

编号：HDPT-2023-HP0001

核技术利用建设项目

西安交通大学第二附属医院

后装治疗机核技术利用项目环境影响报告表

西安交通大学第二附属医院

2023年3月

生态环境部监制



统一社会信用代码

91610132MA6WGUHC23

营业执照

(副本)(1-1)

扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息



名称 陕西华大普泰检测技术有限公司

注册资本 伍佰万元人民币

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

成立日期 2019年03月07日

法定代表人 袁翠琴

营业期限 长期

经营范围 一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广。(除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活)许可项目：放射卫生技术服务。(依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准)

住所 西安经济技术开发区凤城八路180号长和国际F座21904室



登记机关



目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	26
表 3 非密封放射性物质.....	26
表 4 射线装置.....	27
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	28
表 6 评价依据.....	29
表 7 保护目标与评价标准.....	31
表 8 环境质量和辐射现状.....	37
表 9 项目工程分析与源项.....	43
表 10 辐射安全与防护.....	48
表 11 环境影响分析.....	61
表 12 辐射安全管理.....	77
表 13 结论与建议.....	88
表 14 审批.....	91
附件.....	92

表 1 项目基本情况

建设项目名称		西安交通大学第二附属医院后装治疗机核技术利用项目				
建设单位		西安交通大学第二附属医院				
法人代表	李宗芳	联系人	魏凯	联系电话	18192086738	
注册地址		西安市新城区西五路 157 号				
项目建设地点		西安市新城区西五路 157 号 西安交通大学第二附属医院肿瘤病院放疗部一层				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		1000	项目环保投资 (万元)	70	投资比例(环保 投资/总投资)	7%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	50m 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	/			
	射线 装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
	其他	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
<p>1.1、建设单位简介</p> <p>西安交通大学第二附属医院(西北医院)、西安交通大学第二临床医学院是国家教育部、国家卫健委直管的集医疗、教学、科研、康复及预防保健为一体的大型综合性医院，国家三级甲等医院。</p> <p>医院现开放病床2580张，年门急诊量220余万人次，年收住各类病人近11万人次。现有3858余名教职工，拥有近600名副高级以上专业技术职称专家，50余名享受国家特殊津贴的专家教授及各类科技人才；200余名专家分别担任全国和省市级医学专业学会的主任委员、副主任委员或常委、委员等职务。</p> <p>医院现设有53个临床医技科室、6个专科病院、17个学科系、2个教研室以及创新港科</p>						

研平台医学人工智能研究院、精准医疗研究院，加快建设国家区域医疗中心，拥有数量众多的国家重点学科和国家临床重点专科，其中泌尿外科、皮肤病专业为国家教育部重点学科；骨外科、消化内科、临床专科护理、地方病科（地方性骨病、心肌病）、麻醉科、皮肤科、呼吸内科、耳鼻咽喉头颈外科、急诊科、中医科、血液内科、小儿外科为国家临床重点专科；小儿外科、肿瘤病院、心血管病院、神经病院为国家重大疾病多学科合作诊疗能力建设项目；中医科被卫生部、国家中医药管理局、总后卫生部评为全国综合医院中医药工作示范单位；骨外科、普通外科、呼吸内科、耳鼻咽喉科、血液内科被陕西省卫健委评为陕西省医学重点学科；皮肤病院、消化内科、眼科、泌尿外科、麻醉科被陕西省卫健委评为陕西省优势医疗专科；中医肾病学科被陕西省中医药管理局评为陕西省中医重点学科；心血管内科、产科、新生儿科、肝胆外科、小儿外科、神经内科、泌尿外科为陕西省临床重点建设专科。心血管内科、神经内科、肾病内科、内分泌科、神经外科、胸外科、心外科、妇产科、感染科、医学康复科、重症医学科和干部保健等学科在相关领域的研究和诊治方面均形成了各自突出的优势，在西北及陕西省医学界中具有重要影响和学术地位，在广大人民群众中也享有极高的认可度和良好的口碑。

医院临床医学教育现下设17个学科系和1个教研室，博士、硕士学位临床医学所有学科全面覆盖。现为国家级“临床技能实验教学示范中心”、全国“住院医师规范化培训基地”、“专科医师规范化培训制度试点基地”，陕西省“研究生示范性联合培养基地”。

医院现为教育部临床技能实验教学示范中心建设单位。设有17个临床学科系和1个教研室，承担着博士后、博士、硕士、本科生、留学生多个层次的教学培养任务和陕西省全科医师培训及各专业国家继续教育项目。培养的上万名高级医学人才遍布全国各地及世界。承担国家卫生部高等医药院校统编教材编修任务，获得数十项国家、省部级教学成果奖和现代教育技术成果奖。

为了满足人民群众不断增长的就医需求，突破医院物理空间受限的瓶颈，医院提出以院本部为中心，“压旧扩新”、优质医疗资源向周边辐射扩展的发展战略，清晰绘制出“一院四区”（多区）蓝图框架：“一院”即地处西五路的主院区，“四区”即大明宫院区、秦汉新城院区、临潼渭北院区、宝鸡蟠龙院区。大明宫院区已于2019年4月全面开诊，实现了主院区各个专业的同质拓展。其他园区建设进展有序。

1.2、任务由来

放疗中心现有两间加速器机房和一间大口径CT机房，预留有一间后装机机房。建设单

位于2012年委托陕西中圣环境科技有限公司对后装机机房进行了环境影响评价工作（《新增射线装置和放射性同位素核技术应用项目环境影响报告表》），并于2014年2月19日取得环评批复（陕环批复[2014]第100号）。因后装机面积不满足要求，项目未实施建设。后建设单位又拟将机房进行改造，建设单位于2019年4月委托中辐环境科技有限公司对该后装机房核技术利用建设项目进行了环境影响评价，并于2021年2月23日取得批复（陕环批复[2021]33号）。

由于机房拟改造方案对机房结构改动较大，医院取得批复后尚未开始动工改造。现因国家标准《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的出台，取消对后装机房面积的具体要求；且根据辐射防护最优化原则，经综合考虑，医院拟不再对原机房主体工程进行改造，只对局部屏蔽防护措施和平面布局进行优化和改造，根据《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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律的规定，应当重新组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境保护主管部门审批。

本项目中使用一枚¹⁹²Ir密封源，初始活度为 3.7×10^{11} Bq（10Ci），属于III类密封放射源，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号），本项目含“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用II类、III类放射源的”，环境影响评价文件类别应为环境影响报告表。

因此，建设单位于2022年11月25日委托陕西华大普泰检测技术有限公司（以下简称“评价单位”），开展《西安交通大学第二附属医院后装治疗机核技术利用项目》（简称“本项目”）的环境影响评价工作。接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集等工作，并结合项目特点，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）等规定要求编制完成本项目环境影响评价报告表。

1.3、评价目的

（1）通过对建设单位现有核技术利用项目的工作场所以及周边环境进行监测、调查，查明是否存在辐射环境问题。

（2）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射影响减少到“可合理达到的尽量低水平”

（3）通过对本项目后装治疗机辐射环境影响进行理论估算，确定其对周边环境的影响

范围、影响程度，分析拟采取辐射防护措施的有效性，并提出合理的意见与建议。

(4) 满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定，为生态环境部门和建设单位的辐射环境保护管理提供科学依据。

1.4、产业政策符合性分析

按照《产业结构调整指导目录(2019年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号修改，2020年1月1日起施行，2021年12月30日修订)：“第一类鼓励类”中的“十三、医药”中的“5、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”之规定，本项目后装治疗机属于鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.5、实践正当性评价

后装治疗从传统的妇科领域扩展到能对人体各部位多肿瘤的治疗，尤其是鼻咽、支气管、肺癌、食道癌、直肠、膀胱、前列腺、乳癌、胰腺、脑部等，治疗技术涉及到腔管、腔内、组织间，插入和贴敷，术中等多种施治技术。后装照射可使病灶区获得很高的剂量而又很好地保护周围正常组织，医务人员通过遥控操作，减少了工作人员不必要的受照。后装治疗应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。医院在放射诊断和放射治疗过程中，对放射源的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对放射源的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理放射源的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“4.3 辐射防护要求”，“4.3.1 实践的正当性 4.3.1.1 对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。”因此本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危险，故本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)中“实践的正当性”的要求。

1.6、本项目建设规模

1.6.1、项目主要内容

本项目建设内容为拟将医院放疗中心一楼原规划预留的后装机机房进行改造，同时新增1台后装治疗机，使用¹⁹²Ir密封源1枚，放射源初装最大活度为 3.7×10^{11} Bq（10Ci）。

此次环评内容情况见表1.6-1。

(1)放射源

表1.6-1 此次环评密封源一览表详细参数一览表

核素名称	使用场所	初始放射性活度（Bq）	活动种类和范围
¹⁹² Ir	放疗中心一楼后装机房	3.7×10^{11}	使用III类放射源

备注：当¹⁹²Ir放射源活度衰变至不能满足使用需求时须更换放射源，放射源更换及回收处置均由设备供应商负责；本项目内容不包括放射源安装、更换，以及退役¹⁹²Ir放射源暂存和回收处置。

(2) 机房改造

机房主体改造：本项目拟利用放疗科预留后装机房改建，机房南墙外侧增加200cm混凝土，房顶和西北角外凸出西侧墙体增加300cm混凝土；对机房内强、弱电气部分进行更新。

配套工程：重新建造控制室、准备间、候诊区、卫生间、清洗间及更衣间等辅助房间，原南侧CT定位室及CT定位控制室利旧。

公用工程：供配电、给水、排水系统依托于放疗中心原有设施。

环保工程：对排风工程重新设计施工，医疗废物依托于放疗中心原有设施。

(3) 项目投资：本项目拟投资建设项目总投资1000（万元），其中主要投资为采购设备花费和机房改造花费，项目环保投资70（万元），占总投资7%。

(4) 工作负荷：根据建设单位提供的资料（见附件6），医院后装治疗全年最多2000人次，每周治疗患者数最多40人次，每名患者的平均摆位时间约为2分钟，每名患者治疗时间（真源出源时间）不超过15分钟，则周治疗最大照射时间为10h，年治疗照射时间为500h。

(5) 劳动定员情况

建设项目后装治疗拟沿用原放疗科的7名放射工作人员，其中包括医师3人，技师1人，维修人员1人，物理师2人，详见表1.6-2。

表1.6-2 本项目辐射工作人员一览表

序号	姓名	性别	体检日期	体检结果	培训日期	证号	岗位
1	潘继元	男	20210909	适宜	2018122021	41830042G	技师

2	王亚利	女	20210909	适宜	2018122021	41830045G	医师
3	许 琨	男	20220907	适宜	2018122021	41830046G	工程师
4	李 毅	男	20210908	适宜	2018122021	41830052G	物理师
5	任宏涛	男	20210909	适宜	2018122021	41830057G	医师
6	李 芳	女	20210908	适宜	2018122021	41830060G	物理师
7	杨彭涛	男	20210908	适宜	2018122021	31823035G	医师

1.6.2、项目地理位置及周围环境概况

(1) 本项目位于西安交通大学第二附属医院本部，东经108.946534°，北纬34.272637°。地理位置详见图1.6-1



图 1.6-1 医院地理位置图

该医院位于西安市新城西五路157号，建设单位四邻关系见图1.6-2，其东侧为西五路109号院（距离本项目约180米），南侧为西五路，南侧隔路为西安交通大学第二附属医院的家属区，建设单位西侧为西安市中心医院（隔路），北侧为后宰门路，隔路为西安第八十九中学（距离本项目约107米）和西安汇知中学（距离本项目约110米）。医院四邻关系

图详见图1.6-2。



图 1.6-2 医院四邻关系图

(2) 本项目周围环境概况

医院的放疗中心位于西安交大二附院门诊楼的北侧，本项目位于肿瘤医院放疗部楼一层原规划预留的后装机机房（共2层，无地下室），其北面为院内路、放疗科、润佳快捷酒店，西侧为加速器机房、控制室、院内路、营养餐厅、西二楼、广场、西一楼，南侧为准备室、CT定位控制室、CT定位室、过道、门诊综合楼、停车场和肝病门诊，机房东侧为新建的辅助用房（控制室、卫生间、清洗间、更衣室）、室外通道；后装治疗室楼上为库房。

后装机房周边关系详见图1.6-3。



图1.6-3 后装机房周边关系图

后装机房现状平面图及周边关系图详见图1.6-4。

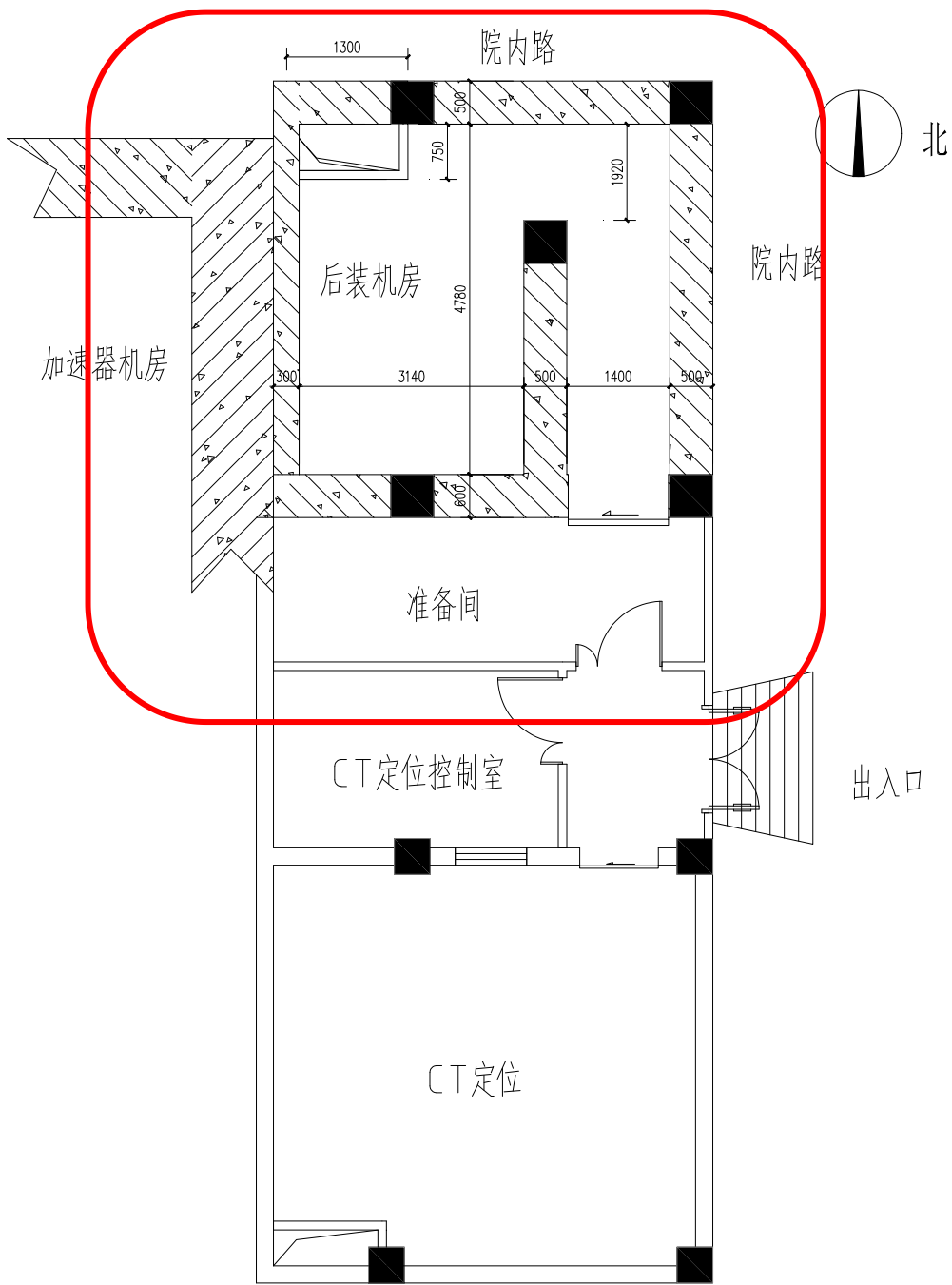


图1.6-4后装机房现状平面图及周边关系图。

拟建后装机房及辅助用房设计平面图1.6-5。

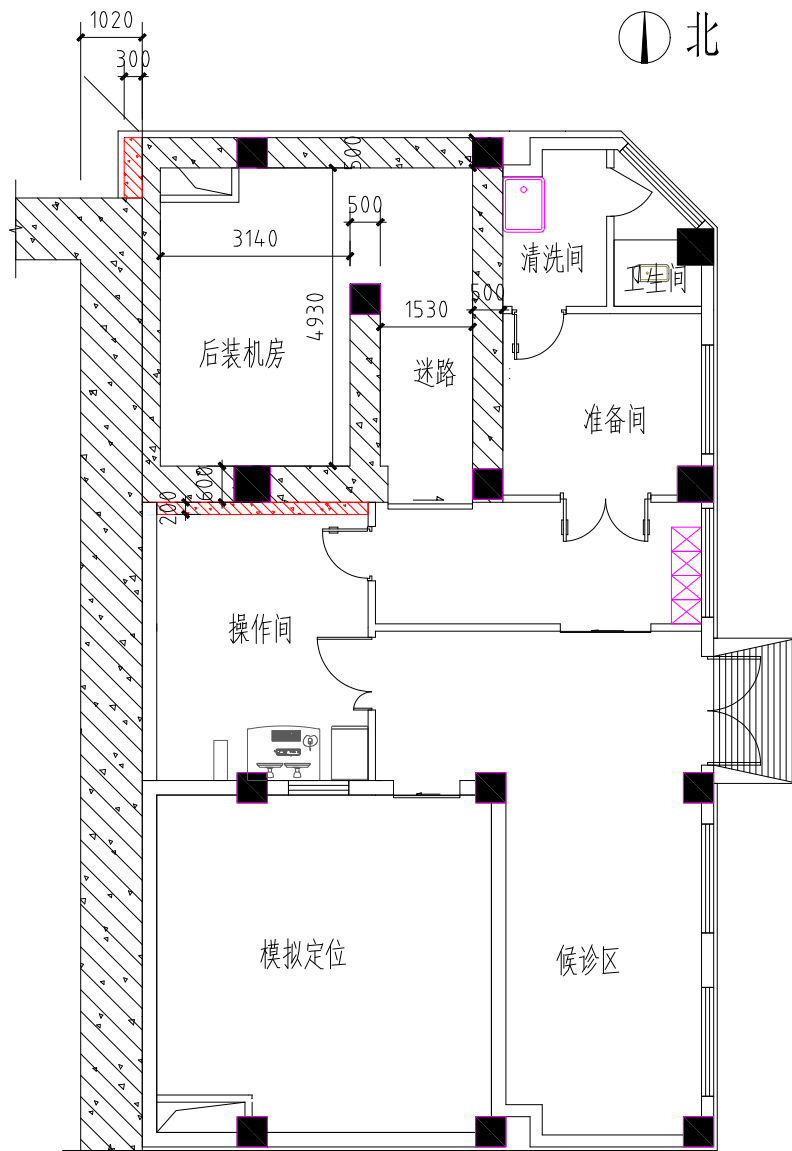


图1.6-5 拟建后装机房及辅助用房设计平面图

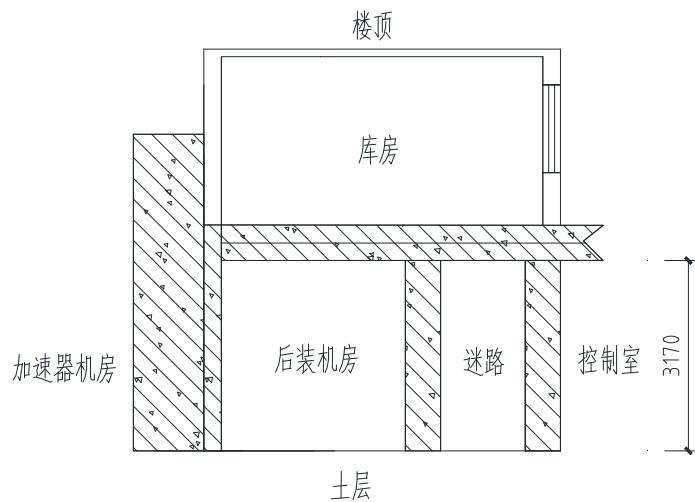


图1.6-6 拟建后装机房及辅助用房剖面图

拟建后装机房治疗室南北长4.78m, 东西宽3.14m, 迷路南北长5.38m, 东西宽1.40m, 治疗室面积为14.0m²。

1.6.3、项目选址合理性

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》HJ 1198—2021第5.1.1条“放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响, 不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。第5.1.2条“放射治疗场所宜单独选址、集中建设, 或设置在多层建筑物的底层的一端, 尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域, 或人员流动性大的商业活动区域。”

