

核技术利用建设项目
泸州市人民医院
新增三维后装放射治疗系统项目
环境影响报告表
(公示本)

泸州市人民医院

二〇二一年一月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
泸州市人民医院
新增三维后装放射治疗系统项目
环境影响报告表

建设单位名称：泸州市人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：钟XX

通讯地址：泸州市江阳区酒谷大道二段316号

邮政编码：646000

联系人：李XX

电子邮箱：6XXXX@qq.com

联系电话：180XX

表 1 项目基本情况

建设项目名称	新增三维后装放射治疗系统项目				
建设单位	泸州市人民医院				
法人代表	钟 XX	联系人	李 XX	联系电话	180XX
注册地址	泸州市江阳区酒谷大道二段 316 号				
项目建设地点	泸州市江阳区酒谷大道二段 316 号泸州市人民医院沙茜院区综合楼 负一楼				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	XX	项目环保投资 (万元)	XX	投资比例	XX%
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	——
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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input 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 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	无			
项目概述					
一、企业概况及项目由来					
<p>泸州市人民医院（后文简称“医院”）始建于 1917 年，是一所集医、教、研、康养为一体的国家三级甲等综合医院，医院现为一院三区，分别为市府路院区、况场院区、沙茜院区。全院总开放床位 1389 张，沙茜院区以综合发展医疗、科教研、康复医养为主要功能；市府路院区以门诊、特色专科、全科医学和社区卫生服务为主要功能；况场院区以突发公共卫生事件救治为主要功能。</p> <p>医院现有在岗职工 1337 人，其中卫生专业技术人员 1117 人，高级职称 230 人，</p>					

博、硕士研究生 143 人。拥有南丁格尔奖章获得者、国务院特殊津贴专家、四川省学术和技术带头人及国家和省市级学术机构任职专家共 140 余人。

医院有国家级重点中医专科建设单位 1 个(中医肛肠科),四川省重点专科 4 个(妇产科、儿科、肾病科、肛肠科),四川省重点专科建设单位 2 个(神经内科、重症医学科),泸州市重点专科 10 个,医院现有 256 排螺旋 CT、高能双光子直线加速器、3.0T 磁共振(MRI)、1000mA 血管造影 X 射线机、3D 高清腹腔镜、CBCT、OCT 等大型医疗设备数十台,医疗设备总资产 2.5 亿元。

为了满足肿瘤患者就近就医的需求,医院决定在沙茜院区综合楼负一层预留后装机机房内开展三维后装放射治疗系统项目,委托四川省中栎环保科技有限公司(见附件 1)对其开展核技术利用建设项目环境影响评价报告表的编制。

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定和要求,本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(生态环境部 部令第16号,2021年1月1日起施行),本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用III类放射源”,应编制环境影响报告表,报泸州市生态环境局审查批准。

我公司(四川省中栎环保科技有限公司)接受委托后,技术人员到现场勘探和收集资料,结合项目的实际情况,编制本项目环境影响报告表。

二、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于医学领域,属高新技术。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2020 年 1 月 1 日施行)的相关规定,本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”,符合国家产业发展政策。本项目的运营可为泸州市及周边病人提供诊疗服务,是提高人民群众生活质量,提高全市医疗卫生水平和建设小康社会的重要内容,本项目具有放射性实践的正当性。

三、建设内容

1、项目名称、性质、地点

项目名称:新增三维后装放射治疗系统项目

建设性质：新建

建设地点：泸州市江阳区酒谷大道二段 316 号泸州市人民医院沙茜院区综合楼负一楼。

2、建设内容与规模

医院拟在沙茜院区肿瘤科（已建，地下 1 层、地上 9 层）负 1 层预留后装机机房内新增使用 1 台后装机，在后装机内使用 ^{192}Ir 放射源 1 枚，装源活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ （属 III 类放射源）。机房净空面积为 48.9m^2 ，机房南侧设控制室（面积 21.6m^2 ）。后装机机房四面墙体、迷道和顶部均为钢筋混凝土（ $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ）。后装机机房西侧“L”型迷道内墙、南侧、东侧、北侧均厚 1100mm，西侧迷道外墙厚 1600mm（与原有直线加速器机房迷道外墙共用），顶部厚 600mm；防护门为 8mm 铅当量单扇电动推拉门。后装机年出源治疗时间约 100h。

建设项目组成及主要的环境问题见表 1-1。

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
			施工期	营运期
主体工程	放射源数量	1 枚 ^{192}Ir 放射源	已在《泸州市人民医院全科医生培训基地及后勤服务综合楼建设项目环境影响报告书》中进行评价。	γ 射线、臭氧、噪声、废放射源
	放射源活度	$3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$		
	放射源种类	III 类源		
	使用场所	肿瘤科负 1 层后装机机房		
	年出源治疗时间	100h		
辅助工程	后装机控制室等			生活垃圾、生活污水
公用工程	候诊区、过道			
办公及生活设施	依托医生办公室、公共卫生间、污水处理站、医疗废物收集及暂存间等			
仓储或其它	—			

3、本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	使用量	来源	主要化学成分
主要原辅	^{192}Ir 放射源	1 枚， $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ （III 类放射源）	外购	-

材料				
能源	煤(T)	-	-	-
	电(度)	1560 度	市政电网	-
	气(Nm ³)	-	-	-
水量	地表水	1000m ³	-	-
	地下水	-	-	-

4、本项目放射源及特性

本项目拟使用放射源及其特性见表 1-4;

表 1-4 放射源基本参数情况

放射源种类	单枚/单次装源	放射源类别	每年最多使用数量	半衰期	辐射类型	辐射最大能量
¹⁹² Ir	3.7×10 ¹¹ Bq ×1 枚	III 类	3 枚	74.2d	β射线 γ射线	E _β =0.675MeV E _γ =0.468MeV

5、工作人员配置情况

医院人员配备情况如下表所示:

表 1-5 工作人员配置情况

序号	所属科室	装置名称	配备人数	人员构成
1	肿瘤科	后装机	8	医生 4 名、技师 2 名、物理师 2 名

本项目拟配备辐射工作人员 8 名，均为医院现有辐射工作人员。今后，医院根据承担诊疗和教学科研任务量等实际情况适当增减。本项目辐射工作人员专岗专责，从事本项目诊疗项目后不承担其他辐射工作，不存在辐射工作人员在多辐射场所工作问题。

工作制度：医院实行 8 小时工作制度，周工作日为 5 天。

四、项目选址合理性分析

本项目选址于泸州市江阳区酒谷大道二段 316 号泸州市人民医院沙茜院区综合楼负一楼，本项目地理位置图见附图 1。根据医院提供不动产权证书“川（2020）泸州市不动产权第 0076044 号”可知（附件 6），泸州市人民医院（沙茜院区）用地性质为医疗卫生用地，参照国际惯例，医院选址于城镇规划范围内是合理的。医院对“泸州市人民医院全科医生培训基地及后期服务综合楼建设项目”进行了环评，取得了原四川省环境保护厅的批复（川环审批 [2013]762 号）（附件 4）。本项目仅为泸州市人民医院全科医生培训基地及后期服务综合楼建设项目内容的一部分，不新增用地，且后装机

机房有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求。

医院将本项目使用的放射性核素和直线加速器布置在地下负一层，对集中统一管理，射线的屏蔽和防护都能起到积极的作用。项目选址基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力、电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。

综上，从辐射防护安全和环境保护角度分析，本项目选址是合理的。

五、原有核技术利用情况

1、医院原有核技术利用项目环保手续履行情况

泸州市人民医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00588]），许可的种类和范围：使用 II、III类射线装置，有效期为 2024 年 7 月 17 日，医院所从事的活动与许可的种类和范围一致，在有效期内（附件 9）。

表 1-4 医院已获许可使用的医用射线装置

序号	工作场所	所在院区	装置名称	型号	类别	数量 (台)	备注
1	直线加速器机房	沙茜	医用直线加速器	Precise	II类	1	已上 证、 已验收
2	口腔科	沙茜	口腔颌面锥形束计算机体层摄影	CS 9300C Select	III类	1	已上 证、 在用
3	医学影像科	沙茜	计算机X线断层扫描系统（CT）	uCT550	III类	1	
4	健康体检部	沙茜	X射线骨密度仪	MetriScan	III类	1	
5	医学影像科特检室	市府路	数字化X线摄影系统	ux	III类	1	
6	医学影像科照片室1	市府路	数字化X线摄影系统	UD150L-40E	III类	1	
7	医学影像科照片室3	市府路	数字化X线摄影系统	DR-F	III类	1	
8	医学影像科照片室2	沙茜	数字化X线摄影系统	KeenRay Top-UF	III类	1	
9	医学影像科	市府路	乳腺X射线机	Mammomat3000nova	III类	1	
10	医学影像科（CT室）	市府路	X线电子计算机断层扫描装置	Bright.speed Elite.select	III类	1	
11	重症医学科	沙茜	移动式X线摄影系统	MUX-10J	III类	1	
12	手术室	沙茜	移动式C形臂X射	Ziehm8000	III类	1	

