

核技术利用建设项目

新疆医科大学第一附属医院昌吉分院

新建介入中心辐射工作场所项目

## 环境影响报告表

新疆医科大学第一附属医院昌吉分院  
(昌吉市第二人民医院、昌吉市中医医院)

2023年3月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新疆医科大学第一附属医院昌吉分院

新建介入中心辐射工作场所项目

环境影响报告表



建设单位名称：新疆医科大学第一附属医院昌吉分院（昌吉市第二人民医院、昌吉市中医医院）

建设单位法人代表（签名或签章）：熊健

A handwritten signature in black ink, appearing to read '熊健' (Xiong Jian).

通讯地址：新疆昌吉市青年南路 743 号

邮政编码：831100

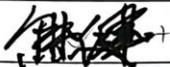
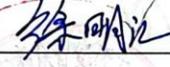
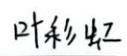
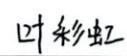
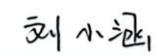
联系人：徐明江

电子邮箱：15299688156@163.com

联系电话：15299688156

打印编号: 1681382126000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	slnqe5		
建设项目名称	新疆医科大学第一附属医院昌吉分院新建介入中心辐射工作场所项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	新疆医科大学第一附属医院昌吉分院 (昌吉市第二人民医院、昌吉市中医医院)		
统一社会信用代码	126523014577591139		
法定代表人 (签章)	熊健		
主要负责人 (签字)	熊健		
直接负责的主管人员 (签字)	徐明江		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	乌鲁木齐众智安环工程咨询有限公司		
统一社会信用代码	91650100MA77WG2A94		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
叶彩虹	2017035650350000003510650182	BH000440	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
叶彩虹	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状	BH000440	
刘小涵	项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH036834	



拟建介入中心区域（康复训练室门口）



拟建介入中心区域（康复训练室）



拟建介入中心区域（慢性病门诊门口）



拟建介入中心北侧（放射科候诊区）



拟建介入中心西侧（过道）



拟建介入中心西侧（儿科诊区）



拟建介入中心南侧（急诊候诊区）



拟建介入中心下方（停车场）

### 拟建介入中心周围场所现场照片

## 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	9
表 3 非密封放射性物质 .....	9
表 4 射线装置 .....	9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	10
表 6 评价依据 .....	11
表 7 保护目标与评价标准 .....	13
表 8 环境质量和辐射现状 .....	19
表 9 项目工程分析与源项 .....	22
表 10 辐射安全与防护 .....	29
表 11 环境影响分析 .....	38
表 12 辐射安全管理 .....	60
表 13 结论与建议 .....	68

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新疆医科大学第一附属医院昌吉分院新建介入中心辐射工作场所项目			
建设单位		新疆医科大学第一附属医院昌吉分院 (昌吉市第二人民医院、昌吉市中医医院)			
法人代表	熊健	联系人	徐明江	联系电话	15299688156
注册地址		昌吉市青年南路 743 号			
项目建设地点		昌吉市青年南路 743 号新疆医科大学第一附属医院昌吉分院门急诊医技楼 一层康复训练室、疼痛/康复医学科门诊、慢性病门诊区域			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资 (万元)	2500	项目环保投资 (万元)	250	投资比例(环保 投资/总投资)	10%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m <sup>2</sup> )	500
应用 类 型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	无			

## 1.1 项目概述

### 1.1.1 建设单位概况

新疆医科大学第一附属医院昌吉分院位于新疆维吾尔自治区天山北麓、坐落于“中国人居环境范例奖”获得城市—昌吉市境内，是一所集医疗、教学、科研、预防保健、急救、公共卫生服务为一体的公立综合性医院。

医院始建于 1965 年，前身为“昌吉市第二人民医院”。为造福昌吉百姓，提升昌吉当地的医疗服务水平，2014 年 12 月 29 日，昌吉市人民政府与新疆医科大学第一附属医院正式签署《托管合作框架协议》，将昌吉市第二人民医院整体托管，进行为期 30 年的经营管理，由昌吉市政府投入近 5 亿完成硬件设施建设和设备购置，由新疆医科大学第一附属医院派驻专家和管理团队进行经营和管理。

医院总占地面积 138 亩，建筑总面积 8.8 万平方米，规划设计床位 800-1000 张。组建后的新疆医科大学一附院昌吉分院在医疗专业设置上将以保证基础专业的医疗质量为基本原则，突出微创外科、介入中心、生殖助孕科等优势、特色专业，关注“心理医学”等符合百姓需求的前景专业。它仍然是昌吉州、市城镇职工、居民医疗保险、商业保险、新型农村合作医疗、大中专招生、征兵和政府事业单位公职人员健康体检的定点医院。同时，担负着昌吉州 120 紧急救援中心的急救任务，还是新疆医科大学、昌吉州卫校等医学院校的临床教学实习基地。

医院是新疆医科大学第一附属医院积极探索“医疗联合体合作”，拓展“国际医疗服务”的成果。医院将立足昌吉市，面向昌吉州、延伸全疆、着眼周边国家，着力探索高端服务市场化运作，发展健康和康复医疗产业等。诊疗将坚持中西医、民族医并举，高、中、低医疗服务兼顾，开展特色医疗、稀缺医疗和国际医疗服务，为促进我区在丝绸之路经济带区域医疗中心建设上提供有益尝试。

医院是一家集医疗、科研、教学为一体的大型公立综合性医院，医院定位“中西医民族医并举，高中低医疗服务兼顾，高端医疗服务市场化运作，立足昌吉，延伸北疆，辐射邻国”。昌吉分院作为昌吉州丝绸之路医疗服务中心建设的重点医疗机构，在昌吉州、市两级党委政府大力支持下，扩大医疗服务空间，正在新建康养中心、妇幼中心、健康管理中心、核医学科、放疗中心。医院总占地面积 200 亩，建筑面积 20 万平方米，开放床位

1200 张，是一座设备精良、设施条件一流的花园式医院。现有职工 916 人，博士、硕士研究生 100 人，高级职称 120 人。

医院位于新疆昌吉市青年路 743 号，医院北侧为南京路，西侧为长安路，东侧为青年南路、南侧为石河子西路，医院地理位置图见图 1.1-1 和图 1.1-2。

### 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，新疆医科大学第一附属医院昌吉分院拟将门急诊医技楼一层康复训练室、疼痛/康复医学科和慢性门诊区域改造为介入中心，并新购2台血管造影用X射线装置分别放置于介入中心导管一室和导管二室，用于神经介入术、心血管介入术以及外周血管介入术等手术，拟购设备属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
血管造影用 X 射线装置	待定	1 台	II类	150	1000	介入中心导管一室	新购 设备
血管造影用 X 射线装置	待定	1 台	II类	150	1000	介入中心导管二室	新购 设备

拟建的介入中心所在的门急诊医技楼于 2012 年委托北京蓝颖洲环境科技咨询有限公司编制完成《昌吉市新区综合医院建设项目环境影响报告书》，于 2012 年 4 月取得环评批复（昌州环评[2012]65 号）；于 2020 年 4 月 2 日进行了门急诊医技楼竣工环境保护验收工作。环评批复、竣工环境保护验收意见详见附件三。

本项目拟配备 12 名辐射工作人员，其中 7 名为医院原有辐射工作人员，包括医师 4 名、护士 2 名，1 名技师，后期根据项目实施进度逐步增加 5 名辐射工作人员。用水、用电、采暖均依托院区配套设施。

### 1.1.3 评价目的

(1) 通过对介入中心辐射工作场所（血管造影用X射线装置）运行过程进行辐射环境影响分析，对该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) 对辐射工作场所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，对拟建介入中心辐射工作场所（使用Ⅱ类射线装置）需编制环境影响报告表。我公司接受委托后，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《新疆医科大学第一附属医院昌吉分院新建介入中心辐射工作场所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**

本项目环境保护目标以拟建介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）实体边界 50m 范围为界，包括门急诊医技楼一层、二层、地下室以及院内公共道路等区域，主要保护目标为本项目辐射工作人员和机房周围公众。具体详见表 7.1-1。

#### **1.2.2 场址选址情况**

##### **(1) 项目选址合理性分析**

本项目拟建介入中心辐射工作场所实体边界周围 50m 评价范围内除东侧、南侧包含公共道路外其余区域均位于医院门急诊医技楼一层内部。详见图 1.2-1

本项目拟建介入中心位于门急诊医技楼一层原康复训练室、疼痛/康复医学科门诊、慢性病门诊区域，介入中心东侧相邻卫生间和财务室，南侧相邻为急诊医学科，西侧为儿科门诊区和高压氧治疗科，北侧为门诊收费窗口、门诊大厅、中心药房和放射科候诊区，楼上为口腔科诊区、楼下为停车场。详见图1.2-2、1.2-3、1.2-4。

机房周围 50m 评价范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区，本项目辐射工作场所采取了防辐射的屏蔽措施，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，本项目工作场所选址合理。

### 1.3 法律法规的符合性

本项目评价范围内不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等环境敏感区域，符合相关环境保护法律法规要求。

### 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(2019年本)》中鼓励类项目（第十三项医药第5条新型医用诊断设备和试剂、**数字化医学影像设备**，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备）。

#### 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) 劳动定员：**本项目拟配备 12 名辐射工作人员，其中 7 名为医院原有辐射工作人员，包括医师 4 名、护士 2 名，1 名技师，后期根据项目实施进度逐步增加 5 名辐射工作人员。

