

西安国际医学中心医院
核技术利用项目（第六期）
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

二〇二四年三月

西安国际医学中心医院
核技术利用项目（第六期）
竣工环境保护验收监测报告表

编号：QNYS-2024-Y003

编制单位：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司

（盖章）

建设单位法人代表：

（签字/盖章）

编制单位法人代表：

（签字/盖章）

项目负责人：

报告编制人：

一 审：

二 审：

签 发：

建设单位： 西安国际医学中心医院（盖章）

电 话： 17391837290

邮 编： 710000

地 址： 西安市高新区西太路 777 号

编制单位： 陕西秦洲核与辐射安全技术有
限公司（盖章）

电 话： 029-89586445

邮 编： 712046

地 址： 陕西省西咸新区沣西新城中国
西部科技创新港科创大厦 12 层

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	项目建设情况	4
表 3	辐射安全与防护设施/措施	14
表 4	建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	22
表 5	验收监测质量保证及质量控制	27
表 6	验收监测内容	28
表 7	验收监测	30
表 8	验收监测结论	34

表 1 项目基本情况

建设项目名称	西安国际医学中心医院核技术利用项目（第六期）				
建设单位名称	西安国际医学中心医院				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	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				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	1 台 CyberKnife M6 FM System 型 X-射线立体定向放射外科治疗系统			
建设项目环评批复时间	2019 年 9 月 4 日	取得辐射安全许可证时间	2023 年 3 月 22 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024 年 1 月	开工建设时间	2023 年 11 月		
项目投入运行时间	2024 年 1 月	验收现场监测时间	2024 年 1 月 29 日		
环评报告表审批部门	陕西省生态环境厅	环评报告表编制单位	沈阳绿恒环境咨询有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	陕西安特防护净化装饰工程有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	陕西安特防护净化装饰工程有限公司		
投资总概算（万元）	4000	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	400	比例	10%
实际总概算（万元）	4000	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	400	比例	10%
验收依据	<p>1.建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度</p> <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；</p> <p>(2) 《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六号，2003 年 10 月；</p> <p>(3) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日修订；</p> <p>(4) 《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，2019 年 3 月 2 日修订；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p>				

(6) 《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，2021 年 1 月 4 日修订；

(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。

2.建设项目竣工环境保护验收技术规范

(1) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月；

(2) 《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；

(3) 关于印发《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的通知，环办环评函〔2020〕688 号，2020 年 12 月 13 日；

(4) 《陕西省放射性污染防治条例》，2019 年修正版；

(5) 《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；

(6) 《陕西省建设项目竣工环境保护验收指南》；

(7) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用项目》（HJ 1326-2023）；

(8) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

(9) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

(10) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

(11) 《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）；

(12) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）；

(13) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）；

(14) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）。

3.建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定

(1) 《西安国际医学中心医院核技术利用项目环境影响报告表》（以下简称“《环评报告表》”），沈阳绿恒环境咨询有限公司，2019 年 8 月；

(2) 《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。

4.其他相关文件

	<p>(1) 竣工验收委托书（见附件 1）；</p> <p>(2) 陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司检测出具的验收监测报告（QNJC-2024-0212-FH）（见附件 17）。</p>									
验收执行标准	<p>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中使用的标准以及项目审批后修订的标准：剂量限值和剂量约束值评价标准采用《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的相关标准限值要求，场所周围剂量当量率限值的评价标准采用《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中的相关标准限值要求。</p> <p>1 人员年有效剂量</p> <p>剂量限值《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，射波刀辐射工作人员和周围公众的年有效剂量须满足表 1-1 中的限值。</p> <p style="text-align: center;">表 1-1 职业照射和公众照射的剂量限值</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>照射类别</th> <th>剂 量 限 值</th> <th>环评控制目标</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>职业照射</td> <td>连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20 mSv</td> <td>职业人员：年有效剂量不大于 5 mSv</td> </tr> <tr> <td>公众照射</td> <td>关键人群连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 1 mSv</td> <td>公众：年有效剂量不大于 0.25 mSv</td> </tr> </tbody> </table> <p>2 辐射剂量率</p> <p>依据《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），加速器机房周边墙体（含防护门）和屋顶外 30cm 处辐射剂量率均不大于 2.5uSv/h。</p> <p>3 辐射工作场所分区</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，划定辐射控制区和辐射监督区。</p> <p>本次验收采用以上标准。</p>	照射类别	剂 量 限 值	环评控制目标	职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20 mSv	职业人员：年有效剂量不大于 5 mSv	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	公众：年有效剂量不大于 0.25 mSv
照射类别	剂 量 限 值	环评控制目标								
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20 mSv	职业人员：年有效剂量不大于 5 mSv								
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	公众：年有效剂量不大于 0.25 mSv								

表 2 项目建设情况

项目建设内容:

2.1 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 m²。

西安国际医学中心医院在设计和建设上坚持“生态、绿色、以人为本”的理念贯彻“高起点、高标准、高水平”的规划原则，为患者提供更便捷、高效、安全、舒适的诊疗环境，最大限度的体现了“以患者为中心”的服务理念。

西安国际医学中心医院现有医用电子直线加速器、螺旋断层放射治疗系统（TOMO）、DSA、伽马刀、后装机、血液辐照仪、振波碎石机、SPECT/CT、PET/CT、模拟定位机、CT 定位机、DR、CT、数字乳腺机、X 线骨密度、移动 C 型臂 X 射线机、数字胃肠机、ERCP 胆道摄影、放疗机、泌尿 X 射线机、数字化牙片扫描成像系统、口腔颌面锥形计算机体层摄影设备及核医学科等一批先进的放射诊断、治疗设备。

西安国际医学中心医院已取得陕西省生态环境厅颁发的《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、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，乙级非密封放射性物质工作场所，具体内容见附件 4。各放射源、非密封放射性物质已完成转让审批流程。

西安国际医学中心医院已取得陕西省生态环境厅颁发的《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、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，乙级非密封放射性物质工作场所，具体内容见附件 4。各放射源、非密封放射性物质已完成转让审批流程。II 类射线装置已完成竣工验收工作，III 类射线装置已在建设项目环境影响登记表备案系统完成备案登记。

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），详见附件 2。

本次验收的项目建设地点位于西安市高新区西太路 777 号西安国际医学中心医院地下二

层，批复的建设内容为:在主楼地下二层放射治疗中心射波刀治疗室使用 1 台赛博刀。

实际建设内容：在西安国际医学中心医院主楼 C 楼地下二层放射治疗中心新增一台 CyberKnife M6 FM System 型 X-射线立体定向放射外科治疗系统，用于治疗对全身各部位肿瘤疾病治疗，包括颅内、脊椎脊髓、头颈部、胸部、腹部、盆腔、肉瘤等部位的肿瘤治疗。

本次验收为主楼 C 楼地下二层放射治疗中心射波刀治疗室内的射波刀（一台 CyberKnife M6 FM System 型 X-射线立体定向放射外科治疗系统，为II类射线装置）及其配套设施，详细信息见表 2-1。

表 2-1 本次验收的射线装置信息汇总表

序号	射线装置名称	型号	类别	数量	工作场所	备注
1	X-射线立体定向放射外科治疗系统	CyberKnife M6 FM System	II类	1	C 楼地下 2 层放射治疗中心射波刀治疗室/治疗室 7	/

2.2 地理位置及平面布置

项目名称：西安国际医学中心医院核技术利用项目（第六期）。

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射治疗中心（建设单位地理位置图见图2-1，本次验收设备场所的地理位置图见图2-2）。