	第2手术间		线机				
13	口腔科	市府路	牙科 X 射线机	MSD-III	III类	1	
14	医学影像科	沙茜	X射线骨密度仪	DPX-NT	III类	1	
15	医学影像科	沙茜	数字化X线摄影系统	RADspeed D-fit	III类	1	
16	健康管理部	沙茜	数字化X线摄影系统	RADspeed D-fit	III类	1	
17	沙茜院区医技楼二楼DSA机房	沙茜	数字减影血管造影机 (DSA)	Arits zee III Ceiling	II类	1	已上证、已验收
18	口腔科牙片室	沙茜	牙科X射线机	FT-H2	III类	1	
19	医学影像科	沙茜	计算机断层X射线成像系统	Revolution CT	III类	1	
20	医学影像科	沙茜	乳腺 X 射线机	Senographe Essential	III类	1	
21	医学影像科	沙茜	数字化医用X射线摄影系统	Ysio Max	III类	1	已上证、在用
22	医学影像科	沙茜	医用诊断X射线机	Luminos Fusion 智敏	III类	1	
23	泌尿外科	沙茜	体外冲击波碎石机	HK.ESWL-V	III类	1	
24	医学影像科	沙茜	计算机 X 线断层扫描系统 (CT)	uCT550	III类	1	

由表 1-4 可知，泸州市人民医院许可使用 24 台射线装置，其中 22 台为 III 类射线装置，2 台为 II 类射线装置。泸州市人民医院开展放射性诊疗多年，目前未发生过辐射安全事故（见附件 3）。

经调查发现，医院使用直线加速器和数字减影血管造影机（DSA）分别取得了四川省生态环境厅关于《泸州市人民医院新增医用直线加速器核技术利用项目环境影响报告表的批复》（川环审批[2018]142 号）和原泸州市环境保护局关于《泸州市人民医院迁建数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目环境影响报告表的批复》（泸市环建函[2018]77 号）（附件 6），医院于 2019 年 7 月和 2019 年 9 月组织了自主验收，出具了验收意见（附件 7），在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205/#/pub-message>）中进行了备案。

2、 辐射工作人员培训情况

医院应严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。医院现有辐射工作人员 155 人，其中 157 名辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训并取得《辐射安全培训合格证》（附件 14）。

3、开展辐射监测的情况

(1) 工作场所辐射水平监测

根据原环保部18号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，泸州市人民医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行了监测，监测报告记录存档。泸州市人民医院委托宜宾蓝瑞鑫卫生检测科技有限公司开展了2020年度辐射环境现状监测。根据医院提供2020年度监测说明文件（附件10），现有辐射工作场所满足辐射管理要求。

(2) 个人剂量检测

医院所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《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18号）要求建立个人剂量档案，医院有专人负责个人剂量检测管理工作。

由个人剂量说明文件（附件 11）可知，泸州市人民医院辐射工作人员最近连续 4 个季度个人剂量检测结果均未超过 5mSv 的约束值，且无单季度超过 1.25mSv 的情况，满足职业人员年剂量 5mSv 的约束值，符合管理要求。

4、辐射管理规章制度管理情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，医院已调整了辐射安全管理委员会（附件13），并制定有一套相对完善的管理制度和操作规程。建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，在落实辐射事故应急预案与安全规章制度后，可满足防护实际需要。对现有场所而言，建设单位也已具备辐射安全管理的综合能力。医院应根据本次项目建设内容补充完善，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改。

5、年度评估报告

医院向生态环境主管部门提交了“2019年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告”，医院对2019年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了说明。

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/3.7×10 ¹¹ Bq×1	III类	使用	用于后装机治疗	肿瘤科负 1 层后装机机房	肿瘤科负 1 层后装机机房	拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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	使用场所	贮存方式与地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(三) 中子发生器，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)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
退役 ^{192}Ir 放射源	固体	约四个月更换一次	—	后装机机房暂存	由源生产厂家回收
臭氧	气态	—	—	不暂存	楼顶直接排放
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月 29 日修订；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部 部令第 16 号），2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(7) 《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，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订；</p> <p>(8) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日实施；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，中华人民共和国环境保护部令 47 号，2017 年 12 月 25 日实施；</p> <p>(10) 《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 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(11) 《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》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(12) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162 号；</p> <p>(14) 《放射源分类办法》（原国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号）；</p> <p>(15) 《中华人民共和国生态环境部公告》（2019 年第 57 号）。</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与格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001);</p> <p>(5) 《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>(6) 《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> <p>(7) 《后装γ源近距离治疗卫生防护标准》(GBZ121-2017);</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(12) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)及2013年修改单; 《危险废物污染贮存控制标准》(GB18597-2001)及2013年修改单;</p> <p>(13) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书;</p> <p>(2) 《辐射安全与防护监督检查技术程序》(原环保部,2012年3月);</p> <p>(3) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400号);</p> <p>(4) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号);</p> <p>(5) 建设单位提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目放射源的特点和应用内容，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》（HJ10.1-2006）要求，确定辐射环境影响评价的范围：以后装机机房实体边界外 50m 范围内作为评价范围。肿瘤科辐射工作场所周围 50m 范围均在医院红线以内，本次评价的范围均在医院范围内。

保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院辐射工作人员和周围公众，由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

位置	方位	与辐射源距离(m)	保护对象	人流量/天	照射类型	剂量约束值 (mSv)	
后装机机房	直线加速器控制室	西南侧	14	职业人员	6	职业照射	5.0
	直线加速器机房	西侧	7.5	公众	6	职业照射	5.0
	后装机控制室	南侧	4.0	职业人员	6	职业照射	5.0
	后装机机房内	-	1-4	职业人员	6	公众照射	5.0
	后装机机房北侧通道	北侧	5.0	公众	约 100	公众照射	0.1
	后装机机房东侧候诊大厅	东侧	5.0	公众	约 50	公众照射	0.1
	后装机控制室南侧后装机准备间	南侧	16	公众	约 20	公众照射	0.1
	肿瘤科其他区域	周围	5-50	公众	约 300	公众照射	0.1
医院内其他区域	上方	6-50	公众	约 2000	公众照射	0.1	

评价标准

一、环境质量及污染物排放的执行标准

1、环境质量控制标准

环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
 地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准；
 声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类声功能区环境

噪声限值。

2、污染物排放标准

废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 二级标准；

医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准；

噪声执行 ①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）表 1 中 2 类区域标准。

固废：《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及原环保部公告【2013】第 36 号修改单。

二、电离辐射剂量限值和剂量约束值

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.3.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。本项目环评取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（即 5mSv/a）作为职业人员年剂量约束值。

公众照射：第 B1.2.1 条的规定，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年有效剂量 1mSv。本项目环评取上述标准中规定的公众年有效剂量限值的 1/10（即 0.1mSv/a）作为公众的年剂量约束值。

三、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

参照《后装 γ 源近距离治疗卫生防护标准》（GBZ121-2017）有关规定，后装机机房屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。

四、臭氧浓度限值

《室内空气质量标准》（GBT18883-2002）标准中表 1 室内空气质量标准中臭氧浓度限值为 0.16mg/m³。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

本项目位于泸州市人民医院沙茜院区地下负 1 层肿瘤科（附图 3）。在沙茜院区肿瘤科，后装机机房西侧紧邻直线加速器机房；后装机机房北侧紧邻通道；东侧紧邻候诊大厅；南侧紧邻控制室；周围为肿瘤科配套用房。目前，项目机房已建成，未进行装修、设备暂未安装，见图 8-1。

图8-1 项目拟建区域现状图



二、辐射环境现状监测及评价

1、现状评价对象及监测因子

本项目主要的污染因子为 γ 射线，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域 X- γ 辐射剂量率进行了监测评价。为掌握项目所在地的辐射环境现状，2020 年 12 月 3 日，四川省中栎环保科技有限公司委托了四川省永坤环境监测有限公司对项目拟建场所进行了现场监测，监测报告见附件 7。

2、监测方法和仪器

表 8-1 监测方法和仪器情况表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	技术指标	检定/校准情况	

环境 X-γ辐射剂量率	FD-3013B 型 X-γ辐射剂量当量率仪 编号: YKJC/YQ-02	0.01μSv/h-200μSv/h 60keV~3.0MeV	检定/校准单位: 中国测试技术研究院 检定/校准有效期: 2020.09.08~2021.09.07	符合仪器使用条件
-------------	--	------------------------------------	---	----------

3、质量保证措施

该公司通过了计量认证,具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求,均有有效的国家计量部门的检定合格证书,并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训,考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法,按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报,并按有关规定和要求进行三级审核。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系:

(1) 计量认证

从事监测的单位,四川省永坤环境监测有限公司于2018年1月通过了原四川省质量技术监督局颁发的计量认证证书,证书编号为:182312050067,有效期至2024年1月28日。

(2) 仪器设备管理

①管理与标准化;②计量器具的标准化;③计量器具、仪器设备的检定。

(3) 记录与报告

①数据记录制度;②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训,考核合格持证上岗。

4、辐射水平现状监测结果与评价

监测所用仪器已由计量部门年检,且在有效期内;测量方法按国家相关标准实施;测量不确定度符合统计学要求;布点合理、人员合格、结果可信,能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平,可以作为本次评价的科学依据。

拟建辐射工作场所周围环境 X-γ辐射剂量监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建辐射工作场所周围环境 X-γ辐射剂量率检测结果

编号	测量点位置	X-γ空气吸收剂量率(μSv/h)	标准差
1	后装机机房内	0.08	0.004
2	后装机机房迷道内	0.09	0.007
3	后装机机房控制室	0.08	0.007
4	后装机机房迷道入口处	0.10	0.008
5	后装机机房东侧	0.09	0.008

6	后装机房北侧负 1 层通道	0.10	0.008
7	加速机房迷道内	0.11	0.010
8	后装机机房正上方地面	0.07	0.005

由表 8-2 可以看出，本项目拟建辐射工作场所周围环境 X- γ 辐射剂量率为 0.07 μ Sv/h \sim 0.11 μ Sv/h，射线类型权重因子按 1 进行考虑，则拟建场所区域 γ 辐射剂量率背景值为 70 \sim 110nGy/h，与《四川省生态环境状况公报 2019 年》中四川省电离辐射环境监测自动站测得的 γ 辐射空气吸收剂量率（76.8nGy/h \sim 163nGy/h）处在同一水平，属于当地正常辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期

