

核技术利用建设项目  
新建后装治疗机应用项目  
环境影响报告表  
(公示本)

建设单位: 桂林医学院第二附属医院

二〇二二年三月

广西北部湾环境影响评价有限公司



# 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	11
表 3 非密封放射性物质.....	11
表 4 射线装置.....	12
表 5 废弃物.....	12
表 6 评价依据.....	13
表 7 保护目标与评价标准.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	18
表 9 项目工程分析与源项.....	22
表 10 辐射安全与防护.....	25
表 11 环境影响分析.....	36
表 12 辐射安全管理.....	41
表 13 结论与建议.....	46
表 14 审批.....	49
附件 1 环评委托书.....	错误！未定义书签。
附件 2 辐射安全许可证.....	错误！未定义书签。
附件 3 现状监测报告.....	错误！未定义书签。
附件 4 职业病防治、放射诊疗安全与防护管理领导小组.....	错误！未定义书签。
附件 5 放射事故应急处理预案及职业安全防护应急领导小组.....	错误！未定义书签。
附件 6 部分个人剂量监测报告.....	错误！未定义书签。
附件 7 发改委备案证明.....	错误！未定义书签。

表 1 项目基本情况

建设项目名称	新建后装治疗机应用项目				
建设单位	桂林医学院第二附属医院				
法人代表	莫碧文	联系人	叶祖扬	联系电话	*****
注册地址	桂林市临桂区人民路 212 号				
项目建设地点	桂林市临桂区人民路 212 号 10 号楼地下室一层				
立项审批部门	/		批准文	/	
建设项目总投资 (万元)	490	项目环保投 资 (万元)	75	投资比例 (环保投资/总投 资)	15.3%
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 <sup>2</sup> )	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					

**1.1 建设单位概述**

桂林医学院第二附属医院（临桂临床医学院）是桂林医学院直属的现代化大型综合医院，邻近桂林市政府和桂林医学院新校区（主校区），交通便利，环境优雅。医院始建于 1942 年，2014 年更名为桂林医学院第二附属医院，现为三级甲等综合医院，中国房颤中心认证单位、中国胸痛中心认证单位、国家分娩镇痛试点医院、国家高级卒中中心单位，是国家爱婴医院、自治区文明单位、桂北地区毒蛇咬伤救治中心、桂北地区首家航空医疗救援基地医院、桂林市危重孕产妇救治中心和危重新生儿救治中心。

医院占地面积 82900 平方米，实际编制床位数 900 张，拥有一批高层次的人才队

伍。近年来，医院大力引进高精尖人才，不断开展新技术、新项目，门急诊人次、出院病人数和手术台次稳步提升。

医院学科设置齐全，长期与区内外各大医院开展技术协作交流，与国内外医学研究前沿接轨。设有 45 个临床、医技科室，51 个专科、专病门诊，12 个护理专科门诊，拥有设备先进、布局合理的一体化手术室及广西首个一体化复合杂交手术室、家庭式产待一体式产房、单个护理单元 30 张病床的重症医学科（ICU）和 80 张病床的新生儿科病房。现拥有广西医疗卫生重点（培育）学科 4 个，市级重点专科 3 个，自治区卫生健康委重点培育实验室 1 个。建立了广西区内唯一独立的脑血管病（脑卒中）诊疗专科、桂北地区规模最大的可进行物理、介入治疗、微创手术和康复等“一站式”综合治疗的疼痛医学科。

医院大力开展多学科诊疗团队，积极打造无痛病房，能常规开展各类三四级手术、微创手术以及内镜、介入等诊疗技术，部分手术创下桂北地区乃至广西地区首例。为保障诊疗技术的顺利开展，医院配置了美国 GE64 排 128 层能谱 CT、西门子 3.0 磁共振、飞利浦数字减影血管造影机（DSA）、全自动单剂量摆药机、智能快速发药机及多功能自助打印机等各类大型检查、诊断、治疗及辅助仪器，并即将投入使用桂北地区唯一一台甲类大型医用设备 PET/CT。

## 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 10 号楼负一层西北角新建 1 台套  $^{192}\text{Ir}$  后装治疗系统（以下简称后装机），该 10 号楼为医院病房综合楼，为地面 21 层、地下 1 层的结构建筑。

本次评价项目新建使用 1 台套  $^{192}\text{Ir}$  后装治疗系统，属于使用 1 枚 III 类放射源项目。项目业务用房主要有后装机房、控制室，机房使用面积  $35\text{m}^2$ 、控制室使用面积约  $11\text{m}^2$ 。机房墙体均为混凝土结构，东侧墙体（与 1# 直线加速器机房相邻）厚度为 1.7m（主防护区厚度 3m），其余机房墙体（包括迷路隔墙）厚度均为 0.8m。机房内空高度 4.6m。

## 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，桂林医学院第二附属医院委托广西北部湾环境影响评价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《桂林医学院第二附属医院新建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[C0452]，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 11 月 25 日，具体见附件 2。

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该医院制定的环境保护规章制度有《辐射工作岗位职责》，《操作规程》、《辐射环境和个人剂量监测管理制度》、《放射事故应急处理预案》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，医院成立了职业病防治、放射诊疗安全与防护管理领导小组，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。医院近年来委托桂林市疾病预防控制中心对医院辐射工作人员进行个人剂量监测。

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。

## 1.5 项目场址选址等情况

桂林医学院第二附属医院位于桂林市临桂区人民路 212 号，医院地理位置图见图 1-1。

本项目机房位于医院中部偏西南位置的 10 号楼负一层西北角，该楼为地面 21 层、地下 1 层的建筑。该楼负一层主要为放射治疗中心业务用房，一层为住院大厅、结算中心，二层及三层为体检中心，四层主要为康复大厅及配套办公用房，五层为透析中心，六至二十一层为住院病房。该 10 号楼东北侧约 10m 为 5 号楼，东南侧约 10m 为 9 号楼，西北侧约 20m 为 8 号楼，北侧 50m 外是 7 号楼。

本项目场所在 10 号楼负一层主要为放射治疗中心业务用房，属于辐射项目相对集中的区域。以后装机房墙体边界为起点 50m 区域为评价范围，具体：东侧 50m 范围内均为 10 号楼内；南侧 25m 范围内为 10 号楼内，25m~50m 为院内地面；西侧 50m 范围内为院内道路、停车场，西北侧约 20m 为 8 号楼；北侧 0~50m 为院内地面，50m 外为 7 号楼。

项目机房及周边环境现状情况见图 1-2~图 1-5，医院总平面布置图见图 1-6，10 号楼负一层业务用房平面布置示意图见图 1-7，10 号楼一层业务用房平面布置示意图见图 1-8。

