

核技术利用建设项目

新疆医科大学第六附属医院

(新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院)

改建血管造影用 X 射线装置辐射工作场所项目

环境影响报告表



新疆医科大学第六附属医院
(新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院)

环境保护部监制

目 录

表 1 项目基本情况 1

 1.1 项目概述 2

 1.2 项目周边保护目标及场址选址情况 4

 1.3 法律法规的符合性 5

 1.4 产业政策的符合性和实践正当性分析 5

 1.5 劳动定员及工作制度 6

 1.6 原有核技术利用项目许可情况 7

 1.7 原有核技术利用项目的回顾性评价 9

 1.8 原有项目与本项目的依托关系 9

表 2 放射源 11

表 3 非密封放射性物质 11

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

 7.1 评价范围 15

 7.2 保护目标 15

 7.3 评价标准 16

表 8 环境质量和辐射现状 22

 8.1 项目地理位置和场所位置 22

 8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案 22

 8.3 监测点位及结果 24

 8.4 环境现状调查结果的评价 24

表 9 项目工程分析与源项 26

 9.1 工程设备和工艺分析 26

9.2 污染源项描述	27
表 10 辐射安全与防护	31
10.1 项目安全设施	31
10.2 三废治理措施	40
表 11 环境影响分析	43
11.1 建设阶段对环境的影响	43
11.2 运行阶段对环境的影响	44
11.3 事故影响分析	62
表 12 辐射安全管理	66
12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置	66
12.2 辐射安全管理规章制度	67
12.3 辐射监测	69
12.4 辐射事故应急	70
12.5 竣工环境保护验收	72
表 13 结论与建议	73
13.1 结论	73
13.2 建议和承诺	75

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）改建血管造影用 X 射线装置辐射工作场所			
建设单位		新疆医科大学第六附属医院 （新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）			
法人代表			联系人		联系电话
注册地址		乌鲁木齐市天山区五星南路 39 号			
项目建设地点		乌鲁木齐市天山区五星南路 39 号			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）		800	项目环保投资（万元）	80	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）
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			

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位概况

新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）是新疆唯一一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复为一体的三级甲等骨科专科医院，也是内、外、妇、儿等各学科专业齐全、设备完善，医疗服务功能健全、特色鲜明的综合性医院。医院曾先后荣获全国卫生健康系统先进集体、全国模范职工之家、中华全国总工会“工人先锋号”、全国公立医院临床科室标杆党支部、自治区先进基层党组织等荣誉称号，连续多年被国家卫生健康委医政司和健康报联合授予“改善医疗服务示范医院”。

医院配备有西门子 64 排双源 CT、西门子 3.0T 磁共振成像系统、西门子多功能数字血管造影机（DSA）、万东多功能悬吊双板数字化摄影 X 射线机、韩国口腔 CBCT、彩色多普勒超声诊断系统、美国施乐辉关节镜、纳通全高清关节镜系统、佗道脊柱外科手术导航定位系统（手术机器人）及配套三维 C 型臂、各类电子软硬内窥镜及各类检验分析仪器等先进的医疗设备，3D 打印技术应用成熟，设有 24 间国际层流式洁净手术室。医院年门急诊量 32 万余人次，三四级手术量占比为 81.6%，微创手术量占比为 23.1%。髋关节、膝关节人工关节置换术，人工关节翻修术，人工肩关节置换和反肩置换，髋关节发育不良的手术治疗，重度脊柱侧弯截骨矫形术，脊柱内镜（椎间孔镜）微创治疗椎间盘突出、椎管狭窄、滑脱等技术得到各族患者的好评。

新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）改建血管造影用 X 射线装置辐射工作场所项目（以下简称本项目）地址位于乌鲁木齐市天山区五星南路 39 号，新疆医科大学第六附属医院门诊外科楼十三层。医院东侧为东环高架路，南侧为八一中学家属区，西侧为建工医院家属区，北侧为建科院家属区，项目地理坐标为东经 87° 37' 52"、北纬 43° 48' 34"。

1.1.2 项目建设规模

为适应医疗事业和医院的发展需求，完善和提高医疗卫生综合服务能力和服务水平，为人民群众提供优质、高效、便捷的医疗卫生服务，新疆医科大学第六附属医院拟将门诊外科楼十三层 10 号手术室、11 号手术室改建为 1 间 DSA 手术室，该手术室名称拟定为介入二

室，拟新购1台NeuAngio 33C型医用血管造影X射线机放置于介入二室，用于神经介入术、心血管介入术、外周血管介入术及骨科/脊柱介入术等手术。本项目涉及改建1间DSA手术室，新购1台DSA设备，该设备属II类射线装置，参数见表1.1-1。

表 1.1-1 本项目射线装置一览表

装置名称	型号	数量	类别	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	安装位置	备注
医用血管造影 X 射线机 (DSA)	NeuAngio 33C	1 台	II类	125	1000	门诊外科楼十三层 介入二室	新购 设备

本项目拟配备 11 名辐射工作人员，均为医院原有辐射工作人员，实行定岗制度，包括医师 8 名、护士 2 名，技师 1 名。手术室计划每天开展 3—4 台手术，年工作 250 天，手术室年最大工作量保守估计为 1000 台手术。用水、用电、采暖均依托院区配套设施。

1.1.3 评价目的

（1）通过对介入二室运行过程进行辐射环境影响分析，对辐射医疗场所周围环境可能产生的辐射影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽可能低的水平”；

（2）对介入二室周边进行辐射环境现状水平监测，掌握辐射活动场所的辐射环境现状水平；

（3）分析本项目是否满足国家和地方生态环境主管部门对核技术利用建设项目环境管理规定的要求，为生态环境主管部门对该项目进行辐射环境管理提供科学依据。

1.1.4 任务的由来

按照国务院 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及生态环境部《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》中“五十五、核与辐射：172 核技术利用建设项目”的有关规定要求，对改建血管造影用 X 射线装置辐射工作场所（使用II类射线装置）需编制环境影响报告表。新疆众智安环工程咨询服务有限公司接受委托后，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，进行了资料收集和现场监测调研，编制完成了《新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）改建血管造影用 X 射线装置辐射工作场所建设项目环境影响报告表》。

1.2 项目周边保护目标及场址选址情况

1.2.1 项目周边环境保护目标

本项目拟在固有的实体边界机房内使用II类射线装置，参考《辐射环境管理导则—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）对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：放射源和射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在实体屏蔽物外边界 50m 的范围。

本项目环境保护目标以拟建介入二室实体边界 50m 范围为界，包括门诊住院楼十二层、十三层、十四层，综合内科楼，院内公共道路，停车场，建工医院家属区内 1、3、8、10 号居民楼等区域，主要保护目标为本项目辐射工作人员和介入二室周围公众。

本项目拟建介入二室位于门诊外科楼十三层。介入二室 50m 范围环境见表 1.2-1，50m 范围环境保护目标见表 7.2-1。

表 1.2-1 拟建介入二室 50m 范围环境一览表

工作场所	方位		周围场所名称	
介入二室	东北侧	门诊外科楼内	无菌库房、污物暂存间、体外循环室、污梯、污物暂存间、标本间、石膏间、数字化机房、1 号手术室、2 号手术室、3 号手术室、4 号手术室、5 号手术室、污物走廊	
		门诊外科楼外	/	
	东侧	门诊外科楼内	6 号手术室、预麻/苏醒室、腔镜存放、腔镜洗消	
		门诊外科楼外	停车场	
	东南侧	门诊外科楼内	麻醉准备间、缓冲间、洁梯、电梯厅、3 号楼梯间、家属等待区、污物走廊	
		门诊外科楼外	院内道路	
			综合内科楼	换床间、2 个无菌库房、2 个预麻/苏醒室、2 个麻醉准备间、器械间、无菌辅料间、无菌物品间、电梯厅、换鞋、男更、女更、门诊患者室、谈话间、隔离前室、1 号手术室、2 号手术室、3 号手术室、4 号手术室、5 号手术室、12 号手术室、洁净走廊
	南侧	门诊外科楼内	控制室、12 号手术室、机房、谈话间、电梯厅、合用前室、设备间、4 号楼梯间	
		门诊外科楼外	院内道路、建工医院家属区 1 号居民楼	
	西侧	门诊外科楼内	污物走廊	
		门诊外科楼外	院内道路、建工医院家属区 3、8、10 号居民楼	
	北侧	门诊外科楼内	电梯厅、6 号楼梯间、7 号手术室、8 号手术室、9 号手术室、5 号楼梯间、前室、内楼梯、换床间	
		门诊外科楼外	/	
	上方	门诊外科楼内	主任办公室、护士长办公室、护士办公室、办公走廊、术中休息室	
	下方	门诊外科楼内	医生办公室、2 间办公室、办公走廊	

1.2.2 场址选址情况

1.2.2.1 项目选址合理性分析

1.项目机房与外部建筑环境关系

本项目拟建介入二室所在建筑主体为门诊外科楼，大楼东侧为停车场，东南侧为综合内科楼，南侧为院内道路，西侧为院内道路，北侧为院内道路。

2.项目机房与内部建筑环境关系

本项目拟建介入二室东侧为洁净走廊，南侧为控制室，西侧为污物走廊，北侧为设备间、耗材室，上方为主任办公室、护士长办公室、护士办公室、办公走廊、术中休息室，下方为医生办公室、2 间办公室、办公走廊。

1.3 法律法规的符合性

本项目评价范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等法定特殊生态环境敏感区，选址不涉及上述禁限建区域，符合环境保护相关法律法规要求。但评价范围内存在居民区环境敏感点，分别为南侧 40m 处建工医院家属区 1 号楼，西侧 15m 处家属区 3 号楼、33m 处家属区 8 号楼和 21m 处家属区 10 号楼，后续将针对上述居民楼开展辐射剂量预测分析并落实屏蔽防护措施，保障公众辐射安全。

1.4 产业政策的符合性和实践正当性分析

1.4.1 产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中鼓励类项目第十三项 医药 第 4 条 高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，**高性能医学影像设备**，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用。

1.4.2 实践正当性分析

本项目的建设目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人。医院在使用过程中，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，对射线装置的安全管理将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，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的

利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.5 劳动定员及工作制度

1.5.1 劳动定员

本项目血管造影用 X 射线装置投入运行后，实行定员制，辐射工作人员不再从事其他放射工作，手术室拟配备 11 名辐射工作人员，全部为医院现有辐射工作人员，包括医师 8 名、护士 2 名，技师 1 名，单台介入手术配备医师 2 名，护士 1 名，技师 1 名。拟配备人员情况见表 1.5-1。

表 1.5-1 本项目拟配备人员情况

序号	姓名	职业	操作方式	辐射安全与防护考核
1	张为良	医生	同室操作	FS24XJ0100891
2	古丽巴努尔·阿里木	医生	同室操作	拟考核
3	张锐	医生	同室操作	FS25XJ0100559
4	张学云	医生	隔室操作	FS24XJ0100675
5	马良	医生	同室操作	FS24XJ0100056
6	阿不都沙拉木·吐尔逊	医生	同室操作	FS24XJ0100850
7	张泽徽	医生	同室操作	拟考核
8	白合提亚尔·帕尔哈提	医生	同室操作	FS25XJ0100424
9	胡伟	技师	隔室操作	FS26XJ0100040
10	陈婷	护士	同室操作	FS25XJ0100618
11	吕宗莉	护士	同室操作	FS25XJ0100425

1.5.2 工作制度

本项目辐射工作人员每天工作 8 小时，每年工作 250 天。

1.5.3 工作负荷

根据医院现有患者门诊量及医院实际情况预估，本项目血管造影用 X 射线装置正常运行后，设备年最大工作量为 1000 台手术。

本项目血管造影用 X 射线装置包括透视和减影两种模式，参考《介入放射学患者受照剂量水平研究》（闵楠 山东省医学科学院硕士学位论文 2009 年）中表 2-7 关于不同介入诊疗操作中数据统计，不同介入手术透视时间平均值为 12.3min，因此，本次评价取 12.3min 作为本项目血管造影用 X 射线装置透视时间平均值，单次摄影最长时间为 0.2s，保守估算本项目单台手术摄影最长时间为 1min。透视模式下：单个医生最大受照时间为 1000（台） $\times 12.3\text{min} \div 60 \times 2/8 = 51.3\text{h}$ ，单个护士最大受照时间为 1000（台） $\times 12.3\text{min} \div 60 \times 1/2 = 102.5\text{h}$ ，单

个技师最大受照时间为 $1000 \times 12.3 \text{min} \div 60 \times 1 = 205 \text{h}$ ；摄影模式下：单个医生最大受照时间为 $1000 \text{（台）} \times 1 \text{min} \div 60 \times 2/8 = 4.2 \text{h}$ ，单个护士最大受照时间为 $1000 \text{（台）} \times 1 \text{min} \div 60 \times 1/2 = 8.3 \text{h}$ ，单个技师最大受照时间为 $1000 \times 1 \text{min} \div 60 \times 1 = 16.7 \text{h}$ 。本项目血管造影用 X 射线装置最大工作负荷统计见表 1.5-2。

表 1.5-2 本项目血管造影用 X 射线装置最大工作负荷

射线装置	曝光模式	单台手术最大出束时间 (min)	全年工作量 (台)	年出束时间 (h)	单个医生最大受照时间 (h)	单个护士最大受照时间 (h)	单个技师最大受照时间 (h)
血管造影用 X 射线装置	透视	12.3	1000	205	51.3	102.5	205
	摄影	1	1000	16.7	4.2	8.3	16.7

1.6 原有核技术利用项目许可情况

医院于 2025 年 8 月 28 日通过重新申领取得了由乌鲁木齐市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》，证书编号：新环辐证[G0384]号，许可种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。有效期至：2030 年 8 月 27 日，许可证正副本详见附件三。医院原有射线装置环保履行情况见表 1.6-1。

表 1.6-1 医院现有射线装置环保履行情况一览表

序号	设备名称	型号	所在场所	类别	环评、备案情况	验收情况	备注
1	口腔数字化体层摄影及全景 X 射线机	RAYSCANa-SM3D	门诊外科楼二层口腔科：放射室 1	Ⅲ	备案号： 202065010200000046 202065010200000065 202565010200000018	备案登记	/
2	牙科 X 射线机	RANY98 (M)	门诊外科楼二层口腔科：放射室 2	Ⅲ	备案号： 202565010200000018	备案登记	/
3	双源 CT	Definitionflash	门诊外科楼负一层：CT 二号检查室	Ⅲ	备案号： 202065010200000051 202065010200000065	备案登记	/
4	数字化摄影 X 射线机	新东方 1000LB	门诊外科楼负一层：DR 三号检查室	Ⅲ	备案号： 202465010200000058	备案登记	/
5	多功能直接数字化摄影系统	AGFADX-D300	门诊外科楼负一层：DR 五号检查室	Ⅲ	备案号： 202065010200000051 202065010200000065	备案登记	/
6	数字化 X 射线摄影系统	Digitaldiagnost 3	门诊外科楼负一层：DR 一号检查室	Ⅲ	备案号： 202065010200000048 202065010200000065	备案登记	/
7	移动式 X 射线机	Mobiye 700T	门诊外科楼负一层：移动	Ⅲ	备案号： 202165010200002423	备案登记	/

