

编号: GXPX-FS-20230603

核技术利用建设项目
后装治疗机应用项目
环境影响报告表
(公示本)

建设单位: 贺州市人民医院

二〇二三年六月

广西品信工程咨询有限公司

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物	13
表 6 评价依据	14
表 7 保护目标与评价标准	16
表 8 环境质量和辐射现状	20
表 9 项目工程分析与源项	25
表 10 辐射安全与防护	29
表 11 环境影响分析	43
表 12 辐射安全管理	49
表 13 结论与建议	53
表 14 审批	56
附件 1 环评委托书	
附件 2 辐射安全许可证	
附件 3 现状监测报告	
附件 4 辐射安全与环境保护管理工作领导小组	
附件 5 辐射事故应急预案	
附件 6 部分个人剂量监测报告	
附件 7 发改委备案项目代码	

表1 项目基本情况

建设项目名称	后装治疗机应用项目				
建设单位	贺州市人民医院				
法人代表	孔勇	联系人	***	联系电话	***
注册地址	贺州市八步区西约街 150 号				
项目建设地点	贺州市八步区西约街 150 号医院内 2 号住院楼 1 层				
立项审批部门	/		批准文	/	
建设项目总投资 (万元)	155	项目环保投 资(万元)	30	投资比例 (环保投资/总投 资)	19%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)	不征地
应用 类 型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input checked="" type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<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		
<input type="checkbox"/> 使用		<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
其他					
<p>1.1 建设单位概述</p> <p>贺州市人民医院始建于 1926 年, 是目前贺州市内规模最大, 集医疗、教学、科研、预防及保健于一体的国家三级甲等综合医院。医院秉承"团结、求是、仁爱、奉献"的精神, 以“为贺州人民的健康做好保障”为宗旨, 坚持“厚德博学、仁医济世”的医训, 实施“名院、名科、名医”发展战略, 朝着信息化管理, 人性化服务, 高科技创新, 辐射桂、粤、湘毗邻区的现代化大型三级甲等综合医院迈进。</p> <p>医院本部占地面积 32557.65 平方米, 建筑面积 103851.41 平方米, 拥有贺州设施最先进的现代化住院大楼。城东分院总用地面积 201.95 亩, 总建筑面积 28.44 万平方</p>					

米，总投资约 16.7 亿元，规划设置病床 1180 张。平桂分院总建筑面积 14903.34 平方米，有集门诊、医技、住院一体的现代化综合楼、急诊楼及发热门诊，设置住院病床 102 张。建设中的贺州市第六人民医院(一期)项目为二级传染病专科医院，总用地面积为 23764.67 平方米，总建筑面积为 27719.57 平方米。

医院现有职工 2257 人，其中卫生技术人员 1852 人，中高级职称 1030 人，正高级职称 60 人，副高级职称 300 人，博士研究生 7 人，研究生以上学历 172 人。核定床位 1150 张，2021 年门急诊服务量超 155 万人次，出院病人服务量近 8 万人次，出院病人手术服务量 2.2 万例。

医院开设临床科室 50 个，医技科室 14 个。拥有自治区级重点专科 3 个(耳鼻咽喉头颈外科、放射医学影像科、医学检验科，东融名医工作室 6 个，市级重点专科 13 个，市级人才小高地 1 个，市级质量控制中心 17 个。配备有医科达直线加速器、3.0T 磁共振、1.5T 磁共振、128 排 CT、64 排 CT、大 C 臂、数字化 DR、数字化胃肠 X 光机、原装进口美国贝克曼生化免疫流水线等一大批各种先进诊疗设备。

1.2 项目概述、目的、规模

医院因业务发展需要，同时也为了更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病（特别是恶性肿瘤）的治疗能力，计划完善放射治疗科室建设，拟在位于医院 2 号住院楼 1 层中部原预留的机房新建 1 台套 ^{192}Ir 后装治疗系统（以下简称后装机）。该 2 号住院楼为地面 6 层的结构建筑。

本次评价项目新建使用 1 台套 ^{192}Ir 后装治疗系统，设计最大装源量为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，属于使用 III 类放射源项目。项目主要工程施工内容为对原预留机房进行防护改造及装饰装修，机房使用面积约 23m^2 （长 5.0m、宽 4.6m、内高 3.0m），迷道使用面积约 10m^2 （长 4.9m、宽 2.0m、内高 3.0m）。机房墙体总体采用混凝土结构，东侧墙体厚度为 60cm，南侧墙体厚度为 118-130cm，西侧墙体厚度为 60cm 混凝土+24cm 实心砖，北侧迷路内墙体厚度为 60cm、迷路外墙体厚度为 60cm，机房顶棚厚度为 68cm；机房拟设置 6mmPb 的防护门。

1.3 任务由来

根据《关于放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 第 62 号）对放射源的分类，该项目属于使用 III 类放射源项目。根据《建设项目环境影响评价分类

管理名录》（2021年版）中“172 核技术利用建设项目”的规定，该项目应编制环境影响报告表。为保护环境，保障公众健康，贺州市人民医院委托广西品信工程咨询有限公司对该项目进行辐射环境影响评价。

环评单位在现场调查和理论预测分析的基础上，按照《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)规定的内容和格式，编制该《贺州市人民医院后装治疗机应用项目辐射环境影响报告表》。

1.4 医院辐射安全管理现状

医院取得了由自治区生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证号为桂环辐证[J0232]，许可范围及内容为：使用Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类及Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，有效期至2026年05月18日。

在历年运行过程中，医院严格遵守《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》等相关放射性法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行良好，设备维护、检测等均按相关制度及管理规范进行，辐射安全和防护制度建立健全、辐射安全评估制度、档案管理制度等均按相关要求得到落实。

①该医院制定的辐射环境保护规章制度有《辐射工作人员岗位职责》，《操作规程》、《医疗放射性废物及废源处理规定》、《辐射工作人员个人剂量和辐射环境监测方案》、《辐射事故应急预案》等规章制度，并严格按照规章制度执行。

②为加强对辐射安全和防护管理工作，医院成立了辐射安全与环境保护管理工作领导小组，明确辐射防护责任，并加强了对射线装置及放射性同位素的监督和管理。

③医院从事辐射工作的工作人员定期参加了上岗培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，提高守法和自我防护意识。

④辐射工作期间，辐射工作人员佩带个人剂量计，接受剂量监测，建立剂量健康档案并存档。医院近年来委托广西居里安检测有限公司对医院辐射工作人员进行个人剂量监测，监测结果均满足职业人员年剂量管理约束值的要求。部分个人剂量监测报告见附件6。

⑤医院放射性工作场所均设置有电离辐射警示牌和工作指示灯。

⑥委托广西壮族自治区辐射环境监督管理站对核技术应用场所辐射环境开展年度

监测，并按照有关规定每年向生态环境部门提交防护状况及安全年度评估报告。近年来辐射环境监测结果均符合相关标准要求。

1.5 项目场址选址等情况

贺州市人民医院位于贺州市八步区西约街 150 号，医院地理位置图见图 1-1。

1、项目所在楼周围环境

本项目机房位于医院 2 号住院楼一层，该楼为地面 6 层建筑。该楼一层主要为放疗科加速器治疗项目用房、后装治疗项目用房、B 超检查室等；夹层主要为设备科技组用房、计划室、值班室等。2 号住院楼东侧为医院边界，边界外为院外行政道路、院外民房；南侧为 3 号传染病房楼；东南侧为污水处理站、院外民房；西侧相邻为 1 号住院楼；西北侧为洗衣房、院外民房；北侧为院外民房。

2、评价范围内环境状况

本项目以后装治疗机房墙体边界为起点 50m 区域为评价范围，具体：东侧 0m-7m 范围内为院内通道、7m-14m 范围内为院外行政道路、14m-50m 范围内为院外民房（1F-5F，最近距离约为 14m）；南侧 0m-18m 范围内为本项目所在楼（2 号住院楼）业务用房、18-25m 范围内为院内通道、25m-50m 范围内为 3 号传染病房楼（6F，最近距离约为 25m）、党建教育基地（3F，最近距离约为 47m）；东南侧 0m-17m 范围内为院内通道、17-50m 范围内为污水处理站（最近距离约为 17m）、院外民房（1F-5F，最近距离约为 30m）；西侧 0m-10m 范围内为本项目所在楼（2 号住院楼）业务用房、10m-50m 范围内为 1 号住院楼（12F，最近距离约为 10m）；西北侧约 0m-24m 范围内为本项目所在楼（2 号住院楼）业务用房、院外民房（2F，最近距离约为 19m）、24m-50m 范围内为院外民房（3F，最近距离约为 30m）、洗衣房（2F，最近距离约为 34m）；北侧约 0m-7m 范围内为院内通道、7m-50m 范围内为院外行政道路、院外民房（1F-5F，最近距离约为 16m）。本项目后装治疗机房设置有迷道、铅防护门。

项目机房及周边环境现状情况见图 1-2～图 1-7，医院总平面布置图见图 1-8，2 号住院楼一层业务用房平面布置示意图见图 1-9，2 号住院楼后装治疗机房上方夹层业务用房平面布置示意图见图 1-10。

综上，本项目后装治疗机房属于相对独立区域，避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域以及人员流动性大的商业活动区域。本项目机房设置防护铅门及防

护墙体，在门口设置电离辐射警告标志，将机房划分为控制区，无关人员不得进入。后装机运行过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束值的要求。通过以上场所独立、划分区域等措施，本项目不会产生交叉污染。因此，本项目选址符合 HJ1198-2021 中第 5.1 款的要求。

1.6 项目周边保护目标

项目机房周围 50m 区域评价范围的东侧、南侧、北侧区域主要为院外居民区，其余区域在医院内部，即本项目主要环境保护目标为项目辐射工作人员以及评价范围内的医院其他工作人员、患者及陪护家属、经过或者逗留的公众成员、院外自建居民房常住人员。

1.7 实践的正当性分析

医院后装治疗机应用项目目的在于开展医学放射治疗工作，对保障人民群众身体健康、拯救生命起着十分重要的作用。同时，医院为病人提供一个更加优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，项目的实施提高了医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员。医院在保障病人健康的同时也创造了更大的经济效益。因此，医院后装治疗机应用项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践正当性”的要求。

1.8 产业政策符合性

项目属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修订）中第十三项“医药”中第5款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等 高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材 制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。