图2-1 建设单位地理位置图

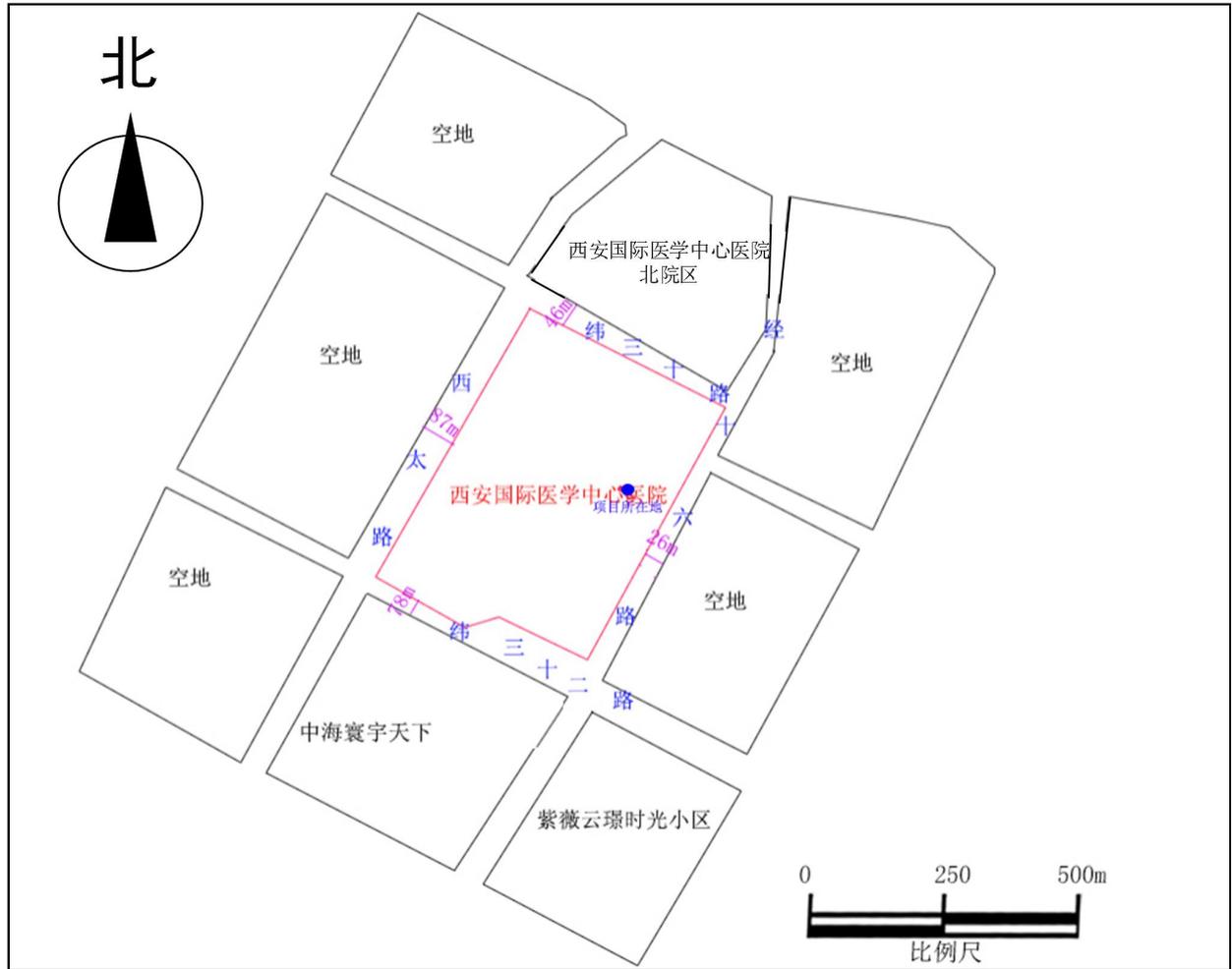


图2-2 本次验收设备场所的地理位置图

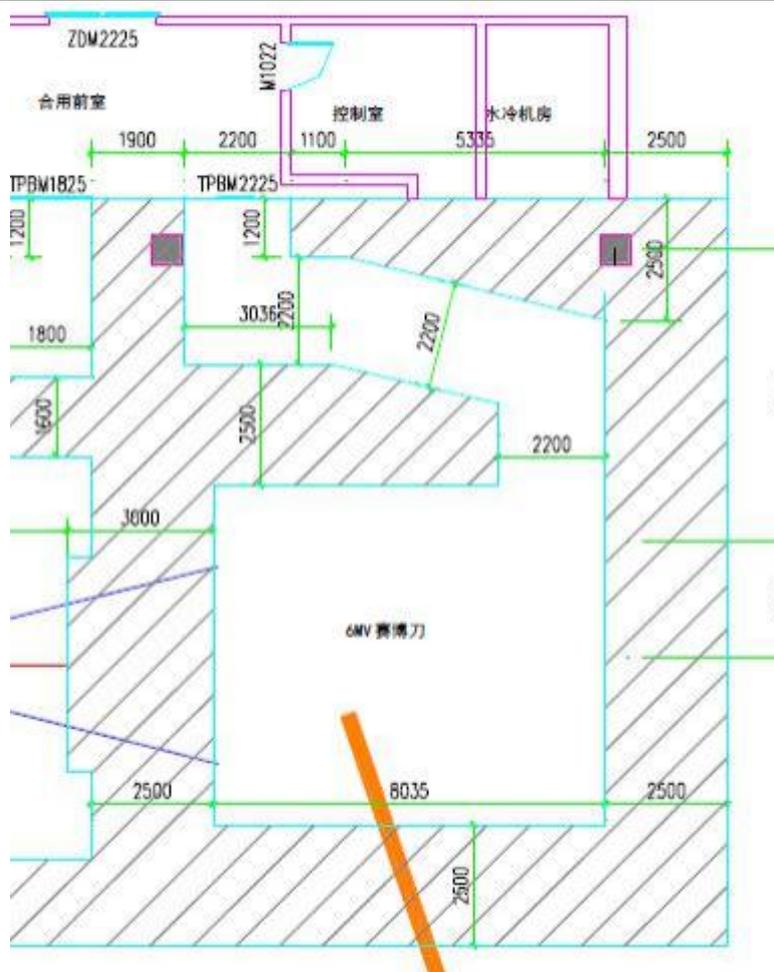


图2-3 射波刀治疗室机房设计布局图

2.3 建设内容

(1)在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射治疗中心射波刀治疗室/治疗室 7，新增 1 台 X-射线立体定向放射外科治疗系统，以下简称“射波刀”，型号为 CyberKnife M6 FM System，最大电压为 6MV，为 II 类射线装置。

(2)本项目实际总投资为 4000 万元，环保投资为 400 万元，环保投资占总投资比例 10%。

2.4 本项目环评、审批及建设情况

西安国际医学中心医院核技术利用项目（第六期）环评审批及建设情况见表 2-2。

表2-2 核技术利用项目环评审批及建设情况一览表

应用类型	项目环评内容	环评审批情况	本次建设情况	项目变动情况
放射治疗	西安国际医学中心医院拟在医院院区主楼内建设核技术应用项目。该项目建设内容为：在医院院区主楼地下二层新建放疗科，使用1台赛博刀用于肿瘤治疗；	西安国际医学中心位于西安市高新技术产业开发区西太路以东、纬三十二路以北，是新建医院，拟建设安装27台II类医用射线装置；	西安国际医学中心医院在医院南院区C楼地下2层放射治疗中心射波刀治疗室/治疗室7购置安装了一台X-射线立体定向放射外科治疗系统，为II类射线装置，用于肿瘤放射治疗。	无变动

西安国际医学中心医院已根据《环评报告表》中的要求和陕西省生态环境厅环评批复意见完成了一台射波刀及其配套设施的建设，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2023年9月4日对该项目进行了现场监测，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《西安国际医学中心医院核技术利用项目（第六期）竣工环境保护验收监测报告表》。

2.5 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。

本项目实际安装的射波刀射线装置参数（最大电压6MV）不超过《环评报告》中拟配备设备参数（最大电压6MV），项目屏蔽体外50m范围内均为西安国际医学中心医院内部区域，使用场所50m范围内为职业工作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。本项目活动种类、范围、工作场所、射线装置参数、辐射屏蔽措施、安全防护设施、人员配置情况等与环评报告一致，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。

