

核技术利用建设项目

甘肃省永靖县人民医院 DSA 应用项目

环境影响报告表

(报批稿)

甘肃省永靖县人民医院

二〇二〇年三月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

甘肃省永靖县人民医院 DSA 应用项目

环境影响报告表

(报批稿)

建设单位名称：甘肃省永靖县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：永靖县古城新区太极南路

邮政编码：731600

联系人：党存艳

电子邮箱：13659301136@163.com

联系电话：13659301136

目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源.....	10
表 3	非密封放射性物质.....	10
表 4	射线装置.....	11
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6	评价依据.....	13
表 7	保护目标与评价标准.....	15
表 8	环境质量和辐射现状.....	19
表 9	项目工程分析与源项.....	22
表 10	辐射安全与防护.....	26
表 11	环境影响分析.....	33
表 12	辐射安全管理.....	46
表 13	结论与建议.....	55
表 14	审批.....	59

附件：

附件 1：委托书；

附件 2：监测报告及仪器校准证书；

附件 3：基础材料真实性承诺书；

附件 4：专家组意见。

附表：建设项目环评审批基础信息表。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		甘肃省永靖县人民医院 DSA 应用项目				
建设单位		甘肃省永靖县人民医院				
法人代表	马占胜	联系人	党存艳	联系电话	13659301136	
注册地址		永靖县古城新区太极南路				
项目建设地点		甘肃省永靖县人民医院医技楼一楼西侧				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		800	环保投资 (万元)	40	投资比例	5.00%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	42.368544
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
	其他	/				
	1.1 建设单位情况					
<p>甘肃省永靖县人民医院 2012 年 5 月份新建搬迁至古城新区，现占地面积约 60 亩，总建筑面积 37000 多平方米，编制床位 490 张，实际开放床位 470 张，现有职工 454 人；是本县辖区内集医疗、教学、科研、急救为一体的综合性“二级甲等”医院，是“爱婴医院”、省级“文明医院”，2009 年度获得“全国医药卫生系统先进集体”荣誉称号。</p>						
1.2 本期建设内容和规模						
1.2.1 建设内容						
<p>甘肃省永靖县人民医院位于永靖县古城新区太极南路，本期于医技楼一楼西侧建设一台数字减影血管造影机（以下简称 DSA）（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA），机房面积 42.368544m²（机房内尺寸长宽高为：6.288m×6.738m</p>						

×3.0m)，配套建设控制室等辅助工程，该设备属于II类射线装置，用于医疗诊断及介入治疗。

本项目射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置情况一览表

装置名称	类别	数量	型号	技术参数	安装地点
数字减影血管造影机	II	1	西门子 ARTISONE	125kV/1000mA	甘肃省永靖县人民医院医技楼一楼西侧

1.2.2 项目组成及主要环境问题

本项目涉及的项目组成和可能产生的环境问题情况见表 1-2。

表 1-2 项目组成及主要环境问题

名称	项目组成	主要环境问题	
		施工期	运行期
主体工程	DSA 机房	施工噪声、 施工固废、 施工废水	X 射线
辅助工程	控制室、更衣室、缓冲区、准备区		生活污水、 生活垃圾、 噪声
公用工程	供配电、给排水利用医院现有设施		
依托工程	医技楼现有办公室等		

1.2.3 主要原辅料和能耗

项目使用期间电、水等均由当地市政管网提供。本项目射线装置采用计算机图像存储管理系统，电脑成像，激光打印，无洗片过程，医院采用全数字化方式存录。项目主要原辅料和能耗情况见表 1-3。

表 1-3 项目主要原辅料和能耗

名称	年用量	来源
电	3000kW·h/年	市政管网
水	100 吨/年	市政管网

1.3 核技术应用项目的任务和由来

核技术应用项目的实施对于减轻患者的医疗负担，减小医疗支出，提高人民生活质量，延长患者生命，以及提高医院的医疗水平等都具有重大意义。为进一步满足患者放射诊疗需要，保证放射诊断工作的运行，医院需引进射线装置。本期核技术应用项目的任务和目的是为广大患者提供全面的放射性诊断服务，给患者带来常规诊治方法所不能及的诊疗效果，具有良好的社会和经济效益。

核技术应用项目会对周围环境带来一定程度的电离辐射影响，因此，在合理利用核技术的同时，必须重视其对环境的影响。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》与《建设项目环境保护管理条例》的规定，本项目在实施前须进行环境影响评价。按照《关于发布<射线装置分类>

的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号）中对射线装置的分类，本项目涉及的射线装置属于 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，使用 II 类射线装置应编制环境影响报告表。

甘肃省永靖县人民医院委托江西省核工业地质局测试研究中心进行甘肃省永靖县人民医院 DSA 应用项目环境影响报告表的编制工作，委托书见附件 1。评价单位对本项目进行现场调查，同时委托有资质的监测单位对本项目所处区域开展 γ 辐射剂量率监测，继而在查阅设计资料的基础上，结合本项目的辐射危害特征，从辐射防护的角度论证项目的可行性，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成本环境影响报告表。

建设单位在取得环评批复后，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，重新申领辐射安全许可证。

1.4 项目地理位置及选址合理性分析

1.4.1 项目周边情况

（1）甘肃省永靖县人民医院

甘肃省永靖县人民医院位于永靖县古城新区太极南路。地理位置详见图 1-1。

甘肃省永靖县人民医院北侧为民房，东侧为多旺路，南侧为太极南路，西侧为太极西路。医院内部布置为：从北往南依次为太平间、传染楼、锅炉房、餐厅、宿舍；住院部、县妇幼保健站业务楼；医技楼；门诊楼、儿科楼。医院平面布置及周围环境示意图见图 1-2。

（2）DSA

本项目位于甘肃省永靖县人民医院医技楼一楼西侧，DSA 机房周围 50m 范围均在医院范围内或道路内，主要保护目标为：北侧约 26m 的住院部、南侧约 17m 的门诊楼和机房所在的医技楼。医院平面布置及周围环境示意图见图 1-2。

本项目现状照片见图 1-3。

1.4.2 选址合理性分析

甘肃省永靖县人民医院地理位置优越，患者能够就近治疗。本项目机房周围 50m 范围均在医院范围内或道路内，尽量远离了环境保护目标。本项目机房设置防护门及防护墙体，在门口设置电离辐射警告标志，将机房划分为控制区，无关

人员不得进入。开机检测过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求。通过以上场所独立、划分区域、屏蔽防护等措施，本项目不会产生交叉污染，对外环境造成辐射影响很小，因此，本项目选址是合理可行的。



图 1-1 甘肃省永靖县人民医院地理位置图



图 1-2 医院平面布置及周围环境示意图



DSA 机房内部

图 1-3 本项目现状照片（拍摄于 2020 年 1 月 13 日）

1.5 产业政策符合性分析

按照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 29 号，2020 年 1 月 1 日起施行）：“一、鼓励类 十三、医药 5、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设

备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”之规定，本项目属于“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

1.6 实践正当性、医疗照射的正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“4.3 辐射防护要求 4.3.1 实践的正当性 4.3.1.1 对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。”，“7.2 医疗照射的正当性判断 7.2.1 正当性判断的一般原则 在考虑了可供采用的不涉及医疗照射的替代方法的利益和危害之后，仅当通过权衡利弊，证明医疗照射给受照个人或社会带来的利益大于可能引起的辐射危害时，该医疗照射才是正当的”。

甘肃省永靖县人民医院地理位置优越，患者能够就近治疗；介入诊断有其他技术无法替代的特点，在延缓病情、保证患者健康、挽救患者生命方面能起到十分重要的作用。本项目的应用将为患者提供一个优越的诊疗环境，提高生活质量，具有明显的社会效益；同时将提高医院的档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，在保证患者健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。医院在医疗诊断及介入治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并对射线装置安全管理建立相应的规章制度，因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目产生的辐射影响降至尽可能小，因此，本项目的应用对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益要远大于其可能引起的辐射危害，该医疗照射是正当的，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”“医疗照射的正当性”的要求。

1.7 评价目的

- （1）对项目周围区域辐射环境现状进行监测，掌握区域辐射环境现状水平。
- （2）分析项目在运行过程中对工作人员和公众以及环境造成的辐射影响。
- （3）评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为环境保护行政主管部门管理提供依据。
- （4）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射影响减少到“可合理

达到的尽量低水平”。

(5) 通过项目环境影响评价，为建设单位环境保护和公众利益给予技术支持。

(6) 为建设单位的辐射环境管理提供科学依据。

1.8 环保投资一览表

本项目总投资为 800 万元，环保投资 40 万元，投资比例为 5.00%。

表 1-4 环保投资一览表

辐射安全措施		内容	投资金额 (万元)
辐射 防护 措施	辐射防护	机房实体防护、防护门、铅玻璃等（一次投入，定期检查维护）	21
	通风措施	通风系统（一次投入，定期检查维护）	2
	辐射安全设施	设备安全联动、入口处电离辐射警告标志、入口处机器工作状态显示等（一次投入，定期检查维护）	2
	个人剂量监测	对工作人员个人剂量计进行定期监测（长期投入）	5
	个人防护用品	铅防护用品（一次性投入，定期更新）	2
	场所监测	每年委托有资质的单位对放射工作场所进行监测（长期投入）	3
	警示标志	机房外设置有效的警示标志和工作状态指示灯（一次性投入）	2
监测 设备	X、γ 辐射监测仪（拟购，一次性投入）		1
	个人剂量计、个人剂量报警仪（一次性投入）		2
环保投资合计			40
本项目总投资			800
环保投资占总投资比例			5.00%

1.9 建设单位已有核技术利用项目许可情况

(1) 已有核技术项目回顾

原临夏回族自治州环境保护局于 2015 年 11 月 25 日为甘肃省永靖县人民医院颁发辐射安全许可证，证书编号为甘环辐证[N2882]，许可种类和范围为：使用Ⅲ类射线装置，辐射安全许可证有效期至 2020 年 12 月 24 日。

甘肃省永靖县人民医院核技术应用项目详见表 1-5。

表 1-5 建设单位核技术应用项目情况一览表

序号	装置名称	类别	数量
1	TX-ⅢX 射线机	Ⅲ类	1
2	CT 机	Ⅲ类	1

3	F99-1X 射线机	Ⅲ类	1
4	PC112X 射线机	Ⅲ类	1

(2) 医院辐射安全管理现状

甘肃省永靖县人民医院严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

①医院已建立《永靖县人民医院关于成立辐射安全与环境保护管理小组的通知》、《辐射源和射线装置管理制度》、《放射防护制度》、《放射科安全管理制度》、《放射性事件应急预案》、《放射防护知识培训制度》、《辐射源和射线装置操作制度》等各项防护安全制度，加强了医院的辐射安全管理，强化了责任意识、安全意识。

②为加强辐射安全和防护管理工作，医院成立辐射安全与环境保护管理小组，明确辐射防护责任，并加强对放射性同位素与射线装置的监督和管理。

③医院目前有职业工作人员 11 名，其中 3 名参加甘肃省核与辐射安全局组织的辐射安全与防护培训班并取得合格证书（目前培训证书已过期）、1 名参加甘肃省核与辐射安全中心组织的辐射安全与防护培训班并取得合格证书。

④辐射工作期间，辐射工作人员均佩带了个人剂量计，接受剂量监测，建立了完善的剂量健康档案。从个人剂量监测结果可知，2018.10.20-2019.12.19 共 12 个月的个人剂量监测结果均在 0.11-2.39mSv 之间，医院辐射工作人员的年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对工作人员剂量限值 20mSv/a 和约束限值 5mSv/a 的要求。