图 1-2 拟建后装治疗机房现状



图 1-3 2号住院楼东侧院外居民房现状



图 1-4 2号住院楼南侧 3号传染病房楼现状



图 1-5 2号住院楼西侧1号住院楼现状



图 1-6 2号住院楼北侧院外居民房现状



图 1-7 后装治疗机房上方夹层现状

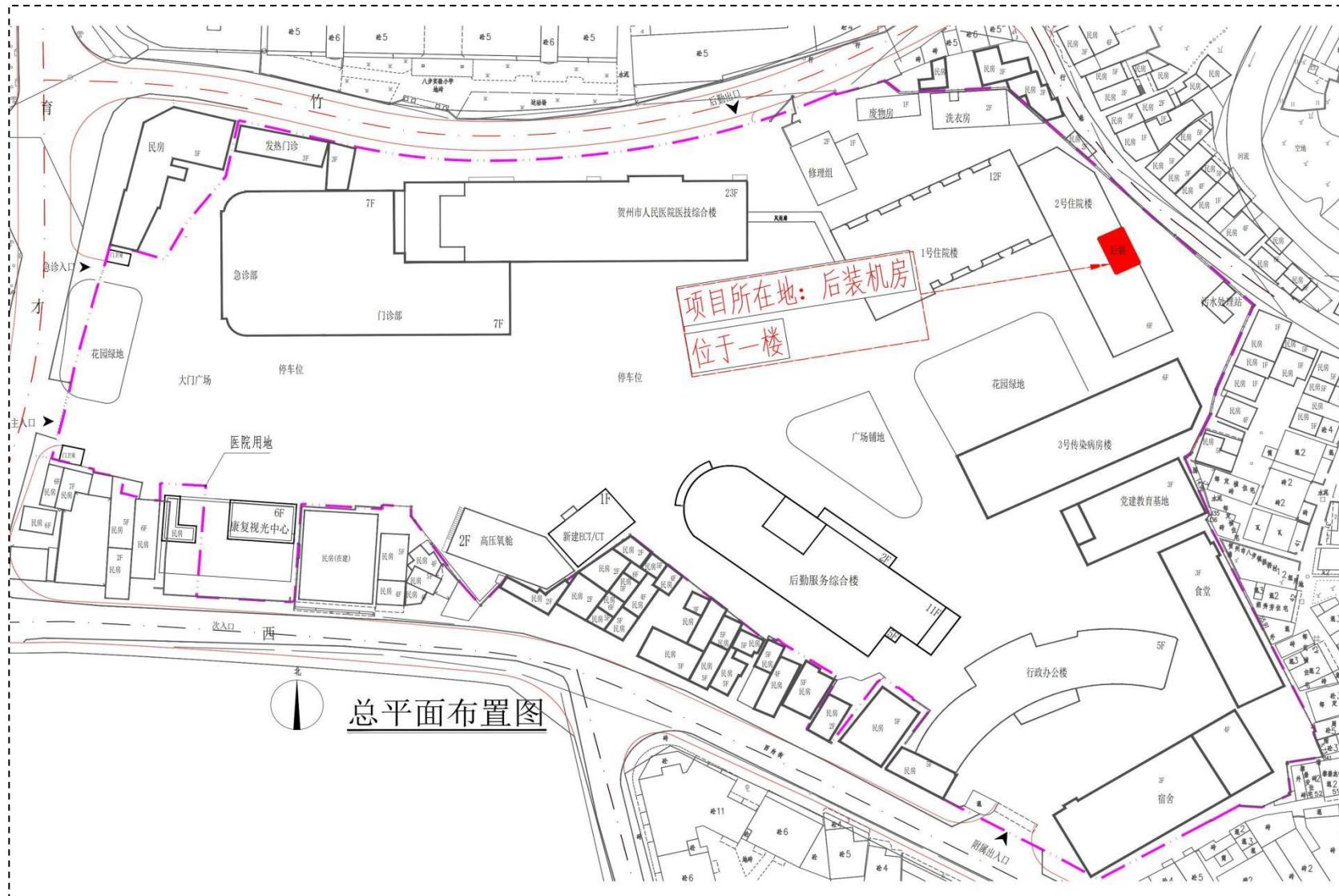


图 1-8 医院总平面示意图

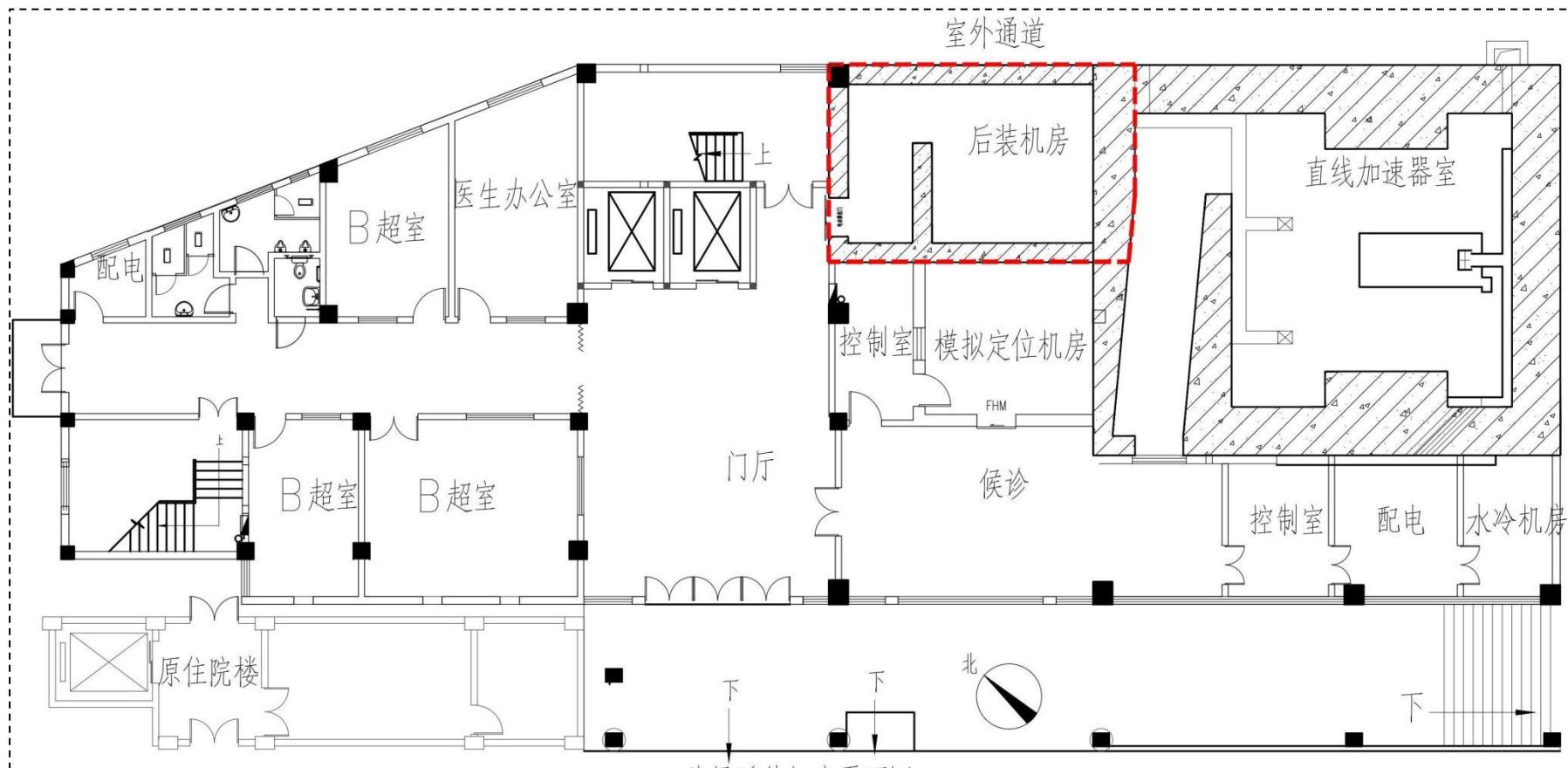


图 1-9 2号住院楼一层平面示意图（项目所在楼层）

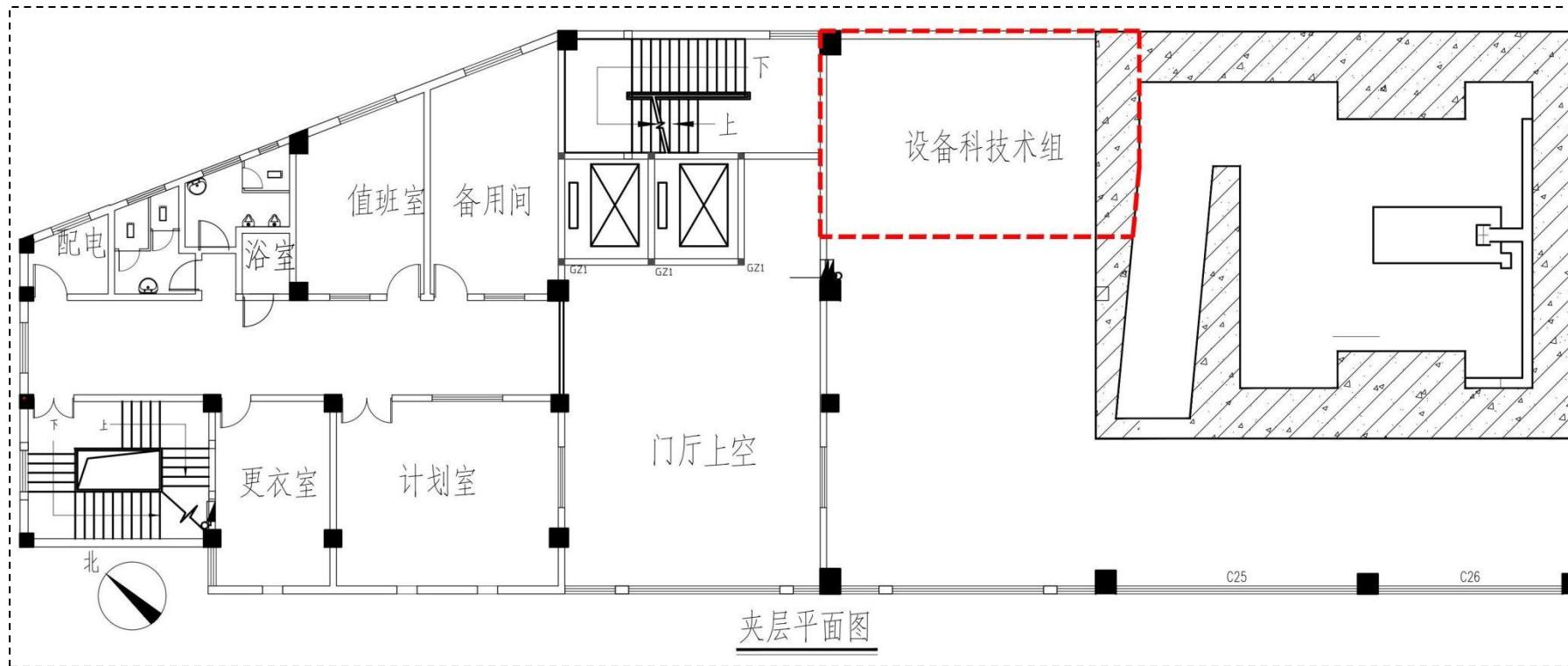


图 1-10 2号住院楼夹层平面示意图（项目机房上方）

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	¹⁹² Ir	3.7×10^{11} Bq × 1 枚	III类	使用	放射治疗	医院 2 号住院楼一层后装治疗室	放射源置于后装治疗机机体内，工作时将机体源导管与事先置入病人体内的源导管连接，通过计算机系统操作，将放射源送入病人病变部位，进行近距离治疗。	退役放射源由放射源生产厂家负责回收。

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)	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	用途	操作方式	场所分级	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 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
报废的 ¹⁹² Ir放射源	固态	¹⁹² Ir	不能用于治疗时更换	根据实际使用情况及源活度更换, 一般半年更换一次。		使用过程中不产生放射性废水、废气等弥散性污染, 但对职业人员和公众会产生辐射照射。	¹⁹² Ir存放于后装治疗机机体内, 不能用于治疗时将暂存于专用贮源容器内。	废源必须由供货单位回收。

注: 废放射源是指不打算用于其初始目的的密封放射源, 该医院¹⁹²Ir后装治疗机用放射源不能用于治疗后, 交回原生产厂家并更换新的放射源再用于治疗。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，于 2014 年 4 月 24 日公布，自 2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，于 2018 年 12 月修订，自 2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令 第 52 号 2018 年 12 月 29 日 修订版）；</p> <p>(5) 《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>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2019 年 3 月 2 日 修订版；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订版）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号），2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(9) 《关于放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 第 62 号），于 2005 年 12 月 23 日公布并施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）；</p> <p>(11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号），2017 年 11 月 20 日；</p> <p>(12) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告（生态环境部公告 2018 年 第 9 号），2018 年 5 月 15 日；</p> <p>(13) 《广西壮族自治区环境保护条例》（2016 年修订版），2016 年 5 月 25 日发布，自 2016 年 9 月 1 日起施行。</p>
技术标准	<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），环境保护部；</p> <p>(2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p>

	<p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(4) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(6) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）；</p> <p>(7) 《后装γ源近距离治疗质量控制检测规范》（WS 262—2017）；</p> <p>(8) 《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）。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书等资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目的特点，结合《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）的相关规定，并结合后装治疗机所用放射源射线能量流污染特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定以医院后装治疗机应用项目机房周围 50m 作为本项目的评价范围，包括项目所在的 2 号住院楼。具体为：东至医院外小河流东侧空地，南至党建教育基地，西至 1 号住院楼的西侧（医院内），北侧至民房（医院外）。评价范围示意图见图 7-1。

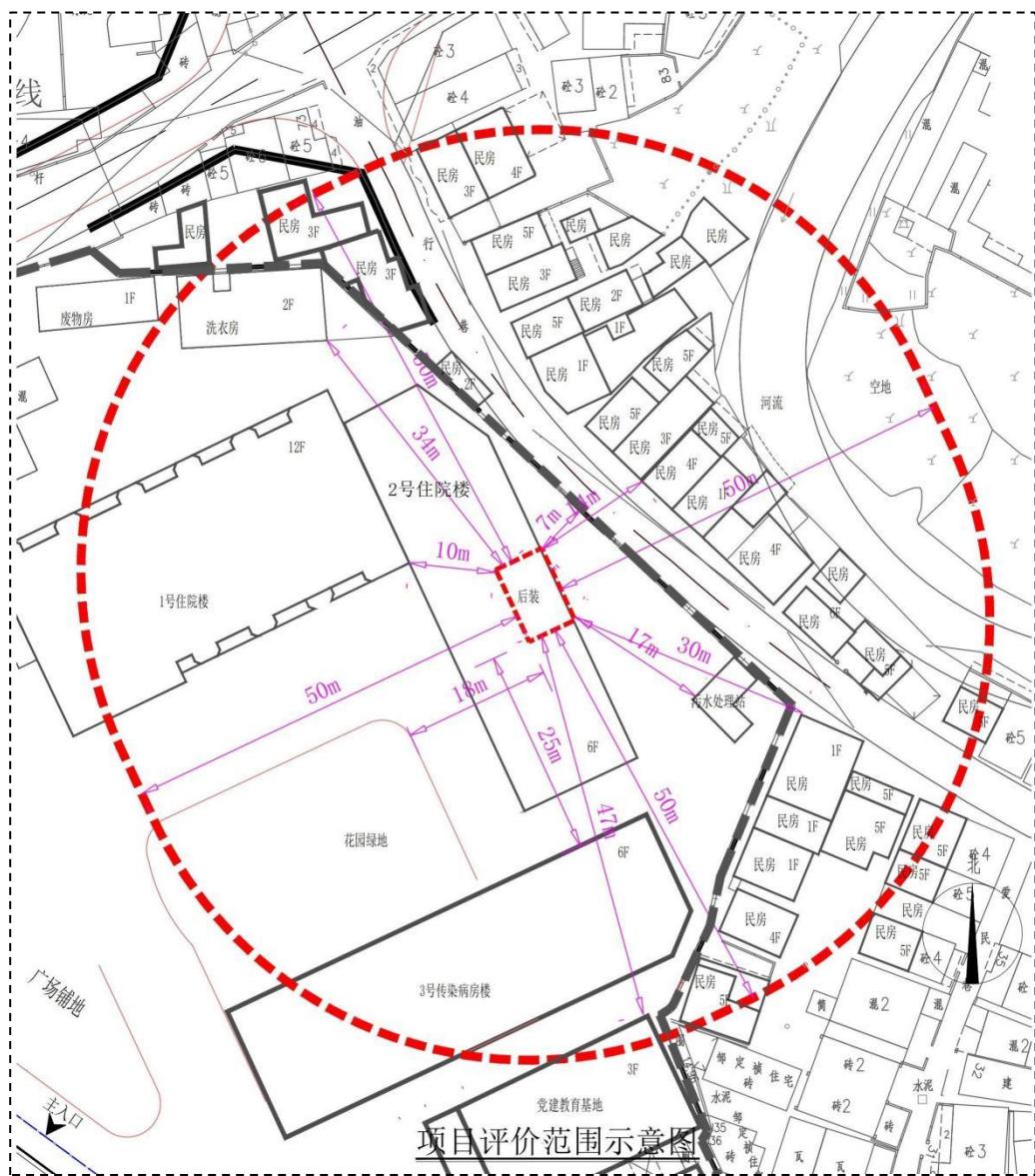


图 7-1 评价范围示意图

7.2 保护目标

环境保护目标为项目辐射工作人员以及评价范围内的医院其他工作人员、患者及陪护家属、经过或者逗留的公众成员、院外自建居民房常住人员，使他们受到的辐射照射低于各自的辐射照射管理约束值。本项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

人员类型	保护对象	相对位置	与机房最近距离 (m)	人员数量	年剂量管理约束值
公众人员	后装治疗项目辐射工作人员	内部	--	3 人	5mSv
	设备科维修组工作人员	后装治疗机房上方夹层	同一栋楼	约 5 人	0.1mSv
	院外民房常驻人员	东侧	14m	约 100 人	
	2 号住院楼工作人员	--	同一栋楼	约 100 人	
	3 号传染病房楼工作人员	南侧	25m	约 150 人	
	党建教育基地工作人员	南侧	47m	约 10 人	
	污水处理站工作人员	东南侧	17m	2 人	
	院外民房常驻人员	东南侧	30m	约 100 人	
	1 号住院楼工作人员	西侧	10m	约 300 人	
	院外民房常驻人员	西北侧	19m	约 30 人	
	洗衣房工作人员	西北侧	34m	约 10 人	
	院外民房常驻人员	北侧	16m	约 260 人	
	评价范围内逗留或者经过的公众成员	2 号住院楼周围	50m 内	流动人群	

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

该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。《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第 4.3.2.1 款关于剂量限制的规定：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的个人总有效剂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 B) 中规定的相应剂量限值，不应将剂量限值应用项目于获准实践中的

医疗照射。

该标准第 B1.1.1.1 款，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：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

该标准中第 B1.2 款关于公众照射剂量限值的规定，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：年有效剂量，1mSv。

（2）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）

本标准规定了医疗机构开展放射治疗过程中的辐射安全与防护要求。

本标准适用于医疗机构放射治疗相关活动中的辐射工作人员和公众的辐射安全与防护管理。

第 4.9 条，从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求：

- a) 一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a。
- b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

