

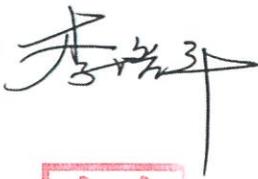
兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目  
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：兰州兰石医院有限公司

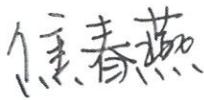
编制单位：兰州宏涛检测技术有限公司

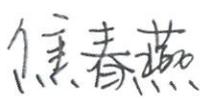
二〇二五年十二月



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:  (签字)

填表人:  (签字)

建设单位:  兰州兰石医院有限公司 (盖章)  
电话: 13893221314  
传真:   
邮编: 730050  
地址: 甘肃省兰州市七里河区瓜州路 317 号

编制单位:  兰州宏溥检测技术有限公司 (盖章)  
电话: 0931-2317449  
传真: 0931-2317449  
邮编: 730050  
地址: 甘肃省兰州市七里河区西津西路 49 号银信大厦 1 单元 9 层 002 室

## 目录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 项目建设情况 .....	5
表 3 辐射安全与防护设施/措施 .....	13
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 .....	23
表 5 验收监测质量保证及质量控制 .....	31
表 6 验收监测内容 .....	34
表 7 验收监测 .....	36
表 8 验收监测结论 .....	42

附件附图

附图：

附图 1 项目地理位置图；

附图 2 项目外环境情况及总平面布置图；

附图 3 项目工作场所平面布置示意图；

附图 4 项目环境保护目标图；

附图 5 项目工作场所辐射防护分区管理示意图；

附图 6 部分辐射安全与防护措施\设施照片。

附件：

附件 1 委托书；

附件 2 环境影响报告表批复文件；

附件 3 辐射安全许可证；

附件 4 辐射安全与防护管理制度；

附件 5 辐射安全与防护培训考核情况；

附件 6 验收检测报告；

附件 7 设备检定/校准证书；

附件 8 个人剂量监测报告；

附件 9 验收会议纪要及修改情况说明；

附件 10 验收意见；

附件 11 其他需要说明的事项。

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目				
建设单位名称	兰州兰石医院有限公司				
建设项目性质	( <input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他 )				
建设地点	兰州兰石医院有限公司社区楼 6 楼 DSA 手术室				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	使用 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机 1 台 (II类射线装置)			
建设项目环评批复时间	2025 年 3 月 24 日	开工建设时间	2025 年 3 月 26 日		
取得辐射安全许可证时间	2025 年 10 月 11 日	项目投入运行时间	2025 年 10 月 14 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 10 月 14 日	验收现场监测时间	2025 年 10 月 21 日		
环评报告表审批部门	兰州市生态环境局	环评报告表编制单位	兰州宏溥检测技术有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	山东益德净化工程有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	河南恒健净化工程有限公司		
投资总概算 (万元)	1000	环保投资总概算 (万元)	61	比例	6.1%
实际总概算 (万元)	980	实际环保投资 (万元)	65	比例	6.63%
验收依据	<b>1.1 环境保护相关法律法规和规章制度</b> (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 5 日施行；

(10) 《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；

(11) 《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；

(12) 《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；

(13) 核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录（2021 年版）；

(14) 《甘肃省辐射污染防治条例》，自 2021 年 1 月 1 日起修订施行。

## **1.2 竣工环境保护验收技术规范**

(1) 《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）；

(2) 《关于印发〈核技术利用建设项目重大变动清单（试行）〉》（环办辐射函〔2025〕313 号）；

	<p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021)。</p> <p><b>1.3 环境影响报告表及其审批部门审批决定</b></p> <p>(1) 《兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目环境影响报告表》(兰州宏溥检测技术有限公司, 2025 年 3 月);</p> <p>(2) 《兰州市生态环境局关于兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目环境影响报告表的批复》(兰环核审〔2025〕5 号, 兰州市生态环境局, 2025 年 3 月 24 日)。</p> <p><b>1.4 其他相关文件</b></p> <p>(1) 委托书;</p> <p>(2) 项目竣工资料及其他相关技术资料。</p>
验收执行标准	<p><b>1.5 工作场所剂量率参考控制水平</b></p> <p>根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 第 6.3.1 条要求, 具有透视功能的 X 射线装置在透视条件下检测时, 机房周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。</p> <p>根据环评文件, 评价取 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线装置 DSA 手术室外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h, 作为透视、减影条件下工作场所剂量率参考控制水平。</p> <p>因此, 验收选取周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h, 作为透视、减影条件下工作场所防护实体外 30cm 处、顶部及底部外 30cm 处参考控制水平。</p> <p><b>1.6 个人剂量限值</b></p> <p>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, 除本标准 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</p>

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 1-1。

**表 1-1 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； ③眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
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； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv

根据环评文件，评价取 5mSv/a 作为项目工作人员个人剂量约束值、取 0.1mSv/a 作为公众个人剂量约束值。

因此，验收选取工作人员、公众年剂量分别不大于 5.0mSv/a、0.1mSv/a，作为项目个人剂量约束值。

表 2 项目建设情况

## 2.1 工程建设内容

### 2.1.1 建设单位概况及建设背景

兰州兰石医院有限公司（以下简称医院）始建于 1954 年，是集医疗、预防、保健、康复、社区服务为一体的现代化综合性“二级甲等”医院。医院开设急诊科、内分泌消化科、呼吸科、肾内科、外科、骨科、心脑血管科、耳鼻喉科、皮肤科、中医康复科、血液透析科等常设科室，并拥有专业手术室、全自动消毒供应室和标准化药房，及检验科、影像科、特诊科等医技科室。

院内建筑面积近 30000 平方米，现有员工 210 余人，其中正高级专业技术人员 3 人，副高级专业技术人员 22 人，中级专业技术人员 60 余人。

2025 年 3 月，医院向兰州市生态环境局提交《兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目环境影响报告表》，项目建设内容为：将社区楼 6 楼西侧已建成的第一、第二手术室（不涉及辐射活动）及其功能间改造为 DSA 手术室及设备间、控制室、更衣室等辅助工程，使用 ARTIS one 型医用血管造影 X 射线机 1 台，开展放射诊断工作。

2025 年 3 月 24 日，兰州市生态环境局以《关于兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目环境影响报告表的批复》（兰环核审〔2025〕5 号）对项目作出审批，批复文件详见附件 2。

2025 年 3 月 26 日，项目开工建设。

2025 年 6 月 1 日，项目建设完成，建成内容：使用 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线装置（II 类射线装置）1 台，使用位置为社区楼 6 楼 DSA 手术室，开展放射诊断工作。

2025 年 10 月 11 日，项目获得兰州市生态环境局核发的辐射安全许可证，证书编号为甘环辐证[A1512]，详见附件 3。

2025 年 10 月 14 日，项目调试投入运行，项目辐射安全与防护设施同期投入运行。自项目运行以来，项目各项辐射安全与防护措施/设施运维良好，辐射安全管理良好，未产生明显的辐射环境影响。

2025 年 10 月 13 日，医院委托兰州宏溥检测技术有限公司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。

2025 年 10 月 21 日，兰州宏溥检测技术有限公司工作人员开展项目竣工环境保护验收监测工作。

2025年11月，兰州宏溥检测技术有限公司工作人员在查阅环评资料、环保档案、现场检查及环境监测的基础上，编制完成《兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目竣工环境保护验收监测报告表》。

2025年10月14日，分别对项目环境保护设施竣工日期、环境保护设施起止日期进行了公示，网络链接详见：<https://www.lzhpjc.com/>。

2025年10月29日，医院组织召开了兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目竣工环境保护验收会，验收组一致认为兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目通过竣工环境保护设施验收。

会后，根据专家及与会人员修改意见，我公司技术人员对报告作了相应的修改和完善，于2025年12月编制完成《兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目竣工环境保护验收监测报告表》。

同时医院向所在地县级以上生态环境主管部门报送了相关信息，并接受监督检查。

## **2.1.2 项目建设地点、周围环境关系、总平面布置**

### **2.1.2.1 项目地理位置**

兰州位于中国西北部、甘肃省中部，市中心位于北纬 36° 03' 、东经 103° 40' ，北与武威市、白银市接壤，东与定西市接壤、南与临夏回族自治州接壤，总面积 13085.6km<sup>2</sup>。

医院位于甘肃省兰州市七里河区瓜州路317号，该地点紧邻兰州中心北街和瓜州路，交通便利。项目地理位置见附图 1。

### **2.1.2.2 外环境位置关系**

医院南侧是兰州中心北街，西侧是兰州市第二十二中学和教育局家属楼，东侧是甘肃省中医院家属院南院，北侧为七里河区市政家属院和瓜州路，外环境位置关系情况见附图 2。

### **2.1.2.3 项目总平面布置及周围位置关系**

项目建设场地位于医院社区楼 6 楼。

社区楼 6 楼为手术洁净区域，由各洁净手术室、休息室及其功能房间组成，医院将 6 楼西侧第一、二手术室及其功能房间隔断全部拆除，进行改造装修后，作为 DSA 手术室使用。

项目 DSA 手术室东侧为介入手术室，南侧是医生休息区、病人等待/病人苏醒区，

西侧是控制室、高值耗材库房，北侧是设备间、污物通道，顶部外是楼顶，底部外是外科病房、走道。项目工作场所周围均为洁净手术区及附属设施，与其他科室相对隔离，避开了人群集中区域。项目工作场所布置情况见附图 3。

### 2.1.3 环境保护目标分布情况

根据环评文件，项目评价范围为 DSA 手术室屏蔽体边界外 50m 范围内区域。

DSA 手术室位于医院社区楼 6 楼，除工作人员和受检者外，平时其他公众不可达，手术室东侧为介入手术室，南侧是医生休息区、病人等待/苏醒区，西侧是控制室、高值耗材库房，北侧是污物通道、设备间，顶部外是楼顶，底部外是外科病房、通道。DSA 手术室周围 50m 范围主要环境保护目标为 DSA 手术室所在社区楼、东侧 35m 处的门诊急诊康养中心、西侧 16m 处的教育局家属楼、北侧 10m 处的兰州市第二十二中学（与项目最近位置为学校活动室）及东南侧 50m 处高压配电室等，主要保护的人群为项目评价范围内工作人员、公众，结合实际情况，项目建成后，项目环境保护目标与环评阶段一致。项目环境保护目标情况见表 2-2，项目环境保护目标图见附图 4。