建设单位放疗部楼共2层, 无地下室。一层为2间加速器机房、1间CT定位机房、预留的1间后装机房及候诊区等相关辅助用房, 二层候诊区上方为模具室, 计算机室和杂物间, 后装机房楼上为库房, 均为放疗部的功能用房。建设项目后装机房为预留后装机房改建, 位于放疗部一层东北侧, 为建筑物底层的一端, 楼上和周边无儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域, 无人员流动性大的商业活动区域。综上所述, 项目的选址符合《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)的要求。

1.7、现有核技术利用项目情况

1.7.1、现有核技术利用项目许可情况

医院已于2022年9月13重新取得了由陕西省生态环境厅核发的辐射安全许可证, 证书编号: 陕环辐证[00125], 许可种类和范围为: 使用V类放射源; 使用II类、III类射线装置; 使用非密封放射性物质, 乙级、丙级非密封放射性物质工作场所, 有效期至2026年11月29日。辐射安全许可证核准的种类和范围见表1.7-2。

表1.7-2 已许可的放射源、非密封放射性物质和射线装置使用情况

(一)放射源					
序号	核素	类别	总活度(Bq)/活度(Bq)×枚数	活动种类	
1	⁹⁰ Sr	V类	2.0×10 ⁸ Bq×2	使用	
2	⁹⁰ Sr	V类	3.0×10 ⁸ Bq×1	使用	
3	²² Na	V类	3.7×10 ⁵ ×6	使用	
4	²² Na	V类	1.48×10 ⁷ ×1	使用	
(二)非密封放射性物质					
序号	核素	最大操作(用)量(Bq)	工作场所	场所等级	活动种类

		日等效	年最大用量			
1	^{99m} Tc	7.4×10^7	1.85×10^{13}	西门诊住院楼负一层核医学科	乙级	使用
2	⁸⁹ Sr	5.92×10^7	1.776×10^{11}	西门诊住院楼负一层核医学科	乙级	使用
3	¹⁵³ Sm	7.4×10^8	2.22×10^{12}	西门诊住院楼负一层核医学科	乙级	使用
4	²²³ Ra	8.0×10^7	6.4×10^9	西门诊住院楼负一层核医学科	乙级	使用
5	³² P	3.7×10^7	1.85×10^{10}	西门诊住院楼负一层核医学科	乙级	使用
6	⁹⁹ Mo(^{99m} Tc)	7.4×10^7	1.85×10^{13}	西门诊住院楼负一层核医学科	乙级	使用
7	¹³¹ I	2.775×10^8	7.86×10^{11}	西门诊住院楼负一层核医学科	乙级	使用
8	¹²⁵ I(籽源)	1.11×10^8	3.33×10^{12}	西门诊住院楼负一层核医学科	乙级	使用
9	⁶⁸ Ge(⁶⁸ Ga)	7.4×10^5	5.55×10^8	西门诊住院楼负一层核医学科	丙级	使用
10	⁶⁸ Ga	7.4×10^6	5.55×10^9	西门诊住院楼负一层核医学科	丙级	使用
14	¹⁸ F	7.4×10^6	1.85×10^{12}	西门诊住院楼负一层核医学科	丙级	使用

(三)射线装置

序号	装置名称	规格型号	工作场所	类别	数量	活动种类
1	直线加速器	21EX	放疗中心	II类	1	使用
2	DSA	Artis zee	神内科：西二楼	II类	1	报废
3	DSA	Innova 4100 IQ	影像中心：西二楼	II类	1	使用
4	小C臂机	OEC One	麻醉手术室	III类	1	使用
5	数字胃肠机	SONIALVISION	影像中心	III类	1	使用
6	DR	AXIOM Aristos VXPIUS	影像中心	III类	1	使用

7	DR	NOVA FA-C	影像中心	Ⅲ类	1	使用
8	乳腺机	Solonia Dimensions	影像中心	Ⅲ类	1	使用
9	10MV加速器	TRILOGY	放疗中心	Ⅲ类	1	使用
10	CT模拟定位	SOMATOM Definition AS	放疗中心	Ⅲ类	1	使用
11	DSA	Innova IGS530	大明宫院区四层手术部：第四手术室	Ⅱ类	1	使用
12	DSA	Innova IGS520	大明宫院区四层手术部：第三手术室	Ⅱ类	1	使用
13	256排CT	Revolution	大明宫院区三层影像科：CT检查室	Ⅲ类	1	使用
14	DR	Ysio Max	大明宫院区三层影像科：DR检查室	Ⅲ类	1	使用
15	DR	NeuVision360	大明宫院区体检科：三层X线检查室	Ⅲ类	1	使用
16	骨密度仪	PRIMUS	大明宫院区体检科：四层骨密度机房	Ⅲ类	1	使用
17	移动DR	NeuVision 550M Plus	大明宫院区三层影像科	Ⅲ类	1	使用
18	中C型臂机	OEC 9900 Elite	干部病房楼二楼	Ⅲ类	1	使用
19	小C臂机	Vario 3D	麻醉手术室	Ⅲ类	1	使用
20	G型臂机	DigiArc100AC	麻醉手术室	Ⅲ类	1	使用
21	牙片机	Intro Os70	综合楼三楼	Ⅲ类	1	使用
22	双源CT	SOMATOM Definition Flash	影像中心	Ⅲ类	1	使用
23	碎石机	HB-ESWL-VG	综合楼九楼	Ⅲ类	1	使用
24	骨密度仪	MEDIX90	综合楼十楼	Ⅲ类	1	使用
25	DSA	InnovaIGS5	大明宫院区四层手术部：导管室1	Ⅱ类	1	使用
26	DSA	InnovaIGS5	大明宫院区四层手	Ⅱ类	1	使用

			术部：导管室2			
27	32排CT	ANATON 64preccision	大明宫院区三层影像科	Ⅲ类	1	使用
28	移动DR	UDR 370i	影像中心：本部病房	Ⅲ类	1	使用
29	移动DR	UDR 370i	影像中心：本部病房	Ⅲ类	1	使用
30	车载CT	UCR 5280i	影像中心	Ⅲ类	1	使用
31	CT	SOMATOM Force 型	影像中心	Ⅲ类	1	使用
32	PET/CT	Vereos PET/CT	西门诊住院楼负一层核医学科	Ⅲ类	1	使用
33	SPECT/CT	INFINIA	西门诊住院楼负一层核医学科	Ⅲ类	1	使用
34	DSA	Artis Q biplanc	神内科：西二层介入室	Ⅲ类	1	使用

1.7.2、核技术利用现状及相关手续履行情况

2008年11月，建设单位委托陕西椿源辐射咨询服务有限公司对建设单位拟购的1枚¹⁹²Ir放射源、3枚在用⁹⁰Sr-⁹⁰Y敷贴器，核医学科使用的7种开放性同位素（^{99m}Tc、¹³¹I、⁸⁹Sr、¹⁵³Sm、³²P、¹²⁵I、³H），拟购4台射线装置、在用射线装置（3台Ⅱ类装置：1台15MV直线加速器，2台DSA；14台Ⅲ类射线装置）进行环评，编制了《核技术应用项目环境影响报告表》，2009年1月20日该项目取得原陕西省环境保护厅环评批复（陕环批复[2009]26号）。由于建设单位未使用¹⁹²Ir放射源、核医学科未使用放射性同位素³H，部分Ⅲ类射线装置已进行报废处理或采购同类型新设备对旧设备进行更换，2012年9月，陕西省辐射环境监督管理站对建设单位现有3枚⁹⁰Sr-⁹⁰Y敷贴器、核医学科使用6种放射性同位素（^{99m}Tc、¹³¹I、⁸⁹Sr、¹⁵³Sm、³²P、¹²⁵I）、11台射线装置（Ⅱ类2台、Ⅲ类9台）工作场所进行了竣工环境保护验收监测，并出具了竣工环境保护验收监测报告（陕辐环验字[2012]44号）；2013年10月31日，该项目通过原陕西省环保厅组织的竣工环境保护验收，取得竣工验收批复（陕环批复[2013]556号）。

2012年，建设单位核医学科拟新增使用放射性同位素¹⁸F，并增加^{99m}Tc、¹³¹I、⁸⁹Sr、¹⁵³Sm、³²P、¹²⁵I、³H放射性同位素使用量，新增1台21EX型电子加速器、1枚¹⁹²Ir放射源、1台ArtisZeeFloor型血管造影机、1台Simulix-Evolution模拟定位机。同年4月，建设单位委

托陕西中圣环境科技发展有限公司编制《新增射线装置和放射性同位素核技术应用项目环境影响报告表》，2014年2月19日，该项目通过原陕西省环保厅审批，取得环评批复(陕环批复[2014]100号)。

2014年11月，建设单位拟对西一楼的Alura3000型血管造影机(II类射线装置)搬迁至西二楼二层心血管内科，并新增4台III类射线装置(1台OEC9900EliteC型臂、1台Radnext50A8DR机、1台SOMATOMDefinitionFlashCT、1台MedilinkMeDIX90骨密度仪)，为此，委托陕西中圣环境科技发展有限公司对该项目进行了环评，编制了《新增射线装置核技术利用项目环境影响报告表》。2015年1月6日，该项目取得原陕西省环保厅环评批复(陕环批复[2015]11号)；同年8月~9月，陕西省辐射环境监督管理站对上述两个项目的部分内容(未使用放射性同位素³H、¹⁹²Ir放射源，未搬迁Alura3000型血管造影机，未新增Simulix-Evolution模拟定位机、未新增MedilinkMeDIX90骨密度仪)进行了竣工环境保护验收监测，出具了竣工环境验收监测报告(陕辐环验字[2015]045号、陕辐环验字[2015]50号)。2016年1月4日，原陕西省环保厅通过上述两个项目的竣工环境保护验收，取得验收批复(陕环批复[2016]3号)。

2017年1月23日，建设单位对新增1台SOMATOMDefinitionAS型CT模拟定位机进行备案登记，备案文号为：201761010200000011，2017年9月4日取得了《陕西省环境保护厅关于西安交通大学第二附属建设单位10MeV直线加速器核技术利用项目环境影响报告表的批复》(陕环批复〔2017〕435号)，2018年4月17日，SOMATOMDefinitionAS型CT模拟定位机和10MeV直线加速器完成竣工环境保护自主验收工作。2017年9月28日取得了《陕西省环境保护厅关于西安交通大学第二附属建设单位大明宫院区新增射线装置项目环境影响报告表的批复》(陕环批复〔2017〕493号)，在大明宫院区新增4台II类、6台III类射线装置，2019年6月15日，完成2台DSA、2台DR、1台CT、1台骨密度射线装置的竣工环境保护自主验收工作，2020年12月26日，完成2台DSA射线装置的竣工环境保护自主验收工作。

2018年5月28日，建设单位对核医学科新增¹²⁵I粒子源治疗进行备案登记，备案文号为：201861010200000511，2019年6月10日，建设单位对在大明宫院区新增1台移动DR进行备案登记，备案文号为：201961010200000133，2020年5月27日，建设单位对在门诊综合楼新增2台移动式C型臂X射线机进行备案登记，备案文号为：202061010200000116。

2019年，建设单位根据发展需要，在门诊住院楼负一层新建核医学科，2019年1月11日建设单位委托核工业二〇三研究所对新建核医学科进行了环境影响评价，2019年5月25日取得了《陕西省生态环境厅关于西安交通大学第二附属建设单位新建核医学科项目环境

影响报告表的批复》(陕环批复〔2019〕190号)。

根据环评报告表,新建核医学科建设内容为:2间SPECT/CT(单光子发射计算机断层成像)机房(1台为新购,1台为原核医学科搬迁),使用 ^{99m}Tc 和 ^{131}I 药物进行显像检查;1间PET/CT机房,使用放射性同位素 ^{18}F 药物开展显像检查;使用 ^{153}Sm 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I 、 ^{32}P 药物进行骨转移癌、甲亢等疾病治疗;使用 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器进行皮肤治疗;使用 ^{125}I 粒籽源,在SPECT/CT引导下,进行 ^{125}I 粒籽源植入操作。

2019年4月西安交通大学第二附属医院委托中辐环境科技有限公司对后装治疗机技术利用项目进行了环境影响评价,于2020年编写完成《西安交通大学第二附属医院新增后装治疗机核技术利用项目环境影响报告表》;并于2021年2月取得陕西省生态环境厅环评批复(陕环批复[2021]33号)。

新建核医学科取得批复并建成以后,建设单位将原有核医学科场所内的可再利用设备和设施搬迁至新的核医学科内,搬迁的SPECT/CT及新建核医学科工作场所使用的核素已于2021年11月30日取得辐射安全许可。

2021年12月,建设单位委托西安旭奥环境科技有限公司拟将位于建设单位门诊综合楼负一层的原核医学科退役。原核医学科为乙级、丙级非密封放射性物质工作场所,经批准使用3枚 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器,最大活度为 $3.0\times 10^8\text{Bq}$,属V类放射源;使用8种非密封放射性物质: ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{153}Sm 、 ^{32}P 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{18}F 、 ^3H 药物,其日等效最大操作量约为 $1.11\times 10^9\text{Bq}$ 、年用量 $1.48\times 10^{13}\text{Bq}$ 。《西安交通大学第二附属建设单位核医学科工作场所退役项目》于2022年6月15日,该项目取得陕西省生态环境厅环评批复(陕环批复[2022]35号),2022年7月2日完成竣工环境保护自主验收工作。

2022年2月,建设单位委托西安云开环境科技有限公司拟将位于建设单位有西一楼1层2间病房改造后作为介入室,并利用医院现有西一楼1层1间医护值班室改造后作为介入室相应的辅助用房。2022年8月11日取得了《西安市生态环境局关于西安交通大学医学院第二附属医院新增移动式C形臂X射线机核技术利用项目环境影响报告表的批复》(市环批复〔2022〕94号)。

2022年6月,建设单位委托西安旭奥环境科技有限公司拟将位于建设单位门诊综合楼负一层的1间CT机房改建一间DSA手术室,并重新设计相关辅助用房。2022年9月15日取得了《西安市生态环境局关于西安交通大学第二附属医院DSA核技术利用项目环境影响报告表的批复》(市环批复〔2022〕115号)。

表1.7-1 建设单位原有环保手续履行情况见。

序号	环评审批时间	环评内容	环评批复文号	竣工环保验收时间	竣工验收内容	竣工环保验收结果
1	2009年1月20日	使用1枚 ¹⁹² Ir放射源、3枚 ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y敷贴器，使用 ^{99m} Tc、 ¹³¹ I、 ⁸⁹ Sr、 ¹⁵³ Sm、 ³² P、 ¹²⁵ I、3H，7种核素，17台射线装置	陕环批复[2009]26号	2013年10月31日	使用3枚 ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y敷贴器，使用 ^{99m} Tc、 ¹³¹ I、 ⁸⁹ Sr、 ¹⁵³ Sm、 ³² P、 ¹²⁵ I，6种核素，11台射线装置(未使用 ¹⁹² Ir放射源、放射性同位素 ³ H，报废6台射线装置)	陕环批复[2013]556号
2	2014年2月19日	对 ^{99m} Tc、 ¹³¹ I、 ⁸⁹ Sr、 ¹⁵³ Sm、 ³² P、 ¹²⁵ I、3H7种核素进行增量，新增 ¹⁸ F，新增1台电子加速器、1枚 ¹⁹² Ir放射源、1台血管造影机、1台模拟定位机	陕环批复[2014]100号	2016年1月4日	对 ^{99m} Tc、 ¹³¹ I、 ⁸⁹ Sr、 ¹⁵³ Sm、 ³² P、 ¹²⁵ I，6种核素进行增量，新增 ¹⁸ F，新增1台电子加速器、1台血管造影机(未使用 ¹⁹² Ir放射源、放射性同位素 ³ H，未增加模拟定位机)	陕环批复[2016]3号
3	2015年1月6日	搬迁1台血管造影机，并新增4台III类射线装置。	陕环批复[2015]11号		新增3台III类射线装置。(未对血管造影机进行搬迁，未配备骨密度仪)	
4	2017年1月23日	新增1台CT模拟定位机	备案文号：201761010200000011	2018年4月17日	使用1台CT定位机，1台10MV电子加速器	自主验收
5	2017年9月4日	新增1台10MV电子加速器替换Varian2300CD型直线加速器	陕环批复[2017]435号			
6	2017年9月28日	在大明宫院区新增4台II类、6台III类射线装置	陕环批复[2017]493号	2019年6月15日和	使用2台DSA、2台DR、1台CT、1台骨密度	自主验收
				2020年12月26日	使用2台DSA	自主验收
				21年4月29日环境影响登记备案；备案	使用1台	

				号：202161010200000051	CT
7	2018年5月28日	核医学科新增 ¹²⁵ I粒子源治疗	备案号：201861010200000511	18年5月28日环境影响登记备案	¹²⁵ I粒子源治疗
8	2019年5月25日	西住院楼负一层新建核医学科	陕环批复[2019]190号	自主验收	
9	2019年6月10日	在大明宫院区新增1台移动DR	备案号：201961010200000133	19年6月10日环境影响登记备案	使用1台DR
10	2020年5月27日	在门诊综合楼新增2台移动式C型臂X射线机	备案号：202061010200000116	2020年5月27日环境影响登记备案	使用2台DR
11	2021年3月13日	放疗部楼新增后装治疗机核技术利用项目	陕环批复[2021]33号	未建	
12	2022年6月15日	门诊综合楼负一层的原核医学科退役	陕环批复[2022]35号	自主验收	
13	2022年8月11日	西一楼1层新增移动式C形臂X射线机核技术利用项目	(2022) 94号	已建成，正在开展竣工环境保护验收工作	
14	2022年9月15日	医院医疗综合大楼负一层扩建DSA机房核技术利用项目	(2022) 115号	尚未建成	

注：序号1、2为拟退役核医学科工作场所此前涉及的环评及验收内容。

1.7.3、现有核技术利用项目管理情况

医院遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《陕西省放射性污染防治条例》等法律、法规，配合各级生态环境保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度建立、落实以及档案管理等方面运行较好。

根据提供的资料，医院辐射安全管理现状如下：

(1) 辐射防护管理机构设置情况

医院已成立了辐射事故应急小组，以总会计师李文博为委员会主任，副院长李小鹏为委员会副主任，医学影像科、放疗科、核医学科、消化内科、骨三科、口腔科、手术室、泌尿外科、急诊科、人力资源部、国有资产与医学管理办公室保卫部等部门主任为小组成员，负责本院的辐射和放射安全防护的管理工作。辐射事故应急小组办公室设在国有资产与医学装备管理办公室，国有资产与医学装备管理主任叶泽宇兼职办公室主任，国有资产与医学装备管理副主任夏林林兼职办公室副主任。

(2) 规章制度建设及落实情况

医院已制定了一系列辐射防护管理规章制度，包括：《放射工作人员岗位职责》《辐射安全和防护知识及相关法律法规培训制度》《放射防护安全保障制度》《辐射工作场所及个人监测制度》《放射工作人员档案管理制度》《放射诊疗质量保证制度》《放射源管理规章制度》《非密封放射源安全管理制度》《辐射事故应急预案》《加速器技术人员工作职责》《大孔径 CT 操作规程》《维修物理室工作制度》《ECT 操作规程》《ECT 维修保养操作规程》《放射性“三废”处理方法》《核医学科放射源安全管理制度》《核医学科放射防护细则》《核医学科放射防护规范》《执行“放射源转移、转让、收贮”等备案制度》《核医学科质控检测计划》《患者及陪同人员的放射防护宣教与措施》《射线装置操作规程》《射线装置维修保养制度》和《血管造影机(DSA)仪器操作规程》《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》等，基本能够满足医院现状管理要求，并严格按照规章制度执行。

(3) 工作人员培训情况

根据医院提供的辐射安全年度评估报告，建设单位现有在岗辐射工作人员 309 名，其中 309 人已参加了辐射安全与防护培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，并取得培训合格证书或培训成绩单。

(4) 个人剂量检测情况

医院已为辐射工作人员配备了个人剂量计，并委托陕西新高科辐射防护技术有限公司对其进行个人剂量监测，根据医院提供的 2021 年 9 月~2022 年 9 月的职业性外照射个人剂量监测报告(报告编号：第 00006-2104-001585 号、第 00006-2104-001602 号、第 00006-2104-001615 号、第 00006-2104-001603 号、第 00006-2201-000165 号、第 00006-2201-001181 号、第 00006-2201-000567 号、第 00006-2201-000684 号、第 00006-2202-000568 号、第 00006-2202-000569 号、第 00006-2203-001182 号、第

00006-2203-001183 号)显示,医院辐射工作人员个人剂量当量均未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的职业照射年有效剂量不大于 5mSv 限值要求。

(5) 职业健康检查情况

根据医院提供的 2021 年 2022 年和《西安交通大学第二附属医院(西北医院)放射工作人员职业健康检查总结报告》,建设单位 2021 年 259 人,2022 年 165 人在核工业四一七医院进行了职业健康体检。建立了职业健康体检档案并存档。