第 6.1.4 条，剂量控制应符合以下要求：

a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

1) 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(可依照附录 A 选取)，由以下周剂量参考控制水平(\dot{H}_c)求得关注点的导出剂量率参考控制水平 \dot{H}_c _d($\mu\text{Sv}/\text{h}$)：

机房外辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平

$\dot{H}_{c,\max}(\mu\text{Sv}/\text{h})$:

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

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

b)穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射, 以年剂量 $250\mu\text{Sv}$ 加以控制。

c)对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶, 机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 加以控制(可在相应位置处设置辐射告示牌)。

项目建成后, 医院规划全年治疗病人数为 2000 人次, 全年治疗周数按 50 周, 每人次出源治疗时长平均为 10 分钟, 则每周治疗时长(工作负荷)为 6.7h 。参照 HJ1198-2021, 机房周围关注点导出剂量率参考控制水平见表 7-2。

表 7-2 项目机房周围关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c

关注点	对应区域 居留因子 取值	周工 作负 荷 (h)	控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	周工作负荷 得出参考控 制水平 \dot{H}_c	不同居留因子的 最高周围剂量当 量率参考控制水 平 $\dot{H}_{c,\max}$	经比较后最终剂量 率参考控制水平 \dot{H}_c
控制室内墙外 30cm	1	6.7	100	$15\mu\text{Sv}/\text{h}$	$\leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$	$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$
机房西侧墙外 30cm (模拟定位机 房内)	1/4	6.7	5	$3.0\mu\text{Sv}/\text{h}$	$\leq 10\mu\text{Sv}/\text{h}$	$3.0\mu\text{Sv}/\text{h}$
机房南侧墙外 30cm (加速器机房 内)	1/4	6.7	5	$3.0\mu\text{Sv}/\text{h}$	$\leq 10\mu\text{Sv}/\text{h}$	$3.0\mu\text{Sv}/\text{h}$
机房东侧墙外 30cm (室外通道)	1/8	6.7	5	$6.0\mu\text{Sv}/\text{h}$	$\leq 10\mu\text{Sv}/\text{h}$	$6.0\mu\text{Sv}/\text{h}$
机房北侧墙外 30cm (楼梯间内)	1/8	6.7	5	$6.0\mu\text{Sv}/\text{h}$	$\leq 10\mu\text{Sv}/\text{h}$	$6.0\mu\text{Sv}/\text{h}$
机房防护门外 30cm	1/8	6.7	5	$6.0\mu\text{Sv}/\text{h}$	$\leq 10\mu\text{Sv}/\text{h}$	$6.0\mu\text{Sv}/\text{h}$
机房上方设备科 技术组室内地面 30cm	1	6.7	5	$0.75\mu\text{Sv}/\text{h}$	$\leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$	$0.75\mu\text{Sv}/\text{h}$

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理及场所位置

贺州市人民医院位于贺州市八步区西约街150号，本项目位于医院内2号住院楼一层。医院地理位置图见图1-1，医院总平面布置图见图1-8。

8.2 环境现状评价对象

环境现状评价对象为项目场址辐射环境现状水平。

8.3 监测因子

现状监测因子为X- γ 辐射空气吸收剂量率。

8.4 监测点位

对项目场址，根据现场条件，合理布点。监测布点图见图8-1~图8-4。

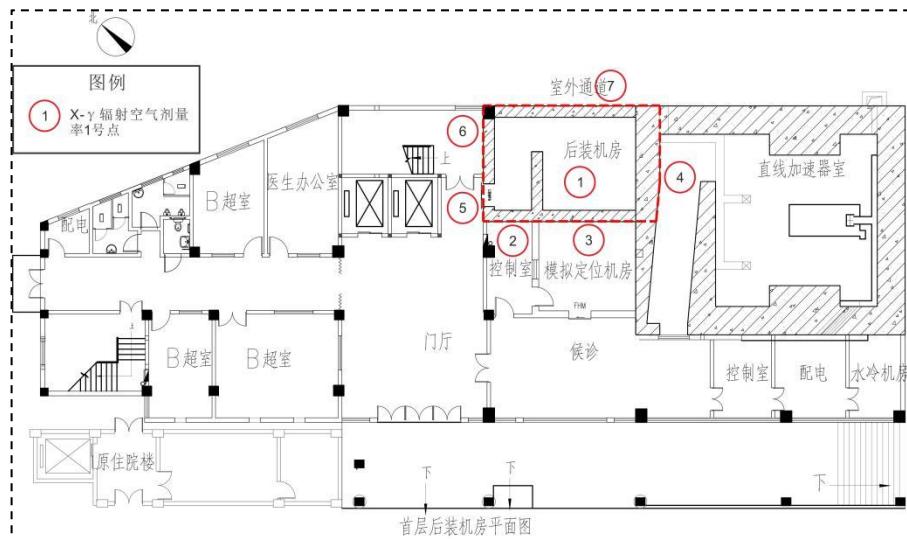


图 8-1 监测布点图 (一层)

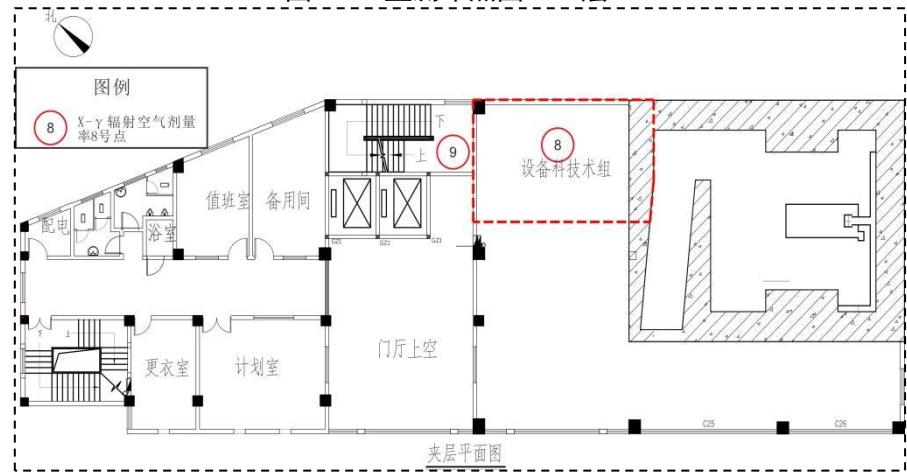


图 8-2 监测布点图 (夹层)

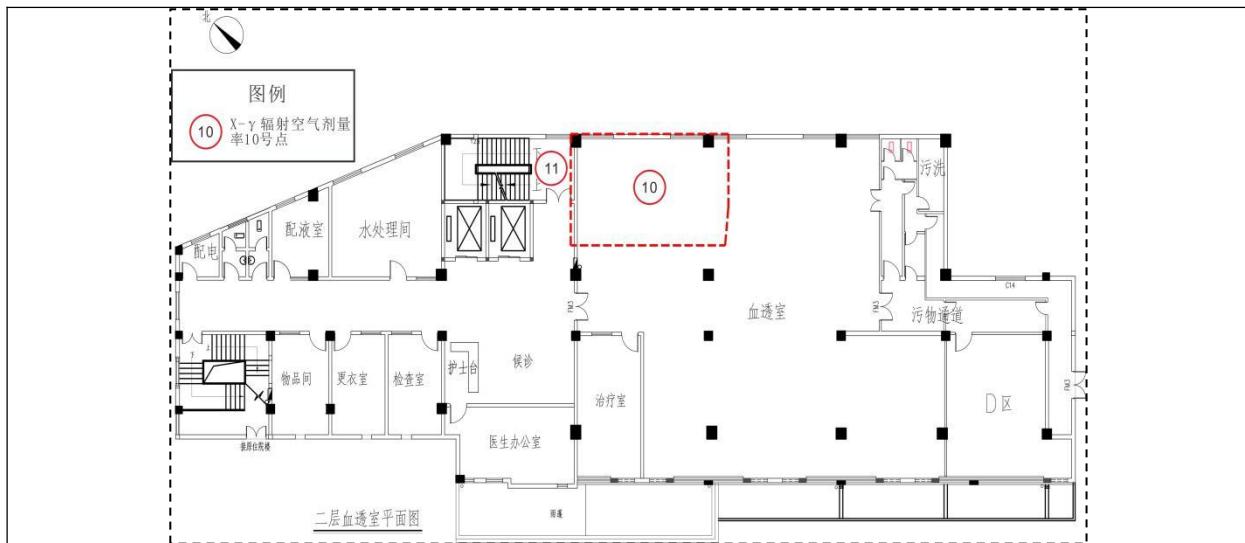


图 8-3 监测布点图 (二层)

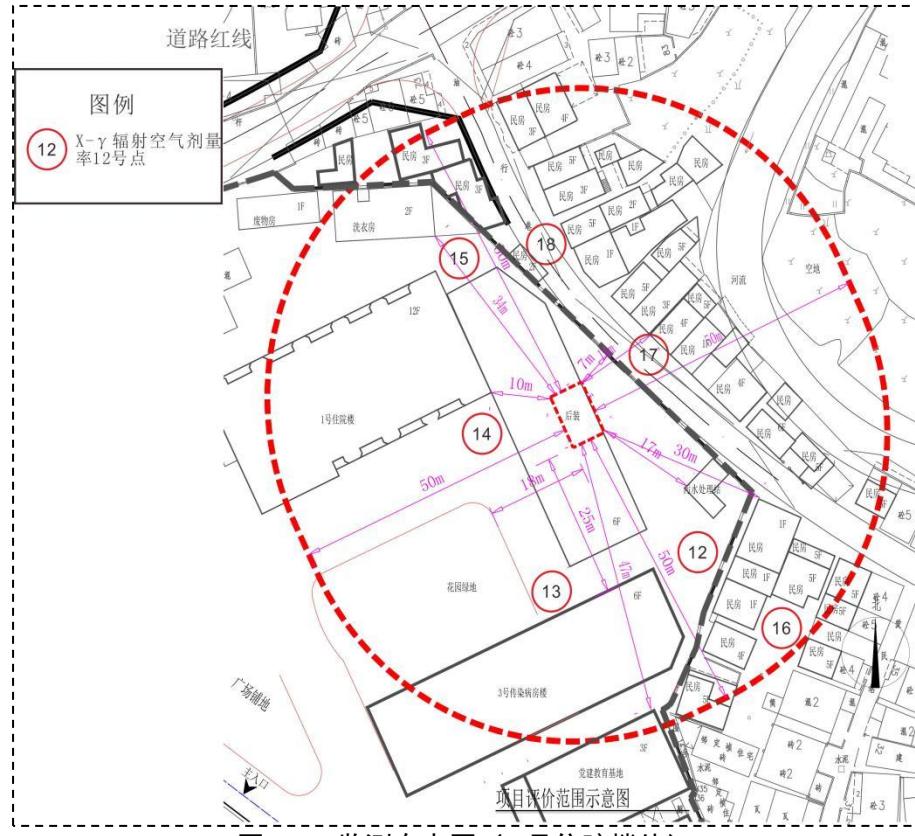


图 8-4 监测布点图 (2号住院楼外)

8.5 监测频次

监测1次。

8.6 监测仪器与监测规范

评价单位委托广西壮族自治区三一〇核地质大队对本项目场所开展现状辐射监测，

使用的监测仪器的参数与监测所依据的规范见表8-1。

表 8-1 监测项目、监测仪器及监测依据

仪器名称	X- γ 辐射测量仪
监测项目	X- γ 辐射空气吸收剂量率
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
出厂编号	43328+17810
生产厂家	Thermo 公司
能量响应	40keV~4.4MeV
测量范围	1nSv/h~100 μ Sv/h
工作环境	气温: -30°C~+50°C 相对湿度: 10~95%, 无冷凝
校准单位	湖南省电离辐射计量站
校准证书	hnjlxz2022150-516
有效时间	2022 年 08 月 19 日~2024 年 08 月 18 日
监测规范	(1) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) (2) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

8.7 质量保证措施

- ①监测人员经考核合格并持有合格证书上岗；
- ②监测前制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位时充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；
- ③监测所用仪器经国家法定计量检定部门检定（校准）合格，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；
- ④经常参加上级技术部门及同类单位组织的仪器比对，通过仪器的期间核查或绘制质量控制图等质控手段保证仪器设备的正常运行；
- ⑤监测实行全过程的质量控制，严格按照监测单位《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定实行；
- ⑥包括异常数据在内的所有监测结果按统计学要求进行处理；

⑦建立完整的现状监测资料档案，资料内容包括仪器的校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序及结果等，以备复查；

⑧监测报告严格按相关技术规范编制，报告编制人须为持监测上岗合格证人员、监测报告经授权签字人签发，报告审核与签发人不能为同一人。

8.8 监测结果

监测单位于2023年6月6日对该医院¹⁹²Ir后装治疗机应用项目拟建场所及周围环境进行辐射监测，监测结果见表8-2。监测报告见附件3。

表 8-2 项目建设场所及周围环境 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

测点编号	测点位置	X- γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1	后装机房中央	158	3.23	室内
2	后装机控制室内	153	7.42	室内
3	模拟定位机房内	137	2.72	室内
4	加速器机房迷道内	129	4.26	室内
5	后装机房防护门外	166	5.50	室内
6	后装机房北侧楼梯间	154	2.46	室内
7	后装机房东侧外通道	116	1.52	室外
8	后装机房上方夹层（设备科技术组）	134	5.40	室内
9	设备科技术组门外楼梯间	139	1.55	室内
10	后装机房上方二层血透室	124	3.36	室内
11	血透室外楼梯间	130	2.55	室内
12	污水处理站	125	1.89	室外
13	2号住院楼南侧	119	5.65	室外
14	1号住院楼东南侧	150	2.57	室外
15	洗衣房	143	2.39	室外
16	东南侧院外居民区	176	1.87	室外
17	东侧院外居民区	123	2.26	室外
18	东北侧院外居民区	110	1.48	室外
室内测值范围		116~166	/	/
室外测值范围		110~176	/	/

注：1、监测结果已扣除宇宙射线响应值；

2、参照 HJ 1157-2021，X- γ 辐射空气吸收剂量率与周围剂量当量率换算系数取 1.2Sv/Gy。

8.9 监测结果评价

由表8-2的监测结果可知，扣除仪器对宇宙射线响应值后，项目机房场所及周围区域环境现状监测中室内测点X- γ 辐射空气吸收剂量率测值范围为116~166nGy/h，室外地面测点X- γ 辐射空气吸收剂量率测值范围为110~176nGy/h。根据《中国环境天然放射性水平》可知，广西原野 γ 辐射空气吸收剂量率在10.7~238.7nGy/h范围内（已扣除仪器对宇宙射线响应值），室内 γ 辐射剂量率在11.0~304.3nGy/h范围内（已扣除仪器对宇宙射线响应值）。由上可知，本项目建设场址及周围环境各监测点位X- γ 辐射空气吸收剂量率水平处于上述范围内，辐射环境质量状况未见异常。