表 2-1 项目环境保护目标

环境保护目标及分布		相对方位与距离	人员概况	保护要求
工作人员	DSA 手术室	DSA 手术室内	10 人	≤5mSv/a
	控制室	DSA 手术室西侧紧邻		
	病人等待/苏醒区	DSA 手术室南侧紧邻		
	高值耗材库房	DSA 手术室西侧紧邻		
	医生休息区	DSA 手术室南侧紧邻		
公众	洁净走道	DSA 手术室南 1.9m	医院职工及 流动人群	≤0.1mSv/a
	外科病房、走道	DSA 手术室楼下		
	介入手术室	DSA 手术室东侧紧邻		
	污物通道	DSA 手术室北侧紧邻		
	社区楼	项目所在建筑		
	门诊急诊康养中心	DSA 手术室东侧 35m		
	高压配电室	DSA 手术室东南侧 50m		
	兰州市第二十二中学 (最近位置为学校活动室)	DSA 手术室北侧 10m	教职工、学 生、居民	
	教育局家属楼	DSA 手术室西侧 16m		

### 2.1.4 项目建设规模及内容

#### 2.1.4.1 项目建设规模

项目使用 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线装置（II类射线装置）1 台，建设工作场所，开展放射诊断工作。

项目实际总投资为 980 万元，环保投资 65 万元，环保投资占总投资比例为 6.63%。

#### 2.1.4.2 项目建设内容

项目利用社区楼 6 楼第一、第二手术室（原先不涉及辐射活动）及其功能房间等区域，作为项目建设场地，改建后主要由 DSA 手术室、设备污物通道、控制室、高值耗材库房、医生休息区、病人等待/苏醒区、洁净走廊、谈话区及更衣室等组成。使用 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机 1 台，该设备 X 射线管最大管电压 125kV、最大管电流 800mA，属于 II 类射线装置，开展放射诊断工作。

表 2-2 项目建设情况一览表

工程名称	环评建设内容及规模	验收内容及规模	结论	
主体工程	项目计划使用 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线装置 1 台，开展放射诊断工作。项目工作场所由 DSA 手术室、设备污物通道、控制室、高值耗材库房、医生休息区、病人等待/苏醒区、洁净走廊、谈话区及更衣室等组成。	使用 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线装置 1 台，开展放射诊断工作。项目工作场所由 DSA 手术室、设备污物通道、控制室、高值耗材库房、医生休息区、病人等待/苏醒区、洁净走廊、谈话区及更衣室等组成。	与环评一致	
依托工程	项目供电、给水、排水等依托医院设施；办公及生活设施依托医院设施；废水、医疗废物、生活垃圾等依托医院设施。	项目供电、给水、排水等依托医院设施；办公及生活设施依托医院设施；废水、医疗废物、生活垃圾等依托医院设施。	与环评一致	
环保工程	废气处理设施	项目 DSA 手术室设计安装排风装置，排风装置独立设置，排风管道穿越手术室南墙后进行排放，项目排风可实现 DSA 手术室良好通风。	项目 DSA 手术室已安装独立排风装置，排风管道穿越手术室南墙后进行排放，项目排风可实现 DSA 手术室良好通风。	与环评一致
	防护工程	项目各工作场所采取的辐射防护措施，见表 3-1。	项目各工作场所采取的辐射防护措施，见表 3-1。	与环评一致
	辐射安全	项目放射诊断工作场所采取的辐射安全措施有：使用面积和单边长度要求、闭门装置、防夹装置、门灯联动装置、电离辐射警告标志及指示灯、观察窗、电缆贯穿及射线装置固有安全措施。	已建成面积和单边长度符合标准要求的工作场所，并已按要求配置了闭门装置、防夹装置、门灯联动装置、电离辐射警告标志及指示灯、观察窗、电缆贯穿及射线装置固有安全措施。	与环评一致
	个人防护	项目放射诊断工作场所受检者、陪检者和工作人员配备个人防护用品。	项目放射诊断工作场所受检者、陪检者和工作人员已配备个人防护用品。	与环评一致
	固废处置	项目运行产生医疗固废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。	工作场所已设置医疗固废专用收集桶，定期委托有医疗废物处理资质单位处理。	与环评一致

#### 2.1.4.3 项目劳动定员

环评阶段，拟配备 5 名工作人员（3 名医师、1 名技师、2 名护士）；验收阶段，项目已配备 10 名工作人员，主要由 6 名医师、2 名技师、2 名护士等人员组成，全部通过

辐射安全与防护培训考核且在有效期内，详见表 2-4；同时，项目工作人员参与医院其他核技术利用项目相关工作。

其他符合条件的工作人员，应按照《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》要求参加辐射安全与防护培训和考核，考核合格后方可上岗。

表 2-3 项目工作人员情况

序号	姓名	岗位	所属科室	考核类别	辐射安全与防护考核成绩单编号	有效期
1	秦勉	医师	心内科	医用 X 射线诊断与介入放射学	FS23GS0100068	2023 年 03 月 05 日至 2028 年 03 月 05 日
2	于海	医师	肾内科		FS22SN0100885	2022 年 09 月 08 日至 2027 年 09 月 08 日
3	王章华	医师	肾内科		FS22SN0100876	2022 年 09 月 08 日至 2027 年 09 月 08 日
4	杨善成	医师	心内科		FS25GS0100132	2025 年 06 月 02 日至 2030 年 06 月 02 日
5	张鹏	医师	心内科		FS25GS0100357	2025 年 09 月 19 日至 2030 年 09 月 19 日
6	王睿童	医师	骨科		FS25GS0100332	2025 年 09 月 15 日至 2030 年 09 月 15 日
7	满晓玲	技师	放射科		FS24GS0100188	2024 年 04 月 28 日至 2029 年 04 月 28 日
8	黄海霞	技师	放射科		FS20GS0100481	2025 年 11 月 17 日至 2030 年 11 月 17 日
9	杨红娟	护士	手术室		FS24GS0100191	2024 年 04 月 28 日至 2029 年 04 月 28 日
10	张荣豫	护士	心内科		FS25GS0100356	2025 年 09 月 19 日至 2030 年 09 月 19 日

## 2.2 工程设备和工艺分析

### 2.2.1 设备组成

项目使用的射线装置主要由 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。

项目使用的医用血管造影用 X 射线机主要技术参数，详见表 2-5。

表 2-5 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机主要技术参数

型号	ARTIS one	名称	血管造影 X 射线装置
类别	II类	X 射线管电压 (kV)	≤125
X 射线管电流 (mA)	≤800	有用线束照射方向	0~90°
透视条件下距焦点 1m 处空气比释动能率 (μGy/h)	2.11E+05	距焦点 1m 处泄漏剂量率 (mGy/h)	≤1.0

### 2.2.2 工艺流程及产污环节

经核实，项目建成后，ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机主要用于开展心脏介

入手术和血管介入手术等，各介入手术工作流程过程相似。例举腹主动脉造影术工作流程如下。

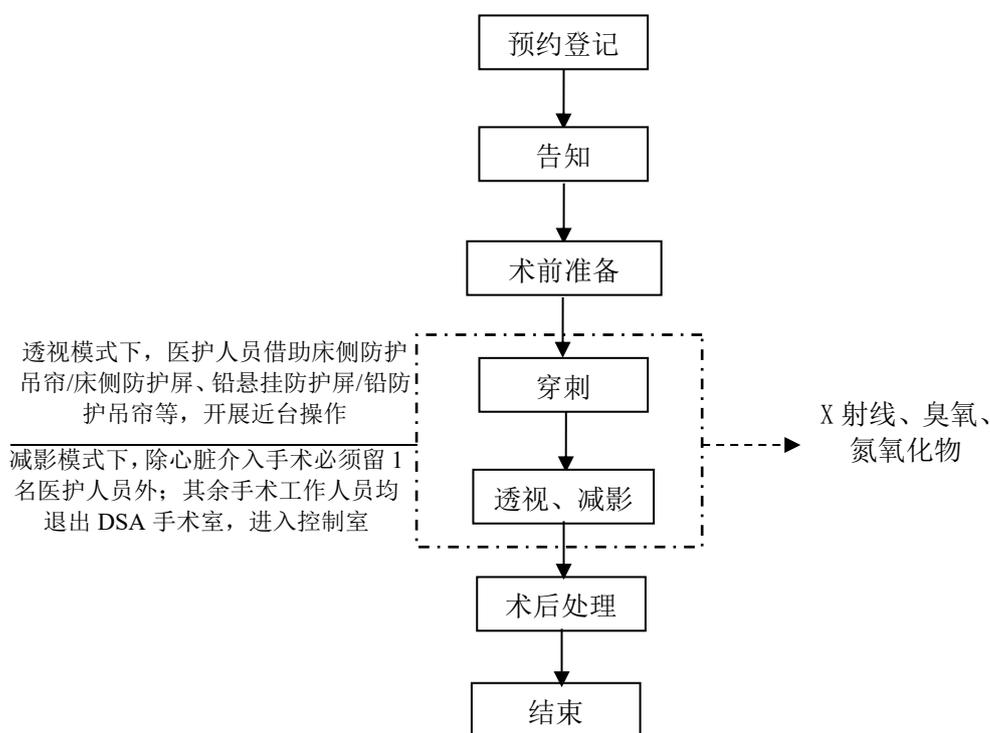


图 2-1 工艺流程及产污环节图

(1) 预约登记

经医师诊断、诊断正当性判断后，对开展介入手术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手术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