本项目所在的肿瘤科土建工程属于“泸州市人民医院全科医生培训基地及后勤服务综合楼建设项目”建设内容之一，其主体施工期环境影响包含在《泸州市人民医院全科医生培训基地及后勤服务综合楼建设项目环境影响报告书》中，批复文号为川环审批[2013]762号。目前，后装机机房已与大楼建设同步施工完成，肿瘤科后装机机房仅需进行简单装修，设备安装、管线敷设和铅防护门及其他辐射防护设施的安装，施工期将产生少量扬尘、噪声、生活污水及固体废物。施工期工艺流程及污染物产生环节见图9-1。

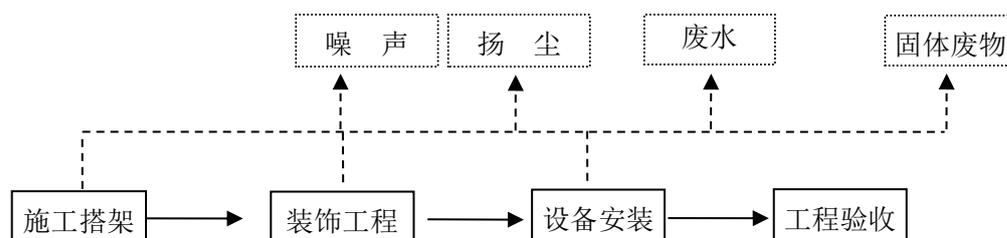


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

1、扬尘

由于本项目施工期工程量较小，设备安装及管线敷设和环境防护设施安装过程中产生极少量扬尘。

2、噪声

由于主体工程施工期间已预留有管线沟槽，设备安装及管线敷设和环境防护设施安装过程中会产生一定噪声。

3、废水

本项目施工期废水主要为施工人员的生活污水。

4、固体废物

设备安装及管线敷设和辐射防护设施安装过程中产生的装修垃圾和施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。

二、设备安装调试阶段工艺分析

项目拟购后装机在安装调试阶段会产生 γ 射线。在设备安装过程中，现场会有少量的废包装材料产生。

项目后装机的运输、安装和调试均由设备厂家安排的专业人员进行。在设备安装调试期间，医院应配合设备厂家专业人员加强安装调试现场的辐射安全管理，保证在此期间，放射工作场所设置的各类辐射安全防护措施正常运行。设备安装好后，应先启动安全联锁装置，并经确认系统正常后才可启动射线装置。为确保后装机机房屏蔽防护设施满足设计要求和辐射防护安全，提出以下施工管理要求：

①穿过屏蔽体的各种管道、电缆应采取适当的屏蔽防护措施，不得影响屏蔽体的屏蔽防护效果，其预留孔洞不得正对工作人员经常停留的地点。

②凡涉及后装机的安装调试、维修的技术服务单位，必须是持有辐射安全许可证的单位。

③在设备安装及调试阶段，应加强辐射防护管理，应关闭机房防护门，在门外设置醒目的电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近；射线源开关钥匙应安排专人看管。安装人员离开机房期间，机房必须关闭上锁，钥匙交由专人看管或安排专人看守。

三、运营期

1、后装机工艺流程及产污环节分析

(1) 工作原理

后装机是采用后装技术（后装技术就是先在病人身上正确放置好施源器，然后在安全防护条件下用遥控方法自控制室将后装机贮源室内的放射源通过管道送到病人身上的施源器内，其好处是放置施源器有充分的时间，并可用透视或摄片校正位置，从而保证了放射源的正确位置），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一种放射治疗手段，可用于宫体、宫颈、直肠、食道、口腔、鼻咽等腔内肿瘤的后装治疗，也可用于皮肤浅表面肿瘤的后装治疗，本项目用于腔内肿瘤的后装治疗。

(2) 设备组成

后装治疗机由施源器、贮源系统、源传输系统以及控制系统组成。施源器是个直径为毫米级的管状物，管内可装球形的真源和假源，并有气动通道。后装治疗机治疗时则由传输管道连接贮源器，将源输送到预置于病员体内的施源器，按治疗计划由电脑控制进行照射治疗，照射完毕即自动将放射源收回到贮源器内。

(3) 主要技术参数

放射源种类：铱-192

放射源数量及活度：本项目后装机内含有 1 枚铱-192 放射源，出厂活度为 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ (10Ci)，属 III 类放射源。

年出束时间：100h。

换源频率：每年更换 2~3 次。

管理科室：肿瘤科。

(4) 操作流程

①病人经医生诊断、治疗正当性判断后，确定需要治疗的患者与肿瘤科预约登记，以确定模拟定位和治疗时间。

②预约病人首先通过 CT、超声等设备上进行肿瘤定位，确定肿瘤的具体位置和形状，确定治疗中心。定位操作过程类似于 X 射线影像诊断，工作人员隔室操作。

③确定肿瘤位置和形状后，物理人员根据医生给出的治疗剂量，通过治疗计划系统 (TPS) 制定治疗计划，该过程通常在电脑上完成。

④治疗计划制定后，肿瘤病人进入机房，技师实施摆位，依据计划在治疗床上进行连接施源器，该过程在治疗机房内完成。

⑤安装施源器后，技术人员进入操作室，确定所有安全措施到位后，启动治疗机进行照射。

⑥照射完毕后，放射源返回后装机贮源装置，技术人员协助病人离开机房，为下次照射做准备。

本项目后装机贮源装置安装在机房内，驱动装置控制系统安装在控制室内，在对病人进行治疗时由辐射工作人员在控制室隔室操作。

后装机的治疗过程及其产污环节见图 9-2。

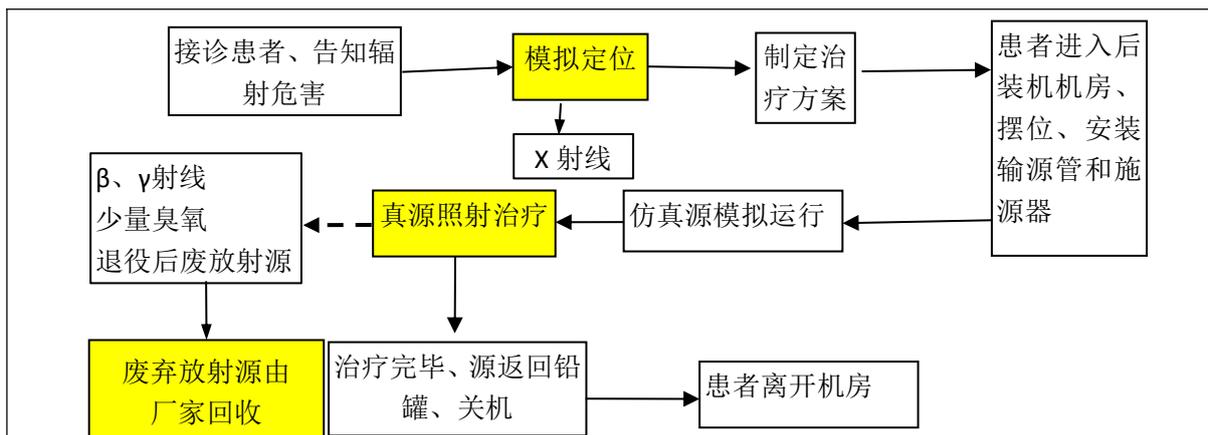


图 9-2 后装机治疗工艺流程及产污环节图

(5) 医护人员和病人路径分析

医护人员路径：从控制室通过后装机机房防护门经迷路进入后装机机房，指导病人摆位、安装输源管和施源器后沿原路返回控制室。

病人路径：从候诊区通过后装机机房防护门经迷路进入后装机机房接受治疗，治疗完成后离开后装机机房。

医护人员和病人路径图见附图 5。

(6) 污染因子

主要污染因子为 β 射线、 γ 射线及治疗过程中产生的少量臭氧和退役后的废放射源。根据医院实际治疗情况，医院购买的后装治疗设备首次导源由厂家负责，后期源的购买由医院申购，向四川省生态环境厅提交《放射性同位素转让审批表》，购买后，委托有资质的厂家派专业技术人员更换放射源，退役后的废放射源由有资质厂家进行回收处理，废放射源不在医院内暂存。

污染源项描述

一、施工期及设备调试安装

1、辐射污染源项

本项目施工期没有辐射污染源项，在安装调试期间，后装机内放射源产生的 β 、 γ 射线。

2、非放环境影响因子

施工期非放环境影响因子主要是为废气、废水、噪声和固体废物。

二、运行期

1、电离辐射

放射源产生的 β 、 γ 射线，会对周围环境造成一定程度的辐射影响。

2、废气

后装机所用放射源 γ 射线与空气中的氧气相互作用产生少量氮氧化物(NO_x)和臭氧(O_3)，相比之下臭氧的产额高，臭氧危害性较氮氧化物大，氮氧化物的影响可忽略。

3、固体废物

辐射工作人员产生少量生活垃圾及办公垃圾。

在放射源使用一定时间后，放射源衰变至其活度不能满足放射治疗需要时，将更换放射源，从而产生退役的废放射源。

4、废水

工作人员和患者产生的生活污水。

5、噪声

本项目噪声源主要为风机和空调产生的噪声。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

本项目位于泸州市人民医院沙茜院区地下负 1 层肿瘤科。在评价范围内，肿瘤科北侧约 45~50m 为门诊楼配电间；西北侧约 14~42m 自西向东依次为医技楼排风机房、前室、电梯井、电梯大厅、排风机房；西侧紧邻直线加速器机房；西南侧约 35~46m 为综合楼电梯井、合用前室、电梯厅；南侧约 35~47m 为住院楼送排风机房；东南侧约 13~27m 为医患通道、楼梯、电梯；东侧约 15~20m 为综合楼送排风机房。医院地下负一层平面布局图见附图 3。