新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）改建血管造影用 X 射线装置辐射工作场所项目环境影响报告表

			DR 停放处 1				
8	DSA	ArtisZeeFloor withPURE	门诊外科楼十 三层手术室： 12 室	II	批复号： 新环函〔2015〕338 号	完成 验收	/
9	移动室 C 型臂 X 射 线机	JZ12	门诊外科楼十 三层手术室： 移动	III	备案号： 202465010200000060	备案 登记	/
10	移动室 C 型臂 X 射 线机	JZ12	门诊外科楼十 三层手术室： 移动	III	备案号： 202465010200000060	备案 登记	/
11	移动室 C 型臂 X 射 线机	UC100 3D	门诊外科楼十 三层手术室： 移动	III	备案号： 202465010200000094	备案 登记	/
12	移动室 C 型臂 X 射 线机	OECFluor ostar Compact	门诊外科楼十 三层手术室： 移动	III	备案号： 202065010200000048 202165010200002423	备案 登记	/
13	移动室 C 型臂 X 射 线机	OECFluor ostar Compact	门诊外科楼十 三层手术室： 移动	III	备案号： 202065010200000065	备案 登记	/
14	移动室 C 型臂 X 射 线机	BV-Vectra	门诊外科楼十 三层手术室： 移动	III	202065010200000051 202065010200000065	备案 登记	/
15	移动室 C 型臂 X 射 线机	BV-Vectra	门诊外科楼十 三层手术室： 移动	III	备案号： 202065010200000051 202065010200000065	备案 登记	/
16	移动室 C 型臂 X 射 线机	OECFluor ostar Compac	门诊外科楼十 三层手术室： 移动	III	备案号： 202065010200000051 202065010200000065	备案 登记	/
17	移动式 X 摄影 X 射 线机	Mobilett Mira	门诊外科楼一 层：石膏室	III	备案号： 202065010200000048	备案 登记	/
18	东软 CT	NeuViz Extra	综合内科楼负 一层：CT 七 号检查室	III	备案号： 202465010200000031	备案 登记	/
19	数字 X 线 摄影系统	Aristos FX Plus	综合内科楼负 一层：DR 九 号检查室	III	备案号： 202065010200000048	备案 登记	/
20	双能 X 射 线骨密度仪	LunarProdigy	综合内科楼负 一层：骨密度 室	III	备案号： 202665010200000087	备案 登记	/
21	乳腺钼靶机	8100A	综合内科楼负 一层：乳腺钼 靶机房	III	备案号： 202165010200002423	备案 登记	/
22	DSA	AxiomArtisMP	综合内科楼三 层	III	批复号： 新环控建审〔2008〕 67 号	完成 验收	/

上述 22 台射线装置使用场所均已完成了环评、验收和备案工作，并完成了许可；环评、验收和备案情况见附件四。

1.7 原有核技术利用项目的回顾性评价

1.医院针对原有的核技术应用项目，已制定了《放射诊疗质量保证方案》《辐射防护制度》《安全保卫制度》《培训管理规程》《辐射报警仪器使用维护操作规程》《设备操作规程》《台账管理制度》《设备管理与维护保养制度》《岗位职责》《辐射监测方案》《辐射事故应急预案》等一系列基本规章制度，并严格按照规章制度执行，至今未出现过辐射事故。

2.为加强辐射安全与防护管理工作，医院成立了放射诊疗安全与环境保护管理领导小组，明确了领导小组及成员职责，并加强了对射线装置的监督和管理，同时医院积极落实原有核技术利用项目的环保手续，规范申报。

3.医院定期组织工作人员接受辐射防护法律法规、专业技术知识培训，增强守法和自我防护意识。本项目介入二室拟配备 11 名辐射工作人员中有 2 名未取得考核并取得合格证书，医院待项目建成后安排未取证人员参加考核。

4.辐射工作期间，要求辐射工作人员佩戴个人剂量计，所有辐射工作人员均接受剂量监测，建立剂量健康档案并存档，个人剂量计每三个月送检一次，严格按照辐射监测计划对原有核技术利用项目场所进行常规检查，以保护工作人员和控制对周围环境的影响。

5.医院辐射工作场所设置有电离辐射警示标识和工作指示灯等。根据不同项目进行分区管理。

6.医院每年委托有相关资质的辐射监测机构对辐射工作场所进行监测。并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

根据对建设单位已有核技术利用建设项目的回顾可知，医院个人剂量监测管理工作到位，未出现辐射安全事故，且其环保手续齐全，满足要求。

1.8 原有项目与本项目的依托关系

（1）本项目为核技术利用改建项目，医院拟为介入二室新购个人防护用品，拟沿用门诊外科楼十三层 12 号手术室（原有 DSA 机房）使用的 1 台 RJ38-3602（F）型辐射巡测仪和 4 台 FS6000 型个人剂量报警仪。

（2）项目建成后依托医院原有的 11 名辐射工作人员。

（3）相关的规章制度及措施继续按照医院现有制度执行，并在现有制度基础上，根据最新的法律法规及标准，进一步完善辐射安全管理制度。

（本页以下空白）

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	医用血管造影 X 射线机	II	1	NeuAngio 33C	125	1000	影像诊断与介入治疗	门诊外科楼十三层介入二室	拟新购

(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（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、氮氧化物	气态	/	/	/	少量	/	/	排放至大气外环境中，臭氧50分钟后可自然分解为氧气。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	(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 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日施行）； (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二十四号，2018 年 12 月 29 日实施）； (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 10 月 1 日起实施）； (4) 《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日国务院令 第 253 号发布施行；2017 年 7 月 16 日国务院令 第 682 号修订，2017 年 10 月 1 日施行）； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日经国务院令 第 449 号公布，2014 年 7 月 29 日经国务院令 第 653 号修改，2019 年 3 月 2 日经国务院令 第 709 号修改）； (6) 《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 日施行； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006 年 1 月 18 日原国家环境保护总局令 第 31 号公布；2008 年 12 月 6 日经原环境保护部令 第 3 号修改；2017 年 12 月 20 日经原环境保护部令 第 47 号修改；2019 年 8 月 22 日经生态环境 部令 第 7 号修改；2021 年 1 月 4 日生态环境部令 第 20 号修改并实施； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（生态环境部令 第 7 号，2021 年 1 月 4 日修订）； (9) 关于发布《射线装置分类》的公告，原环境保护部原国家卫生和计划生育委员会公告〔2017〕66 号，2017 年 12 月 6 日施行； (10) 《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》（新疆维吾尔自治区人民政府令 第 192 号，2015 年 7 月 1 日施行）； (11) 《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》原国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日施行； (12) 《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令 第 55 号，2007 年）；
----------	---

	（13）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展改革委令第 7 号公布，2024 年 2 月 1 日施行）； （14）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日施行）； （15）《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，2019 年 12 月 23 日，2020 年 1 月 1 日起施行）； （16）《关于启用环境影响评价信用平台的公告》（生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日）。
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》HJ/T10.1-2016； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002； （3）《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021； （4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021； （5）《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2020； （6）《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019； （7）《室内空气质量标准》GB/T18883-2022； （8）《医疗机构水污染物排放标准》GB18466-2005； （9）《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）； （10）《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）。
其他	（1）环境影响评价委托书； （2）《辐射防护导论》（方杰主编）； （3）《辐射防护手册》（李德平、潘自强主编）； （4）《介入放射学患者受照剂量水平研究》（闵楠 山东省医学科学院硕士学位论文 2009 年） （5）《ZJHA2026070 新疆智检汇安环保科技有限公司检测报告》； （6）《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查研究报告》（1989 年）； （7）新疆医科大学第六附属医院提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目拟在固定有实体边界的机房内使用Ⅱ类射线装置，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）对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：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边界外 50m 的范围，因此该报告将介入二室边界外 50m 的范围内的区域作为评价范围。

项目运行后的环境保护目标主要是从事本项目工作人员、其他医务人员、院内病患及公众、院外公共道路、居民楼内的公众人员等。评价因子为设备运行时产生的X射线。

7.2 保护目标

根据现场调查分析可知，本次评价介入二室实体边界外 50m 范围内为医院内部建筑物、道路和居民楼，评价范围内介入二室 50m 评价范围内无自然保护区、风景名胜、饮用水水源保护区及学校等敏感区域，建工医院家属区 1、3、8、10 号居民楼为本项目主要辐射敏感保护目标，本评价报告需验算机房墙体、门窗、屋顶屏蔽防护效果，控制辐射外泄剂量满足相关标准要求。综上所述，环境保护目标为本项目辐射工作人员与本项目周围活动的公众人员。具体保护目标分布情况见表 7.2-1。

表 7.2-1 评价范围内保护目标分布情况一览表

序号	人员类别	场所名称	所在方位	人员规模	距离
1.	职业	介入手术医护人员	拟建机房	10 人	/
2.		介入手术医护人员	控制室	1 人	相邻
3.		介入手术医护人员	耗材室	1 人	相邻
4.	公众	医院工作人员	设备间	一般无人	相邻
5.		患者	洁净走廊	约 4 人/天	相邻
6.		医院工作人员	污物走廊	1 人	相邻
7.		医院工作人员	护士办公室、主任办公室、护士长办公室、办公走廊、术中休息室	约 10 人/天	相邻

8.		医院工作人员	医生办公室、 办公室 1、办公室 2、办公走廊	拟建机房下方	约 5 人/天	相邻
9.		医院工作人员、患者、患者家属、其他人员	门诊外科楼十三层手术室、综合内科楼十三层手术室、停车场、院内道路、（建工医院家属院 1 号、3 号、8、10 号）居民楼	拟建机房四周	约 500 人/天	50m 范围内

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. 防护与安全的最优化

本标准第 4.3.3.1 款，对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽可能低的水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

本标准第 4.3.3.2 款，防护与安全最优化的过程，可以从直观的定性分析一直到现在使用辅助决策技术的定量分析，但均应以某种适当的方法将一切有关因素加以考虑，以实现下列目标：

a) 相对于主导情况确定出最优化的防护与安全措施，确定这些措施时应考虑可供利用的防护与安全选择以及照射的性质、大小和可能性；

b) 根据最优化的结果制定相应的准则，据以采取预防事故和减轻事故后果的措施，从而限制照射的大小及受照的可能性。

2. 职业照射和公众照射的年剂量限值

① 职业照射剂量限值

a) 连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

②公众照射剂量限值

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，若 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

3.职业照射和公众照射的剂量限值管理约束值

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此，本次评价采用年照射剂量限值管理约束值如下：

a) 辐射工作人员采用年剂量限值的 1/4，即 5mSv/a 作为年剂量管理约束值；

b) 公众人员采用 0.1mSv/a 作为年剂量管理约束值。

4.辐射工作场所的分区

根据标准第 6.4 款，应把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。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

5.职业照射剂量限值

B.1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，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），20 mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv;

d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

表 7.3-1 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边边长

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

注：单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

6.2 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求

表 7.3-2 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

6.3 X射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 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射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于2.5 μ Sv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

6.4 X射线设备工作场所防护

6.4.1 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受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房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。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 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。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5.1 每台X射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表7-5基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 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；介入铅防护手套铅当量应不小于0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于2mmPb。

6.5.4 应为儿童的X射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7.3-3 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		受检者	
	个人防护用	辅助防护设备	个人防护用品	辅助防护设备
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	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 选配：铅橡胶帽子	/

7.8介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备操作的防护安全要求

7.8.1介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用X射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

7.8.2介入放射学用X射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病例中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

7.8.4穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合GBZ128的规定。

7.3.3 《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。

5.2.3对于强贯穿辐射和弱贯穿辐射的混合辐射场，弱贯穿辐射的剂量贡献 $\leq 10\%$ 时，一般可只监测Hp（10）；弱贯穿辐射的剂量贡献 $> 10\%$ 时，宜使用能识别两者的鉴别式个人剂量计，或用躯体剂量计和局部剂量计分别测量Hp（10）和Hp（0.07）。

5.3.1对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

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、指环剂量计等）。

（本页以下空白）

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

新疆医科大学第六附属医院改建介入二室位于乌鲁木齐市天山区五星南路 39 号，医院门诊外科楼十三层。医院东侧为东环高架路，南侧为八一中学家属区，西侧为建工医院家属区，北侧为建科院家属区，项目地理坐标为东经 87° 37' 52"、北纬 43° 48' 34"。

本项目拟建介入二室东侧为洁净走廊，南侧为控制室，西侧为污物走廊，北侧为设备间、耗材室，上方为主任办公室、护士长办公室、护士办公室、办公走廊、术中休息室，下方为医生办公室、2 间办公室、办公走廊。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案

8.2.1 环境现状评价对象

拟建介入二室及其周围环境辐射水平。

8.2.2 监测因子

环境 γ 辐射剂量率。

8.2.3 监测方案

- 1.监测单位：新疆智检汇安环保科技有限公司
- 2.天气环境条件：天气：晴；温度：18℃；相对湿度：27%RH
- 3.监测报告编号：ZJHA2026070
- 4.监测设备：监测仪器相关参数详见表 8.2-1。

表 8.2-1 监测仪器相关参数

仪器型号及名称	RJ32-3602 型环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪
仪器编号	RJ3200188
检定证书编号	校准字第 202602100669 号
检定有效期	2026.02.04-2027.02.03
校准单位	中国测试技术研究院
能量范围	20keV~3.0MeV
量程	10nGy/h~1.2mGy/h（环境级） 0.01 μ Sv/h~150mSv/h（防护级）

8.2.4 质量保证措施

- 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.监测方法参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中的方法布设监测点，结合本评价项目的评价范围确定本次环境本底监测布点，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗；
- 3.监测仪器每年定期经计量部门检定，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，并用检验源对仪器进行校验；
- 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，经校对、审核，最后审定。