医护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、髂动脉上行至腹主动脉。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，连接到充有对比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，缓慢将导管沿着主动脉内壁前送，推注对比剂 1~2ml 证实进入腹主动脉。

期间，手术工作人员穿戴个人防护用品、佩戴个人剂量计后，进入 DSA 手术室内，确认各防护门关闭，借助床侧防护帘/床侧防护屏、铅悬挂防护屏/铅防护帘等辅助防护措施，身着铅防护衣开展近台操作。

#### (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，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（3~6 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。

透视模式下：医护人员穿戴个人防护用品、佩戴个人剂量计后，进入 DSA 手术室内，确认各防护门关闭，借助床侧防护帘/床侧防护屏、铅悬挂防护屏/铅防护帘等辅助防护措施，开展近台操作，技师处于控制室；

减影模式下：除心脏介入手术必须留 1 名医护人员外，其余手术医护人员退出 DSA 手术室处于控制室内，各防护门均自动关闭后，进行减影；其中心脏介入手术医护人员借助床侧防护帘/床侧防护屏、铅悬挂防护屏/铅防护帘等辅助防护措施，穿戴个人防护用品开展近台操作。

#### (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。

## 2.3 主要污染源

### 2.3.1 污染因子

ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机辐射源为 X 射线管，通常由真空玻璃壳内的阴极和阳极组成。当 X 射线管接通电源后，阴极加热发射热电子。热电子在电场加速下，高速电子束流轰击阳极靶物质产生 X 射线。高速电子轰击阳极靶产生的 X 射线，主要由韧致辐射能量谱和特征 X 射线能量谱组成。其中，特征 X 射线能量一般较低，强度

也远小于轫致辐射。此外，射线与空气作用引起空气中氧分解生成自由基，产生臭氧和氮氧化物。

因此，项目的污染因子主要为 X 射线、臭氧和氮氧化物。

### 2.3.2 污染源项

#### (1) X 射线

X 射线一般指电子束被靶或其它物质阻止所产生的具有连续能谱的轫致辐射。它的发射率与电子的能量、束流强度、靶物质原子序数及靶厚度有关，并随发射角度而异。加速电子轰击靶物质时，不仅沿电子入射方向（即  $0^\circ$  方向）有 X 射线发射，沿其它方向也有 X 射线发射。

同时，电子束与靶原子作用，靶核内层电子形成空位，外层电子向空位跃迁会释放特征 X 射线。一般特征 X 射线叠加在 X 射线连续光谱上。参考《辐射防护导论》图 3.2 可知，特征 X 射线能量较低。

#### (2) 臭氧及氮氧化物

项目运行过程中，射线与空气作用产生少量臭氧和氮氧化物。

### 2.3.3 “三废”组成

#### (1) 气体废物处理

射线与空气作用，产生少量臭氧及氮氧化物，经通风系统排入大气。

#### (2) 液体废物处理

项目工作人员产生的生活污水，依托医院污水处理设施处理后，接入市政污水管网。

#### (3) 固体废物处理

项目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。

项目运行产生医疗废物约 0.6t/a，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。

**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**

项目工作场所主要由 DSA 手术室、设备间、污物通道、控制室、高值耗材库房、医生休息区、病人等待/苏醒区、洁净走廊、谈话区及更衣室等组成。

DSA 手术室东侧为介入手术室，南侧是医生休息区、病人等待/苏醒区，西侧是控制室、高值耗材库房，北侧是污物通道、设备间，顶部外是楼顶，底部外是外科病房、通道。

项目工作场所设置单独的诊断机房，机房有效使用面积、最小单边长度分别为 55.87m<sup>2</sup>、7.38m，并采取了各项辐射安全与防护设施/措施，确保邻室及周围场所人员防护安全。项目工作场所附近均为介入科及附属设施，与其他科室相对隔离，避开了人群集中区域；同时，ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机有用线束朝向东墙、顶部、西墙照射，不直接照射 DSA 手术室门、窗、管线口及工作人员操作位。

因此，项目工作场所与环评布局一致，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.1 节 X 射线装置间布局的要求。

#### **3.1.2 分区管理**

根据现场调查，项目工作场所已经实施分区管理措施，已将 DSA 手术室划为控制区管理，控制区边界均为实体边界，出入口已设置电离辐射警告标志；已将控制室、医生休息区、高值耗材库房、病人等待/苏醒区（部分）划为监督区管理，定期对监督区边界进行评估，适时调整。项目工作场所辐射防护分区管理示意图见附图 5。

### **3.2 辐射安全与防护设施**

#### **3.2.1 辐射防护设施**

项目工作场所采取的辐射防护设施，见表 3-1。经现场核验，项目工作场所辐射防护设施与环评文件一致。

根据现场检测结果，机房四面墙体、门、窗表面、出线口、顶棚上方（楼上）、机房地面下方（楼下）和操作人员位置，周围剂量当量率均小于 2.5μSv/h，项目 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机工作场所采取的辐射防护设施，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.2.2 条关于辐射防护的要求，即：C 形臂 X 射线设备机房有用线束方向、非有用线束方向铅当量均需要达到 2mmPb。

**表 3-1 项目工作场所辐射防护设施**

防护实体	环评阶段辐射防护设施	实际建设辐射防护设施	等效铅当量
四周墙	50 方钢龙骨+4mmPb (43mm 厚) 硫酸钡板	50 方钢龙骨+4mmPb (43mm 厚) 硫酸钡板	4.0mmPb
顶部	在原有 150mm 混凝土结构板的基础上, 安装 4mmPb (43mm 厚) 硫酸钡板吊顶	在原有 150mm 混凝土结构板的基础上, 安装 4mmPb (43mm 厚) 硫酸钡板吊顶	6.0mmPb
底部	在原有 150mm 混凝土结构板的基础上, 铺 4mmPb (43mm 厚) 硫酸钡水泥地坪	在原有 150mm 混凝土结构板的基础上, 铺 4mmPb (43mm 厚) 硫酸钡水泥地坪	6.0mmPb
观察窗	用铅玻璃进行防护, 铅当量 4mmPb	用铅玻璃进行防护, 铅当量 4mmPb	4.0mmPb
医护门	设计内衬 4mmPb 铅板	内衬 4mmPb 铅板	4.0mmPb
患者门	设计内衬 4mmPb 铅板	内衬 4mmPb 铅板	4.0mmPb
污物通道门	设计内衬 4mmPb 铅板	内衬 4mmPb 铅板	4.0mmPb

根据兰州宏溥检测技术有限公司对 DSA 工作场所验收检测报告 (报告编号: HPJ125129), 项目射线装置工作场所各检测点位周围剂量当量率均符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 相关要求。

### 3.2.2 辐射安全设施

#### (1) 有效使用面积、单边长度

DSA 手术室长、宽分别为 7.57m、7.38m, 最小单边长度 7.38m, 有效使用面积约 55.87m<sup>2</sup>。

#### (2) 闭门装置

DSA 手术室设置出入门 3 个, 分别与控制室 (医护门)、病人等待/苏醒区 (患者门) 及污物通道之间 (污物通道门) 相连通。

DSA 手术室与病人等待/苏醒区之间已安装电动式推拉门 (患者门), 门内、外已安装脚踏式开关, 就地控制门的自动启闭; 同时, 推拉门上已安装红外式传感器, 传感器检测到门附近有障碍物情况下, 自动中断门的关闭动作, 实现防夹功能。

DSA 手术室与控制室之间已安装平开门 (医护门), 门上已安装闭门器, 可实现自动闭门功能。

DSA 手术室与污物通道之间已安装平开门 (污物通道门), 门上已安装闭门器, 可实现自动闭门功能。

手术前, 工作人员进入 DSA 手术室由内部打开患者门, 待病人进入手术室后, 将患者门闭锁, 防止人员误入。

### (3) 电离辐射警告标志及指示灯

各防护门上均张贴电离辐射警告标志，患者门上方已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，候诊区域已放置放射防护注意事项告知栏。

### (4) 观察窗

DSA 手术室与控制台之间设有观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

### (5) 固有安全措施

ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机已安装可调限束装置、安全故障报警装置、控制锁定开关、常闭式出束开关、剂量指示装置、紧急停机装置等安全措施，以实现减少泄漏辐射、自动触发报警信号、显示故障、防止非工作人员操作设备、中断照射、紧急停机等功能。

同时，ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机还配备了移动铅屏风、铅悬挂防护屏，床侧防护帘等辅助防护设施，铅当量 0.5mmPb。

### (6) 个人防护用品

项目已配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套等工作人员个人防护用品各 4 件，铅防护眼镜、介入防护手套各 2 副，介入防护手套铅当量 0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量均为 0.5mmPb；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 1 件，铅当量 0.5mmPb；为陪检者配备铅橡胶防护衣 1 件，铅当量 0.5mmPb。

### (7) 监测仪表

依托原有的 1 台 RP6000 型便携式辐射测量仪，开展辐射环境监测工作。

### (8) 通风措施

DSA 手术室内已安装独立排风装置，排风口位于 DSA 手术室吊顶中部偏南位置，排风管道（200×200mm）在吊顶夹层内布置，排风管道贯穿 DSA 手术室南墙后排出，最终排入大气，可实现 DSA 手术室良好通风。排风管道贯穿机房墙面位置，利用 4mm 铅进行包覆，减少风管贯穿造成的防护减弱影响。

### (9) 电缆管线贯穿措施

项目工作场所设置电缆沟，用于敷设诊断机房与外界电气设施的电缆。电缆沟顶部设有金属盖板，处于地面以下，穿墙处为地理“U”结构形式，减少对诊断机房实体防护的不利影响。

### 3.3 “三废”处理设施

#### 3.3.1 气体废物处理

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。

#### 3.3.2 液体废物处理

工作人员办公及生活产生少量生活污水，依托医院现有设施处理后，纳入市政管网。

#### 3.3.3 固体废物处理

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。

项目运行过程中，产生纱布、针管、损伤废物、输液器等医疗废物约 0.6t/a，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 项目投资及环保投资