在沙茜院区肿瘤科，后装机机房北侧紧邻车辆通道；后装机机房西侧紧邻直线加速器机房及水冷机房和直线加速器控制室；南侧紧邻控制室，约 12~16m 自西向东依次为模拟定位机房、模拟定位机房控制室、热疗室、后装机准备间、铅模室、更衣室、计划室、卫生间等；东侧紧邻候诊大厅。肿瘤科平面布局图见附图 4。

本项目各辐射工作场所设有专用的候诊区域，就诊通道，医生用房独立成区，医院总图布置时已考虑了项目特点和周围环境对本项目可能存在的影响，使科室内病人能够就近诊疗，这样既方便了诊疗，又使辐射工作场所相对集中，以便于医院对医用射线装置和放射源的集中统一管理。

综上，本项目总平面布置是合理的。

2、辐射工作场所两区划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范和管理工作，项目应当按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求有专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区。放射性工作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标识；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图 8 进行了标识。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

科室名称	控制区	监督区
肿瘤科	后装机机房（含迷道）	后装机机房控制室、铅门与后装机机房控制室之间的区域

二、后装机的安全与防护

1、后装机机房实体防护

表 10-2 后装机机房实体防护设施表

场所名称	辐射防护设计情况
后装机机房	后装机机房西侧“L”型迷道内墙、南侧、东侧、北侧外墙均厚 1100mm，西侧墙体厚 1600mm（与原有直线加速器机房迷道外墙共用），顶部厚 600mm；防护门为 8mm 铅当量单扇电动推拉门。

2、通风系统

后装机机房排风系统拟采用风机排风，设计通风量为 2039m³/h。后装机机房进风管道在机房铅门上方穿墙进入后装机机房；后装机机房和加速器机房排风管道在直线加速器机房西侧一起进入排风井，然后经通风井最终引至综合大楼楼顶进行排放。后装机机房内通排风采用“上送风、下排风”的方式，通排风管道均采用镀锌钢管道。

3、辐射防护措施

（1）除墙体和防护门外，具有以下辐射防护措施：

①隔室操作：本项目后装机控制室与机房之间以墙体和过道隔开，机房内拟安装电视监控、对讲装置，控制室能通过电视监控观察机房内患者治疗的情况，并通过对讲机与机房内患者沟通。机房内墙体交叉口、迷道口处拟安装监控装置，确保机房内监控全覆盖。

②后装机机房门上拟设工作状态显示的指示灯，辐射工作场所有电离辐射警示标志；拟在机房门上张贴电离辐射警示标志；配备停电或意外中断照射时声光报警。

③施源器与放射源联锁：施源器连接好后，才能出源治疗。

④拟设门源连锁，出源时后装机机房门关闭，源回到贮存位后才能开启，但可从后装机机房内开启；拟配备后装源专用贮存柜；实行双人双锁，配备防盗门窗。

⑤控制台上拟设放射源位置显示装置，并与治疗机上显示同步；控制台设紧急停止照射按钮；控制台上设防止工作人员操作的锁定开关；设置仿真源模拟运行系统。

⑥后装机机房拟配备电视监控对讲装置；后装机机房内拟设置固定式剂量监测仪。

⑦后装机机房内拟设置紧急回源开关、放射源返回储源器的应急开关、管道遇堵自动回源装置、手动回源装置、停电或意外中断照射时自动回源装置等。

⑧个人防护：辐射工作人员每人佩戴个人剂量计和预定剂量率阈值自动报警仪。

⑨后装机由生产厂家进行质保维修，医院设备科人员仅对后装机进行日常维护。

(2) 后装机固有安全措施

本项目铱-192 后装机贮源装置拟设置铅屏蔽体，铅屏蔽体外为特制的防护钢壳，不易损坏。机器本身设有如下安全保护措施：

①内置检测器验证源每次进出的完整性：采用固定治疗方式驱动装置、步进治疗方式驱动装置，在控制源辫的运动中，同时备有闭环检测的轴编码器监控工作电机的运动状态，另设置通道检测光电编码器、出源检测光电开关、源辫到位碰撞开关，通过后装治疗控制程序的控制，保证源每次进出的完整性。

②导管未被正确连接时，放射源不能送出：在正式治疗前，系统通过通道检测光电编码器、施源器导管接头检测光电开关，检查各放射源导管的连接情况，未按治疗参数文件要求连接施源器导管时，放射源不能送出。

(3) 放射源的贮存及处理

放射源的贮存：放射源在非使用期间贮存在后装治疗机储源容器内，储源器位于后装治疗机房内。同时在后装治疗机房内配置 1 个备用应急贮源罐，用于非正常状况下放射源的贮存。

后装机机房不得存放易燃、易爆物品，配备专门的灭火器材。一旦发生火灾，应优先对放射源进行灭火并抢离火灾现场，防止放射源屏蔽体破坏，防止放射源失控。

放射源的实体保卫：后装治疗机房的防护门应具有防盗功能，并实施“双人双锁”管理。在后装治疗机房的防护门外的适当位置安装实时摄像装置，由医院保安人员 24h 视频监控以防放射源被盗。

换源、倒源：由放射源生产厂家或有相应辐射安全资质单位负责。放射源生产厂家派专车、专业技术人员将新的放射源运到现场。在后装治疗机房内将储源器内的废旧放射源倒出并装入新的放射源。换源应通过专用换源导管，以免误操作造成卡源。换源、倒源过程中应加强放射源的安全保卫工作。

废旧放射源处理：由放射源生产厂家负责。放射源生产厂家的专业技术员在后装治疗机房内将储源器内的废旧放射源倒出之后，装入铅罐并运回，按废旧源处理规定进行相应处理；若放射源生产厂家无法回收废源，则应联系有收贮废旧放射源辐射安全许可证的单位现场收贮。

三、其他辐射安全与防护措施

1、源项控制

本项目后装机购置于正规厂家，储源装置本身设置了 26mm 的铅屏蔽层，储源装置周围剂量不会超过《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》（GBZ121-2017）规定的限值。

2、距离防护

辐射工作场所将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

3、时间防护

在满足诊疗要求的前提下，在每次使用辐射装置进行诊疗之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的治疗方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

四、辐射安全防护设施对照分析

综上所述辐射安全防护分析及措施，医院需对下表所列设施进行配置：

表 10-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	应具备条件	落实情况	是否满足要求
装置安全设施	防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带	满足
	施源器与源联锁	设备自带	满足
	管道遇堵自动回源	设备自带	满足
	仿真源模拟运行系统	设备自带	满足

	主机外表电离辐射警示标志	设备自带	满足
	控制台显示放射源位置	设备自带	满足
	控制台紧急停止照射按钮	设备自带	满足
	停电或意外中断照射时自动回源装置	设备自带	满足
	手动回源装置	设备自带	满足
	铅防护门、防盗门	已设计	满足
	¹⁹² Ir 源专用贮存柜	设备自带	满足
	通风系统	已设计	满足
应急、连锁	放射源返回储源器的应急开关	已设计	机房内拟设应急按钮，高度 1.2m
	机房门与源连锁	已设计	满足
	紧急开门按钮	已设计	迷道出口处的铅门内侧墙上，按钮高度 1.2m
警示装置	停电或意外中断照射时声光报警	已设计	满足
	机房电视监控对讲装置	已设计	保证机房全覆盖
	电离辐射警示标志和工作状态指示灯	已设计	满足
监测设备	便携式辐射监测仪	共用	满足
	后装机机房内固定式剂量监测仪	计划配备	满足
	个人剂量报警仪	计划配备	满足
	个人剂量计	计划配备	满足
防护器材	火灾报警仪	计划配备	满足
	灭火器材	计划配备	满足

五、环保设施及投资分析

本项目总投资 XX 万元，其中环保投资 XX 万元，占总投资约 XX%。具体环保设施及投资见下表。

表 10-4 环保设施及投资一览表

项目	应具备条件	数量	投资（万元）
装置安全设施	防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带	/
	施源器与源连锁	设备自带	/
	管道遇堵自动回源	设备自带	/
	仿真源模拟运行系统	设备自带	/
	主机外表电离辐射警示标志	设备自带	/
	控制台显示放射源位置	设备自带	/
	控制台紧急停止照射按钮	设备自带	/
	停电或意外中断照射时自动回源装置	设备自带	/
	手动回源装置	设备自带	/
	防护墙体、后装机机房迷道、铅防护门、防盗门	各 1 套	XX
¹⁹² Ir 源专用贮存柜	设备自带	/	

	通风系统	1套	XX
应急、连锁	放射源返回储源器的应急开关	1套	XX
	门与源连锁	1套	XX
	紧急开门按钮	1套	XX
警示装置	停电或意外中断照射时声光报警	1套	XX
	后装机机房电视监控对讲装置	1套	XX
	电离辐射警示标志和工作状态指示灯	1套	XX
监测设备	便携式辐射监测仪	共用	XX
	后装机机房内固定式剂量监测仪	1套	XX
	个人剂量报警仪	6个	XX
	个人剂量计	6套	XX
防护器材	火灾报警仪	1套	XX
	灭火器材	1套	XX
	合计	/	XX

