

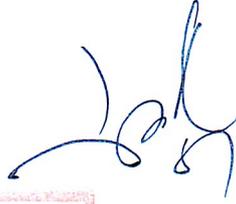
上海市第一人民医院酒泉医院
(酒泉市人民医院) 新院区
核技术应用项目 (一期工程)
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：上海市第一人民医院酒泉医院
(酒泉市人民医院)

编制单位：江西省地质局实验测试大队

2026年1月

建设单位法人代表:



(签字)

编制单位法人代表:



(签字)

项目负责人: 侯会东

(签字)

填表人: 侯会东

(签字)

建设单位: 酒泉市第一人民医院
酒泉医院(酒泉市人民医院)



电话: 13856738188

传真: /

邮编: 735000

地址: 甘肃省酒泉市肃州区风电
大道9号

编制单位: 江西省地质局实验
测试大队 (盖章)



电话: 0791-88227471

传真: 0791-88236020

邮编: 330002

地址: 江西省南昌市青山湖区
洪都中大道260厂院内

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 项目建设情况.....	7
表 3 辐射安全与防护设施/措施	42
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.....	72
表 5 验收监测质量保证及质量控制.....	77
表 6 验收监测内容.....	79
表 7 验收监测	86
表 8 验收监测结论.....	100

附 图：

- 附图 1、项目地理位置图；
- 附图 2、项目外环境位置关系示意图及验收调查范围；
- 附图 3、项目工作场所布置示意图；
- 附图 4、项目工作场所分区管理示意图；
- 附图 5、场所防护示意图；
- 附图 6、项目辐射安全与防护措施情况；
- 附图 7、项目工作场所排风系统。

附 件：

- 附件 1、委托书；
- 附件 2、环评审批文件；
- 附件 3、辐射安全许可证；
- 附件 4、放射源回收协议及备案表；
- 附件 5、辐射安全与防护管理制度；
- 附件 6、辐射安全与防护培训考核情况；
- 附件 7、个人剂量监测报告；
- 附件 8、验收监测报告、监测资质、设备检定/校准证书；
- 附件 9、网站公示；
- 附件 10、竣工环境保护验收会会议纪要及修改情况说明；
- 附件 11、竣工环境保护验收意见。

表 1 项目基本情况

建设项目名称	上海市第一人民医院酒泉医院（酒泉市人民医院）新院区核技术应用项目（一期工程）		
建设单位名称	上海市第一人民医院酒泉医院（酒泉市人民医院）		
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	甘肃省酒泉市肃州区风电大道 9 号 上海市第一人民医院酒泉医院（酒泉市人民医院）院内		
源项	放射源	新院区 3 号住院楼负二层放疗科后装治疗机房使用 ^{192}Ir 密封放射源 1 枚，出厂活度 $3.70\text{E}+11\text{Bq}$ ，属于 III 类密封放射源。	
	非密封放射性物质	/	
	射线装置	新院区 3 号住院楼负二层放疗科：直线加速器机房 1 使用 Infinity 型粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器 1 台（II 类射线装置），大孔径模拟定位 CT 机房使用 Philips CT Big Bore 型放疗 CT 模拟定位机 1 台（III 类射线装置）。 新院区 1 号住院楼四楼：手术室 DSA1 室使用 Azurion 5M20 型血管造影用 X 射线装置 1 台（II 类射线装置）；手术室 DSA2 室使用 Azurion 7M20 型血管造影用 X 射线装置 1 台（II 类射线装置）。 新院区门诊医技楼四楼复合手术室：DSA 机房使用 Azurion 5M20 型血管造影用 X 射线装置 1 台（II 类射线装置）；CT 机房使用 Optima CT680 Expert 型医学影像用 CT 机 1 台（III 类射线装置）。	
建设项目环评批复时间	2024 年 02 月 27 日	开工建设时间	2024 年 03 月 01 日
取得辐射安全许可证时间	2024 年 9 月 24 日（包含本期新院区 3 号住院楼负二层放疗科 1 台加速器、1 台定位 CT、1 台后装治疗机及 1 号住院楼四楼 DSA1 室 1 台 DSA）；	项目投入运行时间	2025 年 08 月 01 日

	2025年07月15日 (包含本期门诊医技楼四楼复合手术室 DSA 机房及 CT 机房、1号住院楼四楼 DSA2 室 1 台 DSA)				
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024年9月29日/ 2025年08月01日	验收现场监测时间	2025年03月13日、 2025年08月16日 ~2025年08月18日、 2025年09月09日		
环评报告表审批部门	酒泉市生态环境局	环评报告表编制单位	江西省地质局实验测试大队		
辐射安全与防护设施设计单位	中国中元国际工程有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	深圳市望华建设集团有限公司		
投资总概算(万元)	8210	环保投资总概算(万元)	760.3	比例	9.26%
实际总概算(万元)	5880	环保投资(万元)	541.2	比例	9.20%
验收依据	1.环境保护相关法律、法规和规章制度 (1) 《中华人民共和国环境保护法》，自 2015 年 1 月 1 日修订施行； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，自 2018 年 12 月 29 日修改施行； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，自 2003 年 10 月 1 日施行； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，自 2017 年 10 月 1 日修改施行； (5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，自 2019 年 3 月 2 日起修改施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，自 2021 年 1 月 4 日修改施行； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，自 2011 年 5 月 1 日施行；				

(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版),自2021年1月1日施行;

(9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》,自2017年12月6日施行;

(10) 《关于发布放射源分类办法的公告》,2005年12月23日发布;

(11) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》,2017年11月22日印发;

(12) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类>的公告》,2018年5月16日印发;

(13) 《关于环保验收是否可由原环评单位承担的疑惑回复》,部长信箱,2019年4月22日;

(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》,自2020年1月1日起实施;

(15) 《关于印发<核技术利用建设项目重大变动清单(试行)>的通知》,2025年8月29日发布;

(16) 《甘肃省辐射污染防治条例》,自2021年1月1日起修订施行。

2.竣工环境保护验收技术规范

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);

(2) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021);

(3) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023);

(4) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021);

(5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);

(6) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);

(7) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);

(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。

	<p>3.环境影响报告表及其审批部门审批决定</p> <p>(1)《酒泉市人民医院新院区核技术应用项目环境影响报告表》(江西省地质局实验测试大队, 2024.2);</p> <p>(2)《酒泉市生态环境局关于酒泉市人民医院新院区核技术应用项目环境影响报告表的批复》(酒环审〔2024〕14号, 酒泉市生态环境局, 2024.2.27)。</p> <p>4.其他相关文件</p> <p>(1) 辐射安全许可证;</p> <p>(2) 外照射个人剂量检测报告;</p> <p>(3) 辐射工作人员核技术利用辐射安全与防护考核合格证书;</p> <p>(4) 辐射安全与防护管理机构及规章制度;</p> <p>(5) 相关图件资料及其他相关技术资料;</p> <p>(6)《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录(2021年版)》;</p> <p>(7)《放射防护实用手册》(赵兰才、张丹枫主编)。</p>
验收执行标准	<p>1.工作场所剂量率控制水平</p> <p>1.1 放射治疗工作场所</p> <p>环评阶段根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 6.1.4 规定并以机房外不同人员周剂量要求进行核算, 取放射治疗机房周边墙体(含防护门)外表面 30cm 处、治疗机房顶部外(地面) 30cm 处的辐射剂量率不大于 2.5μSv/h 作为剂量率控制水平。</p> <p>本次验收调查阶段, 各医用电子直线加速器机房、后装治疗机机房场所剂量率控制水平与环评阶段一致: 放射治疗机房周边墙体(含防护门)外表面 30cm 处、治疗机房顶部外(地面) 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。</p> <p>1.2 DSA 工作场所</p> <p>环评阶段根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)</p>

第 6.3.1 条要求，取 DSA 各手术室屏蔽墙、防护门、观察窗等实体屏蔽外 0.3m 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h 作为剂量率控制水平。

验收调查阶段，DSA 工作场所剂量率控制水平与环评阶段一致：防护实体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。

1.3III类射线装置工作场所

环评阶段根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.3.1 条要求，取各 CT 机房防护实体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h 作为参考控制水平。

验收调查阶段，各 CT 机工作场所剂量率控制水平与环评阶段一致：防护实体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。

表 1-1 放射性工作场所剂量率（周围剂量当量率）控制水平

机房及位置	控制水平（ μ Sv/h）		变动情况
	环评阶段	验收阶段	
直线加速器机房 1、后装治疗机房周边防护实体（含四周墙体、防护门）外表面 30cm 处、各治疗机房顶部外 30cm 处	≤ 2.5	≤ 2.5	与环评一致
手术室 DSA1 室、手术室 DSA2 室、复合手术室 DSA 机房周边防护实体（含四周墙体、防护门、观察窗）外表面 30cm 处、机房顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm、机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm	≤ 2.5	≤ 2.5	与环评一致
大孔径模拟定位 CT 机房、复合手术室 CT 机房周边防护实体（含四周墙体、防护门、观察窗）外表面 30cm 处、机房顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm、机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm	≤ 2.5	≤ 2.5	与环评一致

2.个人剂量限值及剂量约束值

2.1 个人剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条关于剂量限值内容，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 条规定的特殊情况外，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 中规定的相应剂量限值，见表 1-2。

表 1-2 个人剂量限值

关注人群	GB18871-2002 要求
职业人员	①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众	①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

2.2 个人剂量约束值

环评阶段参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中 4.9 节剂量约束值要求，取剂量限值的 25%作为职业照射个人剂量约束值：职业人员个人剂量约束值为 5mSv/a；取剂量限值的 10%作为公众个人剂量约束值：公众个人剂量约束值为 0.1mSv/a。

本次验收调查阶段，个人剂量约束值取值与环评一致：职业人员个人剂量约束值不超过 5mSv/a，公众个人剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

表 1-3 个人剂量约束值

关注人群	个人剂量约束值（mSv/a）		变动情况
	环评阶段	验收阶段	
职业人员	5	5	与环评一致
公众	0.1	0.1	

表 2 项目建设情况

2.1 工程建设内容

2.1.1 建设单位概况及项目进展

(1) 建设单位情况

上海市第一人民医院酒泉医院（酒泉市人民医院）（以下简称“医院”）始建于 1951 年，是酒嘉地区唯一一所集医疗、急救、预防、保健、康复、教学、科研为一体的综合性三级甲等医院，是甘肃省唯一一家综合性国家区域医疗中心。国家区域医疗中心项目建设作为重大民生工程，于 2022 年 7 月与上海市第一人民医院达成共识，开启了在“3+X”模式下合作共建打造多专业类别的综合性国家区域医疗中心的工作，成为省内第一家申报建设综合性国家区域医疗中心的地市级医院。2024 年 9 月，酒泉市人民医院名称变更登记为上海市第一人民医院酒泉医院（酒泉市人民医院）。

医院总院区（老院区）位于酒泉市肃州区西大街 22 号，分设东街医院、胃肠专科医院、慢性病医院三所分院，及新城医院。因医院总院区周边紧邻学校和居民区、商业铺面，无任何拓展和改造的空间，且总院只有 250 个停车位，就医患者停车难的矛盾日益突出，间接影响就医环境和医患关系。由于业务用房缺口大，科室设置不全、布局不合理、新业务新技术无法开展，严重制约了医院专业发展步伐，可用地的枯竭是制约医院发展的主要因素。为提高当地人民群众就医环境及医疗服务质量水平提高，保证患者的就医需求，医院在甘肃省酒泉市肃州区风电大道 9 号建设新院区。

医院目前开放床位 1800 张，在职职工 1972 人，高级职称 345 人，中级职称 749 人，享受省市级高层次专业技术人才津贴及补助 311 人。医院医疗服务范围辐射甘肃河西地区及周边青海、新疆、内蒙等邻近省区，是甘肃中医药大学非直属附属医院，兰州大学、河西学院、酒泉职业技术学院的实习医院。医院是第四批公立医院改革国家联系试点医院、全国建立健全现代医院管理制度试点医院，医院拥有 59 个专业学科，其中省级重点学科 7 个，市级重点学科 12 个，2024 年重症医学科获批成为国家级重点临床专科建设单位。

酒泉市人民医院新院区于 2021 年 4 月 26 日取得《酒泉市生态环境局关于酒泉市人民医院迁建项目环境影响报告书的批复》（酒环审〔2021〕10 号），

医院整体项目选址合理性已在《酒泉市人民医院迁建项目环境影响报告书》中进行论述，本项目为整体项目的配套建设项目，不新增用地。酒泉市人民医院新院区验收工作正在进行中。

(2) 项目进展

本期核技术利用项目由江西省地质局实验测试大队编制完成了《酒泉市人民医院新院区核技术应用项目环境影响报告表》，并于2024年2月27日取得了酒泉市生态环境局的批复，批复文号为：酒环审（2024）14号，环评批复详见附件2。

项目本期（一期）工程均于2024年3月1日开工建设，分批次建成投入使用，其中新院区3号住院楼负二层放疗科直线加速器机房1于2024年6月15日建设完成、模拟定位CT机房于2024年6月22日建设完成、后装治疗机房于2024年6月25日建设完成，1号住院楼四楼DSA1室于2024年6月19日建设完成，工程于2024年9月24日重新取得了由甘肃省生态环境厅颁发的辐射安全许可证。2024年9月29日，以上项目开始调试（项目辐射安全与防护设施同期建成调试）。

门诊医技楼四楼复合手术室DSA机房及CT机房于2024年11月29日建设完成，1号住院楼四楼DSA2室于2024年12月23日建设完成，工程于2025年7月15日重新取得了由甘肃省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（证书编号：甘环辐证[F0114]，见附件3）。2025年08月01日，项目本期工程全部投入调试（项目辐射安全与防护设施同期调试）。

2025年03月，医院委托江西省地质局实验测试大队（以下简称：验收报告编制单位）承担项目竣工环境保护验收监测报告表编制工作，详见附件1。医院委托具有相关监测能力的兰州宏溥检测技术有限公司进行现场验收监测。

兰州宏溥检测技术有限公司根据项目设备运行情况，分别于2025年03月13日（开展后装机房监测）、2025年08月16日~2025年08月18日、2025年09月09日进行本期其他项目现场验收监测。

验收报告编制单位在查阅环评资料、环保档案、现场核查及环境监测的基础上，编制完成《上海市第一人民医院酒泉医院（酒泉市人民医院）新院区核技术应用项目（一期工程）竣工环境保护验收监测报告表》。

2.1.2 已许可核技术利用项目情况

目前，医院持有甘肃省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（证书编号：甘环辐证[F0114]），许可使用Ⅲ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，有效期至2027年06月16日。医院已许可核技术利用项目情况见表2-1、表2-2。

表 2-1 已许密封放射源使用情况

核素	类别	总活度 (Bq) ×枚数	活动 种类	工作场所	环评情况	验收 情况
¹⁹² Ir	Ⅲ类	3.70E+11×1	使用	新院区3号住院楼负二层放疗科后装治疗机房	酒环审(2024)14号	本次验收项目

表 2-2 已许可射线装置使用情况

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	活动 种类	工作场所	环评及备案 文号	验收情况
东街分院								
1	X射线摄影装置	F113-2G	Ⅲ类	1	使用	东街分院负一楼放射科拍片室	2015年1月7日酒泉市环境保护局审批	
老院区								
2	血管造影用X射线装置	Allura Xper FD20	Ⅱ类	1	使用	老院区急诊内科综合楼二楼介入科介入手术室	甘环核表[2017]02号	已于2017年12月由医院自主验收
3	X射线摄影装置	PLD5800	Ⅲ类	1	使用	老院区门诊内科综合楼八楼体检中心拍片室	20176209020000433	/
4	放疗CT模拟定位机	SL-IE	Ⅲ类	1	使用	老院区门诊内科综合楼负一楼放疗科模拟定位室	甘环核表[2012]30号	甘环函[2018]58号
5	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	XHA600D	Ⅱ类	1	使用	老院区门诊内科综合楼负一楼放疗科直线加速器室	甘环核表[2012]30号	甘环函[2018]58号
6	医学影像用CT机	Brilliance iCT	Ⅲ类	1	使用	老院区门诊内科综合楼一楼放射科螺旋CT扫描室	2015年1月7日酒泉市环境保护局审批	
7	X射线摄影装置	AeroDRF65	Ⅲ类	1	使用	老院区门诊内科综合楼一楼放射科拍片室	20246209020000095	/

慢性病医院								
8	X射线摄影装置	F113-2	III类	1	使用	慢性病医院一楼放射科拍片室	2015年1月7日酒泉市环境保护局审批	
胃肠专科医院								
9	X射线摄影装置	F113-2	III类	1	使用	胃肠专科医院一楼放射科拍片室	2015年1月7日酒泉市环境保护局审批	
新城医院								
10	X射线摄影装置	Multix Select DR-M	III类	1	使用	新城医院门诊楼三楼体检中心DR室	201962090 200000345	/
11	口腔外X射线装置	PHT-35LHS	III类	1	使用	新城医院门诊楼四楼口腔科口腔CT机房	202462090 200000095	/
12	口腔外X射线装置	Planmeca ProMax	III类	1	使用	新城医院门诊楼四楼口腔科口腔X光室	201962090 200000345	/
13	医学影像用CT机	Revolution EVO	III类	1	使用	新城医院门诊楼一楼放射科CT检查室(一)	202062090 200000638	/
14	X射线摄影装置	AXIOM AristosVx Plus	III类	1	使用	新城医院门诊楼一楼放射科DR室	201962090 200000345	/
15	移动X射线C臂机	KP5000M	III类	1	使用	新城医院住院部九楼第五手术室	201962090 200000345	/
新院区								
16	血管造影用X射线装置	Azurion 5M20	II类	1	使用	新院区1号住院楼四楼手术室DSA1室	酒环审(2024)14号	本次验收项目
17	血管造影用X射线装置	Azurion 7M20	II类	1	使用	新院区1号住院楼四楼手术室DSA2室	酒环审(2024)14号	本次验收项目
18	移动X射线C臂机	JZ06-1	III类	1	使用	新院区3号住院楼10层骨科手术室	202562090 200000006	/
19	放疗CT模拟定位机	Philips CT Big Bore	III类	1	使用	新院区3号住院楼负二层放疗科大孔径模拟定位CT机房	酒环审(2024)14号	本次验收项目
20	粒子能量小于100兆电子伏的医用加	infinity	II类	1	使用	新院区3号住院楼负二层放疗科直线加速器机房1	酒环审(2024)14号	本次验收项目

	速器							
21	医学影像用CT机	Revolution Advance	III类	1	使用	新院区感染楼一楼医学影像中心CT室	202462090200000095	/
22	胃肠X射线机	DT570	III类	1	使用	新院区门诊医技楼三楼数字胃肠室	202562090200000006	/
23	移动X射线C臂机	JZ06-B	III类	1	使用	新院区门诊医技楼四楼A04手术室	202562090200000006	/
24	移动X射线C臂机	PLX116B1	III类	1	使用	新院区门诊医技楼四楼B12手术室	202562090200000006	/
25	移动X射线C臂机	JZ06-1	III类	1	使用	新院区门诊医技楼四楼B12手术室	202562090200000006	/
26	医学影像用CT机	Optima CT680 Expert	III类	1	使用	新院区门诊医技楼四楼复合手术室CT机房	酒环审(2024)14号	本次验收项目
27	血管造影用X射线装置	Azurion 5M20	II类	1	使用	新院区门诊医技楼四楼复合手术室DSA机房	酒环审(2024)14号	本次验收项目
28	口腔外X射线装置	Planmeca Promax 3D	III类	1	使用	新院区门诊医技楼四楼口腔CT室	202562090200000006	/
29	医学影像用CT机	Optima CT680 Expert	III类	1	使用	新院区门诊医技楼五楼体检中心CT机房	202562090200000006	/
30	X射线摄影装置	新东方 1000FB	III类	1	使用	新院区门诊医技楼五楼体检中心DR室	202462090200000095	/
31	X射线骨密度仪	DXA-800E	III类	1	使用	新院区门诊医技楼五楼体检中心骨密度机房	202562090200000006	/
32	医学影像用CT机	uCT760	III类	1	使用	新院区门诊医技楼一楼急诊科CT机房	202562090200000006	/
33	X射线摄影装置	新东方 1000NB	III类	1	使用	新院区门诊医技楼一楼急诊科DR室	202562090200000006	/
34	医学影像用CT机	Revolution CT	III类	1	使用	新院区门诊医技楼一楼医学影像中心CT检查室6	202462090200000095	/
35	床旁X射线摄影装置	M40-1A型	III类	1	使用	新院区门诊医技楼一楼医学影像中心DR4	202562090200000006	/

36	床旁X射线摄影装置	M40-1A型	III类	2	使用	室	202562090 200000006	/
	床旁X射线摄影装置	KD-M200	III类				202562090 200000006	/
37	X射线摄影装置	MULTX Impact C 晴空一鹤 (配置二)	III类	1	使用	新院区门诊医技楼一楼医学影像中心检查室5	202462090 200000095	/
38	胃肠X射线机	DRF-4	III类	1	使用	新院区门诊医技楼一楼医学影像中心检查室6	202462090 200000095	/
39	乳腺X射线装置	FDR MS-3500	III类	1	使用	新院区门诊医技楼一楼医学影像中心钼靶室	202562090 200000006	/
40	X射线摄影装置	Digital Disgnost	III类	1	使用	新院区门诊医技楼一楼影像中心DR1室	202562090 200000006	/

注：新城医院住院部一层拟新增1台DSA，已于2025年5月30日取得酒泉市生态环境局批复，批复文号为酒环核表（2025）12号，项目正在建设中。

2.1.3 项目建设内容和规模

2.1.3.1 项目建设规模

项目分期建设，分期验收。项目本期（一期）建设规模与环评对比情况见表2-3。

表 2-3 项目建设规模一览表

序号	建设地点	环评阶段建设规模	验收阶段建设规模	变动情况
1	3号住院楼负二层放疗科	使用2台医用电子直线加速器（加速器机房一内为Infinity型，新购置，X射线2档，能量分别为6MV、10MV，具备X射线高剂量率模式；电子射线最大能量为15MeV；加速器机房二内为XHA600D型，老院区搬迁，X射线1档，能量为6MV；均为II类射线装置）并配套建设工作场所，开展放射治疗工作。	在直线加速器机房1使用1台infinity型医用电子直线加速器（II类射线装置，新购置，X射线2档，能量分别为6MV、10MV，均具备X射线高剂量率模式；电子射线最大能量为15MeV），并建设相应的工作场所，开展放射治疗工作。	与环评一致
			剩余1台医用电子直线加速器目前仍在老院区，尚未搬迁。	分期验收
2		使用1台后装治疗机（使用 ¹⁹² Ir密封放射源1枚，最大装源活度3.70E+11Bq），并建设相应的工作场所，开展放射治疗	在后装治疗机房使用1台RL-HZJ18型后装治疗机（使用 ¹⁹² Ir密封放射源，属于III类放射源，最大装源活度3.70E+11Bq），并建设相应的	与环评一致

		工作。	工作场所，开展放射治疗工作。	
3		使用 2 台模拟定位机（定位 CT 机房为 Philips CT Big Bore 型，新购置；模拟定位机房为 SL-IE 型，老院区搬迁；均为 III 类射线装置），用于模拟定位工作。	本期在模拟定位 CT 机房使用 1 台 Philips CT Big Bore 型放疗 CT 模拟定位机（III 类射线装置，新购置），用于模拟定位工作。	与环评一致
			剩余 1 台模拟定位机目前仍在老院区，尚未搬迁。	分期验收
4	1 号住院楼四楼手术室	使用 3 台 DSA（血管造影用 X 射线装置）并配套建设 DSA1 室（为 Azurion 5M20 型 DSA，新购置），DSA2 室（为 Azurion 7M20C 型 DSA，总院搬迁），DSA3 室（预留，DSA 型号待定，新购置）等工作场所，DSA 均为 II 类射线装置，开展放射诊疗工作。	使用 2 台 DSA（血管造影用 X 射线装置）并配套建设 DSA1 室（为 Azurion 5M20 型 DSA，新购置），DSA2 室（为 Azurion 7M20 型 DSA，总院搬迁），均属于 II 类射线装置，开展放射诊疗工作。	与环评一致
5			<u>剩余 1 台 DSA 尚未建设完成。</u>	分期验收
6	传染楼二层	使用 1 台 DSA 并配套建设 DSA 手术室（预留，手术室内 DSA 型号待定，属于 II 类射线装置，新购置）等工作场所，开展放射诊疗工作。	<u>尚未建设完成。</u>	分期验收
7	门诊医技楼四楼复合手术室	使用 1 台 DSA 并配套建设 DSA 机房（为 Azurion 5M20 型 DSA，新购置，属于 II 类射线装置）、CT 机房（为 Optima CT680 Expert 型 CT，新购置，属于 III 类射线装置）等功能场所，开展放射诊疗工作。	使用 1 台 DSA 并配套建设 DSA 机房（为 Azurion 5M20 型 DSA，新购置，属于 II 类射线装置）、CT 机房（为 Optima CT680 Expert 型 CT，新购置，属于 III 类射线装置）等功能场所，开展放射诊疗工作。	与环评一致

由表 2-3 可知，环评阶段设备共 11 台，本期（一期）项目验收设备 7 台（均已调试运行），较环评少 1 台 XHA600D 型医用电子直线加速器、1 台 SL-IE 型模拟定位机和 2 台未确定型号的 DSA。根据医院提供资料，①本期未验收的 1 台 XHA600D 型医用电子直线加速器和 1 台 SL-IE 型模拟定位机环评阶段为老院区搬迁，实际建设不再由老院区搬迁，而是购置新设备（尚未建设完成）并另行完善相关环保手续；老院区 1 台 XHA600D 型医用电子直线加速器和 1 台 SL-IE 型模拟定位机退役不再使用，XHA600D 型医用电子直线加速器 X 射线能量为 6MV、无电子束治疗且不存在污染，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），1 台医用电子直线加速器和 1 台模拟定位机退役不纳入环境影响评价管理，但医院应按要求完善辐射安全许可证相关

设备的注销手续。②本期未验收的 2 台未确定型号的 DSA 尚未建设完成，分期验收。

2.1.3.2 项目建设内容

(1) 放射治疗工作场所

①医用电子直线加速器

医院在新院区 3 号住院楼负二层放疗科使用 1 台医用电子直线加速器并配套建设直线加速器机房 1（机房内为 Infinity 型医用电子直线加速器，属于 II 类射线装置，新购置）、控制室一、水冷机房一，配套建设放射治疗相关等候区、缓冲区、大孔径模拟定位 CT 机房（Philips CT Big Bore 型定位 CT，属于 III 类射线装置，新购置）及 CT 定位控制室等功能场所。

环评阶段，医院计划使用的 1 台 Infinity 型医用电子直线加速器均为 II 类射线装置，X 射线 2 档，能量分别为 6MV、10MV，均具备 X 射线高剂量率模式；电子射线最大能量均为 15MeV。

验收调查阶段，医院实际购置的 Infinity 型医用电子直线加速器与环评阶段一致，见表 2-4。

表 2-4 医用电子直线加速器主要技术参数

型号	数量	类别	主要技术参数			安装位置
			项目	射线能量	等中心点处最大剂量率	
Infinity	1 台	II 类	X 射线	6MV	1400cGy/min (FFF 模式)	新院区 3 号住院楼负二层放疗科直线加速器机房 1
				10MV	2200cGy/min (FFF 模式)	
			电子射线	(6/9/12/15) MeV	600cGy/min	

注：加速器含有 CBCT 和 EPID 模式，其中 CBCT 模式下最大管电压均为 150kV，最大管电流均为 500mA；EPID 模式使用 6MV X 射线成像，典型曝光剂量为 1~4cGy。

②后装治疗机

医院在新院区 3 号住院楼负二层放疗科使用 1 台后装机并配套建设后装治疗机房（室内有含 ^{192}Ir 放射源后装机一台，型号为 RL-HZJ18， ^{192}Ir 放射源出厂活度为 $3.70\text{E}+11\text{Bq}$ ，属于 III 类放射源，新购置）、控制室三、缓冲区、准备间、弱电间等功能场所，并使用 Philips CT Big Bore 型放疗 CT 模拟定位机。

环评阶段，医院计划使用 1 台后装治疗机，使用 ^{192}Ir 密封放射源，属于 III 类放射源，最大装源活度 $3.70\text{E}+11\text{Bq}$ 。