目前医院存在的问题：

① 医院现有射线装置均无环评、验收手续，医院应尽快完善现有核技术应用项目的环保手续。

② 目前 7 名工作人员未参加辐射安全与防护培训，3 名工作人员辐射安全与防护培训证书过期，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员应按照《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》（生态环境部公告 2019 第 57 号）中相关要求，尽快在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核。

③ 医院应增加设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等规章制度。

④ 医院现未配备辐射环境监测仪，应尽快购买辐射环境监测仪。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途得各种类型加速器

序号	名称型号	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	数字减影血管造影机	II	1	西门子 ARTISONE	125	1000	放射诊断	甘肃省永靖县人民医院医技楼一楼西侧	新建
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器：包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	最大管电压(kV)	最大靶点流(μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
									活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧及氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	/	通风排入大气
废纱布、废医疗用品	固体	/	/	50kg	600kg	/	暂存于废物桶	委托有医疗废物处理资质单位处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。
 2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg，或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号，2014 年修订，2015 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第四十八号，2018 年修改，2018 年 12 月 29 日起施行）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年，2003 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 682 号，2017 年修改，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号，2019 年修改，2019 年 3 月 2 日起施行）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令 31 号，2019 年修改，2019 年 8 月 22 日起施行）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号，2011 年，2011 年 5 月 1 日起施行）；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令 44 号，2017 年，2018 年 4 月 28 日修正）；</p> <p>(9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起实施）；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部部令 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行）；</p> <p>(11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 第 57 号，2020 年 1 月 1 日起实施）；</p> <p>(12) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 29 号，2020 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(13) 《甘肃省辐射污染防治条例》（甘肃省人民代表大会常务委员会公告第 19 号，2014 年 11 月 28 日，2015 年 1 月 1 日起施行）。</p>
------	--

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(3) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)；</p> <p>(4) 《医用诊断 X 射线个人防护材料及用品标准》(GBZ176-2006)；</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》(HJ/T61-2001)；</p> <p>(7) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)；</p> <p>(8) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)。</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>(1) 环境影响评价工作委托书；</p> <p>(2) 《辐射防护手册 第一分册》(李德平、潘自强主编)；</p> <p>(3) 《辐射防护手册 第三分册》(李德平、潘自强主编)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为II类射线装置使用项目，参考《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“1.5 评价范围和保护目标：放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物质边界外 50m 的范围”，因此，本次评价的范围为射线装置机房实体屏蔽外 50m 范围内的区域。

7.2 保护目标

本项目的环境保护目标为评价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。**DSA 机房周围 50m 范围均在医院范围内或道路内，主要保护目标为：北侧约 26m 的住院部、南侧约 17m 的门诊楼和机房所在的医技楼。**本项目周围保护目标见表 7-1；周围环境示意图见图 1-2。

表 7-1 本项目环境保护目标

关注人群	位置描述	最近方位距离	备注	约束限值
职业人员	机房内	距设备约 0.5m	4 人	5mSv/a
	控制室内	最近距机房西墙外 0.3m	4 人	
公众	医技楼	机房所在楼，最近距机房墙外 0.3m	流动人员	0.25mSv/a
	住院部	机房北侧约 26m	流动人员	
	门诊楼	机房南侧约 17m	流动人员	

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

①剂量限制

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；本项目取其四分之一即 5mSv 作为年约束限值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为年约束限值。

7.3.2 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）

本标准规定了医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、X 射线诊断操作的通用防护安全要求及其相关检测要求。本标准适用于医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学实践。

5 X 射线设备机房防护设施的技术要求。

5.1 X 射线设备机房（照射室）应充分考虑临室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护和安全

5.2 每台 X 射线机(不含移动式和便携式床旁摄影机与车载 X 射线机)应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-2 的要求。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机	20	3.5

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求。

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于下表的要求。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

设备类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
介入 X 射线设备机房	2	2

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶部、地板（不含下方无

建筑物的) 应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

5.4 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处, 机房的辐射屏蔽防护, 应满足下列要求:

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时, 周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$; 测量时, X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

5.5 机房应设有观察窗或摄像监控装置, 其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

5.6 机房内布局要合理, 应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置; 不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物; 机房应设置动力排风装置, 并保持良好的通风。

5.7 机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯, 灯箱处应设警示语句; 机房门应有闭门装置, 且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

5.8 患者和受检者不应在机房内候诊; 非特殊情况, 检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

5.9 每台 X 射线设备根据工作内容, 现场应配备不少于表 7-4 基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助设施, 其数量应满足开展工作需要, 对陪检者应至少配备铅防护衣; 防护用品和辅助设施的铅当量应不低于 0.25mmPb ; 应为不同年龄儿童的不同检查, 配备有保护相应组织和器官的防护用品, 防护用品和辅助设施的铅当量应不低于 0.5mmPb 。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辐射防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜选配: 铅橡胶手套	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏选配: 移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	——

7.3.3 《医用诊断 X 射线个人防护材料及用品标准》(GBZ176-2006)

第 13.2 款 应用中的检查

使用中的个人防护材料及用品每年应至少自行检查 2 次, 防止因老化、断裂或损伤而降低防护质量。

第 13.3 款 使用年限的要求

个人防护材料及用品的正常使用年限为 5 年,经检查并符合防护要求时可延至 6 年。

7.3.4 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月,最长不得超过 3 个月。

5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况,应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

5.3.3 对于 5.3.2 所述工作情况,建议采用双剂量计监测方法(在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计),且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计)。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量现状监测及分析

我单位委托甘肃凯信铭宇检测技术有限公司对本项目射线装置拟建场所及周边环境进行辐射环境现状监测。

8.1.1 监测项目以及监测点位

(1) 监测因子

X、 γ 辐射剂量率。

(2) 监测点位

拟建机房内、拟建机房四周。

监测布点图见图 8-1。

8.1.2 监测时间

监测时间：2020 年 2 月 21 日。

环境条件：天气：晴；温度：10℃；相对湿度：27%。

8.1.3 监测使用仪器及测量方法

监测仪器详见表 8-1。

表 8-1 辐射监测仪器

仪器名称	环境级 X- γ 剂量率仪
型号/规格	FJ1200
仪器编号	D50326
量程	1nSv/h~100 μ Sv/h
检定单位	中国辐射防护研究院
检定证书编号	检字第[2019]-R1934
检定有效日期	2019.4.7~2020.4.6

测量方法：《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）、《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）。

8.1.4 监测质量保证

(1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。

(2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

(3) 监测仪器经计量部门检定，检定合格后方可使用。

(4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

(6) 监测报告严格实行三级审核制度。

8.1.5 环境质量现状监测结果及分析

本项目 X、 γ 辐射剂量率现状监测数据见表 8-2。

表 8-2 X、 γ 辐射剂量率现状监测结果

序号	点位描述	测值范围 (nSv/h)	检测结果 (nSv/h)
1	拟建机房操作位	116~128	<u>121±2</u>
2	拟建机房控制室内	117~124	<u>121±1</u>
3	拟建机房北侧更衣室内	126~137	<u>131±2</u>
4	拟建机房北侧走廊	114~127	<u>118±3</u>
5	拟建机房东侧缓冲区内	116~127	<u>122±1</u>
6	拟建机房东侧准备区内	103~117	<u>109±2</u>
7	拟建机房南侧户外邻近防护门	91~119	<u>104±2</u>
8	拟建机房南侧户外	104~117	<u>112±2</u>
9	拟建 DSA 机房内	95~108	<u>98±2</u>
10	拟建机房楼上化验室内	93~109	<u>99±3</u>
11	拟建机房楼上走廊	90~106	<u>97±2</u>

注：1、监测结果未扣除宇宙射线响应值。



图 8-1 监测点位示意图

8.2 监测结果分析

机房周围区域 X、 γ 辐射剂量率在 (97~131) nSv/h 之间，与《甘肃省环境

天然贯穿辐射水平调查研究》中甘肃省建筑物室内 γ 辐射剂量率范围值（33.5~166.6）nGy/h 及道路 γ 辐射剂量率范围值（20.1~129.7）nGy/h 对比，本项目拟建区域 γ 辐射剂量率水平未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工作原理

介入治疗是利用现代高科技手段进行的一种微创性治疗，其应用数字技术，扩大医生视野，借助导管、导丝延长了医生的双手，它的切口（穿刺点）仅有米粒大小，不用切开人体组织，就可治疗许多过去无法治疗、必须手术治疗或内科治疗疗效欠佳的疾病，如肿瘤、血管瘤、各种出血等。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点。DSA 常应用于介入治疗，其能指导介入手术时医生快速、精确地操作；医生在 DSA 医学影像学设备的引导下，利用特殊的穿刺针、导管、导丝、支架和栓塞剂等器械代替传统的手术刀，对疾病进行诊断和局部治疗。

数字减影血管造影（DSA）技术是计算机与常规 X 射线血管造影相结合的一种新的检查方法。DSA 的成像基本原理是将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 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、肌肉和其它软组织，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 处理后的图像，血管影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

9.1.2 设备组成

DSA 基本设备包括 X 线发生器、影像增强器、电视透视、高分辨力摄像管、模 / 数转换器、电子计算机和图像储存器等，DSA 基本结构见图 9-1。

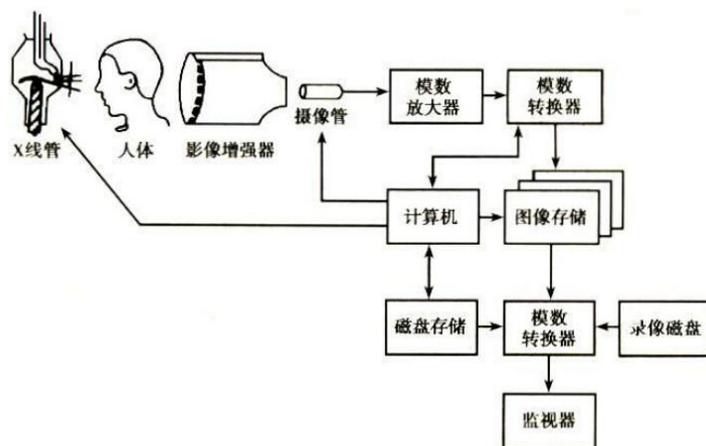


图 9-1 设备组成结构

9.1.3 工作流程

(1) 预约登记

经医生诊断、诊断正当性判断后，需要实施介入诊疗的患者进行预约登记。

(2) 告知危害

医生向患者及其家属介绍介入诊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

为患者建立医疗档案，开展术前准备。

(4) 穿刺

病人进入手术室、固定摆位。患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺血管，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于血管内，经鞘插入导管，在透视模式引导下将导管送至预定位置。

(5) 造影

本项目正常运行后，主要进行心血管介入手术。

透视模式下，辐射工作人员穿戴个人防护用品进入机房内，在铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏以及移动铅屏风等辅助防护设施防护下近台操作，患者注入造影剂，辐射工作人员采取连续脉冲透视模式通过悬挂显示屏显示的连续画面，完成介入操作。

