

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增医用血管造影 X 射线机（DSA）核技术利用项目				
建设单位		澄合矿务局中心医院				
法人代表	刘银侠	联系人	汤宏博	联系电话	13892554366	
注册地址		陕西省渭南市澄城县东九路中段 185 号				
项目建设地点		澄合矿务局中心医院门诊楼东南侧外				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	650	项目环保投资（万元）	71	投资比例（环保投资/总投资）	10.92%	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	190
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	/				
	<p>1.1 项目概述</p> <p>1.1.1 项目背景</p> <p>1.1.1.1 医院简介</p> <p>澄合矿务局中心医院（以下简称“医院”）位于澄城县东九路中段，始建于 1970 年 2 月，隶属陕西健康医疗集团有限公司，是一所集医疗、教学、科研、预防、康复为一体的公立二级甲等综合医院。设置床位 200 张，实际开放床位 300 张（含麻醉、重症医学科、急诊观察床位），开设临床、医技、行政职能科</p>					

室 53 个。医院占地面积 36662.9m²，建筑面积 20178.8m²，其中业务用房建筑面积 10918m²，门诊楼建筑面积 5902.5m²，四层外科住院楼建筑面积 2713.3m²。

医院先后成立了功能齐全的临床辅助科室，开设了普外、骨科、神经外科、肿瘤内科、消化内科、神经内科、心血管内科、儿科、妇产科、急诊科、血液透析科等 12 个临床科室，和检验、影像、功能、病理等医辅检查科室（部门）20 余个。

医院拥有美国 GE 核磁共振、日本东芝 16 排螺旋 CT、日本阿落卡彩色 B 超、美国 GE 四维彩超、日本东芝全自动生化分析仪、日本东芝数字化 X 线摄影系统（DR）、意大利数字乳腺 X 射线机、日本岛津数字胃肠透视机、美国大隐静脉激光治疗系统、电子胃镜、结肠镜、腹腔镜、乳腺钼靶、血液透析机、关节镜、椎间孔镜、超声刀、可视喉镜等医疗设备 150 多台。

1.1.1.2 核技术应用的目的是任务

心脑血管疾病已成为严重影响居民健康的一个重要因素，而介入诊断已成为这类疾病的主要治疗手段。为促进医院各学科发展，提高医院的医疗水平，更好地为患者服务，医院拟将门诊楼东南侧外，原儿科办公场所改建为介入中心，包括 1 间 DSA 手术室及相关辅助用房，手术室配置一台医用血管造影 X 射线机（DSA），用于介入诊断及辅助治疗。

1.1.1.3 项目由来

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全防护条例》（2019 年 3 月 2 日修订版）及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订版）等法律法规的规定，辐射工作单位在申请辐射安全许可证前，应当组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。

根据原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会《关于发布<射线装置分类>的公告》（公告 2017 年第 66 号），血管造影用 X 射线装置属于 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号）中“五十五、核与辐射 172、核技术利用建设项目”中“……生产、使用 II 类射线装置的……”应编制环境影响报告表。医用血管造影 X 射线机

(DSA)属于 II 类射线装置,因此,澄合矿务局中心医院新增医用血管造影 X 射线机(DSA)核技术利用项目应编制环境影响报告表。

我公司接受医院委托,承担对该项目的环境影响评价工作。接受委托后,我公司组织技术人员进行现场勘察,收集、整理有关资料,对项目的建设情况进行了初步分析,并根据建设项目的应用类型及所在地周围区域的环境特征,在现场勘察、资料调研、预测分析的基础上,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)的基本要求,编制了《澄合矿务局中心新增医用血管造影 X 射线机(DSA)核技术利用项目环境影响报告表》。

1.1.2 实践正当性分析

使用医用血管造影 X 射线机(DSA)对提高心脑血管疾病治疗水平具有重大意义,在保障病人健康的同时,进一步提高了医院的医疗水平,推动医院整体发展。因此,澄合矿务局中心医院射线装置核技术利用项目(以下简称“项目”)所带来的利益远大于可能引起的辐射危害,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中实践正当性要求。

1.1.3 项目概况

1.1.3.1 建设规模

医院拟将门诊楼东南侧外原儿科办公场所改建为介入中心,总占地面积约 190m²,为单层构筑物。主要建设内容包括 1 间 DSA 手术室以及操作间、设备间、苏醒室、谈话间、无菌物品间、冲刷间、更衣室等其他辅助用房及区域。

医院计划在手术室配置 1 台医用血管造影 X 射线机(乐普 Vicor-CV400 型,最大管电压为 150kV,最大管电流为 1000mA)。

(1) 设备主要技术参数:项目涉及的 DSA 主要技术参数详见表 1-1。

表 1-1 射线装置主要技术参数一览表

设备	型号	主要参数	类别	拟放置位置
医用血管造影 X 射线机	Vicor-CV400	最大管电压: 150kV 最大管电流: 1000mA	II 类	DSA 手术室

(2) 手术室辐射防护屏蔽参数

根据医院提供的资料,项目 DSA 手术室的建设规模见表 1-2,辐射防护屏蔽

参数详见表 1-3。

表 1-2 项目 DSA 手术室建设规模参数一览表

位置	建设规模
DSA 手术室	长 7.45m、宽 6.5m，高 2.8m。有效使用面积约 48.4m ² 。
注：机房装饰吊顶高度为 2.8m，建筑高度为 4.5m。	

表 1-3 1 号手术室的辐射防护屏蔽参数一览表

位置	屏蔽措施
四周墙体	370mm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡板
顶棚	120mm 水泥现浇板+3mmPb 硫酸钡板
地板	地下为土层，未做防护处理
观察窗	4mmPb 当量的铅玻璃和窗框（1200mm×800mm）
操作间门	4mmPb 电动单开门（1000mm×2100mm）
患者门	4mmPb 电动推拉门（1400mm×2100mm）
污物门	4mmPb 手动单开门

1.1.3.2 劳动定员及工作负荷

项目计划配备 5 名放射工作人员，其中 1 名放射影像医师从放射科现有工作人员调配，4 名手术医护人员从心内科调配，包括 2 名副主任医师、1 名医师和 1 名护师。

本评价要求：项目拟配备的放射工作人员应全部参加辐射安全与防护培训，持证上岗；上岗前应进行职业健康检查，检查合格者方能进行相关放射工作；应正确佩戴个人剂量计，并建立个人剂量档案。

项目投入使用后，DSA 预计每年最多手术 300 例。

1.1.4 项目选址及周边环境概况

1.1.4.1 医院周边环境关系

医院位于陕西省渭南市澄城县东九路中段，地理坐标为东经：109.934252°，北纬：35.173478°。医院东侧为向阳新村村道，路以东为农业局，南侧为向阳新村，西侧部分为向阳新村，西侧北部分为林业局，北侧为东九路。

医院地理位置见图 1-1，医院周边环境关系图见图 1-2。

1.1.4.2 项目所在建筑物周边环境关系

医院主要包括一门诊楼、急诊楼、医辅楼、内科住院楼、外科住院楼、医教中心、供应室、拟改建的介入中心（原儿科场址）及相关配套设施。医院总平面布置和 DSA 手术室所在位置详见图 1-3。

拟改建的介入中心(原儿科场址)区域距南侧门诊楼 4m,距西侧医辅楼 10m,距北侧医辅楼 6m。

医院拟在手术室配置1台医用血管造影 X 射线机（乐普 Vicor-CV400型，最大管电压为150kV，最大管电流为1000mA）。

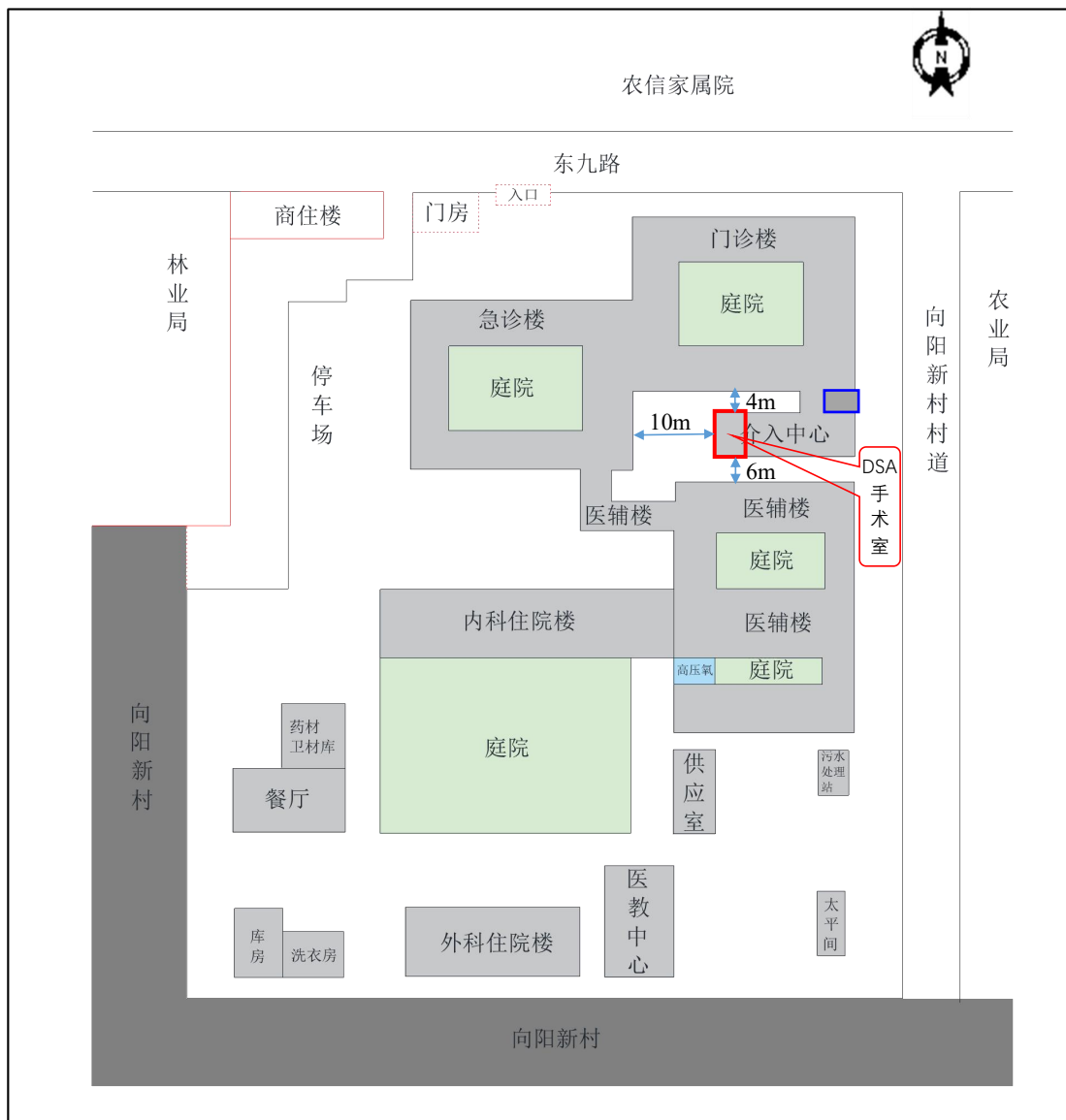


图 1-3 医院总平面布局和 DSA 手术室位置平面示意图

1.1.4.3 项目场址周边环境关系

医院拟将门诊楼东南侧外，原儿科办公场所改建为介入中心（单层构筑物），该建筑通过连廊与门诊楼相接，连廊东侧区域改建为医生办公室。将儿科区域最西侧的更衣室、配奶室、隔离新生儿室、新生儿室、护士站等房间改造为 DSA 手术室，将东侧四间病房和走廊改建为介入中心的辅助用房。与门诊楼相接的连廊东侧区域改建为医生办公室。

项目总占地面积约 190m²，主要建设内容包括 1 间 DSA 手术室以及操作间、设备间、操作间、苏醒室、谈话间、无菌物品间、冲刷间、铅衣存放处、更衣室等其他辅助用房/区域。拟改建的介入中心建筑为单层构筑物。

