

西安国际医学中心医院核技术利用项目(第四期)
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：西安国际医学中心医院

编制单位：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司

二〇二二年八月

目 录

1 工程概况	1
1.1 项目概述	2
1.2 单位原有项目情况	3
2 验收依据	8
2.1 验收相关法律、法规和环评文件	8
3 建设项目建设情况	9
3.1 项目名称、地点	9
3.2 建设内容及规模	14
3.3 工作原理	14
3.4 污染因素分析	16
3.5 项目变动情况	18
4 辐射安全防护措施运行	19
4.1 辐射安全防护措施	19
4.2 后装治疗室 1 机房现场照片	20
4.3 机房屏蔽、安全防护装置及安全防护措施	23
5 环评、批复意见及其落实情况	26
6 验收标准	28
6.1 人员年有效剂量	28
6.2 辐射剂量率	28
7 验收监测内容与结果评价	34
7.1 监测和评价标准	34
7.2 质量保证措施	34
7.3 验收监测内容	34
7.4 验收监测仪器	34
7.5 验收放射源基本信息	35
7.6 验收监测结果与评价	35
8 辐射安全管理与职业人员健康监护	39
8.1 辐射安全与环境保护管理机构	39
8.2 辐射事故应急	39
8.3 项目人员组成	43
8.4 职业健康监护及档案管理	43
9 结论与建议	44
9.1 结论	44
9.2 建议	44
附件 1: 委托书	1
附件 2: 建设单位营业执照	2
附件 3: 《陕西省生态环境厅关于<西安国际医学中心医院核技术利用项目环境影响报告表>的批复》, 陕环批复(2019)330号	3
附件 4: 竣工日期公示	5
附件 5: 调试起止日期公示	6
附件 6: 西安国际医学中心医院放射源和射线装置应用项目建设项目环境影响登记表	7
附件 7: 辐射安全许可证正副本	10
附件 8: 机房屏蔽情况说明	27
附件 9: 辐射安全与防护领导小组红头文件	28

附件 10: 西安国际医学中心医院后装治疗室监测报告	32
附件 11: 辐射工作人员培训合格证书	38
附件 12: 职业健康体检报告	40
附件 13: 机房的个人防护用品清单	42
附件 14: 监测设备检定证书	43
附件 15: 辐射安全管理制度	52
附件 16: 辐射工作人员信息表	57
附件 17: 放射源转让协议 (旧源)	58
附件 18: 工作量情况说明	59
附件 19: 辐射事故应急预案	60
附件 20: 放射治疗中心后装辐射事故应急预案	74
附件 21: 后装治疗机应急现场处置流程	76
附件 22: 建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表	78

1 工程概况

项目名称	西安国际医学中心医院核技术利用项目				
建设单位	西安国际医学中心医院				
法人代表	孙文国	负责人	杨鹏	电话	17391737290
注册地址	西安市高新区西太路 777 号				
项目地址	西安市高新区西太路 777 号				
工程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它				
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	/			
项目内容规模	西安国际医学中心医院在主楼地下二层放疗中心新建一座后装机房及配套用房，新购一台 γ 射线后装机。				
环境影响报告表名称	西安国际医学中心医院核技术利用项目环境影响报告表				
环境影响评价单位	沈阳绿恒环境咨询有限公司				
环境影响评价审批部门	陕西省生态环境厅	文号	陕环批复(2019)330号	批复时间	2019.09.04
竣工时间	2022.7.25	调试时间	2022.7.25~7.26	监测时间	2022.7.25
环保设施设计单位	陕西安特防护净化装饰工程有限公司				
环保设施施工单位	陕西安特防护净化装饰工程有限公司				
环境保护设施监测单位	陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司				
实际总投资(万元)	1000	环保投资(万元)	48	环保投资占总投资比例	4.80%

1.1 项目概述

西安国际医学中心医院是一所集医疗、科研、教学、预防、保健为一体，按照 JCI 国际认证和三甲标准建设的综合性医院。医学中心由西安国际医学投资股份有限公司投资建设，公司以大健康医疗服务和现代医学技术转化应用为主业。

西安国际医学中心医院地处陕西自贸试验区中心片区高新功能区，是西安国际医学城的核心医疗机构。医院建设投资约 55.75 亿元，引进各类设备 6000 余台（套），总价值近 10 亿元，占地面积：307 亩，建筑面积：53 万平方米。

该建设项目采取分期建设、验收的方式。本期为第四期验收，验收内容包括医院主楼地下二层放射治疗中心 1 台后装治疗机及其工作场所，具体内容见表 1-1。

表 1-1 第四期项目竣工验收后装机及放射源基本信息

设备名称	后装机 HDR Brachytherapy Afterloader
设备型号	GammaMedplus iX
核素名称	Ir-192
数量	1 枚
出厂活度	3.7E+11Bq (10Ci)
出厂日期	2022 年 7 月 4 日
类别	III类
放射源编码	NL22IR005653
工作场所	主楼地下二层放疗中心后装治疗室 1
与环评阶段对比	与环评一致

西安国际医学中心医院已根据环评要求和陕西省生态环境厅环评批复意见对该项目进行了建设。目前各项环境保护措施和安全措施运行正常，已具备了环保设施“三同时”验收条件。

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）等的要求，单位委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对该项目进行验收监测。接受委托后，陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司组织技术人员于 2022 年 07 月 25 日对项目进行了现场调查和相关资料收集工作。在现场监测，调查和查阅相关工程资料的基础上，编制完成了《西安市国际医学中心医院核技术利用项目（第四期）竣工环境保护验收监测报告表》。

1.2 单位原有项目情况

西安国际医学中心医院放射性同位素与射线装置应用规模为：使用 1 组 I 类 ^{60}Co 密封放射源、使用 1 枚 II 类 ^{137}Cs 密封放射源、2 枚 III 类 ^{192}Ir 放射源；使用 ^{186}Re 、 ^{35}S 、 ^{153}Sm 、 ^{89}Sr 、 ^{32}P 、 ^{177}Lu 、 ^{188}Re 、 ^{131}I 、 ^{99}Mo 、 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 等 28 种非密封放射性物质，2 个乙级工作场所；使用 27 台 II 类射线装置（6 台电子直线加速器、1 台移动电子束中放射治疗系统、1 台螺旋断层放射治疗系统、1 台赛博刀、18 台血管造影机）；5 台（2 台 PET/CT 机，3 台 SPECT/CT 机）III 类射线装置。其中，2 台 PET/CT 机、3 台 SPECT/CT 机作为 III 类射线装置已填报登记表，并于 2019 年 7 月 3 日进行备案（备案文号：0196101000100000719）。

西安国际医学中心医院于 2018 年 10 月委托沈阳绿恒环境咨询有限公司编制了《西安国际医学中心医院核技术利用项目环境影响报告表》，2019 年 9 月 4 日取得陕西省生态环境厅批复（陕环批复〔2019〕330 号），见附件 1。目前该项目建设情况具体内容见表 1.2~表 1.4。

表 1.2 西安国际医学中心医院环评批复射线装置及建设情况明细表

序号	设备名称	参数	建设地点	数量	类别	建设情况
1	医用电子直线加速器	电子线：6~22MeV X 射线：6/15MV 最高输出剂量率：600cGy/min	主楼地下二层放射治疗中心直线加速器室 5#、6#机房	2	II	加速器 6#机房已验收，5#尚未完成建设
2	医用电子直线加速器	电子线：6~22MeV X 射线：6/10MV 最高输出剂量率：2400cGy/min	主楼地下二层放射治疗中心直线加速器室 1#-4#机房	4	II	尚未完成建设
3	螺旋断层放射治疗系统 (TOMO)	治疗 X 线束输出能量 6MeV，等中心处最大照射野 40cm×5cm，源轴距 85cm，治疗等中心处的剂量率最大值为 850cGy/min。设备断层扫描时 X 射线能量 3.5MV，剂量率为 0.45Gy/min	主楼地下二层放疗科螺旋断层放射治疗室	1	II	已验收
4	赛博刀	X 射线为 6MV；源轴距 80cm，治疗等中心处的剂量率最大为 1000cGy/min	主楼地下二层放射治疗中心赛博刀室	1	II	尚未完成建设
5	移动式电子束术中放疗系统	电子线：4、6、9、12MeV；最高输出剂量率：300cGy/min；	主楼四层手术室 26 号房间	1	II	尚未完成建设
6	DSA	150kV，1250mA	主楼地下一层 DSA 机房 1--7	7	II	尚未完成建设
7	DSA	150kV，1250mA	主楼一层影像中心 DSA 机房 1--7	7	II	DSA 机房 1-5 已验收，6-7 尚未完成建设
8	DSA	150kV，1250mA	主楼一层心胸急救中心介入手术室	1	II	已验收

序号	设备名称	参数	建设地点	数量	类别	建设情况
9	DSA	150kV, 1250mA	主楼二层消化病影像检查治疗中心	1	II	已验收
10	DSA	150kV, 1250mA	主楼四层手术中心介入室	1	II	尚未完成建设
11	DSA	125kV, 1000mA	主楼四层手术中心介入室	1	II	已验收

表 1.3 西安国际医学中心医院环评批复放射源及建设情况明细表

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	建设情况
1	Co-60	环评: 2.22E+14/5.28E+12×42 实际: 2.88E+14/9.6E+12×30	I类	使用	放射治疗	主楼负2层放疗科伽马刀机房	已验收
2	Ir-192	7.4E+11/3.7E+11×2	III类	使用	放射治疗	主楼负2层放疗科1#、2#后装机房	本次验收1#后装机房, 2#后装机房尚未完成建设
3	Cs-137	环评: 4.44E+13/4.44E+13×1 实际: 3.7E+13/3.7E+13×1	II类	使用	血液辐照	E楼负1层输血科辐照仪机房	已验收

