

核技术利用建设项目

新增移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA
功能）项目环境影响报告表

（送审件）

成都市第三人民医院

二〇二三年八月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新增移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）项目环境影响报告表

建设单位：成都市第三人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：成都市青羊区青龙街 82 号

邮政编码：610031

联系人：聂睿彤

电子邮箱：——

联系电话：028-61318510

目 录

表 1	项目基本情况	4
表 2	放射源	15
表 3	非密封放射性物质	16
表 4	射线装置	17
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	13
表 6	评价依据	19
表 7	保护目标与评价标准	21
表 8	环境质量和辐射现状	24
表 9	项目工程分析与源项	30
表 10	辐射安全与防护	36
表 11	环境影响分析	46
表 12	辐射安全管理	64
表 13	结论与建议	72

附件：

附件 1 委托书；

附件 2 本项目所在楼栋环评批复；

附件 3 辐射安全许可证正副本；

附件 4 成都市第三人民医院关于调整辐射安全与环境保护管理领导小组组织架构的通知（成三院办〔2023〕10 号）；

附件 5 2022 年度辐射工作人员个人剂量检测结果；

附件 6 本项目辐射环境监测报告；

附件 7 硫酸钡板铅当量检测报告；

附件 8 设备参数确认函；

附件 9 无辐射安全事故说明

附图：

附图 1 本项目地理位置图；

附图 2 项目院区平面布置及外环境关系图；

附图 3 监测布点图；

附图 4 呼吸介入室区域改造前平面布置图；

附图 5 呼吸介入室区域改造后平面布置图；

附图 6 二层平面布置图；

附图 7 负一层平面布置图；

附图 8 本项目呼吸介入室机房通排风图；

附图 9 呼吸介入室机房屏蔽结构图；

附图 10 呼吸介入室机房剖面图；

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）项目			
建设单位		成都市第三人民医院			
法人代表	刘早阳	联系人	聂睿彤	联系电话	028-61318510
注册地址		成都市青羊区青龙街 82 号			
项目建设地点		成都市青羊区青龙街 82 号成都市第三人民医院门诊住院综合楼内			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）		664.6	项目环保投资（万元）	45.9	投资比例 6.91%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ） 37.73
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	无			

项目概述

一、建设单位情况

成都市第三人民医院（社会信用代码 125101004507543870）始建于 1941 年 7 月，是集医疗、科研、教学、预防、保健和康复为一体的国家三级甲等综合性医院。医院占地面积 138 亩，开放床位 2200 张，现有国家临床重点专科建设项目 2 个，省临床重点专科 5 个，省医学重点专科（学科）13 个，市高水平临床重点专科建设项目 3 个，市临床重点专科 1 个，市医学重点学科 31 个，市医疗质量控制中心 24 个，附设成都市心血管病、神经疾病、呼吸健康、肿瘤和消化 5 个研究所、成都

市名医工作室 3 个。

成都市第三人民医院已取得辐射安全许可证，其许可证证书编号为川环辐证[00271]，许可的种类和范围为：使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所；有效期至 2026 年 4 月 13 日。

（一）任务由来

近年来，随着医学实践的不断深入，介入放射学发展迅猛，已经成为了介于内、外科之间，集医学影像学和临床治疗学于一体的新兴学科。因其对疾病治疗的便捷、微创和无可替代的优势，成为综合性医院必备的重要学科。为更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，成都市第三人民医院拟在拟将原门诊住院综合楼内一楼病人抢救、苏醒室改建为 1 间呼吸介入室及其配套用房，在呼吸介入室内，使用 1 台移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能），属于Ⅱ类射线装置。

（二）编制目的

按照《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》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用Ⅱ类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。根据四川省生态环境厅《关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》（2019年2号），本项目应报成都市生态环境局审查批准。

成都市第三人民医院委托四川中环康源卫生技术服务有限公司编制该项目的环境影响报告表（委托书见附件 1）。四川中环康源卫生技术服务有限公司接受本项目环境报告表编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对环境的影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，就项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

（三）环境影响评价报告信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公众参与公开力度，依据国家生态环境部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》的规定，结合四川省生态环境厅要求，建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。

（四）本项目建设内容

1、工程概况

项目名称：新增移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）项目

建设单位：成都市第三人民医院

建设性质：改建

建设地点：成都市青羊区青龙街 82 号成都市第三人民医院门诊住院综合楼内

2、工程建设内容及规模

成都市第三人民医院拟在门诊住院综合楼(地面 16 层,地下 3 层,地面高约 72.5m)一楼西北侧将现病人抢救、苏醒室改建为 1 间呼吸介入室及其配套用房，在改造后的呼吸介入室内新增 1 台移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能），型号为 Cios Spin，属于 II 类射线装置，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 250mA，年诊疗病例约 1200 例，根据医院实际操作经验，按照每台手术人均拍片 1min、透视 5min 计算，移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）年曝光时间累计约 120h（拍片 20h，透视 100h），曝光方向由下而上。主要用于呼吸科介入治疗、血管造影等。

呼吸介入室机房的净空面积为 37.73m²，呈长方形布置，净空尺寸长 6.45m×宽 5.85m×高 5.5m，利旧东、西、北侧的 240mm 厚空心砖墙体+新增 3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.2mm 铅当量），南侧新建 240mm 厚空心砖墙体+3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.2mm 铅当量）；地面为 30mm 厚硫酸钡水泥+180mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板（折合 7.0mm 铅当量）；顶部为 120mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.5mm 铅当量）；楼上（2 楼）为过道；楼下（-1 楼）为过道及弱电进线间；机房观察窗（1 扇）为 4mm 铅当量的铅玻璃，防护铅门（2 扇）均为 4mm 铅当量。本项目呼吸介入室机房由原有房间改造而来，组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	拟在门诊住院综合楼（地面 16 层，地下 3 层，地面高约 72.5m）一楼西北侧将现病人抢救、苏醒室改建为 1 间呼吸介入室及其配套用房，在改造后的呼吸介入室内新增 1 台移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能），型号为 Cios Spin，属于 II 类射线装置，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 250mA，年诊疗病例约 1200 例，年曝光时间累计约 120h（拍片 20h，透视 100h）。 呼吸介入室机房净空面积为 37.73m²，呈长方形布置，净空尺寸长 6.45m×宽 5.85m×高 5.5m，利旧东、西、北侧的 240mm 厚空心砖墙体+新增 3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.2mm 铅当量），南侧新建 240mm 厚空心砖墙体+3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.2mm 铅当量）；地面为 30mm 厚硫酸钡水泥+180mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板（折合 7.0mm 铅当量）；顶部为 120mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.5mm 铅当量）；楼上（2 楼）为过道；楼下（-1 楼）为过道及弱电进线间；机房观察窗（1 扇）为 4mm 铅当量的铅玻璃，防护铅门（2 扇）均为 4mm 铅当量。	噪声、扬尘、废水、固体废物	X 射线 臭氧 噪声 医疗废物
辅助工程	控制室、患者通道、医护更衣间、污物通道等。		废水、固体废物
公用工程	垃圾房、污水处理站等、市政水网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统等。		生活垃圾
办公及生活设施	办公室、连廊等		
环保工程	废水处理依托医院的污水管道和污水处理站，医疗废物依托医院已建医废暂存间及收集系统进行收集暂存后委托有资质单位进行处理，办公、生活垃圾依托医院收集系统进行回收处理。项目产生的臭氧通过机房排风系统引入排气井引至楼顶排放。	噪声、废水、固体废物	废水、固体废物

依托情况介绍：

1、依托办公设施：医生办公室依托医院既有办公室，不涉及新建。

2、依托辅助设施：设备间、原材料库房依托项目所在区域既有设备间、原材料库房，不涉及新改建。

3、依托环保设施

①废水：依托医院已建的污水处理站（位于院区西侧，处理能力为 2420m³/d），整个医院营运期所产生的医疗废水及生活污水通过院内污水管网排至污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准要求后经

市政污水管网排入成都三瓦窑污水处理厂，经处理后达标排放。

②固体废物：施工期产生的固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾。可运送至建筑垃圾处理厂处理；生活垃圾依托施工现场设置的垃圾桶，生活垃圾经集中收集后，由环卫部门统一清运处理。施工期无医疗废物产生。运营期产生的医疗废物经分类收集打包好后暂存于医院已建的医疗废物暂存间（位于门诊住院综合楼-1F 西侧，收集暂存医院内部产生的医疗废物及危险废物），医疗废物日产日清，交由有资质单位处理；办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，日产日清，交由环卫部门清运处理。

（五）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	240L	外购	碘海醇
能源	煤	—	—	—
	电(kW·h)	900kW·h/a	市政电网	—
	气(Nm³)	—	—	—
水资源	用水量	450m³/a	市政水网	—

本项目使用的造影剂为碘海醇注射液，规格为 100ml/瓶，平均每台介入手术使用 2 瓶，每年约 1200 台手术，年使用量约为 240L。由医院统一采购，常温储存，使用后的废包装物按医疗废物处置。

（六）本项目设备装置及使用情况一览表

本项目射线装置相关参数情况见表 1-3，科室手术量情况见表 1-4。

表 1-3 本项目射线装置相关参数

名称	型号	生产厂家	设备参数	管理类别	年束束时间 (h)	曝光方向	使用场所	备注
移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）	Cios Spin	西门子医疗系统有限公司	125kV 250mA	II 类	120h（拍片 20h， 透视 100h）	由下而上	呼吸介入室机房	拟购

表 1-4 本项目科室手术量分配

科室名称	年手术量 (例)	平均每人手术曝光时间		年曝光时间		
		拍片 (min)	透视 (min)	拍片 (h)	透视 (h)	合计 (h)
呼吸科	1200	1	5	20	100	120

（七）工作人员配置情况

本项目共涉及工作人员5名，其中为2名医生，1名放射技师，1名护士，1名放射医师，均为原有工作人员。

表 1-5 本项目辐射工作人员配置情况

职务	辐射工作人员数量	是否兼任之前岗位	科室	备注
医生	2	否	呼吸科	原有工作人员
放射技师	1	否	介入导管	原有辐射工作人员
护士	1	否	介入导管	原有辐射工作人员
放射医师	1	否	放射科	原有辐射工作人员

本项目医生有需要时进行介入手术治疗，由原有一般工作人员变为辐射工作人员。放射技师、医师和护士定岗定责，不再兼任之前的岗位，个人剂量不需要叠加。呼吸介入室进行介入手术时需1名医生1名护士1名技师1名放射医师。

今后，医院可根据开展项目的实际情况做适当调整。

工作制度：医院实行每年工作250天，每天8小时的工作制度。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2020年1月1日施行）的相关规定，本项目使用移动式C形臂X射线机（带DSA功能）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第5款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址、外环境及实践正当性分析

（一）外环境关系分析

本项目呼吸介入室机房位于一层西北侧。

范围 50m 内：呼吸介入室机房西北侧 50m 范围内依次为原有介入手术区域（2.5m~36m）、院区内部道路及绿化（36m~50m）；西南侧 50m 范围内依次为操作间（0m~2.3m）、医生通道（2.3m~5.1m）、更衣室、谈话间、进风区、全科医生培养基地、院区内部道路；东北侧 50m 内为 UPS 间、设备间、过道、院区道路、青龙街；东南侧 50m 范围内依次为楼梯间、卫生间、药品调配操作区、更衣室。

本项目辐射工作场所的 50m 范围大部分均在医院范围内，院区外的主要为青龙街，不存在自然保护区、保护文物、风景名胜区、饮用水源保护区、学校、集中居民

小区等生态敏感目标和环境敏感目标，周围无明显环境制约因素。

（二）选址合理性分析

本项目在一层西北侧利用现有房间改造为呼吸介入室机房及相关配套房间，本项目所在楼栋已进行了环境影响评价并取得批复（见附件2）。本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且拟建的辐射工作场有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

（三）与周边环境的相容性分析

本项目就诊病人及医护人员产生的少量生活污水通过院内污水管网排至医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表2预处理标准要求后经市政污水管网排入成都三瓦窑污水处理厂处理达标后排放。介入手术产生的医用器具、药棉、纱布、手套等医疗废物暂存于已建医疗废物暂存间，按照医疗废物执行转移联单制度，定期交由有医疗废物处理资质的单位回收处理。产生的生活垃圾和办公垃圾很少，依托医院已有的垃圾收集设施统一收集交由市政环卫清运；本项目采用机械排风，风机本身声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划；项目产生的废气经通排风管道排至室外，再经自然稀释后对大气环境影响较小。

因此，本项目的建设不会对周边产生新的环境污染，项目与周边环境相容。

（四）实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足公众多层次、多方位、高质量、便利的诊断需求，提高对疾病的诊断能力。本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊断方法所不能及的效果，是其它诊断项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于放射诊疗的方法效果显著，其优势明显，因此，该项目的实践是必要的。本项目在诊断过程中，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，并建立相应的规章制度和辐射事故应急预案。因此，在正确使用和管理的情况下，可以将本项目产生的辐射影响降至尽可能小，该核技术利用的实践具有正当性。

四、原有核技术利用项目许可情况

1、成都市第三人民医院已取得辐射安全许可证，其许可证证书编号为川环辐证

[00271], 许可的种类和范围为使用 II、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，发证日期：2023 年 04 月 17 日，有效期至：2026 年 4 月 13 日。

