可知：回旋加速器机房各墙体外 30cm 处的周围剂量当量率在  $2.05 \times 10^{-3} \sim 0.03 \mu\text{S}/\text{h}$  之间，回旋加速器机房北面、南面墙体外为监督区；西墙、东墙外为控制区；能满足《15MeV~30MeV 可变能量强流质子回旋加速器》(GB/T34128-2017) 中“回旋加速器场所辐射剂量率限值如下：a) 监督区： $1 \mu\text{S}/\text{h}$ ”的限值要求；b) 控制区（需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域）： $10 \mu\text{S}/\text{h}$ 。



平面布置图



剖面图

图 11-6 回旋加速器机房计舞路径图



## 8.2 有效剂量估算

由医院提供资料可知，医院回旋加速器每天最多运行时间约3小时，年工作250天，则年工作时间为750h，工作人员按1班计。回旋加速器安装于住院楼地下二层，除清洁人员打扫卫生外，其他非工作人员无法到达；公众人员居留因子取1/16。回旋加速器机房西侧为热室房间；只有PET辐射工作人员进入，生产药物时；一般无工作人员停留，此处工作人员居留因子取1/8。γ射线品质因子取1，中子品质因子取10。代入参数计算得：

表 11-46 回旋加速器工作人员和公众最大附加年有效剂量估算表

对象		辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	每年曝光(工作)时间(h)	最大附加年有效剂量( $\text{mSv/a}$ )	
北墙外30cm (工作人员)	中子	$2.40 \times 10^{-4}$	750	$1.80 \times 10^{-1}$	$2.45 \times 10^{-1}$
	γ射线	$8.70 \times 10^{-4}$		$6.52 \times 10^{-2}$	
南墙外30cm (公众成员)	中子	$6.63 \times 10^{-4}$	$750 \times (1/8) = 93.75$	$6.21 \times 10^{-2}$	$8.46 \times 10^{-2}$
	γ射线	$2.40 \times 10^{-4}$		$2.25 \times 10^{-2}$	
西墙外30cm (公众成员)	中子	$1.23 \times 10^{-4}$	$750 \times (1/8) = 93.75$	$1.15 \times 10^{-2}$	$1.57 \times 10^{-2}$
	γ射线	$4.44 \times 10^{-4}$		$4.16 \times 10^{-2}$	
东墙外30cm (公众成员)	中子	$4.34 \times 10^{-4}$	$750 \times (1/8) = 93.75$	$4.07 \times 10^{-2}$	$5.55 \times 10^{-2}$
	γ射线	$1.57 \times 10^{-4}$		$1.48 \times 10^{-2}$	
顶棚外30cm (公众成员)	中子	$7.25 \times 10^{-4}$	$750 \times (1/8) = 93.75$	$6.80 \times 10^{-2}$	$9.26 \times 10^{-2}$
	γ射线	$2.63 \times 10^{-4}$		$2.46 \times 10^{-2}$	
防护门(工作人员)	中子	0.03	$750 \times (1/8) = 93.75$	$2.81 \times 10^{-2}$	$2.82 \times 10^{-2}$
	γ射线	$5.57 \times 10^{-4}$	$750 \times (1/8) = 93.75$	$5.22 \times 10^{-2}$	

剂量估算结果表明，医院回旋加速器正常运行时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为  $2.82 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中职业照射剂量限值  $20 \text{mSv/a}$  的要求，也低于剂量约束值  $5 \text{mSv/a}$ 。对公众照射的最大年有效剂量值为  $2.45 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)公众照射剂量限值  $1 \text{mSv/a}$  的要求，也低于剂量约束值  $0.25 \text{mSv/a}$ 。

## 8.3 感生放射性的影响分析

当加速器加速粒子能量大于  $10 \text{MeV}$  时，直线加速器机房内会产生感生放射性。加速器感生放射性包括：加速器结构材料的感生放射性、空气活化产生的放射性气体和冷却水的感生放射性。该设备使用的材质主要为钢、铝、不锈钢等，产生感生放射性核素  $^{24}\text{Mg}$ 、 $^{24}\text{Na}$ 、 $^{28}\text{Al}$ 、 $^{63}\text{Cu}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{66}\text{Cu}$  等，半衰期从  $2.3 \text{min}$  到  $12.8 \text{h}$  不等。在加速器运行时，由于有足够的结构屏蔽，所以由部件产生的感生放射性不会对屏蔽体外的工作人员造成危害。但在停机后，工作人员必须等待一段时间后进入。加速器检修时，工作人员必须佩戴个人剂量报警仪和巡测仪，穿戴防污染手套、铅衣、铅围裙等防护用品。

## 8.4 三废对环境的影响

加速器机房内的空气活化后：主要产生的核素包括 Ar-41、C-11、N-16、O-15 等，半衰期 7.3~1.83h。本项目回旋加速器机房配备了独立专用的放射性气体排风管道用于回旋加速器室、热室房间的废气处理，放射性气体排风管道设置止回阀，防止气流的逆向流通；排风管道安装放射性气体活性炭吸附过滤装置，以保证排入大气环境前对放射性气体的吸附。过滤吸附装置为可更换式，可以定期更换过滤器。放射性气体通过室外排风管排入大气环境，室外排风口高度高于本项目建筑物高度。

回旋加速器工作时，内循环系统冷却水在回旋加速器内受照射后产生放射性核素，主要是  $^{16}\text{O}$ （半衰期  $T_{1/2}=2.1\text{min}$ ）、 $^{13}\text{N}$ （半衰期  $T_{1/2}=10\text{min}$ ）、 $^{11}\text{C}$ （半衰期  $T_{1/2}=20.4\text{min}$ ）；半衰期均较短，且冷却水沿闭合回路在自屏蔽体内循环使用，因此这一过程不会对水造成放射性污染。热室房间自动合成时，每次合成产生约 10ml 的废水，在热室内暂存 10 个半衰期后排入放射性废液衰变池。

回旋加速器的靶膜由厂家专业人员负责更换，换下的靶膜置于回旋加速器自带的铅罐中；由生产厂家回收处理。回旋加速器废气处理系统产生的少量废旧活性炭交有资质单位处理。

因此：回旋加速器的放射性废水、废气及固体废物对环境的影响较小。

## 9. 制备 PET 药物场所及动物实验室

### 9.1 点源的剂量当量率

$$D = \frac{A \cdot \Gamma}{K \cdot r^2} \dots \dots \dots \text{式 (11-29)}$$

式中：D—参考点上的剂量当量率： $\mu\text{Sv/h}$ ；

A— $\gamma$ 点源的活度，MBq；

r—剂量率常数： $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$ ；

由《医用辐射危害控制与评价》（苏旭主编）可知相应核素的剂量率常数为： $^{125}\text{I}$  为  $0.0583\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$ ； $^{99\text{m}}\text{Tc}$  为  $0.0303\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$ ； $^{137}\text{Cs}$  为  $0.143\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$ ；

r—考查点离点源的距离(屏蔽体外 30cm)：m。

K—减弱倍数；

$K=2^n$  或  $K=10^n$ ；

n—屏蔽物质的半值层厚度数或十值层厚度数；n—屏蔽物质厚度/半值层(什值层)；

由《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）可知： $^{125}\text{I}$ —铅的 TVL 为 11mm，  
 砖的 TVL 为 240mm；混凝土的 TVL 为 170mm；

$^{99m}\text{Tc}$ —铅的 TVL 为 1mm，砖的 TVL 为 160mm，混凝土的 TVL 为 110mm；

$^{18\text{F}}$ —铅的 TVL 为 16.6mm，砖的 TVL 为 263mm，混凝土的 TVL 为 176mm；

本项目动物实验室使用的正电子显像药物包括  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18\text{F}}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{124}\text{I}$ ，各核素的剂量率常数、屏蔽物质的半值层厚度相当。本次计算选取药物量较大的  $^{18\text{F}}$  核素进行屏蔽计算，屏蔽计算时不考虑核素自身衰减的影响。动物实验室通风橱内暂存药物药量取 20 只动物待注射药量。

代入相关参数进行计算，计算结果见表 11-47、表 11-48。

表 11-47 制备 PET 药物场所剂量率估算结果表

核素名称及位置		屏蔽物质及厚度	源活度 (MBq)	剂量率常数 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$	距离 (m)	屏蔽后的剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
合成 热室	北面 30cm	80mmPb	$7.49 \times 10^4$	0.143	0.6	1.24
	南面 30cm				0.6	1.24
	西面 30cm				0.6	1.24
	东面 30cm				0.6	1.24
	上方 30cm				0.8	0.70
	下方 30cm				1.3	0.27

注：上述估算未考虑铅药罐的屏蔽作用，估算结果是偏保守和安全的。

表 11-48 动物实验室工作场所剂量率估算结果

核素名称及位置		屏蔽物质及厚度	源活度 (MBq)	剂量率常数 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$	距离 (m)	屏蔽后的剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
通风 橱	北面 30cm	40mmPb	740	0.143	0.8	1.07
	南面 30cm				0.8	1.07
	西面 30cm				0.8	1.07
	东面 30cm				0.8	1.07
	上方 30cm				1.3	0.40
	下方 30cm				1.3	0.40
注射 室	北墙外 30cm	24cm 实心砖 +3mmPb	37	0.143	2.4	0.08
	南墙外 30cm				2.4	0.08
	西墙外 30cm				2.35	0.08
	东墙外 30cm				2.35	0.08
	顶棚外 30cm	25cm 混凝土			3.5	0.02
	防护门外 30cm	5mmPb			2.35	0.51
观察 间	北墙外 30cm	24cm 实心砖 +3mmPb	37	0.143	1.4	0.23
	南墙外 30cm				1.4	0.23
	西墙外 30cm				1.55	0.19
	东墙外 30cm				1.55	0.19
	顶棚外 30cm	25cm 混凝土			3.5	0.02
	防护门外 30cm	5mmPb			1.55	1.17

micro PET/ CT 机 房	北墙外 30cm	24cm 实心砖 +3mmPb	37	0.143	2.1	0.10
	南墙外 30cm				2.1	0.10
	西墙外 30cm				3.5	0.04
	东墙外 30cm				3.5	0.04
	顶棚外 30cm	25cm 混凝土			3.5	0.02
	防护门外 30cm	5mmPb			2.1	0.64
	观察窗外 30cm	5mmPb			2.1	0.64
外装		通风橱 40mmPb	3890	0.143	0.8	5.62
运送药物		40mmPb	3890	0.143	0.3	39.97
注射	<sup>18</sup> F	20mmPb	37	0.143	0.3	4.73
摆位	PET/CT	/	37	0.143	0.3	58.79

注：通风橱表面剂量率估算未考虑铅屏蔽的屏蔽作用，估算结果是偏保守和安全的。

### 9.2 有效剂量估算

热室房间药物合成分装时，辐射工作人员一般不在热室房间内停留；拿取药物时停留 3-5min。

本项目动物实验室 PET 显像动物合计 6850 只/年，分装 1min/只；药物注射时间约 1min/只，摆位时间约 1min/只；扫描时间约 19min/只，从住院楼地下二层热室运送药物至住院楼地下二层动物实验室 3min/次；医院动物实验室辐射工作人员及受照有效剂量情况如下：

表 11-49 制备 PET 药物场所、动物实验室人员年有效剂量估算结果表

核算名称	成员	操作类型	人数	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	接触时间 (h)	年有效剂量 (mSv)
制备 PET 显像药物	工作 人员	药物合成	2	1.24	5min/次×1980 次/年÷2 组 =92.5	0.10
		药物外装	2	5.62	6850 次/年×1min/人次÷2 组=57.08	0.32
		运送药物		58.79	330 次/年×3min/次 ÷2=3.25	0.485
动物实验 室	工作 人员	注射	2	4.73	6850 次/年×1min/次÷2 组 =57.08	0.27
		摆位	4	58.79	6850 次/年×1min/次÷2 组 =57.08	3.36
		扫描检查		0.64	6850 次/年×1min/次÷2 组 =57.08	$3.65 \times 10^{-4}$
公众人员	注射室东墙外 30cm			0.08	250 天×8h/天×(1/16)=125	0.01

上表估算结果表明，医院制备 PET 药物场所工作人员受照有效剂量为 0.81mSv/a，叠加回旋加速器操作人员受照剂量后为 0.84mSv/a；动物实验室正常运行时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 3.40mSv，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中职业照射剂量限值 20mSv/a 的要求；也低于剂量约束值 5mSv/a；制备

PET 药物场所及动物实验室对公众照射的最大年有效剂量值为 0.01mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）公众照射剂量限值 1mSv/a 的要求，也低于剂量约束值 0.25mSv/a。

### 9.3 放射性三废

本项目制备 PET 药物场所及动物实验室工作场所产生的放射性废物主要为放射性废液、固体废物以及少量的放射性气体。

#### (1) 放射性固体废物

医院动物实验室产生的含放射性固体废物主要为动物尸体、吸附尿液的垫料、注射器等。动物尸体存放于铅辐射防护容器；该铅容器再放置于冰箱内冷冻。吸附尿液的垫料、注射器等含放射性固体废物置于铅废物桶收集袋内，封装后的废物袋应密封不破漏；送至废物间暂存。在铅容器或收集袋表面显著位置标示废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等说明，暂存十个以上半衰期；待其放射性比活度低于国家放射性固体废物豁免标准以后，按一般医疗废物处理。

#### (2) 放射性废液

生产正电子药物过程中产生的少量废水直接排入医院专用放射性废液衰变池进行衰变处理，在衰变池滞留衰变 10 个以上半衰期后，经检测达标排入医院污水处理站，后进入城市污水管网。

动物实验室动物产生的尿液一般被垫料吸附；作为固体废物处置，主要含放射性废液为辐射工作人员清洗产生，日产生量约 150L，放射性废液排入放射性衰变池进行衰变处理，在衰变池滞留衰变 10 个以上半衰期后；经检测达标排入医院污水处理站，后进入城市污水管网。

#### (3) 放射性废气

放射性药物在使用过程中会产生微量气载放射性废物。非密封放射性物质工作场所在通风橱分装、稀释液态放射性药品，操作时间较短，在正常情况下，通风橱排出气体的放射性活度很小。通风橱的废气通过管道在核医学科所在楼的屋顶高出屋脊的排放口排放；通风橱风速不小于 1.0m/s，且设置活性炭过滤装置，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）要求，即“合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。”。

## 10.核医学科非密封放射性物质工作场所

## 10.1 工作场所的射线屏蔽

对于工作场所的射线屏蔽，核素的操作区（分装室、注射等）、注射后休息室和病房主要考虑各种放射性药物产生的 $\gamma$ 射线的影响；对于 SPECT/CT 扫描室的射线屏蔽，则需考虑来自受检病人体内放射性核素所产生的 $\gamma$ 射线，以及 SPECT/CT 机本身产生的 X 射线两部分，能满足屏蔽  $^{99m}\text{Tc}$  产生的 $\gamma$ 射线也能屏蔽 SPECT/CT 产生的 X 射线，故主要影响为 $\gamma$ 射线。

$^{131}\text{I}$  服药患者通道、显像服药患者通道、运动负荷兼抢救室的部分地板厚 140cm 混凝土、SPECT 注射后休息室地板厚 140cm 混凝土。从保守角度考虑：上述地板厚度均按 35cm 混凝土进行计算：估算结果是保守和安全的。

### 10.1.1 理论计算公式

$\gamma$  辐射剂量率计算公式同动物实验室，计算公式见式 (11-29)。 $\beta$  粒子的射程及 $\beta$  粒子所致韧致辐射计算公式如下：

能量为  $E(\text{MeV})$   $\beta$  粒子的射程在低  $Z$  物质中的射程：可由下面经验计算公式计算，即：

$$R = 0.412 \times E^{(2.25 - 0.00644E)} \quad (0.01 < E < 2.5 \text{ MeV}) \quad \text{式 (11-30)}$$

$R$ — $\beta$  射线在低原子序数中的射程， $\text{g}/\text{cm}^2$ ；

$R$  除以屏蔽物质密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) 即可得到射程对应的屏蔽物质厚度 ( $\text{cm}$ )：铅的密度为  $11.34 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

能量为  $E(\text{MeV})$   $\beta$  粒子与原子序数为  $Z$  的屏蔽材料相互作用产生的韧致辐射在空气  $r(\text{m})$  处的吸收剂量率计算公式如下：

$$\dot{D} = 4.58 \times 10^{-14} \times A \times Z \times \left(\frac{E_0}{r}\right)^2 \times \left(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho}\right) \quad \text{式 (11-31)}$$

$A$ —放射源的活度： $\text{Bq}$ ；

$Z$ —屏蔽材料的原子序数，水取 6.66；铅为 82；

$E_0$ —韧致辐射的平均能量，为入射 $\beta$  粒子最大能量的  $1/3$ ， $\text{MeV}$ ；

$\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho}$ —平均能量为  $E_0$  的韧致辐射在空气中的质量能量吸收系数， $\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ；

式 (11-29) 至式 (11-31) 来自《辐射防护导论》。

### 10.1.2 $^{131}\text{I}$ 工作场所辐射环境影响分析

医院甲癌患者  $^{131}\text{I}$  药物、甲亢药物及吸碘率药物由供应商按每人用量分装好药物后送至医院核医学科。由医院提供资料可知，甲癌患者最大服药量  $200 \text{ mCi}/\text{人}$ ；甲状腺吸碘率

测定最大服药量为  $10\mu\text{Ci}/\text{人}$ ；甲亢患者最大服药量为  $10\text{mCi}/\text{人}$ 。

甲状腺吸碘率测定时服药患者体表  $30\text{cm}$  处的剂量率为  $0.24\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，服药患者体表外  $1\text{m}$  处的剂量率为  $2.16\times 10^{-3}\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；小于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，甲状腺吸碘率测定所在房间墙体、顶棚等可不采取屏蔽措施。

$^{131}\text{I}$  工作场所辐射环境影响理论计算主要考虑  $^{131}\text{I}$  药物对工作人员的剂量率、甲亢病房外的剂量率。计算公式见式 (11-29)；计算时，选择病房面积相对较小、具有代表性的甲亢病房 1 及甲亢病房 4 进行理论估算；病房内为 1 位服用  $7400\text{MBq}$  ( $200\text{mCi}$ ) 的甲亢患者，服药病人按点源考虑，位于病房中央位置；源距均  $1\text{m}$ ；计算结果见表 11-50。

表 11-50  $^{131}\text{I}$  非密封放射性物质工作场所空气比释动能率估算结果

位置		屏蔽物质及厚度	源活度 (MBq)	剂量率常数 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$	距离 (m)	屏蔽后的剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
外装室	通风橱北表面 $30\text{cm}$	40mmPb 铅窗+通风橱 40mmPb	42550	0.0583	0.8	$3.64\times 10^{-3}$
	通风橱南表面 $30\text{cm}$				0.8	$3.64\times 10^{-3}$
	通风橱西表面 $30\text{cm}$				0.9	$2.87\times 10^{-3}$
	通风橱东表面 $30\text{cm}$				0.9	$2.87\times 10^{-3}$
	通风橱下表面 $30\text{cm}$				1.3	0.14
	通风橱上表面 $30\text{cm}$	通风橱 40mmPb			1.3	$1.38\times 10^{-3}$
给药室	北墙外 $30\text{cm}$	24cm 实心墙 +8mmPb 防护涂料	7400	0.0583	2.24	1.75
	南墙外 $30\text{cm}$				2.24	1.75
	西墙外 $30\text{cm}$				1.79	2.74
	东墙外 $30\text{cm}$				1.79	2.74
	顶棚上方 $30\text{cm}$	30cm 混凝土			3.6	0.72
	地板下方 $30\text{cm}$	35cm 混凝土			1.65	1.30
	防护门	10mmPb			2.24	8.53
甲亢留观室	北墙外 $30\text{cm}$	24cm 实心墙 +8mmPb 防护涂料	370MBq/ 人 $\times 10$ 人	0.0583	1.79	13.7
	南墙外 $30\text{cm}$				1.79	13.7
	西墙外 $30\text{cm}$				2.04	1.05
	东墙外 $30\text{cm}$				2.04	1.05
	顶棚上方 $30\text{cm}$	30cm 混凝土			3.6	0.36
	地板下方 $30\text{cm}$	35cm 混凝土			1.65	0.90
	防护门	10mmPb			1.79	10.02
甲亢病房 1	北墙外 $30\text{cm}$	24cm 实心墙 +8mmPb 防护涂料	7400	0.0583	3.14	0.89
	南墙外 $30\text{cm}$				2.39	1.54
	西墙外 $30\text{cm}$				3.14	0.89
	东墙外 $30\text{cm}$				3.14	0.89
	顶棚上方 $30\text{cm}$	30cm 混凝土			3.6	0.72
	地板下方 $30\text{cm}$	35cm 混凝土			1.65	1.30
	防护门	10mmPb			3.14	4.34
甲亢	北墙外 $30\text{cm}$	24cm 实心墙	7400	0.0583	2.29	1.67

病房 4	南墙外 30cm	+8mmPb 防护涂 料			2.29	1.67
	西墙外 30cm				3.29	0.81
	东墙外 30cm				3.29	0.81
	顶棚上方 30cm	30cm 混凝土			3.6	0.72
	地板下方 30cm	35cm 混凝土			1.65	1.30
	防护门	10mmPb			3.29	3.95
服药患者 过道	顶棚上方 30cm	30cm 混凝土	7400	0.0583	3.6	0.72
	地板下方 30cm	35cm 混凝土			1.65	1.30
<sup>131</sup> I 铅药罐表面 30cm (甲盛)		20mmPb	7400×5	0.0583	0.5	84.93
运送甲亢药物		20mmPb	370×10	0.0583	0.5	8.49

### 10.1.3 <sup>99m</sup>Tc

医院本项目 <sup>99m</sup>Tc 患者最大服药量为 925MBq (25mCi)，计算时，服药病人按点源考虑，位于病房中央位置，注射工作人员在 20mmPb 的药物注射窗后操作，注射及摆位时穿戴 0.5mmPb 的铅衣，<sup>99m</sup>Tc 同时候诊人数为 10 人，计算公式见式 (11-29)，计算结果见表 11-51。

表 11-51 <sup>99m</sup>Tc 工作场所空气比释动能率估算结果一览表

核算名称及位置		屏蔽物质及厚度	源活度 (MBq)	剂量率常数 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$	距离 (m)	屏蔽后的剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
外装 柜	北面 30cm	20mmPb	$2.96\times 10^4$	0.0303	0.8	$1.20\times 10^{-6}$	
	南面 30cm				0.8	$1.20\times 10^{-6}$	
	西面 30cm				0.8	$1.20\times 10^{-6}$	
	东面 30cm				0.8	$1.20\times 10^{-6}$	
	上方 30cm				1.3	$4.53\times 10^{-6}$	
	下方面 30cm				1.3	$4.53\times 10^{-6}$	
运动 负荷 兼抢 救室	北墙外 30cm ( <sup>131</sup> I 未服药患者通道)	24cm 实心砖 +5mmPb	925MBq	0.0303	2.34	$1.85\times 10^{-4}$	
	南墙外 30cm ( <sup>99m</sup> Tc 服药患者过通道)				2.34	$1.85\times 10^{-4}$	
	西墙外 30cm ( <sup>131</sup> I 未服药患者通道)				3.24	$9.66\times 10^{-4}$	
	东墙外 30cm (SPECT 注射后休息室)				3.24	$9.66\times 10^{-4}$	
	顶棚外 30cm				30cm 混凝土	3.6	$6.16\times 10^{-4}$
	地板下方 30cm				35cm 混凝土	1.65	$5.12\times 10^{-4}$
	防护门外 30cm ( <sup>99m</sup> Tc 服药患者过通道)				6mmPb	2.34	$4.88\times 10^{-4}$
SPECT 注	北墙外 30cm ( <sup>131</sup> I 服药患者通道)	24cm 实心砖 +5mmPb	925MBq/ 人×10 人	0.0303	2.34	$1.85\times 10^{-4}$	



射后 休息 室	南墙外 30cm ( $^{99m}\text{Tc}$ 服药患者过道)				2.34	$1.85 \times 10^{-4}$
	西墙外 30cm (运动负荷室)				5.19	$3.77 \times 10^{-7}$
	东墙外 30cm (PET 注射后休息室)				5.19	$3.77 \times 10^{-7}$
	顶棚外 30cm	30cm 混凝土			3.6	$6.16 \times 10^{-2}$
	地板下方 30cm	35cm 混凝土			1.65	$5.12 \times 10^{-2}$
	防护门外 30cm ( $^{99m}\text{Tc}$ 服药患者过道)	6mmPb			2.34	$4.88 \times 10^{-2}$
SPEC T/CT 机房 ( $^{99m}\text{Tc}$ )	北墙外 30cm ( $^{99m}\text{Tc}$ 服药患者过道)	24cm 实心砖 +5mmPb	925	0.0303	3.34	$9.09 \times 10^{-4}$
	南墙外 30cm (控制室)				3.34	$9.09 \times 10^{-4}$
	西墙外 30cm (未服药患者过道)				3.89	$6.70 \times 10^{-4}$
	东墙外 30cm (PET/CT 设备间)				3.89	$6.70 \times 10^{-4}$
	顶棚外 30cm	30cm 混凝土			3.6	$6.16 \times 10^{-2}$
	地板下方 30cm	35cm 混凝土			1.65	$5.12 \times 10^{-2}$
	北面患者出入防护门外 30cm	6mmPb			3.34	$2.40 \times 10^{-4}$
	南面控制室防护门外 30cm	6mmPb			3.34	$2.40 \times 10^{-4}$
南面观察窗外 30cm	6mmPb	3.34	$2.40 \times 10^{-4}$			
注射	$^{99m}\text{Tc}$	20mmPb	925	0.0303	0.3	$2.66 \times 10^{-14}$
摆位	$^{99m}\text{Tc}$	0.5mmPb	925	0.0303	1	8.83
$^{99m}\text{Tc}$ 铅药罐表面 30cm		20mmPb	$2.96 \times 10^4$	0.0303	0.3	$8.51 \times 10^{-17}$

注：外装柜表面的剂量率估算时，未考虑铅药罐的屏蔽作用，估算结果是偏保守和安全的。

#### 10.1.4 正电子显像药物

本项目正电子显像药物包括  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{67}\text{Ga}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{124}\text{I}$ ，其中  $^{18}\text{F}$  药物患者人数最大，半衰期相对较长，故理论计算选取  $^{18}\text{F}$  进行计算。医院  $^{18}\text{F}$  药物最大用量为  $370\text{MBq/人}$  ( $10\text{mCi/人}$ )，注射后休息室一般为 1 人，留观室 2 人。送药防护铅罐装药量最大为  $7.4 \times 10^9\text{Bq}$  ( $200\text{mCi}$ )，人员拿送药防护铅罐时距铅罐 30cm。

计算时，服药病人按点源考虑，位于病房中央位置；注射工作人员在 20mmPb 的药物注射窗后操作，摆位时穿戴 0.5mmPb 的铅衣。

患者服药后一般候诊 30min 进入 PET/MR 机房接受扫描，扫描时间为 30min；或候诊 60min 后进入 PET/CT 机房接受扫描，扫描时间 20min。此过程，放射性核素会进行衰变：

计算公式为  $A = A_0 e^{-\lambda t} = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ ，则衰减的修正系数分别为 0.73 (50min) 和 0.69 (60min)。

PET 注射后休息室（未包含卫生间）长、宽相同；防护措施相同；故选取其中 1 间进行代表性估算。

代入相关参数进行计算，计算结果见表 11-S2。

表 11-S2 PET 药物工作场所剂量率估算结果

核算名称及位置		屏蔽物质及厚度	源活度 (MBq)	剂量率常数 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$	距离 (m)	屏蔽后的剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
外装柜	北面 30cm	外装柜 40mmPb+铅药 罐 20mmPb	7400	0.143	0.8	0.86
	南面 30cm				0.8	0.86
	西面 30cm				0.8	0.86
	东面 30cm				0.8	0.86
	上方 30cm	外装柜 40mmPb			1.3	4.05
	下方面 30cm	外装柜 40mmPb+铅药 罐 20mmPb			1.3	0.33
注射室	北墙外 30cm (运动 负荷室)	24cm 实心砖 +8mmPb	370	0.143	2.115	0.53
	南墙外 30cm (维修 间)				2.115	0.53
	西墙外 30cm (外装 室)				1.84	0.70
	东墙外 30cm (显像 服药患者过通道)				1.84	0.70
	顶棚外 30cm	30cm 混凝土			3.6	0.08
	地板下方 30cm	35cm 混凝土			1.65	0.20
	防护门外 30cm (显 像服药患者过通 道)	10mmPb			1.84	4.43
PET 注射 后休 息室	北墙外 30cm (可 服药患者通道)	24cm 实心砖 +8mmPb	370	0.143	2.34	0.43
	南墙外 30cm (显像 服药患者过通道)				2.34	0.43
	西墙外 30cm (卫生 间)				1.79	0.74
	东墙外 30cm (PET 注射后休息室)				1.79	0.74
	顶棚外 30cm	30cm 混凝土			3.6	0.08
	地板下方 30cm	35cm 混凝土			1.65	0.20

	防护门外30cm(显像服药患者过通道)	10mmPb			2.34	2.74
PET/CT机房	北墙外30cm(显像服药患者过通道)	24cm 实心砖+8mmPb	370×0.69	0.143	3.34	0.15
	南墙外30cm(控制室)				3.34	0.15
	西墙外30cm(PET/CT设备间)				4.29	0.09
	东墙外30cm(PET/MR控制室)				4.29	0.09
	顶棚外30cm	30cm 混凝土			3.6	0.08
	地板下方30cm	35cm 混凝土			1.65	0.20
	北面患者出入防护门外30cm	10mmPb			3.34	1.19
	南面控制室侧防护门外30cm	10mmPb			3.34	1.19
	南面观察窗外30cm	10mmPb			3.34	1.19
PET/MR机房	北墙外30cm(显像服药患者过通道)	24cm 实心砖+8mmPb	370×0.73	0.143	4.54	0.08
	南墙外30cm(过通道)				4.54	0.08
	西墙外30cm(控制室)				3.715	0.13
	东墙外30cm(PET/MR设备间)				3.715	0.13
	顶棚外30cm	30cm 混凝土			3.6	0.08
	地板下方30cm	35cm 混凝土			1.65	0.20
	西面患者出入防护门外30cm	10mmPb			3.715	0.79
	西面观察窗外30cm	10mmPb			3.715	0.79
PET留观室	北墙外30cm(卫生间)	24cm 实心砖+5mmPb	370×0.62×2	0.143	2.34	0.70
	南墙外30cm(过通道)				2.34	0.70
	西墙外30cm(PET服药患者过通道)				2.76	1.15
	东墙外30cm(楼梯间)	2.76			1.15	
	顶棚外30cm	30cm 混凝土			3.6	0.10
	地板下方30cm	35cm 混凝土			1.65	0.25
	防护门外30cm(显	6mmPb			2.34	8.23

	像服药患者过 道)					
	运送药物铅罐表面 30cm	40mmPb	7400	0.143	0.3	76.04
	分装	40mmPb	7400	0.143	0.8	10.69
注射	<sup>18</sup> F	20mmPb	370	0.143	0.3	47.28
摆位	PET/CT	/	370×0.69	0.143	1	36.26
	PET/MR	/	370×0.73	0.143	0.3	38.61
过道	顶棚外 30cm	30cm 混凝土	370	0.143	3.6	0.08
	地板下方 30cm	35cm 混凝土			1.65	0.20

### 10.1.5 其他放射性核素 (<sup>89</sup>Sr、<sup>188</sup>Re、<sup>223</sup>Ra、<sup>177</sup>Lu) 的辐射影响分析

#### (1) β粒子的射程及β粒子所致韧致辐射计算

本项目骨转移瘤治疗使用的β放射性核素为<sup>89</sup>Sr、<sup>188</sup>Re、<sup>223</sup>Ra为α核素，α射线外照射时：在空气或其他物质中的射程比较短，一张薄纸就能挡住α射线，故<sup>223</sup>Ra药物在注射及服药后，其产生的α射线对周围环境的影响很小。

前列腺癌患者服用的<sup>177</sup>Lu药物为β放射性核素，服药量为7400MBq(200mCi)。

服用<sup>89</sup>Sr、<sup>188</sup>Re药物的患者每人使用的核素活度为4mCi，医院<sup>89</sup>Sr、<sup>188</sup>Re静脉注射在分装室的注射窗口(20mmPb)后进行，分装在通风橱内进行。核素β射线能量及在铅中的射程(由式(11-30)算得)如下：

表 11-53 <sup>89</sup>Sr、<sup>177</sup>Lu、<sup>188</sup>Re 各核素的β射线能量及在铅中的射程

序号	核素名称	β射线最大能量 (keV)	β射线平均能量 (keV)	屏蔽物质	在物质中的 射程 (g·cm <sup>-2</sup> )	在物质中的射程 对应的物质厚度 (mm)
1	<sup>89</sup> Sr	1491	583	铅	0.67	0.59
2	<sup>188</sup> Re	2119.7	795.1	铅	1.01	0.89
3	<sup>177</sup> Lu	497.1	148.9	铅	0.16	0.14

注：由《辐射防护导论》可知，铅密度为11.34g·cm<sup>-3</sup>，原子序数82。

由上表可知：20mmPb的注射窗能够屏蔽放射性核素<sup>89</sup>Sr、<sup>188</sup>Re、<sup>177</sup>Lu产生的β射线。

β射线与物质作用会产生韧致辐射，各核素产生的韧致辐射剂量率及屏蔽后的剂量率情况如下表(由式(11-31)算得)：

表 11-54 β辐射体与物质作用产生的韧致辐射情况

核素名称	源活度 (Bq)	屏蔽物质 原子序数	韧致辐射的 平均能量 (keV)	距离 m	空气质量 能量吸收 系数	剂量率 (μGy/ h)	2cmPb对 应的减弱 倍数	屏蔽后的 剂量率 (μGy/h)
<sup>89</sup> Sr	1.48×10 <sup>4</sup>	82(铅)	0.497	0.3	2.97×10 <sup>-3</sup>	4.52	20	0.23
<sup>188</sup> Re	1.48×10 <sup>4</sup>	82(铅)	0.707	0.3	2.95×10 <sup>-3</sup>	9.14	2	4.57
<sup>89</sup> Sr	1.48×10 <sup>4</sup>	6.66(水)	0.497	0.3	2.97×10 <sup>-3</sup>	0.37	/	0.37
<sup>188</sup> Re	1.48×10 <sup>4</sup>	6.66(水)	0.707	0.3	2.95×10 <sup>-3</sup>	0.74	/	0.74

$^{177}\text{Lu}$	$7.40 \times 10^9$	6.66 (积)	0.166	0.3	$2.95 \times 10^{-7}$	2.03	/	2.03
-------------------	--------------------	----------	-------	-----	-----------------------	------	---	------

注：人体的有效原子序数取水的有效原子序数。

由上述计算可知：患者服用 $\beta$ 放射性核素后，考虑人体对韧致辐射的屏蔽时：体内 $\beta$ 放射性核素在距源 30cm 处的剂量率在  $0.37 \sim 2.03 \mu\text{Sv/h}$  之间，小于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

### 10.2 有效剂量估算

#### (1) 外照射所致人员有效剂量

本项目各非密封放射性物质工作场所接触源情况如下：

$^{131}\text{I}$  药物由药物供应商根据医院给定的病人服药量按人次分装好后送至医院，医院辐射工作人员主要在核医学科内进行简单的运送药物工作。根据最大给药量，甲癌药物年 30 次，甲亢 150 次/年。 $^{177}\text{Lu}$  影响远小于  $^{131}\text{I}$ ，能满足  $^{131}\text{I}$  屏蔽的物质也能很好的屏蔽  $^{177}\text{Lu}$ ，有效剂量估算时，相对  $^{131}\text{I}$  所致剂量而言， $^{177}\text{Lu}$  所致剂量可忽略不计。甲癌服药患者致底板下方 1.3m 处的剂量率为  $0.70 \mu\text{Sv/h}$ 。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$  药物显像患者 5000 人次/年；药物注射时间约 30s/人，摆位时间约 1min/人；病人扫描时间约 10min/人；安放铅药罐时间约 2min/次。

PET 显像药物合计 9200 人次/年，药物注射时间约 30s/人，摆位时间约 1min/人，病人扫描时间约 50min/人；从住院楼地下二层热室通过药物电梯运送药物至住院楼地下一层核医学科 2min/次。

$^{228}\text{r}$  患者 250 人次/年， $^{188}\text{Re}$  患者 500 人次/年， $^{223}\text{Ra}$  患者 500 人次/年。药物注射时间约 30s/人。 $^{223}\text{Ra}$  为 $\alpha$ 放射源，外照射影响可忽略不计。

医院核医学科工作场所辐射工作人员及受照有效剂量情况如下：

表 11-55 非密封源工作场所工作人员及公众成员的年有效剂量估算结果表

核素名称	成员	操作类型	人数	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	接触时间 (h)	年有效剂量 (mSv)	
$^{131}\text{I}$ 甲亢	工作人员	运送药物	1	8493	50 次/年 $\times$ 2min/次 = 1.67	0.14	0.18
$^{131}\text{I}$ 甲亢		运送药物	1	8.49	150 次/年 $\times$ 2min/次 = 5	$4.25 \times 10^{-2}$	
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	工作人员	安放药罐	2	$8.51 \times 10^{-11}$	250 次/年 $\times$ 2min/次 = 3.33	$7.02 \times 10^{-10}$	0.37
		注射		$2.66 \times 10^{-14}$	5000 人/年 $\times$ 30s/人 = 41.67	$1.11 \times 10^{-13}$	
		摆位	4	8.83	5000 人/年 $\times$ 1min/人 $\div$ 2 组 = 41.67	0.37	
		观察窗		$2.40 \times 10^{-4}$	5000 $\times$ 10min/人 $\div$ 2 组 = 41.67	$1.00 \times 10^{-6}$	
$^{18}\text{F}$ 等 PET 显像药物	工作人员	药物分装	2	10.69	9200 次/年 $\times$ 1min/人次 $\div$ 2 组 = 76.67	0.82	289
		运送药物		76.04	1650 次/年 $\times$ 2min/次 $\div$ 2 = 27.5	2.09	

		注射	2	47.28	9200 人次/年×30s/人次÷2 组=38.33	1.81	
		摆位	8	38.61	9200 人次/年×1min/人次 ÷2 组÷2 台设备=38.33	1.48	376
		扫描检查		1.19	9200 人次/年×50min/人次 ÷2 组÷2 台设备=1916.7	2.28	
<sup>90</sup> Sr	工作人员	注射	1	0.23	250 人次/年×30s/人=2.08	4.78×10 <sup>-4</sup>	1.96×10 <sup>-2</sup>
<sup>188</sup> Re		注射		4.57	500 人次/年×30s/人=4.17	1.91×10 <sup>-2</sup>	
公众人员	<sup>111</sup> In 甲癌病房楼下 1.3m (动物实验室)			0.70	250 天×8h/天×(1/16)=125	8.75×10 <sup>-2</sup>	
	<sup>99m</sup> Tc 注射后休息室下方停车场			616×10 <sup>-2</sup>	5000 人次/年×10min/人次 ×(1/8)=104.17	6.42×10 <sup>-2</sup>	
	PET 显像药物留观室东墙外 30cm 楼梯间			1.15	250 天/年×3h/天×(1/8)=93.75	1.08×10 <sup>-2</sup>	