射波刀核技术利用项目变动情况汇总如表2-3所示：

表2-3 本项目变动情况汇总表

项目	《环评报告表》内容	验收核实情况	一致性
性质	新建	新建	一致
规模	拟购一台 6MV 的赛博刀,用于进行放射治疗。安装的设备包括:①机器人照射系统,包括机械臂及 6MV 的小型直线加速器。②定位系统,包括安装在治疗室天花板上的两部 X 光摄影机和在治疗床两侧交叉相对的两部数码探测器。③红外线同步追踪摄影机,可以追踪放在病人胸前随呼吸而运动的红外线标志。	医院购置了一台 6MV 的赛博刀,用于进行放射治疗。安装在地下二层放射治疗中心,安装的设备包括:①机器人照射系统,包括机械臂及 6MV 的小型直线加速器。②定位系统,包括安装在治疗室天花板上的两部 X 光摄影机和在治疗床两侧交叉相对的两部数码探测器。③红外线同步追踪摄影机,可以追踪放在病人胸前随呼吸而运动的红外线标志。	一致
地点	主楼地下二层放疗科赛博刀机房	主楼 C 楼地下 2 层放射治疗中心射波刀治疗室/治疗室 7	一致
工作类型及设备参数	工作类型:放射治疗	工作类型:放射治疗	一致
	最大能量:6MV,治疗等中心处的剂量率最大为 1000cGy/min	最大能量:6MV,治疗等中心处的剂量率最大为 1000cGy/min	一致
辐射防护屏蔽措施	机房防护墙:厚 2.5m 的混凝土 屋顶防护:厚 2.5m 的混凝土 迷道内墙:厚 1.2~2.5m 的混凝土 迷道外墙:厚 1.2~2.5m 的混凝土 防护门:厚 15mmPb 的铅	机房防护墙:厚 2.5m 的混凝土+装饰板 屋顶防护:厚 2.5m 的混凝土+吊顶 迷道内墙:厚 1.2~2.5m 的混凝土 迷道外墙:厚 1.2~2.5m 的混凝土 防护门:厚 15mmPb 的铅	一致
机房尺寸	机房:8.0m×7.5m 面积 60.6m ² ,高 4.0m 迷道:宽 2.2m,长 8.0m	机房:7.8m×7.3m 面积 56.94m ² ,高 3.1m 迷道:宽 2.2m,长 8.0m	因增加了机房墙壁四周的装饰板及顶部吊顶和铺设地面,导致机房长宽高减少,但减少后的面积仍满足满足机房最小使用面积的要求
辐射安全设施	赛博刀机房使用面积为 60.6m ² ,大于标准要求的 45m ² ,满足使用设备的空间要求。	射波刀治疗室机房使用面积为 56.94m ² ,大于标准要求的 45m ² ,满足使用设备的空间要求。	一致
	设置通风装置,通风量为 1500m ³ /h,换气次数达到 4.33 次/h	设置通风装置,通风量为 1500m ³ /h,换气次数达到 3 次/h	

	设置醒目的电离辐射警示标志及照射状态指示灯。	射波刀治疗室设置项目的电离辐射警示标志，防护门左侧设置有显示照射状态的三色指示灯。		
	控制台和治疗室内分别设置紧急停机开关。	控制台设置有一个急停开关，治疗室迷道设置有一个急停开关，治疗室内设置有 5 个急停开关，治疗床下床头、床尾分别有一个急停开关。		
	治疗室和控制室之间均设置监视和对讲设备。	治疗室和控制室之间设置有视频装置和对讲装置。		
	治疗室入口处设置防护门和迷道，门机联锁。	治疗室设置有 15mmPb 的防护门，进门设置有迷道，设置了门机联锁。		
	治疗室内设置紧急开门按钮。	治疗室内进门右手边设置有紧急开门按钮，控制室内西墙上设置有紧急开门按钮。		
辐射安全防护管理	管理组织体系和管理文件	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。针对使用的放射性同位素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。	医院制定了《放射性同位素和射线装置管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《职业健康体检管理制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射环境自主监测方案》、《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》、《辐射事故应急预案》等一系列管理和使用制度，对核技术利用项目进行全面的监督管理。（见附件 15）	一致
	辐射事故应急响应	辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。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。	医院建立了《西安国际医学中心医院辐射事故应急预案》、《核医学科辐射安全应急预案》，应急预案包括下列内容：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。	一致

源项情况：

本项目一台射波刀设备参数见表2-4：

表2-4 射波刀射线装置参数表

项目 \ 分类	《环评报告表》设计信息	实际配备情况
设备名称	赛博刀	X-射线立体定向放射外科治疗系统
型号	待定	CyberKnife M6 FM System
生产厂家	/	安科锐股份有限公司
安装场所	主楼地下二层放疗科赛博刀机房	C楼地下2层放疗治疗中心射波刀治疗室/治疗室7

数量	1	1
最大能量	6MV	6MV
用途	放射治疗	放射治疗
类别	II类	II类

除射波刀安装场所名称发生变化外，设备最大能量、用途及安装场所未发生变化，其余实际情况均与《环评报告表》中的一致。

工程设备与工艺分析：

2.6 工作原理

射波刀（CyberKnife 系统），主要由4部分组成，①机器人照射系统，包括机械臂及6MV的小型直线加速器。②定位系统，包括安装在治疗室天花板上的两部X光摄影机和在治疗床两侧交叉相对的两部数码探测器。③红外线同步追踪摄影机，可以追踪放在病人胸前随呼吸而运动的红外线标志。④治疗床，赛博刀的主要特点是，它是一台最轻巧的直线加速器，安装在机械臂上，可在治疗床上方移动，离病人身体外半球形一定的距离的 100 个结点，有 1200 个方向可供选择做同心形或非等中心形的照射。因此照射路径约有1200-1500条，可供计算机择优采用其中100-200条，在 高能X线照射每个结点之前，都容许对治疗靶区重复做X线验证摄影，连续监控，并显示照射过程中患者和肿瘤有无位移，显示位移的单位以0.1mm和0.1°标识。如果唯一超过主治医师预设的某一范围，如线移1.5mm或旋转1.5°，射波刀会在4秒内全自动完成Beam off至X线摄影、新旧图像对比、找出6个动度差异、计算机运算、调控机械臂至新方向照射、Beam on等操作，以补偿肿瘤的位移，达到亚毫米的临床精准度，这是常规放疗、X刀和伽马刀前所未有的新功能。

X射线产生机理与电子直线加速器产生机理相似，由高能电子束与靶物质相互作用时产生高能X射线，X 射线随机器的开、关而产生和消失。

2.7 工作流程

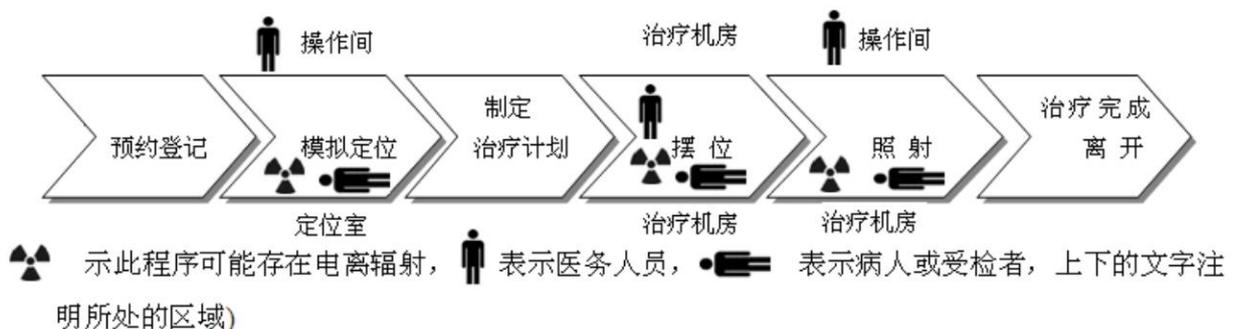


图2-4 射波刀治疗流程图

- 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进行预约登记。
- ②预约病人首先通过设备自带影像扫描系统进行扫描定位。X射线机扫描时工作人员隔室操作。
- ③通过扫描结果，在计算机上制定治疗计划。
- ④技术人员启动射波刀直线加速器开始照射治疗，治疗时工作人员隔室操作。
- ⑤照射完毕后，技术人员协助病人离开机房。