采集模式下，辐射工作人员进入控制室通过观察窗观察机房内患者情况，在控制室内对患者进行拍片，通过对讲系统与患者交流。

(6) 术后处理

造影结束后，撤出导管，加压包扎穿刺点。介入手术完成后关机，患者离开手术室。

(7) 介入记录

辐射工作人员填写介入记录，处理图像、刻录光盘或照片。

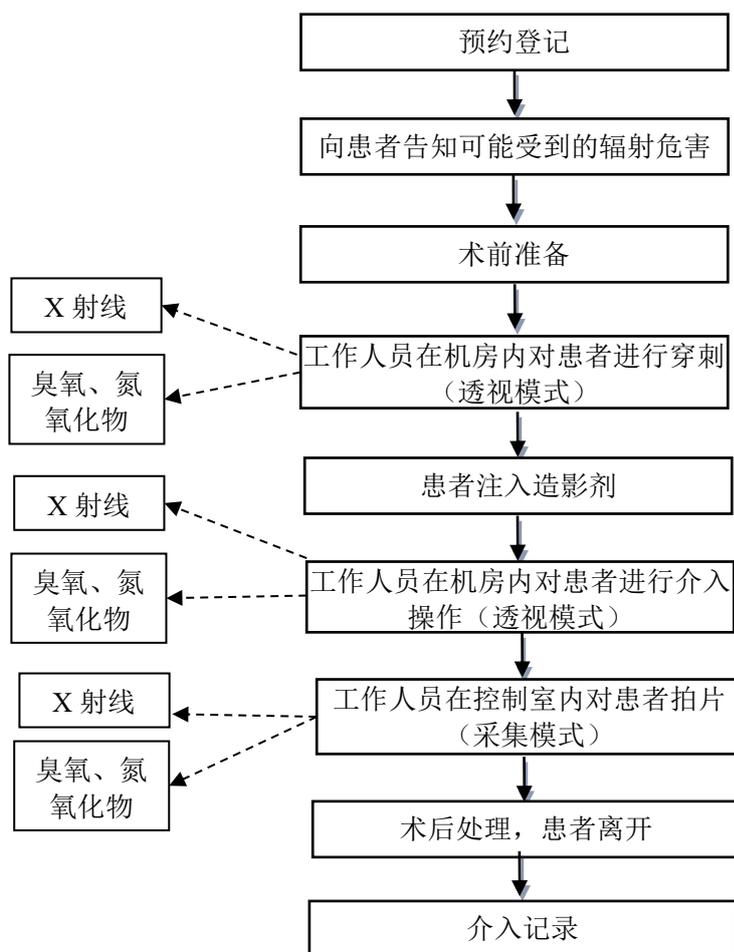


图 9-2 工作流程及产污环节

9.2 污染源项描述

9.2.1 污染因子

(1) X 射线

数字减影血管造影系统的射线源是 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。

根据 X 射线管工作原理，设备开机工作产生 X 射线，关机状态下不产生 X 射线。X 射线透射能力强，对周围人群及环境造成外照射影响较大，是主要污染因子。

(2) 臭氧及氮氧化物

空气中的氧气、二氧化氮、氮气在 X 射线作用下，发生辐射分解形成氧原子离子和一氧化氮等，氧原子离子和一氧化氮与空气作用，产生臭氧和氮氧化物。

因此，在开机期间，X 射线成为 DSA 污染环境的主要因子，其次为臭氧及氮氧化物废气。

9.2.2“三废”组成

(1) 固体废物

数字减影血管造影系统利用计算机数字成像，不涉及显影、定影、冲洗、烘干等 X 射线胶片冲洗作业，不产生废弃 X 光片、废显影液和定影液等。设备维修更换的废旧 X 射线管、由设备厂家回收。

项目运行产生少量医疗废物，医疗废物属于 HW01 类危险废物。

(2) 废水

本项目不使用废显影液和定影液，无洗片废水产生。

辐射工作人员办公及生活产生的少量生活污水，依托医院现有设施。

(3) 废气

数字减影血管造影系统输出功率低，光子能量低。因此，臭氧和氮氧化物产生量极少。

表 10 辐射安全与防护

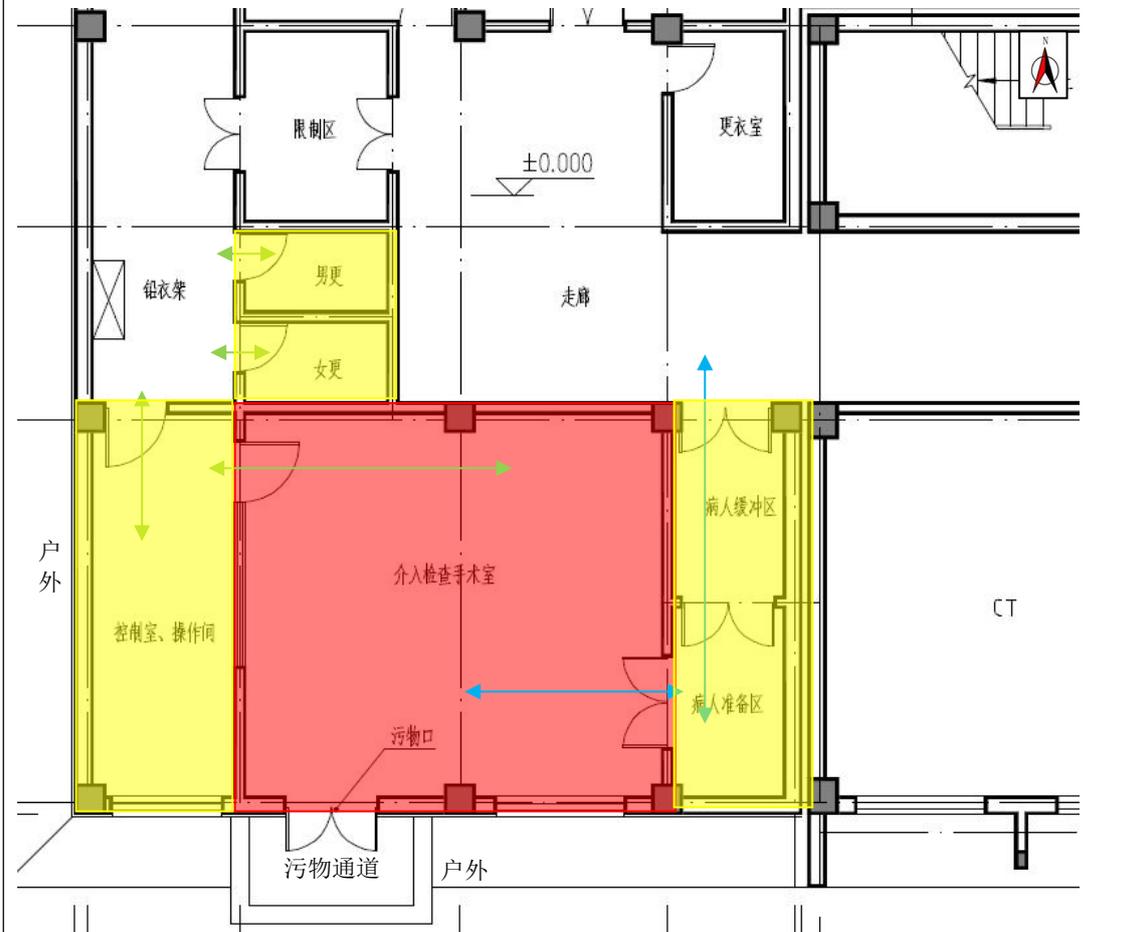
10.1 项目安全设施

10.1.1 项目工作场所布局

本项目 DSA 机房西侧为控制室，北侧为女更衣室和走廊，东侧为病人缓冲区和病人准备区，南侧为污物通道和户外，下方为地面，上方为化验室。

10.1.2 分区原则和区域划分情况

根据 GB18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定，辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。按照辐射防护分区原则，将本项目机房即 DSA 机房划定为控制区，将与机房相邻的控制室、病人缓冲区、病人准备区、男更衣室、女更衣室等区域划定为监督区。控制区在射线使用期间禁止无关人员入内，并设置明显的电离辐射标志。DSA 机房四周情况平面布置示意图及辐射防护分区、人员流向示意图见图 10-1。





注：图内的介入检查手术室即为 DSA 机房。

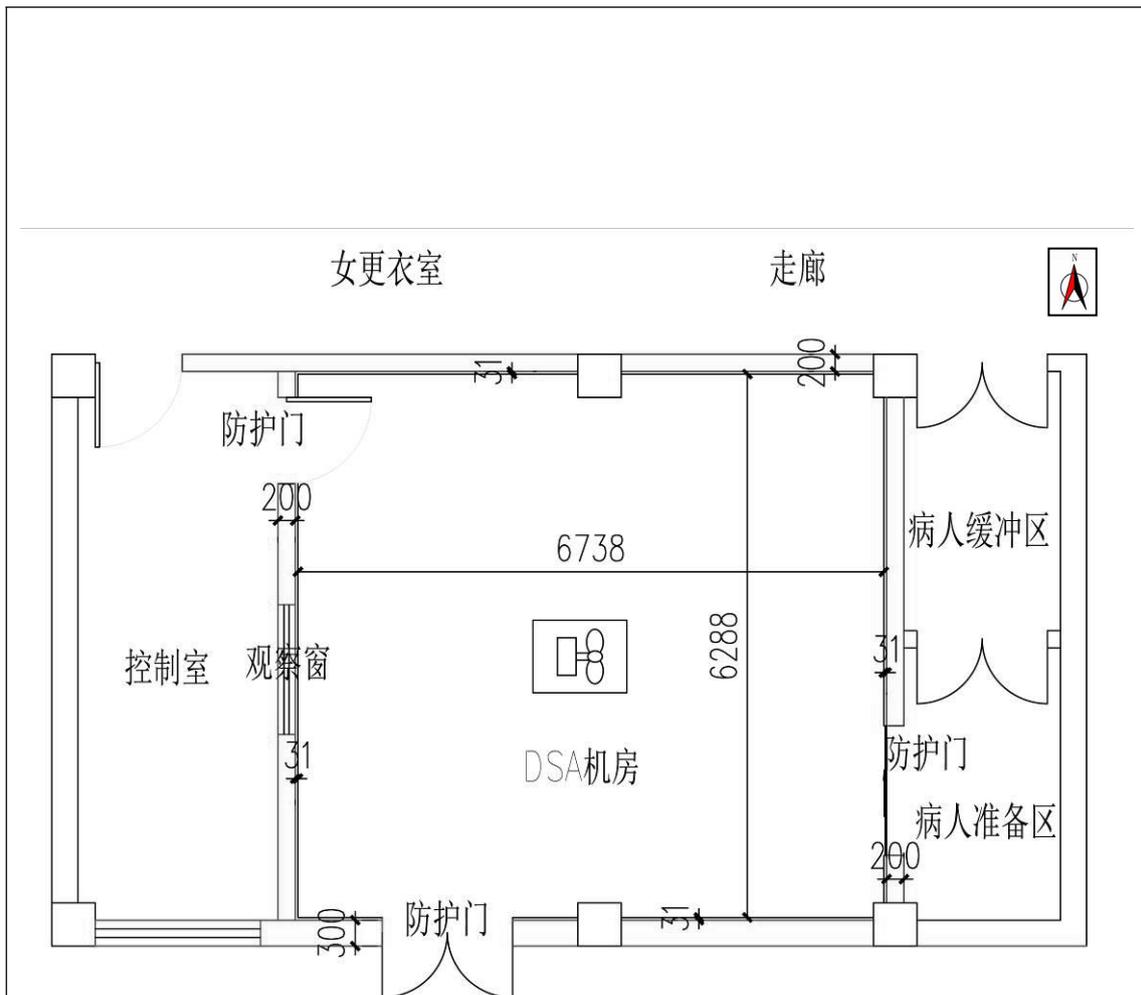
图 10-1 DSA 机房四周情况平面布置示意图及辐射防护分区、人员流向示意图

10.1.3 工作场所辐射防护设施符合性分析

机房西侧、北侧、东侧墙厚度为 20cm 实心砖（折合铅当量为 1.80mm），在机房墙内安装 2 层 15mm 厚度钡板（折合铅当量为 1.44mm），1 层 1mm 厚度铅板（折合铅当量为 1.00mm）；西侧、北侧、东侧墙墙体总折合铅当量为 4.24mm。机房南侧墙厚度为 30cm 实心砖（折合铅当量为 3.00mm），在机房墙内安装 2 层 15mm 厚度钡板（折合铅当量为 1.44mm），1 层 1mm 厚度铅板（折合铅当量为 1.00mm）；南侧墙墙体总折合铅当量为 5.44mm。机房顶部厚度为 12cm 混凝土墙（折合铅当量为 1.45mm），在机房顶层上方（二层地面）安装 2mm 厚铅板（折合铅当量为 2.00mm）；机房顶部墙体总折合铅当量为 3.45mm。机房地下为 12cm 混凝土，其下为地下土层。观察窗铅玻璃厚度为 15mm，折合铅当量为 3mm；机房各防护门为复合防护门，内嵌 3mm 铅板，折合铅当量为 3mm。