今后在实践中，医院应根据辐射防护和管理要求，结合自身实际情况对环保设施做相应补充完善，使之更能满足实际和相关管理要求。

三废治理

1、废气治理

后装机机房排风系统均采用排风机排风，进风管道在机房铅门上方穿墙进入机房；装机机房和加速器机房排风管道在直线加速器机房西侧一起进入排风井，然后经通风井最终引至综合楼楼顶排放。后装机机房内通排风采用“上送风、下排风”的方式，通排风管道均采用镀锌钢管道。

2、废水治理

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。生活废水依托医院污水处理设施处理达标后排入市政污水管网，经泸州市城南污水处理厂处理达标后排放。

3、固体废物处置

本项目辐射工作人员会产生少量的生活垃圾及办公垃圾由环卫部门统一定期清运。¹⁹²Ir放射源半衰期为74.2d，使用一定时间后，其活度不能满足放射治疗需要时需要更换放射源，退役源应及时交由放射源生产厂家回收处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目所在的肿瘤科土建工程属于大楼主体建设内容之一，其施工期环境影响包含在《泸州市人民医院全科医生培训基地及后勤服务综合楼建设项目环境影响报告书》中，批复文号为川环审批[2013]762号。目前，后装机机房已与大楼建设同步施工完成，肿瘤科后装机机房仅需进行简单装修，设备安装、管线敷设和铅防护门及其他辐射防护设施的安装，施工期将产生少量扬尘、噪声、生活污水及固体废物。对于施工期将产生扬尘、噪声、生活污水及固体废物，提出了以下施工要求：

1、施工期的大气污染防治对策措施

严格落实大气污染防治措施。施工期，通过加强施工管理，落实“六不准”、“六必须”规定等措施，减少施工扬尘对周围环境影响；装修阶段采用绿色环保装修材料，防治装修废气影响。

2、施工期的噪声污染防治对策措施

严格落实噪声污染防治措施。施工期，通过合理布局，合理安排施工时间，优化运输路线，文明施工及选用低噪声设备等措施，减轻施工噪声对周围环境的影响。

3、施工期地表水污染防治措施

严格落实水污染防治措施。生活废水依托医院已建污水处理设施处理达标后排入市政污水管网，经污水处理厂处理达标后排放。

4、施工期固体废物处置及管理

严格落实固体废物防治措施。建筑固废、弃渣、弃土分类利用，不可回收部分及时清运至建筑垃圾填埋场；生活垃圾由环卫部门统一收集处理。

医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各项环保措施，采取有效措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

5、设备安装调试阶段工艺分析

本项目项目在安装调试阶段会产生 γ 射线。在设备安装过程中，现场会有少量的废包装材料产生。设备的安装、调试应由专业辐射工作人员进行。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，严格实行辐射“两区”划分及管理，合理设置电离辐射警告标志与安全信息公示牌，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进

入监督区，防止辐射事故发生。

营运阶段对环境的影响

一、后装机的辐射环境影响分析

1、后装机机房屏蔽体厚度校核

^{192}Ir 放射源虽有 β 、 γ 两种辐射，但 β 射线在空气中的射程较短，经放射源的内包鞘和治疗机的相关屏蔽防护设施屏蔽后，在环境辐射方面已无影响，故本次环评中重点分析 ^{192}Ir 产生的 γ 射线的环境影响问题。

后装机为一铸钢容器，内填充金属钨和贫化铀以及铅作防护材料，使源在容器内时其泄漏辐射符合国家标准要求。根据后装 γ 源近距离治疗卫生防护标准（GBZ121-2017），后装治疗机贮源器内装载允许最大活度时，距离贮源器表面 5cm 处的任何位置，泄漏辐射的空气比释动能率不得大于 $50\mu\text{Gy/h}$ ，距离贮源器 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 $5\mu\text{Gy/h}$ 。由此可见，当放射源处于贮存状态时，机体的漏射线经过屏蔽墙的屏蔽作用后，对机房外的人员几乎没有影响，因此本次评价不考虑后装机非工作状态下对机房外其他人员的影响，对于后装机治疗项目的评价分析如下：

（1）后装机关注点设立及剂量率参考水平

表 11-1 后装机机房外主要关注点布置

位置编号	位置	照射途径	备注
A	西面屏蔽墙外 0.3m（走道）	初级辐射	公众
B	南侧屏蔽墙外 0.3m（加速器机房）	初级辐射	公众
C	东侧面屏蔽墙外 0.3m（控制室）	初级辐射	公众
D	北面屏蔽墙外 0.3m	初级辐射	职业
G	防护门外 0.3m（走道）	散射辐射	公众
E	屋顶上 0.3m（地面）	初级辐射	公众

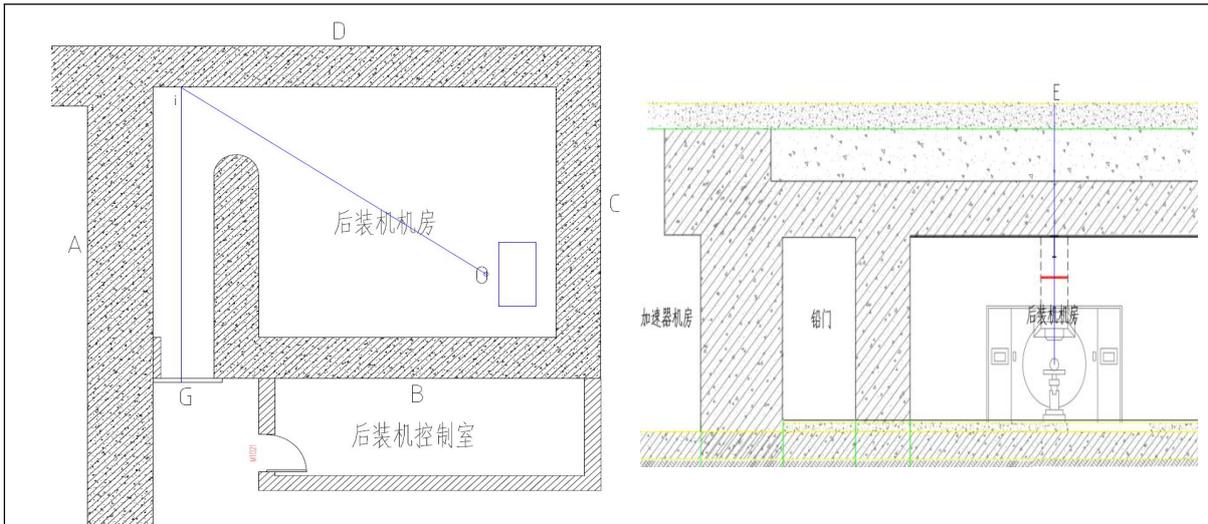


图 11-1 后装机关注点位示意图

参考《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)，机房外各关注点的剂量率参考控制水平 H_c 由以下方法确定：

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，求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ ：

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots \text{(式 11-1)}$$

式中： $H_{c,d}$ —导出剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

H_c —周剂量参考控制水平；本报告提出剂量管理约束值为职业人员 $5\text{mSv}/\text{a}$ 、公众 $0.1\text{mSv}/\text{a}$ ，年工作 50 周，则职业人员 $H_c=100\mu\text{Sv}/\text{周}$ 、公众 $H_c=2\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

U —关注位置方向照射的使用因子；本项目取 1；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

t —周治疗照射时间，h；根据医院提供的资料，后装机预估年有效出束时间最长约 100.0h，年工作 50 周，则周治疗照射时间 $t=2.0\text{h}$ ；

②关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ ：人员居留因子 $T \geq 1/2$ 的场所， $H_{c,max} \leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；人员居留因子 $T < 1/2$ 的场所， $H_{c,max} \leq 10\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

为确保辐射安全，本次评价各关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ 均取 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

③取①、②中较小者作为关注的剂量率参考控制水平 (H_c)。由此确定的各关注点的剂量率参考控制水平和主要考虑的辐射束见下表。

表 11-2 机房外各关注点剂量率参考控制水平和主要考虑的辐射束

关注点	居留因子	剂量率参考控制水平 (H _c) μSv/h		
		H _{c, d}	H _{c, max}	H _c
A	1/4	4.0	2.5	2.5
B	1	50.0	2.5	2.5
C	1/4	4.0	2.5	2.5
D	1/4	4.0	2.5	2.5
G	1/4	4.0	2.5	2.5
E	1/4	4.0	2.5	2.5

(2)、屏蔽体厚度校核

①后装机机房周围屏蔽体厚度校核

根据《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)，采用什值层计算屏蔽厚度，计算公式如下：

$$X = X_e \cdot \cos \theta \dots\dots\dots(\text{式 11-2})$$

$$X_e = TVL \cdot \lg B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \dots\dots\dots(\text{式 11-3})$$

$$B_1 = \frac{\dot{H}_c}{\dot{H}_0} \times \frac{R^2}{f} \dots\dots\dots(\text{式 11-4})$$

$$H_0 = A \times K_\gamma \dots\dots\dots(\text{式 11-5})$$

式中：X—屏蔽物质的屏蔽厚度，mm；

X_e—射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度，mm；

θ—斜射角，即入射线与物质平面的法线夹角；

TVL₁—辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度，mm；

TVL—辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度，mm；当未指明时 TVL₁ 时，TVL₁=TVL；查 GBZ/T201.3-2014 的附录 C 表 C.1，对于 ¹⁹²Ir 放射源，在混凝土中的 TVL=152mm；