此外，根据医院提供的医用电子直线加速器项目验收监测报告及2022年度核技术应用项目场所辐射监测报告（均为自治区辐射环境监督管理站出具的报告）显示，后装治疗机房相邻的医用电子直线加速器及模拟定位机运行时，均为对周围环境产生附加的辐射影响，即本项目不存在制约因素。

表9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析
9.1.1 设备组成
后装治疗机由机架、储源器、施源器、管道、控制台等组成。后装治疗机使用1枚 ¹⁹² Ir放射源，设计最大装源量为 3.7×10^{11} Bq（10Ci）， ¹⁹² Ir的半衰期为74天。
9.1.2 工作原理
后装治疗是放射治疗的一种方法，所谓后装就是预先在病人需要治疗的部位正确地放置施源器，然后采用自动或手动控制，将贮源器内放射源输入施源器内实施治疗的技术。本项目后装治疗属近距离放疗，治疗时依照临床要求，使 γ 放射源在人体自然腔、管道或组织间驻留而达到预定的剂量及其分布的治疗手段，后装治疗具有放射源强度小、治疗距离短、局部剂量高、周边剂量迅速跌落的特点，主要治疗不同部位的肿瘤以及手术难以切净而周围又有重要脏器限制外照射剂量的患者，如胰腺、胆管、膀胱癌、直肠癌及头颈部恶性肿瘤等。
9.1.3 操作流程及污染物排放环节
后装治疗项目操作流程如下：
①定位：先通过定位机对病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和照射视野大小，拍片定位。
②制定治疗计划：根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定操作照射剂量和照射时间。
③置管及接管：先在机房外的置管室内进行病变部位插管，将输源管和施源器送达腔道的病灶，再送至定位室确定位置准确（不属于本项目评价内容）；再将患者送入后装机治疗室内，固体好体位，接上与后装机出源相连的导管。
④工作人员退出机房，技术人员在控制室内操作出源，将放射源送达病灶进行照射治疗。
⑤治疗完毕，放射源安全返回后装机机头源罐，方可打开迷路防护大门，将病人送出治疗室。
非治疗状态下， ¹⁹² Ir放射源位于后装治疗机的放射源贮存源罐内，后装治疗机设计

有足够的屏蔽，正常情况下，对后装治疗机表面以外的辐射危害较小。后装机退役放射源由厂家进行回收处理，并建立交接单。

后装治疗工作流程详见图9-1，主要包括治疗前计划和放射治疗实施等若干流程。

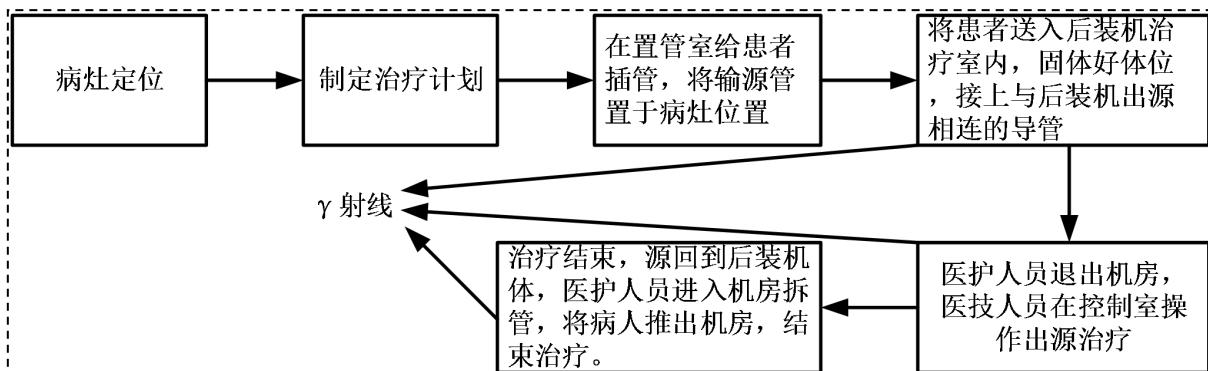


图9-1 后装治疗机工作流程及污染物排放环节图

9.1.4 工作人员配置及工作负荷

医院规划为本项目运行配备2名摆位工作人员及1名控制室操作人员共3名工作人员。

本项目后装治疗机，使用一枚Ir-192放射源，投入使用后预计每年放射治疗工作量最多为2000人次，平均每人次治疗照射时间最大为10分钟，即全年出源治疗时间约为333小时。本次评价从偏安全角度考虑，所有估算均按初装最大放射性活度考虑。

9.2 污染源项描述

9.2.1 污染源概况

本项目后装治疗系统使用的放射源为¹⁹²Ir，初装最大放射性活度为10Ci。由厂家提供资料可知，后装治疗系统机体具有良好的自屏蔽措施，¹⁹²Ir放射源装于机头源罐内，源罐由外而内分别为不锈钢外壳、铅防护、钨合金防护，防护性能良好。¹⁹²Ir放射源源罐结构见图9-2。

根据《辐射防护手册第一分册辐射源与屏蔽》中表1.11可知，放射性核素¹⁹²Ir半衰期为74d，主要γ射线有4分支，分别是能量为0.29595MeV（34.6%）、0.30844MeV（35.77%）、0.31649MeV（82.9%）、0.46806MeV（58%），其主要辐射特性见下表9-1。

表9-1 放射性核素 ^{192}Ir 的主要辐射特性参数

核素名称	半衰期	衰变方式 (分支比)	射线能量 (MeV)
^{192}Ir	74d	β^- (95.22)	γ : 0.29595 (34.6%) , 0.30844 (35.77%) , 0.31649 (82.9%) , 0.46806 (58%)

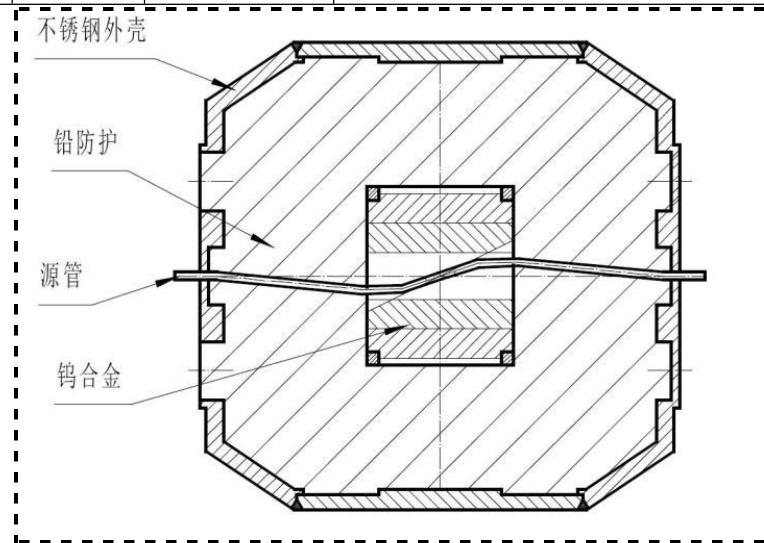


图9-2 ^{192}Ir 放射源源罐结构示意图

9.2.2 正常运行时的辐射源项

后装治疗机正常运行状态下辐射源项为 ^{192}Ir 放射源产生的有用 γ 射线以及杂散辐射。治疗时, 若忽略人体的屏蔽作用, ^{192}Ir 源产生的初级辐射对不同的方向基本一致, 因此屏蔽无主墙和副墙之分。

后装治疗机在正常运行情况下, 工作人员和公众可能受照的辐射源有如下几种:

- (1) 有用辐射: 后装治疗机正常运行时放射源相当于一个“裸源”, 发出的 γ 射线。
- (2) 泄漏辐射: 后装治疗机放射源贮存状态下, 穿过屏蔽壳发射出的 γ 射线。
- (3) 散射辐射: 后装治疗机放射源衰变产生的有用线束照射到物体上产生的次级射线发出的 γ 射线。

非治疗状态下, ^{192}Ir 源后装治疗机的放射源贮存罐内, 后装治疗机设计有足够的屏蔽; 放射源位于放射贮存罐时, 正常情况下, 对后装治疗机表面以外的辐射危害较小。

9.2.3 异常或事故状态下的辐射源项

事故主要包括以下六种情况:

- ①在运输、安装、使用、退役过程中屏蔽储源体(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设备出现故障，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，源使用或废源暂存过程中发生被盗、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机器故障及卡源等事故。

前四种情况的发生会导致 γ 射线漏出，使周围的 γ 辐射水平增高，从而使工作人员和公众受到较大的照射，特别是第四种情况的发生将会对经手人产生比较大的照射；后两种情况发生也会给医生和患者一定的剂量。

9.2.4 与电离辐射相关的非辐射影响因素

后装治疗与电离辐射相关的非辐射影响因素主要为空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用产生微量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），其中NO_x中以NO₂为主，它们是具有刺激作用的非放射性有害气体，防护主要通过通风换气的方式进行。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

本项目机房位于医院东部位置的 2 号住院楼一层，该楼一层为后装治疗项目、直线加速器治疗项目、B 超检查项目等相关用房，夹层主要为设备科技术组用房、计划室、值班室等。后装治疗机房东侧相邻为楼外通道，南面相邻为直线加速器机房，西面相邻为模拟定位机机房及控制室（后装治疗及模拟定位共用控制室），北侧相邻为楼梯间，无地下层，机房上方夹层相邻为设备科技术组用房。 ^{192}Ir 后装治疗机工作场所平面布局示意图见图 10-1，机房剖面图见图 10-2。

10.1.2 工作场所管理分区

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。按照分区管理的原则，医院将本项目区域划分为控制区和监督区。将后装治疗机房划分为控制区（见图 10-1 红色区域），将与机房相邻的控制室、防护门外区域、机房北侧楼梯间、机房东侧墙外 1m 区域等划分为监督区（见图 10-1 蓝色区域）。此外，后装治疗机房相邻的直线加速器机房、模拟定位机房此前已划为控制区；加速器机房南侧墙外 1m 区域、水冷机房、配电间、加速器控制室、放疗科候诊区等区域此前已划为监督区。综合以上情况，放疗科辐射管理分区划分情况具体见图 10-1。

控制区在射线使用期间禁止无关人员入内，并设置明显的电离辐射标志；防护门外监督区边界拟在地面划线标记，监督区不需要专门的防护安全措施，但应定期对环境辐射水平进行监测。

10.1.3 实体屏蔽效果评价

1、后装治疗机用房的设计

- ①后装治疗机机房由主体、迷路和防护门组成；防护门内铺 6mm 厚铅板；
- ②机房使用面积约 23m^2 （长 5.0m、宽 4.6m、内高 3.0m）；
- ③迷道使用面积约 10m^2 （长 4.9m、宽 2.0m、内高 3.0m）；
- ④后装治疗机机房墙体和天棚为混凝土结构，密度不小于 2.35g/cm^3 ；

⑤机房屏蔽墙厚度：东侧墙体厚度为 60cm，南侧墙体厚度为 118-130cm，西侧墙体厚度为 60cm 混凝土+24cm 实心砖，北侧迷路内墙体厚度为 60cm、迷路外墙体厚度为 60cm，机房顶棚厚度为 68cm。