2.8 污染因素分析

射波刀利用电子加速器产生 X 射线，用于照射治疗，由其工作原理可知 X 射线只有在设备开机时才会产生，产生的污染项主要是 X 射线并伴有少量臭氧和氮氧化物。当治疗结束后，技师终止加速器运行，X 射线也随之消失。产生的臭氧可自行分解，氮氧化物在机房机械通风的条件下，其浓度很快下降。故产污环节着重考虑的是射波刀对病人进行扫描作业及放射治疗时产生的 X 射线。

2.8.1 主要放射性污染物

射波刀运行时电子轰击靶物质产生韧致辐射(X 射线)。本项目加速器输出 X 射线能量为 6MV:有用线束外泄漏辐射剂量为有用线束的 0.1%，射线照射至墙壁、设备和患者身体将产生散射辐射。加速器运行产生的 X 射线贯穿辐射、泄露辐射和散射辐射进入外环境。X 射线辐射只有在加速器运行时产生，停机后就消失。

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)和《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)，X 射线能量低于 10MV 的加速器，无需考虑中子辐射及中子俘获 γ 射线。

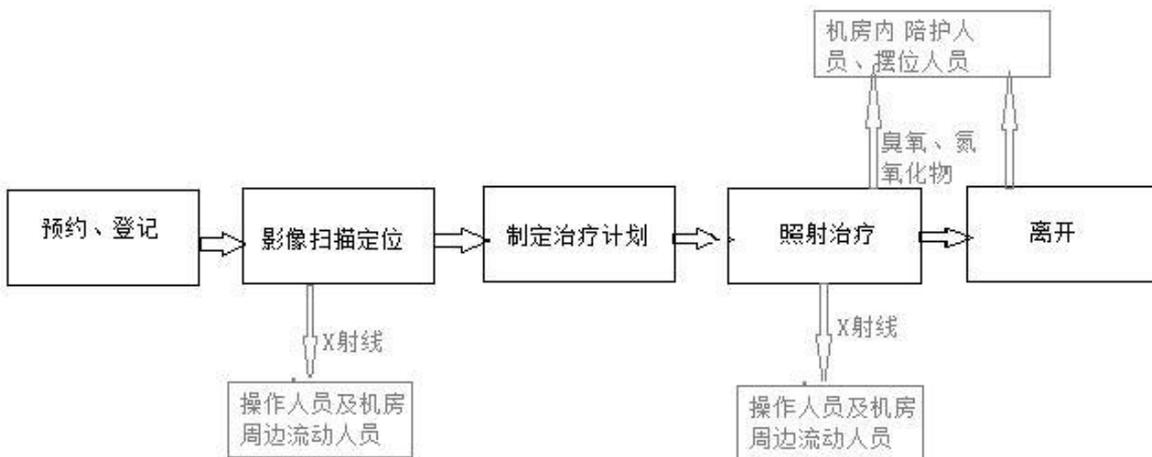


图2-5 射波刀污染物及污染途径示意图

2.8.2 正常工况的污染途径

- (1) 当电子轰击靶时，与靶物质发生作用产生韧致辐射。
- (2) 可能产生的放射性固废有更换下来的废靶、退役时拆卸下来的废靶。
- (3) 治疗室空气在射线的强辐射下，吸收能量并发生电离作用产生 O_3 、 NO_x 等有害气体。

体。

2.8.3 非正常情况的污染途径

- (1) 加速器发生控制系统故障或人员疏忽，使得工作人员受到误照射。
- (2) 加速器发生控制系统故障或放疗参数设置错误，使得受检者受到大剂量照射。
- (3) 机房门机联锁装置故障，人员误入机房受到照射。

2.9 使用规划

按照医院提供的年工作量证明，每天治疗 15 人次，每周工作 5 天，一年工作 52 周，则每年治疗人次约为 3900 人次，治疗阶段需要进行摆位和出束治疗，每次出束治疗时间为 7min，射波刀设备全年累计出束时间为 455h。

2.10 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。

本项目实际安装的射波刀射线装置参数（最大能量6MV）不超过《环评报告表》中拟配备设备参数（最大电压6MV），项目屏蔽体外50m范围内均为医院内部区域，使用场所50m范围内为职业工作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。本项目活动种类、范围、工作场所、射线装置参数、辐射屏蔽措施、安全防护设施、人员配置情况等与《环评报告表》一致，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。

表3 辐射安全与防护设施/措施

辐射安全与防护设施/措施

3.1 场所布局

射波刀治疗室北侧为射波刀控制室、设备机房及合用前室，西侧为预留的直线加速器机房，南侧和东侧均为实土层，机房楼下为实土层无其他建筑，机房位于地下二层，机房正上方地下一层为实土层，机房正上方地面为室外绿化区域。

3.2 辐射安全与防护设施/措施

根据本项目《环评报告表》、环评批复文件、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、中的相关要求，对该项目辐射安全防护措施运行情况核实情况如下所示：

3.2.1 工作场所布局和分区

（1）控制区：医院将射波刀治疗室防护门及墙壁围成的区域划为控制区，机房西侧为预留加速器机房，划为控制区。

（2）监督区：医院将射波刀治疗室相邻的房间和区域划为监督区，机房北侧合同前室、控制室及设备室划为监督区，机房正上方室外绿化划为监督区。

（3）其他：机房东侧、机房北侧、机房楼下均为实土层，不存在潜在危害，不做区域划分。

3.2.2 辐射屏蔽措施

根据医院提供的机房建设资料，射波刀治疗室的防护参数见表3-1，机房有效使用面积为56.94m²。

表3-1 射波刀治疗室的防护参数

项目	尺寸/防护厚度	材质	实际建设的符合情况
机房	7.7m×7.3m，面积56.94m ² ，高3.1m	/	《环评报告表》中为8.0m×7.5m，由于增加了装饰板，面积减少了一部分，但仍满足标准治疗室面积大于45m ² 要求，高度增加了吊顶和铺设地面，高度由4m减少到3.1m。
迷道	宽2.2m，长8.0m	/	一致
机房防护墙	厚2.5m	混凝土	一致

屋顶防护	厚2.5m	混凝土	一致
迷道内墙	厚1.2~2.5m	混凝土	一致
迷道外墙	厚1.2~2.5m	混凝土	一致
防护门	厚15mmPb	铅	一致

3.2.3 安全联锁与警示设施

为了避免工作人员受到意外照射，射波刀治疗室设置了比较完善的辐射安全联锁与警示设施。安全联锁设施可控制射波刀加速器的出束或停束。只有在所有安全联锁设施都处于正常工作状态时射线源才可以出束，任意一个安全联锁设施不正常，射波刀不能出束或立即停止出束。

辐射安全系统包括安全联锁开关、警示设备、急停设施、门联锁、监视装置及其它安全辅助设备。

(1) 联锁装置

本项目射波刀安装门机联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束照射，出束状态下开门停止出束。治疗室进门右侧墙上设置有开门按钮，治疗室内人员可以从内部按下按钮打开防护门，控制室西侧墙上设置有开门按钮，通过监控看到有人员在治疗室内时，防护门两侧设置有光幕式感应防夹装置，当感应到有物体或人员通过时，会停止关闭防护门。

(2) 标志

射波刀治疗室防护门上张贴有“当心电离辐射”警示标志，防护门左侧设置有西安市照射状态的三色指示灯。防护门入口处地面张贴有“控制区”提示语和红色警戒线。

(3) 急停开关

控制台设置有一个急停开关，治疗室迷道设置有一个急停开关，治疗室内设置有5个急停开关，治疗床下床头、床尾分别有一个急停开关。

(4) 视频监控、对讲交流系统

治疗室迷道入口、迷道出口、治疗室西墙、东墙、治疗室东北角、治疗室西南角均设置有视频装置，控制室控制台能够实时显示视频，能够清晰完整的观察到整个射波刀治疗室内的情况，控制台和治疗室东墙上设置有对讲交流系统，治疗过程中出现问题能够及时沟通。