综上，本项目拟建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。

## 1.6 项目周边保护目标

项目机房周围 50m 区域评价范围均在医院内部，即本项目主要保护目标为项目辐射工作人员、后装机房周边 50m 范围内医院工作人员、评价范围内逗留的公众成员。





图 1-2 10 号楼外观现状

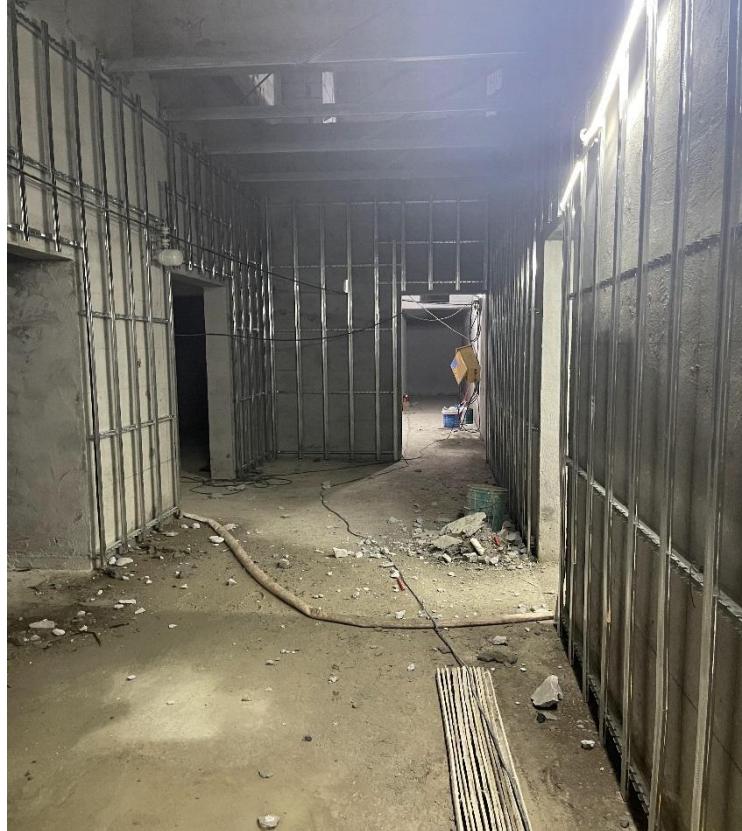


图 1-3 10 号楼负一层现状



图 1-4 10 号楼东南侧的 9 号楼



图 1-5 10 号楼西侧停车场



图 1-6 医院总平面示意图

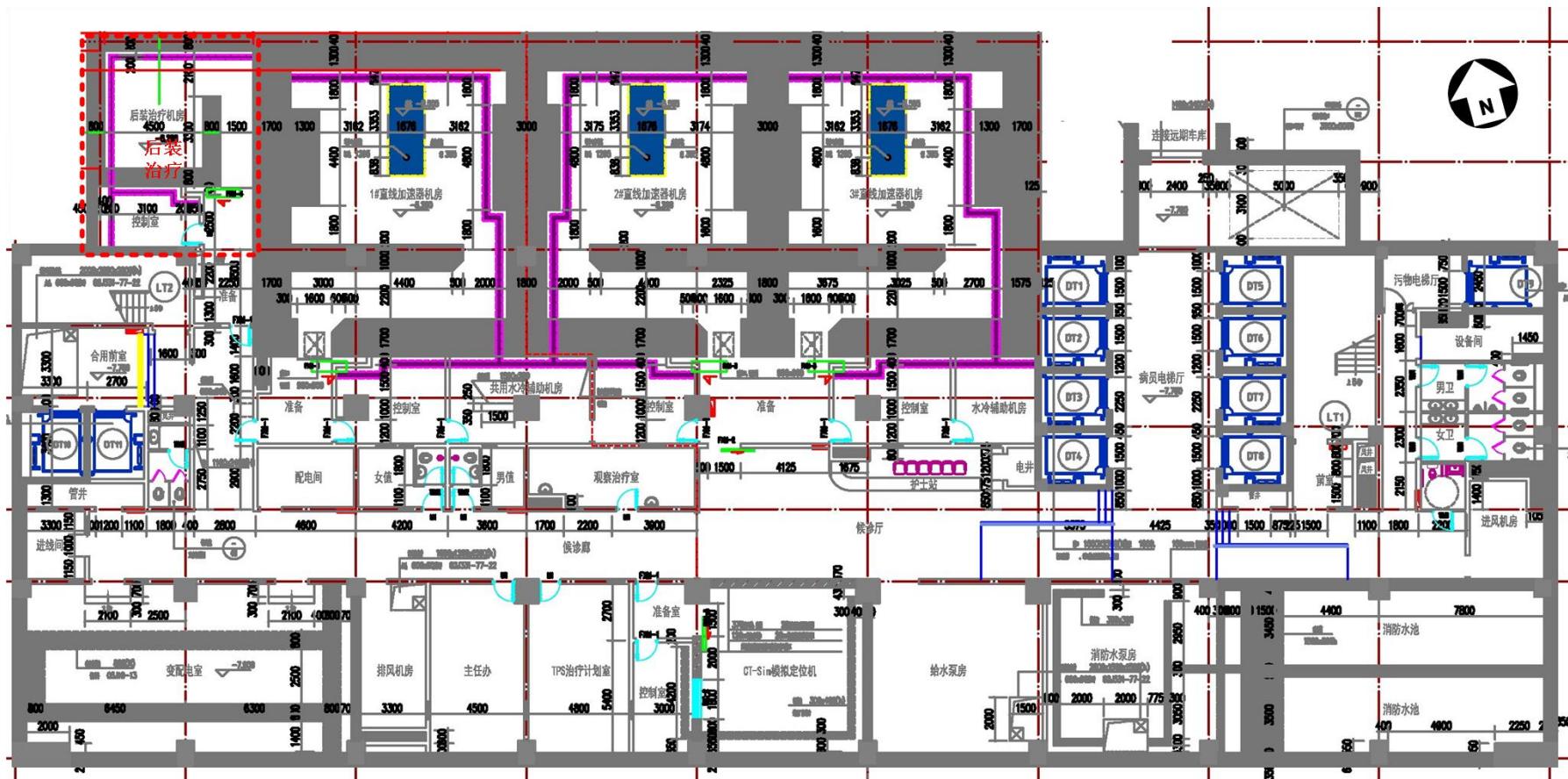


图 1-7 10 号楼负一层平面示意图

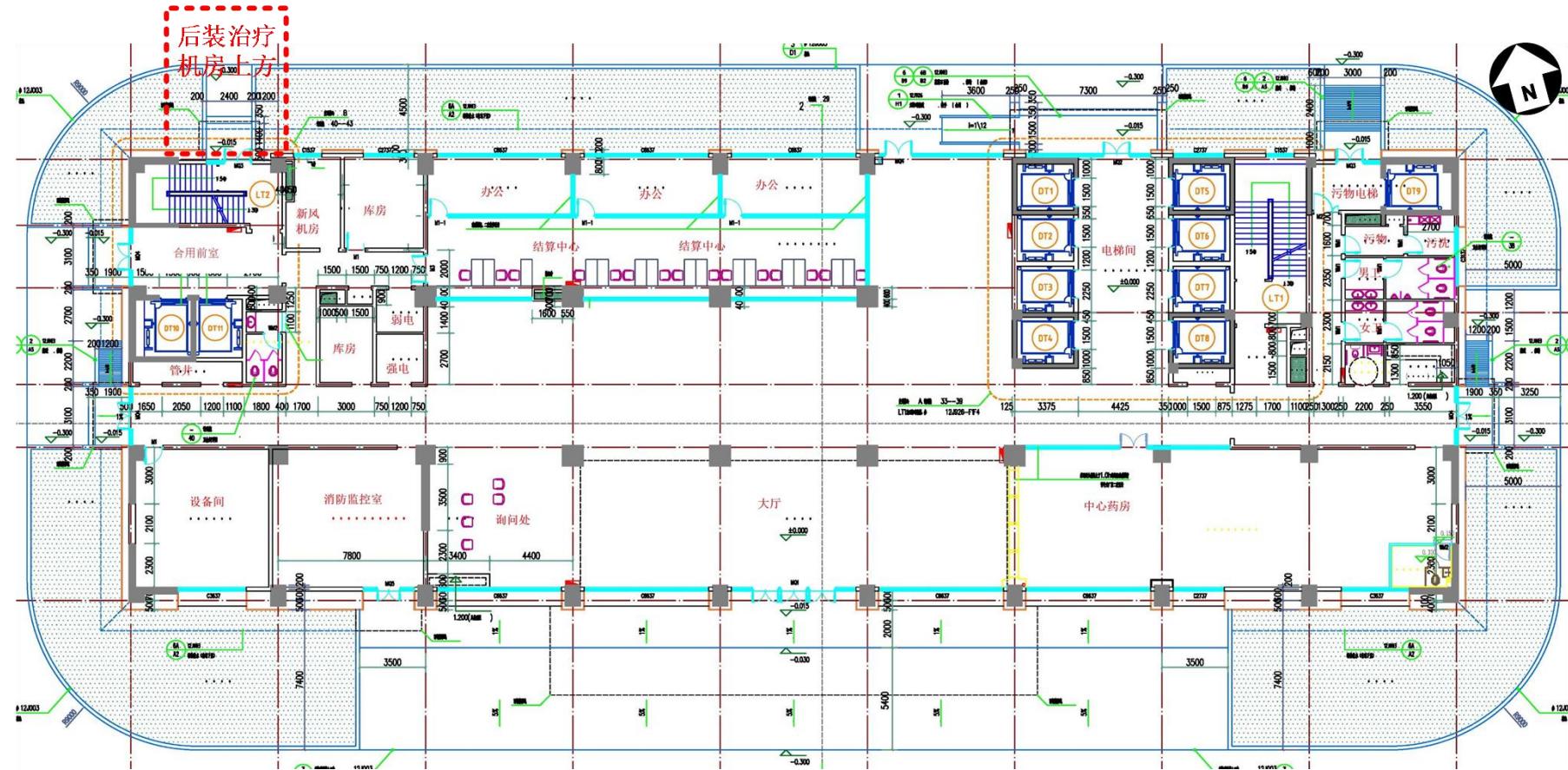


图 1-8 10 号楼一层平面示意图

**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> Bq×1 枚	III类	使用	放射治疗	医院 10 号楼负一层后装治疗室	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 <sup>192</sup> Ir放射 源	固态	<sup>192</sup> 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。	<sup>192</sup> 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 <sup>192</sup>Ir 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>
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<math>\gamma</math>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<math>\gamma</math>源近距离治疗质量控制检测规范》(WS 262—2017)。</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，确定以医院新建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 10 号楼。具体为：东侧 50m 范围内均为 10 号楼内；南侧 25m 范围内为 10 号楼内，25m~50m 为院内地面；西侧 50m 范围内为院内道路、停车场，西北侧约 20m 为 8 号楼；北侧 0~50m 为院内地面。评价范围示意图见图 1-6。

### 7.2 保护目标

环境保护目标为该医院新建后装治疗机应用项目辐射工作人员，医院内的其他非辐射工作人员和公众成员，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

环境保护对象		位置描述	规模	年有效剂量管理约束值要求
职业人员	摆位工作人员	机房内或控制室内	2 人	连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv；本项目取其四分之一即5mSv作为管理约束值。
	控制室操作人员	控制室内	1 人	
公众成员	10号楼其他业务用房工作人员	同一栋楼内，机房屏蔽墙外，包括机房上层	约 200 人	年有效剂量限值 1mSv；本项目取 0.1mSv 作为年剂量管理约束值。
	8号楼常驻工作人员	机房西北侧约 20m	约 100 人	
	项目评价范围内流动的公众成员	机房周围 50m 范围内	流动人员	