根据医院提供资料，医院运行至今，后装治疗机已使用 2 枚 ^{192}Ir 放射源（进行了 1 枚放射源的换源操作），放射源更换由厂家进行，废旧放射源由厂家回收处理，且按要求进行备案（见附件 4）。根据医院提供资料，使用的单枚 ^{192}Ir 放射源出厂活度均为 $3.70\text{E}+11\text{Bq}$ 。验收期间，医院使用的密封放射源主要技术参数与环评一致，见表 2-5。

表 2-5 后装治疗机所用放射源情况

放射源	单枚源出厂活度	类别	源数量	安装位置
^{192}Ir	$3.70\text{E}+11\text{Bq}$	III类	1 枚	新院区 3 号住院楼负二层放疗科后装治疗机房

③模拟定位装置

医院在新院区 3 号住院楼负二层放疗科大孔径模拟定位 CT 机房使用 Philips CT Big Bore 型放疗 CT 模拟定位机，开展模拟定位工作。并配套建设控制室等功能场所。

环评阶段，医院计划使用 1 台 CT 模拟定位机最大管电压 140kV、最大管电流 667mA。

验收调查阶段，医院已购置的 CT 模拟定位机主要参数与环评基本一致，仅最大管电流实际为 665mA，较环评阶段降低。见表 2-6。

表 2-6 CT 模拟定位机主要参数

型号	类别	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	安装位置
Philips CT Big Bore	III类	140	665	新院区 3 号住院楼负二层放疗科大孔径模拟定位 CT 机房

注：CT 为单管头。

(2) DSA 工作场所

医院在新院区 1 号住院楼四楼手术室使用 2 台 DSA（血管造影用 X 射线装置）并配套建设 DSA1 室（室内 DSA 型号为 Azurion 5M20，属于 II 类射线装置，新购置）、控制室 1、机房 1，DSA2 室（室内 DSA 型号为 Azurion 7M20，属于 II 类射线装置，总院搬迁）、控制室 2、机房 2，配套建设 DSA 手术相关患者走廊、医护走廊等功能场所。

医院在新院区门诊医技楼四楼复合手术室使用 1 台 DSA 并配套建设 DSA 机房（室内 DSA 型号为 Azurion 5M20，属于 II 类射线装置，新购置）、CT 机房（室内 CT 型号为 Optima CT680 Expert，属于 III 类射线装置，新购置）、控

制廊、缓冲区、设备机房、洁净走廊等功能场所。本期 3 台 DSA 及 1 台 CT 主要参数与环评一致，见表 2-7。

表 2-7 DSA 及 CT 主要技术参数

序号	名称	类别	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	安装位置	来源
1	DSA	II 类	Azurion 5M20	125	1000	新院区 1 号住院楼四楼手术室 DSA1 室	新购
2	DSA	II 类	Azurion 7M20	125	1000	新院区 1 号住院楼四楼手术室 DSA2 室	搬迁
3	DSA	II 类	Azurion 5M20	125	1000	新院区门诊医技楼四楼复合手术室 DSA 机房	新购
4	CT	III 类	Optima CT680 Expert	140	560	新院区门诊医技楼四楼复合手术室 CT 机房	新购

注：本项目 DSA 均为单管头，含类 CBCT 功能。CT 为单管头。

2.1.4 项目建设地点、周围环境关系、总平面布置

2.1.4.1 医院地理位置、周围环境关系及总平面布置

项目所使用 Azurion 7M20 型 DSA 由酒泉市人民医院总院区搬迁，总院区位于酒泉市肃州区西大街 22 号。

酒泉市人民医院新院区位于酒泉市肃州区风电大道 9 号，地理位置见附图 1。

医院东侧为之涣路，南侧为风电大道，西侧为太白路，北侧为问天路。医院新院区内由北往南依次为停车场、感染楼、能源中心、太平间、医疗垃圾站、2#液氧站、高压氧舱、1#液氧站、科研教学楼、行政办公楼、3 号住院楼（放射治疗各机房所在大楼）、门诊医技楼（DSA 复合手术室所在大楼）、2 号住院楼、1 号住院楼（手术室 DSA1 室、DSA2 室所在大楼），酒泉市人民医院新院区周边环境情况及平面布局见附图 2。

2.1.4.2 项目建设地点、总平面布置及周围位置关系

(1) 放射治疗场所

① 医用电子直线加速器及后装机

医院在新院区 3 号住院楼负二层放疗科建设直线加速器机房 1 和后装治疗机房。直线加速器机房 1 东侧为直线加速器机房 2，西侧和南侧为土层，北

侧为水冷机房一、控制室一和缓冲区，楼上为地面（消防登高操作地及绿化地），楼下为土层；后装治疗机房东侧、南侧为土层，西侧为直线加速器机房 2，北侧为控制室三和缓冲区，楼上为地面（消防登高操作地）、楼下为土层。

②模拟定位 CT 机房

医院在新院区 3 号住院楼负二层放疗科建设模拟定位 CT 机房。模拟定位 CT 机房北侧为土层，东侧为模拟定位机控制室，南侧为过道和 CT 定位控制室，西侧为储藏间，顶部为预留发展用房，楼下为土层。

③放射治疗场所

医院放射治疗场所 50m 区域内主要为南侧 36m 处 2 号住院楼、西侧 49m 处行政办公楼和场所所在 3 号住院楼。

(2)DSA 工作场所

医院在新院区 1 号住院楼四楼手术室建设 DSA1 室和 DSA2 室。DSA1 室东侧为控制室 1，南侧为患者走廊，西侧为机房 1，北侧为医护走廊，楼上为走廊及病房 5.1（2 间 3 人间），楼下为走廊及病房 3.1（2 间 3 人间）；DSA2 室西侧为机房 2，南侧为患者走廊，东侧为控制室 2，北侧为医护走廊，楼上为走廊及病房 5.2（1 间 3 人间，1 间 2 人间），楼下为走廊及病房 3.2（1 间 3 人间，1 间 2 人间）；50m 区域内主要为南侧 21m 处门诊医技楼和场所所在 1 号住院楼。

医院在新院区门诊医技楼四楼复合手术室建设 DSA 机房和 CT 机房开展联合介入手术（具体方法为 DSA 介入手术前或者介入手术后，将病人推至 CT 机房，使用 CT 进行定位，期间人员均退出 CT 机房），医院使用 CT 百级手术室开展手术也需使用 CT 机房 CT 设备（具体方法为手术期间，将病人推至 CT 机房，使用 CT 进行定位，期间人员均退出 CT 机房），即本项目存在 DSA 机房 DSA 和 CT 机房 CT 设备同时开机出束情况。DSA 机房东侧为 CT 机房，南侧为控制廊和天井，西侧为设备机房和缓冲区，北侧为清洁走廊，楼上为屋面，楼下为走廊、主任及副主任办公室、诊断办公室、资料室、示教房；CT 机房东侧为 CT 百级手术室，南侧为控制廊和缓冲区，西侧为 DSA 机房，北侧为清洁走廊，楼上为屋面，楼下为走廊、诊断办公室、资料室；复合手术室 50m 区域内主要为北侧 35m 处行政办公楼及场所所在门诊医技楼。

本项目各场所 50m 调查范围区域见附图 2，各机房所在楼层平面及楼上楼下对应区域见附图 3。

2.1.4.3 环境保护目标分布情况

环评阶段，项目评价范围为II类射线装置、III类放射源工作场所实体边界外 50m 范围内区域。

本项目验收调查范围与环评阶段评价范围一致，主要环保目标为调查范围内从事核技术利用项目的职业人员以及周围其他非辐射工作人员和公众。经查阅资料并结合现场调查，本期验收的 7 台设备建设位置与环评一致，项目工作场所实体边界外 50m 调查范围内主要环保目标与环评阶段对比情况见表 2-8。

表 2-8 项目环境保护目标

项目	环境保护目标			相对方位与距离	备注	
	环评阶段	验收调查阶段	变动情况			
放射治疗工作场所						
直线加速器机房 1	职业人员	控制室一、设备机房一	控制室一、水冷机房一	与环评一致	北侧紧邻	共 11 名
	医院职工及公众	缓冲区	缓冲区	与环评一致	北侧紧邻	约 15 人/天
		地面（消防登高操作地及绿化地）	地面（消防登高操作地及绿化地）		顶部外（楼上）	医院职工、流动人群
	患者	直线加速器机房二	直线加速器机房 2		东侧紧邻	/
	/	土层	土层		西侧紧邻	
		土层	土层		南侧紧邻	
		土层	土层		下方	
后装治疗机房	职业人员	控制室三	控制室三		与环评一致	北侧紧邻
	医院职工及公众	缓冲区	缓冲区	与环评一致	北侧紧邻	约 6 人/天
		地面（消防登高操作地）	地面（消防登高操作地）		顶部外（楼上）	医院职工、流动人群
	患者	直线加速器机房二	直线加速器机房 2		西侧紧邻	/
	/	土层	土层		东侧紧邻	
		土层	土层		南侧紧邻	
		土层	土层		下方	
模拟定位	职业人员	CT 操作间	CT 定位控制室		与环评一致	南侧紧邻
		模拟定位机操作间	模拟定位机控制室	东侧紧邻		

CT 机房	医院 职工 及公 众	过道	过道		南侧紧邻	约 21 人/ 天	
		储藏间	储藏间		西侧紧邻	医院职工	
		预留核医学科 控制室、机房 及医护走廊	预留发展用房	顶部房 间布局 调整	顶部外 (楼上)	约 30 人/ 天	
	/	土层	土层	与环评 一致	北侧紧邻	/	
		土层	土层		下方		
50m 范围环境 保护目标		行政办公楼 (共 8 层, 其 中地下 1 层)	行政办公楼 (共 8 层, 其 中地下 1 层)	与环评 一致	直线加速 器机房 1 西侧 49m	医院职 工、流动 人群	
		2 号病房楼 (共 17 层, 其中地下 2 层)	2 号住院楼 (共 17 层, 其中地 下 2 层)		直线加速 器机房 1 南侧 36m		
		3 号病房楼 (共 17 层, 其中地下 2 层)	3 号住院楼 (共 17 层, 其中地 下 2 层)		放射治疗 工作场所 所在大楼		
1 号住院楼四楼手术室							
DSA1 室	职业 人员	室内 (医师及 护士)	室内 (医师及 护士)	与环评 一致	距 X 射线 管 0.5m	共 34 名	
		控制室一 (技 师)	控制室 1 (技 师)		东侧紧邻	共 3 名	
		设备机房一	机房 1		西侧紧邻	仅工作人 员进出	
	医院 职工 及公 众	医护走廊	医护走廊	与环评 一致	北侧紧邻	约 10 人/ 天	
		患者走廊	患者走廊		南侧紧邻	约 20 人/ 天	
		走廊	/	区域布 局调 整, 无 走廊	西侧紧邻	/	
		病房 3.1	病房 3.1	与环评 一致	地板外 (楼下)	6 张病床 及其他流 动人员	
		病房 5.1	病房 5.1	与环评 一致	顶部外 (楼上)	6 张病床 及其他流 动人员	
	DSA2 室	职业 人员	室内 (医师及 护士)	室内 (医师及 护士)	与环评 一致	距 X 射线 管 0.5m	共 34 名
			控制室二 (技 师)	控制室 2 (技 师)	环评阶 段控制 室 2 位 于 DSA2 室西 侧, 机 房 2 位	东侧紧邻	共 3 名
设备机房二			机房 2	西侧紧邻	仅工作人 员进出		

				于 DSA2 室东侧			
	医院职工及公众	医护走廊	医护走廊	与环评一致	北侧紧邻	约 10 人/天	
		患者走廊	患者走廊		南侧紧邻	约 20 人/天	
		病房 3.2	病房 3.2		地板外 (楼下)	5 张病床及其他流动人员	
		病房 5.2	病房 5.2		顶部外 (楼上)	5 张病床及其他流动人员	
50m 范围环境保护目标		门诊医技楼 (共 5 层, 其中地下 1 层)	门诊医技楼 (共 5 层, 其中地下 1 层)	与环评一致	DSA1 室南侧 21m	医院职工、流动人群	
		1 号病房楼 (共 17 层, 其中地下 2 层)	1 号住院楼 (共 17 层, 其中地下 2 层)		DSA 机房所在大楼		
门诊医技楼四楼复合手术室 (含 DSA 机房和 CT 机房)							
机房	职业人员	DSA 手术室内 (医师及护士)	DSA 机房内 (医师及护士)	与环评一致	距 X 射线管 0.5m	共 34 名	
		控制廊 (技师)	控制廊 (技师)	与环评一致	南侧紧邻	共 3 名	
		设备机房	介入手术室	与环评一致	西侧紧邻	2~4 人	
	医院职工及公众	CT 百级手术室	CT 百级手术室	与环评一致	东侧紧邻	约 15 人/天	
		清洁走廊	清洁走廊	与环评一致	北侧紧邻	约 5 人/天	
		缓冲区	缓冲区	与环评一致	西侧、南侧紧邻	流动人员	
		走廊、主任及副主任办公室、诊断办公室、资料室、示教房	走廊、主任及副主任办公室、诊断办公室、资料室、示教房	与环评一致	地板外 (楼下)	约 20 人/天	
		屋面	屋面	与环评一致	顶部外 (楼上)	一般情况下无人员到达	
	50m 范围环境保护目标		行政办公楼 (共 8 层, 其中地下 1 层)	行政办公楼 (共 8 层, 其中地下 1 层)	与环评一致	DSA 复合手术室北侧 35m	流动人员
			门诊医技楼 (共 4 层, 其中地下 1 层)	门诊医技楼 (共 4 层, 其中地下 1 层)	与环评一致	复合手术室所在大楼	流动人员
本期各工作场所建设地点无变动, 50m 范围内环境保护目标与环评一致							

(包含 1 号住院楼、2 号住院楼、3 号住院楼、行政办公楼及门诊医技楼 5 处)。
 由表 2-8 可知，工作场所相邻的部分辅助功能场所区域功能调整，导致部分相邻辅助功能场所房间的功能较环评变动：① DSA1 室西侧场所区域布局调整，无走廊；② DSA2 室的控制室及机房位置对调；③ 模拟定位 CT 机房楼上房间布局调整，现为预留发展用房。

2.1.5 项目建设内容变动分析

本项目分期建设，分期验收。项目本期（一期）建设规模与环评对比情况见表 2-3，针对本期建设规模进行变动情况分析。

根据现场调查，本期项目建设性质、各机房建设地点、工艺流程均与环评一致，未发生变动。部分辅助功能场所区域功能调整，导致环境保护目标变动较环评变动，不属于重大变动。此外，项目辐射安全与防护措施满足环评报告及《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的相关要求。本项目变动情况如下：

表 2-9 项目本期建设内容变动情况一览表

序号	核技术利用建设项目重大变动清单（试行）		环评阶段	验收阶段	变动情况
1	性质	由核技术利用建设项目变更其他类别建设项目。	核技术利用建设项目。	核技术利用建设项目。	无
2	建设地点	重新选址。	直线加速器机房 1 和后装治疗机房位于新院区 3 号住院楼负二层放疗科南侧，模拟定位 CT 机房位于新院区 3 号住院楼负二层放疗科北侧； DSA1 室和 DSA2 室位于新院区 1 号住院楼四楼手术室； DSA 机房和 CT 机房位于新院区门诊医技楼四楼复合手术室。	直线加速器机房 1 和后装治疗机房位于新院区 3 号住院楼负二层放疗科南侧，模拟定位 CT 机房位于新院区 3 号住院楼负二层放疗科北侧； DSA1 室和 DSA2 室位于新院区 1 号住院楼四楼手术室； DSA 机房和 CT 机房位于新院区门诊医技楼四楼复合手术室。	无
3		调整辐射工作场所位置（包括总平面布置变化）导致调整后评价范围内出现新的环境保护目标。	环评阶段环境保护目标见表 2-8。	本期各工作场所建设位置无变动，50m 范围内环境保护目标与环评一致。本期工作场所相邻的部分辅助功能场所区域功能较环评阶段调整，见表 2-8。	不属于重大变动

4		放射源类别升高。	本期使用含 ^{192}Ir 放射源后装机一台， ^{192}Ir 放射源出厂活度为 $3.70\text{E}+11\text{Bq}$ ，属于 III 类放射源。	本期使用含 ^{192}Ir 放射源后装机一台， ^{192}Ir 放射源最大装机活度为 $3.70\text{E}+11\text{Bq}$ ，属于 III 类放射源。	无
5		射线装置类别升高。	使用医用电子直线加速器为 II 类射线装置；使用 DSA 均为 II 类射线装置；使用 CT 设备均为 III 类射线装置。	本期使用 1 台医用电子直线加速器为 II 类射线装置；使用 3 台 DSA 均为 II 类射线装置；使用 2 台 CT 设备均为 III 类射线装置。	无
6		非密封放射性物质工作场所级别升高。	不涉及	不涉及	不涉及
7		放射源的总活度或放射源数量增加 50% 及以上。	本期使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源，出厂活度为 $3.70\text{E}+11\text{Bq}$ 。	本期使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源，出厂活度为 $3.70\text{E}+11\text{Bq}$ 。	无
8	规模	射线装置额定功率或输出剂量率或中子产生率增大 50% 及以上。	医用电子直线加速器 X 射线最大能量 10MV，等中心点处最大剂量率 $2200\text{cGy}/\text{min}$ ，电子射线最大能量 15MeV，等中心点处最大剂量率 $600\text{cGy}/\text{min}$ ；CT 模拟定位机最大管电压 140kV，最大管电流 667mA；各 DSA 最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA；CT 最大管电压 140kV，最大管电流 560mA。	CT 模拟定位机最大管电流 665mA，较环评降低。其余设备参数均与环评一致。	不属于重大变动
9		放射性核素活度或种类增加导致非密封放射性物质工作场所的日等效最大操作量增加 50% 及以上。	不涉及	不涉及	不涉及
10		增加新的辐射工作场所。	不涉及	不涉及	不涉及
11	工艺	生产工艺或使用方式变化导致不利影响加重，含主要工艺装置、配套设备	工艺流程见 2.3.3 章节。“三废”处理设施见 3.3 章节。	工艺流程与环评一致。“三废”处理设施与环评一致	无

		及放射性三废处理设施任何一项变化。			
12	辐射安全与防护措施	辐射防护措施改变导致不利影响加重。	辐射防护措施见表 3-1~表 3-4。	本期加速器机房 1 及后装治疗机房防护门铅当量均增加至 20mmPb。模拟定位 CT 机房防护较环评增加，见表 3-3，未导致不利影响加重。	不属于重大变动
13		辐射安全联锁系统的联锁方式、联锁逻辑发生改变导致联锁功能减弱。	本项目各功能场所辐射安全联锁系统的联锁方式、联锁逻辑见 3.2.2 章节。	本项目各功能场所辐射安全联锁系统的联锁方式、联锁逻辑与环评一致。	无
14		非密封放射性物质工作场所功能和布局变化导致增加控制区。	不涉及	不涉及	不涉及
15		新增放射性液态流出物排放口或气载流出物排放口。	项目不涉及放射性液态流出物排放。气体废物处理设施见 3.3.1 章节。	项目不涉及放射性液态流出物排放。项目气体废物处理设施与环评一致。	无

由表 2-9 可知，项目未发生重大变动。

2.2 源项情况

(1) 放射治疗工作场所

① 医用电子直线加速器

工作场所使用的 1 台医用直线加速器相关参数见表 2-10。

表 2-10 医用直线加速器相关参数

设备型号	项目	性能参数
Infinity	类别	II类
	X 射线	X 射线能量：6MV/10MV
		距等中心点 1m 处的最大输出量： 10MVFFF 模式：2200cGy/min； 6MVFFF 模式：1400cGy/min
		最大射野尺寸：40cm×40cm
		源轴距：SAD=100cm
		X 射线泄漏：≤0.1%
		有用线束最大张角：28°
		等中心点距地面距离 124cm
	电子射线	电子线能量：(6/9/12/15) MeV
		最大输出剂量率：600cGy/min
最大射野尺寸：40cm×40cm		

	CBCT 参数	最大管电压：150kV，最大管电流 500mA，成像剂量 ≤19mGy
	EPID 参数	使用 6MV X 射线成像，典型曝光剂量为 1-4cGy

②后装治疗机

工作场所使用的 1 台后装治疗机及密封放射源相关参数见表 2-11。

表 2-11 后装治疗机及密封放射源相关参数

后装治疗机型号	RL-HZJ18	密封放射源核素	¹⁹² Ir
放射源最大装机活度× 放射源数量	3.70E+11Bq×1 枚	放射源结构形式	点源
放射源类别	III类	射线种类	γ 射线
距贮源器表面 100cm 处 的泄漏剂量率	≤3μSv/h	/	/

③放疗 CT 模拟定位机

工作场所使用 1 台 Philips CT Big Bore 型放疗 CT 模拟定位机属III类射线装置，设备最大管电压 140kV，最大管电流 665mA，单管头。

(2) DSA 相关工作场所

①DSA

工作场所使用的 3 台 DSA 相关参数见表 2-12。

表 2-12 DSA 相关参数

型号	Azurion 5M20 (2 台)	Azurion 7M20 (1 台)
类别	II类	II类
主要技术参数	125kV/1000mA	125kV/1000mA
射线种类	X 射线	X 射线
有用线束范围	照射方向：0~180° 照射野：300*400mm	照射方向：0~180° 照射野：300*400mm
管头个数	单管头	单管头
类 CBCT 功能	含有	含有

注：设备厂家未提供主束 1m 处剂量率及 1m 处泄漏剂量率，设备使用最大过滤均为 1mmAl。

③医学影像用 CT 机

工作场所使用 Optima CT680 Expert 型医学影像用 CT 机属III类射线装置，设备最大管电压 140kV，最大管电流 560mA，单管头。

本期验收项目实际投资 5880 万元，其中实际环保投资 541.2 万元，环保投资占比 9.20%。

表 2-13 项目环保投资情况

环保投资项目		投资内容	投资金额（万元）
放射治疗工作场所	辐射防护	加速器机房 1 及后装治疗机房防护均为混凝土墙，防护门使用铅门；模拟定位 CT 机房使用硫酸钡水泥及硫酸钡板进行防护，并使用铅防护门及铅玻璃。	246
	辐射安全	加速器机房 1 安装紧急停机按钮、视频监控及对讲系统、门机安全联锁装置、工作状态显示及电离辐射警告标志、门控按钮等辐射安全措施。 后装治疗机房安装紧急回源按钮、视频监控及对讲系统、门机（源）安全联锁装置、应急工具、工作状态显示及电离辐射警告标志、门控按钮、双人双锁管理等辐射安全措施。 模拟定位 CT 机房安装闭门装置、电离辐射警告标志及指示灯等辐射安全措施。	42.5
	废气处理	放射治疗工作场所设置有通风系统，用于工作场所正常通风。	51
	个人防护用品	后装治疗机房、模拟定位 CT 机房配备个人防护用品。	6.2
	监测仪表	便携式 X-γ 辐射监测仪 1 台、个人剂量报警仪 7 台，固定式辐射水平监测系统 2 台，每人 1 个人剂量计	23.5
	合计		
DSA 工作场所	辐射防护	各 DSA 工作场所及 CT 机房均使用铅板及硫酸钡水泥防护。	129
	辐射安全	各 DSA 工作场所（含 CT 机房）均配备有对讲装置、闭门装置、电离辐射警告标志及指示灯（与门联锁）、电离辐射警告标志、紧急停机按钮（设备自带）等辐射安全措施。	11.2
	废气处理	各 DSA 工作场所（含 CT 机房）均设置有通风系统，用于工作场所正常通风。	18
	个人防护用品	单个 DSA 机房内配备铅橡胶围裙、铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子等工作人员个人防护用品各 4 件；配备铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套等受检者（成人及儿童）个人防护用品各 2 件。各 DSA 机房均配备 2mmPb 移动铅屏风一个。DSA 设备自带铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护吊帘。CT 机房内配备患者使用的铅橡胶方巾、铅橡胶颈套各 2 件。	13
	监测仪表	X-γ 辐射监测仪 1 台、每人 2 个人剂量计。	0.8
合计			172
总计			541.2

注：项目分期验收，各环境保护措施、设施投资较环评阶段减少。

2.3 工程设备和工艺分析

2.3.1 工程设备组成

(1) 医用电子直线加速器

典型医用电子直线加速器以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，设备结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统；除此之外，本项目医用电子直线加速器还涉及锥形束 CT 影像系统（CBCT）和电子射野影像系统（EPID）等。

电子加速器核心部分的工作原理为：高压电源装置对交流电进行升压和整流滤波，向调制器提供直流电压；调制器的功能是向磁控管和电子枪提供具有特定宽度和幅度的高压脉冲。当加速器工作时，调制器主触发电路触发主闸流管按照所设定的脉冲重复频率（PRF）导通和关断，引起充、放电电路工作，在脉冲变压器次级产生磁控管和电子枪所要求的两路高压脉冲。其中一路高压脉冲加到磁控管阴极，引起磁控管震荡，产生微波脉冲；另一路脉冲高压脉冲加到电子枪的阴极，使电子射入加速管。与此同时，磁控管产生的微波脉冲经四端环流器馈入加速管，由于自动频率控制(AFC)使磁控管的工作频率与加速管的频率色散特性有最好的配合，在加速管内，前向微波和反射波代数相加形成驻波，这种波在空间上是恒定的，但在时间上是震荡的，即加速管的谐振腔内电场强度的大小和方向是变化的，但其位置不变，从而在加速管建立起电场梯度，使射入加速管的电子被逐级加速、聚焦，最后获得很高的能量；高速电子轰击位于加速管末端的钨靶而产生 X 射线。加速后的高速电子直接或经转换为 X 射线后供放射治疗使用。

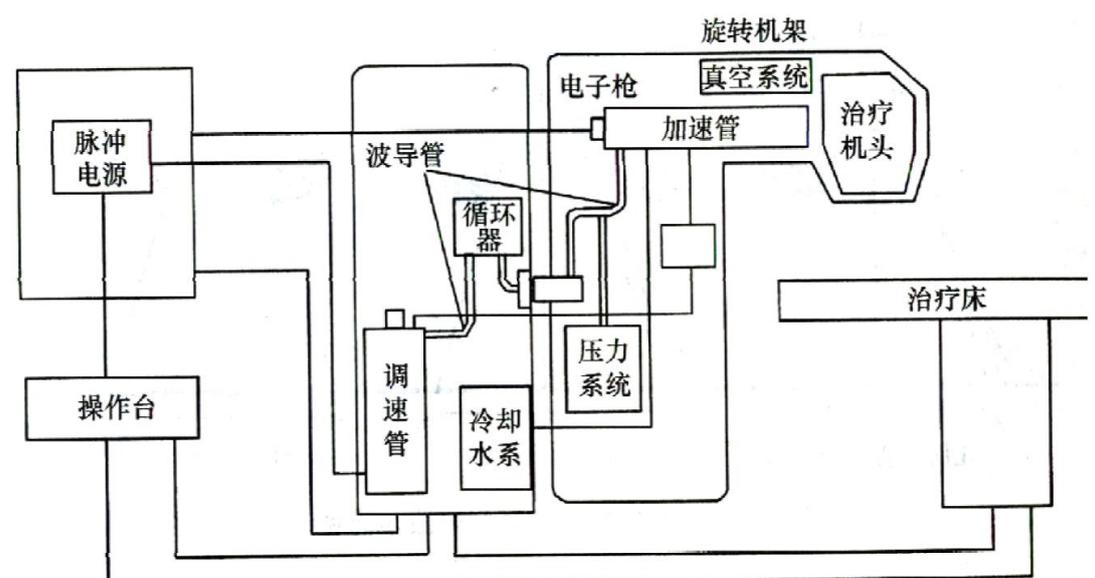


图 2-1 电子直线加速器结构示意图



图 2-2 本项目电子直线加速器外观图（Infinity 型）

（2）后装治疗机

后装治疗机由治疗计划系统、控制系统和治疗系统组成，治疗计划系统包括计算机、数字化仪、打印机及治疗系统软件；治疗系统包括专用控制微机系统、步进电子、施源器、放射源、贮源器、真假源传输结构、紧急回源机构、计时器和治疗通道组成。