工作场所辐射防护设计由建设单位提供；观察窗、防护门、钡板、铅板折合铅当量为建设单位提供。墙体材料砖铅当量、混凝土折算采取保守估计，参考《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）表 D.4~D.7 不同屏蔽材料 2mm 铅当量厚度可知，对 125kV 有用线束：127mm 砖折合铅当量为 1mm，217mm 砖折合铅当量为 2mm，298mm 砖折合铅当量为 3mm，则 200mm 砖折合铅当量为 1.8mm，300mm 砖折合铅当量为 3.0mm；对 125kV 有用线束，87mm 混凝土折合铅当量为 1mm，158mm 混凝土折合铅当量为 2mm，则 120mm 混凝土折算为 1.45mm。

本项目机房屏蔽设计平面图、剖面图分别见图 10-2，图 10-3。



注：1、图内尺寸为 mm；2、机房西侧、北侧、东侧墙为 20cm 实心砖+墙内 2 层 15mm 厚度钨板+墙内 1 层 1mm 厚度铅板；3、机房南侧墙为 20cm 实心砖+墙内 2 层 15mm 厚度钨板+墙内 1 层 1mm 厚度铅板。

图 10-2 本项目机房屏蔽设计平面图



注：1、图内尺寸为 mm；2、机房顶部厚度为 12cm 混凝土+墙外 2mm 厚铅板；机房地面厚度为 12cm 混凝土。

图 10-3 本项目机房屏蔽设计剖面图

依据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求，本项目工作场所辐射防护设施符合性分析表见表 10-1。

表 10-1 本项目工作场所辐射防护设施符合性分析表

项目	设计情况	铅当量	辐射防护要求	是否满足要求
机房西墙、北墙、东墙屏蔽墙	20cm 实心砖，在机房墙内安装 2 层 15mm 厚度钨板，1 层 1mm 厚度铅板	4.24mmPb	介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求：有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm。	满足
机房南墙	30cm 实心砖，在机房墙内安装 2 层 15mm 厚度钨板，1 层 1mm 厚度铅板	5.44mmPb		
顶板	12cm 混凝土墙，在机房顶层上方（二层地面）安装 2mm 厚铅板	3.45mmPb		
观察窗	15mm 厚铅玻璃	3mmPb		
防护门	复合防护门内嵌 3mm 铅板	3mmPb		
机房面积	机房面积 42.368544m ² ，机房内尺寸长为：6.288m×6.738m		单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积不小于 20m ² ，单边长度不小于 3.5m。	满足
监控	机房拟设有观察窗，其设置的位置便于观察到患者和受检者状态。		机房设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。	满足
布局及通风	机房内布局合理，有用线束由下向上照射，不直接照射门、窗和管线口位置；设备投运后不堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房拟设置净化空调系统。		机房内布局合理，避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。	满足
防护要求	机房门外拟设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处拟设警示语句；机房门拟设闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。		机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。	满足
辅助防护设施	设备拟配置铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 1 套，铅当量均为 0.5mmPb。		铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏、移动铅防护屏风（选配）。	满足
个人防护用品（职业人员）	医院拟配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶手套各 4 件；铅当量均为 0.5 mmPb。		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶手套（选配）。	满足
个人防护用品（患者及	医院拟配备铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具各		铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶	满足

受检者)	1 件。铅当量均为 0.5mmPb。	帽子、阴影屏蔽器具。	
------	--------------------	------------	--

分析上表，本项目射线装置工作场所辐射防护设计情况能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中关于 X 射线设备机房防护设施的技术要求。项目拟配置的个人防护用品使用满足《医用诊断 X 射线个人防护材料及用品标准》（GBZ176-2006）中相关要求。

10.1.4 介入治疗过程的防护要求

介入手术需要工作人员近距离同室操作，其受照剂量大小与设备曝光时间、患者病情状况等均密切相关，同时也与手术操作人员的工作习惯、技术水平有关。因此，在介入工作开展过程中医院还应严格落实以下要求：

（1）手术医生的要求

- ①提高辐射防护和诊疗技术水平，全面掌握辐射防护法规与技术知识；
- ②结合诊疗项目实际情况，治疗前应制定和优化治疗方案，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施，以减少受照剂量；
- ③必须佩带 2 枚个人剂量计，1 枚佩戴于在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，1 枚佩带于铅围裙内躯干上，并且将外、内剂量计做明显标记（如以对比鲜明的颜色进行区分等），防止内、外剂量计反戴的情况发生；

④严格开展介入手术医生的个人剂量监测，发现问题及时调查、整改。

（2）介入治疗时的防护要求

①时间防护：熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少照射和采集时间。特别避免未操作时仍踩脚闸；

②缩小照射野：在满足影像采集质量和诊疗需要的前提下，尽量缩小照射野、调节透视脉冲频率至最低状态；

③缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；

④充分利用各种防护器材：操作者穿戴铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜或铅面罩；处于生育年龄者还可加穿铅三角裤；使用床下铅帘及悬吊铅帘；重大手术需要技师、护师或其他人员在机房内时，除佩戴上述物品，最好配有铅屏风，让上述人员在铅屏风后待命，并做好其他个人防护。

（3）公众

公众主要依托辐射场所的屏蔽墙体、防护门屏蔽射线。通过对射线装置工作

场所辐射防护分区管理，增加公众与辐射源的防护距离，减少辐射影响。

10.1.5 射线装置固有安全性

(1) 本项目使用的 DSA 购置于正规厂家，装置泄漏辐射满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中相关技术要求，并且装可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

(2) 具有安全系统，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示。

(3) 正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能启动照射。

(4) 设备配备紧急制动按钮。

(5) 设备拟配置铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏。

10.1.6 其它辐射安全措施

(1) 对讲装置：机房拟安装有观察窗，设置对讲系统，便于观察患者和受检者状态。

(2) 紧急制动装置：拟在控制室操作台上设置有“紧急制动”按钮。在发生异常情况下，可以紧急停止系统出束，防止造成意外照射。

(3) 门灯联动装置：机房门拟设置闭门装置，工作状态指示灯与机房防护门能有效联动。

(4) 警示标志：拟设置警示标示，设备处于工作状态时，机房门外顶部的工作状态指示灯应变为红色，警示非工作人员不得入内。机房门外拟设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处设警示语句。拟配备的电离辐射标志和电离辐射警告标志，需符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 的相关要求。

(5) 个人剂量：拟按照《职业性外照射个人监测规范》（GB128-2019）要求佩戴个人剂量计。

(6) 辐射监测设备：医院拟购买 1 台 X- γ 辐射监测仪。

(7) 污物通道防护门钥匙由专人保管，在设备开机状态下处于关闭状态，污物通道防护门外拟设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯。

(8) 为防止辐射经管道的泄露，医院管道拟根据实际情况取“S”形或“U”形，在地沟的入口或出口电缆孔处拟设置和墙体材料铅当量相当的屏蔽盖板。

本项目通过工作场所布局、分区；设备自身的辐射防护屏蔽设计；设备固有安全性、安全联动装置、紧急止动开关、视频监控装置、安全警示标志、警示系统等辐射防护措施进行辐射安全防护，能够满足辐射防护需求。

10.2 三废的治理

10.2.1 固体废弃物

项目运行期间，会产生纱布、针管、损伤废物、输液器等医疗废物。医疗废物月排放量约为 50kg，年排放量约为 600kg，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。

设备维修更换的废旧 X 射线管、由设备厂家回收。

10.2.2 废液

本项目不使用废显影液和定影液，无洗片废水、废定（显）影液产生。工作人员办公及生活产生的少量生活污水，依托医院现有设施。

10.2.3 废气

项目运行期间，产生的少量臭氧及氮氧化物，通过排风设施排入大气。

本项目工作场所采用海尔品牌新风系统换气，新风系统主机安装在机房装饰吊顶上方，通风量为 350m³/h，新风系统在机房装饰吊顶上安装有两个进风口、两个回风口，其中两个进风口位于机房吊顶前部靠近铅玻璃一侧，两个回风口位于机房吊顶后部靠近电动平移防护门一侧，另外在设备间外侧墙体位置安装有 1 个排风口，用于医疗废气的最终排放，各个风口之间使用直径 100mm 的 PVC 管道连接，保证机房的换气；最终排风口处有 3mm 铅当量的辐射防护补偿。

本项目射线装置产生的臭氧、氮氧化物对人员和周围环境影响较小。

本项目通风情况示意图见图 10-4。

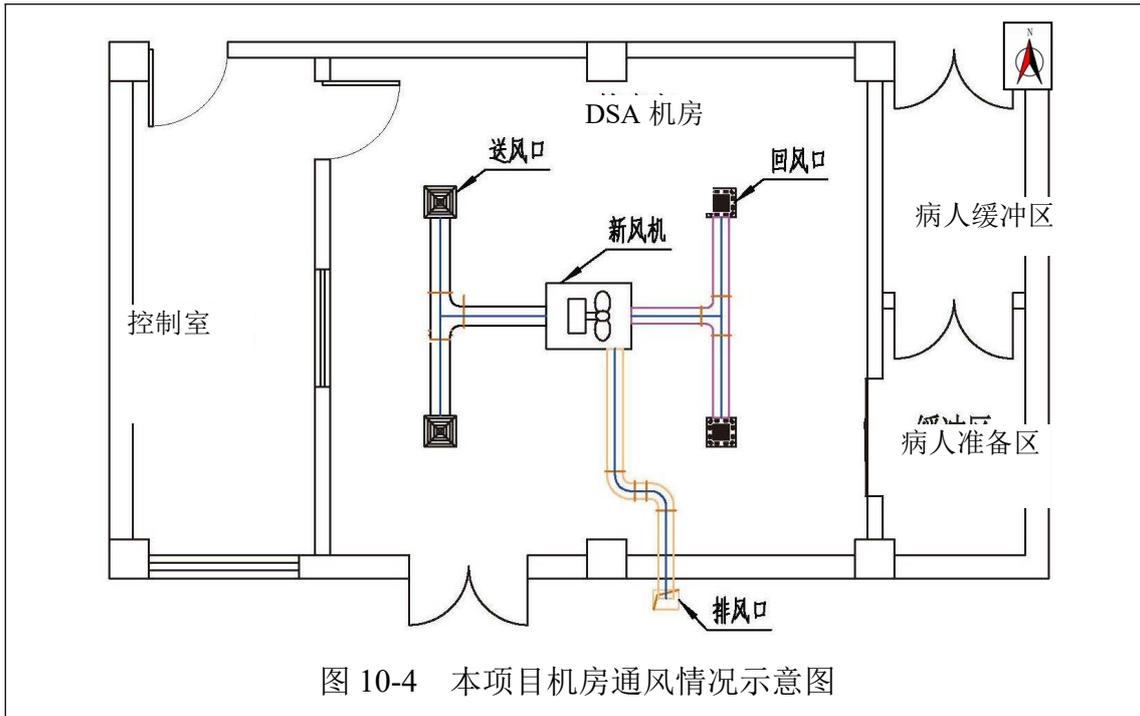


表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

11.1.1 施工阶段

本项目建设时将产生施工噪声、粉尘、废水和少量建筑垃圾污染，施工时对环境会产生如下影响。

(1) 大气环境

项目在建设施工期将产生粉尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度。采取上述措施后扬尘会得到有效控制，对周围环境影响很小。