表 1.4 西安国际医学中心医院环评批复非密封放射性物质及建设情况明细表

序号	核素名称	活动种类	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	工作场所	建设情况
1	F-18	使用	2.220E+07	6.660E+12	PET/CT 显像	主楼负2层核医学科检查区	已验收
2	C-11	使用	1.665E+06	4.995E+11	PET/CT 显像	主楼负2层核医学科检查区	
3	N-13	使用	1.665E+06	4.995E+11	PET/CT 显像	主楼负2层核医学科检查区	
4	O-15	使用	1.665E+06	4.995E+11	PET/CT 显像	主楼负2层核医学科检查区	
5	Cu-64	使用	3.700E+05	1.110E+11	PET/CT 显像	主楼负2层核医学科检查区	
6	I-124	使用	4.810E+05	1.443E+10	PET/CT 显像	主楼负2层核医学科检查区	
7	Ga-68	使用	9.250E+05	2.775E+11	PET/CT 显像	主楼负2层核医学科检查区	
8	Zr-89	使用	3.700E+06	1.110E+11	PET/CT 显像	主楼负2层核医学科检查区	
9	I-123	使用	3.700E+05	1.110E+11	SPECT/CT 显像	主楼负2层核医学科检查区	已验收

序号	核素名称	活动种类	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	工作场所	建设情况
10	Cr-51	使用	1.480E+04	4.440E+09	SPECT/CT 显像	主楼负2层核医学科检查区	
11	Tc-99m	使用	6.105E+07	1.8315E+13	SPECT/CT 显像	主楼负2层核医学科检查区	
12	P-32	使用	7.400E+06	7.400E+09	核素治疗	主楼负2层核医学科检查区	
13	I-125	使用	7.400E+03	1.850E+07	放射免疫分析	主楼负2层核医学科检查区	
14	Mo-99	使用	6.105E+07	3.05E+12	⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc 发生器每周 1 个	主楼负2层核医学科检查区	
15	Ge-68	使用	9.250E+05	3.700E+09	⁶⁸ Ge- ⁶⁸ Ga 发生器, 每 3 月 1 个	主楼负2层核医学科检查区	
16	Sm-153	使用	7.400E+06	7.400E+09	核素治疗	主楼负1层核医学科治疗区	
17	Sr-89	使用	7.400E+06	7.400E+09	核素治疗	主楼负1层核医学科治疗区	
18	Re-186	使用	1.850E+08	5.550E+11	核素治疗	主楼负1层核医学科治疗区	
19	W-188	使用	3.700E+05	3.700E+08	¹⁸⁸ W- ¹⁸⁸ Re 发生器, 每年 1 个	主楼负1层核医学科治疗区	
20	S-35	使用	3.700E+06	1.110E+10	核素治疗	主楼负1层核医学科治疗区	
21	In-111	使用	1.850E+07	1.850E+10	核素治疗	主楼负1层核医学科治疗区	
22	Lu-177	使用	7.400E+08	1.110E+12	核素治疗	主楼负1层核医学科治疗区	
23	Re-188	使用	3.700E+07	3.700E+10	核素治疗	主楼负1层核医学科治疗区	
24	I-131	使用	2.405E+09	7.215E+12	核素治疗	主楼负1层核医学科治疗区	
25	Y-90	使用	7.400E+07	2.220E+11	核素治疗	主楼负1层核医学科治疗区	
26	At-211	使用	1.480E+08	1.480E+10	核素治疗	主楼负1层核医学科治疗区	
27	Ra-223	使用	7.400E+07	2.220E+09	核素治疗	主楼负1层核医学科治疗区	
28	Ac-225	使用	7.400E+07	2.220E+09	核素治疗实验	主楼负1层核医学科治疗区	

2019年7月3日西安国际医学中心医院在建设项目环境影响登记表备案系统（陕西省）中对54台III类射线装置和非密封源粒子源¹²⁵I（植入治疗用放射性粒子源）进行了建设项目环境影响登记表备案，备案号：20196101000100000719，见附件6。目前该项目建设情况具体内容见表1-5。

表 1-5 西安国际医学中心医院射线装置及非密封放射性物质备案登记情况明细表

序号	装置（核素）名称	参数	用途	数量	位置
1	震波碎石机	150kV、800mA	影像检查	1	地下二层
2	SPECT/CT	140kV、800mA	影像检查	3	地下二层
3	PET/CT	140kV、800mA	影像检查	2	地下二层
4	模拟定位机	150kV、800mA	放疗定位	2	地下二层
5	CT 定位机	140kV、500mA	放疗定位	2	地下二层
6	DR	125kV、1000mA	影像检查	14	一层
7	CT	140kV、800mA	影像检查	7	一层
8	CT	140kV、600mA	影像检查	3	一层
9	数字乳腺机	50kV、200mA	影像检查	2	一层
10	X 线骨密度	100kV、5mA	影像检查	1	一层
11	移动 C 型臂 X 射线机	125kV、150mA	影像检查	3	一层
12	移动 C 型臂 X 射线机(手术)	150kV、800mA	影像检查	1	三层
13	移动 C 型臂 X 射线机(手术)	150kV、800mA	影像检查	1	四层
14	移动 C 型臂 X 射线机(消化介入)	120kV、200mA	影像检查	1	四层
15	移动 C 型臂 X 射线机(门诊手术)	125kV、200mA	影像检查	1	B 楼二层
16	数字胃肠机	150kV, 1000mA	影像检查	1	二层
17	数字胃肠机	150kV, 1000mA	影像检查	2	一层
18	ERCP 胆道摄影	150kV, 800mA	影像检查	1	三层
19	滑轨 CT (复合综合外科)	140kV、800mA	手术治疗	1	四层
20	放疗机	150kV, 1000mA	放射治疗	1	四层
21	DR	150kV, 1000mA	影像检查	1	发烧门诊一层
22	泌尿 X 射线机	120kV, 20mA	影像检查	1	D 楼地下一层

序号	装置（核素）名称	参数	用途	数量	位置
23	数字化牙片扫描成像系统	80kV, 10mA	影像检查	1	三层
24	口腔颌面锥形计算机体层摄影设备	150kV, 500mA	影像检查	1	三层
25	非密封源粒子源 ^{125}I	单枚粒子源活度 0.7mCi	核医学治疗	/	地下二层核医学科储源室

目前该院已取得陕西省生态环境厅核发的辐射安全许可证（陕环辐证[00547]），批准的活动种类和范围为使用 I 类、II 类、III 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，具体内容见附件 7（辐射安全许可证正副本）。各放射源、非密封放射性物质已完成放射源转让审批流程。

2 验收依据

2.1 验收相关法律、法规和环评文件

- (1) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令2003年第6号；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，主席令2018年第24号令；
- (3) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令2017年第682号；
- (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令2005年第449号，2019年修订版；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环保总局第31号令，2017年修订版；
- (6) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4号；
- (7) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号；
- (8) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》，生态环境部公告2018年第9号；
- (9) 《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）；
- (10) 《陕西省放射性污染防治条例》，2019年修正版；
- (11) 《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；
- (12) 《陕西省建设项目竣工环境保护验收指南》
- (13) 《西安国际医学中心医院核技术利用项目环境影响报告表》，沈阳绿恒环境咨询有限公司，2019年8月；
- (14) 《陕西省生态环境厅关于<西安国际医学中心医院核技术利用项目环境影响报告表>的批复》，陕环批复〔2019〕330号。
- (15) 《西安国际医学中心医院放射源和射线装置应用项目建设项目环境影响登记表》，备案号20196101000100000719。

3 建设项目建设情况

3.1 项目名称、地点

项目名称：西安国际医学中心医院核技术利用项目

项目地点：西安市高新区西太路777号西安国际医学中心医院主楼地下二层放疗中心后装治疗室1（医院地理位置示意图见图3-1，医院平面布置示意图见图3-2，医院主楼地下二层平面布置示意图见图3-3，后装治疗室1机房四邻关系图见图3-4，后装治疗室1机房平面布局图见图3-5，后装治疗室1机房剖面图见图3-6）。