（本页以下空白）

8.3 监测点位及结果

8.3.1 辐射环境现状监测布点

8.3.2 辐射环境监测结果

本项目拟建介入二室及其周围 50m 范围环境辐射水平监测结果见表 8.3-1。

表 8.3-1 辐射环境现状监测布点及结果一览表

序号	测点位置描述	环境 γ 辐射剂量率	备注
		测量值 $\pm$ 标准差 ($D_{\gamma} \pm \sigma$) (nGy/h)	
1	拟建介入二室内（11 号手术室）	54 $\pm$ 2	室内
2	拟建介入二室内（10 号手术室）	57 $\pm$ 2	
3	拟建介入二室东侧（洁净走廊）	56 $\pm$ 2	
4	拟建介入二室东南侧（家属等候区）	54 $\pm$ 2	
5	拟建介入二室东南侧（综合内科楼内谈话间）	58 $\pm$ 2	
6	拟建介入二室东南侧（综合内科楼内洁净走廊）	53 $\pm$ 2	
7	拟建介入二室南侧（控制室）	55 $\pm$ 2	
8	拟建介入二室南侧（谈话间）	51 $\pm$ 2	
9	拟建介入二室西侧（污物走廊）	54 $\pm$ 2	
10	拟建介入二室北侧（楼梯间）	77 $\pm$ 1	
11	拟建介入二室下方（医生办公室）	60 $\pm$ 1	
12	拟建介入二室下方（办公室 1）	67 $\pm$ 1	
13	拟建介入二室下方（办公室 2）	60 $\pm$ 2	
14	拟建介入二室下方（办公走廊）	70 $\pm$ 1	
15	拟建介入二室上方（护士办公室）	70 $\pm$ 1	
16	拟建介入二室上方（主任办公室）	59 $\pm$ 3	
17	拟建介入二室上方（护士长办公室）	60 $\pm$ 3	
18	拟建介入二室上方（办公走廊）	69 $\pm$ 2	
19	拟建介入二室上方（术中休息室）	61 $\pm$ 3	
20	门诊外科楼东侧停车场	42 $\pm$ 2	室外
21	门诊外科楼南侧院内道路	43 $\pm$ 2	
22	门诊外科楼西侧院内道路	41 $\pm$ 1	

备注：1.表内检测结果已扣除宇宙射线响应值；
2.每个监测点测量 10 个数据取平均值；
3.环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值 $\times$ 校准因子 $k_1 \times$ 仪器校验源效率因子 k_2 -屏蔽修正因子 k_3 测量点宇宙射线响应值 D_c ； K_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1；
4.测点位距墙体、门窗表面 30cm,顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm，机房地面下方(楼下)距楼下地面 170cm。

8.4 环境现状调查结果的评价

依据《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021，对新疆医科大学第六附属医院拟建介入二室及周围环境进行辐射水平本底检测，由监测结果可知，本次所检各检测点位中室内环境 γ 辐射剂量率在 51~77nGy/h 之间，室外环境 γ 辐射剂量率在 41~43nGy/h。根据《新疆维吾尔自治区

环境天然放射性水平调查研究报告》表 2 中乌鲁木齐市室内天然贯穿辐射在 48.1~128.8nGy/h 之间，道路天然贯穿辐射在 24.5~103.9nGy/h 之间，由检测结果可知，项目所在地的环境 γ 辐射剂量率处于当地环境本底水平。

（本页以下空白）

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 工程设备

血管造影用 X 射线装置是应用最多的数字化 X 射线透视设备，是影像增强技术、电视技术和计算机科学技术相结合的产物。血管造影用 X 射线装置因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，血管造影用 X 射线装置由 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器等，和图像检测系统，包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

9.1.2 血管造影用 X 射线装置原理

血管造影用 X 射线装置基本过程是，X 线发生器产生 X 线，X 线穿过人体以后，在体内产生不同程度的衰减而形成 X 线图像，然后经过影像增强器将 X 线图像转换成可见的光学图像，再由电子摄像机将可见的光学图像转变为电子信号，再将电子信号送至模/数转换器，图像转变成数字信号，最后将数字信号送到电子计算机进行处理，基本原理是将一幅图像不必要的部分消除掉，突出某些部分，使图像上所提供的诊断信息更加清晰。

基本步骤为造影前先摄一幅图像作为模拟像，造影后再摄一幅含有对比剂的图像为潜影像，把潜影像与模拟像重合在一起相减，所获得的图像就是减影像。是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统，具有高精密度和灵敏度。

9.1.3 操作流程

1.血管造影用 X 射线装置检查采用隔室操作方式：通过控制血管造影用 X 射线装置的 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电子计算机系统控制血管造影用 X 射线装置的 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.血管造影用 X 射线装置介入治疗采用近台同室操作方式：通过控制血管造影用

X 射线装置的 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，介入手术医师位于手术床一旁，距血管造影用 X 射线装置的 X 线管 0.4~1.0m 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，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动血管造影用 X 射线装置的 X 线系统进行透视（血管造影用 X 射线装置的 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。

9.1.4 路径分析

本项目血管造影用 X 射线装置辐射工作场所路径主要是工作人员（包括医护人员、技师）路径、患者路径及污物路径。

9.1.4.1 拟建 DSA 手术室人流物流路径分析

工作人员路径：医护人员通过门诊外科楼十四层东侧更衣室更衣后，通过内楼梯下至十三层通过洁净走廊经控制室进入手术室内，技师在控制室内进行设备操作，手术医护人员在手术室内进行手术。

患者路径：患者需工作人员推床经门诊外科楼十三层洁净走廊，由患者通道防护门进入手术室内部进行手术。

污物路径：手术结束后，由工作人员将污物收集至污物桶内，由手术室西侧污物走廊转运至十三层东北角的污物暂存间进行初步处理后暂存并定期转运至医院东南角的医疗垃圾转运室收集处理。

9.1.4 产污环节分析

血管造影用 X 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。装置在开机状态下，产生的污染因子主要为 X 射线以及少量臭氧和氮氧化物，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况污染源项分析

9.2.2.1 辐射污染因子

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。医院使用的血管造影用 X 射线装置在未出束状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时

才会发出 X 射线。因此，在开机期间，评价因子主要为 X 射线。由于 X 射线贯穿能力强，将对工作人员、公众及周围环境造成一定的辐射污染，包含以下几种 X 射线辐射：

1.有用线束

通过控制血管造影用 X 射线装置的 X 线系统曝光，采集造影部位图像或者对患者的部位进行间歇式透视。

2.泄漏辐射

由靶向外从各个方向穿过辐射头泄漏出来的射线称为漏射线。漏射线遍布机架各处。

3.散射辐射

当有用线束射入治疗床上的人体时，会产生散布于各个方面上的次级散射辐射，这种射线的能量和剂量率比有用线束低得多，剂量率大小决定于被照区域，初级射线能量和散射角度。

根据建设单位提供的资料，本项目血管造影用 X 射线装置的技术参数见表 9.2-1。

表 9.2-1 本项目血管造影用 X 射线装置参数与工况

设备名称	医用血管造影 X 射线机（DSA）	
使用位置	介入二室	
额定容量	125kV，1000mA	
过滤材料	2.5mmAl	
最大照射野	1600cm ²	
工况模式	减影	工况下，最大常用电压 100kV，最大常用电流 500mA 距靶点 1m 处的空气比释动能率为 $1.62 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}^{①}$
	透视	工况下，最大常用电压 90kV，最大常用电流 15mA 距靶点 1m 处的空气比释动能率为 $4.05 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}^{①}$

注：①手术中血管造影用 X 射线装置运行分透视和减影（采集）两种模式。设备具有自动调强功能，减影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低。如果受检者体型较胖，功率自动增强。为防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和功率通常留不小于 30% 的余量，即管电压控制在 100kV 以下。本项目保守取透视和减影最大运行工况的参数进行估算。根据《辐射防护手册》（第三册）P58 图 3.1 可知，X 射线过滤材料为 2.5mmAl，100kV 电压下，发射率常数为 $5.4 \text{mGy}/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，90kV 电压下，发射率常数为 $4.5 \text{mGy}/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

9.2.2 异常工况源项分析

本项目使用血管造影用 X 射线装置可能发生的辐射事故有以下几点：

1. 血管造影用 X 射线装置在运行时，由于安全联锁系统失效，人员误入或滞留在手

术室内而造成误照射；

2.工作人员或病人家属还未全部撤离手术室，操作间人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

3.血管造影用 X 射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射；

4.血管造影用 X 射线装置在出束状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

5.手术室辐射屏蔽体（如铅防护门）和个人防护用品（如铅防护衣）长时间使用或不当使用，防护性能显著下降导致射线漏射、透射对人员造成意外照射。

事故工况产生的污染物与正常工况下相同。

9.2.3 其他污染

9.2.3.1 废气

本项目血管造影用 X 射线装置在曝光过程中，由于 X 射线与空气电离作用，会有少量臭氧和氮氧化物产生。本项目采用万及新风系统，通风换气次数不小于 4 次/h。该新风系统的设置、室内气流组织以及废气的排放都考虑到避免空气在建筑物内反复循环和避免各房间空气项目掺混，从而减少污染物累积和交叉污染的概率。该通排风系统符合《放射诊断放射防护要求》（CBZ130-2020）规定的“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”要求。废气经通风管道排入大气环境后，经自然分解和稀释后，浓度远低于《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的二级标准的要求。

9.2.3.2 废水

废水主要为本项目运行后，辐射工作人员开展手术而新增的生活污水和医疗废水。辐射工作人员共 11 人，生活用水按每人每天 100L 计，医疗废水按 100L/台手术，排污系数取 0.85，则生活污水产生量为 233.75m³/a；介入二室每年最大工作量为 1000 台手术，则医疗废水产生量约 85m³/a。则本项目废水总产生量约 318.75m³/a。生活污水经市政管网排出，医疗废水依托医院原有污水处理站处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后，再通过市政污水管网进入市政污水处理厂处理。

9.2.3.3 固体废物

本项目血管造影用 X 射线装置运行过程中进行手术会产生医疗废物，医疗废物采

用专用容器分类收集后，转移至医院东南角的医疗垃圾转运室暂存并委托有资质单位定期处置。本项目 1 台介入手术约产生医疗废物药棉 0.1kg，纱布 0.1kg，手套 0.2kg，每年介入二室最大工作量为 1000 台手术，则本项目介入二室每年约产生医疗废物药棉 100kg，纱布 100kg，手套 200kg，总共每年约产生医疗废物 400kg。

工作人员会产生生活垃圾和办公垃圾，工作人员共 11 人，日产生量约 1.0kg/人，则生活垃圾及办公垃圾产生量为 2.75t/a。生活垃圾和办公垃圾由医院进行统一集中收集，并交由当地环卫部门清运。

（本页以下空白）

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

本项目拟建 DSA 手术室位于门诊外科楼十三层，手术室东侧为洁净走廊，南侧为控制室，西侧为污物走廊，北侧为设备间、耗材室，上方为主任办公室、护士长办公室、护士办公室、办公走廊、术中休息室，下方为医生办公室、2 间办公室、办公走廊。

介入二室周围毗邻关系见表10.1-1。

表 10.1-1 拟建介入二室与周围区域毗邻关系一览表

机房名称	位置	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
介入二室	门诊外科楼十三层	洁净走廊	控制室	污物走廊	设备间、耗材室	主任办公室、护士长办公室、护士办公室、办公走廊、术中休息室	医生办公室、2 间办公室、办公走廊

拟建介入二室布局与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对照分析见表10.1-2。

表10.1-2 拟建介入二室布局设置与标准对照分析

项目	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	设置情况	是否满足要求
机房布局	每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求	本项目拟新增使用的 1 台 DSA 设备设有单独的机房，机房满足设备的布局要求	满足
	X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全	介入二室拟设置于门诊外科楼十三层，采取了相应的屏蔽防护措施，考虑了邻室（含楼上、楼下）及周围场所的人员防护与安全	满足
	应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位	本项目新增 DSA 设备有用线束不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位	满足
机房尺寸	最小有效使用面积不小于 20m ² ，最小单边长不小于 3.5m	6.0m×7.4m=44.4m ²	满足
受检者候诊区	受检者不应在机房内候诊	手术室南侧设置有换车间，可保证受检者不在机房内候诊	满足

经对照分析可知，本项目拟建介入二室工作场所的设置满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）平面布局的要求，拟采取防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，并且充分考虑了相邻场所的防护安全，因此，本项目工作场所布局合理。

10.1.2 分区原则和区域划分情况

医院拟按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，把工作场所分为控制区、监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：拟将介入二室区域划分为控制区，在控制区的进出口及适当位置处拟设置醒目的电离辐射警告标识和工作状态指示灯。拟制定辐射安全防护管理制度，严格限制无关人员进出控制区，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入。

监督区：拟将介入二室相邻的洁净走廊、控制室、污物走廊、设备间、耗材室，上方主任办公室、护士长办公室、护士办公室、办公走廊、术中休息室，下方医生办公室、2 间办公室、办公走廊划为监督区，对该区拟不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。本项目控制区和监督区划分情况见表 10.1-3。

表 10.1-3 拟建介入二室控制区和监督区划分一览表

机房名称	位置	控制区	监督区
介入二室	门诊外科楼十三层	拟建介入二室内	净走廊、控制室、污物走廊、设备间、耗材室，上方主任办公室、护士长办公室、护士办公室、办公走廊、术中休息室，下方医生办公室、2 间办公室、办公走廊

10.1.3 工作场所辐射防护屏蔽设计

为保障工作人员和公众的辐射安全，本项目拟按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的有关规定，对血管造影用 X 射线装置机房进行屏蔽防护，机房屏蔽设计方案见表 10.1-5 所示。

为保障工作人员和公众的辐射安全，本项目拟按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的有关规定，对血管造影用 X 射线装置机房进行屏蔽防护，机房屏蔽设计方案见表 10.1-5 所示。

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 的 C.1.2 中式（C.1）及式（C.2）进行等效铅当量厚度的计算。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{公式 10-1})$$

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

α ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β ——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。

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma + \frac{\beta}{\alpha}}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad (\text{公式 10-2})$$

式中：

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β ——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；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子。

本项目血管造影用 X 射线装置最大管电压为 125kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.2、C.3，可得铅、混凝土、砖对管电压为 125kV（主束和散射方向）X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，具体见表 10.1-4。

表 10.1-4 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 相关拟合参数

管电压 (kV)	铅			混凝土			砖		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
125（主束）	2.219	7.923	0.5386	0.03502	0.07113	0.6974	0.02870	0.06700	1.346
125（散射）	2.233	7.888	0.7295	0.03510	0.06600	0.7832	—	—	—

注：“—”文献中未给出值

本项目血管造影 X 射线装置机架可带动 X 射线球管和平板探测器一起旋转，使用时，装置主要朝上照射，有用线束照射角尽量避开各防护门和观察窗。介入二室顶棚为 15cm 厚混凝土+24mm 厚硫酸钡板，混凝土密度取 2.35g/cm³，根据公式 10-