### (2) 吸入内照射所致有效剂量

由 GB18871-2002 可知：吸入放射性核素所致的待积有效剂量计算公式如下：

$$H_{in} = \sum_j e(E)_{j,age} I_{j,age}$$

$e(E)_{j,age}$ ——一定时期内  $g$  年龄组吸入单位摄入量放射性核素  $j$  后的待积有效剂量；本项目工作人员 (<sup>131</sup>I) 取  $1.1 \times 10^{-2} \text{ Sv/Bq}$ ；

$I_{j,age}$ ——一定时期内吸入放射性核素  $j$  的摄入量：为摄入总量  $g_i$  与肠道转移因子  $f_i$  的乘积；偏保守考虑：肠道转移因子  $f_i$  的值取 1；

本项目核医学科使用的非密封放射性物质包括 <sup>131</sup>I、<sup>99m</sup>Tc、<sup>18F</sup>、<sup>90</sup>Sr 等核素；挥发性的核素主要为 <sup>131</sup>I，故吸入内照射取 <sup>131</sup>I 核素进行分析。本项目核医学科工作场所分装室空气中 <sup>131</sup>I 活度浓度取《4 家核医学科工作场所空气中 <sup>131</sup>I 活度浓度的监测》(工业卫生与职业病, 2013 年第 39 卷第 3 期) 中的平均值进行计算，即  $137 \text{ Bq/m}^3$ 。

本项目 <sup>131</sup>I 操作时间较短，且人员一般不在分装室内长期停留；故估算 <sup>131</sup>I 对工作人员造成内照射时，吸入时间按 1h 计。由《辐射防护导论》可知，参考人一年工作 50 周，每周 5 天，轻体力劳动时的呼吸量为  $20 \text{ L/min}$ 。

代入公式计算得，职业工作人员吸入 <sup>131</sup>I 核素造成的内照射的有效剂量为  $0.45 \text{ mSv/a}$ ，上述估算值是偏保守和安全的。

核医学科 <sup>131</sup>I 工作人员受到的最大年有效剂量值(吸入内照射与外照射之和)为  $0.63 \text{ mSv/a}$ 。

综上所述，医院核医学科非密封放射性物质工作场所工作人员最大受照有效剂量为  $3.68 \text{ mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求；也低

于剂量约束值  $5\text{mSv}$ ，对公众照射的最大年有效剂量值为  $0.10\text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值  $0.25\text{mSv/a}$ 。

### 10.3 核医学科放射性废物分析

本项目非密封放射性物质工作场所产生的放射性废物主要为放射性废液、固体废物以及少量的挥发放射性气体。

#### (1) 放射性固体废物

##### ① $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ 工作场所

医院  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  工作场所年产生含放射性固体废物量约  $150\text{kg/a}$ 。核医学科  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  工作场所配备铅废物桶用于收集含放射性固体废物，铅废物桶表面有电离辐射警示标示。甲癌区域设有污物间用于单独暂存含  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  放射性固体废物，设有污服暂存间存放甲癌及前列腺癌患者用过的被服，各功能用房设有送风及排风设施。核医学科  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  药物由供应商按人数分装好后送至医院，产生的废物主要为一次性手套、吸水纸、口罩、放射性污染的物品等。铅废物桶内放置专用塑料袋收集废物，装满后的废物袋应密封不破损；并在表面显著位置标示废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等说明，送至废物间暂存至少十个半衰期以上，待其放射性比活度低于国家放射性固体废物豁免标准以后，按一般医疗废物处理。

##### ② $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像

$^{99\text{m}}\text{Tc}$  显像年产生含放射性固体废物约  $166.67\text{kg/a}$ ，核医学科为  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  显像场所配备铅废物桶用于收集含放射性固体废物，铅废物桶表面有电离辐射警示标示。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  显像场所设有专用废物间用于暂存  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  显像场所的含放射性固体废物，污物间设有送风及排风设施。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$  显像场所的含放射性固体废物主要有使用后的注射器、一次性手套、吸水纸、口罩、放射性污染的物品等，这些放射性废物统一收集，暂存于铅废物桶内；铅废物桶表面拟贴电离辐射警示标志和文字提醒。铅废物桶放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破损；对于注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入专用塑料袋内。塑料袋满后，在表面显著位置标示废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等说明，送至污物间与其他核素放射性废物分类存放，暂存至少十个半衰期以上，待其放射性比活度低于国家放射性固体废物豁免标准以后，按一般医疗废物处理。

##### ③ PET 显像工作场所

PET 显像年产生含放射性固体废物约  $306.67\text{kg/a}$ ，核医学科为 PET 显像场所配备铅废

物桶用于收集含放射性固体废物：铅废物桶表面有电离辐射警示标示。PET 显像场所设有专用废物间用于暂存 PET 显像场所的含放射性固体废物，污物间设有送风及排风设施。

PET 显像场所的含放射性固体废物主要有使用后的注射器、一次性手套、吸水纸、口罩、放射性污染的物品等，这些放射性废物按核素半衰期分类收集：暂存于铅废物桶内：铅废物桶表面拟贴电离辐射警示标志和文字提醒。铅废物桶放置专用塑料袋直接收纳废物：装满后的废物袋应密封，不破漏；对于注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物：应先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入专用塑料袋内。塑料袋满后，在表面显著位置标示废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等说明：送至污物间与其他核素放射性废物分类存放，暂存至少十个半衰期以上，待其放射性比活度低于国家放射性固体废物豁免标准以后：按一般医疗废物处理。

#### ④骨转移瘤治疗 ( $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{188}\text{Re}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ )

骨转移瘤治疗年产生含放射性固体废物约 41.67kg/a，核医学科为骨转移瘤治疗场所配备铅废物桶用于收集含放射性固体废物，铅废物桶表面有电离辐射警示标示。骨转移瘤治疗场所设有专用废物间用于暂存骨转移瘤治疗场所的含放射性固体废物，污物间设有送风及排风设施。

骨转移瘤治疗场所的含放射性固体废物主要有使用后的注射器、一次性手套、吸水纸、口罩、放射性污染的物品等：这些放射性废物按核素半衰期分类收集，暂存于铅废物桶内：铅废物桶表面拟贴电离辐射警示标志和文字提醒。铅废物桶放置专用塑料袋直接收纳废物：装满后的废物袋应密封，不破漏；对于注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物：应先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入专用塑料袋内。塑料袋满后，在表面显著位置标示废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等说明：送至污物间与其他核素放射性废物分类存放，暂存至少十个半衰期以上，待其放射性比活度低于国家放射性固体废物豁免标准以后：按一般医疗废物处理。

#### (2) 放射性废液

本项目核医学科产生的液态放射性污染物主要含有放射性核素  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{125}\text{I}$ 、 $^{18}\text{F}$  等，核医学科甲癌病房、SPECT 注射后休息室、PET 注射后休息室、留观室等均设计了独立的病人专用厕所：对病人的排泄物实施统一收集和管理，设立了放射性废液衰变池用于收集各场所产生的含放射性废水。本项目甲癌、甲亢及前列腺癌治疗区设置了 1 组衰变池：该组衰变池设有沉渣池及 4 个独立的格子（编号为 1#4#），单个格子容积为 75.15m<sup>3</sup>（单个格子有效容积为 69.51m<sup>3</sup>）；SPECT 显像、PET 显像区域设置 1 组衰变池，该组衰变池设有沉



液池及4个独立的格子(编号为A#D#):单个格子容积为39.1m<sup>3</sup>(单个格子有效容积为36.34m<sup>3</sup>)、骨转移瘤治疗患者服药后即可离开核医学科:一般不产生含放射性废水、

<sup>131</sup>I 甲癌年产生含放射性废水300m<sup>3</sup>(1.2m<sup>3</sup>/d),甲亢治疗患者年产生含放射性废水18m<sup>3</sup>(0.12m<sup>3</sup>/d):年产生清洗废水25m<sup>3</sup>(0.1m<sup>3</sup>/d):合计1.42m<sup>3</sup>/d、SPECT显像核素年产生含放射性废水85m<sup>3</sup>(0.34m<sup>3</sup>/d,含每日清洗废水),PET显像核素年产生含放射性废水135.4m<sup>3</sup>(0.5416m<sup>3</sup>/d,含每日清洗废水),动物实验室年产生放射性废水约37.5m<sup>3</sup>(0.15m<sup>3</sup>/d),回旋加速器及制备PET用药物场所年产生放射性废水25m<sup>3</sup>(0.10m<sup>3</sup>/d):合计1.1316m<sup>3</sup>/d。则医院非密封放射性物质工作场所日最大废水产生量为23316m<sup>3</sup>/d:含放射性废水通过相应管道排入相应的专用放射性废液衰变池,经至少十个半衰期以上时间的衰变、检测达标后经审管部门核准排入医院污水管网。

本项目放射性废液衰变池为独立并联衰变池,设有4个独立的衰变池:废水先排入第一衰变池,第一衰变池装满后,则关闭该衰变池入口水闸:打开第二衰变池的入口水闸:废水排入第二衰变池:依次类推排入后续衰变池:实现衰变池的独立交替使用。

由GB18871-2002附录B的B.1.3.4及B.1.3.5可知,相应的单位摄入量的待积有效剂量的值得到放射性核素j的年摄入量的限值 $I_{j,L}$ 的计算公式如下:

$$I_{j,L} = \frac{DL}{e_j}$$

式中:DL——相应的有效剂量的年剂量限值:从保守角度考虑,本项目取职业人员的剂量约束值5mSv/a;

$e_j$ ——标准表B3和B6、B7中给出的放射性核素的j的单位摄入量所致的待积有效剂量的相应值:具体见表11-56。

表 11-56 放射性废液衰变池中各核素的ALI<sub>in</sub>值

序号	核素名称	工作人员吸入和食入单位摄入量所致的待积有效剂量e(g): Sv/Bq		年摄入量限值I (Bq)	ALI <sub>in</sub> (Bq)
1	<sup>90</sup> Y	吸入	2.90×10 <sup>-11</sup>	1.72×10 <sup>8</sup>	1.72×10 <sup>8</sup>
		食入	2.20×10 <sup>-11</sup>	2.27×10 <sup>8</sup>	
2	<sup>113</sup> Ag	吸入	1.10×10 <sup>-8</sup>	4.55×10 <sup>5</sup>	2.27×10 <sup>5</sup>
		食入	2.20×10 <sup>-8</sup>	2.27×10 <sup>5</sup>	
3	<sup>187</sup> Re	吸入	9.3×10 <sup>-11</sup>	5.38×10 <sup>7</sup>	5.38×10 <sup>7</sup>
		食入	4.9×10 <sup>-11</sup>	1.02×10 <sup>8</sup>	

4	$^{11}\text{C}$	吸入	/	/	$2.08 \times 10^8$
		食入	$2.4 \times 10^{-11}$	$2.08 \times 10^8$	
5	$^{64}\text{Cu}$	吸入	$1.50 \times 10^{-10}$	$3.33 \times 10^7$	$3.33 \times 10^7$
		食入	$1.20 \times 10^{-10}$	$4.17 \times 10^7$	
6	$^{68}\text{Ga}$	吸入	$8.10 \times 10^{-11}$	$6.17 \times 10^7$	$5.00 \times 10^7$
		食入	$1.00 \times 10^{-10}$	$5.00 \times 10^7$	
7	$^{90}\text{Zr}$	吸入	$7.50 \times 10^{-10}$	$6.67 \times 10^6$	$6.33 \times 10^6$
		食入	$7.90 \times 10^{-10}$	$6.33 \times 10^6$	
8	$^{177}\text{Lu}$	吸入	$1.10 \times 10^{-9}$	$4.55 \times 10^6$	$4.55 \times 10^6$
		食入	$5.30 \times 10^{-10}$	$9.43 \times 10^6$	
9	$^{131}\text{I}$	吸入	$6.30 \times 10^{-9}$	$7.94 \times 10^5$	$3.85 \times 10^5$
		食入	$1.30 \times 10^{-8}$	$3.85 \times 10^5$	

本项目甲癌甲亢治疗 ( $^{131}\text{I}$ )、前列腺癌治疗 ( $^{177}\text{Lu}$ )、显像 (含动物实验:  $^{11}\text{C}$ 、 $^{14}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{68}\text{Ga}$ 、 $^{90}\text{Zr}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ) 用核素中最长半衰期核素为  $^{131}\text{I}$ , 半衰期为 8.04 天。其他核素半衰期远小于  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$ ; 且  $\text{ALI}_{\text{in}} (\text{Bq})$  值大于  $^{131}\text{I}$ , 故选取  $^{131}\text{I}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  作为代表性核素进行分析。

从偏保守角度考虑,  $^{177}\text{Lu}$  前列腺癌治疗患者住院 1 天; 药物排泄量取 78%, 用水量按甲癌病人计。医院  $^{131}\text{I}$  甲癌患者每周 5 人, 前列腺癌治疗 ( $^{177}\text{Lu}$ ) 治疗患者每天 1 人, 每年 50 周; 甲癌服药量分别为 200mCi 的 2 人/周、150mCi 的 3 人/周。由《日尿排泄  $^{131}\text{I}$  值估算甲状腺癌患者体内残留活度》(中国医疗前沿 2013 年 3 月第 8 卷第 6 期) 可知, 72h 内甲癌患者通过尿液排放的  $^{131}\text{I}$  量最大为服药量的 85.6%, 72h 后  $^{131}\text{I}$  排放量较小。甲亢患者周治疗人数取 30 人; 服药量取一般值 10mCi; 排泄量取 20%。则排入放射性废液衰变池中的  $^{131}\text{I}$  周最大量为  $8.78 \times 10^9 \text{Bq}$ , 排入放射性废液衰变池中的  $^{177}\text{Lu}$  周最大量为  $5.62 \times 10^9 \text{Bq}$ 。

#### ①甲癌、甲亢、前列腺癌治疗区域

由上述分析可知, 单独一个放射性废液衰变池 (有效容积  $36.34 \text{m}^3$ ) 可以收集 48.95 天的放射性废水; 此时甲癌患者住院约 6.99 周 (每周 7 天); 从偏保守考虑, 废水中核素排放量按 7 周计。理论估算时,  $^{131}\text{I}$  废水暂存时间按废水每天连续排放时各衰变池所能容纳的天数, 未考虑中途未有核素病人住院而未有废水排入而导致废水暂存时间的延长, 估算结果是偏保守的。 $^{177}\text{Lu}$  每天 1 位治疗患者, 每周 5 人; 估算时,  $^{177}\text{Lu}$  废水暂存时间考虑了周六、周日暂存的影响。

表 11-57 放射性废水排放时衰变池中 <sup>131</sup>I、<sup>177</sup>Lu 剩余量

核素	周期	排入衰变池量 (Bq)	衰变天数 (天)	衰变后的活度 (Bq)	剩余量 (Bq)	ALI <sub>min</sub> (Bq)
<sup>131</sup> I	1	8.78×10 <sup>9</sup>	195.80	489.29	3.33×10 <sup>4</sup>	2.27×10 <sup>9</sup>
	2	8.78×10 <sup>9</sup>	183.80	358.08		
	3	8.78×10 <sup>9</sup>	181.80	1568.99		
	4	8.78×10 <sup>9</sup>	174.80	2868.87		
	5	8.78×10 <sup>9</sup>	167.80	5245.68		
	6	8.78×10 <sup>9</sup>	160.80	9391.63		
	7	8.78×10 <sup>9</sup>	153.80	17538.13		
<sup>177</sup> Lu					1.33×10 <sup>4</sup>	4.55×10 <sup>4</sup>

由上表可知，当放射性废液衰变池排放放射性废水时，衰变池中 <sup>131</sup>I 的剩余量约 3.33×10<sup>4</sup>Bq，小于 1ALI<sub>min</sub> (2.27×10<sup>9</sup>Bq)；衰变池中 <sup>177</sup>Lu 的剩余量约 1.33×10<sup>4</sup>Bq，小于 1ALI<sub>min</sub>(4.55×10<sup>4</sup>Bq)，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中放射性废液排放的相关要求。每次排放后：医院应用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

#### ②SPECT 显像、PET 显像及骨转移治疗区域

由上述分析可知，SPECT 显像、PET 显像及骨转移治疗区域单独一个放射性废液衰变池（有效容积 36.34m<sup>3</sup>）可以收集 32.11 天的放射性废水。SPECT 显像、PET 显像及骨转移治疗区域含放射性废水中：半衰期最长的核素为 <sup>131</sup>I (4.17 天)，其他核素半衰期远小于 <sup>131</sup>I 半衰期，故以 <sup>131</sup>I 进行代表性的计算。计算公式为  $A = \sum_{i=1}^n A_0 \times e^{-\lambda_i(t_1+t_2)}$ ，式中 A 为排放时衰变池中核素活度；A<sub>0</sub> 为进入衰变池的核质量，t<sub>1</sub> 为单个衰变池收集废水的天数；t<sub>2</sub> 为其他衰变池收集废水的天数；t<sub>1</sub> 取整后为 n，本项目 t<sub>2</sub>=3×t<sub>1</sub>=3×32.11 天=96.33 天，n=32。<sup>131</sup>I 服药 40MBq，每天最多 4 人次，人体排出量按服药量的 50%。代入参数算得 A=56.64Bq，小于 1ALI<sub>min</sub> (2.27×10<sup>9</sup>Bq)；衰变池中 <sup>177</sup>Lu 的剩余量约 1.33×10<sup>4</sup>Bq，小于 1ALI<sub>min</sub> (3.85×10<sup>4</sup>Bq)，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中放射性废液排放的相关要求。每次排放后：医院应用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

SPECT 显像、PET 显像及骨转移治疗区域放射性废液衰变池中其他核素半衰期小于 <sup>131</sup>I，排放限值大于 <sup>131</sup>I，<sup>131</sup>I 达标排放时，其他核素也能达标排放。

#### (3) 放射性废气

放射性药物在使用过程中会产生气载放射性废物。非密封放射性物质工作场所在通风橱分装、稀释液态放射性药品，操作时间较短，在正常情况下，通风橱排出气体的放射性活度很小。通风橱的废气通过管道在核医学科所在楼的屋顶高出屋脊的排放口排放；通风

橱风速不小于1.0m/s,且设置活性炭过滤装置,符合《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)要求:即“合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置,风速应不小于0.5m/s.排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置:排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。”

核医学科有送风及排风系统:核医学科的排风系统均设有高效过滤器过滤装置,排风管道通过废气排风并送至建筑屋脊最高点排放。正常工况下:废气管道中的挥发性气溶胶很少:几乎可忽略不计,再经过通风井墙体屏蔽后对周围公众产生辐射危害可忽略不计。

由核医学科排风设计图可知:场所的管道布置基本遵循由低活度区向高活度区方向流动,且通风管道尽量避免从人员密集或者经常居留的场所及功能房间通过,垂直布置管道时采用专门设计的通风井连接至建筑屋脊最高点进行排放,通风管道布置基本合理。

#### 10.4 施用放射性核医学同位素病人的管理及其对环境的影响

(1) 施用 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{187}\text{Re}$ 和 $^{131}\text{I}$ (甲亢、吸碘率测定)放射性药品的病人留院观察无异常即可离院。

(2) 对施用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{18}\text{F}$ 等放射性药品的病人进行严格管理:病人施用完药物后在注射后休息室休息。留院期间,病人的排泄物统一收集并通过废液衰变池进行处理:经有资质的单位检测达标后排放。

(3) 医生叮嘱病人服药后严禁随地吐痰,防止对地面及周边环境产生 $\beta$ 表面污染。

(4) 由《日尿排泄 $^{131}\text{I}$ 值估算甲状腺癌患者体内残留活度》(中国医疗前沿2013年3月第8卷第6期)可知,甲癌患者住院时间约0.3d~5.3d之间。

医院应在 $^{131}\text{I}$ 患者服药后,根据《临床核医学患者防护要求》(WS533-2017)附录G的测量及估算方法,立即用核医学科配备的X- $\gamma$ 辐射剂量率仪在距患者3m、距地1m测量X- $\gamma$ 辐射剂量率( $H_0$ ):在患者准备离开核医学科时,再在该固定位置测量X- $\gamma$ 辐射剂量率( $H$ ),通过公式 $A_{\text{E}}=A_0H/H_0$ 来反推离开核医学科时体内核素活度,服药患者体内放射性活度满足《临床核医学患者防护要求》(WS533-2017)中出院要求时方可离开核医学科。

(5) 甲癌患者住院期间,应防止患者在病房外随意走动。患者慰问者及探视者应尽量采用视频远程探视。近距离探视时,应穿戴铅衣、铅帽等防护用品,并严格控制探视人员与患者之间的距离(1.5m以上)及探视时间。

(6) 医院参考发表在EJNMMI Physics上的《Radiation precautions for inpatient and outpatient  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE peptide receptor radionuclide therapy of neuroendocrine tumours》(EJNMMI Physics (2019) 6:7)文章对 $^{177}\text{Lu}$ 治疗患者采取住院8h后出院的管理。由该

文献可知：文献中列举了不同病人服药后不同时间体内核素残留活度，住院病人服药 13.1h 后体内核素残留量为给药量的 24%~36%（平均值），门诊病人服药后 5.2h 体内残留量约给药量的 38%（平均值）。

由《辐射安全手册》（潘自强主编）可知， $^{177}\text{Lu}$  的空气比释动能率系数为  $1.32 \times 10^{-12} \text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{Bq}\cdot\text{s}$ 。本项目  $^{177}\text{Lu}$  最大给药量为 200mCi（7400MBq），治疗患者住院 3h 后出院时体内核素残留量按文献中 5.2h 的数据（38%），则患者体内核素活度为 2812MBq，由式（11-29）算得：出院患者体外 1m 处的剂量率为  $13.36 \mu\text{Sv/h}$ ，低于  $^{131}\text{I}$  治疗出院患者出院时体内核素活度  $\leq 400\text{MBq}$  时体外 1m 处的剂量率（ $23.32 \mu\text{Sv/h}$ ）。

$^{177}\text{Lu}$  患者出院后：不考虑核素排泄（出院时体内残留率取 38%），仅考虑核素自身衰减的影响下，第 17 天（衰减时间 16 天）、第 26 天（衰减时间 25 天）、第 41 天（衰减时间 40 天）体外 1m 处的剂量率分别为  $2.56 \mu\text{Sv/h}$ 、 $1.01 \mu\text{Sv/h}$ 、 $0.21 \mu\text{Sv/h}$ 。在仅考虑外照射的影响下，67 天内距患者 1m 时，不同剂量限值下家庭成员每天平均接触时间如下：

剂量限值 ( $\text{mSv}$ )	0.25	1	2
接触时间 h	1.85	7.38	14.73

由上表可知，在距患者 1m 处的情况下，成人每天接触患者的时间随剂量限值增大而增大。服药后的 1 个半衰期内（67 天）：距患者 1m、每天 24h 接触情况下，人员受照剂量最大为  $3.27 \text{mSv}$ 。从保守角度考虑，本项目不建议  $^{177}\text{Lu}$  服药患者出院后乘坐公共交通工具回家；特殊情况下乘坐公共交通工具：应与公众人员保持 1m 以上的距离，且控制接触时间；在家居住时，不建议接触婴儿、孕妇、儿童等人群；与成人接触时，也应控制距离在 1m 以上，且同时控制接触时间。

患者住院及出院时，医院应做好以下工作：①  $^{177}\text{Lu}$  治疗患者服药后：应根据《临床核医学患者防护要求》（WS 533-2017）附录 G 的测量及估算方法：立即用核医学科配备的 X- $\gamma$  辐射剂量率仪在距患者 3m、距地 1m 测量 X- $\gamma$  辐射剂量率 ( $H_0$ )；在患者准备离开核医学科时，再在该固定位置测量 X- $\gamma$  辐射剂量率 ( $H$ )；通过公式  $A_{\text{ex}} = A_0 H / H_0$  来反推离开核医学科时体内核素活度，并确认拟出院患者体表外 1m 处的剂量率是否小于  $23.32 \mu\text{Sv/h}$ （400MBq 的  $^{131}\text{I}$  在 1m 处的剂量率）。② 对出院患者家庭成员提供辐射防护的书面指导，出院后严格控制服药患者与人员接触的距离及时间。

在做好上述措施后，本项目对  $^{177}\text{Lu}$  治疗患者采取住院 3h 后出院的管理可行。

(7) 核医学科服药患者离院时：医务人员书面告知各类施用放射性药物的患者尽量远离其他公众成员及其他相关要求：以减少对公众成员的辐射影响。

## 11.校准用 V 类放射源

本项目校准用放射源包括核医学科 PET 显像设备校准源 5 枚，最大活度为  $9.26 \times 10^7 \text{Bq}$ ；动物实验室校准源 3 枚，最大活度为  $7.4 \times 10^7 \text{Bq}$ 。校准源安装好后，人员在机房外操作；核医学科 PET 校准源活度小于  $^{18}\text{F}$  服药患者服药量 ( $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ )，动物实验室  $^{68}\text{Ge}$  放射源能量小于  $^{18}\text{F}$ ，故机房能很好的屏蔽校准源的  $\gamma$  射线影响。故校准过程中，人员受照影响主要为放射源的安装过程。设备校准频率一般为每半年一至二次，操作人员安装好校准源时间约 20min，则安装放射源年最大时间为 1.33h。则放射源 30cm 处、机房 (PET/CT、PET/MR、microPET/CT) 单边最小长度墙体外 30cm 处的剂量率及源 30cm 处剂量率所致人员受照有效剂量情况如下：

表 11-53 校准用放射源 30cm 处剂量率估算结果表

核素名称	源活度 (Bq)	剂量率常数 ( $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{Bq} \cdot \text{s}$ )	体表外 30cm 处的距离及剂量率		屏蔽体外 30cm 处的距离及剂量率		30cm 处剂量率所致人员年有效剂量 (mSv)
			距离 m	剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	距离 m	剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	
$^{68}\text{Ge}$ (核医学科)	$9.26 \times 10^7$	$2.80 \times 10^{-14}$	0.3	10.37	3.34	0.08	$1.38 \times 10^{-4}$
$^{68}\text{Ge}$ (动物实验室)	$7.4 \times 10^7$	$2.80 \times 10^{-14}$	0.3	8.29	2.12	0.17	$1.10 \times 10^{-4}$
$^{125}\text{I}$ (动物实验室)	$3.7 \times 10^4$	$7.80 \times 10^{-17}$	0.3	11.54	2.12	0.23	$1.53 \times 10^{-4}$
$^{137}\text{Cs}$ (动物实验室)	$3.7 \times 10^4$	$2.12 \times 10^{-17}$	0.3	3.14	2.12	0.06	$4.18 \times 10^{-4}$

注：估算结果未考虑屏蔽物质屏蔽。

由上表可知，工作人员受照剂量最大为  $1.53 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求；也低于剂量约束值  $5 \text{mSv}$ 。

## 三、事故影响分析

### 1.1.1.1 射线装置

本项目使用的 III 类射线装置包括 CT、DR、CT 模拟定位机、PET/CT、SPECT/CT 等，射线装置的 X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此，检修方便；断电状态下也较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

(1) X 射线装置发生 X 射线无法停束故障，人员进入曝光室内而受到误照射。

(2) 工作人员或其他人员在防护门关闭前尚未撤离 X 射线装置所在机房；X 射线装置运行可能产生误照射。X 射线装置出束前，本项目辐射工作人员应对曝光室进行清场，确定无人停留在曝光室、防护门关闭的情况下，才能出束诊断。

(3) 安全装置发生故障、防护门未关闭的状况下,人员误入正在运行的X射线装置机房内或从防护门外过道路过而受到误照射。医院应安排人员定期对防护门、电离辐射警告标志等辐射安全与防护措施进行检查和维护,发现问题及时上报和维修;出束时辐射工作人员应采取人员警戒、现场告知等措施防止无关人员靠近;严格控制无关人员进入曝光室内。

一旦发生辐射事故,应立即消除事故源,防止事故继续蔓延和扩大,即第一时间断开电源,停止X射线的产生;及时检查、估算受照人员的受照剂量,如果受照剂量较高,应及时安置受照人员就医检查,及时处理,出现事故后,应尽快集中人力、物力,有组织、有计划的进行处理。这样,可缩小事故影响,减少事故损失。在事故处理过程中,要在可合理做到的条件下,尽可能减少人员照射。事故处理后应累计资料,及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录:包括事故发生的时间和地点;所有涉及的事故责任人和受害者名单;对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果;所做的任何医学检查及结果;采取的任何纠正措施;事故的可能原因;为防止类似事故再次发生所采取的措施。

对可能发生的放射事故,应及时采取措施,妥善处理,以减少和控制事故的危害影响,并接受监督部门的处理。同时上报生态环境部门和卫生健康部门。

## **2.数字减影血管造影仪(DSA)**

数字减影血管造影仪(DSA)的X射线受开机和关机控制:关机时没有射线发出。因此,检修方便,断电状态下也较为安全。在意外情况下,可能出现的辐射事故如下:

(1)工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离介入室,DSA运行可能产生误照射。工作人员出束前,应通过观察窗等确认介入室内无相关人员后才能出束。

(2)安全联锁装置发生故障状况下:人员误入正在运行的介入室而受到误照射。因此:工作人员应每天检查安全联锁装置,且医务人员必须严格按照 DSA 操作程序进行操作:防止事故的发生。当发生事故时立即按下紧急按钮停止治疗,减少事故的影响。

(3)工作人员误操作导致病人受到不必要的照射,操作人员均须经培训合格后上岗,且按操作规程操作,防止事故的发生。当发生误操作时工作人员应立即停止出束。

根据上述事故类型,对本项目 DSA 装置事故状态造成人员受到误照射的剂量进行估算,按照人员在距离射线装置侧向 10cm 处被误照射,误照射持续 3min 方被发现并终止的事故情景进行估算,参考《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中 X 射线设备防护性能检测要求:透视防护区(介入)工作人员位置空气比释动能率要求 $\leq 400\mu\text{Gy/h}$ ,按照此限值估算人员误照射的剂量。则按照上述场景,机房内误入人员所受的 X 射线辐射剂量率为

0.02mSv/次，未超过公众的年照射剂量约束值（0.25mSv），属于一般辐射事故。

### 3.医用电子直线加速器、射波刀及 TOMO

医院医用电子直线加速器、射波刀及 TOMO 的直线加速器产生的 X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出，因此，检修方便，断电状态下也较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

（1）工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离辐照室：加速器运行可能产生误照射。在辐照室防护门内与操作室设置有人工紧急停机及开门按钮，只要未撤离人员了解该按钮的作用，可避免此类事故的发生。因此，在加速器机房内应设置此按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

（2）安全联锁装置或报警系统发生故障状况下：人员误入正在运行的加速器辐照室。因此，工作人员应每天检查安全联锁装置；且医务人员必须严格按照加速器操作程序进行治疗；防止事故的发生。当发生事故时立即按下紧急按钮停止治疗；减少事故的影响。

（3）工作人员误操作导致病人受到不必要的照射，操作人员均须经培训合格后上岗，且按操作规程操作，防止事故的发生。当发生误操作时工作人员应立即按下紧急停机按钮。

### 4<sup>60</sup>Co 头部伽马刀

#### 4.1 辐射事故风险识别

(1)联锁装置失灵：人员误入；

(2)断电事故；

(3)电气系统失控；

(4)电源事故；

(5)放射源被盗丢失；

(6)换装源误照射；

(7)放射源泄漏；

(8)停机维修期间的误照射；

风险类型：电离辐射损伤。

#### 4.2 辐射事故防范措施

针对上述风险事故，将采取以下措施：

（1）联锁装置失灵：人员误入

<sup>60</sup>Co 治疗系统对三维定位床、屏蔽门之间的运动采用硬件和软件二级安全联锁，确保了治疗过程安全、有序地进行。在主机程序中还设置了自检程序，每次治疗操作前，整个



系统自动检测，只有自检通过后才能进行治疗；设备未设置参数，不能启动治疗；防护门打开或没有关严时，则不能出束；控制室和治疗机房均有紧急制动装置；另外在控制室还可以通过设置在治疗机房的监视器看到治疗机房内的情况，一般情况下不会造成人员误入；即使人员误入，防护门也能从里打开。

极端情况下：所有联锁系统：监视系统全部失灵，正在治疗过程中人员误入，这样：对误入的人员可能造成超剂量的辐射：引发事故。若发生此事故时应立即停止治疗并回源。从理论上讲：发生这种事故的几率极小。为防止事故的发生，平时要经常检查和维修联锁系统及安全系统。工作人员要严守操作规程，每次开机运行前要确认治疗机房无其他人员时，才能开始进行治疗。

#### (2) 断电事故

治疗前：如外部断电：控制系统无法自检：则治疗程序不能启动，不能进行治疗；治疗过程中断电，设备配有可供电 30 分钟的不间断电源，可保证治疗的正常运行和治疗完整性。极端情况下：外部供电系统断电：而不间断电源不能供电或已损坏，此时工作人员可迅速通过在控制室的手动系统完成退床、源复位（将源摇至准自体屏蔽位置）等动作。若手动系统此时也损坏或不能使用：工作人员可迅速进入治疗机房，利用治疗机上的手动系统，将病人退出治疗空腔、关闭屏蔽门等动作。

#### (3) 电气系统失控

当正在治疗时电气系统失控：不能关机时：工作人员同样采取手动的方式完成关源、退床、关闭屏蔽门等程序。这种事故发生几率非常小：若电气有故障，在开机自检时就不能通过治疗，即便这种事故发生：对外环境也不会产生影响。

#### (4) 卡源事故

$^{60}\text{Co}$  治疗系统的卡源和传统的  $^{60}\text{Co}$  治疗机的卡源不同： $^{60}\text{Co}$  源在安装好以后：位置即固定：没有像  $^{60}\text{Co}$  治疗机那样的卡源现象。本项目所指的卡源：是指同轴旋转的准自体 and 源体不能回归零位，即治疗结束后源始终处于照射状态。出现这种情况是由于控制系统失控或同轴旋转的源体和准自体之间出现故障。这种故障的出现与机器的磨损、维护、检修以及质量有关系。在这种情况下：工作人员可立即用控制室的手动系统将源摇回准自体屏蔽位置：人员可不必进入治疗机房，若手摇也无法将源回归零位，则工作人员须迅速进入治疗机房将病人撤离，然后手动将屏蔽门关闭，再找专业人员或厂家修理：这种事故下工作人员进入治疗机房可能造成辐射剂量增加：但只要合理控制现场处理的时间则相对影响很小。

#### (5) 放射源被盗丢失

本项目涉及的放射源在<sup>60</sup>Co治疗头内,在没有专业人员和专业工具的情况下无法卸取;发生放射源被盗、丢失事故的概率很低。一旦发现放射源被盗或丢失,将会对周围环境产生不可估量的影响。在日常工作中,应有专人负责设备管理,非辐射工作人员及患者禁止进入治疗机房,并做好设备的日常检查。放射源被盗或丢失事件发生的几率相对很小,而一旦发生,则应立即启动事故应急预案。

#### (6) 换装源谈照射

换装源过程主要由放射源生产厂家来完成;医院负责协助工作。在换装源过程中如果操作不当,出现源包壳损坏等状况时亦会对周围环境产生不利影响。在操作过程中严格按照辐射防护要求操作。

#### (7) 放射源泄漏

当机器使用时间较长或因外力使源包壳出现破损时,会发生放射源泄漏事件。日常工作中,应保持设备日常检查并用巡测仪等仪器对治疗机房周围剂量进行监测,及时发现放射源是否泄漏。

#### (8) 维修停机期间的辐射事故

维修停机期间操作不当或其他非维修人员谈操作,会导致辐射事故的发生。加强日常工作的监管;在维修停机期间严格按照规程操作;保证有专人看守能有效降低辐射事故发生的几率。

### 5. 后装治疗机

#### (1) 后装机故障

后装机机器故障主要有源容器未插好、通道堵塞等故障,当发生某种故障时,计算机报警,源自动退回,当源完全退回储源器时,防护门指示灯亮绿灯,此时工作人员进入治疗室撤离病人。工程师通过计算机控制和机房现场进行维修。

#### (2) 卡源事故

当后装机发生卡源事故时,后装治疗机操作人员穿戴好铅衣、铅帽等防护用品;佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪,手持便携式辐射监测设备进入后装治疗室内,记录进入时间及治疗室内辐射水平;辐射工作人员尽快把放射源源容器从病人体内取出,置于应急储源容器内;并立即把病人带离至治疗室门口;进行体表辐射监测,监测数据显示无异常后;将病人带离治疗室;最后关上治疗室的防护门,设置醒目的禁入标志,并马上上报科室及医院领导;启动放射事故应急救援机制。

卡源故障发生后：医院应尽快联系后装机的生产厂家安排工程师来院协助故障处理：进行人工退源操作，把放射源退回安全鼓内。在此之前，后装治疗室严禁进入：门前应设隔离区：并注意监测周围的辐射水平。医院对参与紧急处理的人员的受照剂量进行估算并记录：向监督管理部门报告。

(3) 废旧  $^{192}\text{Ir}$  放射源回收过程中的事故主要如下：

①在导源过程中屏蔽体（屏蔽装置）发生损坏导致源不能被屏蔽。

②因工作人员操作不当或出现设备故障，在导源以及换装新放射源时：发生放射源由设备或容器中跌落出来，造成安装或操作人员受到强辐射照射。

(4) 放射源被盗丢失：由于管理不善，放射源发生被盗、丢失、遗弃等事故：而引发环境辐射污染。

(5) 因机房防护门门机联锁故障或控制室人员未能发现治疗室内有人停留等原因：后装治疗机出源治疗致使治疗室内无关人员受到误照射。

(6) 事故情况下人员受照剂量分析

①联锁装置失效：人员误入剂量估算

门机联锁等故障时，工作人员或其他人员误入治疗室从而受到不必要的照射。由式(11-25)理论估算可知，最大装源活度下：距放射源 1m 处的剂量率为  $41070\mu\text{S}/\text{h}$ 。则人员误入状态下，不同时间人员受照的有效剂量由式(11-1)估算得的结果如下：

表 11-29 人员误入状态下不同时间受照剂量估算表 ( $\text{mSv}$ )

时间 (min)	0.5	1	2	5
$^{192}\text{Ir}$ 后装治疗机	0.34	0.68	1.37	3.42

由上表估算结果可知：联锁装置失效，人员误入距源 1m 情况下：停留约 1.5min，误照射剂量超过公众年有效剂量限值 ( $1\text{mS}/\text{a}$ )，误入时间继续延长可能导致人员急性放射性疾病、残疾或死亡。

②装源、换源过程中放射源掉落事故

装源或换源过程中：放射源掉落，人员处理源掉落事故事件约 5min。装源、换源操作由放射源供应商负责。处理事故时，距源不同距离及不同停留时间人员的受照剂量估算结果如下：

表 11-60 源掉落事故不同时间、距离人员受照剂量估算表 (mSv)