项目所在区域改造前后平面布局见图 1-4 和图 1-5。

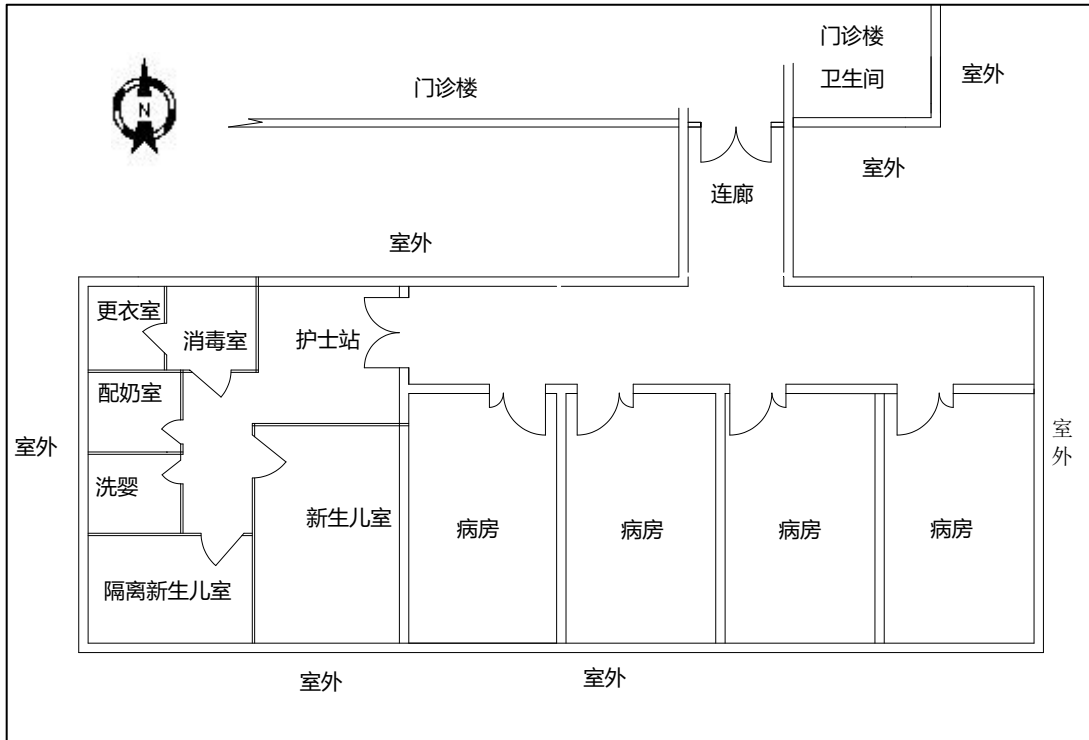


图 1-4 项目所在区域平面布局图（改造前）

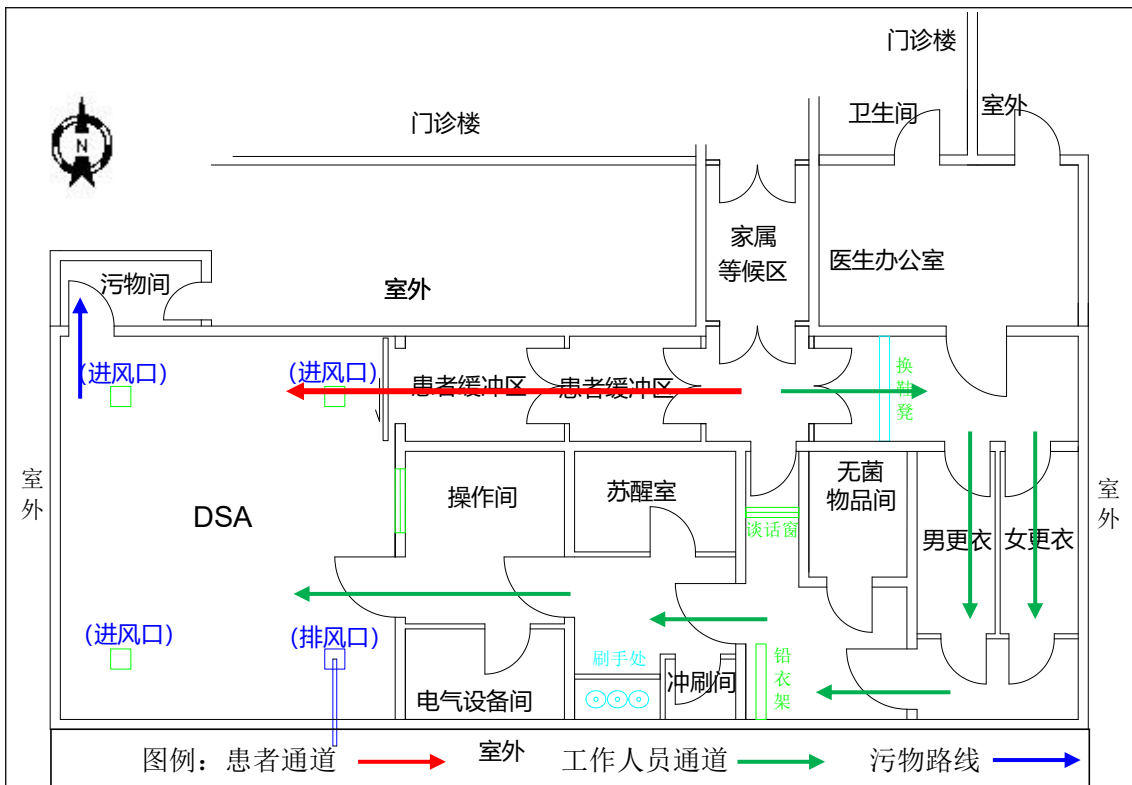


图 1-5 项目所在区域平面布局图（改造后）

1.1.4.4 项目选址合理性分析

根据医院提供的资料，拟改建的介入中心为单层构筑物，位于门诊楼东南侧外，通过连廊与门诊楼相接，在连廊处设双开门与门诊楼分隔，严禁无关人员进入。介入中心出入的人员主要为医务工作人员和需要手术的患者。从满足安全治疗和辐射安全与防护的角度来看，在 DSA 设备运行时，可有效减少受照的人群，也有利于射线装置的管理。

综上，DSA 手术室位置较独立，项目选址合理。

1.2 医院已有核技术利用项目许可情况

1.2.1 现有辐射安全许可证

澄合矿务局中心医院位于澄城县东九路中段，现有 III 类射线装置 6 台。

2019 年 2 月 28 日，医院取得了渭南市环境保护局关于澄合矿务局中心医院重新申请辐射安全许可证的批复（渭环辐批复〔2019〕19 号）以及核发的辐射安全许可证，证书编号：陕环辐证〔40016〕，有效期至 2024 年 2 月 27 日。

辐射安全许可证核准的种类和范围见表 1-6。

表 1-6 陕环辐证[40016]核准的种类和范围

序号	装置名称	型号	技术参数	类别	数量	活动种类
1	X 线机	移动式	/	III 类	1 台	使用
2	CT	东芝 Aquilion16	135kV、500mA	III 类	1 台	使用
3	DR	东芝 Toshiba RAD-D50S	150kV、500mA	III 类	1 台	使用
4	钨靶	JIOTTO IMAGE MD	/	III 类	1 台	使用
5	C 型臂	集智 JZ06-1	120kV、4mA	III 类	1 台	使用
6	胃肠机	岛津 Ex500	150kV、800mA	III 类	1 台	使用

1.2.2 辐射安全管理现状

医院遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《陕西省放射性污染防治条例》等法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度建立、落实以及档案管理等方面运行较好。

根据医院提供的资料，医院辐射安全管理现状如下：

（1）辐射防护管理机构设置情况

医院已成立了辐射防护与环境保护管理机构，法定代表人刘银侠任组长，副院长李耿舟、党连峰、齐海鹏 3 人为副组长，成员包括机关职能科长、临床科室主任、医技科室主任等人。辐射安全与防护工作领导小组下设办公室，办公室主任由总务科长担任，成员由机关职能科长、临床科室主任、医技科室主任组成。负责辐射安全与防护工作的具体组织、协调、督查与指导。

（2）规章制度建设及落实情况

医院已制定了一系列辐射防护管理规章制度，包括：《医院辐射防护和安全保卫制度》《射线装置操作规程》《辐射安全和防护专业知识及相关法律法规培训计划》《辐射环境监测计划》《辐射工作人员个人剂量管理制度》和《辐射事故应急预案》等，并在工作中予以贯彻落实。

（3）工作人员培训情况

根据医院提供的放射工作人员名单，医院现有辐射工作人员 39 名，5 名工作人员参加了辐射安全与防护培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，取得了培训合格证书或培训成绩单。建议对其余仅从事 III 类射线装置使用活动的放射工作人员，医院自行组织考核；从事 II 类射线装置使用活动的工作人员应及时参加辐射安全与防护培训，经考核取得合格证书后方可上岗。

（4）个人剂量检测情况

医院现有的放射工作人员中 35 人配备了个人剂量计，并委托有资质的单位对其进行个人剂量监测，每季度检测一次，建立了个人剂量档案并存档；4 人未配备个人剂量计，医院应及时委托有资质的单位对其进行个人剂量监测。根据提供的 2020 年 5 月~2021 年 4 月四个季度个人剂量检测报告（陕西新高科辐射技术有限公司，10 名放射工作人员），2020 年 6 月~2021 年 5 月四个季度个人剂量检测报告（陕西思迈奥健康科技服务有限公司，25 名放射工作人员），连续四个季度的累积剂量最大为 1.392mSv，均满足不大于 5mSv 的剂量管理目标值。

（5）职业健康检查情况

根据医院提供的资料，接触放射的工作人员 39 名。医院对现有的放射工作人员进行了职业性健康体检，建立了职业健康体检档案并存档。根据医院提供的 2020 年度放射工作人员职业健康检查报告，参与体检的放射工作人员 38 名，体检结果显示“可以从事放射工作”，1 名放射工作人员（陈军）未见职业健康检查，医院应及时组织所有放射工作人员进行职业健康检查。

（6）工作场所及辐射环境监测情况

2020 年 10 月，医院委托陕西思迈奥健康科技服务有限公司对 4 台医用 X 射线设备（分别为 X 射线摄影系统（DR）、CT、胃肠机和 C 型臂）进行了工作场所放射防护检测，报告编号：思迈奥（FH）字（2020）第 316-2 号；移动 X 线机和钼靶机处于停用状态，未进行放射工作场所的年度防护检测，医院应及时对这两台射线装置向主管部门办理的报废手续。

根据检测报告可知：

①在电压 120kV、电流 100mA 检测条件时，医院 DR 机房操作位、观察窗、工作人员进出防护门、受检者进出防护门、四面墙体、管线口和顶棚的 X、 γ 辐射剂量率最大为 0.19 μ Sv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1c）“具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h”的要求；

②在电压 120kV、电流 250mA 检测条件时，CT 机房操作位、观察窗、工作人员进出防护门、受检者进出防护门、管线口和顶棚的 X、 γ 辐射剂量率最大为 0.37 μ Sv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1b）“CT 机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h”的要求；

③在电压 70kV、电流 3.04mA 检测条件时，胃肠机操作位、观察窗、穿墙管线洞口、工作人员进出防护门、受检者进出防护门、四面墙体、管线口和机房顶棚的 X、 γ 辐射剂量率最大为 0.15 μ Sv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1a）“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”的要求；

④在电压 70kV、电流 3.2mA 检测条件时，移动式 C 型臂机房观察窗、患者防护门、污物门、四面墙体和顶棚、地板的 X、 γ 辐射剂量率最大为 0.15 μ Sv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1a）“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”的要求。

（7）辐射环境监测设备检定情况

医院尚未配备辐射剂量监测仪，本项目 DSA 属 II 类射线装置，环评要求医院尽快配备 1 台便携式 X、 γ 辐射剂量率仪，每年应将 X- γ 辐射剂量率仪送至计量站进行检定或校准，并将检定或校准证书存档。

1.2.3 针对医院现存问题提出的改进建议

（1）医院应及时将停用射线装置进行报废手续办理。

（2）医院应按照《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的〈陕西省核技术利用陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表〉的通知》（陕环办发〔2018〕29 号）相关要求，完善射线装置管理制度，建立台账；完善各类岗位职责、操作规程；建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度；建立

辐射工作人员职业健康体检管理制度。医院在今后日常工作中应严格落实各项辐射安全管理制度,并根据实际工作对其进行不断完善,使之更满足辐射安全管理要求。医院应进一步完善辐射事故应急预案,并加强应急演练。

(3) 医院应及时组织全部放射工作人员参加辐射防护与安全培训,接受辐射防护安全知识和法律法规教育,对于仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的工作人员,医院可自行组织考核;从事Ⅱ类射线装置使用活动的工作人员应及时参加辐射安全与防护培训,经考核取得合格成绩单后方能上岗。

(4) 医院 1 名放射工作人员未进行职业健康检查,应及时对该工作人员进行职业健康检查。

(5) 医院应配备 1 台 X- γ 辐射剂量率仪,用于医院 X 射线工作场所放射防护的自主检测。每年将 X- γ 辐射剂量率仪送至计量站进行检定或校准,并将检定或校准证书存档。