成都市第三人民医院已获许可的射线装置具体情况见表 1-5。

表1-5 医院已获许可使用的医用射线装置

序号	装置名称	型号	生产厂家	主要参数		管理类别	工作场所	备注
				电压 kV	电流 mA			
1.	X 射线计算机断层摄影设备	BrillianceiCT	PHILIPS 公司	140kV	1000mA	III	门诊放射区 CT 室 1	已有
2.	医用 X 线摄影系统	Digital Diagnost	PHILIPS 公司	150kV	900mA	III	门诊放射区 DR 室 1	已有
3.	血管造影 X 射线机	Allura Xper FD20	PHILIPS 公司	125kV	1250mA	II	住院 8 号楼 1 楼：介入手术室 5	已有
4.	牙科 X 射线机	ORTHOPHOS XG 5 Ceph	Sirona Dental Systems GmbH	90 kV	16mA	III	西府北街 27 号牙科检查 3 室	已有
5.	口腔 X 射线机	KODAK2100	Carestream Health, Inc	60kV	7mA	III	西府北街 27 号牙科检查 1 室	已有
6.	医用诊断 X 射线机 (DR)	Definium6000	美国 GE 公司	150kV	800mA	III	住院 8 号楼负 1 楼	已有

							DR 扫描 室 2	
7.	X 射线计 算机断 层摄影 设备 (CT)	uCT530	上海联影医疗 科技有限公司	140kV	420mA	III	门诊 放射 区 CT4	已有
8.	X 射线系 统	Essenta DR Compact	PHILIPS 公司	150kV	650mA	III	门诊 放射 区 DR 室 1	已有
9.	移动式 C 型臂 X 射线机	Ziehm Vision FD Vario 3D	ZIEHM IMAGING GMBH	110kV	20mA	III	手术 室 (3 号住 院楼 十八 楼)	已有
10.	数字化 医用 X 射线摄 影系统 (DR)	N600	沈阳东软医疗 系统有限公司	150kV	630mA	III	妇儿 病区 X 线 检查 室	已有
11.	医用血 管造影 X 射线机	Innova IGS 540	GE MEDICAL SYSTEMS SCS	125kV	1000mA	II	住院 8 号 楼 1 楼: 介入 手术 室 6	已有
12.	移动式 C 形臂 X 射线机	Ziehm 8000	ZIEHM IMAGING GMBH	110kV	20mA	III	3 号 住院 楼 18 楼手 术室	已有
13.	口腔颌 面锥形 束计算 机体层 摄影设 备	i-CAT 17-19	imaging Sciences international, LLC	120kV	5mA	III	西府 北街 27 号 口腔 科大 楼二 层牙	已有

							科检查 2 室	
14.	移动式数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)	uDR 370i	联影 (常州) 医疗科技有限公司	150kV	400mA	III	署前街 9 号妇儿病区	已有
15.	医用血管造影 X 射线机	Innova IGS 520	通用电气医疗系统两合公司	125kv	1000mA	II	住院 8 号楼 1 楼: 介入手术室 2	已有
16.	医用血管造影 X 射线机	Innova IGS 520	通用电气医疗系统两合公司	125kv	1000mA	II	住院 8 号楼 1 楼: 介入手术室 3	已有
17.	乳腺 X 射线机	Senographe Essential	通用电气医疗系统两合公司	49kv	100mA	III	住院 8 号楼负 1 楼: 乳腺 X 射线摄影室	已有
18.	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOM Definition AS, 配置 128 层	西门子医疗有限公司	140kv	800mA	III	住院 8 号楼负 1 楼: CT 扫描室	已有
19.	医用直线加速器	Elekta Synergy	医科达	6mV	/	II	住院 8 号楼负 3 楼: 直线加速	已有

							器治 疗室 1	
20.	X射线计 算机体 层摄影 设备	uCT 550	上海联影医疗 科技有限公司	140kv	420mA	III	方舱 CT 室	已有
21.	车载 CT	N32ALV210060	东软医疗系统 股份有限公司	140kV	320mA	III	车载 CT 室	已有
22.	X射线骨 密度仪	MetriScan	Miles Medical LLC San Josc,CA USA	60kV	0.333mA	III	骨密 度检 查室 1	已有
23.	X射线骨 密度仪	MetriScan	Miles Medical LLC San Josc,CA USA	60kV	0.333mA	III	骨密 度检 查室 2	已有
24.	双能量X 射线骨 密度仪	AKDX-16H	深圳市艾克瑞 电气有限公司	80kV	1.2mA	III	骨密 度检 查室 3	已有
25.	双能量X 射线骨 密度仪	AKDX-16H	深圳市艾克瑞 电气有限公司	80kV	1.2mA	III	骨密 度检 查室 6	已有
26.	血管造 影机	Azurion 7 M12	飞利浦医疗系 统荷兰有限公 司	125kV	813mA	II	介入 手术 室 4	已有
27.	数字化X 射线透 视摄影 系统	SONIALVISION C200	北京岛津医疗 器械有限公司	150kV	800mA	III	胃肠 DR 检查 室	已有
28.	X射线计 算机体 层摄影 设备 (CT)	SOMATOM Confidence	西门子医疗系 统有限公司	140kv	800mA	III	放疗 定位 四维 CT 室	已有
29.	移动式C 形臂 X 射线机	Ziehm Vision RFD	Ziehm Imaging GmbH	120kv	200mA	II	消化 内镜 介入 治疗 室	已有
30.	高端 CT	SOMATOM	西门子医疗系	150kV	2600mA	III	放射	已

		FORCE	统有限公司				科	有
31.	正电子发射及X射线计算机断层成像系统 (PET CT)	Vereos PET/CT	飞利浦医疗系统荷兰有限公司	140 kV	665 mA	III	核医学科	已有
32.	移动 DR	uDR 380i Pro	上海联影医疗科技股份有限公司	150kV	560mA	III	放射科	已有
33.	X 射线计算机断层摄影设备	SOMATOM go. Fit	上海西门子医疗器械有限公司	140kV	625mA	III	放射科	已有

医院已获许可的非密封放射性物质具体情况见表 1-6。

表1-6 医院已获许可使用的非密封放射性物质

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	活动种类
1	2 号楼负 3 层核医学科	丙级	F18	$8.88 \times 10^6 \text{ Bq}$	$5.55 \times 10^{12} \text{ Bq}$	使用

医院已获许可的放射源具体情况见表 1-7。

表1-7 医院已获许可使用的放射源

序号	核素名称	出厂活度 (贝可)	类别	用途	工作场所名称	备注
1	Ir-192	$3.7\text{E}+11$	III类	治疗	2 号楼负 3 楼后装治疗室	已有
2	Na-22	$1.48\text{E}+7*1$	V类	PET/CT 校准	2 号楼负 3 楼	已有
3	Na-22	$3.7\text{E}+5*6$	V类	PET/CT 校准	2 号楼负 3 楼	已有

2、建设单位已成立“辐射安全与环境保护管理机构”，并对其领导小组进行了调整（见附件 5），医院感染管理部及预防保健部具体负责医院辐射安全管理工作，负责放射工作人员健康工作，统筹放辐射安全防护工作。

医院辐射安全管理制度的内容符合《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400 号）中的要求。

3、根据《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 年 第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），医院仅从事III类射线装置使用活动的辐射工作人员可

参加院内辐射安全防护知识考核；从事Ⅱ类射线装置使用活动的辐射工作人员需参加辐射安全与防护的学习和考核并取得成绩报告单。

医院从事Ⅲ类射线辐射工作人员均参加了医院组织的辐射安全与防护自主考核，成绩合格。从事Ⅱ类射线装置工作人员，原持有的辐射安全培训合格证书已到期。医院承诺将及时组织Ⅱ类射线工作人员通过核技术利用辐射安全与防护培训平台进行相关知识学习，并确保所有Ⅱ类射线辐射工作人员及辐射安全管理人员考核合格后上岗。

4、据建设单位提供的2022年1月~2022年12月全院辐射工作人员的个人剂量检测报告，所有辐射工作人员均未出现单季度超过1.25mSv的情况，全院辐射工作人员个人剂量检测报告见附件。全院现有辐射工作人员季度个人剂量计检测结果均低于职业人员1.25mSv/季度的约束限值；最近一年个人剂量计检测结果也均低于职业人员5mSv/年的约束限值。医院应加强管理、严格按照剂量计使用规范佩戴保管，医院辐射工作人员应加强学习，正确使用个人防护用品（佩戴个人剂量计及防护铅衣等），严格按照规定随身携带；医院应严格按照规定每季度送检，并建立完整的档案，妥善保存。

5、医院编制了《四川省核技术利用单位 放射性同位素与射线装置 安全和防护状况年度评估报告（2022年度）》。

现医院辐射安全管理情况如下：

（1）成都市第三人民医院按照要求委托四川中环康源卫生技术服务有限公司、四川鸿进达卫生技术服务有限公司进行了2022年度监测，建设单位已有射线装置辐射工作场所周围剂量当量率不大于《放射诊断放射防护要求》

（GBZ130-2020）规定的2.5μSv/h剂量水平要求，各射线装置周围职业人员和公众的年有效剂量均分别小于5mSv/a和0.1mSv/a的管理限值要求；以及经对成都市第三人民医院核医学科工作场所放射检测，该场所放射防护检测合格符合国家有关规定。

经对成都市第三人民医院核医学科放射工作场所工作人员的衣服，体表及工作场所的设备、工具、地面等β放射性表面污染检测，检测结果显示：该核医学科各功能房间及工作人员操作位等放射工作场所检测位置的放射性活度符合国家有关规定。

(2) 医院共 34 台射线装置，射线装置运行及维护情况良好，每台 X 线机均有使用登记和维护记录。

(3) 个人剂量档案和职业健康档案齐全；

(4) 射线装置对比辐射安全许可证台账吻合；

(5) 放射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施、档案管理方面均满足响应规定要求；

(6) 经调查，自从事辐射诊疗以来，严格按照国家法律法规进行管理，未发生过辐射安全事故。

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
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—

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	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
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	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	移动式 C 形臂 X 射线机 (带 DSA 功能)	II 类	1 台	Cios Spin	125	250	介入治疗	呼吸介入室机房	本次评价
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

（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	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
O ₃	气态	O ₃	/	少量	少量	少量	不暂存	环境大气
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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，年排放总量为 kg。

2. 含有放射性的废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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施； (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订； (6) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2005 年 8 月 31 日国务院第 104 次常务会议通过，自 2005 年 12 月 1 日起施行，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订； (8) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日实施； (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部 16 号部令，2021 年 1 月 1 日起施行）； (10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局第 31 号令，2021 年 1 月 4 日修订）； (11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施； (12) 《射线装置分类》，原环保部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号令； (13) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日； (14) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，原环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；
------	---

	(15) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162 号； (16) 《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 公告 2019 年第 57 号）。
技术标准	(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）； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； (4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； (5) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； (6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (7) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）。
其他	(1) 《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）； (2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料； (3) 《核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布版）； (4) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号； (5) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目医用射线装置的特点和应用内容，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）要求，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）对射线装置应用的辐射监测技术要求，确定辐射环境影响评价的范围：以呼吸介入室机房建筑实体边界 50m 内区域作为评价范围。

保护目标

本项目保护目标主要有：以呼吸介入室机房的建筑实体为边界，半径 50m 内辐射工作人员和公众。主要包括：呼吸介入室机房内的医生、机房四周配套房间内工作人员及公众，以及楼外流动公众等。

由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此在进行预测时选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

项目位置	保护目标		与射线装置最近距离 (m)		人流量 (人次/d)	照射类型	剂量约束值 (mSv/年)
			水平	垂直			
呼吸介入室机房	机房内	呼吸介入室机房内的医生	紧邻	0	≤3	职业	5.0
		呼吸介入室机房内的护士	紧邻	0	≤1	职业	5.0
	院内	操作间内的技师（西南侧）	紧邻	0	≤1	职业	5.0
		呼吸介入室配套房间（医生通道、办公休息室、更衣室）、全科医生培养基地等（西南侧）	2.3	0	≤10	公众	0.1
		等候区、通道、原有介入手术区等（西侧）	紧邻	0	≤20	公众	0.1
		楼梯间、卫生间等（东南侧）	紧邻	0	≤500	公众	0.1
		UPS 电源间、设备间等（东北侧）	紧邻 ~8.3	0	≤10	公众	0.1
		呼吸介入室机房正上方过道	0	5.5	≤500	公众	0.1

		过道、弱电进线及电话间（正下方）	0	5.5	≤10	公众	0.1
		50m 范围内其他公众	0-50	0	≤500	公众	0.1
	外	青龙街（东北侧）	33~50	0	≤500	公众	0.1

评价标准

1、环境质量标准

臭氧需满足《环境空气质量标准》（GB3095—2012）中二级标准中 1 小时均值（0.20mg/m³）的标准限制要求；

地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；

声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

2、污染物排放标准

废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准；

废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准；

噪声执行 ①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准；

一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020）。

3、剂量约束值

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

职业照射：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 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。眼晶体的年当量剂量不超过 150mSv。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

公众照射：第 B1.2.1 条的规定，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年有效剂量 1mSv。

本评价按上述标准中规定的职业照射年平均有效剂量的 1/4 执行，即 5mSv/a，眼晶体的年当量剂量约束限值为 37.5mSv，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束限值为 125mSv；公众照射按照标准中规定的年有效剂量的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

4、放射工作场所边界周围剂量率控制水平

放射工作场所边界周围剂量率控制水平参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，本项目医用射线装置使用场所在距离机房屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

本项目选址位于成都市青羊区青龙街 82 号成都市第三人民医院门诊住院综合楼一层西北侧。根据现场踏勘，呼吸介入室机房西北侧 50m 范围内依次为原有介入手术区域（2.5m~36m）、院区内部道路及绿化（36m~50m）；西南侧 50m 范围内依次为操作间（0m~2.3m）、医生通道（2.3m~5.1m）、更衣室、谈话间、进风区、全科医生培养基地、院区内部道路；东北侧 50m 内为 UPS 间、设备间、过道、院区道路、青龙街；东南侧 50m 范围内依次为楼梯间、卫生间、药品调配操作区、更衣室。本项目辐射工作场所的 50m 范围均在医院范围内，不存在自然保护区、保护文物、风景名胜、饮用水源保护区、学校、集中居民小区等生态敏感目标和环境敏感目标，周围无明显环境制约因素。