时间 (min) \ 距离 (m)	1	2	5	10
0.3	7.61	15.21	38.03	76.06
0.5	2.74	5.48	13.69	27.38
1	0.63	1.37	3.42	6.85
2	0.17	0.34	0.86	1.71
3	0.03	0.15	0.38	0.76

由上表可知：如处理措施不当，人员受照剂量较大，由《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号，2019 年修订）可知，该事故属于较大辐射事故。

### ③卡源事故

发生卡源事故时：大多数情况可通过设备自带的紧急回源按钮或程序将放射源收回到屏蔽体内安全位置，少部分情况需采取人工回源：即工作人员进入治疗室内将源收回至屏蔽体内或置于应急储源铅罐内。此时人员佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪，手持便携式辐射监测设备，穿戴好铅衣、铅帽等辐射防护用品进入治疗室内进行处置：处置时间一般为 1min：人员距源 0.5m，则人员受照剂量为  $41070 \div (0.5)^2 \times (1/60) = 2.74\text{mSv}$ 。

### ④放射源丢失、被盗

本项目放射源属于 III 类密封源，如出现放射源丢失、被盗，由《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号，2019 年修订）可知，该事故属于较大辐射事故。

(7)  $^{192}\text{Ir}$  后装机事故防范措施主要包括：

①辐射操作人员持证上岗，定期进行辐射防护知识的培训 and 安全教育，严格按照设备操作程序操作。

②机房设置门-机联锁装置、视频监控、对讲装置，防护门张贴电离辐射警示标志及安装工作指示灯，工作人员定期检查门-机联锁、视频监控、对讲装置等设备，出现故障及时维修。

③制定后装机卡源事故应急处置措施并加强工作人员卡源事故演习，当出现卡源事故时严格按照应急处置措施进行处理。

④废源回收以及新放射源的更换均由设备供应商或厂家完成。

⑤医院加强放射源的辐射管理，后装机机房出入口设置摄像头监控，放射源被盗的几率很小。一旦发生放射源丢失或被盗：根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》环保部令 第 18

号》、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（国家环保总局：环发[2006]145号）以及《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第17号）中的有关要求，医院应按规定启动本单位辐射事故应急预案，并及时报告当地生态环境部门、公安部门以及卫生健康部门。

## 6 回旋加速器及制备药物区域

### 6.1 回旋加速器

回旋加速器在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

(1) 人员在防护门关闭前尚未撤离辐照室：加速器运行可能产生该照射。在辐照室防护门内与操作室设置有人工紧急停机及开门按钮；设置此按钮醒目的指示和说明，发生事故时应按下急停按钮；停止出束；减小事故影响。

(2) 安全联锁装置或报警系统发生故障状况下：人员误入正在运行的回旋加速器机房内。因此，工作人员应每天检查安全联锁装置，且医务人员必须严格按照加速器操作程序进行操作；防止事故的发生。当发生事故时立即按下紧急按钮停止运行，减少事故的影响。

(3) 靶靶事故：在核素制备过程中：靶处于高压状态；且粒子轰击靶会产生高温；当靶的冷却系统异常时，可能导致靶被打穿；使得靶水进入真空系统，靶物质冷凝在真空管壁上；造成污染。发生此类事故时，可关闭回旋加速器机房防护门 24h，利用<sup>18</sup>F等核素半衰期较短的特点；进行自然衰变后再进行处理。出现较严重的泄露时，先用专用的废物桶收集暂存；满足相关排放标准后再排入放射性废液衰变池。

(4) 排风系统故障、排风系统故障后：需立即切断射线装置电源；并暂时封存加速器机房，通过放射性核素的种类和活度等参数，估算封存时间，待封存时间期满；经辐射测量满足相关标准后，方可进入加速器机房对零部件进行维修维护。

(5) 放射性药物输送过程中，由于操作失误，导致药液传输错误；维修人员进入合成热室内受到该照射。事故发生后：立即停机并封锁现场，该照人员立即可离开辐射区域。检查、估算受照人员的受照剂量；如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

### 6.2 回旋加速器制备药物区域

(1) 工作人员将淋洗瓶向标记台转移过程中，不慎将带有锡合金防护的淋洗瓶掉落在地上；装有淋洗液的真空瓶破裂；部分淋洗液渗出，造成场所内局部污染。

(2) 在标记过程中：因用力过大注射器突然爆裂，散落在标记台上。

(3) 工作人员在分装区域内将操作时，不慎将装有原液的铅防护罐掉落在地上，部分原液渗出；造成生产车间内局部污染。

发生放射性药物溅洒等事故后，工作人员需穿上铅衣；戴上铅手套，口罩；迅速将未渗出的液体连同防护罩放置到铅防护废物桶，使用长柄镊子夹取吸水纸或棉花收集溅洒的放射性液体，然后放入铅防护废物桶内进行安全存贮（包括被污染的容器碎片）。

对可能发生的放射事故，应及时采取措施，妥善处理；以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，可时上报生态环境部门和卫生健康部门。

## 7.动物实验室及核医学科非密封放射性物质

### (1)放射性污染控制

当非密封放射性物质工作场所发生放射性污染时，应当及时采取得当的应急措施，使放射性污染得到及时有效地控制。具体的处理方法如下。

①确认引起放射性污染事故的发生及当事人。

②确定发生污染的核素名称、数量、剂量和放射性污染的具体位置、范围、放射性强度等和发生的时间。

③做好警示标识：及时隔离及限制污染现场，穿戴好铅衣等防护用品对污染部位采用肥皂等清洗剂反复清洗，至污染控制水平以下为止。

④评价去污处理效果：污染部位或污染物进行去污处理后应进行处理效果的评价，如用辐射监测仪进行表面污染放射性检测，同时用于去污处理的材料去污处理后应按放射性废物处置；以防放射性污染的扩大和二次污染的发生。被污染过的仪器和器械应暂停使用。

### (2)放射性核素偷盗、丢失事故的处理

①确认放射性核素、密封源被偷盗、丢失事故的发生。

②查证放射性核素、密封源的核素名称、数量、活度；被偷盗、丢失的可能时间、地点和嫌疑人等。

③及时向生态环境、卫生健康部门报告；积极配合公安部门的调查。

④写出事故处理结果报告，查找事故发生的原因及可能的环节，评估事故影响。

### (3)应急预案的启动

①一旦发生辐射事故：即时启动《辐射事故应急预案》。发生辐射事故时：当事人应即刻报告辐射事故应急处理小组组长；组长随即通知辐射事故应急处理小组有关成员采取应急相应救助措施。

②发生辐射事故时，应急处理小组各成员应认真履行各职责，各相关部门应积极协调配合；以便能妥善处理所发生的辐射事故。

③各应急救助物质应准备充分、调配及时。

④发生事故后应在及时上报生态环境、卫生健康和公安等行政主管部门。

### **8.V 类密封源**

医院密封源使用过程中，可能发生的事故情况如下：

(1) 因工作人员操作不当或出现设备故障：在安装或拆卸放射源时，发生放射源由设备或容器中跌落出来，造成操作人员受到强辐射照射。此时，应及时将放射源装入自带的屏蔽容器内，减少对人员的照射。

(2) 由于管理不善：放射源发生被盗、丢失、遗弃等事故：而引发环境辐射污染。发生放射源丢失、被盗、遗弃事故时，应立即启动单位辐射事故应急预案。

表 12 辐射安全管理

### 一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 修订）等法规文件，为保证建设项目建设期和运营期的辐射防护措施落实情况，医院成立了以陈达灿为组长，李俊、史俏蓉为副组长，陈全福、曾影红、叶建红、何思昆、黄健等为组员的辐射安全领导小组，规定了辐射安全领导小组职责（见附件 6）。

### 二、辐射安全管理规章制度

#### 1. 现有规章制度及落实情况

为保障放射性同位素与射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，医院在不断总结完善近年来核技术利用方面的经验，针对辐射设备情况和预期工作情况制定了《辐射（放射）工作人员个人剂量监督制度》、《工作人员学习、培训（再教育制度）》、《辐射事故（放射事件）报告制度》、《放射源台账制度》、《辐射工作环境安全检查与检查制度》、《工作人员职业健康检查制度》、《辐射事故（放射事件）应急预案演练制度》、《放射性废物排放与处理制度》《直线加速器机操作规程》、《后装机安全操作规程》、《广东省中医院辐射（放射）事故应急预案》等规章制度，医院执行相关制度情况如下：

（1）辐射安全与防护培训：医院辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训（附件 5），并通过考核。

（2）个人剂量计及检测情况：辐射工作期间，医院辐射工作人员佩戴个人剂量计，定期送检；医院建立了剂量监测档案并存档。

（3）职业健康体检：医院安排了辐射工作人员参加职业健康体检；建立了职业健康档案。

（4）年度评估：医院每年委托有资质的单位对医院辐射工作场所进行监测，并向上级主管部门提交年度评估报告。

上述管理制度的操作规程能满足医院目前的辐射工作；但须及时按照国家法律法规等现行要求修改，全面完善和健全各项规章制度。

#### 2. 本项目规章制度

本项目依托医院现有规章制度，医院现有规章制度能够满足本项目需要，现有规章制度切实可行，符合国家相关法律法规的要求。



医院应结合本项目内容，制定回旋加速器等相关设备的具体操作规程；进一步完善核医学科的相关规章制度。本项目运行后，医院应严格落实各项规章制度，定期修改和完善各项规章制度，确保医院放射性同位素与射线装置的安全运行。

### 三、辐射监测

#### 1. 已有项目的辐射监测开展情况

①验收监测：医院已运行项目，已委托有相关监测资质的监测单位对辐射工作场所的辐射防护设施进行全面的验收监测。

②常规监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，包括射线机房的各面屏蔽墙、防护门等以及非密封放射性物质工作场所，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

③辐射工作人员佩戴个人剂量计上岗，并每季度送有资质单位进行检测，个人剂量检测报告见附件4。

#### 2. 此次项目辐射监测计划

(1) 给新增辐射工作人员配备个人剂量计；并定期（每季度1次）送检；建立个人剂量档案；发现个人剂量监测结果异常时：应立即核实和调查。安排辐射工作人员上岗前、在岗、离岗前的职业健康体检；建立健康档案。

(2) 每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

(3) 医院将利用配备的X-γ辐射监测仪、表面沾污仪等辐射监测设备，自行定期对医院各工作场所进行监测。医院辐射监测设备配备情况见表12-1，辐射监测计划见表12-2。

表 12-1 本项目辐射监测设备配备情况一览表

序号	工作场所名称	设备类型	数量(台)
1	直线加速器、伽马刀、后装治疗机等	X-γ剂量率辐射监测仪	2
		个人剂量报警仪	12
2	制备 PET 药物场所	α、β表面污染仪	1
		X-γ剂量率辐射监测仪	1
3	显像及骨转移治疗区域	α、β表面污染仪	1
		X-γ剂量率辐射监测仪	1
4	甲癌、前列腺癌区域	α、β表面污染仪	1
		X-γ剂量率辐射监测仪	1
5	动物实验室	α、β表面污染仪	1
		X-γ剂量率辐射监测仪	1

表 12-2 辐射监测计划

监测对象		监测方案	监测项目	监测频率	监测方式
CT 模拟定位机等 II 类放射装置	防护性能	四周屏蔽墙外 30cm 处、操作位、防护门门缝处、观察窗、楼上等	X-γ 辐射剂量率	每年 1 次	委托有资质单位监测
			X-γ 辐射剂量率	每半年 1 次	自行监测
	安全联锁	实测并检查	安全	每次使用前	自行检测
医用电子直线加速器	防护性能	四周屏蔽墙外 30cm 处、操作位、防护门门缝处、楼上等	X-γ 辐射剂量率、中子剂量当量率	每年 1 次	委托有资质单位监测
			X-γ 辐射剂量率	每季度 1 次	自行监测
	安全联锁	实测并检查	安全	每次使用前	自行检测
<sup>192</sup> Ir 后装治疗机、 <sup>60</sup> Co 伽马刀 TOMO、射波刀	防护性能	四周屏蔽墙外 30cm 处、操作位、防护门门缝处、楼上等	X-γ 辐射剂量率	每年 1 次	委托有资质单位监测
			X-γ 辐射剂量率	每年 1 次	自行监测
	安全联锁	实测并检查	安全	每次使用前	自行检测
回旋加速器	防护性能	四周屏蔽墙外 30cm 处、操作位、防护门门缝处、楼上等	X-γ 辐射剂量率、中子剂量当量率	每年 1 次	委托有资质单位监测
			X-γ 辐射剂量率	每年 1 次	自行监测
	安全联锁	实测并检查	安全	每次使用前	自行检测
核医学科、动物实验室、回旋加速器制备药物场所	日常例行监测	对各工作场所的各功能室以及楼上用房进行实测	X-γ 辐射剂量率	每 2 周 1 次	自行监测
			β 表面沾污	每月 1 次	自行监测
		人体表面皮肤、衣物等	X-γ 辐射剂量率	每次离开高活性室、核医学科、热室房间前	自行监测
	各功能室	对各工作场所的各功能室以及楼上用房进行实测	X-γ 辐射剂量率	每年 1 次	委托有资质单位监测、自行监测
			β 表面沾污	每年 1 次	
	专用衰变池排口	实测	排放前废水中总 β 放射性	排放前	委托有资质单位监测
	放射性固体废物	实测	放射性比活度	排放前	委托有资质单位监测、自行监测
<sup>22</sup> Na、 <sup>64</sup> Ge、 <sup>137</sup> Cs 放射源	日常例行监测	源容器表面	X-γ 辐射剂量率	每次使用前、后及日常例行监测	自行监测
辐射工作人员		携带个人辐射剂量计	年有效剂量	操作时，每季度送检 1 次	送有资质单位检测

外环境	实测	X、 $\gamma$ 辐射剂量率	每年1次	委托有资质单位监测
-----	----	-------------------	------	-----------

医院制定的辐射监测计划符合医院实际情况，包含了竣工环境保护验收监测与定期监测、辐射工作人员个人剂量监测以及日常自行监测，内容全面，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）等的要求。

综上所述，医院辐射监测计划较为全面，能够涵盖核技术利用项目的各个环节，且监测频率较为合理，辐射监测计划整体可行。

#### 四、辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规，医院根据可能发生的辐射事故的风险，制定了本单位的应急预案，做好应急准备。发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防护措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门、公安部门和卫生部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。广东省中医院的辐射事故应急预案包括了以下内容：

##### 1. 应急机构及其职责

医院成立了放射事件应急处理预案领导小组，组成情况如下：

组 长：陈达灿

副组长：李俊、史倩蓉

成员：陈全福、曾影红、叶建红、何思昆、黄健、谭毅、蔡国鑫、陈秋雄、蔡业峰、李贵福、白小欣、黄琦、常钢、吴万垠、刘旭生、林琳、林华、李工、王学琦、张北平、郑朝阳、王侠、钟世杰、刘波、刘俊、钟治平、张思伟、刘玉品、冉鹏程

秘书：刘波、梁华伦、薛炳田（专职秘书）

##### 2. 辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重至轻将辐射事故分为重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故三个等级。

**重大辐射事故（I级）：**是指I类、II类辐射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人（含10人）急性重度辐射病、局部器官残疾。

**较大辐射事故（II级）：**是指III类辐射源丢失、被盗、失控或者放射性同位素和射线

装置失控导致9人以下（含9人）急性重度辐射病、局部器官残疾。

一般辐射事故（III级）：是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控，导致人员受到超过年剂量限制的照射。

医院根据本项目内容可能发生的辐射事故，对辐射事故进行了分级，符合相关法律法规要求。

### 3.应急预案的启动、报告、处理

医院辐射事故应急预案制定了相关的辐射事故应急基本原则和程序、辐射事故的预防、辐射事故的处理等内容，针对医院许可使用的放射性同位素与射线装置制定了相应的事故处理措施。

广东省中医院制定的应急预案，内容详实，可操作性较强，能够满足在发生辐射安全事故时的应急处理的需要。医院在日常应加强事故演习，加强医院人员的安全文化素养培植，使树立较强的安全意识，减少人为因素导致的意外事故的发生率，确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益。

综上所述，评价认为，广东省中医院辐射环境管理满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019修订）等相关法律法规及标准的相关要求。

表 13 结论与建议

### 1.结论

广东省中医院南沙医院位于灵山大道西侧、四涌以南，在南沙医院内使用II类、III类医用射线装置；使用I类、III类、V类密封放射源；使用回旋加速器生产PET用放射性核素，使用乙级非密封放射性物质工作场所。

#### 1.1 实践正当性

广东省中医院南沙医院本项目内容为使用II类、III类医用射线装置；使用I类、III类、V类密封放射源，使用回旋加速器生产PET用放射性核素，使用乙级非密封放射性物质工作场所开展各种放射诊断和放射治疗项目，该项目的开展：能够为患者提供好的医疗服务，且经评价分析，医院上述放射性同位素与射线装置的工作场所屏蔽措施符合相关标准要求，对人员及周边环境的影响在国家标准范围内，该项目辐射实践的正当性。

#### 1.2 辐射安全与防护

由机房辐射防护措施分析可知：CT、双源CT、DR、X射线骨密度仪、X射线体外碎石机、乳腺钼靶机、数字胃肠机、X射线模拟定位机、CT模拟定位机、<sup>3</sup>PET/CT、PET/CT、microPET/CT、DSA 机房及固定防护机房防护设施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关要求。

医用电子直线加速器、射波刀及TOMO机机房大小、屏蔽物质厚度等辐射安全与防护措施满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机》（GBZ/T201.2-2011）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的相关要求。

回旋加速器机房平面布局等辐射安全与防护措施满足《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-85）、《10MeV~20MeV范围内固定能量强流质子回旋加速器》（GB/T34127-2017）的相关要求。

头颈部马刀机房大小、屏蔽物质厚度等辐射安全与防护措施满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分： $\gamma$ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的相关要求。

后装治疗机机房大小、屏蔽物质厚度等辐射安全与防护措施满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分： $\gamma$ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）、《放射治

疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的相关要求。

核医学科非密封放射性物质工作场所布局等满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的相关要求。

动物实验室非密封放射性物质工作场所布局等满足《医用与生物学实验室使用非密封放射性物质的放射卫生防护基本要求》（WS 457-2014）的相关要求。

### 1.3 环境影响分析

由理论估算可知：医院放射性同位素与射线装置正常运行时，医院辐射工作人员职业照射的最大年有效剂量值为  $3.68\text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求；也低于剂量约束值  $5\text{mSv}$ 。公众受照的最大年有效剂量值为  $0.10\text{mSv/a}$ ；符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求；也低于剂量约束值  $0.25\text{mSv}$ 。

### 1.4 辐射安全管理

医院已建立《辐射（放射）工作人员个人剂量监督制度》、《工作人员学习、培训（再教育制度）》、《辐射事故（放射事件）报告制度》、《放射源台账制度》、《辐射工作环境安全检查与检查制度》、《工作人员职业健康检查制度》、《辐射事故（放射事件）应急预案演练制度》、《放射性废物排放与处理制度》《直线加速器机操作规程》、《后装机安全操作规程》、《广东省中医院辐射（放射）事故应急预案》等规章制度。

医院应结合本项目内容：补充回旋加速器操作规程、进一步完善核医学科的相关规章制度、完善辐射事故应急预案内容等。

### 1.5 三废处置

本项目废旧的  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{68}\text{Ge}$ 、 $^{22}\text{Na}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  放射源、医用电子直线加速器产生的废靶、回旋加速器的废靶由生产厂家回收处理。非密封放射性物质工作场所设有放射性废液衰变池、放射性废物衰变桶及通风橱、活性炭过滤装置等，能对非密封放射性物质工作场所使用过程中的放射性废水、放射性固体废物及放射性废气进行有效处置。故本项目放射性废水、废气及固体废物处置方案可行。

### 1.6 结论

本评价项目建设方案中已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计；建设过程如能严格按照设计方案进行施工，建筑施工质量能达到要求时；并且完善本次评

价对该项目提出的各项要求及措施，则本评价正常运行时：对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该评价项目是可行的。

## **2.建议**

建议项目单位认真做好以下几项工作：

(1) 医院已环评未运行的放射性同位素与射线装置运行后：应及时申请竣工环境保护验收。

(2) 医院应定期完善辐射安全与防护管理的相关规章制度。

(3) 建设单位应细化相关设计图纸，如补充回旋加速器急停按钮、视频监控、对讲装置按钮位置等。

(4) DSA 机房电缆沟等管线孔穿越墙体处：应采用下穿式或曲折式穿越，采取屏蔽补偿，穿越位置应避开控制台及人员长期停留位置。

表 14 审批

<p>下一级环保部门预审意见:</p>	<p>公 章</p>
<p>经办人:</p>	<p>年 月 日</p>
<p>审批意见:</p>	<p>盖 章</p>
<p>经办人:</p>	<p>年 月 日</p>



附件 1: 辐射安全许可证



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	广东省中医院		
地址	广东省广州市越秀区大德路111号		
法定代表人	陈达旭	电话	██████████
证件类型	身份证	号码	██████████
涉源部门	名称	地址	负责人
	天河门诊部	广东省广州市天河区天河东路60号	洪灵
	下塘门诊部	广州市麓景路土街13巷9号	邱瑞娟
	大学城医院	广东省广州市番禺区广州市番禺区大学城内环西路55号	刘玉品
	慈善医院	广东省广州市荔湾区涌岸街36号	张思伟
	二沙岛医院	广东省广州市越秀区广州市二沙岛大通路261号	钟治平
	石井门诊部	广东省广州市白云区石槎路1411号	蒋革新
种类和范围	使用III类、IV类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号			
有效期至	2022 年 06 月 04 日		
发证日期	2019 年 12 月 18 日 (发证机关章)		

## 辐射工作单位须知

一、本证由发证机关填写，禁止伪造、变造、转让。

二、单位名称、地址、法定代表人变更时，须办理证书变更手续；改变许可证规定的活动种类或者范围及新建或者改建、扩建生产、销售、使用设施或者场所的，需重新申领许可证；证书注销时，应交回原发证机关注销。

三、本证应妥善保管，防止遗失、损坏。发生遗失的，应当及时到所在地省级报刊上刊登遗失公告，并持公告到原发证机关申请补发。

四、原发证机关有权对违反国家法律、法规的辐射工作单位吊销本证。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	广东省中医院		
地址	广东省广州市越秀区大德路111号		
法定代表人	陈达灿	电话	██████████
证件类型	身份证	号码	██████████
涉源部门	名称	地址	负责人
	珠海医院	广东省珠海市香洲区吉大乐景路53号	陈俊
	总院	广东省广州市越秀区广州市越秀区大德路111号	刘颀
种类和范围	使用III类、IV类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；生产、使用非密封放射性物质；乙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号	粤环辐证[00773]		
有效期至	2022 年 06 月 04 日		
发证日期	2019 年 12 月 18 日 (发证机关章)		

## 辐射工作单位须知

一、本证由发证机关填写，禁止伪造、变造、转让。

二、单位名称、地址、法定代表人变更时，须办理证书变更手续；改变许可证规定的活动种类或者范围及新建或者改建、扩建生产、销售、使用设施或者场所的，需重新申领许可证；证书注销时，应交回原发证机关注销。

三、本证应妥善保管，防止遗失、损坏。发生遗失的，应当及时到所在地省级报刊上刊登遗失公告，并持公告到原发证机关申请补发。

四、原发证机关有权对违反国家法律、法规的辐射工作单位吊销本证。

## 活动种类和范围

### (三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[00773]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	飞利浦-BV-Libra-移动C臂机	Ⅲ类	2	使用
2	GENDEX-DENS-O-MAT-牙片机	Ⅲ类	1	使用
3	Planmeca-Proline-XC-口腔全景机	Ⅲ类	1	使用
4	好乐杰-Discovery-A-骨密度仪	Ⅲ类	1	使用
5	飞利浦-Easy-Diagnost-Eleven-胃肠机	Ⅲ类	1	使用
6	西门子-Mobilett-Mira-移动DR机	Ⅲ类	1	使用
7	佳能-SM-50HF-B-D-移动DR机	Ⅲ类	1	使用
8	西门子-AXIOM-Aristos-VX-DR机	Ⅲ类	1	使用
9	Kodak-DirectView-DE7500-DR机	Ⅲ类	1	使用
10	西门子AXIOM-Iconos-R200-胃肠机	Ⅲ类	1	使用
11	西门子-AXIOM-Aristos-MX-DR机	Ⅲ类	1	使用
12	GIOTTO-IMAGE-MD-乳腺机	Ⅲ类	1	使用
13	西门子SOMATOM-Definition-Flash-CT机	Ⅲ类	1	使用
14	飞利浦-BrightView-MCT-SPECT/CT机	Ⅲ类	1	使用
15	西门子-SOMATOM-Sensation16-CT机	Ⅲ类	1	使用
16	西门子-Artis-Q-biplane-DSA机	Ⅱ类	1	使用
17	飞利浦-UNIQ-Clarity-FD10-DSA机	Ⅱ类	1	使用
18	西门子-Ysio-DR机	Ⅲ类	1	使用

## 活动种类和范围

### (三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[00773]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
19	飞利浦 Allura XPer FD 20 DSA机	II类	1	使用
20	西门子 SIREMOBIL Compact L 移动式C臂机	III类	1	使用
21	Selenia ASY-00676 乳腺机	III类	1	使用
22	Planmeca ProMax 牙科全景机	III类	1	使用
23	东芝 Aquilion ONE TSX-301C CT机	III类	1	使用
24	好乐杰 Discovery A 骨密度仪	III类	1	使用
25	飞利浦 UNIQ Clarity FD20 DSA机	II类	1	使用
26	西门子 Ysio Max DR机	III类	1	使用
27	湛江海滨 HB-ESWL-V-G 体外冲击波碎石机	III类	1	使用
28	GE INNOVA3100 DSA机	II类	1	使用
29	西门子 AXIOM Luminos DRF 胃肠机	III类	1	使用
30	飞利浦 Digital diagnosis TB DR机	III类	1	使用
31	佳能 SW-50HF-B-D 移动DR机	III类	1	使用
32	西门子 AXIOM Luminos DRF MAX 胃肠机	III类	1	使用
33	核通 SIMULIX-HQ 模拟定位机	III类	1	使用
34	西门子 SOMATOM Sensation Open CT机	III类	1	使用
35	瓦里安 CLINAC 23 EX 医用电子直线加速器	II类	1	使用
36	好乐杰 Discovery A 骨密度仪	III类	1	使用

## 活动种类和范围

### (三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[00773]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
37	瓦里安 EDGE 医用电子直线加速器	II类	1	使用
38	西门子 SIREMOBIL Compact L 移动式C臂机	III类	1	使用
39	飞利浦 BV-Libra9 移动C臂机	III类	1	使用
40	基里 INTRABEAM PRS-500 移动式中放疗装置	II类	1	使用
41	GE INNOVA3100 DSA机	II类	1	使用
42	GE LightSpeed16 CT机	III类	1	使用
43	西门子 AXIOM ARTIS DPC DSA机	II类	1	使用
44	GE INNOVA4100 DSA机	II类	1	使用
45	GE Lightspeed VCT CT机	III类	1	使用
46	Selenia ASY-00676 乳腺机	III类	1	使用
47	GE Revolution XR/d DR机	III类	1	使用
48	西门子 Biograph 64 TruePoint PET/CT	III类	1	使用
49	西门子 Solipsis RD 医用回旋加速器	II类	1	使用
50	东芝 Aquilion ONE TSX-301A CT机	III类	1	使用
51	西门子 Ysio DR机	III类	1	使用
52	西门子 Ysio DR机	III类	1	使用
53	飞利浦 EasyDignost Eleva 胃肠机	III类	1	使用
54	多尼尔 Compact Delta II 碎石机	III类	1	使用



## 活动种类和范围

### (三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[00773]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
55	佛山精华 JHY 牙片机	III类	1	使用
56	GE Discovery NM/CT 670 SPECT/CT机	III类	1	使用
57	西门子 SOMATOM Definition AS CT机	III类	1	使用
58	西门子 Artis zeego III DSA机	II类	1	使用
59	佳能 SM-50HF-B-D 移动DR机	III类	1	使用
60	佳能 SM-50HF-B-D 移动DR机	III类	1	使用
61	西门子 Multix Select DR DR机	III类	1	使用
62	岛津 FLEXAVISION DR机	III类	1	使用
63	飞利浦 UNIQ Clarity FDI DSA机	II类	1	使用
64	GE INNOVA 3100 DSA机	II类	1	使用
65	飞利浦 BV Libra25 移动C臂机	III类	1	使用
66	西门子 AXIOM Aristos WX DR机	III类	1	使用
67	佳能 SM-50HF-B-D 移动DR机	III类	1	使用
68	好乐杰 Discovery A 骨密度仪	III类	1	使用
69	飞利浦 Brilliance CT 64 slice CT机	III类	1	使用
70	西门子 AXIOM Luminos DRF 胃肠机	III类	1	使用
71	Selenia ASY-00676 乳腺机	III类	1	使用
72	西门子 Ysio Max DR机	III类	1	使用

## 活动种类和范围

### (三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[00773]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
73	西门子 ARCADIS Varic 移动式C臂机	III类	1	使用
74	Imlis DIREX-Dust-Ragna 碎石机	III类	1	使用
75	西门子AXIOM Aristos VI Plus DR机	III类	1	使用
76	GE-Innova-3100 DSA机	II类	1	使用
77	西门子AXIOM Aristos-MX 双板DR机	III类	1	使用
78	GIOTTO IMAGE MD 乳腺机	III类	1	使用
79	西门子 AXIOM Aristos VX 单板DR机	III类	1	使用
80	西班牙 SEDECAL SM-30HF-B-3 非x线	III类	1	使用
81	OC100-0T 口腔全景机	III类	1	使用
82	东芝 TSX-301A12E CT机	III类	1	使用
83	深圳安健 DT670 胃肠机	III类	1	使用
	以下空白			

## 活动种类和范围

### (二) 非密封放射性物质

证书编号: 粤环辐证[00773]

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量(贝可)	活动种类
1	总院核医学科	乙级	Tc-99m	1.85E+08	4.63E+12	使用
2	总院核医学科	乙级	I-131	3.70E+08	1.85E+11	使用
3	总院核医学科	乙级	Sr-89	5.55E+07	3.70E+10	使用
4	总院核医学科	乙级	P-32	7.40E+07	4.63E+10	使用
5	总院核医学科	乙级	F-18	1.11E+07	9.25E+09	使用
6	总院核医学科	乙级	I-125	1.48E+07	7.4E+10	使用
7	大学城ECT室	乙级	Tc-99m	1.85E+08	4.63E+12	使用
8	大学城ECT室	乙级	I-131	3.70E+08	1.85E+11	使用
9	大学城ECT室	乙级	Sr-89	5.55E+07	3.70E+10	使用
10	大学城ECT室	乙级	P-32	7.40E+07	4.63E+10	使用
11	大学城ECT室	乙级	F-18	1.11E+07	9.25E+09	使用
12	大学城核医学科	乙级	I-125	1.48E+07	7.4E+10	使用
13	大学城PET用放射性药物制备区	乙级	C-11	1.1E+08	2.76E+12	生产
14	大学城PET用放射性药物制备区	乙级	N-13	3.7E+07	9.29E+11	生产
15	大学城PET用放射性药物制备区	乙级	O-15	3.7E+07	9.29E+11	生产
16	大学城PET用放射性药物制备区	乙级	F-18	3.7E+08	9.29E+12	生产
17	大学城PET/CT室	乙级	C-11	1.1E+08	2.76E+12	使用
18	大学城PET/CT室	乙级	N-13	3.7E+07	9.29E+11	使用

## 活动种类和范围

(二) 非密封放射性物质

证书编号: 粤环辐证[00773]

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	活动种类
19	大学城 PET/CT 室	乙级	O-15	3.7E+07	9.29E+11	使用
20	大学城 PET/CT 室	乙级	F-18	3.7E+08	9.29E+12	使用
	***					

# 活动种类和范围

## (一) 放射源

证书编号: 粤环辐证[00773]

序号	核素	类别	总活度 (贝可) 活度 (贝可) × 枚数	活动种类
1	Ir-192	III	3.7E+11	使用
2	Ge-68	V	2*4.62E+07	使用
3	Ge-68	V	9.25E+07	使用
***				

# 活动种类和范围

## (一) 放射源

证书编号:

序号	核素	类别	总活度(贝可) / 活度(贝可) × 枚数	活动种类

2020.1.6(42)

### 台帐明细登记

(一) 放射源

证书编号:

序号	核素	出厂日期	出厂活度 (Bq)	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
17	Ir-192	2006年 11月09日	6.7E+11	D164	NL161R 001423	II	放疗	放疗科	来源: 北京德事尔核技术公司 去向: 上海海博同位素有限公司	2007.1.9	
18	Ir-192	2007年 5月4日	3.7E+11	D164	NL173R 000843	II	放疗	放疗科	来源: 北京德事尔核技术公司 去向: 上海海博同位素有限公司	2007.2.14	
19	Ir-192	2008年 2月20日	8.7E+11	D166	NL182R 000233	II	放疗	放疗科	来源: 北京德事尔核技术公司 去向: 上海海博同位素有限公司	2008.3	
20	Ir-192	2008年 9月09日	6.7E+11	D166	NL182R 002103	II	放疗	放疗科	来源: 北京德事尔核技术公司 去向: 上海海博同位素有限公司	2009.1.8	
21	Ir-192	2008年 02月02日	3.7E+11	D166	NL191R 000073	II	放疗	放疗科	来源: 北京德事尔核技术公司 去向: 上海海博同位素有限公司	2009.2.23	
23	Ir-192	2009年 10月28日	3.7E+11	D164	NL191R 002943	II	放疗	放疗科	来源: 北京德事尔核技术公司 去向: 上海海博同位素有限公司	2009.12.17	
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		

放射科业务专用章

### 台帐明细登记

(一) 放射源

证书编号:

序号	核素	出厂日期	出厂活度 (Bq)	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		
									来源		
									去向		

## 审 批

省级环保部门审批意见:

关于广东省中医院核技术应用项目环境影响报告表(06HP589)审批意见:

原则同意广州市环保局初审意见,同意该项目的建设。项目包含放射性同位素应用(核医学应用、影像检查、放射治疗)、密封源应用(后装机铯-192)、射线装置(二台直线加速器、X射线机、CT机和模拟定位机等)。项目建设应严格执行环境保护“三同时”制度(防治污染的设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用)并落实辐射防护与辐射安全管理的各项措施,机房应做好屏蔽措施,减少射线外漏,射线探测仪器要定期检查,确保有效可靠,工作人员应定期接受安全教育,并制订完善的操作规程和管理制度,杜绝可能发生的人员受误照事件;本项目工作人员个人剂量管理目标值为5mSv/a,公众管理目标值为0.25 mSv/a,项目建成后你院应按规定程序向我局申请项目竣工验收。

经办人签字



2007年2月13日



## 审 批

省级环保部门审批意见：

关于广东省中医院核技术应用项目环境影响报告表的审批意见：

广东省中医院核技术应用项目内容为核医学科使用正电子发射计算机断层扫描系统（简称 PET-CT），应用放射性同位素及其标记物于单光子发射计算机断层扫描影像测定，为乙级开放性同位素工作场所。项目使用一台II类射线装置（PET-CT 扫描系统），使用  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$  放射性同位素，使用 3 个  $^{68}\text{Ge}$  校准源（V 类放射源）。在落实环境影响报告文件中建议的辐射防护与辐射安全管理的各项措施前提下，从环境保护角度出发，原则同意该项目在广州市番禺区大学城内环西路广东省中医院大学城医院内建设。建设中应严格执行环境保护“三同时”制度，防治污染的设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产（使用）；要强化安全意识，明确安全责任，完善安全管理制度，切实落实各项安全保卫措施和个人防护措施；严格分区管理；切实加强辐射监测和人员剂量管理，建立辐射监测和个人剂量档案，加强放射性同位素及其废物的管理，加强安全保卫措施，确保放射性同位素及其废物的安全。项目建成后，你院应按规定的程序向环境保护主管部门申请项目竣工环境保护验收，防治污染的设施须经我局验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

经办人签字

谭敏



2008年7月21日

复印件与原件相符

# 广东省环境保护厅文件

粤环审〔2011〕74号

## 关于广东省中医院核技术应用项目（使用回旋加速器制备PET用放射性药物）环境影响报告表的批复

广东省中医院：

你单位报批的《核技术应用项目环境影响报告表》（以下简称报告表，09FSHP081），广州市环保局对项目的初审意见收悉。经研究，批复如下：

一、广东省中医院使用回旋加速器制备PET用放射性药物核技术应用项目位于广州市番禺区广州大学城南路广东省中医院大学城医院门诊医技楼负一层，内容为：使用1台11MeV回旋加速器（Ⅱ类射线装置）制备PET用放射性药物氟-18、氮-13、碳-11、氧-15（属乙级非密封源工作场所）。

二、根据报告表的评价结论，我厅同意你单位按照报告中

— 1 —

所列项目的性质、地点、规模、核素种类活度及环境保护措施要求建设该工程。

三、项目应认真落实报告表提出的各项污染防治和辐射防护措施，并重点做好以下工作：

（一）健全辐射安全管理机构，完善辐射安全各项管理制度和操作规程；加强放射性物质的安全保卫工作，完善防盗设施与措施，确保各放射性物质的安全；辐射安全管理人员和辐射工作人员定期接受安全培训并持证上岗；制定事故应急预案。

（二）严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等的要求，落实各项辐射安全与防护措施，由有资质单位设计和建设加速器机房；严格辐射工作场所的分区管理，工作场所须设立电离辐射警示标志，配备辐射防护用品。

（三）落实放射性“三废”处理措施，按报告表要求设置排气系统，保持工作场所废气排放系统、通风系统正常运行并达标排放，排气系统安装过滤器并定期更换滤网；配备人员专门负责管理废物的收集、存放和处理，建立废物贮存、处理档案，对产生的放射性固体废弃物，根据产生的时间，分开收集，并在收集的容器上面贴标签注明污染物的种类，产生的时间及半衰期；废物贮存间设电离辐射警示标志，有“防火、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的功能，建立出入贮存间登记和双人双锁制度；放射性废液集中收集至衰变池，达到排放标准后，经环保部门核准方可排放，废水衰变池须有足够容量，坚固，防酸碱腐蚀和无

渗透性并有防泄漏措施。

(四) 落实监测计划，配备 $\alpha$ - $\gamma$ 辐射和表面沾污测量仪器，定期监测并建立监测档案；非密封源工作场所每次操作放射性同位素后须对工作台、地面及工作人员的工作服、手套、工作鞋等进行表面沾污监测，发现污染及时去污；定期委托有资质的环境辐射监测机构对周围环境和 workplaces 进行环境辐射监测；工作人员佩戴个人剂量计、剂量报警仪，剂量计监测每季度进行1次，建立个人剂量档案。

(五) 本项目的剂量管理目标值：工作人员剂量控制值低于5毫希沃特/年，公众剂量控制值低于0.25毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定的程序向我厅申请项目竣工环境保护验收，污染防治的设施须经验收合格后，该建设项目方可投入使用。

五、项目的日常环境保护监督管理工作由广州市环保局负责。



2

案卷号		类别号		期限	30年
年度	2011	机构		件号	078

# 广东省环境保护厅文件

粤环审〔2011〕126号

## 关于广东省中医院珠海医院核技术应用项目 (使用医用射线装置)环境影响报告表的批复

广东省中医院珠海医院:

你单位报批的《核技术应用项目环境影响报告表》(以下简称报告表,编号10HPZ08)、珠海市环保局对项目的初审意见和省环境辐射监测中心的评估意见收悉。经研究,批复如下:

一、广东省中医院珠海医院位于珠海市古大乐路53号,本核技术应用项目内容为:使用1台数字减影血管造影机(DSA机)和10台III类医用X射线装置,属使用II、III类医用射线装置项目。

二、根据报告表的评价结论,我厅同意你单位按照报告表中

- 1 -

所列项目的性质、地点、规模及环境保护措施要求建设该工程。

三、项目应认真落实报告表提出的各项污染防治和辐射防护措施，并重点做好以下工作：

(一)健全辐射安全各项管理制度和操作规程，建立辐射安全管理机构，辐射安全管理人员和辐射工作人员定期接受安全培训并持证上岗；制定事故应急预案。

(二)严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)等的要求建设机房，落实各项辐射安全与防护措施。

(三)严格工作场所的分区管理，工作场所须设立电离辐射警示标志，警示灯须正常使用。落实好体检车的辐射防护措施。

(四)落实监测计划，配备 $\alpha$ - $\gamma$ 辐射仪器定期进行辐射剂量率监测，建立监测档案；工作人员须配备辐射防护用品，佩戴个人剂量计，剂量计监测按每季度1次进行，建立个人剂量档案以备环保部门监督检查；特别要加强数字减影血管造影机工作人员的辐射防护和个人剂量管理。

(五)本项目的剂量管理目标值：工作人员剂量控制值低于5毫希沃特/年，公众剂量控制值低于0.25毫希沃特/年。

四、项目建成后，你院应按规定的程序向我厅申请项目竣工环境保护验收，污染防治的设施须经验收合格后，该建设项目方可投入使用。

五、项目的日常监督管理由珠海市环保局负责。



二〇一一年四月十四日

主题词：环保 建设项目 辐射 报告表 批复

---

抄送：珠海市环保局，省环境辐射监测中心，广东核力工程  
勘察院。

---

广东省环境保护厅办公室

2011年4月14日印发

---



# 广东省环境保护厅文件

粤环审〔2013〕329号

## 广东环境保护厅关于广东省中医院核技术应用改扩建项目环境影响报告表的批复

广东省中医院：

你单位报批的《核技术应用项目环境影响报告表》（以下简称报告表，编号11HPZ42）、广州市环保局的初审意见和省辐射防护协会的评估意见收悉。经研究，现批复如下：

一、你单位本次核技术应用改扩建项目分别位于大德路总院、二沙岛分院、大学城医院、芳村医院、罗冲围门诊、下塘门诊。项目内容为：增加1台6MV医用直线加速器和3台数字化血管造影系统，属II类射线装置；增加全数字化拍片系统医用X射线

— 1 —

装置 44 台，属 III 类射线装置；改扩建大德路总院、大学城分院核医学科 SPECT/CT 乙级非密封源工作场所，使用钨-99、碘-131、锝-89、磷-32、氟-18、碘-125 等 7 种非密封放射性物质，改扩建后仍属乙级非密封源工作场所。

二、根据报告表的评价结论，我厅同意你单位按照报告表中所列项目的性质、地点、规模、设备类型、核素种类、活度及环境保护措施要求建设该工程。

三、项目应认真落实报告表提出的各项污染防治和辐射防护措施，并重点做好以下工作：

（一）健全辐射安全管理机构，完善辐射安全各项管理制度；加强放射性物质的安全保卫工作，完善防盗设施与措施，确保放射性物质的安全；辐射安全管理人员和辐射工作人员定期接受安全培训并持证上岗。

（二）严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等标准的要求建设各机房，落实各项辐射安全与防护措施，严格辐射工作场所的分区管理，工作场所须设立电离辐射警示标志，配备辐射防护用品。

（三）按照《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）要求进一步加强核医学科的辐射防护、安全、监测等管理；按照要求建立放射性同位素使用台账。

（四）按照《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）要求落实放射性“三废”处理措施。按报告表要

求设置排气系统，保持工作场所废气排放系统、通风系统正常运行并达标排放，排气系统应安装过滤器并定期更换；配备专人负责废物的收集、存放和处理，建立废物贮存、处理档案，对产生的放射性固体废弃物，根据产生时间，分开收集，并在收集的容器上面贴标签注明污染物的种类，产生的时间及半衰期；废物贮存间设电离辐射警示标志，有“防火、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的功能，建立出入贮存间登记和双人双锁制度；核医学科专用洗手间患者的排泄物及放射性废液集中收集至衰变池，废水衰变池须有足够容量，坚固、防酸碱腐蚀和无渗透并有防泄漏措施。

（五）落实监测计划，配备 X- $\gamma$  辐射和表面沾污测量仪器，定期对周围环境和场所进行环境辐射监测并建立档案；非密封源工作场所每次操作放射性同位素后须对工作台、地面及工作人员的工作服、手套、工作鞋等进行表面沾污监测，发现污染及时去污；工作人员须佩戴个人剂量计，剂量计监测每季度进行 1 次，建立个人剂量档案。

（六）你单位核技术利用项目的剂量管理目标值：工作人员剂量控制值低于 5 毫希沃特/年，公众剂量控制值低于 0.25 毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定的程序向我厅申请项目竣工环

境保护验收，污染防治的设施须经验收合格后，该建设项目方可投入使用。

五、项目的日常环境保护监督管理工作由广州市环保局负责。



---

抄送：广州市环保局，省辐射防护协会，广东核力工程勘察院。

---

广东省环境保护厅办公室

2013年9月30日印发

---

# 广东省环境保护厅

粤环审〔2015〕93号

## 广东省环境保护厅关于广东省中医院核技术应用改扩建项目环境影响报告表的批复

广东省中医院：

你单位报批的《核技术应用项目环境影响报告表》（以下简称报告表，编号 GDHL-HP-13-A121）、广州市环保局的初审意见和省环境辐射监测中心的评估意见收悉。经研究，现批复如下：

一、你单位核技术应用改扩建项目位于广州市番禺区大学城内环西路 55 号广东省中医院大学城医院和广州市海珠区琶洲双塔路地段广东省中医院琶洲医院。项目内容为：大学城医院核医学科 SPECT/CT 非密封源工作场所原拟建设地址由门诊医技楼 1 层改为负 1 楼，使用钨-99m、碘-131 等 6 种放射性同位素开展核

素显像诊断，属乙级非密封源工作场所，SPECT/CT 属Ⅲ类射线装置。手术室增加使用 1 台 DSA（属Ⅱ类射线装置）以及 1 台 CT 机（属Ⅲ类射线装置）用于放射诊疗。新建琶洲医院，使用 2 台直线加速器（属Ⅱ类射线装置）、1 台 CT 模拟定位机及 1 台 X 射线模拟定位机（均属Ⅲ类射线装置）、1 台后装机（包括 1 枚铯-192 放射源，属Ⅲ类放射源）用于放射诊疗。

二、根据报告表的评价结论，我厅同意你单位按照报告表中所列项目的性质、地点、规模、设备类型、核素种类、活度及环境保护措施要求建设该工程。

三、项目应认真落实报告表提出的各项污染防治和辐射防护措施，并重点做好以下工作：

（一）建立健全辐射安全管理机构，完善辐射安全各项管理制度；辐射安全管理人员和辐射工作人员定期接受辐射安全培训并持证上岗。

（二）严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《医用电子加速器卫生防护标准》（GBZ126-2011）、《后装 $\gamma$ 源近距离治疗卫生防护标准》（GBZ121-2002）等标准的要求建设各机房，落实各项辐射安全与防护措施，严格辐射工作场所的分区管理，工作场所须设立电离辐射警示标志，配备辐射防护用品。

（三）严格按照《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）要求进一步加强核医学科的辐射防护、安全、

监测等管理；加强放射性物质的安全保卫工作，完善防盗设施与措施，确保放射性物质的安全。按照要求建立放射性同位素使用台账。

（四）严格按照《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）要求落实放射性“三废”处理措施。

（五）落实监测计划，配备辐射测量仪器，定期对周围环境和 workplaces 进行环境辐射监测并建立档案；工作人员须佩戴个人剂量计，剂量计监测每季度进行 1 次，建立个人剂量档案。

（六）你单位核技术利用项目的剂量管理目标值：工作人员剂量控制值低于 5 毫希沃特/年，公众剂量控制值低于 0.25 毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应申请辐射安全许可，并按规定的程序申请项目竣工环境保护验收。



# 广东省环境保护厅

粤环审〔2017〕661号

## 广东省环境保护厅关于广东省中医院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复

广东省中医院：

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》（以下简称报告表，编号G2101-2017.05）等材料收悉。经研究，批复如下：

一、你单位核技术利用扩建项目位于广州市越秀区大德路111号广东省中医院大德总院、广州市荔湾区南岸街30号广东省中医院芳村分院、广州市二沙岛大通路284号广东省中医院二沙岛分院、广州番禺区大学城内环西路55号广东省中医院大学城医院以及广州市白云区石槎路1441号广东省中医院石井门诊。项目建设内容为：

（一）在大德路总院门诊楼新建4间介入手术室，各手术室分别新增使用1台数字减影血管造影装置（属Ⅰ类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗；在芳村分院新建3间介入手术室，新增使用1台数字减影血管造影装置（属Ⅱ类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗。

（二）在二沙岛分院门诊一楼放射科原片1室新增使用1台DR机更换原有旧机，在门诊四楼手术室新增使用1台移动式C臂机更换原有旧机；在大学城医院二楼影像科新增使用1台数字胃肠机替换原有旧机；在石井门诊新建机房，新增使用1台DR机，以上射线装置均属Ⅲ类射线装置。

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关项目建设可能造成环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应按报告表内容组织实施。

三、项目应认真落实报告表提出的各项污染防治和辐射防护措施，并重点做好以下工作：

（一）健全辐射安全管理机构，完善辐射安全各项管理制度，辐射安全管理人员和辐射工作人员定期接受辐射安全与防护培训并持证上岗。

（二）严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等标准要求建设各机房，落实各项辐射安全与防护措施，严格辐射工作场所的分区管理，工作场所须设立电离辐射警示标志，配备辐射防护用品。

（三）严格落实监测计划，配备辐射监测仪器，定期对周围环境和工作场所进行环境辐射监测并建立监测档案。工作人员佩戴个人剂量计，剂量计监测每季度进行1次，建立个人剂量档案。

（四）你单位核技术利用项目的剂量约束值：工作人员剂量控制值低于5毫希沃特/年，公众剂量控制值低于0.1毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定的程序重新申领辐射安全许可证。

五、项目的日常环境保护监督管理工作由广州市环境保护局负责。

广东省环境保护厅

2017年12月25日

抄送：广州市环境保护局，省环境辐射监测中心，四川中核环保科技有限公司。

广东省环境保护厅办公室

2017年12月25日印发



# 广东省生态环境厅关于广东省中医院核技术利用改扩建项目环境影响报告表的批复

粤环审〔2019〕394号

广东省中医院，

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》（以下简称报告表，编号2FHK-FB18220144）等材料收悉。经研究，批复如下：

一、你单位核技术利用改扩建项目位于广州市越秀区二沙岛大通路261号（广东省中医院二沙岛分院）和广州市番禺区大学城环西路55号（广东省中医院大学城医院）。本项目内容为：

（一）在二沙岛分院康复楼首层将原有乳腺机房和穿刺治疗室改建成1间介入手术室，新增安装使用1台数字减影血管造影装置（最大管电压为125千伏，最大管电流为1000毫安，属Ⅱ类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗；

（二）在大学城医院医技门诊楼原有五层复合手术室和15号手术室（无辐射屏蔽改造建设）新增使用1台移动式术中放疗装置（最大管电压为50千伏，最大管电流为0.04毫安，属Ⅱ类射线装置）用于手术中的放射治疗。

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任，确保辐射工作人员年有效剂量约束值低于5毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于0.25毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定的程序向我厅重新申请辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由广州市生态环境局负责。

广东省生态环境厅

2019年7月16日

## 广东省生态环境厅关于广东省中医院珠海医院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复

粤环审〔2019〕452号

广东省中医院：

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》（以下简称报告表，编号GZHP-201806）等材料收悉。经研究，批复如下：

一、你单位核技术利用扩建项目位于珠海市香洲区吉大景乐路53号广东省中医院珠海医院内。本项目内容为：

（一）新建综合住院大楼，在综合住院大楼一层和五层共建设3间介入手术室，分别安装使用1台数字减影血管造影装置（均属Ⅱ类射线装置，其中，新增2台，另外1台由后勤楼一层原有数字减影血管造影装置搬迁至此）用于介入手术中的放射诊疗。

（二）在综合住院大楼二层建设10间放射诊断机房，共新增安装使用DR机、CT机、胃肠机等6台医用Ⅲ类射线装置，并搬迁后勤楼一层原有的DR机、胃肠机等4台医用Ⅲ类射线装置至新建机房用于放射诊断。

（三）在综合住院大楼的六楼建设7间小C臂手术室，在7间小C臂手术室共新增2台移动式C形臂X射线机（均属Ⅲ类射线装置）流动使用于手术中放射诊断；同时，在综合住院大楼病房新增使用1台移动式DR机（属Ⅲ类射线装置）用于放射诊断。

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应严格按照报告表内容组织实施。

三、项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任，确保辐射工作人员年有效剂量约束值低于5毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于0.25毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定的程序向我厅重新申请辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由珠海市生态环境局负责。

广东省生态环境厅

2019年8月30日

公开方式：主动公开

抄送：珠海市生态环境局，省环境辐射监测中心，四川省中核环保科技有限公司。

广东省生态环境厅办公室

2019年8月30日印发

# 广东省环境保护厅文件

粤环审〔2014〕215号

## 广东省环境保护厅关于广东省中医院核技术应用项目竣工环境保护验收意见的函

广东省中医院:

你医院核技术应用项目竣工环境保护验收申请及有关材料收悉。我厅对该项目进行了竣工环境保护验收现场检查,并将该项目环境保护执行情况在广东省环境保护厅公众网(<http://www.gdep.gov.cn>)进行了公示。公示期间未收到群众的投诉和反对意见。经研究,现提出验收意见如下:

一、广东省中医院核技术应用项目地址分别院位于大德路总院,二沙岛分院,大学城分院,芳村分院(慈善医院)、罗冲围门诊和天河门诊,本次验收项目内容为:大平板血管造影系统

(DSA) 3 台, 移动式 C 臂机 5 台, 属 II 类射线装置, CT 机、DR 机等射线装置 27 台, 属 III 类射线装置。其中, 大德路总院 11 台 (3 台 II 类射线装置, 8 台 III 类射线装置), 二沙岛分院 10 台 (2 台 II 类射线装置, 8 台 III 类射线装置), 大学城分院 6 台 (2 台 II 类射线装置, 4 台 III 类射线装置), 芳村分院 6 台 (1 台 II 类射线装置, 5 台 III 类射线装置), 天河门诊和罗冲围门诊各 1 台 III 类射线装置。

二、广东省环境辐射监测中心编制的《广东省中医院建设项目竣工环境保护验收监测报告表》(粤环辐验监字[2014]第 B048 号) 表明:

广东省中医院射线装置机房周围的辐射剂量率监测结果满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 的要求; CT 机房周围辐射剂量率监测结果满足《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》(GBZ165-2012) 的要求; 辐射工作人员的受照剂量和公众的年估算受照剂量监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

三、该项目执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度, 申领了辐射安全许可证, 设置了辐射安全管理机构, 制定了辐射防护和环境保护规章制度, 建立了辐射事故应急预案, 配备了个人防护用品, 基本落实了各项防护措施和辐射安全措施, 竣工环境保护验收合格。

四、项目投入运行后应做好以下工作:

(一) 进一步完善辐射安全管理机构，强化安全意识；及时组织辐射工作人员参加辐射安全工作人员培训，做到持证上岗；进一步加强工作人员个人剂量管理，每3个月监测1次并建立剂量档案。

(二) 完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射应急预案，每年对环境辐射水平进行监测，对核技术应用项目的使用安全和防护状况进行年度评估，每年1月31日前向我厅报送上一年度的安全与防护年度评估报告。

五、该项目日常的环境保护监管工作由广州市环保局负责。

送  
阅



# 广东省环境保护厅文件

粤环审〔2012〕365号

---

## 广东省环境保护厅关于广东省中医院核技术应用项目竣工环境保护验收意见的函

广东省中医院：

你单位核技术应用项目竣工环境保护验收申请及有关材料收悉。我厅对该项目进行了竣工环境保护验收现场检查，并将该项目环境保护执行情况在广东省环境保护公众网(<http://www.gdep.gov.cn>)进行了公示。公示期间未收到群众的投诉和反对意见。经研究，现提出验收意见如下：

一、广东省中医院本次核技术应用项目验收内容为：位于广州市大德路111号的广东省中医院大德路总院使用1台II类（血管造影机）和6台III类医用射线装置开展放射诊疗，使用碘-131等核素开展核医学治疗，为乙级非密封源工作场所；二沙岛分院

— 1 —

使用 4 台 III 类医用射线装置开展放射诊疗；下塘门诊部使用 1 台 III 类医用射线装置开展放射诊疗；芳村分院使用 1 台 II 类（血管造影机）和 7 台 III 类医用射线装置开展放射诊疗；大学城分院使用 4 台 II 类（1 台开机状态为 15 兆电子伏的直线加速器和 3 台血管造影机）和 15 台 III 类医用射线装置开展放射诊疗，使用含铯-192 密封源后装机开展放射治疗。

二、广东省环境辐射监测中心编制的《广东省中医院核技术应用项目竣工环境保护验收监测报告》表明：

本项目满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等标准的要求。

三、该项目执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，制定了安全防护和环境保护规章制度，建立了事故应急预案，配备了较齐全的个人防护用品，基本落实了各项防护措施和辐射安全措施，竣工环境保护验收合格。

四、项目投入运行后应做好以下工作：

（一）进一步完善辐射安全管理机构，强化安全意识，确保放射性同位素及其废物的安全；及时组织辐射工作人员参加广东省环境保护厅组织的辐射安全工作人员培训，做到持证上岗。工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，进一步加强工作人员个人剂量管理，每 3 个月监测 1 次并建立剂量档案。

（二）进一步加强放射性废物的管理，严格按照《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）要求对放射性废物进

行处理，并做好记录。加强加速器机房和后装机机房安全联锁装置的运行维护，确保有效可靠。

（三）完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射应急预案，落实监测制度，配备辐射监测仪器定期对工作场所周边环境进行监测；委托有辐射环境监测资质的监测机构定期进行监测；对核技术应用项目的安全和防护状况进行年度评估，每年1月31日前向我厅报送上一年度的安全与防护年度评估报告。





# 广东省环境保护厅文件

粤环审〔2014〕215号

## 广东省环境保护厅关于广东省中医院核技术应用项目竣工环境保护验收意见的函

广东省中医院：

你医院核技术应用项目竣工环境保护验收申请及有关材料收悉。我厅对该项目进行了竣工环境保护验收现场检查，并将该项目环境保护执行情况在广东省环境保护厅公众网（<http://www.gdep.gov.cn>）进行了公示。公示期间未收到群众的投诉和反对意见。经研究，现提出验收意见如下：

一、广东省中医院核技术应用项目地址分别院位于大德路总院，二沙岛分院，大学城分院，芳村分院（慈善医院）、罗冲围门诊和天河门诊，本次验收项目内容为：大平板血管造影系统

(DSA) 3 台, 移动式 C 臂机 5 台, 属 II 类射线装置, CT 机、DR 机等射线装置 27 台, 属 III 类射线装置。其中, 大德路总院 11 台 (3 台 II 类射线装置, 8 台 III 类射线装置), 二沙岛分院 10 台 (2 台 II 类射线装置, 8 台 III 类射线装置), 大学城分院 6 台 (2 台 II 类射线装置, 4 台 III 类射线装置), 芳村分院 6 台 (1 台 II 类射线装置, 5 台 III 类射线装置), 天河门诊和罗冲围门诊各 1 台 III 类射线装置。

二、广东省环境辐射监测中心编制的《广东省中医院建设项目竣工环境保护验收监测报告表》(粤环辐验监字[2014]第 B048 号) 表明:

广东省中医院射线装置机房周围的辐射剂量率监测结果满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 的要求; CT 机房周围辐射剂量率监测结果满足《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》(GBZ165-2012) 的要求; 辐射工作人员的受照剂量和公众的年估算受照剂量监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

三、该项目执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度, 申领了辐射安全许可证, 设置了辐射安全管理机构, 制定了辐射防护和环境保护规章制度, 建立了辐射事故应急预案, 配备了个人防护用品, 基本落实了各项防护措施和辐射安全措施, 竣工环境保护验收合格。

四、项目投入运行后应做好以下工作:

(一) 进一步完善辐射安全管理机构，强化安全意识；及时组织辐射工作人员参加辐射安全工作人员培训，做到持证上岗；进一步加强工作人员个人剂量管理，每3个月监测1次并建立剂量档案。

(二) 完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射应急预案，每年对环境辐射水平进行监测，对核技术应用项目的使用安全和防护状况进行年度评估，每年1月31日前向我厅报送上一年度的安全与防护年度评估报告。

五、该项目日常的环境保护监管工作由广州市环保局负责。

第  
五  
页



# 广东省环境保护厅

粤环审〔2016〕636号

---

## 广东省环境保护厅关于广东省中医院核技术应用项目竣工环境保护验收意见的函

广东省中医院：

你医院核技术应用项目竣工环境保护验收申请及有关材料收悉。我厅对该项目进行了竣工环境保护验收现场检查，并将该项目环境保护执行情况在广东省环境保护厅公众网（<http://www.gdep.gov.cn>）进行了公示，公示期间未收到群众的投诉和反对意见。经研究，现提出验收意见如下：

一、广东省中医院核技术应用项目地址分别位于大德路111号总院和番禺区大学城內环西路55号大学城医院，本次验收项目

- 1 -

内容为:大学城医院使用全数字化通用型平板血管造影系统 1 台,属 II 类射线装置,使用牙片机、DR 机等射线装置 6 台,属 III 类射线装置;在大德路总院使用 DR 机、SPECT/CT 机等射线装置 3 台,属 III 类射线装置。在上述两个院区使用  $^{131}\text{I}$  和  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,属乙级非密封源工作场所。

二、广东省环境辐射监测中心编制的《建设项目竣工环境保护验收监测报告表》(粤环辐验监字〔2016〕第 B045 号)表明:

广东省中医院射线装置机房周围的辐射剂量率监测结果满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GB130-2013)的要求;核医学科乙级非密封源工作场所辐射剂量率监测结果与  $\beta$  表面污染水平监测结果与辐射工作人员的受照剂量和公众的年估算受照剂量监测结果满足《电离辐射防护与辐射源防护基本标准》(GB18871-2002)的要求。

三、该项目执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度,设置了辐射安全管理机构,申领了辐射安全许可证,制定了辐射防护和环境保护规章制度,建立了辐射事故应急预案,基本落实了各项防护措施和辐射安全措施,竣工环境保护验收合格。

四、项目投入运行后应做好以下工作:

(一)进一步完善辐射安全管理机构,强化安全意识;及时组织辐射工作人员参加辐射安全工作人员培训,做到持证上岗;进一步加强工作人员个人剂量管理,每 3 个月监测 1 次并建立剂量档案;

(二) 完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射应急预案，每年1月31日前向我厅报送上一年度的安全与防护年度评估报告。

五、该项目日常的环境保护监管工作由广州市环保局负责。



# 广东省环境保护厅文件

粤环审〔2013〕161号

---

## 广东省环境保护厅关于广东省中医院核技术应用项目 (回旋加速器)竣工环境保护验收意见的函

广东省中医院:

你单位核技术应用项目(回旋加速器)竣工环境保护验收申请及有关材料收悉。我厅对该项目进行了竣工环境保护验收现场检查,并将该项目环境保护执行情况在广东省环境保护公众网(<http://www.gdepb.gov.cn>)进行了公示。公示期间未收到群众的投诉和反对意见。经研究,现提出验收意见如下:

一、广东省中医院大学城医院核技术应用项目(回旋加速器)地址位于广州市番禺区广州大学城南二路。该核技术应用项目内容为:使用1台11MeV回旋加速器(属于II类射线装置)制备PET用放射性药物氟-18,氮-13,碳-11和氧-15(属于乙级非密

— 1 —

封源工作场所)。

二、广东省环境辐射监测中心编制的《广东省中医院核技术医学应用项目竣工环境保护验收监测报告表》表明：

广东省中医院大学城医院 $\gamma$ 空气比释动能率、 $\beta$ 表面污染水平监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求；回旋加速器机房周围中子剂量当量率监测结果满足《粒子加速器辐射防护规定》(GB172-85)的要求；辐射工作人员的受照剂量和公众的年估算受照剂量监测结果满足验收提出的目标管理值；放射性废水监测结果满足《水污染排放限值》(DB44/26-2001)的要求。

三、该项目执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，申领了辐射安全许可证，设置了辐射安全管理机构，制定了辐射防护和环境保护规章制度，建立了辐射事故应急预案，配备了个人防护用品，基本落实了各项防护措施和辐射安全措施，竣工环境保护验收合格。

四、项目投入运行后应做好以下工作：

(一)进一步完善辐射安全管理机构，强化安全意识；及时组织辐射工作人员参加广东省环境保护厅组织的辐射安全工作人员培训，做到持证上岗。进一步加强工作人员个人剂量管理，每3个月监测1次并建立剂量档案。

(二)完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射应急预案，委托有辐射环境监测资质的监测机构每年对环境辐射水平进行监



测，对核技术应用项目的使用安全和防护状况进行年度评估，每年1月31日前向我厅报送上一年度的安全与防护年度评估报告。

五、该项目日常的环境保护监管工作由广州市环保局负责。



# 广东省环境保护厅文件

粤环审〔2014〕7号

## 广东省环境保护厅关于广东省中医院核技术应用 项目竣工环境保护验收意见的函

广东省中医院：

你院核技术应用项目竣工环境保护验收申请及有关材料收悉。我厅对该项目进行了竣工环境保护验收现场检查，并将该项目环境保护执行情况在广东省环境保护厅公众网（<http://www.gdep.gov.cn>）进行了公示，公示期间未收到群众的投诉和反对意见。经研究，现提出验收意见如下：

一、广东省中医院大学城医院核技术应用项目地址位于广州市番禺区广州大学城南二路。该核技术应用项目内容为：核医学科使用1台PET-CT开展放射诊疗， $^{18}\text{F}$ 日等效操作量为 $3.7\text{E}+8\text{Bq}$ 。

— 1 —

$^{14}\text{C}$ 日等效操作量为  $1.11\text{E}+8\text{Bq}$ ， $^{15}\text{N}$ 日等效操作量为  $3.7\text{E}+7\text{Bq}$ ， $^{16}\text{O}$ 日等效操作量为  $3.7\text{E}+7\text{Bq}$ ，属于乙级非密封源工作场所。

二、广东省环境辐射监测中心编制的《广东省中医院核技术医学应用项目竣工环境保护验收监测报告表》表明：

广东省中医院大学城医院  $\gamma$  空气比释动能率、 $\beta$  表面污染水平监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求；辐射工作人员的受照剂量和公众的年估算受照剂量监测结果满足验收提出的目标管理值；放射性废水监测结果满足《水污染排放限值》(DB44/26-2001)的要求。

三、该项目执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，申领了辐射安全许可证，设置了辐射安全管理机构，制定了辐射防护和环境保护规章制度，建立了辐射事故应急预案，配备了个人防护用品，落实了各项防护措施和辐射安全措施，竣工环境保护验收合格。

四、项目投入运行后应做好以下工作：

(一)进一步完善辐射安全管理机构，强化安全意识；及时组织辐射工作人员参加广东省环境保护厅组织的辐射安全工作人员培训，做到持证上岗，进一步加强工作人员个人剂量管理，每3个月监测1次并建立剂量档案。

(二)完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射应急预案，对核技术应用项目的使用安全和防护状况进行年度评估，每年1月31日前向我厅报送上一年度的安全与防护年度评估报告。

五、该项目日常的环境保护监管工作由广州市环保局负责。



## 广东省中医院珠海医院核技术应用项目 竣工环保保护验收意见

本医院验收工作组对医院核技术应用项目进行了竣工环境保护验收现场检查，经研究，现提出验收意见如下：

一、广东省中医院珠海医院核技术应用项目位于珠海市香洲区吉大景乐路 53 号。本次核技术应用项目内容为：使用 1 台数字减影血管造影系统用于介入手术中的放射诊疗，属 II 类射线装置；使用牙科全景机、双板 DR 等射线装置 10 台，属 III 类射线装置。

二、广东省环境辐射监测中心编制的《建设项目竣工环境保护验收监测报告表》（粤环辐验监字【2017】第 B105 号）表明：

广东省中医院珠海医院射线装置机房周围的辐射剂量率监测结果满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GB130-2013）的要求；辐射工作人员的受照剂量和公众的年估算受照剂量监测结果满足《电离辐射防护与辐射源防护基本标准》（GB18871-2002）的要求。

三、该项目执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，设置了辐射安全管理机构，申领了辐射安全许可证，制定了辐射防护和环境保护规章制度，建立了辐射事故应急预案，基本落实了各项防护措施和辐射安全措施，竣工环保保护验收合格。

四、项目投入运行后应做好以下工作：

(一)、进一步完善辐射安全管理机构，强化安全意识；及时组织辐射工作人员参加辐射安全工作人员培训，做到持证上岗；进一步加强工作人员个人剂量管理，每3个月监测1次并建立剂量档案；

(二)、完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射应用预案。

验收工作组

2018年03月12日

验收工作组成员签名：

张世川 陈高峰  
胡建 冯 杰 苏志阳



中国认可  
国际互认  
检测  
TESTING  
CNAS L0238

广东省职业病防治院

# 检 测 报 告

粤职卫检字第 FSGR1901518 号

受检单位: 广东省中医院

样品名称: 个人剂量计

检测项目: 外照射个人剂量

检测类别: 常规检测

报告日期: 2019-11-18





明

广东省职业病防治院是广东省人民政府卫生行政部门依法设置的卫生检测机构，是国家级资质认定合格机构，证书编号：170018100304。

2. 本院符合 CNAS/CL01《检测和校准实验室能力认可准则》(等同 ISO/IEC 17025《检测和校准实验室能力的通用要求》)的要求，获中国合格评定国家认可委员会 (CNAS) 认可，认可证书注册号：CNAS LU238。
3. 本院是中国疾病预防控制中心质量考核合格的化学品毒性鉴定机构，国家安全生产监督管理总局批准的职业卫生技术服务机构 (甲级) 资质单位 [ (国) 安职技字 (2011) 第 A-0015 号 ]，广东省卫生计生委批准的放射卫生技术服务机构 (甲级) 资质单位 [ 证书编号：粤放卫技字 (2015) 第 029 号 ]。
4. 本院保证检测的科学性、公正性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和委托单位所提供的样品的技术资料保密。
5. 采样程序按照有关卫生标准和本院的程序文件及作业指导书执行。
6. 报告无编制人、审核人和批准人签名或未盖本院印章无效。
7. 本院仅对送检样品负责。
8. 本院仅对报告原件及其全文复制件负责。
9. 对检测报告若有异议，应于检测报告发出之日起十日内向本院提出。

地址：广州市海珠区新港西路海康街 68 号

电话：(020) 34063137

传真：(020) 89022312

邮编：510300



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第1页共13页

受检单位:	广东省中医院	接样日期:	2019-10-31
受检单位地址:	广州市大德路111号东区12楼设备处	任务编号:	ZL1903078
样品名称:	个人剂量计	探测器:	LiF(Mg,Cu,P)大方片
采样地点:	广东省中医院	采样方式:	送样
监测周期:	2019.7-9	样品数量:	415 (含本底)
检测项目:	外照射个人剂量	检测日期:	2019-11-13
检测设备:	RGD-3B型热释光剂量仪(FSJ0137)	最低可探测水平:	0.06 mSv
检测依据:	GBZ128-2016 职业性外照射个人监测规范		

说明:

调查水平参考值= $5(T2-T1)/365\text{mSv}$ , 其中T1, T2分别为监测起止日期。

任何放射工作人员, 在正常情况下的职业照射水平应不超过以下限值(GB18871-2002):

- 1) 连续5年内年均有效剂量, 20mSv,
- 2) 任何1年中的有效剂量, 50mSv.

非本监测周期检测结果仅供参考。



编制: 杨为

审核: 李帆基

批准: 廖公强

# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第2页共13页

检测结果:

单位: mSv

姓名

样品编号

剂量当量 Hp(10)

广东省中医院 (ECT室)

2019.7-9

	ZL1903078 010080106	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080306	2019.7-9	0.03

广东省中医院 (大学城放疗科)

2019.7-9

	ZL1903078 010080079	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080082	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080083	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080085	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080088	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080089	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080091	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080131	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080135	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080153	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080154	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080184	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080244	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080308	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080309	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080310	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080311	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080369	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080373	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080386	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080387	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080547	2019.7-9	0.03

广东省中医院 (大学城骨科)

2019.7-9

	ZL1903078 010080492	2019.7-9	0.03
--	---------------------	----------	------

广东省中医院 (大学城核医学)

2019.7-9

	ZL1903078 010080105	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080141	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080207	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080208	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080307	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080359	2019.7-9	0.11
	ZL1903078 010080362	2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080543	2019.7-9	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第3页共13页

检测结果:

单位: mSv

姓名                      样品编号                      剂量当量    Hp(10)

广东省中医院 (大学城口腔科)

2019.7-9

██████████      ZL1903078 010080328 2019.7-9      0.03

广东省中医院 (大学城麻醉科)

2019.7-9

██████████      ZL1903078 010080499 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080500 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080501 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080502 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080503 2019.7-9      0.03

广东省中医院 (大学城内镜中心)

2019.7-9

██████████      ZL1903078 010080320 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080321 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080322 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080323 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080324 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080389 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080390 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080542 2019.7-9      0.03

广东省中医院 (大学城神经介入室)

2019.7-9

██████████      ZL1903078 010080235 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080236 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080331 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080332 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080333 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080376 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080377 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080393 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080461 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080463 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080465 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080466 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080467 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080468 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080469 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080470 2019.7-9      0.03  
 ██████████      ZL1903078 010080471 2019.7-9      0.03

广东省中医院 (大学城外科)

2019.7-9



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第4页共13页

检测结果:

姓名	样品编号	单位: mSv	
		剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL1903078 010080325 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080391 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080392 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080544 2019.7-9	0.03	
广东省中医院 (大学城心率失常科)			
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080342 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080388 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080398 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080450 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080455 2019.7-9	0.03	
ZL1903078 010080482 2019.7-9	0.03		
广东省中医院 (大学城心血管二科)			
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080319 2019.7-9	0.11	
	ZL1903078 010080459 2019.7-9	1.23	
广东省中医院 (大学城心血管一科)			
2019.4-6			
[REDACTED]	ZL1903078 010080120 2019.4-6	0.03	
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080075 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080120 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080196 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080355 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080445 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080446 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080449 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080453 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080536 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080537 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080538 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080539 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080540 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080541 2019.7-9	0.41	
广东省中医院 (大学城影像科)			
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080033 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080040 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080059 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080062 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080092 2019.7-9	0.03	



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第5页共13页

检测结果:

姓名	样品编号	单位: mSv	
		剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL1903078 010080093 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080098 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080108 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080111 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080112 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080114 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080128 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080133 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080151 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080152 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080210 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080211 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080212 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080213 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080243 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080248 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080300 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080303 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080304 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080358 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080360 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080361 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080374 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080395 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080396 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080583 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080584 2019.7-9	0.03	

广东省中医院 (大学城肿瘤科)

2019.7-9

[REDACTED]	ZL1903078 010080227 2019.7-9	0.03
------------	------------------------------	------

广东省中医院 (大院ICU)

2019.7-9

[REDACTED]	ZL1903078 010080315 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080317 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080370 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080548 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080549 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080550 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080603 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080604 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080605 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080606 2019.7-9	0.03

广东省中医院 (大院介入)



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第6页共13页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
<b>2019.7-9</b>		
	ZL1903078 010080045 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080046 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080047 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080048 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080049 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080050 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080072 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080074 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080138 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080143 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080197 2019.7-9	0.09
	ZL1903078 010080198 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080217 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080218 2019.7-9	0.15
	ZL1903078 010080220 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080371 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080380 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080405 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080406 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080408 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080409 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080410 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080411 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080414 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080415 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080416 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080417 2019.7-9	0.40
	ZL1903078 010080418 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080419 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080420 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080475 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080476 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080530 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080554 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080565 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080566 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080567 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080568 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080569 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080570 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080571 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080572 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080573 2019.7-9	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第7页共13页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL1903078 010080574 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080575 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080576 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080577 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080578 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080579 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080580 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080582 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080583 2019.7-9	0.03	
广东省中医院 (大院口腔科)			
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080602 2019.7-9	0.03	
广东省中医院 (大院内镜中心)			
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080165 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080168 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080169 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080171 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080269 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080318 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080352 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080353 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080381 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080522 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080523 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080552 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080553 2019.7-9	0.03	
	广东省中医院 (大院脑病六科)		
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080584 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080585 2019.7-9	1.45	
	ZL1903078 010080586 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080587 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080588 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080589 2019.7-9	0.03	
广东省中医院 (大院脑病三科)			
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080609 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080610 2019.7-9	0.03	
广东省中医院 (大院脑病+科)			
2019.7-9			



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第8页共13页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL1903078 010080508 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080509 2019.7-9	0.03

广东省中医院 (大院神经介入)

2019.7-9

[REDACTED]	ZL1903078 010080002 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080003 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080004 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080005 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080006 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080007 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080008 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080009 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080200 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080295 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080296 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080297 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080298 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080382 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080384 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080421 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080422 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080423 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080424 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080425 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080426 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080427 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080430 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080431 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080434 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080439 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080440 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080441 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080443 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080464 2019.7-9	0.03

广东省中医院 (大院手术室)

2019.7-9

[REDACTED]	ZL1903078 010080155 2019.7-9	0.13
[REDACTED]	ZL1903078 010080157 2019.7-9	0.14
[REDACTED]	ZL1903078 010080258 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080259 2019.7-9	0.10
[REDACTED]	ZL1903078 010080260 2019.7-9	0.14
[REDACTED]	ZL1903078 010080261 2019.7-9	0.22
[REDACTED]	ZL1903078 010080262 2019.7-9	0.23





# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第9页共13页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL1903078 010080263 2019.7-9	0.21
	ZL1903078 010080264 2019.7-9	0.19
	ZL1903078 010080265 2019.7-9	0.23
	ZL1903078 010080267 2019.7-9	0.27
	ZL1903078 010080268 2019.7-9	0.19
	ZL1903078 010080339 2019.7-9	0.13
	ZL1903078 010080385 2019.7-9	0.18
	ZL1903078 010080527 2019.7-9	0.16
	ZL1903078 010080529 2019.7-9	0.12

广东省中医院 (大院心血管科)