表 2 放射源

序号	核素名称	放射性活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动类别	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及生产的中子流强度（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：日最大等效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》（GB 18871-2002）。

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	DSA	II	1 台	乐普 Vicor-CV400 型	150	1000	介入诊断/辅助治疗	DSA 手术室	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (mA)	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	/	/	/	通过动力通风装置排出手术室，满足手术室通风换气要求
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，气态单位为 mg/kg；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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（修订）》，2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 修正）》，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》，国务院令 第 682 号修改，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（修订）》，国务院令 第 709 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》；</p> <p>(8) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（修订）》，生态环境部令 第 20 号第四次修改，2021 年 1 月 4 日；</p> <p>(10) 《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》国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(11) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，中华人民共和国卫生部令 第 55 号，2007 年 11 月 1 日施行；</p> <p>(12) 《陕西省放射性污染防治条例（2019 年修订）》，陕西省人大，2019 年 7 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 陕西省环境保护厅《关于印发新修订<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29 号），2018 年 6 月 6 日起施行。</p>
-------------	--

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》 (HJ 2.1-2016) ；</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) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002) ；</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) ；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人检测规范》 (GBZ128-2019) ；</p> <p>(7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021) ；</p> <p>(8) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》 (WS76-2020) 。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 医院提供的其他相关资料。</p>

表 7 保护目标和评价标准

7.1 评价范围

项目拟配置的医用血管造影 X 射线机（DSA）为II类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目—环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“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”的要求，参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）对放射性同位素与射线装置应用的辐射监测技术要求，结合项目实际选址，确定项目辐射环境影响评价的范围为手术室防护屏蔽墙体外 50m 人员可能达到的区域。项目环境影响评价范围见图 7-1。

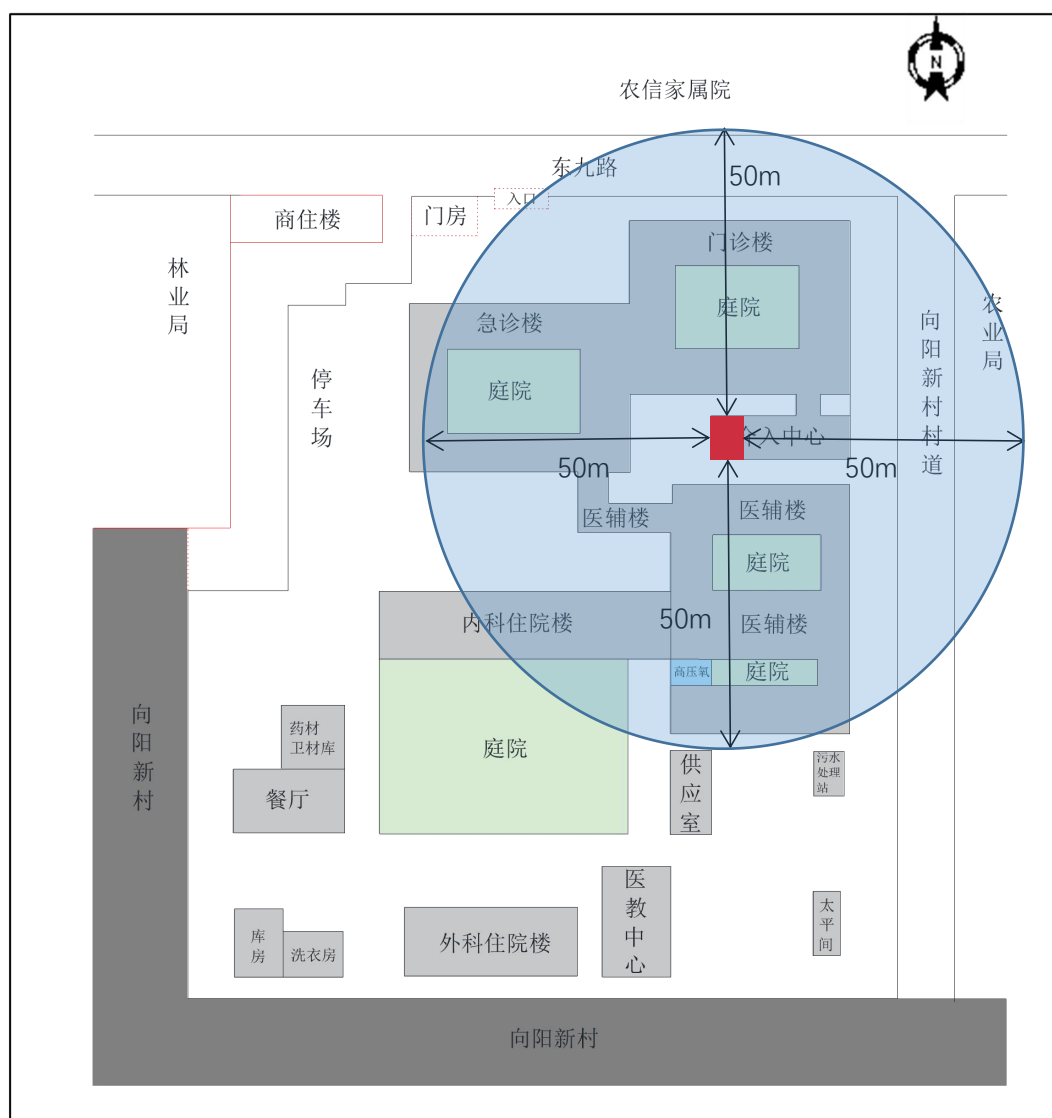


图 7-1 环境影响评价范围示意图

7.2 主要环境保护目标

结合图 7-1，项目主要环境保护目标为职业人员和公众，其中，职业人员为从事 DSA 操作的医护人员，公众为手术室实体屏蔽物边界外 50m 范围内的其他工作人员及公众。项目 DSA 手术室主要环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 DSA 手术室主要环境保护目标一览表

保护目标	方位	场所	主要环境保护目标	距辐射源最近距离	人口规模	控制目标
职业人员	/	DSA 手术室	介入手术医护人员	0.8m	3 人	年有效剂量不大于 5mSv
	东侧	操作间	操作间操作人员	4.5m	1 人	
公众	东侧	介入中心东侧过道	路过人员	14m	流动人员	年有效剂量不大于 0.25mSv
		向阳新村村道	道路流动人员	30 m		
		农业局庭院	农业局职工	38m		
	南侧	医辅楼、内科住院楼	医务人员、患者、陪同家属	12m	流动人员	
	西侧	急诊楼	医务人员、患者、陪同家属	12m	流动人员	
	北侧	门诊楼	医务人员、患者、陪同家属	6m	流动人员	
东九路		道路流动人员	41m	流动人员		

7.3 评价标准

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

根据标准附录 B1.1 职业照射和 B1.2 公众照射，对人员受照剂量限值规定如下：

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），20mSv；

b)任何一年中的有效剂量，50mSv。

B1.2.1 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过

下述限值：

a)年有效剂量，1mSv；

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

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准适用于X射线影像诊断和介入放射学。

5 X射线设备防护性能的技术要求

5.1.1 X射线设备出线口上应安装限束系统（如限束器、光阑等）。

5.1.2 X射线管组件上应有清晰的焦点位置标志。

5.1.3 X射线管组件上应标明固有滤过，所有附加滤过片均应标明其材料和厚度。

5.2 透视用X射线设备防护性能的专用要求

5.2.1 C形臂X射线设备的最小焦皮距应不小于20 cm，其余透视用X射线设备的最小焦皮距应不小于30 cm。

5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。

5.2.3 用于介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）的X射线透视设备防护性能专用要求见5.8。

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20 cm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 X射线设备机房防护设施的技术要求

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。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2（表 7-2）的规定。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度的要求

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射线设备 (含C形臂、乳腺CBCT) 注	20	3.5

注：单管头、双管头或多管头 X 射线设备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

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不小于表 3（表 7-3）规定。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

6.2.4 距 X 射线设备表面 100cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 时且 X 射线设备表面与机房墙体距离不小于 100cm 时，机房可不作专门屏蔽防护。

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。

6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

6.4.9 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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（表 7-4）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衣。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		受检者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护用品
介入放射性操作	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/铅防护吊帘/床侧防护屏/床侧防护帘 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	—

注：“—”表示不需要。

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

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 0.5 mmPb。

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。

7.3.3 环评要求年剂量约束值及控制水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“辐射防护安全与最优化原则”。本次评价对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值分别进行了以下设定：

（1）取职业照射年有效剂量限值的 1/4，作为放射工作人员的年附加剂量约束值，即 5mSv/a；

（2）取公众年有效剂量限值的 1/4，作为周围公众的年附加剂量约束值，即 0.25mSv/a。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置及场所位置

8.1.1 医院地理位置

医院地理位置见图 1-1，医院总平面布置见图 1-3。

8.1.2 项目场所位置

介入中心在医院位置见图 1-3，项目 DSA 手术室的位置见图 1-5。

8.2 辐射环境质量现状

8.2.1 监测方案

为了解项目拟建 DSA 手术室及周边环境的 γ 辐射水平现状，本次评价引用陕西新高科辐射技术有限公司于 2021 年 07 月 15 日对项目工作场所及周边环境进行的 γ 辐射本底值检测报告中相关数据（检测报告编号：FHJC-SXGK-032021027，见附件 3）。监测方案见表 8-1。

表 8-1 辐射环境质量现状监测方案

监测因子	监测点位	监测频次
X- γ 剂量率	走廊 1#、病房 2#~3#、护士站 4#~7#、走廊 8#~9#、新生儿室 10#~15#、消毒室 16#~17#、更衣室 18#~19#、配奶室 20#~21#、洗婴室 22#~23#、隔离新生儿室 24#~27#、北侧室外 28#~29#、西侧室外 30#~31#、南侧室外 32#~33#	2021 年 07 月 15 日 每个点位连续监测 10 次
监测方法：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）， 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）		

8.2.2 监测点位

环境 γ 辐射剂量率监测点位布设情况详见图 8-1。

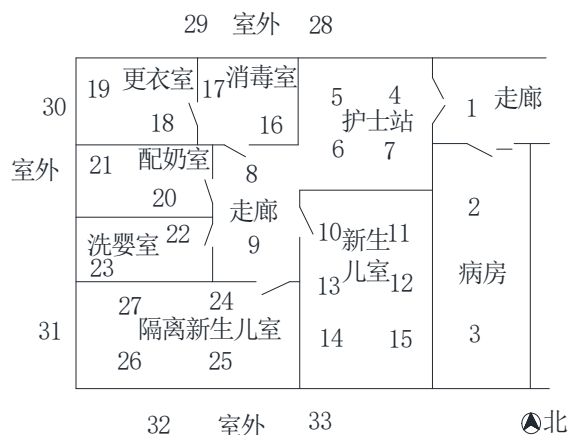


图 8-1 拟建 DSA 手术室及周围区域监测点位布设示意图

8.2.3 监测使用仪器

检测仪器详细信息见表 8-2。

表 8-2 检测仪器信息

检测仪器名称、型号、编号	测量范围	检定单位	证书编号	证书有效期
X.γ辐射剂量当量率仪 AT 1123-55627	0.05μSv/h~10Sv/h	中国辐射防护研究院放射性计量站	检字第 [2021]-R1160	2021.4~2022.4

8.2.4 质量保证措施

结合现场实际情况及监测的可到达性，在项目建设场址及周边环境布设监测点位，充分考虑检测点位的代表性和可重复性，以保证检测结果的科学性和可比性。

严格按照《环境地表γ辐射剂量率测定规范》、《辐射环境监测技术规范》进行监测；检测仪器每年定期经有资质的计量部门检定、校准，检定合格后方可使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；检测人员持证上岗；监测结果经三级审核，保证监测数据的准确。

8.2.5 监测结果及评价

项目 DSA 手术室及周边环境的γ辐射剂量当量率监测结果见表 8-3。

表 8-3 DSA 工作场所环境 γ 辐射剂量率监测结果

点位编号	点位描述	检测结果 (μSv/h)	
		范围	平均值
1	走廊	0.103~0.106	0.104
2	病房内测点 2	0.104~0.108	0.106
3	病房内测点 3	0.103~0.108	0.105
4	护士站测点 4	0.103~0.105	0.105
5	护士站测点 5	0.105~0.109	0.108
6	护士站测点 6	0.103~0.108	0.105
7	护士站测点 7	0.103~0.106	0.105
8	走廊	0.105~0.109	0.106
9	走廊	0.103~0.108	0.106