## 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》(HJ1198-2021)

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 $H_c$ ：

- 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  $30\text{cm}$  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  $6.7\text{h}$ 。由本项目场所平面布置图及参照 HJ1198-2021 表 A.1, 机房相邻场所除控制室外公众可能靠近区域居留因子取  $1/8$  (公众), 控制室内辐射工作人员居留因子取 1; 使用因子保守均为 1。综上, 机房相邻场所除控制室外关注点导出剂量率参考控制水平为  $6.0\mu\text{Sv}/\text{h}$ , 控制室内关注点导出剂量率参考控制水平为  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

综合上述 2) 关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ 要求, 关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 应为: 控制室内 $\dot{H}_c$ 为  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ , 机房相邻除控制室外区域的关注点 $\dot{H}_c$ 为  $6.0\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

由于放射源活度的衰减, 后装治疗时长(工作负荷)存在一定波动, 为了便于监督管理, 本评价从偏安全角度考虑, 对于机房周围相邻关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 均按  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  要求。

表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理及场所位置

桂林医学院第二附属医院位于桂林市临桂区人民路212号，本项目位于医院中部偏西南位置的10号楼负一层西北角。医院地理位置图见图1-1，医院总平面布置图见图1-6。

### 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 $\gamma$ 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8-2。

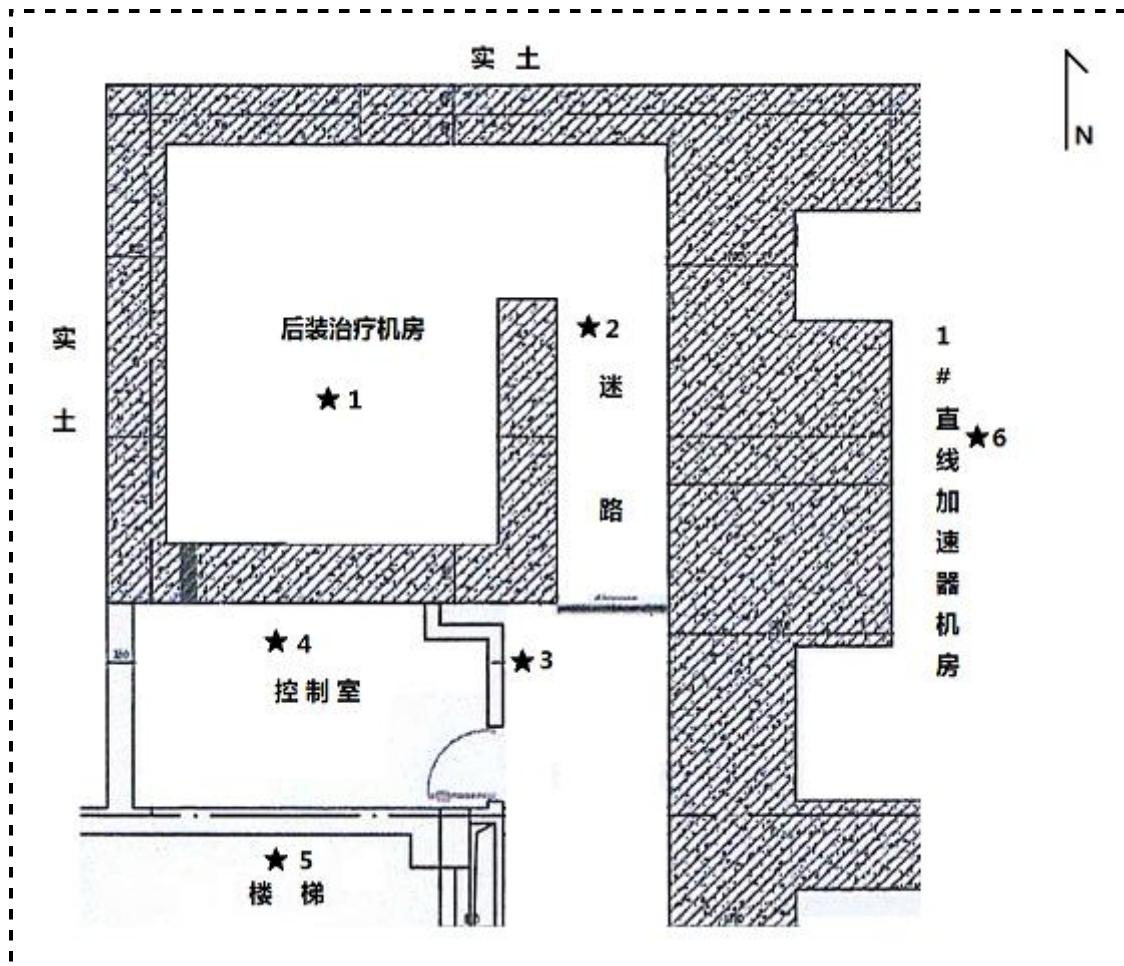


图 8-1 项目建设场所及周围环境（室内）监测点位布设图



图 8-2 10 号楼周围环境监测点位布设图

## 8.5 监测频次

监测1次。

## 8.6 监测仪器与监测规范

评价单位委托有资质机构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

监测项目	X- $\gamma$ 辐射剂量率
仪器名称	便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪
仪器型号	XH-3512E
出厂编号	XAZHHY0601
厂 家	西安中核核仪器有限公司
能量响应范围	内置探测器: 48keV~1.5MeV, 外置探测器: 30keV~7MeV