(6) 工作场所及辐射环境监测情况

2022 年 5 月 20 日、2022 年 6 月 15 日、2022 年 8 月 5 日、2022 年 8 月 19 日、2022 年 9 月 5 日、2022 年 9 月 11、2022 年 9 月 21 和 22 日、2022 年 12 月 24 日、2023 年 1 月 7 日,医院分别委托浙江建安检测研究院有限公司、陕西新高科辐射技术有限公司和陕西思迈奥健康科技服务有限公司分别对各类辐射工作场所进行了防护检测(报告编号为:GABG-CF18220622-1、GABG-CF18220622-2、GABG-CF18220622-3、GABG-CF18220622-4、思迈奥(FH)字(2022)第 217-2 号、思迈奥(FH)字(2022)第 319-2 号、思迈奥(FH)字(2023)第 005-2 号、GABG-CF18220622-1、FHJC-SXGK-002022224。

根据医院提供的防护检测报告,检测结果如下:

①该院双能骨密度检查室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

②该院 X 线检查室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板、主屏蔽墙的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

③该院 DR 检查室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板、主屏蔽墙的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

④该院 CT1 室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑤该院 CT2 室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐

射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑥该院杂交手术室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、污物门、机房四周墙体、顶棚、地板、机房门观察窗、操作室门观察窗、污物门观察窗、主屏蔽墙北墙、主屏蔽墙南墙、主屏蔽墙顶棚的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑦该院导管 1 室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、污物门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板、操作室门观察窗、机房门北观察窗、污物门观察窗、机房门南观察窗、主屏蔽墙东墙、主屏蔽墙西墙、主屏蔽墙顶棚的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑧该院导管 2 室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、污物门、机房四周墙体、顶棚、地板、机房门观察窗、操作室门观察窗、污物门观察窗、主屏蔽墙北墙、主屏蔽墙南墙、主屏蔽墙顶棚的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021 中的相关规定。

⑨该院导管 3 室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、污物门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板、操作室门观察窗、机房门观察窗、污物门观察窗、主屏蔽墙东墙、主屏蔽墙西墙、主屏蔽墙顶棚的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021 中的相关规定。

⑩该院骨三科控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑪该院影像科 C1 拍片室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑫该院影像科 B 区 1 室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板、主屏蔽墙的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑬该院 C 区 CT2 室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020

和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑬该院 C 区 CT3 室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑭该院放疗科 CT 定位室中控制室操作台、观察窗、机房门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑮该院发热门诊中控制室操作台、观察窗、机房右侧门、操作室门、机房后门、机房四周、机房 3m 处的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑯该院 A1 胃肠造影室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑰该院消化介入手术室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑱该院手术 18 室中机房门观察窗、设备间门观察窗、污物门观察窗、机房门、设备间门、污物门、机房四周墙体、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑲该院手术 19 室中机房门观察窗、污物门观察窗、机房门、污物门、机房四周墙体、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑳该院手术 22 室中机房门观察窗、污物门观察窗、机房门、污物门、机房四周墙体、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

㉑该院西二介入室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板、主屏蔽墙东墙、主屏蔽墙顶棚、主屏蔽墙地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

⑳该院放射科介入室中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板、主屏蔽墙东墙、主屏蔽墙顶棚的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

㉑该院 B 区 2 室乳腺钼靶中控制室操作台、观察窗、机房门、操作室门、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 中的相关规定。

㉒该院放疗科东室中控制室操作台、机房门、机房四周墙体、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020 和《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 的要求。

㉓该院放疗科西室中控制室操作台、机房门、机房四周墙体、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020 和《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 的要求。

㉔碎石机房的控制室操作台、观察窗、机房门、操作室们、机房四周墙体、管线口、顶棚、地板的周围剂量当量率检测值均符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 和《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021 中的相关规定。

㉕应委托方要求，依据 GBZ 120-2020、GBZ 130-2020 和 GB/T14056.1-2008 标准，对西安交通大学第二附属医院 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 核素、敷贴治疗工作场所进行了放射卫生检测。结果表明：工作场所外各相关点 γ 射线周围剂量当量率均符合标准要求， β 表面污染水平符合标准要求，风速符合标准要求。

㉖应委托方要求，依据 GBZ 120-2020、GBZ 130-2020 和 GB/T14056.1-2008 标准，对西安交通大学第二附属医院 ^{125}I 粒子植入工作场所进行了放射卫生检测。结果表明：工作场所外各相关点 X、 γ 射线周围剂量当量率均符合标准要求， β 表面污染水平符合标准要求。

㉗应委托方要求，依据 GBZ 120-2020、GBZ 130-2020 和 GB/T14056.1-2008 标准，对西安交通大学第二附属医院正电子发射断层成像装置 (PET/CT) 工作场所进行了放射卫生检测。结果表明：工作场所外各相关点 X、 γ 射线周围剂量当量率均符合标准要求， β 表面污染水平符合标准要求，风速符合标准要求。

㉘应委托方要求，依据 GBZ 120-2020，对西安交通大学第二附属医院 ^{131}I 核素治疗工作场所进行了补检。结果表明：相关检测点位 γ 射线周围剂量当量率均符合标准要求。

㉙口腔 CT 机和牙片机在规定条件下，各机房的放射工作人员操作处、观察窗、人员门、

四周墙体外及机房楼上、楼下的环境辐射水平均符合 GBZ130-2020 《放射诊断放射防护要求》中的 6.3.1b) 条“机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求；以上各检测点位的环境辐射水平均符合 GB18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求。

③2022 年 6 月 27 日，医院委托陕西新高科辐射技术有限公司对《西安交通大学第二附属医院核医学科工作场所退役项目》进行“原核医学科工作场所退役终态验收检测”（报告编号为：FHJC-SXGK-002022144）。根据现场检测结果可知，西安交通大学第二附属医院原核医学科工作场所内表面污染检测结果在 $0.07\text{--}0.25\text{Bq/cm}^2$ 之间，符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求，环境 γ 辐射剂量率水平在 $0.07\text{--}0.15 \mu\text{Sv/h}$ 之间，因检测仪器 FD-3013H-5877 使用 ^{137}Cs 放射源进行检定，根据 HJ1157-2021，换算系数取 1.20Sv/Gy ，换算后，项目场所环境 γ 辐射剂量率水平在 $58.3\text{--}125\text{nGy/h}$ 之间，与《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）中“西安市 γ 辐射剂量率调查结果（室内： $79\text{--}130\text{nGy/h}$ ，室外： $50\text{--}121\text{nGy/h}$ ）”相当，属天然辐射本底水平。辐射环境质量现状无异常，项目所在区域辐射环境质量现状良好。

③建设单位西二楼神内科的 Artis zee 型 DSA 设备老旧已经申请报废；建设单位对综合楼三层口腔科的牙片机房正在进行改造，并拟新增 1 台口腔 CT，口腔 CT 和牙片机尚未重新备案。

（7）辐射环境监测设备配备及检定情况

医院已配备 4 台辐射防护用辐射剂量当量率仪、1 台辐射表面污染仪、1 台放射性活度计和 1 台剂量仪，并定期应将上述自主检定仪器送至计量站进行检定或校准，并将检定或校准证书存档。

（8）年度评估报告情况

根据建设单位提供的《西安交通大学第二附属医院放射安全2022年年度评估报告》（见附件7），建设单位已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，每年对本单位射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年1月31日前向管理部门提交年度评估报告。

1.7.3、对现有核技术利用情况的评价及对存在问题提出的整改意见。

综上所述，建设单位辐射安全管理基本符合相关的法律法规的要求，基本能满足院方目前放疗科运行中的各项管理要求。在从事多年辐射诊疗过程中，目前未发生过辐射安全

事故，无原有辐射环境污染和环境遗留问题。

在各项手续的管理中存在问题如下：

- (1) 对拟增加的口腔CT和牙片机（正在建设中）尚未进行备案手续；
- (2) 对准备报废的C形臂尚未办理相关手续。

环评要求：

在全国核技术利用辐射安全申报系统对口腔CT和牙片机进行备案；对报废设备进行报废处理，并重新申领辐射安全许可证。

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	III类	使用	治疗	后装机房	屏蔽在后装治疗机内,存放于后装治疗机内	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	理化发生	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
(以下空白)										

(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 (μ A)	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	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废弃密封源	固态	¹⁹² Ir	/	/	/	/	不暂存	交由生产厂家回收
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1、常见废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/m³，气态为 mg/m³；年排放总量用kg；

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为Bq/L（kg、m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第9号，2014年），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》（中华人民共和国主席令第24号，自2003年9月1日起施行，自2018年12月29日第二次修正；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第6号，2003年），自2003年10月1日起实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（1998年11月29日国务院令第253号发布；根据2017年7月16日国务院令第682号《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订，2017年10月1日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号，2005年12月1日实施 2014年7月29日修订， 2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第709号）修订）；</p> <p>(6) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430号），2016年3月7日起施行；</p> <p>(7) 《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），自2011年5月1日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006年1月18日国家环境保护总局令第31号公布；根据2008年11月21日环境保护部2008年第二次部务会议通过的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》修正；根据2017年12月12日环境保护部第47号《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正，2021年1月4日最新修订；</p> <p>(9) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部国家卫生计生委公告2017年第66号，2017年），自2017年12月5日起施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（部令 第16号），自2021年1月1日起修订；</p> <p>(11) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展和改革委员会令第29号，于2019年8月27日第2次委务会议审议通过），自2021年12月30日修订。</p> <p>(12) 《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》</p>
------	---

	<p>(环发〔2006〕145号)，自2006年9月26日起施行；</p> <p>(13) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号，自2017年11月20日发布并施行)；</p> <p>(14) 《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》(生态环境部2019年第57号公告，2019年12月23日)；</p> <p>(15) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 2021 第 9 号，2021 年 3 月 15 日起实施)。</p> <p>(16) 《陕西省放射性污染防治条例》(2019年修正)，2019年11月6日起施行。</p> <p>(17) 《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》(陕环办发〔2018〕29 号)，2018年6月6日起执行；</p>
<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(3) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(6) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)；</p> <p>(7) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)；</p> <p>(9) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》(GBZ/T 201.1-2007)；</p> <p>(10) 《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 style="text-align: center;">其 他</p>	<p>(1) 建设的单位项目委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的现有核技术利用项目、监测资料及其他资料；</p> <p>(3) NCRP No. 147报告；NCRP No. 151报告；</p> <p>(4) 《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社，2015年)；</p> <p>(5) 其它与项目有关的技术参考资料。</p>

表 7、保护目标与评价标准

7.1、评价范围

本项目为使用III类密封源，考虑放射源的类型、能量、半衰期，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）的要求，结合项目的污染特征与距离关系，确定本项目的评价范围为：后装治疗室实体屏蔽体外50m范围内区域，详见图7.1-1。



图7.1-1 本项目评价范围示意图

7.2、保护目标

根据建设单位周边关系以及本项目情况，结合本项目的评价范围（图7.1-1）及周边敏感目标的实际情况，确定本项目环境保护目标为从事医学诊疗的放射工作人员、医院内的医务人员、患者和其家属以及润佳快捷酒店的公众，详见表7.2-1本项目环境保护目标

一览表,使其所接受有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)规定的剂量限值和本次评价提出的剂量约束值。

表7.2.1 本项目环境保护目标一览表

保护对象	所在位置		人数(人)	距屏蔽墙外最近距离(m)	剂量约束值
放射工作人员	后装控制室		2	0.3	5.0mSv/a
	加速器控制室(2间)		4	4.0	
	准备间		1	0.3	
	清洗室			0.3	
公众	东侧	院内路	流动人员 (50~300)	6	0.1mSv/a
	南侧	CT定位室	1	2.5	0.1mSv/a
		门诊住院综合楼	流动人员 (1000~3000)	15	0.1mSv/a
	西侧	加速器治疗室(2间)	1	2.1	0.1mSv/a
		候诊室	10~20	6.0	0.1mSv/a
		营养餐厅	10~20	20	0.1mSv/a
	西北侧	西二楼	流动人员 (40~200)	25	0.1mSv/a
	北侧	院内路	流动人员	0.3	0.1mSv/a
		放疗科	5~10	6.0	0.1mSv/a
		润佳快捷酒店	约20	25	0.1mSv/a
	后装机房楼上	库房	1~2	0.3	0.1mSv/a

7.3、评价标准

7.3.1、相关标准要求:

表7.3-1 评价标准

标准	条款	内容
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)	4.3.2.1	应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准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)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。
	附录B B1	本附录所规定的剂量限值适用于实践所引起的照射，不适用于医疗照射，也不适用于无任何主要责任方负责的天然源的照射。
	附录B B1.1.1.1	应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：a)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；b)任何一年中的有效剂量，50mSv。
	附录B B1.2.1	实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值)：a)年有效剂量，1 mSv；b)特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1 mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5 mSv。
《放射治疗辐射安全与防护要求》 (HJ1198-2021)	4.9	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。
	6.1.1	放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。
	6.1.2	放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。
	6.1.3	管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。
	6.1.4	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 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)： 机房外辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ； 机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。 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

		<p>水平 $\dot{H}_{c, \max}$ ($\mu\text{Sv/h}$):</p> <p>人员居留因子$T > 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c, \max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$;</p> <p>人员居留因子$T \leq 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c, \max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$。</p> <p>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。</p> <p>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 cm处的剂量率参考控制水平可按$100 \mu\text{Sv/h}$加以控制(可在相应位置处设置辐射告示牌)。</p>
	6.2.2	<p>质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、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>
	6.2.3	<p>b)放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置, 防护门应设置防夹伤功能; 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、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮; 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>

不同场所的居留因子见表7.3-2。

表7.3-2 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分居留	1/4	1/2-1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场, 车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

7.3.2、本项目确定的评价标准:

7.3.2.1、剂量限值:

职业人员年有效剂量不超过 20mSv , 公众年有效剂量不超过 1mSv 。

7.3.2.2、剂量约束值:

- a) 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。

7.3.2.3、后装机房各关注点剂量率参考控制水平

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)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 $\dot{H}_c, d(\mu\text{Sv/h})$:

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

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

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

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

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

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 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制(可在相应位置处设置辐射告示牌)。

根据GBZ/T201.3-2014《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》中的要求,治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平如下:

使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子,由周剂量参考控制水平 H_c 求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c, d ,见式(13):

$$\dot{H}_c, d \leq H_c / (t \times U \times T) \dots\dots\dots \text{(式13)}$$

式中:

H_c ——周剂量参考控制水平,单位为微希沃特每周($\mu\text{Sv/周}$)

U ——关注位置方向照射的使用因子;

T ——人员在响应关注点驻留的居留因子;

t——治疗装置周治疗照射时间，单位为时（h）。其值为平均平均每周治疗照射人数和每天治疗照射时间的乘积。

后装治疗机每周最大治疗病人为40人次，每名患者治疗时间（真源出源时间）不超过15分钟，则周治疗最大照射时间为10h，由此计算得出该建设项目后装治疗机房外关注点的导出剂量率最终参考控制水平见表7.3-1。

表7.3-1 后装治疗机房外关注点的导出剂量率最终参考控制水平

序号	关注点	环境性质	计算参数	\dot{H}_c, d ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_c, \max ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)
1	a	控制室	$H_c=100 \mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1$	10	2.5	2.5
2	b	加速器机房	$H_c=5 \mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1/8$	4.0	10	4.0
3	c	准备间	$H_c=100 \mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1$	10	2.5	2.5
4	d	院内路	$H_c=5 \mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1/16$	8.0	10	8.0
5	e	清洗间	$H_c=100 \mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1/4$	10	2.5	2.5
6	f	院内路	$H_c=5 \mu\text{Sv/周}$; $U=1$; $T=1/16$	8.0	10	8.0
7	g	防护门	$H_c=5 \mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1/8$	4.0	10	4.0
8	k	库房	$H_c=5 \mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1/20$	10	10	10

表 8、环境质量和辐射现状

8.1、本项目地理位置

建设单位四邻关系见图1.6-1，其东侧为西五路109号院，南侧为西五路，建设单位西侧为西安市中心医院，北侧为后宰门。

建设项目位于肿瘤医院放疗部楼（共2层，无地下室）一层，四邻关系见图1.6-2，其北面为院内路、放疗科、润佳快捷酒店，西侧为加速器机房、控制室、院内路、营养餐厅、西二楼、广场、西一楼，南侧为准备室、CT定位控制室、CT定位室、过道、门诊综合楼、停车场和肝病门诊，机房东侧为控制室、卫生间、清洗间、更衣室、室外通道、内通道。

现场照片如下。



图8.1-1：医院外景



图8.1-2：放疗楼外景（后装机房入口）



图8.1-3：后装机房机房东侧院内路



图8.1-4：后装机房北侧院内路

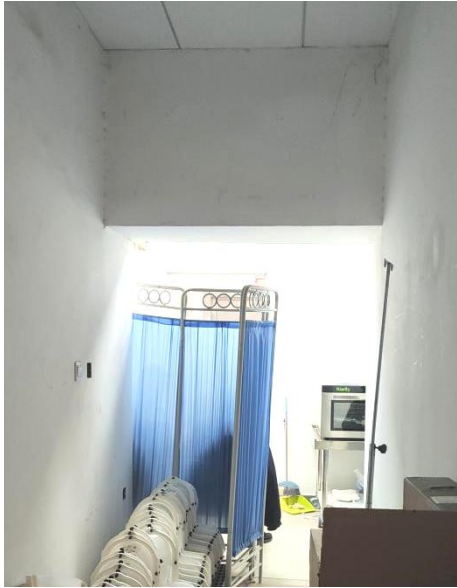


图8.1-5 后装机房迷路

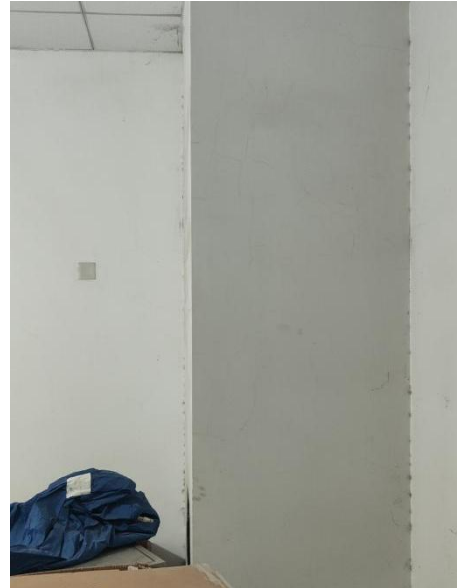


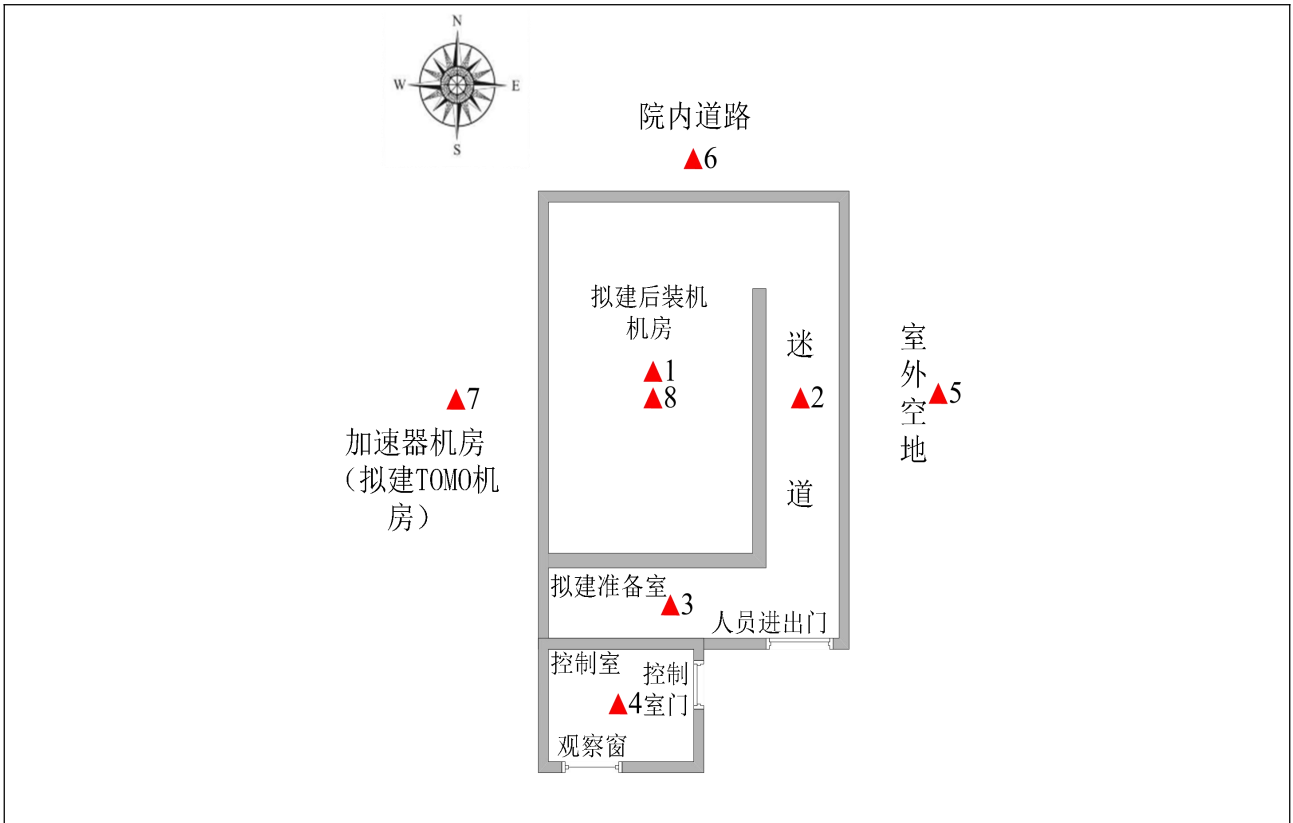
图8.1-6 后装机房内排风通道

8.2、环境质量和辐射现状调查与监测

为掌握项目所在地的辐射环境现状，评价单位于2023年2月14日委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对放疗科拟改建机房治疗室、迷路、控制室、院内道路等区域进行了现状监测，监测内容为 X- γ 辐射剂量率，监测点位见图8.2-1和8.2-2，其监测项目、方法及仪器信息见表8.2-1（监测报告见附件12）。