(2) 声环境

在建筑施工阶段，将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响，在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，使噪声对周围人群影响降到最小程度。

(3) 固体废物

项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。产生的固体废物对周围环境影响很小。施工人员产生的生活垃圾依托医院周围现有的垃圾收集

设施进行收集处理。

(4) 水环境

项目施工期间，有少量建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理回用，对周围水环境影响很小。

项目在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在医院内局部区域，对周围环境影响较小。

11.1.2 调试阶段

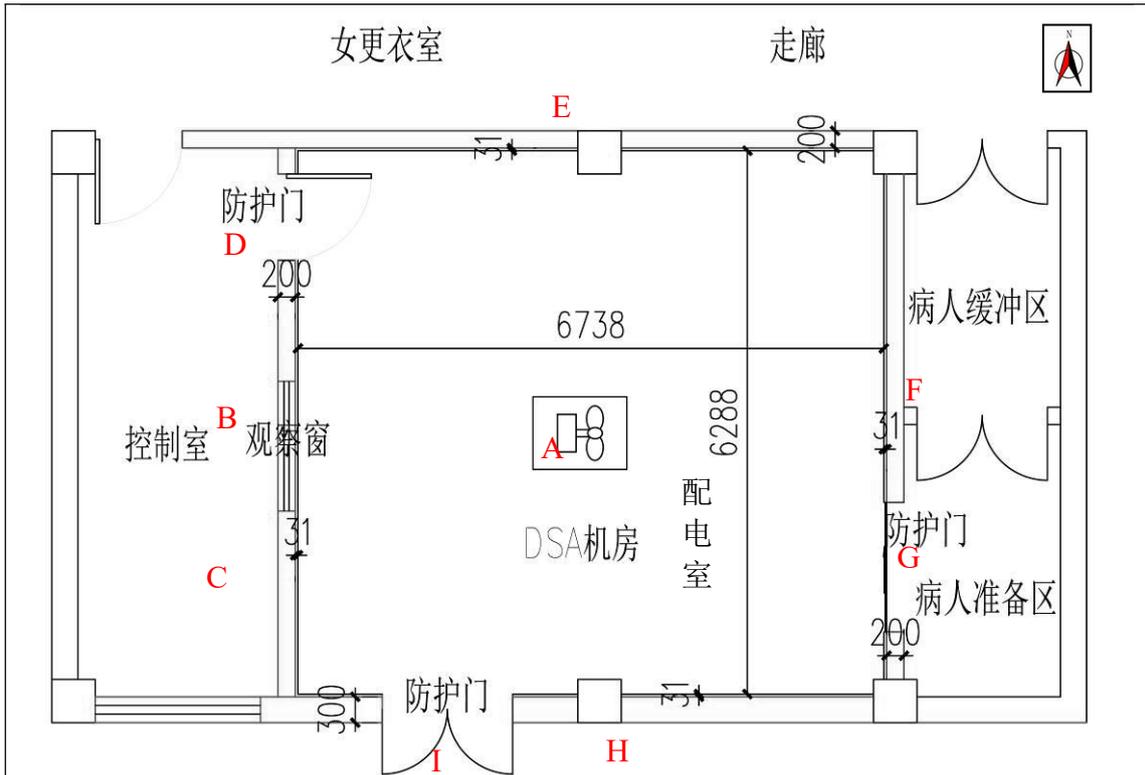
项目在建设或安装过程不产生 X 射线，不会对周围辐射环境产生影响。射线装置安装调试会产生 X 射线，但时间很短，辐射影响很小。安装调试由厂商进行，医院不得执行拆卸、安装设备。

调试期间，医院应加强辐射防护管理，保证辐射防护设施正常投入使用，在机房周围设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。调试结束后，项目建设阶段影响将随之消除。

11.2 运行阶段环境的影响分析

(1) 关注点选取

结合场所布局，选择第一术者位（A 点）、观察窗外 30cm 处（B 点，控制室内）、机房西侧墙外 30cm 处（C 点，控制室内）、控制室防护门外 30cm 处（D 点，控制室内）、机房北侧墙外 30cm 处（E 点，走廊内）、机房东侧墙外 30cm 处（F 点，病人缓冲区内）、机房东侧防护门外 30cm 处（G 点，病人准备区内）、机房南侧墙外 30cm 处（H 点，户外）、机房南侧防护门外 30cm 处（I 点，污物通道内）、机房顶板墙外 30cm 处（J 点、化验室内）作为关注点，做出预测分析。工作场所各关注点分布示意图见图 11-1。



注：1、图内尺寸为 mm；2、各侧墙体外距离均采取保守计算，取设备中心点距墙体外的最近垂直距离。

图 11-1 (a) 工作场所各关注点分布示意图 (平面图)

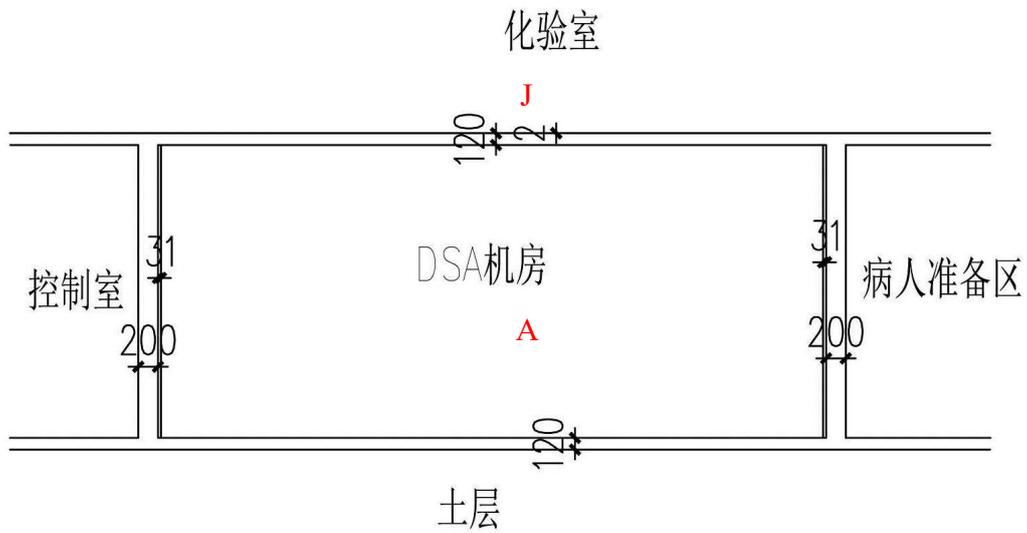


图 11-2 (b) 工作场所各关注点分布示意图 (剖面图)

(2) 预测模式

本项目 DSA 主束照向患者，各关注点处仅考虑泄漏线和散射线影响。手术时，医生在待诊患者旁进行导管操作，操作过程中受到泄漏辐射及患者体表散射照射。依据典型数字减影血管造影设备工作原理，设备图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用。根据《StructuralShielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄露辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

①预测参数选取

参考典型设备工作特点，透视模式下管电压在 50~70kV、管电流在 5~200mA，采集模式下管电压在 80~100kV、管电流在 50~500mA。

保守考虑，根据 ICRP 第 33 号出版物中“在不同线束过滤情况下恒电位 X 射线发生器在离靶 1m 处的发射率”推算 DSA 不同工作模式下的输出剂量率，透视模式（管电压 70kV、管电流 200mA、0.5mmCu）时距靶 1m 处的输出剂量率约为 6.00E+06 μ Gy/h；采集模式（管电压 100kV、管电流 500mA、0.5mmCu）时距靶 1m 处的输出剂量率约为 5.25E+07 μ Gy/h。

透视模式下，辐射工作人员穿戴个人防护用品、使用辅助防护设施，在术者位开展近台操作；其中，个人防护用品铅当量为 0.5mm，辅助防护设施铅当量 0.5mm。采集模式下，辐射工作人员由 DSA 机房进入控制室，通过观察窗观察机房内患者情况，在控制室内对患者进行图像采集，通过对讲系统与患者交流。

(3) 预测计算

①泄漏辐射

泄漏辐射剂量率计算，参考《辐射防护手册 第一分册》（李德平、潘自强主编）中给出的公式计算。透射因子的计算模式，参考《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）附录 D 中给出的公式。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B \cdot f}{d^2} \dots\dots \text{（公式 1）}$$

式中： H_L —关注点漏射剂量率， μ Gy/h；

f —设备射线泄漏率，0.1%；

H_0 —距焦点 1m 处剂量率， μ Gy/h；

d —关注点至靶点距离，m；

B—透射因子，按照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）附录 D 中给出的公式计算：

$$B = \left| \left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right|^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots \text{（公式 2）}$$

式中：

B—透射因子；

X—屏蔽材料铅当量厚度，mm；

α 、 β 、 γ —对不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数（取自 GB130-2013 附录 D70kV、100kV 相应参数）。

根据公式计算各关注点处泄漏辐射 X- γ 辐射剂量率见表 11-1。

表 11-1 各关注点处泄漏辐射 X- γ 辐射剂量率估算结果

工作模式	关注点	H ₀ (μ Sv/h)	f	D (m)	X (mm)	α	β	γ	H _L (μ Gy/h)
透视模式	A	6.00E+06	0.001	0.5	1.00	5.369	23.49	0.5881	6.80E+00
	B	6.00E+06	0.001	3.9	3.00	5.369	23.49	0.5881	2.29E-06
	C	6.00E+06	0.001	3.9	4.24	5.369	23.49	0.5881	2.93E-09
	D	6.00E+06	0.001	3.9	3.00	5.369	23.49	0.5881	2.29E-06
	E	6.00E+06	0.001	3.675	4.24	5.369	23.49	0.5881	3.30E-09
	F	6.00E+06	0.001	3.9	4.24	5.369	23.49	0.5881	2.93E-09
	G	6.00E+06	0.001	3.9	3.00	5.369	23.49	0.5881	2.29E-06
	H	6.00E+06	0.001	3.775	5.44	5.369	23.49	0.5881	4.99E-12
	I	6.00E+06	0.001	3.775	3.00	5.369	23.49	0.5881	2.44E-06
	J	6.00E+06	0.001	2.422	3.45	5.369	23.49	0.5881	5.29E-07
采集模式	B	5.25E+07	0.001	3.9	3.00	2.500	15.28	0.7557	1.43E-01
	C	5.25E+07	0.001	3.9	4.24	2.500	15.28	0.7557	6.42E-03
	D	5.25E+07	0.001	3.9	3.00	2.500	15.28	0.7557	1.43E-01
	E	5.25E+07	0.001	3.675	4.24	2.500	15.28	0.7557	7.23E-03
	F	5.25E+07	0.001	3.9	4.24	2.500	15.28	0.7557	6.42E-03
	G	5.25E+07	0.001	3.9	3.00	2.500	15.28	0.7557	1.43E-01
	H	5.25E+07	0.001	3.775	5.44	2.500	15.28	0.7557	3.41E-04
I	5.25E+07	0.001	3.775	3.00	2.500	15.28	0.7557	1.53E-01	