**(2) 工作制度：**每天工作 8 小时，每年工作 250 天。

**(3) 工作负荷：**本项目血管造影用 X 射线装置包括透视和减影两种模式，本项目正常运行后，保守预计单台设备每年最大工作量为 500 台手术，每台手术配备医生 2 名，护士 1 名，技师 1 名。每次手术血管造影用 X 射线装置的最大出束时间包括透视 20 分钟、减影 0.5 分钟。本项目血管造影用 X 射线装置最大工作负荷统计见表 1.5-1。

表 1.5-1 本项目拟建血管造影用 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	透视	20	500	1250	625	625	1250
X射线装置	摄影	5	500	312.5	156.2	156.2	312.5

### 1.6 原有核技术利用项目许可情况

医院于 2022 年 5 月 9 日因变更单位名称和法人重新取得了昌吉回族自治州生态环境局颁发的《辐射安全许可证》，证书编号：新环辐证[F0169]号，许可种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置。有效期至：2026 年 6 月 10 日，许可证正副本详见附件二。医院现有射线装置情况见表 1.6-1。

表 1.6-1 医院原有射线装置使用及许可情况一览表

序号	射线装置名称	型号	工作场所	类别	环评情况	验收情况	备注
1	数字减影机 (DSA)	Artis zee ceiling	门诊楼一层 D 区: 11 室	II 类	新环辐 (2015) 765 号	新环辐 (2017) 56 号	
2	CT	DiscoveryCT750HD	门诊楼一层 C 区: 3 室	III 类	201965230100000 0023	无需验收	
3	CT	optimaCT660	门诊楼一层 C 区: 4 室	III 类	新环辐 (2015) 765 号	新环辐 (2017) 56 号	
4	口内 X 射线机	foucs	医技楼负一层: 1 室	III 类	202065230100000 081	无需验收	
5	C 型臂	DigArc100AC	门诊楼三层 D 区: 8 室	III 类	201965230100000 0104	无需验收	
6	C 型臂	ZIEHM8000	门诊楼三层 D 区: 5 室	III 类	新环辐 (2015) 765 号	新环辐 (2017) 56 号	
7	胃肠 X 射线机	FLEXAVISION	门诊楼一层 C 区: 6 室	III 类	新环辐 (2015) 765 号	新环辐 (2017) 56 号	
8	DR	Yiso 易悠	住院部一层体检中心·拍片室	III 类	新环辐 (2015) 765 号	新环辐 (2017) 56 号	
9	DR	原装进口 Yiso	门诊楼一层 D 区: 8 室	III 类	201965230100000 0023	无需验收	
10	DR	ZK-DR(A)	门诊楼一层 A 区发热门诊: 拍片室	III 类	201965230100000 0023	无需验收	
11	移动 DR	TMS300RDR	移动	III 类	201965230100000 0023	无需验收	
12	口腔 CT	My Ray Sky View	门诊楼二层 B 区: 拍片室	III 类	201965230100000 0023	无需验收	
13	DR	Definum6000	门诊楼一层 C 区: 1 室	III 类	201965230100000 0023	无需验收	
14	X 射线计算机体层摄影设备	uCT520	发热门诊方舱: 方舱 CT 检查室	III 类	202165230100000 073	无需验收	
15	移动数字 X 射线成像系统	MobiEye700	移动	III 类	202165230100000 073	无需验收	
16	移动数字 X 射	MobiEye700	移动	III 类	202165230100000	无需验收	

	线成像系统				073		
17	移动式摄影 X 射线机	Mobilett Elara max	移动	III类	202165230100000 073	无需验收	
18	X 射线计算机体层摄影设备	uCT528	感染性病区： CT 室	III类	202065230100000 166	无需验收	
19	全数字化乳腺 X 线机	Dimensions	门诊楼一层 D 区:摄片室（四）	III类	202065230100000 081	无需验收	

上述 19 台射线装置均已完成了环评和验收工作，并完成了许可。医院于 2020 年开展了核医学科建设项目的环评工作，并取得了自治区生态环境厅的批复文件《关于新疆医科大学第一附属医院昌吉分院新建放疗中心及核医学科应用项目环境影响报告表的批复》（新环审【2021】185 号），目前核医学科正在建设中。相应的环评及验收批复见附件四。

### 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《射线装置台帐管理制度》、《射线装置放射防护制度》、《辐射安全与环境保护管理制度》、《放射工作人员健康管理制度》、《放射工作人员培训制度》、《医疗设备检修维护制度》、《射线装置报废方案》、《岗位职责》、《医院环境辐射监测方案》、《安全保卫制度》、《监测仪器使用与校验管理制度》、《放射诊疗质量保证制度》、《“三废”处理方案》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）为加强对辐射安全与防护管理工作，医院成立了辐射安全与放射诊疗管理委员会，明确了辐射防护责任，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）医院设置了辐射防护专职管理员和辐射安全领导小组，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，提高守法和自我防护意识。目前，医院 41 名辐射工作人员均通过了核技术利用辐射安全与防护考核，并取得合格证书。

（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志和工作指示灯等。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，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新建项目，本次评价项目中使用射线装置为新购置，所需配置的辐射防护用品、监测仪器均需新购置。

（2）项目建成后依托医院已取得核技术利用辐射安全与防护考核的 7 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。

（4）本项目产生的废水、固体废物均依托医院原有相应的环保设施进行处置。

因此，本项目依托原有项目的环保设施及相关措施是完全可行的。

（本页以下空白）

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) /	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	血管造影用 X射线装置	II	1	待定	150	1000	影像诊断与 介入治疗	介入中心导管一室	新增
2	血管造影用 X射线装置	II	1	待定	150	1000	影像诊断与 介入治疗	介入中心导管二室	新增

(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 ( $\mu$ 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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规 文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号，2015年1月1日起实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第七十七号，2018年12月29日起实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日起实施）；</p> <p>(4) 《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018年12月29日修订）；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令第682号，（2017年7月16日）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号，2005年12月1日起施行；2019年修改，国务院令709号，2019年3月2日施行）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》（生态环境部令第16号，2021年1月1日实施）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第7号，2019年8月22日起施行）；</p> <p>(9) 《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，2014年）；</p> <p>(10) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会、2017年12月5日）；</p> <p>(11) 《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》（政府令第192号，2015年）；</p> <p>(12) 《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部令第55号，2007年）；</p> <p>(13) 《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）；</p> <p>(14) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（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）；</p> <p>(15) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国</p>
----------	---

	<p>家环保总局，环发[2006]145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(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）；</p> <p>(17) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；</p> <p>(18) 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）。</p>
<p><b>技术标准</b></p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(5) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。</p>
<p><b>其他</b></p>	<p>(1) 环评委托书，见附件一；</p> <p>(2) 新疆医科大学第一附属医院昌吉分院拟建介入中心辐射水平检测报告，见附件七；</p> <p>(3) 《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）；</p> <p>(4) 新疆医科大学第一附属医院昌吉分院提供的其他资料。</p> <p>（本页以下空白）</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

**7.1 评价范围**

本项目拟在固定的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，因此该报告将血管造影用 X 射线装置机房边界外 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、院外公共道路的公众人员等。评价因子为设备运行时产生的X射线。本项目50m评价范围示意图见图7.1-1和7.1-2。

**7.2 保护目标**

根据现场调查分析可知，本次评价项目机房实体边界外 50m 范围内均为医院内部建筑物和道路，评价范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。因此，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	辐射工作人员	介入中心	拟建介入中心中心	12 人	0m
2	公众	门诊收费窗口	拟建介入中心北侧	8 人	3m 相邻
3	公众	门诊大厅	拟建介入中心北侧	不定	15m
4	公众	中心药房	拟建介入中心北侧	不定	27m
5	公众	放射科候诊区	拟建介入中心北侧	不定	33m
6	公众	财务室	拟建介入中心东侧	3 人	2m 相邻
7	公众	卫生间	拟建介入中心东侧	不定	3m 相邻
8	公众	急诊大厅	拟建介入中心南侧	不定	15m
9	公众	急诊诊室	拟建介入中心南侧	不定	20m
10	公众	急诊 ICU	拟建介入中心南侧	不定	23m
11	公众	儿科/儿保诊区	拟建介入中心西侧	不定	15m
12	公众	高压氧治疗科	拟建介入中心西侧	不定	20m
13	公众	口腔科诊区	拟建介入中心上方	不定	上方
14	公众	停车场	拟建介入中心下方	不定	下方

## 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最后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。

#### 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 <sup>2</sup>	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 μSv/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**

新疆医科大学第一附属医院昌吉分院位于新疆昌吉市青年路 743 号，医院北侧为南京路，西侧为长安路，东侧为青年南路、南侧为石河子西路。

本项目拟建介入中心位于门急诊医技楼一层原康复训练室、疼痛/康复医学科门诊、慢性病门诊区域，介入中心东侧相邻卫生间和财务室，南侧相邻为急诊医学科，西侧为儿科门诊区和高压氧治疗科，北侧为门诊收费窗口、门诊大厅、中心药房和放射科候诊区，楼上为口腔诊区、楼下为停车场。