表8.2-1 监测项目、方法及仪器信息

项目	监测方法	监测仪器
辐射环境本底监测	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）	1、仪器名称：辐射防护用X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	2、仪器型号：RJ38-3602 3、仪器编号：QNJC-YQ-034 3、量程范围：0.01-600.00 μ Sv/h 4、溯源单位/证书编号：中国辐射防护研究院放射性计量站/校字第[2022]-LA067 5、校准有效期：2023.07.06



楼上：库房；
楼下：土层，不可达。

图8.2-1 后装机房邻室辐射环境监测布点图

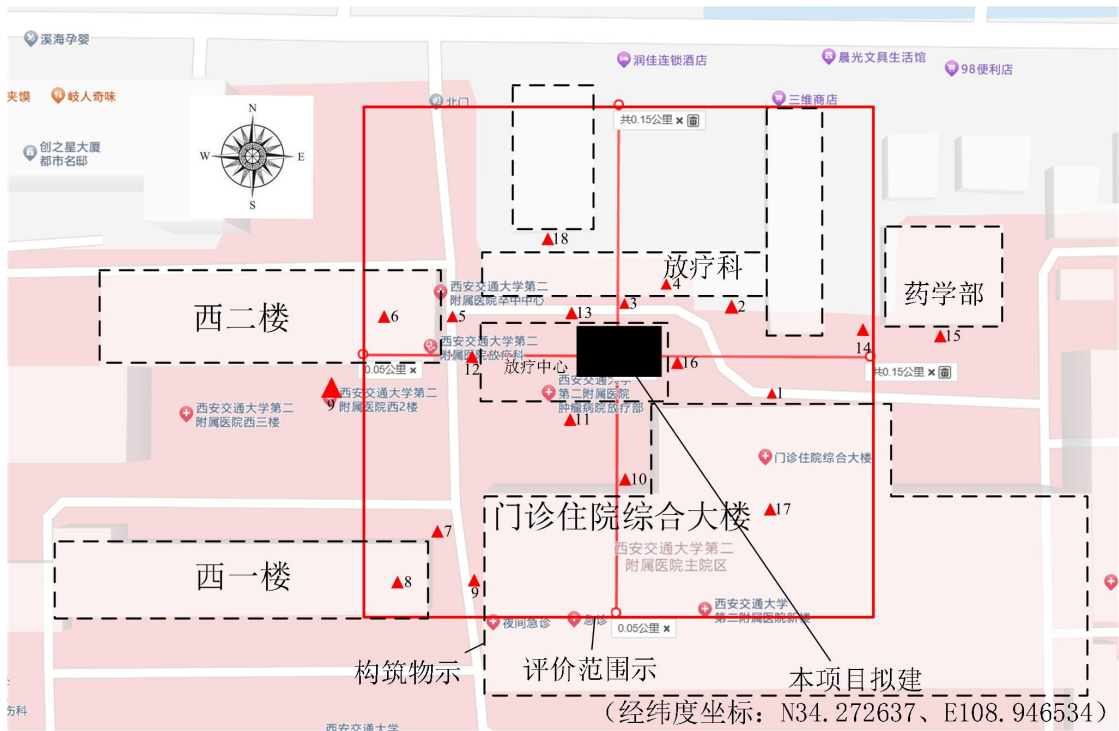


图8.2-2 后装机房周围50米范围内环境监测布点图

8.3、质量保证

陕西秦洲核与辐射安全技术有限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，有有效的国家计量部门检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序，检测人员均经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。

陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司质量管理体系：

（一）计量认证。该公司于2018年11月通过了陕西省质量技术监督局的计量认证，证书编号为：182712054019，有效期至2024年11月22日。

（二）仪器设备管理。仪器设备的检定。

（三）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。

8.4、辐射水平现状监测结果与评价

表8.4-1 后装机房邻室辐射环境现状监测结果

序号	监测点位描述	监测结果	
		平均值(μ Gy/h)	范围值(μ Gy/h)
1	拟建后装机机房内	0.09	0.08~0.11
2	拟建后装机机房内迷道	0.08	0.07~0.09
3	拟建准备室	0.09	0.08~0.11
4	拟建后装机机房南墙外(控制室)	0.09	0.07~0.09
5	拟建后装机机房东墙外(室外空地)	0.09	0.07~0.09
6	拟建后装机机房北墙外(院内道路)	0.08	0.07~0.10
7	拟建后装机机房西墙外(拟建TOMO机房)	0.08	0.07~0.08
8	拟建后装机机房楼上(库房)	0.09	0.08~0.10

注：监测结果已扣除宇宙射线响应值。

表8.4-2 后装机房周围50米范围内环境现状监测结果

序号	监测点位描述	监测结果	
		平均值 ($\mu\text{Gy/h}$)	范围值 ($\mu\text{Gy/h}$)
1	拟建机房东南侧 1# (门诊住院综合楼北门)	0.10	0.08~0.10
2	拟建机房东北侧 (工作人员更衣室)	0.08	0.07~0.09
3	拟建机房北侧 1# (肿瘤放疗科病区入口处)	0.09	0.07~0.09
4	拟建机房北侧 2# (肿瘤放疗科病区走廊)	0.08	0.07~0.09
5	拟建机房西北侧 1# (西二楼东侧入口)	0.09	0.08~0.09
6	拟建机房西北侧 2# (西二楼东侧走廊)	0.09	0.07~0.09
7	拟建机房西南侧 1# (西一楼东北角室外空地)	0.08	0.07~0.09
8	拟建机房西南侧 2# (西一楼东侧走廊)	0.08	0.07~0.09
9	拟建机房西南侧 3# (门诊住院综合楼西门夜间急诊)	0.08	0.07~0.09
10	拟建机房南侧 1# (放疗部南侧非机动车停车位)	0.08	0.07~0.09
11	拟建机房南侧 2# (放疗部南门门口)	0.09	0.08~0.11
12	拟建机房西侧 (放疗部西墙外)	0.09	0.07~0.10
13	拟建机房北侧 (放疗部北墙外)	0.08	0.07~0.10
14	拟建机房东侧 1# (药学部西南角室外空地)	0.09	0.07~0.09
15	拟建机房东侧 1# (药学部南门门口)	0.09	0.08~0.09
16	拟建机房东侧 1# (放疗部东墙门口)	0.08	0.07~0.09
17	拟建机房东南侧 2# (门诊住院综合大楼大厅与电梯间连接处)	0.09	0.07~0.09
18	拟建机房西北侧 (润佳连锁酒店南侧)	0.09	0.07~0.10

注：监测结果已扣除宇宙射线响应值。

由表8.4-1和表 8.4-2可知，本项目拟建后装治疗核技术利用项目工作场所及周围50米范围内的环境 γ 辐射剂量率为70~110nGy/h (已扣除宇宙射线响应值)，与《中国环境

天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年）中“西安市 γ 辐射剂量率调查结果（室内：79~130nGy/h，室外：50~121nGy/h）”相当，属天然辐射本底水平。项目所在地辐射剂量率处于正常环境本底水平，辐射环境质量现状无异常，项目所在区域辐射环境质量现状良好。

8.5、现场监测照片



图8.5-1 现场监测照片

表9、项目工程分析与源项

9.1. 后装治疗机工作原理及设备组成

现代近距离治疗主要通过后装技术，首先将导源管或施源器、导源针插植到合适的肿瘤表面或中心部位，经X线片核实位置，再经过装有近距离治疗剂量计算数学模式的专业程序软件的治疗计划系统计算及优化剂量分布，获得满意结果后，再由计算机控制治疗机系统利用 ^{192}Ir 放射源发出的 γ 射线束形成一高剂量率的靶区进行治疗。后装照射可使病灶区获得很高的剂量而又很好地保护周围正常组织，医务人员通过遥控操作，减少了工作人员不必要的受照。后装治疗从传统的妇科领域扩展到能对人体各部位多肿瘤的治疗，尤其是鼻咽、支气管、肺癌、食道癌、直肠、膀胱、前列腺、乳癌、胰腺、脑部等，治疗技术涉及到腔管，腔内、组织间，插入和贴敷，术中等多种施治技术。

^{192}Ir 后装治疗机主要由驱动装置、计算机、打印机、贮源器、治疗床、 γ 射线报警仪以及根据患者不同腔位及大小而设计的系列施用器及其定位支架组成。其结构合理、可靠性高，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。

后装治疗机的结构组成为：施源主机、放射源、控制系统、监视系统、附属安全设备和施源器、治疗床等

后装治疗机工作原理及典型设备示例图见图9.1-1。



图9.1-1 后装治疗机工作原理及典型设备示例图

9.2. 工艺流程

9.2.1、施工期工艺分析

(1) 工艺流程

建设单位后装机房为原有的机房进行改建，根据院方提供的改建施工图纸，拟对机顶部和西侧部分墙体增加混凝土屏蔽，其余屏蔽措施维持现状；机房屏蔽措施施工完成

后拟完善机房的防护设施及设备、通风系统、电气系统，并对机房进行装修。施工流程见图9.2-1

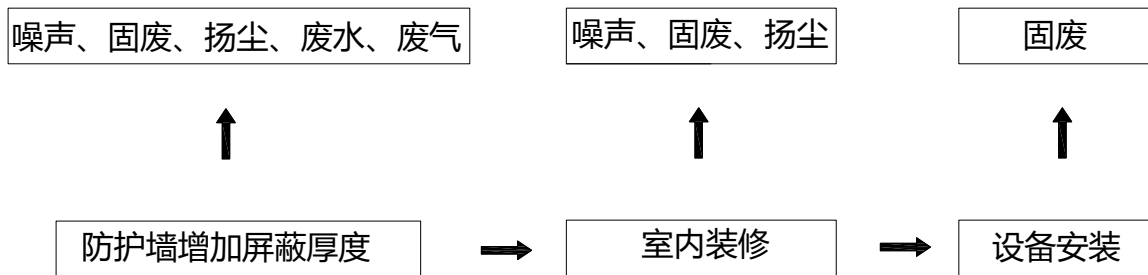


图9.2-1施工期的产污环节见图

(2) 产污环节

该项目的装修施工均在室内进行，防护改建的主要材料为混凝土，室外无搅拌场和堆场。在施工过程中对环境的主要影响因素为施工噪声、施工固体废物、废气、废水以及材料和建筑垃圾装车外运过程中产生的扬尘。

施工期的产污环节见图9.2-1。

①防护墙增加屏蔽厚度

混凝土施工：在混凝土施工过程中，振捣会产生施工噪声，车辆冲洗、混凝土生产少量废水。

②室内装修

在装修过程中会产生空压机、电钻等施工噪声和灰尘，产生一定量的装修垃圾。

③设备安装

在设备安装时会产生一些设备安装的包装垃圾。

(3) 污染途径

施工期非放射性环境影响因子主要是：扬尘、废水、噪声和固体废物。

废气：建设过程中墙面清理施工将产生扬尘，此外机械和运输车辆作业时排放废气。

噪声：防护墙混凝土施工时、装修过程中会产生一定噪声，施工时应合理安排作业时间，限制夜间进行有强噪声污染的施工作业。

固体废物：机房内拆除旧装修层产生的建筑垃圾、装修过程中产生装修垃圾和施工工人产生的生活垃圾，分类收集于垃圾桶，由环卫部门统一清运。

废水：施工期会产生的少量废水主要为混凝土运输车辆的冲洗水及施工人员的生活污水。施工时应严格规定废水的排放去向，严禁将施工泥浆排入下水道。

9.2.2、调试期工艺分析

放射源订购：医院在订购放射源之前应向省生态环境厅提出申请，提交国务院令第449号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第十九条的申请材料。订购时，医院根据《辐射安全许可证》许可的范围提出订购需求，设备厂家提供放射源的所有技术参数和文件，并跟踪放射源的生产进度（放射源生产期间工作人员所受照射不在本评价范围内）。放射源订购完成后，医院应当在完成之日起20日内，向省生态环境厅备案。

运输与安装：设备厂家（放射源供货商）委托具有运输资质的单位进行运输（放射源运输期间运输人员所受照射不在本评价范围内），运输期间的安全由运输单位负责。放射源运抵医院后、装入设备前，载有放射源的运输铅罐在后装治疗机房内，由后装治疗机厂家（放射源供货商）负责将放射源置于设备内，由设备厂家（放射源供货商）负责倒装期间治疗室内安全，由医院负责治疗室外的安保工作。

调试：后装治疗设备由厂家安装工程师进行现场调，院方放疗科物理师也会在现场进行参与。调试时会进行开机出束及相关的测试，会产生少量的X射线和臭氧和氮氧化物。

9.2.3、运营期工艺分析

（1）工作流程及产污环节

放射治疗工作流程及产污环节见图9.2-2。

后装治疗机工作流程如下：

- ①在准备间内，辐射工作人员对病人进行消毒，然后安装施源器。
- ②使用定位CT对施源器安装位置进行定位，并制定治疗计划。（此过程在放疗中心原有的定位CT机上进行，会产生X射线和少量的臭气和氮氧化物，由于CT机已履行了相关环保手续，不在本次评价范围内）。
- ③将病人移至后装机机房内，调整后装机，接好后装机施源管后，工作人员离开后装治疗室，关闭防护门，通过视频监控装置观察后装治疗室。
- ④根据治疗计划进行治疗。治疗过程首先是走假源3次，无故障后开始走真源进行放射治疗，治疗结束后真源自动复位。
- ⑤工作人员打开防护门，进入治疗室，拆除施源管，将病人移出后装治疗室；在准备室取出施源器。整个治疗过程全程视频监控，治疗过程中病人不需要移动，保证了治疗靶区与定位靶区的一致性。

后装治疗机近距离治疗工程流程及产污节点见图9.2-2。

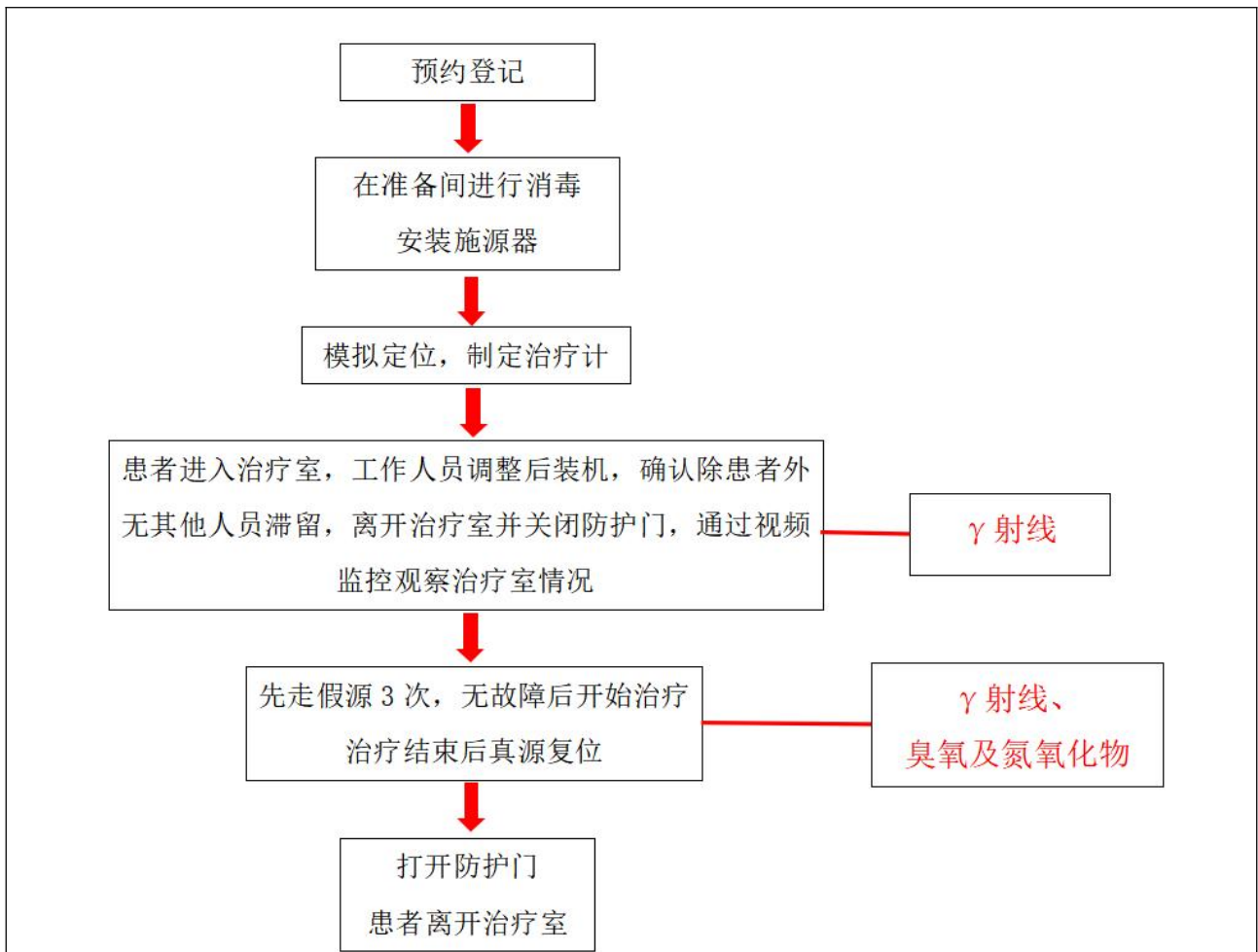


图9.2-2 后装治疗工作流程及产污节点图

(3) 污染途径

由后装机工作原理以及放射源 ^{192}Ir 核素特性分析可知：本项目 ^{192}Ir 为密封源， ^{192}Ir 的半衰期为 74d，衰变方式为 β -衰变，衰变时放出最大能量为 0.672MeV 的 β 射线和 0.316MeV、0.468MeV（平均能量 0.37MeV）的 γ 射线。后装治疗机使用的 ^{192}Ir 放射源为点状米粒大小的微型单颗源，外有不锈钢包壳， β 射线穿透能力很弱，被完全屏蔽，故 β 射线不能释放到环境中； γ 射线穿透能力较强，有可能对环境产生辐射影响。本次评价以 γ 辐射为污染因子。

1) 后装机贮源状态下

- ①放射性污染：后装机贮源状态下，主要污染为穿过辐射源组装壳体的 γ 泄漏辐射。
- ②有害气体：空气在辐射照射下，产物少量的臭氧和氮氧化物。

2) 正常使用情况下

后装治疗机使用的放射源为点状米粒大，密封型，外有不锈钢包壳，在正常使用情

况下，其运行时主要污染为：

①放射性污染： γ 辐射：后装机辐射源为 ^{192}Ir ，它放射出不同能量的 γ 射线，其中以 0.317MeV 的 γ 射线份额为最多。 γ 射线与 X 射线的危害相同，对 γ 射线的防护也主要是采取屏蔽防护，屏蔽材料同 X 射线一样，如铅、混凝土等。 ^{192}Ir 衰变时释放出能量为 0.67MeV 的 β 射线，该射线一般无法穿透放射源不锈钢包壳表面。

②放射性废气、放射性废水和放射性固废

后装治疗机在正常使用情况下，不会产生放射性“三废”。

③有害气体：空气在辐射照射下，产生辐照分解现象，其主要产物为臭氧和氮氧化物。氮氧化物产额较低，放射工作场所的非辐射危害因素主要以臭氧为主。

3) 事故状况下：

1) 事故状况大致可分为以下几种情况，污染因子为 γ 射线。

①治疗机房门机联锁装置失效，人员误入等；

②安装调试过程中出现卡源事故；

③治疗过程中出现卡源事故；

④储源器泄漏；

⑤放射源丢失、被盗。

4) 倒源：

由后装治疗机生产厂家（放射源供货商）负责将放射源置于设备内，由后装治疗机生产厂家（放射源供货商）技术人员负责倒装期间治疗室内放射源的安排及辐射安全，医院只负责治疗室外的安保工作。