10	新生儿室内测点 10	0.105~0.109	0.108
11	新生儿室内测点 11	0.103~0.110	0.106
12	新生儿室内测点 12	0.103~0.108	0.105
13	新生儿室内测点 13	0.102~0.108	0.105
14	新生儿室内测点 14	0.102~0.108	0.104
15	新生儿室内测点 15	0.103~0.108	0.105
16	消毒室内测点 16	0.095~0.105	0.101
17	消毒室内测点 17	0.103~0.110	0.106
18	更衣室内测点 18	0.104~0.108	0.105
19	更衣室内测点 19	0.102~0.106	0.104
20	配奶室内测点 20	0.104~0.108	0.105
21	配奶室内测点 21	0.094~0.100	0.096
22	洗婴室内测点 22	0.091~0.102	0.096
23	洗婴室内测点 23	0.103~0.109	0.106
24	隔离新生儿室内测点 24	0.083~0.095	0.091
25	隔离新生儿室内测点 25	0.095~0.100	0.097
26	隔离新生儿室内测点 26	0.103~0.109	0.105
27	隔离新生儿室内测点 27	0.092~0.100	0.095
28	北墙外（室外）	0.088~0.106	0.099
29	北墙外（室外）	0.095~0.105	0.102
30	西墙外（室外）	0.103~0.108	0.105
31	西墙外（室外）	0.103~0.114	0.109
32	南墙外（室外）	0.106~0.118	0.111
33	南墙外（室外）	0.102~0.119	0.112
注：表中数据未扣除宇宙射线。			

由表 8-3 可知，手术室及周边环境的 γ 辐射剂量当量率在（95~112）nSv/h，项目所在地辐射剂量率处于正常环境本底水平，辐射环境质量现状无异常，项目所在区域辐射环境质量现状良好。

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 设备组成

DSA（Digital Substraction Angiography，医用血管造影 X 射线机）因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机。DSA 设备主要由 X 射线发生系统、影像接收器和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统、防护屏及防护铅帘等构成。

常见数字减影血管造影机外观见图 9-1。

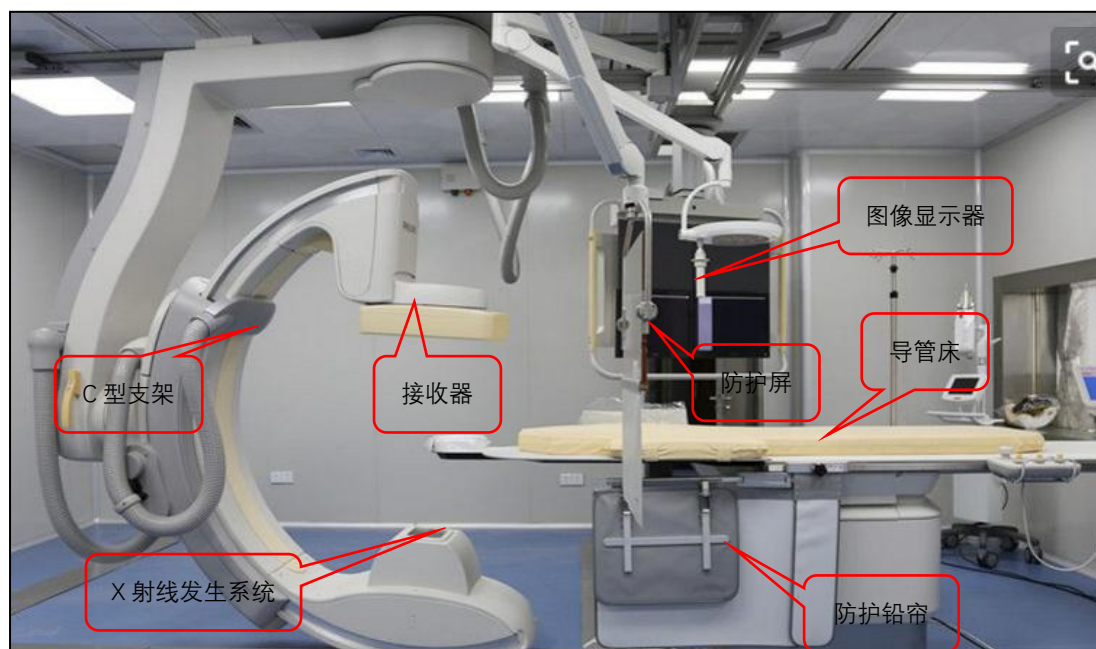


图 9-1 数字减影血管造影机外观图

9.1.2 工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来，对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示。由于造影剂用量少，浓度低，损伤小，较安全。通过 DSA 处理

的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。在进行 DSA 手术时，医务人员将介入导管经皮下血管注入，通过 DSA 自带的 X 射线成像系统，将导管在血管内的影像显现出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。DSA 工作示意图见图 9-2。

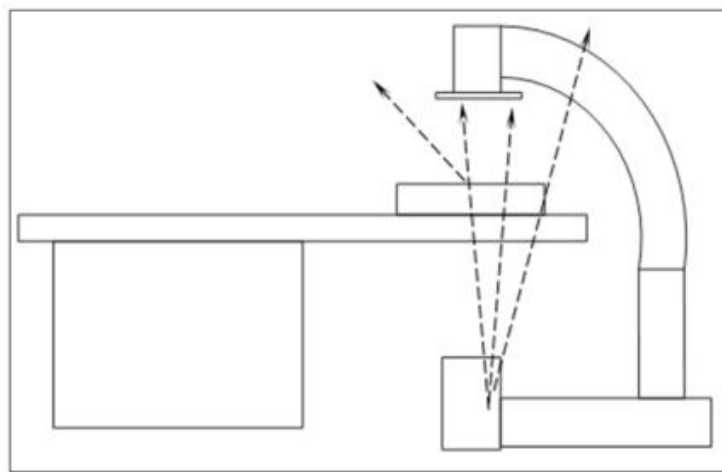


图 9-2 DSA 机工作示意图

9.1.3 操作流程

医用血管造影 X 射线机（DSA）进行曝光时分为诊断和介入治疗两种情况。

（1）诊断

诊断采用隔室操作方式，通过控制 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）介入治疗

介入治疗采用近合同室操作方式，通过控制的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间隙式透视。具体方法是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床旁，距设备的 X 线管（0.8~1.0）m 处，位于非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、介入防护手套等），DSA 设备的手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师、护士佩戴防护用品，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 X 线系统进行透视（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。每台手术 X 线系

统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术结束后关机，病人离开介入室。

9.1.4 污染因子

医用血管造影 X 射线机（DSA）和在正常曝光期间主要的污染因子为 X 射线、臭氧、氮氧化物等。由于项目注入的造影剂不含放射性，不会产生放射性废物。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。

介入手术操作流程及产污环节见图 9-3。

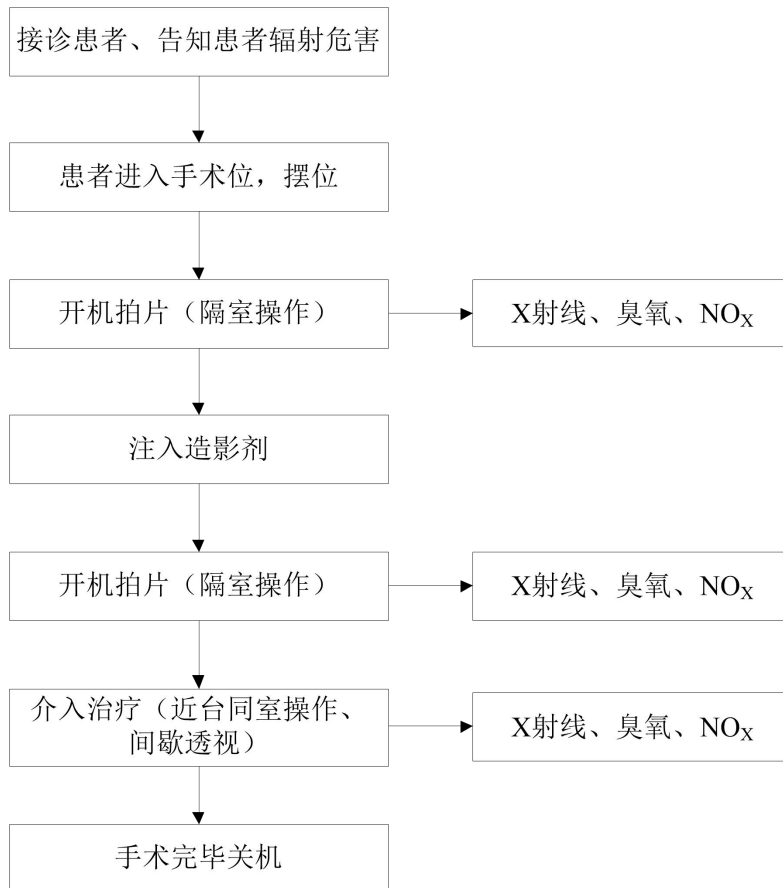


图 9-3 设备操作流程及产污环节示意图

9.1.5 医护、患者、污物流动路线

(1) 医护人员流动路线

医护人员在换鞋区换鞋后进入更衣室，更衣后沿通道至操作间，经操作间门进入 DSA 手术室。

(2) 患者流动路线

患者经过缓冲区由手术室东侧的患者防护门进入手术室。

(3) 污物流动路线

污物在手术室由专用包装袋、容器分类收集后，由北侧的污物门运出至污物间，定期送往医疗废物中心，最终委托有资质的单位处置。

项目医护人员、患者、污物流动路线详见图 1-5。

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况下污染途径

医用血管造影 X 射线机（DSA）开机时发出 X 射线，X 射线贯穿手术室的屏蔽墙进入外环境，对操作间内职业工作人员及手术室周围公众产生外照射影响；在介入手术过程中，对手术室内医护人员造成较高剂量的外照射。

此外，X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，由于项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少，通过在手术室安装动力通风装置，可满足手术室通风换气要求。

项目注入的造影剂不含放射性，采用先进的数字显影技术，无废显影液和定影液产生。手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物在手术室由专用包装袋、容器分类收集后，由北侧的污物门运出至污物间，定期送往医疗废物中心，最终委托有资质的单位处置。项目医护人员产生少量的生活污水进入医院污水处理站，生活垃圾经垃圾桶分类收集后由环卫部门统一处理。

9.2.2 事故工况下污染途径

项目医用血管造影 X 射线机（DSA）属于 II 类射线装置，运行中可能发生的辐射安全事故如下：

(1) 射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽将照射参数设置错误，使受检者或职业人员受到超剂量照射。

(2) 无关医护人员在防护门关闭后未撤离手术室，设备运行造成额外照射。

(3) 设备维修期间，维修人员在检修设备时，误开机出束，造成误照射。

(4) 介入治疗时，医生未穿戴防护用品进入手术室，或未配置合格的防护用品，使医生受到较高剂量的附加照射。

(5) 安全警示装置发生故障，防护门打开，其他人员误入正在运行的手术室造成额外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），辐射工作场所应分为控制区及监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：把需要或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。

监督区：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，但要经常对职业照射条件进行监督和评价。

根据项目位置平面布局，将手术室防护屏蔽体（包括屏蔽墙、顶棚、地板、防护门、防护窗等）以内的区域划分为控制区。与手术室相邻的东侧患者缓冲区走廊、操作间、设备间划为监督区；南墙外室外、西墙外室外、北墙外室外 2m 范围内以及北邻污物间等划分为监督区。