**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**

拟建介入中心及其周围环境辐射水平。

**8.2.2 监测因子**

$\gamma$  周围剂量当量率。

**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：9℃；相对湿度：52%RH
- 3、监测报告编号：ZJHA2023034
- 4、监测设备： 仪器名称：RJ32-3602 型环境监测 X- $\gamma$  辐射空气比释动能率仪  
仪器编码：RJ3200188  
检定证书编码：2023H21-20-4475942001  
检定有效期：2023.03.21-2024.03.20

**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  $\gamma$  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。

### 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

本项目拟建介入中心辐射工作场所及其周围环境辐射水平监测结果见表 8-1。

**表 8-1 辐射环境现状监测布点及结果一览表**

序号	测点位置描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	拟建机房区域 (康复训练室)	88±2	室内
2	拟建机房区域 (康复训练室)	89±2	
3	拟建机房区域 (康复训练室)	91±2	
4	拟建机房区域 (慢性病门诊)	92±2	室内
5	拟建机房北侧 (门诊收费窗口)	89±2	
6	拟建机房北侧 (门诊收费窗口)	90±2	
7	拟建机房北侧 (门诊大厅)	91±2	
8	拟建机房北侧 (中心药房)	90±2	
9	拟建机房北侧 (放射科候诊区)	90±3	
10	拟建机房西北侧 (高压氧治疗科)	91±2	
11	拟建机房西侧 (护士站)	93±2	
12	拟建机房西侧 (儿科候诊区)	92±2	
13	拟建机房西侧 (儿科诊区过道)	91±2	
14	拟建机房南侧 (急诊大厅)	92±2	
15	拟建机房南侧 (急诊候诊区)	90±3	
16	拟建机房南侧 (急诊大门口)	89±2	
17	拟建机房东侧 (门诊大门口)	92±3	

18	拟建机房上方区域（口腔科候诊区）	90±3	室内
19	拟建机房上方区域（口腔科诊区）	88±3	
20	拟建机房上方区域（口腔科过道）	93±2	
21	拟建机房下方区域（停车场）	90±2	
22	拟建机房下方区域（停车场）	89±3	
23	拟建机房下方区域（停车场）	91±3	

注：测量结果未扣除仪器宇宙射线响应值

#### 8.4 环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，依据《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 和《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021，对新疆医科大学第一附属医院昌吉分院拟建介入中心及周围环境进行辐射水平本底检测，本次所检各检测点位的检测结果属于《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 中当地剂量率范围。

（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。常见血管造影用 X 射线装置外观图见图 9.1-1。

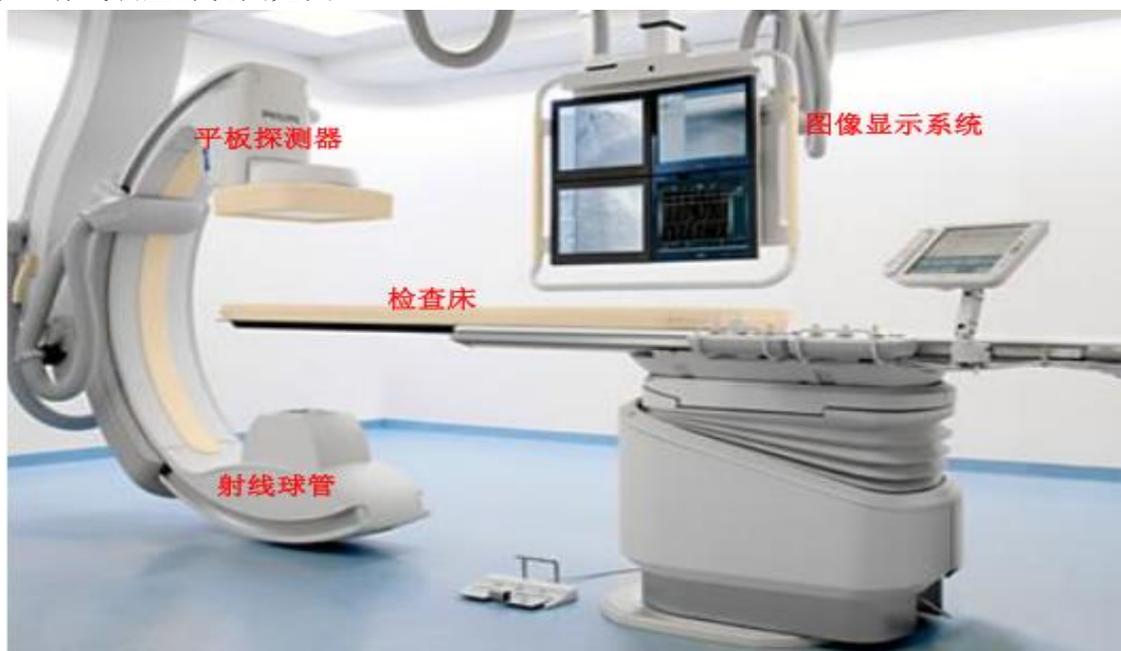


图 9.1-1 常见血管造影用 X 射线装置外观图

### 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、影响增强、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。

其典型X射线管的结构和设备见图9.1-2。

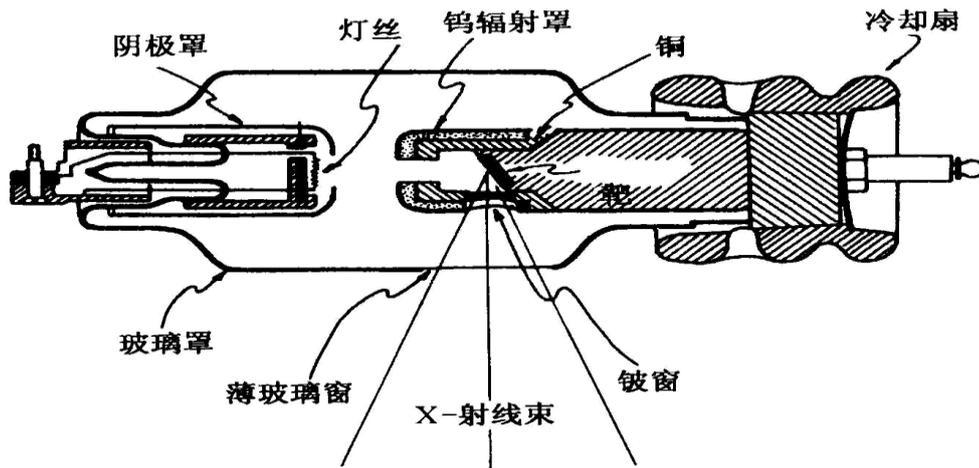


图 9.1-2 典型 X 射线管结构图

### 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

本项目介入中心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。

##### (1) 拟建介入中心人流物流路径分析

工作人员路径：医护人员通过介入中心东侧医护人员通道进入更衣室更衣后，通过手术区域走廊进入拟建导管一室或导管二室控制室内，技师在控制室内进行设备操作，手术医护人员进入导管一室或导管二室机房内部进行手术。

患者路径：患者需工作人员推床从介入中心西侧的患者通道通过缓冲间、复苏室后经走廊进入导管一室或导管二室机房内部进行手术。

污物路径：手术结束后，由工作人员将污物收集至污物桶内，从导管一室或导管二室患者通道防护门运出暂存至介入中心西侧医废暂存间内暂存，最终通过污物专用电梯将污物送至医院外科楼西侧医疗垃圾暂存点处进行收集。

详见图 9.1-3 介入中心人流物流路径示意图。

##### (2) 产污环节分析

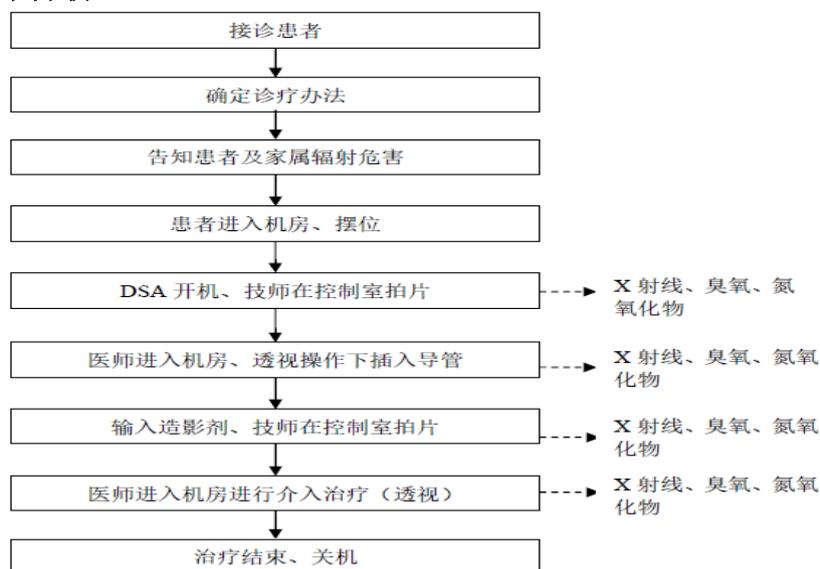


图 9.1-4 血管造影用 X 射线装置工作流程及产污环节分析图

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。血管造影用 X 射线装置在开机状态下，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

#### (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	血管造影用 X 射线装置	
使用位置	介入中心导管一室、导管二室	
额定容量	150kV，1000mA	
过滤材料	2.5mmAl	
最大照射野	1600cm <sup>2</sup>	
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 $1.62 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ <sup>①</sup>
	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 $4.05 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ <sup>①</sup>
照射源强度	离靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率不超过 1mGy/h	