贮源器是容纳放射源的容器，当放射源不工作时可提供电离辐射的防护。施源器是将放射源送入预定位置的部件，自带屏蔽防护；通道是后装治疗机中专供密封放射源或其组件运动的管道，此管道与贮源器和施源器相连接。

贮源器是贮存后装治疗用放射源的容器，包括供运输（或暂存）放射治疗源用的运输贮源器和供后装治疗机配套用的工作贮源器，贮源器位于后装治疗机机体中央，一般采用钨合金屏蔽材料，保证贮源器没有 γ 射线泄漏的直接路径。运输(或紧急/维修)贮源器用于放射源的运输，或在维修后装治疗机驱动机械部分时，临时存放放射源，运输贮源器由设备供货厂家提供，并同放射源一起更换。

施源器是预先放入人体腔、管道或组织间，供放射源驻留或运动，并实施治疗的特殊容器；通道是后装治疗机中专供密封放射源或其组件运动的轨迹，此通道与贮源器和施源器相连接。

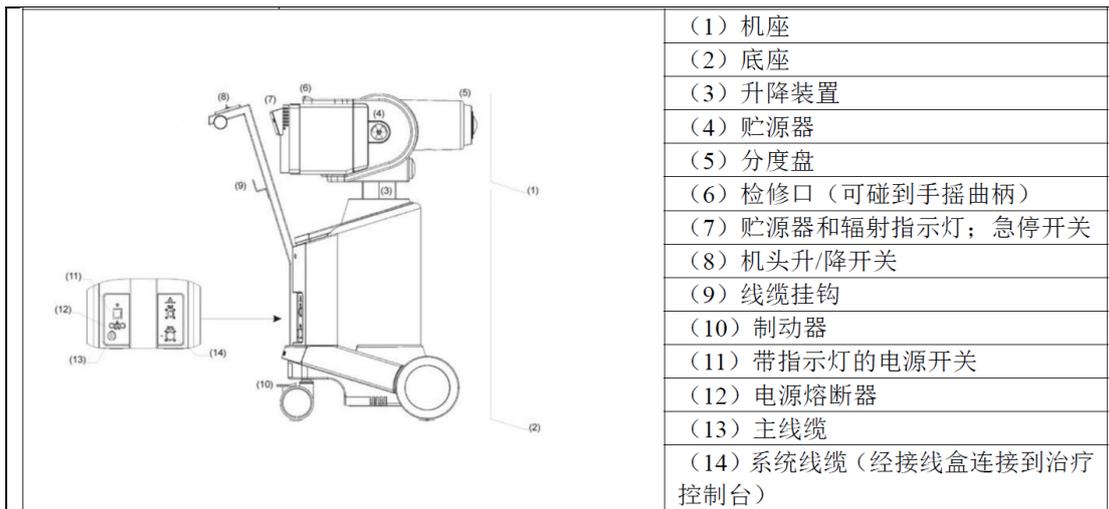


图 2-3 后装治疗机结构示意图



图 2-4 本项目 RL-HZJ18 型后装治疗机外形图

(3) DSA

数字减影血管造影设备按功能和结构划分，主要由：X 线发生系统、影像检测和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统等组成。本项目涉及的 DSA 均含类 CBCT 功能，单管头。

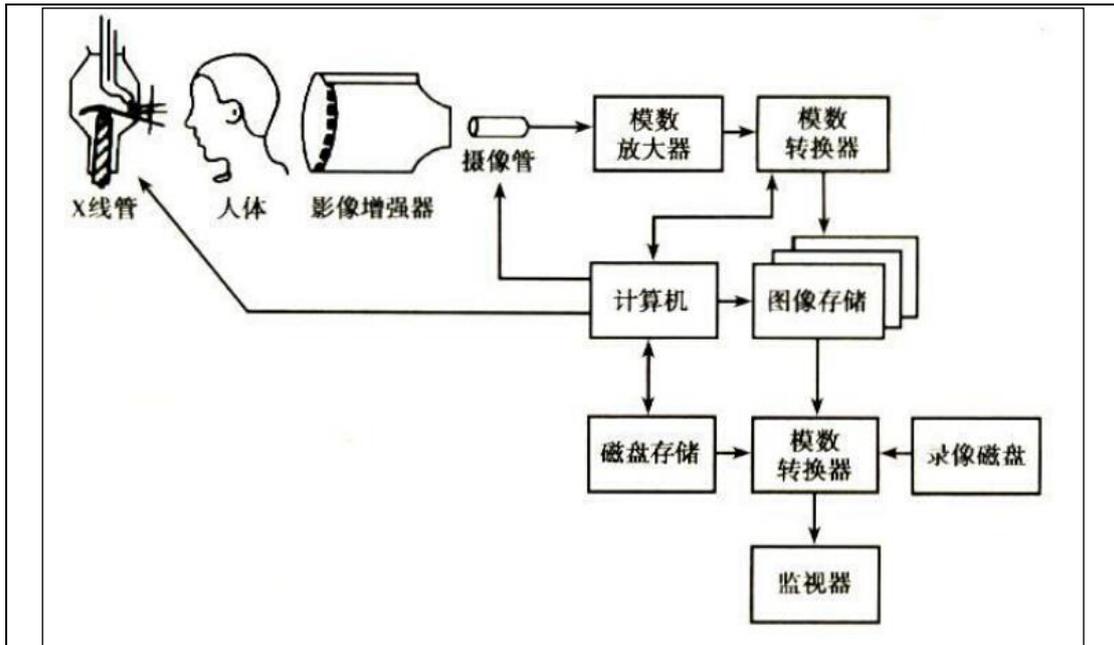


图 2-5 典型数字减影血管造影系统结构



Azurion 5M20 型
(单球管, 含类 CBCT, DSA1 室)

Azurion 7M20 型
(单球管, 含类 CBCT, DSA2 室)



Azurion 5M20 型
(单球管, 含类 CBCT, 复合手术室 DSA 机房)

图 2-6 本项目 DSA 外观图

(4) CT

CT 机设备组成主要为：X 线发生系统、影像接收及显示系统、计算机影像处理和系统控制部分、机架系统、影像存储和传输系统等组成。本项目 CT 均为单管头。

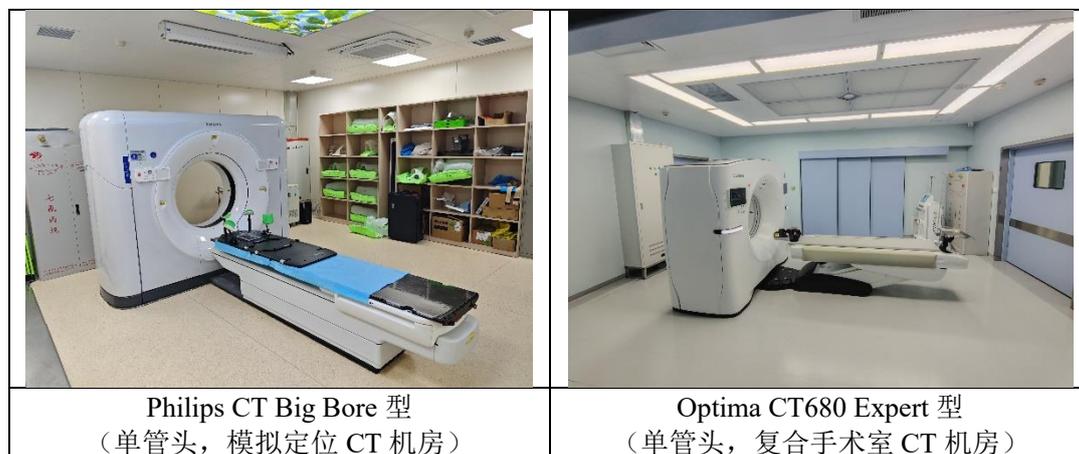


图 2-7 本项目 CT 外观图

2.3.2 工作方式

(1) 医用电子直线加速器

医用直线加速器是将电子枪产生的电子经加速管加速后形成高能电子束的装置。电子枪产生的电子束由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，经调制、准直后射向患者病灶；或电子束靶物质相互作用产生韧致辐射 X 射线束，经一次准直器和滤线器形成剂量均匀的 X 射线束，再经监测电离室和二次准直器限束，到达患者病灶实现治疗目的。

因此，作为一种体外照射的放射治疗设备，直线加速器利用产生的高能电子束或 X 射线，对人体病灶部位进行照射，使肿瘤组织受到不可逆损伤。根据癌症类型及其所在位置、患者的身体状况等，选择不同的输出方式对肿瘤进行照射，同时使肿瘤周围正常组织得到最大限度的保护，达到治疗肿瘤的目的。

医用电子直线加速器的 FFF 调强模式是指在非均整 (Flattening Filter Free) 模式下结合调强放射治疗技术的放疗方式：通过移除加速器射线路径上的均整块，使射线束更集中，从而显著提高剂量率；利用多叶光栅动态调节射束强度，实现靶区高适形剂量分布和正常组织保护。该模式的核心优势在于高效性和精准性，高剂量率缩短了单次治疗时间，提升了患者舒适度和治疗吞吐量。临床应用中，FFF 调强模式广泛用于立体定向放射外科和立体定向体部放

疗。

本项目医用电子直线加速器涉及 CBCT 和 EPID 模式：锥形束 CT（Cone-beam CT, CBCT）用于实时影像引导，影像引导放射治疗（IGRT）是一种先进的四维放射治疗技术（空间维度+时间维度），其基本原理是在开展放疗前或放疗过程中利用 CBCT 建立肿瘤靶区的实时影像，通过与参考图像（模拟定位影像或治疗计划）比较，实时识别肿瘤靶区、器官、肿瘤周围正常组织发生的不确定性的位移误差，例如摆位误差、器官位移蠕动误差、肿瘤形状变化误差等。CBCT 影像引导系统可依据上述偏差来实时调整放疗参数和放疗计划，从而使照射野始终精准“追随”肿瘤靶区，大大提高了放射治疗的精准度，可在确保杀死肿瘤细胞的同时最大限度地降低正常器官的受照剂量。CBCT 模式典型头部成像模式下采集时间 1 分钟，剂量为 0.5mGy，体部成像模式下采集时间 1-2 分钟，成像剂量约 5-19mGy。

根据医院提供资料，电子射野影像系统（EPID）为非晶硅探测器平板，使用 6MV X 射线成像，典型曝光剂量为 1-4cGy。EPID 主要用于非治疗时间进行设备月检质控使用，EPID 的辐射不采用 X 发生器的电压电流计算辐射剂量，无电压和电流相关指标。

（2）后装治疗机

后装治疗机是一种 γ 源近距离放射治疗设备，用遥控的传送方式，将一个或多个放射源从贮源器到预先设定好位置的施源器之间传送，在患者身体腔内利用放射源的 γ 射线对肿瘤进行治疗。通过施源器结构、形状的特殊设计，能够将放射源准确安全地输送到患者需要治疗的部位进行放射治疗，可最大限度地保护患者肿瘤部位邻近正常组织和器官，同时可避免放射治疗过程中放射源对医务人员的影响。

后装治疗机是将施源器放置于人体腔、管道或组织间瘤体表面，在衰变过程中不断放出 γ 射线，通过计算机控制系统，使 ^{192}Ir 放射源直接在瘤体表面或瘤体内进行放疗。

（3）DSA

数字减影血管造影技术（Digital Subtraction Angiography, 简称 DSA）是血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。其成像基本原理为：将

受检部位没有注入透明的造影剂和注入透明的造影剂（含有有机化合物，在 X 射线照射下会显影）后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有无异常通道和血液动力学的改变。

（4）CT

计算机断层扫描（Computed Tomography）技术利用 X 射线对人体组织进行断层扫描，由探测器接收透过人体组织层面的 X 射线，转换为可见光信号，在转换为电信号，经模数转化器转换为数字信号后，输入计算机进行数据处理，获得人体组织部位的断面扫描图像或立体（重建）图像，用于发现人体组织病变或改变。

2.3.3 工艺流程

（1）医用电子直线加速器

① 诊断

医师询问病史、查体并根据情况开具相关的影像检查，结合检查结果开展放射治疗。开展放射治疗前，医师向患者或家属告知放射治疗的必要性及可能出现的副作用，患者或家属签署放射治疗知情同意书。

② 体位固定

根据照射部位的不同，医师制定相应的固定方法，原则要求体位固定重复性好、患者的舒适度好。

③ 模拟定位

工作人员进入工作场所进行患者体位固定，体位固定好后，工作人员离开工作场所，在模拟放疗的情况下，使用 CT 模拟定位机开展模拟定位工作，期间，放疗科 2 名技师/物理师进行模拟定位操作。根据医院提供资料，单个患者

单次模拟定位出束时间不超过 1min。医师在患者皮肤表面或固定用器具上画标志线，标志线为再次固定的重要标志。

④制定治疗计划

根据患者病灶的类型、部位和大小等初步确定照射剂量和照射时间，并进一步制定相应的常规放疗及调强放疗的治疗计划。

⑤治疗计划验证

放疗科 2 名技师/物理师对患者进行放疗计划验证，主要为使用 CBCT 进行位置验证，时间一般不超过 10min。

⑥固定患者体位

1 名技师按照模拟定位时的体位进行固定，并进行校正。摆位结束后，工作人员及其他人员均离开治疗机房，关闭防护门。

⑦放射治疗

根据放疗计划，工作人员实施放射治疗期间，1 名技师和 1 名医师处于控制室内。根据医院提供资料，X 射线单次治疗时间不超过 4min，电子线单次治疗出束时间不超过 1min。

⑧治疗结束

治疗结束，患者离开治疗机房。

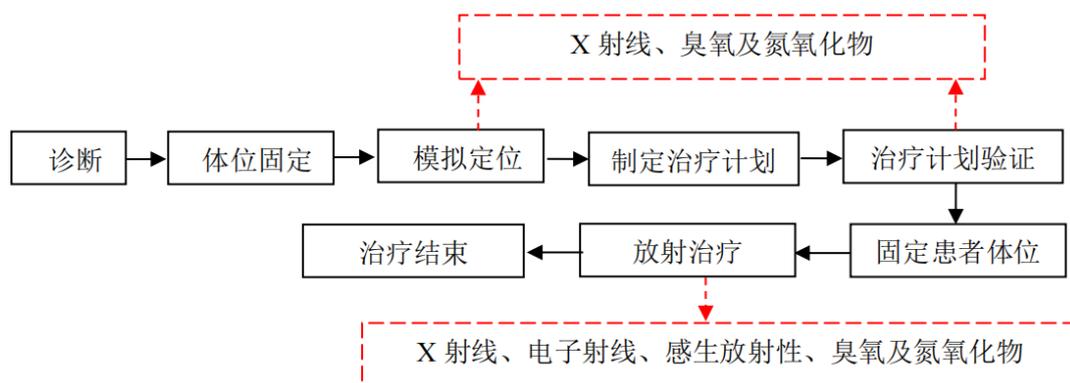


图 2-8 直线加速器放射治疗工作流程及产污环节图

(2) 后装治疗机放射治疗

①诊断

医师询问病史、查体并根据情况开具相关的影像检查，结合检查结果开展放射治疗。开展放射治疗前，医师向患者或家属告知放射治疗的必要性及可能出现的副作用，患者或家属签署放射治疗知情同意书。

②体位固定

根据照射部位的不同，医师制定相应的固定方法，原则要求体位固定重复性好、患者的舒适度好。

③模拟定位

工作人员进入工作场所进行患者体位固定，体位固定好后，工作人员离开工作场所，后装治疗机利用 CT 模拟定位机开展定位工作，确定病灶位置，期间，放疗科 2 名技师/物理师进行模拟定位操作。根据医院提供资料，单个患者单次模拟定位出束时间不超过 1min。

④制定治疗计划

根据患者病灶定位结果和治疗计划系统，制定治疗方案。

⑤登记候诊

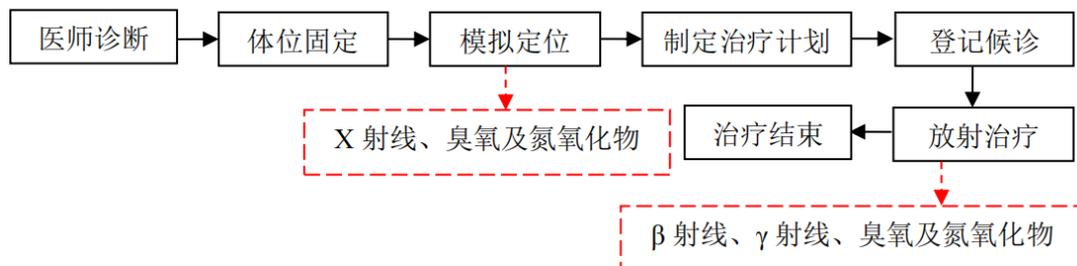
根据治疗计划和预约情况，患者在候诊区等待治疗。

⑥放射治疗

治疗时先由放疗科 1 名护士或技师根据患者病患情况放置施源器，然后引导将病人进入后装治疗室内，接上与源相连的导管，之后工作人员离开治疗室。放疗科 1 名技师和 1 名医师处于控制室内，确定治疗室内无其他人员后，在控制室操作后装治疗机将源送到需要照射的部位。操作方法为：先驱动假源探路，正常后缩回假源，再驱动真源按计划执行治疗，放射源步进到位精度为 mm 级。根据医院提供资料，后装治疗机单次平均治疗时间 8min。

⑦治疗结束

治疗结束后，放疗科技师通过遥控控制源返回贮源器内，系统装有联锁装置，在治疗室的门未关闭或按下紧急按钮时，源不会送出或将已送出的源撤回，确认源安全返回贮源器内，通过操作台控制打开迷道防护门，病人离开治疗室。



注：本项目废旧放射源更换由厂家进行操作。

图 2-9 后装放射治疗工艺流程及产污环节示意图

(3) DSA 介入治疗

医院主要开展心脏介入、外周介入、神经介入、肿瘤介入等手术，各 DSA 治疗场所手术类型不固定。

门诊医技楼四楼复合手术室 DSA 机房内 DSA 和 CT 机房内 CT 进行联合介入手术，机房之间未设置滑轨，手术中移动病人，具体方法为 DSA 介入手术前或者介入手术后，将病人推至 CT 机房，使用 CT 进行定位，期间人员均退出 CT 机房。

各介入手术工作流程相似，例举心脏介入中的冠状动脉造影术工作流程如下。

1) 预约登记

经医师临床诊断、正当性判断后，需要实施介入诊疗的受检者进行预约登记。

2) 告知

医师向受检者及其家属介绍介入治疗可能出现的并发症及危害、可预期的诊疗效果、辐射危害等。

3) 术前准备

医师了解受检者既往病史、过敏史，安排受检者进行体格检查、穿刺部位备皮、禁饮食及其他。

4) 穿刺

工作人员对受检者穿刺部位皮肤消毒并局部麻醉后，在穿刺部位做小切，通过鞘管插入带安全导引钢丝的导管，在透视模式下前送导管，经股动脉、髂动脉上行至胸动脉，直至导引钢丝头端达主动脉弓远端至升主动脉。握住导引钢丝，前送导管使管头超出导丝。撤出导引钢丝，抽吸导管，弃去抽吸液，用肝素盐水手推冲洗导管后，连接到充有造影剂的三联三通接头和注射器上。记录导管尖主动脉压力，手推注射器 3~4ml 使导管充满对比剂。操作管道尾端方向柄，缓慢将导管沿着升主动脉内壁前送，到发现导管头端在插送过程中有突然前跳后，推注对比剂 1~2ml 证实进入冠状动脉开口。

5) 透视、减影

手术过程中，手术工作人员在术者位采取脉冲透视方式获得透视影像，以了解人体组织生理结构。减影过程中，手术工作人员手推注射对比剂，进行减影（15~30 帧/s），将显影过程记录下来，从显影的结果可以看到含有对比剂的血液流动顺序，以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以对比剂排出的路径及快、慢推断有无异常通道和血液动力学改变等情况。

期间，手术工作人员穿戴个人防护用品进入 DSA 手术室内，透视模式下医师在术者位开展近台操作，护士位于铅屏风后；减影模式下医师、护士退出 DSA 手术室，进入控制室进行远程操作。

6) 术后处理

结束后，医师撤出导管，加压包扎穿刺点，防止出血。术后应密切观察受检者，预防并及时处理并发症。

7) 结束

医师填写介入记录，技师处理图像、刻录光盘。

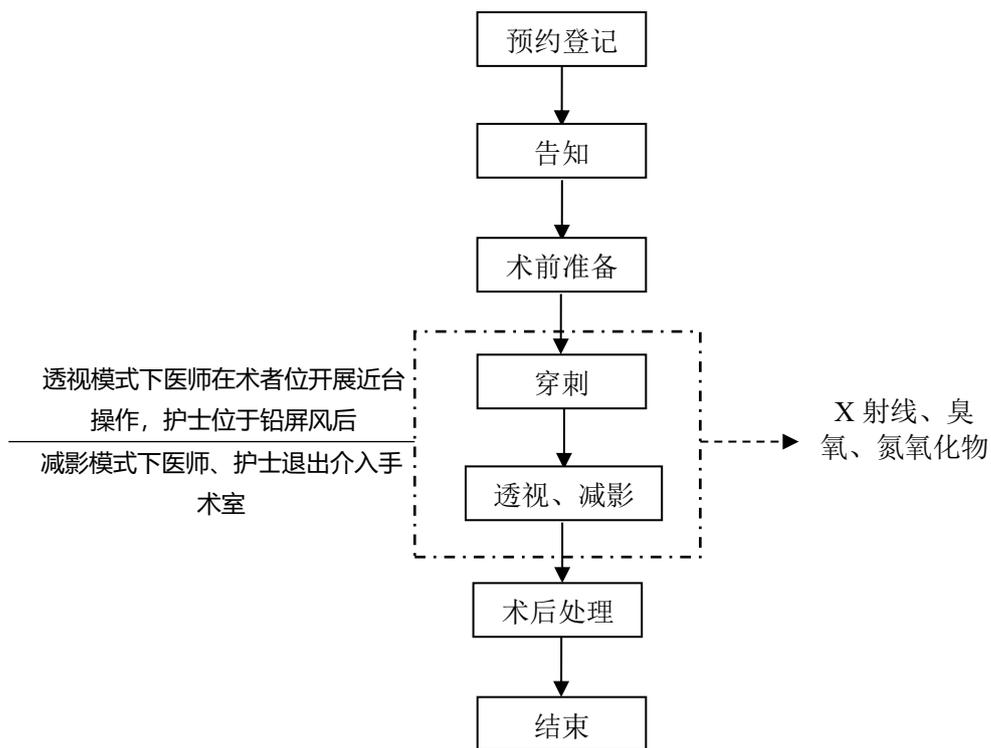


图 2-10 冠状动脉造影术操作流程及产污环节图

2.3.4 人员配置及工作负荷

(1) 人员配备情况

①放疗科

根据医院提供资料，项目放疗科共配备 8 名医师、2 名技师/物理师、1 名护士，工作人员既从事后装治疗工作，也从事加速器治疗工作，未分组；项目工作人员仅从事新院区放疗科放射治疗工作，不从事其他院区相关工作。其中医师主要工作内容为患者接诊、出具治疗方案，并在治疗过程中配合技师操作；技师主要工作内容为后装机、加速器及定位机设备操作、质控和设备维护以及人员摆位；1 名护士主要工作内容为治疗患者引导及辅助摆位。

②DSA 工作场所

根据医院提供资料，项目 DSA 工作场所共配备 24 名医师、3 名技师、10 名护士，工作人员未分组，根据手术安排开展相应治疗工作；项目工作人员仅从事新院区 DSA 介入诊疗工作，不从事其他院区相关工作。正常运行期间，各机房单台手术需 1~2 名医师，主要工作内容为介入手术操作；1 名技师，主要工作内容为 DSA 及 CT 设备操作；1~2 名护士，主要者工作内容为辅助介入手术操作。

(2) 工作负荷

①医用电子直线加速器

根据医院提供资料，2024 年 9 月 29 日~2025 年 5 月 31 日，放疗科直线加速器机房 1 治疗人次 2530 次，其中电子线治疗 30 人次，X 射线单次治疗时间不超过 4min，电子线单次治疗出束时间不超过 1min。

②后装治疗机

根据医院提供资料，2024 年 9 月 29 日~2025 年 5 月 31 日，放疗科后装治疗机房治疗人次 73 次，单次治疗时间不超过 8min，护士平均单个患者摆位时间约 2.5min。

③DSA

根据医院提供资料，DSA1 室自 2024 年 9 月 29 日至 2025 年 5 月 31 日，开展各类手术约 1300 台、DSA2 室自 2025 年 8 月 1 日运行至今开展各类手术约 450 台、复合手术室自 2025 年 8 月 1 日运行至今开展各类手术约 170 台（其中需要使用 CT 开展联合介入手术 15 台），DSA 单台手术透视时间不超过 10min，摄影出束时间不超过 1min。

2.3.5 主要污染因子

2.3.5.1 正常工况下污染因子及污染途径

(1) 放射治疗工作场所

1) 医用电子直线加速器

加速器产生的电子束和 X 射线束，以及在产生这两种辐射的过程中产生的其它 X 射线和中子等次级辐射，一般均可称之为瞬时辐射，它在加速器运行中产生，关机后立即消失，是加速器屏蔽、防护和监测的主要对象。

与瞬时辐射相对应的还有剩余辐射，剩余辐射是加速器初级粒束和次级辐射在加速器结构材料及环境介质（空气、屏蔽物等）诱发生成的感生放射性，这种辐射在加速器运行停止后继续存在，对于加速器的屏蔽设计不是重点考虑的对象，但对加速器停机后的维修，常规调试，换靶操作等工作而言，都是防护的重点。

① 电子束

电子加速器加速的电子本身在物质中的射程很短，很容易被加速器的靶件或其它构件所阻止，不会直接造成危害，然而被加速器加速的电子束穿过薄膜窗从加速器中引出后，成为能量较高的外电子束，它在空气中的射程较长，这时要绝对禁止非治疗人员在加速器开机时误入治疗室，以防被电子束或散射电子照射造成事故。

② X 射线

电子直线加速器运行时，电子轰击靶物质产生韧致辐射（X 射线），X 射线照射至墙壁和患者身体将产生散射辐射。加速器运行产生的 X 射线（包含 CBCT 模式下的低能 X 射线）贯穿辐射、泄漏辐射和散射辐射进入外环境，对环境有一定的影响。X 射线辐射只有在加速器运行时产生，停机后就消失。

③ 中子

当加速器 X 射线标称能量大于 10MV 时，高能光子会与 X 射线靶、一级准直器、X 射线均整器和治疗准直器多种高原子序数的材料如铅、钨等发生(γ 、n) 光核反应，产生中子辐射。根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 中 6.1.2 节“使用中子源放射治疗设备、质子/重离子加速器或大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽”。

使用电子束模式时，X 射线靶和均整器电子射线束范围内移去，产生电子线的电子束流强度比打靶产生临床 X 射线所需的电子束流强度小 2~3 个数量级（《放射肿瘤物理学：教学手册》（IAEA，2005）；电子束出束过程中，电子线与机头、床、人体组织等作用产生韧致辐射的能量和强度均低于电子束撞击钨靶产生的治疗 X 射线的能量和强度，所以，如果机房及其防护门能够满足 X 治疗束的屏蔽防护要求，一定能够满足电子束治疗中产生的韧致辐射的防护要求。

本项目使用的加速器 X 射线能量不大于 10MV，故无需考虑 X 射线能量产生中子辐射。

④感生放射性

a.感生放射性气体：感生放射性核素种类较多，半衰期长短不一，短者只有 7.3s，长者达 15h，多数核素在数分钟至半小时之内，感生放射性以靶装置部位为最高。根据《医用电子直线加速器质量控制检测规范》（WS674-2020）中第 4.5.1 款“感生放射性仅适用于电子能量超过 10MeV 的设备”，《辐射防护手册辐射源与屏蔽》（第一分册）“绝大多数天然核素的反应阈能在 10MeV 以上，当射线的能量超过阈能时，在空气中产生的感生放射性核素主要是 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 和 ^{41}Ar ”；感生放射性气体半衰期较短，本项目加速器机房设置了排风系统，感生放射性废气随空气屋顶排出，对环境影响较小。

b.放射性固废：医用电子直线加速器更换的靶等部件，可能带有长寿命的感生放射性核素，对于拆卸下来的废靶，医院交由厂家回收处理。

c.放射性废液：各加速器的冷却循环水不外排，冷却水受 X 射线照射被活化而形成的放射性核素主要是 ^{15}O 、 ^{13}N ，半衰期分别为 2.1min、7.3s，只需要放置较短的时间，其活度就可衰减到可忽略的水平。