在接受本项目环境影响评价委托后，我公司技术人员对项目所在区域进行了踏勘，本项目现状见图 8-1。



图8-1 本项目呼吸介入室拟改建区域位置

二、本项目主要环境影响

本项目主要污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、土壤、地表水和地下水环境质量等进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。

三、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

为掌握项目所在地的辐射环境现状，本次评价过程中，2023 年 6 月 28 日四川中环康源卫生技术服务有限公司对项目拟建场所及周边进行了 X-γ辐射环境剂量率的布点监测。监测次数，一次。其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源	检出限
X-γ辐射空气吸收剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021	0.01 μSv/h
	《辐射环境监测技术规范》	HJ 61-2021	

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测仪器			备注
	名称及编号	技术参数	检定情况	
X-γ辐射空气吸收剂量率	BH3103B 型便携式 X-γ剂量率仪 编号：YQ19032	测量范围：（1-10000） ×10 ⁻⁸ Gy/h 能响范围：0.025MeV~ 3MeV 修正因子：0.89	校准单位：中国测试技术研究院 校准有效期： 2022/10/13-2023/10/12 校准证书：校准字第 202210001539 号	-

表 8-3 监测时环境状况

环境温度	环境湿度	环境大气压	天气状况
30℃	47%RH	94.6 kPa	晴

四、质量保证

本项目环境现状监测单位四川中环康源卫生技术服务有限公司，通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

（1）计量认证

从事监测的单位四川中环康源卫生技术服务有限公司通过了原四川省质量技术监督局的计量认证（证书编号：212303100255）。

（2）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（3）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制；③监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

五、监测布点原则及监测点布置

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 DSA 曝光时高压射线管发出的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X- γ 辐射空气吸收剂量率。

根据现场实际情况，X- γ 辐射空气吸收剂量率监测点位主要包括拟改建呼吸介入手术室内、拟改建呼吸介入手术室南侧操作室内、拟改建呼吸介入手术室西侧过道、拟改建呼吸介入手术室北侧 UPS 间内、拟改建呼吸介入手术室东侧楼梯间、拟改建呼吸介入手术室楼上、现有介入室 5 东侧、现有介入室 6 东侧、项目西北侧商住楼处，监测点位包含为呼吸介入室机房四周区域及 50m 范围内的保护目标，根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况，点位布设符合技术规范要求。

监测布点示意图如下：

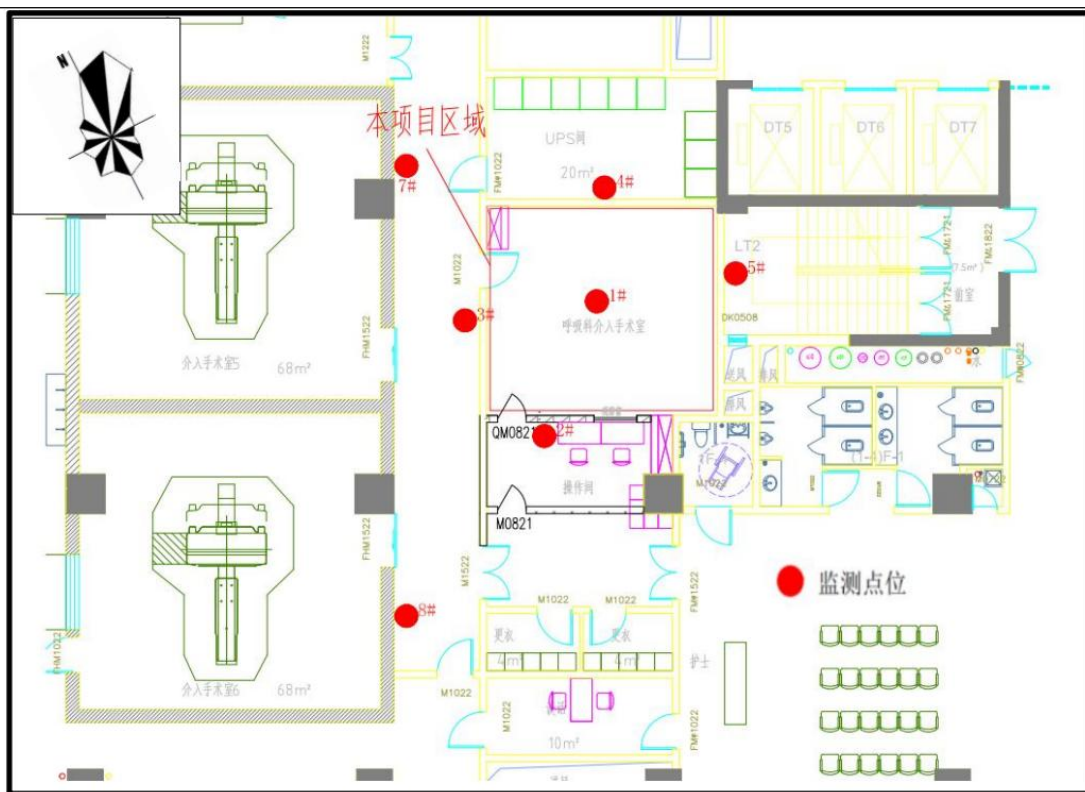


图 8-2 监测布点示意图 1

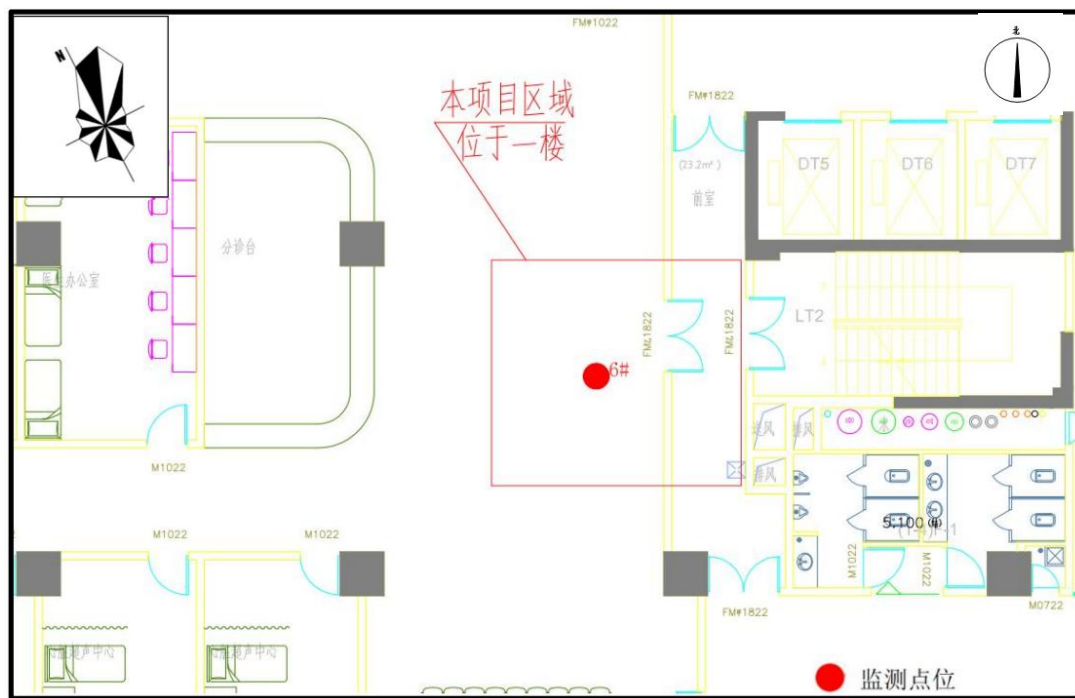


图 8-3 监测布点示意图 2

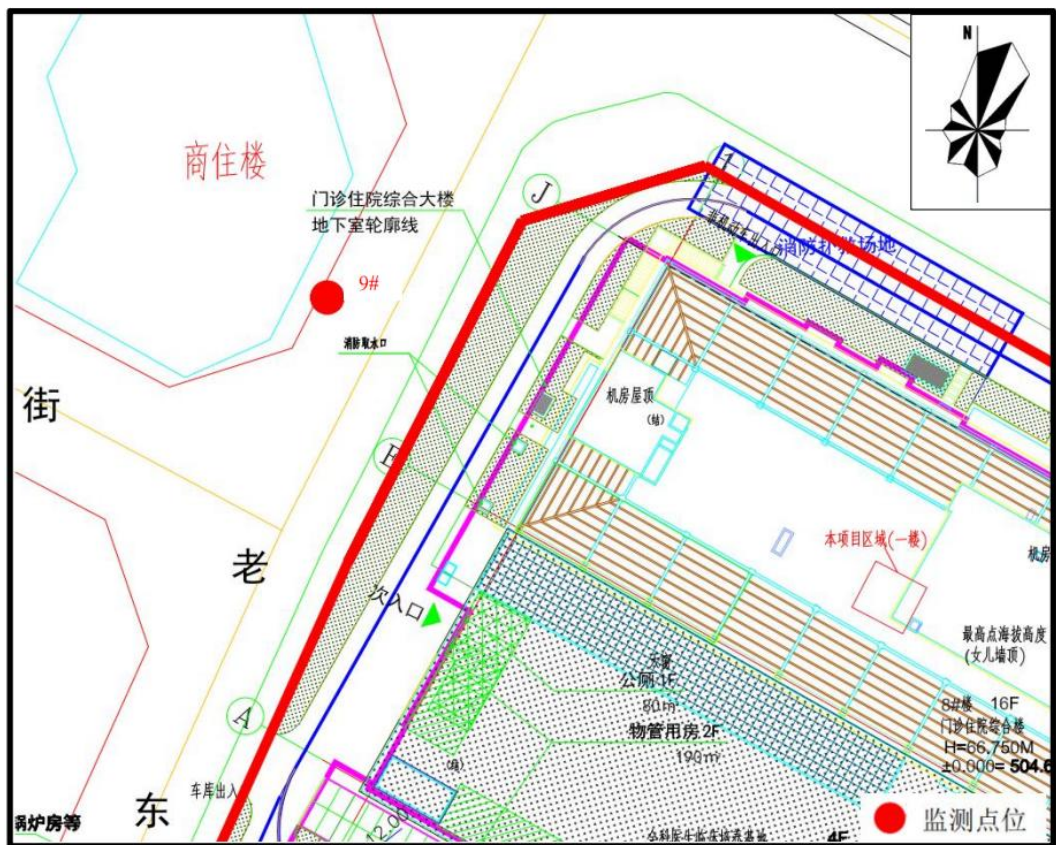


图 8-4 监测布点示意图 3

六、环境现状监测与评价

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

具体监测结果如下：

表 8-3 X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果 单位：nGy/h

测点编号	X-γ辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		监测点位	备注
	监测值	标准差		
1	100.87	0.10	拟改建呼吸介入手术室内	现统一名称为呼吸介入室内
2	95.97	0.08	拟改建呼吸介入手术室南侧操作室内	
3	100.42	0.08	拟改建呼吸介入手术室西侧过道	
4	94.93	0.33	拟改建呼吸介入手术室北侧 UPS 间内	
5	100.27	0.05	拟改建呼吸介入手术室东侧楼梯间	
6	91.52	0.08	拟改建呼吸介入手术室楼上	

7	105.02	0.33	现有介入室 5 东侧	
8	97.60	0.48	现有介入室 6 东侧	
9	86.92	0.10	项目西北侧商住楼处	室外

由监测报告得知，项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 86.92 nGy/h~105.02 nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2021 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.0 nGy/h~120.2 nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项

本项目是在原有房间上进行改建和装修。因此，项目施工期主要是对已有建筑物进行改建和装饰施工、设备安装，最后进行竣工验收。本次环评的主要评价内容有：机房改造、防护装修施工、设备安装调试等。

其工艺流程及产物环节：

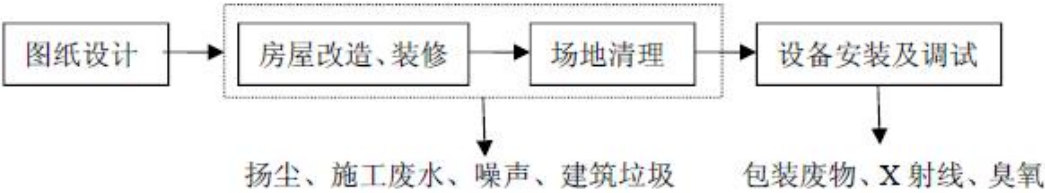


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

环评要求：严格按照设计方案进行防护施工，隐蔽工程需留下影像资料，以备后期查验。

1、土建、装修施工的工艺分析

呼吸介入室机房及配套用房改造、防护装修：新建机房及配套用房防护墙体，安装防护门和观察窗，并对机房、操作间等进行装修工程。

根据建设单位提供的资料，利旧东、西、北侧的 240mm 厚空心砖墙体+新增 3mm 铅当量硫酸钡板，南侧新建 240mm 厚空心砖墙体+3mm 铅当量硫酸钡板；地面为 30mm 厚硫酸钡水泥+180mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板；顶部为 120mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板。

防护门：防护门采用钢制框架，内衬 4mm 铅当量的铅板，门扇底部采用防护铅胶条处理，密封地面缝隙。

铅玻璃：先在铅玻璃四周用大芯板保护，再用纯铅板向四周铺贴，并且要求机房内侧纯铅板向四周墙面外延伸不小于 10cm，铅玻璃与窗框间和窗框间与墙体间的缝隙必须用软铅填实，防止散射线从铅玻璃四周泄漏。观察窗采用 4mm 铅当量的铅玻璃。