	J	5.25E+07	0.001	2.422	3.45	2.500	15.28	0.7557	1.20E-01
--	---	----------	-------	-------	------	-------	-------	--------	----------

注：采集模式下工作人员位于控制室，不在机房术者位，故未计算采集状态下术者位。

②散射辐射

泄漏辐射剂量率计算，参考《辐射防护手册 第一分册》（李德平、潘自强主编）中给出的公式计算。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \delta \cdot S \cdot B}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots \text{（公式 3）}$$

式中：

H_s —关注点散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —距焦点 1m 处剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

δ —患者对 X 射线的散射比（取自《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1, 70kV 射线散射与入射照射量之比值 a 为 0.005（90°散射）， $\delta = a/400$ ；图 10.6, 100kV 射线散射与入射照射量之比值 a 为 0.0013（90°散射）， $\delta = a/400$ ）；

S—散射面积，取典型值 100cm^2 ；

d_0 —源与患者的距离，取 0.5m；

d_s —患者与预测点的距离，m；

B—透射因子，按照公式 2 计算；

X—铅屏蔽厚度，mm；

α 、 β 、 γ —对不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数（取自 GB130-2013 附录 D）。

根据公式计算各关注点处散射辐射 X- γ 辐射剂量率见表 11-2。

表 11-2 各关注点处散射辐射 X- γ 辐射剂量率估算结果

工作模式	关注点	H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	a	S (cm^2)	d_0 (m)	d_s (m)	X (mm)	α	β	γ	H_s ($\mu\text{Gy/h}$)
透视模式	A	6.00E+06	0.005	100	0.5	0.5	1.00	5.369	23.49	0.5881	3.40E+01
	B	6.00E+06	0.005	100	0.5	3.9	3.00	5.369	23.49	0.5881	1.14E-05
	C	6.00E+06	0.005	100	0.5	3.9	4.24	5.369	23.49	0.5881	1.47E-08
	D	6.00E+06	0.005	100	0.5	3.9	3.00	5.369	23.49	0.5881	1.14E-05
	E	6.00E+06	0.005	100	0.5	3.675	4.24	5.369	23.49	0.5881	1.65E-08
	F	6.00E+06	0.005	100	0.5	3.9	4.24	5.369	23.49	0.5881	1.47E-08
	G	6.00E+06	0.005	100	0.5	3.9	3.00	5.369	23.49	0.5881	1.14E-05
	H	6.00E+06	0.005	100	0.5	3.775	5.44	5.369	23.49	0.5881	2.49E-11

	I	6.00E+06	0.005	100	0.5	3.775	3.00	5.369	23.49	0.5881	1.22E-05
	J	6.00E+06	0.005	100	0.5	2.422	3.45	5.369	23.49	0.5881	2.64E-06
采集模式	B	5.25E+07	0.0013	100	0.5	3.9	3.00	2.507	15.33	0.9124	2.83E-01
	C	5.25E+07	0.0013	100	0.5	3.9	4.24	2.507	15.33	0.9124	1.26E-02
	D	5.25E+07	0.0013	100	0.5	3.9	3.00	2.507	15.33	0.9124	2.83E-01
	E	5.25E+07	0.0013	100	0.5	3.675	4.24	2.507	15.33	0.9124	1.42E-02
	F	5.25E+07	0.0013	100	0.5	3.9	4.24	2.507	15.33	0.9124	1.26E-02
	G	5.25E+07	0.0013	100	0.5	3.9	3.00	2.507	15.33	0.9124	2.83E-01
	H	5.25E+07	0.0013	100	0.5	3.775	5.44	2.507	15.33	0.9124	6.66E-04
	I	5.25E+07	0.0013	100	0.5	3.775	3.00	2.507	15.33	0.9124	3.02E-01
	J	5.25E+07	0.0013	100	0.5	2.422	3.45	2.507	15.33	0.9124	2.37E-01

注：采集模式下工作人员位于控制室，不在机房术者位，故未计算采集状态下术者位。

③辐射环境影响预测结果分析

分析预测结果，工作场所各关注点处辐射剂量率见表 11-3 所示。

表 11-3 工作场所各关注点处 X-γ辐射剂量率

工作模式	关注点	关注点描述	泄露辐射剂量率 (μGy/h)	散射辐射剂量率 (μGy/h)	总的剂量率 (μGy/h)
透视模式	A	第一术者位	6.80E+00	3.40E+01	4.08E+01
	B	观察窗外 30cm 处	2.29E-06	1.14E-05	1.37E-05
	C	机房西侧墙外 30cm 处	2.93E-09	1.47E-08	1.76E-08
	D	控制室防护门外 30cm 处	2.29E-06	1.14E-05	1.37E-05
	E	机房北侧墙外 30cm 处	3.30E-09	1.65E-08	1.98E-08
	F	机房东侧墙外 30cm 处	2.93E-09	1.47E-08	1.76E-08
	G	机房东侧防护门外 30cm 处	2.29E-06	1.14E-05	1.37E-05
	H	机房南侧墙外 30cm 处	4.99E-12	2.49E-11	2.99E-11
	I	机房南侧防护门外 30cm 处	2.44E-06	1.22E-05	1.46E-05
	J	机房顶板墙外 30cm 处	5.29E-07	2.64E-06	3.17E-06
采集模式	B	观察窗外 30cm 处	1.43E-01	2.83E-01	4.26E-01
	C	机房西侧墙外 30cm 处	6.42E-03	1.26E-02	1.91E-02
	D	控制室防护门外 30cm 处	1.43E-01	2.83E-01	4.26E-01
	E	机房北侧墙外 30cm 处	7.23E-03	1.42E-02	2.15E-02
	F	机房东侧墙外 30cm 处	6.42E-03	1.26E-02	1.91E-02

G	机房东侧防护门外 30cm 处	1.43E-01	2.83E-01	4.26E-01
H	机房南侧墙外 30cm 处	3.41E-04	6.66E-04	1.01E-03
I	机房南侧防护门外 30cm 处	1.53E-01	3.02E-01	4.55E-01
J	机房顶板墙外 30cm 处	1.20E-01	2.37E-01	3.58E-01

注：采集模式下工作人员位于控制室，不在机房术者位，故未计算采集状态下术者位。

由表 11-3 可知，本项目在正常运行期间，透视模式下机房外各关注点处 X-γ 辐射剂量率在 (2.99E-11~1.46E-05) μGy/h 之间、采集模式下机房外各关注点处 X-γ 辐射剂量率在 (1.01E-03~4.55E-01) μGy/h 之间，根据公式 4，Sv/Gy 剂量转换系数为 1，本项目正常运行下能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中规定的具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h 的限值要求。

第一术者位工作人员在使用铅防护用品的情况下，透视模式下 X-γ 辐射剂量率为 40.8μGy/h；采集模式下工作人员位于控制室，不在机房术者位。**第二术者位与源的距离、与患者的距离比第一术者位距离更远，故其受到的剂量率比第一术者位小。**

此外，上述评价是基于保守假设预测的，实际运行时，工作场所周围的附加剂量率水平可以维持在正常本底水平。

11.3 个人剂量估算

11.3.1 估算模式

按照联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) --2000 年报告附录 A，X-γ 射线产生的外照射人均年剂量当量计算公式如下。

$$H_{E,r} = D_r \times t \times T \times 1 \times 10^{-3} (mSv) \dots\dots\dots (公式 4)$$

式中：

$H_{E,r}$ —X-γ 射线外照射人均年剂量，mSv；

D_r —X-γ 射线空气吸收剂量率，μGy/h；

t—X-γ 照射时间，h；

T—居留因子，无量纲；

1—剂量换算系数，Sv/Gy。

11.3.2 个人剂量估算结果分析

依据建设单位提供资料，设备主要有透视、采集两种工作模式，本项目采集模式下辐射工作人员均位于控制室内。项目不同工作模式下的预计年曝光时间如下：本项目正常运行后，主要进行心血管介入手术，保守预计每年最大工作量约为 250 台手术，单台手术透视时间不大于 15 分钟，单台手术采集时间约为 1 分钟，故本项目年最大出束时间为透视 62.5 小时、采集 4.2 小时。

本项目拟配备 8 名工作人员，其中 4 名工作人员为原 III 类射线装置工作人员（瞿业谦、宗明海、党存艳、何晓梅），调入介入后仅参与本项目控制室操作，不参与 DSA 机房内操作及其它项目放射性工作；4 名工作人员（2 名心内科大夫，2 名心内科护士）为新从事辐射工作人员，仅参与 DSA 机房内操作。8 名工作人员 4 名一班，轮班制，每次手术 2 名工作人员控制室操作，2 名工作人员进行 DSA 操作，则每名工作人员受到的年最大出束时间为透视 31.3 小时、采集 2.1 小时。

原 III 类射线装置工作人员瞿业谦、宗明海、党存艳、何晓梅 2018.10.20-2019.12.19 共 12 个月的个人剂量监测结果均在 0.12-2.39mSv 之间，年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对工作人员剂量限值 20mSv/a 和约束限值 5mSv/a 的要求，可正常从事辐射工作。

机房内工作人员可能位于第一术者位或者第二术者位，本次采取保守估算取第一术者位的剂量率预测值来计算机房内工作人员的年有效个人剂量。

依据上述（公式 4）计算本项目运行后致职业人员、公众的个人剂量，估算结果见表 11-4。

表 11-4 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)	年剂量约束限值 (mSv/a)	人群
手术医生操作位处	透视	4.08E+01	31.3	1	1.28E+00	5	职业人员
	采集	4.26E-01	2.1				
观察窗外 30cm 处	透视	1.37E-05	31.3	1	8.88E-04	5	职业人员
	采集	4.26E-01	2.1				
机房北侧墙外 30cm 处	透视	1.98E-08	62.5	1/4	2.24E-05	0.25	公众
	采集	2.15E-02	4.2				
机房东侧墙外 30cm 处	透视	1.76E-08	62.5	1/4	1.98E-05	0.25	公众
	采集	1.91E-02	4.2				

机房东侧防护门外30cm处	透视	1.37E-05	62.5	1/4	4.44E-04	0.25	公众
	采集	4.26E-01	4.2				
机房南侧墙外30cm处	透视	2.99E-11	62.5	1/4	1.05E-06	0.25	公众
	采集	1.01E-03	4.2				
机房南侧防护门外30cm处	透视	1.46E-05	62.5	1/4	4.74E-04	0.25	公众
	采集	4.55E-01	4.2				
机房顶板墙外30cm处	透视	3.17E-06	62.5	1	1.49E-03	0.25	公众
	采集	3.58E-01	4.2				

(1) 职业人员年有效剂量

由表11-4可知，项目运行后工作场所内术者位职业人员年剂量为1.28mSv/a，控制室内职业人员最大年剂量为8.88E-04mSv/a，则工作人员的最大年剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对工作人员要求的剂量限值20mSv/a和约束限值5mSv/a的要求。

(2) 公众年有效剂量

由表11-4可知，公众年剂量最大为1.49E-03mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众要求的剂量限值1mSv/a和约束限值0.25mSv/a的要求。

因此，本项目工作场所的防护设计满足要求，正常运行后产生的辐射影响满足标准要求，对人员产生的辐射影响较小。

11.4 三废环境影响分析

本项目运行期无放射性废物产生。

《医院空气净化管理规范》（WS/T368—2012）中“6.2 血液病病区等，可选用下列方法净化空气：a)通风；b)安装空气净化消毒装置的集中空调通风系统；c)空气洁净技术；d)循环风紫外线空气消毒器或静电吸附式空气消毒器或其他获得卫生部消毒产品卫生许可批件的空气消毒器；e)紫外线灯照射消毒；f)能使消毒后空气中的细菌总数 $\leq 4\text{cfu}/(15\text{min}\cdot\text{直径 } 9\text{cm 平皿})$ 、获得卫生部消毒产品卫生许可批件的其他空气消毒产品。”本项目采用通风，能满足净化要求。