量 程	1nGy/h~200 $\mu$ Gy/h
校准证书及校准单位	证书编号: 检字第[2021]-L1129 (检定单位: 中国辐射防护研究院放射性计量站), 有效期: 2021年8月16日—2022年8月15日。
监测依据	《环境 $\gamma$ 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, 报告编制人需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2022年2月21日对该医院<sup>192</sup>Ir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 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果**

监测点号	监测点位置	X- $\gamma$ 辐射剂量率(单位: nGy/h)	标准差	备注
1	后装治疗机房内	114.9	0.9	室内
2	迷路内	113.1	0.9	室内

3	机房门外走廊内	87.5	0.1	室内
4	控制室内	104.5	0.4	室内
5	控制室南侧楼梯	121.4	0.4	室内
6	1号直线加速器机房内	123.3	0.2	室内
7	10号楼南侧入口处	106.4	2.2	室外
8	9号楼北侧入口处	68.9	0.6	室外
9	5号楼西侧入口处	93.7	1.0	室外
10	7号楼南侧入口处	91.2	0.4	室外
11	8号楼主入口处	55.2	0.4	室外
12	10号楼北侧入口处	66.0	0.4	室外
13	10号楼西侧停车场	57.5	3.7	室外
14	10号楼南侧道路	103.2	0.4	室外
室内测值范围		87.5~123.3		—
室外测值范围		55.5~106.4		—
注:	1、监测结果已扣除仪器对宇宙射线的响应值; 2、建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子,室内取0.8,室外取1。			

## 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影响后,项目机房场所及周围区域环境现状监测中室内测点测值范围为87.5~123.3nGy/h,室外地面测点 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率测值范围为55.5~106.4nGy/h。根据《中国环境天然放射性水平》可知,广西原野 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率在10.7~238.7nGy/h范围内(已扣除宇宙射线影响),室内 $\gamma$ 辐射剂量率在11.0~304.3nGy/h范围内(已扣除宇宙射线影响)。

由上可知,本项目建设场址各监测点位 $\gamma$ 辐射剂量率即使在未扣除宇宙射线影响的情况下其水平处于上述范围内,辐射环境质量状况未见异常。

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<sup>192</sup>Ir放射源，设计最大装源量为 $3.7 \times 10^{11}$ Bq (10Ci)，<sup>192</sup>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 $\gamma$ 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

后装治疗机的总体工作流程详见图9-1，主要包括治疗前计划和放射治疗实施等若干流程。

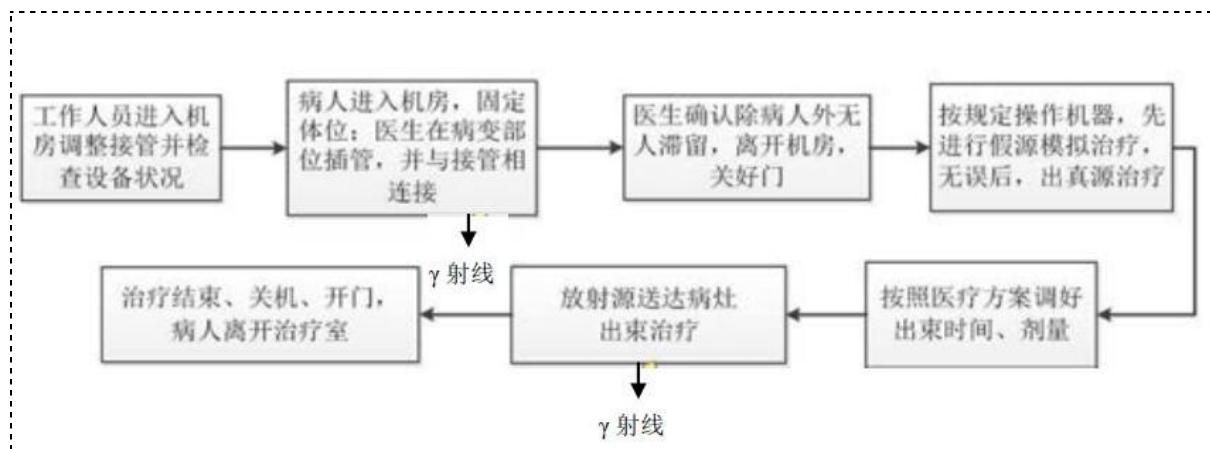


图9-1 后装治疗机工作流程及污染物排放环节图

### 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。

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<sup>192</sup>Ir，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，<sup>192</sup>Ir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（相当于85mm铅当量），防护性能良好。<sup>192</sup>Ir放射源源罐结构见图9-2。

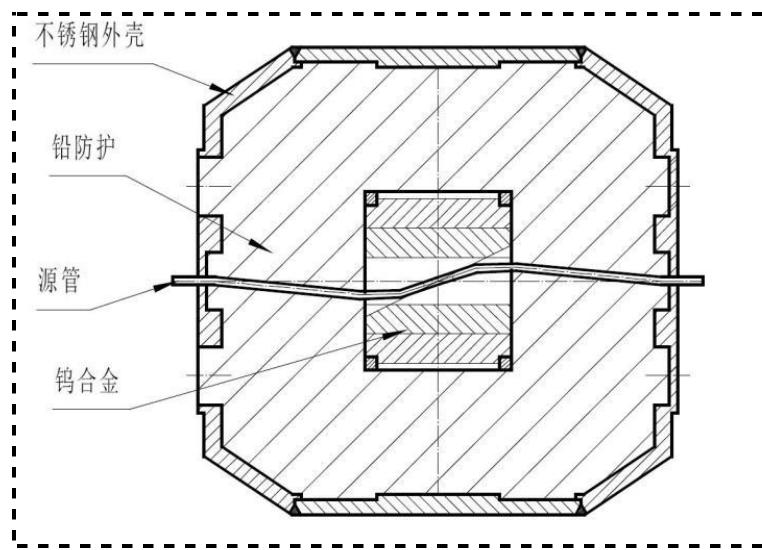


图9-2 <sup>192</sup>Ir放射源源罐结构示意图

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<sup>192</sup>Ir半衰期为74d，主要 $\gamma$ 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<sup>192</sup>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)
<sup>192</sup> Ir	74d	$\beta^-$ (95.22)	$\gamma$ : 0.29595 (34.6%), 0.30844 (35.77%), 0.31649 (82.9%), 0.46806 (58%)

### 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<sup>192</sup>Ir放射源产生的有用 $\gamma$ 射线以及杂散辐射。治疗时，若忽略人体的屏蔽作用，<sup>192</sup>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 $\gamma$ 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 $\gamma$ 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 $\gamma$ 射线。