排风管及穿墙电缆：排风通道从西侧墙体穿过，在外墙排口处增加 5mm 铅板包

裹（喇叭口状）（与墙体等效铅当量）作为屏蔽补偿措施。本项目电缆布设于电缆沟内，电缆沟采用 U 型穿墙方式，因此电缆沟的布设方式不影响屏蔽墙体的屏蔽效果。

此外，在建设过程中严格按照施工规范进行施工，在呼吸介入室机房配套工程新建墙体过程中，墙与墙之间须紧密贴合，防止射线泄露；使用符合要求的水泥，铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍；穿过机房墙体的各种管道、电缆不得影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果，不得正对工作人员经常停留的地点。

环评要求：在呼吸介入室装修时，应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，各屏蔽体应有足够的超边量，避免各屏蔽体之间有漏缝产生。

本项目在装修施工阶段主要环境影响为扬尘、废水、噪声、废渣和装修废气等。本项目工程量小，时间短，本项目施工期会对周围声环境质量产生一定影响，但本项目工程量小，施工期短，通过作业时间控制，合理安排好各种噪声施工机具的使用时间，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时性的，对周围声环境的影响随建设期的结束而消除。施工所产生的少量生活废水经医院污水处理系统排入城市污水处理管网，在建设施工中采取湿法作业，尽量降低扬尘对周围环境的影响。建设施工所产生的少量施工废渣和设备安装产生的包装废物送当地指定的建筑垃圾处置场。

2、设备安装调试期间的工艺分析

设备安装及调试阶段主要污染物是运输器械产生噪声及包装废弃物、电离辐射和臭氧。本项目设备的安装和调试应请设备供货方专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

二、运营期污染源项

（一）呼吸介入室治疗工艺分析

1、设备组成及工作原理

呼吸介入室中带 DSA 功能的设备是影像增强器技术、电视技术和计算机科学技术相结合的产物，是应用最多的数字化 X 射线透视设备。DSA 功能的设备主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

呼吸介入室（带 DSA 功能的设备）是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

2、诊断及治疗流程简述

呼吸介入室（带 DSA 功能的设备）在进行曝光时分为两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 9-2：

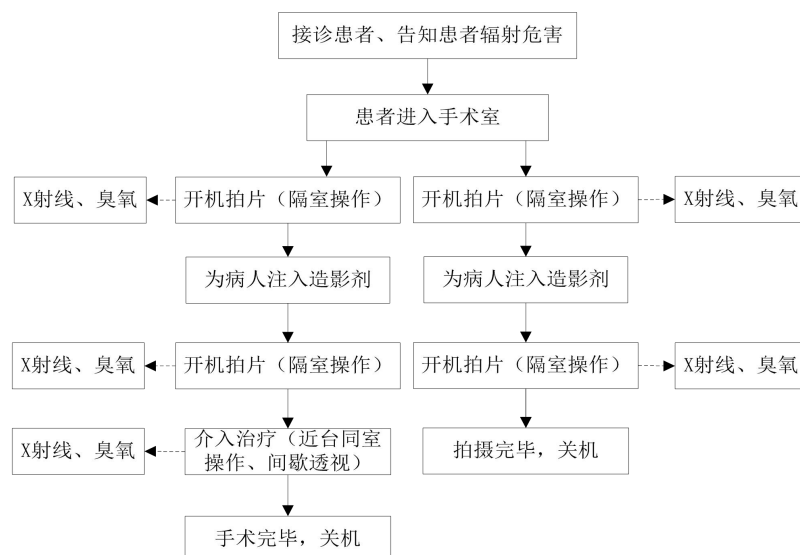


图 9-2 DSA 检查与治疗流程及产污环节示意图

（1）DSA 拍片检查

DSA 检查采用隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员调整 X 线球管、人体、影像增强器三者之间的距离，然后进入操作间，关好防护门。医师、操作人员通过操作间的计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

（2）DSA 功能介入治疗

DSA 功能介入治疗采用近台同室操作方式。通过控制设备中的 X 线系统曝光，

对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医生位于手术床一旁，距设备的 X 线管 0.5~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅手套等）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医生根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动设备的 X 线系统进行透视（设备的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。根据每台手术设备装置的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同，一般每台手术配置 1 名医生、1 名护士、1 名技师。介入手术完后关机，病人离开呼吸介入室。

3、通排风系统介绍

本项目呼吸介入室采用新风系统排换气，设置专用送风口，双侧下回风，风量 3000m³/h，管道直径 250mm，机房内产生的臭氧通过机房排风系统引至机房西侧外墙处排放（排风口距地面约 5m）。

排风管及穿墙电缆屏蔽补偿措施：排风通道从墙体穿过，在外墙排口处增加 5mm 铅板包裹（喇叭口状）（与墙体等效铅当量）作为屏蔽补偿措施。本项目电缆布设于电缆沟内，电缆沟采用 U 型穿墙方式，因此电缆沟的布设方式不影响屏蔽墙体的屏蔽效果。

4、产污环节

本项目使用 1 台移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能），属于 II 类射线装置。产污环节为：在注入造影剂之前拍片产生的 X 射线和臭氧，注入造影剂之后产生的 X 射线和臭氧，介入治疗过程中间歇透视产生的 X 射线和臭氧。在手术时，产生医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套等医疗废物。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

5、本项目医护人员、患者、污物路径分析

本项目人流物流、通道分开布置，手术过程中产生的医疗废物经过打包后通过污物通道，暂存于医疗废物暂存间。本项目人流、物流图见图 9-4。

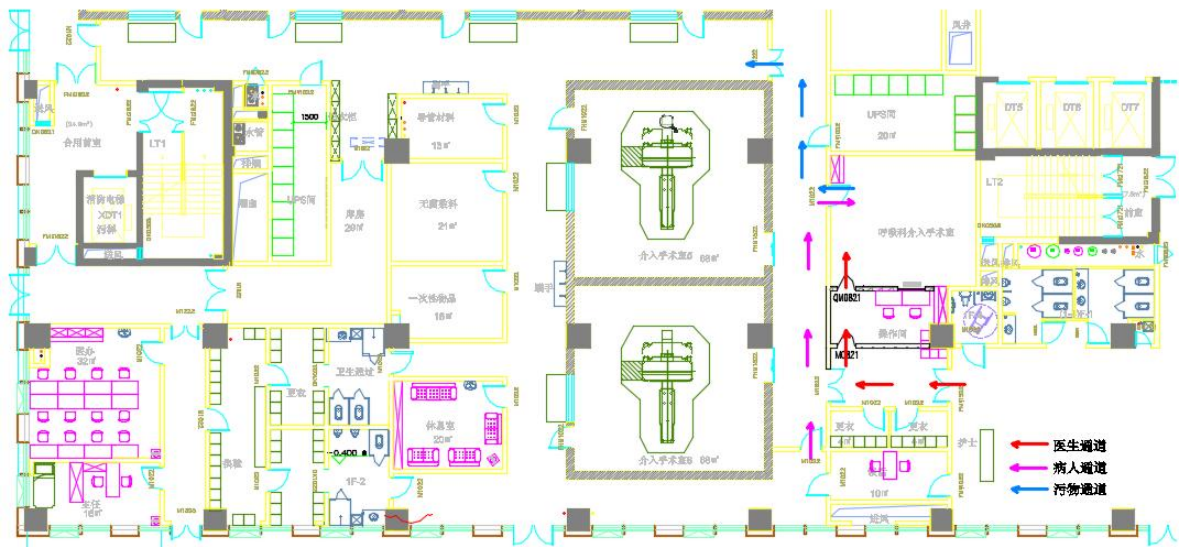


图9-4 本项目人流、物流路径示意图

污染源项描述

(1) 电离辐射

移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）在开机状态下主要辐射为 X 射线，不开机状态不产生 X 射线。

(2) 废气

移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）在曝光过程中臭氧产生量很小，产生的臭氧通过机房排风系统引入排气井引至楼顶排放，室外大气扩散条件良好，产生的 O_3 气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小对环境影响较小。

(3) 噪声

本项目噪声源主要为风机噪声，所有设备选用低噪声设备，噪声源强不大于 65dB (A) 且均处于室内，通过建筑墙体隔声和距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界噪声标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

(4) 废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准后排入市政管网，进入成都三瓦窑污水处理厂处理达标后排放。

(5) 固体废物

①本项目移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 2400kg。介入手术产生的医疗废物采用专门的收集容器收集后，暂存于医疗废物暂存间，该医疗废物暂存间仅用于本项目的医疗废物，按照医疗废物执行转移联单制度，定期交由有医疗废物处理资质的单位回收处理。

③本项目共涉及辐射工作人员 5 名，每人产生生活垃圾和办公垃圾约 1kg/d，则每天生活垃圾和办公垃圾产生量约为 5kg。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾经袋装依托医院已有的垃圾收集设施统一收集交由市政环卫清运，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

（6）造影剂的存储、泄露风险

造影剂是介入放射学操作中最常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。在使用造影剂前由药剂师进行剂量核算后护士取药，医生用高压注射器按照血液流速注入病人血管内，在 X 射线的照射下达到血管造影的目的，最后由泌尿系统排除体外。医院未使用完和过期的造影剂作为医疗废物进行处理。造影剂不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄露风险。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

本项目呼吸介入室机房位于门诊住院综合楼一层西北侧，**50m 范围内**：呼吸介入室机房西北侧 50m 范围内依次为原有介入手术区域（2.5m~36m）、院区内部道路及绿化（36m~50m）；西南侧 50m 范围内依次为操作间（0m~2.3m）、医生通道（2.3m~5.1m）、更衣室、谈话间、进风区、全科医生培养基地、院区内部道路；东北侧 50m 内为 UPS 间、设备间、过道、院区道路、青龙街；东南侧 50m 范围内依次为楼梯间、卫生间、药品调配操作区、更衣室。

本项目改造后呼吸介入室平面布置图见附图 4。

本项目病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不交叉影响，候诊病人从病人通道进入呼吸介入室机房，医护人员从医生通道进入操作间和机房，污物通道独立设置，手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物暂存间，经过打包后通过污物通道运出。本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。呼吸介入室采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的，平面布置合理。

综上所述，从辐射安全的角度考虑，本项目辐射工作场所产生的电离辐射经屏蔽后，对周围辐射环境影响是可接受的，平面布置合理。

2、辐射工作场所两区划分

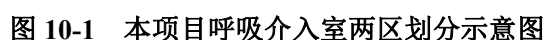
为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，辐射工作区与非辐射工作区隔开。控制区内禁止外来人员进入，职业工作

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。监督区范围内应尽量限制无关人员进入。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。



37

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志；

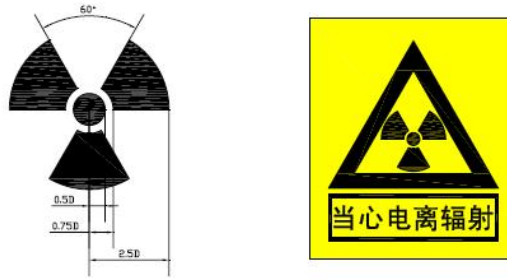


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；

④备有个人防护用品、工作服和被污染防护衣具的贮存柜；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

（3）监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区为边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

建设单位应严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，结合医院实际情况，加强控制区和监督区的监管。

二、辐射安全与防护措施

（一）辐射屏蔽措施

呼吸介入室机房净空面积为 37.73m^2 ，呈长方形布置，净空尺寸长 $6.45\text{m} \times$ 宽 $5.85\text{m} \times$ 高 5.5m ，利旧东、西、北侧的 240mm 厚空心砖墙体+新增 3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.2mm 铅当量），南侧新建 240mm 厚空心砖墙体+ 3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.2mm 铅当量）；地面为 30mm 厚硫酸钡水泥+ 180mm 厚混凝土+ 3mm 铅当量硫酸钡板（折合 7.0mm 铅当量）；顶部为 120mm 厚混凝土+ 3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.5mm 铅当量）；楼上（2 楼）为过道；楼下（-1 楼）为过道及弱电进线间；机房观察窗（1 扇）为 4mm 铅当量的铅玻璃，防护铅门（2 扇）均为 4mm 铅当量。

本项目实体防护折合铅当量计算见表 10-2:

表 10-2 呼吸介入室机房的实体防护折合铅当量计算表

呼吸介入室 机房	实体结构	折合铅当量	总计
四周墙体	240mm 厚空心砖墙+3mm 铅当量硫酸钡板	1.2mmPb+3.0mmPb	4.2mmPb
屏蔽门	4mmPb	4mmPb	4mmPb
观察窗	4mmPb	4mmPb	4mmPb
屋顶	120mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板	1.5mmPb+3.0mmPb	4.5mmPb
地面	30mm 厚硫酸钡水泥+180mm 厚混凝土 +3mm 铅当量硫酸钡板	1.8mmPb+2.2mmPb+ 3.0mmPb	7.0mmPb

注: ①根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量, 管电压(有用线束)为 125kV 时, 查表计算 120mm 混凝土(混凝土密度按 2.35t/m³ 计)相当于 1.5mm 铅当量, 180mm 混凝土(混凝土密度按 2.35t/m³ 计)相当于 2.2mm 铅当量。

②根据《辐射防护手册 (第三分册) 辐射安全》, 查表 3.3, 管电压 150kV (无 125kV 数据), 200mm 空心砖为 1.0mm 铅当量, 故 240mm 空心砖为 1.2mm 铅当量。