⑤臭氧和氮氧化物

加速器运行过程中，射线与空气作用产生少量臭氧和氮氧化物。

2) 后装治疗机

①射线外照射

在非治疗状态下， ^{192}Ir 放射源封装在后装治疗机的贮源器内，容器周围辐射水平较低，对周围环境影响很小。治疗时由贮源器将 ^{192}Ir 放射源顺着输源管

释放至患者病变部位进行照射，该放射源自发衰变产生 γ 、 β 射线， β 射线的贯穿能力相对较弱，考虑后装治疗机机房对 γ 射线屏蔽时， β 射线已被屏蔽，因此本项目主要考虑 γ 射线的屏蔽。

②臭氧和氮氧化物

在治疗状态下， γ 射线与空气作用，会使治疗室内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物等有害气体。

③放射性固废

^{192}Ir 放射源半衰期为 74.0d，当放射源衰变至其活度不能满足放射治疗需要时，将更换放射源，从而产生废弃的 ^{192}Ir 放射源（根据医院提供资料， ^{192}Ir 放射源经过 2 个半衰期后废弃，废弃时活度为 $9.25\text{E}+10\text{Bq}$ ）。废旧放射源按照放射源回收协议规定，由生产单位或者原出口方回收废旧放射源。

因此，正常工况下，后装治疗机不产生放射性“三废”，后装治疗机使用过程中主要污染因子为 γ 射线、废旧放射源、非放射性气体臭氧和氮氧化物等。

(2) DSA、CT

①射线外照射

本项目使用的 DSA、CT 正常工况下 X 射线是主要的放射污染。当电子轰击靶时，与靶物质发生作用产生韧致辐射射线，X 射线有用束、漏射及散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染；X 射线贯穿机房的屏蔽设施进入外环境中，将对操作人员及机房周围人员生产造成辐射影响。另外，介入手术医师需借助 DSA 引导操作，操作过程中工作人员将暴露于射线装置附近，人员受照剂量较高。

②臭氧和氮氧化物

正常工况下，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧及氮氧化物等有害气体，如果机房通风状况不佳，将导致有害气体在机房内累积。

DSA、CT 运行期间不产生放射性“三废”，使用过程中主要污染因子为 X 射线、非放射性气体臭氧和氮氧化物等。

2.3.5.2 事故工况下的污染因子及污染途径

(1) II类、III类射线装置

①工作人员违反操作规程或误操作，造成事故照射；

②辐射安全与防护措施失效，造成事故照射；

③检查与维护状态下，设备维修人员违反操作规程或误操作，造成事故照射。

(2) 后装治疗机

①后装治疗机操作系统发生故障，到达预置治疗时间，放射源无法自动收回，导致患者受超剂量照射；

②运行情况下意外断电，且设备不间断电源系统故障无法启动，致放射源不能复位。该事故工况发生时，依照应急预案，人工摇转应急回源手柄退源；

③运行过程中发生卡源或源脱落故障；

④由于保管不善，可能会发生放射源丢失或被盗事故；

⑤在安全连锁系统出现故障时，治疗期间人员意外进入治疗室并停留，将受到过量照射的情况；

⑥放射源密封壳意外破损时，导致治疗装置、机房甚至人员受到放射性污染。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所布局和分区管理

3.1.1 工作场所布局

(1) 放射治疗工作场所

医院在新院区 3 号住院楼负二层放疗科建设直线加速器机房 1、后装治疗机房及模拟定位 CT 机房。

①Infinity 型医用电子直线加速器

Infinity 型医用电子直线加速器建设地点位于 3 号住院楼负二层南侧直线加速器机房 1，位于建筑底层一端。各机房六面情况见表 2-8，避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域。项目设置独立的治疗机房，加速器有用线束照射方向为东、西、顶、地方向；治疗机房与控制室分开设置，隔室操作，治疗辅助设备设置于治疗机房外；治疗机房设置迷道。

直线加速器机房 1 内长、宽、高分别为 12.3m、9.90m、5.40m，与环评一致。项目建设地点及工作场所布局与环评一致，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）第 5.1 节选址与布局的要求。

②RL-HZJ18 型后装治疗机

RL-HZJ18 型后装治疗机建设地点位于 3 号住院楼负二层南侧后装治疗机房，位于建筑底层一端。各机房六面情况见表 2-8，避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域。项目设置独立的治疗机房，治疗机房与控制室分开设置，隔室操作，治疗辅助设备设置于治疗机房外；治疗机房均设置迷道。

后装治疗机房内长、宽、高分别为 9.80m、7.30m、5.40m，与环评一致。项目建设地点及工作场所布局与环评一致，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）第 5.1 节选址与布局的要求。

③Philips CT Big Bore 型放疗 CT 模拟定位机

Philips CT Big Bore 型放疗 CT 模拟定位机建设地点位于 3 号住院楼负二层北侧模拟定位 CT 机房。项目设置单独的机房，射线装置有用线束不直接照射门、窗和工作人员操作位，机房装修后内部长、宽分别为 6.19m、5.80m，有效使用面积约 35.9m²，并采取了辐射防护措施，确保邻室及周围场所人员防护安全。

项目建设地点与环评一致，由于内部装修布局变动，场所长×宽实际长度较环评阶段（6.50×6.26）m 有所变动，变动后仍满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.1 节 X 射线设备机房布局的要求（CT 机房内最小有效使用面积 30m²，机房内最小单边长度 4.5m）。

（2）DSA 工作场所

①1 号住院楼四楼手术室两台 DSA

医院在新院区 1 号住院楼四楼手术室建设 DSA1 室（Azurion 5M20 型 DSA1 台）和 DSA2 室（Azurion 7M20 型 DSA1 台）。项目各 DSA 手术室均为单独机房，设计充分考虑相邻房及周围场所人员防护与安全，各手术室四周均避开了儿科、产科等部门。结合本项目 DSA 设备特点，有用线束不直接照射门、窗和工作人员操作位。项目 1 号住院楼四楼手术室的 DSA1 室装修后内部长、宽分别为 7.2m、6.5m，有效使用面积约 46.8m²；DSA2 室装修后内部长、宽分别为 7.2m、6.5m，有效使用面积约 46.8m²，并采取了辐射防护措施，确保邻室及周围场所人员防护安全。

项目建设地点及工作场所布局与环评一致，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.1 节 X 射线设备机房布局的要求。

②门诊医技楼四楼复合手术室 DSA 及 CT

医院在新院区门诊医技楼四楼复合手术室建设 DSA 机房（Azurion 5M20 型 DSA1 台）和 CT 机房（Optima CT680 Expert 型 CT1 台）。项目均为单独机房，设计充分考虑相邻房及周围场所人员防护与安全，各机房四周均避开了儿科、产科等部门。结合本项目设备特点，有用线束不直接照射门、窗和工作人员操作位。项目门诊医技楼四楼复合手术室 DSA 机房装修后内部有效使用长、宽分别为 10.6m、5.85m，有效使用面积约 62.01m²；CT 机房装修后内部长、宽分别为 6.40m、4.71m，有效使用面积约 30.14m²，并采取了辐射防护措施，确保邻室及周围场所人员防护安全。

项目建设地点及工作场所布局与环评一致，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.1 节 X 射线设备机房布局的要求。

3.1.2 分区管理

（1）放射治疗场所

①放射治疗机房

项目工作场所采取分区管理措施，将直线加速器机房 1（包含迷道）、后装治疗机房（包含迷道）划为控制区管理，控制区边界均为实体边界，出入口设置电离辐射警告标志；将机房相邻的控制室、水冷机房一、缓冲区等划为监督区管理。项目工作场所辐射防护分区管理示意图见附图 4。

项目工作场所分区管理情况与环评文件一致，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）第 5.2 节分区原则的要求。

②模拟定位 CT 机房

项目工作场所采取分区管理措施，将模拟定位 CT 机房划为控制区管理，控制区边界均为实体边界，出入口设置电离辐射警告标志；将机房相邻的 CT 定位控制室、过道、模拟定位机控制室及储藏间划为监督区管理。项目工作场所辐射防护分区管理示意图见附图 4。

项目工作场所分区管理情况与环评文件一致，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）分区管理的原则。

（2）DSA 工作场所

①1 号住院楼四楼手术室

项目工作场所采取分区管理措施，将 DSA1 室、DSA2 室划为控制区管理，控制区边界均为实体边界，出入口设置电离辐射警告标志；将 DSA 室相邻的医护走廊、患者走廊、对应控制室及机房划为监督区管理。项目工作场所辐射防护分区管理示意图见附图 4。

项目工作场所分区管理情况，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）分区管理的原则。

②门诊医技楼四楼复合手术室

项目工作场所采取分区管理措施，将 DSA 机房和 CT 机房划为控制区管理，控制区边界均为实体边界，出入口设置电离辐射警告标志；将 DSA 和 CT 机房相邻的控制廊、设备机房、缓冲区、清洁走廊及 CT 百级手术室划为监督区管理。项目工作场所辐射防护分区管理示意图见附图 4。

项目工作场所分区管理情况与环评文件一致，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）分区管理的原则。

3.2 辐射安全与防护设施

3.2.1 辐射防护设施

(1) 放射治疗工作场所

① 医用电子直线加速器

项目本期直线加速器机房 1 采用混凝土浇筑而成，设置“L”形迷道，迷道外口设置电动防护门，工作场所辐射防护设施与环评文件基本一致，见表 3-1。

表 3-1 项目放疗科加速器机房 1 辐射防护设施

场所名称	实体设施		防护措施		变动情况	
			环评阶段	验收阶段		
直线加速器机房 1 (Infinity 型)	东墙	主防护墙	3500mm 混凝土，宽度 4900mm，外凸	3500mm 混凝土，宽度 4900mm，外凸	与环评一致	
		次防护墙	1700mm 混凝土	1700mm 混凝土		
	南墙	次屏蔽墙	1700mm 混凝土，之外土层	1700mm 混凝土，之外土层		
	西墙	主防护墙	2500mm 混凝土，宽度 4900mm，内凸，之外土层	2500mm 混凝土，宽度 4900mm，内凸，之外土层		
		次防护墙	1700mm 混凝土，之外土层	1700mm 混凝土，之外土层		
	北墙	迷道内墙	1500mm 混凝土	1500mm 混凝土		
		迷道外墙	1500mm 混凝土	1500mm 混凝土		
	防护门		16mmPb	20mmPb		防护优化
	顶部	主防护墙	2800mm 混凝土，宽度 4900mm，外凸，之外土层厚度约 1800mm	2800mm 混凝土，宽度 4900mm，外凸，之外土层厚度 1800mm		与环评一致
		次防护墙	1600mm 混凝土，之外土层	1600mm 混凝土，之外土层		

加速器机房进排风管道与屏蔽墙（防护门顶部）呈“Z”型 45°穿过；加速器机房线缆沟与屏蔽墙呈“U”型于墙底穿过，根据设计单位提供资料，机房管道及电缆穿墙时，在墙体内增加 12mm 铅皮进行防护补偿，穿出墙体后，在管道及电缆上包裹 4mm 铅皮（长度为洞口直径 1.5 倍）。

② 后装治疗机房

后装治疗机房采用混凝土浇筑而成，设置“L”形迷道，迷道外口设置电动防护门。工作场所辐射防护设施与环评文件基本一致，项目放疗科后装治疗机房采取的辐射防护设施，见表 3-2。

表 3-2 后装治疗机房辐射防护设施

场所名称	实体设施		防护措施		变动情况
			环评阶段	验收阶段	
后装治疗机房	东墙		1000mm 混凝土， 之外土层	1000mm 混凝土， 之外土层	与环评一致
	南墙		1000mm 混凝土， 之外土层	1000mm 混凝土， 之外土层	
	西墙（与加速器机房二 共用墙体）	主防护墙	3500mm 混凝土	3500mm 混凝土	
		次防护墙	1700mm 混凝土	1700mm 混凝土	
	北墙	迷道内墙	1000mm 混凝土	1000mm 混凝土	
		迷道外墙	1000mm 混凝土	1000mm 混凝土	
	防护门		10mmPb	20mmPb	防护优化
顶部		1300mm 混凝土， 之外土层	1300mm 混凝土， 之外土层	与环评一致	

治疗机房进排风管道与屏蔽墙（防护门顶部）呈“Z”型 45°穿过；后装室线缆沟与屏蔽墙呈“U”型于墙底穿过，根据设计单位提供资料，后装治疗机房管道及电缆穿墙时，在墙体内增加 12mm 铅皮进行防护补偿，穿出墙体后，在管道及电缆上包裹 4mm 铅皮（长度为洞口直径 1.5 倍）进行补偿。

加速器机房、后装治疗机房防护及管道穿墙做法与环评一致，图纸见附图 5。

③模拟定位 CT 机房

模拟定位 CT 机房采取的辐射防护设施见表 3-3，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 3 的要求。

表 3-3 模拟定位 CT 机房辐射防护设施

场所名称	实体设施	防护措施				变动情况
		环评阶段		验收阶段		
		防护设计方案	设计铅当量	实际建设情况	铅当量	
模拟定位 CT 机房	东墙	240mm 混凝土 +20mm 硫酸钡 水泥	3.85 mmPb	240mm 混凝土 +4mmPb 硫酸钡水泥	6.85 mmPb	增加防护厚度
	西墙					
	南墙					
	北墙	400mm 混凝土	5.41 mmPb	350mm 实心 砖+4mmPb 硫酸钡水泥	7 mmPb	
	顶部	300mm 混凝土 +1mmPb 铅板	4.79 mmPb	300mm 混凝土 +2mmPb 铅板	7.79 mmPb	

				+2mmPb 硫酸钡板		
观察窗	铅玻璃铅当量 3mmPb	3 mmPb	3 mmPb	铅玻璃铅当 量 4mmPb	4 mmPb	
防护门	3mmPb	3 mmPb	3 mmPb	4mmPb	4 mmPb	
尺寸面积	(6.5m×6.26m) 40.7m ²		(6.19m×5.8m) 35.9m ²		有效使用面积 减小	

注：引用《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中的方法进行混凝土铅当量估算，保守考虑，铅当量计算结果只舍不进。硫酸钡水泥及硫酸钡板铅当量取自防护竣工图纸。实心砖铅当量参考《放射防护实用手册》（赵兰才、张丹枫主编）表 6.14，保守取管电压为 150kV 时，340mm 黄砖（ $\rho=1.60\text{g/cm}^3$ ）对应铅当量：3mmPb。

模拟定位机房线缆沟与屏蔽墙呈“U”型于墙底穿过，电缆口盖 2mm 钢板，对电缆穿过钢板处进行包铅处理，铅当量为 3mmPb；管道穿墙处采用直穿，与墙面搭接处及管道均进行铅补偿措施，铅当量为 3mmPb。管道穿墙做法与环评一致，图纸见附图 5。

(2) DSA 工作场所

本项目 1 号住院楼四楼手术室 DSA1 室和 DSA2 室、门诊医技楼四楼复合手术室 DSA 机房和 CT 机房防护设计相同，且与环评阶段一致，四周均为龙骨架结构+3mm 铅板，楼顶均为 200mm 混凝土+3mm 铅板，地面为 200mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡水泥。

表 3-4 DSA 工作场所辐射防护设施

场所名称	防护实体	防护措施				变动情况
		环评阶段		验收阶段		
		防护设计方案	设计铅当量	实际建设情况	铅当量	
DSA 工作场所 (DSA1 室和 DSA2 室、 DSA 机房)	四周墙体	3mm 铅板	3mmPb	3mm 铅板	3mmPb	与环评一致
	顶部	200mm 混凝土+3mmPb 铅板	5.62mmPb	200mm 混凝土+3mmPb 铅板	5.62mmPb	与环评一致
	地面	200mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡水泥	5.62mmPb	200mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡水泥	5.62mmPb	与环评一致
	观察窗	铅玻璃铅当量 3mmPb	3mmPb	铅玻璃铅当量 3mmPb	3mmPb	与环评一致
	防护门	3mmPb	3mmPb	3mmPb	3mmPb	与环评一致
CT 机房	四周墙体	3mm 铅板	3mmPb	3mm 铅板	3mmPb	与环评一致

	顶部	200mm 混凝土+3mmPb 铅板	5.26mmPb	200mm 混凝土+3mmPb 铅板	5.26mmPb	与环评 一致
	地面	200mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡水泥	5.26mmPb	200mm 混凝土+3mmPb 硫酸钡水泥	5.26mmPb	与环评 一致
	观察窗	铅玻璃铅当 量 3mmPb	3mmPb	铅玻璃铅当 量 3mmPb	3mmPb	与环评 一致
	防护门	3mmPb	3mmPb	3mmPb	3mmPb	与环评 一致

本项目各 DSA 工作场所及 CT 机房线缆沟及通风管道穿墙做法与放疗科模拟定位 CT 机房相同（与环评阶段一致）。管道穿墙图纸见附图 5。

3.2.2 辐射安全设施

(1) 放射治疗工作场所

① 医用电子直线加速器

a. 防止非工作人员操作措施

项目医用电子直线加速器工作场所的控制室控制台电脑设置密码，防止非工作人员误操作。

b. 固有安全措施

项目医用电子直线加速器运行过程中，控制台处均可显示射线类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等情况，便于工作人员了解运行情况。

c. 工作状态显示及电离辐射标志

直线加速器机房 1 防护门上方安装工作状态指示灯，当防护门关闭且出射线时显示“射线有害，灯亮误入”；直线加速器机房 1 防护门上方还设置有三色指示灯（绿灯亮表示设备接通电压，黄灯亮表示门已关闭，红灯亮表示设备出束）。项目工作状态指示灯与直线加速器联锁，**验收调查期间与医院共同参与验证，联锁运行正常。**直线加速器机房 1 防护门上设置电离辐射警告标志及中文警示说明。

d. 视频监控与对讲系统

项目直线加速器机房 1 与控制室一之间安装视频监控和语音对讲系统，视频监控视野可以覆盖治疗机房、迷道内全部区域，便于工作人员和患者之间进行双向交流，便于工作人员了解治疗机房内、迷道内情况，摄像头及机房内对讲装置安装位置见附图 6。**验收调查期间与医院共同参与验证，项目视频监控**

与对讲系统运行正常。

e.固定式辐射水平监测系统

直线加速器机房 1 安装有固定式辐射水平监测系统，探头位于治疗机房内，安装位置见附图 6，显示报警单元位于控制室内，报警阈值设置为 $10\mu\text{Sv/h}$ 。验收调查期间与医院共同参与验证，项目固定式辐射水平监测系统运行正常。

f.防护门与设备高压联锁装置

直线加速器机房 1 防护门与医用电子直线加速器高压联锁，可以实现：1.防护门未完全关闭情况下，加速器无法出束照射；2.防护门意外打开，加速器停止出束。防护门设置防夹伤功能，验收调查期间与医院共同参与验证，联锁运行正常。

g.门控按钮

直线加速器机房 1 内设置关门按钮，控制室内设置开关门按钮，防止公众误开加速器机房门，安装位置见附图 6，且设有备用电源，用于开启、关闭防护门。验收调查期间与医院共同参与验证，项目门控按钮运行正常。

h.紧急停机装置

直线加速器机房 1 安装有紧急停机装置，以便应急状态下停止出束，急停按钮为红色并在附近张贴文字说明，便于人员观察、识别且不跨越有用线束即可触发。经现场调查，急停按钮有效，位置位于控制室控制台旁（1 个）、加速器设备上（2 个）、机房内墙体及迷道墙上（9 个，见附图 6）等位置，设置位置可保证事故情况下人员无需穿越主束紧急停机。验收调查期间与医院共同参与验证，急停按钮与加速器高压联锁运行正常，急停按钮开关必须在控制室采用手动方式才能复位。

i.监测仪表及防护用品

医院新院区放疗科配备 1 台 **BG9511 型便携式 X- γ 辐射监测仪**，开展辐射环境监测工作，并对监测设备定期检定或校准。此外，放疗科配备 7 台 **BG2010-B 型个人剂量报警仪**。各监测仪表使用正常。

直线加速器机房 1 工作场所辐射安全设施满足环评报告及《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的相关要求。

j.项目加速器联锁系统逻辑与环评一致，见图 3-1。

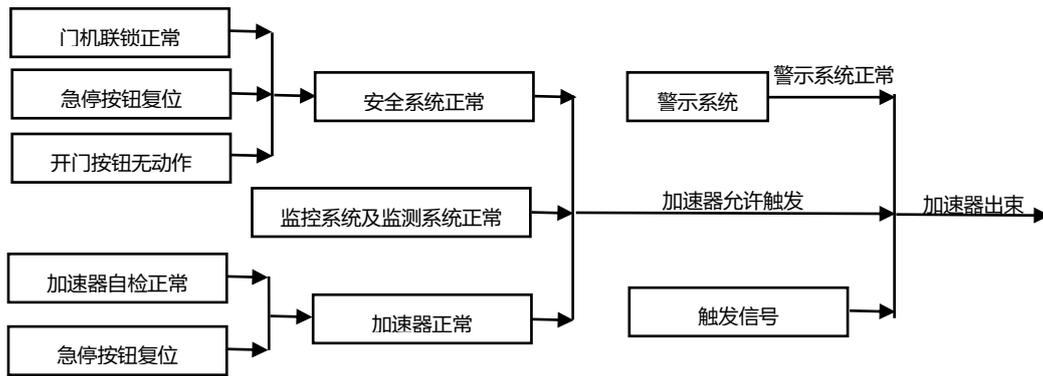


图 3-1 本项目加速器机房联锁系统逻辑图

②后装治疗机

a.防止非工作人员操作措施

项目后装治疗机房的控制室三控制台电脑设置密码，防止非工作人员误操作。

b.固有安全措施

后装治疗机运行过程中，控制台处可以显示放射源位置。控制系统设有施源器与源联锁、管道遇堵自动回源、停电或意外中断照射时自动回源（UPS 不间断电源）、手动回源（位于设备上）等功能等多重保护或联锁装置，防止技术原因及人为原因造成意外照射。采用假源探路、真源治疗的双重驱动系统。设备外表面张贴电离辐射警告标识。控制系统设有正常运行下，只有制定治疗计划才能出源，其他任何情况及操作均无法出源的防护措施。

c.工作状态显示、电离辐射标志

后装治疗机房防护门上方安装工作状态指示灯，当防护门关闭且出源时显示“射线有害，灯亮误入”，且工作状态指示灯与设备出源联锁，验收调查期间与医院共同参与验证，联锁装置运行正常。后装治疗机房防护门上设置电离辐射警告标志及中文警示说明。

d.视频监控与对讲系统

后装治疗机房与控制室三之间，安装视频监控和语音对讲系统，视频监控视野可以覆盖后装室、迷道内全部区域，便于工作人员和患者之间进行双向交流，便于工作人员了解后装室内、迷道内情况。摄像头及机房内对讲装置安装位置见附图 6。验收调查期间与医院共同参与验证，项目视频监控与对讲系统

运行正常。

e.固定式辐射水平监测系统

后装治疗机房安装有固定式辐射水平监测系统，探头位于治疗机房内，安装位置见附图 6，显示报警单元位于控制室三内，报警阈值设置为 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

验收调查期间与医院共同参与验证，项目固定式辐射水平监测系统运行正常。

f.防护门与出源联锁

后装治疗机房防护门与设备出源机构联锁，可以实现：①防护门未完全关闭情况下，后装治疗机无法出源照射；②防护门意外打开，后装治疗机紧急回源，停止照射。防护门设置防夹伤功能，**验收调查期间与医院共同参与验证，**

联锁运行正常。

g.门控按钮

后装治疗机房内设置关门按钮，控制室三内设置开关门按钮，防止公众误开机房门，安装位置见附图 6。**验收调查期间与医院共同参与验证，项目门控按钮运行正常。**

h.紧急回源按钮

后装治疗机房场所安装紧急回源按钮，以便应急状态下回源。**验收调查期间与医院共同参与验证，紧急回源按钮有效，**位置位于控制室控制台上（1 个）、机房内墙体及迷道墙上（6 个，安装位置见附图 6）等位置。设置位置可保证事故情况下人员及时紧急回源。同时，后装机设置有不间断电源，可实现断电情况下紧急回源。

i.应急工具及应急处置流程

项目配备应急贮源容器、长柄镊子等应急器具，放置于后装治疗机房内，治疗机房门口及控制室三内张贴应急处置流程，以便应急状态下处置放射源。此外，后装治疗机房还配备有铅橡胶防护衣 3 件，铅橡胶帽子 2 顶，铅橡胶颈套 2 个，铅橡胶手套 1 双，铅当量均为 0.5mmPb 。

j.监测仪表

医院新院区放疗科配备 1 台 BG9511 型便携式 X- γ 辐射监测仪，开展辐射环境监测工作，并对监测设备定期检定或校准。此外，放疗科配备 7 台 BG2010-B 型个人剂量报警仪。各监测仪表使用正常。

后装治疗机工作场所辐射安全设施满足环评报告及《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的相关要求。

k.项目后装治疗机房联锁系统逻辑与环评一致，见图 3-2。

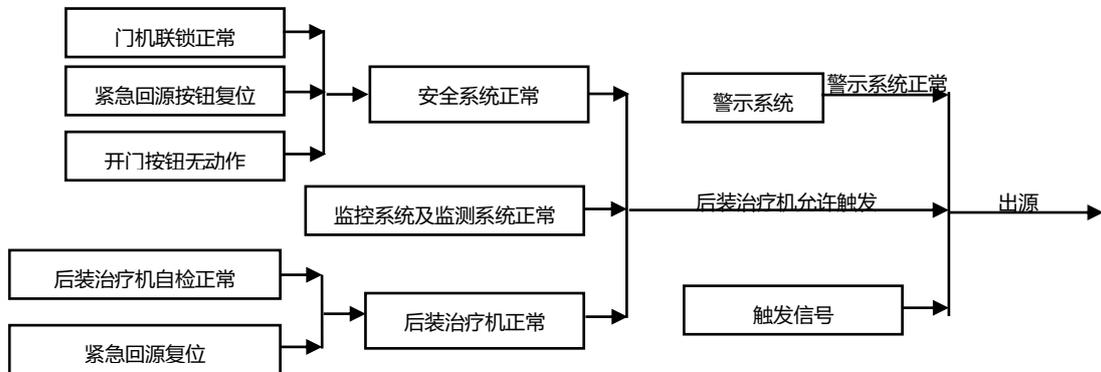


图 3-2 后装机房联锁系统逻辑图

③放疗 CT 模拟定位机

a.观察窗

模拟定位 CT 机房与 CT 定位控制室之间安装观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

b.电离辐射警告标志及指示灯

模拟定位 CT 机房各防护门上张贴电离辐射警告标志，患者门上方设置工作状态指示灯，工作状态指示灯与机房门有效关联。灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句，等候区域设置放射防护注意事项告知栏。

c.闭门装置

模拟定位 CT 机房设置 2 个铅防护门，分别与 CT 定位控制室、等候区过道相连通。其中，与控制室连通门（医护门）设置为平开门，安装闭门装置；与等候区域连通门（患者门）设置为电动式推拉门，安装防夹装置。

d.个人防护用品

项目配备铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶围脖、铅橡胶帽子等受检者个人防护用品各 2 件，铅当量 0.5mmPb。

模拟定位 CT 机房辐射安全设施基本满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.4 节工作场所防护的要求。

（2）DSA 工作场所

①住院楼四楼手术室 DSA1 室

a.观察及对讲装置：DSA1 室与控制室 1 之间设有观察窗，工作人员能够方便的观察到患者状态及防护门开闭情况；DSA1 室与控制室 1 之间设置双向对讲装置，便于工作人员与患者交流。验收调查期间与医院共同参与验证，项目对讲装置运行正常。

b.电离辐射警告标志及指示灯

各防护门上方张贴电离辐射警告标志，患者门、人员进出门上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。

c.闭门装置

项目 DSA1 室设置 3 个防护门，患者门（西北墙人员进出门）为电动推拉式门，其余各防护门为平开式门。项目在手术区入口设置门禁，防止其他人员误入手术室。

各平开式门安装自动闭门装置；患者门设置防夹装置，在 DSA1 室各防护门内外设有脚踏式开关/开门按钮。验收调查期间与医院共同参与验证，工作状态指示灯能与防护门有效关联。

d.紧急停机按钮

项目在控制室、手术床侧边设置紧急停机按钮，保证射线装置发生故障时，DSA1 室内人员或控制室 1 内工作人员及时按下紧急停机开关。验收调查期间与医院共同参与验证，紧急停机按钮有效。

e.个人防护用品及监测设备

场所配备个人防护用品包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子、铅衣各 4 套，其中，介入防护手套铅当量 0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量 0.5mmPb；配备患者使用的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等个人防护用品各 2 件，铅当量 0.5mmPb。配备的个人防护用品可满足手术需要。