2019.7-9

[REDACTED]	ZL1903078 010080611 2019.7-9	0.03
[REDACTED]	ZL1903078 010080612 2019.7-9	0.03

广东省中医院 (大院影像科)

2019.7-9

[REDACTED]	ZL1903078 010080012 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080015 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080016 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080018 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080019 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080020 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080021 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080022 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080023 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080024 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080025 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080028 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080035 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080037 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080039 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080041 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080054 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080097 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080099 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080101 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080110 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080115 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080116 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080132 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080163 2019.7-9	0.03
ZL1903078 010080180 2019.7-9	0.03	
ZL1903078 010080249 2019.7-9	0.03	
ZL1903078 010080250 2019.7-9	0.03	



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第10页共13页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL1903078 010080251 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080252 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080253 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080254 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080312 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080314 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080354 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080531 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080532 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080533 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080534 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080535 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080601 2019.7-9	0.03	
广东省中医院 (大院肿瘤科)			
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080225 2019.7-9	0.03	
广东省中医院 (二门诊)			
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080052 2019.7-9	0.03	
广东省中医院 (二沙骨科)			
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080274 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080275 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080338 2019.7-9	0.03	
广东省中医院 (二沙介入室)			
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080399 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080400 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080401 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080402 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080477 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080483 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080484 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080485 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080486 2019.7-9	0.03	
广东省中医院 (二沙手术室)			
2019.7-9			
[REDACTED]	ZL1903078 010080277 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080363 2019.7-9	0.03	
[REDACTED]	ZL1903078 010080555 2019.7-9	0.03	



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第11页共13页

检测结果:				单位: mSv
姓名	样品编号			剂量当量 Hp(10)
广东省中医院 (二沙外科)				
2019.7-9	██████████	ZL1903078 010080221	2019.7-9	0.03
广东省中医院 (二沙心血管科)				
2019.7-9	██████████	ZL1903078 010080613	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080614	2019.7-9	0.03
广东省中医院 (二沙心脏介入)				
2019.7-9	██████████	ZL1903078 010080070	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080158	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080160	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080472	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080474	2019.7-9	3.02
广东省中医院 (二沙影像科)				
2019.7-9	██████████	ZL1903078 010080031	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080038	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080044	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080055	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080056	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080060	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080061	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080065	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080066	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080094	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080095	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080100	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080109	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080149	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080177	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080255	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080256	2019.7-9	0.08
		ZL1903078 010080302	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080343	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080560	2019.7-9	0.06
		ZL1903078 010080561	2019.7-9	0.03
广东省中医院 (芳村介入室)				
2019.7-9	██████████	ZL1903078 010080595	2019.7-9	0.03
		ZL1903078 010080595	2019.7-9	0.03



## 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第12页共13页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL1903078 010080597 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080598 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080600 2019.7-9	0.03
广东省中医院 (芳村脑病科)		
2019.7-9		
[REDACTED]	ZL1903078 010080299 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080504 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080505 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080506 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080507 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080526 2019.7-9	0.03
广东省中医院 (芳村手术室)		
2019.7-9		
[REDACTED]	ZL1903078 010080278 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080279 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080280 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080281 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080282 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080285 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080286 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080288 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080290 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080292 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080293 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080350 2019.7-9	0.03
	广东省中医院 (芳村外科)	
2019.7-9		
[REDACTED]	ZL1903078 010080273 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080289 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080351 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080404 2019.7-9	0.03
广东省中医院 (芳村心血管)		
2019.7-9		
[REDACTED]	ZL1903078 010080118 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080271 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080367 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080556 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080557 2019.7-9	0.03
	ZL1903078 010080559 2019.7-9	0.03
广东省中医院 (芳村影像科)		
2019.7-9		



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR1901518

第13页共13页

检测结果:

姓名	样品编号	单位: mSv	
		剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL1903078 010080014 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080017 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080029 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080043 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080058 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080067 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080096 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080104 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080113 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080129 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080144 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080174 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080176 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080209 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080245 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080365 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080403 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080488 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080590 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080591 2019.7-9	0.03	
ZL1903078 010080592 2019.7-9	0.03		
ZL1903078 010080593 2019.7-9	0.03		
ZL1903078 010080594 2019.7-9	0.03		

广东省中医院 (芳村肿瘤科)  
2019.7-9

[REDACTED]	ZL1903078 010080229 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080232 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080233 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080545 2019.7-9	0.03	
	ZL1903078 010080546 2019.7-9	0.03	

广东省中医院 (三门诊)  
2019.7-9

[REDACTED]	ZL1903078 010080053 2019.7-9	0.03	
------------	------------------------------	------	--

(以下空白)





中国认可  
国际互认  
检测  
TESTING  
CNAS L0238

广东省职业病防治院

# 检 测 报 告

粤职卫检字第 FSGR2000163 号

受检单位：广东省中医院

样品名称：个人剂量计

检测项目：外照射个人剂量

检测类别：常规检测

报告日期：2020-03-06

1. 广东省职业病防治院是广东省人民政府卫生行政部门依法设置的卫生检测机构，是国家级资质认定合格机构，证书编号：170018100304。
2. 本院符合 CNAS/CL01《检测和校准实验室能力认可准则》（等同 ISO/IEC 17025《检测和校准实验室能力的通用要求》）的要求，获中国合格评定国家认可委员会（CNAS）认可，认可证书注册号：CNAS L0238。
3. 本院是中国疾病预防控制中心质量考核合格的化学品毒性鉴定机构，国家安全生产监督管理局批准的职业卫生技术服务机构（甲级）资质单位〔（国）安职技字（2011）第 A-0015 号〕，广东省卫生计生委批准的放射卫生技术服务机构（甲级）资质单位〔证书编号：粤放卫技字（2015）第 029 号〕。
4. 本院保证检测的科学性、公正性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和委托单位所提供的样品的技术资料保密。
5. 采样程序按照有关卫生标准和本院的程序文件及作业指导书执行。
6. 报告无编制人、审核人和批准人签名或未盖本院印章无效。
7. 本院仅对送检样品负责。
8. 本院仅对报告原件及其全文复制件负责。
9. 对检测报告若有异议，应于检测报告发出之日起十日内向我院提出。

地址：广州市海珠区新港西路海康街 68 号

电话：(020) 34063137

传真：(020) 89022312

邮编：510300

# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第1页共16页

受检单位:	广东省中医院	接样日期:	2020-01-20
受检单位地址:	广州市大德路111号东区12楼设备处	任务编号:	ZL2000373
样品名称:	个人剂量计	探测器:	LIF(Mg,Cu,P)小方片
采样地点:	广东省中医院	采样方式:	送样
监测周期:	2019.10-12	样品数量:	504 (含本底)
检测项目:	外照射个人剂量	检测日期:	2020-03-02
检测设备:	RGD-3B型热释光剂量仪(FSJ0137)	最低可探测水平:	0.06 mSv
检测依据:	GBZ128-2016 职业性外照射个人监测规范		

## 说明:

调查水平参考值= $5(T2-T1)/365$ mSv, 其中T1, T2分别为监测起止日期。

任何放射工作人员, 在正常情况下的职业照射水平应不超过以下限值(GB18871-2002):

- 1) 连续5年内年均有效剂量, 20mSv,
- 2) 任何1年中的有效剂量, 50mSv.

非本监测周期检测结果仅供参考。

张佛明探测器损坏, 建立个人剂量监测档案时采用名义剂量。



编制:

审核:

批准:



## 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第2页共16页

检测结果:		单位: mSv		
姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)	
广东省中医院 (ECT室)				
2019.10-12				
杜建强	ZL2000373 010080106	2019.10-12	0.03	
广东省中医院 (大学城放疗科)				
2019.10-12				
	ZL2000373 010080079	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080082	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080083	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080085	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080089	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080091	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080131	2019.10-12	0.07	
	ZL2000373 010080135	2019.10-12	0.18	
	ZL2000373 010080153	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080154	2019.10-12	0.06	
	ZL2000373 010080184	2019.10-12	0.06	
	ZL2000373 010080244	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080308	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080309	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080310	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080311	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080369	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080373	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080386	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080387	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080547	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080616	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080617	2019.10-12	0.08	
广东省中医院 (大学城骨科)				
2019.10-12				
	ZL2000373 010080379	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080397	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080491	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080492	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080493	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080494	2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080495	2019.10-12	0.03	
2019.1-3				
	ZL2000373 010080494	2019.1-3	0.03	
2019.7-9				
	ZL2000373 010080379	2019.7-9	0.03	
	ZL2000373 010080397	2019.7-9	0.03	



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第3页共16页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL2000373 010080491 2019.7-9	0.03	
	ZL2000373 010080493 2019.7-9	0.03	
	ZL2000373 010080495 2019.7-9	0.03	

广东省中医院 (大学城核医学)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080105 2019.10-12	0.10	
	ZL2000373 010080141 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080207 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080208 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080307 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080359 2019.10-12	0.10	
	ZL2000373 010080382 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080543 2019.10-12	0.08	

广东省中医院 (大学城口腔科)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080328 2019.10-12	0.14	
------------	--------------------------------	------	--

广东省中医院 (大学城麻醉科)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080499 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080500 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080501 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080502 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080503 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080627 2019.10-12	0.03	

广东省中医院 (大学城内镜中心)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080320 2019.10-12	0.07	
	ZL2000373 010080321 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080322 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080323 2019.10-12	0.09	
	ZL2000373 010080324 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080389 2019.10-12	0.09	
	ZL2000373 010080390 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080542 2019.10-12	0.03	

广东省中医院 (大学城脑病五科)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080618 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080619 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080706 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080707 2019.10-12	0.03	



## 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第4页共16页

检测结果:				单位: mSv
姓名	样品编号		剂量当量	Hp(10)
广东省中医院 (大学城脾胃病科)				
2019.10-12				
	ZL2000373	010080628	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080629	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080630	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080631	2019.10-12	0.11
	ZL2000373	010080632	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080682	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080683	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080684	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080685	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080686	2019.10-12	0.03
广东省中医院 (大学城神经介入室)				
2019.10-12				
	ZL2000373	010080235	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080236	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080331	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080333	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080376	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080377	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080378	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080393	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080461	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080463	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080465	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080467	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080469	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080470	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080471	2019.10-12	0.03
广东省中医院 (大学城外外科)				
2019.10-12				
	ZL2000373	010080325	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080391	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080392	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080544	2019.10-12	0.03
广东省中医院 (大学城心率失常科)				
2019.10-12				
	ZL2000373	010080342	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080388	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080398	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080450	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080455	2019.10-12	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第5页共16页

检测结果:

单位: mSv

姓名                      样品编号                      剂量当量      Hp(10)

██████████ ZL2000373 010080482 2019.10-12      0.03

广东省中医院 (大学城心血管二科)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080319	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080356	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080357	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080456	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080457	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080458	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080459	2019.10-12	0.51
██████████	ZL2000373	010080460	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080496	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080497	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080524	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080525	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (大学城心血管一科)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080075	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080197	2019.10-12	0.08
██████████	ZL2000373	010080218	2019.10-12	0.09
██████████	ZL2000373	010080355	2019.10-12	0.09
██████████	ZL2000373	010080413	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080417	2019.10-12	0.79
██████████	ZL2000373	010080446	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080449	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080536	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080537	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080538	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080539	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080540	2019.10-12	0.17
██████████	ZL2000373	010080641	2019.10-12	0.77
██████████	ZL2000373	010080620	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080621	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080633	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080634	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (大学城影像科)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080040	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080041	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080059	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080062	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080092	2019.10-12	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第6页共16页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL2000373 010080093	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080098	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080108	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080111	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080112	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080114	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080128	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080133	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080151	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080152	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080210	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080211	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080212	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080213	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080243	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080248	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080300	2019.10-12	0.12
	ZL2000373 010080303	2019.10-12	0.08
	ZL2000373 010080304	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080358	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080360	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080361	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080374	2019.10-12	0.07
	ZL2000373 010080395	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080396	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080561	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080563	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080635	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080636	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080638	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (大学城肿瘤科)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080227	2019.10-12	0.03
------------	---------------------	------------	------

广东省中医院 (大院ICU)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080315	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080317	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080370	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080548	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080549	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080550	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080603	2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080604	2019.10-12	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第7页共16页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
█	ZL2000373 010080605 2019.10-12	0.06
█	ZL2000373 010080606 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080639 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080640 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080641 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080643 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080644 2019.10-12	0.03

广东省中医院 (大院介入)

2019.10-12

█	ZL2000373 010080045 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080046 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080047 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080048 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080049 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080050 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080072 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080138 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080143 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080217 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080220 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080371 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080380 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080405 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080406 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080408 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080409 2019.10-12	0.16
█	ZL2000373 010080410 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080412 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080414 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080415 2019.10-12	0.10
█	ZL2000373 010080416 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080418 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080419 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080420 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080475 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080476 2019.10-12	0.11
█	ZL2000373 010080530 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080554 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080565 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080566 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080569 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080570 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080571 2019.10-12	0.03
█	ZL2000373 010080572 2019.10-12	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第8页共16页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL2000373 010080573 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080574 2019.10-12	0.06
	ZL2000373 010080575 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080576 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080577 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080578 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080582 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080583 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080645 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080646 2019.10-12	1.45
	ZL2000373 010080647 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080648 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080649 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080650 2019.10-12	0.03
2019.4-6		
[REDACTED]	ZL2000373 010080046 2019.4-6	0.55
广东省中医院 (大院口腔科)		
2019.10-12		
[REDACTED]	ZL2000373 010080602 2019.10-12	0.08
广东省中医院 (大院内镜中心)		
2019.10-12		
[REDACTED]	ZL2000373 010080165 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080168 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080169 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080171 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080269 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080318 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080352 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080353 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080381 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080522 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080523 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080553 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080671 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080672 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080673 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080674 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080675 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080677 2019.10-12	0.12
	ZL2000373 010080678 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080679 2019.10-12	0.06
ZL2000373 010080680 2019.10-12	0.18	
ZL2000373 010080681 2019.10-12	0.03	



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第9 页共 16页

检测结果:

单位: mSv

姓名                      样品编号                      剂量当量    Hp(10)

广东省中医院 (大院脑病六科)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080584	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080585	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080586	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080587	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080588	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080589	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (大院脑病三科)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080610	2019.10-12	0.14
██████████	ZL2000373	010080651	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080652	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080653	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080654	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (大院脑病一科)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080508	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080509	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (大院神经介入)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080002	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080003	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080004	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080005	2019.10-12	0.09
██████████	ZL2000373	010080006	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080007	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080008	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080009	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080295	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080297	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080298	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080382	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080384	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080421	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080422	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080423	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080424	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080425	2019.10-12	0.09
██████████	ZL2000373	010080426	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080427	2019.10-12	0.03





# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第10 页共 16页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL2000373 010080430 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080431 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080434 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080440 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080441 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080443 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080464 2019.10-12	0.03	

广东省中医院 (大院手术室)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080155 2019.10-12	0.26	
	ZL2000373 010080157 2019.10-12	0.17	
	ZL2000373 010080258 2019.10-12	0.27	
	ZL2000373 010080259 2019.10-12	0.40	
	ZL2000373 010080260 2019.10-12	0.38	
	ZL2000373 010080261 2019.10-12	0.11	
	ZL2000373 010080262 2019.10-12	0.22	
	ZL2000373 010080263 2019.10-12	0.23	
	ZL2000373 010080265 2019.10-12	0.24	
	ZL2000373 010080267 2019.10-12	0.23	
	ZL2000373 010080268 2019.10-12	0.34	
	ZL2000373 010080339 2019.10-12	0.18	
	ZL2000373 010080385 2019.10-12	0.20	
	ZL2000373 010080527 2019.10-12	0.26	
	ZL2000373 010080529 2019.10-12	0.29	

广东省中医院 (大院心血管科)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080611 2019.10-12	0.06	
	ZL2000373 010080612 2019.10-12	0.03	

广东省中医院 (大院影像科)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080012 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080015 2019.10-12	0.09	
	ZL2000373 010080016 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080018 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080019 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080020 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080021 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080022 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080023 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080024 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080025 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080028 2019.10-12	0.13	



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第11页共16页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL2000373 010080033 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080035 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080036 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080037 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080039 2019.10-12	0.09
	ZL2000373 010080054 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080097 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080099 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080101 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080110 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080115 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080116 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080132 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080163 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080180 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080249 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080250 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080251 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080252 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080253 2019.10-12	0.09
	ZL2000373 010080254 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080312 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080313 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080314 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080354 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080531 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080532 2019.10-12	0.07
	ZL2000373 010080533 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080534 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080535 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080601 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080615 2019.10-12	0.13
	ZL2000373 010080655 2019.10-12	0.03

2019.4-6

[REDACTED]	ZL2000373 010080019 2019.4-6	0.03
------------	------------------------------	------

广东省中医院 (大院肿瘤科)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080224 2019.10-12	0.03
[REDACTED]	ZL2000373 010080225 2019.10-12	0.03

广东省中医院 (二门诊)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080052 2019.10-12	0.06
------------	--------------------------------	------



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第12页共16页

检测结果:

单位: mSv

姓名                      样品编号                      剂量当量    Hp(10)

广东省中医院 (二沙骨科)

2019.10-12

	ZL2000373	010080274	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080275	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080338	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (二沙介入室)

2019.10-12

	ZL2000373	010080399	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080400	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080401	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080402	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080477	2019.10-12	0.15
	ZL2000373	010080483	2019.10-12	0.37
	ZL2000373	010080484	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080485	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080486	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (二沙手术室)

2019.10-12

	ZL2000373	010080277	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080363	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080555	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (二沙外科)

2019.10-12

	ZL2000373	010080221	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080656	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080657	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080658	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (二沙心衰中心)

2019.10-12

	ZL2000373	010080659	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080660	2019.10-12	1.67
	ZL2000373	010080661	2019.10-12	0.03
	ZL2000373	010080662	2019.10-12	1.00
	ZL2000373	010080663	2019.10-12	0.08
	ZL2000373	010080664	2019.10-12	3.55

广东省中医院 (二沙心血管科)

2019.10-12

	ZL2000373	010080613	2019.10-12	0.08
	ZL2000373	010080614	2019.10-12	1.99

广东省中医院 (二沙心脏介入)



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第13 页共 16页

检测结果:

单位: mSv

姓名                      样品编号                      剂量当量    Hp(10)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080070	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080158	2019.10-12	0.11
██████████	ZL2000373	010080160	2019.10-12	0.11
██████████	ZL2000373	010080190	2019.10-12	0.11
██████████	ZL2000373	010080445	2019.10-12	1.75
██████████	ZL2000373	010080472	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080474	2019.10-12	0.84

广东省中医院 (二沙影像科)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080031	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080038	2019.10-12	0.07
██████████	ZL2000373	010080044	2019.10-12	0.10
██████████	ZL2000373	010080055	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080056	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080060	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080061	2019.10-12	0.08
██████████	ZL2000373	010080065	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080066	2019.10-12	0.07
██████████	ZL2000373	010080094	2019.10-12	0.07
██████████	ZL2000373	010080095	2019.10-12	0.10
██████████	ZL2000373	010080100	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080109	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080149	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080177	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080255	2019.10-12	0.07
██████████	ZL2000373	010080256	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080302	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080343	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080560	2019.10-12	0.14

广东省中医院 (芳村介入室)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080595	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080596	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080597	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080598	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080599	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080600	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (芳村口腔科)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080624	2019.10-12	0.09
------------	-----------	-----------	------------	------



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第14页共16页

检测结果:

单位: mSv

姓名                      样品编号                      剂量当量    Hp(10)

广东省中医院 (芳村脑病科)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080299	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080504	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080505	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080506	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080507	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080526	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080622	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080623	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (芳村手术室)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080278	2019.10-12	0.15
██████████	ZL2000373	010080279	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080280	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080281	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080282	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080285	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080286	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080288	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080290	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080292	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080293	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080350	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (芳村外科)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080273	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080289	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080351	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080404	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080665	2019.10-12	0.03

广东省中医院 (芳村心血管)

2019.10-12

██████████	ZL2000373	010080074	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080118	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080271	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080367	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080411	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080556	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080557	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080559	2019.10-12	0.03
██████████	ZL2000373	010080607	2019.10-12	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第15页共16页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL2000373 010080608 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080625 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080626 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080666 2019.10-12	0.03	
	ZL2000373 010080667 2019.10-12	0.03	

广东省中医院 (芳村影像科)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080014 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080017 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080029 2019.10-12	0.07
	ZL2000373 010080043 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080058 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080067 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080096 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080104 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080113 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080125 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080129 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080144 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080174 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080175 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080176 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080209 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080245 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080365 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080403 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080488 2019.10-12	0.03
ZL2000373 010080590 2019.10-12	0.03	
ZL2000373 010080591 2019.10-12	0.03	
ZL2000373 010080592 2019.10-12	0.03	
ZL2000373 010080593 2019.10-12	0.03	
ZL2000373 010080594 2019.10-12	0.03	

2019.7-9

[REDACTED]	ZL2000373 010080125 2019.7-9	0.03
------------	------------------------------	------

广东省中医院 (芳村肿瘤科)

2019.10-12

[REDACTED]	ZL2000373 010080229 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080232 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080233 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080234 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080545 2019.10-12	0.03
	ZL2000373 010080546 2019.10-12	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000163

第16 页共 16页

检测结果:

单位: mSv

姓名

样品编号

剂量当量 Hp(10)

2019.7-9

██████████ ZL2000373 010080234 2019.7-9 0.03

广东省中医院 (口腔科)

2019.10-12

██████████ ZL2000373 010080668 2019.10-12 0.03

██████████ ZL2000373 010080669 2019.10-12 0.03

广东省中医院 (三门诊)

2019.10-12

██████████ ZL2000373 010080053 2019.10-12 0.15

(以下空白)



### 职业外照射个人监测 达到/超过调查水平剂量核查表

单位名称: (盖章) 广东省平爱院

编号: FSGR1901087078

人员姓名: 冷蓉

剂量计编号: 010080361

职业类别: 医学应用

剂量计佩戴起止日期: 2019.4.6

核查期: 2019年8月29日至2019年9月9日

检测结果: 2.95 mSv

个人剂量计佩戴位置:  胸部  头部  手部  衣领  其他部位工作中穿戴防护服:  胸部(铅围裙内)  胸部(铅围裙外)

请确定在佩戴个人剂量计期间, 是否发生过以下情况:

1. 个人剂量计曾经被放置于放射工作场所内, 但不在放射工作场所内时间( 天/小时); 无
2. 曾经佩戴个人剂量计接受过放射性检查: 2019年5月18日行政部CT平扫+鼻窦CT平扫+三维重建, 检查时忘记取出个人剂量计。

如果是正常佩戴, 是否发生过以下情况:

3. 曾经佩戴个人剂量计扶科接受放射性检查的受检者/患者; 无
4. 佩戴期间工作量较前有明显增加, 增加数量( ): 无
5. 其他原因: 无

本人(签字): 冷蓉

2019年9月10日

负责人(签字): 刘玉品

2019年9月10日

提示: 核查期内无反馈, 结果将视为真实受照剂量处理呈报。

处理意见(检测单位填写):

- 建立个人剂量监测档案时当期采用本次检测结果。
- 建立个人剂量监测档案时采用名义剂量。

签名:

2019年9月26日

注: 受检单位应根据具体情况可合理选择以下方法之一确定名义剂量:

1. 用同时佩戴的实时剂量计记录的实时剂量估算剂量;
2. 用同时场所监测的结果推算剂量;
3. 用同一监测周期内从事同样工作的同事接受的平均剂量;
4. 用工作人员前向受照的平均剂量, 即名义剂量=前向剂量×监测周期(d)/365。

广东省职业卫生检测中心

2019年9月26日





170018100304



中国认可  
国际互认  
检测  
TESTING  
CNAS L0238

广东省职业病防治院

# 检 测 报 告

粤职卫检字第 FSGR2000939 号

受检单位：广东省中医院

样品名称：个人剂量计

检测项目：外照射个人剂量

检测类别：常规检测

报告日期：2020-06-19

1. 广东省职业病防治院是广东省人民政府卫生行政部门依法设置的卫生检测机构。是国家级资质认定合格机构，证书编号：170018100304。
2. 本院符合 CNAS/CL01《检测和校准实验室能力认可准则》(等同 ISO/IEC 17025《检测和校准实验室能力的通用要求》)的要求，获中国合格评定国家认可委员会 (CNAS) 认可，认可证书注册号：CNAS L0236。
3. 本院是中国疾病预防控制中心质量考核合格的化学品毒性鉴定机构，国家安全生产监督管理总局批准的职业卫生技术服务机构(甲级)资质单位[(国)安职技字(2011)第 A-0015 号]，广东省卫生计生委批准的放射卫生技术服务机构(甲级)资质单位[证书编号：粤放卫技字(2015)第 029 号]。
4. 本院保证检测的科学性、公正性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和委托单位所提供的样品的技术资料保密。
5. 采样程序按照有关卫生标准和本院的程序文件及作业指导书执行。
6. 报告无编制人、审核人和批准人签名或未盖本院印章无效。
7. 本院仅对送检样品负责。
8. 本院仅对报告原件及其全文复制件负责。
9. 对检测报告若有异议，应于检测报告发出之日起十日内向本院提出。

地址：广州市海珠区新港西路海康街 66 号

电话：(020) 34063137

传真：(020) 89022312

邮编：510300

# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第1页共15页

受检单位:	广东省中医院	接样日期:	2020-06-12
受检单位地址:	广州市大德路111号东区12楼设备处	任务编号:	ZL2001455
样品名称:	个人剂量计	探测器:	LiF(Mg,Cu,P)圆片
采样地点:	广东省中医院	采样方式:	送样
监测周期:	2020.1-3	样品数量:	524 (含本底)
检测项目:	外照射个人剂量	检测日期:	2020-06-12
检测设备:	RGD-3B型热释光剂量仪 (FSJ0137)	最低可探测水平:	0.06 mSv
检测依据:	GBZ128-2019职业性外照射个人监测规范		

说明:

调查水平参考值=5(T2-T1)/365mSv, 其中T1, T2分别为监测起止日期。

任何放射工作人员, 在正常情况下的职业照射水平不应超过以下限值 (GB16071-2002):

- 1) 连续5年内年均有效剂量, 20mSv,
- 2) 任何1年中的有效剂量, 50mSv.

非本监测周期检测结果仅供参考。



编制: 孙兴

审核: 李作基

批准: 张庆新

## 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第2页共15页

检测结果:		单位: mSv	
姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
广东省中医院			
2020.1-3			
	ZL2001455 1	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 2	2020.1-3	0.03
广东省中医院 (ECT室)			
2020.1-3			
	ZL2001455 010080106	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080695	2020.1-3	0.03
广东省中医院 (大学城放疗科)			
2019.10-12			
	ZL2001455 010080088	2019.10-12	0.03
2020.1-3			
	ZL2001455 010080079	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080082	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080083	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080085	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080088	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080089	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080091	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080131	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080135	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080153	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080154	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080184	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080244	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080308	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080309	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080310	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080311	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080373	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080386	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080387	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080547	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080616	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080617	2020.1-3	0.03
广东省中医院 (大学城骨科)			
2020.1-3			
	ZL2001455 010080379	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080397	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080491	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080492	2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080493	2020.1-3	0.03

# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第3页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL2001455 010080494 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080495 2020.1-3	0.03	

广东省中医院 (大学城核医学)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080105 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080141 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080207 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080208 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080307 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080359 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080362 2020.1-3	0.03	

广东省中医院 (大学城口腔科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080328 2020.1-3	0.03	
------------	------------------------------	------	--

广东省中医院 (大学城麻醉科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080363 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080499 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080500 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080501 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080502 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080503 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080627 2020.1-3	0.03	

广东省中医院 (大学城内镜中心)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080320 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080321 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080322 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080323 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080324 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080389 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080390 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080542 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080687 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080688 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080689 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080690 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080692 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080693 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080694 2020.1-3	0.03	

广东省中医院 (大学城脑病五科)

2020.1-3



## 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第4页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL2001455 010080618 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080619 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080706 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080707 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大学城脾胃病科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080628 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080629 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080630 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080631 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080632 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080682 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080683 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080684 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080685 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080686 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大学城神经介入室)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080235 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080236 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080331 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080333 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080376 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080377 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080378 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080393 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080461 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080463 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080465 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080467 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080468 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080469 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080470 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080471 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大学城外四科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080325 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080391 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080392 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大学城心率失常科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080388 2020.1-3	0.03
------------	------------------------------	------



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第5页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL2001455 010080400 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080401 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080455 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080482 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080484 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080485 2020.1-3	0.03	

广东省中医院 (大学城心血管二科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080319 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080356 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080357 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080456 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080457 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080458 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080459 2020.1-3	2.24	
	ZL2001455 010080460 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080496 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080525 2020.1-3	0.03	

广东省中医院 (大学城心血管一科)

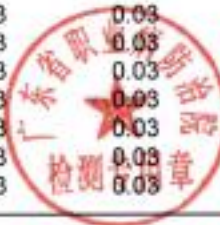
2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080075 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080197 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080218 2020.1-3	0.16	
	ZL2001455 010080355 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080413 2020.1-3	0.17	
	ZL2001455 010080417 2020.1-3	0.20	
	ZL2001455 010080446 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080449 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080540 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080541 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080620 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080621 2020.1-3	0.61	
	ZL2001455 010080633 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080634 2020.1-3	0.03	

广东省中医院 (大学城影像科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080040 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080041 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080059 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080062 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080092 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080093 2020.1-3	0.03	
ZL2001455 010080098 2020.1-3	0.03		



## 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第6页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
	ZL2001455 010080108 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080111 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080112 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080114 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080128 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080133 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080151 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080152 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080210 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080211 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080212 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080213 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080243 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080248 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080300 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080303 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080304 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080358 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080360 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080361 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080374 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080395 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080396 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080561 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080563 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080635 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080636 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080637 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080638 2020.1-3	0.03	

广东省中医院 (大院ICU)

2019.10-12

ZL2001455 010080642 2019.10-12 0.03

2020.1-3

ZL2001455 010080315 2020.1-3 0.03  
 ZL2001455 010080317 2020.1-3 0.03  
 ZL2001455 010080370 2020.1-3 0.03  
 ZL2001455 010080548 2020.1-3 0.03  
 ZL2001455 010080549 2020.1-3 0.03  
 ZL2001455 010080550 2020.1-3 0.03  
 ZL2001455 010080603 2020.1-3 0.03  
 ZL2001455 010080604 2020.1-3 0.03  
 ZL2001455 010080605 2020.1-3 0.03  
 ZL2001455 010080606 2020.1-3 0.03  
 ZL2001455 010080639 2020.1-3 0.03





# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第7页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL2001455 010080640 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080641 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080642 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080643 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080644 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大院介入)

2019.4-6

[REDACTED]	ZL2001455 010080530 2019.4-6	1.55
[REDACTED]	ZL2001455 010080554 2019.4-6	1.53

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080045 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080046 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080047 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080048 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080049 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080050 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080072 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080138 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080198 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080217 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080220 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080371 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080380 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080405 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080406 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080408 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080409 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080410 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080414 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080415 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080416 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080418 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080419 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080420 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080475 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080476 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080530 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080554 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080565 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080566 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080567 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080568 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080569 2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455 010080570 2020.1-3	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第8 页共 15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
█	ZL2001455 010080571 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080572 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080573 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080574 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080575 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080576 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080577 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080578 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080582 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080583 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080645 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080646 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080647 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080648 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080649 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080650 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大院口腔科)

2020.1-3

█	ZL2001455 010080602 2020.1-3	0.03
---	------------------------------	------

广东省中医院 (大院内镜中心)

2020.1-3

█	ZL2001455 010080165 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080168 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080169 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080171 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080269 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080318 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080353 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080381 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080522 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080523 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080552 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080553 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080670 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080671 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080672 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080673 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080674 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080675 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080676 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080677 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080678 2020.1-3	0.03
█	ZL2001455 010080679 2020.1-3	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第9页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL2001455 010080680 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080681 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080696 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080697 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080698 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080699 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080700 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080701 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080702 2020.1-3	0.03
	外ZL2001455 010080703 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080704 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080705 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大院脑病六科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080584 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080585 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080586 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080587 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080588 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080589 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大院脑病三科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080609 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080610 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080651 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080652 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080653 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080654 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大院脑病一科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080508 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080509 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大院神经介入)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080002 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080003 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080004 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080005 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080006 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080007 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080008 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080009 2020.1-3	0.03



## 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第10页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL2001455 010080200 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080295 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080297 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080298 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080382 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080384 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080421 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080422 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080423 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080424 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080425 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080426 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080427 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080430 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080431 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080434 2020.1-3	0.14
	ZL2001455 010080440 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080441 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080443 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080464 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大院手术室)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080155 2020.1-3	0.16
	ZL2001455 010080157 2020.1-3	0.13
	ZL2001455 010080258 2020.1-3	0.10
	ZL2001455 010080259 2020.1-3	0.09
	ZL2001455 010080260 2020.1-3	0.13
	ZL2001455 010080261 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080262 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080263 2020.1-3	0.08
	ZL2001455 010080265 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080267 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080268 2020.1-3	0.09
	ZL2001455 010080339 2020.1-3	0.07
	ZL2001455 010080385 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080527 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080529 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大院心律失常科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080402 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080486 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大院心血管科)

2020.1-3



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第11 页共 15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
██████████	ZL2001455 010080611 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080612 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (大院影像科)

2020.1-3

██████████	ZL2001455 010080012 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080015 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080016 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080018 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080019 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080020 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080021 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080022 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080023 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080024 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080025 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080028 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080029 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080030 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080035 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080036 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080037 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080039 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080054 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080097 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080099 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080101 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080110 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080115 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080116 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080132 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080163 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080180 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080249 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080251 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080252 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080253 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080254 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080312 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080313 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080314 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080354 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080531 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080532 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2001455 010080533 2020.1-3	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第12页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL2001455 010080534 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080535 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080601 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080615 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080655 2020.1-3	0.03	
广东省中医院 (大院肿瘤科)			
2020.1-3	[REDACTED]		
[REDACTED]	ZL2001455 010080224 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080225 2020.1-3	0.03	
广东省中医院 (二门诊)			
2020.1-3	[REDACTED]		
[REDACTED]	ZL2001455 010080052 2020.1-3	0.03	
广东省中医院 (二沙骨科)			
2020.1-3	[REDACTED]		
[REDACTED]	ZL2001455 010080274 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080275 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080338 2020.1-3	0.03	
广东省中医院 (二沙介入室)			
2020.1-3	[REDACTED]		
[REDACTED]	ZL2001455 010080399 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080477 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080483 2020.1-3	0.03	
广东省中医院 (二沙手术室)			
2020.1-3	[REDACTED]		
[REDACTED]	ZL2001455 010080277 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080555 2020.1-3	0.03	
广东省中医院 (二沙外科)			
2020.1-3	[REDACTED]		
[REDACTED]	ZL2001455 010080221 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080656 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080657 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080658 2020.1-3	0.03	
广东省中医院 (二沙心衰中心)			
2020.1-3	[REDACTED]		
[REDACTED]	ZL2001455 010080659 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080660 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080661 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080662 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080663 2020.1-3	0.03	
	ZL2001455 010080664 2020.1-3	0.03	



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第13页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名                      样品编号                      剂量当量    Hp(10)

广东省中医院 (二沙心血管科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455	010080613	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080614	2020.1-3	0.03

广东省中医院 (二沙心脏介入)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455	010080070	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080158	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080160	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080196	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080445	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080472	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080474	2020.1-3	0.63

广东省中医院 (二沙影像科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455	010080031	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080038	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080044	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080055	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080056	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080060	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080061	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080065	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080066	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080094	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080095	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080100	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080109	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080149	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080177	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080255	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080256	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080302	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080343	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080560	2020.1-3	0.03

广东省中医院 (芳村介入室)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455	010080595	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080596	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080597	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080598	2020.1-3	0.03
[REDACTED]	ZL2001455	010080599	2020.1-3	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第14页共15页

检测结果:				单位: mSv
姓名	样品编号			剂量当量 Hp(10)
██████████	ZL2001455 010080600	2020.1-3		0.03
广东省中医院 (芳村脑病科)				
2020.1-3				
██████████	ZL2001455 010080299	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080504	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080505	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080506	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080507	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080526	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080622	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080623	2020.1-3		0.03
广东省中医院 (芳村手术室)				
2020.1-3				
██████████	ZL2001455 010080278	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080279	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080280	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080281	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080282	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080285	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080286	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080288	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080290	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080292	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080293	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080350	2020.1-3		0.03
广东省中医院 (芳村外科)				
2020.1-3				
██████████	ZL2001455 010080273	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080289	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080351	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080404	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080665	2020.1-3		0.03
广东省中医院 (芳村心血管)				
2020.1-3				
██████████	ZL2001455 010080074	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080118	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080271	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080367	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080411	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080556	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080557	2020.1-3		0.03
	ZL2001455 010080559	2020.1-3		0.03





# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2000939

第15 页共 15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL2001455 010080607 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080608 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080625 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080626 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080666 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080667 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (芳村影像科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080014 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080017 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080043 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080058 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080067 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080096 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080104 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080113 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080125 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080144 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080174 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080175 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080176 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080209 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080245 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080365 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080403 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080488 2020.1-3	0.03
ZL2001455 010080590 2020.1-3	0.03	
ZL2001455 010080592 2020.1-3	0.03	
ZL2001455 010080593 2020.1-3	0.03	

广东省中医院 (口腔科)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080668 2020.1-3	0.03
	ZL2001455 010080669 2020.1-3	0.03

广东省中医院 (三门诊)

2020.1-3

[REDACTED]	ZL2001455 010080053 2020.1-3	0.03
------------	------------------------------	------

(以下空白)





170018100304



中国认可  
国际互认  
检测  
TESTING  
CNAS L0238

广东省职业病防治院

# 检测 报 告

粤职卫检字第 FSGR2001409 号

受检单位：广东省中医院

样品名称：个人剂量计

检测项目：外照射个人剂量

检测类别：常规检测

报告日期：2020-08-28



## 说 明

1. 广东省职业病防治院是广东省卫生健康委直属的公益一类事业单位，是依法成立的检验检测机构。
2. 本院已通过中国国家认证认可监督管理委员会检验检测机构资质认定，证书编号：17001B100304。获中国合格评定国家认可委员会（CNAS）认可，认可证书注册号：CNAS L0238。
3. 本院是中国疾病预防控制中心质量考核合格的化学品毒性鉴定机构，原国家安全生产监督管理总局批准的职业卫生技术服务机构（甲级）资质单位〔（国）安职技字（2011）第 A-0015 号〕，广东省卫生健康委员会批准的放射卫生技术服务机构（甲级）资质单位〔证书编号：粤放卫技字（2015）第 029 号〕。
4. 本院保证检测的科学性、公正性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和委托单位所提供的样品的技术资料保密。
5. 采样程序按照有关卫生标准和本院的程序文件及作业指导书执行。
6. 报告无编制人、审核人和批准人签名或未盖本院印章无效。
7. 本院仅对送检样品负责。
8. 本院仅对报告原件及其全文复制件负责。
9. 对检测报告若有异议，应于检测报告发出之日起 10 日内向我院提出。

地址：广州市海珠区新港西路海康街 68 号

电话：(020) 34063137

传真：(020) 89022312

邮编：510300

# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第1页共15页

受检单位:	广东省中医院	接样日期:	2020-07-29
受检单位地址:	广州市大德路111号东区12楼设备处	任务编号:	ZL2002391
样品名称:	个人剂量计	探测器:	LiF(Mg,Cu,P)大方片
采样地点:	广东省中医院	采样方式:	送样
监测周期:	2020.4-6	样品数量:	498 (含本底)
检测项目:	外照射个人剂量	检测日期:	2020-08-24
检测设备:	RGD-6B型热释光仪 (FSJ0217)	最低可探测水平:	0.06 mSv
检测依据:	GBZ128-2019职业性外照射个人监测规范		

## 说明:

调查水平参考值=5(T2-T1)/365mSv, 其中T1, T2分别为监测起止日期。

任何放射工作人员, 在正常情况下的职业照射水平应不超过以下限值 (GB18871-2002):

- 1) 连续5年内年均有效剂量, 20mSv,
- 2) 任何1年中的有效剂量, 50mSv.