1, 计算得在设备管电压 125kV（主束）条件下，顶棚使用 150mm 混凝土屏蔽时屏蔽透射因子 B 为 1.09E-03，将屏蔽透射因子代入公式 10-2，得顶棚使用 15cm 混凝土屏蔽时铅当量厚度约为 1.8mmPb，顶棚额外加 24mm 厚硫酸钡板，根据建设单位提供的屏蔽材料检测报告 24mm 厚硫酸钡板相当于 2.0mmPb 铅当量，则本项目介入顶棚使用屏蔽体防护铅当量为 3.8mmPb；同理，地面使用屏蔽体防护铅当量为 3.8mmPb；防护门、观察窗均按建设单位提供的屏蔽材料检测报告进行估算。本项目屏蔽设计方案见附件九。

表 10.1-5 机房屏蔽设计方案

机房名称	线束方向	屏蔽体	屏蔽设计情况			
			拟采取屏蔽材料	等效铅当量* (mmPb)	标准建议值 (mmPb)	评价
介入二室	/	东墙	50mm 厚硫酸钡板	4.0	2.0	符合要求
		南墙	50mm 厚硫酸钡板	4.0	2.0	符合要求
		西墙	50mm 厚硫酸钡板	4.0	2.0	符合要求
		北墙	50mm 厚硫酸钡板	4.0	2.0	符合要求
		顶棚	150mm 混凝土+24mm 厚硫酸钡板	3.8	2.0	符合要求
		地面	150mm 混凝土+20mm 硫酸钡	3.8	2.0	符合要求
		患者通道防护门	4mm 厚铅板	4.0	2.0	符合要求
		控制室/污物通道防护门	4mm 厚铅板	4.0	2.0	符合要求
		观察窗	20mm 厚铅玻璃	4.0	2.0	符合要求

注：1.本项目血管造影用 X 射线装置最大管电压为 125kV，等效铅当量参考 GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》附录 C 中公式进行换算。

本项目涉及的介入二室四面墙体、顶棚、地面、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，屏蔽厚度符合标准要求，充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关技术要求。

10.1.4 机房面积符合性分析

为保障工作人员和公众的辐射安全，本项目拟建血管造影用 X 射线装置辐射工作场所（介入二室）面积按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的有关

规定进行设计，介入二室尺寸设计方案见表 10.1-6。

表 10.1-6 机房面积设计方案

机房名称	机房尺寸	标准要求	评价
介入二室	最小单边长度：6.0m	最小单边长度：3.5m	符合要求
	最小有效使用面积：6.0×7.4=44.4m ²	最小有效使用面积：20m ²	符合要求

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对机房的尺寸、面积和防护的要求，单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积为 20m²，机房内最小单边长度为 3.5m，符合该标准的相关要求。

10.1.5 辐射安全与防护及环保措施

本项目血管造影用 X 射线装置污染因子主要为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

10.1.5.1 距离防护

介入二室拟严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在介入二室防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标识并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

10.1.5.2 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时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

10.1.5.3 屏蔽防护

射线包括穿透物质时强度会减弱，一定厚度的屏蔽物质能减弱射线的强度，在辐射源与人体之间设置足够厚的屏蔽物（屏蔽材料），便可降低辐射水平，使人们在工作中受到的剂量降低到最高允许剂量以下，确保人身安全，达到防护目的。屏蔽防护的要点是在射线源与人体之间放置一种能有效吸收射线的屏蔽材料。

1. 管线设计及穿墙位置屏蔽补偿

本项目介入二室及辅助用房所有电缆拟采用斜开式穿墙，通过地面下沉电缆沟穿出机房，墙孔用硫酸钡封堵，线缆地沟/槽必须做防水、防潮处理，避免电缆长期受潮腐蚀损坏，金属线缆管沟/槽必须接地。控制室电缆沟宽 200mm，深 100mm，上盖可拆卸式不锈钢盖板，厚度为 3mm 以上；设备间电缆槽宽 150mm，深 75mm；手术室电缆沟宽 200mm，深 100mm，床基础处电缆沟宽 200mm，深 80mm，上盖可拆卸式不锈钢盖板，厚度为 3mm 以上；能够满足辐射防护要求。采取上述措施后，管线穿墙方案对手术室墙体屏蔽防护能力削弱甚微，在施工中应保证施工质量，并在今后的运行中长期监测关注穿墙管线等薄弱处的辐射剂量。

2.通风设计

本项目通风管道尚未细化设计，医院拟针对实际情况，对血管造影用 X 射线装置辐射工作场所（介入二室）设置万级新风系统，通过新风机组、新风管道和风口将室外新鲜空气经过处理后送入室内，在手术室吊顶处设置送风口，在手术室下方设置回风口，用于回收室内空气循环净化，同时保证室内压力的稳定，在手术室屏蔽墙体下部设置排风口，将室内气体排出。风管外壁拟包裹铅皮，洞口用硫酸钡封堵，防止射线漏出。手术室内拟设置风量大于 1000m³/h，根据手术室有效容积（有效使用面积（m²）×高（m））计算，本项目介入二室有效容积为 126.54m³（机房地面至吊顶高度为 2.85m），能够满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。

3.个人防护用品

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），医院拟为本项目介入二室新购个人防护用品，配备情况见表 10.1-7。

表 10.1-7 辐射工作场所防护用品配备方案

射线装置 安装场所	受检 人群	标准建议配备		计划配备情况		
		防护用品名称	铅当量 mmPb	防护用品名称	铅当量 mmPb	数量 (个/件)
介入二室	受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	≥0.5	铅橡胶性腺防护围裙（方形）	0.5	1
		铅橡胶颈套	≥0.5	铅橡胶颈套	0.5	
		铅橡胶帽子（选配）	≥0.25	铅橡胶帽子	0.5	1

	工作人员	铅橡胶围裙	≥ 0.5	铅橡胶围裙	0.5	9
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	9
		铅防护眼镜	≥ 0.25	铅防护眼镜	0.35	4
		介入防护手套	≥ 0.025	介入防护手套	0.025	/
		铅橡胶帽子 (选配)	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.35	9
	辅助防护设施	铅悬挂防护屏/ 铅防护吊帘	≥ 0.5	铅悬挂防护屏/ 铅防护吊帘	0.5	设备自带
		床侧防护帘/ 床侧防护屏	≥ 0.5	床侧防护帘/ 床侧防护屏	0.5	设备自带
		移动铅防护屏 风 (选配)	≥ 2	移动铅防护屏风	2.0	1

10.1.6 设备固有安全和防护措施

本项目拟购置正规生产厂家生产的设备，设备内置安全和保护措施，从源头上减少辐射和操作风险。

1. 剂量控制和优化系统

(1) 自动曝光控制：系统根据患者体型和检查部位自动调节 X 射线管的电压、电流和脉冲宽度，以最低剂量获得满足诊断需求的图像。

(2) 脉冲透视：采用短脉冲式的 X 射线代替连续透视，大幅减少不必要的曝光时间，从而降低总辐射剂量。

(3) 低剂量模式：设备预设多种模式，如“低剂量”“正常”“高清晰”等，可根据诊疗阶段选择合适的模式。

(4) 最后图像保持：在一次透视结束后，将最后一帧图像显示在屏幕上供医生观察，无需持续曝光。

(5) 路径图技术：注射少量造影剂后，获取血管路径图像并叠加在实时透视图像上，引导导管导丝前进，减少后续透视时间和造影剂用量。

2. 硬件设计安全

(1) X 射线管壳固有过滤：球管出口内置特定厚度的铝滤片，用于过滤对成像无用的低能射线。

(2) 准直器（限束器）：通过多叶铅挡板将 X 射线束严格限制在诊断区域内，避免照射非检查部位。

(3) 剂量面积乘积仪：设备集成 DAP 仪，实时显示和累计本次手术的辐射剂

量，为术者提供剂量管理的量化依据。

（4）防碰撞系统：C 形臂等运动部件配备传感器和软件限制，防止其与患者、术者或手术床发生碰撞。

（5）冗余安全电路：包括高压发生器、急停按钮等关键部件都有多重安全设计，确保在单一元件故障时系统能安全关闭。

3.附加防护措施

（1）悬挂式铅屏风/铅玻璃屏风：设置在手术床旁，为术者躯干和头部提供主要防护。

（2）床侧防护帘：安装在手术床侧面，有效阻挡从患者身体下方产生的散射辐射

10.1.7 其他安全防护措施

根据国家标准《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对照分析本项目的辐射安全与防护实施计划的可行性和完整性，对照分析表见表 10.1-8。

表 10.1-8 辐射安全与防护实施计划对照分析表

《放射诊断放射防护要求》 （GBZ130-2020）	辐射防护实施计划	评价
6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	本项目 DSA 的有用线束向上穿透人体后照射在探测器上，可避免直接照射门、窗等位置。	符合要求
6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	本项目对介入二室四面墙和楼板按 GBZ130 的要求做好屏蔽防护，手术室的选址充分考虑了邻室及周围场所的人员防护与安全，选址合理。	符合要求
6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。	本项目 DSA 在固定的机房（介入二室）内使用，机房的大小、布局满足 DSA 的使用要求。	符合要求
6.1.5 单管头 X 射线设备：有效使用面积不小于 20m ² ，最小单边长度应不小于 3.5m。	本项目介入二室的有效使用面积为 44.4m ² ，最小单边长度为 6.0m。	符合要求
6.2.1 C 形臂 X 射线设备机房屏蔽防护应满足：有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm。 6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足该要求。	本项目介入二室的屏蔽设计如下： 四面墙体：4.0mm 铅当量； 顶棚：3.8mm 铅当量； 地面：3.8mm 铅当量； 观察窗（含框）：4.0mm 铅当量； 防护门：4.0mm 铅当量。	符合要求

新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）改建
血管造影用 X 射线装置辐射工作场所项目环境影响报告表

6.4.1 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受检者状态及防护门开闭情况。	介入二室在南侧控制室对应控制台处设有观察窗，并在机房内安装摄像头，观察窗和摄像头设置的位置可以观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合要求
6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	介入二室北侧设有耗材间，手术用品和清洁用品均将摆放在耗材间内，不会在机房内堆放杂物。	符合要求
6.4.3 机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。	介入二室内设置送风、回风、排风系统，保证机房内通风效果良好。	符合要求
6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	介入二室患者通道、控制室和污物通道防护门上各设置醒目的电离辐射标志。患者通道防护门上设置工作状态指示灯。灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区设置放射防护注意事项告知栏。	符合要求
6.4.5 平开机房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。	电动推拉防护门设置电动闭门装置，工作状态指示灯与电动推拉防护门能有效联动，当防护门打开时，指示灯灭；防护门关闭时指示灯亮；手动平开防护门设置自动闭门装置。	符合要求
6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	电动推拉防护门设有防夹功能。	符合要求
6.4.7 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。	受检者候诊区设置在手术室外，不在机房内候诊。	符合要求
6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。	本项目手术室防护门处于散射辐射较低位置。	符合要求
6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护服。	本项目配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、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、铅橡胶帽子等防护用品与辅助防护设施，其数量和铅当量应满足开展工作需要。	符合要求
6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。	设置专门的防护用品架放置个人防护用品。	符合要求
《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》	辐射防护实施计划	评价
（1）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	介入二室患者通道、控制室和污物通道防护门上各设置醒目的电离辐射标志，患者通道防护门上设置工作状态指示灯。灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区设置放射防护注意事项告知栏。	符合要求
（2）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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	建设单位已配备 X、γ 辐射检测仪等设备进行日常监测。	符合要求
《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》	辐射防护实施计划	符合要求
第五条生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规	介入二室患者通道、控制室和污物通道防护门上各设置醒目的电离辐射标	符合要求

定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	志，患者通道防护门上设置工作状态指示灯。灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区设置放射防护注意事项告知栏。	
---	---	--

10.2 三废治理措施

10.2.1 废水

本项目采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施，不产生放射性废水，非放射性废水主要来自血管造影用 X 射线装置机房（介入二室）工作人员生活污水和医疗废水。

医院内现有污水处理站，站内面积约 460m²，共设有：污水在线站房、光氯活性炭除臭设备间、储存库房、污水站办公室、消毒加药间、罗茨风机室 7 个工作区域。

污水处理流程为：院内污水进入格栅井，进行初步的固体物质去除，进入调节池对污水进行流量和水质的调节，进入曝气生化池，通过曝气装置提供氧气，对有机物进行降解，去除污水中的悬浮物和有机物，进入沉淀池，通过沉淀池将污水中的悬浮物和生物泥分类，污泥进入污泥池，污水进入消毒池，通过消毒杀灭其中的病原微生物，进入巴歇尔槽，与明渠流量计配合，测量明渠内水的流量进入市政管网。

该污水处理站设计处理能力为日处理负荷为 500m³/天，现日处理负荷为 250-260m³/天，本项目废水总产生量约 259.25m³/年，项目建成后能够满足现有污水处理站处理能力。医疗废水依托医院现有污水处理措施处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后，再通过市政污水管网进入市政污水处理厂处理，生活污水经管网排出。

10.2.2 废气

本项目为血管造影用 X 射线装置的应用，在开机出束状态下产生 X 射线，断开电源后，X 射线随即消失。在装置使用过程中无放射性废气，但辐射工作中因 X 射线对空气的电离产生微量非放射性的臭氧和氮氧化物，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，本项目介入二室拟设置新风系统，通过新风机组、新

风管道和风口，将室外新鲜空气经过处理后送入室内；在介入二室吊顶设置送风口，在介入二室下部设置回风口和排风口，产生的臭氧和氮氧化物通过介入二室内排风口连接的排风管道排出楼外。该新风系统的设置使室内气流组织以及废气的排放都考虑到，避免空气在建筑物内反复循环和避免各房间空气项目掺混，从而减少污染物累积和交叉污染的概率。

本项目血管造影用 X 射线装置射线能量低，电离产生的臭氧和氮氧化物非常少，介入二室设置有通排风系统，以保持机房内良好的通风。介入二室内产生的臭氧和氮氧化物最终从楼顶排放，臭氧在 50 分钟后可自然分解，氮氧化物产生量只有臭氧的 1/3，本项目产生的废气排出手术后对周围环境影响很小。

10.2.3 固体废物

本项目为血管造影用 X 射线装置的应用，没有放射性固废产生。本项目血管造影用 X 射线装置使用数字成像，无危险废弃物胶片产生。介入手术时会产生一般医疗废物，主要是一定量的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料及手术垃圾。参照本报告表第九章可知，本项目产生医疗废物 400kg/a，生活垃圾产生量为 2.75t/a，其中医疗废物采用专门的收集容器暂存，由专人每天到十三层东北角的污物暂存间收集到医院医疗垃圾转运室，定期委托有资质单位统一回收处理。工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医院进行集中回收并交由环卫部门统一处理。