设备自带铅悬挂防护屏和防护帘、床侧防护帘等辅助防护设施，铅当量 0.5mmPb。此外，机房内还配备 2mmPb 铅屏风 1 个。

医院新院区 DSA 工作场所配备 1 台 BG9511 型便携式 X-γ 辐射监测仪，开展辐射环境监测工作，并对监测设备定期检定或校准。

住院楼四楼手术室 DSA1 室辐射安全设施满足《放射诊断放射防护要求》

(GBZ130-2020) 第 6.4 节工作场所防护的要求。

②住院楼四楼手术室 DSA2 室

a.观察及对讲装置：DSA2 室与控制室 2 之间设有观察窗，工作人员能够方便的观察到患者状态及防护门开闭情况；DSA2 室与控制室 2 之间设置双向对讲装置，便于工作人员与患者交流。验收调查期间与医院共同参与验证，项目对讲装置运行正常。

b.电离辐射警告标志及指示灯

各防护门上方张贴电离辐射警告标志，患者门、人员进出门上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。

c.闭门装置

项目 DSA2 室设置 3 个防护门，患者门（西北墙人员进出门）为电动推拉式门，其余各防护门为平开式门。项目在手术区入口设置门禁，防止其他人员误入手术室。

各平开式门安装自动闭门装置；患者门设置防夹装置，在 DSA2 室各防护门内外设有脚踏式开关/开门按钮。验收调查期间与医院共同参与验证，工作状态指示灯能与防护门有效关联。

d.紧急停机按钮

项目在控制室、手术床侧边设置紧急停机按钮，保证射线装置发生故障时，DSA2 室内人员或控制室 2 内工作人员及时按下紧急停机开关。验收调查期间与医院共同参与验证，紧急停机按钮有效。

e.个人防护用品及监测设备

场所配备个人防护用品包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子、铅衣各 4 套，其中，介入防护手套铅当量 0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量 0.5mmPb；配备患者使用的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等个人防护用品各 2 件，铅当量 0.5mmPb。配备的个人防护用品可满足手术需要。

设备自带铅悬挂防护屏和防护帘、床侧防护帘等辅助防护设施，铅当量 0.5mmPb。此外，机房内还配备 2mmPb 铅屏风 1 个。

医院新院区 DSA 工作场所配备 1 台 BG9511 型便携式 X-γ 辐射监测仪，

开展辐射环境监测工作，并对监测设备定期检定或校准。

住院楼四楼手术室 DSA1 室辐射安全设施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.4 节工作场所防护的要求。

③门诊医技楼四楼复合手术室

a.观察及对讲装置：DSA 机房、CT 机房与控制廊之间设有观察窗，工作人员能够方便的观察到患者状态及防护门开闭情况；DSA 机房、CT 机房与控制廊之间设置双向对讲装置，便于工作人员与患者交流。**验收调查期间与医院共同参与验证，项目对讲装置运行正常。**

b.电离辐射警告标志及指示灯

各防护门上方张贴电离辐射警告标志，DSA 机房患者门（西墙）、CT 机房南墙人员进出门上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。

c.闭门装置

项目复合手术室 DSA 机房和 CT 机房共设置 7 个防护门，其中 DSA 机房患者门（西墙）、CT 机房南墙人员进出门为电动推拉式门；CT 机房西墙人员进出防护门（与 DSA 机房相通）、东墙人员进出防护门（与 CT 百级手术室相同）为折叠式电动推拉门，其余防护门为平开式门。项目在手术区入口设置门禁，防止其他人员误入手术室。

各平开式门安装自动闭门装置；电动推拉门设置防夹装置，在复合手术室各防护门内外设有脚踏式开关/开门按钮。**验收调查期间与医院共同参与验证，工作状态指示灯能与防护门有效关联。**

d.紧急停机按钮

项目在控制廊操作台上、DSA 手术床侧边、CT 设备上设置紧急停机按钮，保证射线装置发生故障时，复合手术室内人员或控制廊内工作人员及时按下紧急停机开关。**验收调查期间与医院共同参与验证，紧急停机按钮有效。**

e.个人防护用品及监测设备

场所 DSA 机房内配备个人防护用品包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子、铅衣各 4 套，其中，介入防护手套铅当量 0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量 0.5mmPb；配备患者使用的铅橡胶围

裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等个人防护用品各 2 件，铅当量 0.5mmPb。CT 机房内配备患者使用的铅橡胶方巾、铅橡胶颈套各 2 件。配备的个人防护用品可满足手术需要。

DSA 设备自带铅悬挂防护屏和防护吊帘、床侧防护帘等辅助防护设施，铅当量 0.5mmPb。此外，DSA 机房内还配备 2mmPb 铅屏风 1 个。

医院新院区 DSA 工作场所配备 1 台 BG9511 型便携式 X-γ 辐射监测仪，开展辐射环境监测工作，并对监测设备定期检定或校准。

门诊医技楼四楼复合手术室辐射安全设施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.4 节工作场所防护的要求。

3.3“三废”处理设施

3.3.1 气体废物处理

各场所内射线与空气作用，产生少量臭氧及氮氧化物，经工作场所排风系统排入大气。

（1）放射治疗场所

经查阅竣工资料，并结合现场调查，直线加速器机房 1 通风与环评阶段一致。机房内建设有独立通风系统，进、排风管道从防护门上方的横梁穿墙进出，机房 1 新风送风口（2 个）位于机房吊顶西侧，室内排风进口（共 2 个）距离地面约 30cm，设在东墙两侧。根据医院提供资料，直线加速器机房 1 最大容积约 550m³，机房排风量为 5720m³/h，通风换气次数为 10.4 次/h，满足 HJ1198-2021 中 8.4.1 大于 4 次/h 要求。

经查阅竣工资料，并结合现场调查，后装治疗机房通风与环评阶段一致。机房内建设有独立通风系统，进、排风管道从防护门上方的横梁穿墙进出，新风送风口（2 个）位于机房吊顶中央，室内排风进口（共 1 个）距离地面约 30cm，设在机房西北角。根据医院提供资料，后装治疗机房最大容积约 337m³，后装治疗机房排风量为 5720m³/h，通风换气次数为 16.9 次/h，满足 HJ1198-2021 中 8.4.1 大于 4 次/h 要求。

项目总排风出口位于 3 号住院楼南侧空地，周围主要为消防登高操作地及绿化地，一般无人员到达，总排风出口东侧距离加速器机房水平距离约 21m，北侧距离 3#住院楼约 13m，西侧距离行政办公楼约 26m，南侧距离 2 号住院

楼约 39m。总排口设置满足 HJ1198-2021 中 8.4.1 排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置要求。

模拟定位 CT 机房设置有排风系统。

本项目各排风管道均设置止回阀，防止气体倒灌。

(2) DSA 工作场所

① 1 号住院楼四楼

DSA1 室、DSA2 室均设置进风、回风及排风口，排风出口位于 4 层东侧。

1 号住院楼四楼 DSA1 室、DSA2 室新风系统见附图 7。

② 门诊医技楼四楼复合手术室

DSA 机房内设置进风、回风及排风口，排风接大楼排风系统由楼顶排放。CT 机房内设置进风及回风口，门诊医技楼四楼复合手术室新风系统见附图 7。

本项目各放射治疗工作场所通风设施满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）第 8.4 节的要求；各介入治疗及诊断工作场所通风设施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.4.3 节的要求。

3.3.2 液体废物处理

在加速器的冷却循环水中，可能会形成一定的放射性。其产生的放射性核素半衰期短，放射量很小，只需静置较短时间其活度就可衰减到可忽略水平。

本项目后装治疗机房、各 DSA 及 CT 工作场所无放射性废水产生。工作人员办公及生活产生少量非放射性生活污水，依托医院设施处理后，纳入市政管网。项目使用各显像设备采用数字成像技术，不使用显影液和定影液，无洗片废水、废显影液、废定影液产生。

3.3.3 固体废物处理

项目运行过程中，医用电子直线加速器检修维护更换的废靶件，交厂家回收处理，截至调查期间，项目尚未产生更换的废靶件。

后装治疗机由厂家更换放射源，产生的废旧放射源，交厂家回收处理。医院本项目后装治疗机已更换的 1 枚废旧放射源由厂家进行更换操作，并交厂家回收处理，且按要求进行备案（见附件 4）。

医用电子直线加速器、DSA 及 CT 射线装置维修更换的废旧 X 射线管由厂家回收处理，截至调查期间，项目尚未产生废旧 X 射线管。

工作人员办公及生活产生少量办公垃圾，统一收集后交环卫部门处理。项目运行产生非放射性医疗废物集中收集暂存于专用废物桶内，委托有医疗废物处理资质的单位处理。

3.4 辐射安全与防护管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“营运管理”的要求，为减少人为因素造成辐射环境影响，项目建立了辐射安全与防护管理制度。

3.4.1 辐射安全与防护管理机构

根据相关要求，医院已成立辐射安全与环境保护管理领导小组及工作小组，负责医院辐射安全与环境保护管理工作；根据组织结构，确定了职责、分工；安排景丽丽（本科学历）为专职辐射安全管理人员，专职辐射安全管理人员已经通过辐射安全与防护培训考核；满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第 16 条第 1 款要求，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。

3.4.2 辐射安全与防护管理制度

为规范项目辐射安全与防护管理工作，医院制定、修订了相关管理制度，相关辐射安全与防护管理制度如下。

(1) 辐射防护和安全保卫制度：辐射安全与防护管理制度。

(2) 操作规程：包含医学影像用 CT 机安全操作规程、DSA 安全操作规程、复合手术室（DSA、CT）安全操作规程、粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器操作规程、后装治疗机安全操作规程。

(3) 岗位职责：放射科岗位职责、放疗科岗位职责、介入科岗位职责、辐射安全与环境保护管理小组职责、辐射安全与环境保护工作小组职责、辐射安全与环境保护管理专职人员职责。

(4) 设备检修维护制度：设备检修维护制度。

(5) 人员培训计划：辐射工作人员培训计划。

(6) 监测方案：辐射监测方案。

(7) 其他：台账管理制度、放射性废物处理制度。

(8) 事故应急：上海市第一人民医院酒泉医院（酒泉市人民医院）辐射

事故应急预案。

经现场检查，医院各项辐射安全与防护管理制度执行良好，项目辐射安全与防护管理有效，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第 16 条第 6 款的要求，使用放射性同位素、射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；第 7 款要求，使用放射性同位素、射线装置的单位有完善的辐射事故应急措施。

3.4.3 辐射安全与防护培训考核

(1) 放射治疗工作场所

项目配备 11 名工作人员，包括 8 名医师、2 名技师/物理师、1 名护士，全部通过辐射安全与防护培训考核且在有效期内，详见表 3-5。根据医院提供资料，工作人员既从事后装治疗工作，也从事加速器治疗工作，未分组；项目工作人员仅从事新院区放疗科放射治疗工作，不从事其他院区相关工作，工作人员实行轮班工作制。

(2) 本项目 DSA 及 CT 工作场所

本项目 DSA 及 CT 相关工作场所配备 37 名工作人员，包括 24 名医师、3 名技师、10 名护士，全部通过辐射安全与防护培训考核且在有效期内，详见表 3-5。根据医院提供资料，项目工作人员仅从事新院区 DSA 介入诊疗工作，不从事其他院区相关工作，工作人员实行轮班工作制。

表 3-5 放射治疗工作场所劳动定员及辐射安全与防护考核情况

序号	姓名	岗位	考核类别	辐射安全与防护考核情况	有效期至
放射治疗工作场所					
1	温鹏军	医师	放射治疗	FS21GS0200048	2026.09.25
2	李红生	医师	放射治疗	FS21GS0200050	2026.09.25
3	李旭晨	医师	放射治疗	FS21GS0200051	2026.09.25
4	毛宏亮	医师	放射治疗	FS21GS0200052	2026.09.25
5	马悦	医师	放射治疗	FS21GS0200055	2026.09.26
6	谢洪霞	医师	放射治疗	FS23GS0200032	2028.03.13
7	刘红艳	医师	放射治疗	FS23GS0200033	2028.03.13
8	魏萍	医师	放射治疗	FS24GS0200021	2029.06.16
9	严晓花	护士	放射治疗	FS21GS0200049	2026.09.25
10	魏旭升	物理师/技师	放射治疗	FS21GS0200053	2026.09.25

11	丁学锋	物理师/技师	放射治疗	FS21GS0200054	2026.09.25
本项目 DSA 及 CT 工作场所					
1	王成辉	医师	介入治疗	FS21GS0100597	2026.09.25
2	荆磊	医师	介入治疗	FS21GS0100599	2026.09.25
3	马志仁	医师	介入治疗	FS21GS0100603	2026.09.25
4	梁鹏	医师	介入治疗	FS21GS0100606	2026.09.25
5	李城	医师	介入治疗	FS21GS0100608	2026.09.25
6	韩临光	医师	介入治疗	FS21GS0100609	2026.09.25
7	章睿	医师	介入治疗	FS21GS0100622	2026.09.26
8	温世斌	医师	介入治疗	FS21GS0100629	2026.09.26
9	袁小军	医师	介入治疗	FS21GS0100648	2026.09.26
10	常永茂	医师	介入治疗	FS21GS0100652	2026.09.26
11	甘宏业	医师	介入治疗	FS21GS0100680	2026.09.27
12	柴峰	医师	介入治疗	FS21GS0100682	2026.09.27
13	闫贵国	医师	介入治疗	FS23GS0100083	2028.03.13
14	陆稼	医师	介入治疗	FS23GS0100085	2028.03.13
15	郭百海	医师	介入治疗	FS23GS0100087	2028.03.13
16	李伟海	医师	介入治疗	FS23GS0100091	2028.03.13
17	何锋	医师	介入治疗	FS23GS0100094	2028.03.13
18	何嘉昱	医师	介入治疗	FS23GS0100095	2028.03.13
19	吴鹏	医师	介入治疗	FS24GS0100268	2029.06.16
20	贺强军	医师	介入治疗	FS24GS0100269	2029.06.16
21	牙俊锋	医师	介入治疗	FS24GS0100273	2029.06.16
22	范玉刚	医师	介入治疗	FS24GS0100276	2029.06.16
23	马存乾	医师	介入治疗	FS24GS0100277	2029.06.16
24	韩晓明	医师	介入治疗	FS24GS0100296	2029.06.16
25	何宏伟	技师	介入治疗	FS21GS0100628	2026.09.26
26	王彬	技师	介入治疗	FS21GS0100635	2026.09.26
27	何杰	技师	介入治疗	FS23GS0100090	2028.03.13
28	刘芙蓉	护士	介入治疗	FS21GS0100617	2026.09.26
29	高敏	护士	介入治疗	FS21GS0100624	2026.09.26
30	赵玉燕	护士	介入治疗	FS21GS0100632	2026.09.26
31	李春娟	护士	介入治疗	FS21GS0100639	2026.09.26
32	王丽绒	护士	介入治疗	FS21GS0100657	2026.09.26
33	杨晓丽	护士	介入治疗	FS21GS0100659	2026.09.26
34	王丽桃	护士	介入治疗	FS21GS0100687	2026.09.27
35	吕爱	护士	介入治疗	FS23GS0100089	2028.03.13
36	王瑛	护士	介入治疗	FS24GS0100275	2029.06.16
37	豆俪	护士	介入治疗	FS24GS0100280	2029.06.16

分析项目工作人员配备情况，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第 16 条第 2 款的要求，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，也满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第 28 条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

3.4.4 个人剂量监测

医院已经委托酒泉市疾病预防控制中心开展个人剂量监测工作，并建立个人剂量档案，见附件 7。

因此，项目工作人员个人剂量监测工作，满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第 29 条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

3.4.5 辐射安全与防护设施“三同时”落实情况

项目各项辐射安全与防护设施，均与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。经现场核验，项目各项辐射安全与防护设施运行、维护良好，满足项目运行要求。

3.5 辐射安全与防护设施“三同时”落实情况

本项目环评报告表中的环保措施落实情况见表 3-6。

表 3-6 环评报告表中环境保护措施落实情况一览表

项目内容		验收要求	落实情况
放射治疗场所			
辐射安全与环境保护措施	放射治疗工作场所布局及分区要求	<p>①项目放射治疗工作场所位于医院 3 号病房楼地下 2 层南侧，处于建筑物底层一端，避开儿科病房产房等特殊人群及员密集区域，或流动性大的商业活动区域。</p> <p>②项目设置独立的治疗机房，各治疗机房与控制室分开设置，隔室操作，治疗辅助设备设置于治疗机房外，各治疗机房均设置迷道。</p> <p>③本项目放射治疗场所，将直线加速器一机房（包含迷道）、直线加速器二机房（包含迷道）、后装室（包含迷道）划为控制区，将机房相邻的控制室、设备机房、缓冲区等划为监督区。</p>	<p>已落实。</p> <p>①项目直线加速器机房 1、后装治疗机房位于医院 3 号住院楼负二层南侧，处于建筑物底层一端，避开儿科病房产房等特殊人群及员密集区域，或流动性大的商业活动区域。</p> <p>②项目直线加速器机房 1、后装治疗机房为独立的治疗机房，各治疗机房与控制室分开设置，隔室操作，治疗辅助设备设置于治疗机房外，各治疗机房均设置迷道。</p> <p>③本项目将直线加速器机房 1（包含迷道）、后装治疗机房（包含迷道）划为控制区管理，控制区边界均为实体边界，出入口设置电离辐射警告标志；将机房相邻的控制室、水冷机房一、缓冲区等划为监督区管理。</p>
	模拟定位机房布局及分区要求	<p>①合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。</p> <p>②X 射线设备机房（照射室）的设置充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。</p> <p>③机房有效使用面积及单边长度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中表 2 要求（CT 机房内最小有效使用面积 30m²，机房内最小单边长度 4.5m）。</p> <p>④本项目将 CT 模拟定位机房及 X 射线模拟定位机房划为控制区，将各机房相邻的操作间、过道、热疗室及储藏间划为监督区。</p>	<p>①模拟定位 CT 机房内射线装置有用线束不直接照射门、窗和工作人员操作位。</p> <p>②模拟定位 CT 机房的设置充分考虑邻室及周围场所的人员防护与安全，避开儿科病房产房等特殊人群及员密集区域，或流动性大的商业活动区域。</p> <p>③模拟定位 CT 机房装修后内部长、宽分别为 6.19m、5.80m，有效使用面积约 35.9m²，机房有效使用面积及单边长度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中表 2 要求。</p> <p>④本项目将模拟定位 CT 机房划为控制区管理，控制区边界均为实体边界，出入口设置电离辐射警告标志；将机房相邻的 CT 定位控制室、过道、模拟定位机控制室及储藏间划为监督区管理。</p>

放射治疗工作场所防护要求	<p>①本项目 2 台医用电子直线加速器治疗和 1 台后装治疗机均采用数字密码启动，授权工作人员操作。</p> <p>②各工作场所均安装紧急停机装置（紧急回源按钮），并在紧急按钮旁设置明显的标志，以便应急状态下停止出束。紧急停止开关必须采用手动方式才能复位。</p> <p>③各工作场所均安装视频监控和双向交流对讲系统，视频监控视野可以覆盖治疗机房、迷道内全部区域，便于工作人员和患者之间进行双向交流，便于工作人员了解治疗机房内、迷道内情况。</p> <p>④后装室内配有合适的应急贮源容器、长柄镊子等应急工具。</p> <p>⑤各工作场所均设置门机（源）安全联锁。机房防护门开启、未完全关闭状态下，加速器无法出束照射（后装机无法出源）；加速器出束照射状态下（后装机出源情况下），开启机房防护门，加速器停止出束（后装机回源）。防护门设置防夹伤功能。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施。</p> <p>⑥各工作场所防护门上安装工作状态指示灯（设置“射线有害，灯亮误入”中文警示灯箱，出束时灯箱亮；设置三色状态灯，绿灯亮表示设备关机（未出源），红灯亮表示设备出束（出源），黄灯亮表示设备检修）、电离辐射警告标志及中文警示说明。其中，加速器机房工作状态指示灯与医用电子直线加速器联锁，显示直线加速器工作状态，后装室指示灯与后装机联锁，显示后装机工作状态。</p> <p>⑦各工作场所在在控制室内及机房内设门控按钮，防止公众误开机房门。且设有备用电源，用于开启、关闭防护门。</p> <p>⑧各工作场所安装固定式辐射水平监测系统，探头设置于迷道的内入口处，显示单元设置于控制室内，用于监测机房内的辐射水平并帮助辐射工作人员判断设备的工作状态。</p> <p>⑨放射治疗场所计划配备便携式 X-γ 辐射监测仪 1 台（与定位机共用），每季度进行一次场所辐射监测；各放射治疗工作场所共配备个人剂量报警仪 6 台，进入机房时携带。</p>	<p>已落实。</p> <p>①本项目医用电子直线加速器和后装治疗机均采用数字密码启动，授权工作人员操作。</p> <p>②本项目加速器机房 1、后装治疗机房均安装紧急停机装置/紧急回源按钮，并在紧急停机（回源）按钮旁设置明显的标志，以便应急状态下停止出束。紧急停止开关必须在控制室采用手动方式才能复位。</p> <p>③本项目加速器机房 1、后装治疗机房均安装视频监控和双向交流对讲系统，视频监控视野可以覆盖治疗机房、迷道内全部区域，便于工作人员和患者之间进行双向交流，便于工作人员了解治疗机房内、迷道内情况。</p> <p>④后装治疗机房内配有应急贮源容器、长柄镊子等应急工具。</p> <p>⑤本项目加速器机房 1、后装治疗机房均设置门机（源）安全联锁。机房防护门开启、未完全关闭状态下，加速器无法出束照射（后装机无法出源）；加速器出束照射状态下（后装机出源情况下），开启机房防护门，加速器停止出束（后装机回源）。防护门设置防夹伤功能。后装治疗机设有断电自动回源措施。</p> <p>⑥本项目加速器机房 1、后装治疗机房防护门上均安装工作状态指示灯（均设置“射线有害，灯亮误入”中文警示灯箱，出束时灯箱亮；加速器机房 1 还设置三色状态灯，绿灯亮表示设备接通电压，黄灯亮表示门已关闭，红灯亮表示设备出束）、电离辐射警告标志及中文警示说明。其中，加速器机房 1 工作状态指示灯与医用电子直线加速器联锁，显示直线加速器工作状态，后装治疗机房指示灯与后装治疗机联锁，显示后装机工作状态。</p> <p>⑦本项目加速器机房 1、后装治疗机房均在控制室内及机房内设门控按钮，防止公众误开机房门。且设有备用电源，用于开启、关闭防护门。</p> <p>⑧本项目加速器机房 1、后装治疗机房均安装固定式辐射水平监测系统，探头设置于迷道的内入口处，显示单元设置于控制室内，</p>
--------------	---	---

	<p>⑩个人防护用品：各放射治疗工作场所共配备 6 套铅衣，铅当量 0.5mmPb。</p> <p>⑪ 设置强制排风系统，采取全排全送的通方式换，换气次数不少于 4 次/h。</p>	<p>用于监测机房内的辐射水平并帮助辐射工作人员判断设备的工作状态。</p> <p>⑨医院新院区放疗科配备 1 台 BG9511 型便携式 X-γ 辐射监测仪；放疗科配备 7 台 BG2010-B 型个人剂量报警仪，进入机房时携带。</p> <p>⑩个人防护用品：后装治疗机房配备有铅橡胶防护衣 3 件，铅橡胶帽子 2 顶，铅橡胶颈套 2 个，铅橡胶手套 1 双，铅当量均为 0.5mmPb，应急状态下使用。</p> <p>⑪ 本项目加速器机房 1、后装治疗机房均设置强制排风系统，采取全排全送的通方式换，换气次数均不少于 4 次/h。</p>
<p>模拟定位机房所防护要求</p>	<p>①CT 模拟定位机房与 X 射线模拟定位机房均设置 2 个防护门，工作人员进出防护门均为手动平开门，安装电磁式闭门装置；患者进出防护门均为电动推拉门，设置防夹装置。</p> <p>②工作场所防护门上方设计张贴醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，等候区设置放射防护注意事项告知栏。工作状态指示灯设计与机房门有效关联。</p> <p>③各定位机房与操作间控制台之间设计安装观察窗，便于观察到受检者（患者）状态及防护门开闭情况。</p> <p>④与放射治疗场所共用 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪。</p> <p>⑤CT 模拟定位机房与 X 射线模拟定位机房工作场所均配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等受检者（成人及儿童）个人防护用品各 1 件，铅当量 0.5mm；计划为陪检者配备铅橡胶防护衣 1 件。</p> <p>⑥设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p>	<p>已落实。</p> <p>①模拟定位 CT 机房设置 2 个防护门，分别与 CT 定位控制室、等候区过道相连通。其中，与控制室连通门（医护门）设置为平开门，安装闭门装置；与等候区域连通门（患者门）设置为电动式推拉门，安装防夹装置。</p> <p>②模拟定位 CT 机房各防护门上张贴电离辐射警告标志，患者门上方设置工作状态指示灯，工作状态指示灯与机房门有效关联。灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句，等候区域设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>③模拟定位 CT 机房与 CT 定位控制室之间安装观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。</p> <p>④与放射治疗场所共用 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪。</p> <p>⑤项目配备铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶围脖、铅橡胶帽子等受检者个人防护用品各 2 件，铅当量 0.5mmPb。</p> <p>⑥模拟定位 CT 机房设置有排风系统，并保持良好的通风。</p>
<p>个人剂量监测</p>	<p>工作人员个人剂量计定期（监测周期最长不超过 3 个月）进行监测并建立个人剂量档案。</p>	<p>已落实。</p> <p>工作人员个人剂量计定期（监测周期为三个月）进行监测并建立个人剂量档案。</p>

人员职业健康监		工作人员定期进行体检，并建立职业健康档案。	已落实。 工作人员定期进行体检，并建立职业健康档案。
监测限制要求	个人剂量监测	工作人员和公众所受到的年附加有效剂量，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中工作人员 20mSv 剂量限值和评价提出 5mSv 剂量约束值、公众 1mSv 剂量限值和评价提出 0.1mSv 剂量约束值的要求。	已落实。 经估算，工作人员和公众所受到的年附加有效剂量，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中工作人员 20mSv/a 剂量限值和 5mSv/a 剂量约束值、公众 1mSv/a 剂量限值和 0.1mSv/a 剂量约束值的要求。
	工作场所剂量控制水平	①在满足竣工环保验收要求工况下，直线加速器机房一、直线加速器机房二、后装室周边墙体（含防护门）外表面 30cm 处、治疗机房顶部外（地面）30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。 ②在满足竣工环保验收要求工况下，CT 模拟定位机房周边墙体（含防护门、观察窗）外表面 30cm 处、机房顶部及地面外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。 ③在满足竣工环保验收要求工况下，X 射线模拟定位机房周边墙体（含防护门、观察窗）外表面 30cm 处、机房顶部外 30cm 处周围剂量当量率不大于 25 μ Sv/h。	已落实。 ①项目分期验收，由监测结果可知，本期电子直线加速器机房 1、后装治疗机房实体防护外 30cm 处辐射剂量率，满足 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。 ②、③项目分期验收，由监测结果可知，模拟定位 CT 机房实体防护外 30cm 处辐射剂量率，满足 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。
辐射安全与环境保护管理机构		建立职责明确的辐射安全与环境保护管理机构，将本项目纳入管理。	已落实。 医院已建立职责明确的辐射安全与环境保护管理机构，将本项目纳入管理。
辐射安全与环境保护管理制度		有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已落实。 医院已制定完善的辐射安全与防护管理制度、操作规程、岗位职责、设备检修维护制度、辐射工作人员培训计划、辐射监测方案。详见附件 5。
辐射事故应急		有完善的辐射事故应急措施。	已落实。 医院已制定完善的上海市第一人民医院酒泉医院（酒泉市人民医院）辐射事故应急预案，并配备事故应急工具。
工作人员辐射防护与安全培训和考核		工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	已落实。 医院本项目配备的工作人员均已参加辐射安全与防护培训，并通过考核，持证上岗。详见表 3-5。