项目实际总投资为 980 万元，环保投资 65 万元，环保投资占总投资比例为 6.63%。

表 3-2 项目环保投资情况

投资项目	投资内容	环评投资金额（万元）	实际投资内容	实际投资金额（万元）
辐射防护设施	DSA 手术室四面墙面设计方管龙骨结构墙体，内衬 4mmPb 硫酸钡板防护层，外饰板为 50mm 厚机制岩棉彩钢板；顶面 150mm 钢筋混凝土结构板上，采用 4mmPb 硫酸钡板进行防护；地面 150mm 钢筋混凝土结构板上，浇筑 4mmPb 硫酸钡混凝土地坪；各门设计内衬 4mmPb 铅板，作为防护层；观察窗设计采用铅玻璃进行防护，铅当量 4mmPb。	48	DSA 手术室四面墙面已安装方管龙骨结构墙体，内衬 4mmPb 硫酸钡板，外饰板为 50mm 厚机制岩棉彩钢板；顶面 150mm 钢筋混凝土结构板上，已安装 4mmPb 硫酸钡板；地面 150mm 钢筋混凝土结构板上，已浇筑 4mmPb 硫酸钡混凝土地坪；各门均内衬 4mmPb 铅板，作为防护层；观察窗采用铅玻璃进行防护，铅当量 4mmPb。	50
辐射安全措施	项目工作场所设计安装闭门装置、防夹装置、电离辐射警告标志、工作状态指示灯、观察窗、固有安全措施（配备铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏等辅助防护设施）、排风装置、电缆贯穿等措施。	5.0	项目工作场所已安装闭门装置、防夹装置、电离辐射警告标志、工作状态指示灯、观察窗、固有安全措施（配备了铅悬挂防护屏、床侧防护帘等辅助防护设施）、排风装置、电缆贯穿等措施。	7.5
监测仪表	依托现有便携式 X-γ 辐射监测仪 1 台。	/	依托现有 RP6000 型便携式 X-γ 辐射监测仪 1 台。	/
个人防护用品	项目计划配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等工作人员个人防护用品各 4 件，介入防护手套铅当量	2.0	项目已配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套等工作人员个人防护用品各 4 件，铅防护眼镜、介入防护手套各 2 副，介入防护手套铅当量 0.025mmPb，其	铅防护眼镜、介入防护手套虽较环评阶段有所减少，但满足手

	0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量均为 0.5mmPb；计划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 0.5mmPb；计划为陪检者配备铅橡胶防护衣 1 件，铅当量 0.5mmPb。		他个人防护用品铅当量均为 0.5mmPb；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 1 件，铅当量 0.5mmPb；为陪检者配备铅橡胶防护衣 1 件，铅当量 0.5mmPb。	术防护需求 1.5
环保 专项 评价	环境影响评价及竣工环境保护验收。	6.0	环境影响评价及竣工环境保护验收。	6.0
合计		61	合计	65

### 3.5 项目变动分析

根据现场调查，按照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》，对项目验收阶段与环评阶段的建设地点、性质、规模、工艺流程及辐射安全防护设施/措施对比分析，见表 3-3。

表 3-3 项目工程建设对比情况一览表

工程建设	条款要求	项目实际建设情况	是否涉及重大变动
性质	由核技术利用建设项目变更为其类别建设项目	核技术利用建设项目	否
建设地点	重新选址	项目不涉及	否
	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	项目不涉及	否
规模	射线装置类别升高	项目射线装置属于 II 类射线装置	否
	射线装置额定功率或输出剂量率增大 50%及以上	项目射线装置和环评阶段一致	否
	增加新的辐射工作场所	项目不涉及	否
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、配套设备及放射性三废处理设施任何一项变化。	主要用于开展心脏介入手术、血管介入手术等，和环评阶段一致	否
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	除工作人员个人防护措施中铅防护眼镜、介入防护手套较环评阶段减少外，其余辐射防护措施和环评阶段一致；铅防护眼镜、介入防护手套配置满足手术需求，未导致不利影响加重	否
	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	项目不涉及	否

综上，按照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》，项目验收阶段与环评

阶段的性质、建设地点、规模、工艺流程及辐射安全防护措施基本一致，均未构成重大变动。

### **3.6 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。

### **3.7 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。

#### **3.7.1 辐射安全与防护管理机构**

根据相关要求，医院已成立辐射防护安全与环境保护管理领导小组，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；安排朱丽文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》第十六条第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。

##### **3.7.1.1 组织机构**

组 长：吴 大

副组长：朱丽文（专职人员）

成 员：张 鹏、王章华、于 海、杨红娟、刘金霞

##### **3.7.1.2 机构职责**

（1）负责对医院射线装置安全防护工作和辐射环境保护工作实施统一监督管理。

（2）负责医院环境影响评价报告的申报和协助有关部门进行验收，负责我院辐射安全许可证的申报以及协助相关部门进行审核，对新建项目加强管理，负责对我院辐射项目“三同时”制度执行情况进行检查。

（3）负责医院辐射设备的日常监督管理，负责医院辐射安全与环境保护管理的监察工作。

（4）负责制定并落实辐射事故预防措施与应急预案，如发生辐射事故，必须立即启动辐射事故应急预案，控制事故影响，并在1个小时内向环保和卫生部门报告。

（5）负责牵头组织、指导其他责任科室开展辐射安全管理工作。加强与市县相关

监管部门的沟通、衔接。

(6) 加强院内管理人员培训，定期督查，指导做好个人以及患者的辐射防护，确保辐射安全。

(7) 负责我院辐射安全和环境保护管理队伍的建设。

### 3.7.2 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：DSA 安全操作规程。

(3) 岗位职责：DSA 手术室工作人员岗位职责。

(4) 设备检修维护制度：射线装置维护保养制度。

(5) 台帐管理制度：台账管理制度。

(6) 人员培训计划：辐射工作人员培训制度。

(7) 监测方案：辐射监测方案。

(8) 事故应急：兰州兰石医院有限公司辐射事故应急预案。

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。

### 3.7.3 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，为科学有效、及时处置放射事故，降低和减轻事故的损害和影响，保障公众及从业人员安全和健康，医院已经制定了辐射事故应急预案，成立了应急组织机构，负责医院放射事故应急工作，明确工作职责、工作程序等内容，配备应急物资，定期组织应急演练。

#### 3.7.3.1 组织机构

组 长：吴 大

副组长：翟旭东、王学莲、朱丽文

成 员：秦恩霞、周如瑶、秦勉、霍小华、王睿童、满晓玲、刘金霞

### 3.7.3.2 机构职责

- (1) 贯彻执行国家辐射应急的方针政策和辐射应急工作要求；
- (2) 应急期间充分调动人力、物力支援，实施统一指挥，统一组织，统一行动，采取各种有效快速的救援措施，最大限度地减少污染危害，避免人身伤亡和财产损失，消除对医院的负面影响；
- (3) 组织编制和修订医院辐射事故应急救援预案，组织开展安全教育培训和不定期进行反事故演练；
- (4) 定期检查辐射事故应急系统和各岗位防护器材的备用完好情况；
- (5) 负责组织指挥事故现场的处理物资调配、人员疏散、现场控制等现场的具体工作；
- (6) 负责做好善后处理工作；
- (7) 按发生事故“四不放过”原则，组织或协助配合上级进行事故调查分析、处理工作；
- (8) 发生事故时，应立即赶赴现场组织指挥全院的应急救援工作，同时向有关领导和部门报告事故情况。

### 3.7.3.3 辐射事故应急响应

发生辐射事故时，相关辐射工作人员立即将事故性质、时间、地点、联系人、电话等向单位应急救援领导小组报告。应急救援领导小组在接到报告后，立即启动辐射事故应急预案。

#### 1、应急响应措施

(1) 发生射线装置失控导致人员受到误照射时，立即组织现场人员撤离，切断射线装置电源，最大限度控制实际影响，保护好现场，迅速、正确判断事件性质，将事故情况报告应急救援领导小组。并对受照人员进行现场救护，同时安排受照人员接受医学检查或者在指定的医疗机构救治，并对照射域采取应急安全处理措施。查明辐射事故发生原因并进行整改。

(2) 因机房防护门、屏蔽墙、门灯联动装置损害而造成 X 射线泄漏或人员误入辐射工作场所，导致人员受到误照射时，应急救援小组赶到现场后，立即切断电源，并安排受照人员接受医学检查和医疗救治。查明辐射事故发生原因并进行整改。

#### 2、应急终止和恢复正常秩序

确定解除应急状态需要符合以下条件：

(1) 在批准终止应急状态之前，必须获得足够的情况，确信放射性事故已切实得到控制，而且几乎已恢复到安全状态。

(2) 放射事故已经停止或者已经控制到低于可接受的水平。

(3) 为使公众免受放射性污染，并使事故的长期后果可能引起的照射降至尽量低的水平，已经采取并继续采取一切必要的防护措施。

### 3、应急响应总结报告

应急状态终止后，各有关部门和单位按有关规定及时做出书面总结报告。总结报告应包括下列基本内容：发生事故的基本情况，事故原因、发展过程及造成的后果（包括人员伤亡、经济损失）分析、评价，采取的主要应急响应措施及其有效性，主要经验教训和事故责任人及其处理等。总结报告的具体内容和格式按规定执行。并向相关政府主管部门提交事故报告。

#### 3.7.3.4 应急培训

医院必须按照年度培训计划和培训内容进行有效地培训，培训内容包括：事故报警、人员疏散、防护器材使用、辐射防范常识以及医疗急救常识等。

#### 3.7.3.5 符合性分析

综上所述，医院制定了辐射事故应急预案，成立了应急组织机构，全面负责医院放射事故应急工作，明确工作职责、工作程序等内容，配备应急物资，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。

#### 3.7.4 辐射安全与防护培训考核

项目配备 10 名工作人员，主要由医师、技师、护士等人员组成，全部通过辐射安全与防护培训考核且在有效期内，详见表 2-4。同时，项目工作人员参与医院其他核技术利用项目相关工作。