B₁—屏蔽物质的屏蔽透射因子；

H_c—剂量率参考控制水平，μSv/h；

R—辐射源至关注点的距离，m；

f—对有用线束为 1；

H₀—放射源在距其 1m 处的剂量率，μSv/h；

A—放射源的活度，MBq；本项目 ^{192}Ir 取初始活度 $3.7 \times 10^5 \text{MBq}$ ；

K_γ —放射源的空气比释动能率常数， $\mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$ ；查 GBZ/T201.3-2014 的附录 C 表 C.1， ^{192}Ir 的空气比释动能率常数取 $0.111 \mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$ 。

根据上述公式，机房墙体屏蔽厚度核算结果如下：

表 11-3 机房墙体屏蔽厚度核算

关注点	点位描述	距离放射源距离 (m)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	透射因子 (B_1)	理论计算厚度 (mm)	设计厚度 (mm)	核算结果
A	西侧墙体	9.7	2.5	5.7×10^{-3}	188	内墙1100+ 外墙1600	满足要求
B	南侧墙体	2.4	2.5	3.5×10^{-4}	167	1100	满足要求
C	东侧墙体	2.9	2.5	5.1×10^{-4}	348	1100	满足要求
D	北侧墙体	6.5	2.5	2.6×10^{-3}	108	1100	满足要求
E	机房顶部	4.6	2.5	1.3×10^{-3}	287	600	满足要求

根据计算结果，本项目后装机四周墙体和机房顶部的设计厚度能满足屏蔽防护要求。

②铅防护门厚度校核（机房入口）

根据 GBZ/T201.3-2014，机房入口处的散射辐射剂量率 $\dot{H}_{\text{散}}$ 采用下式计算：

$$\dot{H}_{\text{散}} = \frac{A \cdot K_\gamma \cdot S_w \cdot a_w}{R_1^2 \cdot R_2^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-6)}$$

式中： S_w —迷路内口墙的散射面积，其为辐射源和机房入口共同可视见的墙区面积， m^2 ；

a_w —散射体的散射因子；

R_1 —散射源至散射体中心点的距离，8.8m；

R_2 —散射体中心点至计算点的距离，7.8m。

经计算，机房入口处 g 点的散射辐射剂量率 $\dot{H}_{\text{散}}$ 为 $3.1 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

在给定迷道内墙屏蔽物质的厚度为 1100mm 时，可按下列公式计算屏蔽体外关注点 g 的漏射剂量率 $\dot{H}_{\text{漏}}$ 。

$$X_e = X \cdot \sec\theta \dots\dots\dots(\text{式 11-7})$$

$$B_2 = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \dots\dots\dots(\text{式 11-8})$$

$$\dot{H}_{\text{漏}} = \frac{H_0 \cdot f}{R_3^2} \cdot B \dots\dots\dots(\text{式 11-9})$$

式中：R₃—放射源距离关注点的距离，取 7.6m；

其余同上。

经计算，机房入口处 g 点的漏射辐射剂量率 $\dot{H}_{\text{漏}}$ 为 $2.3 \times 10^{-5} \text{uSv/h}$ ；

防护门需要的屏蔽因子 B₃，可以根据公式 11-10，结合公式 11-3 进行计算：

$$B_3 = \frac{H_c - \dot{H}_{\text{漏}}}{\dot{H}_{\text{散}}} \dots\dots\dots(\text{式 11-10})$$

经计算，铅门需要的屏蔽因子 B₃=0.806，入口处 45° 散射辐射平均能量按照 0.37MeV，铅的 TVL 取值为 16mm，则防护门铅厚度 X=TVL·lgB₃⁻¹=1.5mm，机房防护铅门实际设计值为 8mm 铅当量，故满足屏蔽要求。

根据计算结果，本项目后装机防护门的设计厚度能满足屏蔽防护要求。

小结：经过对机房屏蔽校核，后装机机房墙体厚度、迷道厚度、顶部厚度和防护门厚度均满足要求。

2、后装机对周围职业人员和公众的影响

①后装机未出源状态下给病患摆位时对医务人员的影响

在进行治疗前，医务人员将病患推入后装机室，并在机房内做治疗前的准备，在后装治机房内停留时间为 20min，此时后装机处于非工作状态，放射源处于贮源位置，医务人员一般距放射源 1m 左右的位置。

后装机为一铸钢容器，内填充金属钨和贫化铀以及铅作防护材料，使源在其贮源容器内时泄漏辐射符合国家标准要求。根据《后装γ源近距离治疗放射防护要求》

（GBZ121-2017）中“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 5cm 处的任何位置，因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 50μSv/h；距离贮源器表面 100cm 处的球面上，任何一点因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 5μSv/h。”医院每年约 100 人次接受后装治疗，则估算出医务人员在做治疗前的摆位过程中接受的年有效剂量为 **0.167mSv**。

②后装机出源状态下机房屏蔽体外辐射剂量估算

当放射源处于贮存状态时，贮源器泄漏辐射经过贮源器及机房墙体、防护门等屏蔽体的屏蔽后，对机房外的人员几乎没有影响，因此本次评价主要考虑后装机出源状态下对机房外的辐射影响。

根据 GBZ/T201.3-2014，在给定屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式：

$$\dot{H} = \frac{H_0 \cdot f}{R^2} \cdot B_4 \dots\dots\dots(\text{式 11-11})$$

$$B_4 = 10^{-(X_e + TVL - TVL_i)/TVL} \dots\dots\dots(\text{式 11-12})$$

$$X_e = X \cdot \sec\theta \dots\dots\dots(\text{式 11-13})$$

式中各符号含义同前。

根据 GBZ/T201.3-2014，在给定防护门的铅屏蔽厚度时，防护门外的辐射剂量率计算公式：

$$\dot{H}_{\text{门}} = H_g \cdot 10^{-(X/TVL)} + H_{\text{og}} \dots\dots\dots(\text{式 11-14})$$

式中： H_g —入口处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_{og} —泄露辐射在 g 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-4 后装机机房外关注点处剂量估算表

位置	关注点位	距放射源距离(m)	屏蔽体厚(mm)	f	透射因子B	屏蔽体外关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年出束时间 (h)	年剂量 (mSv/a)	备注
机房墙体外	A	9.7	内墙1100+ 外墙1600	1	3.3×10^{-19}	1.4×10^{-16}	1/4	100	3.6×10^{-18}	公众
	B	2.4	1100	1	1.4×10^{-17}	9.7×10^{-14}	1	100	9.7×10^{-15}	职业
	C	2.9	1100	1	1.1×10^{-8}	5.4×10^{-5}	1/4	100	1.4×10^{-6}	公众
	D	6.5	1100	1	1.4×10^{-17}	1.3×10^{-14}	1/4	100	3.3×10^{-16}	公众
	E	4.6	600	1	2.2×10^{-5}	4.2×10^{-2}	1/4	100	1.1×10^{-3}	公众

位置	关注点位	散射面积 (S _w)	散射因子 (a _w)	门内散射剂量率 (μSv/h)	门内漏射剂量率 (μSv/h)	屏蔽体外关注点剂量率 (μSv/h)	居留因子	年出束时间 (h)	年剂量 (mSv/a)	备注
防护门外	g	10.5	3.39×10 ⁻²	3.1	2.3×10 ⁻⁵	9.8×10 ⁻¹	1/4	100	2.5×10 ⁻²	公众

通过后装机机房的实体防护后，照射类型为职业人员的年剂量最大为 $9.7 \times 10^{-15} \text{mSv}$ ，照射类型为公众的年剂量最大为 $2.5 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，分别低于 5.0mSv 和 0.1mSv 的剂量约束值。

由于职业人员要受到摆位和后装治疗过程中电离辐射影响，职业人员在治疗前的摆位过程中受到的年有效剂量为 0.167mSv，则职业人员最大年剂量为 0.167mSv/a，低于 5.0mSv 的剂量约束值。

3、保护目标辐射影响综合分析

因本项目机房西侧紧邻直线加速器机房，辐射工作人员同时受到直线加速器运行时的 X 射线贡献辐射剂量的叠加，根据《泸州市人民医院新增医用直线加速器核技术利用项目环境影响报告表》“防护门外 G 点最大年有效剂量为 0.33uSv/h，最大年有效剂量为 0.033mSv/h；D 点最大剂量率为 $1.26 \times 10^{-6} \text{uSv/h}$ ，最大年有效剂量为 $1.26 \times 10^{-7} \text{mSv/h}$ ；E 点最大剂量率为 $1.8 \times 10^{-2} \text{uSv/h}$ ，年最大剂量为 $1.8 \times 10^{-3} \text{mSv/h}$ ；顶部 H 点最大剂量率为 $5.0 \times 10^{-3} \text{uSv/h}$ ，年最大剂量为 $1.25 \times 10^{-4} \text{mSv/h}$ ”。肿瘤科后装机操作人员和周围公众同时受 10MV 直线加速器和后装机的影响，具体情况如下表所示。

表 11-5 项目保护目标辐射影响综合分析

位置	保护目标	居留因子	照射类型	项目	估算年剂量 (mSv/a)
后装机控制室	职业人员	1	职业照射	后装机贡献值 (含摆位)	1.67×10^{-1}
				直线加速器贡献值	1.26×10^{-7}
				评价值	1.67×10^{-1}
后装机铅防护门门口 (迷道入口处)	公众人员	1/4	公众照射	后装机贡献值	2.5×10^{-2}
				直线加速器贡献值	1.26×10^{-7}
				评价值	2.5×10^{-2}
候诊区域	公众	1/4	公众照射	后装机贡献值	1.4×10^{-6}
				直线加速器贡献值	1.26×10^{-7}
				评价值	1.53×10^{-6}