DSA 工作场所			
辐射安全与环境保护措施	机房布局及分区要求	<p>①合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。</p> <p>②X 射线设备机房（照射室）的设置充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。</p> <p>③单管头 X 射线设备机房内最小有效使用面积 20m²，机房内最小单边长度 3.5m。</p> <p>④将各 DSA 机房及 CT 间划为控制区，将手术室相邻的场所划为监督区。</p>	<p>已落实。</p> <p>①结合本项目各 DSA、CT 设备特点，有用线束不直接照射门、窗和工作人员操作位。</p> <p>②项目各 DSA 机房、CT 机房均为单独机房，设计充分考虑相邻房及周围场所人员防护与安全，各手术室四周均避开了儿科、产科等部门。</p> <p>③项目 1 号住院楼四楼手术室的 DSA1 室装修后内部长、宽分别为 7.2m、6.5m，有效使用面积约 46.8m²；DSA2 室装修后内部长、宽分别为 7.2m、6.5m，有效使用面积约 46.8m²。项目门诊医技楼四楼复合手术室 DSA 机房装修后内部有效使用长、宽分别为 10.6m、5.85m，有效使用面积约 62.01m²；CT 机房装修后内部长、宽分别为 6.40m、4.71m，有效使用面积约 30.14m²。</p> <p>④项目工作场所采取分区管理措施，将 1 号住院楼四楼手术室的 DSA1 室、DSA2 室划为控制区管理，控制区边界均为实体边界，出入口设置电离辐射警告标志；将 DSA 室相邻的医护走廊、患者走廊、对应控制室及机房划为监督区管理。项目将门诊医技楼四楼复合手术室 DSA 机房和 CT 机房划为控制区管理，控制区边界均为实体边界，出入口设置电离辐射警告标志；将 DSA 和 CT 机房相邻的控制廊、设备机房、缓冲区、清洁走廊及 CT 百级手术室划为监督区管理。</p>
	工作场所防护要求	<p>①机房设有观察窗，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。</p> <p>②机房内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</p> <p>③机房设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p> <p>④机房门外有电离辐射警告标志；机房门上方有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>⑤平开机房门有自动闭门装置；推拉式机房门设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。</p>	<p>已落实。</p> <p>①项目各 DSA 机房、CT 机房设有观察窗，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。</p> <p>②项目各 DSA 机房、CT 机房内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</p> <p>③项目各 DSA 机房、CT 机房设置通风系统，并保持良好的通风。</p> <p>④项目各 DSA 机房、CT 机房门外均有电离辐射警告标志；各机房患者进出防护门上方有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如</p>

	<p>⑥电动推拉门防夹装置。</p> <p>⑦受检者不在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不滞留在机房内。</p>	<p>“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区域设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>⑤项目各 DSA 机房、CT 机房的平开机房门均有自动闭门装置；各手术区入口设置门禁，防止其他人员误入手术室；工作状态指示灯能与机房门有效关联。</p> <p>⑥各电动推拉门均设置防夹装置。</p> <p>⑦受检者不在机房内候诊；检查过程中陪检者不滞留在机房内。</p>
防护用品要求	<p>①为工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套共 20 件，其中，介入防护手套铅当量 0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量 0.5mmPb。配备移动铅屏风 1 个，铅当量 2mmPb。</p> <p>②为受检者配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套共 10 件，铅当量 0.5mmPb。</p> <p>③为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品。</p> <p>④上述各防护用品铅当量，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准要求。</p>	<p>已落实。</p> <p>①本项目各 DSA 工作场所均配备个人防护用品包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子、铅衣各 4 套，其中，介入防护手套铅当量 0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量 0.5mmPb。</p> <p>②本项目各 DSA 工作场所均配备患者使用的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等个人防护用品各 2 件，铅当量 0.5mmPb。CT 机房内配备患者使用的铅橡胶方巾、铅橡胶颈套各 2 件，铅当量 0.5mmPb。</p> <p>③各 DSA 工作场所均配备患者使用的防护用品和 CT 机房内配备患者使用的防护用（品含儿童）。</p> <p>④上述各防护用品铅当量，满足医院使用要求，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准要求。</p>
辅助防护设施	铅悬挂防护屏或铅防护吊帘、床侧防护吊帘或床侧防护屏。2mmPb 移动铅屏风。	<p>已落实。</p> <p>本项目各 DSA 工作场所均配备铅悬挂防护屏或铅防护吊帘、床侧防护吊帘。各 DSA 工作场所均配备 2mmPb 移动铅屏风 1 个。</p>
监测设备	配备 X-γ 辐射监测仪。	<p>已落实。</p> <p>医院新院区 DSA 工作场所配备 1 台 BG9511 型便携式 X-γ 辐射监测仪。</p>
个人剂量监测	工作人员个人剂量计定期（监测周期最长不超过 3 个月）进行监测并建立个人剂量档案。	<p>已落实。</p> <p>本项目工作人员个人剂量计定期（监测周期为三个月）进行监测并建立个人剂量档案。</p>

人员职业健康监测		工作人员定期进行体检，并建立职业健康档案。	已落实。 工作人员定期进行体检，并建立职业健康档案。
监测限制要求	个人剂量监测	工作人员和公众所受到的年附加有效剂量，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中工作人员 20mSv 剂量限值和评价提出 5mSv 剂量约束值、公众 1mSv 剂量限值和评价提出 0.1mSv 剂量约束值的要求。	已落实。 经估算，工作人员和公众所受到的年附加有效剂量，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中工作人员 20mSv/a 剂量限值和 5mSv/a 剂量约束值、公众 1mSv/a 剂量限值和 0.1mSv/a 剂量约束值的要求。
	X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平	在满足竣工环保验收要求工况下，机房实体防护外 30cm 处（含穿线孔）周围剂量当量率，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中，具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下监测时，机房周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。	已落实。 由监测结果可知，本项目各 DSA 机房、CT 机房实体防护外 30cm 处辐射剂量率，满足 $\leq 2.5\mu$ Sv/h 的限值要求。
	环保目标处剂量水平	在满足竣工环保验收要求工况下，对验收范围内各环保目标处开展 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测。	已落实。 由监测结果可知，本项目验收范围内各环保目标处 X- γ 辐射空气吸收剂量率处于本底水平，未见明显升高。
辐射安全与环境保护管理机构	建立职责明确的辐射安全与环境保护管理机构，将本项目纳入管理。	已落实。 医院已建立职责明确的辐射安全与环境保护管理机构，将本项目纳入管理。	
辐射安全与环境保护管理制度	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已落实。 医院已制定完善的辐射安全与防护管理制度、操作规程、岗位职责、设备检修维护制度、辐射工作人员培训计划、辐射监测方案。详见附件 5。	
辐射事故应急	有完善的辐射事故应急措施。	已落实。 医院已制定完善的上海市第一人民医院酒泉医院（酒泉市人民医院）辐射事故应急预案。	
工作人员辐射防护与安全培训和考核	工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	已落实。 医院本项目配备的工作人员均已参加辐射安全与防护培训，并通过考核，持证上岗。详见表 3-5。	

项目本期（一期）工程分批次建设，医院已两次重新申领辐射安全许可证，本项目医院两次重新申领辐射安全许可证期间检查意见及落实情况见表 3-7。

表 3-7 医院两次重新申领辐射安全许可证期间检查意见及落实情况一览表

存在问题	整改情况
医院第一次重新申领辐射安全许可证期间检查意见及落实情况	
DSA 机房与机房相通的门应加强管理，防止辐射风险。	已落实。 已将患者进出防护门外脚踏开关封闭，防止手术过程中人员勿入。
DSA 机房门灯连锁失效。	已落实。 DSA 机房工作状态指示灯已与机房门连锁，实现门灯连锁。
后装治疗机房工作状态指示灯失效。	已落实。 后装治疗机房工作状态指示灯已与后装机连锁。
辐射工作人员应佩戴个人剂量报警仪及个人剂量计。	已落实。 已对辐射工作人员进行培训，并在后续运行中加强管理，辐射工作人员严格按照要求佩戴个人剂量报警仪及个人剂量计进入工作场所。
辐射安全与防护规章制度应上墙。	已落实。 辐射安全与防护规章制度按要求上墙。
医院第二次重新申领辐射安全许可证期间检查意见及落实情况	
DSA 室：患者通道为推拉式防护门，未设置曝光期间管理措施。	已落实。 已将患者进出防护门上方把手拆除，防止曝光期间人员打开防护门。
核实铅衣铅当量与环评要求的一致性。	已落实。 医院现配备的铅衣满足防护要求。

4、本项目环评批复要求落实情况

本项目环评批复要求落实情况见表 3-8。

表 3-8 环评批复要求落实情况一览表

环评批复文件要求	落实情况
应严格落实报告中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，确保满足相关法规和标准要求。	已落实。 项目分期建设，本期建设项目落实了报告中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，满足相关法规和标准要求。
应严格按照国家有关标准和规定落实辐射工作人员的个人剂量约束值应严格控制在 5mSv/年、公众照射的剂量约束值 0.1mSv/年的要求。	已落实。 经估算，本项目辐射工作人员的年受照剂量满足 5mSv/年的个人剂量约束值要求、公众年受照剂量满足 0.1mSv/年的剂量约束值要求。
加强辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护，定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施，确保实时有效，防止运行故障发生。	已落实。 经现场检查，医院各项辐射安全与防护管理制度执行良好，项目辐射安全与防护管理有效，做好了环保设施的日常管理和维护，定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施。截止调查期间，本期建设项目无辐射安全事故发生。
严格按照报告表要求，对辐射工作场所实行合理的分区管理，杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。	已落实。 本期建设项目严格按照环评报告表要求，对辐射工作场所实行合理的分区管理，见本报告 3.1.2 章节。截止调查期间，本期建设项目无射线泄漏、公众及操作人员被误照射等事故发生。
加强放射源的安全管理、依法依规办理放射源转让审批，严格放射源台账管理，做到帐物相符。对放射源使用场所应采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，不得将放射源与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放。闲置放射源按法规要求及时进行送贮，不得在单位内暂存。	已落实。 医院制定有台账管理制度，加强放射源的安全管理、按要求办理放射源转让审批，做到帐物相符。后装治疗机房采取有防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，截止调查期间未发生安全事故，机房内无易燃、易爆、腐蚀性物品。截止调查期间，更换的放射源由厂家回收处理，不在院内暂存。
按照制定的辐射环境监测计划，定期自行开展辐射环境监测，并记录存档备查。每年应委托有资质单位开展年度辐射环境监测，并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息实时准确完整。	已落实。 医院制定有监测方案，并按照制定的计划，定期自行开展辐射环境监测，记录存档备查。医院每年委托有资质单位开展年度辐射环境监测，并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，信息实时准确完整。
发现个人剂量监测结果异常(>5mSv/年)应当立即组织调查并采取措施，	已落实。

<p>有关情况及时报告我局。</p>	<p>根据医院提供资料，截止调查期间，本项目辐射工作人员个人剂量监测结果无异常。</p>
<p>严格按照报告表中的内容、地点进行建设，未经批准，不得擅自更改项目建设内容及规模。环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或污染防治措施发生重大变动的，应按要求重新报批环境影响评价文件。</p>	<p>已落实。 项目分期建设，本期建设项目建设内容、地点与环评报告中一致。本期建设项目无重大变动。</p>
<p>项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度，落实各项环保措施。项目竣工后，须按规定程序及时开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入正式运行。</p>	<p>已落实。 项目建设严格落实了环境保护“三同时”管理制度，项目竣工环保验收正在进行中。</p>

由表 3-6~3-8 可知，本项目落实了环评文件及批复中提出的环境保护措施和要求。

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

4.1 环境影响报告表主要结论与建议

4.1.1 项目概况

酒泉市人民医院新院区核技术应用项目位于酒泉市肃州区新城区酒泉市人民医院新院区院内。医院在新院区 3 号住院楼负二层建设直线加速器机房一（Infinity 型医用电子直线加速器，属于 II 类射线装置，新购置），直线加速器机房二（XHA600D 型医用电子直线加速器，属于 II 类射线装置，总院区搬迁），后装室（含 ^{192}Ir 放射源后装机一台，型号为 RL-HZJ18， ^{192}Ir 放射源出厂活度为 $3.70\text{E}+11\text{Bq}$ ，属于 III 类放射源，新购置），并配套建设 CT 模拟定位机房（Philips CT Big Bore 型定位 CT，属于 III 类射线装置，新购置）、X 射线模拟定位机房（机房内 X 射线机型号为 SL-IE，属于 III 类射线装置，总院区搬迁）。

医院在新院区 1 号住院楼四层建设 DSA 手术室一（Azurion 5M20 型，新购置）、DSA 手术室二（Azurion 7M20C 型，总院搬迁）、DSA 手术室三（型号待定，新购置），3 台 DSA 均属于 II 类射线装置；医院在新院区传染楼二层建设 DSA 手术室（型号待定，新购置，属于 II 类射线装置）；医院在新院区门诊医技楼四层建设 DSA 复合手术室（Azurion 5M20 型，新购置，属于 II 类射线装置），并建设 CT 间（Optima CT680 Expert 型，新购置，属于 III 类射线装置）。

项目总投资 8210 万元，环保投资 760.3 万元，环保投资占总投资比例为 9.26%。

4.1.2 产业政策符合性分析

按照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》要求，项目属于鼓励类项目，符合国家产业发展政策。

4.1.3 利益代价分析

项目的建设具有较好的经济效益和社会效益。在采取辐射安全与环境保护措施后，可以大大减轻项目对环境造成的不利影响。从利益代价角度分析，项目的建设是可行的。

4.1.4 环境质量现状分析

项目建设地点及周围环境 γ 辐射剂量率为（70~120）nGy/h，其中室内环

境 γ 辐射剂量率为 (82~120) nGy/h, 室外及各环境保护目标周围环境 γ 辐射剂量率为 (70~79) nGy/h。根据《甘肃省环境天然贯穿辐射水平调查研究》表 4 (扣除仪器对宇宙射线响应值) 可知, 酒泉地区道路 γ 辐射剂量率在 31.1nGy/h~102.9nGy/h 之间, 室内剂量率在 33.5nGy/h~130.8nGy/h 之间。项目拟建地点及周围环境 X- γ 辐射水平在天然涨落范围内。

4.1.5 辐射安全与环境保护措施分析

项目工作场所选址及布局合理; 工作场所分区管理方案满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 分区管理的原则, 工作场所分区合理; 在采取评价提出的相关辐射安全与环境保护要求的前提下, 项目各项辐射安全与环境保护措施, 满足《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) 及《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的相关要求。

4.1.6 环境影响分析

(1) 施工期环境影响分析

本项目在施工阶段采取各项污染防治措施, 将施工期影响控制在医院内局部区域, 对周围环境影响较小。

(2) 运行期环境影响分析

通过预测分析, 项目 2 台直线加速器机房、1 台后装治疗机机房、4 台 DSA 工作场所以及 CT 模拟定位机房、X 射线模拟定位机房、CT 间等各工作场所周围关注点的周围剂量当量率均满足 2.5 μ Sv/h 的剂量率控制水平要求; DSA 复合手术室南北侧增加 0.5mmPb 防护屏蔽后, 各关注点围关注点的周围剂量当量率均满足 2.5 μ Sv/h 的剂量率控制水平要求。

本项目放射治疗工作场所及 DSA 介入手术工作场所运行期间, 致工作人员、公众年有效剂量, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中剂量限值要求。

4.1.7 辐射安全管理

医院成立了辐射安全与环境保护管理领导小组及工作小组, 并确定了领导小组及工作小组职责, 制定有《辐射安全防护管理制度》、《CT 机安全操作规程》、《血管造影用 X 射线装置安全操作规程》、《加速器安全操作规程》、

《模拟定位机安全操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《设备维修保养制度》、《射线装置台账管理制度》、《射线装置退役（报废）制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射监测方案》（含个人剂量监测管理）及《酒泉市人民医院辐射事故应急预案》等制度。上述制度具有可操作性，评价建议根据国家相关法律法规，并结合项目实际，完善相关规章制度。

4.1.8 事故影响分析

为有效防护、及时控制放射事故带来的伤害，加强射线装置及密封源安全管理工作，保障辐射工作人员以及公众的健康安全，避免环境辐射污染，医院结合自身实际已经制定了应急处理预案，成立了应急组织机构，全面负责辐射事故应急工作，明确工作职责、应急程序、事故分级、联络接口等内容，定期组织应急演练，满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中对事故应急的相关要求

4.1.9 环境影响评价综合性结论

综上所述，酒泉市人民医院新院区核技术应用项目符合产业政策要求，项目在落实辐射安全与环境保护措施、辐射环境管理措施及评价提出的各项环境保护措施前提下，项目运行对环境产生的辐射影响可以满足相关标准要求，符合环境保护的要求。因此，从辐射环境保护的角度分析项目可行。

4.2 审批部门审批决定

2024年2月27日，酒泉市生态环境局以《酒泉市生态环境局关于酒泉市人民医院新院区核技术应用项目环境影响报告表的批复》（酒环审〔2024〕14号）对项目予以批复，批复内容如下。

一、项目建设主要内容

市人民医院在新院区3号住院楼负二层使用2台医用电子直线加速器，配套建设直线加速器机房一（机房内为Infinity型医用电子直线加速器，属于II类射线装置，新购置），直线加速器机房二（机房内为XHA600D型医用电子直线加速器，属于II类射线装置，总院区搬迁）；配套建设CT模拟定位机房（Philips CT Big Bore型定位CT，属于III类射线装置，新购置）、X射线模拟定位机房（机房内X射线机型号为SL-IE，属于III类射线装置，总院区搬迁）及操作间等功能场所。

医院在新院区 3 号住院楼负二层使用 1 台后装机并配套建设后装室（室内有含 ^{192}Ir 放射源后装机一台，型号为 RL-HZJ18， ^{192}Ir 放射源出厂活度为 $3.70\text{E}+11\text{Bq}$ ，属于 III 类放射源，新购置）、缓冲区、准备间、操作间等功能场所。

医院在新院区 1 号住院楼四层使用 3 台 DSA（血管造影用 X 射线装置）并配套建设 DSA 手术室一（手术室内 DSA 型号为 Azurion 5M20，属于 II 类射线装置，新购置），DSA 手术室二（手术室内 DSA 型号为 Azurion 7M20C，属于 II 类射线装置，总院搬迁），DSA 手术室三（为预留手术室，手术室内 DSA 型号待定，属于 II 类射线装置，新购置）。

医院在新院区传染楼二层使用 1 台 DSA 并配套建设 DSA 手术室（为预留手术室，手术室内 DSA 型号待定，属于 II 类射线装置，新购置）。

医院在新院区门诊医技楼四层使用 1 台 DSA 并配套建设 DSA 复合手术室（手术室内 DSA 型号为 Azurion 5M20，属于 II 类射线装置，新购置）、CT 间（室内 CT 型号为 Optima CT680 Expert，属于 III 类射线装置，新购置）。

项目总投资 8210 万元，环保投资 760.3 万元，环保投资占总投资 9.26%；项目位于酒泉市肃州区新城区酒泉市人民医院新院区院内。该项目在落实报告表提出的各项环境保护措施和辐射安全防护措施后，项目正常运行产生的辐射环境影响可以满足国家环境保护相关法规和标准的要求。

二、项目建设及运行中应重点做好的工作

（一）应严格落实报告表中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，确保满足相关法规和标准要求。

（二）应严格按照国家有关标准和规定落实辐射工作人员的个人剂量约束值应严格控制在 5mSv/年 、公众照射的剂量约束值 0.1mSv/年 的要求。

（三）加强辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护，定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施，确保实时有效，防止运行故障发生。

（四）严格按照报告表要求，对辐射工作场所实行合理的分区管理，杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。

（五）加强放射源的安全管理、依法依规办理放射源转让审批，严格放射源台账管理，做到帐物相符。对放射源使用场所应采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，不得将放射源与易燃、易爆、腐蚀性

物品一同存放。闲置放射源按法规要求及时进行送贮，不得在单位内暂存。

（六）按照制定的辐射环境监测计划，定期自行开展辐射环境监测，并记录存档备查。每年应委托有资质单位开展年度辐射环境监测，并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息实时准确完整。

（七）发现个人剂量监测结果异常（ $>5\text{mSv/年}$ ）应当立即组织调查并采取措施，有关情况及时报告我局。

（八）严格按照报告表中的内容、地点进行建设，未经批准，不得擅自更改项目建设内容及规模。环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或污染防治措施发生重大变动的，应按要求重新报批环境影响评价文件。

三、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度，落实各项环保措施。项目竣工后，须按规定程序及时开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入正式运行。

四、我局委托市生态环境局肃州分局负责该项目的环境保护监督检查工作。

五、你公司应在收到本批复后 20 个工作日内，将批复后的环境影响报告表送酒泉市生态环境局肃州分局，并按规定接受各级生态环境保护行政主管部门的监督检查。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

根据《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）等关于质量保证相关要求，以及实验室的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。

针对项目特点，制定了监测方案，主要包括：监测目的、监测要求、监测因子、监测点位、监测频次、监测分析方法和依据、质量保证、监测计划安排、提交报告时间等。为保证监测结果反映环境真实水平的可靠性提供客观依据，制订了质量保证计划，主要质量保证及质量控制措施如下。

5.1 人员培训与授权

对从事辐射监测和质量管理的培训、资格、任用、授权、能力等进行规范管理，确保人员达到并保持与其承担的工作相适应的水平。

项目现场监测工作，由 2 名监测人员共同开展。对监测人员执行质量保证计划时，承担的责任和义务作明确规定。监测人员具备相应的专业技术水平，接受专业技术教育且经过专业培训考核合格，具备与其承担工作相适应的能力；掌握辐射防护基本知识，掌握辐射环境监测操作技术和质量控制程序，掌握数理统计方法；具备良好的敬业精神和职业操守，认真执行国家生态环境和其他有关法规标准。

5.2 监测方法选择

监测方法选用生态环境主管部门发布的环境监测专用的环境标准，本次验收监测方法选用《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。

5.3 仪器质量控制

5.3.1 检定/校准

监测仪器投入使用前，在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准，并确保在有效期内使用；校准因子准确使用；监测仪器维修后、安装和恢复使用前，重新进行检定/校准。

5.3.2 定期核查

为保证监测数据的准确可靠，对监测仪器进行定期维护、期间核查和（或）

稳定性控制，并根据核查结果对仪器当前状态作出评价。核查周期的长短取决于其可靠程度、故障率等因素。核查误差超过规定限度，仪器停用，检查原因，重新检定/校准。

5.3.3 监测仪器选择

根据监测规范要求，选用能量响应、时间响应、量程、相对误差、工作条件等均满足要求的 AT1123、FJ1200 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪，开展监测工作。

5.4 数据处理中的质量控制

5.4.1 数据记录

现场监测作业过程中，工作人员按规定的格式和内容填写记录文件，清楚、详细、准确地记录，不得随意涂改。

5.4.2 数据校核

分析数据前，对原始数据进行整理、校核。校核人员校核原始记录是否符合相关规范要求，若有计算或记录错误，反复核算后予以订正。

5.4.3 数据审核

审核人员对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核。审核由二人独立进行，或由未参与监测人员进行核算。

5.4.4 数据保存

委托检测协议、现场检测通知单、原始记录、报告审核记录、监测报告、质量保证计划及其核查等资料，归档保存。

5.5 内部质量控制

辐射环境监测机构建立并严格执行各项规章制度，包括但不限于：监测人员岗位责任制；实验室安全防护制度；仪器管理使用制度；原始数据、记录、资料管理制度等。实验室保持整洁、安全的操作环境。

5.6 外部质量控制

辐射环境监测机构通过检验检测机构资质认定，并按照国家资质认定管理部门要求参加能力验证活动。同时，积极参与相关机构组织的实验室间比对或参加权威机构的能力验证，对比对或能力验证的结果进行评估，从中发现可能存在的系统误差，采取必要的纠正措施，确保实验室检测能力和水平。

表 6 验收监测内容

6.1 监测项目

周围剂量当量率。

6.2 监测方法及布点

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）要求，结合项目工艺流程、照射途径及环境特点，参考《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）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）进行布点，并采取定点、巡测相结合的方式开展监测工作。监测布点情况如下。