5) 放射源退役：

本项目 ^{192}Ir 放射源退役会产生退役放射源。退役放射源由供源单位回收处理，不在医院内暂存。医院应与供源单位签订旧源回收协议，并在废旧源交回供源单位活动完成之日起二十日内，报其所在地省级生态环境主管部门备案。

表 10、辐射安全与防护

10.1、工作场所布局及两区划分

10.1.1、平面布局合理性分析

医院的放疗中心本身为一单独的建筑物，将加速器、后装机、CT定位机集中在一层，二层为相关的物理计划室、模具存放间等辅助用房。本项目后装机房为原有机房改建，位于放疗部楼一层东北角，和加速器机房相邻，为建筑物底层的一端；后装机房治疗室和控制室分开设置，设置有迷路；后装机房、准备室、清洗室、CT模拟定位机房等辅助用房在放疗科集中布置。医院在进行总布局设计时已考虑了对周围环境可能存在的影响，使各科室病人能够就近诊疗，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统一管理。

综上所述，建设项目机房机房平面布局合理，符合要求。

10.1.2、辐射工作场所两区划分

为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》GB 18871-2002的要求和《放射治疗辐射安全与防护要求》HJ 1198—2021第5.2条的要求“5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时，术中放射治疗室应确定为临时控制区。5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行 监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。”在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

本项目控制区和监督区划分情况见表10.1.1、图10.1-1和图10.1-2。

表10.1.1 本项目控制区和监督区划分情况

控制区	监督区
后装机房治疗室（含迷路）	后装机房控制室、清洗室、卫生间、准备室、库房和院内路。

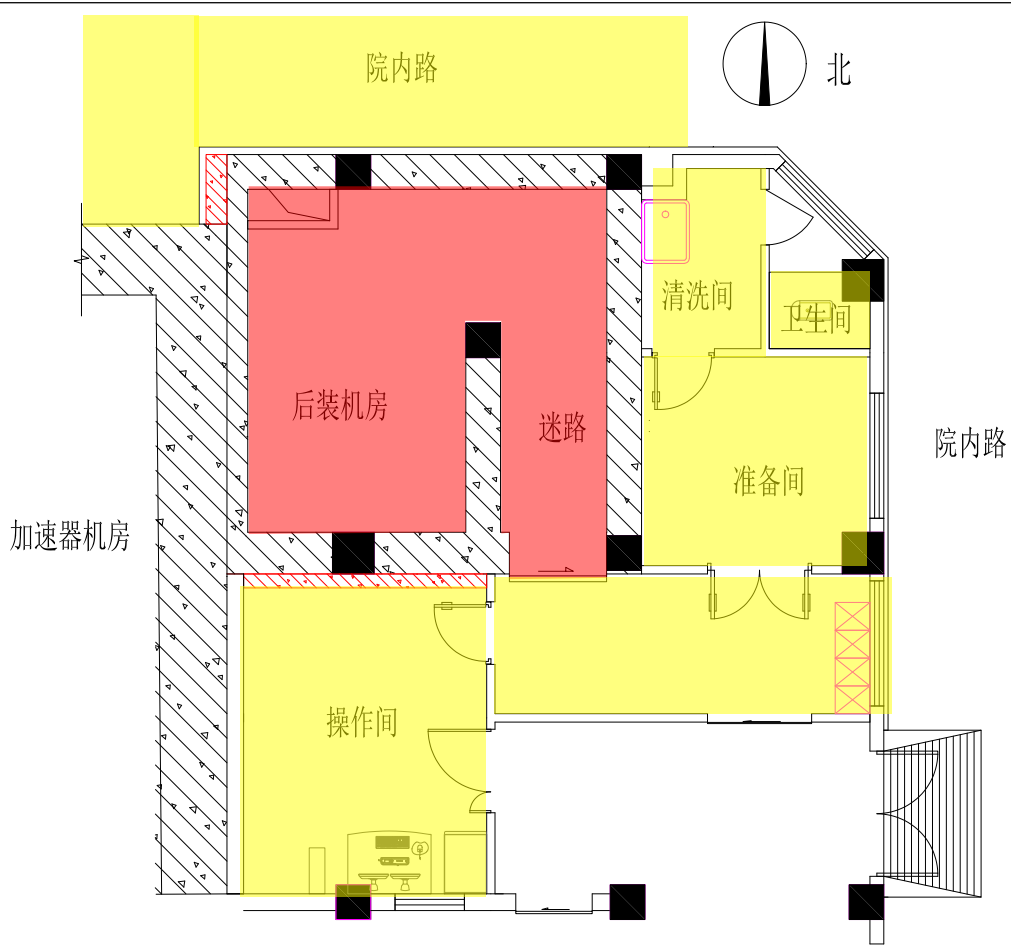


图10.1-1 建设项目控制区和监督区划分平面图

控制区

监督区

A-A
楼顶

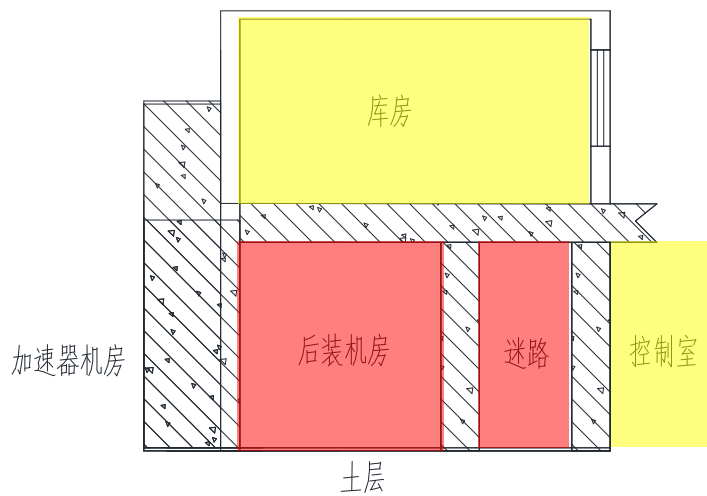


图10.1-2 建设项目控制区和监督区划分割面图

10.2 辐射屏蔽设计

后装治疗机房预留有迷路，机房现有屏蔽及设计屏蔽参数见表10.2-1，平面设计图见图10.2-1，剖面设计图见图10.2-2。

表10.2-1 机房辐射屏蔽参数

屏蔽体		现状(砼 cm)	设计情况	改建后(砼 cm)
东墙	迷路内墙	50	维持现状	50
	迷路外墙	50	维持现状	50
西墙	北侧	30	外侧拟增加30cm砼	60
	南侧	30+102	维持现状	30+102
南墙		60	外侧拟增加 20cm 砼	80
北墙		50	维持现状	50
屋顶		30	拟增加 30cm 砼	60
防护门		—	7mmPb 重型铅防护 电动推拉门	7mmPb 重型铅防护 电动推拉门
地下		土层	无需特殊防护	

注：混凝土（砼）密度应不小于 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 。

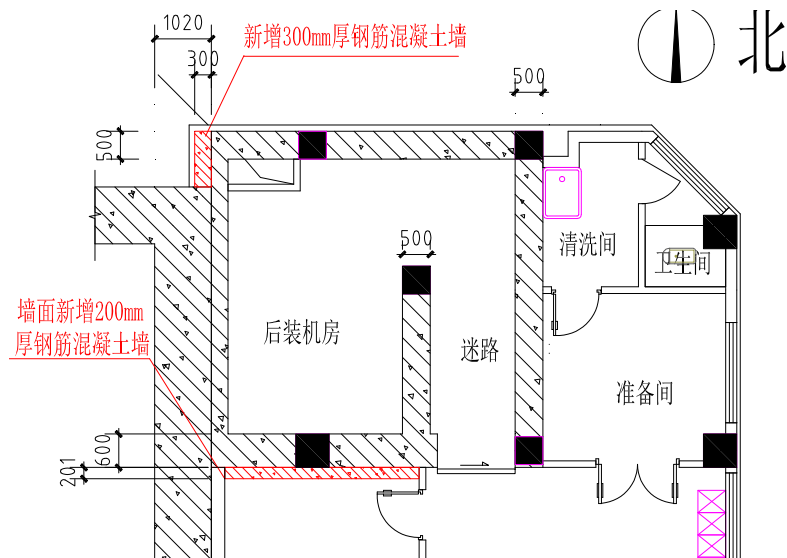


图10.2-1 机房屏蔽措施平面图

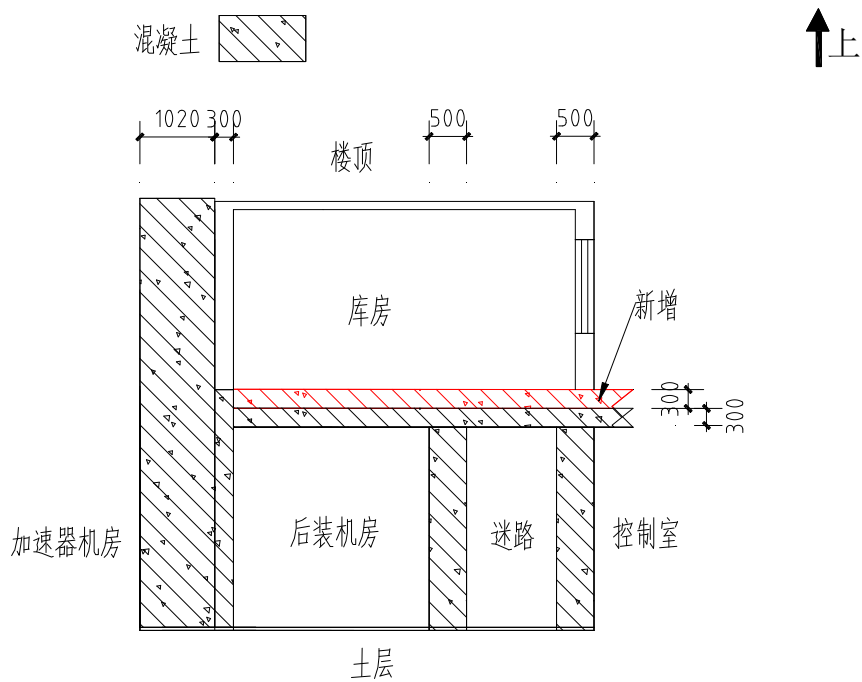


图10.2-2 机房屏蔽措施剖面图

10.3、辐射安全设施与防护

10.3.1、通风设计

根据《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，换气次数不少于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。”

根据建设单位提供的资料，建设单位拟在治疗室天花板顶部东南角设置1个200mm×160mm的送风口，送风风机位于候诊区南侧天花板上，送风管道从机房天花板顶部45°穿过，通向迷路，顺迷路墙向上在吊顶内敷设。机房治疗室西北角预留有排风通道（长1.3m，宽0.75m），拟在离地面100mm处设置1个200mm×200mm的排风口，机房内排风口和送风口呈对角设置，保证室内空气合理流动，机房外排风口位于机房楼顶。后装机房设计排风效率为430m³/h。在后装机设备治疗运行时，始终开启通风系统，及时将后装机产生的微量臭气和氮氧化物排出机房。

表10.3-1 后装机房排风情况表

机房名称	机房容积 (m ³)	设计排风口位置	设计换气效率 (m ³ /h)	设计换气次数 (次/h)	标准要求	评价

后装机房	44	机房西北侧 排风通道	450	11	换气次数不少于 4次/h	符合
------	----	---------------	-----	----	-----------------	----

后装机房通风设计见图10.3-1和10.3-2。

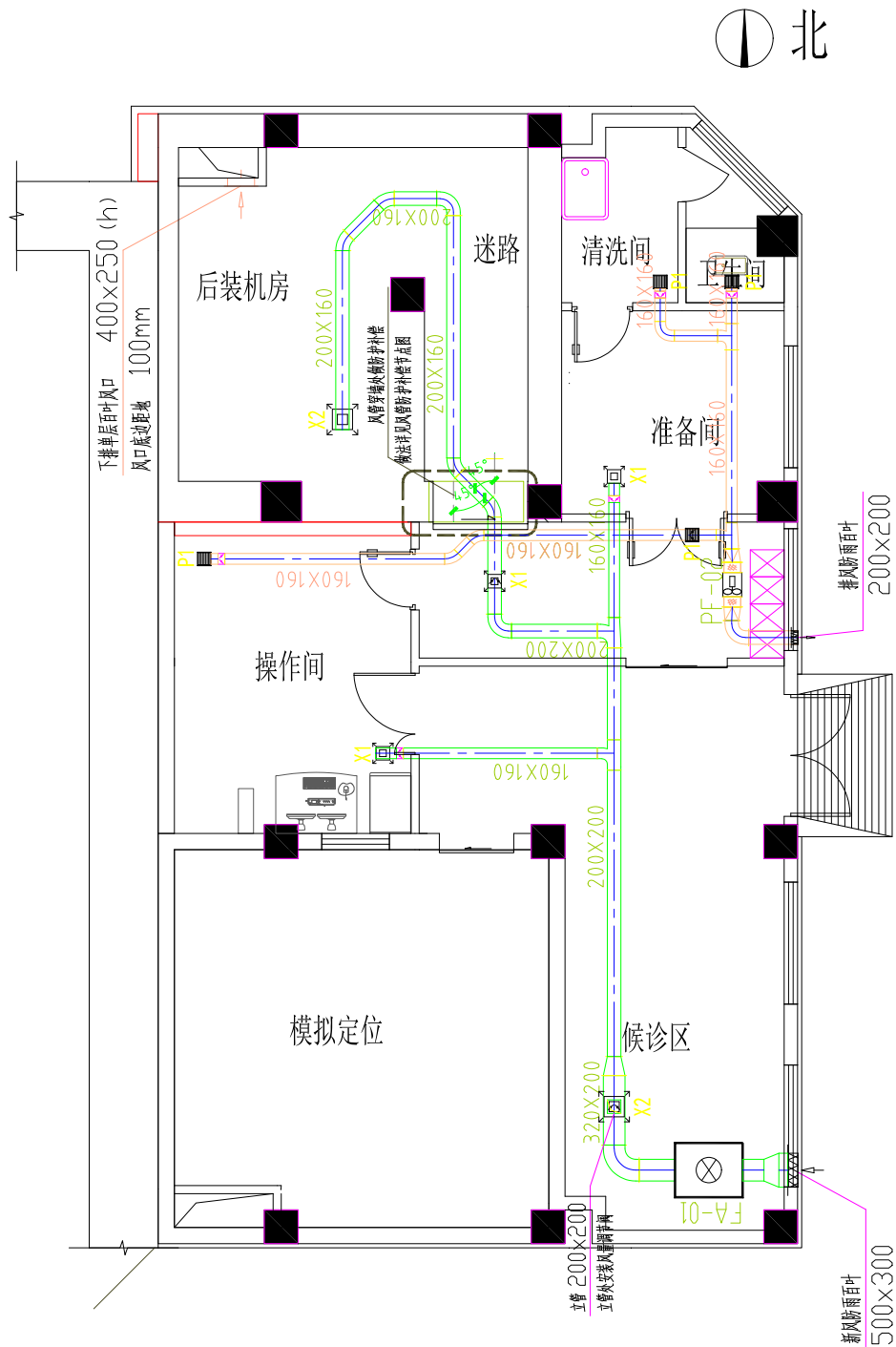


图10.3-1 后装机房通风设计平面图

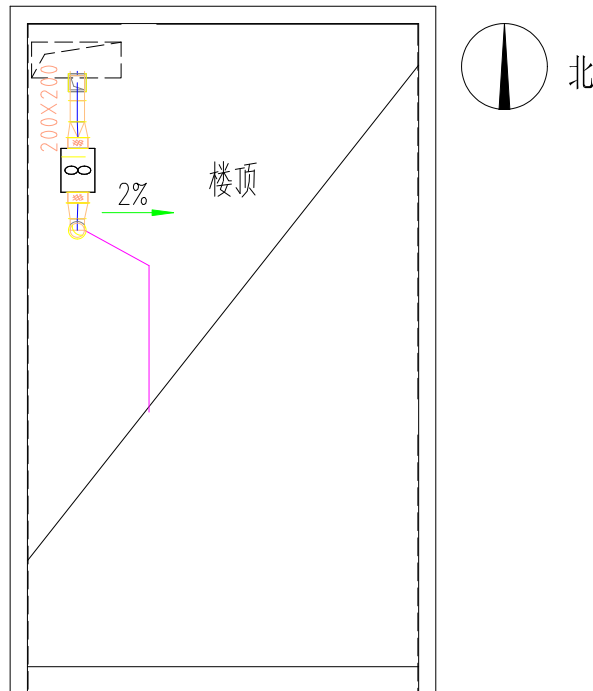


图10.3-2 后装机房楼顶通风设计平面图

10.3.2、电离辐射警告标志、工作状态指示灯和视频与对讲系统

根据《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-20206.4.3条要求：“医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志……”。

《放射治疗辐射安全与防护要求》HJ 1198—2021第6.2.1条“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；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；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。”。

根据建设单位提供的资料（见附件5），如图10.3-3建设单位拟在机房天花板和控制室设置双向交流对讲系统，方便控制室与机房内人员联系，若发生紧急情况，可通过对讲系统及时告知控制室工作人员，避免接受不必要的辐照；拟在迷路、机房西墙北侧和南墙设置视频装置在实施治疗过程中方便观察治疗床、治疗室和迷道区域情况；拟在防护门上设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。保证后装机运行时，状态指示灯正常工作。在后装机贮源器外表面设置电离辐射标志和中文警示说明。在候诊区出入口设置电离辐射警告标志。

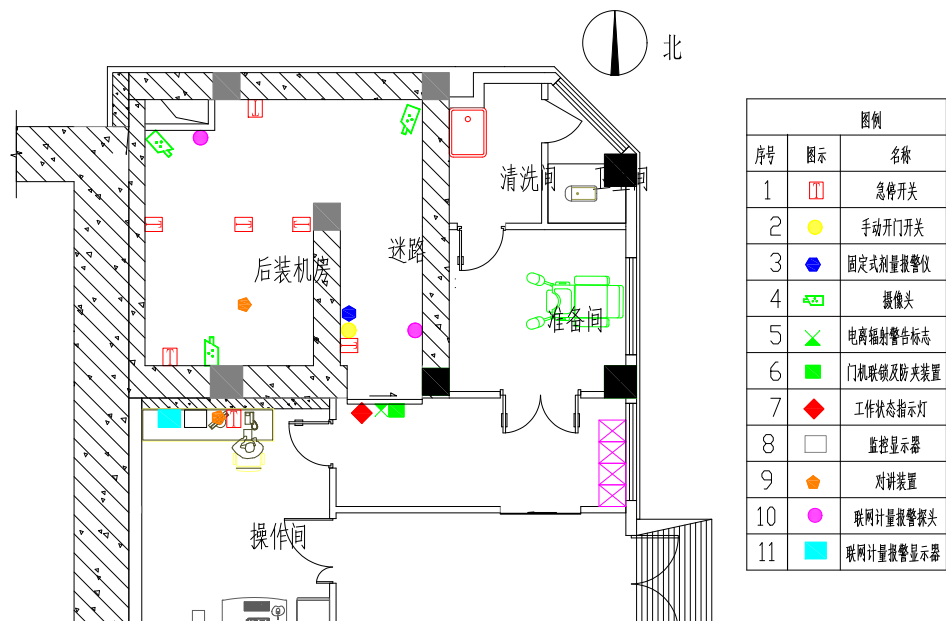


图10.3-3 后装机房辐射安全防护设施设计平面图

警示设施样例如下所示：



图10.3-4 工作状态指示灯



图10.3-5 电离辐射警告标志

10.3.3、辐射工作场所安全联锁措施与急停装置

根据《放射治疗放射防护要求》GBZ121-20206.4.2条要求：“放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。”第6.4.4条要求：“放射治疗设备控制台上应设停开关……”。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》HJ 1198—2021第6.2.3条要求：“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”。

根据建设单位提供的资料（见附件5），如图10.3-3，机房设计有门-机联锁系统即防

护门打开时，后装机无法出源，只有防护门关闭时，后装机才可正常工作；后装机启动时工作状态指示灯亮起。。后装机治疗过程中一旦防护门意外打开，系统将自动收回放射源至储源位置。机房防护门上方设计工作状态指示灯，工作状态指示灯和防护门联锁，防护门设计有防夹装置；控制室、机房内不同方向墙面和迷路内墙处共计设计了6个急停开关，并设置明显的标志，供应急停机使用，一旦人员误入或遇其它紧急情况，按“急停开关”，强迫后装机断电放射源回到储源器，事故处理完毕后，人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗装置；后装机迷路入口处设计有手动打开防护门的开关，以便紧急情况下人员能从内部打开机房门，在停电或电动门故障时使用，保障后装治疗机房内工作人员及患者安全。建设项目设计辐射工作场所安全联锁措施符合要求。

回源装置：设备本射具备自动断电回源功能，并且设有手动回源装置。治疗期间，发生停电、意外中断照射时，放射源必须能自动返回工作贮源器，并发出声光报警信号。当发生卡源事故时，可手动将源回收至储源器，