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%的裕量，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5.4mGy/（mA·min），90kV电压下，发射率常数为4.5mGy/（mA·min）。

②参考国际放射防护委员会第33号出版物《医用外照射源的辐射防护》“（77）用于诊断目的的每一个X射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的X射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点1m处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过1mGy/h”。

### 9.2.2 异常工况源项分析

本项目使用血管造影用 X 射线装置可能要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，由于安全连锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；

（2）工作人员或病人家属还未全部撤离机房，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。

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

#### （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。血管造影用 X 射线装置机房拟安装通排风系统，采用机械通风，能保持机房内良好通风。

#### （2）废水

废水主要为本项目运行后，辐射工作人员增加手术台数而新增的生活污水和医疗废水。辐射工作人员共 12 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 255m<sup>3</sup>/a；每年介入中心最大工作量为 1000 台（2 间）手术，则医疗废水产生量约 85m<sup>3</sup>/a。则本项目废水总产生量约 340m<sup>3</sup>/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。

### (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，转移至医院医疗废物暂存点暂存，委托有资质单位处置。本项目一台介入手术约产生医疗废物药棉 0.1kg，纱布 0.1kg，手套 0.2kg，每年介入中心最大工作量为 1000 台手术，则本项目一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 12 人，日产生量约 1.0kg/人，则生活垃圾及办公垃圾产生量为 3.0t/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**

本项目拟建介入中心位于门急诊医技楼一层原康复训练室、疼痛/康复医学科门诊、慢性病门诊区域，介入中心东侧相邻卫生间和财务室，南侧相邻为急诊医学科，西侧为儿科门诊区和高压氧治疗科，北侧为门诊收费窗口、门诊大厅、中心药房和放射科候诊区，楼上为口腔科诊区、楼下为停车场。其四周布局见表10.1-1，机房平面布局图详见图10.1-1。

**表 10.1-1 介入中心及相关机房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
导管一室 导管二室	介入中心	卫生间、财务室	急诊医学科	儿科门诊区、高压氧治疗科	门诊收费窗口、门诊大厅、中心药房和放射科候诊区	口腔科诊区	停车场

拟建介入中心布局与《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拟建介入中心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 DSA 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	DSA 手术室拟设置于四层，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 <sup>2</sup> ，最小单边长不小于 3.5m	导管一室：8.4m×11.6m=97.44m <sup>2</sup> 导管二室：8.4m×7.7m=64.68m <sup>2</sup>	满足
受检者候诊区	受检者不应在机房内候诊	介入中心南侧设置有缓冲区，可保证病人不在机房内候诊	满足

经对照分析可知，本项目拟建介入中心辐射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，采取了防辐射的屏蔽措施，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：**拟将介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）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志和工作状态指示灯。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，区内不得有无关人员进入。

**监督区：**拟将介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）相邻的控制室、设备间、工作人员通道和患者通道、收费大厅、机房上方口腔科诊区和下方停车场等划为监督区，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 和图 10.1-2、10.1-3、10.1-4。

表 10.1-3 血管造影用 X 射线装置机房控制区和监督区划分一览表

机房名称	区域名称	控制区	监督区
导管一室	介入中心	导管一室	控制室、设备间、患者通道、收费大厅、 机房上方口腔科诊区和下方停车场等
导管二室	介入中心	导管二室	控制室、设备间、医生办公室、患者通道 机房上方口腔科诊区和下方停车场等

### 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。

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；  
 $\alpha$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；  
 $\beta$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；  
 $\gamma$ ——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；  
 $\alpha$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；  
 $\beta$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；  
 $\gamma$ ——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 射线装置运行时最大管电压一般为 100kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.2，查得铅、混凝土对管电压为 100kV（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 表 C.2 中相关拟合参数**

管电压 (kV)	铅			混凝土		
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
90	3.067	18.83	0.7726	0.04228	0.1137	0.4690
100（主束）	2.500	15.28	0.7557	0.03925	0.08567	0.4273
100（散射）	2.507	15.33	0.9124	0.03950	0.08440	0.5191

本项目血管造影 X 射线装置球管方向由下朝上，机房顶棚、地坪均为 100mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料，混凝土密度取 2.35g/cm<sup>3</sup>，根据式公式 10-1，计算得顶棚和地面使用 100mm 混凝土屏蔽时屏蔽透射因子 B 为 1.81E-03，将屏蔽透射因子代入公式 10-2，得顶棚和地面使用 100mm 混凝土屏蔽时铅当量厚度 X 约为 1.5mmPb，顶棚和地面额外加 30mm 硫酸钡防护涂料，可以得出本项目机房顶棚和地面使用屏蔽体防护铅当量为 3.2mmPb。以此类推，四周墙体屏蔽体防护铅当量为 5.2mmPb，因防护门、窗所使用屏蔽材料均已知铅当量厚度，故不再对防护门、窗铅当量进行

计算。

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
导管一室	朝上	东墙	370mm 黏土实心砖 +30mm 硫酸钡防护材料	5.2	2.0	符合要求
		南墙	370mm 黏土实心砖 +30mm 硫酸钡防护材料	5.2	2.0	符合要求
		西墙	370mm 黏土实心砖 +30mm 硫酸钡防护材料	5.2	2.0	符合要求
		北墙	370mm 黏土实心砖 +30mm 硫酸钡防护材料	5.2	2.0	符合要求
		顶棚	100mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	3.2	2.0	符合要求
		地面	100mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	3.2	2.0	符合要求
		观察窗	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	2.0	符合要求
		控制室门	3.0mmPb 防护门	3.0	2.0	符合要求
		患者通道门	3.0mmPb 防护门	3.0	2.0	符合要求
导管二室	朝上	东墙	370mm 黏土实心砖 +30mm 硫酸钡防护材料	5.2	2.0	符合要求
		南墙	370mm 黏土实心砖 +30mm 硫酸钡防护材料	5.2	2.0	符合要求
		西墙	370mm 黏土实心砖 +30mm 硫酸钡防护材料	5.2	2.0	符合要求
		北墙	370mm 黏土实心砖 +30mm 硫酸钡防护材料	5.2	2.0	符合要求
		顶棚	100mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	3.2	2.0	符合要求
		地面	100mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	3.2	2.0	符合要求
		观察窗	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	2.0	符合要求
		控制室门	3.0mmPb 防护门	3.0	2.0	符合要求
		患者通道门	3.0mmPb 防护门	3.0	2.0	符合要求

\*: 本项目血管造影用 X 射线装置实际使用管电压最高不超过 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。

本项目涉及的介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）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，本项目拟建介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）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，机房尺寸设计方案如表 10.1-6 和图 10.1-5 所示。

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
导管一室	最小单边长度：8.4m	最小单边长度：3.5m	符合要求
	最小有效使用面积：8.4×11.6=97.44m <sup>2</sup>	最小有效使用面积：20m <sup>2</sup>	符合要求
导管二室	最小单边长度：7.7m	最小单边长度：3.5m	符合要求
	最小有效使用面积：8.4×7.7=64.68m <sup>2</sup>	最小有效使用面积：20m <sup>2</sup>	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 20m<sup>2</sup>，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。

##### （1）距离防护

机房拟将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房人员防护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。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时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

##### （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，使人们在工作所受到的剂量降低最高允许剂量以下，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。

#### (4) 管线设计及穿墙位置屏蔽补偿

本项目介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）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，电缆沟表面铺设 3mm 不锈钢板，墙孔用硫酸钡封堵。

本项目介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）拟设置通风系统，进风口位于机房吊顶处。风管穿墙处包裹 3mm 铅皮，作为风管穿墙的辐射屏蔽补偿。详见图 10.1-5

#### (5) 个人防护用品

根据标准要求，本项目介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）个人防护用品拟配备情况见表 10.1-7。

表 10.1-7 介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）防护用品配备方案

射线装置	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
介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）	成人受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	≥0.25	铅橡胶性腺防护围裙（方形）	0.5	2 件
		铅橡胶颈套	≥0.25	铅橡胶颈套	0.5	2 件
		铅橡胶帽子（选配）	≥0.25	铅橡胶帽子	0.5	2 件
	儿童受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	≥0.5	成人患者和受检者配备的个人防护用品适用于儿童		
		铅橡胶颈套	≥0.5			
		铅橡胶帽子	≥0.5			

		(选配)				
工作人员	铅橡胶围裙	$\geq 0.5$	铅橡胶围裙	0.5	满足介入手术需要额数量	
	铅橡胶颈套	$\geq 0.5$	铅橡胶颈套	0.5		
	铅防护眼镜	$\geq 0.25$	铅防护眼镜	0.35		
	介入防护手套	$\geq 0.025$	介入防护手套	0.025		
	铅橡胶帽子 (选配)	$\geq 0.25$	铅橡胶帽子	0.35		
辅助防护设施	铅悬挂防护屏	$\geq 0.5$	铅悬挂防护屏	0.5	2 块	
	铅防护吊帘、 床侧防护帘	$\geq 0.5$	铅防护吊帘、床 侧防护帘	0.5	各 2 块	
	床侧防护屏	$\geq 0.5$	床侧防护屏	0.5	2 块	
	移动铅防护屏 风 (选配)	$\geq 2$	移动铅防护屏风	2.0	2 扇	