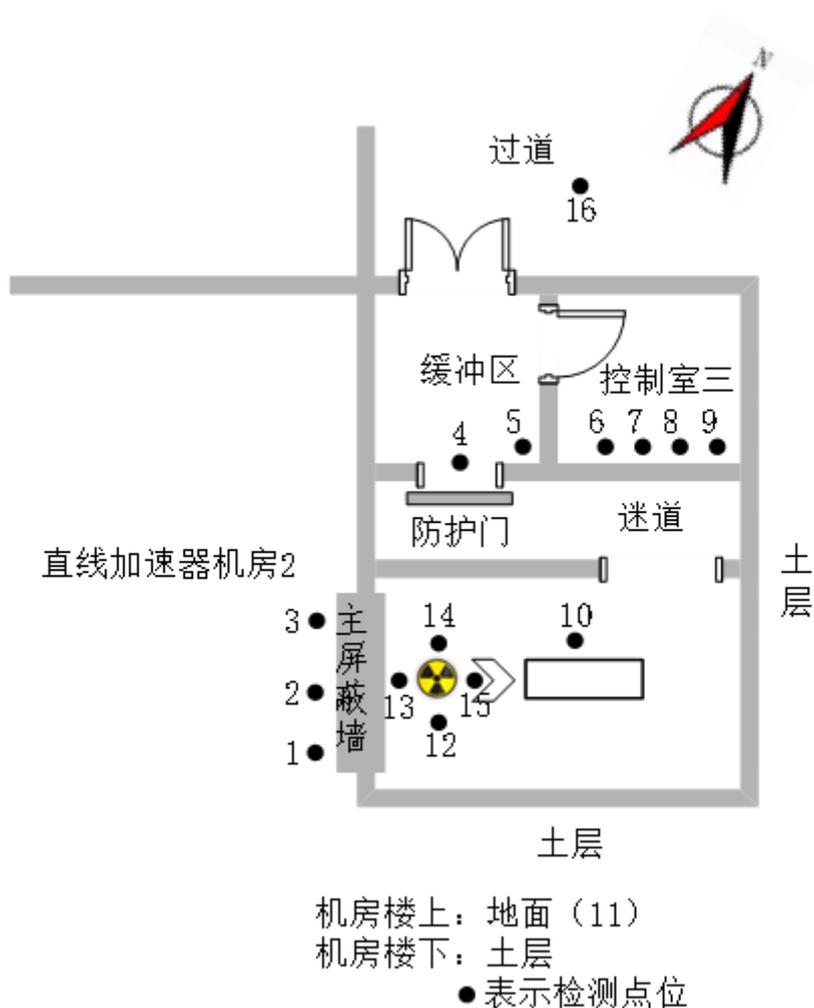


图 6-1 后装治疗机房监测点位示意图



图 6-2 项目工作场所周围环境监测点位布局图（本期后装治疗机房）

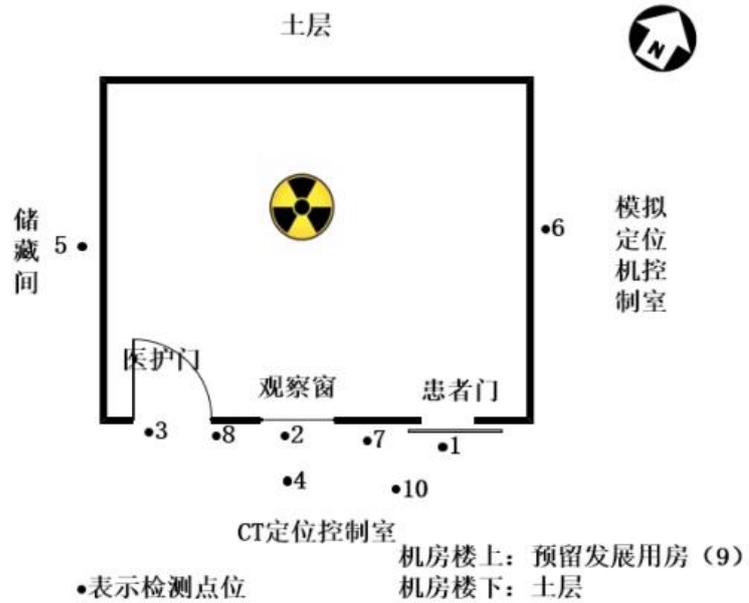


图 6-3 大孔径模拟定位 CT 机房监测点位示意图

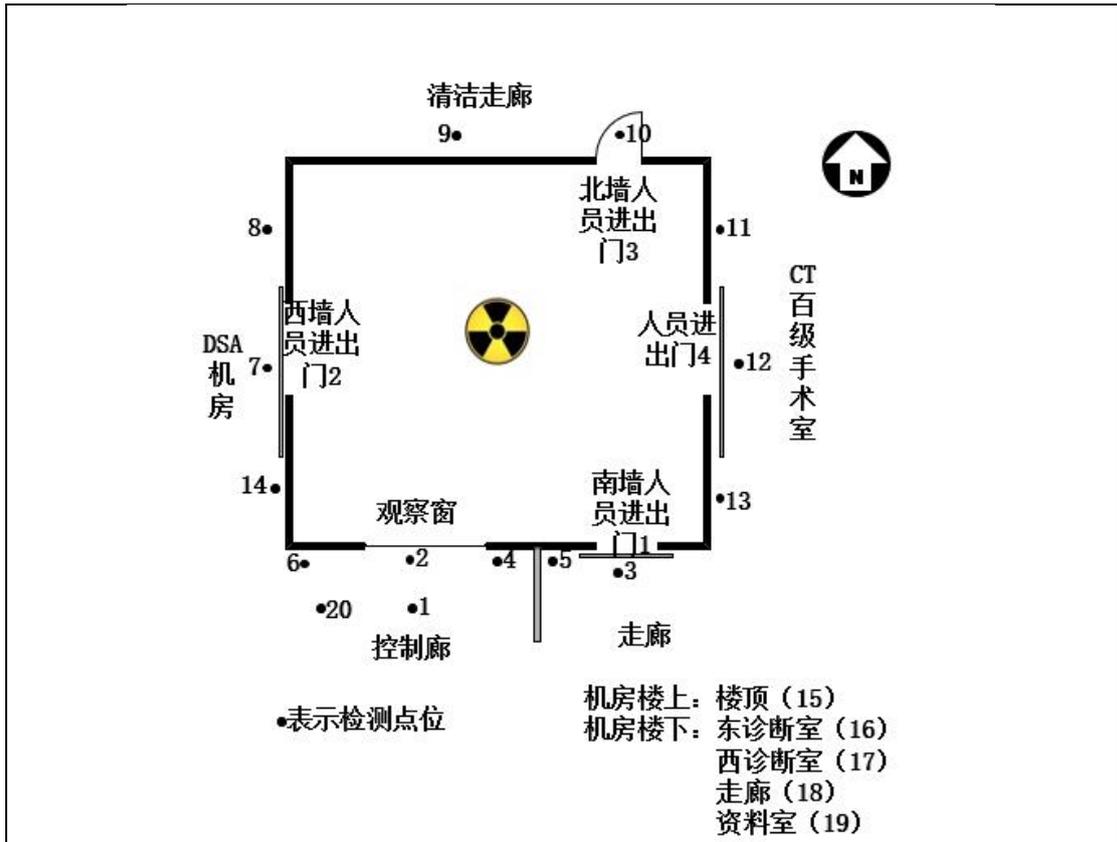


图 6-4 复合手术室 CT 机房监测点位示意图

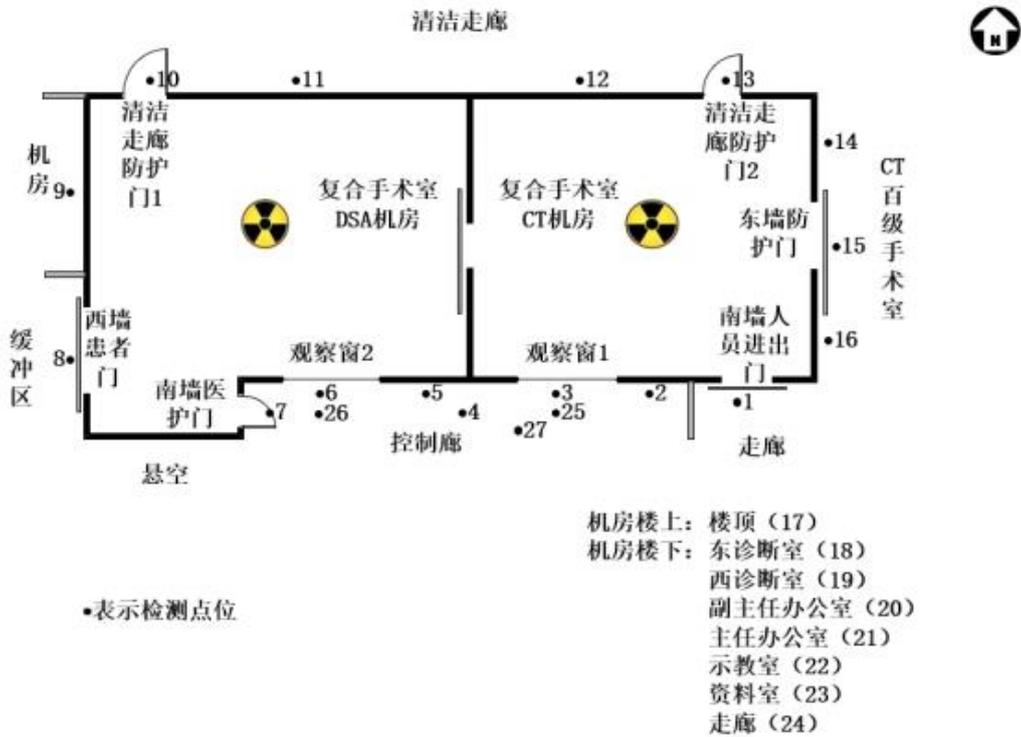
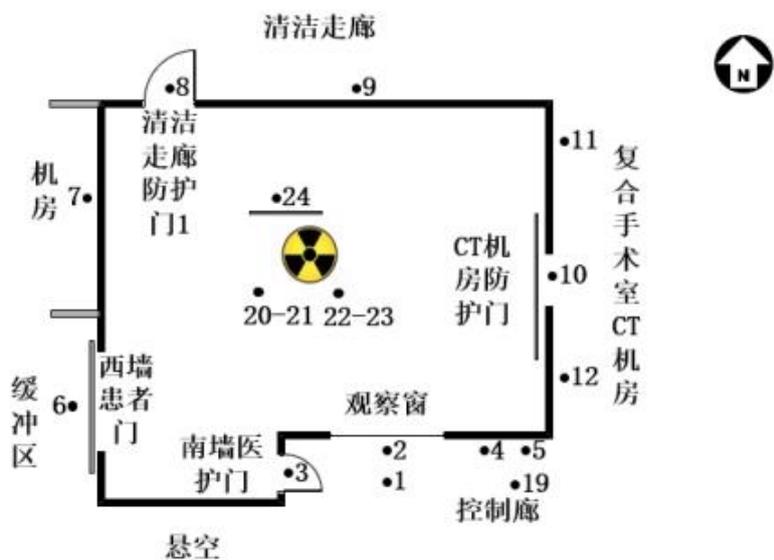


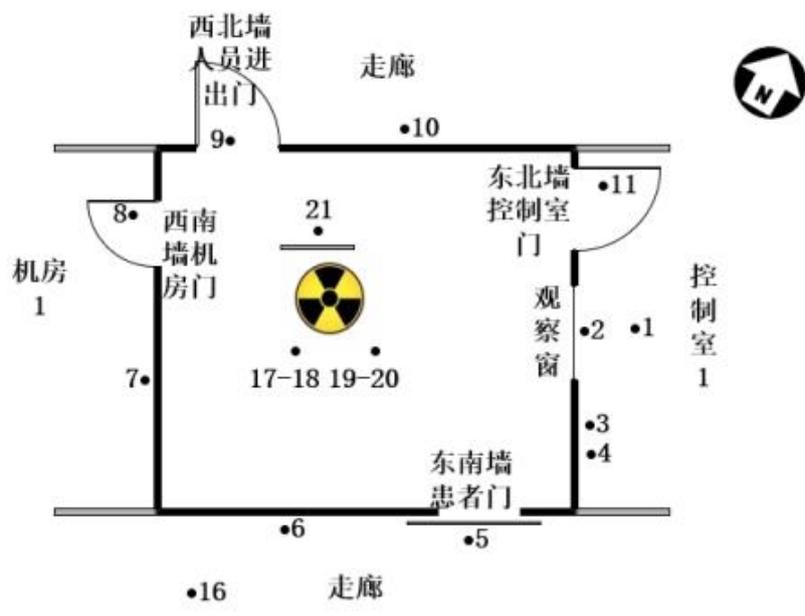
图 6-5 复合手术室 DSA 和 CT 同时运行期间监测点位示意图



- 机房楼上: 楼顶 (13)
- 机房楼下: 西诊断室 (14)
- 副主任办公室 (15)
- 主任办公室 (16)
- 示教室 (17)
- 走廊 (18)

•表示检测点位

图 6-6 复合手术室 DSA 机房监测点位示意图



- 机房楼上: 走廊 (12)
- 病房5.1 (13)
- 机房楼下: 走廊 (14)
- 病房3.1 (15)

•表示检测点位

图 6-7 手术室 DSA1 室监测点位示意图

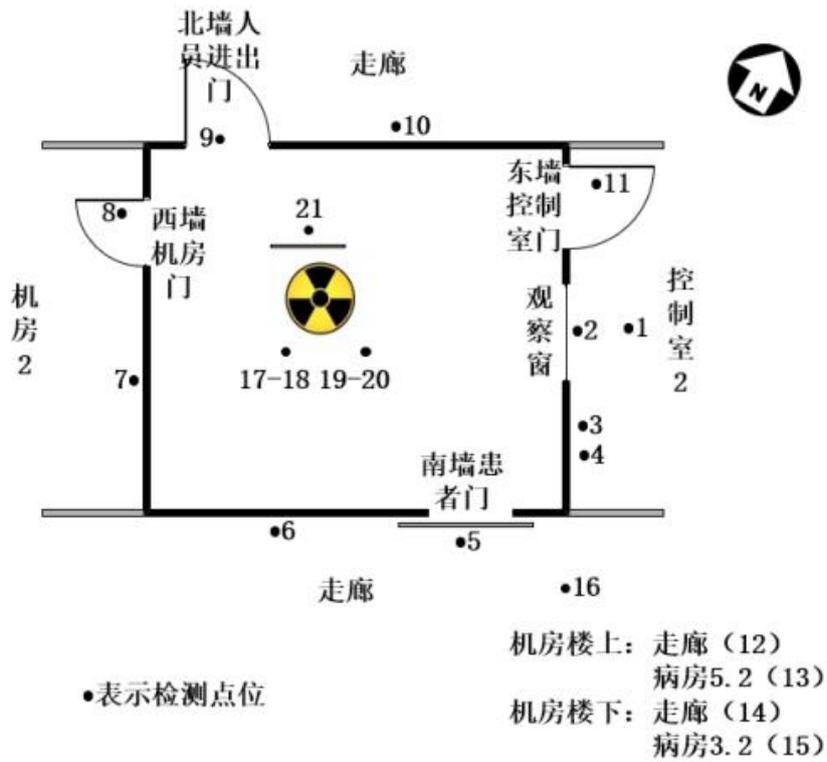


图 6-8 手术室 DSA2 室监测点位示意图

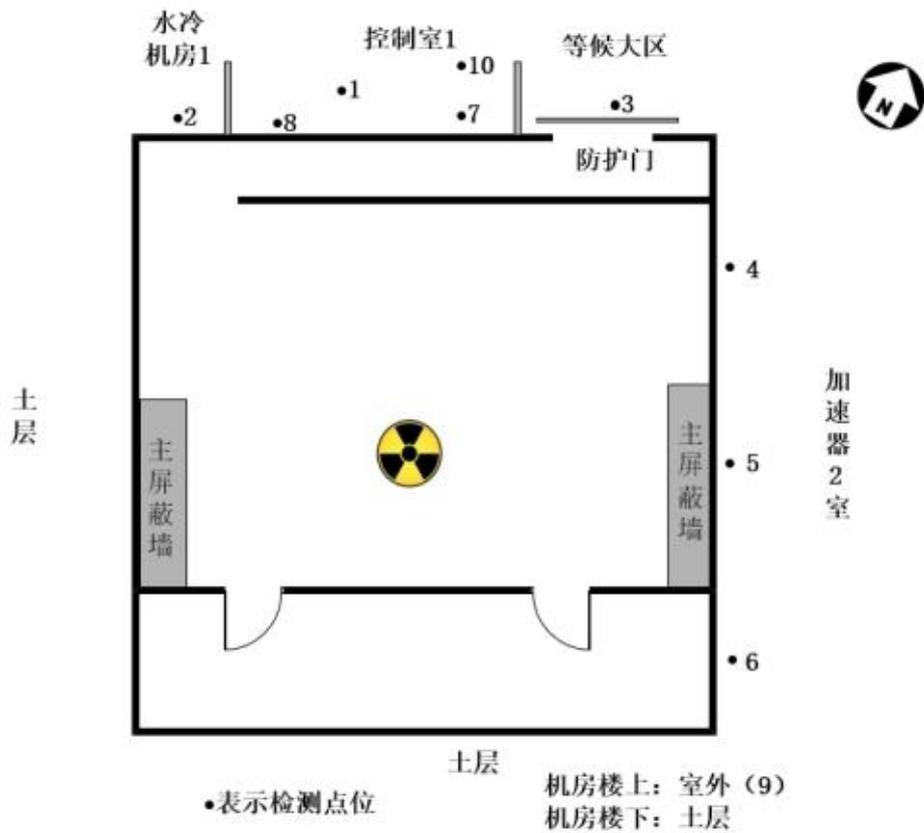


图 6-9 直线加速器机房 1 监测点位示意图

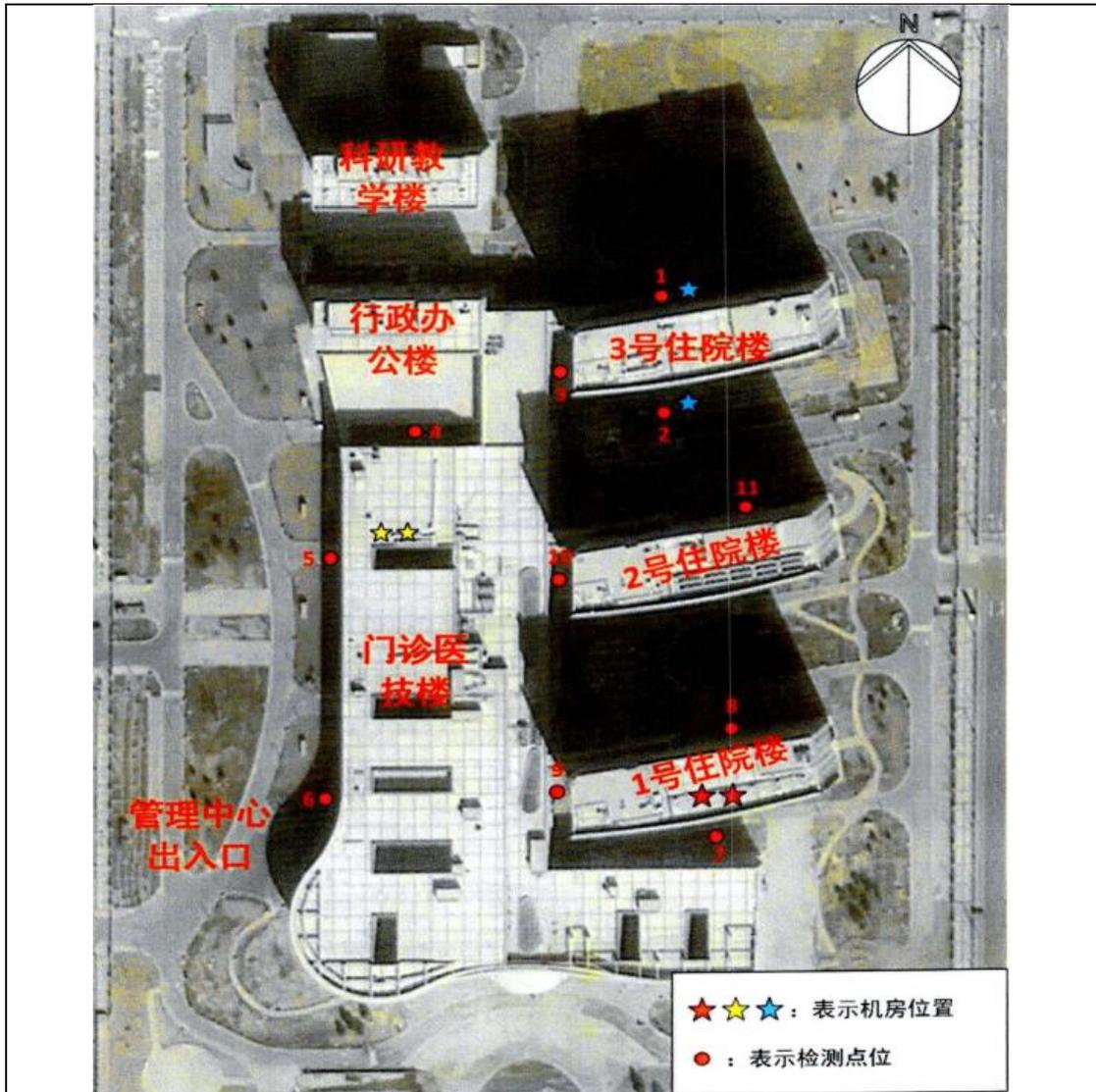


图 6-10 项目工作场所周围环境检测点位布局图（本期加速器、CT、DSA 等功能场所）

6.3 监测仪器

表 6-1 监测仪器（本期后装治疗机房）

仪器名称	X、 γ 辐射剂量率仪	仪器型号	AT1123
仪器编号	57455	量程	50nSv/h~10Sv/h
能量响应	探头 2（灰盖）：0.025~3MeV	响应时间	30ms
相对误差	$\pm 15\%$ （持续及短时辐射）	工作温度	-30~50°C
工作湿度	<95%RH（35°C）	检定证书编号	检字第[2024]-R3725
检定单位	中国辐射防护研究院放射性计量站	有效期至	2025 年 07 月 11 日
仪器名称	环境级 X、 γ 辐射剂量率仪	仪器型号	FJ1200
仪器编号	21D0045	量程	0.01~200.00 μ Sv/h
能量响应	40keV~3MeV	响应时间	<3s
相对误差	$\pm 10\%$	工作温度	-10~50°C
工作湿度	<95%RH（35°C）	检定证书编号	校字第 [2024] -

			L0291
检定单位	中国辐射防护研究院放射性计量站	有效期至	2025年04月22日

注：1.AT1123型 X、 γ 辐射剂量率仪用于图 6-1 测量；FJ1200 型环境级 X、 γ 辐射剂量率仪用于图 6-2 测量。

表 6-1 监测仪器（本期加速器、CT、DSA 等功能场所）

仪器名称	X、 γ 辐射剂量率仪	仪器型号	AT1123
仪器编号	57455	量程	50nSv/h~10Sv/h
能量响应	探头 1（黑盖）：0.06~10MeV	响应时间	30ms
相对误差	$\pm 15\%$ （持续及短时辐射）	工作温度	-30~50 $^{\circ}\text{C}$
工作湿度	<95%RH（35 $^{\circ}\text{C}$ ）	检定证书编号	检字第[2025]-R3209
检定单位	中国辐射防护研究院放射性计量站	有效期至	2026年07月15日
仪器名称	环境级 X、 γ 辐射测量仪	仪器型号	FJ1200
仪器编号	21D0045	量程	0.01~200.00 $\mu\text{Sv/h}$
能量响应	40keV~3MeV	响应时间	<3s
相对误差	$\pm 10\%$	工作温度	-10~50 $^{\circ}\text{C}$
工作湿度	<95%RH（35 $^{\circ}\text{C}$ ）	检定证书编号	ZJPT-2025-00070
检定单位	中检普泰检验检测有限公司	有效期至	2026年04月22日

注：1.AT1123 型 X、 γ 辐射剂量率仪用于图 6-3~图 6-9 测量；FJ1200 型环境级 X、 γ 辐射剂量率仪用于图 6-10 测量。

6.4 监测日期与环境条件

表 6-2 监测日期与环境条件

监测日期	天气	气温（ $^{\circ}\text{C}$ ）	相对湿度（%）
2025年3月13日	晴	室内：19.7~20.3； 室外：4.6~5.5	室内：32.3~33.7； 室外：27.6~29.3
2025年8月16日	晴	室内：29.1~31.3； 室外：22.3~23.1	室内：25.7~26.2； 室外：32.9~36.4
2025年8月17日	晴	室内：28.3~30.3； 室外：22.1~23.3	室内：26.9~27.4； 室外：31.0~34.4
2025年8月18日	晴	室内：27.5~29.8； 室外：22.6~25.5	室内：28.9~29.5； 室外：32.9~38.2
2025年9月9日	晴	室内：29.7~30.3； 室外：24.6~27.1	室内：26.9~27.3； 室外：30.9~33.2

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间生产工况记录

验收监测期间，项目各项环保设施均正常运行，项目运行工况满足设计要求，详见表 7-1。

表 7-1 项目验收监测期间运行工况

射线装置	位置	检测条件	
RL-HZJ18型后装治疗机（内含 ¹⁹² Ir密封放射源）	3号住院楼负二层放疗科后装治疗机房	检测时活度：3.01E+11Bq	
Philips CT Big Bore 型放疗 CT 模拟定位机	3号住院楼负二层放疗科大孔径模拟定位 CT 机房	130kV、400mAs；CT 剂量模体	
Optima CT680 Expert 型医学影像用 CT 机	门诊医技楼四楼复合手术室 CT 机房	120kV、180mA；CT 剂量模体	
Azurion 5 M20型 DSA	门诊医技楼四楼复合手术室 DSA 机房	减影模式	79kV、669mA；标准水模体+1.5mm 铜板
		透视模式	85kV、16.9mA；标准水模体+1.5mm 铜板
		CBCT 模式	120kV、245mA；标准水模体+1.5mm 铜板
Azurion 5 M20型 DSA	1号住院楼四楼手术室 DSA1 室	减影模式	77kV、649mA；标准水模体+1.5mm 铜板
		透视模式	81kV、14.3mAs；标准水模体+1.5mm 铜板
		CBCT 模式	120kV、234mA；标准水模体+1.5mm 铜板
Azurion 7 M20型 DSA	1号住院楼四楼手术室 DSA2 室	减影模式	76kV、650mA；标准水模体+1.5mm 铜板
		透视模式	81kV、13.3mAs；标准水模体+1.5mm 铜板
		CBCT 模式	120kV、216mA；标准水模体+1.5mm 铜板
Infinity 型粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	3号住院楼负二层放疗科直线加速器机房 1	10MeV，2200MU/min，标准水模体	

注：1.复合手术室 DSA 和 CT 同时运行监测期间，CT 工况与单独运行一致，DSA 工况与单独运行减影模式一致。2.直线加速器机房 1 南侧、西侧和下方均为土层，机房北侧和东侧监测期间机架角度均为 90°（主束向东照射），顶部监测期间机架角度为 180°（主束向上照射）。

7.2 验收监测结果

验收监测结果见表 7-2~7-11。

表 7-2 后装治疗机房周围剂量当量率监测结果

序号	检测位置		检测结果 (μSv/h)
1	西南墙体外 30cm 右侧 (直线加速器机房 2)		0.130±0.002
2	西南墙体外 30cm 中部 (直线加速器机房 2)		0.129±0.001
3	西南墙体外 30cm 左侧 (直线加速器机房 2)		0.130±0.002
4	防护门外 30cm	上缝	0.131±0.001
		下缝	0.128±0.001
		中部	0.130±0.001
		左缝	0.129±0.002
		右缝	0.129±0.002
5	西北墙体外 30cm 右侧 (缓冲区)		0.130±0.002
6	西北墙体外 30cm 中部 (控制室三)		0.138±0.001
7	操作位		0.137±0.001
8	西北墙体外 30cm 左侧 (控制室三)		0.139±0.001
9	穿线孔外 30cm		0.127±0.002
10	摆位操作位		0.137±0.001
11	机房楼上 30cm (地面)		0.140±0.002
12	后装机右侧 100cm		0.147±0.002
13	后装机后侧 100cm		0.145±0.002
14	后装机左侧 100cm		0.145±0.001
15	后装机前侧 100cm		0.144±0.001
16	本底值 (过道)		0.128±0.001

注：测值未扣除宇宙射线响应值及环境本底。10、12-16 点位是回源状态。

表 7-3 项目工作场所周围环境空气吸收剂量率监测结果 (后装治疗机房)

序号	检测位置	检测结果 (nGy/h)
1	2 号住院楼	94.0±1.1
2	3 号住院楼	105±1
3	3 号住院楼北门	102±1

注：测值扣除仪器对宇宙射线的响应值。

表 7-4 大孔径模拟定位 CT 机房周围剂量当量率监测结果

序号	检测位置		检测结果 (μSv/h)
1	患者门外 30cm	上缝	0.40±0.016
		下缝	0.180±0.003
		左缝	0.131±0.003
		右缝	0.167±0.003
		中央	0.131±0.001
2	观察窗外 30cm	上缝	0.114±0.002
		下缝	0.269±0.002
		左缝	0.155±0.001

		右缝	0.231±0.003
		中央	0.147±0.002
3	医护门外 30cm	上缝	0.143±0.002
		下缝	0.187±0.002
		左缝	0.191±0.004
		右缝	0.132±0.004
		中央	0.144±0.002
4	操作位		0.106±0.002
5	西南墙外 30cm (储藏间)		0.144±0.004
6	东北墙外 30cm (模拟定位机控制室)		0.135±0.003
7	穿线孔外 30cm		0.109±0.001
8	东南墙外 30cm (控制室)		0.109±0.003
9	楼上 100cm (预留发展用房)		0.112±0.004
10	本底 (CT 定位控制室)		0.099

注：测值未扣除仪器对宇宙射线的响应值。本底监测设备处于关机状态。

表 7-5 复合手术室 CT 机房周围剂量当量率监测结果

序号	检测位置		检测结果 (μSv/h)
1	操作位		0.117±0.003
2	观察窗外 30cm	上缝	0.216±0.003
		下缝	0.192±0.003
		左缝	0.191±0.003
		右缝	0.39±0.017
		中央	0.208±0.002
3	南墙人员进出门 1 外 30cm	上缝	0.140±0.003
		下缝	0.46±0.000
		左缝	0.216±0.003
		右缝	0.146±0.003
		中央	0.147±0.003
		观察窗	0.136±0.003
4	南墙外 30cm (控制廊)		0.109±0.002
5	南墙外 30cm (走廊)		0.133±0.002
6	穿线孔外 30cm		0.134±0.002
7	西墙人员进出门 2 外 30cm	上缝	0.68±0.012
		下缝	1.17±0.014
		左缝	0.56±0.017
		右缝	0.87±0.020
		中央	0.47±0.026
8	西墙外 30cm (DSA 机房)		0.212±0.004
9	北墙外 30cm (清洁走廊)		0.153±0.002

10	北墙人员进出门 3 外 30cm	上缝	0.251±0.003
		下缝	1.15±0.020
		左缝	0.35±0.026
		右缝	0.119±0.004
		中央	0.154±0.003
		观察窗	0.147±0.003
11	东墙外 30cm (CT 百级手术室)		0.138±0.003
12	东墙人员进出门 4 外 30cm	上缝	0.171±0.003
		下缝	1.99±0.017
		左缝	0.180±0.003
		右缝	0.197±0.004
		中央	0.240±0.003
13	东墙外 30cm (CT 百级手术室)		0.130±0.003
14	西墙外 30cm (DSA 机房)		0.207±0.003
15	楼上 100cm (楼顶)		0.117±0.003
16	(楼下) 距楼下地面 170cm	东诊断室	0.128±0.002
17		西诊断室	0.126±0.003
18		走廊	0.125±0.002
19		资料室	0.129±0.002
20		本底 (控制廊)	