应急措施：后装治疗机房内配备30mmPb铅罐1个作为应急储源器，配备长柄镊子、钳子、高强度钢丝剪等应急设备。应急储源器张贴应急指示。如发生放射源脱落时，采用长柄镊子将掉落的放射源拾取到应急储源铅罐内。以减少事故对环境的影响。

应急照明：在机房强弱电设计中，设计有应急照明系统，在突然断电时启动应急照明，以保证人员的安全离开机房。

10.3.4、管线穿墙的防护

根据建设单位提供的资料和评价单位工作人员现场查看（如图10.3-6），机房西南角南角预留有“U”型电缆沟，符合要求。采用U型电缆沟从地面以下穿过屏蔽墙，并且电缆沟上面采用0.5cm钢板进行封，保证了射线不能直接透射穿墙位置，增加了射线的散射次数和射线行程，保证了屏蔽墙外出口外周围剂量率水平达标。



图10.3-6 机房“U”型地沟

10.3.5、固定式剂量监测报警装置

《放射治疗辐射安全与防护要求》HJ 1198—2021第6.2.2 “质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、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。”

根据建设单位提供的资料（见附件5），如图10.3-3，机房迷道内入口处设计固定式辐射剂量报警仪和联网式剂量报警探头，排风道墙上设计有固定式剂量报警仪，在控制室内设置有联网剂量报警仪显示器，能够实时显示剂量率，当剂量率超过设置的阈值，设备可进行报警。联网剂量报警仪与西安生态环境主管部门相关监测网络联网。符合要求。

10.3.6、辐射防护监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 修订）第十六条使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：（五）配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。

根据建设单位提供的资料（见附件11），建设单位放疗科配备有1台FD-3013B型环境 γ 辐射监测仪（X线防护仪）和1台个人剂量报警仪，环境 γ 辐射监测仪于2022年8月在中国测试技术研究院进行了校准，符合要求；建议建设单位定期检定/校准，确保在检定/校准有效期内使用。

10.3.7、操作的辐射安全与防护要求

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》HJ 1198—2021第7.1条要求：“医疗机构应对辐射工作场所的安全连锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全连锁的正常有效运行。”7.2条要求：“治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。”和7.3条要求：“任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室，进入含放射源或质子/重离子装置的治疗室前须携带个人剂量报警仪。”

建设单位制定有《辐射事故应急预案》内容包含有辐射和放射诊疗设备和场所设置规定的警示标志检查与管理工作和检查配置使用场所相适应的防护设施、设备及个人

防护用品的相关内容。还应完善治疗期间、治疗停止后工作人员的操作规范、交接班制度和调试检修期间控制区辐射安全管理的相关内容。

建议建设单位在地面画出限定源的活动区域的警示线，在实际操作过程中源的活动范围应不超过该警示线，

10.3.9、工作场所辐射防护设施符合性评价及建议汇总

表10.3-1 后装治疗机房辐射防护措施符合性分析表（GBZ121-2020要求）

GBZ121-2020要求		本项目情况	符合性
空间、通风要求	6.2.1放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。	后装治疗机房面积约为14m ² ，放射源在治疗室中部3平范围内移动，能满足放射治疗设备临床需要。	符合
	6.2.2放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于4次/h。	后装治疗机房设计有强制排风系统，进风口设计在机房上部，排风口设计在治疗机房西北角距地10cm，进风口与排风口位置应对角设置，确保室内空气充分交换；后装机房设计排风效率为430m ³ /h	符合
屏蔽要求	6.3.3屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能和经济因素，符合最优化要求，新建机房一般选用普通混凝土。	后装治疗机房为改建机房，墙体采用混凝土（密度≥2.35g/cm ³ ）。	符合
安全装置和警示标志要求	6.4.1含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置，应确保其报警功能正常。	机房迷道内入口处设计固定式辐射剂量报警仪和联网式剂量报警探头，排风道墙上设计有固定式剂量报警仪，在控制室内设置有联网剂量报警仪显示器。	符合
	6.4.2放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。	后装治疗机房设有门-机联锁装置，开门状态不能出源照射，出源照射状态下若开门放射源自动回到后装治疗机的安全位置；防护门设有防夹装置，即当有人进出防护门时，防护门自动停止关门动作。防护门外设置工作指示灯及电离辐射警告标志。	符合
	6.4.3医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：a)放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射	a) 建设单位在放射治疗工作场所入口处设计有电离辐射警告标志 b) 建设单位在后装治疗机房防护门上	符合

	警告标志；b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	设计有电离辐射警告标志及工作状态指示灯。	
	6.4.4.1放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面入口门内旁侧和控制台等处设置。	后装治疗机房控制台及机房、迷路均设置紧急停机按钮，按下急停开关能使后装机断电，放射源自动回到后装治疗设备的安全位置。	符合
	6.4.5.1 γ 源后装治疗设施应配备应急储源器。	后装治疗机房内配备30mmPb铅罐1个，配备长柄镊子、钳子、高强度钢丝剪等应急设备。	符合
	6.4.6视频监控、对讲交流系统控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。	后装治疗机房内设计了3个摄像装置（治疗室2个、出口处1个）；治疗位设计了对讲装置，便于控制室操作人员观察机房内人员停留等情况，与机房内人员交流。	符合

表10.3-2 后装治疗机房辐射防护措施符合性分析表（HJ1198—2021要求）

	HJ1198—2021要求	本项目情况	符合性
屏蔽要求	6.1.1放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。	后装治疗机房按 ^{192}Ir 源最大活度10Ci条件进行设计，并考虑了所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射，见表11环境影响分析。	符合
	6.1.2放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。	后装治疗机房墙体采用混凝土（密度 $\geq 2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ），符合最优化要求。	符合
	6.1.3管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。	后装治疗机房新排风管拟采用斜向45度穿墙方式，电缆沟拟采用地槽U型管穿墙的方式	符合
安全防护设施和措施要求	6.2.1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：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	a)后装治疗机房入口防护门处设计有电离辐射警告标志。b)后装治疗机房进出口防护门上设计有电离辐射警告标志，防	符合

	<p>文警示说明；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；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>	<p>护门上方设计有工作状态指示灯。c)后装治疗机房内设置3个摄像装置（治疗室2个、出口处1个）；设置对讲装置，便于控制室操作人员观察机房内人员停留等情况，与治疗室内人员交流。</p>		
	<p>6.2.2质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（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>机房迷道内入口处设计固定式辐射剂量报警仪和联网式剂量报警探头，排风道墙上设计有固定式剂量报警仪，在控制室内设置有联网剂量报警仪显示器。</p>	符合	
	<p>6.2.3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：a)放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-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)放射治疗室和质子/重离子加速器大厅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、质子/重离子加速器大厅和束流运输通道内设置急停按钮；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>d)安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。</p>	<p>a)后装治疗机房防护门设置门机联锁，防护门未关闭，后装治疗机无法出源。断电情况下，后装治疗机可以自动回源。b)后装治疗机房设置了室内紧急开门装置，防护门具有防夹伤功能。c)后装治疗机房在控制室、控制台、机房四周墙体及迷路均设置急停按钮，并设置醒目标识及文字显示。d)后装治疗机安全联锁触发后须人工通过控制台操作才能重新进行放射治疗活度；医院要求安装调试及维修情况下，须通过单位辐射安全管理机构的批准与见证。</p>	符合	
	<p>6.2.4后装治疗室内应配备合适的应急</p>	<p>后装治疗机房配备30mmPb铅罐</p>		

	贮源容器和长柄镊子等应急工具。	1个，配备长柄镊子、钳子、高强度钢丝剪等应急设备。	
--	-----------------	---------------------------	--

综上所述可知，本项目后装治疗机房按相关标准要求进行了设计，辐射防护措施符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护的要求》（HJ1198-2021）的相关要求。

环评要求：建设单位在订购铅防护门时，特别注意防护门与机房门洞口的重叠搭接，重叠搭接宽度不得小于洞口每侧20cm，以确保满足的辐射防护要求。

环评要求：由于图纸中未明确排风机的风量，经计算治疗室的体积为44.5立方米（未考虑吊顶），要求进行通风系统风机的购置安装时，风机风量不得低于180立方米每小时，保证换风次数不低于4次/小时的要求。

10.4、三废的治理

本项目不产生放射性废物。

废水：本项目运营期不产生医疗废水和放射性废水，且工作人员均为医院现有辐射工作人员，产生的生活污水依托医院现有的处理设施。

废气：后装机运行期间利用通风系统进行通风换气，将废气排出，防止机房中臭氧、氮氧化物等有害气体累积，对环境基本上不产生影响。

噪声：本项目产生的噪声很低，对环境影响很小。

固废：本项目¹⁹²Ir放射源，随着核素的自然衰变，放射源活度逐渐降低，当活度不能满足治疗需要时，需更换放射源，故本项目的放射性固废是退役的¹⁹²Ir废源。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）第二十八条要求“生产、进口放射源的单位销售 I 类、II 类、III 类放射源给其他单位使用的，应当与使用放射源的单位签订废旧放射源返回协议。转让 I 类、II 类、III 类放射源的，转让双方应当签订废旧放射源返回协议。进口放射源转让时，转入单位应当取得原出口方负责回收的承诺文件副本”。

因此，医院应与后装机生产厂家（放射源¹⁹²Ir供货商）签订废¹⁹²Ir放射源返回协议，本项目废¹⁹²Ir放射源应交回后装机生产厂家（放射源¹⁹²Ir供货商），并在送交活动结束后20日内到陕西省生态环境厅备案。如确实无法交回生产单位，应送交有相应资质的放射性废物集中贮存单位贮存。

表 11、环境影响分析

11.1、建设阶段对环境的影响简要分析

(1) 土建施工及设备安装阶段

建设项目对后装机房屋顶和西侧部分墙体进行加厚施工，并对机房内部进行装修以及设备安装，主要有声环境、空气环境、水环境和固体废物的影响，不涉及放射性影响。建设期土建施工阶段的主要环境影响分析如下：

① 废气

建设过程中墙面清理施工将产生扬尘，此外机械和运输车辆作业时排放废气，但以上影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染拟采取以下措施：

a) 施工现场都集中在室内，室内施工时对门口进行封闭管理；室外只有临时存放设备及材料场地，对临时进行围挡；

b) 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；

c) 车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒。

② 噪声

施工期机械设备在运行中将产生不同程度的噪声，现场有电镐、电锤、混凝土振捣设备等较高噪声小型施工机具。因为施工时均在室内施工，并且机房墙体厚度在300—600cm，对噪声有较好的隔声作用，对机房外造成的影响很小。

③ 固体废物

项目施工期产生废混凝土块及包装材料等建筑垃圾，建设单位应集中收集，在建设单位指定的区域存在放并围护，定期由当地环卫部门进行集中清运工作。

由于工程量很小，产生生活垃圾依托建设单位的生活垃圾收集系统进行收集和处理。

④ 废水

施工内容比较简单，混凝土工程量在9立方米左右，在施工时会产生少量的冲洗产生的施工废水，由现场工人进行擦除和自然蒸发，不会外流；其他装修内容用水多为浆料拌合用水不会产生外排废水。

通过以上分析及现场措施，可将施工期的影响控制在项目局部区域，对周围环境影响较小。

(2) 设备安装调试阶段

项目设备的安装、调试、检测和维修等均由设备厂家安排专业人员进行。在安装前设备厂家需对机房进行初步的安装验收，在满足相关条件后再进行安装、调试。

在设备安装调试阶段，建设单位及设备厂家应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在门上粘贴电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房需关闭并采取措施防止无关人员进入，防止辐射事故的发生。

11.2、运行阶段辐射环境影响分析

11.2.1、后装机房辐射影响分析

根据《后装 γ 源近距离治疗质量控制检测规范》（WS262-2017）中表1后装治疗设备质量控制检测项目与技术要求，贮源器表面（5cm、100cm）泄漏辐射所致周围剂量率的指标要求分别为 $50\mu\text{Sv/h}$ 、 $5\mu\text{Sv/h}$ ，即工作贮源器内装载最大容许活度时，在贮源状态下，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得大于 $50\mu\text{Sv/h}$ ；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得大于 $5\mu\text{Sv/h}$ 。对于机房屏蔽体外的影响非常小，因此，对于机房屏蔽体的周围剂量率只考虑治疗状态下的辐射影响；在工作人员摆位时需考虑贮源状态下泄漏辐射对摆位工作人员的影响。

采用理论计算的方法，根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分： γ 放射源放射治疗机房》GBZ/T201.3-2014中屏蔽核算原则及计算方法对本项目后装治疗机房屏蔽体进行核算。

根据《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）中4.8.3规定，治疗机房辐射屏蔽涉及诸多物理量：治疗装置有用束给予患者受治部位的剂量为吸收剂量(Gy)、治疗装置的泄漏辐射和可能产生的杂散中子及其散射辐射剂量为周围剂量当量或空气比释动能(Sv或Gy)、人员在治疗机房外的受照剂量为有效剂量(Sv)、在治疗机房外的辐射场和剂量仪表的测量值为周围剂量当量(Sv)。为了治疗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，不进行诸物理量与本标准中的周围剂量当量之间的转换系数修正。

11.2.1.1、关注点选取

根据与建设单位、后装机供货单位协商与沟通，后装机安装于机房内部中心偏南部，

放射源伸出后装机的长度最大不超过1.5米，确定源在机房内的可能的活动范围为图中o1、o2、o3、o4组成的矩形。以患者治疗时病人躺在治疗床上，放射源距地面高度1米进行计算。根据机房周围的环境，取后装机机房周围人员可达到的、剂量大的代表性点为关注点，以后装机房各侧屏蔽墙及顶棚外30cm处的a、b、c、d、e、f、k、g关注点进行核算。关注点位置及照射路径见图11.2-1。

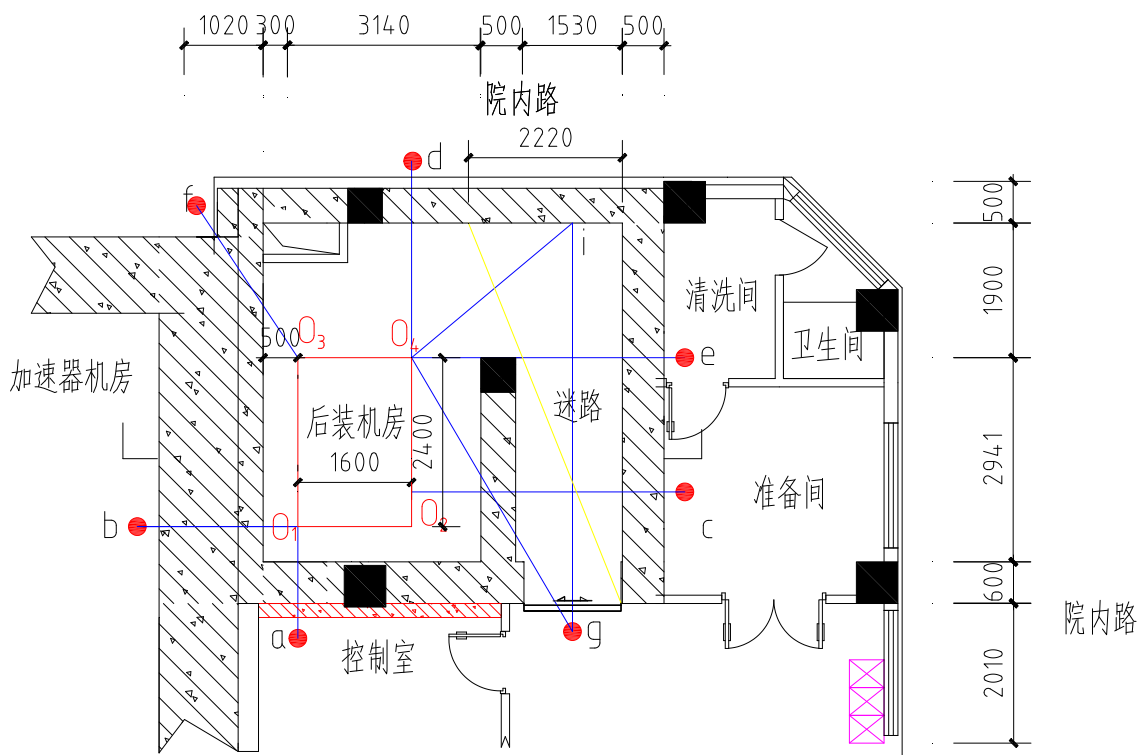


图11.2-1 后装治疗机房周围选取及照射路径图

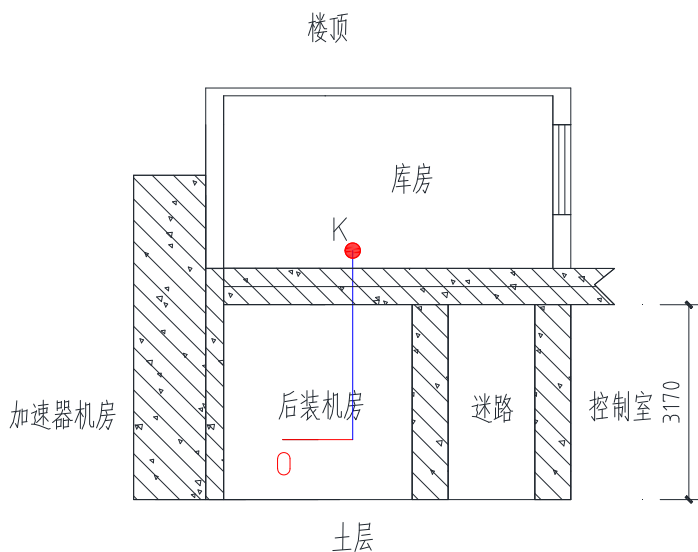


图11.2-2 顶部关注点的选取及照射路径图

11.2.1.2、各关注点剂量率参考控制水平

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）第6.1.4条，剂量控制应符合以下要求：

b) 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 ， $d(\mu\text{Sv/h})$ ：

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

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

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 ， $\text{max}(\mu\text{Sv/h})$ ：

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

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

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 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。

根据 GBZ/T201.3-2014《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》中的要求，治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平如下：

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

$$\dot{H}_{c, d} \leq H_c / (t \times U \times T) \dots \dots \dots \text{（式1）}$$

式中：

H_c ——周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv/周}$ ）

U ——关注位置方向照射的使用因子；

T——人员在响应关注点驻留的居留因子；

t——治疗装置周治疗照射时间，单位为时（h）。其值为平均每周治疗照射人数和每天治疗照射时间的乘积。

医院后装治疗全年最多2000人次，每周治疗患者数最多40人次，每名患者的平均摆位时间约为2分钟，每名患者治疗时间（真源出源时间）不超过15分钟，则周治疗最大照射时间为10h，年治疗照射时间为500h。由此计算得出该建设项目后装治疗机房外关注点的导出剂量率最终参考控制水平见表11.2-1。

表11.2-1后装治疗机房外关注点的导出剂量率最终参考控制水平

序号	关注点	环境性质	计算参数	\dot{H}_c, d ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_c, max ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)
1	a	控制室	$H_c=100\mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1$	10	2.5	2.5
2	b	加速器治疗室	$H_c=5\mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1/8$	4.0	10	4.0
3	c	准备间	$H_c=100\mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1$	10	2.5	2.5
4	d	院内路	$H_c=5\mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1/16$	8.0	10	8.0
5	e	清洗间	$H_c=100\mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1/4$	40	10	10
6	f	院内路	$H_c=5\mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1/16$	8.0	10	8.0
7	g	防护门	$H_c=5\mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1/8$	4.0	10	4.0
8	k	放疗中心库房	$H_c=5\mu\text{Sv/周}$; $U=1; T=1/20$	10	10	10

11.2.1.3、各屏蔽墙关注点考虑的辐射束

根据GBZ/T201.3-2014《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分： γ 放射源放射治疗机房》中第6.1不同关注点应考虑的辐射的要求，结合本项目的实际情况，本项目考虑治疗源 4π 发射的 γ 射线（即初级辐射）对墙和室顶的直接照射及其散射辐射在机房入口处的照射，见图11.2-1。图中红线区域即放射源活动区域，其中a点和b点分别为治疗源在o1使用时人员在机房屏蔽墙外受到剂量最大的位置；c点为治疗源在o2使用时人员在机房屏蔽墙外受到剂量最大；f点为治疗源在o3使用时人员在机房屏蔽墙外受到剂量最大的位置；d、e点为治疗放射源在o4点使用时，在机房屏蔽墙外受到剂量最大的位置；机房防护门考虑

治疗源在o4使用时为机房入口处受到北侧屏蔽墙i点对初级辐射散射到g点的辐射剂量和由于初级辐射穿透内墙对防护门关注点的辐射剂量和由o4点初级辐射穿透内墙对防护门关注点的辐射剂量，i墙反射面积为o4点与g点共同可视面积。