机房防护设计示意见图 10-3。

机房电缆管线穿墙采取“U”形设计，具体布线示意见图 10-4、图 10-5。

机房新风进风管道设于防护门上方，采取“Z”形穿墙设计；排风管道设于机房东南角，采取“U”形穿墙设计。风管穿墙示意见图 10-6。

机房设计有监控和对讲系统等，具体安装布置示意图见图 10-7。

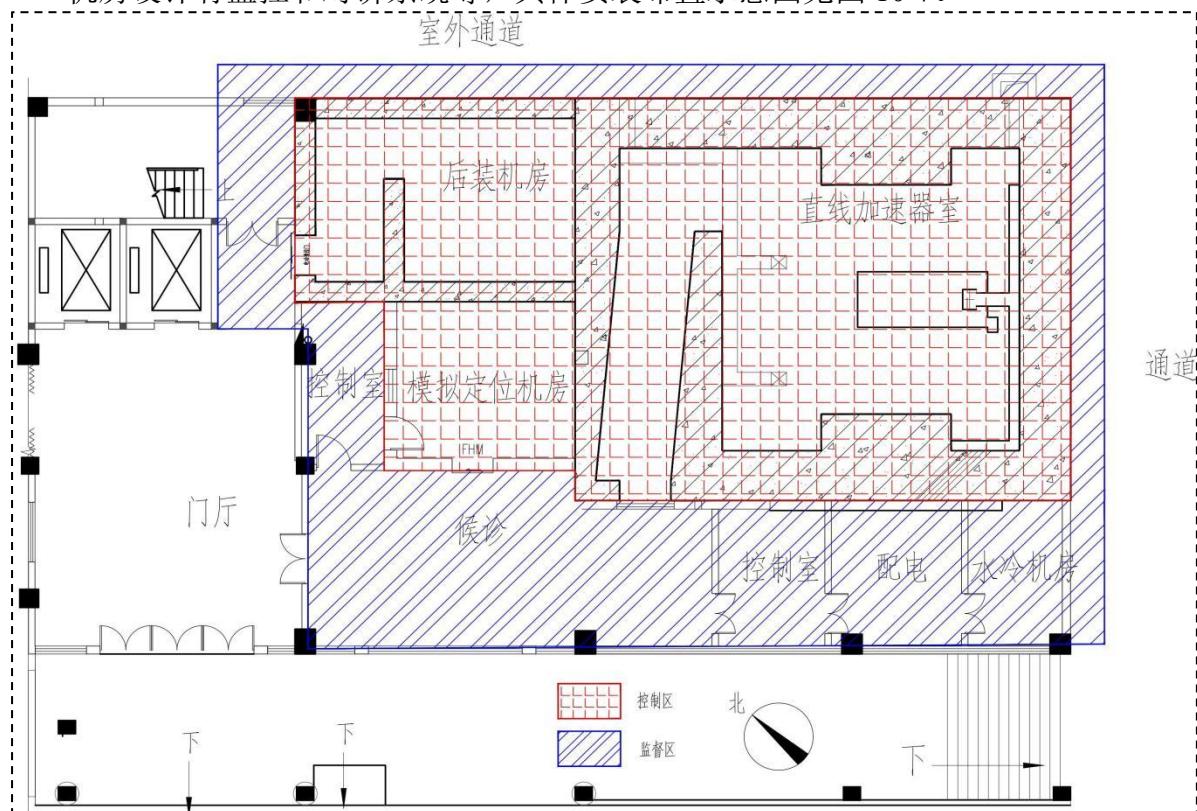


图 10-1 项目工作场所管理分区示意图

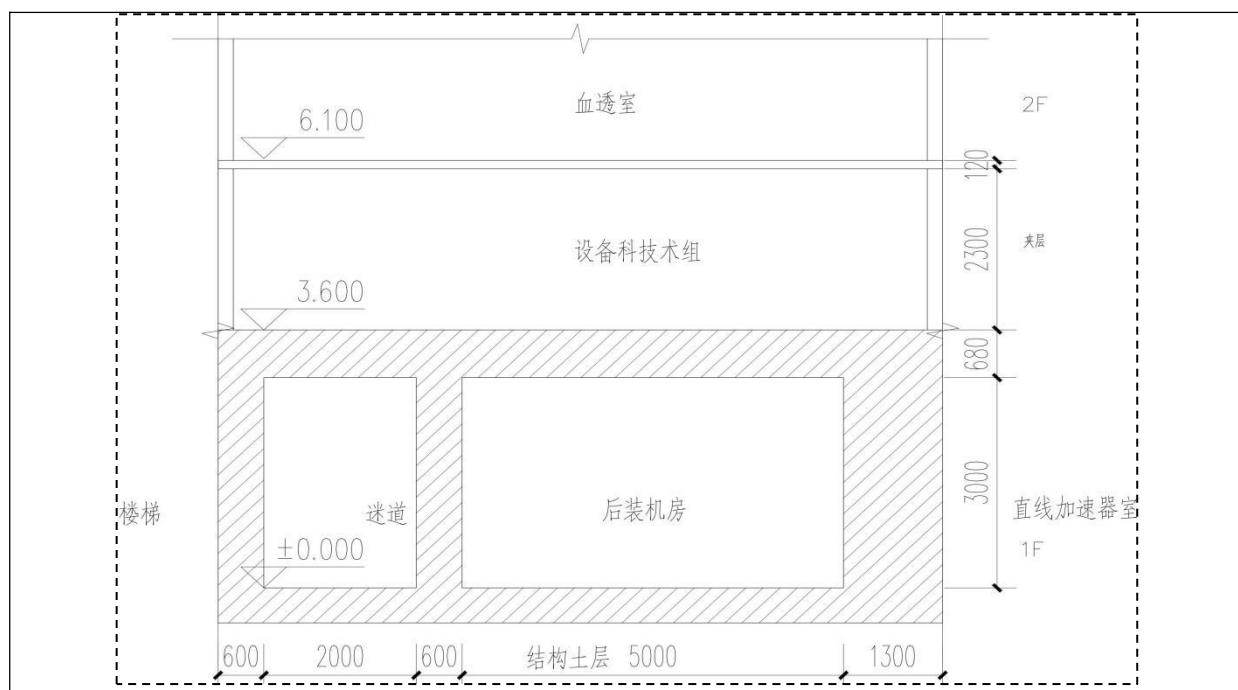


图 10-2 后装机房剖面图

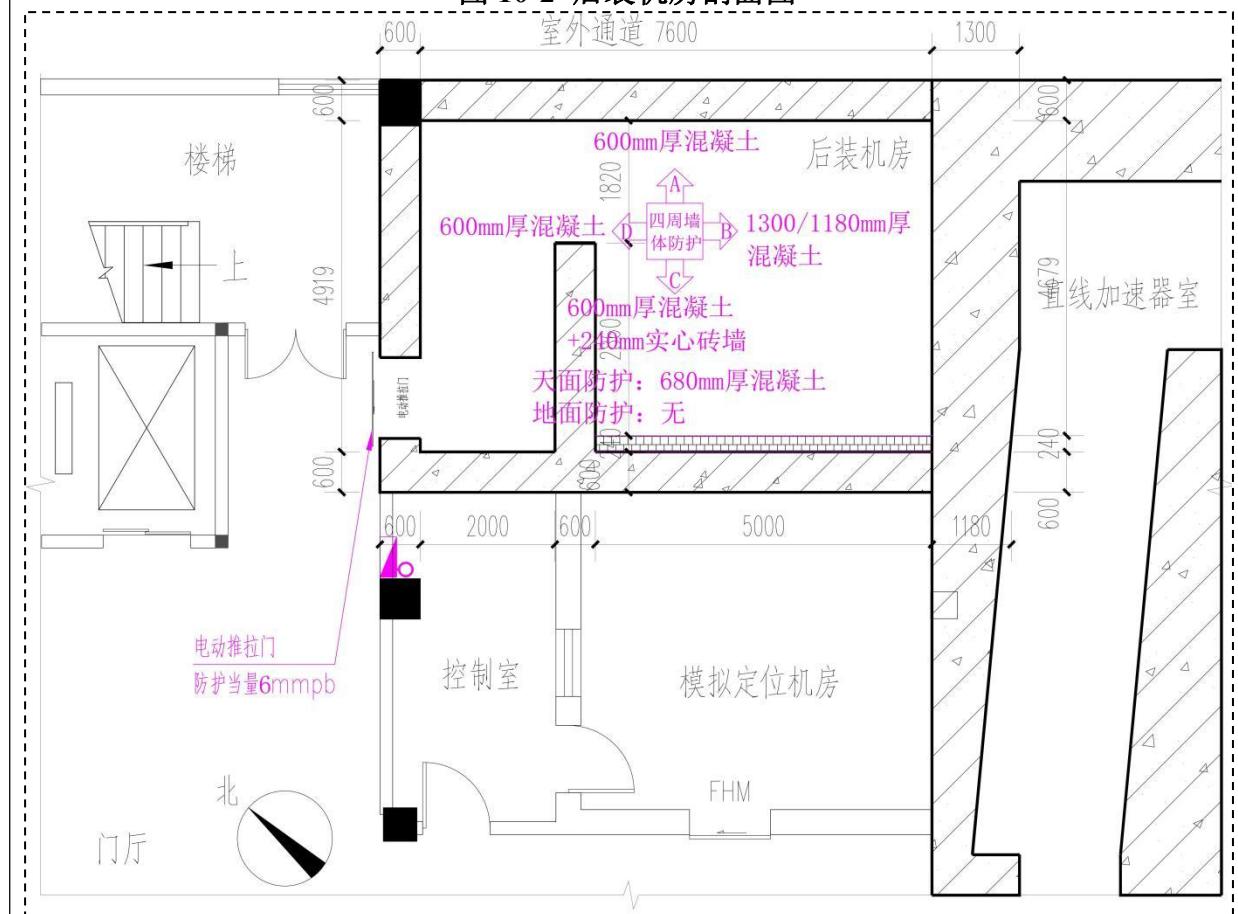


图 10-3 后装机房防护设计示意图

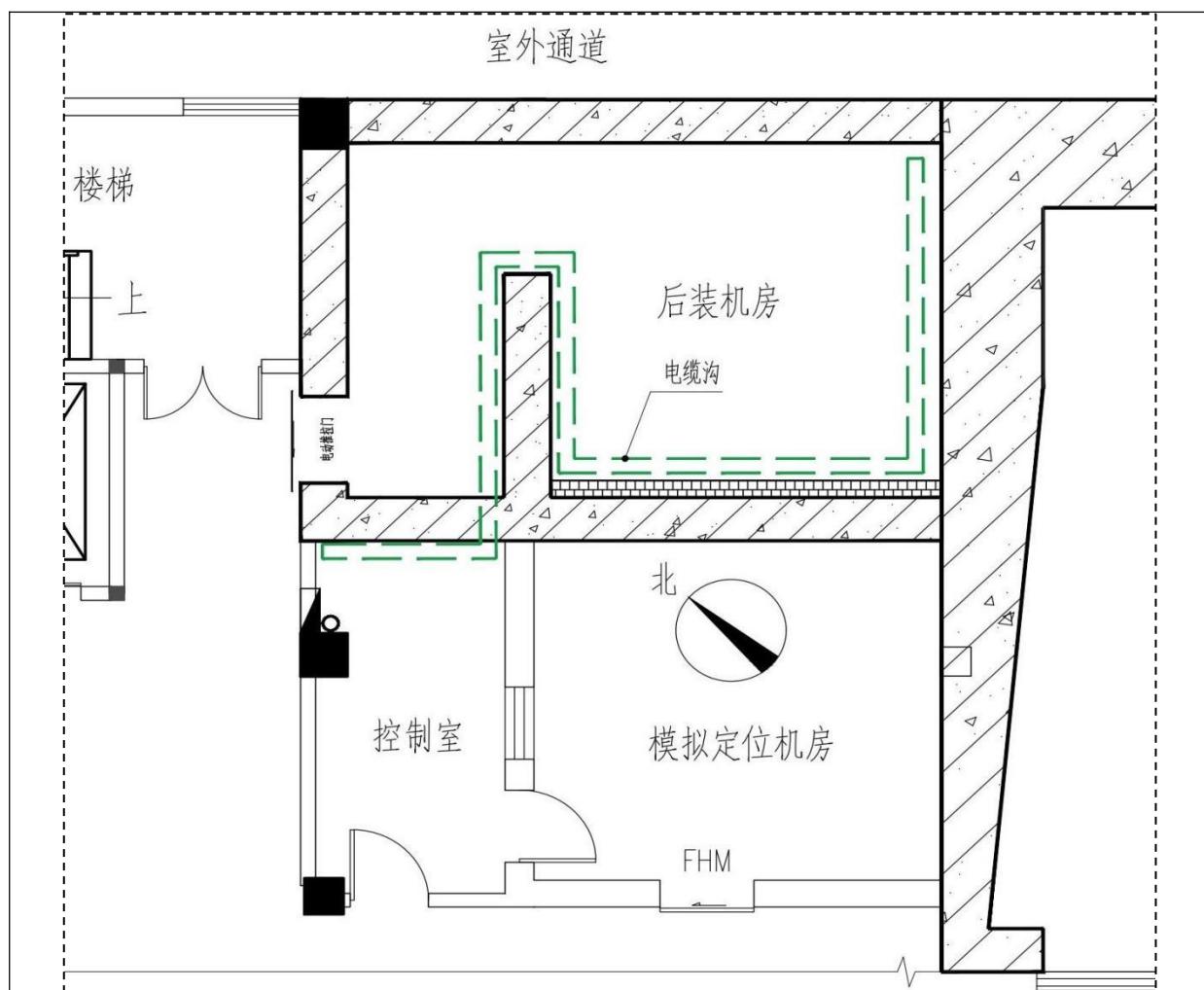


图 10-4 后装机房电缆沟走向示意图

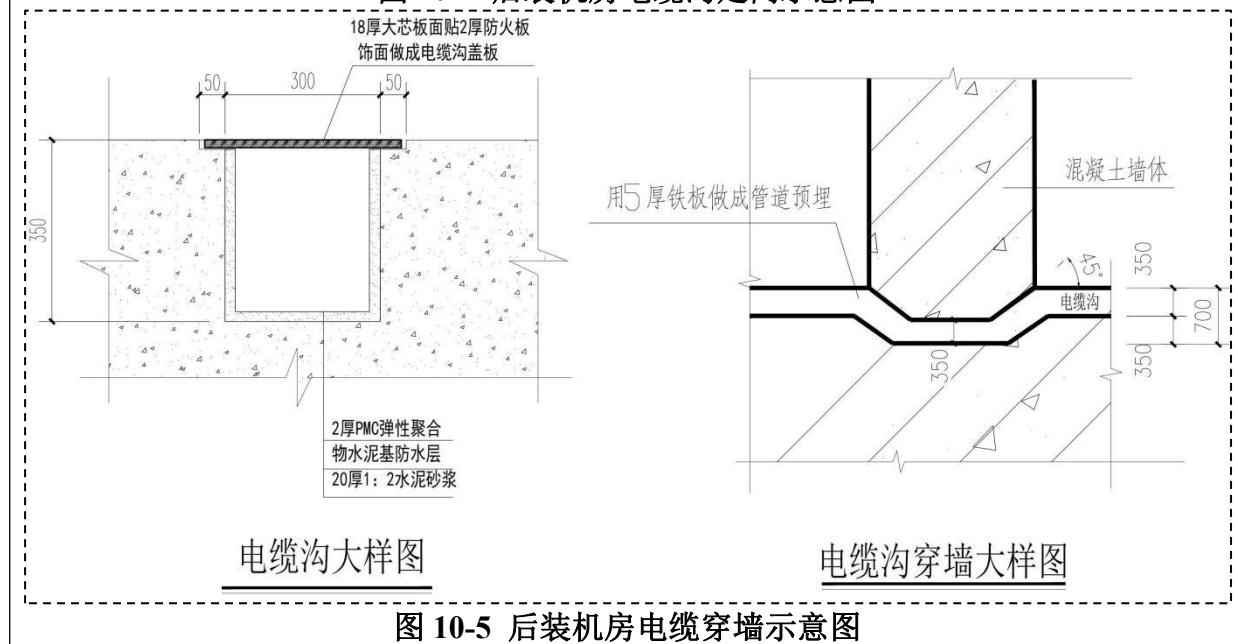


图 10-5 后装机房电缆穿墙示意图

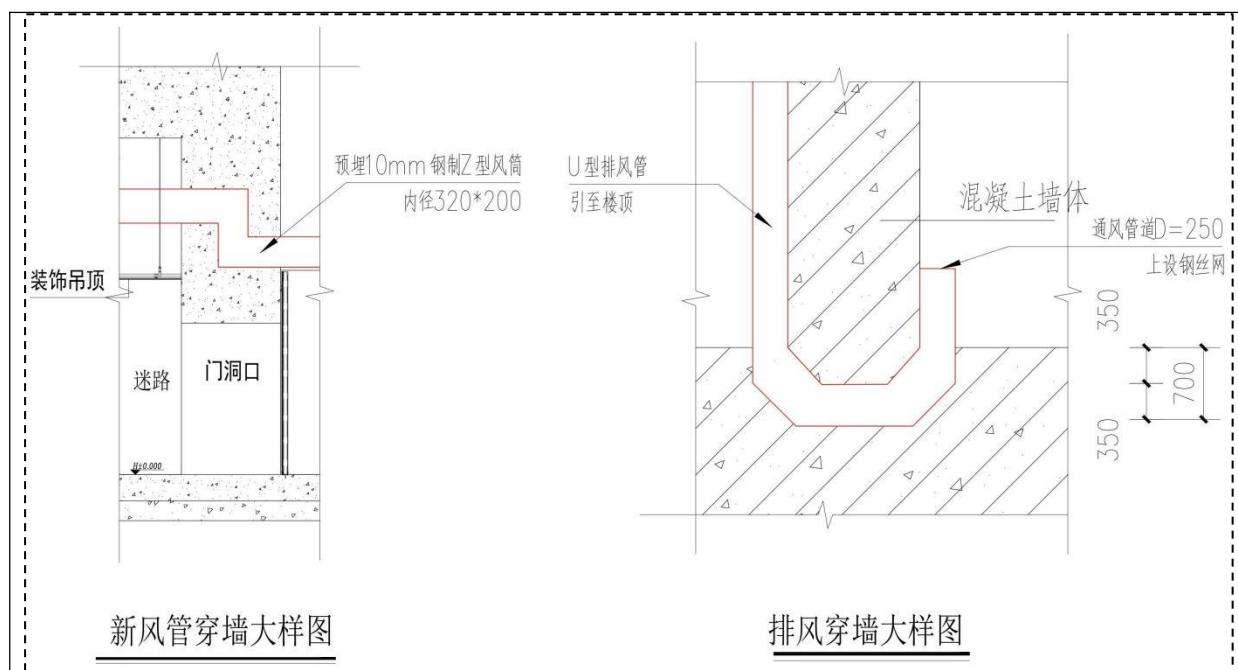


图 10-6 后装机房风管穿墙示意图

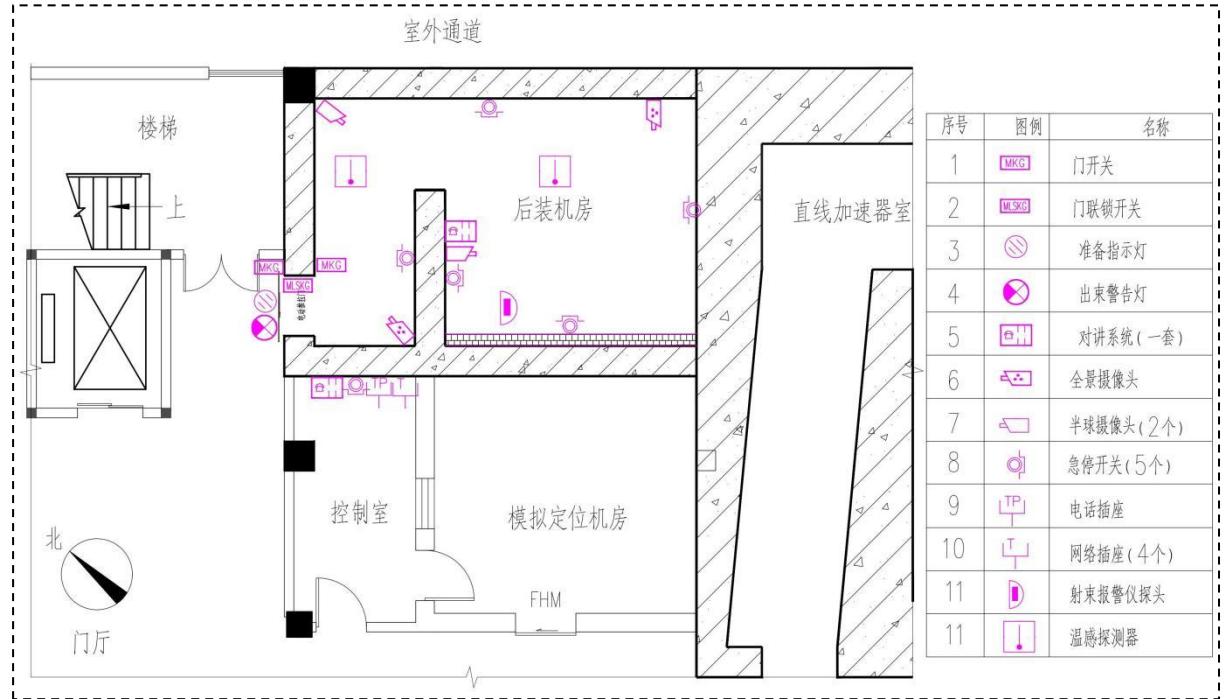


图 10-7 后装机房监控、对讲等布置示意图

2、屏蔽设计的核算

(1) 设计要求

对近距离治疗机机房，所有墙体都是主屏蔽墙。

(2) 后装治疗机机房屏蔽核算参数

- ①源项的技术参数： ^{192}Ir ，半衰期是 74d，射线平均能量为 0.37MeV；
- ②初级 γ 射线对混凝土的 $TVL=15.2\text{cm}$ ，对铅的 $TVL=1.6\text{cm}$ ；参照《辐射防护手册（第三分册）》表 3.4 中 400keV 的 X 射线对应 24cm 黄砖 (1.6g/cm^3) 的等效铅当量为 6mmPb；参照 GBZ/T201.3-2014 附录 F，防护门处散射的 γ 射线能量约为 0.2MeV，对应铅的 TVL 值为 5.0mm。
- ③ ^{192}Ir 的空气比释动能率常数 K_r 为 $0.111\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{GBq})$ ；
- ④最高初装源活度为：370GBq (10Ci)；距源 1m 处的空气比释动能率为 41mGy/h ；
- ⑤本项目拟用混凝土密度不小于 2.35g/cm^3 ，铅板密度不小于 11.34g/cm^3 ，实心砖密度不小于 1.6g/cm^3 。

（3）后装治疗机机房屏蔽核算方法

根据院方提供的机房设计图，在屏蔽核算中，各参考点防护厚度核算依据国家标准《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)。

（a）初级辐射的屏蔽计算

放射源发射的 γ 射线（初级辐射）直接对墙体和室顶的照射，计算公式如下：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-1)$$

$$\dot{H}_o = A \cdot K_r \quad \dots \dots \dots \quad (11-2)$$