DSA 机房内会产生少量的臭氧和氮氧化物，根据文献《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（郝海鹰、刘容、王玉海编著）及《X 射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》（张大薇编著）可知，医院 X 射线工作场所臭氧浓度

范围为 0.010~0.137mg/m³，氮氧化物浓度范围为 0.010~0.103mg/m³，能满足臭氧室内浓度限值《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》(GBZ2.1-2007)控制 MAC (最高容许浓度) 为 0.30mg/m³ 的要求。

本项目工作场所采用海尔品牌新风系统换气，新风系统主机安装在机房装饰吊顶上方，通风量为 350m³/h；机房通风满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) “5.6 机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风” 的标准要求。项目运行后，工作场所室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风装置和外界空气对流，满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 的二级标准 (臭氧为 0.20mg/m³，氮氧化物为 0.25mg/m³) 的要求。因此，本项目射线装置产生的臭氧、氮氧化物对人员和周围环境影响较小。

11.5 辐射事故影响分析

射线装置仅在运行时产生 X 射线，停机后射线就会消失，故只有在开机状态下，射线装置产生的 X 射线才会贯穿屏蔽设施进入外环境，从而带来一定的辐射影响。项目运行中存在潜在危险和风险事故，本次评价对其进行分析和预测，说明项目运营中可能发生的事故或突发事件对人身安全和环境的损害和影响程度，提出行之有效的防范及应急措施，以避免事故发生、减少事故损失，使其对环境的影响达到可接受的水平。

本项目可能发生的事故为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，为一般辐射事故。

11.5.1 事故识别

- (1) 职业人员违反操作规程或误操作，运行期间人员误入或未撤离机房，造成事故照射；
- (2) 安全联动、闭门装置失效、辐射防护设施等辐射安全措施失效，造成事故照射；
- (3) 检查与维护状态下，设备维修人员反操作规程或误操作，造成事故照射；
- (4) 警示标志不合理、联动失效或射线报警器发生故障而使无关人员进入治疗室造成误照射；
- (5) 操作介入手术的医生或护士未穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护

眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射。

11.5.2 事故防范措施

建设单位应从加强管理和提高安全意识两方面促进辐射防护工作，通过宣传培训等手段，提高安全文化素质，增强辐射防护意识，使辐射工作人员自觉服从管理，主动采取防护措施，控制不安全行为，预防辐射意外(或事故)的发生。

为减少事故发生及发生后能采取立即采取有效防范措施，建设单位需做好以下防范措施：

(1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

(2) 凡涉及对医用射线装置进行操作，必须有明确的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。在放射诊断操作时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员需持证上岗，确保岗位责任制度的落实，严肃查处违规作业。

(3) 定期检查安全连锁装置，确保安全联动装置正常运行；每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。

(4) 加强职业工作人员的管理，医用射线装置开机前，必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强职业工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。为有效地控制操作人员接受辐射的累积剂量，确保剂量不超过规定的剂量限值，操作人员在工作时必须佩带便携式个人剂量计。操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。对操作人员建立健康档案定期进行体检，并对健康档案进行终身保存。

(5) 加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，加强对监督区管理，限制公众在监督区长期滞留。

(6) 检修人员准备进入机房时，必须携带个人剂量计。

(7) 检查系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动辐射源。

(8) 调试和维修时，应保证切断辐射源。

(9) 调试和维修必须解除安全联动时，需经负责人同意并通告有关人员。工作结束后，先恢复安全联动并经确认系统正常后再行使用。

(10) 机房门外明显处应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

(11) 辐射安全工作领导小组应对本单位的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，一旦事故发生时可立即执行。

(12) 每日做好设备运行记录，认真填写设备维护记录表。任何人对设备部件进行更换、升级等操作时，都必须上报主管领导，得到回复后，方可进行，操作后详细填写故障处理联络单。

(13) 污物通道防护门钥匙由专人保管，在设备开机状态下处于关闭状态，污物通道防护门外拟设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯。

(14) 辐射工作人员若个人剂量异常应立即调查原因并调离辐射工作岗位。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

为做好工作过程中的辐射安全与防护管理工作，防止辐射污染环境，保障公众的健康，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相应的规定，遵照《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，建设单位需制定相应的辐射安全管理制度。

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定，甘肃省永靖县人民医院成立了辐射安全管理领导小组，领导小组主要责任为全院辐射安全与防护监督管理工作、协调各科室做好辐射防护相关工作、检查督促事故的预防措施和应急救援的准备工作等。

另外根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第十六条“使用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”等有关法律法规及国家标准的要求，为了加强射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性辐射事故，确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产，甘肃省永靖县人民医院应将本项目纳入已成立的辐射安全与环境保护管理机构，辐射安全与环境保护管理机构全面负责辐射工作的管理和领导工作，统一领导、统一指挥，应至少有 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。辐射安全与环境保护管理机构应明确主要职责：

- (1) 贯彻执行国家辐射安全与环境保护各项法规相关文件精神；
- (2) 负责本院辐射安全与环境保护管理；
- (3) 组织制定本院辐射安全与环境保护管理办法，做好管理工作；
- (4) 组织人员参加辐射安全与环境保护培训；
- (5) 安排从事射线装置工作的辐射工作人员参加关于辐射安全和防护的培训和考核。
- (6) 检查辐射安全设施，开展辐射安全环保监测，对射线装置的安全与防

护情况进行年度评估；

(7) 实施辐射工作人员的健康体检，个人剂量监测；并做好相应资料的档案管理工作；

(8) 定期向生态环境和主管部门报告安全工作，接受环保监督、监测部门的检查指导。

12.1.2 人员配备与职能

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款的要求，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。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求，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、使用活动的职业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。

本项目 8 名工作人员，其中 4 名工作人员为原Ⅲ类射线装置工作人员（瞿业谦、宗明海、党存艳、何晓梅），1 名参加甘肃省核与辐射安全中心组织的辐射安全与防护培训班并取得合格证书，3 名参加甘肃省核与辐射安全局组织的辐射安全与防护培训班并取得合格证书，目前培训证书已过期；2 名心内科大夫，2 名心内科护士为新从事辐射工作人员，目前尚未参加辐射安全与防护培训。新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员应按照《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》（生态环境部公告 2019 第 57 号）中相关要求，尽快在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核。

表 12-1 本项目辐射工作人员辐射安全与防护培训情况一览表

序号	姓名	性别	工作岗位	学历	辐射安全与防护培训情况	备注
1	瞿业谦	男	放射科	大专	证书编号 2017012126, 2017.9.30 参加培训	/
2	宗明海	男	放射科	本科	证书编号 20110020010A, 2011.4.30 参加培训	证书已 过期,应 尽快参 加复训
3	党存艳	女	放射科	大专	证书编号 20110020050A, 2011.4.30 参加培训	
4	何晓梅	女	放射科	本科	证书编号 20110020012A, 2011.4.30 参加培训	

12.1.3 辐射防护设施、设备及防护用品和监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第四款的要

求，射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施；第五款的要求，使用射线装置的单位配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括辐射监测等仪器。

建设单位现拟配置辐射防护用品，并计划配置一台 X- γ 辐射监测设备。其中，设备拟配置铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 1 套，铅当量均为 0.5mmPb；拟为辐射工作人员拟配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶手套各 4 件，铅当量均为 0.5 mmPb；拟为患者及受检者配备铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具各 1 件，铅当量均为 0.5mmPb。本项目拟配备的相关防护用品及防护措施均能够满足辐射防护需求。

此外，在具体的工作中建设单位还需做到：

(1) 定期对辐射工作场所，主要是机房进行剂量监测，一旦发现 X- γ 剂量过高，要及时查找原因，完善辐射防护措施；

(2) 配备相应的防护设备，每月检查一次个人防护设备的防护效果，发现防护设备有破损的要及时更换防护设备；

(3) 辐射工作人员上班时必须佩带个人剂量计，未佩戴个人剂量计的不能上岗；

(4) 定期检查剂量监测仪，使其处于良好的工作状态。

(5) 定期委托有资质的单位对辐射工作人员的个人剂量计定期进行监测。

(6) 从事放射工作的人员须按照《职业性外照射个人监测规范》（GB128-2019）要求佩戴个人剂量计。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第六款的要求，使用射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射安全和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；第七款的要求，使用射线装置的单位有完善的辐射事故应急措施。

建设单位已制定《永靖县人民医院关于成立辐射安全与环境保护管理小组的通知》、《辐射源和射线装置管理制度》、《放射防护制度》、《放射科安全管理制度》、《放射性事件应急预案》、《放射防护知识培训制度》、《辐射源和

射线装置操作制度》，制度具有可操作性，应将本项目纳入管理；还应增加设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等规章制度。

建设单位应按下列要求对制度进行完善：①操作规程：针对本项目制定操作规程，明确职业工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施、操作步骤以及工作过程中各注意要点；工作时必须佩戴个人剂量计，避免事故发生。②岗位职责：将本项目纳入管理，针对本项目明确本项目管理、操作人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。③辐射防护和安全保卫制度：根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度。④设备检修维护制度：明确本项目设备和机房门灯联动装置在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保工作安全装置有效运转；重点是辐射安全联动装置必须保持良好工作状态。⑤人员培训计划：将本项目纳入管理，明确培训对象、内容、周期（新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员应按照<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>中相关要求，尽快在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核）、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。⑥监测方案：将本项目纳入管理，明确监测频次和监测项目，主要包括场所的监测和个人剂量监测。个人剂量计定期（每三个月）送有资质的检测单位进行检测，并建立个人剂量档案。⑦事故应急措施：针对医院的核技术应用项目情况，对可能发生的辐射污染情况制定事故应急方案，该方案要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，能有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证上报渠道通畅。

建设单位在取得环评批复后，应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的相关要求，重新申领辐射安全许可证。

12.3 辐射监测

根据国家相关法律法规要求，开展辐射工作的单位应当对其设备性能、工作场所防护以及职业工作人员职业受照情况定期开展自主或者委托监测，以保障辐射工作的正常开展以及人员的健康和安全。建设单位需根据要求制定以下辐射监测计划。

12.3.1 个人剂量监测

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射工作人员职业健康管理暂行办法》和《职业性外照射个人监测规范》的相关要求，建设单位应定期委托有资质的单位定期对辐射工作人员个人剂量计进行监测（监测周期一般为90天），并应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，并对职业照射个人监测档案终生保存。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。

按照《放射工作人员健康标准》、《放射工作人员职业健康管理暂行办法》和《放射工作人员职业健康监护技术规范》的相关规定，放射工作人员上岗前，应当进行上岗前职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。建设单位应当组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，职业健康检查包括上岗前、在岗期间、离岗时、受到应急照射或者事故照射时的健康检查，放射工作人员在岗期间职业健康检查周期为1~2年，但不得超过2年，必要时可适当增加检查次数。建设单位应对从事辐射工作的工作人员建立并终生保存职业健康监护档案，并有专人负责管理。

12.3.2 辐射环境监测

（1）企业自检

建设单位需利用自备的辐射剂量检测仪对工作场所进行定期定制度监测，并建立档案。

（2）年度监测

建设单位应委托有资质的单位定期（每年常规监测一次）对设备周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据纳入年度评估报告，并上报生态环境部门备案。

（3）监测要求

①监测范围：机房各侧墙体外0.3m处；各防护门左、中、右侧3个点和门缝四周，机房各墙外30cm离地面高度为1m处，机房楼上及其他特殊的关注点；射线装置50m范围内人员活动位置处等。