③根据《辐射防护手册 (第三分册) 辐射安全》, 查表 3.3, 管电压 150kV (无 125kV 数据), 15mm 钡水泥(硫酸钡防护涂料)的密度 3.2g/cm³, 相当于 1.0mm 铅当量; 33mm 钡水泥(硫酸钡防护涂料)的密度 3.2g/cm³, 相当于 2.0mm 铅当量; 51mm 钡水泥(硫酸钡防护涂料)的密度 3.2g/cm³, 相当于 3.0mm 铅当量; 故 30mm 钡水泥(硫酸钡防护涂料), 密度 3.2g/cm³, 相当于 1.8mm 铅当量。

本项目呼吸介入室机房实体防护与《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)对照见下表:

表 10-3 呼吸介入室机房的实体防护设施对照表

房间	面积	四周墙体	屏蔽门	观察窗	屋顶	地面
呼吸介入 室机房	37.73m ² (最小单 边长度5.85m)	240mm厚空心 砖墙+3mm铅 当量硫酸钡板 (折合4.2mm 铅当量)	4mm 铅当 量	4mm 铅 当量	120mm厚混凝 土+3mm铅当 量硫酸钡板 (折合4.5mm 铅当量)	30mm厚硫酸钡水 泥+180mm厚混凝 土+3mm铅当量硫 酸钡板 (折合 7.0mm铅当量)
放射诊断 放射防护 要求	最小有效使用 面积20m ² , 最小 单边长度3.5m	2mm铅当量	2mm 铅当 量	2mm 铅 当量	2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量
备注	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

(二) 辐射防治措施

1、呼吸介入室固有安全性

本项目配备的移动式 C 形臂 X 射线机(带 DSA 功能)已采取如下技术措施:

①采用栅控技术: 在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压, 抵消曝光脉冲的启辉与余辉, 起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备相应的表征剂量指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，例如剂量面积乘积（DAP）仪等。

⑥配备辅助防护设施：DSA 配备床下铅帘（0.5mmPb）和悬吊铅帘(0.5mmPb)、铅屏风等辅助防护用品与设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

⑦正常情况下，必须按规定程序并确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和床体上均设置“紧急止动”按钮，一旦发生异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

2、辐射工作场所安全措施

①呼吸介入室采取屏蔽措施。

②呼吸介入室防护门外设有电离辐射警示标志和工作指示灯箱。

③配有铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜等防护措施。

④门灯联锁：机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯箱。当出束时，指示灯箱为红色并显示“禁止入内”，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯箱灭。

⑤紧急止动装置：控制台上、床旁均拟设置紧急止动按钮（各按钮分别与 X 射线系统连接）。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止 X 射线系统出束。

⑥操作警示装置：X 射线系统出束时，控制台上的指示鸣器发出声音。

⑦对讲装置：在呼吸介入室与控制室之间拟安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与射线装置机房内的人员联系。

⑧闭门装置：介入手术室平开门应有自动闭门装置，推拉式机房门应设有曝光时关

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。

辐射安全与防护设施布置如下图所示：

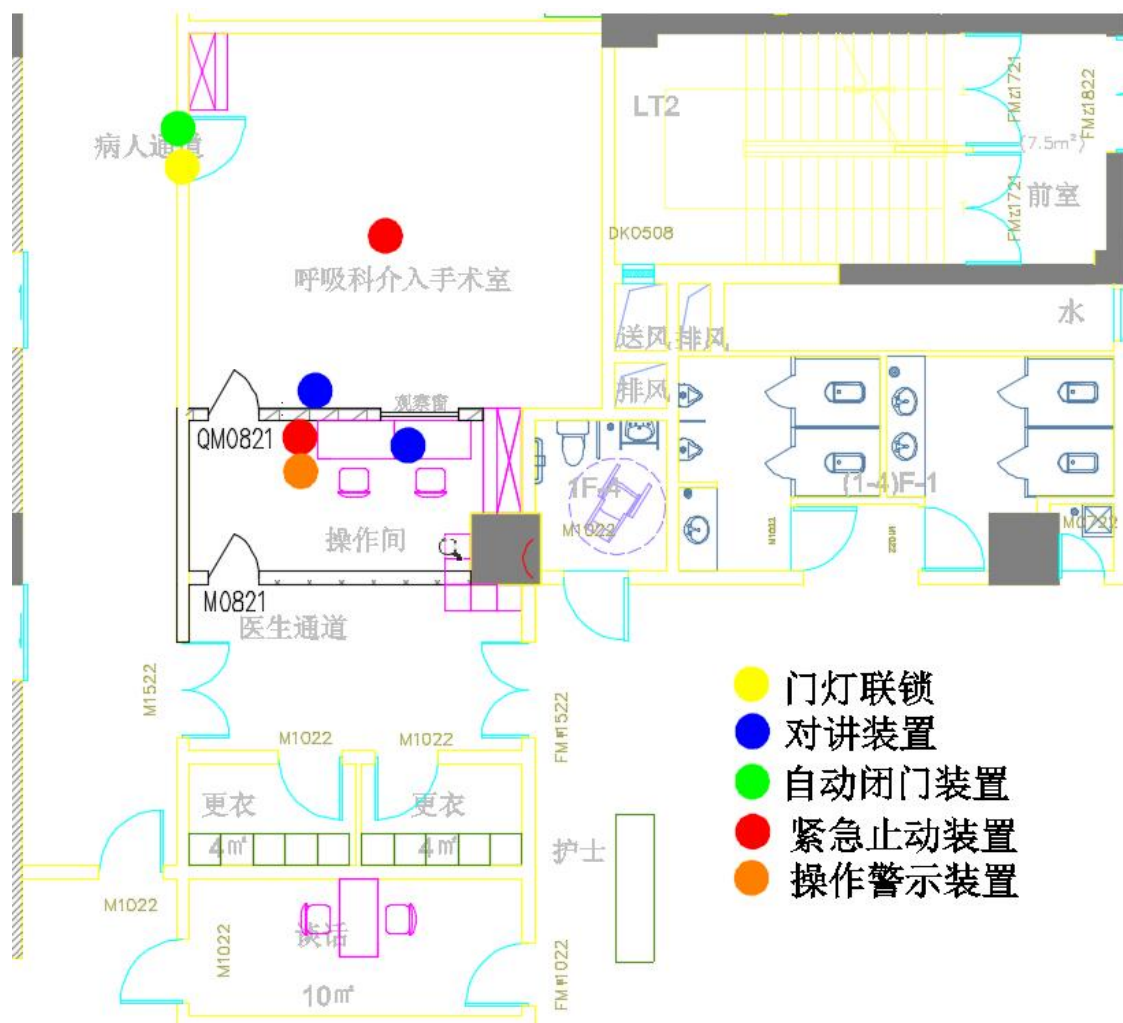


图 10-2 辐射安全与防护设施布置图

3、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

(1) 辐射工作人员

为减少辐射工作人员的照射剂量，采取防护X射线的主要方法有屏蔽防护、时间防护和距离防护，三种防护联合运用、合理调节。

①距离防护

呼吸介入室机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在呼吸介入室机房人员通道门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

②时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。根据医院的实际情况，医院的移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）主要用于介入手术、血管造影等。

③屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过控制室与呼吸介入室机房之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽 X 射线，以减弱或消除射线对人体的危害。

个人防护用品和辅助防护设施：辐射工作人员配备个人防护用品（铅橡胶颈套、铅衣、铅防护眼镜、介入防护手套等），除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；本项目防护用品铅衣厚度为 0.5mm 铅当量。

④个人剂量监测

辐射工作人员均应配备有个人剂量计，并要求在上班期间必须佩戴。对于进行介入治疗的辐射工作人员，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、指环剂量计等），铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面，并将有标签的一面朝外。医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

（2）受检者或患者的安全防护

医院应配有三角巾、铅橡胶颈套，用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。另外，在不影响工作质量的前提下，保持与射线装置尽可能大的距离。

（3）机房周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和地板楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在呼吸介入室机房门外张贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，禁止无关人员进入，以增加公众与射线装置之间的防护距离，避免受到不必要的照射，定期对辐射安全设施的进行维护，确保实时有效。

三、放射性工作场所安防措施

为确保本项目所使用的Ⅱ类射线装置的安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-4。

表 10-4 射线装置工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
呼吸介入室工作场所	防盗和防破坏	①本项目呼吸介入室机房及附属设施纳入医院日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏； ②安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案； ③呼吸介入室机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。 ④呼吸介入室机房内配置了火灾报警系统及灭火器等。
	防泄漏	①本项目所使用的射线装置购置于正规厂家，泄漏辐射不会超过《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的约束值； ②本项目呼吸介入室机房均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房是不存在辐射泄漏的情况。

四、辐射安全防护设施对照分析

根据《核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布版）和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）对Ⅱ类医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-5：

表 10-5 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
场所设施	观察窗屏蔽	1 扇铅窗，为 4mm 铅当量	设计中已有
	机房防护门	2 扇铅门，均为 4mm 铅当量	设计中已有
	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	设计中已有
	通风设施	排风系统 1 套	设计中已有
	紧急停机按钮	设备自带	设计中已有
	门灯连锁	/	需配备
	对讲系统	/	需配备
	电离辐射警告标志	/	需配备
	机器工作状态指示灯箱	/	需配备
监测设备	便携式辐射监测仪	/	需配备 1 台
	个人剂量计	/	需配备 5 套

	个人剂量报警仪	/	需配备 5 个
防护器材	医护人员个人防护	/	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 5 套
	患者防护	/	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套各 1 套
其他	灭火器材	/	需配备 2 个

五、环保设施及投资分析

本项目总投资 664.6 万元，其中环保投资 45.9 万元，占总投资约 6.91%。具体环保设施及投资见表 10-6。

表 10-6 环保设施及投资一览表

项目		环保设施	数量	投资（万元）
呼吸介入室机房	辐射屏蔽措施	观察窗（4mm 铅当量）	1 扇	3
		铅防护门（4mm 铅当量）	2 扇	6
		屋顶：120mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.5mm 铅当量）	/	20.9
		四周墙体：240mm 厚空心砖墙+3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.2mm 铅当量）	/	
		地面：30mm 厚硫酸钡水泥+180mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板（折合 7.0mm 铅当量）	/	
	安全装置	工作状态指示灯箱	2 个	4
		电离辐射警告标志	2 个	
		紧急止动装置	1 套	
		门灯联锁装置	1 套	
		对讲系统	1 套	
		床下铅帘（机器自带、0.5mm 铅当量）	1 套	机器自带
		悬吊铅帘（机器自带、0.5mm 铅当量）	1 套	
	监测仪器及个人防护用品	个人剂量计	5 套	6
		个人剂量报警仪	5 个	
		便携式辐射监测仪	1 台	
		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	5 套（医护使用）	5
		铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	1 套（患者使用）	1
	其他	通风设施	1 套（设计中已有）	——
		医疗废物收集转运：依托医院现有医疗废物暂存间及转运系统	/	——

合计	45.9
今后在实践中，医院应根据国家发布的法规内容，结合自身实际情况对环保设施做相应补充，使之更能满足实际需要和法规要求。 三废的治理 1、废水 本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准后排入市政管网，进入成都三瓦窑污水处理厂处理达标后排放。 2、废气 移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）在曝光过程中臭氧产生量很小，产生的臭氧通过机房排风系统引入排气井引至楼顶排放，室外大气扩散条件良好，产生的 O₃ 气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小对环境影响较小。 3、固体废物 ①本项目移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。 ②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 2400kg。介入手术产生的医疗废物采用专门的收集容器收集后，暂存于医疗废物暂存间，该医疗废物暂存间仅用于本项目的医疗废物，按照医疗废物执行转移联单制度，定期交由有医疗废物处理资质的单位回收处理。 ③本项目共涉及辐射工作人员 5 名，每人产生生活垃圾和办公垃圾约 1kg/d，则每天生活垃圾和办公垃圾产生量为 5kg。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾经袋装依托医院已有的垃圾收集设施统一收集交由市政环卫清运，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。	

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目在医院已有建筑内进行建设，不新增用地，施工期主要是对门诊住院综合楼一层现有房间进行改造，现有空间新建机房墙体，安装防护门和观察窗，在机房墙体和楼板涂刷防护涂料，并对机房、控制室等进行装修工程。产生污染物主要包括扬尘、噪声及建筑垃圾等。

本项目施工期主要是射线装置机房装修施工阶段和设备安装、调试阶段。

一、土建、装饰施工的环境影响分析

（一）大气环境影响分析

装修过程中采用“环保型”油漆及涂料，产生的废气污染物主要是扬尘，装修过程中采取湿法作业、加强通风或室内空气净化措施，可尽量降低粉尘对周围环境的影响。

（二）水环境影响分析

装修过程中施工人员会排放少量的生活污水，可依托医院污水处理站处理，经处理后通过市政污水管网进入污水处理厂进一步处理达标后排放，不会对周围水环境产生不良影响。

（三）声环境影响分析

装修过程会产生一定噪声，针对噪声影响，本项目拟采取尽量选择低噪音设备、避免夜间施工、注意对施工设备的维修、保养以使各种施工机械保持良好的运行状态等措施，可大大降低本项目噪声对周围的影响。

（四）固体废物影响分析

装修过程固体废弃物主要是生活垃圾、建筑垃圾。产生的废弃物如废材料、废纸、废包装材料、废塑料薄膜等应妥善保管，及时回收处理；对不可回收的建筑垃圾，应定点堆放，及时送指定的建筑垃圾堆放场；施工人员产生的生活垃圾依托医院生活垃圾收集设施收集后，交由环卫部门统一处理。

此外，在建设过程中严格按照施工规范进行施工，在呼吸介入室机房配套工程新建墙体过程中，墙与墙之间须紧密贴合，防止射线泄露；使用符合要求的水泥，铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍；穿过机房墙体的各种管道、电缆

不得影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果，不得正对工作人员经常停留的地点。

本项目装修施工期很短，施工量较小，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，可使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，主要污染因素为 X 射线和臭氧。建设单位应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入设备区域，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