非治疗状态下， $^{192}\text{Ir}$  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 $\gamma$ 射线漏出，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( $\text{O}_3$ )和氮氧化物( $\text{NO}_x$ )，其中 $\text{NO}_x$ 中以 $\text{NO}_2$ 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中部偏西南位置的 10 号楼负一层西北角，该负一层主要为放射治疗中心业务用房，属于辐射项目相对集中的区域。后装机房东面为 1#直线加速器机房，南面为控制室和通道，西面及北面为地下土层，楼下无建筑物，楼上相邻为楼外地面。 $^{192}\text{Ir}$  后装治疗机工作场所平面布局示意图见图 10-1、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》(HJ1198-2021) 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、防护门外区域等划分为监督区（见图 10-1 黄色区域）。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。医院将后装治疗机房东侧相邻的 1#直线加速器机房划为控制区（另行环评）。

**10.1.3 实体屏蔽效果评价**

1、后装治疗机用房的设计

（1）后装治疗机机房的构成和规格

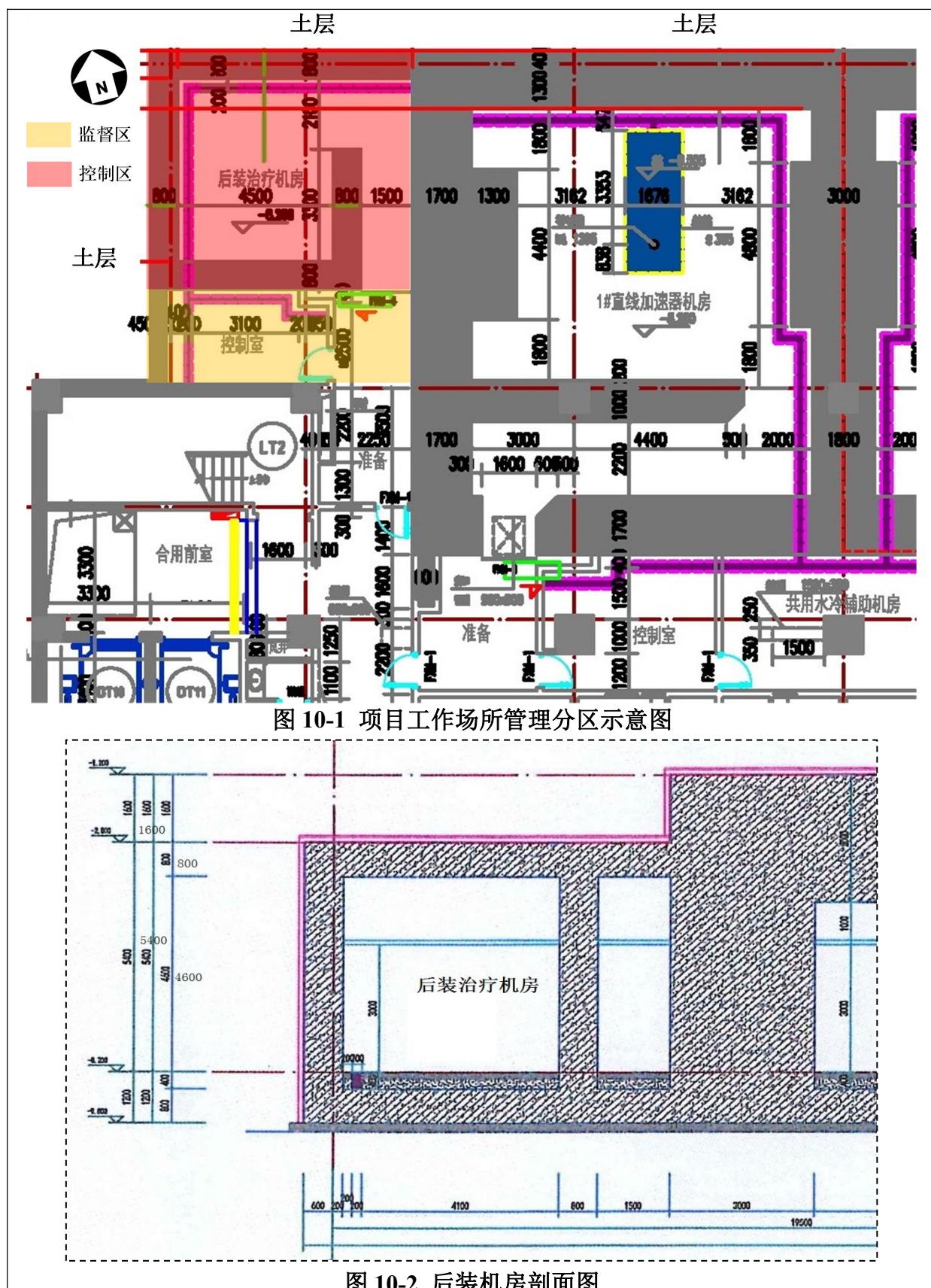
①后装治疗机机房由主体、迷路和防护门组成；防护门内铺 6mm 厚铅板；

②后装治疗机机房（不含操作室）建筑面积约为 53m<sup>2</sup>，有效使用面积（含迷路）约为 35m<sup>2</sup>；

③治疗室内空：长为 6.8m，宽为 5.4m，高为 4.6m；

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<sup>3</sup>；

⑤机房屏蔽墙厚度：东侧墙体（与 1#直线加速器机房相邻）厚度为 1.7m（主防护区厚度 3m），其余机房墙体（包括迷路隔墙）厚度均为 0.8m，天棚厚度 80cm。防护门内铺 6mm 铅板。



## 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： $^{192}\text{Ir}$ ，半衰期是 74d，射线平均能量为 0.37MeV；
- ② $\gamma$ 射线对混凝土的 TVL=15.2cm，对铅的 TVL=1.6cm；
- ③ $^{192}\text{Ir}$  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  $41\text{mGy/h}$ ；
- ⑤混凝土密度不小于  $2.35\text{g/cm}^3$ ；铅板密度不小于  $11.34\text{g/cm}^3$ 。

### (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： $\gamma$ 射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014)。

- ①有用线束和泄露辐射的屏蔽透射因子：

设计的屏蔽所需要的屏蔽透射因子  $B$  计算公式：

$$B = \frac{\dot{H}_c}{\dot{H}_o} \cdot \frac{R^2}{f} \quad \text{.....(11-1)}$$

式中：

$\dot{H}_c$  ——按 4.1.1 和附录 A 确定的剂量率参考控制水平，单位为微希每时( $\mu\text{Sv/h}$ )；

$R$  ——辐射源至关注点的距离(见 4.3)，单位为米(m)；

$f$  ——对有用线束为 1；对  $\gamma$  射线源远距治疗装置的泄漏辐射为泄漏辐射比率；

$\dot{H}_o$  ——活度为  $A$  的放射源在距其 1 m 处的剂量率，按照式(7)计算，单位为微希每时( $\mu\text{Sv/h}$ )：

$$\dot{H}_o = A \cdot K_\gamma \quad \text{.....(11-2)}$$

式中：

$A$  ——放射源的活度，单位为兆贝可(MBq)；

$K_\gamma$  ——放射源的空气比释动能率常数(或称  $K_\gamma$  常数)，在屏蔽计算中以周围剂量当量作为空气比释动能的近似，此时， $K_\gamma$  的单位记为  $\mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$ ，见表 C.1。

对于计算出的屏蔽透射因子  $B$ ，按式(11-3)估算所需的有效屏蔽厚度  $X_e$  (mm)，并按式(11-4)估算所需屏蔽厚度  $X$ (cm)。

式中：

TVL<sub>1</sub>——辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度(见表 C.1),单位为毫米(mm);

TVL —— 辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度(见表 C.1), 单位为毫米(mm)。