图3-1 西安国际医学中心医院地理位置示意图



图3-2 西安国际医学中心医院平面布置示意图

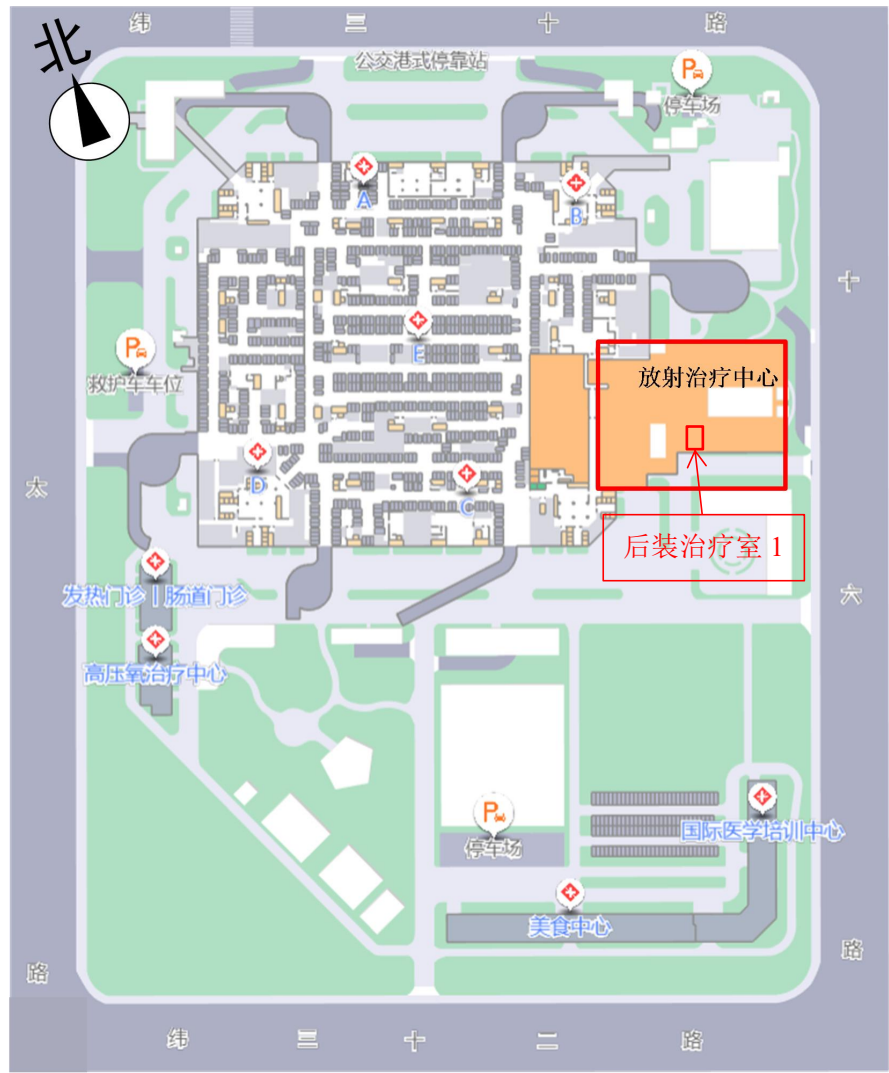


图3-3 西安国际医学中心医院主楼地下二层平面布置示意图

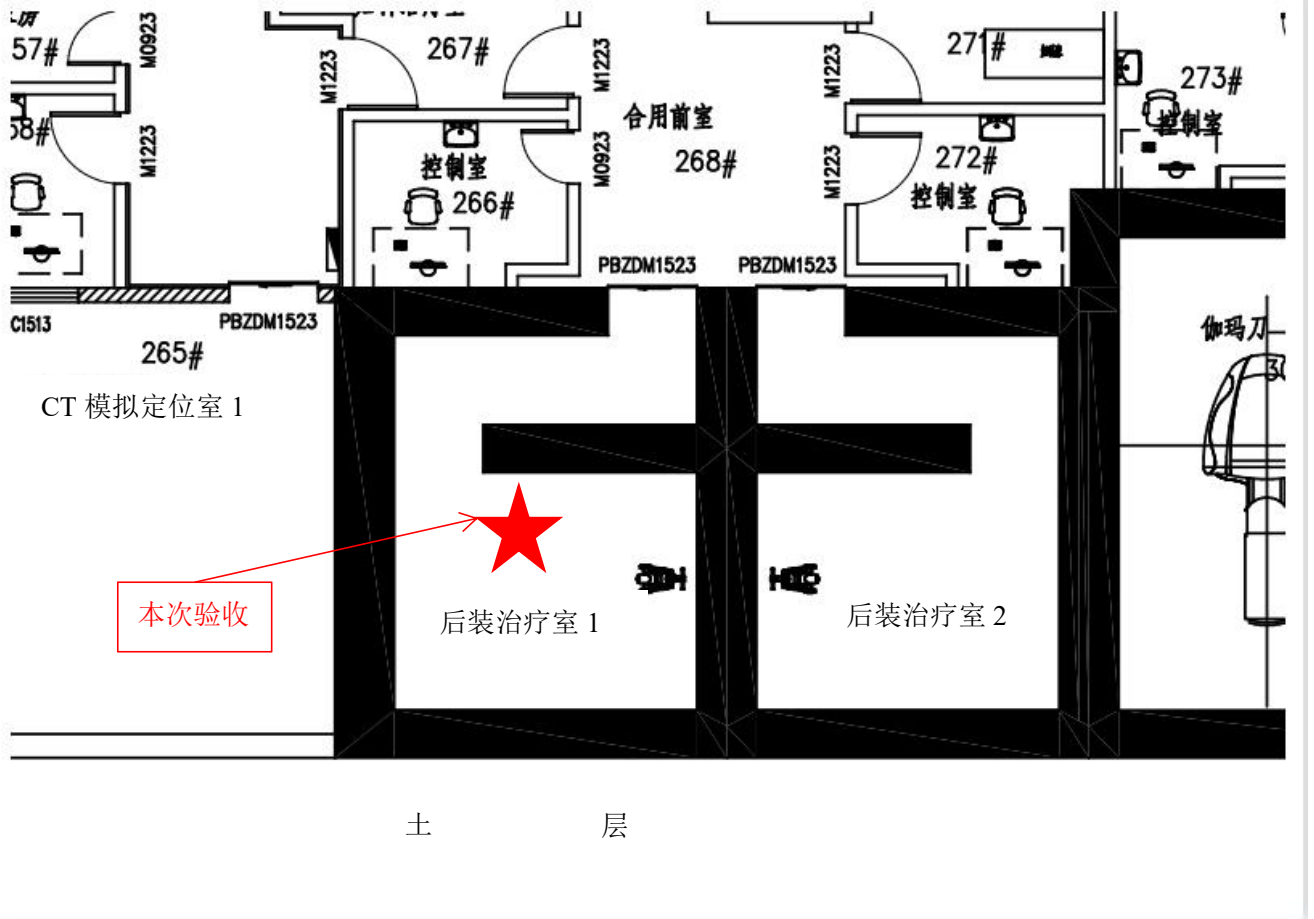


图3-4 后装治疗室1机房四邻关系图

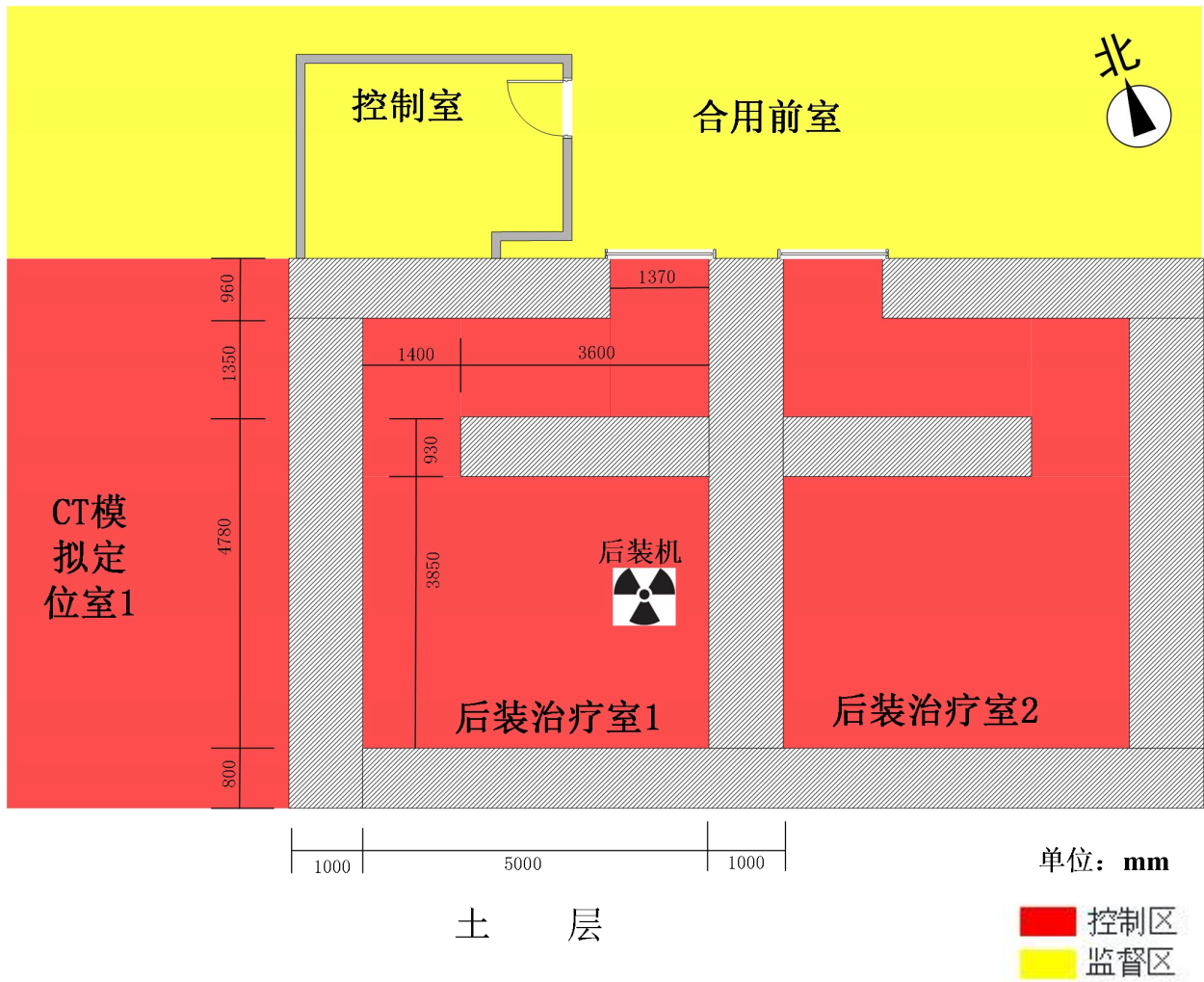


图 3-5 后装治疗室 1 机房平面布局图

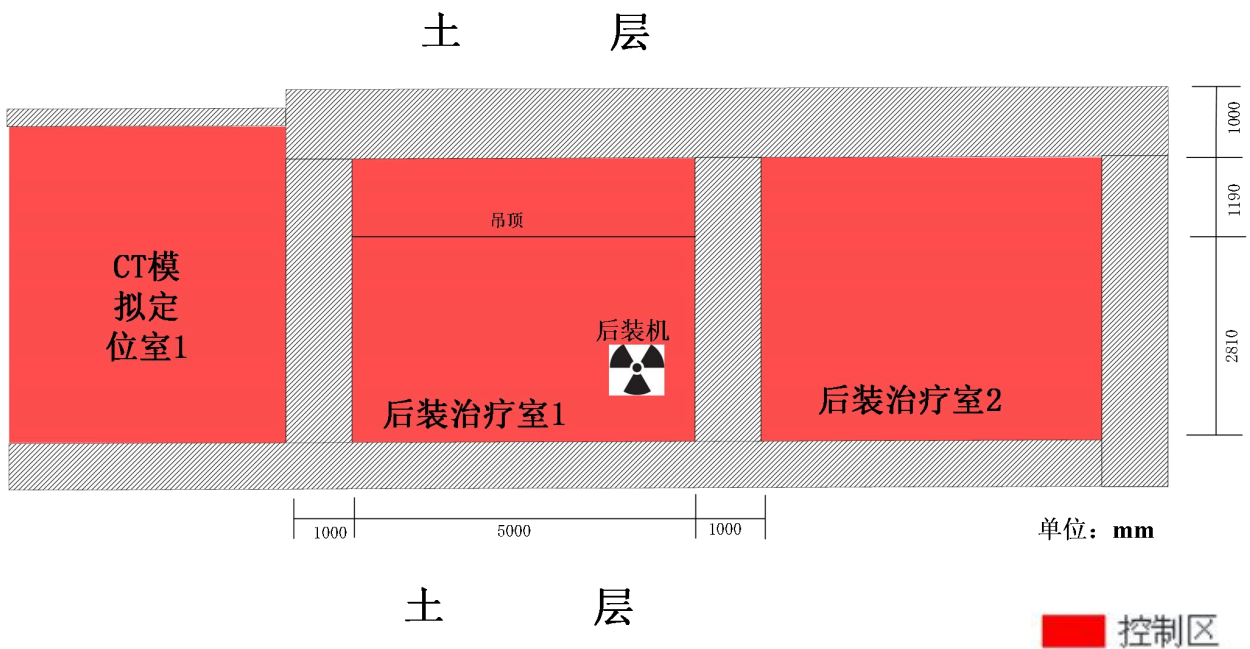


图3-6 后装治疗室1机房剖面图

3.2 建设内容及规模

西安国际医学中心医院核技术应用项目环评审批及建设情况见表3-1。

表3-1 核技术应用项目环评审批及建设情况一览表

项目	项目环评内容	实际建设情况	项目变动情况
后装机	建设一间机房，4m×5.1m，面积20.4m ² ，高4m	建设了一间后装治疗室1，防护主体4m×5.1m，面积为20.4m ² 高4m	一致
给水工程	由医院内主供水管网接入	由医院内主供水管网接入	与环评一致
排水工程	生活废水接入院内主排水管网	生活废水接入院内主排水管网	与环评一致
供配电工程	由院内配电室接入电源	由院内配电室接入电源	与环评一致
通风系统	机房通风换气次数不小于3-4次/h	机房通风换气次数约为9次/h	优于环评