北侧车辆通道	公众	1/4	公众照射	后装机贡献值	3.3×10^{-16}
				直线加速器贡献值	1.8×10^{-3}
				评价值	1.8×10^{-3}
直线加速器迷道内墙	公众	1/4	公众照射	后装机贡献值	3.6×10^{-18}
				评价值	3.6×10^{-18}
直线加速器防护门门外	公众	1/4	公众照射	后装机贡献值	2.5×10^{-2}
				直线加速器贡献值	3.3×10^{-2}
				评价值	5.8×10^{-2}
肿瘤科直线加速器和后装机正上方地面	公众	1/4	公众照射	后装机贡献值	1.1×10^{-3}
				直线加速器贡献值	1.25×10^{-4}
				评价值	1.23×10^{-3}

由上表可知，后装机周围保护目标为职业人员的所受最大剂量为 0.167mSv/a，保护目标为公众的所受最大剂量为 5.8×10^{-2} mSv/a，分别低于 5.0mSv/a 和 0.1mSv/a 的评价约束值，远低于 20mSv 和 1mSv 的剂量限值。

二、后装机运行时臭氧的产生和治理

后装机机房内空气中的氧受 γ 射线电离而产生臭氧，假设机房为密闭，则臭氧产生率按下式计算：

$$Q_0 = 6.2 \times 10^{-3} AGV^{1/3} \dots\dots\dots \text{式 (11-15)}$$

式中：

Q—臭氧产生率，mg/h；

A—放射源活度，0.37TBq；

G—空气吸收 γ 射线能量产生臭氧分子数，对 γ 源取 10；

V—机房空间体积，254.6m³；

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = Q_0 \times T_v / V \dots\dots\dots \text{式 (11-16)}$$

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \dots\dots\dots \text{式 (11-17)}$$

式中：

C—室内臭氧浓度，mg/m³；

Q₀—臭氧产额 mg/h；

T_v —臭气有效清除时间，h；

V —机房空间体积， 254.6m^3 ；

t_v —每次换气时间，根据建设单位提供资料，后装机机房排风量为 $2039\text{m}^3/\text{h}$ ，则每次换气时间为 0.125h ；

t_a —臭氧分解时间，取值为 0.83h 。

由公式 11-15、11-16、11-17 计算，臭氧产额为 $0.145\text{mg}/\text{h}$ ，最终计算出的后装机机房内臭氧浓度为 $5.1\times 10^{-5}\text{mg}/\text{m}^3$ ，远低于工作场所空气中 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 的臭氧最大允许浓度。本项目产生的臭氧采用换气系统排入环境大气后，经自然分解和稀释，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（ $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ ）限值要求。

医院拟在后装机机房安装通排风系统，后装机机房排风管道由机房北侧引出，在直线加速器机房西侧进入排风井，然后经通风井最终引至综合楼楼顶排放。后装机机房内通排风采用“上送风、下排风”的方式，通排风管道均采用镀锌钢管道。

三、 ^{192}Ir 放射源的管理及废源处置

后装机所使用的 ^{192}Ir 放射源在不进行治疗时贮存于后装机机房内的后装机圆柱形铅贮源器中，有良好的外屏蔽设施。

^{192}Ir 放射源半衰期为 74.2d ，使用一定时间后，其活度不能满足放射治疗需要时，需要更换放射源，退役源应及时交由生产厂家回收处理，不得储存。更换放射源时，须向生态环境主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请更换放射源。换源时，须委托有相应资质能力的单位进行处理，不得自行操作。

四、其他环境影响

1、声环境影响分析

本项目主要为风机和空调产生的噪声，所有设备选用低噪声设备，噪声源强均低于 $65\text{dB}(\text{A})$ ，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后经距离衰减，运行期间厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

2、水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。生活废水依托医院污水处理设施处理达标后排入市政污水管网，经污水处理厂处理达标后排放。

3、固体废物影响分析

本项目辐射工作人员会产生少量的生活垃圾及办公垃圾由环卫部门统一定期清运。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

1、后装机可能发生的事故

后装机中含有放射源 ^{192}Ir ，按其出厂活度划分，均属于 III 类放射源管理， ^{192}Ir 会释放 β 和 γ 射线等危害因素，如无正当防护也会造成放射性事故，最大可能发生的事故如下：

- ①放射源丢失、被盗；
- ②人员在后装机机房误照射事故；
- ③卡源。治疗过程中出现卡源情况，源体无法复位至屏蔽状态，造成病人受到过量照射，引发辐射事故。

三、源项分析及事故等级分析

后装机中含有放射源 ^{192}Ir ，其属于 III 类放射源，会产生 β 和 γ 射线以及臭氧。臭氧经通风设施换气、稀释，对大气环境基本无影响； β 射线在空气中的射程较短，经放射源的内包鞘和后装机的相关设施屏蔽后，在环境辐射方面已无影响；故在后装机可能发生的风险事故中，其风险因子主要为 γ 射线。

按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的环境风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-6 中。

表 11-6 项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

名称	环境风险因子	潜在危害	事故等级
----	--------	------	------

后装机	γ射线	后装机失控导致人员受超年剂量限值的照射。	一般辐射事故
		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。	较大辐射事故

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系（表 11-7）：

表 11-7 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

四、后果计算

1、后装机事故的后果计算

（1）放射源丢失、被盗

根据表11-6，III类放射源丢失、被盗、失控，为较大辐射事故。

（2）人员在后装机机房误照射事故

表 11-7 后装机事故状态下不同时间、距离处有效剂量情况表（mSv）

时间(min) 距离 (m)	1	4	10	30
0.5	2.74	11.0	27.4	822
1	0.69	2.74	6.9	206
2	0.17	0.69	1.7	51.4
5	0.03	0.11	0.3	8.22

在假设事故情况下，人员误入被较长时间照射，其有效剂量将超过人员年剂量限值（20mSv），为一般辐射事故。

（3）卡源

自动回源功能装置失效，维修人员进入后装机机房内采取手动回源措施，结合表 11-6，其有效剂量将超过人员年剂量限值（20mSv），为一般辐射事故。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

1、后装机的事故与应对措施

①放射源丢失、被盗，且放射源屏蔽体可能被人为破坏，放射源对人员造成近距离照射。一定时间内，可能导致人员急性重度放射病、局部器官残疾甚至死亡。

应对措施：医院应该采取各种行之有效的措施，防止被盗或者丢失。特别是定期对放射源要进行核实，确保其处于指定位置，对放射源实行 24 小时监控。

②人员受误照射。治疗过程中人员误入或滞留于机房，造成有关人员被误照射，引发辐射事故。

应对措施：工作人员遵守相关操作规程，治疗过程中任何人员不得进入机房。每次开机治疗前必须确认所有人员全部撤出机房。一旦发生辐射事故，必须马上停机收源，对受照人员进行身体检查，确定是否有伤害，以便采取相应救护措施。

③卡源。治疗过程中出现卡源情况，源体无法复位至屏蔽状态，造成病人受到过量照射，引发辐射事故。

若出现卡堵源情况，首先迅速将病人撤出机房，医院关闭后装机机房，专业技术人员到来前不得开启，同时派专人职守，防止无关人员进入事故现场，及时联系生产厂家或指定维修单位进行处理。专业技术人员排除事故时，应配备铅衣、铅手套、铅眼镜等防护措施和必要的剂量监测设备，并严格控制与放射源近距离操作的时间。

后装机使用的 ^{192}Ir 放射源为 III 类放射源，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门，生态环境主管部门接到辐射事故报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，控制并消除事故影响，同时将辐射事故信息报告本级人民政府和上级人民政府生态环境主管部门。县级以上地方人民政府及其有关部门接到辐射事故报告后，应当按照事故分级报告的规定及时将辐射事故信息报告上级人民政府及其有关部门。

3、事故综合防范应对措施

医院在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，避免

各辐射工作场所出现人员滞留事故发生；定期检查各辐射工作场所的门机联锁等辐射安全环保设施是否有效，同时应当加强控制区和监督区的管理，避免人员误入事故的发生。

当事故发生时应当立即启动事故应急程序，对于可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

- ①建立安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。
- ②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。
- ③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。
- ④制定医院事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。



表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构

一、辐射安全防护领导小组

泸州市人民医院于 2020 年 12 月调整了辐射安全防护领导小组管理文件（泸市人医[2020]165 号），明确了管理小组和管理部门职责，其职责包括：

- ①组织制定并落实辐射安全防护管理制度，负责对各项制度及规范进行具体实施和监督，负责统筹协调辐射安全防护的日常管理；
- ② 制定放射事件应急预案并组织演练，负责在放射应急事件中进行统一指挥和应急决策；
- ③记录本机构发生的放射事件并及时报告卫生行政部门、公安部门和环保部门；
- ④定期组织对放疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、检测和检查；
- ⑤组织放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查。

管理文件中，还规定了相关成员科室的管理职责和具体分工和具体管理方案。因此，本评价认为，医院管理机构完善，有领导负责，具体责任分工具有可行性。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

（1）辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①人员配置

本项目辐射工作人员配置情况：本项目拟配备辐射工作人员8名，项目投运后，根据承担治疗人数实际情况逐步增加。

②核素操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

③本项目辐射工作人员均已参加培训和学习，医院应组织其他辐射工作人员在网上参加辐射安全与防护培训学习，网址为：<http://fushe.mee.gov.cn>。

④医院应定期委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量进行检测，且应建立辐射工作人员个人剂量档案管理。

（2）辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强

①对放射性同位素、放射源、医用射线装置，应加强操作人员对其安全操作的培

训。

②建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗，需确保在有效期内。

③个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

辐射安全管理规章制度

一、档案管理分类

医院应将相关资料进行分类归档妥善放置，包括以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”、“废物处置记录”。