(5) 通风装置

射波刀治疗设置有通风装置，通风量为1500m³/h，排风口设在治疗室东南角和西南角下方位置，根据核算，每小时换气次数达到3次以上。

(6) 辐射剂量监测仪器

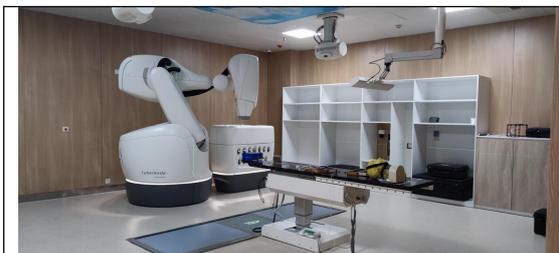
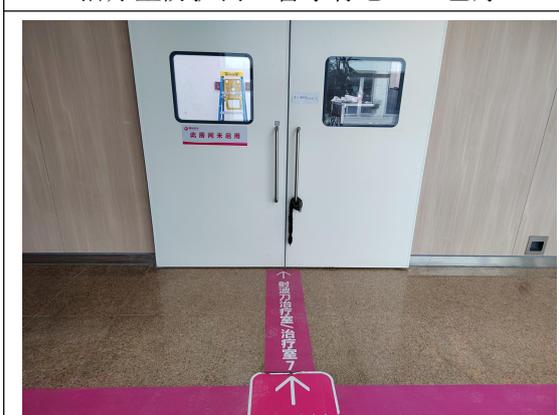
治疗室迷道出口处安装了固定式辐射监测报警仪的探头，显示单元设置控制室墙上。医院为射波刀配备了1台辐射剂量检测仪和2台个人剂量报警仪。监测仪器每年进行送检。

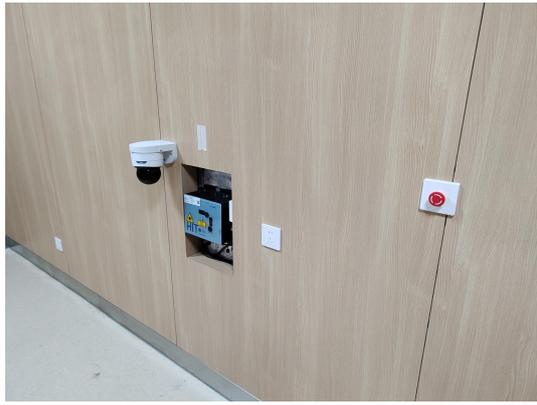
(7) 个人防护用品

医院为射波刀治疗室的辐射工作人员配备了个人剂量片，每三个月进行检测，为辐射工作人员和病人配备了2套个人铅防护用品。

医院射波刀治疗室现场拍摄照片如下：

表 3-2 射波刀治疗室/治疗室 7 辐射安全设施现场照片

	
射波刀设备照片	地面标线及警示语句
	
治疗室防护门、警示标志、三色灯	射波刀主设备
	
射波刀治疗室入口处	控制台、视频显示、急停开关、对讲系统



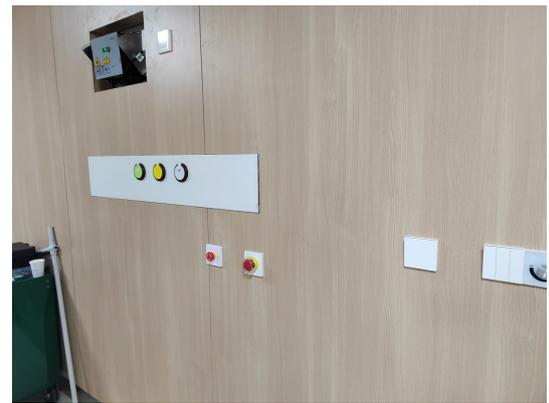
西墙摄像头、急停开关



光幕式防夹装置、室内开门开关



东墙摄像头、急停开关



北墙急停开关



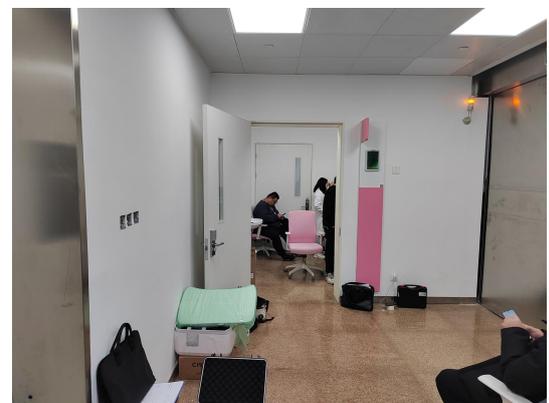
南墙急停开关、西南角排风口



射波刀治疗室正上方地面一层绿化



治疗室西侧预留加速器机房



治疗室北侧合用前室、控制室、设备室

3.3 放射性三废处理设施

本项目射波刀运行过程中不产生放射性废气、废水和物体废物，故本项目不涉及放射性三废处理设施。

3.4 非放射性废物处理措施

废气治理措施

因X射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物。由于系统加速器的最大电压为6MV，产生的臭氧和氮氧化物量很少，产生的臭氧可自行分解，氮氧化物在治疗室机械通风的条件下，其浓度能迅速降低，所以有害气体的影响可以忽略不计。

3.5 辐射安全设施与防护设施“三同时”落实情况

西安国际医学中心医院已根据本项目《环评报告表》要求和陕西省生态环境厅环评批复意见完成了本次项目一台射波刀和配套设施的建设，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。

3.6 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7），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。

3.7 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 9），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、应急领导小组职责

组长：负责放射性事故应急处理的组织及指挥工作。

副组长：负责放射性事故应急处理中人员、物资和器械的调动、调配工作。

组员：负责在放射性事故发生 2 小时内向环境保护部门、卫生行政部门、公安机关迅速上报医院内发生的辐射事故，在 24 小时内上报辐射事故初始报告表。制定和组织实施医院辐射事故应急预案，做好应急准备工作；配合上级有关部门进行事故调查和审定工作。

3、应急工作小组成员组成如下：

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、杨鹏

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) 负责事发现场其他工作。

3.8 辐射安全管理措施

为了加强使用单位和个人辐射安全管理，规范和强化应对辐射事故的处理能力，西安国际医学中心医院制定了《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《放射性同位素与射线装置管理制度》、《放射性同位素与射线装置管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《职业健康管理制度》、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》、《辐射自主监测方案》、《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》等一系列管理和使用制度（见附件8）。

建设单位制定的辐射防护管理制度较完善，符合要求。

3.9 项目人员组成

该项目共配备有7名辐射人员，人员名单如表3-3所示：

表3-3 辐射工作人员上岗培训信息表

序号	姓名	性别	学历	出生年月	培训证书编号	有效期	备注
1	姜鹏	男	硕士	1984.10.24	FS23SN0200156	2023.07.10.~2028.07.10.	副主任医师
2	王虹伊	女	本科	1986.05.12	FS23SN0200164	2023.07.25.~2028.07.25.	主治医师
3	谭丽娜	女	硕士	1982.02.24	FS23SN0200160	2023.07.19.~2028.07.19.	副高工程师
4	卫未	女	本科	1990.03.11	FS23SN0200157	2023.07.10.~2028.07.10.	物理师
5	王海云	女	本科	1980.06.30	FS23SN0200165	2023.07.25.~2028.07.25.	副主任技师
6	曹继宗	男	本科	1984.02.19	FS23SN0200166	2023.07.25.~2028.07.25.	技师
7	夏飞飞	男	本科	1992.11.30	FS23SN0200190	2023.08.13.~2028.08.13.	技师