当未指明  $TVL_1$  时,  $TVL_1 = TVL$ 。

式中：

$\theta$ ——斜射角,即入射线与物质平面的法线的夹角。

透过屏蔽层后各关注点处剂量率的估算公式：

式中：

$H_A$ ——活度为  $A$  的放射源在距其 1 m 处的剂量率, 单位为微希每时( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ );

$f$  ——对有用线束为 1;对  $\gamma$  射线源远距治疗装置的泄漏辐射为泄漏辐射比率;

$R$  ——辐射源至关注点的距离,单位为米(m)。

机房入口处散射辐射剂量计算公式：

入口  $g$  处的散射辐射剂量  $H$  采用式(16)计算:

$$\dot{H} = \frac{A \cdot K_g \cdot S_w \cdot \alpha_w}{R_1^2 + R_2^2} \quad \dots \dots \dots \quad (11-6)$$

式中,

A ——放射源的活度,单位为兆贝可(MBq);

$K_{\gamma}$ ——放射源的空气比释动能率常数(或称  $K_{\gamma}$  常数), 在屏蔽计算中以周围剂量当量作为空气比释动能的近似, 此时,  $K_{\gamma}$  的单位记为  $\mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$ , 见表 C.1;

$S_w$ ——迷路内口墙的散射面积,其为辐射源和机房人口共同可视见的墙区面积,单位为平方米( $m^2$ );

$\alpha_w$ ——散射体的散射因子；

$R_1$ ——辐射源(图5的位置  $o_1$ 或  $o_2$ )至散射体中心点的距离,单位为米(m);

$R_2$ ——散射体中心点至计算点的距离,单位为米(m)。

本项目  $S_w=1.5\text{m}\times4.6\text{m}=6.9\text{m}^2$ ,  $R_1$  保守按 2.1m,  $R_2=6.5\text{m}$ ,  $\alpha_w$  参照 GBZ/T201.3-2014 附录 F 保守取 0.0339。