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_o \cdot f}{R^2} \cdot B \quad \dots \dots \dots \quad (11-3)$$

式中：

X —屏蔽厚度，mm；

TVL —十分之一值层，mm；

B 为透射因子；

A —放射源的预期最大活度，GBq；

K_r —放射源 γ 射线的比释动能率常数， $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{h}\cdot\text{GBq})$ ；

R —放射源至屏蔽关注点的距离，m；

\dot{H}_0 为距源点 1m 处的辐射剂量率, mGy/h;

f —根据 GBZ/T 201.3-2014, 此处 $f=1$ 。

(b) 散射辐射的屏蔽计算

放射源散射至机房入口处的散射辐射剂量率采用式 (11-4) 计算:

$$\dot{H}_g = \frac{A \cdot K_r \cdot S_w \cdot \alpha_w}{R_1^2 \cdot R_2^2} \dots \dots \dots \quad (11-4)$$

式中:

\dot{H}_g —入口处的散射辐射剂量率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

S_w —迷路内口墙的散射面积, m^2 ; 本项目 $S_w=3.0 \times 2.0=6.0\text{m}^2$;

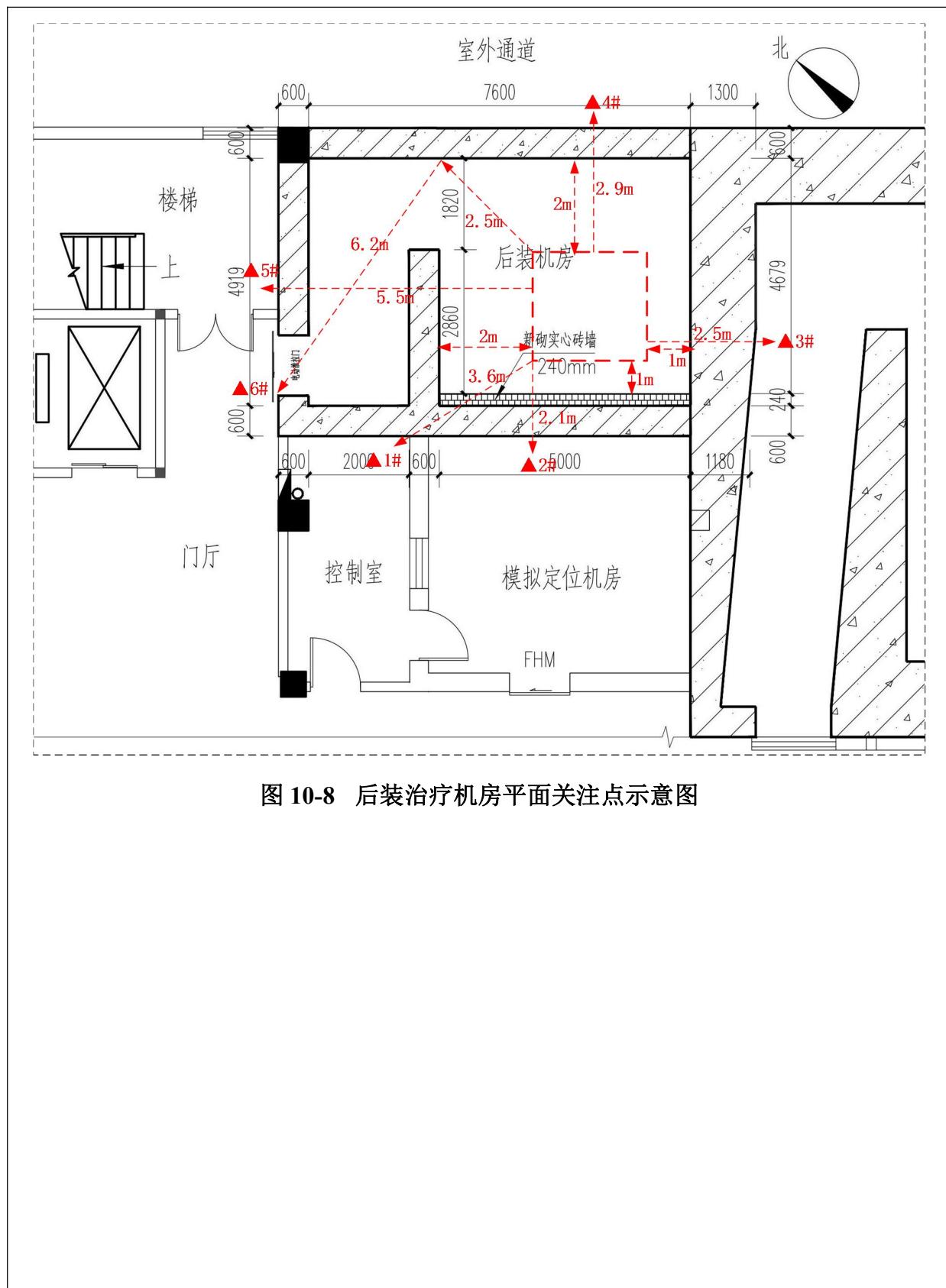
α_w —散射体的散射因子, 本报告中取 3.39×10^{-2} (45°入射, 0°反散射角);

R_1 —辐射源至散射体中心点的距离, m ;

R_2 —散射体中心点至计算点的距离, m 。

本项目 R_1 保守按 2.5m, $R_2=6.2\text{m}$ 。

考虑到后装机是一个可在治疗室内移动的治疗装置, 按照放射源可能到达西侧内墙面、南侧内墙面、北侧迷道内墙面最近距离 1m, 到达东侧内墙面最近距离 2m。关注点为屏蔽体外 30cm 进行保守计算, 各关注点设置示意图见图 10-8、图 10-9。



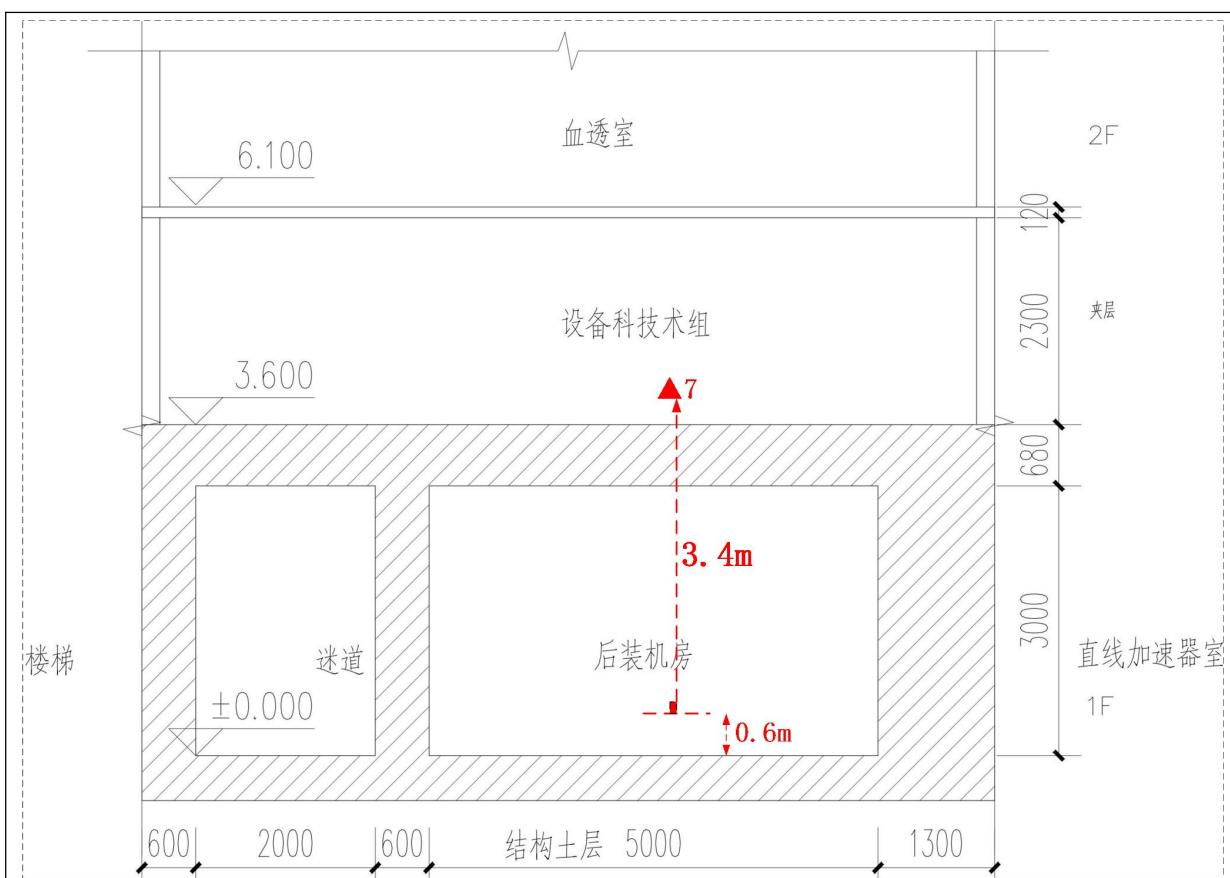


图 10-9 后装治疗机房剖面关注点示意图

(4) 后装治疗机机房屏蔽核算结果

参照 GBZ/T 201.1-2007 的第 4.8.3 款,为了机房屏蔽剂量估算和评价的方便及统一,在辐射屏蔽及其设计范畴内,不进行诸物理量(周围剂量当量 Sv、空气比释动能 Gy、有效剂量 Sv)之间的转换系数修正。关注点所选择参数和核算结果见表 10-1。

当后装治疗机辐射源 ^{192}Ir 最高活度为 370GBq (10Ci) 时,后装治疗机机房墙外各参考点周围剂量当量率估算值见表 10-1。

表 10-1 机房周围各关注点 γ 辐射剂量率估算结果

关注点	点位描述	距离(m)	核算有效的防护厚度	γ 辐射剂量率($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
▲1	控制室内墙外 30cm(距离后装机最近的方向)	R=3.6	60cm 混凝土 +24cm 实心砖	0.15	2.5
▲2	机房西侧墙外 30cm(模拟定位机房内)	R=2.1	60cm 混凝土 +24cm 实心砖	0.44	3.0