本次验收放射源基本信息见表3-2：

表3-2 后装机及放射源基本信息

设备名称	设备型号	核素名称	数量	出厂活度(Bq)	出厂日期	类别	放射源编码	工作场所	与环评阶段对比
后装机 HDR Brachytherapy Afterloader	GammaMedplus iX	Ir-192	1	3.7E+11	2022年7月4日	III类	NL22IR005653	后装治疗室1	与环评一致

3.3 工作原理

3.3.1 后装治疗机工作原理

后装治疗机采用后装技术依照临床要求使 γ 放射源在人体自然腔管道或组织间驻留，从而达到预定的剂量及其分布的一种放射治疗手段。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，按治疗计划由电脑自动控制进行照射治疗，照射完毕即自动将放射源收回到贮源器内。该项目拟配置的放射源是¹⁹²Ir 丝状源，最大装源活度为 3.7×10^{11} Bq(10Ci)。

3.3.2 工作流程

- 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放疗科预约登记，以确定模拟定位和治疗时间。
- ② 首先患者躺在治疗床上，医生为患者放置合适的施源器，再进行 CT 或 MRI 等定位。
- ③ 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，技术人员推床将患者送入治疗室内，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，启动治疗机进行照射。
- ⑥ 照射完毕后，技术人员将患者推出治疗室，卸下施源器后患者离开。

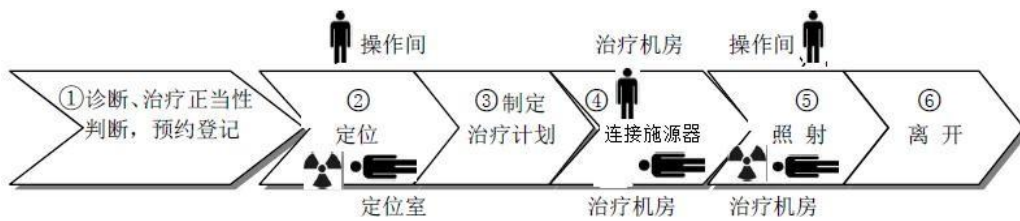


图 3-7 后装治疗机治疗流程图

3.3.3 正常工况主要放射性污染物和污染途径:

后装治疗机属于含密封放射源装置，正常工况下其对环境的影响主要为 γ 射线和 β -衰变产生的表面污染。

污染途径:

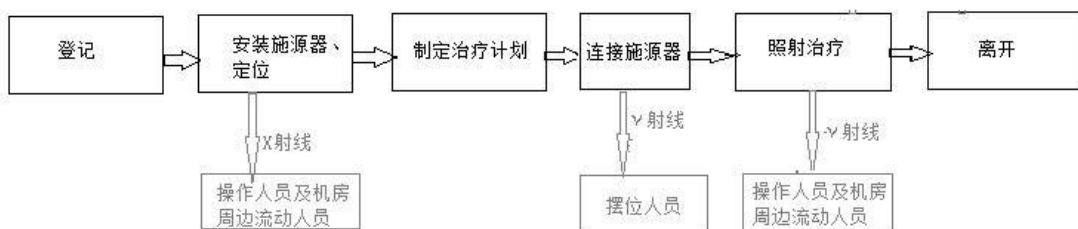


图 3-8 后装治疗机污染物及污染途径示意图

后装治疗机中 Ir-192 放射源产生 γ 射线，在非工作状态下透过自屏蔽体使设备周

围人员受到 γ 射线，在工作状态下透过机房屏蔽体使控制室职业人员及机房外公众人员受到 γ 射线外照射。

3.4 污染因素分析

3.4.1 电离辐射

本项目后装治疗机使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源，其 γ 射线平均能量为 0.37MeV，主要放射性污染物为 γ 射线。由后装机相关资料可知， ^{192}Ir 后装治疗机一般具有良好的自屏蔽措施， ^{192}Ir 放射源装于机头源罐内，源罐由内向外分别为不锈钢外壳、铅防护、钨合金防护。 ^{192}Ir 放射源源罐结构见图 1-8。

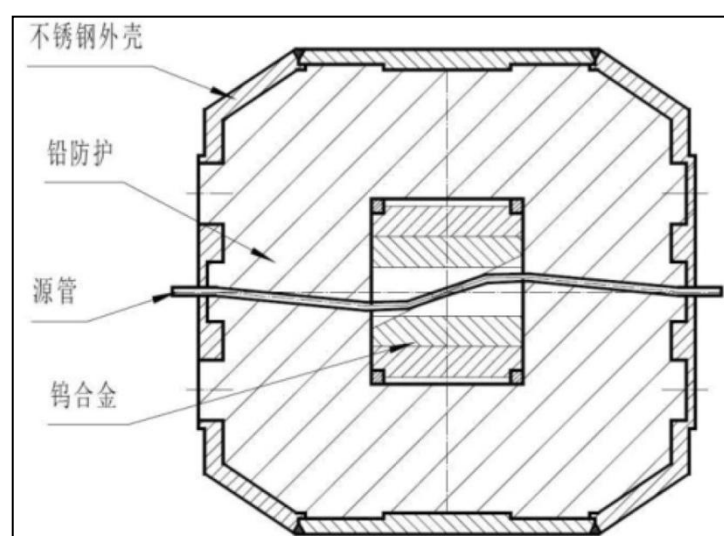


图 1-8 ^{192}Ir 放射源源罐结构示意图

^{192}Ir 密封放射源会不断自发衰变产生 γ 射线，其污染途径为：产生的 γ 射线主射线、漏射线、散射线与周边物质发生相互作用，从而对周边环境产生一定的辐射影响；除此之外， ^{192}Ir 密封放射源产生的 γ 射线还会与空气发生电离作用，产生少量臭氧、氮氧化物等有害气体。

(1) 正常运行状态下

由后装治疗机工作原理及 ^{192}Ir 放射源核素特性分析可知：

① β 射线穿透能力很弱，设备的外包装可以完全屏蔽， 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。

②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。通过通风换气可有效降低臭氧和氮氧化物的浓度。

③放射性废气、放射性废水和放射性固废

后装治疗机使用过程中不会产生放射性废气和放射性废水。固体废物为 ^{192}Ir 退役更换下来的废旧放射源，与生产厂家签订了协议，废旧放射源由厂家更换后直接拉走。

从上述内容看， ^{192}Ir 放射源正常使用过程中产生的放射性污染物为 γ 射线，其污染途径为直接外照射。同时产生废旧 ^{192}Ir 放射源、少量臭氧和氮氧化物。

(2) 异常或事故运行状态下

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

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

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

④由于管理不善，源使用或废源暂存过程中发生被盗、丢失、遗弃等事故，而引发环境辐射污染。

⑤施源器没有对准医疗部位就进行辐照治疗。

⑥机器故障及卡源等事故。

前四种情况的发生会导致 γ 射线漏出，使周围的 γ 辐射水平增高，从而使工作人员和公众受到较大的照射，特别是第四种情况的发生将会对经手人产生比较大的照射且会引起社会恐慌；后两种情况发生也会给医生和患者一定的剂量。由于机房采取相应的屏蔽防护措施，机房内 γ 放射源不会对机房外人员造成明显影响。

3.4.2 废气

本项目后装治疗机正常使用过程中，无放射性废气产生。

后装治疗机工作时，空气被辐照时会产生辐照分解现象，其主要产污为臭氧和氮氧化物。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。通过通风换气可有效降低臭氧和氮氧化物的浓度。

3.4.3 固废

本项目运行时产生的放射性固体废物主要为后装机内 ^{192}Ir 退役或废旧放射源，退役或废旧放射源由成都衡众源科技有限公司回收处置，详见附件 17。

此外，本项目的医生、病人及家属产生少量的医疗垃圾及生活垃圾，其中医疗垃圾依托医院的医疗垃圾暂存间暂存后交由有资质的单位处理，生活垃圾与医院其它生活垃圾一起交由市政环卫部门处理。

3.4.4 废水

本项目后装治疗机正常使用过程中，无放射性废水产生。

本项目主要产生的废水来源于医生、病人及家属产生少量的废水，依托医院废水处理

设施处理达标后排入市政管网。

3.5 项目变动情况

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函〔2020〕688号）的相关规定。

本项目实际安装的放射源参数与《环评报告》中拟配备放射源参数一致，项目屏蔽体外50m范围内均为医院内部区域，使用场所50m范围内为职业人员及周边偶尔停留的其他人员等，无新增敏感人群及建筑物。

本项目工作场所、放射源活度和种类、辐射屏蔽措施、安全防护设施等与环评报告一致或优于环评相应内容，项目性质、规模、地点、工作类型和环境保护措施无重大变动及显著不利环境影响，故本项目无重大变动。

4 辐射安全防护措施运行

4.1 辐射安全防护措施

根据《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）的相关要求，对该项目辐射安全防护措施运行情况核实情况如表 4-1 所示：