②监测项目：X- γ 辐射剂量率。

③监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

（4）个人剂量的监督与检测

医院应对从事辐射工作的所有医护人员配置个人剂量计，委托有资质的检测机构每三个月检测一次，检测数据填入个人剂量档案，个人剂量档案要符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终身保存。

12.3.3 设备性能监测

根据国家标准要求，建设单位应委托有资质的技术服务机构对射线装置进行设备性能检验。

建设单位应制定严格的设备定期检查和安全检查及维修管理制度，并严格执行，以确保设备能正常的运行，其中设备检查维修制度中应包括每天检查控制开关，门灯联动，紧急停束装置，监视、声光报警安全装置；并适时检查其他安全装置，如设备性能，监视和通讯装置等内容。

12.3.4 年度评估报告

每年 1 月 31 日之前，核技术应用单位应向有关生态环境主管部门提交上一年度的本单位辐射安全和防护状况年度评估报告。

12.4 环保竣工验收一览表

验收流程应按照国家相关标准规定进行。环保竣工验收一览表见表 12-2。

表 12-2 环保竣工验收一览表

项目	内容	预期效果
辐射安全管理机构	辐射防护管理	有明确的辐射防护领导机构，并将本项目纳入管理，配备经过相关部门培训合格的辐射防护技术人员。
辐射安全防护措施	安全措施（联动装置、警示标志、工作指示灯等）	门灯联动装置、警示标志、工作指示灯运行正常。
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员应参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。
	个人剂量监测	辐射工作人员个人剂量计定期（监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天）进行监测并建立个人剂量档案。
	人员职业健康监	辐射工作人员应定期进行体检，并建立职业健康档案。
防护用品、监测仪器	个人剂量计	有与工作人员数量匹配的个人剂量计。
	辐射环境监测仪	配备辐射环境监测仪，满足医院自行监测需要。
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）中对工作人员要求的剂量限值 20mSv/a 和约束限值 5mSv/a、对公众要求的剂量限值 1mSv/a 和约束限值

		0.25mSv/a 的要求。
	屏蔽体外监测限值	工作场所外周围各关注点处的辐射剂量率均能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5 μ Sv/h 的标准限值。
辐射安全管理 制度	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，辐射事故应急措施	具有有关管理制度，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，辐射事故应急措施等相应制度。

12.5 辐射事故应急

（1）辐射事故应急预案要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，医院制定了《事故应急预案》，明确了应急救援组织机构及其责任，制定了辐射事故分级与应急相应措施、辐射事故调查、报告和处理程序，并对应急保障做出了相应的规定。

建设单位制定的《事故应急预案》具有可操作性，，但需完善应急管理小组、联系人员的联系方式等内容。此外医院还应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》并结合项目运行特点，建设单位还应根据以下内容不断完善事故应急预案。

①制定有针对性的辐射事故应急预案，事故应急预案的内容应包括：有效的组织结构、通畅的通信联络系统、事故报告程序、事故处理及监测、应急车辆等。需满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中对辐射事故应急预案的要求；

②辐射事故应急救援预案应当包括以下内容：应急机构和职责分工；应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；辐射事故分级应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序；辐射事故信息公开、公众宣传方案。

③设置应急机构，并对机构人员进行职责分工；定期组织相关会议，对应急工作人员进行培训；总结辐射工作经验，深化事故分析，提高辐射事故处理能力；

④根据国家有关部门出台的制度和及时更新辐射事故应急预案，及时明确项目所在地生态环境部门、公安部门、卫生部门联系方式；

⑤配备相应的应急和救助的装备、资金、物资并定期更新。

一旦事故发生，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害；

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间；

③现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计和剂量报警仪；

④应尽可能记录下现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响；

⑤事故处理后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

（2）事故应急行动

一旦发生辐射事故，建设单位应立即采取措施防止事故继续发生和蔓延而扩大危害范围，并在第一时间向辐射安全与防护管理机构报告，启动应急响应，具体程序如下：

①启动与报告

发生事故的科室立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，必须立即将发生事故的性质、时间、地点、科室名称、联系人、电话等报告给辐射事故应急领导小组办公室，并做好准备。辐射事故应急领导小组办公室并立即向当地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

②协调与联络

发生辐射事故时，事故应急指挥组负责事故应急状态下的协调与联络工作，保证联络渠道明确畅通，尽职尽责。

③现场控制

现场处置小组接到事故发生报告后，立即赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展；负责现场警戒，确定现场的辐射强度及影响范围，划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保护好现场；迅速、准确判断事件性质。

若是发生射线装置失控导致大剂量射线误照，应立即进行现场救助，采取措施，使人员损伤、环境污染降到最小，组织人力将受照人员送往医院病区，并同时请辐射检测中心进行检测。若是射线装置丢失、被盗，可以组织人力在单位内进行排查，并将射线装置的名称、状态、特性、危害等进行通告，广泛引起本院职工与公众的重视，最大限度降低危害。

④事故调查和处理程序

配合上级有关部门对现场进行调查以及环保安全技术处理，检测等工作，查找事故发生的原因。事故调查遵循实事求是的原则，对事故发生的时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录妥善保管。

此外，还应协助卫生行政部门、公安部门、生态环境行政部门进行事故调查、处理等相关事宜。

④应急终止条件

符合下列条件之一的，即满足应急终止条件：辐射污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内；事故所造成的危害已经被彻底消除，无继发可能；事故现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要。

④ 总结报告

总结经验教训，制定或修改防范措施，加强日常环境安全管理，杜绝类似事故发生。

对突发放射性事故，建设单位需坚持以预防为主，常备不懈的方针，建立和加强相应的监测、应急制度，做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。建设单位同时应具备应急反应机制和应急处理能力，实现应急工作科学化、规范化。建设单位应从经费、物资、人员和技术人员方面做好准备工作，定期进行培训以应急时之需。辐射事故应急救援预案应对本报告表对事故分析情况，进行有针对性的补充完善。今后在预案的实施中，应根据国家发布的新的相关法律法规内容，结合检查工作的实际情况对预案做补充修改，使之更能符合辐射实际需要。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

甘肃省永靖县人民医院位于永靖县古城新区太极南路，本期于医技楼一楼西侧建设一台数字减影血管造影机（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA），机房面积 42.368544m²（机房内尺寸长宽高为：6.288m×6.738m×3.0m），配套建设控制室等辅助工程，该设备属于 II 类射线装置，用于医疗诊断及介入治疗。

13.1.2 产业政策符合性分析

按照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 29 号，2020 年 1 月 1 日起施行）：“一、鼓励类 十三、医药 5、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”之规定，本项目属于“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备”类项目，属于鼓励类，符合国家产业政策。

13.1.3 实践正当性、医疗照射的正当性分析

甘肃省永靖县人民医院地理位置优越，患者能够就近治疗；介入诊断有其他技术无法替代的特点，在延缓病情、保证患者健康、挽救患者生命方面能起到十分重要的作用。本项目的应用将为患者提供一个优越的诊疗环境，提高生活质量，具有明显的社会效益；同时将提高医院的档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，在保证患者健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。医院在医疗诊断及介入治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并对射线装置安全管理建立相应的规章制度，因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目产生的辐射影响降至尽可能小，因此，本项目的应用对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益要远大于其可能引起的辐射危害，该医疗照射是正当的，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”“医疗照射的正当性”的要求。

13.1.4 选址合理性

甘肃省永靖县人民医院地理位置优越，患者能够就近治疗。本项目机房周围50m范围均在医院范围内或道路内，尽量远离了环境保护目标。本项目机房设置防护门及防护墙体，在门口设置电离辐射警告标志，将机房划分为控制区，无关人员不得进入。开机检测过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求。通过以上场所独立、划分区域、屏蔽防护等措施，本项目不会产生交叉污染，对外环境造成辐射影响很小，因此，本项目选址是合理可行的。

13.1.5 辐射安全与防护设施分析

本项目射线装置工作场所辐射安全布局、分区合理，辐射防护设计、各项污染防治设施满足相关标准的要求，射线装置固有安全性、辐射防护措施合理，能够满足防护需求。

13.1.6 项目所在地环境质量现状

机房周围区域 X、 γ 辐射剂量率在（97~131）nSv/h 之间，与《甘肃省环境天然贯穿辐射水平调查研究》中甘肃省建筑物室内 γ 辐射剂量率范围值（33.5~166.6）nGy/h 及道路 γ 辐射剂量率范围值（20.1~129.7）nGy/h 对比，本项目拟建区域 γ 辐射剂量率水平未见异常。

13.1.7 环境影响分析

13.1.7.1 施工期环境影响分析

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

13.1.7.2 运行期环境影响分析

通过监测结果和预测分析，本项目运行后射线装置工作场所外各关注点 X- γ 辐射剂量率满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中规定的具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

通过剂量估算分析，本项目运行后职业人员、公众受到的年有效剂量低于《电

离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”对工作人员要求的剂量限值20mSv/a和对公众要求的剂量限值1mSv/a的要求，也低于本环评提出的约束限值5mSv/a和0.25mSv/a的要求。

由此说明，本项目工作场所的防护设计满足要求，正常运行后产生的辐射影响满足标准要求，对人员产生的辐射影响满足个人剂量标准要求。

13.1.8 辐射安全与防护规章制度

建设单位已制定《永靖县人民医院关于成立辐射安全与环境保护管理小组的通知》、《辐射源和射线装置管理制度》、《放射防护制度》、《放射科安全管理制度》、《放射性事件应急预案》、《放射防护知识培训制度》、《辐射源和射线装置操作制度》，制度具有可操作性，应将本项目纳入管理；还应增加设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等规章制度。

13.1.9 环境影响评价综合性结论

甘肃省永靖县人民医院 DSA 应用项目符合产业政策要求，项目的开展符合《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”的要求。在落实设计方案和环评中各项污染防治设施和辐射环境管理措施的前提下，项目正常运行对周围环境产生的辐射影响将满足相关标准的要求，符合环境保护的要求。因此，从辐射环境保护的角度分析认为本项目可行。

13.2 建议和承诺

建议单位认真做好以下几项工作：

（1）落实本报告中的各项辐射防护措施，完善并落实各项安全管理制度，加强工作人员管理，建立作业运行、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度，并存档备查。

（2）本项目正式投入运行前组织工作人员参加关于辐射安全和防护的培训并考核成功后方能上岗工作；并定期进行辐射防护知识的培训 and 安全教育。

（3）从事辐射工作人员需按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求正确配备个人剂量计。定期检查和评估工作人员的个人剂量，并定期向当地生态环境部门报送辐射工作人员个人剂量信息，对从事辐射工作的工作人员定期进行职业健康体检并形成制度。

（4）建设单位应配备辐射环境监测仪器，对项目及其周围的辐射剂量进行

定期进行自主监测。建设单位应委托有资质的单位定期（每年常规监测一次）对设备周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。

（5）建设单位应不断提高工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故；应加强对工作人员和公众成员辐射防护知识的宣传教育，提高其自身安全防护意识。

（6）建设单位应加强对仪器设施的日常管理工作，特别是环保设施的维护保养，保证其环保功能有效可靠。定期对系统的配件、机电设备和监测仪器，特别是安全连锁装置、报警系统进行检查、维护及时更换部件。

（7）建设单位应根据国家及地方最新出台的法律法规，对辐射相关制度进行更新完善。

（8）建设单位应于每年 1 月 31 日前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。并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

（9）建设单位在取得环评批复后，及时向相关生态环境部门申请变更《辐射安全许可证》。在申办变更辐射安全许可证前，建设单位需在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）进行相关信息的填写。

--

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人：

公 章

年 月 日