考虑到后装机是一个可在治疗室内移动的治疗装置，由于机房西侧墙外为地下土层，则按照放射源可以到达西墙位置、到达距离迷道隔墙或南侧墙体内侧面最近距离为

1m、到达北侧墙体内侧面最近距离 2m，关注点为屏蔽体外 30cm 进行保守计算，具体见图 10-3 示意。

#### (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。后装治疗机机房各防护关注点示意图如图 10-3 和 10-4 所示，关注点所选择参数和核算结果见表 10-1。

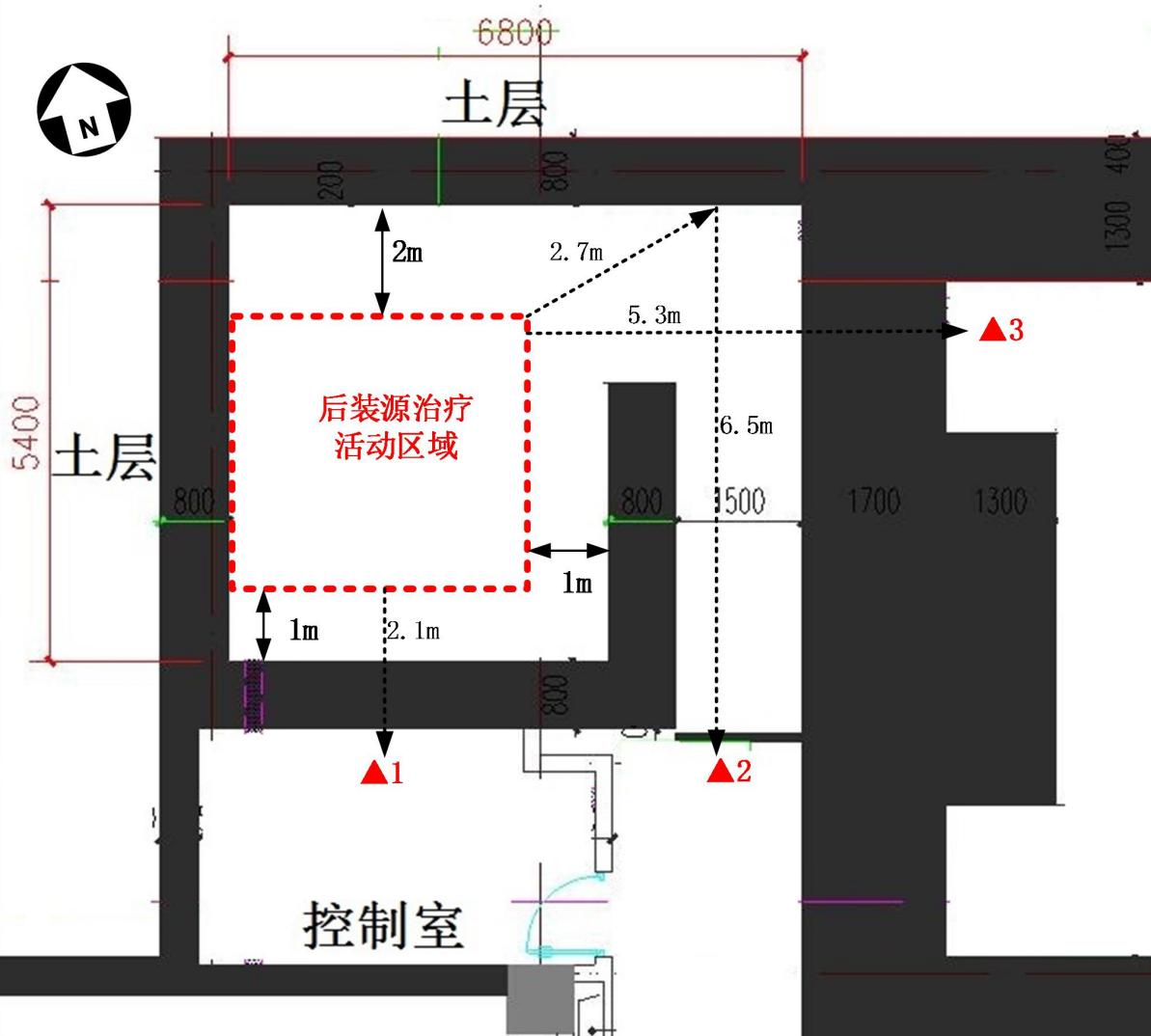


图 10-3 后装治疗机房平面关注点示意图

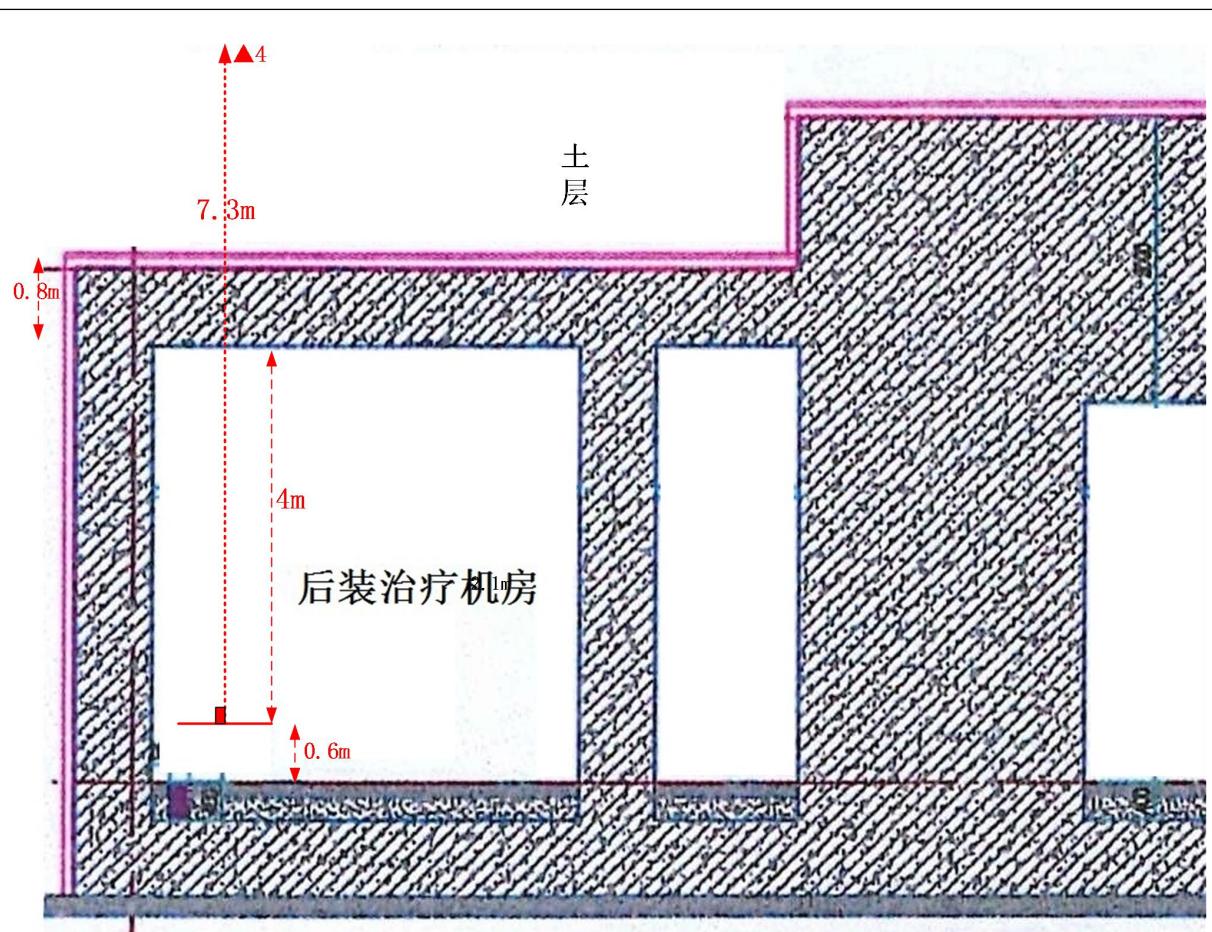


图 10-4 后装治疗机房剖面关注点示意图

当后装治疗机辐射源  $^{192}\text{Ir}$  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 $\gamma$ 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	$\gamma$ 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	机房南侧墙外 30cm (控制室内)	$R=2.1$	80cm 混凝土	0.05	2.5
▲2	机房防护门外 30cm	$R_1=2.7$ $R_2=6.5$	6mm 铅板	1.97	2.5
▲3	机房东侧墙外 30cm (1#加速器机房内)	$R=5.3$	170cm 混凝土	$<0.01$	2.5
▲4	机房上方地面 30cm	$R=7.3$	80cm 混凝土	$<0.01$	2.5

由表 10-1 可知，各参考点周围剂量当量率均小于剂量率参考控制水平  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

#### 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) 安全连锁装置：后装 $\gamma$ 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；

控制台与装置连锁：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) 应配备辐射监测设备或便携式测量设备，并具有警报功能。

(8) 在治疗室迷道出、入口处设置固定式辐射剂量监测仪并应有报警功能，其显示单元应设置在控制室内或机房门附近。

(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、 $\gamma$ 辐射监测防护仪	1 个	《放射诊疗管理规定》和《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)。	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>	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。	符合
<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。</p>	治疗室拟设置门一源联锁装置，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	符合

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。	按钮应有醒目标识及文字。	
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。	治疗室拟配备合适的应急贮源容器和长柄镊子。	符合

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》(HJ1198-2021) 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北端天花板吊顶内, 排风口拟安装于南端机房离地面 20cm 处。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》(HJ1198-2021) 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 10-5。

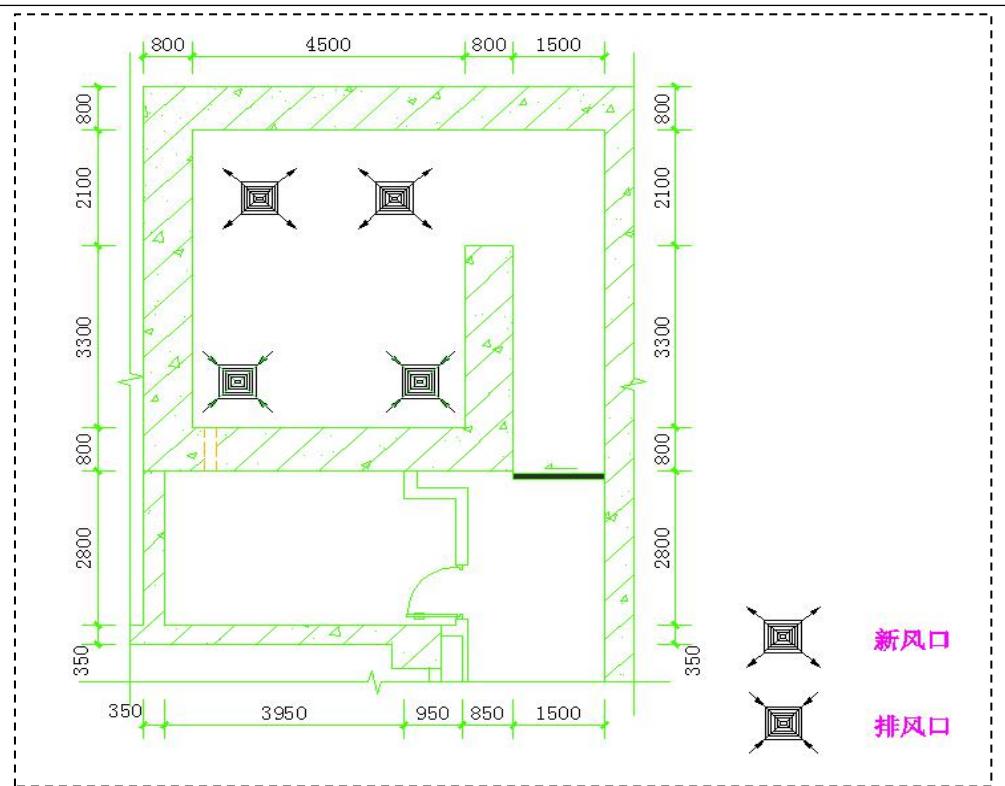


图 10-5 治疗机房内通风示意图

表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

机房主体结构在大楼建设时期已完成,本项目仅作室内简单防护装饰,不会对大气、水、声环境造成影响。

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

X- $\gamma$ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式估算:

$$E = \dot{H}_T \times t \times 10^{-6} (\text{mSv}) \quad (11-7)$$

其中: $E$  为辐射外照射人均年有效剂量,  $\text{mSv}$ ;

$\dot{H}_T$  为周围辐射剂量当量率,  $\text{nSv/h}$ ;

$t$  为辐射照射时间, 小时。

##### 1、职业人员年剂量估算

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▲2 点(机房防护门外 30cm)的剂量率( $1.97\mu\text{Sv/h}$ )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剂量为:  $1.97 \times 2000 \times 10 \div 60 \times 10^{-3} = 0.66\text{mSv/a}$ 。

②摆位工作人员受到的照射。主要基于贮源器(存放有放射源)所产生的 $\gamma$ 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 $\gamma$ 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  $50\mu\text{Sv/h}$ ; 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  $5\mu\text{Sv/h}$ 。

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 $\mu$ Sv/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： $50 \times 3 \times 2000 \times 0.5 \div 60 \times 10^{-3} = 2.5\text{mSv/a}$ 。