▲3	机房南侧墙外 30cm(加速器机房内)	R=2.5	120cm 混凝土	< 0.01	3.0
▲4	机房东侧墙外 30cm(室外通道)	R=2.9	60cm 混凝土	0.55	6.0
▲5	机房北侧墙外 30cm(楼梯间内)	R=5.5	120cm 混凝土	< 0.01	6.0
▲6	机房防护门外 30cm	R ₁ =2.5 R ₂ =6.2	6mmPb 防护门	2.19	3.0
▲7	机房上方设备科技术组室内地面 30cm	R=3.4	68cm 混凝土	0.12	0.75

注: ▲1、▲6 的距离按保守取值;

由表 10-1 可知, 各参考点周围剂量当量率估算值均小于相应的剂量率参考控制水平, 可见该项目机房屏蔽设计满足要求。

此外, 根据表 10-1 的估算结果以及平面布置图, 结合距离平方反比原理, 本项目运行不会对评价范围内院外居民区产生附加的辐射照射剂量。

10.1.4 辐射防护措施

1、辐射安全设计原则

(1) “故障——安全”原则, 系统建立一种安全状态, 任何一部分出现故障, 将不会影响系统的总体安全。

(2) “纵深防御”原则, 针对给定的安全目标, 运用多层次纵深防护措施, 即使其中一项防护措施失效, 仍能保障系统安全。

2、后装治疗机工作场所的防护安全措施

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中对辐射安全系统规定了“纵深防御”原则, 设置与源的潜在照射的大小和可能性相适应的多重防护与安全措施, 并使源的防护与安全的重要系统、部件和设备具有适当的冗余性、多样性和独立性, 将可以预见的各种事故或事件发生的可能性降到足够低, 并有效地控制或缓解它们的后果。后装治疗机的设施要求有灵敏、安全和可靠的安全联锁系统装置。医院拟对后装治疗机采取的联锁装置和安全措施大同小异, 各有增减, 具体如下:

(1) 安全联锁装置: 后装 γ 源治疗机均有电源的钥匙开关, 只有钥匙就位后才能开启电源, 启动治疗装置。

防护门联锁: 一旦防护门被打开, 联锁装置即切断治疗机的出束开关, 使治疗机不

能正常出束或立即停止出束；

控制台与装置联锁：设备控制台在选择各种辐射参数（照射时间、吸收剂量率、吸收剂量、治疗方式等）之前，辐照不能启动。

计时器联锁：控制台配置有时间显示的辐照控制计时器，并能独立完成控制辐照终止装置。当辐照中断或终止后，能保持其读数，必须将计时器复零后，方能启动下一次辐照。

剂量复零联锁：显示的剂量读数在辐照中断或终止后保持不变，辐照中断或终止需将显示器复位到零，下次辐照才能启动。

（2）装置故障系统：故障自动停机系统，故障显示系统和报警装置。

（3）装置运行保障系统：在控制台、治疗室内关键部位墙面应装有紧急停机开关，并有明显的标志，供应急停机使用；事故处理完毕后，再于本地复位，放射诊疗设备才能重新启动。

（4）观察和对讲装置：在治疗机房内设有摄像监视系统，使控制室的工作人员可清楚地观察到迷路及治疗室内的工作情况；如发生意外情况可及时处理。

（5）剂量报警系统：治疗机房内设置固定式剂量报警装置，以防止超剂量照射事故的发生；每一道剂量监测系统均能独立终止辐照，当其中一道剂量监测系统发生故障不会影响另一道系统的功能。

（6）后装机应设有自动回源、手动强迫回源装置。

（7）配备辐射监测设备或便携式测量设备，并具有警报功能。

（8）在治疗室迷道入口处设置固定式辐射剂量监测仪并应有报警功能，其显示单元设置在控制室内。

（9）治疗室内应配有合适的储源容器、长柄镊子等应急设备。

（10）治疗室内合适的地方应张贴应急指示。

3、个人防护用品及其它相关质控配套设备

医院根据《放射诊疗管理规定》和《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)的要求，医院为后装治疗机工作场所拟配置的配套设备和个人防护用品如表 10-2 和表 10-3 所示。

表 10-2 项目拟配备防护设备和质控配套设备

场所	名称	数量	依据规定、标准	符合情况
防护设备	多功能 X、 γ 辐射监测防护仪	1 个	《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)	符合
	个人剂量监测报警仪	2 个		符合
	固定式剂量监测报警装置	1 套		符合
质控配套设备	井型电离室、剂量仪套装	1 套	°	符合

表 10-3 项目拟配备的个人防护用品

名称	铅当量 (mmPb)	数量
铅橡胶围裙	0.5	1 件
铅橡胶帽子	0.5	1 个
铅橡胶围脖	0.5	1 件
铅橡胶手套	0.5	1 件

4、警示标识

防护门上方设立醒目的符合 GB18871 规定的辐射警告标志，严格控制非相关人员进入机房；在实施治疗时，除病人外，治疗室内不得任停留任何人员。

10.1.5 安全防护措施和设施符合性分析

对照《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) 要求，本项目后装治疗室辐射防护措施符合性分析表见表 10-4。

表 10-4 后装治疗室辐射防护措施与 HJ 1198-2021 符合性分析

标准防护要求	本项目方案	符合性
<p>放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等；</p> <p>a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；</p> <p>b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；</p> <p>c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。</p>	机房防护门设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，机房内拟安装摄像头和对讲系统。	符合

<p>含放射源的放射治疗室一般在迷道的内入口处应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。</p>	<p>本项目治疗室拟在迷道的内入口设置固定式辐射剂量监测仪，具备异常情况下报警功能，在控制室内设置屏幕显示。</p>	<p>符合</p>
<p>放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：</p> <p>a)放射治疗室应设置门----机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施；</p> <p>b)放射治疗室应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；</p> <p>c)应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。</p>	<p>治疗室拟设置门源联锁装置，实现防护门未完全关闭时不能出源照射，出源状态下开门放射源回到治疗设备的安全位置；后装治疗机设有断电自动回源装置；治疗室设置室内紧急开门装置，防护门设置防夹伤功能；控制室、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字。</p>	<p>符合</p>
<p>后装治疗室内应配备合适的应急贮源容器和长柄镊子等应急工具。</p>	<p>治疗室拟配备合适的应急贮源容器和长柄镊子。</p>	<p>符合</p>

由表 10-4 可知，本项目后装治疗室按相关标准要求进行了设计，机房的辐射防护措施均符合相关规定要求，医院应严格按照设计方案进行建设。本项目治疗室布局合理防护设施健全，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求。

10.2 三废的治理

1、放射性废水、固体废物

本项目后装机使用过程中无放射性废水产生，其产生的 Ir-192 废放射源应交由供应商回收并退回厂家处置，医院购买放射源时按照国家相关法律法规要求与放射源供应商单位签订回收协议。

2、废气

本项目后装治疗机房拟设置机械排风系统，采用“上进风下排风”的设计，进风口拟设置于后装治疗机房西北角顶上，排风口拟安装于机房内东南角地面 20cm 处（具体见图 10-9）。设计上保证后装治疗机房内换气次数不小于 4 次/h，可有效降低臭氧浓度，

控制臭氧危害,符合《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)第8.4.1条“放射治疗室内应设置强制排风系统,采取全排全送的通风方式,换气次数应不小于4次/h,排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。”的要求。治疗机房内通风示意图见图10-10。

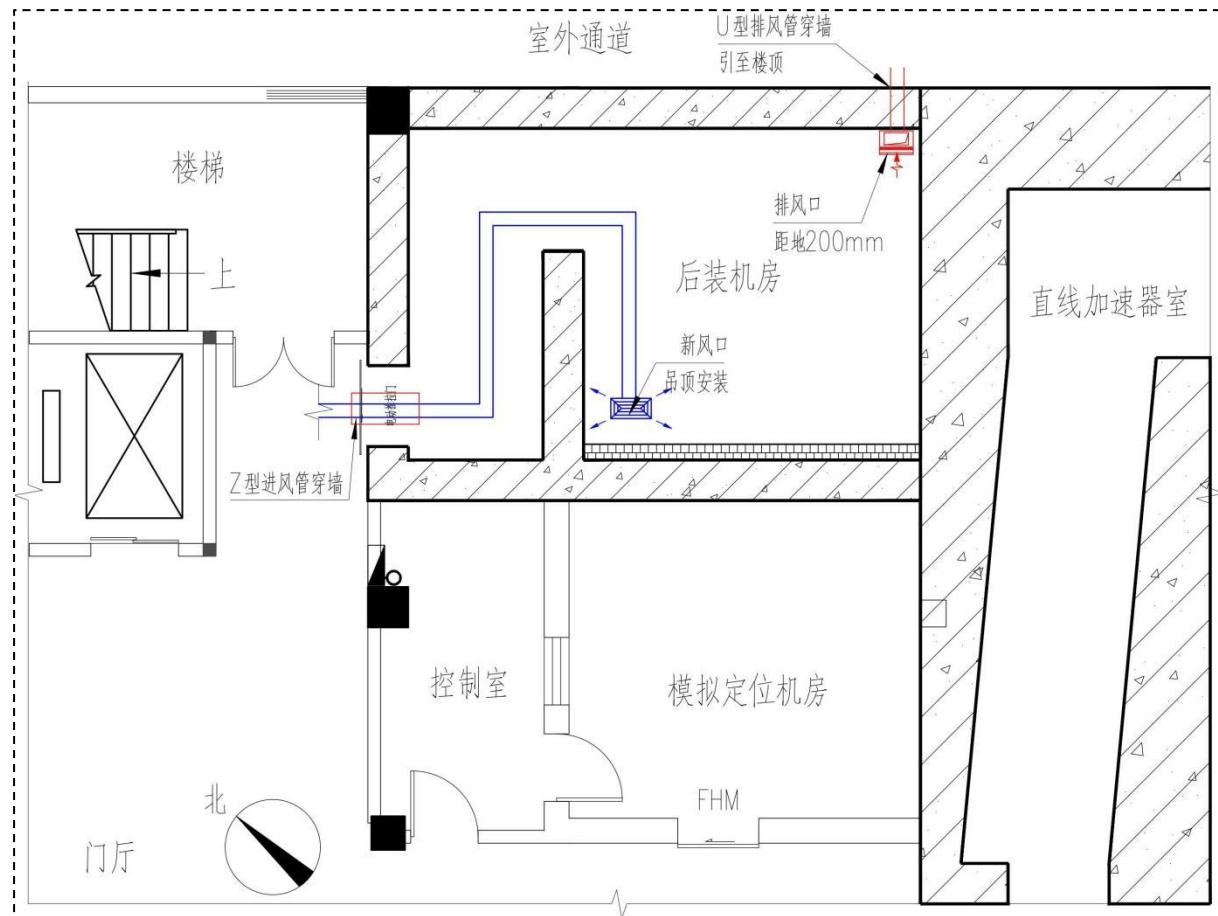


图 10-10 后装治疗机房内通风示意图

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物及设备安装及调试过程可能产生的放射性污染。

1、扬尘及防治措施

主要为房间的改造时的机械敲打、钻洞等产生的粉尘。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应做到以下几点：加强施工现场管理，进行适当的加湿处理。

2、废水及防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。生活污水依托医院现有的排水管网进入污水处理站。

3、噪声及防治措施

主要来自于机房改造、装修。通过选取噪音低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对机房周边的影响。

4、固体废物及防治措施

主要为建筑垃圾、装修垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。

建设阶段不涉及放射源操作，不会对工作人员或公众产生辐射照射。安装调试由厂家工程师负责，应严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 年有效剂量估算

根据潘自强主编的《电离辐射环境监测与评价》第 3.3.3 节 (P51 页) “对于强贯穿辐射，10mm 深度是被经常使用的， $H^*(10)$ 应当是有效剂量 E 的合理近似”，外照射现场监测量为周围剂量当量率 $H^*(10)$ 。在有效剂量估算时，可以直接使用测量结果，不用进行系数转化。因此， X - γ 射线产生的外照射年有效剂量按下列公式估算：

$$H_e = H^*(10) \times t \times 10^{-3} \dots \dots \dots \quad (\text{式 11-1})$$

其中： H_e 为年有效剂量，(mSv/a)；

$H^*(10)$ 为 X - γ 辐射周围剂量当量率，nSv/h；

t 为年受照射时间, 小时;

10^{-3} 为 μSv 到 mSv 的转换系数。

1、职业人员年有效剂量估算

①控制室操作人员受到的照射。后装治疗机运行治疗时, 位于控制室的操作人员所受到的照射剂量保守按表 10-1 中▲1 点的剂量率 ($0.15\mu\text{Sv}/\text{h}$) 进行估算。

根据院方提供的信息, 每年放射治疗工作量最多为 2000 人次, 平均每人次治疗照射时间最大为 10 分钟, 则保守全年出源治疗时间约为 333 小时。即控制室操作人员一年受到职业照射预期年有效剂量为: $0.15 \times 10 \times 2000 \div 60 \times 10^{-3} = 0.05\text{mSv/a}$ 。低于本评价确定的职业人员年剂量管理约束值 5mSv 的要求, 同时也满足 GB18871-2002 对于剂量限值的要求。

②摆位医护人员受到的照射主要基于贮源器 (存放有放射源) 所产生的 γ 射线泄漏辐射。后装治疗机对摆位工作人员的影响, 主要决定于工作人员在机房内给患者插源管摆位的时间, 时间越长, 受照射越多。按照《后装 γ 源近距离治疗质量控制检测规范》(WS 262—2017) 标准中“表 1 后装治疗设备质量控制检测项目与技术要求”, 后装机工作贮源器内装载量大容许活度的放射源时, 距离贮源器表面 5cm 处因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 $50\mu\text{Sv}/\text{h}$; 距离贮源器表面 100cm 处因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

根据调查, 在一般情况下, 工作人员每次进入照射室给患者插源管摆位时间共约 3 分钟, 治疗人数全年为 2000 人次。从偏保守考虑, 按照 5cm 处泄漏辐射限值 ($50\mu\text{Sv}/\text{h}$) 来估算摆位过程工作人员受照剂量。该项工作由 2 名人员轮流负责, 则一名工作人员因摆位等操作全年受后装机泄漏射线照射的剂量为: $50 \times 3 \times 2000 \times 0.5 \div 60 \times 10^{-3} = 2.50\text{mSv/a}$ 。

假设摆位工作人员完成摆位操作退出机房在防护门外等候病人照射治疗, 则其也会同时受到出源治疗时防护门泄漏的射线照射。即一名工作人员在门口受到照射剂量: $2.19 \times 10 \times 2000 \times 0.5 \div 60 \times 10^{-3} = 0.37\text{mSv/a}$ 。

综上, 一名摆位工作人员同时受到开机照射与摆位照射, 其个人的年剂量累加值最大为 $2.50 + 0.37 = 2.87(\text{mSv/a})$, 低于本评价确定的职业人员年剂量管理约束值 5mSv 的要求, 同时也满足 GB18871-2002 对于剂量限值的要求。