非本监测周期检测结果仅供参考。



编制: 张松

审核: 麦作基

批准: 张松

# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第2页共15页

检测结果:		单位: mSv		
姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)	
广东省中医院				
2020.4-6				
	ZL2002391 010080108	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080542	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080630	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080684	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080686	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080694	2020.4-6	0.03	
广东省中医院 (ECT室)				
2020.4-6				
	ZL2002391 010080106	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080695	2020.4-6	0.03	
广东省中医院 (大学城放疗科)				
2020.4-6				
	ZL2002391 010080079	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080082	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080083	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080085	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080088	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080089	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080131	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080135	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080153	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080154	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080184	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080244	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080308	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080309	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080310	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080311	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080369	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080373	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080386	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080387	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080547	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080616	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080617	2020.4-6	0.03	
广东省中医院 (大学城骨科)				
2020.4-6				
	ZL2002391 010080379	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080397	2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080491	2020.4-6	0.03	



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第3页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL2002391 010080492 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080493 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080494 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080495 2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大学城核医学)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080105 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080141 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080207 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080208 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080307 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080359 2020.4-6	0.15
	ZL2002391 010080362 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080543 2020.4-6	0.08

广东省中医院 (大学城口腔科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080328 2020.4-6	0.03
------------	------------------------------	------

广东省中医院 (大学城麻醉科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080363 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080499 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080500 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080501 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080502 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080503 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080627 2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大学城内镜中心)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080320 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080321 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080322 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080323 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080324 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080389 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080390 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080687 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080688 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080689 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080690 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080691 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080692 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080693 2020.4-6	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第4页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名                      样品编号                      剂量当量    Hp(10)

广东省中医院 (大学城脑病五科)

2020.4-6

██████████	ZL2002391	010080618	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080619	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080706	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080707	2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大学城脾胃病科)

2020.4-6

██████████	ZL2002391	010080628	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080629	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080631	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080632	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080682	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080683	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080685	2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大学城神经介入室)

2020.4-6

██████████	ZL2002391	010080235	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080236	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080331	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080333	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080376	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080377	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080378	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080393	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080461	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080463	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080465	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080467	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080468	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080469	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080470	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080471	2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大学城外四科)

2020.4-6

██████████	ZL2002391	010080325	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080391	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080392	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080544	2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大学城心律失常科)

2020.1-3

██████████	ZL2002391	010080398	2020.1-3	0.03
------------	-----------	-----------	----------	------



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第5页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名                      样品编号                      剂量当量    Hp(10)

2020.4-6

██████████	ZL2002391	010080388	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080398	2020.4-6	1.09
██████████	ZL2002391	010080400	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080401	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080455	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080482	2020.4-6	1.33
██████████	ZL2002391	010080484	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080485	2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大学城心血管二科)

2020.4-6

██████████	ZL2002391	010080319	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080356	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080357	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080456	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080457	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080458	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080459	2020.4-6	2.63
██████████	ZL2002391	010080460	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080496	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080525	2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大学城心血管一科)

2020.4-6

██████████	ZL2002391	010080075	2020.4-6	0.15
██████████	ZL2002391	010080197	2020.4-6	0.11
██████████	ZL2002391	010080218	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080355	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080413	2020.4-6	0.42
██████████	ZL2002391	010080417	2020.4-6	0.20
██████████	ZL2002391	010080446	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080449	2020.4-6	0.19
██████████	ZL2002391	010080540	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080541	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080620	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080621	2020.4-6	0.17
██████████	ZL2002391	010080633	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080634	2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大学城影像科)

2020.4-6

██████████	ZL2002391	010080040	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080041	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080059	2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391	010080062	2020.4-6	0.03





## 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第6页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL2002391 010080092 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080093 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080098 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080111 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080112 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080114 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080128 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080151 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080152 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080210 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080211 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080212 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080243 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080248 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080300 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080303 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080304 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080358 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080360 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080361 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080374 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080395 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080396 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080561 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080563 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080635 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080636 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080637 2020.4-6	0.03
ZL2002391 010080638 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (大院ICU)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080315 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080317 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080370 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080548 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080549 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080550 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080603 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080604 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080605 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080606 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080639 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080640 2020.4-6	0.03
ZL2002391 010080641 2020.4-6	0.03	



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第7页共 15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
██████████	ZL2002391 010080642 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080643 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080644 2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大院介入)

2020.1-3

██████████	ZL2002391 010080143 2020.1-3	0.03
██████████	ZL2002391 010080412 2020.1-3	0.03

2020.4-6

██████████	ZL2002391 010080045 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080046 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080047 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080048 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080049 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080050 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080050 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080138 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080143 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080198 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080217 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080220 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080371 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080380 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080405 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080406 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080408 2020.4-6	1.29
██████████	ZL2002391 010080409 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080410 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080412 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080414 2020.4-6	0.26
██████████	ZL2002391 010080415 2020.4-6	1.17
██████████	ZL2002391 010080416 2020.4-6	0.47
██████████	ZL2002391 010080418 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080419 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080420 2020.4-6	0.11
██████████	ZL2002391 010080475 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080476 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080530 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080554 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080565 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080566 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080567 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080568 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080569 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080570 2020.4-6	0.03
██████████	ZL2002391 010080571 2020.4-6	0.03



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第8页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL2002391 010080572 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080573 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080574 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080575 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080576 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080577 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080578 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080582 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080583 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080645 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080646 2020.4-6	1.91
	ZL2002391 010080647 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080648 2020.4-6	1.99
	ZL2002391 010080649 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080650 2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大院口腔科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080602 2020.4-6	0.03
------------	------------------------------	------

广东省中医院 (大院内镜中心)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080165 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080168 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080169 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080171 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080269 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080318 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080353 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080381 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080522 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080523 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080552 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080553 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080670 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080671 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080672 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080673 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080674 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080675 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080676 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080677 2020.4-6	0.03
ZL2002391 010080678 2020.4-6	0.03	
ZL2002391 010080679 2020.4-6	0.03	
ZL2002391 010080680 2020.4-6	0.03	



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第9页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL2002391 010080681 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080696 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080697 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080698 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080699 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080700 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080701 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080702 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080703 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080704 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080705 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (大院脑病六科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080584 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080585 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080586 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080587 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080588 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080589 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (大院脑病三科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080609 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080610 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080651 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080652 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080653 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080654 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (大院脑病一科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080508 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080509 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (大院神经介入)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080002 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080003 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080004 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080005 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080006 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080007 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080008 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080009 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080200 2020.4-6	0.03	



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第10 页共 15页

检测结果:				单位: mSv
姓名	样品编号		剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL2002391	010080295	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080297	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080298	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080382	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080384	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080421	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080422	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080423	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080424	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080425	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080426	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080427	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080430	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080431	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080434	2020.4-6	0.21
	ZL2002391	010080440	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080441	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080443	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080464	2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大院手术室)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391	010080155	2020.4-6	0.08
	ZL2002391	010080157	2020.4-6	0.08
	ZL2002391	010080258	2020.4-6	0.08
	ZL2002391	010080259	2020.4-6	0.14
	ZL2002391	010080260	2020.4-6	0.13
	ZL2002391	010080261	2020.4-6	0.13
	ZL2002391	010080262	2020.4-6	0.17
	ZL2002391	010080263	2020.4-6	0.11
	ZL2002391	010080265	2020.4-6	0.15
	ZL2002391	010080267	2020.4-6	0.10
	ZL2002391	010080268	2020.4-6	0.12
	ZL2002391	010080339	2020.4-6	0.20
	ZL2002391	010080385	2020.4-6	0.15
	ZL2002391	010080527	2020.4-6	0.09
	ZL2002391	010080529	2020.4-6	0.12

广东省中医院 (大院心律失常科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391	010080402	2020.4-6	0.03
	ZL2002391	010080486	2020.4-6	0.03

广东省中医院 (大院心血管科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391	010080611	2020.4-6	0.03
------------	-----------	-----------	----------	------



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第11页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
██████████	ZL2002391 010080612 2020.4-6	0.03	
广东省中医院 (大院影像科)			
2020.1-3	██████████ ZL2002391 010080250 2020.1-3	0.03	
2020.4-6	██████████ ZL2002391 010080012 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080015 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080016 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080018 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080019 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080020 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080021 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080022 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080023 2020.4-6	0.07	
	ZL2002391 010080024 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080025 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080028 2020.4-6	0.07	
	ZL2002391 010080029 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080033 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080035 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080036 2020.4-6	0.07	
	ZL2002391 010080037 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080039 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080054 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080097 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080099 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080101 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080110 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080115 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010000116 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080132 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080163 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080180 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080249 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080250 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080251 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080252 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080253 2020.4-6	0.06	
	ZL2002391 010080254 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080312 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080313 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080314 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080354 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080531 2020.4-6	0.03	

广东省职业病防治院



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第12页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量	Hp(10)
[REDACTED]	ZL2002391 010080532 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080533 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080534 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080535 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080601 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080615 2020.4-6	0.03	
	ZL2002391 010080655 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (大院肿瘤科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080224 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010080225 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (二门诊)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080052 2020.4-6	0.03	
------------	------------------------------	------	--

广东省中医院 (二沙骨科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080274 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010000275 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010080338 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (二沙介入室)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080399 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010080477 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010080483 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (二沙手术室)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080277 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010080555 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (二沙外科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080656 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010080657 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010080658 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (二沙心衰中心)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080659 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010080660 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010080661 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010080662 2020.4-6	0.03	
[REDACTED]	ZL2002391 010080663 2020.4-6	0.03	

检测专用章

# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第13页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
██████████	ZL2002391 010080664 2020.4-6	0.03
广东省中医院 (二沙心血管科)		
2020.4-6	██████████ ZL2002391 010080613 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080614 2020.4-6	0.03
广东省中医院 (二沙心脏介入)		
2020.4-6	██████████ ZL2002391 010080070 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080158 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080160 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080196 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080445 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080472 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080474 2020.4-6	0.03
广东省中医院 (二沙影像科)		
2020.4-6	██████████ ZL2002391 010080031 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080038 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080044 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080055 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080056 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080060 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080061 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080065 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080066 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080094 2020.4-6	0.07
	██████████ ZL2002391 010080095 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080100 2020.4-6	0.07
	██████████ ZL2002391 010080109 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080149 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080177 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080255 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080256 2020.4-6	0.07
	██████████ ZL2002391 010080302 2020.4-6	0.07
	██████████ ZL2002391 010080343 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080560 2020.4-6	0.06
广东省中医院 (芳村介入室)		
2020.4-6	██████████ ZL2002391 010080595 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080596 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080597 2020.4-6	0.03
	██████████ ZL2002391 010080598 2020.4-6	0.03



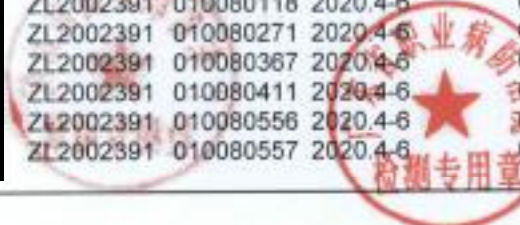


# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第14页共15页

检测结果:				单位: mSv	
姓名	样品编号		剂量当量	Hp(10)	
[REDACTED]	ZL2002391	010080599 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080600 2020.4-6	0.03		
广东省中医院 (芳村脑病科)					
2020.4-6					
[REDACTED]	ZL2002391	010080299 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080504 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080505 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080506 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080507 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080526 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080622 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080623 2020.4-6	0.03		
广东省中医院 (芳村手术室)					
2020.4-6					
[REDACTED]	ZL2002391	010080278 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080279 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080280 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080281 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080282 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080285 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080286 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080288 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080290 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080292 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080293 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080350 2020.4-6	0.03		
	广东省中医院 (芳村外科)				
2020.4-6					
[REDACTED]	ZL2002391	010080273 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080289 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080351 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080404 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080665 2020.4-6	0.03		
广东省中医院 (芳村心血管)					
2020.4-6					
[REDACTED]	ZL2002391	010080074 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080118 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080271 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080367 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080411 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080556 2020.4-6	0.03		
	ZL2002391	010080557 2020.4-6	0.03		



# 广东省职业病防治院检测报告

报告编号: FSGR2001409

第15页共15页

检测结果:

单位: mSv

姓名	样品编号	剂量当量 Hp(10)
[REDACTED]	ZL2002391 010080559 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080607 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080608 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080625 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080626 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080666 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080667 2020.4-6	0.03

广东省中医院 (芳村影像科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080014 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080017 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080043 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080058 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080067 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080096 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080104 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080113 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080125 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080129 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080144 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080174 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080175 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080176 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080209 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080365 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080403 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080488 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080590 2020.4-6	0.03
	ZL2002391 010080591 2020.4-6	0.03
ZL2002391 010080593 2020.4-6	0.03	
ZL2002391 010080594 2020.4-6	0.03	

广东省中医院 (口腔科)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080668 2020.4-6	0.07
[REDACTED]	ZL2002391 010080669 2020.4-6	0.03

广东省中医院 (三门诊)

2020.4-6

[REDACTED]	ZL2002391 010080053 2020.4-6	0.07
------------	------------------------------	------

(以下空白)



附件 5: 辐射工作人员培训统计一览表

序号	姓名	培训证书号	序号	姓名	培训证书号
1		粤辐射协第 A182 295	160	■	粤辐射协第 A182464
2		粤辐射协第 A182 294	161	■	粤辐射协第 A182473
3		粤辐射协第 A182 293	162	■	粤辐射协第 A182476
4		粤辐射协第 A182 292	163	■	粤辐射协第 A182475
5		粤辐射协第 A182 291	164	■	粤辐射协第 A182474
6		粤辐射协第 A182 289	165	■	粤辐射协第 A182477
7		粤辐射协第 A182 302	166	■	粤辐射协第 A191807
8		粤辐射协第 A170843	167	■	粤辐射协第 A191808
9		粤辐射协第 A182 304	168	■ 伟	粤辐射协第 A182478
10		粤辐射协第 A182 298	169	■	粤辐射协第 A170909
11		粤辐射协第 A182 297	170	■	粤辐射协第 A170908
12		粤辐射协第 A182 306	171	■	粤辐射协第 A170910
13		粤辐射协第 A182 305	172	■	粤辐射协第 A182480
14		粤辐射协第 A182 301	173	■	粤辐射协第 A182486
15		粤辐射协第 A182 299	174	■	粤辐射协第 A170912
16		粤辐射协第 A182 296	175	■ 松	粤辐射协第 A182485
17		粤辐射协第 AA170842	176	■	粤辐射协第 A182484
18		粤辐射协第 A170844	177	■	粤辐射协第 A170913
19		粤辐射协第 A170845	178	■	粤辐射协第 A170918
20		粤辐射协第 A182 308	179	■	粤辐射协第 A182502
21		粤辐射协第 A182 307	180	■	粤辐射协第 A182501
22		粤辐射协第 A170847	181	■ 琼	粤辐射协第 A170925
23		粤辐射协第 A170846	182	■ 燕	粤辐射协第 A182499
24		粤辐射协第 A182 311	183	■	粤辐射协第 A182498
25		粤辐射协第 A170850	184	■	粤辐射协第 A182469
26		粤辐射协第 A182 310	185	■	粤辐射协第 A182497
27		粤辐射协第 A170854	186	■ 炎	粤辐射协第 A182496
28		粤辐射协第 A182 309	187	■	粤辐射协第 A182495
29		粤辐射协第 A170855	188	■	粤辐射协第 A182494
30		粤辐射协第 A170856	189	■	粤辐射协第 A170916
31		粤辐射协第 A182 314	190	■	粤辐射协第 A182493
32		粤辐射协第 A170857	191	■ 萌	粤辐射协第 A182492
33		粤辐射协第 A182 313	192	■ 莉	粤辐射协第 A182490
34		粤辐射协第 A182 315	193	■ 滔	粤辐射协第 A182503
35		粤辐射协第 A182 316	194	■	粤辐射协第 A182489
36		粤辐射协第 A182 312	195	■	粤辐射协第 A170915
37		粤辐射协第 A170858	196	■	粤辐射协第 A182508
38		粤辐射协第 A170859	197	■	粤辐射协第 A182488
39		粤辐射协第 A182 319	198	■	粤辐射协第 A182487

40	■心	粵編防協第 A182 318	199	■	粵編防協第 A182504
41	■	粵編防協第 A170860	200	■林	粵編防協第 A170921
42	■生	粵編防協第 A182 321	201	■	粵編防協第 A182505
43	■阳	粵編防協第 A182 320	202	■	粵編防協第 A170919
44	■	粵編防協第 A182 317	203	■顏	粵編防協第 A170920
45	■	粵編防協第 A182 486	204	■	粵編防協第 A170930
46	■近	粵編防協第 A182 346	205	■	粵編防協第 A170901
47	■	粵編防協第 A170872	206	■	粵編防協第 A182451
48	■慶	粵編防協第 A170868	207	■	粵編防協第 A182370
49	■抗	粵編防協第 A182 345	208	■	粵編防協第 A170876
50	■波	粵編防協第 A182 344	209	■	粵編防協第 A170853
51	■	粵編防協第 A170871	210	■	粵編防協第 A191795
52	■	粵編防協第 A182 343	211	■	粵編防協第 A182450
53	■鄉	粵編防協第 A182 342	212	■	粵編防協第 A170849
54	■鋒	粵編防協第 A191 790	213	■	粵編防協第 A191793
55	■琳	粵編防協第 A182 341	214	■	粵編防協第 A170863
56	■东	粵編防協第 A182 340	215	■	粵編防協第 A170902
57	■泰	粵編防協第 A182 339	216	■	粵編防協第 A182372
58	■山	粵編防協第 A170870	217	■	粵編防協第 A170929
59	■江	粵編防協第 A182 338	218	■	粵編防協第 A182445
60	■品	粵編防協第 A182 337	219	■	粵編防協第 A191802
61	■	粵編防協第 A182 336	220	■	粵編防協第 A182373
62	■	粵編防協第 A182 328	221	■	粵編防協第 A182427
63	■森	粵編防協第 A182 335	222	■	粵編防協第 A191794
64	■強	粵編防協第 A182 333	223	■	粵編防協第 A182322
65	■明	粵編防協第 A182 332	224	■	粵編防協第 A182471
66	■坤	粵編防協第 A182 331	225	■	粵編防協第 A170922
67	■瀛	粵編防協第 A182 330	226	■	粵編防協第 A191788
68	■乐	粵編防協第 A170873	227	■	粵編防協第 A170862
69	■銘	粵編防協第 A182 329	228	■	粵編防協第 A182374
70	■军	粵編防協第 A182 327	229	■	粵編防協第 A170893
71	■平	粵編防協第 A182 326	230	■	粵編防協第 A191801
72	■品	粵編防協第 A182 325	231	■	粵編防協第 A182448
73	■	粵編防協第 A182 324	232	■	粵編防協第 A191805
74	■梅	粵編防協第 A182 323	233	■	粵編防協第 A182427
75	■旺	粵編防協第 A170869	234	■	粵編防協第 A182368
76	■	粵編防協第 A182 351	235	■	粵編防協第 A170924
77	■	粵編防協第 A182 353	236	■	粵編防協第 A170879
78	■元	粵編防協第 A182 350	237	■	粵編防協第 A191803
79	■	粵編防協第 A182 352	238	■	粵編防協第 A191789
80	■	粵編防協第 A170928	239	■	粵編防協第 A170864

81	程	粵籍防协第 A182 348	240		粵籍防协第 A170911
82	武	粵籍防协第 A182 349	241		粵籍防协第 A182371
83	恒	粵籍防协第 A182 362	242		粵籍防协第 A182412
84	平	粵籍防协第 A182 361	243		粵籍防协第 A182303
85	达	粵籍防协第 A182 360	244		粵籍防协第 A182482
86		粵籍防协第 A182 357	245		粵籍防协第 A191799
87	申	粵籍防协第 A182 355	246		粵籍防协第 A170878
88	云	粵籍防协第 A182 365	247		粵籍防协第 A182359
89		粵籍防协第 A182 363	248		粵籍防协第 A191786
90	斤	粵籍防协第 A182 369	249		粵籍防协第 A191811
91	岳	粵籍防协第 A182 367	250		粵籍防协第 A182479
92	阴	粵籍防协第 A182 376	251		粵籍防协第 A191809
93	波	粵籍防协第 A182 375	252		粵籍防协第 A191810
94	玲	粵籍防协第 A182 377	253		粵籍防协第 A191787
95	燕	粵籍防协第 A170877	254		粵籍防协第 A191792
96		粵籍防协第 A182 380	255		粵籍防协第 A170865
97	云	粵籍防协第 A182 382	256		粵籍防协第 A182334
98	锦	粵籍防协第 A182 381	257		粵籍防协第 A182354
99	判	粵籍防协第 A191800	258		粵籍防协第 A182511
100	华	粵籍防协第 A182 379	259		粵籍防协第 A182378
101	学	粵籍防协第 A182 390	260		粵籍防协第 A182500
102	升	粵籍防协第 A182 393	261		粵籍防协第 A170881
103	光	粵籍防协第 A182 389	262		粵籍防协第 A182366
104	松	粵籍防协第 A182 385	263		粵籍防协第 A182481
105	明	粵籍防协第 A182 384	264		粵籍防协第 A191797
106	福	粵籍防协第 A182 388	265		粵籍防协第 A182358
107	池	粵籍防协第 A182 387	266		粵籍防协第 A170931
108		粵籍防协第 A170875	267		粵籍防协第 A170891
109	祥	粵籍防协第 A182 386	268		粵籍防协第 A182509
110	关	粵籍防协第 A170927	269		粵籍防协第 A191806
111	阴	粵籍防协第 A170892	270		粵籍防协第 A170882
112		粵籍防协第 A170926	271		粵籍防协第 A170852
113		粵籍防协第 A182 442	272		粵籍防协第 A182391
114	凤	粵籍防协第 A182 395	273		粵籍防协第 A191791
115	文	粵籍防协第 A182 396	274		粵籍防协第 A191798
116	谢	粵籍防协第 A182 409	275		粵籍防协第 A182290
117	祥	粵籍防协第 A170889	276		粵籍防协第 A182394
118	萍	粵籍防协第 A170888	277		粵籍防协第 A182383
119	秀	粵籍防协第 A170890	278		粵籍防协第 A170851
120	丰	粵籍防协第 A182 397	279		粵籍防协第 A182356
121		粵籍防协第 A182 400	280		粵籍防协第 A182392

122	■香	粵編防協第 A170904	281	■	粵編防協第 A182468
123	■煒	粵編防協第 A182402	282	■	粵編防協第 A182467
124	■	粵編防協第 A182399	283	■	粵編防協第 A182470
125	■鄉	粵編防協第 A182401	284	■	粵編防協第 A182505
126	■	粵編防協第 A182398	285	■	粵編防協第 A182465
127	■雄	粵編防協第 A170895	286	■	粵編防協第 A182463
128	■良	粵編防協第 A182438	287	■	粵編防協第 A182462
129	■花	粵編防協第 A182437	288	■	粵編防協第 A182461
130	■良	粵編防協第 A182436	289	■	粵編防協第 A182460
131	■翠	粵編防協第 A182415	290	■	粵編防協第 A170906
132	■	粵編防協第 A182443	291	■	粵編防協第 A170907
133	■濠	粵編防協第 A182435	292	■	粵編防協第 A182459
134	■琴	粵編防協第 A182434	293	■	粵編防協第 A182458
135	■萍	粵編防協第 A182432	294	■	粵編防協第 A182457
136	■	粵編防協第 A182431	295	■	粵編防協第 A182456
137	■曼	粵編防協第 A170897	296	■	粵編防協第 A182454
138	■鳳	粵編防協第 A182420	297	■洁	粵編防協第 A182453
139	■濤	粵編防協第 A182430	298	■	粵編防協第 A182452
140	■珍	粵編防協第 A182429	299	■	粵編防協第 A182407
141	■康	粵編防協第 A182428	300	■	粵編防協第 A182413
142	■玲	粵編防協第 A182408	301	■	粵編防協第 A182406
143	■強	粵編防協第 A182426	302	■	粵編防協第 A182405
144	■斯	粵編防協第 A182425	303	■	粵編防協第 A182439
145	■	粵編防協第 A182424	304	■斯	粵編防協第 A191804
146	■滿	粵編防協第 A182423	305	■岳	粵編防協第 A182404
147	■	粵編防協第 A182422	306	■毅	粵編防協第 A182403
148	■豫	粵編防協第 A182421	307	■	粵編防協第 A182433
149	■國	粵編防協第 A182418	308	■	粵編防協第 A182444
150	■岸	粵編防協第 A182417	309	■	粵編防協第 A182446
151	■	粵編防協第 A182416	310	■	粵編防協第 A170900
152	■兰	粵編防協第 A182441	311	■	粵編防協第 A182447
153	■平	粵編防協第 A182414	312	■	粵編防協第 A170899
154	■厅	粵編防協第 A182440	313	■萍	粵編防協第 A182449
155	■	粵編防協第 A182411	314	■	粵編防協第 A170905
156	■	粵編防協第 A170898	315	■	粵編防協第 A170903
157	■析	粵編防協第 A182334	316	■	粵編防協第 A182455
158	■	粵編防協第 A182491			
159	■龙	粵編防協第 A182419			

## 关于成立“广东省中医院辐射防护与安全管理机构”的通知

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射诊疗管规规定》《放射工作人员职业健康管理办法》等国家有关法律、法规的规定，为切实做好我院辐射安全与防护的监督管理，预防、控制和消除危害，保障核技术利用（放射诊疗）工作人员、患者和公众的健康与安全，结合我院辐射工作实际，经医院办公会决定，成立以院长为第一责任人、副院长为主要责任人、相关科室负责人为成员的辐射安全领导小组。

一、广东省中医院辐射安全领导小组组成与职责。

1. 领导小组组成：

组 长：陈达灿

副组长：李俊、史倩蓉

成 员：陈全福、曾影红、叶建红、何思昆、黄 健、谭 毅、  
蔡国鑫、陈秋雄、蔡业峰、李贵福、白小欣、黄 涛、  
常 钢、吴万垠、刘旭生、林 琳、林 华、李 工、  
王学涛、张北平、郑朝阳、王 侠、钟世杰、刘 波、  
刘 颀、钟治平、张思伟、刘玉品、冉鹏程

秘 书：刘 波、梁华伦、薛炳田（专职秘书）

2. 辐射安全领导小组日常工作由院医务处、设备管理处、基建管理办公室共同负责；专职秘书负责各项目辐射防护与安全的监督、汇总、报告等日常具体事项，与省市职能部门对接联系，通报事故等

事宜。

3. 辐射安全领导小组职责：

(1) 负责制定辐射安全与防护工作计划和实施方案，制定相关制度，并组织实施。

(2) 制定、检讨、修订广东省中医院辐射（放射）事故应急预案；

(3) 领导、组织、监督管理应急预案实施、终止、总结、上报；

(4) 审核各核技术利用（放射诊疗）项目（各相关科室）辐射安全操作规程、辐射安全规章制度，监督、检查与实施。

(5) 对全院核技术利用（放射诊疗）项目运行安全的日常监督检查。

二. 省、市审管部门报告、联系电话：

1. 省生态环境厅：020-87531580

2. 市生态环境局：020-83203148

3. 省卫生健康委：020-83134377

4. 市卫生健康委：020-81081186

5. 市公安局：110



## 广东省中医院 辐射（放射）工作人员个人剂量监督制度

1. 为控制辐射（放射）工作人员（以下简称工作人员）在核技术利用（放射诊疗）项目运行中，受照年剂量低于国家标准 GB18871《电离辐射防护与电离辐射源安全基本标准》规定的年剂量限制、依照国家职业卫生标准 GBZ128《职业性外照射个人监测规范》要求制定本制度。

2. 全院工作人员指经生态环境部门和卫生健康委部门确定的从事核技术利用（放射诊疗）项目的职业性工作人员。工作人员在从事项目的运行中必须佩戴个人剂量计。

3. 全院工作人员除 DSA 手术人员和核医学分装、注射人员外，在项目运行时在防护服外靠近身体甲状腺的左胸前佩戴一枚个人剂量计；DSA 手术人员和核医学分装、注射工作人员应在铅防护服外靠近身体甲状腺的左胸前和在铅防护服内腹部（或胸前）各佩戴一枚个人剂量计。

4. 全院工作人员佩戴的个人剂量计佩戴的时间周期为每个季度（三个月）监测一次，到时间后由院辐射安全领导小组（以下简称院领导小组）负责个人剂量监测监督管理的人员向各项目科室收集后送交已签订个人剂量监测合同的技术服务机构监测。

5. 工作人员在项目运行时必须按要求正确佩戴个人剂量计，不准私自不佩戴、不得遗失。若发现遗失，必须即时向科室领导报告，

科室领导再向即时向院领导小组个人剂量监测监督管理人员报告。

若恶意不遵守个人剂量计佩戴规定，将个人剂量计放置在辐射源或射线装置下直接照射者，将视情况和影像与个人认识程度予以院内相关规定的批评教育、警告或处罚。

6. 由院领导小组专人负责建立全院每位工作人员个人剂量档案，将工作人员每季度（频次）监测结果与年剂量监测结果建档案保存至永久。工作人员有权查咨各自受照个人剂量监测结果。若因工作调动时，个人剂量档案将随个人的人事档案一并调动往新工作单位。

7. 若因参加辐射事故（放射事件）应急处理，应急工作人员或有别的临时参加人员，都需要佩戴由院后勤保障组提供的、经院领导小组个人剂量监测监督管理人员确认编号登记的个人剂量计。

事故响应终止后，由院领导小组专人负责收回个人剂量计，统一交由技术服务单位监测，监测结果记录入个人剂量档案内。

## 工作人员学习、培训（再教育制度）

1. 全院核技术利用（放射诊疗）项目工作人员（下简称工作人员）必须熟练掌握所从事项目的安全操作规程和辐射防护安全的相关规定。

2. 工作人员上岗前应取得相应工作岗位的技术资质并经过安全操作培训，由院相关技术部门对培训结果考核认可。工作人员还需学习、培训国家关于核技术利用（放射诊疗）项目辐射防护安全的法律、法规、标准和相关基础知识：

①经生态环境部门考核取得辐射安全与防护培训合格证。

②经卫生健康委部门考核取得放射工作人员培训合格证明。

并取得放射工作人员证后方可持证上岗。

3. 各项目岗位工作人员应以科室为单位，有计划定期组织工作人员对国家颁布的相关法规、标准学习和按培训要求工作人员自学。特别注意对更新的法规、标准学习与时俱进地与国家法规、标准保持一致，适时适应国家对辐射安全与防护培训合格证与放射工作人员证考核之需要。

4. 全院工作人员辐射安全与防护培训合格这和放射工作人员证，由院领导小组专人负责汇集建档备查。

凡应按期取得辐射安全与防护培训合格证和放射工作人员证的工作人员，必须如期通过考核获得证件，凡逾期未取得证件应制定出学习并通过考核的计划，并报各科室领导与院领导小组。如仍未能按计

划取得证件者，将会因不能上岗影像工作而按院相关规定进行批评教育或处罚。

## 辐射事故（放射事件）报告制度

1. 为加强对全院核技术利用（放射诊疗）项目运行辐射安全监督，保障工作人员与公众的辐射安全，特制定本制度。
2. 凡工作人员在核技术利用（放射诊疗）项目运行中，发生如广东省中医院辐射安全应急预案中启动应急响应、施行应急措施的，均视为辐射事故（放射事件）。
3. 凡项目运行中发生辐射事故（放射事件）时，须按院辐射安全应急预案规定，结合各科室项目岗位辐射安全操作规程，对辐射事故（放射事件）进行有效、安全处理。应急响应终止后的结果应符合国家标准 GB18871 和相关法规、标准的要求。
4. 辐射事故（放射事件）按国家法规、标准处理完成后，事故科室（岗位）、或相应科室与应急组织联合据实撰写出事故处理书面报告，总结：
  - ① 事故发生原因；
  - ② 事故处理的有效性、或不足、或提出新的应急处理方法；
  - ③ 教训与经验。
5. 若发生辐射事故（放射事件）时不即时按院辐射安全事故应急预案规定与岗位辐射安全操作规程处理事故，且对现场人员造成辐射影响或环境污染时，视情节与影响的严重程度，按院相关规定对事故科室、岗位或当事人进行批评教育或处罚。
6. 若发生辐射事故（放射事件）后，所在科室（岗位）不按院辐射

事故（放射事件）应急预案规定报告，经核实后视情节与影响的严重程度，按院相关规定对不按规定报告者进行批评教育或处罚。

7. 事故处理书面报告由院领导小组专职秘书统一监管，并即时向院领导小组报告，每年向院领导小组撰写出全院年度辐射事故（放射事件）报告。

- ① 分析全院一年来的辐射安全基本情况；
- ② 分析事故发生原因，特别对典型事故的典型分析；
- ③ 分析事故处理的有效性，为修订、完善院辐射事故（放射事件）应急预案提供依据；
- ④ 建议。

## 放射源台账制度

1. 为全院放射源，含后装机密封源、加速器校准源、粒子源、敷贴治疗院和核医学使用的放射性药物等的辐射防护安全都应实施台账制度。
2. 全院所有的密封源都必须建立永久的追踪档案制度。院领导小组委派专职秘书负责建立永久的放射源台账与档案，由专职秘书代表院领导小组与放射源使用科室（岗位）负责人签订合同，共同负责对放射源各自的台账记录（档案），确保放射源的使用安全，防治事故发生。
3. 若放射源长期在使用设备内而不需另行专门贮放管理的（如后装治疗机），工作人员应在岗位操作安全规程中规定，每天进行运行前后用巡测仪对设备进行辐射水平测量，确认放射源仍在设备内，并建档记录。
4. 若每次使用前均需将放射源从贮放场所容器内取出，而使用后再将放射源放回原贮放容器的，岗位（科室）工作人员由将放射源贮放于双人双锁监管的贮源场所进行管理，且将每次拿、取放射源进行台账登记、建档。同时注意不得徒手拿取放射源，轻拿轻放、注意安全。
5. 对粒籽源应按治疗处方每天购入，由供应商送来后确认粒籽源名称、活度、数量（枚数）、治疗用去多少、是否剩下、剩下多少、有否损坏、暂存（科室）容器内多少、退回供应商多少数量都应有严格台账记录、存档。

6. 各使用放射源的科室（岗位）应将一年的放射源使用情况撰写出书面报告，交由院领导小组委派的专职秘书撰写出全院放射源台账情况与安全使用情况的专题报告交院领导小组。

报告内容含：

- ① 全院放射源安全基本情况；
- ② 放射源台账制度执行情况；
- ③ 有否发生事故、原因与处理的有效性；
- ④ 改进、建议。



## 辐射工作环境安全检查与检查制度

1. 辐射事故（放射事件）应急预案是对已发生的事故应急处理措施，辐射安全操作规程与相应措施是减少、乃至防止事故发生的最重要举措。而对辐射工作环境安全检查，正是保障全院和技术利用（放射诊疗）项目辐射防护与安全的基本保证。

2. 辐射工作场所环境安全系指全院核技术利用（放射诊疗）项目工作环境的辐射与污染水平的安全检查，是依照项目环境影响评价和职业病危害放射防护预评价要求进行的日常防护与安全监督检查的重要内容。

3. 辐射工作环境安全检查包括：

- ① 各种辐射安全操作规程与安全制度；
- ② 各岗位工作环境辐射安全设施；
- ③ 各岗位现场的辐射水平和放射性污染水平。

4. 辐射工作环境安全检查的方法：

- ① 各科室（岗位）定期（每半年一次）自己对照检查落实情况，每年1月20日前写出一年来的辐射安全年度总结，交院领导小组。
- ② 院领导小组委派专职秘书或组织跨科室（岗位）检查组，有计划地开展检查、落实情况。在汇总各科室（岗位）检查和年度总结报告基础上，由专职秘书于每年1月31日前撰写出全院年度辐射安全报告，交院领导小组审阅、认可后报省生态环境部门和卫生健康委部门。

5. 辐射安全操作规程与安全检查和场所检测。

① 科室（岗位）自行制定的辐射安全操作规程与院应急预案和各种制度要求的内容。

② 科室（岗位）工作环境的辐射安全措施。

含：控制区与监督区划分与有效性；机房外的标志、机房门机联锁、机房可视系统、机房对讲系统、应急急停开关等与放射性三废处置措施等。

③ 对工作环境现场辐射水平与放射性污染水平检测

A. 常规检测：定期正常工作情况下进行；

B. 临时检测：视需要时进行；

C. 年度检测：对全院按年度计划，依环评与预评价要求进行。

6. 各科室（岗位）将常规、临时（如有时）对辐射工作场所辐射水平与放射性污染水平检测结果：纳入全院年度检测报告和年度辐射安全工作报告内。

## 工作人员职业健康检查制度

1. 为保障工作人员的身体健康，确保工作顺利运行，依据中华人民共和国卫生部令 55 号（2017 年）《放射工作人员职业健康管理辦法》规定，全院放射诊疗（核技术利用）项目工作人员必须进行职业健康检查。
2. 全院放射诊疗（核技术利用）项目工作人员均视为放射工作人员。上岗前必须按国家卫生计生委对放射工作人员健康要求进行职业健康检查，检查结果符合放射工作人员健康条件的，方可从事放射诊疗（核技术利用）项目工作。不符合者不能从事放射人员相应的工作。
3. 工作人员上岗后，应按规定每两年再进行一次职业健康检查，确认工作人员的健康条件继续符合从事放射诊疗（核技术利用）项目工作：
  - ① 凡健康检查中某些指标不符合规定条件，交由有资质的职业健康审查、鉴定机构视情况出具休息、治疗或暂时停止放射工作人员工作、或待复查的建议。
  - ② 凡健康检查结果判别为不再适合继续从事放射工作人员工作时，将检查结果交由有资质的职业健康审查、鉴定和机构出具建议文件后，由国家卫生健康委职业病鉴定机构审定不再符合从事放射工作人员工作。
4. 若因参加辐射事故（放射事件）处理的工作人员，如需要，视情况由院领导小组建议并安排进行临时性职业健康检查。

5. 全院放射诊疗（核技术利用）项目工作人员上岗前、后、或每两年一次、或参加处理放射事件（辐射事故）后的临时职业健康检查，均由院领导小组专职秘书负责统一安排，由省级卫生健康委批准的、有资质的职业健康检查机构进行。