### 10.1.6 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)对照分析本项目的辐射安全于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分析表

机房名称	防护措施项目	拟设置情况	评价
介入中心辐射 工作场所(导管 一室和导管 二室)	电离辐射警告标志	拟在控制室防护门和患者通道防护门各设置 1 个标准的电离辐射警告标志	符合 要求
	工作状态指示灯	拟在患者通道门上方设置工作状态指示灯, 灯箱处的警示语句拟设置为“射线有害,灯 亮勿入”	符合 要求
	门灯联锁装置	拟在患者通道防护门闭门方向门框上方设置 触碰式门灯联锁装置,门开灯灭、门关灯 亮。	符合 要求
	自动闭门装置	拟在控制室防护门上方设置自动闭门装置, 工作人员开门后闭门装置自动将门关闭	符合 要求
	推拉防护门曝光时关 闭机房门的管理措施	拟在患者通道门旁靠近地面墙壁处设置红外 线闭门系统	符合 要求
	防夹装置	拟在患者通道防护门处设置防夹装置,当机 房门关闭过程中有人员进出机房,防夹装置 启动并停止关门,避免夹伤	符合 要求

	放射防护注意事项告知栏	拟在介入手术室候诊区张贴放射防护注意事项告知栏，提醒患者及公众人员射线有害	符合要求
	操作规程	已制定血管造影用 X 射线装置操作规程并将操作规程张贴于控制室墙上	符合要求
	岗位职责	已制定工作人员岗位职责并将其张贴于控制室墙上	符合要求
	设备急停	拟在控制室操作台上和设备治疗床下方各设置 1 处紧急急停按钮，血管造影用 X 射线装置发生出束异常情况下能够及时启动急停按钮，避免发生异常照射事故	符合要求
	监控和对讲系统	拟在导管一室和导管二室内各设置 1 套视频监控和对讲装置，工作人员可通过对讲机与机房内人员保持联系	符合要求
	个人剂量计	拟为本项目每名工作人员佩戴铅衣内和铅衣外双个人剂量计并定期送检，建立个人健康监护档案并妥善保存	符合要求

## 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。介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）内产生的医疗废水和辐射工作人员及公众产生的生活污水经医院内二级生化污水处理站处理，排放废水各项指标达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（日均值）”中标准要求后，排入昌吉市市政污水管网，最后汇入昌吉市第二污水处理厂进行处理。

医院现有的污水处理站已完成相应的环评和验收（详见附件三：昌吉市新区综合医院建设项目环境影响报告书环评批复及验收），其每日处理最大量 600 吨，故本项目建成运行后产生的医疗废水和生活污水依托现有的污水处理设施是完全可行的。

### 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，医院拟将采用中央空调系统保持机房内良好通风环境，拟在机房顶棚设置中央空调，空调系统拟设计为具有通风换气功能，排风管道从机房顶棚延伸至连廊四层屋顶处，机房能够保持良好通风，并拟在通风管道穿墙处用 3mmPb 的铅皮包裹，作为屏蔽补偿。

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，机房设置有通排风系统，以保持机房内良好的通风。机房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，氮氧化物产生额只有臭氧的 1/3，本项目产生的废气排出机房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。这些医疗废物采用专门的收集容器暂存，由专人每天到手术室收集到医院医疗废物暂存处，储存时间不能超过两天，由昌吉市城市生活垃圾综合处理有限责任公司用医疗废物专用车转运至昌吉市医疗垃圾处理厂处置；污水处理厂产生的污泥污泥经灭菌、灭卵处理后交由有资质的第三方新疆汇合瀚洋环境技术有限公司处置；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 120m<sup>2</sup>的医疗垃圾临时存放站，将封闭包装后的医疗废物临时储存在这里的封闭空间内，然后交至昌吉市城市生活垃圾综合处理有限责任公司处理，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。

（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

本次评价项目主涉及到防护门安装、建筑装饰、设备安装等，在项目的建设过程中，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 7 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。

##### (1) 声环境影响分析

该评价项目施工期的噪声主要来自场地防护设施安装施工、相关设施的安装调试等阶段，但由于该项目的建设工程影响期短暂，其在现有建筑物内部完成，安装施工的过程中对介入中心上方的口腔诊室及候诊的人员和下方停车场的人员略有影响，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。

##### (2) 环境空气影响分析

在整个施工期，扬尘来自于材料搬运、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。

##### (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站；淤泥妥善堆放后运至弃於场。

##### (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为集中处理，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，避免途中遗洒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、透视两种工况下机房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。

根据血管造影用X射线装置的工作原理，设备在正常工况时，本项目血管造影用X射线装置参数是无法达到最大管电压150kV，最大管电流1000mA的，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，实际使用时管电压通常在90kV以下，透视管电流通常为十几毫安，摄影功率较大，管电流通常为几百毫安。根据目前一些医院的实际值统计，摄影模式下，普遍情况下血管造影用X射线装置的管电压和管电流为60~100kV/300~500mA；透视模式下管电压和管电流为60~90kV/5~15mA，本环评拟进行保守估算，采用摄影工况下的设备参数：管电压100kV，管电流500mA；透视工况下的设备参数：管电压90kV，管电流15mA。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等效总滤过不小于2.5mmAl，本项目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（见图11.2-1），可以查得运行管电压100kV下离靶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。

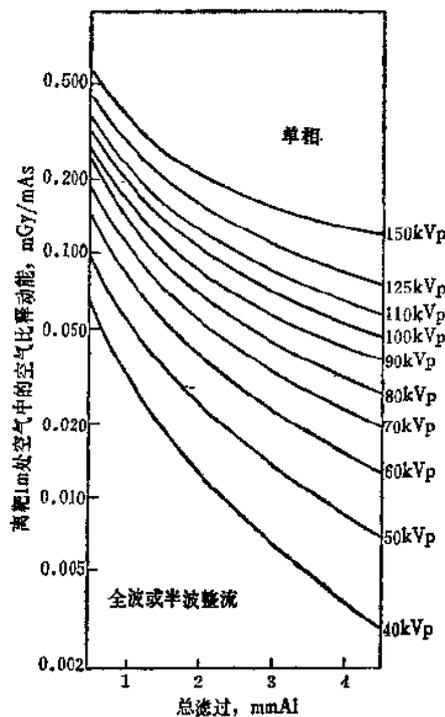


图 11.2-1 距 X 射线源 1m 处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况

本次评价拟进行按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：

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）；

$\delta_x$ —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（见图11.2-1），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(见图11.2-1), 则两种不同管电压下距靶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射线装置拟设置于导管一室和导管二室中心位置, X射线球管位于病床西侧边界处距地0.3m处。机房外关注点分布见图11.2-2, 机房外各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所示。

### (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), 计算公式如公式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:

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

式中：

$B$ —屏蔽透射因子；

$X$ —屏蔽材料铅当量厚度，mm

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ —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	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
90	铅	3.067	18.83	0.7726
	混凝土	0.04228	0.1137	0.4690
100 (主束)	铅	2.500	15.28	0.7557
	混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
100 (散射)	铅	2.507	15.33	0.9124
	混凝土	0.03950	0.08440	0.5191

注：拟合参数均取自于《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	屏蔽材料及铅当量厚度	靶点距关注点距离 (m)	B	泄漏辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
摄影 (100kV)	1-1 # 机房东侧观察窗外30cm	3.0mmPb铅玻璃	5.0	4.14E-05	0.27
	1-2 # 机房东侧控制室防护外30cm	3.0mmPb防护门	4.5	4.14E-05	0.33
	1-3 # 机房东侧墙体外30cm (财务室)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	5.1	1.69E-07	1.05E-03
	1-4 # 机房北侧墙体外30cm (门诊大厅)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	6.1	1.69E-07	7.34E-04
	1-5 # 机房西侧墙体外30cm (通道)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	4.5	1.69E-07	1.35E-03
	1-6 # 机房南侧墙体外30cm (谈话间)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	7.1	1.69E-07	5.42E-04
	1-7 # 机房南侧病人通道防护门外30cm	3.0mmPb防护门	6.1	4.14E-05	0.18
	1-8 # 机房东侧墙体外30cm (设备机房)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	5.4	1.69E-07	9.36E-04
	2-1 # 机房北侧观察窗外30cm	3.0mmPb铅玻璃	4.1	4.14E-05	0.40
	2-2 # 机房北侧墙体外30cm (门诊大厅)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	5.3	1.69E-07	9.72E-04