本项目配备有7名辐射工作人员，项目7名辐射工作人员参加了生态环境部核与辐射安全中心的网上考核，考核通过，取得了考试合格成绩报告单。

3.10 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”。

本项目涉及的辐射工作人员已委托有资质的第三方检测机构进行个人剂量监测工作。

建设项目辐射工作人员进行了职业健康检查工作，体检结果（见附件 10）显示未发现疑似职业病或职业禁忌证，可从事放射工作。辐射工作人员体检结果见表 3-4。

表3-4 辐射工作人员体检结果表

序号	姓名	职业健康检查情况		
		体检部门	体检时间	检查结果
1	姜鹏	核工业四一七医院	2023.6.14	可以继续原放射工作
2	王虹伊	核工业四一七医院	2023.6.14	可以继续原放射工作
3	谭丽娜	核工业四一七医院	2023.6.14	可以继续原放射工作
4	卫未	核工业四一七医院	2023.6.14	可以继续原放射工作
5	王海云	核工业四一七医院	2023.6.14	可以继续原放射工作
6	曹继宗	核工业四一七医院	2023.6.14	可以继续原放射工作
7	赵钦	核工业四一七医院	2023.6.14	可以继续原放射工作
8	夏飞飞	核工业四一七医院	2023.6.14	可以继续原放射工作

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，并指定有专门的辐射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。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

依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）相关规定要求，对辐射工作人员及辐射工作场所进行科学化、规范化管理。

表 4-1 辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全管理）

序号	管理内容	管理要求	对照落实情况
1	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	医院印发了《西安国际医学中心辐射安全与防护领导小组》、《辐射安全管理年度工作计划》、《社会主体信用承诺书》制度
		年初工作安排和年终工作总结，应包含辐射环境安全管理工作内容	
		明确辐射安全管理部门和岗位的辐射安全职责	
		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	医院辐射管理人员已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；辐射防护管理人员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	项目投入使用后由辐射防护负责人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
		建立健全辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责	医院已建立《辐射人员个人剂量管理制度》《放射性药品使用管理制度》《辐射安全防护设施维护与维修制度》《放射性同位素与射线装置管理制度》等
		建立辐射安全管理档案	建立辐射安全管理档案
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有完善的巡查及整改记录	项目投入使用后应定期对辐射工作场所巡查，发现安全隐患及时整改，并有完善的巡查及整改记录
		岗前进行职业健康体检，结果无异常	辐射工作人员已进行了职业健康体检，结果无异常
	直接从事放射工作的作业人员	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	辐射工作人员取得了辐射安全与防护培训合格证书
		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	工作人员了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责并做出了《辐射工作人员岗位辐射安全承诺书》
		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	已给工作人员进行了辐射事故应急预案培训

2	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安全与环境保护管理机构和负责人	已设立辐射环境安全管理机构和专(兼)职人员,并以正式文件明确辐射安全与环境保护管理机构和负责人
3	制度执行	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	医院核技术应用管理信息由医院辐射安全管理办公室负责,由专职辐射安全管理员进行维护,建立以及完善医院辐射环境管理制度及应急预案,定期完善射线装置台账,更新申报系统管理信息;负责射线装置购置、报废等审批备案手续办理,并及时更新相关辐射信息档案。
		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	建立了《放射性同位素与射线装置管理制度》
		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	建立了《核医学科制度规范手册》《放射性同位素与射线装置管理制度》等
		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	建立了《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》
		建立辐射工作人员个人剂量管理制度,每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测,对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门,保证个人剂量监测档案的连续有效性	建立了《辐射工作人员个人剂量管理制度》,每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测,对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门
		建立辐射工作人员职业健康体检管理制度,定期对辐射工作人员进行职业健康体检,对体检异常人员及时复查,保证职业人员健康监护档案的连续有效性	建立了《职业健康管理制度》,定期对辐射工作人员进行职业健康体检,对体检异常人员及时复查
		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),并建立维护与维修工作记录档案(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)	建立了《辐射安全防护设施维护与维修制度》《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》
		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	建立了《辐射自主监测方案》,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和监测报告档案
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	建立了《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,并档案		
4	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,定期进行应急演练 辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。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	建立了《西安国际医学中心医院辐射事故应急预案》、《核医学科辐射安全应急预案》,应急预案包括下列内容: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

	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	故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序
--	---	----------------------

本次验收根据陕西省生态环境厅对《环境影响报告表》批复意见以及《环评报告表》中提出的环境管理要求，对该单位具体落实情况进行了现场核实，核实结果见表 4-2 和 4-3 所示。

表 4-2 西安国际医学中心医院核技术利用项目（第六期）竣工环境保护验收清单

验收项目	验收要求内容	现场实际核查	评价
辐射安全管理机构	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。	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。	一致
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。	该项目辐射工作人员所受年有效剂量最大值为 1.37mSv；该项目公众人员所受年有效剂量最大值为 0.001mSv	一致
剂量率限值	治疗病房墙体以及门表 30cm 空气吸收剂量率 $\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$	本项目 X-射线立体定向放射外科治疗系统（型号：CyberKnife M6 FM System）在正常工作状态下（X 射线能量：6MV，剂量率指数：930cGy/min），机房外各测点及其他关注点各测点周围剂量当量率范围值为： $(0.161\sim 0.206) \mu\text{Sv/h}$ ，机房楼上各测点周围剂量当量率范围值为： $(0.158\sim 0.159) \mu\text{Sv/h}$ 。	一致
辐射安全和防护措施	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。 安全措施：	详见 3.2.2 和 3.2.3 章节	一致

	<table border="1"> <tr> <td>*布局</td> <td>治疗室满足使用设备的空间要求。</td> </tr> <tr> <td>*通风</td> <td>治疗室设置通风装置, 通风换气次数不小于 4 次/h。</td> </tr> <tr> <td>*标志及指示灯</td> <td>相关位置 (例如治疗室入口处上方等) 设置醒目的电离辐射警示标志及照射状态指示灯。</td> </tr> <tr> <td>*防护性能</td> <td>墙壁及防护门的屏蔽厚度符合屏蔽标准要求, 穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">*辐射安全与联锁</td> <td>控制台和治疗室内分别设置紧急停机开关。</td> </tr> <tr> <td>治疗室和控制室之间设置监视和对讲设备。</td> </tr> <tr> <td>治疗室入口处设置防护门和迷道, 门机联锁。</td> </tr> <tr> <td>治疗室内设置紧急开门按钮。</td> </tr> </table>	*布局	治疗室满足使用设备的空间要求。	*通风	治疗室设置通风装置, 通风换气次数不小于 4 次/h。	*标志及指示灯	相关位置 (例如治疗室入口处上方等) 设置醒目的电离辐射警示标志及照射状态指示灯。	*防护性能	墙壁及防护门的屏蔽厚度符合屏蔽标准要求, 穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。	*辐射安全与联锁	控制台和治疗室内分别设置紧急停机开关。	治疗室和控制室之间设置监视和对讲设备。	治疗室入口处设置防护门和迷道, 门机联锁。	治疗室内设置紧急开门按钮。		
*布局	治疗室满足使用设备的空间要求。															
*通风	治疗室设置通风装置, 通风换气次数不小于 4 次/h。															
*标志及指示灯	相关位置 (例如治疗室入口处上方等) 设置醒目的电离辐射警示标志及照射状态指示灯。															
*防护性能	墙壁及防护门的屏蔽厚度符合屏蔽标准要求, 穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。															
*辐射安全与联锁	控制台和治疗室内分别设置紧急停机开关。															
	治疗室和控制室之间设置监视和对讲设备。															
	治疗室入口处设置防护门和迷道, 门机联锁。															
	治疗室内设置紧急开门按钮。															
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	本项目 8 名辐射工作人员均持证上岗。	一致													
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	本项目 8 名辐射工作人员均配有个人剂量片, 每三个月进行一次检测, 并出具报告。	一致													
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	本项目 8 名辐射工作人员与 2023.6.14 在核工业四一七医院进行了职业健康体检, 体检结果表明可以继续原放射工作。	一致													
检测仪器	所有检测设备每年应进行检定校准。	监测仪器和个人剂量报警仪每年进行检定/校准。	一致													
防护用品	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;	为辐射工作人员以及患者配备两套铅衣、铅围裙、铅眼镜等防护用品, 防护用品能够满足工作需要;	一致													
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。针对使用的放射性同位素和射线装置使用过程可能存在的风险, 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。	详见表 4-1	一致													