6. 全院放射诊疗（核技术利用）项目工作人员的职业健康检查结果，由院领导小组专职秘书负责建立统一的职业健康检查档案。

7. 院领导小组专职秘书每两年向院领导小组提交全院放射工作人员职业健康状况一份书面报告。

① 全院放射工作人员职业健康基本情况；

② 存在问题；

③ 改进与建议。

## 辐射事故（放射事件）应急预案演练制度

1. 为检验广东省中医院放射事故（放射事件）应急预案实施的针对性和可操作性、有效性，为不断完善应急预案，特制订辐射事故（放射事件）应急预案演练制度。

2. 辐射事故（放射事件）应急预案演练在院辐射安全领导小组统一领导、指挥下进行。考虑到我院分院多、分布地域广的实际，应急演练时应按下程序与要求进行。

### ① 辐射应急组

A) 应按院领导小组对设置辐射应急组目的要求，配备好全院辐射事故（放射事件）应急处理射线装置、密封放射源、非密封放射性药物事故处理专业技术能力较强专业队伍。突出事故应急处理时在院领导小组的统一指挥下，及时赴事故现场，有序处理事故的应急组织机构和相应专业人员。

B) 院辐射应急组下应据各分院项目开展实际设立各分院辐射应急小组，负责各分院事故应急，必要时按院领导小组统一安排支援其他分院事故应急。

C) 各分院辐射应急小组按院领导小组安排，每年至少举行一次应急小组参加的，针对各分院项目时间按院辐射事故应急预案进行一次演练。

演练后写出总结书面报告，就演练检验应急预案的针对性、有效性和可操作性进行总结，或提出修改和建议。书面总结报告交

院领导小组。

② 后勤保障组

A) 按院领导小组设置的后勤保障组的目的要求,对射线装置、密封放射源、非密封放射性药物事故应急所需的物资做好准备。

a) 工作人员个人防护用品:

防护服、帽子、鞋、手套、口罩、面罩等。

b) 测量仪器:

巡测仪、表面沾污仪、报警式剂量仪、个人剂量计等。

c) 防污、去污物资:

吸水纸、吸水棉花、棉拖布、长柄钳子、镊子、废物桶、洗消剂等。

B) 各院区应据分院项目开展情况设立后勤保障小组,据实准备各分院应急处理的后勤保障物资。

C) 各分院后勤保障组应按院领导小组统一安排,每年至少进行一次物资贮备检查,确保物资的有效性与使用效果。

D) 各分院后勤保障小组贮备的应急物资,必要时按院领导小组安排全院统一调动、相互支援。

③ 安全保卫组

A) 按院领导小组设置院安全保卫组的目的要求,确保发生事故应急时的现场安全保卫工作。

B) 各分院应据分院项目开展实际,设立分院安全保卫小组,主要负责各分院事故时现场安全保卫工作。必要时按院领导小组统一

指挥、安排支援其他分院安全保卫工作。

C) 明确安全保卫组在事故应急中的分工、职责、辐射事故时负责：

- a) 封锁事故现场；
- b) 向公安机关报案（如需报案时）；
- c) 与其他应急组配合协调。

D) 按院应急预案要求，每年进行两次事故应急演练。

E) 每年向院领导小组撰写出安全保卫组书面报告，就安全保卫组在应急预案中的职能、作用与有效性提出意见核建议。

### 3. 院辐射事故（放射事件）应急演练

院领导小组拟每两年举行一次全院性的，较大事故应急演练，演练项目、地址视需要临时确定。

① 院领导小组统一安排、指挥演练内容不事先告知开始。

② 各分院应急人员全员参加；

③ 检验全体应急组织人员应急响应与处理事故能力；

④ 总结、完善院辐射安全应急预案；

⑤ 演练后召开全院应急人员大会，总结、学习应急预案与学习国家相关应急法规。提高应急意识与应急处理能力。

## 放射性废物排放与处理制度

1. 凡本院核技术利用（放射诊疗）项目运行中产生的放射性气体、液体、固定的排放与处理均须遵守本制度。

### 2. 反射性气体

1) 凡项目运行中操作如核医学放射性药物，必须在设置有活性炭过滤装置的专用通风柜内进行；对产生的放射性气体要按项目环评报告要求的。经活性炭过滤设备过滤的方可排放。

2) 为确保活性炭过滤的有效性，岗位工作人员应按岗位所在位置，随一年中不同季节，气象条件等因素总结出活性炭过滤装置的更换频度。

3) 更换下来的活性炭属于放射性固体废物。由岗位工作人员穿戴好个人防护用品、佩戴好个人剂量计、戴上手套后将更换下来的活性炭（可能连同盛活性炭的容器）转移至专用的放射性废物室贮放衰变处理。

4) 更换下来的活性炭应贮放在废物室的专用废物桶内，桶盖上标明存放活性炭名称和时间，至贮放衰变时间大于活性炭上吸附核素的10个物理衰变期后，可将活性炭作一般废物处理或干燥后再利用。

### 3. 放射性液体

1) 凡项目运行中，如核医学产生的放射性废液或清除放射性污染产生的放射性废液等，都必须排放在放射性废液衰变池内统一处理，



不准随意经工作场所其他下水道排入市政管网排放。

2) 入发现放射性废水专用处理系统管网破损、污染水流出时，岗位工作人员应作为事故应急向院领导小组报告，暂停岗位项目运行和废液产生，由院领导小组联系专用机构负责处理和维修。

#### 4. 放射性固体

1) 凡各岗位运行中使用的密封放射源、因衰变而放射性活度降低不能再使用，应按购源（或购设备）合同由供货（源）方取回。

2) 凡暂不能由供货方直接从设备内取回放射源时，须由岗位工作人员穿戴好个人防护用品、佩戴好个人剂量计自行暂时取出暂存，工作人员戴上手套，用长柄工具轻取出放射源，暂存于专用废物室的专用废物桶内，桶盖上标明贮放放射源、核素名称、大致活度与贮放时间，待供货方取回。

3) 凡项目运行中产生的固体放射性废物，如盛装放射性药品的容器、注射器、一次性用药杯子、擦拭纸、棉花和污染较严重的衣物等，必须收集于岗位设置的专用固体废物桶内。

4) 专用废物桶结构为两层，外层具有屏蔽防护功能，内层桶内设专用塑料袋；对尖、利废物应先放入硬纸盒内后再放入塑料袋内。

废物桶盖上标明贮放的放射性核素名称与贮放时间。不同核素不能混放于同一废物桶内。

5) 废物桶容量不超过 20KG，表面污染水平为放射性 $<0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，辐射剂量率 $<0.1\text{mSv}/\text{小时}$ 。

6) 各岗位每天产生的固体放射性废物，由工作人员按期转移至专

用废物间专用固体废物桶内贮放。

## 直线加速器机操作规程

1. 治疗前的准备：
  - 1) 拿到治疗单后进行“三查四对”
    - ① 查机器类型和射线性质。
    - ② 查治疗单的内容是否清楚：是否有主管医生的签名。
    - ③ 查患者体表照射野标记是否清楚，特殊患者请主管医生共同摆位。
    - ④ 对病人姓名、对性别、对诊断及医嘱、对累积剂量。
  - 2) 向病人交待注意事项：消除病人紧张情绪。
2. 操作步骤：
  - 1) 开机后，检查机器各种显示是否正常；
  - 2) 按医嘱正确的输入该次治疗所需的全部数据和指令；
  - 3) 放置定位装置，按医嘱使患者处于治疗体位；
  - 4) 充分暴露照射野，清除照射野区的异物，确定照射野及等中心标记清晰。
  - 5) 两位技术员共同确认摆位装置使用是否正确。
  - 6) 摆位结束，让陪护人员出门；技术员走在最后：以确认没有任何非治疗者留在治疗室内。
  - 7) 治疗过程中：通过监视器密切注意病人在治疗中的反应，如有不适应及时中止治疗。
3. 防护要求
  - 1) 机房的墙壁的建造要符合放射防护的要求。
  - 2) 机器工作时各项连锁工作正常。
4. 机器维护
  - 1) 由本科人员每周擦机清洁一次，保持机器清洁。
  - 2) 机器出现故障，要停止使用并及时通知维修人员检修。
  - 3) 定时对机器进行检测：确保其性能稳定。

## 后装机安全操作规程

- 一、 打开后装机控制电脑，进入自检模式，相关八项自检项目全部显示通过后，方可进入下一步，如报错则及时联系工程师解决问题。
- 二、 使用物理师账号登录进入后装治疗界面。
- 三、 点击导入计划按钮打开界面，按治疗计划单上的病人ID号选择计划，并核对姓名、日期、通道数，无误后点击OK导入计划。
- 四、 核对弹出的计划信息清单，与治疗计划系统打印出的治疗计划单信息是否一致，主要核对源强度、计划信息、各通道施源器长度、驻留点时间等，无误后点击关闭进入治疗界面。
- 五、 确认施源器与后装机连接，关闭通道门，按下Start按钮开始治疗。
- 六、 治疗过程中，通过监视器严密观察病人，如出现异常，按下红色紧急停止按钮，待放射源回到屏蔽罐中，进入检查问题。问题可以及时解决的立即解决后，只需转动Reset按钮进行重置，再按下Start按钮继续治疗。若遇停电应当使用急停按钮收回放射源，推出病人，方可安全离开。问题严重时立即启动紧急预案。
- 七、 放疗结束后，确认放射源回到罐中心后，将患者移出机房，按无菌要求取出施源器，并观察患者有无不适，最后清理、消毒治疗室。

# 广东省中医院口腔科放射人员岗位职责

1. 在科主任领导和主治医师指导下进行工作；
2. 负责 X 线诊断和放射线治疗工作，按时完成诊断报告，遇有疑难问题，及时请示上级医师；
3. 掌握 X 线机的一般原理、性能、使用及投照技术，遵守操作规程，做好防护工作，严防差错事故，并担负实习人员的培训任务；
4. 认真填写放射报告，书写要规范，做到无漏填，无错项；
5. 检查过程中对受检患者提出的问题，要做好咨询解答工作；
6. 执行保护性医疗制度，尊重受检患者的隐私权；
7. 检查中遇到特殊情况时，放射医师与相关主诊医师会诊，共同作出结论；
8. 负责口腔科放射检查用品的请领并做好消耗记录；爱护本科的放射设备和物品；

二〇一九年六月六日

# 广东省中医院乳腺钼靶机操作规程

- 1、每日早晨上班时开启乳腺机进行预热。开机前确保机房环境条件（温度、湿度等）要符合设备要求。按照机器对环境的要求，根据实时情况调节空调和除湿机。开机后先检查机器是否正常、有无提示错误等。
- 2、机房内保持清洁，物品摆放整齐，非本室人员不得擅自用机器。
- 3、接诊时摄影技师需仔细阅读申请单，核对患者姓名、性别、年龄及摄影部位。
- 4、检查前询问患者病情，并记录在患者情况记录单上供诊断医生阅片时参考。将病人姓名，性别，年龄，影像号等资料输入电脑。
- 5、投照前技师应耐心给被检查者解释拍片过程以及拍片时压迫乳房给被检查者带来的不适，使之放松，从而使被检查者理解并予以合作。
- 6、为患者检查时应热情、耐心、及时、尽量缩短检查时间，摆位准确、标准，注意对病人的必要防护，力求每一张照片都标准无误，无重复拍片和废片。
- 7、每日检查结束后关闭机器处于休眠状态，确保安全无误。
- 8、下班前应做好室内卫生，保持检查室干净整洁，给患者一个舒适的就诊环境。
- 9、每周定期对机器的使用及工作状态进行质控并做好记录。
- 10、环境要求：温度 20-26° 湿度 50-70% 电压 220V。

## 模拟定位操作规程

机器使用者要求对机器的性能，各控制旋钮的作用了解清楚后方可进行操作，非本机操作者不得擅自开机。

一 通电：检查机器外观无特殊异常时即可使用。

二 使用：

1 协助病人躺到诊疗床上，摆好适当位置。选择照射距离，使灯光距离尺投影在照射中心的刻度要和机器支臂箭头所指的刻度一致。

2 机器的指示部分与实际X线中心应每周核对一次，故障维修后务必进行校核，详细内容应以验收记录为准。经常保持机器和室内清洁卫生。

3 定位透视后要将机器转动的角度记录下来，然后将机器全部恢复“0”。在未完成记录以前，不得触动开关，以免位置变动。

三 照片前应将病例号、方向码、日期粘在暗匣上；照片出后应将机器转动的角度、距离等照射条件记录好。协助病人下床，恢复“0”位。

## 西门子 Eclipse RD 回旋加速器生产 $^{18}\text{F}$ 标准操作规程

**目的：**规范 PET/CT 显像药物的标准操作程序；保障药品生产的正常进行；保证药品产率和质量。

**范围：**PET/CT 显像药物生产的全过程。

**职责：**PET/CT 药物合成人员实施；QA 检查员负责监督。

**内容：**

### 1. 开机前准备

- 1.1 开机前严格按《回旋加速器岗位日志》完成各项检查及操作并作记录。
- 1.2 系统真空压力需低于  $8.0 \times 10^{-5}$  Torr；靶材料需满足 3 批以上用量。
- 1.3 确认  $^{18}\text{F}$  靶体位于指定位置。

### 2. 开机操作

- 2.1 按“Initialize Cyclotron”功能键启动加速器。若初始化不成功，按功能键“Abort”退出；并将情况向主管人员报告。
- 2.2 启动完毕预热 15 分钟后再执行其它操作。
- 2.3 按“Product”功能键，在“Beamline 1 Product”一栏选择“F18”；填写靶束流强度及轰击时间。
- 2.4 密切监测靶体装载程序的每一个实施环节，特别注意靶体压力的状况；确保装靶成功。
- 2.5 回旋加速器运行期间须由专业人员负责实时监控运行参数和区域放射性水平。
- 2.6 轰击结束后按设定程序将靶体内放射性核素传输到合成热室内。
- 2.7 轰击时间内要放弃或中止打靶；选择功能键 Finish 或 Abort 结束运行。

### 3. 关机程序

- 3.1 运行结束后，选择 Shutdown 功能键进行关机操作。
- 3.2 进入加速器机房密切观察各系统的状态。



## 放射性废气、废液、固体废物处置方案

**放射性废液处置：**PET/MR 显像项目产生的废液主要包括受检者产生的呕吐物、排泄物及意外情况下清洗表面污染产生的废水。放射性废液主要包含放射性核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  和  $^{15}\text{N}$ 。所有放射性废液均通过排水管道排往放射性废液衰变池，在衰变池中经一定时间停留衰变后，待其放射性浓度低于国家排放标准后再排放到市政下水道。

**放射性废气处置：**PET/MR 显像项目产生的废气极少，废气主要来源于意外情况下放射性药物洒落后挥发产生的气溶胶。该放射性气体通过配有活性炭过滤器的吸附塔进行吸附，使其达到环保部门规定的安全排放标准后再向大气中排放。

**放射性固体废物处置：**PET/MR 显像项目产生的固体废物主要为注射环节使用的注射器、注射针头等医用器具，以及棉签、一次性手套等医用辅料。放射性固体废物主要包含放射性核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  和  $^{15}\text{N}$ 。科室工作人员将这些固体放射性废物按污染核素半衰期长短进行分类收集，然后将其贮存在放射性废物间的辐射防护废物桶内，待放射性活度低于豁免水平后，按一般医疗废物处理。

## 广东省中医院辐射（放射）事故应急预案

### 一、总则

（一）为迅速、高效、有序处理我院核技术利用（放射诊疗）项目发生的辐射事故（放射事件），把事故的辐射影响控制到可达到的最小水平，确保全院核技术利用（放射诊疗）项目正常运行，强化对运行项目的辐射安全和监督管理，防治工作环境放射性污染，保障工作人员和公众的健康管理与安全，特制定本预案。

### （二）编制依据

按照《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003年施行）、《中华人民共和国职业病防治法》（2018年施行）、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院449号令2014年修订）、《放射诊疗管理规定》（国家卫生和计划生育委员会2016年修订）和《广东省企事业单位突发环境事件应急预案编制指南》相关规定编制本预案。

### （三）定义与使用范围

凡本院开展的核技术利用（放射诊疗）项目，依照本应急预案编制依据所列法律、法规规定的和国家生态环境部与国家卫生健康委颁布的有个规定，发生密封放射源被盗、丢失、失控、误照射；射线装置失控、误照射、超剂量照射；非密封放射性物质（放射性药物）被盗、漏洒、污染等均属本应急预案规定的辐射事故（放射事件），都应遵照本应急预案要求采取应急措施。

### （四）责任

广东省中医院辐射安全领导小组为全院辐射（放射）安全与防护

管理机构，负责全院核技术利用（放射诊疗）项目辐射（放射）防护与安全的统一监督管理，统一组织、指挥全院的辐射事故（放射事件）处理。

## 二、广东省中医院辐射安全领导小组组成与职责

### （一）辐射安全领导小组组成：

组 长：陈达灿

副组长：李俊、史俏蓉

成 员：陈全福、曾影红、叶建红、何思昆、黄 健、谭 毅、  
蔡国鑫、陈秋雄、蔡业峰、李贵福、白小欣、黄 涛、  
常 钢、吴万垠、刘旭生、林 琳、林 华、李 工、  
王学涛、张北平、郑朝阳、王 侠、钟世杰、刘 波、  
刘 颀、钟治平、张思伟、刘玉品、冉鹏程

秘 书：刘 波、梁华伦、薛炳田（专职秘书）

广东省中医院安全领导小组日常工作由院医务处、设备管理处、基建管理办公室共同负责；专职秘书负责各项目辐射防护与安全的监督、汇总、报告等日常具体事项，与省市职能部门对接联系，通报事故等事宜。

### （二）辐射安全领导小组职责：

1. 负责制定辐射安全与防护工作计划和实施方案，制定相关制度，并组织实施。
2. 制定、检讨、修订广东省中医院辐射（放射）事故应急预案；
3. 领导、组织、监督管理应急预案实施、终止、总结、上报；

4. 审核各核技术利用（放射诊疗）项目（各相关科室）辐射安全操作规程、辐射安全规章制度，监督、检查与实施。

5. 对全院核技术利用（放射诊疗）项目运行安全的日常监督检查。

### （三）医疗救助组

院保健办负责，有参加过事故应急学习、培训的相关科室（含内、外、皮肤、影像、急诊、护理等）专业技术人员组成。定期（每年至少一次）集中学习、培训、演练。事故发生后，对需要救治伤员即时进行医疗救助和清除可能的放射性污染工作。

### （四）辐射应急组

院辐射安全领导小组副组长负责，由全院相关科室、核技术利用（放射诊疗）项目相关技术人员负责组成。

事故发生、启动应急响应、依据事故性质、严重程度、影响范围，由院辐射安全领导小组副组长指令委派相关应急组专家赴事故现场按应急响应要求处理事故。

### （五）后勤保障组

由院辐射安全领导小组委派院设备管理处、财务处负责负责参加处理事故工作人员的物资贮备，随事故响应使用。

① 个人防护用品（含防护服、鞋、帽、口罩、手套等物资）

② 测量仪器与应急器材（含报警式剂量计、巡测仪、表面污染仪、长柄钳子、废物暂存桶等）

③ 去污剂（常用清洁剂、络合剂等）

## （六）安全保卫组

由院辐射安全领导小组委派院保卫处负责事故发生、启动应急响应，安全保卫组负责现场保卫、封锁现场、需向公安机关报案时，负责向公安机关报案。

## 二、事故分级与应急响应应急措施

（一）依据国务院 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条规定：根据辐射事件的性质、严重程度、可控性和影像范围等因素，分为四个等级：

1. 特别重大放射事故（I 级）指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

2. 重大放射事故（II 级）指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

3. 较大放射事故（III 级）指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

4. 一般放射事故（IV 级）指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，工作失误导致工作环境污染等相关事件。

（二）以国务院令 449 号的四类辐射事故分类对照我院核技术利用（放射诊疗）项目可能发生的辐射事故看，发生前三类事故，即特别

重大、重大、较大辐射事故的几率较小，而发生一般辐射事故的可能性较大。

据此，结合我院核技术利用（放射诊疗）项目运行中可能发生辐射事故的实际，对医用 X 射线诊疗和核医学诊疗项目的辐射事故应急响应与应急措施，按 X 射线诊疗装置、核医学、密封放射源的不同特点做出如下规定：

### 1. X 射线诊疗装置

含各种 X 射线诊断机、含 X 射线机的治疗装置（如 DSA）、X 射线治疗的加速器（含电子线治疗加速器）

1) 诊疗中，机房平开防护门自动闭门装置失效；推拉式机房门曝光时关闭房门失效；在机房门上方工作指示灯“射线有害，灯亮勿入”故障熄灭而导致无关人员进入正在曝光照射的机房时，工作人员应立即启动应急响应，采取第一时间关闭高压电源的应急措施，停止 X 射线照射。

事故后，报告科室领导和医院辐射安全领导小组并写出书面报告备查。

2) 诊疗中，由于工作人员失误、疏忽而导致除患者外尚有其他人员（如患者家属、陪护人员）滞留在机房内而进行诊疗照射时，工作人员应启动应急响应，采取立即关闭高压电源的应急措施、停止照射。

事故后，报告科室领导和医院辐射安全领导小组并写出书面报告备查。

## 2. 核医学诊疗

含放射性药物分装、注射、扫描诊断、敷贴治疗和粒子原植入治疗。

### 1) 放射性药物分装、注射。

① 放射性药物必须在专用分装柜（通风柜）内操作；分装时，工作人员必须穿戴好个人防护用品，佩戴个人剂量计（佩戴在左胸上靠近甲状腺位置）、在垫有强力吸水纸的完好瓷盘中进行；

② 对患者注射放射性药物时，应在注射下方垫上吸水纸，防止药物漏洒污染。

③ 如发生盛放射性药物的容器破裂导致放射性药物渗透、外溢，工作人员应立即启动应急响应，实施应急措施：

用吸水纸包裹住破裂容器，小心安全转移至放置放射性固体废物的专用废物桶内。

事故后，报告科室领导和医院辐射安全领导小组并写出书面报告备查。

④ 如发生意外将盛装放射性药物的容器破坏、摔倒导致工作场所地面或分装柜造成放射性污染时，工作人员应立即启动应急响应，实施应急措施：

A) 首先将容器用长柄钳子转移至放射性固体废物的专用桶内后，用吸水纸沿污染外缘由外向内单向吸收、擦拭；反复至吸收、擦拭干净后，再用表面沾污仪对污染面检测，如仍有污染再用吸收纸或棉花醮去污络合剂吸收、擦拭至符合国家标准 GB18871《电

离辐射防护与辐射源安全基本标准》表 B11 工作场所的放射性表面污染控制水平以下。

事故后，报告科室领导和医院辐射安全领导小组并写出事故处理报告。

B) 如发生污染面积较大、影响范围较大时，工作人员应立即启动应急响应，施行应急措施：

在防止污染范围进一步扩大的操作（用吸水纸或其他如棉织品物放置在污染区域外沿）后，向科室领导和院辐射安全领导小组报告。待院领导小组计划并组织院辐射应急组来现场处理事故与清除污染，至处理清除污染完毕后，共同撰写出事故处理报告。

⑤ 应急处理事故中，参加应急处理工作人员身体有关部位或衣服等个人防护用品被污染时，处理事故后，立即在应急预案设定的去污场所（如卫生通过间洗消处）：

A) 脱去被污染的个人防护用品，暂放置于应急预案设定的专门放置污染衣服的衣柜内，待放置衰变或专门洗涤去污；

B) 对手部污染：用肥皂或清洁液搓洗后再用清水冲洗至国家标准 GB18871《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》表 B11 规定的污染水平。

C) 若身体多个部位污染，可用淋浴与洗手相同方式去污。

2) 注射放射性药物后候诊、扫描、留观。

指注射放射性药物后患者在候诊室、扫描室或留观时发生呕吐而导致放射性污染时，工作人员应启动应急响应，施行应急措施：



① 对患者体表污染：用吸水纸或棉花擦拭干净，将吸水纸或棉花转移入专用固体废物桶内。

② 对污染的工作场所（如地面、台面、仪器等）用吸水纸或棉花或专用清洁拖布沿污染外沿由外向内单向擦拭、拖施干净后，再用表面沾污仪检测，反复至低于 GB18871 附录表 B11 规定污染水平。

③ 事后报告科室领导和医院辐射安全领导小组，写出事故处理报告。

### 3) 放射性药物被盗、丢失。

① 立即启动应急响应，报告科室领导和院辐射安全领导小组后，由领导小组委派安全保卫组向公安机关报案后，安全保卫小组负责组织落实保护并封锁事故现场。

② 若发现事故现场已造成放射性污染时，参照分装放射性药物时发生污染相同应急响应，施行应急措施。若污染范围较大时，还应由安全保卫处负责封锁现场，待院领导小组应急要求委派院辐射应急组现场处理并去除污染。

事后有事故发生科室（项目）与院辐射应急组共同写出事故处理报告。

### 4) 放射性废液管道阻塞、倒流导致污染。

立即启动应急响应，院辐射安全领导小组委派秘书向市、省生态环境部门报告后，采取应急措施：

① 立即停止核医学项目运行，防止废液继续产生；

② 工作人员察看确定污染范围后，院辐射安全领导小组委派安

全保卫组对污染区设封锁线，建立控制区，防止任何人进入污染区。

③ 经院领导小组决定处理方案后，委派院辐射应急组进入污染现场按方案处理（可能还会得到省、市生态环境部门委派专家指导）

A) 由污染区域外沿向内进行去污；

B) 确定由专业维修机构对损坏设施进行维修；

C) 维修与去污完成后，经现场辐射检测与表面污染检测符合 GB18871-2002 附录表 11 要求。

D) 由院领导小组宣布终止应急。

E) 由院辐射紧急组与核医学科共同撰写出事故处理报告，总结事故发生原因与应急处理的有效性。

5) 通风系统出现阻塞、倒贯或管道破裂事故。

参照放射性废物管道阻塞、倒流导致污染应急响应与应急措施。

6) 敷贴放射源

用于敷贴治疗的放射源

① 应贮放在固定、可靠、防盗、防火的双层屏蔽容器内（外层是防护 X 射线的铅，内层是防  $\beta$  射线的铝）、容器应贮放在由双人双锁管理的保险箱内。

② 使用敷贴剂应有台账记录管理。

③ 若发现敷贴剂被盗、丢失，立即启动应急响应，向科室领导和院领导小组报告，由院领导小组委派院安全保卫组负责封锁现场，并向公安机关报案。

④ 若发现敷贴剂破、损，有可能造成放射性污染时，立即启动应

急响应，停止工作，先科室领导和院领导小组报告，工作人员穿戴好个人防护用品、佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪，用表面沾污仪检测确定污染范围与污染程度后，按院领导小组委派院安全保卫组封锁现场、委派院辐射应急组现场处理，去污染至满足 GB18871-2002 附录表 11 规定要求。

⑤ 由院领导小组宣布终止应急响应。

⑥ 由敷贴剂使用科室与院辐射应急组撰写出事故处理报告，总结原因与处理的有效性。

#### 7) 粒籽源

① 我院使用的粒籽源由供应商供给，在植入治疗前由供应商送达，原则上院内使用科室不贮放粒籽源。

② 为备临时工作之需，院使用科室设置临时贮放粒籽源容器贮放：

A) 因治疗计划临时发生改变而多出的粒籽源；

B) 植入时丢失后寻找回来的粒籽源；

C) 植入时发现质量不符合要求（如破损）的粒籽源，得待由供应商取回。

③ 粒籽源临时贮存容器为有屏蔽防护效果的铅容器，铅容器存放入固定、可靠、防火、防盗双人双锁管理的保险柜内。

④ 建立粒籽源进出、使用台账。

⑤ 若发现粒籽源丢失、被盗，立即启动应急响应，工作人员向科室领导、院领导小组报告。院领导小组委派院安全保卫组封锁现场并向公安机关报案。

⑥ 若现场发现粒籽源掉在工作场所地面，立即启动应急响应，报告科室领导和院领导小组后，工作人员穿戴好个人防护用品，佩戴好个人剂量报警仪后，用长柄钳子将粒籽源小心、安全地移入专门准备好的粒籽源容器内。严禁徒手捡取粒籽源。事后写出事故处理报告。

⑦ 若发现粒籽源破损或掉落在工作场所地面，破损可能造成放射性污染时，立即启动应急响应，向科室领导和院领导小组报告。工作人员穿戴好个人防护用品，佩戴好个人剂量计和剂量报警仪，用表面沾污仪检测放射性污染程度与范围，用长柄钳子将粒籽源小心、安全移至专门准备的粒子源容器内，再用蘸有少量清水或清洁剂或络合剂的吸水棉花或吸水纸，或专用清洁拖布沿外向里单向多次清除污染，至满足 GB18871-2002 附录 A11 规范要求。用于清除污染的棉花、吸水纸或拖布视为放射性废物，应收集在存放固体放射性废物的废物桶内，待衰变处理。

事后写出事故处理报告，总结事故原因与处理的有效性。

### 3. 密封放射源

含后装治疗机内放射源、加速器和 PET/CT、PET/MR、SPET/CT 的校准放射源

#### 1) 后装机放射源：

① 已放置在后装机内的后装放射源，工作人员应每天正常情况下，在使用前用辐射巡测仪对后装机进行检测，以确定放射源完好在后装机内；

② 若发生放射源从后装机内脱落出来，工作人员应立即启动应急响应，向科室领导和院领导小组报告，工作人员穿戴好个人防护用品，佩戴好个人剂量计。用辐射巡测仪确定放射源位置后，用长柄钳子将放射源小心、安全移至备用的放射源贮放容器内。事后写出事故报告。

③ 若发现后装机放射源被盗、丢失，立即启动应急响应，报告科室领导和院领导小组，院领导小组委派院安全保卫组负责封锁现场，并向公安机关报案，报告省、市环保部门。

④ 若发生后装机放射源脱落地面上，且破损可能造成放射性污染，立即启动应急响应，向客科室领导和院领导小组报告，院领导小组委派安全保卫组负责封锁现场，委派院辐射应急组进入现场处理并消除污染，直至破损放射源小心、安全移入放射源容器，清除污染满足 GB18871-2002 附录表 11 规定要求。

⑤ 事故放射源由供源单位收回；

⑥ 由院领导小组宣布应急终止；

⑦ 事后由后装机科室与院辐射应急组写出事故报告，总结事故原因与处理的有效性。

## 2) 加速器、PET/CT、PET/MR、SPET/CT 校准源

① 校准源应贮放在专门的、有屏蔽防护的专用容器内，容器应贮放在固定、可靠、防护、防盗的有屏蔽效果的，由双人双锁管理的贮放保险柜内。

② 校准放射源使用应有台账记录管理；

- ③ 校准源严禁徒手拿取，轻拿轻放防治破损。
- ④ 若发现校准源被盗、丢失，应立即启动应急响应，程序同后装放射源。
- ⑤ 若发现校准源破损，有可能造成放射性污染时，应立即启动应急响应；程序同后装放射源。
- ⑥ 事后使用科室与院辐射应急组共同写出事故处理报告，总结事故原因与事故处理的有效性。

### 三. 应急工作人员的防护

1. 应急人员防护的总体原则。在实施紧急救援时，应急救援人员首先应做好个人的放射防护措施，配带个人剂量计。根据现场救援工作的实际情况，尽量提高救援行动速度，缩短在污染环境中停留时间，必要时轮换作业，力求把受照剂量减到最少。
2. 应急照射剂量的控制。实施应急救援时，应急人员的受照剂量应尽可能保持低于职业照射的最大单一年份剂量限值（50mSv），在辐射剂量率等于或大于 500 mSv 时，应及时返回。
3. 应急救援人员应熟练掌握通用防护导则和返回剂量导则，根据不同救援任务预先确定返回剂量预置值，在超出剂量限值时及时返回。
4. 应急人员防护措施。应急人员应按要求做好有关的防护措施后才能进入现场开展救援工作，应急防护措施包括配带个人剂量仪，穿戴防护服、防护面具或口罩等，必要时服用稳定性碘。

### 四. 应急报告电话

1. 院辐射安全领导小组：██████████
2. 院辐射安全领导小组 秘书：██████████
3. 省、市生态环境部门：12369
4. 省、市卫生健康委：12320
5. 省、市公安局：110

#### 五、事故应急终止

由院辐射安全领导小组决定、宣布。

#### 六、事故报告与年度总结报告。

##### 1. 事故报告

每次事故均有报告交院辐射安全领导小组。

##### 2. 年度总结报告

含年度内事故应急情况；(1)原因； (2)处理的有效性； (3)


经验教训。

##### 3. 正常工作情况的检查。

附件 9 DSA 类比监测报告

DSA 机房防护检测报告



 广州达盛检测技术服务有限公司  
**检 测 报 告**

报告编号:	FS201800143
受检单位:	英德市人民医院
样品名称:	血管造影介入治疗系统 (万东 CGO-2100)
检测项目:	质量控制检测 防护性能检测 放射防护检测
检测类别:	状态检测



2018 年 1 月 31 日





广州达盛检测技术服务有限公司

检测报告

报告编号: FS201800143

第 1 页 共 5 页

受检单位:	英德市人民医院	委托日期:	2018.1.24
单位地址:	英德市英城教育东路2号	检测日期:	2018.1.26
样品名称:	血管造影介入治疗系统	样品编号:	DS201700143
采样地点:	住院部一楼介入室	采样方式:	现场检测
生产厂家:	万东	样品数量:	1台
样品型号:	CGO-2100	出厂编号:	Y8-208

检测项目: 质量控制检测、防护性能检测、放射防护检测

检测依据: GBZ 130-2013 医用 X 射线诊断放射防护要求  
WS 76-2017 医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范

检测结论与评价:

一、质量控制检测

参照标准 WS 76-2017 的要求进行现场检测, 结果见第 2 页。  
测试结果表明, 本次检测设备其受检项目的结果均符合该标准规定的要求。

二、防护性能检测

按照标准 GBZ 130-2013、WS 76-2017 的要求进行现场检测, 结果见第 2 页。  
测试结果表明, 本次检测的设备所测防护性能结果均符合标准规定的要求。

三、放射防护检测

按照国家职业卫生标准 GBZ 130-2013 的要求进行现场检测(检测点分布见第 5 页)。  
检测结果表明, 本次检测的工作人员所在的工作场所和机房周围辐射剂量率均符合  
国家相关标准的要求(结果见第 3、4 页)。

(以下空白)



广州达盛检测技术服务有限公司

(盖章处)

2018年1月31日

编制:

审核:

签发:

广州达盛检测技术服务有限公司

检测报告

报告编号: FS201800143

第 2 页 共 5 页

一、质量控制测试结果(检测仪器: Piranha X 射线机多功能质量检测仪)

检测项目	要求	结果
1、透视受检者入射体表空气比释动能率典型值	$\leq 25\text{mGy/min}$	21.09mGy/min
2、透视受检者入射体表空气比释动能率最大值	-	-
3、空间分辨力	$\geq 0.6 \text{ lp/mm}$	2.2 lp/mm
4、低对比分辨力	$\leq 4\%, 7\text{mm}$	2%, 1.5mm
5、自动亮度控制	平均值 $\pm 15\%$	4.39%
6、照射野与影像接收器中心偏差	-	-

二、防护性能测试结果(检测仪器: Piranha X 射线机多功能质量检测仪)

测试项目	要求	结果
1、有用线束半值层	$\geq 2.5\text{mmAl (70kV)}$	4.02mmAl
2、透视受检者入射体表空气比释动能率典型值	$\leq 25\text{mGy/min}$	21.09mGy/min
3、透视防护区(介入)工作人员位置空气比释动能率(检测仪器: Dosimeter AT1123 型辐射检测仪)		

序号	部位	离地高度 (cm)	透视条件	指标要求	检测结果 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	
					第一术位	第二术位
1	足部	20			121.95	99.13
2	下肢	80	85kV、20mA、 15fps、透视模式、 标准水模、钢板、 上方悬挂式铅屏 风, 下方铅帘	$\leq 400\mu\text{Gy/h}$	148.08	130.55
3	腹部	105			135.76	109.02
4	胸部	125			118.40	97.48
5	头部	155			95.31	84.89

注: 由于所有能量光子的辐射权重因子等于 1, 故当剂量率 Sv/h 和吸收剂量率 Gy/h 在数值上是相等的。  
(以下空白)

编制: 



广州达盛检测技术服务有限公司

检测报告

报告编号: FS201800143

第 3 页 共 5 页

三、机房外辐射水平检测结果

1. 检测条件: 100kV、150mA、采集模式、标准水模、铜板
2. 检测仪器: Dosimeter AT1123 型辐射检测仪
3. 检测结果 (检测点分布示意图详见第 5 页)

检测点	检测位置	检测结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	控制目标值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
1	操作位	0.16	$\leq 2.5$	
2	观察窗	左	0.15	$\leq 2.5$
		中	0.16	$\leq 2.5$
		右	0.15	$\leq 2.5$
		上	0.16	$\leq 2.5$
		下	0.16	$\leq 2.5$
3	控制室门	左	0.15	$\leq 2.5$
		中	0.16	$\leq 2.5$
		右	0.15	$\leq 2.5$
		上	0.16	$\leq 2.5$
		下	0.14	$\leq 2.5$
4	机房大门	左	0.14	$\leq 2.5$
		中	0.15	$\leq 2.5$
		右	0.16	$\leq 2.5$
		上	0.15	$\leq 2.5$
		下	0.15	$\leq 2.5$
5	侧门	左	0.14	$\leq 2.5$
		中	0.13	$\leq 2.5$
		右	0.14	$\leq 2.5$
		上	0.13	$\leq 2.5$
		下	0.14	$\leq 2.5$

编制: 



广州达盛检测技术服务有限公司

检 测 报 告

报告编号: FS201800143

第 4 页 共 5 页

续上表

检测点	检测位置	检测结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	控制目标值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
6	线槽	0.15	$\leq 2.5$	
7	排气扇	0.15	$\leq 2.5$	
8	北面防护墙	0.14	$\leq 2.5$	
9	西面防护墙	0.13	$\leq 2.5$	
10		0.14	$\leq 2.5$	
11	南面防护墙	0.12	$\leq 2.5$	
12		0.13	$\leq 2.5$	
13	东面防护墙	0.15	$\leq 2.5$	
14	机房楼上	0.14	$\leq 2.5$	

注: 1.检测结果均含本底值 0.10-0.17 $\mu\text{Sv/h}$ ;

2.机房下层无地下室。

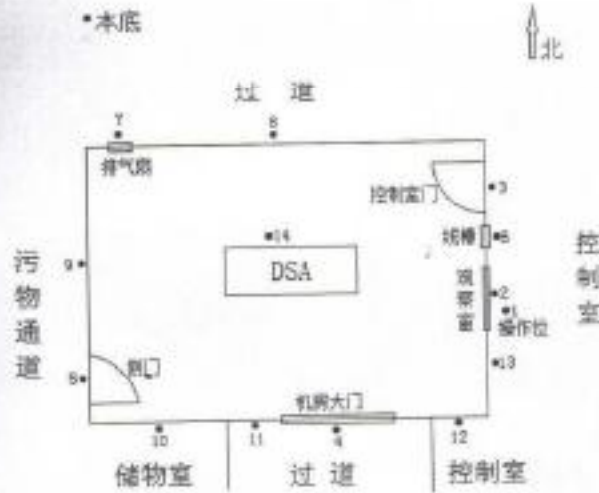
(以下空白)