表 4-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表

项目	具体要求	验收核实情况	结论	
后装 γ 源近距离治疗	*分区	按标准要求划分控制区、监督区。	后装治疗室 1 机房内为控制区，合成前室、控制室为监督区，治疗室、准备室、控制室分开设置，后装治疗室面积为 20.4m ² 。	符合
		控制区：治疗室；监督区：控制区周围的区域和场所。		符合
	*布局	治疗室、准备室和控制室分开设置，治疗室使用面积不小于 20m ² 。		符合
	*通风	治疗室设置机械通风装置。	后装治疗室 1 设置机械排风装置，排风量为 718.6m ³ /h，换气次数达到 9 次/h。	符合
	*标志及指示灯	控制区进出口设置醒目的电离辐射警示标志。	控制区进出口均设置醒目的电离辐射警示标志。	符合
		治疗室外防护门上方设置工作状态指示灯。	治疗室外防护门上方均设置工作状态指示灯。	符合
	*防护性能	墙壁及防护门的屏蔽厚度符合屏蔽标准要求。	见附件 8。	符合
	*辐射安全与联锁	治疗室设置门机联锁，入口处设置迷道。	治疗室设置门机联锁，入口处设置迷道。	符合
		治疗室防护门设置手动开门装置。	治疗室防护门设置手动开门装置。	符合
		治疗室迷道出、入口处设置固定式辐射剂量监测仪并有报警功能。	治疗室迷道出、入口处均设置固定式辐射剂量监测仪并有报警功能。	符合
		控制室与治疗室之间设置监视与对讲设施。	控制室与治疗室之间设置监视与对讲设施。	符合
		治疗室内适当位置设置急停开关，应满足按下急停开关能使放射源自动回到后装治疗设备的安全要求。	后装治疗室 1 机房内后装机机头、迷道内墙出口处、控制台上均设置急停开关。	符合
		治疗期间，发生停电、卡源或意外中断照射时，放射源必须能自动返回工作贮源器，并发出声光报警信号。	已设置放射源自动返回工作贮源器，并发出声光报警信号装置。	符合
		设有手动回源措施。	设有手动回源措施。	符合
III 类以上放射源建立放射源在线监控系统。		设备安装了放射源在线监控系统。	符合	
监测设备及个人防护用品	X- γ 剂量率监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅手套、铅围裙、铅眼镜、铅衣、铅帽。	后装治疗室 1 配备了一台 X- γ 剂量率监测仪、2 枚个人剂量计、2 台个人剂量报警仪，2 套铅防护用品，包括铅衣、铅帽、铅围脖、铅围裙、铅防护眼镜。	符合	

4.2 后装治疗室 1 机房现场照片



图 4-1 后装治疗机



图 4-2 控制室内监控显示屏及防护门遥控



图 4-3 后装治疗室人员进出门



图 4-4 机房内急停开关



图 4-5 机房内对讲装置



图 4-6 辐射监测探头



图 4-7 控制室内辐射监测仪主机

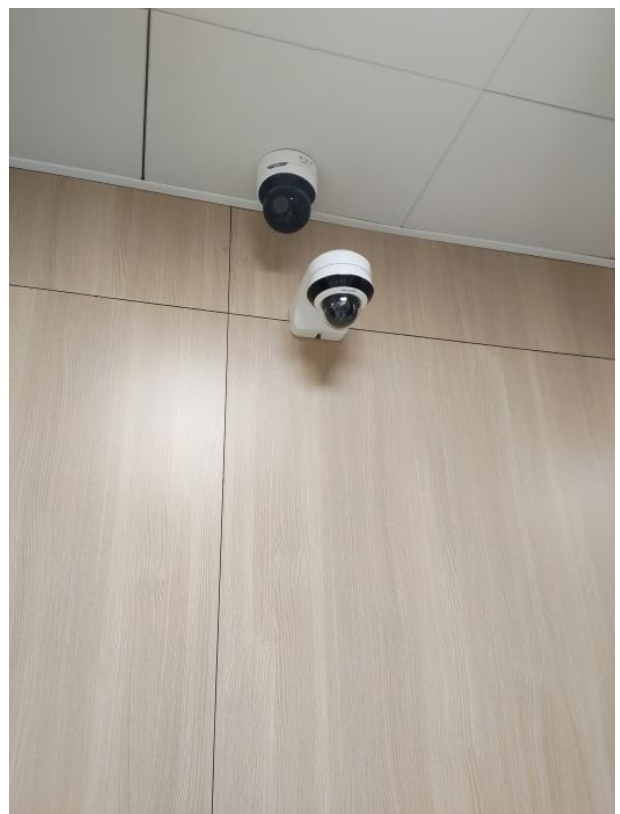


图 4-8 机房内摄像装置



图 4-9 机房内迷道



图 4-10 机房内应急储源桶和长柄镊子



图 4-11 防夹装置

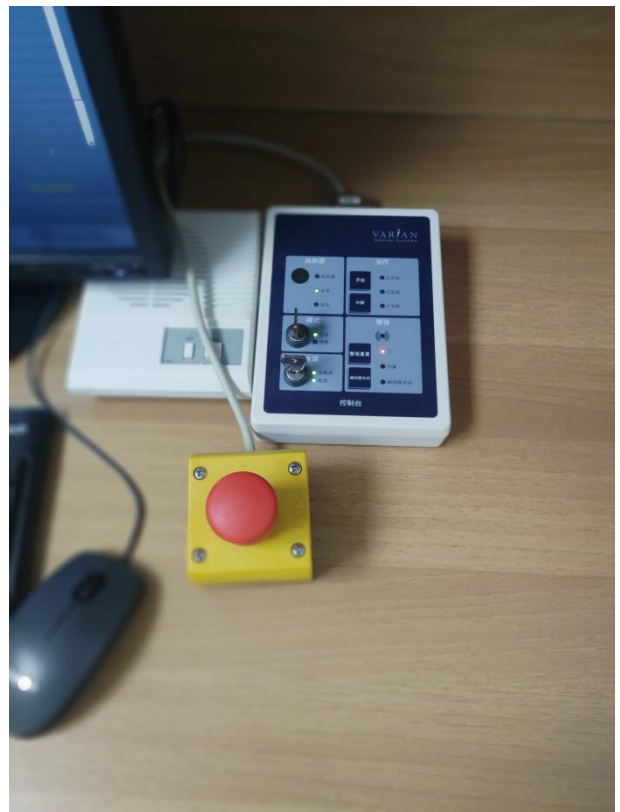


图 4-12 控制室操作位急停开关和对讲装置

4.3 机房屏蔽、安全防护装置及安全防护措施

(1) 后装治疗室 1 机房屏蔽防护情况见表 4-2。

表 4-2 后装治疗机机房规格汇总表

屏蔽体		防护参数	实际施工厚度	与环评阶段对比
北墙	迷道内墙	0.8m 的混凝土	0.8m 的混凝土	一致
	迷道外墙	0.8m 的混凝土	0.8m 的混凝土	一致
南墙		0.8m 的混凝土	0.8m 的混凝土	一致
西墙		1.0m 的混凝土	1.0m 的混凝土	一致
东墙		1.0m 的混凝土	1.0m 的混凝土	一致
屋顶防护		1.0m 的混凝土	1.0m 的混凝土	一致
防护门		8.0mmPb	8.0mmPb	一致

(2) 后后装治疗室 1 机房安全防护装置现场核查情况见表 4-3, 后装治疗室 1 内机房安全防护装置设置示意图图 4-13。

表 4-3 后装治疗机机房安全防护装置现场核查情况

序号	项目	位置	数量	运行状态
1	门-机联锁	防护门与设备	1 套	正常
2	机-灯联锁	工作状态指示灯和设备	1 套	正常
3	工作状态指示灯	防护门上方	1 个	正常
4	电离辐射警示标志	防护门中心	1 个	正常
5	影像监控装置	迷道内入口	2 个	正常
		正对迷道西墙上	1 个	正常
		机房南侧防护墙	1 个	正常
		机房西侧防护墙	2 个	正常
6	对讲装置	控制台和机房迷道内墙	1 套	正常
7	急停按钮	控制台	1 个	正常
		迷道内墙	1 个	正常
		后装治疗机设备上	1 个	正常
8	红外防夹装置	防护门入口处	1 个	正常
9	固定式剂量报警装置	机房南墙 1 个探头, 迷道内墙南侧 1 个, 迷道外墙南侧 1 个, 控制室东墙外 1 个, 显示器安装在控制室东墙内	3 套	正常



图 4-13 后装治疗室 1 内机房安全防护装置设置示意图

该项目后装治疗机机房设置有紧急停机回源装置、门-机联锁系统、机-灯联锁系统、急停开关、人员进出门红外防夹装置、语音对讲装置、摄像监控系统、排风系统等安全设施运行正常，防护门外设置有醒目的电离辐射警告标志、中文警示说明、工作状态指示灯。

(3) 在机房顶部中间设置两个进风口，在机房东墙距地面 20cm 处设置两个排风口，对机房进行机械排风，排风量为 $718.6 \text{ m}^3/\text{h}$ (单个排风口横截面积为 0.024 m^2 ($20 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$))，

机房设有两个尺寸一样的排风口），机房通风换气次数应约等于 9 次/h。通过专用的排风管道经预留管道引至所在建筑楼顶排放。符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）6.2.2 的要求“放射治疗机房应设置强制排风系统，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。”

（4）机房内安装摄像设备视频监视器与对讲装置，能完全观察和联系机房。工作人员在控制室内便可清晰地观察到患者的治疗情况，如发现患者不适、位置移动、部件脱落、机架与治疗床发生碰撞等异常情况，可及时采取紧急措施。

（5）倒源、换源由专业技术人员进行，并加强其过程中的保卫工作。换源时必须遵循放射防护的操作规程，在有关剂量监护下操作，经过充分准备，周密部署。需要临时暂存的废源铅罐，放置在后装机机房内的贮源桶中。并做好监控、防盗措施。

（6）2名辐射人员配备了个人剂量计和个人剂量报警仪，建立了个人剂量监测档案和职业人员健康监护档案。

（7）后装治疗机每半年更换一次放射源，放射源达到使用期限或由于其他原因不再使用后，医院按照与放射源供货厂家签订的铯-137后装源回收协议规定，在放射源闲置或废弃后3个月内将废旧放射源交回生产单位，供货厂家协助医院完成放射源回收过程中的各项技术支持工作。