污水处理间产生的污泥经灭菌、灭卵处理后交由有资质的单位处置；医疗废物暂存符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）及其修改单要求。一般固废由当地环卫部门清运至垃圾填埋场。

医院内共有 1 个医疗垃圾转运室用于医疗垃圾的临时存放，将封闭包装后的医疗废物临时储存在该暂存点内，并委托有资质单位定期回收处理，因此，本项目建成运行后，产生的医疗废物很少，依托现有的处理设施是完全可行的。

综上所述：现有工程无环保问题。

10.3 环保措施及其投资估算

本项目总投资预计为 800 万元，其中环保投资 80 万元，占总投资的 10%。环保投资一览表详见表 10.3-1。

表 10.3-1 本项目环保投资一览表

类别	环保设施措施	金额（万元）
屏蔽防护	介入二室满足辐射防护要求的墙体、观察窗、防护门等	53
个人防护用品和辅助防护用品	电离辐射警示标志、工作装置指示灯和灯箱上的可视警示语句、门灯联锁装置、监控设备、紧急停机装置	8
	个人防护用品	2
	设置铅悬挂防护屏、床侧防护帘、移动铅防护屏风	设备自带
监测仪器	配备1台X、 γ 辐射检测仪、4台个人剂量报警仪	利旧
人员培训	辐射工作人员培训	1
职业健康检查	辐射工作人员进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案	3
废气处理	新风系统	10
委托检测	定期委托（每年1次）委托有资质的单位对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案；	每年支出
资质认可	建设项目环评、验收	3
合计		80

（本页以下空白）

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 建设阶段对环境的影响

本次评价项目主要涉及建设相关机房、建筑装修、安装防护门、设备安装等，在项目建设过程中，应采取污染防治措施，减轻对医院及周边地区的环境影响。项目建设期主要的污染因子有：噪声、废水、固体废弃物和扬尘。本项目建设阶段施工人员拟设置 4 人，未在现场设置施工营地，施工周期为 2 个月，施工人员在现场产生的生活垃圾依托医院垃圾桶进行收集，施工人员施工期间产生的生活废水依托医院放疗科已建成的卫生设施进行收集处理。

11.1.1.1 声环境影响分析

该评价项目施工期的噪声主要来自建设相关机房、建筑装修、防护设施安装施工、相关设施的安装调试、设备安装等阶段，但由于该项目的建设工程影响期短暂，安装施工的过程中对周围公众略有影响，因检查时间也很短，因此对周围环境影响小，随施工结束而消除，因此，施工在合理安排施工时间，夜间禁止高噪声机械作业后，对周围的影响不大。

11.1.1.2 环境空气影响分析

在整个施工期，扬尘来自房间隔断的拆除、材料搬运、装卸等施工活动，由于扬尘源多且分散，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大。但土建工程结束后即可恢复。

11.1.1.3 水环境影响分析

本工程施工污水主要来自少量施工废水。施工废水主要包括砂石料加工水。施工废水含泥沙和悬浮物，直接排出会阻塞排水沟和对附近水体造成污染。对此，施工单位应对施工废水进行妥善处理，对施工废水进行澄清处理，清水排放至医院污水处理间，淤泥妥善堆放后运至弃渣场。

11.1.1.4 固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为建筑垃圾。施工过程中的建筑垃圾和生活垃圾拟集中处理，严禁随意堆放和倾倒。生活垃圾应置于医院内部垃圾收集箱内，一般固废由当地

环卫部门清运至垃圾填埋场。施工建筑垃圾由运垃圾的专用车每次装完垃圾后，用苫布盖好，避免途中遗撒和运输过程中造成扬尘，最终送往垃圾填埋场进行处理。可以使工程建设产生的垃圾处于可控制状态。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

血管造影用X射线装置在手术中分为透视和摄影两种模式。血管造影用X射线装置摄影（减影）模式是指血管造影用X射线装置的X射线系统曝光时，工作人员位于控制室，即为隔室操作方式。血管造影用X射线装置透视模式是指在透视条件下，医护人员近台同室进行介入操作。本次评价分别对摄影、透视两种工况下各手术室周围的辐射水平进行了预测。

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《StructuralShieldingDesignForMedicalX-RayImagingFacilities》（NCRP147号出版物）第4.1.6节指出，在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此血管造影用X射线装置屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

本项目血管造影用 X 射线装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。正常工况时，不同手术类型和不同患者身体状况都会影响管电压和管电流的参数，根据目前一些医院的实际值统计，摄影工况一般为 60~100kV/300~500mA，透视工况一般为 60~90kV/5~15mA，本次环评取最大工况下设备参数，即摄影工况取电压为 100kV，电流为 500mA；透视工况取电压为 90kV，电流为 15mA。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等总滤过不小于 2.5mmAl，本项目拟购置正规生产厂家生产的设备，滤过参数满足标准要求，本次计算总滤过取 2.5mmAl 保守读数，根据设备最大管电压参数，根据《辐射防护手册》

（第三分册）P58 图 3.1，可以查得运行管电压 100kV 下距离靶 1m 处空气中的空气比释动能为 0.09mGy/mAs，运行管电压 90kV 下离靶 1m 处空气中的空气比释动能为 0.075mGy/mAs。

本次评价拟按DSA最大工况保守进行估算。根据《辐射防护导论》P69，X射线机产生的X射线造成的空气比释动能率，按公式11-1计算：

$$\dot{K} = I\delta_x \times \left(\frac{r_0^2}{r^2}\right) \quad (\text{公式11-1})$$

式中：

$\dot{K}$ —离靶r（m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率，mGy/min；

I—管电流（mA）；

δ_x —管电流为 1mA，距靶 1m 处的发射率常数，mGy/（mA·min）。查《辐射防护手册》（第三分册）P58 图 3.1，得 100kV 下， $\delta_x=5.4\text{mGy}/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ；90kV 下， $\delta_x=4.5\text{mGy}/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ； $r_0=1\text{m}$ ；

r—源至关注点的距离，m，计算1米处剂量率时，取1m。

根据设备最大管电压参数，参考《辐射防护手册》（第三分册）P58图3.1，电压下距靶1m处的最大剂量率见表11.2-1。

表 11.2-1 血管造影用 X 射线装置运行工况表

设备	运行模式	运行管电压 (kV)	运行管电流 (mA)	离靶1m处的空气比释动能 (mGy/mAs)	距靶1m处的发射率常数 (mGy/mA·min)	距靶1m处的空气比释动能率 (μGy/h)
血管造影用X射线装置	摄影	100	500	0.090	5.4	1.62E+08
	透视	90	15	0.075	4.5	4.05E+06

本项目血管造影用 X 射线装置拟设置于门诊外科楼十三层介入二室内，设备球管距北侧防护墙 2.4m，距东侧防护墙 2.8m，距地 0.7m。本次评价取医生手术位、铅玻璃观察窗外 30cm 处、各防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处，手术室外关注点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果见表 11.2-2～表 11.2-4。

11.2.2.1 泄漏辐射环境影响分析

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的0.1%计算，根据《辐射防护手册 第一分册》—

《辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987年），计算公式如11-2所示：

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (\text{公式11-2})$$

式中：

H —关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

f —泄漏射线比率，取0.1%；

H_0 —距靶点1m处的空气比释动能率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R —靶点至关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）计算屏蔽透射因子，公式如11-3所示：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{公式11-3})$$

式中：

B —屏蔽透射因子；

X —屏蔽材料铅当量厚度，mm

α 、 β 、 γ —不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数，见表11.2-2。

表11.2-2 不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压 (kV)	材料	α	β	γ
90	铅	3.067	18.83	0.7726
	混凝土	0.04228	0.1137	0.4690
	砖	0.03750	0.08200	0.8920
100（主束）	铅	2.500	15.28	0.7557
	混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
	砖	0.03750	0.08200	0.8920
100（散射）	铅	2.507	15.33	0.9124
	混凝土	0.03950	0.08440	0.5191
	砖	0.03750	0.08200	0.8920

注：拟合参数均取自《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

表11.2-3 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位	屏蔽材料	铅当量	靶点距关	B	泄漏辐射
------	------	------	-----	------	---	------

新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）改建
血管造影用 X 射线装置辐射工作场所项目环境影响报告表

			厚度 (mmPb)	注点距离 (m)		剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
摄影 (100kV)	1# 机房东侧墙体 外30cm (洁净走廊)	50mm 厚硫 酸钡板	4.0	4.1	3.39E-06	3.26E-02
	2# 机房东侧患者 通道防护门外30cm (洁净走廊)	4mm 厚铅板	4.0	6.2	3.39E-06	1.43E-02
	3# 机房南侧防护 门外30cm (控制室)	4mm 厚铅板	4.0	6.1	3.39E-06	1.47E-02
	4# 机房南侧铅玻 璃观察窗外30cm (控制室)	20mm 厚铅 玻璃	4.0	5.8	3.39E-06	1.63E-02
	5# 机房南侧墙体 外30cm (控制室)	50mm 厚硫 酸钡板	4.0	5.9	3.39E-06	1.58E-02
	6# 机房西侧防护 门外30cm (污物走廊)	50mm 厚硫 酸钡板	4.0	4.7	3.39E-06	2.48E-02
	7# 机房西侧墙体 外30cm (污物走廊)	50mm 厚硫 酸钡板	4.0	4.4	3.39E-06	2.83E-02
	8# 机房北侧墙体 外30cm (设备间)	50mm 厚硫 酸钡板	4.0	3.3	3.39E-06	5.04E-02
	9# 房北侧墙体 外30cm (耗材室)	50mm 厚硫 酸钡板	4.0	3.2	3.39E-06	5.36E-02
	10# 机房地面下方 (楼下) 距楼下地 面170cm (医生办公室、办 公走廊)	150mm 混凝 土+24mm 厚 硫酸钡板	3.8	3.0	5.59E-06	1.01E-01
	11# 机房顶棚上方 (楼上) 距顶棚地 面100cm (医护人员办公 室、办公走廊、术 中休息室)	150mm 混凝 土+20mm 硫 酸钡	3.8	4.3	5.59E-06	4.89E-02
透视 (90kV)	1# 机房东侧墙体 外30cm (洁净走廊)	50mm 厚硫 酸钡板	4.0	4.1	3.69E-07	8.89E-05
	2# 机房东侧患者 通道防护门外30cm (洁净走廊)	4mm 厚铅板	4.0	6.2	3.69E-07	3.89E-05
	3# 机房南侧防护 门外30cm (控制室)	4mm 厚铅板	4.0	6.1	3.69E-07	4.02E-05
	4# 机房南侧铅玻 璃观察窗外30cm (控制室)	20mm 厚铅 玻璃	4.0	5.8	3.69E-07	4.44E-05
	5# 机房南侧墙体	50mm 厚硫	4.0	5.9	3.69E-07	4.29E-05

新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）改建
血管造影用 X 射线装置辐射工作场所项目环境影响报告表

	外30cm（控制室）	酸钡板				
	6# 机房西侧防护门外30cm（污物走廊）	50mm 厚硫酸钡板	4.0	4.7	3.69E-07	6.77E-05
	7# 机房西侧墙体外30cm（污物走廊）	50mm 厚硫酸钡板	4.0	4.4	3.69E-07	7.72E-05
	8# 机房北侧墙体外30cm（设备间）	50mm 厚硫酸钡板	4.0	3.3	3.69E-07	1.37E-04
	9# 房北侧墙体外30cm（耗材室）	50mm 厚硫酸钡板	4.0	3.2	3.69E-07	1.46E-04
	10# 机房地面下方（楼下）距楼下地面170cm（医生办公室、办公走廊）	150mm混凝土+24mm厚硫酸钡板	3.8	3.0	6.82E-07	3.07E-04
	11# 机房顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm（医护人员办公室、办公走廊、术中休息室）	150mm混凝土+20mm硫酸钡	3.8	4.3	6.82E-07	1.49E-04
	12# 第一术者位（铅衣内）	0.5mmPb当量铅衣+0.5mmPb当量铅悬挂防护帘	1.0	0.8	4.08E-03	25.79
	13# 第一术者位（铅衣外）	0.5mmPb当量铅悬挂防护帘	0.5	0.8	2.52E-02	159.18
	14# 第二术者位（铅衣内）	0.5mmPb当量铅衣+0.5mmPb当量床侧防护帘	1.0	1.2	4.08E-03	11.46
	15# 第二术者位（铅衣外）	0.5mmPb当量床侧防护帘	0.5	1.2	2.52E-02	70.74
	16# 护士位（铅衣内）	0.5mmPb当量铅衣+2mmPb当量铅屏风	2.5	2.0	3.68E-05	3.73E-02
	17# 护士位（铅衣外）	2mmPb当量铅屏风	2.0	2.0	1.72E-04	1.74E-01

11.2.2.2患者体表散射辐射环境影响分析

对于患者体表的散射的X射线可以采用反照射率法估算，引用李德平、潘自强主编的《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)。

可按以下公式进行估算。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot S}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{公式11-4})$$

式中：

H_s —关注点处的患者散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 —距靶点1m处的最大剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

α —患者对X射线的散射比， $\alpha=a/400$ 查《辐射防护手册 第一分册》P437表10.1，
摄影和透视均取100kV下的值： $a=0.0013$ （90°散射）；

S —散射面积，取100 cm^2 ；

d_0 —源与患者的距离，m；

d_s —患者与关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子。

表11.2-4 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位	屏蔽材料及厚度	源点距 散射点 距离 d_0 (m)	散射点 距关注 点距离 d_s (m)	散射面 积 S (cm^2)	B	散射辐射 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
摄影 (100kV)	1#机房东 侧墙体外 30cm（洁净 走廊）	50mm 厚硫 酸钡板	0.5	4.1	100	5.14E-06	6.44E-02
	2#机房东 侧患者通道 防护门外 30cm（洁净 走廊）	4mm 厚铅板	0.5	6.2	100	5.14E-06	2.82E-02
	3#机房南 侧防护门外 30cm（控制 室）	4mm 厚铅板	0.5	6.1	100	5.14E-06	2.91E-02
	4#机房南 侧铅玻璃观 察窗外30cm （控制室）	20mm 厚铅 玻璃	0.5	5.8	100	5.14E-06	3.22E-02
	5#机房南 侧墙体外 30cm（控制 室）	50mm 厚硫 酸钡板	0.5	5.9	100	5.14E-06	3.11E-02

新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）改建
血管造影用 X 射线装置辐射工作场所项目环境影响报告表