（一）DSA 的辐射环境影响分析

本项目涉及 1 台移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能），移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）的年工作量最大为 1200 人次/年，移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）主要用于透视和拍片。

根据原环境保护部和国家卫生计生委联合发布公告 2017 年第 66 号《射线装置分类办法》，DSA 属于 II 类射线装置，工作时不产生放射性废气、废水和固体废物。本机为数字成像设备，额定管电压 125kV，额定管电流 250mA，主射方向由下往上。不使用显、定影液，其主要危害因素为射线装置工作时产生的 X 射线。

移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：操作人员采取隔室操作的方式，医生通过操作间铅玻璃观察窗机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于操作间内，经机房各屏蔽体屏蔽后，对机房外（包括机房楼上）的公众和工作人员影响较小。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入呼吸介入室机房进行手术治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，该手术操作过程共需 1 名医生 1 名护士，此时第一手术操作位医生位于铅屏风后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作，距离主射线束距离为 0.5m；第二手术位的护士位于铅屏风后身着铅服、戴铅眼镜，距离主射线束为 1m。

本环评采用预测方法分析本项目 DSA 系统在正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响。

1、本项目关注点的辐射环境影响分析

根据成都市第三人民医院提供的资料，呼吸介入室机房净空面积为 37.73m²，呈长方形布置，净空尺寸长 6.45m×宽 5.85m×高 5.5m，利旧东、西、北侧的 240mm 厚空心砖墙体+新增 3mm 铅当量硫酸钡板，南侧新建 240mm 厚空心砖墙体+3mm 铅当量硫酸钡板；地面为 30mm 厚硫酸钡水泥+180mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板；顶部为 120mm 厚混凝土+新增 3 层 15mm 硫酸钡板；楼上（2 楼）为过道；楼下（-1

楼)为过道及弱电进线间;机房观察窗(1扇)为4mm铅当量的铅玻璃,防护铅门(2扇)均为4mm铅当量。

移动式C形臂X射线机(带DSA功能)在自动透视模式下间隙性运行,本项目移动式C形臂X射线机(带DSA功能)最大管电压为125kV,最大管电流为250mA,实际使用时,为防止球管烧毁并延长其使用寿命,管电压和功率通常预留20%~30%的余量,拍片时,移动式C形臂X射线机(带DSA功能)的常用电压60~100kV,常用电流为50~200mA;透视时,移动式C形臂X射线机(带DSA功能)常用管电压为70~90kV,常用管电流为5~10mA。

本项目移动式C形臂X射线机(带DSA功能)投用后,手术过程中手术室四周的保护目标,受到漏射线和散射射线的影响,手术室上方主射辐射的影响。手术室内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律,距离呼吸介入室最近关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。

(1) 计算模式

①年附加有效剂量估算

根据《实用辐射安全手册(第二版)》的公式,对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

$$E = D \cdot t \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots \text{(式 11-1)}$$

式中: E —人员受到的有效剂量, Sv/a;

D —X- γ 射线空气吸收剂量率附加值, Gy/h;

t —年受照时间, h/a, (透视400h、拍片100h)。

W_T —组织权重因数, 全身为1;

W_R —辐射权重因数, X射线为1。

②主射束剂量估算

本项目主射方向屏蔽防护采用《辐射防护手册》(第一分册)中计算公式如下:

$$\dot{H} = \frac{\dot{X}_{1m}}{(R+1)^2} \cdot I \cdot \mu \cdot \eta \cdot B \times 8.73 \times 10^3 \times 60 \times W_T \dots\dots\dots \text{(式 11-2)}$$

式中: $\dot{H}$ —关注点处的当量剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

$\dot{X}_{1m}$ —每mA管电压产生的X射线在1m处的照射量率, R/mA·min, 本

项目 DSA 过滤板采用 2.5mmAl，查阅《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，不同管电压对应的 X 射线照射量率，图 4.4c 只有过滤片为 2mmAl 和 3mmAl 曲线，本环评保守取值按 2mmAl 进行取值，当管电压为 90kV(透视)时，查得 $\dot{X}_{1m} = 0.9R /mA \cdot min$ ；当管电压为 100kV（拍片）时，查得 $\dot{X}_{1m} = 1.0R /mA \cdot min$ 。

- R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；
- I—管电流，mA，（拍片：200mA，透视：10mA）；
- μ —利用因子，取 1；
- η —对防护区的占用因子，表示人员在防护区停留的时间，“全居留”情况，取 1；
- W_T —组织权重，全身为 1
- B—屏蔽透射因子，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 以及附录表 C.2 可知。

屏蔽透射因子 B：

$$B = [(1 + \frac{\beta}{\alpha}) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha}]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (式11-3)$$

- 式中：
- B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；
 - β —铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
 - α —铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
 - γ —铅对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
 - X—铅厚度。

散射线的透射因子将根据实际情况，采用常用工况下散射线拟合参数进行计算；泄漏射线因和主射线能量一样，故采用常用工况下主射线拟合参数计算其透射因子。

表 11-1 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压90kV（透视）			
材料	α	β	γ
铅	3.067	18.83	0.7726
管电压 100kV（拍片）			
材料	α	β	γ
铅	2.500	15.28	0.7557

根据计算，呼吸介入室机房不同防护措施对应的屏蔽透射因子见表11-2。

表 11-2 呼吸介入室机房设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效铅当量	屏蔽透射因子(透视)	屏蔽透射因子(拍片)
四周墙体	240mm 厚空心砖墙+3mm 铅当量硫酸钡板	4.2mmPb	2.0×10^{-7}	2.05×10^{-6}
顶部	120mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板	4.5mmPb	7.96×10^{-8}	9.7×10^{-7}
地面	180mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板	7.0mmPb	3.73×10^{-11}	1.87×10^{-9}
防护门	4mm铅当量铅门	4mmPb	3.69×10^{-7}	3.39×10^{-6}
防护窗	4mm铅当量的铅玻璃	4mmPb	3.69×10^{-7}	3.39×10^{-6}
手术医生	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅帘	1mmPb	4.08×10^{-3}	7.36×10^{-3}

根据 NCRP147 报告，患者和接收器对初始线束的减弱倍数为 10 到 100 倍，考虑最不利影响，患者和接收器对初始线束的减弱倍数取 10 倍，则主射方向照射量率取主射束的 10%。

据此将主射方向所受辐射剂量计算结果列于表 11-3。

表 11-3 DSA 主射方向所受辐射剂量预测结果表

预测点	与源直线距离(m)	屏蔽材料与厚度及等效铅当量(mm)	屏蔽透射因子(B)	利用因子(μ)	占用因子(η)	预测点年有效剂量(mGy/a)	总有效剂量(mSv/a)
二楼过道(正上方)	4.5	120mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板(约 4.5mm 铅当量)	7.96×10^{-8}	1	1/4	3.10×10^{-5}	1.71×10^{-3}
			9.7×10^{-7}	1	1/4	1.68×10^{-3}	

根据表 11-3，本项目 DSA 主射方向二楼过道公众所受年有效剂量为 $1.71 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，小于本次评价确定的 0.1mSv/a 的约束值。

②病人体表散射辐射剂量估算

对于病人体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。可按下式进行预测估算（根据李德平、潘自强主编，辐射防护手册第一分册——辐射源与屏蔽[M]北京：原子能出版社，1987：P437）：

$$H_s = \frac{\dot{X}_{1m}}{(d_0 \cdot d_s)^2} \cdot I \cdot \mu \cdot \eta \cdot \frac{\alpha}{400} \cdot S \cdot B \times 8.73 \times 10^3 \times 60 \times W_T \dots\dots\dots \text{(式 11-4)}$$

式中： H_s —预测点处的散射当量剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{X}_{1m}$ —每 mA 管电压产生的 X 射线在 1m 处的照射量率, R/mA·min;

α —患者对 X 射线的散射比; 根据《辐射防护手册》(第一分册) 表 10.1 查表取得, 本项目取 0.0013;

s —散射面积, cm^2 , 取 100cm^2 ;

d_0 —靶点与病人的距离, m, 取 1m;

d_s —病人与预测点的距离, m;

B —屏蔽透射因子;

I —管电流, mA, (拍片: 200mA, 透视: 10mA);

μ —利用因子, 取 1;

η —对防护区的占用因子, 表示人员在防护区停留的时间, “全居留”情况, 取 1;

W_T —组织权重, 全身为 1。

表11-4 呼吸介入室机房周围各预测点散射剂量预测结果表

关注点位			模式	病人与 预测点 的距离 ds（m）	防护情况	屏蔽透射因 子B	占用 因子 η	剂量率 （ $\mu\text{Sv/h}$ ）	有效剂量 （ mSv/a ）
方位		位置							
1	机房内	第一手术位医生	透视	0.4	0.5mm 铅帘+0.5mm 铅衣	4.08×10^3	1	39.03	3.9
2	机房内	第二手术位护士	透视	1.0	0.5mm 铅帘+0.5mm 铅衣	4.08×10^3	1	6.25	0.625
3	机房南侧	控制室内医师、技师	透视	2.5	4mm 铅当量铅玻璃	3.69×10^{-7}	1	9.05×10^5	9.05×10^6
			拍片			3.39×10^{-6}	1	1.84×10^2	3.69×10^4
4	机房西侧	过道	透视	3.2	240mm 厚空心砖墙+3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1/4	7.48×10^6	7.48×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		1.71×10^3	3.42×10^5
5	机房东侧	楼梯间	透视	3	240mm 厚空心砖	2.0×10^{-7}	1/4	8.51×10^6	8.51×10^7

			拍片		墙+3mm 铅当量硫酸钡板	2.05×10^{-6}		1.94×10^3	3.89×10^5
6	机房 北侧	UPS 间	透视	3.2	240mm 厚空心砖 墙+3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1/4	7.48×10^6	7.48×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		1.71×10^3	3.42×10^5
7	机房 东南 侧	卫生间	透视	4.5	240mm 厚空心砖 墙+3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1/4	3.78×10^6	3.78×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		8.64×10^4	1.73×10^5
8	机房 东南 侧	护士站	透视	9.2	240mm 厚空心砖 墙+3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1	3.62×10^6	3.62×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		8.26×10^4	1.65×10^5
9	机房 南侧	谈话间	透视	9.5	240mm 厚空心砖 墙+3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1	3.40×10^6	3.39×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		7.75×10^4	1.55×10^5
10	机房 北侧	设备间	透视	6.7	240mm 厚空心砖 墙+3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1/4	1.71×10^6	1.71×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		3.89×10^4	7.79×10^6
11	机房 南侧	更衣间	透视	7.8	240mm 厚空心砖 墙+3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1/4	1.26×10^6	1.26×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		2.87×10^4	5.75×10^6
12	机房 南侧	医生通 道	透视	5.0	240mm 厚空心砖 墙+3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1/4	3.06×10^6	3.06×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		6.99×10^4	1.4×10^5

③泄漏辐射剂量估算

根据中国原子能出版社 2012 年出版的《实用辐射防护与剂量学》（应用篇）第 9 章“辐射防护屏蔽设计”，泄漏辐射不应超过有用线束平均值的 0.1%。因此，计算方法同式 11-2，式 11-2 中的 $\dot{X}_{1m} \times 0.1\%$ 。

表11-5 呼吸介入室机房周围各预测点漏射剂量预测结果表

关注点位		模式	病人与预测点的距离 ds (m)	防护情况	屏蔽透射因子 B	占用因子 η	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	有效剂量 (mSv/a)
方位	位置							

1	机房内	第一手术位医生	透视	0.4	0.5mm 铅帘 +0.5mm 铅衣	4.08×10^{-3}	1	9.8	0.98
2	机房内	第二手术位护士	透视	1.0	0.5mm 铅帘 +0.5mm 铅衣	4.08×10^{-3}	1	4.81	0.48
3	机房南侧	控制室内医师、技师	透视	2.5	4mm 铅当量 铅玻璃	3.69×10^{-7}	1	1.42×10^4	1.42×10^5
			拍片			3.39×10^{-6}		2.9×10^2	5.79×10^4
4	机房西侧	过道	透视	3.2	240mm 厚空心砖墙 +3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1/4	1.34×10^5	1.34×10^6
			拍片			2.05×10^{-6}		3.05×10^3	6.10×10^5
5	机房东侧	楼梯间	透视	3	240mm 厚空心砖墙 +3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1/4	1.47×10^5	1.47×10^6
			拍片			2.05×10^{-6}		3.36×10^3	6.73×10^5
6	机房北侧	UPS 间	透视	3.2	240mm 厚空心砖墙 +3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1/4	1.34×10^5	1.34×10^6
			拍片			2.05×10^{-6}		3.05×10^3	6.10×10^5
7	机房东南侧	卫生间	透视	4.5	240mm 厚空心砖墙 +3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1/4	7.79×10^6	7.79×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		1.78×10^3	3.56×10^5
8	机房东南侧	护士站	透视	9.2	240mm 厚空心砖墙 +3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1	9.06×10^6	9.06×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		2.07×10^3	4.14×10^5
9	机房南侧	谈话间	透视	9.5	240mm 厚空心砖墙 +3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1	8.55×10^6	8.55×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		1.95×10^3	3.9×10^5
10	机房北侧	设备间	透视	6.7	240mm 厚空心砖墙 +3mm 铅当量硫酸钡板	2.0×10^{-7}	1/4	3.97×10^6	3.97×10^7
			拍片			2.05×10^{-6}		9.07×10^4	1.81×10^5
11	机房南侧	更衣间	透视	7.8	240mm 厚空心砖墙	2.0×10^{-7}	1/4	3.04×10^6	3.04×10^7