2、公众成员所受照射剂量

结合后装治疗机房的位置、周围环境情况以及表 10-1 估算结果，以机房周围公众作为表 7-1 中所述公众成员的代表来估算因为该项目运行而接受照射剂量，估算结果见表 11-1。

表 11-1 机房周围公众受照剂量估算结果

关注点	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年照射时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
▲2	0.44	333	1/4	0.04
▲3	<0.01	333	1/4	<0.01
▲4	0.55	333	1/8	0.02
▲5	<0.01	333	1/8	<0.01
▲6	2.19	333	1/8	0.09
▲7	0.12	333	1	0.04

由表 11-1 可知，机房周围公众受照剂量估算结果最大为 **0.09mSv**，满足 HJ 1198-2021 规定的公众成员年剂量管理约束值 **0.1mSv/a** 的要求，同时也可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本》（GB18871-2002）关于剂量限值的要求。

11.2.2 后装治疗机正常工况下辐射环境影响分析

由表 10-1 的估算结果可知，治疗室屏蔽体外 30cm 处因透射辐射所致的周围剂量当量率满足表 7-2 剂量率参考控制水平的要求，可见本项目后装机房屏蔽墙和防护门设计是合理的。

γ 射线会使空气发生电离分解，从而产生有害气体（如臭氧、氮氧化物）。由于后装机开机照射时间较短，因此产生臭氧（O₃）量很少，氮氧化物的产生量仅是臭氧产额的十分之一。治疗室通过排风系统换气从而解决了臭氧（O₃）及氮氧化物产生的影响。

11.2.3 异常和事故情况下的辐射危害评价

1、潜在照射

潜在照射是指在正常情况下有一定把握预期不会发生，但可能会因为源的事故或某种偶然性质的事件或时间序列（包括设备故障和操作错误）所引起的照射。通常是指有一定发生概率而不一定发生的照射。在发生前的阶段，它是作为应用对实践防护体系的一部分来处理；一旦发生后，通常要导致干预，按干预的防护体系来处理。潜在照射虽是不能预先完全计划或知道的照射，常是由于出现意外情况或事故的照射。在潜在照射

发生前的防护对策，主要是预防和缓减，减少概率的措施称为预防，降低剂量大小或严重程度的措施称为缓减。通常潜在照射的发生概率和剂量大小都可在一定程度上加以控制。

预防措施通常有：

- (1) 设计合理并采用足够的安全措施（联锁、入口控制、剂量仪表、信号、警报、标志等）使整个设备具有建入的(Built in, Engineered in)安全性能；
- (2) 制定比较全面的有关放射源的使用、登记和管理制度，有完备的操作规程（运行与维修）和严格的人员训练计划，并拟采取相应的保安措施，只要严格执行有关规章制度，能有效预防有关事件或事故发生。

2、本建设项目可能存在的潜在照射情况及其预防措施

- (1) 人员留在机房时误出束；
- (2) 维修后装治疗机时误出束；
- (3) 联锁装置故障时，人员误入治疗室；
- (4) 后装治疗机卡源时，人员受照；
- (5) 放射源丢失时，人员受照；
- (6) 发生放射事故时，人员受照。

为预防以上情况出现，必须采取以下措施：

- (1) 严格执行出束治疗的各种规章制度，严格检查室内有无关人员停留，经常检查和维护联锁装置，使它永远处于正常工作状态。
- (2) 严格遵守使用放射性同位素的各项规章制度和操作规程，对受控区的患者进行严格控制。

3、潜在照射剂量估算

后装治疗机治疗时是输出的裸源，根据潜在照射发生时受照人员的位置，下面给出3种特定位置时受到的剂量(后装治疗机源的活度为10Ci，1m处的剂量率为 $4.1 \times 10^4 \mu\text{Sv}/\text{h}$)，假设这个源属于卡源裸露在外面，照射时间取1分钟，(即进入发现卡源到撤离的时间)，发现时的距离可能是3m、2m、1m，具体结果见表11-2。

表 11-2 后装治疗机房潜在照射剂量估算

照射点序号	照射位置	照射时间 (min)	受照射剂量 (μSv)
1	距源 1m 处	1.0	$H=6.83\times10^2$
2	距源 2m 处	1.0	$H=1.7\times10^2$
3	距源 3m 处	1.0	$H=76.1$

11.3 事故影响分析

1、后装机故障

后装机机器故障主要有施源器未插好、通道堵塞、分度头未锁、网电源故障等，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，立即将后装机电源关闭，然后打开 24V 稳压电源，长按专用应急退源开关，则放射源立即退回储源器，听到报警声后关掉专用紧急退源开关。工程师通过计算机控制和机房现场进行维修。

3、废 ^{192}Ir 放射源回收过程中的事故主要如下：

a、在导源过程中屏蔽储源体（屏蔽装置）发生损坏导致源不能被屏蔽。

b、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。

c、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。

4、 ^{192}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和安全教育，严格按照设备操作程序操作。

②机房设置门-机联锁装置，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，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，放射源被盗的概率很小。

5、放射源偷盗、丢失事件的处理

①确认密封源被偷盗、丢失事件的发生。

②查证放密封源的核素名称、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、卫生部门报告，积极配合公安部门的调查。

④写出事件处理结果报告，查找事件发生的原因及可能的环节，评估事件影响。

6、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 2 小时内报告生态、卫生行政和公安部门。

通过分析可知，在采取上述事故防范措施情况下，事故发生的概率很小，事故辐射影响很小。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关法律法规及国家标准的要求,为了加强射线装置与放射性同位素的安全和防护的监督管理,促进射线装置与放射性同位素的安全应用,正确应对突发性辐射事故,确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置,维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产,医院成立了辐射安全与环境保护管理工作领导小组(具体见附件4)。

领导小组组成如下:

组长:孔勇(院长)、苏飞群(党委书记);

副组长:赵彦成(党委专职副书记)、黄嵩(专职纪委书记)等7人;

成员:黄晓丹、陈富祺等21人;

领导小组下设办公室,办公室设在总务科,黄次山兼任办公室主任,负责领导小组日常工作。

明确了领导小组职责:严格遵守和执行本院放射防护管理制度,协调解决并共同做好放射防护各项工作。

12.1.2 辐射工作人员配备情况

本项目规划配备2名医护人员及1名医技人员,共3名辐射工作人员。

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款的要求,从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求,生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位,应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗。

根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(2019年,第57号)的相关要求,自2020年1月1日起,新从事辐射活动的人员,以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员,应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

医院应及时安排本项目未参加培训并考核合格的辐射工作人员在生态环境部辐射

安全与防护培训平台参加培训，考核合格后方可上岗。

12.2 辐射安全管理规章制度

医院为加强以对放射性同位素与射线装置安全和防护的监督管理，促进放射性同位素与射线装置的安全应用，保证医疗质量和医疗安全，保障放射诊疗工作人员、患者和公众的人体健康，医院建立了相应的管理制度（包括操作规程、岗位职责、人员培训、监测方案等）和辐射事故应急预案，具体有：《辐射工作人员岗位职责》，《操作规程》、《医疗放射性废物及废源处理规定》、《辐射工作人员个人剂量和辐射环境监测方案》、《辐射事故应急预案》等规章制度，并严格按照规章制度执行。

针对辐射活动规模扩大的变化情况，提出如下要求：

- (1) 补充制定后装治疗项目的《操作规程》和相应的《岗位职责》。
- (2) 环评批复后，及时向相关部门申请办理辐射安全许可证。

12.3 辐射监测

根据国家相关法律法规要求，开展辐射工作的单位应当对其设备性能、工作场所防护以及放射工作人员职业受照情况定期开展自主或者委托监测，以保障辐射工作的正常开展以及人员的健康和安全。建设单位需根据要求制定以下辐射监测计划。

12.3.1 个人剂量监测

医院应委托有资质的机构定期对辐射工作人员个人剂量进行监测，监测需满足《职业性外照射个人监测规范》的技术要求。并按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《职业性外照射个人监测规范》的要求建立个人剂量记录及监测档案管理制度，并对职业照射个人监测档案终生保存。

按照《放射工作人员健康标准》的相关规定，医院应为辐射工作人员建立个人健康档案，对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检报告，合格者才能上岗；对从事辐射工作的工作人员建立职业健康监护档案，档案要终生保存，工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。职业健康检查周期为1~2年，但不得超过2年，必要时可适当增加检查次数；在本单位从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也应进行健康体检。

12.3.2 场所及环境辐射监测

医院应委托有资质的单位定期（每年常规监测一次）对后装治疗项目场所及周围环

境进行辐射监测，并建立监测技术档案。

监测方案要求：

- (1) 监测范围：机房墙体、防护门周围等外人员可达区域（包括上层地面）。
- (2) 监测项目、频次、仪器：监测 γ 辐射剂量率，每年一次，使用的仪器应与本项目源项特征相适应（由监测机构负责）。
- (3) 监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

12.3.3 年度安全评估报告

每年1月31日之前，医院应向辐射安全许可证发证机关及当地生态环境主管部门提交上一年度的本单位辐射安全和防护状况年度评估报告。

12.4 辐射事故应急

12.4.1 应急响应机构设置

本项目属使用III类放射源项目，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四章规定及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第六章的规定，结合实际情况和表11中“事故影响分析”，医院重新修订了《贺州市人民医院辐射事故应急预案》，以规范和强化应对突发辐射事故应急处置能力，提高员工对辐射事故应急防范的意识，一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，将辐射事故造成的损失和污染后果降低到最小程度，保护公众及环境的安全。《贺州市人民医院辐射事故应急预案》具体内容见附件5。

医院成立了辐射事故应急处理领导小组，各职能科室各司其责，平时做好辐射事故应急准备，辐射事故发生时快速而适当地进行响应。辐射事故应急处理领导小组具体名单如下：

组 长：孔勇院长；

副组长：邓碧凡副院长；

成 员：总务科、应急办、核医学科、放射科、医务科护理部、设备科、保卫科等科室负责人。

应急处理领导小组职责如下

- (一) 指挥和协调辐射事故应急体系中各部门的应急准备和响应行动；
- (二) 审定向上级部门提交的辐射事故报告；

- (三) 负责辐射事故应急方案的研究确定及组织实施工作；
- (四) 负责组织事故中受照射或受伤人员的救治工作，及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延，防止演变成公共卫生事件；
- (五) 组织有关人员对事故进行调查，编制事故调查报告分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生；
- (六) 组织日常的辐射事故应急技术培训，加强演习演练工作，组织做好应急物质储备工作。

12.4.2 应急预案内容

医院制定的辐射事故应急预案内容包括：应急原则、适用范围、组织机构和职能、辐射事故分级、辐射事故应急响应、应急响应终止、应急保障、应急能力维持等内容，具体见附件5。

12.4.3 应急人员的培训与演习计划

医院制定的辐射事故应急预案中“应急能力维持”章节规定了人员培训、应急演练、应急值守、宣传教育等内容；预案中“应急保障”章节规定了人员保障、装备保障、应急文件管理等内容。医院制定的辐射事故应急预案具有可操作性，医院应加强人员培训及辐射事故应急演练，检验演习预案的可操作性及有效性，不断完善应急预案。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

本项目医院拟在位于医院 2 号住院楼一层后装治疗机房新建 1 台套 ^{192}Ir 后装治疗系统，属于使用Ⅲ类放射源项目。

13.1.2 实践的正当性分析

医院后装治疗机应用项目目的在于开展医学放射治疗工作，对保障人民群众身体健康、拯救生命起着十分重要的作用。同时，医院为病人提供一个更加优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，项目的实施提高了医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员。医院在保障病人健康的同时也创造了更大的经济效益。因此，医院后装治疗机应用项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.3 产业政策符合性

项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2019年修订，国家发展和改革委员会2019年第29号令）中第十三项“医药”中第5款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等 高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材 制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

13.1.4 选址合理性分析

贺州市人民医院位于贺州市八步区西约街 150 号，本项目机房位于医院东部 2 号住院楼一层。本项目后装机房属于相对独立区域，避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域以及人员流动性大的商业活动区域。本项目机房设置防护铅门及防护墙体，在门口设置电离辐射警告标志，将机房划分为控制区，无关人员不得进入。后装机运行过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束值的要求。通过以上场所独立、划分区域等措施，本项目不会产生交叉污染。因此，本项目选址符合 HJ1198-2021 中第 5.1 款的要求。

13.1.5 辐射环境影响现状评价

医院后装治疗机应用项目场址周围环境的辐射水平未见异常。

13.1.6 项目机房辐射屏蔽能力评价

后装治疗机（Ir-192）机房墙体、防护门防护能力均符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求。

13.1.7 职业人员及公众成员年有效剂量评价

从偏保守角度考虑，预计采取辐射防护措施后，工作人员因该项目运行受照的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于剂量限制的要求，同时符合职业人员年剂量管理约束值（5mSv）的要求。

预计公众成员因为该项目的运行而受到辐射照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，同时符合公众成员年剂量管理约束值（0.1mSv）的要求。

13.1.8 辐射环境管理制度

（1）医院为了加强医院环境保护工作领导，规范医院放射性同位素与射线装置辐射安全及管理，成立了放射防护管理组织机构。

（2）医院为了加强对射线装置安全和防护的管理，促进放射性同位素与射线装置的安全应用，保证医疗质量和医疗安全，保障放射诊疗工作人员、患者和公众的人体健康，医院建立了相应的管理制度（包括操作规程、岗位职责、人员培训、监测方案等）和放射事故应急处理预案。

（3）为应对医院出现的辐射突发事故，医院成立了辐射事故应急领导小组。

13.1.9 安全培训及健康管理

（1）医院应对所有从事辐射工作的人员进行辐射安全与防护知识教育培训，培训考核合格方能上岗，使工作人员熟练掌握操作技能，减少操作时间，从而达到减少受照剂量。

（2）医院按照要求委托有资质机构对本单位辐射工作人员定期进行职业健康检查，建立个人职业健康档案，并妥善保存。

综上所述，贺州市人民医院后装治疗机应用项目，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施后，其新建后装治疗机运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议及承诺

根据项目情况本评价提出以下建议：

1、机房应严格按照相关标准，在机房及其周边设置各项辐射防护措施。

2、医院应加强对辐射工作人员管理，工作人员进入辐射工作场所时，应正确佩戴好个人剂量计等防护用品。

3、医院应定期对机房周边辐射环境情况进行监测，并记录存档。

4、定期检查放射工作场所设置的电离辐射标志、工作指示灯和安全联锁装置。

为保护环境，保障人员健康，贺州市人民医院承诺：

1、按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（生态环境部 18 号令）要求开展个人剂量监测、工作场所监测以及对本单位射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关及当地生态环境部门提交上一年度的报告。

2、接受生态环境部门的监督检查并及时整改检查中发现的问题。

3、完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行。

4、按要求开展竣工环保验收。

表 14 审批

<p>下一级环保部门预审意见:</p>	
<p>公 章</p>	
经办人	年 月 日
<p>审批意见:</p>	
<p>公 章</p>	
经办人	年 月 日