5 环评、批复意见及其落实情况

本次验收根据陕西省生态环境厅对《西安国际医学中心医院新增医用射线装置和放射源核技术利用项目环境影响报告表》批复意见以及环评报告提出的环境管理要求，对该院具体落实情况进行了现场核实，核实结果见表 5-1 和 5-2 所示。

表 5-1 本项目环评报告表批复意见与验收落实情况汇总表

环评报告表批复意见	本次验收时落实情况	评价
<p>一、项目性质：新建。</p> <p>审批内容：新建一座后装治疗室，使用 1 枚 Ir-192III类密封放射源</p>	<p>医院在主楼地下二层放疗中心南部区域新建一座后装治疗室 1，同时新购 1 台后装机，使用 1 枚 Ir-192III类密封放射源。</p>	符合
<p>二、你院应严格执行环境保护“三同时”制度，按规定组织环保竣工验收合格并取得辐射安全许可证后，该项目方可正式投入运营。</p>	<p>医院严格执行环境保护“三同时”制度，按国家相关规定组织环保竣工验收，项目合格并取得辐射安全许可后，正式投入运营。</p>	符合
<p>三、项目建设和运行期间，要严格落实报告中提出的污染防治措施，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）相关要求，逐项完善相关制度和防护措施，依法依规开展辐射防护负责人及从业人员培训，不断提升辐射安全管理水平。</p>	<p>项目建设期间，医院严格落实了报告中提出的污染防治措施，并按照《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，逐项制定和完善了辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等相关辐射防护管理制度和防护措施，依法依规开展了辐射防护负责人及从业人员培训工作，并承诺在之后的工作中不断提升辐射安全管理水平。</p>	符合

表 5-2 项目竣工环境保护验收清单

对象	验收内容	现场核实	评价
环保资料	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告	符合
辐射安全与环境保护管理机构	成立辐射安全与环境保护管理机构、安排专（兼）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。	医院已成立辐射安全与环境保护管理机构、安排专（兼）职辐射管理人员负责辐射安全与环境保护管理工作，并已红头文件形式明确了机构职责，见附件 9	符合
年有效剂量	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环评报告，公众、职业照射剂量约束值分别执行 0.25mSv/a、5mSv/a。	工作人员年有效剂量最大为 0.031 mSv，公众所受的附加年有效剂量最大为 0.002mSv，均低于剂量约束值，见表 7-6、表 7-7	符合
剂量率限值	屏蔽墙体外表面 30cm 处、防护门表面及缝隙 30cm、管线穿墙孔洞处空气吸收剂量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；	剂量率监测结果均 $< 2.5\mu\text{Sv/h}$ ，见附件 10	符合
屏蔽措施	核技术利用建设和布局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。	项目建设地点、布局与环评报告表要求保持一致，屏蔽墙体、防护门屏蔽能力满足辐射防护要求。见表 4-2、附件 8	符合
安全措施	满足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相关要求	详见表 4-1	符合
辐射防护与安全培训和考核	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培训，经考核合格上岗	辐射管理人员和辐射工作人员均参加了辐射安全培训，并通过了考核，持证上岗，见附件 11	符合
个人剂量监测	辐射工作人员应佩戴个人剂量计，最少每三个月送有资质单位检测，建立个人剂量档案	辐射工作人员佩戴个人剂量计，每三个月送检一次，建立了个人剂量档案	符合
职业健康检查	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	2 名辐射工作人员进行了职业病健康检查，见附件 12	符合
检测仪器防护用品	X- γ 剂量率监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪。 所有检测设备每年应进行检定校准。 为辐射工作人员以及患者配备铅衣、铅围裙、铅眼镜等防护用品，防护用品能够满足工作需要。	后装治疗室 1 配备了一台 X- γ 剂量率监测仪、2 枚个人剂量计、2 台个人剂量报警仪，2 套铅防护用品，包括铅衣、铅帽、铅围脖、铅围裙、铅防护眼镜。见附件 13 检定证书见附件 14	符合
辐射安全管理制度	根据环评要求以及陕环办发[2018]29 号文件要求，按照项目的实际情况，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。针对使用的放射源和射线装置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。	详见附件 15、附件 19、附件 20、附件 21	符合

6 验收标准

本次验收执行陕西省生态环境厅已经批复的环境影响评价报告表中使用的标准以及项目审批后修订的标准：

6.1 人员年有效剂量

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），并按照标准的评价原则，职业人员和公众的年有效剂量须满足表 6-1 中的限值。

表 6-1 职业照射和公众照射的剂量限值

照射类别	剂量限值	环评管理目标
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20 mSv	5 mSv/a
公众照射	关键人群连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 1 mSv	0.25 mSv/a

6.2 辐射剂量率

(1) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分：射线源放射治疗机房》（GBZ/T 201.3-2014）

按照关注点人员居留因子（T）的不同，确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ：

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

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

后装治疗机房外剂量率限值要求参照“机房外表面 0.3m 处小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的规定执行。

(2) 《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ 114-2006）

本标准规定了使用密封放射源（以下简称密封源）及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护要求。

本标准适用于 $3.7 \times 10^4 \text{Bq} \sim 3.7 \times 10^{16} \text{Bq}$ （ $1 \mu\text{Ci} \sim 1 \text{MCi}$ ）量级密封源。

5.8 距离装有活度为 $3.7 \times 10^{10} \text{Bq}$ 以下的密封 γ 放射源容器外表面 100cm 处任意一点辐射的空气比释动能率不得超过 $0.05 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ ；距离装有活度为 $3.7 \times 10^{10} \text{Bq}$ 以上的密封 γ 放射源容器外表面 100cm 处任意一点辐射的空气比释动能率不得超过 $0.2 \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

5.9 密封 γ 放射源容器外表面的非固定性放射性污染， β 不得超过 $4 \text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ ， α 不得超过 $0.4 \text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

(3) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）

4 一般要求

4.8 辐射工作人员和公众成员的辐射照射应符合 GB 18871-2002 中剂量限值相关规定。

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 5 mSv/a。

b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1 mSv/a。

5 选址、布局与分区要求

5.1 选址与布局

5.1.1 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。

5.1.2 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。

5.1.3 术中放射治疗手术室应采取适当的辐射防护措施，并尽量设在医院手术区的最内侧，与相关工作用房(如控制室或专用手术中放射治疗设备调试、维修的房间) 形成一个相对独立区域；术中控制台应与治疗设备分离，实行隔室操作，控制台可设在控制室或走廊内。

5.2 分区原则

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)。

6 放射治疗场所辐射安全与防护要求

6.1 屏蔽要求

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 30 cm 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 30 cm 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)。

6.2 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。

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。

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连锁措施:

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;

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；

f)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。

6.2.4 后装治疗室内应配备合适的应急贮源容器和长柄镊子等应急工具。

(4) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)

6 工作场所放射防护要求

6.1 布局要求

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

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

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

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

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

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

6.2 空间、通风要求

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

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

6.3 屏蔽要求

6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平

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

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

$$H_c \leq H_e / (t \times U \times T) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

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

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

t ——设备周最大累积照射的小时数，单位为小时每周（h/周）；

U ——治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

T ——人员在关注点位置的居留因子，取值方法参见附录 A。

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

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

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

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

6.3.2 治疗机房顶屏蔽的周围剂量当量率参考控制水平

6.3.2.1 在治疗机房上方已建、拟建二层建筑物或在治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点至机房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗机房顶外表面 30 cm 处，或在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，周围剂量当量率参考控制水平同 6.3.1。

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

6.4 安全装置和警示标志要求

6.4.1 监测报警装置

含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置，应确保其报警功能正

常。

6.4.2 联锁装置

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

6.4.3 标志

医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：

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

6.4.4 急停开关

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

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

6.4.5 应急储存设施

6.4.5.1 γ 源后装治疗设施应配备应急储源器。

6.4.5.2 中子源后装治疗设施应配备符合需要的应急储源水池。

6.4.6 视频监控、对讲交流系统

控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。

(5) 《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》（1988年11月）

表 6-2 西安市环境天然放射性 γ 辐射（空气吸收）剂量率调查结果（nGy/h）

/	原 野	道 路	室 内
范围	50~117	52~121	79~130
均值	71	76	111
标准差	17	20	17

7 验收监测内容与结果评价

7.1 监测和评价标准

- (1) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
- (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）
- (3) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）

7.2 质量保证措施

本项目监测按照陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司编制的质量体系文件的相关要求，实施全过程质量控制。

- (1) 专人负责查清该项目辐射源项相关情况，保证验收期间工况符合核技术应用项目竣工环境保护验收要求；
- (2) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；
- (3) 监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；
- (4) 所用监测仪器全部经过计量部门鉴定，并在有效期内，监测仪器由专业技术人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- (5) 监测数据严格实行三级审核制度。

7.3 验收监测内容

表 7-1 监测内容

监测时间	监测地点	监测项目	监测点位布设
2022.07.25	西安国际医学中心医院主楼地下二层放疗中心后装治疗室 1	γ 辐射周围剂量当量率	后装治疗室机房四周、防护门门、操作位、线缆口、后装治疗机表面 5cm、100cm 等其他关注点位的周围剂量当量率。

7.4 验收监测仪器

表 7-2 监测仪器信息一览表

仪器名称	型号/规格	编号	测量参数	溯源单位/证书编号	有效期至
剂量率仪	FH40G-X+FHZ672E-10	QNJC-YQ-010	1nSv/h~100 μ Sv/h	中国辐射防护研究院放射性计量站/校字第 [2022]-L081	2023.03.10

7.5 验收放射源基本信息

表 7-3 放射源基本信息

核素名称	Ir-192
放射源编码	NL22IR005653
出厂活度	3.7E+11Bq (10Ci)
出厂日期	2022 年 7 月 4 日
类别	III类
安装位置	后装机 HDR Brachytherapy Afterloader (设备型号: GammaMedplus iX, 编号: 1325)
监测日期	2022 年 07 月 25 日
监测时放射源活度	9.317Ci
验收监测工况	源剩余活度为出厂时的 93.17%