项目分区示意图见图 10-1。

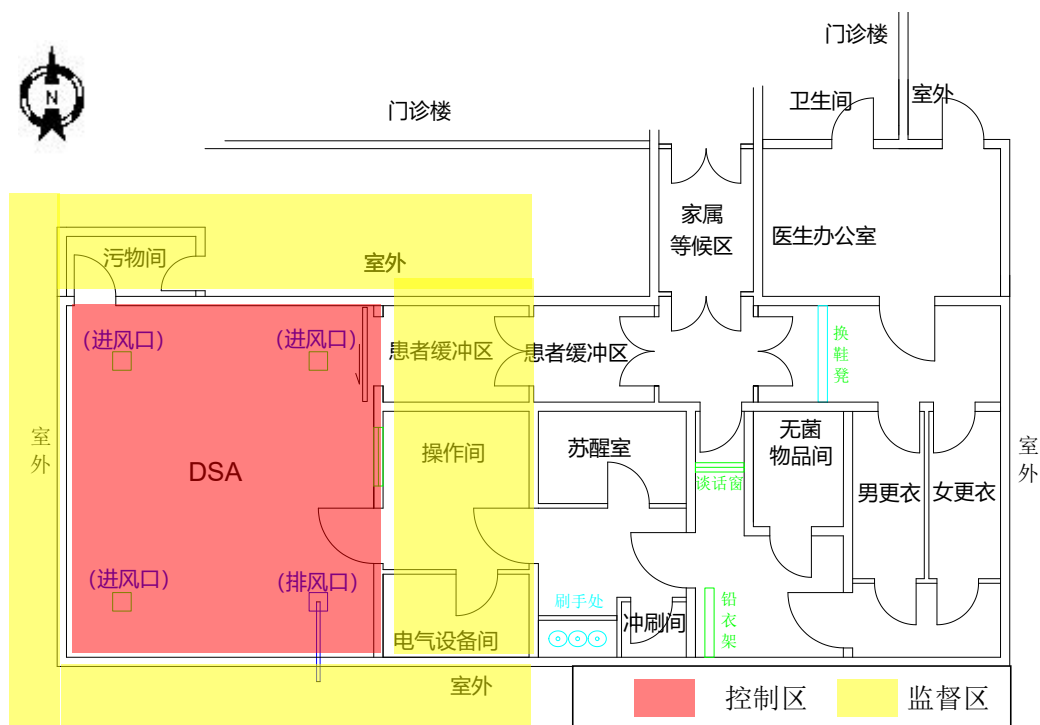


图 10-1 手术室工作场所分区管理示意图

10.1.2 辐射防护屏蔽设计

10.1.2.1 设备固有的主动防护技术

设备应该但不限于以下先进的主动防护技术：

(1) 采用悬吊 C 臂机架，配有进口 X 射线成像装置，是一套技术过硬的数字化血管造影诊疗系统。

(2) 在手术室内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采集功能的控制键。

(3) 配备有能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

(4) 介入操作中，设备控制台和手术室内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光记录。

10.1.2.2 工作场所辐射屏蔽设计

根据医院提供的资料，介入中心位于门诊楼东南侧，与门诊楼相接，总建筑面积约 190m²，主要建设内容包括 1 间 DSA 手术室以及操作间、设备间、操作间、苏醒室、谈话间、无菌物品间、冲刷间、铅衣存放处、更衣室等其他辅助用房及区域。介入中心建筑为单层建筑。

项目 DSA 手术室的建设规模见表 10-1，辐射防护屏蔽参数详见表 10-3。

表 10-1 项目 DSA 手术室建设规模参数一览表

位置	建设规模
DSA 手术室	长 7.45m、宽 6.5m，高 2.8m。有效使用面积约 48.4m ² 。

注：机房装饰吊顶高度为 2.8m，建筑高度为 4.5m。

根据《放射诊断放射防护要求》（130-2020）附录 C 公式 C.1 和 C.2，混凝土、铅和砖的 α 、 β 、 γ 取值自附录 C 表 C.2 和表 C.3。见表 10-2

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (C.1)$$

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \dots\dots\dots (C.2)$$

表 10-2 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

电压	材料	α	β	γ
150kV	铅	1.757	5.177	0.3156
	混凝土	0.03243	0.08599	1.467

计算得在管电压 150kV 下，120mm 混凝土的等效铅当量约 1.15mmPb。

参考《辐射防护手册 第三分册》P63，150kV 下，密度 1.6g/cm³ 的砖，340mm 厚相当于 3mm 厚铅当量，因此本项目 370mm 砖墙（按标准密度 1.65g/cm³）保守取 3mmPb 铅当量。

表 10-3 手术室的辐射屏蔽防护参数一览表

位置	屏蔽措施	等效铅当量
四周墙体	370mm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡板	6.0mmPb
顶棚	120mm 水泥现浇板+3mmPb 硫酸钡板	4.15mmPb
地板	地下为土层，未做防护处理	/
观察窗	4mmPb 当量的铅玻璃和窗框（1200mm×800mm）	4.0mmPb
操作间门	4mmPb 电动单开门（1000mm×2100mm）	4.0mmPb
患者门	4mmPb 电动推拉门（1400mm×2100mm）	4.0mmPb
污物门	4mmPb 手动单开门	4.0mmPb

10.1.2.3 安全防护措施

（1）手术室患者防护门和工作人员防护门外应设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志，候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

（2）防护门上方应设置醒目的工作状态指示灯，指示灯的灯箱上应设有“射线有害，灯亮勿入”的警示语句。指示灯与患者进出防护门应能够有效联动。

（3）患者进出门拟设置为电动推拉门，设置曝光时关闭机房门的管理措施，宜设置防夹装置。

（4）操作间设置有观察窗，便于操作人员观察手术室内工作人员、患者状态及防护门开闭情况。

(5) 手术室内布局合理, 尽量避免有用线束直接照射门、窗和管线口(包括线缆沟、通风管道等)位置和工作人员操作位。

(6) 手术室拟设置动力通风装置, 设备运行时应打开以保持良好的通风。在手术室天花板顶部设置 3 个 20cm×20cm 的进风口和 1 个 20cm×20cm 的排风口, 可防止手术室空气中臭氧和氮氧化物等有害气体的累积。

(7) 手术室内应配备铅当量不小于 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏、0.5mmPb 铅防护吊帘、0.5mmPb 床侧防护帘、0.5mmPb 床侧防护屏、2mmPb 移动铅防护屏风(选配)等辅助防护设施, 具体数量根据使用需求进行调整。应为放射工作人员配备铅当量不小于 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、0.5mmPb 的铅橡胶颈套、0.025mmPb 介入防护手套、0.25mmPb 铅防护眼镜、0.25mmPb 铅橡胶帽子(选配)等个人防护用品, 具体数量根据使用需求进行调整, 并正确佩戴个人剂量计。为患者配备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。对病人病灶进行照射时, 将病人病灶以外的部位用防护用品(其中儿童铅当量不小于 0.5mmPb)进行遮盖, 以避免病人受到不必要的照射。

项目配备的个人防护用品和辅助防护设施要求见表 10-5。

表 10-5 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘/床侧防护屏/床侧防护帘 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	不需要
注: 工作人员的个人防护用品和辅助防护设施的数量根据实际需求灵活调整, 应能满足使用要求; 成人和儿童患者或受检者的个人防护用品各 1 套。				

10.2 “三废”的治理

项目注入的造影剂不含放射性，设备在运行过程中不产生放射性“三废”。项目医护人员产生少量的生活污水及生活垃圾，统一纳入医院污水处理系统及生活垃圾清运系统。

10.2.1 废水

项目采用先进的数字显影技术，无废显影液和定影液产生。

10.2.2 废气

设备在开机并处于出束状态时，X射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，由于项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求：机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

手术室屋顶拟安装独立的动力通风装置，动力通风装置通过新风管道穿过手术室南墙上端位置接入手术内部，在手术室内天花板顶部设置3个20cm×20cm的进风口和1个20cm×20cm的排风口，手术室内产生的微量臭氧、氮氧化物经排风口通过管道直接从手术室南墙上端穿出，排出室外。设备运行时应打开以保持良好的通风，可防止手术室空气中臭氧和氮氧化物等有害气体的累积。

10.2.3 固体废物

项目采用先进的数字显影技术，不会产生废胶片。介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物在手术室经专用包装袋、容器分类收集后，由北侧的污物门运出至污物间，定期送往医疗废物中心集中处置。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

根据现场踏勘，项目手术室及其辅助用房的土建工程已建设完成。项目施工期对环境的影响主要为装修过程产生的少量施工噪声、废气、废水及建筑垃圾等，施工期对环境的影响是短暂的、局部的，将随建设过程的结束而消失。本次环评介入阶段，项目施工期已结束，故本次不对施工期进行环境影响评价。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 防护能力符合性分析

11.2.1.1 工作场所辐射屏蔽设计符合性

项目 DSA 手术室的防护能力符合性分析见表 11-1。

表 11-1 DSA 手术室防护能力符合性分析

屏蔽防护体名称	屏蔽设计厚度	等效铅当量	标准要求	评价
四周墙体	370mm 实心砖墙+3mmPb 硫酸钡板	6.0mmPb	2mmPb	符合
屋顶	120mm 水泥现浇板+3mmPb 硫酸钡板	4.15mmPb	2mmPb	符合
地板	地下为土层，不做防护处理	/	2mmPb	/
观察窗	4mmPb 当量铅玻璃和窗框	4.0mmPb	2mmPb	符合
操作间门	4mmPb 当量电动单开门+闭门装置	4.0mmPb	2mmPb	符合
患者门	4mmPb 当量电动推拉门	4.0mmPb	2mmPb	符合
污物门	4mmPb 当量手动单开门	4.0mmPb	2mmPb	符合

由表 11-1 可知，手术室四周墙体、观察窗、防护门、屋顶的等效铅当量在 4.15~6mmPb 之间，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。

11.2.1.2 手术室面积和最小单边长度符合性

项目 DSA 手术室机房长 7.45m，宽 6.5m，有效使用面积为 48.4m²，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房内最小有效使用面积 20m²，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。

11.2.2 辐射环境影响分析

(1) 关注点选取

关注点的选取主要考虑可能对放射工作人员或公众产生影响的区域，项目各关注点分布示意图见图 11-1。

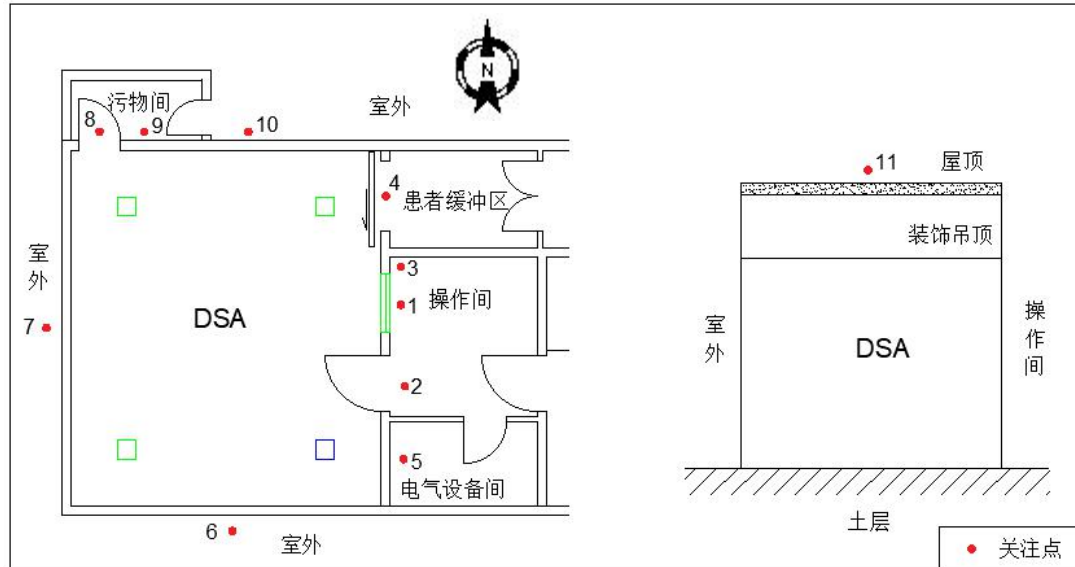


图 11-1 手术室各关注点分布简图

(2) 各关注点剂量率估算

项目 DSA 最大管电压为 150kV，最大管电流为 1000mA。DSA 设备包括透视和采集两种工作模式。根据 ICRP 33《医用外照射源的辐射防护》P55图2，管电压 125 kV 时，2mmAl 滤过下，离靶 1m 处的剂量率约为 11 mGy/mA·min；电压 150 kV 时，2mmAl 滤过下，离靶 1m 处的剂量率约为 15 mGy/mA·min。

根据设备厂家说明书，透视时最大管电压为 125kV，最大管电流取 60mA，距靶点 1m 处的最大剂量率为 $3.96 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ ；采集时最大管电压为 150kV，最大管电流取 1000mA，距靶点 1m 处的最大剂量率为 $9.00 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 。

表 11-2 DSA 不同运行条件下的参数取值

设备	运行条件		距靶点 1m 处的剂量率 H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)
DSA	透视	125 kV, 60mA	3.96E+07
	采集	150 kV, 1000mA	9.00E+08

DSA 设备主束照向患者，各关注点处仅考虑泄漏线和散射线影响，一般射线泄漏率按 0.1%估算。

1) 泄漏周围剂量当量率估算

① 估算方法

泄漏周围剂量当量率计算公式参考《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)。对于给定的屏蔽物质, 屏蔽透射因子依据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 附录 C 计算。

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-1)$$

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中: H—关注点处的泄漏周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$; 周围剂量当量率与空气吸收剂量率换算系数在辐射屏蔽计算时通常取 1Sv/Gy。

f—泄漏射线比率, 取 0.1%;

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

R—靶点至关注点的距离, m;

B—屏蔽透射因子;