			拍片		+3mm 铅当量硫酸钡板	2.05×10^{-6}		6.95×10^4	1.39×10^5
1	机房南侧	医生通道	透视	5.0	240mm 厚空心砖墙	2.0×10^{-7}	1/4	6.54×10^6	6.54×10^7
2			拍片		+3mm 铅当量硫酸钡板	2.05×10^{-6}		1.49×10^3	2.99×10^5

(4) 环境保护目标处剂量估算

本项目所致保护目标最大年有效剂量理论预测结果见表11-6:

表11-6 本项目各预测点保护目标理论预测最大受照剂量

保护目标相对位置	关注点位描述	年辐射剂量（mSv/a）						年总辐射剂量（mSv/a）	照射类型
		主射		散射		漏射			
		透视	拍片	透视	拍片	透视	拍片		
呼吸介入室机房内	呼吸介入室机房内医生	/	/	3.9（2人合计）	/	0.98（2人合计）	/	4.88（2人合计）	职业
	呼吸介入室机房内护士	/	/	0.625	/	0.48	/	1.105	职业
呼吸介入室机房周围	控制室内医师、技师	/	/	9.05×10 ⁻⁶	3.69×10 ⁻⁴	1.42×10 ⁻⁵	5.79×10 ⁻⁴	9.72×10 ⁻⁴	职业
	过道	/	/	7.48×10 ⁻⁷	3.42×10 ⁻⁵	1.34×10 ⁻⁶	6.10×10 ⁻⁵	9.72×10 ⁻⁵	公众
	楼梯间	/	/	8.51×10 ⁻⁷	3.89×10 ⁻⁵	1.47×10 ⁻⁶	6.73×10 ⁻⁵	1.08×10 ⁻⁴	公众
	UPS 间	/	/	7.48×10 ⁻⁷	3.42×10 ⁻⁵	1.34×10 ⁻⁶	6.10×10 ⁻⁵	9.72×10 ⁻⁵	公众
	卫生间	/	/	3.78×10 ⁻⁷	1.73×10 ⁻⁵	7.79×10 ⁻⁷	3.56×10 ⁻⁵	5.40×10 ⁻⁵	公众
	护士站	/	/	3.62×10 ⁻⁷	1.65×10 ⁻⁵	9.06×10 ⁻⁷	4.14×10 ⁻⁵	5.92×10 ⁻⁵	公众
	谈话间	/	/	3.39×10 ⁻⁷	1.55×10 ⁻⁵	8.55×10 ⁻⁷	3.9×10 ⁻⁵	5.57×10 ⁻⁵	公众
	设备间	/	/	1.71×10 ⁻⁷	7.79×10 ⁻⁶	3.97×10 ⁻⁷	1.81×10 ⁻⁵	2.65×10 ⁻⁵	公众
	更衣间	/	/	1.26×10 ⁻⁷	5.75×10 ⁻⁶	3.04×10 ⁻⁷	1.39×10 ⁻⁵	2.01×10 ⁻⁵	公众
	医生通道	/	/	3.06×10 ⁻⁷	1.4×10 ⁻⁵	6.54×10 ⁻⁷	2.99×10 ⁻⁵	4.48×10 ⁻⁵	公众
正上方	正上方 2 楼过道	3.10×10 ⁻⁵	1.68×10 ⁻³	/	/	/	/	1.71×10 ⁻³	公众

由上表可知, 本项目公众所受年剂量最高为 $1.71 \times 10^{-3} \text{mSv}$, 小于本次评价确定的 0.1mSv/a 的约束值要求; 在呼吸介入室内参加手术的 2 名医生所受剂量合计为 4.88mSv/a , 1 名护士所受剂量为 1.105mSv/a , 1 名技师和 1 名医师所受剂量为 $9.72 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。本项目介入手术年手术量为 1200 台 (年曝光时间 120h)。本项目每台手术配置 1 名医生、1 名护士、1 名技师、1 名医师, 根据手术量分配以及护士分组情况,

经计算，医生、护士、医师和技师的年剂量核算见下表。

表11-7 本项目每名职业人员年剂量核算表

职务	职业人员数量	年总辐射剂量（mSv/a）	职业人员最大年剂量(mSv/a)
医生	2	4.88（2人合计）	2.44（呼吸科医生）
护士	1	1.105	1.105（呼吸科护士）
技师	1	9.72×10 ⁴	9.72×10 ⁴
医师	1	9.72×10 ⁴	9.72×10 ⁴

从上表可知，根据手术医生的配置及手术分配情况，本项目每名医生所受年剂量最大为2.44mSv/a；每名护士所受年剂量最大为1.105mSv/a；每名技师、医师所受年剂量最大为9.72×10⁴mSv/a，均低于5.0mSv/a的剂量约束值。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离呼吸介入室最近的关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。在移动式C形臂X射线机（带DSA功能）运行后，项目运行产生的X射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，呼吸介入室周围环境保护目标受照剂量低于预测剂量，对复合手术室周围公众影响更小。

2、医生腕部皮肤受照剂量

介入治疗时，医生通常站立于介入治疗病床侧面，面对病患，受到散射射束照射的几何条件为前后入射（AP，即垂直于人体长轴/Z轴，从人体正面的入射），本项目采用理论预测分析介入手术医生所受到的皮肤剂量。

预测模式：计算模式采用《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017），X射线所致皮肤损伤的辐射剂量可按下式估算：

$$D_s = C_{KS}(k \cdot t) \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-5})$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}_{(10)}^*}{C_{KH}} \quad (\text{式11-6})$$

式中： D_s ：皮肤吸收剂量（mGy）；

k ：X- γ 辐射场的空气比释动能率（ $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ）；

C_{KS} ：空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数（Gy/Gy）；

t ：人员累积受照时间，单位为小时（h）；

$\dot{H}_{(10)}^*$ —X辐射场的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

C_{KH} —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

按照透视常用最大电流 10mA 换算后，距靶 1m 处的剂量率为 78.57mGy/min，医生操作时（非主射方向）腕部距主射束的距离取 0.5m，且不考虑任何防护，手术时腕部位置处的空气吸收剂量通过计算可得到辐射剂量当量为 $8.22 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ 。本项目 DSA 可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式。从表 A.9 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 $C_{KH}=1.72\text{Sv/Gy}$ 。从表 A.4 可查出空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{KS}=1.134\text{mGy/mGy}$ 。根据科室介入手术工作量分配情况，2 名医生，每名医生人均受照时间为 60h，医生手术位腕部皮肤约 1/5 的时间（12h）处于受照位置，核算出每位医生腕部皮肤受到当量剂量为 65.03mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv，也满足本项目对于放射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 125mSv/a 的要求。

医院应严格落实辐射安全防护的各项规章制度，所有手术过程中手术室内的医护人员均应按辐射工作人员进行管理，手术时医护人员穿戴好防护用品并严格遵守操作规程。对病人病灶进行照射时，应将病人病灶以外的部位用铅橡胶布进行遮盖或穿着铅服，以避免病人受到不必要的照射。

3、介入治疗对医生和患者的辐射防护要求

介入治疗是一种解决临床疑难病的新方法，但介入治疗时 X 射线曝光量大，曝光时间长，距球管和散射体近，使介入治疗操作者受到大剂量的 X 射线照射。为了减少介入治疗时 X 射线对操作者和其他人员的影响，本评价提出以下几点要求：

介入治疗医生自身的辐射防护要求：

①加强教育和培训工作，提高辐射安全文化素养，全面掌握辐射防护法规和技术知识；

②结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；

③在介入手术期间，必须穿戴个人防护用品，并佩戴个人剂量报警仪；

④定期维护 DSA 系统设备，制定和执行介入治疗的质量保证计划。

患者的辐射防护要求：

①严格执行国家标准 GB18871-2002 中规定的介入诊疗指导水平，保证患者的入

射体表剂量率不超过 100mGy/min;

②选择最优化的检查参数,为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施;

③采用剂量控制与分散措施,通过调整扫描架角度,移动扫描床等办法,分散患者的皮肤剂量,避免单一皮肤区域接受全部剂量;

④作好患者非照射部位的保护工作。

二、臭氧环境影响分析

本项目在运行过程中,主要污染为呼吸介入室机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧,呼吸介入室机房拟采用机械排风,风量 3000m³/h,管道直径 200mm。移动式 C 形臂 X 射线机(带 DSA 功能)在出束过程中,产生的臭氧通过机房排风系统引入排气井引至楼顶排放,室外大气扩散条件良好,产生的 O₃ 气体经自然分解和稀释后,对周围大气环境的影响可以满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的二级标准中 1 小时均值(0.2mg/m³)标准限制要求,对大气环境影响较小。

三、水环境影响分析

本项目运行后,废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表 2 预处理标准后排入市政管网,进入成都三瓦窑污水处理厂处理达标后排放。

四、固体废物环境影响分析

①本项目移动式 C 形臂 X 射线机(带 DSA 功能)采用数字成像,不打印胶片,因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾,按每台手术产生约 2kg 的医疗废物,每年固体废物产生量约为 1600kg。这些医疗废物采用专门的收集容器收集后,暂存于医疗废物暂存间,该医疗废物暂存间仅用于本项目的医疗废物,按照医疗废物执行转移联单制度,定期交由有医疗废物处理资质的单位回收处理。

③本项目共涉及辐射工作人员 5 名,每人产生生活垃圾和办公垃圾约 1kg/d,则每天生活垃圾和办公垃圾产生量为 5kg。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于

医疗废物，医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾经袋装依托医院已有的垃圾收集设施统一收集交由市政环卫清运，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

五、声环境影响分析

本项目噪声源主要为风机噪声，所有设备选用低噪声设备，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

（一）DSA 可能发生的事故

根据原国家环境保护总局公告 2017 年第 66 号《射线装置分类办法》规定，本项目移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）属 II 类射线装置，在运行时会产生 X 射线。本项目环境风险因子为 X 射线，根据其工作原理分析，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

①装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；由于安全连锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射；

②医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员在未佩戴个人剂量报警仪或报警仪剂量阈值设置错误的情况下，检修、维护人员误操作，造成有关人员受到主射方向的误照射。

三、源项分析及事故等级分析

本项目新增的移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能），其风险因子为 X 射线。按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-9 中。

表 11-9 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

项目名称	环境风险因子	潜在危害	事故等级
移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）	X 射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
		X 射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾	较大辐射事故
		X 射线装置失控导致 2 人以上（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾	重大辐射事故
		X 射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系见表 11-10：

表 11-10 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

四、最大可能性事故分析

（一）DSA 事故的后果计算

1、介入手术过程中，发生介入手术人员超剂量照射

（1）事故假设

①装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行

介入手术操作；由于安全联锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射。

②设备维护人员在维护移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）X 线机射线管或测量探测器时，维护人员未佩戴个人剂量报警仪或报警仪剂量阈值设置错误的情况下，射线管处于出束状态，维修人员处于主射方向。

（2）剂量估算

①由于安全联锁系统失效，手术过程中，公众人员在未采取任何防护的情况下误入或滞留在手术室内而造成非主射方向的误照射。

根据计算，事故状态下，人员受照剂量见表 11-11。

表 11-11 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离人员受照剂量表

关注点与射线装置 的距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量 (mSv)	漏射所致剂量 (mSv)	总剂量 (mSv)
0.5	0.5	0.051	0.017	0.068
	1	0.10	0.035	0.135
	5	0.51	0.17	0.68
1	0.5	0.013	0.0098	0.0228
	1	0.026	0.020	0.046
	5	0.13	0.098	0.228
2	0.5	0.0032	0.0044	0.0076
	1	0.0064	0.0087	0.0151
	5	0.032	0.044	0.076

②事故状态下，维修人员处于主射方向不同时间和距离所受剂量预测结果如下表所示：

表 11-12 事故状态下主射方向不同停留时间和距离维修人员受照剂量表

剂量 (mSv) 时间 (s) 距离 m	1	1.5	2
0.5	3.27	2.10	1.46
1	6.55	4.19	2.91
5	32.74	20.95	14.6
30	196.43	125.71	87.3
60	392.85	251.42	174.6

(3) 事故后果

①根据表 11-11 可知,本项目公众人员在非主射方向上 1m 处停留 5min 最大可能受照剂量为 0.68mSv/次,低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的公众 1mSv/a 的剂量限值。因此,误入人员单次滞留在呼吸介入室内造成非主射方向的误射,不构成辐射事故。

②根据表 11-12 可知,维修人员在不同位置随着时间的推移,最大可能受照剂量为 392.85mSv/次,高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值,为一般辐射事故。

综上所述,若本项目发生辐射事故,最大可能为一般辐射事故。本项目射线装置一旦发生辐射事故,应立即切断电源,停止射线装置出束。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度,强化安全管理,杜绝此类事故发生。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

移动式 C 形臂 X 射线机(带 DSA 功能)用于介入治疗时属于 II 类射线装置,为中危险射线装置,事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤,但由移动式 C 形臂 X 射线机(带 DSA 功能)的特殊性,事故时使受照人员受大剂量照射甚至导致死亡的几率很小。移动式 C 形臂 X 射线机(带 DSA 功能)开机时,医生与病人同处一室,且距 X 线机的管头组装体约 1m 左右,距病人很近,介入射线装置主要事故是因曝光时间较长,防护条件欠佳对医生和病人引起的超剂量照射,其级别构成一般辐射事故。

(1) 为了防止事故的发生,医院在辐射防护设施方面应做好以下工作:

- ①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备;
- ②实施介入诊疗的质量保证;
- ③做好医生的个人防护;
- ④做好病人非投照部位的防护工作;

⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》,当呼吸介入室机房设备发生辐射事故时,工作人员应立即切断电源,将病人撤出机房,关闭机房门,及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

(2) 对于上述可能发生的各种事故,医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外,在软件设施上也注意了建设、补充和完善,使之在安全工作中发挥约束和规