	2-3 # 机房东侧控制室防护外30cm	3.0mmPb防护门	5.3	4.14E-05	0.24
	2-4 # 机房西侧墙体外30cm (控制室)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	4.5	1.69E-07	1.35E-03
	2-5 # 机房南侧病人通道防护门外30cm	3.0mmPb防护门	4.9	4.14E-05	0.28
	2-6 # 机房南侧墙体外30cm (空地)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	4.1	1.69E-07	1.62E-03
	2-7 # 机房东侧墙体外30cm (医生办公室)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	4.5	1.69E-07	1.35E-03
	F1#机房下方地面距顶棚170cm (停车场)	100mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料	3.3	2.51E-05	0.37
	F2#机房上方地面距顶棚100cm (口腔科诊区)	100mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料	4.7	2.51E-05	0.18
透视 (90kV)	1-1 # 机房东侧观察窗外30cm	3.0mmPb铅玻璃	5.0	7.93E-06	1.29E-03
	1-2 # 机房东侧控制室防护外30cm	3.0mmPb防护门	4.5	7.93E-06	1.59E-03
	1-3 # 机房东侧墙体外30cm (财务室)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	5.1	9.31E-09	1.45E-06
	1-4 # 机房北侧墙体外30cm (门诊大厅)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	6.1	9.31E-09	1.01E-06
	1-5 # 机房西侧墙体外30cm (通道)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	4.5	9.31E-09	1.86E-06
	1-6 # 机房南侧墙体外30cm (谈话间)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	7.1	9.31E-09	7.48E-07
	1-7 # 机房南侧病人通道防护门外30cm	3.0mmPb防护门	6.1	7.93E-06	8.64E-04
	1-8 # 机房东侧墙体外30cm (设备机房)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	5.4	9.31E-09	1.29E-06
	2-1 # 机房北侧观察窗外30cm	3.0mmPb铅玻璃	4.1	7.93E-06	1.91E-03
	2-2 # 机房北侧墙体外30cm (门诊大厅)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	5.3	9.31E-09	1.34E-06
	2-3 # 机房东侧控制室防护外30cm	3.0mmPb防护门	5.3	7.93E-06	1.14E-03
	2-4 # 机房西侧墙体外30cm (控制室)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	4.5	9.31E-09	1.86E-06

2-5# 机房南侧病人通道 防护门外30cm	3.0mmPb防护门	4.9	7.93E-06	1.34E-03
2-6# 机房南侧墙体外 30cm (空地)	370mm黏土实心 砖+30mm硫酸钡 防护材料	4.1	9.31E-09	2.24E-06
2-7# 机房东侧墙体外 30cm (医生办公室)	370mm黏土实心 砖+30mm硫酸钡 防护材料	4.5	9.31E-09	1.86E-06
F1#机房下方地面距顶 棚170cm (停车场)	100mm混凝土 +30mm硫酸钡防 护涂料	3.3	4.30E-06	1.60E-03
F2#机房上方地面距顶 棚100cm (口腔科诊 区)	100mm混凝土 +30mm硫酸钡防 护涂料	4.7	4.30E-06	7.88E-04
F3# 术者位 (铅衣内)	0.5mmPb当量铅 衣+0.5mmPb当量 铅悬挂防护帘	1	4.08E-03	16.59
F4# 术者位 (铅衣外)	0.5mmPb当量铅 悬挂防护帘	1	0.025	102.1
F5# 护士协助位 (铅衣 内)	0.5mmPb当量铅 衣+2mmPb当量移 动铅屏风	1.5	3.68E-05	0.07
F6# 护士协助位 (铅衣 外)	2mmPb当量移动 铅屏风	1.5	1.72E-04	0.31

## (2) 病人体表散射辐射环境影响分析

对于病人体表的散射的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， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\alpha$ —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： $a=0.0013$ （ $90^\circ$ 散射）；

$S$ —散射面积，取 $100\text{cm}^2$ ；

$d_0$ —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 ( $\text{cm}^2$ )	B	散射辐射剂 量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
摄影 (100kV)	1-1 # 机房东 侧观察窗外 30cm	3.0mmPb铅 玻璃	0.8	5.0	100	4.14E- 05	0.14
	1-2 # 机房东 侧控制室防 护外30cm	3.0mmPb防 护门	0.8	4.5	100	4.14E- 05	0.17
	1-3 # 机房东 侧墙体外 30cm (财务 室)	370mm黏 土实心砖 +30mm硫 酸钡防护 材料	0.8	5.1	100	1.69E- 07	5.33E-04
	1-4 # 机房北 侧墙体外 30cm (门诊 大厅)	370mm黏 土实心砖 +30mm硫 酸钡防护 材料	0.8	6.1	100	1.69E- 07	3.73E-04
	1-5 # 机房西 侧墙体外 30cm (通 道)	370mm黏 土实心砖 +30mm硫 酸钡防护 材料	0.8	4.5	100	1.69E- 07	6.85E-04
	1-6 # 机房南 侧墙体外 30cm (谈话 间)	370mm黏 土实心砖 +30mm硫 酸钡防护 材料	0.8	7.1	100	1.69E- 07	2.75E-04
	1-7 # 机房南 侧病人通道 防护门外 30cm	3.0mmPb防 护门	0.8	6.1	100	4.14E- 05	9.15E-02
	1-8 # 机房东 侧墙体外 30cm (设备 机房)	370mm黏 土实心砖 +30mm硫 酸钡防护 材料	0.8	5.4	100	1.69E- 07	4.76E-04
	2-1 # 机房北 侧观察窗外 30cm	3.0mmPb铅 玻璃	0.8	4.1	100	4.14E- 05	0.20
	2-2 # 机房北 侧墙体外 30cm (门诊	370mm黏 土实心砖 +30mm硫	0.8	5.3	100	1.69E- 07	4.94E-04

	大厅)	酸钡防护材料					
	2-3 # 机房东侧控制室防护外30cm	3.0mmPb防护门	0.8	5.3	100	4.14E-05	0.12
	2-4 # 机房西侧墙体外30cm (控制室)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	4.5	100	1.69E-07	4.76E-04
	2-5 # 机房南侧病人通道防护门外30cm	3.0mmPb防护门	0.8	4.9	100	4.14E-05	0.14
	2-6 # 机房南侧墙体外30cm (空地)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	4.1	100	1.69E-07	8.25E-04
	2-7 # 机房东侧墙体外30cm (医生办公室)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	4.5	100	1.69E-07	6.85E-04
	F1#机房下方地面距顶棚170cm (停车场)	100mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料	0.8	3.3	100	2.51E-05	0.19
	F2#机房上方地面距顶棚100cm (口腔科诊区)	100mm混凝土+30mm硫酸钡防护涂料	0.8	4.7	100	2.51E-05	9.34E-02
透视 (90kV)	1-1 # 机房东侧观察窗外30cm	3.0mmPb铅玻璃	0.8	5.0	100	7.93E-06	6.53E-04
	1-2 # 机房东侧控制室防护外30cm	3.0mmPb防护门	0.8	4.5	100	7.93E-06	8.06E-04
	1-3 # 机房东侧墙体外30cm (财务室)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	5.1	100	9.31E-09	7.36E-07
	1-4 # 机房北侧墙体外30cm (门诊大厅)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	6.1	100	9.31E-09	5.14E-07

1-5 # 机房西侧墙体外30cm (通道)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	4.5	100	9.31E-09	9.45E-07
1-6 # 机房南侧墙体外30cm (谈话间)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	7.1	100	9.31E-09	3.80E-07
1-7 # 机房南侧病人通道防护门外30cm	3.0mmPb防护门	0.8	6.1	100	7.93E-06	4.38E-04
1-8 # 机房东侧墙体外30cm (设备机房)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	5.4	100	9.31E-09	6.56E-07
2-1 # 机房北侧观察窗外30cm	3.0mmPb铅玻璃	0.8	4.1	100	7.93E-06	9.71E-04
2-2 # 机房北侧墙体外30cm (门诊大厅)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	5.3	100	9.31E-09	6.81E-07
2-3 # 机房东侧控制室防护外30cm	3.0mmPb防护门	0.8	5.3	100	7.93E-06	5.81E-04
2-4 # 机房西侧墙体外30cm (控制室)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	4.5	100	9.31E-09	9.45E-07
2-5 # 机房南侧病人通道防护门外30cm	3.0mmPb防护门	0.8	4.9	100	7.93E-06	6.80E-04
2-6 # 机房南侧墙体外30cm (空地)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	4.1	100	9.31E-09	1.14E-06
2-7 # 机房东侧墙体外30cm (医生办公室)	370mm黏土实心砖+30mm硫酸钡防护材料	0.8	4.5	100	9.31E-09	9.45E-07
F1#机房下方	100mm混	0.8	3.3	100	4.30E-06	8.11E-04

	地面距顶棚 170cm（停车场）	凝土 +30mm硫酸钡防护 涂料					
	F2#机房上方 地面距顶棚 100cm（口腔 科诊区）	100mm混 凝土 +30mm硫酸钡防护 涂料	0.8	4.7	100	4.30E- 06	4.00E-04
	F3#术者位 （铅衣内）	0.5mmPb当 量铅衣 +0.5mmPb 当量铅悬 挂防护帘	0.8	1	100	4.08E- 03	8.38
	F4#术者位 （铅衣外）	0.5mmPb当 量铅悬挂 防护帘	0.8	1	100	0.025	51.73
	F5#护士协 助位（铅衣 内）	0.5mmPb当 量铅衣 +2mmPb当 量移动铅 屏风	0.8	1.5	100	3.68E- 05	0.03
	F6#护士协 助位（铅衣 外）	2mmPb当量 移动铅屏 风	0.8	1.5	100	1.72E- 04	0.16