X—铅厚度, mm。

α 、 β 、 γ 为铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数, 见表 11-3。

表 11-3 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

电压	材料	α	β	γ
125kV	铅	2.219	7.923	0.5386
150kV	铅	1.757	5.177	0.3156

注: α 、 β 、 γ 取值自 130-2020。

②估算结果

不同模式下各关注点的泄露辐射剂量率估算见表 11-4。

表 11-4 不同模式下各关注点泄漏周围剂量当量率计算结果一览表

工作模式	关注点位置描述	序号	铅当量 (mm)	R (m)	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	B	H ($\mu\text{Sv/h}$)	
透视	东侧	观察窗	1	4	4.5	3.96E+07	8.42E-06	1.65E-02
		操作间门	2	4	3.8	3.96E+07	8.42E-06	2.31E-02
		操作间墙面	3	6	3.2	3.96E+07	9.84E-08	3.80E-04
		患者门	4	4	3.1	3.96E+07	8.42E-06	3.47E-02

采集	东侧	设备间	5	6	3.6	3.96E+07	9.84E-08	3.01E-04	
	南侧	室外	6	6	3.6	3.96E+07	9.84E-08	3.01E-04	
	西侧	室外	7	6	4.1	3.96E+07	9.84E-08	2.32E-04	
	北侧	污物间门	8	4	5.2	3.96E+07	8.42E-06	1.23E-02	
		污物间墙面	9	6	5.1	3.96E+07	9.84E-08	1.50E-04	
		室外	10	6	2.9	3.96E+07	9.84E-08	4.63E-04	
		屋顶	11	4.15	4.5	3.96E+07	6.02E-06	1.18E-02	
	采集	东侧	观察窗	1	4	4.5	9.00E+08	1.50E-05	6.65E-01
			操作间门	2	4	3.8	9.00E+08	1.50E-05	9.33E-01
			操作间墙面	3	6	3.2	9.00E+08	3.71E-07	3.26E-02
			患者门	4	4	3.1	9.00E+08	1.50E-05	1.40E+00
设备间			5	6	3.6	9.00E+08	3.71E-07	2.58E-02	
南侧		室外	6	6	3.6	9.00E+08	3.71E-07	2.58E-02	
西侧		室外	7	6	4.1	9.00E+08	3.71E-07	1.99E-02	
北侧		污物间门	8	4	5.2	9.00E+08	1.50E-05	4.98E-01	
		污物间墙面	9	6	5.1	9.00E+08	3.71E-07	1.29E-02	
		室外	10	6	2.9	9.00E+08	3.71E-07	3.98E-02	
		屋顶	11	4.15	4.5	9.00E+08	1.12E-05	5.00E-01	

2) 散射周围剂量当量率估算

①估算方法

关注点处的散射周围剂量当量率参考《辐射防护手册第一分册》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987）中给出的公式计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (S/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：H—关注点处的患者散射周围剂量当量率，μSv/h；周围剂量当量率与空气吸收剂量率换算系数在辐射屏蔽计算时通常取 1Sv/Gy。

H₀—距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/h；

α—患者对 X 射线的散射比，取自《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1，在 125kV 下射线散射与入射 X、γ射线照射量之比值 a 为 0.0015（90° 散射，相对于 400cm² 散射面积）；在 150kV 下射线散射与入射 X、γ射线照射量之比值 a 为 0.0016（90° 散射，相对于 400cm² 散射面积）；

S—散射面积，取典型值 400cm²；

d_0 —源与患者的距离，一般取 0.8m；

d_s —患者与关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子。

②估算结果

不同模式下各关注点的散射辐射剂量率估算见表 11-5。

表 11-5 不同模式下各关注点散射周围剂量当量率计算结果一览表

工作模式	关注点位置描述	序号	铅当量 (mm)	d_s (m)	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	B	H ($\mu\text{Sv/h}$)	
透视	东侧	观察窗	1	4	4.5	3.96E+07	8.42E-06	3.86E-02
		操作间门	2	4	3.8	3.96E+07	8.42E-06	5.41E-02
		操作间墙面	3	6	3.2	3.96E+07	9.84E-08	8.92E-04
		患者门	4	4	3.1	3.96E+07	8.42E-06	8.13E-02
		设备间	5	6	3.6	3.96E+07	9.84E-08	7.05E-04
	南侧	室外	6	6	3.6	3.96E+07	9.84E-08	7.05E-04
	西侧	室外	7	6	4.1	3.96E+07	9.84E-08	5.43E-04
	北侧	污物间门	8	4	5.2	3.96E+07	8.42E-06	2.89E-02
		污物间墙面	9	6	5.1	3.96E+07	9.84E-08	3.51E-04
		室外	10	6	2.9	3.96E+07	9.84E-08	1.09E-03
		屋顶	11	4.15	4.5	3.96E+07	6.02E-06	2.76E-02
采集	东侧	观察窗	1	4	4.5	9.00E+08	1.50E-05	1.66E+00
		操作间门	2	4	3.8	9.00E+08	1.50E-05	2.33E+00
		操作间墙面	3	6	3.2	9.00E+08	3.71E-07	8.16E-02
		患者门	4	4	3.1	9.00E+08	1.50E-05	3.51E+00
		设备间	5	6	3.6	9.00E+08	3.71E-07	6.45E-02
	南侧	室外	6	6	3.6	9.00E+08	3.71E-07	6.45E-02
	西侧	室外	7	6	4.1	9.00E+08	3.71E-07	4.97E-02
	北侧	污物间门	8	4	5.2	9.00E+08	1.50E-05	1.25E+00
		污物间墙面	9	6	5.1	9.00E+08	3.71E-07	3.21E-02
		室外	10	6	2.9	9.00E+08	3.71E-07	9.94E-02
		屋顶	11	4.15	4.5	9.00E+08	1.12E-05	1.25E+00

3) 各关注点处周围剂量当量率

根据表 11-4、表 11-5，不同模式下各关注点处总周围剂量当量率见表 11-6。

表 11-6 不同工作模式下各关注点总周围剂量当量率计算结果一览表

工作模式	关注点位置描述		序号	泄漏剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
透视	东侧	观察窗	1	1.65E-02	3.86E-02	5.50E-02
		操作间门	2	2.31E-02	5.41E-02	7.72E-02
		操作间墙面	3	3.80E-04	8.92E-04	1.27E-03
		患者门	4	3.47E-02	8.13E-02	1.16E-01
		设备间	5	3.01E-04	7.05E-04	1.01E-03
	南侧	室外	6	3.01E-04	7.05E-04	1.01E-03
	西侧	室外	7	2.32E-04	5.43E-04	7.75E-04
	北侧	污物间门	8	1.23E-02	2.89E-02	4.12E-02
		污物间墙面	9	1.50E-04	3.51E-04	5.01E-04
		室外	10	4.63E-04	1.09E-03	1.55E-03
		屋顶	11	1.18E-02	2.76E-02	3.94E-02
采集	东侧	观察窗	1	6.65E-01	1.66E+00	2.33E+00
		操作间门	2	9.33E-01	2.33E+00	3.27E+00
		操作间墙面	3	3.26E-02	8.16E-02	1.14E-01
		患者门	4	1.40E+00	3.51E+00	4.91E+00
		设备间	5	2.58E-02	6.45E-02	9.03E-02
	南侧	室外	6	2.58E-02	6.45E-02	9.03E-02
	西侧	室外	7	1.99E-02	4.97E-02	6.96E-02
	北侧	污物间门	8	4.98E-01	1.25E+00	1.74E+00
		污物间墙面	9	1.29E-02	3.21E-02	4.50E-02
		室外	10	3.98E-02	9.94E-02	1.39E-01
		屋顶	11	5.00E-01	1.25E+00	1.75E+00

由表 11-6 可知，在透视状态下，DSA 手术室各屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率最大为 $1.16 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

11.2.3 个人剂量估算

11.2.3.1 工作量

本项目 DSA 运行包括透视和采集两种模式。项目运行后，每年进行手术 300 例，平均每台手术透视时间 15min，采集 2min。

项目在不同工作模式下年开机时间见表 11-7。

表 11-7 不同工作模式下的开机时间一览表

设备名称	工作模式	管电压 (kV)	管电流 (mA)	单台手术平均出束时间	年预计手术次数(台)	年累积出束时间
DSA	透视	125	60	15min	300	75h
	采集	150	1000	2min	300	10h

11.2.3.2 估算方法

相关人员受到的年有效剂量计算公式如下：

$$H_w = H_R \cdot K \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots \dots \dots (11-4)$$

式中： H_w — 年有效剂量，mSv/a；

H_R — 手术室外周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

K — 有效剂量与吸收剂量换算系数，取 1Sv/Gy；

t — 出束时间，h/a；

T — 人员居留因子，参照 GBZT201.1-2007 附录 A 取值。

11.2.3.3 估算结果

(1) 职业人员年附加剂量

在采集模式下，项目 DSA 手术室的操作间内配备 1 名放射影像工作人员，采取隔室操作的方式，通过观察窗和操作台上监控系统观察手术室内病人情况；在透视模式下，项目手术室内各配备 2 名和 2 名护士，对患者进行手术。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 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”。因此，本次介入手术医生年附加剂量估算不包括采集模式。

介入手术时第一术者位医生穿戴铅衣、介入防护手套、头戴铅帽、铅眼镜等防护用品，位于铅悬吊屏和床侧铅帘后；第二术者位护士/助手穿戴铅衣等防护用品，位于移动铅屏风后。

①控制室内职业人员年附加有效剂量估算

根据表表 11-6 计算结果，结合公式 11-4，操作间内职业人员可能受到的年有效剂量见表 11-8。

表 11-8 操作间内职业人员附加年有效剂量估算结果一览表

关注点 位置描述	透视状态		采集状态		居留 因子	年有效剂量估算 (mSv/a)
	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	出束时间 (h/a)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	出束时间 (h/a)		
观察窗	5.50E-02	75h	2.33E+00	10	1	2.74E-02
操作间门	7.72E-02	75h	3.27E+00	10	1	3.84E-02
操作间墙面	1.27E-03	75h	1.14E-01	10	1	1.24E-03

由表 11-8 可知，项目运行时，操作间内职业人员放射影像医师受到的附加年有效剂量最大值为 $3.84 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，放射影像医师从放射科现有工作人员调配，结合个人剂量检测报告，该名工作人员（张波）最近一年（最近四个季度）年有效剂量为 0.15mSv ，在叠加本项目受到的照射剂量后，剂量为 0.19mSv ，仍低于 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中年剂量限值（职业人员 20mSv ）及本次评价所取的年剂量约束限值（职业人员 5.0mSv ）。

②介入手术室医生年附加有效剂量估算

根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）附录 B 中表 B.1 X 射线透视设备的检测项目及技术要求“7、非直接荧光屏透视设备透视防护区检测平面上周围剂量当量率不大于 $400 \mu\text{Gy/h}$ ”，因此本次评价保守按照 X 射线设备在确保铅悬挂防护屏和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，手术医生和护士铅衣外按照在透视防护区测试平面上的空气比释动能率为 $400 \mu\text{Gy/h}$ 进行计算。手术医护人员从医院心内科工作人员中调配，除介入手术外不从事其他放射工作。

根据公式 11-2 计算可知，管电压 125kV 时，手术医生穿 0.5mmPb 厚铅衣的辐射透射因子 B 为 5.57×10^{-2} ，护士穿 0.5mmPb 厚铅衣与采用 2mmPb 厚移动铅屏风的辐射透射因子 B 为 2.50×10^{-4} 。DSA 透视情况下年累积出束时间 75h ，则介入手术所致手术室内操作医生年剂量为 1.67mSv ，护士年剂量为 $7.50 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，介入手术医生和护士受到的附加年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基

本标准》（GB18871-2002）中年剂量限值（职业人员 20mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（职业人员 5.0mSv）。

表 11-9 介入手术医护人员附加年有效剂量估算结果一览表

职务	年有效剂量估算（mSv/a）
医生	1.67
护士	7.50×10^{-3}

事实上，上述估算偏保守，忽略了 DSA 设备材料的衰减作用，此外项目 DSA 设备床边操作系统、床边剂量控制系统等防护设施可实时显示剂量率、调节运行档位。因此，项目 DSA 在正常运行情况下，医护人员实际受到的年附加剂量率小于理论计算值。

（2）公众年附加剂量估算

根据表 11-6 计算结果，结合公式 11-4，项目正常运行时，公众受到的年有效剂量见表 11-10。

表 11-10 公众受到的年有效剂量估算结果一览表

关注点位置描述		透视状态		采集状态		居留因子	年有效剂量估算（mSv/a）
		周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	出束时间（h/a）	周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	出束时间（h/a）		
东侧	患者防护门	1.16E-01	75	4.91E+00	10	1/8	7.22E-03
	设备间	1.01E-03	75	9.03E-02	10	1/20	4.89E-05
南侧	室外	1.01E-03	75	9.03E-02	10	1/40	2.45E-05
西侧	室外	7.75E-04	75	6.96E-02	10	1/40	1.89E-05
北侧	污物门	4.12E-02	75	1.74E+00	10	1/40	5.13E-04
	污物间墙面	5.01E-04	75	4.50E-02	10	1/40	1.22E-05
	室外	1.55E-03	75	1.39E-01	10	1/40	3.77E-05
	屋顶	3.94E-02	75	1.75E+00	10	1/40	5.11E-04