7.6 验收监测结果与评价

7.6.1 监测点位

监测点位示意图如图 7-1 所示（详见附件 10）：

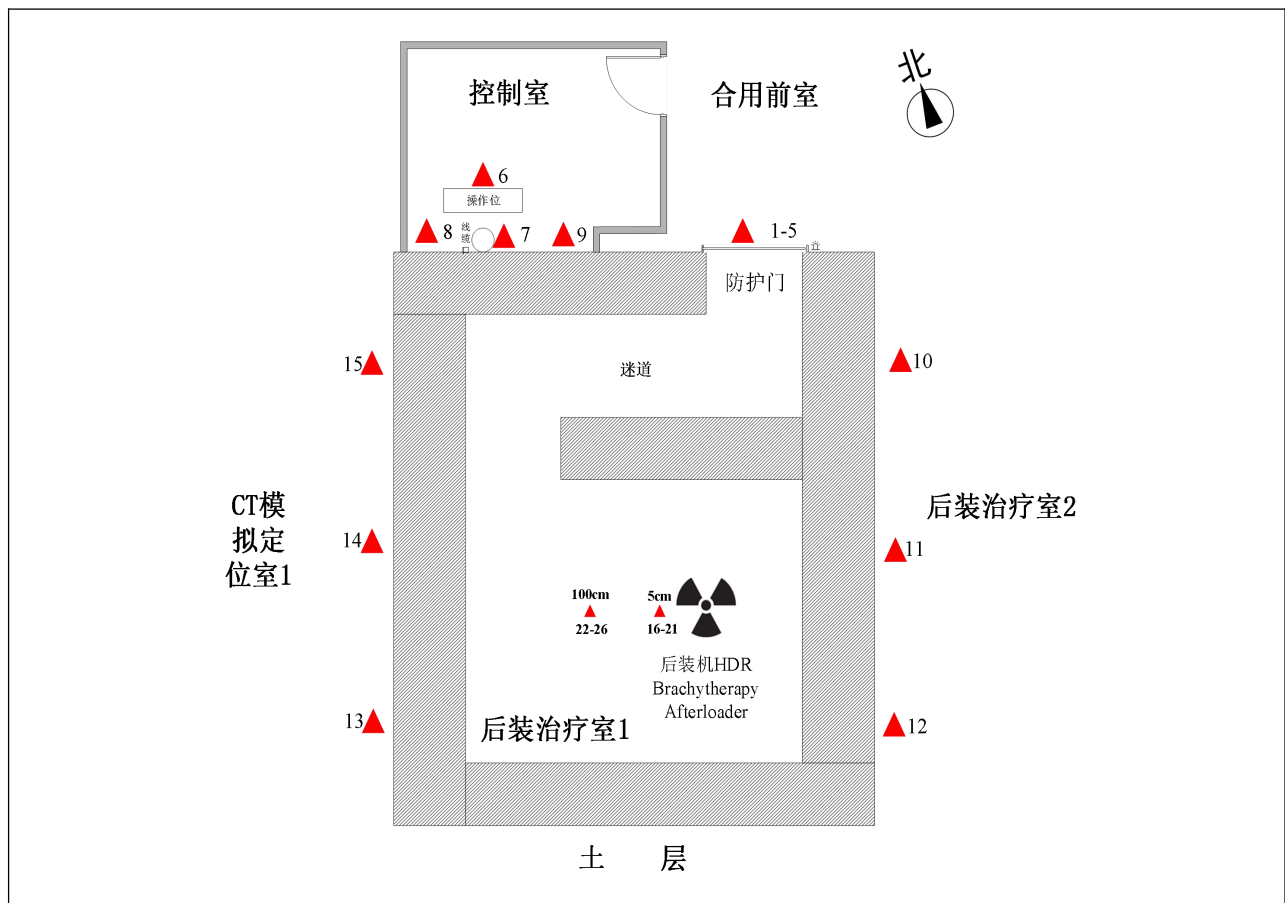


图 7-1 后装治疗室 1 机房监测点位示意图

7.6.2 监测结果与评价

表 7-4 γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	监测结果 ^[1] ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
/	本底(机房四周)	0.115~0.121	/
1	机房防护门中表面 30cm	<MDL ^[2]	裸源照射状态
2	机房防护门上缝	<MDL	
3	机房防护门下缝	0.010	
4	机房防护门左缝	<MDL	
5	机房防护门右缝	<MDL	
6	操作位	<MDL	
7	线缆口	0.015	
8	北墙表面 30cm 1#(控制室)	<MDL	
9	北墙表面 30cm 2#(控制室)	<MDL	
10	东墙表面 30cm 1#(后装治疗室 2)	<MDL	
11	东墙表面 30cm 2#(后装治疗室 2)	0.018	
12	东墙表面 30cm 3#(后装治疗室 2)	0.019	
13	西墙表面 30cm 1#(CT 模拟定位室 1)	<MDL	
14	西墙表面 30cm 2#(CT 模拟定位室 1)	<MDL	
15	西墙表面 30cm 3#(CT 模拟定位室 1)	<MDL	
16	后装机北侧表面 5cm	1.25	贮源状态
17	后装机东侧表面 5cm	2.70	
18	后装机南侧表面 5cm	0.980	
19	后装机西侧表面 5cm	4.00	
20	后装机上方表面 5cm	1.52	
21	后装机下方表面 5cm	3.34	
22	后装机北侧表面 100cm	0.157	
23	后装机东侧表面 100cm	0.228	
24	后装机南侧表面 100cm	0.110	
25	后装机西侧表面 100cm	0.670	
26	后装机上方表面 100cm	0.133	

注：[1] 监测结果已扣除本底值。

[2] MDL=0.004 $\mu\text{Sv/h}$ 。

根据验收监测单位出具的西安国际医学中心医院使用放射源核技术利用项目辐射环境监测（QNJC-202207-E051）（见附件10）。

本项目后装治疗机机房周围本底辐射水平在0.115~0.1211 $\mu\text{Sv/h}$ 范围内，与《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》（1988年11月）中西安市环境天然放射性 γ 辐射（空气吸收）剂量率调查结果（0.079~0.130） $\mu\text{Sv/h}$ 相近。

本项目后装治疗机在正常运行状况下，机房四周墙体、人员进出门、线缆口及机房楼上等人员可达区域各关注点周围剂量当量率在（0.11~0.19） $\mu\text{Sv/h}$ 范围内，控制室工作人员操作位监测值为0.12 $\mu\text{Sv/h}$ ，以上各监测点位均满足《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020中的相关要求，表明该后装治疗机项目屏蔽措施可满足防护要求。

7.6.3 职业人员与公众剂量估算

（1）职业照射

根据提供的相关资料及现场核实，建设单位为后装治疗机配备有2名辐射工作人员，后装治疗机全年治疗约1764人，每例病人治疗时间不超过15min，则后装治疗机年工作时间不超过441h。根据环评报告中数据，工作人员每次治疗前后床旁操作1min，距贮源器表面1m，则后装治疗机床旁操作年工作时间58.8h。

根据上述信息，本项目职业人员主要活动区域为后装治疗机床旁、后装治疗机控制室操作位、人员进出门区域，按该后装治疗室涉及的职业人员各活动区域监测结果中最大值进行估算，并扣除该项目场所室内本底值，则该项目涉及的职业人员剂量估算结果见表7-6。

表 7-6 职业人员剂量核算结果

受照人员	活动区域	计算参数				有效剂量 (mSv/a)	剂量限值 (mSv/a)
		受照时间 (h/a)	受照剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	室内本底 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子		
职业人员	控制室及防护门外	441	0.015	0.118	1	0.007	职业人员:5
	后装机房内	58.8	0.670		1	0.039	
	合计						

〔注：受照剂量监测值已扣除检测场所的本底读数。根据《西安国际医学中心医院核技术利用项目环境影响报告表》和《西安国际医学中心医院核技术利用项目（新增一台后装机）工作情况说明》（见附件18）中工作时间参数，均按最不利条件核算，经统计：年最大工作时间441h〕。

(2) 公众照射

本项目公众人员主要活动区域为机房西侧、机房北侧和机房防护门外，按涉及的公众人员活动区域中各关注点位的监测结果中最大值进行估算，并扣除相应的场所本底值进行估算，相关公众人员年有效剂量估算结果如表 7-7 所示：

表 7-7 公众人员剂量核算结果

受照人员	活动区域	计算参数				有效剂量 (mSv/a)	剂量限值 (mSv/a)
		受照时间 (h/a)	受照剂量 (μ Sv/h)	室内本底 (μ Sv/h)	居留因子		
公众成员	机房西侧	441	0.004	0.11	1/16	0.0001	公众人员:0.25
	机房北侧及防护门外	441	0.010		1/16	0.0003	

综上所述，该项目后装治疗室职业人员个人年有效剂量最高为 0.046mSv/a，符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中附录 B1.2.1 规定，即“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 年平均有效剂量 20mSv”及本项目《环评报告表》中设定的职业人员年有效剂量管理目标值 5mSv/a。

该项目后装治疗机机房外公众成员个人年有效剂量最高为 0.0003mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B1.2.1 规定，即“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 1mSv”及本项目《环评报告表》中设定的公众人员年有效剂量管理目标值 0.25mSv/a。

8 辐射安全管理与职业人员健康监护

8.1 辐射安全与环境保护管理机构

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第七条及主管部门的要求：建设单位应当“有专门的安全和防护管理机构或者专职、兼职安全防护和管理人员”，负责对放射源的常规检查和机房的辐射防护与安全工作，开展业务培训，组织应急演练，接受上级主管部门的检查。

西安国际医学中心医院已成立有辐射安全与防护领导小组（见附件9），小组成员组成如下：

组 长：杨 峰

副组长：冯军强

组 员：韩国宏、张卫泽、陆 军、王 喆、陈宝莹、倪龙兴、
杨增悦、李建军、陆 丹、李瑞刚、刘朝阳、赵海涛

秘 书：杨 鹏

放射安全与防护管理委员会下设办公室，设在医学影像科，办公室主任由刘连锋兼任，负责放射安全与防护管理的日常工作。

成员职责

组 长：负责辐射安全与防护的总体协调指挥。

副组长：负责辐射安全与防护的组织协调和管理工作。

组 员：根据职责权限和工作范围负责常态及应急状态下核医学质量与辐射安全管理方面的制度制定和防护措施的落实管理。

秘 书：专职负责具体辐射安全事务的处理及相关文件的交接传达，保证医院与上级主管部门及科室人员上下联络、沟通渠道的顺畅。保证核医学质量与辐射安全管理工作顺利实施。

建设单位采用正式文件形式成立了辐射安全和防护管理机构，其中明确了人员组成和工作职责，并指定有专项管理办公室、专(兼)职管理人员及相关科室负责人，符合要求。

8.2 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条及主管部门的要求：“建设单位应当根据可能发生的辐射事故风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备”。