表 4-3 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、西安国际医学中心位于西安市高新技术产业开发区西太路以东、纬三十二路以北，是新建医院，拟建设安装 27 台Ⅱ类医用射线装置；使用 1 组(42 枚)⁶⁰Co I 类、1 枚 ¹³⁷Cs II 类、2 枚 ¹⁹²Ir III 类密封放射源；使用 28 种放射性核素(2 个乙级非密封放射性工作场所)。环评报告表结论显示项目建设符合辐射实践正当性原则，在采取环评提出的防护措施后，对项目作业人员和公众产生的辐射影响小，满足辐射剂量限值约束要求。因此，从环境保护角度分析，我厅同意该项目按照报告表中所列内容、方案及环境保护措施实施建设。</p>	<p>该项目地点为西安市高新区西太路 777 号。本次验收项目为放射治疗中心射波刀及配套设施。</p> <p>医院严格按照环评报告表中提出的要求进行建设，对项目作业人员和公众产生的辐射影响符合辐射剂量约束限值要求。该项目的建设性质、规模、地点和采取的环境保护措施均与环评报告表中要求的一致。</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>医院在项目建设中严格执行环境保护“三同时”制度，环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工，同时投入使用，落实各项环境保护措施。</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>项目建设和运行期间，医院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。</p>	符合
<p>四、你院应在接到本批复后 20 个工作日内，将批准后的报告表送项目所在地生态环境局，并按规定接受各级生态环境行政主管部门的监督检查。</p>	<p>医院在接到批复后将批准后的《环境影响报告表》分别送西安市生态环境局和西安市生态环境局高新分局并按规定接受各级生态环境行政主管部门的监督检查。</p>	符合

表 5 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制：

本次监测单位为陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司，我单位具有陕西省质量技术监督局颁发的检验检测机构资质认定证书（编号：182712054019），并在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和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及产生的污染物及排放途径，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）监测报告严格实行三级审核制度。

表 6 验收监测内容

验收监测内容:

6.1 监测内容

- (1) 机房四周表面 30cm 处周围剂量当量率;
- (2) 防护门、操作位、线缆口周围剂量当量率;
- (3) 人员敏感点、机房楼上等其他关注点位的周围剂量当量率。

6.2 监测点位

监测点位示意图如图 6-1 所示 (详见附件 17) :

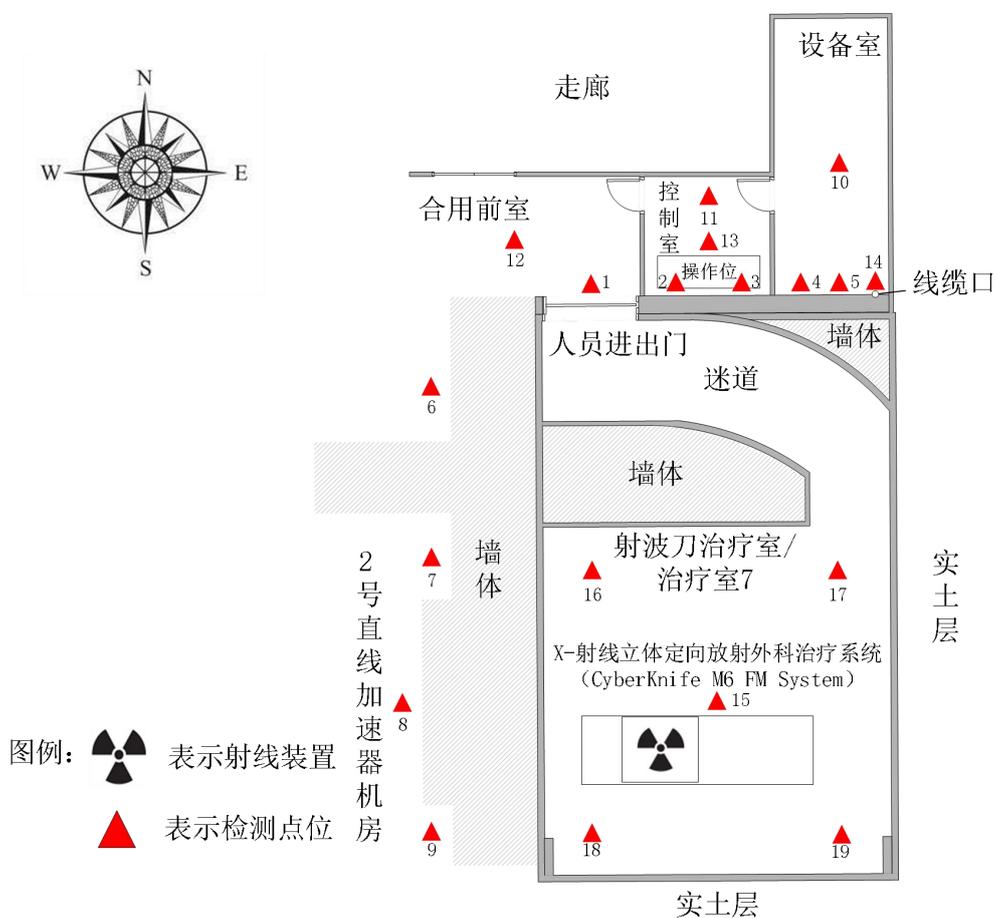


图 6-1

监测点位图

6.3 监测及评价标准

- (1) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);
- (2) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);
- (3) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)。

6.4 验收监测方法和监测仪器

表 6-1 监测方法、监测仪器及检出限

项目	监测方法	监测仪器名称、型号及编号	检出限	检定单位及证书编号	有效期至
周围剂量当量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）	X、 γ 辐射剂量仪、AT1121、QNJY-YQ-152	1) 连续测试： 50nSv/h~10Sv/h 2) 单次脉冲或一系列脉冲：5 μ Sv/h~10Sv/h	中国计量科学研究院/证书编号 DLj12023-10936	2024.08.23

表 7 验收监测

验收监测:

监测日期: 2023年1月29日

监测条件: 曝光参数: 6MV, 机器剂量率: 930cGy/min; 散射模体: 防护用标准水模体 (尺寸 30cm×30cm×20cm)

7.1 验收监测结果

表 7-1 检测结果

装置名称	X-射线立体定向放射外科治疗系统		装置型号	CyberKnife M6 FM System	
装置编号	C0586		生产厂家	安科锐股份有限公司	
使用场所	C 楼地下 2 层放射治疗中心射波刀治疗室/治疗室 7		本底	(0.156~0.160) μSv/h	
检测条件	曝光参数: 6MV, 机器剂量率: 930cGy/min; 散射模体: 防护用标准水模体 (尺寸 30cm×30cm×20cm)。				
序号	检测点位描述	检测结果 (μSv/h)	序号	检测点位描述	检测结果 (μSv/h)
1	人员进出门中表面 30cm	0.177	8	西墙表面 30cm 3#	0.176
	人员进出门上缝外 30cm	0.175	9	西墙表面 30cm 4#	0.176
	人员进出门下缝外 30cm	0.174	10	设备室地面	0.174
	人员进出门左缝外 30cm	0.161	11	控制室地面	0.174
	人员进出门右缝外 30cm	0.163	12	合用前室地面	0.174
	人员进出门左表面 30cm	0.163	13	操作位	0.203
	人员进出门右表面 30cm	0.162	14	线缆口	0.204
2	北墙表面 30cm 1#	0.202	15	机房楼上 (室外绿化) 1#	0.159
3	北墙表面 30cm 2#	0.205	16	机房楼上 (室外绿化) 2#	0.159
4	北墙表面 30cm 3#	0.204	17	机房楼上 (室外绿化) 3#	0.159
5	北墙表面 30cm 4#	0.206	18	机房楼上 (室外绿化) 4#	0.158
6	西墙表面 30cm 1#	0.174	19	机房楼上 (室外绿化) 5#	0.159
7	西墙表面 30cm 2#	0.176	/	/	/