由表11-10可知，设备运行时，手术室周围公众受到的年有效剂量最大值为 $7.22 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量限值（公众人员 1mSv）及本次评价所取的年剂量约束限值（公众人员 0.25mSv）。

11.2.4 废气环境影响分析

设备在开机并处于出束状态时，X射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，由于项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求：机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

手术室屋顶拟安装独立的动力通风装置，动力通风装置通过新风管道穿过手术室南墙上端位置接入手术内部，在手术室内天花板顶部设置3个20cm×20cm的进风口和1个20cm×20cm的排风口，手术室内产生的微量臭氧、氮氧化物经排风口通过管道直接从手术室南墙上端穿出，排出室外。设备运行时应打开以保持良好的通风，可防止手术室空气中臭氧和氮氧化物等有害气体的累积。

11.2.5 废水影响分析

项目采用先进的数字显影技术，注入的造影剂不含放射性，无废显影液和定影液产生。项目医护人员产生少量的生活污水，统一纳入医院污水处理系统。

11.2.6 固体废物影响分析

项目采用先进的数字显影技术，不会产生废胶片。介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物在手术室经专用包装袋、容器分类收集后，由北侧的污物门运出至污物间，定期送往医疗废物中心集中处置。医护人员产生少量的生活垃圾经垃圾桶分类收集后由环卫部门统一处理。

项目产生的固体废物均得到妥善处置，对环境影响较小。

11.3 事故风险评价及应急预案

11.3.1 风险识别及评价

结合DSA装置工艺流程，项目存在的潜在事故风险因素主要有：

（1）射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽将照射参数设置错误，使患者或职业人员受到超剂量照射。

（2）无关人员在防护门关闭后未撤离手术室，射线装置开始运行，造成额外照射。

（3）医生在手术室内为患者摆位或进行其它术前准备工作时，控制室操作台处操作人员误开机出束，对手术室内医生造成误照射。

（4）设备维修期间，维修人员在检修设备时，误开机出束，造成误照射。

(5) 介入治疗时，医生未穿戴防护用品进入手术室，或未配置合格的防护用品，使医生受到较高剂量的附加照射。

(6) 安全警示装置发生故障时，患者门无法正常关闭，其他医护人员误入正在运行的手术室造成额外照射。

11.3.2 事故情况下剂量分析

11.3.2.1 事故工况

DSA 射线装置诊断检查时，可能发生事故风险主要是由于人员疏忽在射线装置在管理上出问题，从而对医护人员、患者以及公众造成不利影响。其次是医疗设备及其安全装置遭到破坏而产生放射辐射事故。

11.3.2.2 事故情况下的剂量分析

假设因射线装置发生控制系统或电器系统故障由于人员疏忽误操作，受到 X 射线直接照射，距靶点 1m 处剂量率透视取 $3.96 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$ ，采集取 $9.00 \times 10^8 \mu\text{Sv/h}$ ，则距靶点 1m 处达到确定性效应阈值下限（0.1Sv）的时间分别为透视约 9.09s、采集约 0.4s。若设备曝光时，手术室内有人员滞留或误入，在无任何屏蔽措施条件下受到 X 射线照射，则在透视情况下距离设备 1m 处 1min 受到的剂量为 0.66Sv，采集下 1min 受到的剂量为 15Sv。在前述条件下，透视约 0.09s 或采集约 0.004s 后，误入人员受到的剂量将高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中年剂量限值（公众人员 1mSv）；在透视约 1.82s 或采集约 0.08s 后，误入人员受到的剂量将高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中年剂量限值（职业人员 20mSv）。

由此可知，职业人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行放射工作前按要求穿戴好各种个人防护用品，并定期检查手术室的防护性能及有关安全警示标志是否正常，坚决杜绝人员受到有用线束的直接照射，避免无关人员误入正在曝光的手术室。

11.3.3 辐射事故预防措施

针对以上辐射事故，本评价提出以下预防措施以避免辐射事故发生：

(1) 定期对 DSA 设备的安全和防护措施进行检查，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处置。

(2) 加强放射工作人员的管理与业务培训，确认各项管理制度的执行情况。除存在临床不可接受的情况下，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对

患者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。针对 DSA 制定相关的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在控制室醒目位置），放射工作人员必须严格按照操作规程进行操作，避免因误操作造成工作人员和公众受到意外辐射。

（3）射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动射线装置。

（4）介入医生做好个人防护，介入手术前配备必要的铅衣、铅眼镜、铅围裙、铅屏风及铅帘等防护用品，按照 GBZ128 规定正确佩戴个人剂量计。

（5）手术室门外明显处应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。定期检查门灯联锁装置，确保门灯联锁装置正常运行，防止人员误入。

（6）定期对辐射工作场所的安全防护装置进行维护、保养。配备必要的辐射监测仪器，对工作场所实施必要辐射环境监测，及时发现使用过程中可能存在的射线的泄露。

（7）辐射应急管理机构应对本项目的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，一旦事故发生时可立即执行。

11.3.4 辐射事故应急处理措施

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

（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，如果受照剂量较高，应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，缩小事故影响，减少事故损失。

（4）在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

（5）事故处理后应收集资料，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。

（6）对可能发生的辐射事故，应采取措施避免事故的发生。制定相关制度在事故发生时能妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报生态环境主管部门和卫生部门。当发生辐射照射事故时，应在第一

时间通报当地生态环境主管部门和公安部门。

11.3.5 辐射事故应急预案

为有效防护、及时控制辐射事故所致的伤害，加强射线装置安全监测和控制等管理工作，保障放射相关工作人员以及射线装置周围人员的健康安全，避免环境辐射污染，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）、《陕西省放射性污染防治条例》和其他有关法律法规、智能管理部门要求，医院应制定《辐射事故应急预案》。根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的〈陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表〉的通知》要求，医院制定的应急预案中应包括下列内容：

- （1）可能发生的辐射事故及危害程度分析；
- （2）应急组织指挥体系和职责分工；
- （3）应急人员培训和应急物资准备；
- （4）辐射事故应急响应措施；
- （5）辐射事故报告和处理程序。

依照《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号）有关要求，针对可能发生的风险事故，医院应根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围，执行辐射事故应急预案。

一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门，同时上报公安部门；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应向当地卫生行政部门报告。及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

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

为了保证项目设备调试和运行期的辐射防护措施落实情况，指导和督促从事放射诊断活动的科室和人员做好辐射安全和放射防护工作，医院应按照《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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等要求，成立辐射安全管理机构，负责解决实践中出现的各种辐射安全与防护问题，确保射线机的正常运行。同时，设立专（兼）职辐射安全管理人员，负责对射线装置的常规检查和手术室的辐射防护与安全工作，开展业务培训，组织应急演练，接受上级主管部门和卫生部门的检查。

医院已成立了辐射防护与环境保护管理机构，法定代表人刘银侠任组长，副院长李耿舟、党连峰、齐海鹏 3 人为副组长，成员包括机关职能科长、临床科室主任、医技科室主任等人。辐射安全与防护工作领导小组下设办公室，办公室主任由总务科长担任，成员由机关职能科长、临床科室主任、医技科室主任组成。负责辐射安全与防护工作的具体组织、协调、督查与指导。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 辐射安全管理标准化建设

根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29 号），核技术利用单位应进行辐射安全管理标准化建设。

医院现有的辐射安全管理与标准化建设的具体要求对照情况见表 12-1。

表 12-1 辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全管理部分）

管理内容	管理要求
*制度执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整。
	建立射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立射线装置台账。
	建立射线装置的岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案。
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案。
	建立辐射工作人员个人剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门，保证个人剂量检测档案的连续有效性。
	建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期进行辐射工作人员的职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档案的连续有效性。
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度，包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容，并建立维护、维修记录档案。
	建立辐射环境监测制度，定期对场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案。
	建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案。
*应急管理	结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行应急演练。
	辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序。
注：表中标注有“*”内容为关键项，为强制性规范要求。	

12.2.2 医院辐射安全管理现状

医院遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《陕西省放射性污染防治条例》等法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度建立、落实以及档案管理等方面运行较好。

(1) 医院已制定了一系列辐射防护管理规章制度，包括：《医院辐射防护和安全保卫制度》《射线装置操作规程》《辐射安全和防护专业知识及相关法律

法规培训计划》《辐射环境监测计划》《辐射工作人员个人剂量管理制度》和《辐射事故应急预案》等，并在工作中予以贯彻落实。

医院应完善射线装置管理制度，建立台账；完善各类岗职责、操作规程；建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度；建立辐射工作人员职业健康体检管理制度。医院在今后日常工作中应严格落实各项辐射安全管理制度，并根据实际工作对其进行不断完善，使之更满足辐射安全管理要求。医院应进一步完善辐射事故应急预案，并加强应急演练。

(2) 根据医院提供的放射工作人员名单，接触放射的工作人员 39 名，5 名工作人员参加了辐射安全与防护培训，取得了培训合格证书。建议对仅从事 III 类射线装置使用活动的放射工作人员，医院自行组织考核；从事 II 类射线装置使用活动的工作人员应及时参加辐射安全与防护培训，经考核取得培训合格成绩单后方能上岗。

(3) 医院现有的放射工作人员中 35 人配备了个人剂量计，并委托有资质的单位对其进行个人剂量监测，每季度检测一次，建立了个人剂量档案并存档，个人剂量检测报告结果显示，连续四个季度的累积剂量最大为 0.82mSv，均满足不大于 5mSv 的剂量管理目标值。4 人未配备个人剂量计，医院应及时委托有资质的单位对其进行个人剂量监测。

(4) 根据医院提供的资料，接触放射的工作人员 39 名。参与体检的放射工作人员 38 名，体检结果显示“可以从事放射工作”，1 名放射工作人员（陈军）未见职业健康检查，医院应及时组织所有放射工作人员进行职业健康检查。

(5) 2020 年 10 月，医院委托陕西思迈奥健康科技服务有限公司对 4 台医用 X 射线设备（分别为 X 射线摄影系统（DR）、CT、胃肠机和 C 型臂）进行了工作场所放射防护检测，报告编号：思迈奥（FH）字（2020）第 316-2 号。移动 X 线机和钨靶机目前处于停用状态，未进行放射工作场所的年度防护检测，医院应及时对这两台射线装置向主管部门办理报废手续。

根据检测报告可知：DR、CT、胃肠机和 C 型臂放射工作场所的工作人员操作处、观察窗、机房防护门外、四周墙体外、管线口、顶棚和地板的周围剂量当量率检测结果均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。

(6) 医院尚未配备便携式辐射剂量监测仪，本项目DSA属II类射线装置，环评要求医院尽快配备1台便携式X、 γ 空气比释动能率仪，每年应将X- γ 辐射剂量率仪送至计量站进行检定或校准，并将检定或校准证书存档。

12.2.3 本项目辐射安全管理制度

按照表 12-1 对照陕环办发〔2018〕29 号相关要求，医院现有的辐射安全管理制度基本能够满足管理要求，医院还应建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度；建立辐射工作人员职业健康体检管理制度。

针对本次 DSA 项目，环评提出以下要求：

(1) 本项目医用血管造影 X 射线机（DSA），为II类射线装置，项目建成后将其纳入医院现有的辐射安全管理制度及射线装置事故应急预案。

(2) 医院应针对本次新增的 DSA 制定相关制度、DSA 操作规程、岗位职责等，落实辐射工作人员辐射安全培训、体检及个人剂量监测工作，在今后日常工作中应严格落实各项辐射安全管理制度中的内容，根据今后实际工作对其进行不断完善，能够满足辐射安全管理的要求。

(3) 医院应落实全部放射工作人员定期参加辐射安全与防护培训，项目拟配备的放射工作人员应全部参加辐射安全与防护培训，持证上岗；上岗前应进行职业健康检查，检查合格者方能进行相关放射工作；应正确佩戴个人剂量计，并建立个人剂量档案；介入放射学医护人员建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内外各佩戴一个剂量计）。