范作用，其主要内容有：

- ①建立全院安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作；
- ②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗；
- ③移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）控制台及介入手术床旁安装“紧急制动”按钮，设备采取工作状态指示灯与机房门联锁等多重安全措施；
- ④建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施；
- ⑤制定全院重大事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

六、其他环境风险分析

本项目呼吸介入室机房内贮存造影剂碘海醇注射液约 50L（每瓶 100ml），未使用的药品均密封保存，且储存量很小，未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物统一收集处理。储存造影剂的药品柜为不锈钢药品柜，药品柜均已上锁，钥匙由当班医生保管；进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车对药品进行运送；造影剂的贮存、运输过程均采取了防造影剂泄露的防范与对策措施。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射防护与安全管理机构

成都市第三人民医院已成立辐射安全管理领导小组，负责全院的辐射安全管理工作。根据医院现辐射工作管理要求，特调整辐射安全和防护管理委员会（成三院办〔2023〕10号）。

辐射安全和防护管理委员会的人员组成为：

组长：于洪涛：

副组长：郭华、陶岚

组员：高靳、张震、房宏志、刘华伟、凌华、刘雁军、奚维东、黄东

医院感染管理部及预防保健部为医院辐射安全与环境保护管理机构，罗淇、裴小琴、李一立、聂睿彤、杨欢、吕奕霖同志为专(兼)职的辐射安全与环境保护管理人员，具体负责本院的辐射安全与环境保护管理工作。其主要职责是：

(一)组织制定并落实辐射诊疗和辐射防护管理制度；

(二)定期组织对辐射诊疗工作场所、设备和人员进行辐射防护检测、监测和检查；

(三)组织本机构辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查；

(四)制定辐射事件应急预案并组织演练；

(五)记录本机构发生的辐射事件并及时报告卫生行政部门。

各临床科室主任为本科室的辐射安全与环境保护管理的负责人，负责落实我院辐射安全与环境保护管理的具体要求，重点关注各科室人员、场址、设备及设施的管理工作。

根据医院辐射安全管理领导小组文件，医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

①细化医院辐射管理领导小组成员职能分工，明确日常辐射安全管理执行部门；

②增加应急处置、上级生态环境主管部门联系电话；

③落实辐射工作场所安全设施设备的定期维护管理，并严格执行日常维护工作；

④定期对辐射工作人员个人剂量档案进行监督检查，发现个人剂量异常进行调查和处置。

二、辐射工作人员配置

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①人员配置：医院辐射工作人员配置情况：本项目拟配置辐射工作人员5名，2名医生、1名护士、1名技师、1名医师。医生有需要时进行介入手术治疗，由原有一般工作人员变为辐射工作人员。放射技师、医师和护士定岗定责，不再兼任之前的岗位。医院可根据设备数量，承担诊疗、科研任务，开展的项目和工作量等实际情况适当增减人员编制。

②射线装置操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

③医院应定期委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量进行检测，且应建立辐射工作人员个人剂量档案管理。

2、辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强

①建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

②个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

③正确佩戴个人剂量计，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、指环剂量计等）。铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面，并将有标签的一面朝外，穿戴铅围裙时，应戴在铅围裙里面。

三、报废射线装置处理

医院报废的射线装置在报废前必须做去功能化处理，应采取去功能化的措施（如拆除电源或拆除高压零部件），确保装置无法再次通电使用，并上报到生态环境主管部门作备案登记。

辐射安全档案资料管理和规章管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008年修改）（环境保护部第3号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）的相关管理要求，射线装置的使用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，并根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的通知（川环函[2016]1400号）的相关要求，将建设单位需要制定的列于表12-2。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	检查项目		落实情况	备注
1	综合	辐射安全和防护管理规定	已制定	将本项目纳入管理
2	场所	场所分区管理规定	已制定	将本项目纳入管理
3		射线装置操作规程	已制定	将本项目纳入管理，据本项目设备情况，更新操作规程。
4		辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）	已制定	将本项目纳入管理
5	监测	监测方案	拟制定	/
6		监测仪表使用与校验管理制度	已制定	将本项目纳入管理
7	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	将本项目纳入管理。本项目辐射工作人员应按制度严格执行
8		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	
9		辐射工作人员岗位职责	已制定	
10	应急	辐射事故/事件应急预案	已制定	将本项目纳入管理。应做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备，并将本项目射线装置纳入应急适用范围。

建设单位应根据上表及时制定一整套辐射安全管理制度，并且指定专门的人员监督各相关部门和人员对规章制度的执行情况。建设单位定期对设备操作人员进行培训，强化操作人员的辐射安全意识。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，核技术利用单位应根据使用放射性同位素和射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

一、档案分类

辐射安全档案资料包括以下八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。

二、需上墙的规章制度

根据原四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

三、人员培训

建设单位应组织本项目培训证书已过期人员尽快进行国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并报名参加考核，考核合格并取得辐射安全培训合格证书后方可从事辐射活动。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案”。为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

一、工作场所监测

1、年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并在全国核技术利用辐射安全申报系统(网址 <http://rr.mee.gov.cn>)中提交。

2、日常自我监测：定期自行监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期自行监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为1次/季度。

二、个人剂量检测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，个人剂量检测频率为1次/季度。

本项目共涉及工作人员5名，其中为2名医生，1名技师，1名护士,1名医师，均为原有工作人员。本项目医生有需要时进行介入手术治疗，由原有一般工作人员变为辐射工作人员。放射技师、医师和护士定岗定责，不再兼任之前的岗位，个人剂量不需要叠加。医院需将个人剂量计定期（每季度一次）送有资质的单位进行检定，并做好个人剂量管理的工作。

医院应按以下要求做好个人剂量档案的管理：

（1）医院应于每季度将个人剂量计交由有资质的检测部门进行检测。对于每季度检测数值超过1.25mSv的，医院要及时进行干预，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人剂量检测数值超过5mSv，医院应当立即暂停该辐射工作人员继续从事放射诊疗作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后上报《辐射安全许可证》发证机关；当单年个人累积剂量检测数值超过50mSv，应立即采取措施，开展调查处理并报告辐射安全许可证发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

（2）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并在每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统(网址 <http://rr.mee.gov.cn>)中提交。

（3）根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），就本项目而言，辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前；对于工作中穿戴铅衣（如放射科操作）的情况，通常应根据佩带在铅衣里面躯干上的剂量计估算工作人员的实际有效剂量，当受照剂量可能超过调查水平时（如介入操作），则还需要在铅衣外面另外佩带一个剂量计，以估算人体未被屏蔽部

分的剂量；

(4) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。医院应当将辐射工作人员的个人剂量档案终生保存。

三、监测内容和要求

(1) 监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

(2) 监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表12-3）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-3 工作场所监测计划建议

场所名称	监测项目	监测周期	监测点位
呼吸介入室 机房	X- γ 空气吸收剂量率	委托有资质的单位监测，频率为1次/年；定期自行开展自行辐射监测	铅窗、操作间、设备间等配套房间、机房四周屏蔽墙外、门缝等。

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度。

此外，医院需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

年度监测报告情况

医院应于每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统(网址 <http://rr.mee.gov.cn>)中提交上年度《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交。医院应按照

《安全和防护状况年度评估报告》规定的格式编制报告。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申报登记。延续、变更许可证,新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

辐射事故应急

1、应急预案

为了应对放射诊疗中的事故和突发事件,医院制订了辐射事故应急预案,包含以下内容。

(1) 应急机构和职责分工,应急和救助的装备、资金、物资准备,辐射事故应急处理程序,辐射事故分级与应急响应措施,辐射事故调查、报告和处理程序,辐射事故的调查、预案管理。

(2) 应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话。

(3) 应急人员的培训;

(4) 环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容;

(5) 辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话;

(6) 发生辐射事故时,应当立即启动应急预案,采取应急措施,并按规定向所在地县级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健委等部门报告。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故,项目单位应迅速、有效采取以下应急措施:

(1) 发现误照射事故时,工作人员应立即切断电源,将病人撤出机房,关闭机房门,同时向医院主管领导报告。

(2) 医院根据估算的超剂量值,尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治;对可能受放射损伤的人员,应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

(3) 事故发生后的2小时内填写《辐射事故初始报告表》,向当地生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的,还应同时向当地卫生行政部门报告。

(4) 最后查清事故原因,分清责任,消除事故隐患。

3、其他要求

（1）辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

（2）在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新增移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）项目

建设单位：成都市第三人民医院

建设性质：改建

建设地点：成都市青羊区青龙街 82 号成都市第三人民医院门诊住院综合楼内

本次具体建设内容及规模为：拟在门诊住院综合楼（地面 16 层，地下 3 层，地面高约 72.5m）一楼西北侧将现病人抢救、苏醒室改建为 1 间呼吸介入室及其配套用房，在改造后的呼吸介入室机房内新增 1 台移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能），型号为 Cios Spin，属于 II 类射线装置，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 250mA，年诊疗病例约 1200 例，根据医院实际操作经验，按照每台手术人均透视 5min，拍片 1min 计算，年曝光时间累计约 120h（拍片 20h，透视 100h），曝光方向由下而上。主要用于呼吸科介入治疗、血管造影等。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2020年1月1日施行）的相关规定，本项目使用移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第5款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目在一层西北侧利用现有房间改造为呼吸介入室机房及相关配套房间，本项目所在楼栋已在进行了环境影响评价并取得批复（见附件 2）。本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且拟建的辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川中环康源卫生技术服务有限公司的监测报告，项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 86.92 nGy/h ~105.02 nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2021 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.0 nGy/h~120.2 nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各项环保措施，采取有效措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

（二）营运期环境影响分析

1、辐射环境影响分析

本项目呼吸介入室投入运行后，职业人员所受照射的年剂量最大值为 2.44mSv，小于职业人员年有效剂量约束值 5.0mSv；公众所受照射的年剂量最大为 1.71×10^{-3} mSv，小于公众年有效剂量约束值 0.1mSv。从上述预测结果可以看出，本项目辐射工作场所的墙体、门、窗满足辐射防护的要求。

2、大气的环境影响分析

本项目在运行过程中，主要污染为呼吸介入室机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧，呼吸介入室机房拟采用机械排风，风量 3000m³/h，管道直径 200mm。移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）在出束过程中，产生的臭氧通过机房排风系统引入排气井引至楼顶排放。室外大气扩散条件良好，产生的 O₃ 气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准中 1 小时均值（0.2mg/m³）标准限制要求，对大气环境影响较小。

3、声环境影响分析

本项目噪声源主要为风机噪声，所有设备选用低噪声设备，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界噪声标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

4、水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。

生活污水及医疗废水经医院污水处理站处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准后排入市政管网，进入成都三瓦窑污水处理厂处理达标后排放。

5、固体废物影响分析

①本项目移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 2400kg。介入手术产生的医疗废物采用专门的收集容器收集后，暂存于医疗废物暂存间，该医疗废物暂存间仅用于本项目的医疗废物，按照医疗废物执行转移联单制度，定期交由有医疗废物处理资质的单位回收处理。

③本项目共涉及辐射工作人员 5 名，每人产生生活垃圾和办公垃圾约 1kg/d，则每天生活垃圾和办公垃圾产生量为 5kg。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾经袋装依托医院已有的垃圾收集设施统一收集交由市政环卫清运，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

六、事故风险与防范

医院已制订辐射事故应急预案和安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻落实，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、环保设施与保护目标

医院现有环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的所有保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、医院辐射安全管理的综合能力

医院落实本报告提出的规章制度、环保措施，具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为在成都市第三人民医院新增移动式 C 形臂 X 射线机（带 DSA 功能）项目，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。
- 2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 3、按照规定组织辐射工作人员和管理人员在网站<http://fushe.mee.gov.cn/>学习辐射安全与防护知识并进行考核取证，持证上岗，证书到期前在网上复训。
- 4、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前上报生态环境主管部门，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律、法规规定的落实情况。
- 5、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。
- 6、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

二、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应组织专家完成自主环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见下表13-1。

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目		设施
呼吸 介入 室机 房	辐射屏蔽措施	观察窗（4mm 铅当量）
		铅防护门（4mm 铅当量）
		屋顶：120mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.5mm 铅当量）
		四周墙体：240mm 厚空心砖墙+3mm 铅当量硫酸钡板（折合 4.2mm 铅当量）

		地面：30mm 硫酸钡水泥+180mm 厚混凝土+3mm 铅当量硫酸钡板 (折合 7.0mm 铅当量)
	安全装置	工作状态指示灯箱 2 个
		电离辐射警告标志 2 个
		床下铅帘 1 副 (0.5mm 铅当量)
		悬吊铅帘 1 副 (0.5mm 铅当量)
		门灯联锁装置 1 套
		紧急制动装置 1 套
		对讲系统 1 套
	监测仪器和个人防护用品	个人剂量计新增 5 套 (医生 2 人×1, 护士 1 人×1, 技师 1 人×1, 医师 1 人×1)
		个人剂量报警仪 5 个
		便携式辐射剂量监测仪 1 台
		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 5 (0.5mm 铅当量, 医护人员使用)
		铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套 1 套 (患者使用)
其他		排风系统 1 套

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号)、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准,对照本项目环境影响报告表验收。

1、根据《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号,2017 年 10 月 1 日实施)文件第十七条规定:

(1) 编制环境影响报告表的建设项目竣工后,建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序,对配套建设的环境保护设施进行验收,编制验收报告。

(2) 建设单位在环境保护设施验收过程中,应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况,不得弄虚作假。

(3) 除按照国家规定需要保密的情形外,建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评(2017)4 号)规定:

(1) 建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范 (<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzb/bzwb/other>)。

(2) 项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。

(3) 本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

(4) 除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时更新《辐射安全许可证》，并及时完成本项目自主验收；②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；③验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205/#/pub-message>）中备案，且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。