注：测值未扣除仪器对宇宙射线的响应值。本底监测设备处于关机状态。

表 7-6 复合手术室 DSA 及 CT 同时运行时周围剂量当量率监测结果

序号	检测位置	检测结果 (μSv/h)	
1	南墙人员进出门外 30cm	上缝	0.145±0.002
		下缝	0.53±0.045
		左缝	0.217±0.001
		右缝	0.149±0.002
		中央	0.145±0.002
		观察窗	0.141±0.003
2	南墙外 30cm (控制廊东)		0.110±0.002
3	观察窗 1 外 30cm	上缝	0.223±0.001
		下缝	0.211±0.002
		左缝	0.209±0.003
		右缝	0.43±0.017
		中央	0.211±0.003
4	穿线孔外 30cm		0.168±0.002
5	南墙外 30cm (控制廊西)		0.155±0.003
6	观察窗 2 外 30cm	上缝	0.147±0.002
		下缝	0.156±0.002

		左缝	0.152±0.001
		右缝	0.158±0.003
		中央	0.155±0.002
7	南墙医护门外 30cm	上缝	0.154±0.002
		下缝	0.163±0.003
		左缝	0.172±0.003
		右缝	0.174±0.003
		中央	0.171±0.003
		观察窗	0.153±0.002
8	西墙患者门外 30cm	上缝	0.165±0.003
		下缝	0.182±0.002
		左缝	0.156±0.003
		右缝	0.186±0.003
		中央	0.177±0.002
		观察窗	0.178±0.003
9	西墙外 30cm（机房）		0.178±0.001
10	清洁走廊防护门 1 外 30cm	上缝	0.154±0.003
		下缝	0.168±0.004
		左缝	0.175±0.003
		右缝	0.158±0.003
		中央	0.187±0.003
		观察窗	0.180±0.004
11	北墙外 30cm（清洁走廊西）		0.180±0.003
12	北墙外 30cm（清洁走廊东）		0.159±0.003
13	清洁走廊防护门 2 外 30cm	上缝	0.256±0.003
		下缝	1.17±0.018
		左缝	0.37±0.019
		右缝	0.122±0.002
		中央	0.156±0.002
		观察窗	0.151±0.002
14	东墙外 30cm（CT 百级手术室北）		0.142±0.003
15	东墙防护门外 30cm	上缝	0.174±0.002
		下缝	1.99±0.010
		左缝	0.183±0.004
		右缝	0.198±0.003
		中央	0.247±0.003
16	东墙外 30cm（CT 百级手术室南）		0.131±0.002
17	机房楼上 100cm（楼顶）		0.167±0.003
18		东诊断室	0.149±0.003

	(楼下)距楼下地面 170cm	西诊断室	0.159±0.003
		副主任办公室	0.157±0.002
		主任办公室	0.160±0.002
		示教室	0.158±0.002
		资料室	0.149±0.003
		走廊	0.158±0.003
25	CT 操作位		0.118±0.003
26	DSA 操作位		0.130±0.002
27	本底 (控制廊)		0.099

注：测值未扣除仪器对宇宙射线的响应值。本底监测设备处于关机状态。

表 7-7 复合手术室 DSA 机房周围剂量当量率监测结果

序号	检测位置		检测结果 (μSv/h)		
			透视模式	减影模式	CBCT 模式
1	操作位		0.119±0.002	0.141±0.003	0.123±0.001
2	观察窗外 30cm	上缝	0.120±0.002	0.140±0.002	0.124±0.002
		下缝	0.122±0.003	0.142±0.002	0.126±0.002
		左缝	0.124±0.002	0.149±0.002	0.131±0.003
		右缝	0.130±0.002	0.152±0.002	0.135±0.002
		中央	0.123±0.003	0.147±0.002	0.130±0.003
3	南墙医护门外 30cm	上缝	0.130±0.002	0.152±0.001	0.135±0.002
		下缝	0.137±0.003	0.161±0.001	0.143±0.002
		左缝	0.142±0.002	0.166±0.001	0.148±0.002
		右缝	0.145±0.002	0.171±0.003	0.150±0.002
		中央	0.147±0.002	0.171±0.001	0.152±0.002
		观察窗	0.124±0.002	0.147±0.002	0.130±0.002
4	南墙外 30cm (控制廊)		0.129±0.002	0.150±0.001	0.133±0.001
5	穿线孔外 30cm		0.139±0.002	0.163±0.002	0.145±0.002
6	西墙患者门外 30cm	上缝	0.137±0.003	0.163±0.002	0.144±0.003
		下缝	0.155±0.001	0.181±0.002	0.161±0.002
		左缝	0.123±0.003	0.147±0.002	0.129±0.002
		右缝	0.155±0.002	0.181±0.002	0.160±0.002
		中央	0.150±0.002	0.176±0.003	0.156±0.002
		观察窗	0.149±0.002	0.174±0.002	0.154±0.001
7	西墙外 30cm (机房)		0.148±0.002	0.173±0.002	0.153±0.002
8	清洁走廊防护 门 1 外 30cm	上缝	0.128±0.001	0.150±0.001	0.133±0.002
		下缝	0.141±0.002	0.166±0.002	0.147±0.002
		左缝	0.132±0.002	0.157±0.002	0.138±0.002
		右缝	0.153±0.001	0.181±0.002	0.160±0.002
		中央	0.142±0.001	0.166±0.002	0.147±0.002

		观察窗	0.152±0.002	0.178±0.002	0.157±0.002
9	北墙外 30cm (清洁走廊)		0.147±0.002	0.174±0.002	0.154±0.002
10	CT 机房防护门外 30cm	上缝	0.147±0.001	0.179±0.001	0.159±0.002
		下缝	0.149±0.003	0.174±0.001	0.155±0.003
		左缝	0.149±0.001	0.182±0.002	0.161±0.002
		右缝	0.130±0.001	0.154±0.002	0.136±0.002
		中央	0.123±0.002	0.145±0.002	0.129±0.002
11	东墙外 30cm (复合手术室 CT 机房北)		0.150±0.003	0.174±0.002	0.155±0.001
12	东墙外 30cm (复合手术室 CT 机房南)		0.127±0.002	0.149±0.001	0.133±0.002
13	楼上 100cm (楼顶)		0.137±0.002	0.160±0.003	0.141±0.001
14	(楼下) 距楼下地面 170cm	西诊断室	0.134±0.002	0.158±0.002	0.140±0.002
15		副主任办公室	0.131±0.001	0.155±0.002	0.137±0.002
16		主任办公室	0.133±0.001	0.158±0.002	0.139±0.002
17		示教室	0.132±0.002	0.157±0.002	0.138±0.002
18		走廊	0.130±0.001	0.155±0.002	0.136±0.002
19	本底 (控制廊)		0.099		
20	第一术者位 (铅衣外)	头	163±0.2	/	/
		胸	148±0.5	/	/
		腹	170±2.7	/	/
		肢	154±0.5	/	/
		足	137±0.6	/	/
21	第一术者位 (铅衣内)	头	19.2±0.2	/	/
		胸	23.0±0.2	/	/
		腹	15.6±0.2	/	/
		肢	15.5±0.1	/	/
		足	11.9±0.1	/	/
22	第二术者位 (铅衣外)	头	150±1.8	/	/
		胸	139±1.7	/	/
		腹	146±1.0	/	/
		肢	131±0.7	/	/
		足	114±1.0	/	/
23	第二术者位 (铅衣内)	头	19.3±0.2	/	/
		胸	23.0±0.2	/	/
		腹	15.6±0.2	/	/
		肢	14.2±0.1	/	/
		足	12.1±0.2	/	/
24	铅屏风后	头	9.6±0.1	/	/
		胸	11.2±0.2	/	/

	腹	12.9±0.2	/	/
	下肢	11.4±0.1	/	/
	足	7.1±0.3	/	/

注：测值未扣除仪器对宇宙射线的响应值。本底监测设备处于关机状态。

表 7-8 手术室 DSA1 室周围剂量当量率监测结果

序号	检测位置		检测结果 (μSv/h)		
			减影模式	透视模式	CBCT 模式
1	操作位		0.153±0.004	0.124±0.002	0.140±0.002
2	观察窗外 30cm	上缝	0.141±0.002	0.132±0.001	0.136±0.002
		下缝	0.155±0.002	0.133±0.002	0.148±0.002
		左缝	0.148±0.002	0.128±0.001	0.134±0.001
		右缝	0.150±0.003	0.119±0.004	0.141±0.002
		中央	0.159±0.003	0.130±0.001	0.146±0.003
3	东北墙外 30cm (控制室 1)		0.129±0.001	0.125±0.002	0.128±0.002
4	穿线孔外 30cm		0.135±0.002	0.131±0.001	0.134±0.003
5	东南墙患者门外 30cm	上缝	0.152±0.002	0.142±0.001	0.149±0.002
		下缝	0.150±0.001	0.140±0.002	0.148±0.002
		左缝	0.147±0.003	0.135±0.004	0.144±0.001
		右缝	0.143±0.001	0.139±0.003	0.140±0.003
		中央	0.141±0.002	0.132±0.001	0.134±0.002
		观察窗	0.145±0.001	0.139±0.002	0.141±0.002
6	东南墙外 30cm (走廊)		0.139±0.001	0.137±0.002	0.139±0.004
7	西南墙外 30cm (机房 1)		0.125±0.002	0.119±0.002	0.121±0.002
8	西南墙机房门外 30cm	上缝	0.134±0.001	0.131±0.001	0.132±0.003
		下缝	0.302±0.003	0.283±0.002	0.297±0.001
		左缝	1.81±0.017	1.41±0.025	1.54±0.013
		右缝	0.149±0.001	0.115±0.002	0.128±0.002
		中央	0.149±0.005	0.122±0.001	0.135±0.002
		观察窗	0.143±0.003	0.119±0.002	0.137±0.003
9	西北墙人员进出门外 30cm	上缝	0.235±0.003	0.188±0.002	0.210±0.003
		下缝	0.144±0.001	0.135±0.001	0.138±0.002
		左缝	0.132±0.001	0.123±0.001	0.128±0.002
		右缝	0.192±0.002	0.175±0.002	0.186±0.001
		中央	0.145±0.001	0.135±0.001	0.140±0.002
		观察窗	0.148±0.002	0.133±0.002	0.144±0.002
10	西北墙外 30cm (走廊)		0.132±0.002	0.125±0.001	0.132±0.002
11	东北墙控制室门外 30cm	上缝	0.135±0.001	0.130±0.002	0.134±0.002
		下缝	0.129±0.002	0.124±0.001	0.124±0.002
		左缝	0.131±0.002	0.125±0.002	0.128±0.002

		右缝	0.50±0.027	0.39±0.030	0.44±0.017
		中央	0.148±0.002	0.129±0.001	0.140±0.002
		观察窗	0.140±0.002	0.123±0.002	0.130±0.003
12	楼上 100cm (走廊)		0.125±0.002	0.119±0.001	0.123±0.002
13	楼上 100cm (病房 5.1)		0.127±0.001	0.117±0.003	0.126±0.001
14	(楼下) 距楼下地面 170cm (走廊)		0.133±0.002	0.122±0.001	0.131±0.002
15	(楼下) 距楼下地面 170cm (病房 3.1)		0.137±0.003	0.129±0.003	0.134±0.003
16	本底 (走廊)		0.099		
17	第一术者位(铅衣外)	头	/	173±0.4	/
		胸	/	158±0.4	/
		腹	/	177±0.4	/
		下肢	/	165±0.4	/
		足	/	147±0.2	/
18	第一术者位(铅衣内)	头	/	19.0±0.2	/
		胸	/	17.8±0.2	/
		腹	/	22.8±0.2	/
		下肢	/	15.1±0.2	/
		足	/	6.2±0.2	/
19	第二术者位(铅衣外)	头	/	147±0.4	/
		胸	/	132±0.5	/
		腹	/	139±0.2	/
		下肢	/	132±0.1	/
		足	/	112±0.1	/
20	第二术者位(铅衣内)	头	/	15.7±0.3	/
		胸	/	13.5±0.4	/
		腹	/	13.8±0.2	/
		下肢	/	11.8±0.2	/
		足	/	6.2±0.2	/
21	铅屏风后	头	/	7.2±0.1	/
		胸	/	4.4±0.2	/
		腹	/	5.8±0.2	/
		下肢	/	3.7±0.2	/
		足	/	2.3±0.1	/

注：测值未扣除仪器对宇宙射线的响应值。本底监测设备处于关机状态。

表 7-9 手术室 DSA2 室周围剂量当量率监测结果

序号	检测位置	检测结果 (μSv/h)		
		减影模式	透视模式	CBCT 模式
1	操作位	0.154±0.001	0.134±0.001	0.141±0.001

2	观察窗外 30cm	上缝	0.154±0.002	0.132±0.002	0.143±0.002
		下缝	0.152±0.002	0.134±0.001	0.144±0.003
		左缝	0.150±0.002	0.132±0.002	0.137±0.002
		右缝	0.147±0.002	0.132±0.001	0.139±0.002
		中央	0.145±0.002	0.135±0.002	0.141±0.003
3	东北墙外 30cm (控制室 2)		0.157±0.001	0.131±0.002	0.145±0.002
4	穿线孔外 30cm		0.153±0.002	0.138±0.001	0.140±0.002
5	东南墙患者门外 30cm	上缝	0.151±0.002	0.127±0.002	0.137±0.002
		下缝	0.159±0.003	0.127±0.002	0.148±0.002
		左缝	0.157±0.001	0.135±0.003	0.143±0.001
		右缝	0.158±0.002	0.135±0.002	0.144±0.002
		中央	0.162±0.004	0.128±0.002	0.149±0.002
		观察窗	0.163±0.004	0.129±0.002	0.148±0.002
6	东南墙外 30cm (走廊)		0.155±0.001	0.122±0.003	0.144±0.003
7	西南墙外 30cm (机房 2)		0.152±0.002	0.125±0.001	0.138±0.001
8	西南墙机房门外 30cm	上缝	0.147±0.001	0.129±0.002	0.134±0.002
		下缝	0.147±0.003	0.134±0.003	0.138±0.002
		左缝	0.150±0.002	0.129±0.001	0.138±0.002
		右缝	0.155±0.002	0.132±0.002	0.139±0.002
		中央	0.155±0.003	0.130±0.001	0.138±0.002
		观察窗	0.157±0.002	0.128±0.002	0.144±0.002
9	西北墙人员进出门外 30cm	上缝	0.132±0.003	0.124±0.002	0.126±0.003
		下缝	0.138±0.002	0.133±0.002	0.134±0.005
		左缝	0.154±0.001	0.128±0.001	0.141±0.002
		右缝	0.162±0.003	0.132±0.002	0.150±0.002
		中央	0.158±0.001	0.138±0.002	0.146±0.001
		观察窗	0.165±0.002	0.135±0.001	0.150±0.002
10	西北墙外 30cm (走廊)		0.154±0.002	0.127±0.002	0.145±0.001
11	东北墙控制室门外 30cm	上缝	0.157±0.002	0.137±0.003	0.147±0.001
		下缝	0.147±0.002	0.131±0.002	0.138±0.002
		左缝	0.144±0.002	0.138±0.002	0.141±0.003
		右缝	0.151±0.003	0.123±0.003	0.137±0.001
		中央	0.143±0.004	0.137±0.002	0.138±0.002
		观察窗	0.147±0.002	0.137±0.004	0.143±0.001
12	楼上 100cm (走廊)		0.149±0.002	0.141±0.002	0.143±0.002
13	楼上 100cm (病房 5.2)		0.151±0.002	0.141±0.002	0.141±0.003
14	(楼下) 距楼楼下地面 170cm (走廊)		0.147±0.001	0.125±0.001	0.135±0.002
15	(楼下) 距楼楼下地面 170cm (病房 3.2)		0.147±0.001	0.128±0.002	0.139±0.002

16	本底（走廊）		0.099		
17	第一术者位(铅衣内)	头	/	168±2.2	/
		胸	/	171±1.0	/
		腹	/	158±2.6	/
		下肢	/	141±1.1	/
		足	/	119±2.1	/
18	第一术者位(铅衣内)	头	/	28.0±0.5	/
		胸	/	36.0±1.1	/
		腹	/	24.4±1.5	/
		下肢	/	23.8±1.2	/
		足	/	24.4±2.5	/
19	第二术者位(铅衣外)	头	/	137±2.3	/
		胸	/	150±2.4	/
		腹	/	139±0.7	/
		下肢	/	128±2.0	/
		足	/	111±2.2	/
20	第二术者位(铅衣内)	头	/	19.0±0.2	/
		胸	/	22.8±0.4	/
		腹	/	19.2±0.3	/
		下肢	/	20.6±0.3	/
		足	/	10.5±0.2	/
21	铅屏风后	头	/	9.3±0.2	/
		胸	/	5.9±0.2	/
		腹	/	8.6±0.2	/
		下肢	/	8.4±0.3	/
		足	/	6.0±0.2	/

注：测值未扣除仪器对宇宙射线的响应值。本底监测设备处于关机状态。

表 7-10 直线加速器机房 1 周围剂量当量率监测结果

序号	检测位置	机架角度	有无模体	检测结果 (μSv/h)	
1	操作位	90°	有水模	0.132±0.002	
2	迷道外墙外 30cm (水冷机房 1)	90°	有水模	0.130±0.003	
3	防护门外 30cm	上缝	90°	有水模	0.135±0.002
		下缝	90°	有水模	0.135±0.002
		左缝	90°	有水模	0.136±0.001
		右缝	90°	有水模	0.128±0.002
		中央	90°	有水模	0.135±0.002
4	东北次屏蔽墙外 30cm (加速器 2 室)	90°	有水模	0.137±0.002	
5	东北主屏蔽墙外 30cm (加速器 2 室)	90°	无水模	0.130±0.002	

6	东南次屏蔽墙外 30cm (加速器 2 室)	90°	有水模	0.132±0.002
7	迷道外墙外 30cm (控制室 1)	90°	有水模	0.129±0.001
8	穿线孔外 30cm	90°	有水模	0.125±0.004
9	楼上 100cm (室外)	180°	有水模	0.121±0.002
10	本底 (控制室 1)	/	/	0.112

注：测值未扣除仪器对宇宙射线的响应值。本底监测设备处于关机状态。

表 7-11 项目工作场所周围环境空气吸收剂量率监测结果 (本期加速器、CT、DSA 等功能场所)

序号	检测位置	检测结果 (nGy/h)
1	3 号住院楼北门	99±2
2	3 号住院楼南门	97±2
3	3 号住院楼西门	92±3
4	行政办公楼南侧	98±3
5	门诊医技楼西门	98±2
6	管理中心出入口	99±2
7	1 号住院楼南门	98±2
8	1 号住院楼北门	98±3
9	1 号住院楼西门	99±3
10	门诊医技楼东门	93±2
11	2 号住院楼北门	99±2

注：测值扣除仪器对宇宙射线的响应值。

由表 7-2、表 7-10 可知，在正常运行的监测条件下，后装治疗机房周围剂量当量率在(0.127~0.147)μSv/h、直线加速器机房 1 周围剂量当量率在(0.121~0.137) μSv/h，均满足≤2.5μSv/h 的剂量率控制水平要求。

由表 7-7~表 7-9 可知，在正常运行的监测条件下，各 DSA 减影模式下，周围剂量当量率在 (0.125~1.81) μSv/h；各 DSA 透视模式下，周围剂量当量率在 (0.115~1.41) μSv/h；各 DSA CBCT 模式下，周围剂量当量率在 (0.121~1.54) μSv/h，均满足≤2.5μSv/h 的工作场所剂量率控制水平。

由表 7-6 可知，在复合手术室 DSA 及 CT 同时运行的监测条件下，场所外周围剂量当量率在 (0.110~1.99) μSv/h，满足≤2.5μSv/h 的工作场所剂量率控制水平。

由表 7-4、表 7-5 可知，在正常运行的监测条件下，各 CT 工作场所周围剂量当量率在 (0.106~1.99) μSv/h，均满足≤2.5μSv/h 的工作场所剂量率控制水平。

由表 7-3、表 7-11 可知，项目周围环境及环保目标处周围剂量当量率(92~

105) nGy/h, 环境本底未见明显升高。

验收监测结果表明, 项目各项辐射安全与防护措施/设施运行良好, 满足项目运行需要, 满足相关标准要求。

7.3 个人剂量

7.3.1 辐射工作人员受照剂量

医院已经委托酒泉市疾病预防控制中心开展个人剂量监测工作, 将本项目工作人员纳入个人剂量监测管理。

医院本期工程分批次建设, 由前文可知, 因医院不同科室不同设备投入运行时间不同, 且放射治疗工作场所 11 名工作人员、DSA 及 CT 工作场所 37 名工作人员实现轮班工作制(未定岗至单个工作场所专职人员), 根据医院提供 2024 年 4 季度~2025 年 2 季度个人剂量监测结果(见附件 6 统计结果), 保守取放射治疗场所、DSA 及 CT 工作场所不同职业人员三个季度个人剂量监测结果最大值估算。由报告 2.3.4 章节医院统计医用电子直线加速器、后装治疗机和 DSA1 室 2024 年 9 月 29 日至 2025 年 5 月 31 日三个季度工作负荷, 结合医院提供项目全部建设完成后工作负荷(医院两台加速器年最多治疗 3700 人次, 后装治疗机年最多治疗 1500 人次; 医院各 DSA 工作场所年最多开展手术 3200 台)保守估算。

由附件 6 统计结果, DSA 医师个人剂量监测结果最大值为 0.75mSv, DSA 技师个人剂量监测结果最大值为 0.36mSv, DSA 护士个人剂量监测结果最大值为 1.38mSv; 放射治疗场所医师个人剂量监测结果最大值为 0.42mSv, 放射治疗场所护士个人剂量监测结果最大值为 0.35mSv, 放射治疗场所物理师/技师个人剂量监测结果最大值为 0.35mSv。保守估算 DSA 医师年受照剂量为 1.85mSv, DSA 技师年受照剂量为 0.89mSv, DSA 护士年受照剂量为 3.40mSv; 放射治疗场所医师年受照剂量为 0.84mSv, 放射治疗场所护士年受照剂量为 0.70mSv, 放射治疗场所物理师/技师个人剂量监测结果最大值为 0.70mSv。

以上估算结果可知, 项目正常运行情况下, 辐射工作人员年受照剂量可满足 5mSv/a 剂量约束值要求。

7.3.2 公众受照剂量

项目本期放射治疗工作场所、DSA 工作场所均位于单独区域。

由表 2-8 可知，放射治疗工作场所四周无公众长期停留区域，加速器和后装治疗机房楼上为消防登高操作地及绿化地，一般无人员到达，本次验收以直线加速器机房 1 防护门外监测结果最大值 $0.136\mu\text{Sv/h}$ 保守估算公众受照剂量，根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）附录 A 表 A.1，居留因子取 $1/8$ ，保守以两台加速器年最多治疗 3700 人次（单次治疗 4min）进行估算，则公众所受年剂量估算结果为 $4.19\times 10^{-3}\text{mSv}$ ，满足 0.1mSv/a 剂量约束值要求。

由表 2-8 可知，各 DSA 工作场所四周为手术区域，无公众长期停留区域，主要考虑对机房楼上、楼下公众影响，结合监测结果，本次验收以透视模式监测结果最大值即手术室 DSA2 室楼上监测结果最大值：减影模式为 $0.151\mu\text{Sv/h}$ ，透视模式为 $0.141\mu\text{Sv/h}$ ，保守估算公众受照剂量。保守考虑居留因子取 1，保守以医院各 DSA 工作场所年最多开展手术 3200 台（单台手术透视时间 10min，减影出束时间 1min）进行估算，则公众所受年剂量估算结果为 $8.33\times 10^{-2}\text{mSv}$ ，满足 0.1mSv/a 剂量约束值要求。

综上所述，本项目所致公众年受照剂量可满足 0.1mSv/a 剂量约束值要求，室外的各关注点位经墙体及距离的衰减后，对周围公众影响较小。

表 8 验收监测结论

8.1 项目概况

项目本期使用医用电子直线加速器 1 台、后装治疗机 1 台（内含 ^{192}Ir 放射源 1 枚），并配备 CT 模拟定位机 1 台，开展放射治疗工作；使用血管造影用 X 射线装置 3 台、CT 机 1 台，开展放射诊疗工作。项目建设地点位于酒泉市肃州区风电大道 9 号上海市第一人民医院酒泉医院（酒泉市人民医院）院内。

项目总投资 5880 万元，环保投资 541.2 万元，环保投资占总投资比例为 9.20%。

8.2 验收监测结果

在正常运行的监测条件下，后装治疗机房及直线加速器机房 1 周围剂量当量率在（0.121~0.147） $\mu\text{Sv/h}$ ，满足 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 的工作场所剂量率控制水平。在正常运行的监测条件下，各 DSA 减影模式下，周围剂量当量率在（0.125~1.81） $\mu\text{Sv/h}$ ；各 DSA 透视模式下，周围剂量当量率在（0.115~1.41） $\mu\text{Sv/h}$ ；各 DSA CBCT 模式下，周围剂量当量率在（0.121~1.54） $\mu\text{Sv/h}$ ，均满足 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 的工作场所剂量率控制水平。在正常运行的监测条件下，复合手术室 DSA 及 CT 同时运行时，场所外周围剂量当量率在（0.110~1.99） $\mu\text{Sv/h}$ ；各 CT 工作场所周围剂量当量率在（0.106~1.99） $\mu\text{Sv/h}$ ，均满足 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 的工作场所剂量率控制水平。

项目周围环境及环保目标处周围剂量当量率（92~105） nGy/h ，环境本底未见明显升高。

8.3 辐射安全与环境保护措施

项目各项辐射安全与防护设施与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。经现场核验，各项辐射安全与环境保护设施运维良好，运行正常，满足相关标准要求。

8.4 辐射安全与防护管理措施

医院成立辐射安全与防护管理机构，负责辐射安全与防护管理工作，制定并实施辐射安全与防护管理制度，工作人员均通过辐射安全与防护考核，开展

工作人员个人剂量监测工作，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。

因此，医院从事辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求，具备从事辐射活动的能力及辐射环境管理的能力。

8.5 工作人员及公众辐射影响

本项目各项环境保护及防护设施配置满足标准要求且运行正常，医院已为工作人员配备个人剂量计，开展个人剂量监测工作，并建立个人剂量档案。本项目所致工作人员和公众的年附加有效剂量，可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中工作人员 20mSv/a 剂量限值和 5mSv/a 剂量约束值、公众 1mSv/a 剂量限值和 0.1mSv/a 剂量约束值的要求。

8.6 结论

上海市第一人民医院酒泉医院（酒泉市人民医院）新院区核技术应用项目（一期工程）基本落实了环评文件及其审批文件提出的辐射安全与防护要求，成立了辐射安全与防护管理机构，建立了较为全面的辐射安全与防护管理制度。项目正常运行过程中，各项辐射安全与防护设施运行正常，监测结果满足相关标准要求。

从辐射环境保护的角度分析，项目满足竣工环境保护验收的条件，建议通过竣工环境保护验收。

8.7 建议

（1）严格执行各项环境保护和辐射防护措施，尽可能降低项目运行过程中对环境造成的影响。确保各项环保设施正常运行，力争将对环境的不利影响降低到最小，在保障公众利益的基础上发挥项目应有的经济效益和社会效益。

（2）项目运行中，按要求制定文件控制措施，根据国家及地方最新出台的法律法规，修订各项辐射安全与环境保护管理制度，对文件编制、审核、变更、修订、分发等进行控制，使工作人员能够及时获得最新的文件；严格执行各项辐射安全与环境保护管理制度，保障项目安全运行；定期组织事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性。

（3）组织工作人员参加辐射安全与防护培训，提高工作人员的专业水平和辐射安全意识；加强辐射防护知识的宣传工作，积极反馈公众意见和建议，

树立医院良好形象。

(4) 医院在后期的运行过程中加强个人剂量监测的管理，对出现异常的检测数据进行逐一调查和分析，对设备定期进行维护，具体工作人员暂时调离或调离相关岗位，确保辐射工作人员安全。

(5) 每年 1 月 31 日前在核技术利用辐射安全申报系统提交放射性同位素和射线装置安全和防护状况年度评估报告。