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	泄露辐射剂量率 H ( $\mu$ Sv/h)	散射辐射剂量率 H <sub>s</sub> ( $\mu$ Sv/h)	总辐射剂量率 $\mu$ Sv/h
摄影	1-1# 机房东侧观察窗外30cm	0.27	0.14	0.41
	1-2# 机房东侧控制室防护外30cm	0.33	0.17	0.50
	1-3# 机房东侧墙体外30cm（财务室）	1.05E-03	5.33E-04	1.58E-03
	1-4# 机房北侧墙体外30cm（门诊大厅）	7.34E-04	3.73E-04	1.11E-03
	1-5# 机房西侧墙体外30cm（通道）	1.35E-03	6.85E-04	2.04E-03
	1-6# 机房南侧墙体外30cm（谈话间）	5.42E-04	2.75E-04	8.17E-04
	1-7# 机房南侧病人通道防护门外30cm	0.18	9.15E-02	0.27
	1-8# 机房东侧墙体外30cm（设备机房）	9.36E-04	4.76E-04	1.41E-03
	2-1# 机房北侧观察窗外30cm	0.40	0.20	0.60
	2-2# 机房北侧墙体外30cm（门诊大厅）	9.72E-04	4.94E-04	1.47E-03

	2-3#机房东侧控制室防护外30cm	0.24	0.12	0.36
	2-4#机房西侧墙体外30cm（控制室）	1.35E-03	4.76E-04	1.83E-03
	2-5#机房南侧病人通道防护门外30cm	0.28	0.14	0.42
	2-6#机房南侧墙体外30cm（空地）	1.62E-03	8.25E-04	2.44E-03
	2-7#机房东侧墙体外30cm（医生办公室）	1.35E-03	6.85E-04	2.04E-03
	F1#机房下方地面距顶棚170cm（停车场）	0.37	0.19	0.56
	F2#机房上方地面距顶棚100cm（口腔科诊区）	0.18	9.34E-02	0.27
透视	1-1#机房东侧观察窗外30cm	1.29E-03	6.53E-04	1.94E-03
	1-2#机房东侧控制室防护外30cm	1.59E-03	8.06E-04	2.40E-03
	1-3#机房东侧墙体外30cm（财务室）	1.45E-06	7.36E-07	2.19E-06
	1-4#机房北侧墙体外30cm（门诊大厅）	1.01E-06	5.14E-07	1.52E-06
	1-5#机房西侧墙体外30cm（通道）	1.86E-06	9.45E-07	2.80E-06
	1-6#机房南侧墙体外30cm（谈话间）	7.48E-07	3.80E-07	1.13E-06
	1-7#机房南侧病人通道防护门外30cm	8.64E-04	4.38E-04	1.30E-03
	1-8#机房东侧墙体外30cm（设备机房）	1.29E-06	6.56E-07	1.95E-06
	2-1#机房北侧观察窗外30cm	1.91E-03	9.71E-04	2.88E-03
	2-2#机房北侧墙体外30cm（门诊大厅）	1.34E-06	6.81E-07	2.04E-06
	2-3#机房东侧控制室防护外30cm	1.14E-03	5.81E-04	1.72E-03
	2-4#机房西侧墙体外30cm（控制室）	1.86E-06	9.45E-07	2.80E-06
	2-5#机房南侧病人通道防护门外30cm	1.34E-03	6.80E-04	2.04E-06
	2-6#机房南侧墙体外30cm（空地）	2.24E-06	1.14E-06	3.38E-06
	2-7#机房东侧墙体外30cm（医生办公室）	1.86E-06	9.45E-07	2.80E-06
	F1#机房下方地面距顶棚170cm（停车场）	1.60E-03	8.11E-04	2.41E-03
	F2#机房上方地面距顶棚100cm（口腔科诊区）	7.88E-04	4.00E-04	1.19E-03
	F3#术者位（铅衣内）	16.59	8.38	24.97
	F4#术者位（铅衣外）	102.1	51.73	153.83
	F5#护士协助位（铅衣内）	0.07	0.03	0.10
	F6#护士协助位（铅衣外）	0.31	0.16	0.47

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，机房四周各关注

点附加辐射剂量率最大值为0.60 $\mu$ Sv/h；透视模式下，血管造影用X射线装置机房四周各关注点附加辐射剂量率最大值为2.88E-03 $\mu$ Sv/h，均不大于2.5 $\mu$ Sv/h，说明本项目机房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 $\mu$ 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：

$$E_{\text{外}}=0.79H_U+0.051H_O \quad (\text{公式11-5})$$

$E_{\text{外}}$ --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HP（10），本项目取理论计算的医生铅衣内的年剂量，单位为mSv；

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

则血管造影用X射线装置医生个人年有效剂量为： $0.79 \times 1.39+0.051 \times 8.55=1.56\text{mSv}$ ；

血管造影用X射线装置护士个人年有效剂量为： $0.79 \times 0.006+0.051 \times 0.025=6.00\text{E}-03\text{mSv}$ 。

#### （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11-1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：

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

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)，血管造影用X射线装置的透视管电流取15mA；

$\delta_x$ —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 (见图11.2-1)，本次计算总滤过取2.5毫米铝保守读数，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)；

$r_0=1\text{m}$ ；

$r$ —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 $\dot{K}=187.6\text{mGy/min}$ 。

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

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ —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 $2.52 \times 10^{-2}$ 。

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

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 $\dot{K}=187.6\text{mGy/min}$ ；

$f$ —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 $\dot{k}=4.73 \times 10^{-3}\text{mGy/min}$ 。

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、 $\gamma$  辐射场的空气比释动能率（mGy/min），为  $4.73 \times 10^{-3}\text{mGy/min}$ ；

$t$ ：人员累积受照时间，min，手术医师同室操作年受照时间为6667min；

$H$ ：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  $D_s=36.45\text{mGy}$ ，根据11-10计算，介入手术时，医生年手部皮肤当量剂量为  $36.45\text{mSv}$ 。

#### （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铅悬挂帘并配戴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  $=187.6\text{mGy/min}$ ，由式11-8可得  $\dot{k}=7.65 \times 10^{-5}\text{mGy/min}$ 。

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.4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、 $\gamma$  辐射场的空气比释动能率 (mGy/min), 为 $7.65 \times 10^{-5}\text{mGy/min}$ ;

$t$ : 人员累积受照时间, min, 手术医师同室操作年受照时间为6667min;

$H$ : 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 $DL=0.79\text{mGy}$ , 根据11-12计算得医生眼晶状体年当量剂量为 $0.79\text{mSv}$ 。

X- $\gamma$ 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,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$t$ —年照射时间, h;

$T$ —居留因子;

$k$ —剂量换算系数, 取1。

本项目每年手术总台数不超过1000台, 预计按照3组人员进行手术, 其中每组医生年最大手术台数预计为333台, 每名护士年最大手术台数预计为333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, 保守全按照同室考虑), 每名技师年最大手术台数预计为333台, 均为隔室操作。则工作人员年受照剂量计算结果见下表11.2-6。

表11.2-6工作人员年有效剂量估算结果

工作人员	项目	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	工作时间 (h)	年有效剂量 (mSv)	剂量限值 (mSv)
医生	年有效剂量 (铅衣内)	24.97	111.2 (同室)	3.12	5
	年有效剂量 (铅衣外)	153.83			
	年有效剂量	0.60	27.8 (隔室)		
	手部年剂量	—	—	36.45	125

	眼晶状体年剂量	—	—	0.79	20
护士	年有效剂量 (铅衣内)	0.10	111.2 (同 室)	0.006	5
	年有效剂量 (铅衣外)	0.47			
	年有效剂量	0.60	27.8 (隔室)		
技师	年有效剂量	0.60 (摄影)	111.2 (隔 室)	0.07	5
		2.88E-03 (透视)	27.8 (隔室)		

由上表可知，本项目拟建血管造影用X射线装置机房辐射工作人员年有效剂量最大为3.12mSv，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36.45mSv，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0.79mSv/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。据上述计算结果，取摄影模式下机房外最大值0.60 $\mu$ Sv/h和透视模式下机房外最大值2.88E-03 $\mu$ Sv/h进行分析（保守不再考虑距离的衰减）。公众年有效剂量计算结果见下表。

表11.2-7公众有效剂量计算结果

位置	摄影最大剂量率 ( $\mu$ Sv/h)	年出束时间 (h)	透视最大剂量率 ( $\mu$ Sv/h)	年出束时间 (h)	居留 因子	年有效剂量 (mSv)
控制室	0.60	83.4	2.88E-03	333	1	0.06
设备机 房	0.60	83.4	2.88E-03	333	1/16	0.004
病人通 道	0.60	83.4	2.88E-03	333	1/4	0.02
通道	0.60	83.4	2.88E-03	333	1/4	0.02
谈话间	0.60	83.4	2.88E-03	333	1	0.06
财务室	0.60	83.4	2.88E-03	333	1	0.06
医生办 公室	0.60	83.4	2.88E-03	333	1	0.06
空地	0.60	83.4	2.88E-03	333	1/16	0.004
停车场	0.60	83.4	2.88E-03	333	1/16	0.004
口腔科 诊区	0.60	83.4	2.88E-03	333	1	0.06

由表11.2-7可知，本项目机房外50m保护范围内公众受照剂量最大为0.06mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目提出的公众剂量约束值不超过0.1mSv/a的要求。根据剂量率与关注点距辐射源点的距离平方成反比的关系，距离机房越远，辐射剂量率越低，距离机房更远处的公众人员受照剂量不会大于0.02mSv/a。

### 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），医院拟在介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）内设计动力通风装置，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暂存处暂存，按医疗废物执行转移联单制度，由昌吉市城市生活垃圾综合处理有限责任公司用医疗废物专用车转运至昌吉市医疗垃圾处理厂处置；污水处理厂产生的污泥污泥经灭菌、灭卵处理后交由有资质的第三方新疆汇合瀚洋环境技术有限公司处置，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、护士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。医疗废物贮存室树立有明确的标示牌。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方法》（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 0.1m<sup>3</sup>，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示。