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。

### 3.7.5 个人剂量监测

医院已委托有资质单位开展个人剂量监测工作；经现场检查，医院辐射环境监测制度执行良好，目前已建立个人剂量和健康档案并长期保存，见附件 8。

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》第二十九条的要求，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。

**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**

项目使用 Artis one 型医用血管造影用 X 射线装置 1 台,开展放射诊断工作。Artis one 型医用血管造影用 X 射线装置 X 射线管最大电压 125kV、最大电流 800mA,属于 II 类射线装置。

项目建设场地位于医院社区楼六层。项目工作场所改造完成后,主要由 DSA 手术室、设备污物通道、控制室、高值耗材库房、医生休息区、病人等待/苏醒区、洁净走廊、谈话区及更衣室等组成。

项目总投资为 1000 万元,环保投资 61 万元,环保投资占总投资比例为 6.1%。

##### **4.1.2 产业政策分析**

按照《产业结构调整指导目录(2024 年本)》要求,项目属于鼓励类医药行业“高端医疗器械创新发展:新型基因、蛋白和细胞诊断设备,新型医用诊断设备和试剂,高性能医学影像设备,高端放射治疗设备,急危重症生命支持设备,人工智能辅助医疗设备,移动与远程诊疗设备,高端康复辅助器具,高端植入介入产品,手术机器人等高端外科设备及耗材,生物医用材料、增材制造技术开发与应用”项目,符合国家产业政策。

##### **4.1.3 利益代价分析**

项目建成后,可为周边地区广大群众提供介入治疗,有利于推动区域介入治疗临床应用的发展,满足区域群众就诊需求,提高区域医疗水平,对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用,具有显著的社会效益和经济效益。项目在采取一系列辐射安全与环境保护措施的前提下,大大减轻项目对环境造成的不利影响。

综上所述,项目在落实辐射安全与环境保护措施后,可以实现经济效益、社会效益的协调发展。因此,项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射防护“实践正当性”要求。从利益代价角度分析,项目的建设是可行的。

##### **4.1.4 项目所在地环境质量现状**

监测显示,项目拟建场地室内 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率在 69~99nGy/h;周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率在 63~72nGy/h。对比《甘肃省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(甘肃省环境保护研究所,1996)表 4 内容,兰州市原野、道路、室内等 $\gamma$ 辐射(空气吸收)剂量率范围值分别为 34.0-104.5nGy/h、35.5-73.3nGy/h、18.7-132.3nGy/h,项目拟建场地及周围环境辐射水平未见异常。

#### 4.1.5 辐射安全与环境保护措施分析

项目工作场所辐射防护分区管理，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。

项目设计采取的各项辐射安全与环境保护措施，满足《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

预测显示，Artis one 型医用血管造影用 X 射线装置透视、减影模式下，DSA 手术室外关注点剂量率  $7.70\text{E-}06\mu\text{Sv/h}\sim 7.92\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，满足评价提出的 DSA 手术室外 30cm、顶部外 30cm 处周围剂量当量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的参考控制水平。

个人剂量估算显示，项目运行致工作人员年有效剂量为  $1.05\text{E-}04\text{mSv/a}\sim 4.45\text{E-}01\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B1.1.1.1 中由审管部门决定的连续 5 年的工作人员  $20\text{mSv}$  年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），也满足评价提出工作人员  $5\text{mSv/a}$  的个人剂量约束值要求；项目运行致公众年有效剂量为  $9.72\text{E-}07\text{mSv/a}\sim 1.88\text{E-}04\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B1.2.1 公众中有关关键人群组的成员所受到  $1\text{mSv}$  的平均剂量限值，也低于评价提出公众  $0.1\text{mSv/a}$  的个人剂量约束值要求。

#### 4.1.7 辐射安全管理

医院已成立辐射安全与防护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作。

为了规范辐射安全与环境保护管理工作，医院制定了《辐射防护和安全保卫制度》《岗位职责》《射线装置安全操作规程》《设备检修维护制度》《台账管理制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》《辐射事故应急预案》等制度，规范辐射安全与环境保护管理。

项目建成后，医院应结合 Artis one 型医用血管造影用 X 射线装置技术特点，制定符合设备要求的操作规程、检修维护制度、岗位职责等，并将项目纳入辐射安全与环境保护管理。

#### 4.1.8 事故影响分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《甘肃省辐射污染防治条例》要求，为科学有效、及时处置辐射事故，降低和减轻事故的损害和影响，保障公众及从业

人员安全和健康，保护辐射环境安全，维护社会稳定，医院已经制定了辐射事故应急预案，成立了应急组织机构，负责医院辐射事故应急工作，明确工作职责、工作程序、事故分级、联络接口等内容，配备应急物资，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，兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”要求，项目在落实辐射安全与环境保护措施、辐射环境管理措施的前提下，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。

#### **4.1.10 建议**

（1）落实各项辐射安全与环境保护措施，完善辐射安全与环境保护管理制度，建立项目运行管理记录、环境监测记录、个人剂量管理记录及维修检查记录等，并存档备查。

（2）医院应定期开展辐射安全培训和教育，提高工作人员辐射安全意识。

（3）医院应加强对仪器、设备、设施等的日常检查、维护管理工作，确保其能够满足项目正常运行需要。

（4）医院应根据国家及地方最新出台的法律法规，对辐射安全与环境保护管理制度进行完善。

（5）每年 1 月 31 日前，医院应向生态环境主管部门提交上一年度的安全和防护状况年度评估报告，且上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（<http://rr.mee.gov.cn>）。

（6）项目批复后，医院应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，向生态环境主管部门重新申请领取辐射安全许可证。申请辐射安全许可证前，医院需在全国核技术利用辐射安全申报系统（<http://rr.mee.gov.cn>）进行相关信息的填写。

## 4.2 审批部门审批决定

2025年03月24日，兰州市生态环境局以《兰州市生态环境局关于兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目环境影响报告表的批复》（兰环核审〔2025〕5号）对项目予以批复，批复内容如下：

### 一、项目主要建设内容

兰州兰石医院有限公司位于兰州市七里河区瓜州路317号，项目建设地点位于该公司社区楼6楼，项目将社区楼6楼西侧已建成的第一、第二手术室（不涉及辐射活动）及其功能间改造为 DSA 手术室及设备间、控制室、更衣室等辅助工程。项目使用 Artis one 型医用血管造影 X 射线机 1 台，开展放射诊断工作。X 射线管最大电压 125KV、最大电流 800mA，属于 II 类射线装置，配套设备间、更衣间、操作间等辅助工程。项目总投资 1000 万元，其中环保投资 61 万元，占总投资的 6.1%。该项目实施可能对大气、辐射环境产生不利影响，在全面落实环境影响报告表和本批复提出的各项生态环境保护措施后，该项目所产生的不利生态环境影响可以得到一定缓解或控制。我局原则同意环境影响报告表的总体评价结论和拟采取的生态环境保护措施。

### 二、项目建设及运行中应重点做好的工作

（一）落实辐射环境管控措施。落实《报告表》提出的各项辐射安全与防护措施，确保满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等相关标准要求。辐射工作场所应严格划定控制区和监督区。项目将 DSA 机房划分为控制区，在控制区出入口及其它适当位置设置电离辐射警告标志和标明控制区的标志，采取出入许可及出入口控制系统限制人员出入控制区；将控制室、休息区、库房等划为监督区并定期对监督区边界进行评估，以确定是否需要采取防护措施作出安全规定；辐射工作场所设置自动闭门、电离辐射警告标志、观察窗辐射安全防护设施，配备铅橡胶围裙、铅防护眼镜等个人防护用品。

（二）落实辐射监测管理要求。配备便携式 X- $\gamma$  辐射监测仪等必要的辐射监测仪器，建立辐射环境监测制度，加强项目运行期间工作场所、周围环境的辐射水平监测并归档。严格落实个人剂量监测与管理制度，建立个人剂量和健康档案并长期保存。按照辐射防护最优化的原则，本项目确定工作人员年有效剂量管理限值为 5mSv。

（三）落实辐射安全规章制度。高度重视辐射环境管理工作，建立健全专职管理机构并指定专人负责，制定并落实操作规程、岗位职责、设备检修维护、辐射防护及安全

保卫等辐射安全管理规章制度，做到制度上墙。制定完善的辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，确保区域辐射环境安全。相关管理及工作人员须参加相应级别的辐射安全培训和考核，严格持证上岗。

(四) 落实“三废”治理措施。项目运行产生的少量臭氧及氮氧化物通过空调净化系统的排风管道贯穿出楼顶排入大气；工作人员办公及生活产生的少量污水，依托医院现有预处理设施预处理后排入市政管网；介入手术期间产生的少量纱布、针管等医疗废物收集暂存于危废暂存间，委托有资质单位进行处置。

### 三、相关要求

(一) 加大宣传力度，主动接受监督。加强公众沟通和科普宣传，及时解决公众提出的合理环境诉求，及时公开项目建设与环境保护信息，主动接受社会监督。

(二) 落实环保制度，规范验收程序。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，落实各项环境保护措施，环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或生态保护、污染防治措施发生重大变动的，应当按要求重新报批环境影响报告表。该项目竣工后，须按规定程序开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入运行。

(三) 加强运行管理，强化日常监督。由市生态环境保护综合行政执法队、市生态环境局城关分局组织开展该项目的“三同时”监督检查和管理工作。你单位须按规定接受各级生态环境主管部门日常监督检查。