(1) 采用理论计算的方法：

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分：γ放射源放射治疗机房》

(GBZ/T201.3-2014) 中计算方法对后装治疗机房屏蔽墙外参考点剂量进行估算。

辐射剂量率计算公式

①当X射线束以θ角斜射入厚度为X (cm) 的屏蔽物质时，射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度Xe (cm) 计算公式：

$$X_e = X / \cos\theta \dots\dots\dots (式2)$$

②屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系计算公式：

给定的屏蔽厚度，计算透射因子

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1) / TVL} \dots\dots\dots (式3)$$

式中：

Xe: 屏蔽厚度，cm；

TVL₁: 第一什值层厚度，cm；

TVL: 平衡什值层厚度，cm；

B: 辐射屏蔽透射因子；

③屏蔽体外关注点的剂量率计算公式：

$$H = \frac{\dot{H}_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \dots\dots\dots (式4)$$

式中：

H₀: 活度为A的放射源在距其1m处的剂量率，单位为μSv/h；

R: 辐射源至关注点的距离，cm；

f: 对有用线束为1；

④活度为A的放射源在距其1m处的剂量率计算公式：

$$\dot{H}_0 = A \cdot K_r \dots\dots\dots (式5)$$

式中：

A：放射源活度，¹⁹²Ir后装治疗装置额定装源活度：3.7×10⁵MBq；

K_r：放射源空气比释动能率常数，0.111μSv/(h·MBq)；

⑤入口g处的散射辐射剂量计算公式H_g：

$$\dot{H} = \frac{A \cdot K_{\gamma} \cdot S_w \cdot \alpha_w}{R_1^2 \cdot R_2^2} \dots\dots\dots \text{(式6)}$$

式中：

A：放射源活度，MBq；

K_r：放射源空气比释动能率常数，0.111μSv/(h·MBq)；

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见的墙区面积，m²；

a_w：散射体的散射因子，近似取表C.4中0.25MeV时45°入射0°散射因子，3.39×10⁻²；

R₁：辐射源至散射体中心点的距离，m；

R₂：散射体中心点至计算点的距离，m；

⑥ 屏蔽门外剂量计算公式：

$$H = (H_{ig} + H_{og}) \times B_m$$

式中：H_{ig}—北侧屏蔽墙i点对初级辐射散射到g点的辐射剂量，单位为μSv/h；

H_{og}—初级辐射穿透内墙对防护门关注点的辐射剂量，单位为μSv/h

B_m—屏蔽门的屏蔽透射因子。

(2) 放射源辐射特性参数

参照GBZ/T201.3-2014《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分：γ放射源放射治疗机房》中附录C取值，放射源的特性参数见表11-6。

表11.2-2放射源辐射特性参数

核素	半衰期 T _{1/2}	γ射线能量均值 (MeV)	空气比释动能率常数K _r (μSv/(h·MBq))	TVL (mm)
				混凝土
¹⁹² Ir	74.0d	0.37	0.111	152

相关计算参数取值：混凝土密度2.35g/cm³，铅密度11.35g/cm³。

(3) 各关注点处辐射剂量率计算

后装治疗机各项参数及关注点数据选取与剂量率计算按设计图纸给出的设计屏蔽墙

体厚度。对于相邻的加速器机治疗室的关注点b点，屏蔽厚度为后装机与加速器屏蔽体的总厚度，即1.32米。关注点c的屏蔽厚度为迷路内外墙厚度之和，即1.0米。

由上述计算公式估算后装治疗机房外表面30cm处剂量率预测结果见

表11.2-3 后装治疗机房屏蔽墙体周围剂量当量率估算结果汇总表

关注点	辐射因素	屏蔽参数选择	辐射剂量率预测值 ($\mu\text{Sv/h}$)		关注点周围剂量 参考控制水平	是否 符合 要求	
a	初级辐射	$X=0.8\text{m}; d=1.6\text{m}$	0.0875		2.5	符合	
b	初级辐射	$X=1.32\text{m}; d=2.02\text{m}$	2.0×10^{-5}		4.0	符合	
c	初级辐射	$X=1.0\text{m}; d=3.8\text{m}$	0.0007		2.5	符合	
d	初级辐射	$X=0.5\text{m}; d=2.8\text{m}$	2.69		8.0	符合	
e	初级辐射	$X=0.5\text{m}; d=3.8\text{m}$	1.46		10	符合	
f	初级辐射	$X=0.6\text{m}; \theta = 56^\circ$ $X_e=1.07\text{m}; d=2.6\text{m}$	6.0×10^{-4}		8.0	符合	
k	初级辐射	$X=0.6\text{m}; d=3.0\text{m}$	0.52		10		
g	内墙透射	$X=0.5\text{m}; \theta = 65^\circ$ $X_e=1.18\text{m}; d=4.3\text{m}$	3.7×10^{-5}		1.32	4.0	符合
	i墙散射辐射	$R_1=3.02\text{m}; R_2=5.68\text{m};$ $S_w=7.03\text{m}^2; \alpha_w=3.39 \times$ 10^{-2}	33.27				
	防护门厚度7mmPb $B=0.0398$						

(4) 屋顶西北角排风管道洞口的剂量核算

由于机房西北角排风口穿过楼板，经现场勘察通风管道内楼板的洞口断面 1.0×0.5 米，室内的通风道为砖砌通风管道，厚度120cm。当放射源在o4点时通过洞口透视的经屏蔽墙反散射的剂量最大。

现场照片：



图11.2-3 排风道内照片



图11.2-4 二层排风道照片

如下图：

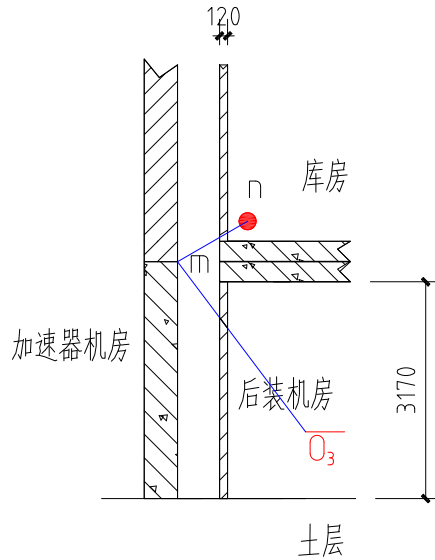


图11.2-5 排风道散射路径图

由于初级射线经过两次透射通风管道，由于实心砖和混凝土都为低Z材料组成，加权原子序数基本相同，根据《辐射防护导论》（方杰、李士骏）中剂量密度换算公式， $\rho_1/\rho_2=d_2/d_1$ ，厚度240cm的实心砖（密度按1.65g/m³计）约等效于密度2.35g/m³混凝土厚度168cm，取反射面积为洞口面积，采用公式（6）核算后装机机房顶部库房内通风道周围0.3米的剂量，其中散射体的散射因子，近似取《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分： γ 放射源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）表C.4中0.25MeV时45°入射45°散射因子， 3.05×10^{-2} ； $R_1=3.31\text{m}$ ； $R_2=1\text{m}$ ；经计算如下：

$$H = \frac{A \cdot K \gamma \cdot Sw \cdot \alpha w}{R_1^2 \cdot R_2^2} \cdot B = \frac{370000 \cdot 0.111 \cdot 0.5 \cdot 0.0305}{3.31^2 \cdot 1^2} \cdot 10^{-168/152} = 4.49(\mu Sv / h)$$

经计算后装机顶部放疗中心库房内通风管道表面局部剂量率小于本项目评价用周围剂量率控制水平的要求。

11.2.2、天空反散射与侧散射估算

后装治疗机房上方有建筑，并且机房顶棚有很好的屏蔽，故不存在天空反射与侧散射辐射的发生，故本项目不用进行天空反散射与侧散射估算。

11.2.3、辐射工作人员和周边公众年附加剂量率：

本项目辐射工作人员和周边公众年附加剂量计算公式如下：

$$H=H_1 \cdot t \cdot T \cdot U \cdot 10^{-3} \dots \dots \dots \text{(式7)}$$

式中：

H：年有效剂量当量，mSv/a；

H₁：人员居留位置辐射剂量率，μSv/h；

t：年受照时间，h/a；

T：居留因子；

U：使用因子。本项目U=1。

辐射工作人员和周围公众年附加剂量见表11.2-4。

表11.2-4 辐射工作人员和周围公众年附加剂量（年受照剂量）估算结果

保护对象	所在位置		距屏蔽墙外最近距离 (m)	对应的关注点外辐射剂量率预测值 (μSv/h)	居留因子	附加剂量 (mSv)
放射工作人员	后装控制室		0.3	0.0875	1	0.044
	加速器控制室 (2间)		4.0	1.24×10 ⁻⁵	1/8	7.7×10 ⁻⁷
	准备间		0.3	0.0007	1/4	8.7×10 ⁻⁵
	清洗室		0.3	1.54	1/4	0.19
公众人员	东侧	院内路	6.0	0.25	1/16	0.008
	南侧	CT定位室	2.5	0.24	1/8	0.02
		门诊住院综合楼	15	0.016	1/4	0.002

	西侧	加速器治疗室（2间）	2.1	1.89×10^{-5}	1/8	1.2×10^{-6}
		候诊室	6.0	2.36×10^{-6}	1/20	5.9×10^{-7}
		营养餐厅	20	2.36×10^{-7}	1/20	5.9×10^{-8}
	西北侧	西二楼	25	1.36×10^{-7}	1/4	3.4×10^{-9}
	北侧	院内路	2.8	2.69	1/16	0.08
		放疗科	6	0.58	1/4	0.07
		润佳快捷酒店	25	0.034	1/20	8.5×10^{-4}
	后装机房楼上	库房	0.3	0.28	1/20	0.007

由上述计算可知，本项目直线加速器机房进行防护后，放射工作人员的年附加剂量最大为0.44mSv，周围公众的附加剂量最大为0.08mSv。

后装治疗7名辐射工作人员的总叠加剂量估算结果见表11.2-5。

表11.2-5 后装治疗7名辐射工作人员的总叠加剂量估算结果。

姓名	性别	年度剂量(mSv)				附加剂量(mSv)	总叠加剂量	评价
		2021第四季度	2022第一季度	2022第二季度	2022第三季度			
潘继元	男	0.04	0.01	0.03	0.01	0.44	0.72	符合
王亚利	女	0.10	0.03	0.01	0.10		0.88	符合
许琨	男	0.13	0.03	0.01	0.01		0.82	符合
李毅	男	0.16	0.01	0.08	0.01		0.90	符合
任宏涛	男	0.17	0.12	0.01	0.01		0.95	符合
李芳	女	0.19	0.01	0.01	0.01		0.86	符合
杨彭涛	男	—	0.01	0.01	0.01		0.67	符合

综上所述，放射工作人员和公众的年附加剂量分别低于本次评价确定的5.0mSv/a和0.1mSv/a的剂量约束目标值，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002中规定的职业人员20mSv/a和公众5mSv/a的剂量限值。

后装机房四周墙体及顶棚0.3米处的周围辐射剂量率均低于本项目计算的周围剂量率控制水平。

11.2.4、其他环境影响分析（废气、废水、固废）

1、废气：

项目运行产生极少量的臭氧和氮氧化物有害气体，经过治疗室内的机械通风系统排出。

根据建设单位提供的设计图纸，本项目设计采用上送下排，建设单位拟在治疗室天花板顶部东南角设置1个200mm×160mm的送风口，送风风机位于候诊区南侧天花板上，送风管道从机房天花板顶部45°穿过，通向迷路，顺迷路墙向上在吊顶内敷设。机房治疗室西北角预留有排风通道，拟在离地面100mm处设置1个200mm×200mm的排风口，机房内排风口和送风口呈对角设置，保证室内空气合理流动，机房外排风口位于机房楼顶。后装机房设计新风换气次数为4次/h，设计排风换气次数6次/h，排风设计符合要求，不对环境产生影响。

2、废水

本项目运行期间不产生废水，不对环境产生影响。

3、固废

根据建设单位提供资料，本项目半年进行一次换源，后装治疗机退役的放射源由放射源供应单位负责回收处置。

11.3、装源、换源影响分析

购买的后装机(非辐射部分组件)安装后，需将放射源装入装置内，装源工作医院委托具有III类放射源安装、调试、维修资质的单位进行。期间医院需配合进行组装，主要工作有：按照装源单位的院内运输、装源方案设置警戒区，提供现场电源、保安工作等，装源现场在后装治疗室内，医院工作人员不进入装源现场。同时由于¹⁹²Ir放射源每半年需要更换放射源，放射源更换也由专业技术单位操作。

装源、换源过程由后装机生产厂家（放射源供货商）专业工作人员操作。根据工程分析，在此过程中，医院工作人员不会进入治疗室内，在控制室内观察。根据前文治疗室外剂量率核算结果，经过治疗室墙体或防护门屏蔽后，机房外的剂量率最大约为1.28 μSv/h (准备间)，初装源过程约10min，换源过程约20min，则医院工作人员受到的附加剂量约为初装源过程 2.1×10^{-4} mSv，换源过程 3.2×10^{-4} mSv。

综上所述，放射源运输及放射源初次安装/换源过程中，医院工作人员受到的附加有效剂量非常微小，可以忽略不计。

11.4、事故影响分析

11.4.1、事故风险类型

后装治疗系统一般由专业单位进行检修和保养，医院不自行维(检)修，不拆开后装机。因此，在意外情况下，后装治疗系统可能出现的辐射事故(事件)分析如下：

(1) 放射源脱落、丢失/被盗等事故换源或装源时，施源管未安装到位，致使放射源转移过程中脱落，在工作人员处理事故的过程中造成人员受到额外的照射；后装机换装放射源后产生的报废源，因管理不善发生被盗、丢失、遗弃等事故，而引发辐射事故。

(2) 放射源卡源：因施源管高差太大、工作人员操作不当或出现设备故障等，在治疗过程中、初装源、换源过程中，发生卡源(放射源卡在输源管中无法收回储源容器)。

(3) 误照射事故：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(走真源)治疗室内，受到不必要的辐射照射。辐射工作人员进入治疗室后未全部出来，防护门关闭后受到误照射。

11.4.2、事故情况下的影响分析

(1) 治疗室内辐射事故

在治疗室内发生的辐射事故主要是卡源、误照射(放射源和射线装置)和放射源脱落。发生卡源事故后，在操作室操作台上和设备上均有强制回源按钮能回源；发生误照射时，操作室有监控设施能及时发现人员误入，在操作室操作台有“急停按钮”能及时回源，治疗室内也有多个“急停按钮”，误照射时间约15s(10s反应时间+5s回源时间)；发生放射源脱落事故后，由专业人员穿戴好防护用品，携带好防护检测设备后进入治疗室使用长镊子等将放射源放入储源罐内，一般操作时间需要5min。

发生上述辐射事故后，仅在操作室操作时，工作人员一般不会受到超剂量照射；但工作人员需进入治疗室内操作的放射源脱落事故和误照射事故，会造成较大的影响。以下对该事故发生后人员受到的附加照射进行估算。

①放射源脱落事故剂量估算

本项目¹⁹²Ir装源活度为 $3.7 \times 10^5 \text{MBq}$ ，根据本章节公(式6)可以核算出距离放射源1m处的剂量率为 $4.11 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ 。发生放射源脱落事故后，工作人员穿戴好防护用品(本次核算不考虑其削弱影响)后进入治疗室，通过工具在距离放射源1m处进行操作，操作时间

为5min，则该名人员受到附加有效剂量约为3.4mSv。

同时位于治疗室外的人员受到的剂量估算如下：根据治疗室屏蔽体建设情况，假定放射源脱落后位于南侧屏蔽体最近处（墙厚0.6m），则距离准备室过道约0.9m，则根据本章节公式可以核算出该处的周围剂量当量率为5.72 μ Sv/h。发现放射源脱落后到事故处理完需30min，则治疗室外的人员受到附加有效剂量约为 2.86×10^{-3} mSv。

②误照射事故剂量估算

在门机联锁失效后，人员误入治疗室，受到正在运行的放射源的误照射事故。误照射时间约15s（10s反应时间+5s回源时间），假设进入治疗室后距离放射源约1m，则受到的误照射剂量为0.17mSv。

③相关要求

根据上述核算，本项目发生辐射事故后主要是相关人员受到超剂量照射，事故影响可控。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），“除抢救生命的行动外，必须尽一切合理的努力，将工作人员所受到的剂量保持在最大单一年份剂量值的两倍以下”。本项目事故状态下相关人员受到的辐射剂量值低于最大单一年份剂量值（5mSv）的两倍以下，因此，在该事故状态下相关人员受到的辐射剂量能够满足剂量限值的要求。

(2) 治疗室外辐射事故

治疗室外的辐射事故主要为放射源丢失、被盗等事故。放射源丢失、被盗，根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》属于较大辐射事故。

11.4.3、事故等级分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

根据国家环保总局2006年145号《辐射事故分级》规定，一般辐射事故：是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射；较大辐射事故是指III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

本项目使用III类放射源，可能发生的辐射事故主要为放射源丢失、被盗、失控，主

要的危害是导致职业人员和公众成员受到超过年剂量照射限值，事故等级为较大辐射事故。

11.4.5、事故后果分析

电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程，后装机产生的 γ 射线照射会对人体组织器官造成损伤。电离辐射对人体作用所致生物效应包括随机性效应和确定性效应两类：

随机性效应：指辐射效应的发生几率（而非其严重程度）与剂量成正比的效应，不存在剂量阈值，主要指致癌效应和遗传效应。

确定性效应：指辐射效应的严重程度取决于所受剂量的大小，这种效应有一个明确的剂量阈值，超过阈值可能会导致血液系统疾病（如白细胞、血小板减少等）、晶状体浑浊、甲状腺功能降低、手部皮肤放射性损伤等；在阈值以下不会见到有害效应。

本项目发生单次治疗室内的辐射事故经合理及时处理后，相关人员可能会受到超剂量照射，超剂量照射不会达到发生确定性效应阈值，但可能增加发生随机性效应的概率。

发生放射源丢失和被盗事故后，人员受照剂量会随着时间的增加而增大，人员会受到的较大急性辐射照射，严重的会致人死亡。

11.4.6、事故预防措施

(1) 放射源脱落、丢失/被盗事故预防措施

换源或装源必须由有资格的厂家专业人员进行。做好换装源程序和一切准备工作，专业人员严格按照操作规程，多次检查施源管的安装到位，放射源取出后应按要求对储源罐上锁，对暂存的保险柜上锁。操作工作人员必须佩戴辐射监测仪器，穿戴防护衣帽，对后装治疗室及周围进行清场，打开医院的监控设施，全程监控。严格加强 ^{192}Ir 放射源的安全管理，严格按照规定的实施方案进行换装源，确保环境和人员安全，杜绝事故(事件)发生。

(2) 放射源卡源事故防范措施

本项目拟采用的后装机设备含有出源和进源限位机构，能很好的避免卡源事故。在安装施源管时，应注意施源管尽量拉直，减少施源管两头的高差，走真源前先走多次假源，采取上述措施后能有效预防卡源事故的发生。

(3) 误照射事故预防措施

日常加强门机连锁的巡检，确保防护门上指示灯处于正常工作状态；启动后装治疗系统前全视角搜寻治疗室内是否有人员未出来，以杜绝该类型辐射事故的发生

11.4.7、事故应急处理措施

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，建设单位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。

(1)发生超剂量照射事件

当发生上述门机连锁失效外出源，其他无关人员误入治疗室内，操作人员应立即利用最近的紧急停止开关切断设备电源，强制回源。误入人员应在最短的时间内撤离机房，尽量缩短受照时间。同时，事故第一发现者应及时向医院的辐射安全管理领导小组及上级领导报告。辐射安全管理领导小组在接到事故报告后，应在第一时间将事故情况通报当地环境保护主管部门、卫生等主管部门。人员受照事件后，应估算人员受照剂量。如受照人员未携带个人剂量计，则可根据人员所在部位，初步估算人员受照剂量。根据初步剂量估算结果确定受照人员是否要进行医学观察及治疗；对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查和救治。

(2)当发生放射源丢失、被盗情况时后，医院应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。发生特别重大辐射事故和重大辐射事故时，应在4小时内上报国务院。

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《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：（一）使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当具有1名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全和环境保护管理工作。

根据陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29号）相关要求，对核技术利用单位辐射安全管理标准化建设提出要求，具体见表12-1

表12.1-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）

辐射安全管理部分

管理内容		管理要求
人员管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作。
		年初工作安排的和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容。
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。
	辐射防护负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识。负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度评估报告。
		建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责。
		建立辐射环境安全管理档案。
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改记录。
直接从事放	岗前进行职业健康体检，结果无异常。	

	射工作的作业人员	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗。
		了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺。
		熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况后，能有效处理。
机构建设		设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人。
制度建立与执行		建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整
		建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账
		建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案
		建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案
		建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性
		建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）
		建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案
		建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案
应急管理		结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练
		应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序

(1) 西安交通大学医学院第二附属医院已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》陕西省环境保护厅办公室关

于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29号）等的相关要求，医院已成立了放射防护管理委员会，并指定放射管理人员职责。