医疗废物利器盒：利器盒整体为硬制材料制成，密封，一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示。

周转箱（桶）：周转箱整体为硬制材料，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示和文字说明。

## 2) 贮存

医疗废物贮存在专门的医疗废物贮存室，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。

#### 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、有计划的进行处理，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。医院对于辐射事故进行记录：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的知识学习，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，防护门设置门灯联锁；

（5）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；

（6）辐射安全防护管理领导小组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。

（7）定期对硬件防护措施（如门灯联锁装置、工作状态指示灯）的检查。

（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**

为了加强对射线装置安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性放射性事故，确保事故发生时能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障人员安全，维护正常的生产秩序，根据《中华人民共和国环境保护法》、《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）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规的要求，医院已设立专门的辐射安全管理领导小组，组长由医院院长担任，副组长由副院长担任，成员包括医务部主任、医政科科长、公共卫生科科长、设备物资管理部主任、后勤安全保障部主任、放射科主任、心血管内一科主任、心血管内二科主任、手麻科主任、骨一科主任、骨二科主任、口腔科主任、神经医学科主任、采购供应科科长。辐射安全管理领导小组下设办公室，办公室设在医务部公共卫生科，各成员职责明确，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。该领导小组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安全管理领导小组成员作相应调整，确保调整后的辐射安全管理领导小组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：新疆医科大学第一附属医院昌吉分院应确定主管领导为本单位辐射工作安全责任人，设置辐射防护领导机构，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、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，新疆医科大学第一附属医院昌吉分院已制定《射线装置台帐管理制度》、《设备管理与维修保养制度》、《辐射安全与环境保护管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射工作人员放射防护培训制度》、《设备管理与维修保养制度》、《射

线装置报废方案》、《岗位职责》、《医院环境辐射监测方案》、《安全保卫制度》、《监测仪器使用与校验管理制度》、《放射诊疗质量保证制度》、《“三废”处理方案》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，本环评要求医院完善辐射安全防护设施的维护与维修制度，增加机构人员，重大问题管理措施等内容。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

本项目工作人员依托新疆医科大学第一附属医院昌吉分院原医护人员7人，并按照项目进度适时增加5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。

### 4、年度安全状况评估

新疆医科大学第一附属医院昌吉分院应在每年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，本项目监测计划见下表 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
介入中心	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2.5μSv/h
	自主监测		1次/季度	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		
个人剂量检测		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

新疆医科大学第一附属医院昌吉分院已成立辐射事故应急领导小组，并明确参与应急准备的每个人、小组或组织的角色和责任。

### 1、应急领导小组

组 长：熊健 院长

副组长：朱联周 分管院长

成 员：马秀萍、李萍、何金凤、吕永刚、李丽、王希军、郝寿玉、王璐、姚雷、马晓蕊、田莉

设立辐射事故应急小组办公室。办公室设在公共卫生科，联系电话：8185020。

1.组长职责：调查辐射事故原因，下达启动辐射安全应急预案的命令，负责事故信息上报工作，接受政府相关部门的指挥和调动，总体指挥辐射事故应急工作、制定具体措施。

2.副组长职责：负责通知各相关科室人员到岗待命；负责随时掌握事故应急处理行动动态并及时向组长汇报；负责及时传达应急小组组长及上级有关部门指示；负责协调各应急部门和单位的应急工作。

#### 3.成员职责：

服从并准确及时传达应急小组领导的指令；医院总值班 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 2 处理情况，同时做好记录；负责与环保局等有关单位的联系协调工作；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；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。

#### （二）医疗救援组

组长：朱联周

成员：马秀萍、宋金燕、李萍、顾俊文、宋长来、余军、赵凌冰、邹振宇、徐超、赵志勇。

职责：评估辐射事件的危害情况，尽快用有效的医疗救治手段，救护辐射事件相关人员，不能处理的及时转诊。

#### （三）后勤安全保障组

组长：吕永刚

成员：李萍、陶灿、王希军、郝寿玉、王璐、马晓蕊、陈曦、徐明江

职责：

1.封锁涉案现场、及时调取相关机房监控资料，尽快查找、确定涉案相关人员和受照人员；

2.积极配合医疗救援组准备相关的医疗救护药品和器材物资；积极准备足够的防护用品和推车，用药工作人员放射防护相关工作。

3.积极准备检测设备、防护用品和专用车辆，听候指令。

4.建立相关部门科室人员的通信联系网络，要求 24 小时开机制度，积极配合上级主管部门的工作，跟进应急处理进度，做好院内宣传。

## 五、应急保障

（一）人员应急培训：从事辐射工作人员定期参加辐射安全与防护知识的培训和学习。

（二）防护用品：配备了齐全的放射防护用品，如铅衣、铅眼镜、铅围裙、铅帽、铅屏风等。

（三）车辆配置：如突发辐射事故，我院可调配 120 急救车用于辐射事故人员转移。

## 六、应急响应

### （一）通知与启动

发生辐射事故后立即启动应急预案，并向自治区生态环境厅、昌吉州、市环保部门、卫生行政部门报告情况。

### （二）响应程序

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，必须立即上报医院。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，立即切断射线装置的电源，除了工作人员外，禁止其他人员进出辐射污染区，医院应立即将可能受到辐射伤害的人员送至相关临床科室进行救治。如需转院的立即转诊。

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.现场应急需要医院以外单位协助时，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，保证通讯畅通。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.所有被通知到的人员在赶赴要求到达的指定地点时，必须符合防护着装，要求随行备用齐全完好的应急装备。

8.应急状态下，所有人员接到医院指令后必须无条件执行。

9.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。

## 七、事故报告处理

（一）事故发生后，事故现场有关人员应立即用电话或其他方式直接报告到科室负责人，并应同时报医院领导。并立即向环保、公安和卫生部门报告。

（二）发生辐射事故时，医院应当立即启动辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内向环保部门、卫生部门报告。

（三）对于有关确切数据、时间、发生的原因、过程、进展情况及采取的应急措施应随时报告。

（四）事件处理完毕后，应将处理事件的措施、过程和结果，事件潜在或间接危害、社会影响、处理后的遗留问题，参加处理工作的有关部门及出具有关危害与损失的证明文件等详细情况立即上报各有关部门。

（五）要密切观察病人、对受到超剂量辐射的病人应定期进行体检。遵照环境保护主管部门、公安部门和卫生主管部门的处理意见进行整改，杜绝事故隐患，避免类似事件发生。

(六) 严禁缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

#### 八、整改

针对自治区生态环境厅、自治区辐射环境监督站、昌吉州、市生态环境局及公安机关联合调查的结论和建议进行整改，杜绝安全隐患，避免类似事故的再度发生。

#### 九、事故联络：

报告电话：8185020

应急处理电话：8185052

辐射事故应急电话：环保应急电话：12369

公安应急电话：110

医疗应急电话：120

消防应急电话：119

自治区生态环境厅值班电话：0991-4165352

### 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《新疆医科大学第一附属医院昌吉分院介入中心血管造影用 X 射线装置工作场所改建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**

新疆医科大学第一附属医院昌吉分院拟在门急诊医技楼一层康复训练室、疼痛/康复医学科门诊、慢性病门诊所属区域新建介入中心，在介入中心内的导管一室和导管二室各购置 1 台血管造影用 X 射线装置用于介入治疗，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**

本项目介入中心辐射工作场所（导管一室和导管二室）四周、顶部、底部、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，各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，机房内配有可升降的铅挡板。各机房内拟配置铅衣、铅围脖等个人防护用品，辐射工作人员均配备个人剂量计。诊疗床及控制室控制台处拟各设置 1 个急停按钮；各机房内均拟安装 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：医院已成立辐射安全与环境保护管理机构、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：医院已制定了包括《射线装置台帐管理制度》、《射线装置放射防护制度》、《辐射事故应急预案》在内的一系列管理制度。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。

医院已安排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，考核合格后方可上岗；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不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（2019 年本）》中鼓励类项目（第十三项 医药 第 5 条 新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备）。

#### （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，新疆医科大学第一附属医院昌吉分院拟建介入中心辐射工作场所选

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) 建议增加 5 名开展本项目介入治疗的医师、护士和技师并进行轮岗，使辐射工作人员的受照剂量满足 GB18871-2002 标准中工作人员有效剂量控制在合理达到的尽可能低的水平（ALARA 原则）。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 从事本项目辐射医疗设备操作的工作人员必须参加有资质单位的辐射安全和防护知识培训，加强防护意识，考试合格取得上岗证方能上岗。证书到期人员和未培训人员尽快安排培训，杜绝无证上岗。对操作人员实行轮换制度，尽量减少接触射线时间、扩大操作距离。

(5) 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。

(6) 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。

(4) 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上报名、培训并进行考核，经考核合格后方可上岗，并定期复训。从事III类射线装置的辐射工作人员应参加医院自行组织的辐射安全与防护考核，并取得合格成绩，并建立成绩档案。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。

(5) 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。

(6) 医院承诺若涉及本项目辐射医疗设备有较大变化，应另作相应的环境影响评价，办理相应手续。

(本页以下空白)