	6# 机房西侧防护门外30cm（污物走廊）	50mm 厚硫酸钡板	0.5	4.7	100	5.14E-06	4.90E-02
	7# 机房西侧墙体外30cm（污物走廊）	50mm 厚硫酸钡板	0.5	4.4	100	5.14E-06	5.59E-02
	8# 机房北侧墙体外30cm（设备间）	50mm 厚硫酸钡板	0.5	3.3	100	5.14E-06	9.94E-02
	9# 房北侧墙体外30cm（耗材室）	50mm 厚硫酸钡板	0.5	3.2	100	5.14E-06	1.06E-01
	10# 机房地面下方（楼下）距楼下地面170cm（医生办公室、办公走廊）	150mm混凝土+24mm厚硫酸钡板	0.5	3.5	100	8.49E-06	1.46E-01
	11# 机房顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm（医护人员办公室、办公走廊、术中休息室）	150mm混凝土+20mm硫酸钡	0.5	3.8	100	8.49E-06	1.24E-01
透视	1# 机房东侧墙体外30cm（洁净走廊）	50mm 厚硫酸钡板	0.5	4.1	100	3.69E-07	1.16E-04
	2# 机房东侧患者通道防护门外30cm（洁净走廊）	4mm 厚铅板	0.5	6.2	100	3.69E-07	5.06E-05
	3# 机房南侧防护门外30cm（控制室）	4mm 厚铅板	0.5	6.1	100	3.69E-07	5.22E-05
	4# 机房南侧铅玻璃观察窗外30cm（控制室）	20mm 厚铅玻璃	0.5	5.8	100	3.69E-07	5.78E-05
	5# 机房南侧墙体外30cm（控制室）	50mm 厚硫酸钡板	0.5	5.9	100	3.69E-07	5.58E-05

新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）改建
血管造影用 X 射线装置辐射工作场所项目环境影响报告表

(90kV)	6# 机房西侧防护门外30cm（污物走廊）	50mm 厚硫酸钡板	0.5	4.7	100	3.69E-07	8.80E-05
	7# 机房西侧墙体外30cm（污物走廊）	50mm 厚硫酸钡板	0.5	4.4	100	3.69E-07	1.00E-04
	8# 机房北侧墙体外30cm（设备间）	50mm 厚硫酸钡板	0.5	3.3	100	3.69E-07	1.78E-04
	9# 房北侧墙体外30cm（耗材室）	50mm 厚硫酸钡板	0.5	3.2	100	3.69E-07	1.90E-04
	10# 机房地面下方（楼下）距楼下地面170cm（医生办公室、办公走廊）	150mm混凝土+24mm厚硫酸钡板	0.5	3.5	100	6.82E-07	2.93E-04
	11# 机房顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm（医护人员办公室、办公走廊、术中休息室）	150mm混凝土+20mm硫酸钡	0.5	3.8	100	4.33E-10	2.49E-04
	12# 第一术者位（铅衣内）	0.5mmPb当量铅悬挂防护帘（1.0mmPb当量）	0.5	0.8	100	4.08E-02	33.53
	13# 第一术者位（铅衣外）	0.5mmPb当量铅悬挂防护帘（0.5mmPb当量）	0.5	0.8	100	2.52E-02	206.93
	14# 第二术者位（铅衣内）	0.5mmPb当量铅衣+0.5mmPb当量床侧防护帘（1.0mmPb当量）	0.5	1.2	100	4.08E-02	14.90
	15# 第二术者位（铅衣外）	0.5mmPb当量床侧防护帘（0.5mmPb当量）	0.5	1.2	100	2.52E-02	91.97

新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）改建
血管造影用 X 射线装置辐射工作场所项目环境影响报告表

	16# 护士位 (铅衣内)	0.5mmPb当量 铅衣+2mmPb 当量铅屏风 (2.5mmPb 当量)	0.5	2.0	100	3.68E-05	4.85E-02
	17# 护士位 (铅衣外)	2mmPb当量 铅屏风 (2.0mmPb 当量)	0.5	2.0	100	1.72E-04	2.26E-01

根据表11.2-3和表11.2-4的计算结果，将各个预测点的总的辐射剂量率统计于下表
11.2-5。

表11.2-5 各预测点辐射剂量率

工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 H _s ($\mu\text{Sv/h}$)	总辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
摄影 (100kV)	1# 机房东侧墙体外30cm (洁净走廊)	3.26E-02	6.44E-02	9.70E-02
	2# 机房东侧患者通道防护门 外30cm (洁净走廊)	1.43E-02	2.82E-02	4.25E-02
	3# 机房南侧防护门外30cm (控制室)	1.47E-02	2.91E-02	4.38E-02
	4# 机房南侧铅玻璃观察窗外 30cm (控制室)	1.63E-02	3.22E-02	4.85E-02
	5# 机房南侧墙体外30cm (控制室)	1.58E-02	3.11E-02	4.69E-02
	6# 机房西侧防护门外30cm (污物走廊)	2.48E-02	4.90E-02	7.38E-02
	7# 机房西侧墙体外30cm (污物走廊)	2.83E-02	5.59E-02	8.42E-02
	8# 机房北侧墙体外30cm (设备间)	5.04E-02	9.94E-02	1.50E-01
	9# 房北侧墙体外30cm (耗材室)	5.36E-02	1.06E-01	1.60E-01
	10# 机房地面下方 (楼下) 距楼 下地面170cm (医生办公室、办 公走廊)	1.01E-01	1.46E-01	2.47E-01
	11# 机房顶棚上方 (楼上) 距顶 棚地面100cm (医护人员办公 室、办公走廊、术中休息室)	4.89E-02	1.24E-01	1.73E-01
透视 (90kV)	1# 机房东侧墙体外30cm (洁净走廊)	8.89E-05	1.16E-04	2.05E-04
	2# 机房东侧患者通道防护门 外30cm (洁净走廊)	3.89E-05	5.06E-05	8.95E-05
	3# 机房南侧防护门外30cm (控制室)	4.02E-05	5.22E-05	9.24E-05
	4# 机房南侧铅玻璃观察窗外 30cm (控制室)	4.44E-05	5.78E-05	1.02E-04
	5# 机房南侧墙体外30cm (控制室)	4.29E-05	5.58E-05	9.87E-05

6# 机房西侧防护门外30cm (污物走廊)	6.77E-05	8.80E-05	1.56E-04
7# 机房西侧墙体外30cm (污物走廊)	7.72E-05	1.00E-04	1.77E-04
8# 机房北侧墙体外30cm (设备间)	1.37E-04	1.78E-04	3.15E-04
9# 房北侧墙体外30cm (耗材室)	1.46E-04	1.90E-04	3.36E-04
10# 机房地面下方(楼下)距楼 下地面170cm (医生办公室、办 公走廊)	3.07E-04	2.93E-04	6.00E-04
11# 机房顶棚上方(楼上)距顶 棚地面100cm (医护人员办公 室、办公走廊、术中休息室)	1.49E-04	2.49E-04	3.98E-04
12# 第一术者位 (铅衣内)	25.79	33.53	59.32
13# 第一术者位 (铅衣外)	159.18	206.93	366.11
14# 第二术者位 (铅衣内)	11.46	14.90	26.36
15# 第二术者位 (铅衣外)	70.74	91.97	162.71
16# 护士位 (铅衣内)	3.73E-02	4.85E-02	8.58E-02
17# 护士位 (铅衣外)	1.74E-01	2.26E-01	4.00E-01

通过估算预测可知：本项目血管造影用X射线装置在摄影模式下，介入二室四周各关注点附加辐射剂量率最大值为 $2.47\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ；透视模式下，介入二室四周各关注点附加辐射剂量率最大值为 $6.00\text{E-}04\mu\text{Sv/h}$ ，不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。综上所述，本项目介入二室外周围各关注点处的辐射剂量率能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

11.2.2 工作人员及公众个人剂量估算

1.工作人员年有效剂量

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）对于工作人员穿戴铅围裙的情况，按照以下公式进行估算有效剂量：

$$E_{\text{外}}=0.79H_{\text{U}}+0.051H_{\text{O}} \quad (\text{公式11-5})$$

$E_{\text{外}}$ —有效剂量E中的外照射分量，单位为mSv；

H_{U} —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_{\text{P}}(10)$ ，本项目取理论计算的医生铅衣内的年剂量，单位为mSv；

H₀—铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的H_P（10），本项目取理论计算的医生铅衣外的年剂量，单位为mSv；

摄影时手术医生和护士进入控制室，故计算摄影时所有医护人员受到的附加年有效剂量采用摄影状态下控制室观察窗外表面30cm处的辐射剂量率计算；透视时按照第一术者位接受的辐射剂量率分析医生年有效剂量，按照护士位接受的辐射剂量率分析护士年有效剂量，控制室观察窗外表面30cm处的辐射剂量率分析技师年有效剂量。医护人员个人年有效剂量为摄影状态和透视状态接受辐射剂量之和。

医生个人年有效剂量为： $4.85 \times 10^{-2} \times 4.2 \times 10^{-3} + 0.79 \times 59.32 \times 51.3 \times 10^{-3} + 0.051 \times 366.11 \times 51.3 \times 10^{-3} = 3.36 \text{mSv}$ ；

护士个人年有效剂量为： $4.85 \times 10^{-2} \times 8.3 \times 10^{-3} + 0.79 \times 8.58 \times 10^{-2} \times 102.5 \times 10^{-3} + 0.051 \times 4.00 \times 10^{-1} \times 102.5 \times 10^{-3} = 0.009 \text{mSv}$ ；

技师个人年有效剂量为： $4.85 \times 10^{-2} \times 16.7 \times 10^{-3} + 1.02 \times 10^{-4} \times 205 \times 10^{-3} = 8.31 \times 10^{-4} \text{mSv}$ 。

（a）介入手术医生四肢（手和足）或皮肤年剂量当量分析

本次评价对血管造影用X射线装置工作人员皮肤年剂量当量进行理论计算。进行介入手术时，使用床上0.5mmPb铅悬挂帘，医生手术时在推送导管时将手部置于床上0.5mmPb铅悬挂帘后，根据《辐射防护导论》医生进行介入手术过程，受照剂量主要来源于设备漏射辐射，人身的散射影响可忽略。

根据《辐射防护导论》P69，参考公式11-6计算血管造影用X射线装置透视过程产生的空气比释动能率：

$$\dot{K} = I\delta_x \times \left(\frac{r_0^2}{r^2}\right) \quad (\text{公式11-6})$$

式中：

$\dot{K}$ —离靶r（m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率，mGy/min；

I—管电流（mA），血管造影用X射线装置的透视管电流取15mA；

δ_x —管电流为1mA，距靶1m处的发射率常数，mGy/（mA·min）。查《辐射防护手册》（第三分册）P58图3.1，本次计算总滤过取2.5mmAl保守读数，可以查得离靶

1m处空气中的空气比释动能为0.075mGy/mAs，即=4.5mGy/（mA·min）；

r—源至关注点的距离(m)，取0.6m。

可推算出血管造影用X射线装置的 $\dot{K}=187.5\text{mGy/min}$ 。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）计算屏蔽透射因子，公式如下：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{公式11-7})$$

式中：

B—屏蔽透射因子；

X—屏蔽材料铅当量厚度，mm

α 、 β 、 γ —不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

根据公式11-7得，0.5mmPb当量屏蔽透射因子B为 2.52×10^{-2} 。

$$\dot{k} = \dot{K} \cdot f \cdot B \quad (\text{公式11-8})$$

式中：

$\dot{k}$ —关注点泄漏辐射空气比释动能率，mGy/min；

$\dot{K}$ —离靶r（m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率，mGy/min；

根据式11-5计算得 $\dot{K}=187.5\text{mGy/min}$ ；

f—泄漏辐射比率，0.1%；

B—屏蔽透射因子根据式11-7计算得 $B=2.52 \times 10^{-2}$ 。

根据式11-6至式11-8可计算得关注点的血管造影用X射线装置的 $\dot{k}=4.72 \times 10^{-3}\text{mGy/min}$ 。

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），有辐射场空气比释动能率信息时，皮肤吸收剂量用下式进行估算：

$$D_s = C_{ks}(\dot{k} \cdot t) \quad (\text{公式11-9})$$

$$H = D_s \cdot W_R \quad (\text{公式11-10})$$

式中：

D_s : 皮肤吸收剂量 (mGy) ;

C_{ks} : 空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 (Gy/Gy), 从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017) 表A.5查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{ks}=1.156\text{mGy/mGy}$;

$\dot{k}$: X、 γ 辐射场的空气比释动能率 (mGy/min), 为 $4.72 \times 10^{-3}\text{mGy/min}$;

t : 人员累积受照时间, min, 手术医师同室操作年受照时间为 $250(\text{台}) \times 12.3(\text{min}) = 3075\text{min}$;

H : 关注点的当量剂量 (mSv) ;

W_R : 辐射权重因数, X射线取1。

根据式11-9计算得 $D_s=16.78\text{mGy}$, 根据11-10计算, 介入手术时, 医生年手部皮肤当量剂量为 16.78mSv 。

(b) 介入手术医生眼晶状体年当量剂量

本次评价对血管造影用X射线装置手术医生眼晶体年当量剂量进行理论计算。在手术过程中, 医生使用 0.5mmPb 铅悬挂帘并佩戴 0.5mmPb 铅防护眼镜。由式11-6可得, 屏蔽透射因子 $B=4.08 \times 10^{-3}$, 根据前文所述, 空气比释动能率 $=187.5\text{mGy/min}$, 由式11-8可得 $\dot{k}=7.65 \times 10^{-4}\text{mGy/min}$ 。

根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》(GBZ/T301-2017) 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 有辐射场空气比释动能率信息时, 眼晶状体吸收剂量用下式进行估算:

$$D_L = C_{KL} \cdot \dot{k} \cdot t \quad (\text{公式11-11})$$

$$H = D_L \cdot W_R \quad (\text{公式11-12})$$

式中:

D_L : 眼晶状体吸收剂量 (mGy) ;

C_{KL} : 空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数 (mGy/mGy), 从《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》(GBZ/T301-2017) 表A.5查空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $C_{KL}=1.55\text{mGy/mGy}$;

$\dot{k}$: X、 γ 辐射场的空气比释动能率 (mGy/min), 为 $7.65 \times 10^{-4}\text{mGy/min}$;

t: 人员累积受照时间, min, 手术医师同室操作年受照时间为250（台）×12.3（min）=3075min;

H: 关注点的当量剂量, mSv;

W_R: 辐射权重因数, X射线取1。

根据式11-11计算得D_L=3.65mGy, 根据11-12计算得医生眼晶状体年当量剂量为3.65mSv。

X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算:

$$H_{E-r}=D_r \cdot t \cdot k \cdot T \times 10^{-3} \quad (\text{公式11-13})$$

式中:

H_{E-r}—外照射附加年有效剂量, mSv;