编制

*(Handwritten signature)*

附: 检测点分布示意图



14机房楼上, 储物室  
机房楼下, 无

(以下空白)



附注:

1. 检测环境条件:	不要求	℃	不要求	%RH
2. 检测结果不确定度:	/			
3. 偏离标准方法的例外情况:	/			
4. 检测分包情况:	/			
5. 非标准方法:	/			
6. 非认可/认证项:	/			

编制:



广州达盛检测技术服务有限公司

# 检测报告

报告编号: FSJL20170114  
受检单位: 英德市人民医院  
样品名称: TLD 元件  
检测项目: 外照射个人剂量 (X 射线)  
检测类别: 常规检测



广州达盛检测技术服务有限公司

检测报告

报告编号: FSJL20170114

第 1 页 共 3 页

被测单位:	英德市人民医院	收样日期:	2017.05.02
单位地址:	英德市教育东路 2 号	样品编号:	JL2016054-3
样品名称:	TLD 元件	样本类型:	LiF (Mg, Cu, P)
采样地点:	放射工作人员工作场所	采样方式:	送样
佩戴日期:	2017.01.13-2017.04.13	样品数量:	58 (含本底)
检测项目:	外照射个人剂量 (X 射线)	检测日期:	2017.05.03
检测依据:	GBZ128-2016 职业性外照射个人监测规范 GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准		
检测设备:	RGD-3B 型热释光剂量仪 (GZDSYQ0003)		

检测结论与评价:

按照 GBZ128-2016《职业性外照射个人监测规范》的要求进行检测,受检人员本期个人剂量监测结果见第 2、3 页。

(以下空白)



广州达盛检测技术服务有限公司

(盖章处)

2017年5月4日

编制: 刘友文

审核:

柯雄

签发:

柯雄

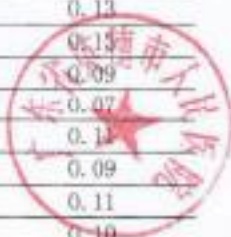
广州达盛检测技术服务有限公司

检 测 报 告

报告编号: FSJL20170114

第 2 页 共 3 页

检测结果:		单位: nSv
姓名	样品编号	剂量当量 $H_p(10)$
	JL2016054-3-001	0.13
	JL2016054-3-002	0.09
	JL2016054-3-003	0.09
	JL2016054-3-004	0.09
	JL2016054-3-005	0.13
	JL2016054-3-006	0.09
	JL2016054-3-007	0.08
	JL2016054-3-008	0.19
	JL2016054-3-009	0.08
	JL2016054-3-010	0.17
	JL2016054-3-011	0.09
	JL2016054-3-012	0.09
	JL2016054-3-013	0.13
	JL2016054-3-014	0.13
	JL2016054-3-015	0.09
	JL2016054-3-016	0.07
	JL2016054-3-017	0.11
	JL2016054-3-018	0.09
	JL2016054-3-019	0.11
	JL2016054-3-020	0.10
	JL2016054-3-021	0.10
	JL2016054-3-022	0.08
	JL2016054-3-023	0.09
	JL2016054-3-024	0.11
	JL2016054-3-025	0.10
	JL2016054-3-026	0.14
	JL2016054-3-027	0.07
	JL2016054-3-028	0.12
	JL2016054-3-029	0.25
	JL2016054-3-030	1.47
	JL2016054-3-031	0.06
	JL2016054-3-032	0.66
	JL2016054-3-033	0.06
	JL2016054-3-034	0.78
	JL2016054-3-035	0.07
	JL2016054-3-036	0.06



编制: 刘友友



广州达盛检测技术服务有限公司

检测报告

报告编号: PSJL20170114

第 3 页 共 3 页

检测结果:		单位: nSv
姓名	样品编号	剂量当量 H <sub>v</sub> (10)
[REDACTED]	JL2016054-3-037	0.03
	JL2016054-3-038	0.07
	JL2016054-3-039	0.07
	JL2016054-3-040	0.10
	JL2016054-3-041	0.06
	JL2016054-3-042	0.11
	JL2016054-3-043	0.05
	JL2016054-3-044	0.10
	JL2016054-3-045	0.05
	JL2016054-3-046	0.04
	JL2016054-3-047	0.05
	JL2016054-3-048	0.05
	JL2016054-3-049	0.03
	JL2016054-3-050	0.04
	JL2016054-3-051	0.05
	JL2016054-3-052	0.04
	JL2016054-3-053	0.04
	JL2016054-3-054	0.04
	JL2016054-2-055	0.05
	JL2016054-3-056	0.04
JL2016054-3-057	0.04	
JL2016054-3-058	0.05	



说明:

- 1、检测结果已扣除本底。
- 2、本周期的调查水平参考值为: 1.25nSv。
- 3、最低探测水平 (MDL): 0.02nSv。
- 4、任何放射工作人员, 在正常情况下的职业照射水平应不超过以下限值 (GB18871-2002): 连续 5 年平均有效剂量不超过 20mSv (但不可做任何追溯性平均), 任何一年不超过 50mSv。
- 5、\*人员剂量计缺失, \*为名义剂量 (采用同一监测周期内相同工作场所的同事的平均受照剂量)。

(以下空白)

编制: 刘友友



广州达盛检测技术服务有限公司

# 检测报告

报告编号: FSIL20170114  
受检单位: 英德市人民医院  
样品名称: TLD 元件  
检测项目: 外照射个人剂量(X射线)  
检测类别: 常规检测



广州达盛检测技术服务有限公司

检测报告

报告编号: FSJL20170114

第 1 页 共 3 页

被测单位:	英德市人民医院	收样日期:	2017.05.02
单位地址:	英德市教育东路 2 号	样品编号:	JL2016054-3
样品名称:	TLD 元件	样本类型:	LiF (Mg, Cu, P)
采样地点:	放射工作人员工作场所	采样方式:	送样
佩戴日期:	2017.01.13-2017.04.13	样品数量:	58 (含本底)
检测项目:	外照射个人剂量 (X 射线)	检测日期:	2017.05.03
检测依据:	GBZ128-2016 职业性外照射个人监测规范 GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准		
检测设备:	RGD-3B 型热释光剂量仪 (GZDSYQ0003)		

检测结论与评价:

按照 GBZ128-2016《职业性外照射个人监测规范》的要求进行检测,受检人员本期个人剂量监测结果见第 2、3 页。

(以下空白)



广州达盛检测技术服务有限公司  
(盖章处)

2017年5月6日

编制: 刘友友

审核:

柯旭

签发:

柯旭

广州达盛检测技术服务有限公司

检 测 报 告

报告编号: FSJL20170114

第 2 页 共 3 页

检测结果:		单位: mSv
姓名	样品编号	剂量当量 H <sub>e</sub> (10)
[REDACTED]	JL2016054-3-001	0.13
	JL2016054-3-002	0.09
	JL2016054-3-003	0.09
	JL2016054-3-004	0.09
	JL2016054-3-005	0.13
	JL2016054-3-006	0.09
	JL2016054-3-007	0.08
	JL2016054-3-008	0.19
	JL2016054-3-009	0.08
	JL2016054-3-010	0.17
	JL2016054-3-011	0.09
	JL2016054-3-012	0.09
	JL2016054-3-013	0.13
	JL2016054-3-014	0.13
	JL2016054-3-015	0.09
	JL2016054-3-016	0.07
	JL2016054-3-017	0.11
	JL2016054-3-018	0.09
	JL2016054-3-019	0.11
	JL2016054-3-020	0.10
	JL2016054-3-021	0.10
	JL2016054-3-022	0.08
	JL2016054-3-023	0.09
	JL2016054-3-024	0.11
	JL2016054-3-025	0.10
	JL2016054-3-026	0.14
	JL2016054-3-027	0.07
	JL2016054-3-028	0.12
	JL2016054-3-029	0.25
	JL2016054-3-030	1.47
	JL2016054-3-031	0.06
	JL2016054-3-032	0.66
	JL2016054-3-033	0.06
	JL2016054-3-034	0.78
	JL2016054-3-035	0.07
	JL2016054-3-036	0.06



编制: 刘友友

广州达盛检测技术服务有限公司

检 测 报 告

报告编号: FSJL20170114

第 3 页 共 3 页

姓名	样品编号	剂量当量 H <sub>e</sub> (10)
	JL2016054-3-037	0.03
	JL2016054-3-038	0.07
	JL2016054-3-039	0.07
	JL2016054-3-040	0.10
	JL2016054-3-041	0.06
	JL2016054-3-042	0.11
	JL2016054-3-043	0.05
	JL2016054-3-044	0.10
	JL2016054-3-045	0.05
	JL2016054-3-046	0.04
	JL2016054-3-047	0.05
	JL2016054-3-048	0.05
	JL2016054-3-049	0.03
	JL2016054-3-050	0.04
	JL2016054-3-051	0.05
	JL2016054-3-052	0.04
	JL2016054-3-053	0.04
	JL2016054-3-054	0.04
	JL2016054-2-055	0.05
	JL2016054-3-056	0.04
	JL2016054-3-057	0.04
	JL2016054-3-058	0.05



说明:

1. 检测结果已扣除本底。
2. 本周期的调查水平参考值为: 1.25mSv。
3. 最低探测水平 (MDL): 0.02mSv。
4. 任何放射工作人员, 在正常情况下的职业照射水平应不超过以下限值 (GB18871-2002): 连续 5 年平均有效剂量不超过 20mSv (但不可做任何逃避性平均), 任何一年不超过 50mSv。
5. \*人员剂量计缺失, \*为名义剂量 (采用同一监测周期内相同工作场所的同事的平均受照剂量)。

(以下空白)

编制: 刘友友



广州达盛检测技术服务有限公司

# 检测报告

报告编号: FSJL20170281  
受检单位: 英德市人民医院  
样品名称: TLD 元件  
检测项目: 外照射个人剂量 (X 射线)  
检测类别: 常规检测



2017年8月21日



广州达盛检测技术服务有限公司

检 测 报 告

报告编号: FSJL20170281

第 1 页 共 3 页

被测单位:	英德市人民医院	收样日期:	2017.8.10
单位地址:	英德市教育东路 2 号	样品编号:	JL2016054-4
样品名称:	TLD 元件	样本类型:	LiF (Mg, Cu, P)
采样地点:	放射工作人员工作场所	采样方式:	送样
佩戴日期:	2017.4.14-2017.7.13	样品数量:	58 (含本底)
检测项目:	外照射个人剂量 (X 射线)	检测日期:	2017.8.11
检测依据:	GBZ128-2016 职业性外照射个人监测规范 GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准		
检测设备:	RGD-3B 型热释光剂量仪 (GZDSYQ0003)		

检测结论与评价:

按照 GBZ128-2016《职业性外照射个人监测规范》的要求进行检测, 受检人员本期个人剂量监测结果见第 2、3 页。

(以下空白)



广州达盛检测技术服务有限公司

2017 年 8 月 27 日

编制: 曹磊

审核: 柏太玉

签发: 蔡世林

广州达盛检测技术服务有限公司

检测报告

报告编号: FSJL20170281

第 2 页 共 3 页

检测结果:		单位: nSv
姓名	样品编号	剂量当量 $H_p(10)$
	JL2016054-4-1	0.15
	JL2016054-4-2	0.14
	JL2016054-4-3	0.12
	JL2016054-4-4	0.13
	JL2016054-4-5	0.14
	JL2016054-4-6	0.14
	JL2016054-4-7	0.10
	JL2016054-4-8	0.12
	JL2016054-4-9	0.14
	JL2016054-4-10	0.09
	JL2016054-4-11	0.13
	JL2016054-4-12	0.15
	JL2016054-4-13	0.15
	JL2016054-4-14	0.10
	JL2016054-4-15	0.09
	JL2016054-4-16	0.10
	JL2016054-4-17	0.14
	JL2016054-4-18	0.10
	JL2016054-4-19	0.15
	JL2016054-4-20	0.12
	JL2016054-4-21	0.09
	JL2016054-4-22	0.10
	JL2016054-4-23	0.11
	JL2016054-4-24	0.11
	JL2016054-4-25	0.16
	JL2016054-4-26	0.15
	JL2016054-4-27	0.06
	JL2016054-4-28	0.15
	JL2016054-4-29	0.06
	JL2016054-4-30	2.07
	JL2016054-4-31	0.09
	JL2016054-4-32	1.47
	JL2016054-4-33	0.09
	JL2016054-4-34	0.40
	JL2016054-4-35	0.07
	JL2016054-4-36	0.09

编制: 



广州达盛检测技术服务有限公司

检 测 报 告

报告编号: FSJL20170281

第 3 页 共 3 页

检测结果:		单位: nSv
姓名	样品编号	剂量当量 $H_v(10)$
	JL2016054-4-37	0.07
	JL2016054-4-38	0.06
	JL2016054-4-39	0.09
	JL2016054-4-40	0.28
	JL2016054-4-41	0.08
	JL2016054-4-42	0.11
	JL2016054-4-43	0.08
	JL2016054-4-44	0.11
	JL2016054-4-45	0.06
	JL2016054-4-46	0.07
	JL2016054-4-47	0.07
	JL2016054-4-48	0.07
	JL2016054-4-49	0.07
	JL2016054-4-50	0.05
	JL2016054-4-51	0.07
	JL2016054-4-52	0.07
	JL2016054-4-53	0.07
	JL2016054-4-54	0.07
	JL2016054-2-55	0.07
	JL2016054-4-56	0.06
	JL2016054-4-57	0.07
	JL2016054-4-58	0.08

说明:

- 1、检测结果已扣除本底。
- 2、本周期的调查水平参考值为: 1.25mSv。
- 3、最低探测水平 (MDL): 0.02mSv。
- 4、任何放射工作人员, 在正常情况下的职业照射水平应不超过以下限值 (GB188971-2002): 连续 5 年平均有效剂量不超过 20mSv (但不可做任何追溯性平均), 任何一年不超过 50mSv。
- 5、\*人员剂量计缺失, \*为名义剂量 (采用同一监测周期内从事相同工作的工作人员接受的平均剂量)。

(以下空白)

编制: 



广州达盛检测技术服务有限公司

# 检测报告

报告编号: FSJL20180002  
受检单位: 英德市人民医院  
样品名称: TLD 元件  
检测项目: 外照射个人剂量 (X 射线)  
检测类别: 常规检测



2018年1月12日



广州达盛检测技术服务有限公司

检测报告

报告编号: FSL20180002

第 1 页 共 3 页

被测单位:	英德市人民医院	收样日期:	2017.12.15
单位地址:	广东省清远市英德市教育东路2号	样品编号:	JL2017167-1
样品名称:	TLD 元件	样本类型:	LiF (Mg, Cu, P)
采样地点:	放射工作人员工作场所	采样方式:	送样
佩戴日期:	2017.9.1-2017.11.30	样品数量:	67 (含本底)
检测项目:	外照射个人剂量 (X 射线)	检测日期:	2017.12.27
检测依据:	GBZ128-2016 职业性外照射个人监测规范 GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准		
检测设备:	RGD-3B 型热释光剂量仪 (GZDSYQ0003)		
检测结论与评价:	按照 GBZ128-2016《职业性外照射个人监测规范》的要求进行检测, 受检人员本期个人剂量监测结果见第 2 页。		

(以下空白)



广州达盛检测技术服务有限公司

2018年1月12日

编制: 廖菊

审核: 杨太玉

签发: 黎世林

广州达盛检测技术服务有限公司

检 测 报 告

报告编号: FSJL20180002

第 2 页 共 3 页

检测结果:		单位: $\mu\text{Sv}$
姓名	样品编号	剂量当量 $H(10)$
	JL2017167-1-1	0.10
	JL2017167-1-2	0.09
	JL2017167-1-3	0.09
	JL2017167-1-4	0.08
	JL2017167-1-5	0.11
	JL2017167-1-6	0.10
	JL2017167-1-7	0.10
	JL2017167-1-8	0.08
	JL2017167-1-9	0.08
	JL2017167-1-10	0.09
	JL2017167-1-11	0.10
	JL2017167-1-12	0.04
	JL2017167-1-13	0.10
	JL2017167-1-14	0.09
	JL2017167-1-15	0.09
	JL2017167-1-16	0.09
	JL2017167-1-17	0.11
	JL2017167-1-18	0.10
	JL2017167-1-19	0.09
	JL2017167-1-20	0.09
	JL2017167-1-21	0.08
	JL2017167-1-22	0.08
	JL2017167-1-23	0.08
	JL2017167-1-24	0.08
	JL2017167-1-25	0.14
	JL2017167-1-26	0.11
	JL2017167-1-27	0.10
	JL2017167-1-28	0.04
	JL2017167-1-29	1.19
	JL2017167-1-30	0.04
	JL2017167-1-31	0.94
	JL2017167-1-32	0.04
	JL2017167-1-33	0.68
	JL2017167-1-34	0.08
	JL2017167-1-35	0.07
	JL2017167-1-36	0.03
	JL2017167-1-37	0.01
	JL2017167-1-38	0.01



编制:

1.2.2.1.1

续上表:

姓名	样品编号	剂量当量 $H_p(10)$
	JL2017167-1-39	0.05
	JL2017167-1-40	0.04
	JL2017167-1-41	0.09
	JL2017167-1-42	0.03
	JL2017167-1-43	0.09
	JL2017167-1-44	0.05
	JL2017167-1-45	0.04
	JL2017167-1-46	0.04
	JL2017167-1-47	0.06
	JL2017167-1-48	0.02
	JL2017167-1-49	0.04
	JL2017167-1-50	0.03
	JL2017167-1-51	0.05
	JL2017167-1-52	0.05
	JL2017167-1-53	0.02
	JL2017167-1-54	0.03
	JL2017167-1-55	0.05
	JL2017167-1-56	0.04
	JL2017167-1-57	0.04
	JL2017167-1-58	0.03
	JL2017167-1-59	0.04
	JL2017167-1-60	0.04
	JL2017167-1-61	0.13
	JL2017167-1-62	0.02
	JL2017167-1-63	0.07
	JL2017167-1-64	0.03
	JL2017167-1-65	0.02

说明:

- 1、检测结果已扣除本底。
- 2、本周期的调查水平参考值为: 1.25mSv。
- 3、最低探测水平 (MDL): 0.02mSv。
- 4、任何放射工作人员, 在正常情况下的职业照射水平应不超过以下限值 (GB18871-2002): 连续 5 年平均有效剂量不超过 20mSv (但不可做任何追溯性平均), 任何一年不超过 50mSv。
- 5、\*人员个人剂量计缺失, 故采用名义剂量 (即用同一监测周期内从事相同工作的工作人员接受的平均剂量)。

(以下空白)

编制: 廖莉



广州达盛检测技术服务有限公司

# 检测报告

2018年03月19日

报告编号:	FSJL20180183
受检单位:	英德市人民医院
样品名称:	TLD 元件
检测项目:	外照射个人剂量 (X 射线)
检测类别:	常规检测



广州达盛检测技术服务有限公司

检测报告

报告编号: FSJL20180183

第 1 页 共 3 页

被测单位: 英德市人民医院 收样日期: 2018.03.11  
单位地址: 广东省清远市英德市教育东路 2 号 样品编号: JL2017167-2  
样品名称: TLD 元件 样本类型: LiF (Mg, Cu, P)  
采样地点: 放射工作人员工作场所 采样方式: 送样  
佩戴日期: 2017.12.01-2018.03.01 样品数量: 67 (含本底)  
检测项目: 外照射个人剂量 (X 射线) 检测日期: 2018.03.17  
检测依据: GBZ128-2016 职业性外照射个人监测规范  
GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准  
检测设备: RGD-3B 型热释光剂量仪 (GZDSYQ0003)

检测结论与评价:

按照 GBZ128-2016 《职业性外照射个人监测规范》的要求进行检测, 受检人员本期个人剂量监测结果见第 2、3 页。

(以下空白)



广州达盛检测技术服务有限公司  
(盖章处)

2018 年 03 月 19 日

编制: 廖菊

审核: 杨如玉

签发: 蔡世林

广州达盛检测技术服务有限公司

检测报告

报告编号: FSJL20180183

第 2 页 共 3 页

检测结果:

姓名	样品编号	单位: nSv 剂量当量 $H_p(10)$
	JL2017167-2-1	0.16
	JL2017167-2-2	0.13
	JL2017167-2-3	0.11
	JL2017167-2-4	0.12
	JL2017167-2-5	0.11
	JL2017167-2-6	0.13
	JL2017167-2-7	0.10
	JL2017167-2-8	0.14
	JL2017167-2-9	0.12
	JL2017167-2-10	0.12
	JL2017167-2-11	0.14
	JL2017167-2-12	0.12
	JL2017167-2-13	0.10
	JL2017167-2-14	0.14
	JL2017167-2-15	0.11
	JL2017167-2-16	0.13
	JL2017167-2-17	0.10
	JL2017167-2-18	0.10
	JL2017167-2-19	0.13
	JL2017167-2-20	0.12
	JL2017167-2-21	0.10
	JL2017167-2-22	0.09
	JL2017167-2-23	0.13
	JL2017167-2-24	0.12
	JL2017167-2-25	0.14
	JL2017167-2-26	0.15
	JL2017167-2-27	0.10
	JL2017167-2-28	0.08
	JL2017167-2-29	0.55
	JL2017167-2-30	0.08
	JL2017167-2-31	0.57
	JL2017167-2-32	0.04
	JL2017167-2-33	0.10
	JL2017167-2-34	0.07
	JL2017167-2-35	0.11
	JL2017167-2-36	0.07
	JL2017167-2-37	0.08
	JL2017167-2-38	0.07



编制: 廖菊



广州达盛检测技术服务有限公司

检测报告

报告编号: FSJL20180183

第 3 页 共 3 页

续上表:

检测结果:

姓名	样品编号	单位: mSv 剂量当量 $H_p(10)$
	JL2017167-2-39	0.08
	JL2017167-2-40	0.08
	JL2017167-2-41	0.02
	JL2017167-2-42	0.11
	JL2017167-2-43	0.09
	JL2017167-2-44	0.05
	JL2017167-2-45	0.10
	JL2017167-2-46	0.05
	JL2017167-2-47	0.06
	JL2017167-2-48	0.01
	JL2017167-2-49	0.01
	JL2017167-2-50	0.01
	JL2017167-2-51	0.01
	JL2017167-2-52	0.01
	JL2017167-2-53	0.01
	JL2017167-2-54	0.01
	JL2017167-2-55	0.01
	JL2017167-2-56	0.01
	JL2017167-2-57	0.03
	JL2017167-2-58	0.01
	JL2017167-2-59	0.01
*	JL2017167-2-60	0.01
	JL2017167-2-61	0.01
	JL2017167-2-62	0.01
	JL2017167-2-63	0.04
	JL2017167-2-64	0.01
	JL2017167-2-65	0.01



说明:

- 1、检测结果已扣除本底。
- 2、本周期的调查水平参考值为: 1.25mSv。
- 3、最低探测水平 (MDL): 0.02mSv。
- 4、任何放射工作人员, 在正常情况下的职业照射水平应不超过以下限值 (GB18871-2002): 连续 5 年平均有效剂量不超过 20mSv (但不可做任何追溯性平均), 任何一年不超过 50mSv。
- 5、\*人员个人剂量计缺失, 故采用名义剂量 (即用同一监测周期内从事相同工作的工作人员接受的平均剂量)。

(以下空白)

编制: 廖菊



广州协和检测服务有限公司

# 检 测 报 告


穗协测（2020）第 094 号

项 目 名 称：核技术利用扩建项目辐射环境现状检测  
检 测 类 别：  
委 托 人：广东省中医院南沙医院  
发 送 日 期：2020 年 5 月 13 日（印章）

本报告共 2 页 附 3 页

## 说 明

广州协和检测服务有限公司是广东省辐射防护协会独资成立，具有独立法人地位的第三方检测机构，通过广东省质量技术监督局计量认证评审，《计量认证合格证书》编号：201719121718。可向社会出具具有法律效用的数据和结果。

- 1、报告无本单位检验检测专用章、骑缝章及  章无效。
- 2、报告无检测分析人、复核人、报告签发人的签名无效。
- 3、报告涂改或部分复印无效。
- 4、自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目，结果仅对采样（或检测）所代表的时间和空间负责。
- 5、对检测结果有异议，可在收到报告之日起一个月内向我公司提出书面复检申请，逾期不予受理。
- 6、未经本单位书面同意，不得部分复制本报告。

本机构通讯资料：

广州协和检测服务有限公司

法人代表：罗国杰

技术负责人：张 静

质量负责人：罗国杰

地 址：广东省广州市白云区沙太路 668 号之二（部位：1118 房）

电 话：020-89040172

邮 箱：gzxh1813@163.com

邮 编：510510

# 广州协和检测服务有限公司

## 检测报告

穗协测(2020)第 094 号

第 1 页 共 2 页

### 项目概况:

广东省中医院本部位于广东省广州市越秀区大德路 111 号,拟在南沙区建设南沙分院(位于广州市南沙区珠江街灵新公路旁),拟开展放疗科项目、回旋制备 PET 用药物、核医学科项目、小动物实验项目、DSA 介入手术项目、普通放射诊断项目等核技术利用项目。为了解该项目拟建区域辐射环境现状,特委托广州协和检测服务有限公司进行检测。

现场检测时,该项目在进行地面的平整,未进行开挖工作,由于项目部分由水塘填埋而成,部分区域不能到达,所以该项目背景现状调查在人员可达位置进行。

### 检测项目:

核技术利用建设项目周围环境: X、 $\gamma$  辐射剂量率

### 检测方法:

参照 GB/T 14583-1993《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》

### 检测仪器:

仪器名称: 环境 X- $\gamma$  剂量率仪

仪器型号: 主机 6150AD5/H+探头 6150ADb/H

仪器编号: 主机 156525+探头 156973

生产厂商: automess

测量范围: 主机 1 $\mu$ Sv/h~1000mSv/h; 探头 5nSv/h~99.9 $\mu$ Sv/h

能量响应: 主机 45keV~2.6MeV; 探头 20keV~7MeV

检定单位: 广东省辐射剂量计量检定站

证书编号: GRD(1)20190077

检定有效期: 2019 年 01 月 24 日-2020 年 01 月 23 日

# 广州协和检测服务有限公司

## 检测报告

穗协测(2020)第 094 号

第 2 页 共 2 页

### 检测结果:

广东省中医院南沙医院核技术利用建设项目工作场所及周边环境辐射现状检测数据见附表 1, 检测点位分布示意图见附图 1, 现场照片见附图 2。

### 检测结果显示:

广东省中医院南沙医院拟建核技术利用项目工作场所及周围区域(室外)的环境 X- $\gamma$  辐射剂量率为: 0.14 $\mu$ Sv/h-0.21 $\mu$ Sv/h。

以下空白。

1109 检测

检测分析人: 张群      复核人: 梁成志      签发人: 罗国志  
日期: 2020.5.13      日期: 2020.5.13      日期: 2020.5.13

附表 1: 检测数据

## 广东省中医院南沙医院拟建核技术利用项目

## 周围辐射剂量率检测数据

日期: 2019.11.15 时间: 11:40-12:30 天气: 晴 温度: 27℃ 湿度: 65%

地点	编号	测点位置	环境 X-γ 辐射剂量率 (μSv/h)		备注
			均值	标准差	
医院拟 建位置	1#	医院东南侧基坑外	0.21	0.01	泥土地面
	2#	放疗中心位置	0.20	0.01	
	3#	医院中央	0.19	0.01	
	4#	医院西南侧围墙内 22 米	0.18	0.01	
	5#	医院东北侧围墙内	0.19	0.01	
	6#	东南侧围墙内	0.16	0.01	
	7#	医院东南墙外空地	0.18	0.01	
项目部	8#	项目部门口	0.14	0.01	水泥地面

注: 1. 以上数据均未扣除宇宙射线的贡献。

2. 现场检测时, 仪器探头均垂直地面向下, 高度 1m, 每个点位读取 5 个数值

附图 1：测点分布图



图 1 松建医院周围测点分布图

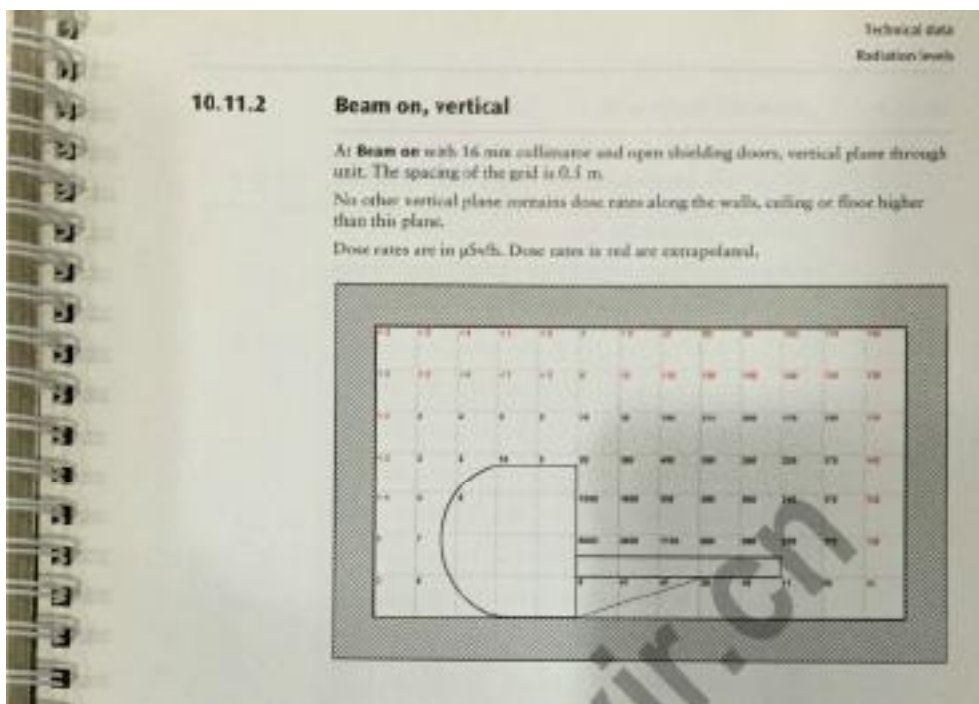
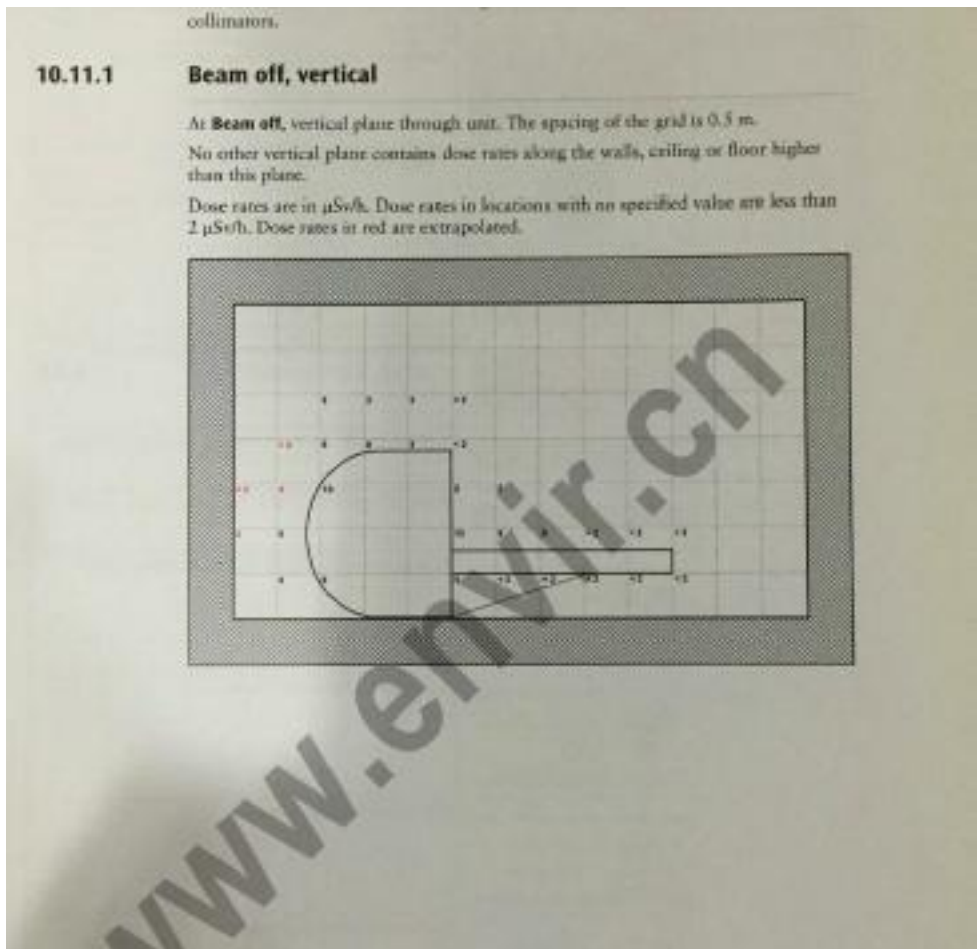
附图 2: 测点分布图







附件 11 头部伽马刀剂量率分布曲线图





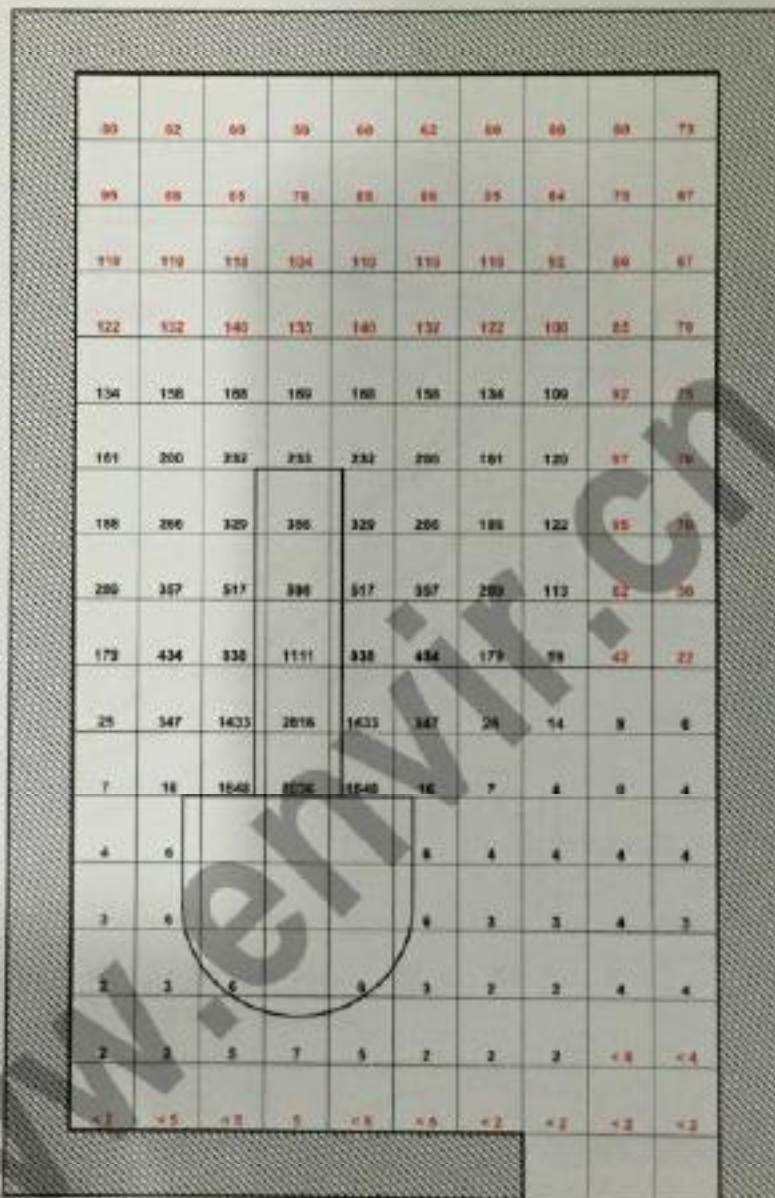
### 10.11.4

### Beam on, horizontal

At **Beam on** with 16 mm collimator and open shielding doors, 1 m above floor. The spacing of the grid is 0.5 m.

No other horizontal plane contains dose rates along the walls higher than this plane.

Dose rates are in  $\mu\text{Sv/h}$ . Dose rates in red are extrapolated.







### 建设项目环评审批基础信息表

建设单位(盖章):	广州南沙新区建设中心		项目负责人(签字):		建设单位负责人(签字):		
	广东省广州市南沙区黄阁镇技术服务中心项目		项目内容: 填塘		项目内容: 填塘		
	2018-10-10(10-10)-10-10		环境影响评价时间		2022年5月		
	莫心大塘围垦, 围垦约150亩		环评编制单位		2022年6月		
建设内容:	E10		项目审批类别		Q041 其他		项目审批部门
	五十、盐与辐射环境影响评价项目(不涉及环评审批管理的不属于环评审批管理, 环评审批不作为行政许可或强制性前置)		项目审批日期		无		
	新建(注: 建)		环评审批文件号		无		
	不停产/拆		环评审批文号		无		
建设地点:	地址		环评审批文号		环评审批文号		环评审批日期
	114401150030100001		环评审批文号		环评审批文号		
	广州市南沙区建设中心		环评审批文号		环评审批文号		
	134401150030100001		环评审批文号		环评审批文号		
建设单位:	建设单位(盖章):		环评审批文号		环评审批文号		环评审批日期
	建设单位(盖章):		环评审批文号		环评审批文号		
	建设单位(盖章):		环评审批文号		环评审批文号		
	建设单位(盖章):		环评审批文号		环评审批文号		
污染物排放量	废水		环评审批文号		环评审批文号		环评审批日期
	废气		环评审批文号		环评审批文号		
	噪声		环评审批文号		环评审批文号		
	固体废物		环评审批文号		环评审批文号		
项目涉及敏感区与风景名胜区情况		环评审批文号		环评审批文号		环评审批文号	
		环评审批文号		环评审批文号		环评审批文号	
		环评审批文号		环评审批文号		环评审批文号	
		环评审批文号		环评审批文号		环评审批文号	

注: 1. 环评审批日期: 指环评审批部门受理环评审批申请的日期。2. 环评审批文号: 指环评审批部门出具的环评审批文件的文号。3. 环评审批日期: 指环评审批部门受理环评审批申请的日期。4. 环评审批文号: 指环评审批部门出具的环评审批文件的文号。5. 环评审批日期: 指环评审批部门受理环评审批申请的日期。6. 环评审批文号: 指环评审批部门出具的环评审批文件的文号。7. 环评审批日期: 指环评审批部门受理环评审批申请的日期。8. 环评审批文号: 指环评审批部门出具的环评审批文件的文号。9. 环评审批日期: 指环评审批部门受理环评审批申请的日期。10. 环评审批文号: 指环评审批部门出具的环评审批文件的文号。