注: 1.本底值为关机时各检测点位巡测结果;
 2.检测结果未扣除本底值, 本底值未扣除宇宙射线响应值;
 3.北侧点位 (1~5、10~14 号点位) 检测时射线朝北, 机房楼上、西侧点位 (6~9、15~19 号点位) 检测时射线朝西;
 4.机房楼下为实土层, 东墙、南墙外为实土层, 无法测量。

根据陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司出具的西安国际医学中心医院使用射线装置核

技术利用项目辐射环境检测报告（QNJC-2024-0212-FH）（见附件 17）。

本项目场址本底辐射水平在（0.156~0.160） $\mu\text{Sv/h}$ 内。

本项目 X-射线立体定向放射外科治疗系统（型号：CyberKnife M6 FM System）在正常工作状态下（X 射线能量：6MV，剂量率指数：930cGy/min），X-射线立体定向放射外科治疗系统（型号：CyberKnife M6 FM System）机房外各测点及其他关注点各测点周围剂量当量率范围值为：（0.161~0.206） $\mu\text{Sv/h}$ 。X-射线立体定向放射外科治疗系统（型号：CyberKnife M6 FM System）机房楼上各测点周围剂量当量率范围值为：（0.158~0.159） $\mu\text{Sv/h}$ 。

7.2 职业人员与公众剂量估算

（1）职业照射

根据单位提供的相关资料及现场核实，本项目实际配备有 7 名辐射工作人员。

根据建设单位提供的资料，全年治疗患者 4000 人次，年累计出束时间约 467h。

根据验收监测单位提供的西安国际医学中心医院使用射线装置核技术利用项目辐射环境检测报告（QNJC-2024-0212-FH），本项目射波刀（型号：CyberKnife M6 FM System）在正常工作状态下（X射线能量：6MV，剂量率指数：930cGy/min），防护门及四周墙壁处的周围剂量当量率测量值为：（0.161~0.204） $\mu\text{Sv/h}$ ，控制室地面的周围剂量当量率测量值为：0.174 $\mu\text{Sv/h}$ ，控制室操作位的周围剂量当量率测量值为0.203 $\mu\text{Sv/h}$ ，设备室地面的周围剂量当量率测量值为：0.174 $\mu\text{Sv/h}$ ，合用前室地面的周围剂量当量率测量值为：0.174 $\mu\text{Sv/h}$ ，机房楼上的周围剂量当量率测量值为：（0.158~0.159） $\mu\text{Sv/h}$ 。

根据上述信息，本项目职业人员主要活动区域为合成前室、控制室、机房楼上，按该射波刀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 7-2。

表 7-2 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	467	0.174	0.156	1/8	0.001	职业人员:5
	操作位	467	0.203		1	0.021	

〔注：根据医院提供工作时间资料中工作时间参数，均按最不利条件核算〕。

医院委托第三方检测机构对辐射工作人员进行了个人剂量监测工作（见表 7-3）。

表 7-3 职业人员个人剂量监测结果

序号	姓名	季度	个人剂量/mSv
1	姜鹏	2022 年 4 季度	0.015
		2023 年 1 季度	0.015
		2023 年 2 季度	0.015
		2023 年 3 季度	0.015
2	王虹伊	2022 年 4 季度	0.015
		2023 年 1 季度	0.015
		2023 年 2 季度	0.015
		2023 年 3 季度	0.015
3	谭丽娜	2022 年 4 季度	0.38
		2023 年 1 季度	0.015
		2023 年 2 季度	0.05
		2023 年 3 季度	0.07
4	卫未	2022 年 4 季度	1.20
		2023 年 1 季度	0.015
		2023 年 2 季度	0.015
		2023 年 3 季度	0.12
5	王海云	2022 年 4 季度	0.05
		2023 年 1 季度	0.06
		2023 年 2 季度	0.04
		2023 年 3 季度	0.09
6	曹继宗	2022 年 4 季度	0.06
		2023 年 1 季度	0.015
		2023 年 2 季度	0.06
		2023 年 3 季度	0.09
7	夏飞飞	2022 年 4 季度	0.06
		2023 年 1 季度	0.015
		2023 年 2 季度	0.015
		2023 年 3 季度	0.015

根据提供的 2022 年 4 季度~2023 年 3 季度共四期的个人剂量检测报告，根据四个季度的个人剂量报告，估算全年最大的个人剂量为 0.021mSv，加上本项目所致的受照剂量，则辐射工作人员所受年有效剂量最大值为 1.37mSv，低于辐射工作人员年有效剂量约束值 5mSv。

(2) 公众照射

本项目公众人员主要包括：该合成前室陪同人员及机房楼上核医学科人员等，居留因子取为 1/8。

表 7-4 公众剂量核算结果

受	活动区域	计算参数	有效	剂量限值
---	------	------	----	------

照 人 员		受照时间 (h/a)	受照剂量 (μSv/h)	室内本底 (μSv/h)	居留因子	剂量 (mSv/a)	(mSv/a)
职业 人员	合成前室	467	0.174	0.156	1/8	0.001	公众: 0.25
	楼上 (草坪)	467	0.159		1/8	0.0001	

〔注：根据医院提供工作时间资料并参照《环评报告表》中工作时间参数，均按最不利条件核算〕。

根据表 7-4 计算结果，公众人员所受年有效剂量最大值为 0.001 mSv，低于辐射工作人员年有效剂量约束值 0.25 mSv。

综上所述，该项目辐射工作人员所受年有效剂量最大值为 1.37mSv，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。

该项目公众人员所受年有效剂量最大值为 0.001mSv，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。

表 8 验收监测结论

验收监测结论:

8.1 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，对该射波刀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，该项目本项目 X-射线立体定向放射外科治疗系统（型号：CyberKnife M6 FM System）在正常工作状态下（X 射线能量：6MV，剂量率指数：930cGy/min），机房外各测点及其他关注点各测点周围剂量当量率范围值为：（0.161~0.206） $\mu\text{Sv/h}$ ；机房楼上各测点周围剂量当量率范围值为：（0.158~0.159） $\mu\text{Sv/h}$ 。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）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）标准中，“加速器机房周边墙体（含防护门）和屋顶处辐射剂量率均不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

3、根据本次验收监测实测结果，项目职业人员的年受照剂量最高为 1.37mSv，满足本项目设定的 5mSv/a 的剂量约束要求。本项目周围公众的年受照剂量最高为 0.001mSv,满足本项目设定的 0.25 mSw/a 的剂量约束要求。

4、建设项目射波刀治疗室辐射安全设施满足相关标准要求：

（1）射波刀治疗室设置项目的电离辐射警示标志，防护门左侧设置有显示照射状态的三色指示灯。

（2）控制台设置有一个急停开关，治疗室迷道设置有一个急停开关，治疗室内设置有 5 个急停开关，治疗床下床头、床尾分别有一个急停开关。

（3）治疗室和控制室之间设置有视频装置和对讲装置。

（4）治疗室设置有 15mmPb 的防护门，进门设置有迷道，设置了门机联锁。

（5）治疗室内进门右手边设置有紧急开门按钮，控制室内西墙上设置有紧急开门按钮。

（6）医院安装了一套固定式辐射监测报警仪。配备了 1 台辐射监测仪和 2 台个人剂量报警仪，监测仪器每年进行检定/校准。

4、医院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，配备了相应的个人防护用品和辅助防护设施。

5、项目7名辐射工作人员参加了生态环境部核与辐射安全中心的网上考核，考核通过，取得了考试合格成绩报告单；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。

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。

8.2 建议

1.认真学习《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关法律法规，进行标准化管理，不断提高西安国际医学中心医院核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，确保射线装置的使用安全。

2.对本单位的射线装置、放射源及非密封工作场所进行辐射安全评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的辐射安全年度评估报告。

附件目录