D_r—外照射附加剂量率, μSv/h;

t—年照射时间, h;

T—居留因子, 参考《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）附录A, 详见表11.2-6。

k—剂量换算系数, 取1。

表 11.2-6 不同场所的居留因子

场所	居留因子		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、移动式电子加速器的相邻手术室、诊室、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2: 与屏蔽室相邻的患者检查室
			1/5: 走廊、工作人员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗机房房门外30cm处, 相邻的（共用屏蔽墙）放射诊疗机房
			1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊区、病人滞留区域、屋顶、门岗室
			1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯

本项目手术室每年手术总台数不超过1000台，其中单个医生年最大手术台数预计为 $1000 \times 2/8 = 250$ 台，每名护士年最大手术台数预计为 $1000 \times 1/2 = 500$ 台（护士在手术过程中承担记录手术情况、传递医疗器械及辅助医生手术的工作，保守按照同室考虑），技师年最大手术台数预计为1000台，为隔室操作。则工作人员年受照剂量计算结果见表11.2-7。

表11.2-7 介入二室工作人员年有效剂量估算结果

工作人员	工作模式	受照部位/ 位置	剂量率 (μSv/h)	工作时间 (h)	年有效剂量 (mSv)	剂量限值 (mSv)
医生	摄影	观察窗外 30cm处	4.85E-02	4.2	3.36	5
	透视	年有效剂量 (铅衣内)	59.32	51.3		
		年有效剂量 (铅衣外)	366.11			
		眼晶状体 年剂量	/	51.3	3.65	20
		手部年剂量	/	51.3	16.78	125
护士	摄影	观察窗外 30cm处	4.85E-02	8.3	0.009	5
	透视	年有效剂量 (铅衣内)	8.58E-02	102.5		
		年有效剂量 (铅衣外)	4.00E-02			
技师	摄影	观察窗外	4.85E-02	16.7	8.31E-04	5
	透视	30cm处	1.02E-04	205		

由上表可知，本项目拟建介入二室辐射工作人员年有效剂量最大为3.36mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目提出的辐射工作人员剂量约束值（不高于5mSv/a）的要求；医生年手部皮肤当量剂量为16.78mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目辐射工作人员手部当量剂量不高于125mSv/a的剂量约束值要求；医生眼晶体当量剂量为3.65mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目辐射工作人员眼晶状体当量剂量不高于20mSv/a的剂量约束值要求。

2.公众年有效剂量估算

根据血管造影用X射线装置机房周围公众的可到达性及停留时间对公众的年受照剂量进行分析。拟建介入二室周围公众年有效剂量计算结果见表11.2-8。

表11.2-8 拟建介入二室周围公众有效剂量计算结果

位置	摄影最大 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年出束时间 (h)	透视最大 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年出束时间 (h)	居留 因子	年有效 剂量 (mSv)
设备间	1.50E-01	16.7	3.15E-04	205	1/8	3.21E-04
污物走廊	8.42E-02	16.7	1.77E-04	205	1/5	2.88E-04
洁净走廊	9.70E-02	16.7	2.05E-04	205	1/5	3.32E-04
护士办公室 (楼上)	1.73E-01	16.7	3.98E-04	205	1	2.97E-03
主任办公室 (楼上)	1.73E-01	16.7	3.98E-04	205	1	2.97E-03
护士长办公室 (楼上)	1.73E-01	16.7	3.98E-04	205	1	2.97E-03
办公走廊 (楼上)	1.73E-01	16.7	3.98E-04	205	1/5	5.98E-04
术中休息室 (楼上)	1.73E-01	16.7	3.98E-04	205	1/5	5.98E-04
医生办公室 (楼下)	2.47E-01	16.7	6.00E-04	205	1	4.25E-03
办公室1 (楼下)	2.47E-01	16.7	6.00E-04	205	1	4.25E-03
办公室2 (楼下)	2.47E-01	16.7	6.00E-04	205	1	4.25E-03
办公走廊 (楼下)	2.47E-01	16.7	6.00E-04	205	1/5	8.50E-04

由上表可知，本项目介入二室周围公众年有效剂量最大为4.25E-03mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目提出的公众剂量约束值不超过0.1mSv/a的要求。

11.2.3 废气环境影响分析

本项目运行时，血管造影用X射线装置在开机过程中发射的X射线接触空气，会产生微量臭氧及氮氧化物等有害气体（主要为臭氧），医院拟在介入二室内设置万级新风系统，通过新风机组、新风管道和风口，将室外新鲜空气经过处理后送入室内；另在介入二室吊顶设置送风口，在介入二室下部设置回风口和排风口，产生的臭氧和氮氧化物通过机房内排风口连接的排风管道排出楼外。该新风系统的设置、室内气流组织以及废气的排放都考虑到，避免空气在建筑物内反复循环和避免各房间空气项目掺混，从而减少污染物累积和交叉污染的概率，可保证手术室内良好的通风效果，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）关于通风的要求。

11.2.4 废水环境影响分析

本项目采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。医护人员产生

的生活污水依托现有的污水处理设施处置，清洗器械产生的医疗废水依托医院现有污水处理站进行处理，对地表水环境影响较小。

11.2.5 固体废物环境影响分析

本项目开展介入手术每年产生的医疗废物采用专用容器分类收集后，转移至医院医疗垃圾转运室暂存，按医疗废物执行转移联单制度，定期委托有资质的单位统一收集处置；污水处理站产生的污泥经灭菌、灭卵处理后交由有资质的单位处置，辐射工作人员会产生生活垃圾和办公垃圾属于一般固体废物由医院分类集中收集后，由当地环卫部门清运。

因此，本项目产生的固体废物经妥善处理后对周围环境影响较小。

11.2.6 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，医院在开展血管造影用X射线装置介入手术过程中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根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求，血管造影用X射线装置辐射工作人员必须佩戴2枚个人剂量计，1枚佩戴在铅围裙内躯干上，1枚佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置，并且将内、外剂量计做明显标记（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、铅颈套、铅帽和铅眼镜；处于生育年龄者还可加穿铅橡胶性腺防护方巾；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，让上述人员在屏风后待命，并做好其他个人防护。

11.2.7 医疗废物处置措施要求

医疗废物的临时堆放以及外送应登记并签字，由专人负责管理。医疗废物贮存室竖立有明确的标识牌。医疗废物处理过程包括：收集→贮存→运输→焚烧→最终处置。医疗废物在收集、贮存、运输过程中，严格按照《医疗卫生机构医疗废物管理办法》（中华人民共和国卫生部令第 36 号）、《医疗废物管理条例》，《医疗废物集中处置技术规范（试行）》《医疗废物专用包装物、容器标准和警示标识规范》《医疗废物转运车技术要求（试行）》（GB19217-2003）等相关规范执行。

1. 收集

医疗废物包装袋：本项目产生的医疗废物，使用聚乙烯专用包装袋，颜色为黄色，且不得渗漏、破裂、穿孔；最大容积为 0.1m³，包装袋上有盛装医疗废物类型的文字说明，如盛装感染性废物，应在包装袋上加注“感染性废物”字样；感染性废物、损伤性废物、药物性废物不能混合收集，包装袋上应印制医疗废物警示标识。

医疗废物利器盒：利器盒整体为硬质材料制成，密封，以保证利器盒在正常使用的情况下，盒内盛装的锐器具不撒漏，能防刺穿，满盛装量的利器盒从 1.5 米高处垂直跌落至水泥地面，连续三次，利器盒不会出现破裂、被刺穿等情况；利器盒易于焚烧，不得使用聚氯乙烯塑料材质，整体颜色为黄色，在盒体侧面注明“损伤性废物”且贴有明确的医疗废物警示标识。

周转箱（桶）：周转箱整体为硬质材料，防液体渗漏，可一次性或多次重复使用；多次重复使用的周转箱（桶）应能被快速消毒或清洗，颜色为黄色，外表面应印（喷）制体规定的医疗废物标识和文字说明。

2. 贮存

医疗废物贮存在医疗垃圾转运室，贮存的时间不得超过 2d。医疗废物贮存室设置明显警示标识和防渗漏、防鼠、防蚊蝇以及预防儿童接触等安全措施；医疗废物的暂时贮存设施、设备应当定期消毒和清洁；放入包装物或容器内的感染性废物、药物性

废物、损伤性废物不得取出。避免阳光直射，应当具备低温贮存或防腐条件，当温度高于 25℃ 时，将固废进行低温贮存或进行防腐处理。

3.运输

项目使用密闭、防渗漏、防抛洒的专用运送工具，按照本项目确定的内部医疗废物运送时间、路线，将医疗废物收集、运送至暂时贮存间。运送工具在使用后应当在指定的地点及时消毒和清洁。

11.2.8 应急措施

根据环保部《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第34号）、《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发〔2015〕4号）、《企业事业单位突发环境事件应急预案评审工作指南（试行）》的通知（环办应急〔2018〕8号）、环保部《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）等的规定和要求，建设单位已编制了相关医院突发环境事件应急预案。

环境应急预案应每三年或发生生产工艺和技术变化、周围环境敏感点发生变化、相关法律法规等发生变化及其他情形的，建设单位应重新修订环境应急预案，并向生态环境部门重新备案。待本项目建设完成后，建设单位尽快重新修订环境应急预案，并向环境保护主管部门重新备案，同时注意编制的应急预案应与沿线各区域、各相关企业应急系统衔接。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故情况

本项目可能发生的辐射事故情况如下：

- （1）在射线装置工作状态下，人员进入机房产生误照射；
- （2）射线装置安装调试阶段，可能由于设备参数设置不当、误操作、设备尚未具备正常运行的条件，或者人员未进行恰当的防护造成在场辐射工作人员受到过量照射。
- （3）射线装置投入运行后，X 射线装置故障、操作不当、没有穿戴防护用品等情况下，医生在同室操作时可能受到超剂量的 X 射线照射。
- （4）射线装置工作状态下，没有关闭防护门，对经过或停留人员产生误照射；

（5）当射线装置出束时防护门未关闭或突然被打开，防护门附近人员将受到一定量的散射和漏射 X 射线照射；

（6）设备维修调试过程中，因检修人员误操作导致曝光；

（7）工作人员或病人家属在机房内时，控制台处操作人员误开机曝光。

（8）机房辐射屏蔽体（如铅防护门）和个人防护用品（如铅防护衣）长时间使用或不当使用，防护性能显著下降导致射线漏射、透射对人员造成意外照射。

11.3.2 辐射事故应急处理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关规定，医院应制定辐射事故应急预案，医院应在以后辐射工作开展过程中定期进行演练，及时进行整改。同时医院应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内向当地生态环境主管部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。一旦发生辐射事故，应按以下基本原则进行处理：

（1）第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

（2）及时检查、估算受照人员的受照剂量，根据估算结果，必要时及时安置受照人员就医检查。

（3）及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划地进行处理，可缩小事故影响，减少事故损失。

（4）事故处理后应整理资料，及时总结报告。医院对辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

医院在落实本次环评提出的环境事故风险防范措施，并落实辐射事故应急预案中提出的各项应急措施和设施的前提下，本项目辐射事故影响可控制在可接受水平内。

11.3.3 辐射事故预防措施

（1）建设单位认真组织辐射工作人员参加辐射防护培训及专业技术知识学习，使

用射线装置的工作人员必须在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗；

（2）辐射工作人员配备符合标准要求的个人防护用品，并正确指导受检者穿戴；

（3）定期组织对放射诊疗工作场所及设备的辐射防护检测和检查，如有异常，及时整改；

（4）在辐射工作场所醒目位置设置电离辐射警示标志，防护门设置门灯连锁；

（5）对硬件防护措施（如门灯连锁装置、工作状态指示灯）的检查应做到每日一查，并定期对其他防护设施（铅衣等）检查；

（6）定期组织辐射工作人员进行职业健康检查，工作人员职业照射个人剂量监测档案应终生保存；

（7）辐射管理委员会应对辐射工作人员的辐射安全管理制度执行情况进行监督、检查。

11.4 敏感点的辐射安全分析

11.4.1 敏感点的位置

本项目拟建辐射工作场所周边 50m 范围内分布多处环境敏感点：南侧 40m 处为建工医院家属区 1 号楼居民楼，西侧 15m 处为家属区 3 号居民楼、33m 处为家属区 8 号居民楼、21m 处为家属区 10 号楼居民楼。

11.4.1 敏感点的位置

根据上述各关注点辐射剂量率估算结果，按照“辐射水平与距离平方成反比”，估算敏感点处公众的受照剂量率，按照式（11-14）可进一步估算出敏感点处保护目标的辐射累积剂量，估算预测结果见表 11.4-1。

$$E = \frac{\dot{H}/1000 \cdot r_g^2}{r_b^2} \times t \times T \quad (\text{公式 11-14})$$

式中：

E——保护目标的受照剂量，mSv/a；

$\dot{H}$ ——关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

r_g ——辐射源至关注点的距离，m；

r_b ——辐射源至保护目标分布场所边界的距离，m

t ——照射时间，h；

T ——居留因子，参考《辐射防护手册第三册辐射安全》（李德平编，P80）。

表 11.4-1 敏感点保护目标辐射累积剂量预测结果

敏感点位置	保护目标	设备	工况	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	r_g (m)	r_b (m)	t (h)	T	累积剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	
南侧 1 号居民楼	公众	DSA	透视	1.02E-04	5.8	40	205	1	4.50E-07	1.74E-05
			摄影	4.85E-02			16.7		1.70E-05	
西侧 3 号居民楼	公众	DSA	透视	1.77E-04	4.4	15	205	1	3.12E-06	1.24E-04
			摄影	8.42E-02			16.7		1.21E-04	
西侧 8 号居民楼	公众	DSA	透视	1.77E-04	4.4	33	205	1	6.45E-07	2.56E-05
			摄影	8.42E-02			16.7		2.50E-05	
西侧 10 号居民楼	公众	DSA	透视	1.77E-04	4.4	21	205	1	1.59E-06	6.33E-05
			摄影	8.42E-02			16.7		6.17E-05	

注:1.剂量预测中保守取机房外该侧屏蔽体外关注点最大剂量率进行估算；

2.预测计算中保守不考虑南侧和西侧 50 距离范围内的其他各种障碍屏蔽。

由表 11.4-1 可知，本项目 50m 范围内建工医院家属区 1、3、8、10 号居民楼处公众年受照剂量最大为 1.24E-04mSv/a，远小于本项目提出的公众年有效剂量约束值 0.1mSv,因此，本项目在认真落实报告表提出的各项辐射安全防护措施后，从辐射安全角度分析，不会对居民楼内的公众造成人身健康安全问题。