### 4.3 环评文件辐射安全与防护设施/措施落实情况

环评文件中，提出的辐射安全与防护设施/措施落实情况，见表 4-1。

表 4-1 环评文件提出的辐射安全与防护设施/措施落实情况

环评文件提出的辐射安全与防护设施/措施		落实情况
辐射防护设施/措施	DSA手术室四面墙面设计方管龙骨结构墙体，内衬4mmPb硫酸钡板防护层，外饰板为50mm厚机制岩棉彩钢板；顶面150mm钢筋混凝土结构板上，采用4mmPb硫酸钡板进行防护；地面150mm钢筋混凝土结构板上，浇筑4mmPb硫酸钡混凝土地坪；各门设计内衬4mmPb铅板，作为防护层；观察窗设计采用铅玻璃进行防护，铅当量4mmPb。	DSA手术室四面墙面已安装方管龙骨结构墙体，内衬4mmPb硫酸钡板，外饰板为50mm厚机制岩棉彩钢板；顶面150mm钢筋混凝土结构板上，已安装4mmPb硫酸钡板；地面150mm钢筋混凝土结构板上，已浇筑4mmPb硫酸钡混凝土地坪；各门均内衬4mmPb铅板，作为防护层；观察窗采用铅玻璃进行防护，铅当量4mmPb
	①闭门装置 DSA手术室与病人等待/苏醒区之间设计安装电动式推拉门（患者门），门内、外设计安装脚踏式开关，就地控制门的自动启闭；同时，推拉门上设计安装红外式传感器，传感器	①闭门装置 DSA手术室与病人等待/苏醒区之间已安装电动式推拉门（患者门），门内、外已安装脚踏式开关，就地控制门的自动启闭；同时，推拉门上已安装红

<p>检测到门附近有障碍物情况下，自动中断门的关闭动作，实现防夹功能。</p> <p>DSA手术室与控制室之间设计安装平开门，门上设计安装闭门器，实现自动闭门功能。</p> <p>DSA手术室与污物通道之间设计安装平开门，门上设计安装闭门器，门内（DSA手术室一侧）设置就地控制开关，通过电控方式就地控制门的自动关闭，实现自动闭门功能。</p> <p>手术前，工作人员进入DSA手术室由内部打开患者门，待病人进入手术室后，将门闭锁，防止人员误入。</p>	<p>外式传感器，传感器检测到门附近有障碍物情况下，自动中断门的关闭动作，实现防夹功能。</p> <p>DSA手术室与控制室之间已安装平开门（医护门），门上已安装闭门器，可实现自动闭门功能。</p> <p>DSA手术室与污物通道之间已安装平开门（污物通道门），门上已安装闭门器，可实现自动闭门功能。</p> <p>手术前，工作人员进入DSA手术室由内部打开患者门，待病人进入手术室后，将患者门闭锁，防止人员误入。</p>
<p>②电离辐射警告标志及指示灯</p> <p>DSA手术室门上设计张贴电离辐射警告标志，警告周围人群当心电离辐射。电离辐射警告标志按照（GB18871-2002）附录F要求进行设计。</p> <p>DSA手术室门上方设计安装工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯设计与患者门有效关联。</p> <p>病人候诊区设置放射防护注意事项告知栏。</p>	<p>②电离辐射警告标志及指示灯</p> <p>各防护门上均张贴电离辐射警告标志，患者门上方已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。</p> <p>候诊区域已放置放射防护注意事项告知栏。</p>
<p>③观察窗</p> <p>DSA手术室与控制室控制台之间设计安装观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。</p>	<p>③观察窗</p> <p>DSA手术室与控制室之间设有观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。</p>
<p>④固有安全措施</p> <p>Artis one型医用血管造影用X射线装置设计安装可调限束装置、安全故障报警装置、控制锁定开关、常闭式出束开关、剂量指示装置、紧急停机装置等安全措施，以实现减少泄漏辐射、自动触发报警信号、显示故障、防止非工作人员操作设备、中断照射、紧急停机等功能。</p> <p>同时，Artis one型医用血管造影用X射线装置还配备铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏等辅助防护设施，铅当量0.5mmPb。</p>	<p>④固有安全措施</p> <p>ARTIS one型医用血管造影用X射线机已安装可调限束装置、安全故障报警装置、控制锁定开关、常闭式出束开关、剂量指示装置、紧急停机装置等安全措施，以实现减少泄漏辐射、自动触发报警信号、显示故障、防止非工作人员操作设备、中断照射、紧急停机等功能。</p> <p>同时，ARTIS one型医用血管造影用X射线机还配备了铅悬挂防护屏，床侧防护帘等辅助防护设施，铅当量0.5mmPb。</p>
<p>⑤排风措施项目</p> <p>DSA手术室设计安装空调净化系统，该系统主要由送风装置、回风装置、排风装置组成，可实现DSA手术室良好通风。其中，该系统排风口设计安装在DSA手术室吊顶中部偏东位置，排风管道（250×200mm）在吊顶夹层内布置，向南贯穿DSA手术室南墙后，接低噪音离心风机（设计排风量500m<sup>3</sup>/h）后，向上贯穿楼板接出楼顶，最终排入大气。</p>	<p>⑤排风措施项目</p> <p>DSA手术室内部已安装独立排风装置，排风口位于DSA手术室吊顶中部偏南位置，排风管道（200×200mm）在吊顶夹层内布置，排风管道贯穿DSA手术室南墙后排出，最终排入大气，可实现DSA手术室良好通风。</p> <p>排风管道贯穿机房墙面位置，利用4mm铅进行包覆，减少风管贯穿造成的防护减弱影响。</p>

	<p>⑥检测仪表 项目依托医院已配备的1台RP6000型环境级X-γ辐射监测仪。</p>	<p>⑥检测仪表 项目依托医院已配备的1台RP6000型环境级X-γ辐射监测仪。</p>
	<p>⑦个人防护用品 项目计划配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等工作人员个人防护用品各4件，介入防护手套铅当量0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量均为0.5mmPb；计划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0.5mmPb；计划为陪检者配备铅橡胶防护衣1件，铅当量0.5mmPb。</p>	<p>⑦个人防护用品 项目已配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套等工作人员个人防护用品各4件，铅防护眼镜、介入防护手套各2副，介入防护手套铅当量0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量均为0.5mmPb；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1件，铅当量0.5mmPb；为陪检者配备铅橡胶防护衣1件，铅当量0.5mmPb。</p>
	<p>⑧电缆贯穿措施 项目DSA手术室电缆沟顶部设计安装钢制盖板，处于地面以下，采取“U”结构贯穿DSA手术室实体防护，减少不利影响。</p>	<p>⑧电缆贯穿措施 电缆沟顶部设有金属盖板，处于地面以下，穿墙处为地理“U”结构形式，减少对诊断机房实体防护的不利影响。</p>
辐射安全管理措施	<p>①工作人员接受辐射安全与防护相关法律法规考核，满足岗位要求。</p>	<p>已落实，配备了10名辐射工作人员，主要由医师、技师、护士等人员组成，全部通过辐射安全与防护培训考核且在有效期内。</p>
	<p>②结合手术类型、需要，选择合适的照射条件、照射野、防护用品等。</p>	<p>已落实，已结合手术类型、需要，选择合适的照射条件、照射野、防护用品等。</p>
	<p>③在手术能达到预期诊疗目标情况下，合理设置射线装置技术参数，减少受检者（患者）医疗照射水平。</p>	<p>已落实，在手术能达到预期诊疗目标情况下，合理设置射线装置技术参数，减少受检者（患者）医疗照射水平。</p>
	<p>④射线装置曝光时，应关闭与手术室相通的门。</p>	<p>已落实，DSA手术室各出入口均已安装自动闭门装置。</p>
	<p>⑤开展工作前，工作人员正确穿戴个人防护用品，个人剂量计佩戴要求应符合GBZ128-2019的规定。</p>	<p>已落实，开展工作前，工作人员正确穿戴个人防护用品，已按照GBZ128-2019的规定配备个人剂量计。</p>
	<p>⑥对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在场所内停留。</p>	<p>已落实，受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在场所内停留。</p>
分区管理	<p>按照分区管理的原则，项目将DSA手术室划为控制区管理，将控制室、医生休息区、高值耗材库房、病人等待/苏醒区（部分）划为监督区管理。对于控制区，除了受检者、陪检者和工作人员外，严禁其他人员出入，并在控制区出入口设置电离辐射警告标志；对于监督区，不采取专门的辐射安全与防护措施，定期对职业照射条件进行监督和评价。</p>	<p>已将DSA手术室划为控制区管理，控制区边界均为实体边界，出入口已设置电离辐射警告标志；已将控制室、医生休息区、高值耗材库房、病人等待/苏醒区（部分）划为监督区管理，定期对监督区边界进行评估，适时调整。</p>