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。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 $2.5 + 0.66 \times 0.5 = 2.83(\text{mSv/a})$ ，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，公众成员最可能在机房防护门外受到辐射照射。在后装治疗机辐射源<sup>192</sup>Ir最高活度为370GBq(10Ci)时，机房防护门外关注点泄漏剂量值最大为1.97 $\mu$ Sv/h，治疗人数全年为2000人次，每次治疗时长最大为10分钟，考虑到公众的居留因子(T=1/8)。

根据以上参数及公式11-7，估算得公众所受到年照射剂量为： $1.97 \times 2000 \times 10 \div 60 \div 8 \times 10^{-3} = 0.08\text{mSv/a}$ 。低于本评价规定的公众成员年剂量管理约束值0.1mSv/a的要求，满足GB18871-2002对于剂量限值的要求。

### 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不超过2.5 $\mu$ Sv/h，满足剂量率参考控制水平2.5 $\mu$ Sv/h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。

$\gamma$ 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(O<sub>3</sub>)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(O<sub>3</sub>)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

后装治疗机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) 后装治疗机出束时人员误入机房；
- (3) 维修后装治疗机时误出束；
- (4) 联锁装置故障时，人员误入治疗室；
- (5) 后装治疗机卡源时，人员受照；
- (6) 放射源丢失时，人员受照；
- (7) 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 11-1。

表 11-1 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 ( $\mu\text{Sv}$ )
1	距源 1m 处	1.0	$H=6.83 \times 10^2$
2	距源 2m 处	1.0	$H=1.7 \times 10^2$
3	距源 3m 处	1.0	H=75

### 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 $^{192}\text{Ir}$ 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、 $^{192}\text{Ir}$ 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，放射源被盗的几率很小。

## 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，事故发生的几率很小，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,医院成立了职业病防治、放射诊疗安全与防护管理领导小组(具体见附件4),办事机构设在医学影像科,配备了相应成员,并规定了相应职能。

领导小组名单:

组 长: 袁晟光

副组长: 王 莉、 陈春玲、 张 璐、 曹林德

组 员: 邓宏辉、 何 涌、 徐军红、 陈 乾

韦文烨、 唐安弟、 傅国剑

规定了职责有:组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度;定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查;每个季度的第一周对本单位的放射诊疗安全与防护管理进行自查并记录;组织本机构放射工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训,建立健全放射人员的个人安全监测记录档案,按要求安排放射工作人员定期检查;制定放射事件应急预案组织演练;记录本机构发生的放射事件并及时报告卫生行政部门。

**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(考核成绩合格有效期五年)。

## 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:《放射治疗质量保证管理方案》、《放射防护安全操作规程》、《放射安全联锁系统检查规定》、《辐射防护与安全管理制度》、《放射工作人员健康管理制度》、《放射治疗病人告知制度》、《放射防护监测制度》、《放射防护安全操作规程》、《后装治疗操作规程》、《放射性废物及放射源退役处置方案》等放射防护管理制度。

针对辐射活动规模扩大的变化情况,提出如下要求:

- (1) 补充制定后装治疗设备使用的《操作规程》和相应的《岗位职责》。
- (2) 环评批复后,需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 $\gamma$ 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

一、应急组织与职责

桂林医学院第二附属医院制定了《放射事故应急处理预案》和《职业安全防护应急领导小组》。

职业安全防护应急领导小组成员名单如下：

组长：刘洪波

组员：陈春玲 邓宏辉 叶祖扬 罗建敏 曹林德 唐 毅 徐军红  
黄桂红 马金秀 韦传动 向延军

应急处理电话：0773-5585395（预防保健科），15296018050（医院总值班）。

主要职责：负责事故现场统一指挥和协调；做好救护车辆、救护人员的调配以及应急救援药品、设施设备的储备和调度，积极救护中毒人员，力争将受伤人员伤亡控制在最低限度，随时向现场指挥报告受伤人员救治情况和伤亡情况；采取现场控制措施，防止事态进一步扩大，同时查明事件发生的经过、原因、人员伤亡情况以及危害程度，分

析事故责任，提出处理意见和相应的具体措施，并在事故调查结束后形成调查报告，审核上报的职业暴露人员名单；指导消毒隔离防控工作，对发生职业暴露工作人员进行登记，核查确认、给予相应治疗建议并追踪随访；做好各类应急物资、药品、车辆、个人防护用品、现场检测等统筹调配和有偿调拨，确保突发事件处置过程中各类后勤保障工作落实到位。

## 二、放射性事故应急处理程序

1、事故发生后，科室应立即组织本部门工作人员营救受照人员，同时做好信息报告工作，同时立即通知工作场所的人员离开，辨明并切断有害因素，封闭现场；

2、应急处理领导小组迅速召集所有应急专家人员，根据具体情况及各位专家的分工，迅速制定事故救治及处理方案，并及时向上级部门报告；

3、应急领导小组组织相关人员迅速赶赴现场进行指挥，采取正确、有效的措施，保护现场，疏散无关人员，防止事故蔓延，避免更大伤害；

4、应急领导小组组织有关人员对受照人员及可能受照人员尽快进行初期医学处理，对可能受放射性核素污染或放射损伤的人员，立即采取暂时隔离，并实施医学检查和救治。凡有污染可能的均应给受照人员更换内外衣，进行初步体表去污，在采取有效个人安全防护措施的情况下组织人员彻底清除污染，并根据需要实施其他医学救治及处理措施；

5、协助上级有关部门迅速开展检测，确定现场的辐射轻度，影响范围及放射性同位素种类、活度、污染范围和污染程度，切断一切可能扩大污染范围的环节，同时积极协助卫生行政部门、公安部门及环保部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

6、各种事故处理以后，积极组织后续救治、医院秩序的恢复重建工作。对重点部位和特殊区域认真分析研究，提出解决建议和意见。

## 三、应急计划

应急计划是针对辐射应急状态的响应而进行准备的工作，其目的是在辐射应急时，建设单位及相关部门能及时的、适度的和协调的保持有效的响应能力，以最大限度地控制和减少意外事件（事故）所造成的损害。应急准备包括：建立应急组织，制定应急计划及实施程序，准备必要的应急设施、设备，以及进行人员的培训和演习等。

医院已制定了《放射事故应急处理预案》，在文件中明确了放射事故应急响应领导

小组的人员和职责，描述了详细的辐射事故应急处理措施和程序，明确了一旦发生突发事件应及时上报有关部门，以便及时得到上级有关部门的指导和支持，同时公布放射事故应急处理领导小组人员电话，其应急预案的内容较全面，可操作性较强，对放射事故的快速应急、有效处理将会起到积极作用。但该应急预案中缺少应急演练计划的内容。建议医院在《放射事故应急处理预案》中增加应急演练计划，加强放射事故应急演练，详细记录每次演练的方案、参与人员等信息，对每次演练进行总结归纳，保持应急能力，并不断根据各类放射事故应急预案的特点完善应急预案内容。

## 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 10 号楼负一层西北角后装治疗机房新建 1 台套  $^{192}\text{Ir}$  后装治疗系统，属于使用 1 枚Ⅲ类放射源项目。

#### 13.1.2 实践的正当性分析

医院新建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

桂林医学院第二附属医院位于桂林市临桂区人民路 212 号，本项目机房位于医院中部偏西南位置的 10 号楼负一层西北角。本项目拟建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，成立了辐射安全与环境保护管理机构。

（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件，医院成立了职业安全防护应急领导小组。

### 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，桂林医学院第二附属医院新建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，桂林医学院第二附属医院承诺：

1、按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（环保部 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>审批意见:</p>	
公章	
经办人	年 月 日