在岗放射工作人员查出的职业病禁忌者或需要复查后再进行放射工作适宜性评价者，应尽快调整岗位或复查。

(4) 医院应每年就辐射环境自主监测设备，送至计量站进行检定，并将检定证书存档。

(5) 环评报批后，医院需及时向发证机关办理重新申领辐射安全许可证事项。

(6) 医院应不断完善辐射事故应急预案，并加强应急演练。

12.3 辐射监测

12.3.1 现有项目的辐射监测开展情况

医院现有辐射工作人员佩戴个人剂量计上岗，并每季度进行检测。

医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，包括射线装置机房屏蔽体外和防护门等关注点，每年向辐射安全许可证发证机关提交医院射线装置的安全和防护状况年度评估报告。

医院尚未配备 X- γ 辐射监测仪等监测仪器，环评要求医院尽快配备 1 台便携式 X、 γ 空气比释动能率仪，定期巡检并建立监测数据档案。

13.3.2 本项目辐射监测计划

本项目建成投产后，应定期对新建的手术室进行监测，监测要求如下：

(1) 辐射工作场所环境监测

①委托有资质单位对本次新建的手术室等工作场所进行监测，监测频次不小于 1 次/年，辐射工作场所环境监测结果应详细记录并存档；

②医院应对手术室制定日常监测计划，利用 X- γ 辐射监测仪定期对新建的手术室进行监测，若发现异常情况，应立即采取应急措施，停止辐射工作，并查找原因；

③将本次新建的手术室等工作场所的检测结果纳入医院辐射安全和防护状况年度评估报告中，在每年的 1 月 31 日之前上报项目辐射安全许可证发证机关。

(2) 个人剂量监测

①项目放射工作人员从医院现有放射工作岗位上调配，调岗后不从事原放射工作。放射工作人员已配置个人剂量计，委托有资质单位定期对放射工作人员进行个人剂量检测，建立个人剂量检测档案；

②在每年的辐射安全和防护状况评估报告中，应包含放射工作人员个人剂量检测数据及安全评估的内容。

项目具体辐射监测计划见表 12-2。

表 12-2 项目辐射监测计划一览表

序号	监测区域及点位	检测内容	监测频次
1	手术室周围环境巡测	X- γ 剂量率	每月/每季度自检 1 次， 每年由有资质单位监测 1 次
2	手术室墙体外表面 30cm 处、防护门外表面 30cm 处、观察窗外表面 30cm、操作位、线沟等		
3	放射工作人员个人剂量计	个人剂量	由有资质单位检测， 每 3 个月监测一次
备注：介入放射学设备应在正常透视情况下监测。			

12.4 辐射应急事故

1. 现有核技术利用项目应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院根据可能发生的辐射事故的风险，已制定了《辐射事故应急预案》，内容包括：应急机构及其职责、辐射事故分类、应急预案通讯联系、应急程序、事故的调查及处理报告。医院应根据《陕西省放射性污染防治条例》和《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的〈陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表〉的通知》要求，完善并细化《辐射事故应急预案》中各项流程，将本项目可能发生的辐射事故纳入应急预案。

2. 应急预案执行情况

根据现场调查，医院运行至今尚未发生放射性事故，未启动过该应急预案。

一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报当地环境保护主管部门及省级环境保护主管部门，同时上报公安部门，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，并及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

本环评要求项目及运行后，还应做好以下工作：

- (1) 医院每年应组织人员进行应急演练，并做好记录；
- (2) 根据国家最新法律法规、结合医院实际情况，及时对应急预案进行补充修改完善，使其更能符合实际要求。

12.5 环境保护投资与“三同时”环保验收一览表

12.5.1 环保投资

项目预计总投资 650 万元，其中环保投资 71 万元，占总投资的 10.92%。项目环保投资主要用于辐射安全防护设施的建设，个人防护用品和辐射监测仪器购置费用等。项目环保投资明细一览表见表 12-3。

表 12-3 项目环保投资明细一览表

类别	污染源	污染防治措施或设施	费用(万元)
辐射安全防护设施的建设	X 射线	防护门灯连锁装置、红外防夹装置、自动闭门装置、脚感应控制器	8
		电离辐射警告标志、可视警示标志、放射防护注意事项告知栏、摄像监控装置	2
		工作状态指示灯	1
		四周墙体、顶棚、地板、防护门、观察窗等防护屏蔽措施	55
	NO _x 、O ₃	动力通风装置等	2
防护用品	X 射线	铅衣、铅颈套、铅眼镜等个人防护用品；铅悬挂防护屏、床侧防护帘、移动铅防护屏风等辅助防护设施	2
		X-γ辐射剂量率监测仪	1
合计			71

12.5.2 竣工环境保护验收

为规范建设项目竣工环境保护验收的程序和标准，强化医院环境保护主体责任，根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），项目竣工后应及时对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格并取得辐射安全许可证后，方可投入生产或使用。

项目竣工环境保护验收清单见表 12-4。

表 12-4 项目 DSA 手术室竣工环境保护验收清单

序号	项目	验收内容	效果和环境预期目标
1	辐射安全防护措施	防护门外应有电离辐射警告标志、防护门上方应有醒目的工作状态指示灯、灯箱上应设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示标志、应设有门灯联锁装置、候诊区设有放射防护注意事项告知栏、手术室内应有动力通风装置、手术室应设有观察窗或摄像监控装置等、电动推拉门应设有红外防夹装置、平开门应设有自动闭门装置。	警告无关人员不要靠近，保护人员免受不必要的辐射；手术室设有动力通风装置，保持良好的通风。
2	辐射安全管理机构	设立辐射安全管理机构并明确辐射管理专（兼）职人员和相关人员职责	负责整个项目辐射安全与环境管理工作
3	人员管理	检查放射工作人员职业健康档案，疑似放射性疾病人员的调查、复检及处置结果	确保放射工作人员安全
		检查放射工作人员个人剂量档案是否完整、连续，个人剂量超标人员的调查、复检及处置结果	确保放射工作人员安全，项目年有效剂量管理目标值放射工作人员 5mSv，公众人员 0.25mSv
		参加辐射安全和防护知识培训，考核合格方能上岗	确保工作人员持证上岗
4	防护用品	<p>（1）放射工作人员：配备 0.5mmPb 铅橡胶围裙、0.5mmPb 铅橡胶颈套、0.25mmPb 铅橡胶帽子、0.25mmPb 铅防护眼镜、0.025mmPb 介入手套等个人防护用品。DSA 手术室内配备 0.5mmPb 铅悬挂防护屏、0.5mmPb 铅防护帘、0.5mmPb 床侧防护帘、0.5mmPb 床侧防护屏、2mm 移动铅防护屏风等辅助防护设施。</p> <p>（2）受检者：配备 0.5mmPb 铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、0.5mmPb 铅橡胶颈套、0.25mmPb 铅橡胶帽子等成人防护用品；配备 0.5mmPb 铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、0.5mmPb 铅橡胶颈套、0.5mmPb 铅橡胶帽子等儿童防护用品。配备 0.5mm 可调节防护窗口的立位防护屏等辅助防护设施。</p>	放射工作人员及受检者防护用品与辅助防护设施的数量应满足开展工作需要，保证放射工作人员及公众安全。

5	监测仪器	配备 1 台 X-γ辐射剂量率监测仪	定期对辐射工作场所及周围环境进行巡测
		个人剂量计	配备与工作人员数量匹配的个人剂量计(介入手术医护人员铅衣内外各配 1 个)
6	辐射环境管理	辐射事故应急预案、射线装置管理制度、工作人员岗位职责、辐射工作人员培训管理制度、辐射工作人员剂量管理制度、辐射安全设施维护与维修制度、辐射环境监测制度、环境监测设备使用与检定管理制度、全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度、DSA 操作规程、DSA 工作人员岗位职责。	确保辐射环境管理制度贯彻落实，保障人员安全
7	剂量率限值要求	按透视条件，介入手术室屏蔽体外进行防护检测，术者位进行剂量监测。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5μSv/h 的标准限值。术者位满足《医用 X 射线诊断设备质量控制检测》（WS76-2020）透视防护区检测平面上不大于 400μGv/h 的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

医院拟将门诊楼东南侧外原儿科办公场所改建为介入中心（单层构筑物），该建筑通过连廊与门诊楼相连，连廊东侧区域改建为医生办公室。项目总占地面积约 190m²，主要建设内容包括 1 间 DSA 手术室以及操作间、设备间、操作间、苏醒室、谈话间、无菌物品间、冲刷间、铅衣存放处、更衣室等其他辅助用房及区域。

本项目的建设对于改善医院医疗设施条件，促进医院整体医疗水平的提高具有积极的意义，符合《放射诊断放射防护要求》（GB130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践正当性”的要求。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）拟改建的介入中心位于门诊楼东南侧外，通过连廊与门诊楼相接，为单层建筑。根据项目位置平面布局，将手术室防护屏蔽体（包括屏蔽墙、顶棚、地板、防护门、防护窗等）以内的区域划分为控制区。与手术室相邻的东侧患者缓冲区走廊、操作间、设备间划为监督区；南墙外室外、西墙外室外、北墙外室外 2m 范围内以及北邻污物间等划分为监督区。项目布局分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定。

（2）DSA 手术室南北长 7.45m、东西宽 6.5m，有效使用面积约 48.4m²，手术室的有效使用面积和最小单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房内最小有效使用面积 20m²，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。

（3）项目手术室四周墙体的防护铅当量为 6mmPb，顶棚的防护铅当量为 4.15mmPb，地下为土层，不做防护处理，操作间门、患者门、污物门和观察窗的防护铅当量为 4mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“介入 X 射线设备机房有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。

(4) 项目在操作台处设置观察窗，工作人员通过观察窗观察手术室内患者状态；手术室防护门外应设电离辐射警告标志、辐射安全注意事项和工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；指示灯与患者进出门设置有效的联动装置。

(5) 放射工作人员和患者应配备足量的个人防护用品，手术室内配备铅悬挂防护屏、铅防护帘等辅助防护设施。医院应配备 1 台辐射防护用 X、 γ 辐射剂量当量率仪，安排专人定期对辐射工作场所及其周围环境进行自主监测。

在落实以上辐射安全措施后，项目辐射安全与防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对辐射防护和安全操作的要求。

13.1.3 环境影响分析结论

在透视状态下，DSA 手术室各屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率最大为 $1.16 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

DSA 运行时，操作间职业人员放射影像医师受到的附加年有效剂量最大值为 $3.84 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，放射影像医师从放射科现有工作人员调配，结合个人剂量检测报告，该名工作人员（张波）最近一年（最近四个季度）年有效剂量为 0.15mSv ，在叠加本项目受到的照射剂量后，剂量为 0.19mSv ；介入手术所致手术室内操作医生年剂量为 1.67mSv ，护士年剂量为 $7.50 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。低于 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中年剂量限值（职业人员 20mSv ）及本次评价所取的年剂量约束限值（职业人员 5.0mSv ）。

DSA 运行时，手术室周围公众受到的年有效剂量最大值为 $7.22 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量限值（公众人员 1mSv ）及本次评价所取的年剂量约束限值（公众人员 0.25mSv ）。

综上所述，项目在采取的各项辐射防护措施后，对放射工作人员和公众产生辐射剂量满足国家相关标准规定限值要求，符合剂量限值约束原则。

13.1.4 总结论

澄合矿务局中心医院新增医用血管造影 X 射线机核技术利用项目能为患者提供更好的医疗服务，符合实践正当性原则；项目严格按照国家有关辐射防护规

定执行，切实落实辐射防护措施，能够使其对周边环境的辐射影响降到尽可能合理且低的水平，满足辐射防护最优化原则；项目运行所致职业人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求，符合剂量限值约束原则；从辐射环境保护角度来讲，在严格落实各项辐射防护措施情况下，项目对环境的影响是可以接受的。

13.2 建议与承诺

(1) 项目竣工后，应按照国家生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对项目配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，经验收合格并取得辐射安全许可证后方可投入运行。

(2) 项目建成运行后，应严格执行辐射环境监测制度，每年应对射线装置应用的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关报送上一年度辐射安全年度评估报告。

(3) 定期对辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康体检，对个人剂量监测报告、体检报告中出现问题的及时查明原因，采取有效措施妥善处理，并留档案备查。

(4) 医院应及时组织所有辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，经考核取得培训合格成绩单后方能上岗。

(5) 医院应加强对工作人员和公众成员辐射防护知识的宣传教育，提高其自身安全防护意识，防止事故发生。

(6) 医院应根据相关规定配备工作人员和患者的个人防护用品，强调在介入手术室时，医护人员必须穿戴防护用品。对于铅衣等防护用品建议悬挂或平放，勿折叠。

(7) 定期检查手术室的电离辐射警告标志是否脱落，检查工作状态指示灯和门灯联动装置，确保其处于正常工作状态。

(8) 不断完善辐射事故应急预案，加强日常演练，做到有备无患。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人

公 章

年 月 日

审批意见

经办人

公 章

年 月 日