分析表 4-1，环评文件提出的辐射安全与防护设施/措施要求，在项目建设阶段已经落实，满足项目运行需要。

#### 4.4 审批决定有关要求落实情况

审批决定有关要求落实情况，见表 4-2。

**表 4-2 审批决定有关要求落实情况**

审批决定有关要求	落实情况
<p>落实辐射环境管控措施。落实《报告表》提出的各项辐射安全与防护措施，确保满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等相关标准要求。辐射工作场所应严格划定控制区和监督区。项目将DSA机房划分为控制区，在控制区出入口及其它适当位置设置电离辐射警告标志和标明控制区的标志，采取出入口控制及出入口控制系统限制人员出入控制区；将控制室、医生休息区、高值耗材库房、病人等待/苏醒区（部分）等划为监督区。工作场所各防护门已设置自动闭门装置、电离辐射警告标志、观察窗辐射安全防护设施，配备铅橡胶围裙、铅防护眼镜等个人防护用品。各项辐射安全与防护设施/措施，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/措施运行、维护良好，满足项目运行要求。</p>	<p>已落实，通过现场自查，项目将DSA机房划分为控制区，在控制区出入口及其它适当位置设置电离辐射警告标志和标明控制区的标志，采取出入口控制及出入口控制系统限制人员出入控制区；已将控制室、医生休息区、高值耗材库房、病人等待/苏醒区（部分）等划为监督区。工作场所各防护门已设置自动闭门装置、电离辐射警告标志、观察窗辐射安全防护设施，配备铅橡胶围裙、铅防护眼镜等个人防护用品。各项辐射安全与防护设施/措施，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/措施运行、维护良好，满足项目运行要求。</p>
<p>落实辐射监测管理要求。配备便携式X-γ辐射监测仪等必要的辐射监测仪器，建立辐射环境监测制度，加强项目运行期间工作场所、周围环境的辐射水平监测并归档。严格落实个人剂量监测与管理制度，建立个人剂量和健康档案并长期保存。按照辐射防护最优化的原则，本项目确定工作人员年有效剂量管理限值为5mSv。</p>	<p>已落实，依托医院已配备的1台RP6000型环境级X-γ辐射监测仪。医院已建立《辐射监测方案》（包含个人剂量监测及环境监测）；项目运行期间已委托兰州宏溥检测技术有限公司对工作场所、周围环境的辐射水平进行监测。按照辐射防护最优化的原则，本项目确定工作人员年有效剂量管理约束值为5mSv，公众年有效剂量约束值为0.1mSv。</p>
<p>落实辐射安全规章制度。高度重视辐射环境管理工作，建立健全专职管理机构并指定专人负责，制定并落实操作规程、岗位职责、设备检维修维护、辐射防护及安全保卫等辐射安全管理规章制度，做到制度上墙。制定完善的辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，确保区域辐射环境安全。相关管理及工作人员须参加相应级别的辐射安全培训和考核，严格持证上岗。</p>	<p>已落实，医院已制定、修订相关辐射安全管理制度，各项制度执行良好，已张贴上墙。已成立辐射安全与环境保护管理小组，并指定朱丽文为专职人员，负责辐射安全管理工作。已制定辐射事故应急预案，计划定期组织开展应急演练，确保区域辐射环境安全。项目配备的专职管理人员及辐射工作人员均已通过相应类别的辐射安全与防护培训考核，并在有效期内。</p>
<p>落实“三废”治理措施。项目运行产生的少量臭氧及氮氧化物通过空调净化系统的排风管道贯穿出楼顶排入大气；工作人员办公及生活产生的少量污水，依托医院现有预处理设施预处理后排入市政管网；介入手术期间产生的少量纱布、针管等医疗废物收集暂存于危废暂存间，委托有资质单位进行处置。</p>	<p>已落实。项目运行产生的少量臭氧及氮氧化物通过空调净化系统的排风管道贯穿出楼顶排入大气；工作人员办公及生活产生的少量污水，依托医院现有预处理设施预处理后排入市政管网；介入手术期间产生的少量纱布、针管等医疗废物收集暂存于危废暂存间，定期委托有资质单位进行处置。</p>

由上表分析，审批决定有关要求，均已落实。

#### 4.5 监督检查整改要求落实情况

本项目不涉及。

**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）、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）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，制定了质量保证计划，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出明确规定。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 检测方法选择**

本次验收监测方法选用《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等。

### **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 检测仪器选择

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，选用能量响应、时间响应、点源位置响应、量程、相对误差、工作条件等均满足要求的 AT1121 型 X、 $\gamma$  辐射剂量率仪，开展验收监测工作。选用 AT1120 型高灵敏环境级辐射剂量率仪用于环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测，满足《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）要求。

表 5-1 检测仪器

仪器名称	X、 $\gamma$ 辐射剂量率仪	仪器型号	AT1121
设备编号	HPJC-008	量程	50nSv/h~10Sv/h
相对误差	< $\pm 15\%$	响应能量	25keV~3MeV
响应能量	30ms	工作温度	-30 $^{\circ}$ C~50 $^{\circ}$ C
工作湿度	<RH95%（35 $^{\circ}$ C）	校准单位	中检普泰检验检测有限公司
校准证书编号	ZPJT-2025-00071	检定日期	2025年04月23日
仪器名称	高灵敏环境级辐射剂量率仪	仪器型号	AT1120
设备编号	HPJC-039	量程	10nSv/h~150 $\mu$ Sv/h
相对误差	< $\pm 15\%$	响应能量	20keV~7MeV
响应能量	$\leq 2s$	校准单位	湖南省电离辐射计量站
校准证书编号	DLJL20250504-1741	校准日期	2025年08月20日

### 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、检测报告、质量保证计划及核查等资料，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 验收检测内容

6.1 监测布点

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。

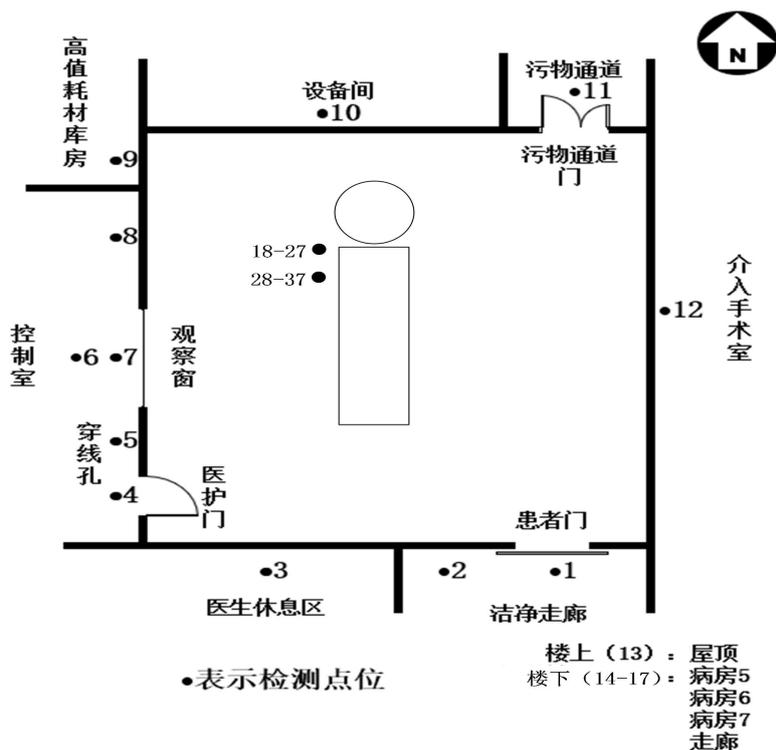


图 6-1 项目工作场所监测点位示意图



图 6-2 项目周围环境及环保目标监测布点示意图

## 6.2 监测因子

周围剂量当量率、空气吸收剂量率。

## 6.3 监测日期与环境条件

表 6-1 监测日期与环境条件

监测日期	天气	气温	相对湿度
2025 年 10 月 21 日	晴	室内 18.7~20.6℃ 室外 11.4~13.6℃	室内 38.4%~39.3% 室外 41.2%~43.5%

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，验收监测工况为常用工况，详见表 7-1。

表 7-1 项目验收监测期间运行工况

设备名称	检测条件	监测日期
ARTIS one 型医用 血管造影用 X 射线 机	减影模式：89.5kV、744.5mA，使用标准水模体和铜板，曝光时长：10s~20s 透视模式：90kV、235.7mA，使用标准水模体和铜板，曝光时长：10s~20s 透视模式（术者位）：86kV、164.3mA，使用标准水模体，曝光时长：10s~20s	2025年10月 21日

7.2 验收监测结果

验收检测结果见表 7-2、7-3、7-4、7-5。

表 7-2 项目工作场所监测结果（减影模式）

序号	监测点位		检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
1	患者门	上缝外30cm	0.178±0.001
		下缝外30cm	0.292±0.002
		左缝外30cm	0.157±0.001
		右缝外30cm	0.182±0.002
		中部外30cm	0.159±0.001
2	南墙外30cm（洁净走廊）		0.148±0.001
3	南墙外30cm（医生休息区）		0.148±0.002
4	医护门	上缝外30cm	0.145±0.002
		下缝外30cm	0.152±0.001
		左缝外30cm	0.144±0.001
		右缝外30cm	0.142±0.002
		中部外30cm	0.139±0.001
5	穿线孔外30cm		0.147±0.002
6	操作位		0.140±0.002
7	观察窗	上缝外30cm	0.137±0.001
		下缝外30cm	0.135±0.001
		左缝外30cm	0.143±0.001
		右缝外30cm	0.145±0.002
		中部外30cm	0.137±0.001
8	西墙外30cm（控制室）		0.144±0.003
9	西墙外30cm（高值耗材库房）		0.140±0.001
10	北墙外30cm（设备间）		0.139±0.002
11	污物通道门	上缝外30cm	0.139±0.001

		下缝外30cm	0.138±0.001
		左缝外30cm	0.144±0.001
		右缝外30cm	0.158±0.001
		中部外30cm	0.150±0.001
12	东墙外30cm（介入手术室）		0.146±0.002
13	楼上100cm		0.142±0.001
14	楼下170cm	病房5	0.149±0.001
15		病房6	0.146±0.002
16		病房7	0.140±0.002
17		走廊	0.149±0.001
18	本底		0.119±0.002

注：检测结果未扣除宇宙射线响应值。

表 7-3 项目工作场所监测结果（透视模式）

序号	监测点位		检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
1	患者门	上缝外30cm	0.166±0.001
		下缝外30cm	0.272±0.002
		左缝外30cm	0.139±0.001
		右缝外30cm	0.144±0.001
		中部外30cm	0.148±0.001
2	南墙外30cm（洁净走廊）		0.140±0.002
3	南墙外30cm（医生休息区）		0.136±0.001
4	医护门	上缝外30cm	0.135±0.002
		下缝外30cm	0.144±0.002
		左缝外30cm	0.140±0.001
		右缝外30cm	0.132±0.001
		中部外30cm	0.131±0.001
5	穿线孔外30cm		0.137±0.001
6	操作位		0.131±0.001
7	观察窗	上缝外30cm	0.129±0.001
		下缝外30cm	0.126±0.001
		左缝外30cm	0.133±0.001
		右缝外30cm	0.137±0.002
		中部外30cm	0.133±0.001
8	西墙外30cm（控制室）		0.134±0.001
9	西墙外30cm（高值耗材库房）		0.131±0.001
10	北墙外30cm（设备间）		0.128±0.001
11	污物通道门	上缝外30cm	0.129±0.001
		下缝外30cm	0.134±0.001
		左缝外30cm	0.137±0.002