建设单位制定有《西安国际医学中心医院辐射事故应急预案》（见附件19）、《放

射治疗中心后装辐射事故应急预案》（见附件 20）、《西安国际医学中心医院放射治疗中心后装治疗机应急现场处置流程》（见附件 21），其中明确了预案总则、应急组织架构与职责、可能发生的辐射事故及危害程度分析、应急响应程序、应急联系方式、应急处理程序和流程等相关内容，具有较好的可操作性，符合要求。

1、医院应急领导小组人员组成如下：

组 长：杨 峰

副组长：冯军强

成 员：赵海涛、陆 军、王 喆

2、放射治疗中心应急小组组成：

组 长：陆 军

副组长：谭丽娜、王海云

组 员：赵本华、曹继宗、马军军、夏飞飞、何积蓉

惠 斌、袁慧琴、卫 未、曹 瑜

3、放射治疗中心应急小组职责：

（1）定期进行辐射防护知识培训，组织应急事件的演练；

（2）定期组织对放射场所、设备和人员进行放射防护情况自查和监测，发现事故隐患及时整改；

（3）负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

（4）发生辐射事故时立即上报至医院辐射安全管理办公室(68301940)，并密切配合卫生行政部门、公安部门调查及处理；

（5）负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响。

4、医院应急工作小组职责

(1)接到启动本预案紧急通知后，制定放射性事故应急处理的具体方案，迅速组织相关科室人员进行辐射事故应急处理。

(2)采取各种有效的救援措施，最大限度的减少污染危害，避免人身伤亡和财产损失，消除对医院的负面影响。

(3)辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量报警仪或其它测量工具及方法，迅速估算受照人员的受照剂量，同时做好受害人员家属的安抚工作。

(4)迅速组织控制区内的人员撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大和蔓

延。

(5)负责事发现场其它工作。

5、辐射事故应急响应措施

(1) 当发生辐射安全事件、放射治疗事故时应启动本预案;

(2) 后装治疗过程中技术员应密切观察患者及设备运行状况,如遇到治疗过程中卡源情况,立即按下急停按钮,紧急退源。如果退源失败,立即穿上铅衣进入治疗室手动退源,并立即通知工程人员。如手动退源失败,立即将患者转出治疗室,妥善转至安全区域并封锁现场,待患者和医务人员解除辐射危险后,记录治疗信息及故障情况:

(3) 如出现因设备或人为因素导致患者超剂量照射或人员误照,立即上报至医院辐射安全管理办公室,迅速安排受照人员接受医学检查或在指定的医疗机构救治:

(4) 发现放射源丢失或被盗时,保护好现场,并立即上报至医院辐射安全管理办公室,密切配合卫生行政部门、公安部门迅速查找、侦察,尽快追回丢失的放射源。

(5) 应急终止:当安全事件、事故得到有效控制,受伤人员都得到妥善救治和安置,放射源等得到及时隔离后,应急行动终止。

(6) 善后处理:组长组织相关人员进行讨论,分析事故发生原因,总结经验教训,及时采取妥善措施,防止类似事故再次发生。

6、后装治疗机应急现场处理流程

后装治疗过程中技术员应密切观察患者及设备运行状况,如遇任何紧急情况,按照以下流程处理。

(1) 按下“中断按钮或“紧急返回”开关

按下控制盒上的“中断”按钮,以正常速度缩回放射源,或按下控制室中的“紧急返回”开关,以最大速度缩回放射源。

(2) 按下“急停”按钮

若按下“中断”按钮或“紧急返回”开关后放射源未退回,携带一台便携式辐射测量仪和个人剂量仪进入治疗室,按下后装治疗机键盘上的“急停”按钮。

(3) 使用紧急手摇曲柄执行紧急缩回操作

携带一台便携式辐射测量仪和个人剂量仪进入治疗室,拉出后装治疗机手摇曲柄的手

柄，按箭头方向转动，直至感觉阻力明显，且治疗室的辐射水平已回到安全范围。

(4) 手动取出放射源

当无法使用机械力或紧急手摇曲柄紧急缩回放射源时，需立即手动取出放射源。

(5) 将施源器从患者身上拆除

若可以轻易将施源器从患者身上拆除，则遵循以下步骤。否则，继续到下一节。

①携带一台便携式辐射测量仪和个人剂量仪进入治疗室，安抚患者的情绪。

②打开应急储藏容器，使用长手柄镊子，将施源器小心地从患者身上拆除。让它离尽量远离患者和后装治疗机，将施源器放到应急储藏容器中，注意不要损坏或扭结放射源导管。

③将患者移到治疗室门口，并监视患者的辐射水平，如果证明放射源已不在患者体内，则将患者移出治疗室。

④如果辐射水平已在正常范围内，关闭并锁上治疗室的门，并在门上挂上警告标示牌，上报辐射事故。

(6) 从施源器中拉出放射源导线

若不能轻易将施源器从患者身上拆除，则遵循以下步骤：

①打开应急储藏容器，断开分度头上所有连接器的连接，将后装治疗机拉离患者，直至分度器处可以看到导线。

②使用镊子或钳子夹住并拉出导线，使其完全脱离施源器或放射源导管，随即将放射源导线有放射性的一端放到应急储藏容器中。

③将患者移到治疗室门口，并监视患者的辐射水平。如果证明放射源已不在患者体内，则将患者移出治疗室。如果辐射水平已在正常范围内，关闭并锁上治疗室的门，并在门上挂上警告标示牌，上报辐射事故。

④如果对患者进行测量发现放射源仍在体内，则将患者推回治疗室，并拿下施源器。拿下施源器后，监视患者的放射量水平，确保放射源不再位于患者体内。

⑤如果患者辐射水平高说明放射源仍在体内，则需要做手术来紧急取出放射源。

8.3 项目人员组成

该项目后装治疗机共配备有2名辐射人员，人员名单如表8-1所示：

表 8-1 辐射工作人员信息表

序号	姓名	身份证号码	性别	岗位	毕业学校	学历	所属科室
1	王海云	370681198006304023	女	主管技师	浙江大学	本科	放射治疗中心
2	何积蓉	620121199502287528	女	技师	西安医学高等专科学校	专科	放射治疗中心

王海云和何积蓉参加了辐射安全与防护培训班，经考核合格，并颁发了培训合格证书（见附件 11），符合要求。

8.4 职业健康监护及档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第二十九条的要求：“使用射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事使用的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查”。

建设单位委托西安查德威克辐射技术有限公司对本项目的 2 名辐射工作人员进行个人剂量监测工作，辐射工作人员按相关规定正确佩戴个人剂量计。

两名辐射工作人员于 2021 年 06 月在核工业四一七医院进行了职业健康检查工作，体检结果（见附件 12）显示可以继续从事放射性作业，符合要求。

建设单位按要求建立了辐射工作人员职业健康监护和个人剂量监测档案，并指定有专门的管理办公室和专人对辐射人员个人剂量监测、职业健康体检和辐射安全培训等相关资料进行了专项管理，符合要求。

9 结论与建议

9.1 结论

1、西安国际医学中心医院已按国家有关建设项目环境管理法规的要求，对该后装治疗机核技术利用项目进行了环境影响评价工作并取得了环评批复，该项目配套环保设施已建成，可正常运行。

2、现场监测表明，本项目后装治疗机在正常工况下运行时，机房外各关注点位的周围剂量当量率均符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中的相关要求，辐射屏蔽措施能满足防护要求。该项目所涉及的职业人员及公众产生的个人年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的限值要求及环评报告中提出的管理目标值。

3、后装治疗室 1 安全设施满足相关标准要求：机房设置有紧急停机回源装置、门-机联锁系统、机-灯联锁系统、急停开关、人员进出门红外防夹装置、语音对讲装置、摄像监控系统、排风系统等安全设施运行正常，防护门外设置有醒目的电离辐射警告标志、中文警示说明、工作状态指示灯。

4、单位成立有辐射安全和防护管理机构，制定了各项辐射防护管理制度和辐射事故应急预案，并将相关制度等张贴上墙；购置了辐射监测仪，在机房内安装了三套辐射监测报警设备；配备了相应的个人防护用品和辅助防护设施。

5、辐射工作人员通过了辐射安全与防护知识培训考核；辐射工作人员进行了职业健康体检，已委托有资质的单位承担个人剂量监测，建立了职业人员健康监护档案，指定有专门的管理办公室和专人负责档案管理工作。

6、本项目使用过程中产生的废旧放射源由成都恒众源科技有限公司负责回收至生产厂家。

综上所述，西安国际医学中心医院落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护等各项措施，该项目对辐射工作人员、周围公众及周围环境产生的影响很小，是安全的。故从辐射环境保护角度分析，该项目具备竣工环境保护验收条件，建议该项目通过竣工环境保护验收。

9.2 建议

1、认真学习《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目》等有关法律法规，进行标准化管理，不断提高医院安全文化素养和安全意识，积极配合各级生态环境部门的日常监督检查，确保放射源的使用安全。

2、放射源在使用过程中，严格贯彻落实国家和地方环境保护法律法规，按照辐射防护相关标准做好监测并保存记录，放射源由专人管理，防止放射源丢失、被盗、失控辐射事故发生。

3、后装治疗机每半年更换一次放射源，放射源达到使用期限或由于其他原因不再使用后，医院按照与放射源供货厂家签订的铯-137后装源回收协议规定，在放射源闲置或废弃后3个月内将废旧放射源交回生产单位，供货厂家协助医院完成放射源回收过程中的各项技术支持工作。医院负责委托有资质的单位对放射源退役过程中和退役放射源容器送贮前的表面污染和辐射水平进行监测，并向供货厂家提供监测报告。

4、医院废旧放射源交回、返回或者送交活动完成之日起20日内，向陕西省生态环境厅提交备案文件。