二、辐射安全管理规章制度

根据医院实际情况，医院辐射安全管理规章制度落实情况见下表。

表 12-1 本项目辐射管理制度汇总对照分析表

序号	制度名称	备注
1	辐射防护安全责任制度	需根据新增项目完善，应包含但不限于“三废”管理制度、后装治疗中受检者、陪护人员的防护规定
2	辐射工作人员岗位职责	需根据新增项目完善，需悬挂于辐射工作场所墙上
3	辐射工作场所安全管理要求	需根据新增项目完善，需悬挂于辐射工作场所墙上
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	需根据新增项目完善
5	放射源与射线装置台账管理制度	需根据新增项目完善
6	场所分区管理规定	需根据新增项目完善，应包含但不限于人流、物流图，患者管理规定
7	放射源管理规定	需根据新增项目完善，应包含但不限于换源程序及要求
8	定期剂量检测和剂量仪的校准制度	需根据新增项目完善
9	辐射工作人员培训计划	需根据新增项目完善，内容应至少包括参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核的要求及频次
10	辐射工作设备操作规程	需根据新增项目完善，挂于辐射工作场所墙上，应包含射线装置的操作规程和去污操作规程
11	辐射工作人员个人剂量管理制度	需根据新增项目完善
12	辐射事故处理、应急处置规章制度	需根据新增项目完善，预案中“辐射事故应急响应程序”应悬挂于辐射工作场所墙上
13	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需根据新增项目完善，监测方案参考本章辐射监测

		内容
14	质量保证大纲和质量控制检测计划	需根据新增项目完善,内容应至少包括受检者非照射部位所采取的辐射防护措施

根据原四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》要求,《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促,认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性,字体醒目,尺寸大小应不小于400mm×600mm。

医院应根据规章制度内容认真组织实施,并且应根据国家发布新的相关法规内容,结合医院实际及时对各项规章制度补充修改,使之更能符合实际需要。

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施,通过辐射剂量监测得到的数据,可以分析判断和估计电离辐射水平,防止人员受到过量的照射。根据实际情况,需建立辐射剂量监测制度,包括工作场所监测和个人剂量监测。

1、工作场所监测

年度监测:委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测,监测周期为1次/年;年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

2、个人监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测,每名辐射工作人员需佩戴个人剂量片,监测周期为1次/季。

(1)当单个季度个人剂量超过1.25mSv时,建设单位要对该辐射工作人员进行干预,要进一步调查明确原因,并由当事人在情况调查报告上签字确认;当全年个人剂量超过5mSv时,建设单位需进行原因调查,并最终形成正式调查报告,经本人签字确认后,上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

(2)个人剂量检测报告(连续四个季度)应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

(3)根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019),就本项目而言,辐射主要来自前方,剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置,一般左胸前;对于工作中穿戴铅衣(如放射科操作)的情况,通常应根据佩带在铅衣里面躯干上的剂量计估算

工作人员的实际有效剂量，当受照剂量可能超过调查水平时（如介入操作），则还需要在铅衣外面衣领上另外佩戴一个剂量计，以估算人体未被屏蔽部分的剂量。

（4）辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。医院应当将个人剂量档案保存终身。

（5）佩戴

剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；如穿铅衣，应佩戴在铅衣内。

3、医院自我监测

医院定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

4、监测内容和要求

（1）监测内容：X、 γ 射线。

（2）监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-2）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立监测数据台账。

表 12-2 本项目监测布点方案表

场所或设备	监测内容	监测布点位置
后装机	γ 射线	墙体四周外侧、操作人员操作位、防护门外、机房正上方区域

（3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境

（4）监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度。

此外，医院需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

5、年度监测报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <http://rr.mee.gov.cn>)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

辐射事故应急

1、事故应急预案内容

为了应对放射诊疗中的事故和突发事件，医院应制订辐射事故应急预案，应包含以下内容。

(1) 应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

(2) 应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话。

(3) 应急人员的培训；

(4) 环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容；

(5) 辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话；

(6) 发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地县级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健等主管部门报告。

2、应急措施

发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门，生态环境主管部门接到辐射事故报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，控制并消除事故影响，同时将辐射事故信息报告本级人民政府和上级人民政府生态环境主管部门。

3、其他要求

(1) 辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

(2) 在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

(3) 医院应完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新增三维后装放射治疗系统项目

建设单位：泸州市人民医院

建设性质：新建

建设地点：泸州市江阳区酒谷大道二段 316 号泸州市人民医院沙茜院区综合楼负一楼

本次具体建设内容及规模为：医院拟在沙茜院区肿瘤科负 1 层预留后装机机房内新增使用 1 台后装机，在后装机内使用 ^{192}Ir 放射源 1 枚，装源活度为 $3.7\times 10^{11}\text{Bq}$ （属 III 类放射源），后装机年出源治疗时间约 100h。

二、本项目产业政策符合性分析

本项目系核和辐射技术用于医学领域，属高新技术。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 月 1 日施行）的相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目选址于泸州市江阳区酒谷大道二段 316 号泸州市人民医院沙茜院区综合楼负一楼，泸州市人民医院（沙茜院区）用地性质为医疗卫生用地。医院将肿瘤科医用射线装置和本项目使用的放射性核素集中布置在地下负一层，拟建的辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求。参照国际惯例，医院选址于城镇规划范围内是合理的。本评价认为其选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据监测报告，项目所在地的 γ 辐射空气吸收剂量率背景值属于正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

1、施工期环境影响分析

本项目在泸州市人民医院沙茜院区内进行建设。“泸州市人民医院全科医生培训基地及后勤服务综合楼建设项目”已经做了非放环评，并取得了批复（川环审批[2013]762号）。医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各项环保措施，采取有效措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

2、营运期环境影响分析

（1）辐射环境影响分析

后装机工作职业人员最大年剂量为 0.167mSv/a ，公众最大年剂量为 $5.8\times 10^{-2}\text{mSv}$ ，分别低于 5.0mSv 和 0.1mSv 的剂量约束值，远低于 20mSv 和 1mSv 的剂量限值。后装机机房墙体厚度、迷道厚度、顶部厚度和防护门厚度均满足要求。

本项目后装机机房的臭氧产额为 0.145mg/h ，后装机机房内臭氧平衡浓度为 $5.1\times 10^{-5}\text{mg/m}^3$ ，满足标准要求。

^{192}Ir 放射源使用一定时间后，其活度不能满足放射治疗需要时，退役源应及时交由生产厂家回收处理，不得储存。

（2）其他环境影响

①声环境影响分析

本项目所用风机、水冷机房水泵和空调产生的噪声，所有设备选用低噪声设备，通过建筑墙体隔声及距离衰减后经距离衰减，运行期间厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

②水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。生活废水依托医院污水处理设施处理达标后排入市政污水管网，经污水处理厂处理达标后排放。

③固体废物影响分析

本项目辐射工作人员会产生少量的生活垃圾及办公垃圾由环卫部门统一定期清运。

六、事故风险与防范

医院制订的辐射事故应急预案和安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻落实，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、环保设施与保护目标

本项目设计和拟配备环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的所有保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、医院辐射安全管理的综合能力

医院严格落实本报告提出的相关管理要求和环保设施及措施后，具备辐射安全管理的综合能力。

九、环境影响评价报告信息公开

在本项目环境影响报告表送审前，建设单位泸州市人民医院网站上进行了公示，截至报告送审前，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

十、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，从环境保护和辐射防护角度分析，本项目在泸州市人民医院沙茜院区综合楼负一楼建设是可行的。

十一、项目竣工验收检查内容

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和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》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表开展验收。建设项目正式投产运行前，建设单位应组织专家完成自主环保验收。本工程环保验收一览表见表13-1。

表 13-1 项目环保验收检查一览表

装置安全设施	防止非工作人员操作的锁定开关	1套
	施源器与源联锁	1套
	管道遇堵自动回源	1套
	仿真源模拟运行系统	1套
	主机外表电离辐射警示标志	1套
	控制台显示放射源位置	1套
	控制台紧急停止照射按钮	1套

	停电或意外中断照射时自动回源装置	1 套
	手动回源装置	1 套
	防护墙体、后装机机房迷道、铅防护门、防盗门	1 套
	¹⁹² Ir 源专用贮存柜	1 套
	通风系统	1 套
应急、连锁	放射源返回储源器的应急开关	1 套
	门与源连锁	1 套
	紧急开门按钮	1 套
警示装置	停电或意外中断照射时声光报警	1 套
	后装机机房电视监控对讲装置	1 套
	电离辐射警示标志和工作状态指示灯	1 套
监测设备	便携式辐射监测仪	共用
	后装机机房内固定式剂量监测仪	1 套
	个人剂量报警仪	6 个
	个人剂量计	6 套
防护器材	火灾报警仪	1 套
	灭火器材	1 套

建议和承诺

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制，严格落实。

2、每年要对射线装置使用情况进行年度评估，每年 1 月 31 日前将评估结果报送省生态环境厅和当地生态环境主管部门，安全和防护状况年度评估报告要按照《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》固定的格式进行编制；并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

3、医院在申请辐射安全许可证变更前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对相关信息进行修改。

4、本次环评仅对本项目工作场所进行评价，日后如有变化，应另作环境影响评价。

5、射线装置在报废处置时，应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。

6、根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十七条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，

编制验收报告。

(2) 建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

(3) 除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

7、根据环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）规定：

(1) 建设单位可登陆环境保护部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhbz/bzwb/other>）。

(2) 项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。

(3) 本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

(4) 除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收；②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；③验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205/#/pub-message>）中备案，且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。