人员组成：

委员会主任：李文博

委员会副主任：李小鹏

委员：叶泽宇、陈庆杰、杨全新、郑向红、郑强荪、马红兵、王进海、种铁、吕建瑞、李少民、程斌、刘明、李牧、王倩、赵朝虎

委员会主要职责如下：

- （1）负责医院的放射防护安全，按法律法规做好放射防护宣传和管理工。
- （2）负责《辐射安全许可证》《放射诊疗许可证》的申报与年度检验的相关管理工作。
- （3）对含放射性同位素设备及射线装置、放射工作场所及其周围环境、放射防护设施性能等进行年度检测，对放射工作人员进行个人剂量监测、评价，并建立档案。
- （4）负责辐射和放射防护安全培训、操作人员健康检查等管理工作。
- （5）负责放射性同位素、射线装置的安全检查与定期维护保养的管理工作。
- （6）负责放射性同位素、射线装置出现故障与人员伤害应及时上报，并按规定要求及时处理工作。
- （7）辐射和放射诊疗设备和场所设置规定的警示标志检查与管理工作。
- （8）配置使用场所相适应的防护设施、设备及个人防护用品，加强检查与管理工作。
- （9）负责所有辐射和放射防护记录与资料，妥善保管，及时归档。

12.1.2 辐射工作岗位人员配置情况

（1）人员配置

本项目辐射工作人员配置情况：本项目拟配备的7名辐射工作人员均为原放疗科工作人员。

（2）辐射安全与防护培训

建设单位辐射工作人员均在核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行了考核，本项目7名辐射工作人员也均参加考核，且成绩合格并取得了《辐射安全与防护培训合格

证》。

已参加辐射安全与防护培训，并取得合格证书或培训成绩单的放射工作人员应定期进行再培训，新入职人员取得合格证书或培训成绩单，后方可上岗。

（3）个人剂量

建设单位已委托陕西新高科辐射技术有限责任公司对放射工作人员个人剂量进行监测；建设项目7名放射工作人员均进行了个人剂量监测。

（4）职业健康检查情况

医院放射工作人员均在核工业四一七医院进行了职业性健康体检，建立了职业健康体检档案并存档；建设项目7名放射工作人员均进行了职业健康检查，检查结果符合要求。建设单位应定期（不超过两年）对在岗放射工作人员进行职业健康检查；对岗前、离岗放射工作人员也应进行职业健康检查；对职业健康检查时间超过 2 年和即将超过 2 年的放射工作人员，以及新招/新调放射工作人员，应及时组织进行职业健康体检。体检结果存在放射性职业病禁忌证，不宜继续放射工作的人员，应调离放射工作岗位。

（5）专业技能

射线操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

（6）放射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强：

- 1) 对使用射线装置的放射工作人员，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放射工作人员培训制度，组织放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放射工作人员，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。

12.2 辐射安全管理规章制度

建设单位为了保证辐射安全，保障工作人员和公众的身体健康，已制定了以下规章制度：

《放射防护管理委员会职责》《放射工作人员岗位职责》《辐射安全和防护知识及相关法律法规培训制度》《放射防护安全保障制度》《辐射工作场所及个人监测制度》《放射工作人员档案管理制度》《放射诊疗质量保证制度》《放射源管理规章制度》《非密封

放射源安全管理制度》《辐射事故应急预案》《加速器技术人员工作职责》《大孔径CT操作常规》《维修物理室工作制度》《ECT操作规程》《ECT维修保养操作规程》《放射性“三废”处理方法》《核医学科放射源安全管理制度》《核医学科放射防护细则》《核医学科放射防护规范》《执行“放射源转移转让收贮”等备案制度》《核医学科质控检测计划》《患者及陪同人员的放射防护宣教与措施》《射线装置维修保养制度》《血管造影机（DSA）仪器操作规程》《射线装置操作规程》《辐射事故应急报告流程图》

建设单位现有的辐射安全制度基本齐全，能满足医院对维持辐射安全与环境保护的日常运行。

针对建设项目特性，建议建设单位制定《后装治疗操作规程》，完善《放射工作人员岗位职责》，更新《辐射事故应急预案》，并且根据国家发布新的相关法律法规内容，结合建设单位各科室的实际情况及时对各项规章制度更新完善，使之更能符合实际需要。医

院应按照陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29号）的相关要求，在今后日常工作中严格落实各项辐射安全管理制度，并加强演练。

12.3 辐射监测

（1）工作场所监测

医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，包括辐射工作场所屏蔽体外和防护门等关注点，每年向辐射安全许可证发证机关提交医院射线装置的安全和防护状况年度评估报告。

（2）个人剂量监测

医院为现有放射工作人员均配备了个人剂量计，并委托有资质单位每季度对放射工作人员进行个人剂量检测并存档。

（3）自主监测

医院放疗科已配备1台FD-3013B型辐射防护用辐射剂量当量率仪和1台个人剂量报警仪。本项目拟建的后装机房，可利用现有的辐射剂量当量率仪定期进行监测。

12.3-1 项目具体辐射监测计划见表

监测内容	监测因子	监测点位	监测频次
------	------	------	------

后装治疗机房 辐射防护监测	X- γ 辐射剂 量率	机房屏蔽墙体外表面 30cm 处、防护门 及屏蔽体外表面 30cm 处、机房顶棚地 面 1m 处，工作人员操作位（含摆位位 置），管线口及通风口处、贮源器表 面 5cm 以及 1m 处	每季度至少监测 一次；每年由有资 质单位监测 1 次
放射工作人员 个人剂量计	个人剂量计	—	由有资质单位监 测，每3个月监测 一次

12.4、辐射事故应急

建设单位已根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规规定，已制定《辐射事故应急预案》和《辐射事故应急报告流程图》，以加强对建设单位内射线装置、非密封性放射工作场所和放射源的安全管理，预防辐射事故的发生、控制或减轻事故后果。

根据建设单位提供的《辐射事故应急预案》，建设单位已成立辐射事故应急小组，确定了小组的应急组织指挥体系和职责分工主要内容如下：

(1) 辐射安全管理领导小组

组 长：李文博（放射防护管理委员会主任）

副组长：李小鹏（放射防护管理委员会副主任）

成 员：医学影像科、放疗科、核医学科、消化内科、骨三科、口腔科、手术室、泌尿外科、急诊科、人力资源部、国有资产与医学管理办公室（以下简称“国装办”）、保卫部等部门主任。

办公室设在国装办

主 任：叶泽宇

副主任：夏林林

辐射事故应急小组工作职责：认真执行国家、省、市发布的各项条例和管理办法，结合本院实际，加强核与辐射和放射职业卫生安全监督管理，保障人体健康与安全，保护环境，促进我院辐射和放射医疗技术的健康发展与射线装置的安全应用。

(2) 根据工作职能分为现场处置、现场救护、后勤保障三个分小组：

现场处置分小组：

工作职责：辐射事故发生后，及时汇报情况，并立即采取措施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展。

现场救护分小组：

工作职责：接到指挥中心命令后，迅速赶赴现场。对现场伤员进行必要救助，并根据现场情况向政府应急指挥中心报告人员损伤情况。联系指定医疗机构进行救治。将人员恢复情况随时报指挥中心。

后勤保障分小组：

工作职责：接到指挥中心命令后，立即启动应急人员和设施。保证水、电供应，交通运输。准备食物用餐等。

(3) 应急人员培训和应急物资准备

1) 应急人员不定期培训（需有记录）。

2) 应急物资，如警戒标志、防护用品、辐射检测仪器等由各辐射临床科室负责配备备用。

(4) 辐射事故应急响应措施

遇紧急情况时，各相关科室之间应加强协作协调，相关领导及工作人员要对出现紧急突发事件的应对措施和环节充分掌握，认真调查事故原因并及时总结经验教训，杜绝事故发生。

1) 发生放射性同位素（源）丢失、被盗或者射线装置失控等事故后，立即启动应急指挥系统，指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，划定隔离区域，疏散无关人员到指定区域进行登记等工作，禁止一切人员进入事故现场，开展辐射事故报告工作。

2) 必须立即向科主任、院方与保卫科报告，参照“西安交通大学第二附属医院辐射事故应急报告流程图”执行（附后）。

3) 经现场调查确属放射事故后，应在不超过2小时内，向省、市生态环境保护和卫生等部门报告，并在24小时内以书面报告形式向各行政主管部门报告。

4) 院保卫科对医学影像科等科室不定时巡查，确保辐射设施等的安全。

(5) 辐射事故报告和处理程序

1) 辐射事故报告

遇紧急情况科室参照“西安交通大学第二附属医院辐射事故应急报告流程图”执行（附后）。

一旦发生辐射事故，必须立即采取措施防止事故继续发生和蔓延而扩大危害范围，并在第一时间报告：

2) 应急处理程序

①现场控制

现场处置小组接到事故发生报告后，立即赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；负责现场警戒，划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保护好现场。

②现场处置

等待相关部门到达现场的同时采取相应措施，使危害、损失降到最小。

第一条：若是发生射线装置失控导致大剂量误照，应立即联系有资质医疗机构（核工业417医院：83854641）指导现场救助，并同时请求辐射应急主管部门进行救援和检测采取措施，以使人员损伤、环境污染等降到最小。

第二条：若是密封性放射源或非密封性放射源丢失、被盗，除按照上报程序第一时间报告外，还需第一时间组织人力采取各种方式在单位内进行排查，并将丢失源的名称、状态、特性、危害等进行通告，广泛引起本单位职工与公众的重视，最大限度降低危害。并上报公安部门（110）和所在辖区派出所（西五路派出所87273949），认真配合公安、生态环境保护（辐射处63916233）等行政部门所进行的调查与侦破工作。

第三条：若是发生工作场所或人员放射性污染事故时，应立即封锁现场，撤离有关工作人员，切断一切可能扩大污染范围的各环节。对受放射性污染的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施，在采取有效的个人防护措施下组织人员尽快对污染人员进行清洗处理，并按需要将放射损伤人员送专门医疗单位（核工业417医院：83854641）进行进一步去污处理与医学救治。

③查找原因

配合上级有关部门对现场进行勘察以及生态环境保护安全技术处理，检测等工作，查找事故发生的原因，进行调查处理。将事故处理结果及时上报卫生和生态环境保护等行政主管部门。

④解除警报

经上级有关部门对现场进行勘察以及生态环境保护部门安全技术处理、检测等工作结束，达到安全标准后，方可解除警报。

(6)坚持每年一次应急演练，总结经验教训，进一步完善辐射事故应急预案制定或修改防范措施，加强日常环境安全管理，坚决杜绝辐射事故发生。

(7)附则

1) 预案的管理和完善

本预案由我院放射防护管理委员会批准，并指导各辐射工作场所具体实施。各辐射工作场所编制辐射事故应急预案，报我院放射防护管理委员会批准后，报省市区辐射应急办备案。

本预案日常管理工作由医院放射防护管理委员会组织，院放射防护管理委员会办公室具体执行，并根据需要进行不断完善修订。

2) 预案的实施

预案演练至少每年一次。

建设单位制定的《辐射事故应急预案》成立有辐射事故应急小组，明确小组人员结构和职责分工，下设有现场处置、现场救护、后勤保障组，并确定了相关人员结构和职责；制定有辐射事故报告和处理程序，配备有应急物资；规定发生辐射事故时，立即启动《辐射事故应急预案》，采取应急措施；《辐射事故应急预案》内容基本完善，具备一定的辐射事故应急处置能力，能够基本满足辐射安全管理要求。

建议建设单位根据现有的辐射源项种类和本项目后装治疗的设备性能参数及设备使用特点，修订、完善辐射事故应急预案；将新增的后装治疗项目加入到建设单位辐射事故应急预案，并提出针对性的应急措施。建设单位还应依据国家相关法律法规、标准，不断对进行补充修改、完善，使应急预案更具有操作性、可行性。同时加强应急预案演练，提高事故应急处置能力。

12.5、项目环保投资及竣工环境保护验收清单

本项目总投资共计1000万元，环保投资70万元，为项目投资额的7%，本环保投资主要为后装机防护，配套的门机连锁、应急开关、监控对讲、应急照明等防护装置的投资和辐射环境验收监测等费用，具体见表12.3。

表12.3 环保投资估算表

实施阶段	类别	污染源或污染物	污染防治措施或设施	费用（万元）
项目	环境咨	/	/	10

准备阶段	询服务			
施工期	废气	施工扬尘	施工围挡、定期洒水等	
	固体废物	建筑垃圾和生活垃圾	生活垃圾统一纳入建设单位生活垃圾清运系统，建筑垃圾由环卫部门统一清运	5
项目验收阶段	竣工验收监测	—	—	8
运营期	废气	O ³ 、NO _x	通风设施	13
	辐射环境	X射线	门机连锁、视频监控、对讲设备、急停按钮、工作状态指示灯、光幕式红外线防夹设施、剂量监测系统	17
			防护门	10
环境管理		制定环境管理制度（修改原有）		/
		配备个人防护用品		/
环境监测		配备辐射环境检测仪器（利旧）、定期自检；年度场所监测		3
人员管理		配备个人剂量计（利旧），定期送检		2
		辐射工作人员职业体检		2
环保总投资估算（万元）				70

建设单位核技术利用项目，在通过审批取得辐射安全许可证后，设施投入使用后应立即自主组织验收，验收内容见表 12.4。

表12.4 后装机房竣工环境保护验收清单

序号	验收内容	验收要求
1	分区	放射治疗工作场所应分为：后装治疗室、迷路为控制区，后装机房控制室及其辅助机房为监督区。
2	布局	后装机房治疗室和控制室分开设置，设置有迷路；机房周边无儿科病房、

		产房等特殊人群及人员密集区域
3	通风、管线 穿墙	后装治疗室设置通风装置，采用“上进下排”，进风口与排风口呈对角设置，通风换气次数不小于4次/h；后装机房穿墙式为“U”型，管线穿墙为多折式。
4	年有效剂 量	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和环评报告，公众、职业照射剂量约束值分别执行0.1mSv/a、5mSv/a。
5	管理机构	成立辐射安全与环境保护管理机构、安排专职辐射管理人员负责辐射安全与环境保护管理工作，以文件形式明确辐射防护管理机构职责。
6	监测方案、 应急管理	制定机房监测方案。针对使用过程中可能存在的风险，建立应急预案，落实必要的应急物质。定期进行辐射事故应急演练。
7	安全管理	制定操作规程，岗位职责，辐射防护和安全保卫制度，设备检修维护制度，监测方案，辐射事故应急措施等规章制度。
8	职工体检	安排辐射工作人员定期进行职业病健康检查，并建立职业健康监护档案。
9	人员培训	辐射管理人员和辐射工作人员上岗前均应参加辐射安全和防护专业知识的考核，经考核合格上岗。
10	个人剂量	辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每季度送有资质单位检测，建立个人剂量档案。
11	屏蔽措施	机房改造与环评报告表描述一致。屏蔽墙体、防护门窗屏蔽能力满足辐射防护要求。
12	安全设施	后装机房：设置电离辐射警告标志、门-机联锁系统、光幕式红外防夹装置、双向交流系统、工作状态指示灯、急停开关*6、视频监控*3、对讲设施*1、固定辐射剂量监测仪*2、个人剂量报警仪。
13	监测设备	X-γ辐射剂量率仪不少于1台。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》第二十四条：“建设项目的环境影响评价文件经批准后，建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目的环境影响评价文件。建设项目的环境影响评价文件自批准之日起超过五年，方决定该项目开工建设的，其环境影响评价文件应当报原审批部门重新审核；原审批部门应当自收到建设项目环境影响评价文件之日起十日内，将审核意见书面通知建设单位。”

表 13、结论与建议

13.1、结论

13.1.1、辐射安全与防护分析结论

(1) 西安交通大学第二附属医院在肿瘤放疗部一层放疗科预留了1间后装机房，机房位于建筑物底层的一端，楼上和周边无儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，无人员流动性大的商业活动区域。选址符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“5.1 选址与布局”的要求。

(2) 后装机房治疗室和控制室分开设置，设置有迷路，符合要求。

(3) 设计的进排风系统、门-机联锁装置、摄像监控系统、对讲系统、急停开关等设施，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》HJ 1198—2021的要求。

(4) 建设单位成立有辐射防护委员会，制定了的辐射安全管理规章制度基本齐全，能满足日常辐射防护管理工作。

(5) 建设单位现有辐射工作人员309人；建设单位已建立了辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案；建设项目现有7名放射工作人员；7名放射工作人员均参加了辐射安全与防护培训、职业健康检查和个人剂量监测工作。

(6) 建设单位在完成环评相关要求的前提下，具备相应的辐射安全管理能力，该建设项目在辐射安全与防护方面满足要求。

13.1.2、环境影响分析结论

(1) 非辐射环境影响

①本项目均选用低噪声设备，可满足相关标准的要求；

②后装治疗过程中产生少量的臭氧和氮氧化物，经排风系统排到室外，通过大气稀释分解，机房治疗室内和室外空气质量满足相关标准的要求；

③后装机在运行期间无废水和固体废物产生。

(2) 辐射环境影响

①根据本项目计算结果，本项目机房四周墙体及顶棚0.3米处的周围辐射剂量率均低于本项目确定的评价控制目标值；

②所致辐射工作人员的最大附加年有效剂为0.44mSv/a；所致周围公众的最大附加年有效剂为0.08mSv/a，满足相关标准提出的年剂量约束目标值的要求。

13.1.3、可行性分析结论

(1) 按照《产业结构调整指导目录(2019年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号修改, 2020年1月1日起施行, 2021年12月30日修订): “第一类鼓励类”中的“六、核能”中“6、同位素、加速器及辐照应用技术开发”和“十三、医药”中的“5、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”之规定, 本项目后装治疗机属于鼓励类产业, 符合国家产业政策。

(2) 该项目给社会带来的利益远大于其使用引起的辐射影响, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的要求。

13.1.4、总结论

综上所述, 西安交通大学第二附属医院后装治疗机核技术利用项目符合国家产业政策以及辐射防护实践正当性原则, 选址合理, 项目在严格落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射管理措施后, 具备辐射活动相适应的核技术应用能力, 项目所致职业人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求。

因此, 从环境保护和辐射防护角度分析, 本项目建设 and 运行可行。

13.2、建议和承诺

(1) 严格按照本报告表中设计参数以及相关要求进行建设, 保证施工质量, 确保工程辐射防护效果满足相关标准要求。按照报告表中相关要求配备辐射安全设施, 定期对辐射安全设施进行维护、维修, 确保其正常使用。

(2) 在全国核技术利用辐射安全申报系统对口腔CT和牙片机进行备案; 对报废设备进行报废处理, 并重新申领辐射安全许可证。

(3) 已参加辐射安全与防护培训, 并取得合格证书或培训成绩单的放射工作人员应定期进行再培训, 新入职人员取得合格证书或培训成绩单, 后方可上岗。

(4) 定期(不超过两年)对在岗放射工作人员进行职业健康检查; 对岗前、离岗放射工作人员也应进行职业健康检查; 对职业健康检查时间超过2年和即将超过2年的放射工作人员, 以及新招/新调放射工作人员, 应及时组织进行职业健康体检。体检结果存在放射性职业病禁忌证, 不宜继续放射工作的人员, 应调离放射工作岗位。

(5) 建设单位要严格执行辐射污染防治与辐射环境管理的法律法规，认真落实各项污染防治措施和要求；根据新置后装治疗机特性制定操作规程，保障放疗的有效、安全，在实施治疗前，应事先告知患者或检查者辐射对健康的潜在影响。制定和完善辐射防护管理规章制度，规范辐射防护管理；建立健全核技术利用项目各项档案管理，认真开展自查自评工作，发现问题及时整改；不断完善辐射事故应急预案，使之具有针对性，加强日常演练，做到有备无患，确保发生事故时，能够及时有效启动辐射事故应急预案。

(6) 应使用已配备的辐射剂量率监测仪器按照监测计划定期对放射性工作场所以及周边环境进行监测，将原始监测记录存档备查。

(7) 建设单位应定期将X射线防护仪送至有校准资质的单位进行校准，确保在校准有效期内使用；建设单位要制定辐射监测计划，自主监测应明确监测点位、监测频次等，定期对辐射工作场所进行自主监测，并每年委托有资质的机构对辐射工作场所进行年度检测；定期检查射线装置机房门灯、门机安全联锁装置、防护仪表，发现问题及时解决。

(8) 建设项目的环评文件经批准后，建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目的环评文件。建设项目的环评文件自批准之日起超过五年，方决定该项目开工建设的，其环评文件应当报原审批部门重新审核；原审批部门应当自收到建设项目环评文件之日起十日内，将审核意见书面通知建设单位。

(9) 建设单位后装治疗机核技术利用项目必须在环评审批通过，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，并编制验收报告，验收合格并取得辐射安全许可才能正式投入使用。

(10) 对照陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发[2018]29号）相关要求，规范管理与操作，建立健全核技术利用项目各项档案管理，认真开展自查自评工作，发现问题及时整改。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人

公 章

年 月 日