（本页以下空白）

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

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《中华人民共和国职业病防治法》《放射诊疗管理规定》等法律法规要求，结合医院安全生产管理实际，医院已设立放射诊疗安全与环境保护领导小组。

1.放射诊疗安全与环境保护领导小组成员：

组 长：姜 侃

副组长：李建文

组 员：陈军辉 龙浩 聂磊 王旭敏 张为良 杜晓宣 张锐 颜莉 董正惠 吴萍 王桂芝 李璐 滕飞 王月虎 热娜·牙生

辐射安全与环境保护领导小组办公室：信息与设备管理科

办公室电话：0991-2660043

核辐射防护负责人：刘江路

12.4.2 领导小组职责

1.组长职责：

（1）全面主持全院放射安全管理工作，贯彻执行国家相关法规 与标准；
（2）审批全院放射诊疗安全与环境保护规章制度及年度放射 工作计划；
（3）监督检查放射诊疗工作，定期召开领导小组会议，研判工 作情况、部署工
作要求；

（4）统筹协调全院放射管理工作，保障组织与经费支持。

2.副组长职责：

（1）主持领导小组日常工作；
（2）组织制定放射管理规章制度，监督落实情况；
（3）组织开展全院放射安全检查、工作场所及周边环境定期监 测，督促问题整改；
（4）组织放射工作人员防护知识与法规培训、宣传教育；
（5）拟订年度放射防护工作计划，组织实施辐射事故应急预案 及演练；

（6）协助组长开展放射诊疗安全防护管理，调查处理工作隐患 与问题。

3.成员职责：

（1）放射影像科：严格执行射线装置规章制度与操作规程，落 实科室管理及质量控制目标；检查放射防护落实情况，严防差错 事故；发生辐射事故时，立即上报并采取防护、抢救措施，保护 现场。

（2）医务部：监督放射防护管理规定执行，提供技术指导；组 织放射性工作场所全面检查，做好记录并出具监督建议。

（3）护理部：组织护理人员参与辐射事故救治。

（4）公共卫生科：保管放射工作人员培训、个人剂量检测、职 业健康体检等资料，建立健康监护档案；组织放射工作人员培训 与健康检查，记录、上报放射事件；落实新入职放射人员的培训、 体检及剂量检测计划。

（5）信息与设备管理科：督促放射人员正确使用防护用品，做 好防护设备日常维护；处理放射设备突发事件，负责新增/搬迁 放射设备的预评价及验收工作；组织放射工作场所与设备防护检 测，建立并保管检测报告档案。

（6）保卫科：发生辐射事故时，立即封锁现场，协助做好安全 保卫工作。

放射诊疗安全与环境保护领导小组为医院辐射安全与环境保护管理机构，委员 会和成员科室职责明确，分工清晰，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与 安全。该委员会的组成涵盖了现有核技术应用所涉及的相关部门和科室，在框架上 基本符合要求。并安排 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全基础工 作。

在日后的工作实践中，医院应根据核技术应用情况及时对已有辐射管理委员会 成员作相应调整，确保调整后的辐射管理委员会的基本组成涵盖当时核技术应用所 涉及的相关部门。

12.2 辐射安全管理规章制度

1.辐射安全与环境保护管理机构

新疆医科大学第六附属医院确定主管领导为本单位辐射工作安全责任人，设置 放射诊疗安全与环境保护领导小组，并指定专人负责辐射医疗设备的安全使用和防

护工作，以确保辐射医疗设备使用过程的安全运行。辐射防护领导机构应规定各成
员的职责，做到分工明确、职责分明。

2.辐射安全相关制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，新疆医科大学
第六附属医院已制定《放射诊疗质量保证方案》《辐射防护制度》《安全保卫制
度》《培训管理规程》《辐射报警仪器使用维护操作规程》《设备操作规程》《台
账管理制度》《设备管理与维护保养制度》《岗位职责》《辐射监测方案》《辐射
事故应急预案》等相关辐射安全规章制度，医院制定的辐射安全管理制度具有一定的
针对性和可操作性，可以满足原有项目运行的管理需求。

针对本次核技术应用项目，医院需对现有制度进行补充、修改和完善。

同时，医院辐射事故应急预案应根据本次核技术利用项目实际运行需要和国
家、自治区的新要求，及时进行修订和完善，同时加强演练。其他制度也应根据实
际情况和有关新要求及时修订和调整。

3.辐射工作人员培训制度

本项目工作人员拟依托新疆医科大学第六附属医院原医护工作人员11人，根据
《关于做好2020年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》
（环办辐射函〔2019〕853号）和《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》（2019年，第57号）的相关规定，辐射工作人员均需参加辐射安全
和防护专业知识及相关法律法规的培训，考核合格后方可上岗，同时如有辐射培训
证书到期人员还应及时参加五年一次的复训。医院将在项目建成后安排未完成考
核人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，培训考核结果合格
后方可上岗。

4.年度安全状况评估

医院应在每年1月31日前填报上一年度评估报告。年度评估报告应包括辐射安
全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
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；射线装置台账；场
所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；核
技术利

用项目改建、改扩建和退役情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

12.3 辐射监测

本项目血管造影用 X 射线装置属于 II 类射线装置，根据《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》及相关管理要求，医院应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型、辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、X-γ 辐射巡测仪等。

1. 监测方案

医院应委托有资质的单位每年对血管造影用 X 射线装置工作场所周围环境进行辐射环境监测、每年自行对血管造影用 X 射线装置工作场所周围环境进行监测 1-2 次，并建立监测技术档案。

- ①监测频度：每年常规监测一次。
- ②监测范围：辐射医疗设备使用场所的作业区域。
- ③监测项目：X-γ 辐射剂量率监测仪。
- ④监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

2. 监测仪器

便携式 X-γ 剂量率监测仪，仪器应每年送相关单位检定一次。

3. 工作场所辐射监测：

除委托有资质的单位定期监测外，医院应自行进行监测，周期为 1-2 次/年，并保留自检记录。

4. 个人剂量监测：

医院严格要求辐射工作人员按照规范佩戴个人剂量计，规定在个人剂量计佩戴时间届满一个监测周期时（每 3 个月一次），由专人负责收集人员佩戴的剂量计送检更换，医院严格按照国家法规和相关标准进行个人剂量监测和相关的防护管理工作。建立了个人剂量档案并妥善保管。

综上所述，本项目监测计划见表 12.3-1。

表 12.3-1 本项目监测计划一览表

辐射工作场所	监测类别	监测项目	监测频次	监测设备	监测范围	剂量控制水平
介入二室	年度监测	X- γ 辐射剂量率	1次/年	委托有资质单位监测	四周屏蔽墙外30cm处、操作位、防护门门缝处、楼上、楼下等	不大于2.5 μ Sv/h
	自主监测		1-2次/年	便携式 X- γ 辐射监测仪		
	验收监测		竣工验收	委托有资质单位监测		
个人剂量监测		Hp（10）	1次/季度	个人剂量计	所有辐射工作人员	辐射工作人员单季度不超过1.25mSv

12.4 辐射事故应急

1.辐射事故应急机构

新疆医科大学第六附属医院已成立应急领导小组，并明确应急领导小组职责。

（1）急领导小组

组 长：姜 侃

副组长：李建文

组 员：陈军辉 龙浩 聂磊 王旭敏 张为良 杜晓宣

张锐 颜莉 董正惠 吴萍 王桂芝 李璐 滕飞 王月 虎 热娜·牙生

应急救援办公室：信息与设备管理科（设备组）

电话：0991-2660043

2.应急组织职责

（1）组长职责：

- 1) 下达应急指令，总体指挥辐射事故应急工作。
- 2) 负责事故信息的上报工作。
- 3) 接受政府相关部门的指挥和调动。

（2）副组长职责：

- 1) 负责通知应急小组成员立即到应急办公室报到。
- 2) 负责通知各相关科室人员到岗待命。
- 3) 负责随时掌握事故应急处理行动动态并及时向组长汇报。
- 4) 负责及时传达应急小组组长及上级有关部门指示。

5) 负责协调各应急部门和单位的应急工作。

(3) 成员职责

1) 服从并准确及时传达应急小组领导的指令。

2) 值班人员应迅速掌握事故现场准确情况，按照事故分类立即启动应急预案，通知应急小组成员，并简明扼要通报事故影响程度及处理情况，同时做好记录。

3) 负责与环保局、卫生行政部门等有关单位的联系协调工作。

4) 负责事故现场安全措施的组织制定、监督检查，协调人员救护及善后工作。

5) 负责收集事故现场的资料，组织事故原因调查与分析；协助上级事故调查组进行事故调查工作。

3.应急处理程序

(1) 医院相关科室发生射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射事故，必须立即上报单位。经领导批准后立刻启动本预案，各应急小组人员接到事故报告后，按照要求到达指定地点，接受应急领导小组的命令。

(2) 发生辐射事故后，单位应设法尽快将可能受到辐射伤害的人员送至有条件救治辐射损伤病人的医院进行检查和治疗。

(3) 在应急小组人员到位后，立即向应急小组领导汇报事故现状和已采取的措施，随即接受应急小组指挥。

(4) 现场应急指令由应急行动组组长下达，人员疏散与撤离、隔离与警戒，申请单位救援及对外发布重大新闻，必须由应急小组组长下达指令。

(5) 现场应急需要其他单位协助时，对外做好具体联络事宜。

(6) 所有应急预案中的人员手机必须保持 24 小时开机状态，保证通信畅通。手机、住宅号码不得随意更换，如必须更换，必须事先医院办公室备案。

(7) 应急状态下，所有受令单位及人员接到医院指令后必须无条件执行。

(8) 应急行动结束后，整理应急记录（包括笔录、摄像、照相及其它文字资料），写出应急总结报告，应急总结报告主要内容包括：事件发生时间、事

件过程描述、动用的救助力量、参加的救助人员、求救情况、伤亡情况、应急行动中暴露出问题和改进措施等

12.5 竣工环境保护验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号），建设单位是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对《新疆医科大学第六附属医院（新疆医科大学第六临床医学院、新疆维吾尔自治区骨科医院）改建血管造影用 X 射线装置辐射工作场所建设项目环境影响报告表》涉及的内容及配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

建设单位应如实查验、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。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（表）编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限最长不超过 12 个月。

（本页以下空白）

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

新疆医科大学第六附属医院拟在门诊外科楼十三层改建 1 间 DSA 手术室（机房名称：介入二室），并新购 1 台血管造影用 X 射线装置用于医学影像诊断和介入治疗，该设备属 II 类射线装置。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

1. 辐射安全防护措施结论

本项目介入二室四周、顶棚、地面、观察窗及防护门屏蔽厚度均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的屏蔽要求。另外，机房防护门上方拟设置工作状态指示灯、电离辐射警示标识和文字说明，拟设置门灯连锁和防夹装置。介入二室内拟新购铅衣、铅围脖等个人防护用品，辐射工作人员拟配备双个人剂量计。诊疗床自带 1 个急停按钮，控制室控制台处拟设置 1 个急停按钮；介入二室内拟安装 1 套监控和对讲系统。通过以上各项防护措施的综合使用，可有效防止 X 射线产生的辐射影响，对辐射工作人员和周围公众所致剂量满足本项目的管理限值要求。

2. 辐射安全管理结论

管理机构：医院已成立放射诊疗安全与环境保护领导小组、辐射事故应急机构，已明确机构各成员的职责，并将在今后的工作中加强监督管理。

规章制度：医院已制定《放射诊疗质量保证方案》《辐射防护制度》《安全保卫制度》《培训管理规程》《辐射报警仪器使用维护操作规程》《设备操作规程》《台账管理制度》《设备管理与维护保养制度》《岗位职责》《辐射监测方案》《辐射事故应急预案》等一系列基本规章制度。医院应根据本单位核技术利用项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中落实执行。

医院拟安排本项目未取得培训合格证书的辐射工作人员在生态环境部辐射安全与防护培训平台上参加培训考核；辐射工作人员将按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计按要求定期送检。

综上所述，医院管理机构、规章制度及辐射工作人员的管理均可满足本项目对辐射安全管理的要求。

医院还应定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。医院已委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

13.1.3 环境影响分析结论

根据本报告表 11 环境影响分析对本次核技术利用项目对周边环境及人员的辐射影响分析可知，在正常情况下，项目对周围环境中的工作人员的辐射影响能满足本报告提出的剂量约束值：工作人员有效剂量约束值不超过 5mSv/a，能够满足辐射工作人员皮肤的年当量剂量约束值不超过 125mSv/a，眼晶状体的年当量剂量约束值不超过 20mSv/a，公众有效剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的限值要求。

13.1.4 可行性分析结论

1. 产业政策符合性分析结论

本项目使用放射性医疗设备用于临床诊断、治疗，符合国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中鼓励类项目第十三项 医药 第 4 条 高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，**高性能医学影像设备**，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用。

2. 实践的正当性分析

血管造影用 X 射线装置为很成熟的医用 X 射线设备，是心血管疾病检查治疗的必需设备，被广泛地应用在冠心病及其他外周血管介入治疗中，对心血管疾病的检查治疗具有高度特异性。尽管 X 射线对人体有少许危害，但是借助上述设备可以进行医学诊断治疗，所获利益远大于其危害，故上述设备的使用具有正当性，且具有较好的经济效益和社会效益，该环保工程无环保问题，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

3. 项目可行性

综上所述，新疆医科大学第六附属医院改建血管造影用 X 射线装置辐射工作场所（介入二室）选址合理，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

1.认真学习国家环保法规政策，提高安全文化素养，增强辐射防护意识；要求工作人员严格执行各项安全管理规章制度和安全技术操作规程。

2.医院须严格执行辐射污染防治与辐射环境管理的法律法规，认真落实本报告中提出的各项辐射防护措施和本报告批复文件中的各项措施。加强对辐射医疗设备的管理，在工作期间必须有专人管理。

3.定期检查辐射医疗设备的辐射防护设施，发现问题及时解决，杜绝辐射事故的发生。

4.定期对辐射医疗设备工作场所周围环境进行辐射监测。

13.2.2 承诺

1.医院承诺在本项目取得批复后，承诺及时向生态环境主管部门重新申领辐射安全许可证。

2.医院承诺在本项目血管造影用 X 射线装置正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号），在规定的验收期限内（一般不超过3个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

3.医院承诺从事使用Ⅱ类射线装置的辐射工作人员应在生态环境部培训平台报名、培训并进行考核，并定期复训。辐射工作人员均配备个人剂量仪，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案；辐射工作人员进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案。

4.医院承诺严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。定期检查血管造影用 X

射线装置机房工作警示灯，确保工作警示灯正常工作，避免无关人员误入机房。

5.医院承诺若涉及本项目辐射医疗设备有较大变化，应另做相应的环境影响评价，办理相应手续。

（本页以下空白）