		右缝外30cm	0.148±0.001
		中部外30cm	0.142±0.002
12	东墙外30cm（介入手术室）		0.139±0.002
13	楼上100cm		0.130±0.001
14	楼下170cm	病房5	0.140±0.001
15		病房6	0.136±0.002
16		病房7	0.132±0.001
17		走廊	0.140±0.002
注：检测结果未扣除宇宙射线响应值。			

**表 7-4 项目工作场所术者位监测结果（透视模式）**

序号	检测点位		检测结果（μSv/h）
18	铅衣外 第一术者位	头	25.9±0.1
19		胸	74.6±0.1
20		腹	135±1
21		下肢	10.2±0.1
22		足	8.9±0.2
23	铅衣内 第一术者位	头	2.08±0.01
24		胸	2.84±0.01
25		腹	7.9±0.1
26		下肢	1.44±0.01
27		足	0.35±0.01
28	铅衣外 第二术者位	头	5.9±0.2
29		胸	9.2±0.2
30		腹	13.7±0.2
31		下肢	3.1±0.01
32		足	1.98±0.01
33	铅衣内 第二术者位	头	0.59±0.02
34		胸	1.60±0.02
35		腹	3.8±0.1
36		下肢	0.57±0.01
37		足	0.45±0.01
注：检测结果未扣除宇宙射线响应值。			

**表 7-5 项目工作场所周围环境及环保目标监测结果**

序号	检测点位	检测结果（nGy/h）	备注
1	门诊急诊康养中心西南	61.5±1.4	道路
2	高压配电室西	68.2±1.4	道路
3	教育局家属楼东	64.4±1.6	道路
4	兰州市第二十二中学活动室南	69.2±0.7	道路
注：检测结果已扣除宇宙射线响应值。			

验收监测结果显示，项目 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机工作场所外关注点周围剂量当量率 0.126~0.292 $\mu$ Sv/h，满足血管造影 X 射线装置 DSA 手术室外 30cm 处周围剂量当量率小于 2.5 $\mu$ Sv/h 的参考控制水平；项目周围环境及环保目标处剂量率 61.5~68.2nGy/h。

### 7.3 个人剂量

#### 7.3.1 正常情况下健康影响评价

医院已委托甘肃省疾病预防控制中心、陕西正炬检测技术服务有限公司开展个人剂量监测工作，将项目工作人员纳入个人剂量监测管理。

#### 7.3.2 个人剂量预测模式

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 J 内容，人体各组织器官 T 所受的有效剂量计算公式。

$$E = \sum_T W_T \cdot \sum_R W_R \cdot D_{T,R} \dots\dots\dots (1)$$

式中：E—人体所受的有效剂量，Sv；

$W_T$ —人体组织或器官 T 的组织权重因数，无量纲；

$W_R$ —辐射 R 的辐射权重因数，无量纲；

$D_{T,R}$ —组织或器官 T 内的平均吸收剂量，Gy。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）J4.7 关于辐射权重因数内容，所有能量的光子辐射权重因数均为 1。

参考《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）第 6.2.4 条要求，估算项目工作人员穿戴个人防护用品、佩戴双个人剂量开展同室近台工作时的个人剂量。

$$E = \alpha \times H_u + \beta \times H_o \dots\dots\dots (2)$$

式中：E—有效剂量中外照射分量，mSv；

$\alpha$ —系数（有甲状腺防护时取 0.79），无量纲；

$H_u$ —个人防护用品内剂量，mSv；

$\beta$ —系数（有甲状腺防护时取 0.051），无量纲；

$H_o$ —个人防护用品外剂量，mSv。

#### 7.3.3 工作负荷

根据项目资料，ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机主要用于开展心脏介入手术、

血管介入手术等，本项目投入人员承担全部手术，预计年开展手术约 500 台。

参考《介入放射学患者受照剂量水平研究》中表 2-7 关于不同介入诊疗操作中数据统计，不同介入手术透视时间范围值、平均值分别为 1.3min~40.1min、12.3min。因此，评价取 12.3min 作为 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机手术透视时间平均值。同时，典型数字减影系统减影作业过程中，一般均为毫秒级脉冲减影，单台手术减影时间一般为 1min。由此推算，项目运行后工作情况见表 7-6。

表 7-6 项目运行工作情况

手术类型	作业模式	平均时间 (min)	年开展手术 (台)	年工作时间 (h)
心脏介入手术、血管介入手术	透视	12.3	500	102.5
	减影	1		8.33

### 7.3.4 居留因子

参考《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 附录 A 表 A.1 关于不同场所的居留因子内容，见表 7-7。

表 7-7 居留因子

场所	居留因子 (T)		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、移动式电子加速器的相邻手术室与诊室、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的患者检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗室门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯

### 7.3.5 个人剂量预测结果

结合 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机工作场所布局，选取有代表性的关注点，利用 (公式 1/公式 2) 估算关注点个人剂量，见表 7-8。

表 7-8 个人剂量估算结果

关注点	工作模式	$D_r(\mu\text{Sv/h})$	T (h)	T	年剂量 (mSv/a)	关注人群	个人剂量限值
控制室操作位	透视	0.131	102.5	1	1.46E-02	工作人员	5mSv/a
	减影	0.140	8.33				
东墙外30cm (介入手术室)	透视	0.139	102.5	1/2	7.73E-03	公众	0.1mSv/a
	减影	0.146	8.33				
西墙外30cm (控制室)	透视	0.134	102.5	1	1.49E-02	工作人员	5mSv/a
	减影	0.144	8.33				
	减影	0.139	8.33				

患者门外30m（洁净走廊）	透视	0.272	102.5	1/8	3.79E-03	公众/工作人员	0.1/5mSv/a
	减影	0.292	8.33				
南墙外30cm（医生休息区）	透视	0.140	102.5	1/5	3.12E-03	工作人员	0.1mSv/a
	减影	0.148	8.33				
DSA 手术室楼上距地面100cm（楼顶平台）	透视	0.130	102.5	1/20	7.25E-04	公众	0.1mSv/a
	减影	0.142	8.33				
DSA 手术室楼下距地面170cm（5号病房）	透视	0.140	102.5	1/2	7.80E-03	公众	0.1mSv/a
	减影	0.149	8.33				
DSA 手术室内第一术者位（穿戴个人防护用品）	透视	7.9	102.5	1	1.03E+00	工作人员	5mSv/a
	减影	0.140	8.33				
DSA 手术室内第一术者位（个人防护用品外）	透视	74.6	102.5	1	3.80E-01	工作人员	5mSv/a
	减影	0.140	8.33				
DSA 手术室内第二术者位（穿戴个人防护用品）	透视	3.8	102.5	1	3.80E-01	工作人员	5mSv/a
	减影	0.140	8.33				
DSA 手术室内第二术者位（个人防护用品外）	透视	13.7	102.5	1	3.80E-01	工作人员	5mSv/a
	减影	0.140	8.33				

注：减影模式下，DSA 手术室内工作人员退回控制室内，取控制室操作位处减影模式剂量率。

### 7.3.6 个人剂量预测结果分析

预测显示，项目运行致工作人员年有效剂量为  $3.12E-03 \sim 1.03E+00$  mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B1.1.1.1 中由审管部门决定的连续 5 年的工作人员 20mSv 年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），也满足工作人员 5mSv/a 的医院个人剂量约束值。

根据医院提供的 2024 第 4 季度至 2025 年第 3 季度个人剂量检测报告，项目工作人员最高的于海连续一年个人剂量累计值 0.45mSv/a，叠加本项目预测结果为 1.48mSv/a，满足工作人员 5mSv/a 的医院个人剂量约束值。

预测显示，项目运行致公众年有效剂量为  $7.25E-04 \sim 7.80E-03$  mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B1.2.1 公众中有关键人群组的成员所受到 1mSv 的平均剂量限值，也满足公众 0.1mSv/a 的医院个人剂量约束值。

表 8 验收监测结论

### 8.1 项目概况

项目使用 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机 1 台，开展放射诊断工作。项目建设场地位于兰州兰石医院社区楼 6 楼 DSA 手术室。项目工作场所主要由 DSA 手术室、设备污物通道、控制室、高值耗材库房、医生休息区、病人等待/苏醒区、洁净走廊、谈话区及更衣室等组成。

项目实际总投资为 980 万元，环保投资 65 万元，环保投资占总投资比例为 6.63%。

### 8.2 验收监测结果

验收监测结果显示，项目 ARTIS one 型医用血管造影用 X 射线机工作场所外关注点周围剂量当量率  $0.126\sim 0.292\mu\text{Sv/h}$ ，满足血管造影 X 射线装置 DSA 手术室外 30cm 处周围剂量当量率小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的参考控制水平；项目周围环境及环保目标处剂量率  $61.5\sim 68.2\text{nGy/h}$ ，未见明显升高。

预测显示，项目运行致工作人员年有效剂量为  $3.12\text{E-}03\sim 1.03\text{E+}00\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B1.1.1.1 中由审管部门决定的连续 5 年的工作人员  $20\text{mSv}$  年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），也满足工作人员  $5\text{mSv/a}$  的医院个人剂量约束值。

预测显示，项目运行致公众年有效剂量为  $7.25\text{E-}04\sim 7.80\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B1.2.1 公众中有关键人群组的成员所受到  $1\text{mSv}$  的平均剂量限值，也满足公众  $0.1\text{mSv/a}$  的医院个人剂量约束值。

### 8.3 辐射安全与防护设施

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。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，基本具备从事辐射活动的能力及辐射环境管理的能力。

### 8.5 结论

兰州兰石医院有限公司 DSA 应用项目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，医院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。

## **8.6 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) 根据国家及地方最新出台的法律法规，适时修订各项辐射安全与防护管理制度；严格执行各项辐射安全与防护管理制度，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。