

核技术利用建设项目

吴忠微创医院
医用血管造影用 X 射线装置（DSA）项目
环境影响报告表
（公示版）

建设单位名称：吴忠微创医院

2024 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

吴忠微创医院 医用血管造影用 X 射线装置（DSA）项目 环境影响报告表

建设单位名称：吴忠微创医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：吴忠市利通区友谊西路 547 号

邮政编码：751100

联系人：何**

电子邮箱：

联系电话：181****4001

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	11
表 3 非密封放射性物质	11
表 4 射线装置	12
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	13
表 6 评价依据	14
表 7 保护目标和评价标准	17
表 8 环境质量和辐射现状	24
表 9 项目工程分析与源项	29
表 10 辐射安全与防护	35
表 11 环境影响分析	46
表 12 辐射安全管理	63
表 13 结论与建议	69
表 14 审批	72

表 1 项目基本情况

建设项目名称		吴忠微创医院医用血管造影用 X 射线装置 (DSA)				
建设单位		吴忠微创医院				
法人代表	马宝学	联系人	何**	联系电话	181****4001	
注册地址		吴忠市利通区友谊西路547号				
项目建设地点		吴忠微创医院三层的介入手术室				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		1020	项目环保投资 (万元)	124	投资比例	12.16%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	47.45	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		其他				

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位概况

吴忠微创医院 2005 年建院，位于吴忠市利通区友谊西路 547 号，是自治区卫生厅审核批准的二级综合医院。批准床位 160 张，总建筑面积 8000 余平方米。医院现有医护人员 90 余名（不包括工勤人员），其中副高职称学科带头人 6 名，中级职称以及人员 7 名，初级职称医护人员 70 余名。现有先进的数字 X 光（DR）、美国 GE16 排 CT、四维彩超、全自动生化仪、微量元素分析仪、远程专家影像诊断系统、体外碎石机、心脏除颤仪、配套齐全的病理检验设备。

医院科室设置齐全，临床科室设有：内科、外科、妇产科、儿科、眼科、耳鼻喉科、肛肠科、骨科、泌尿外科、中医科、麻醉科、体外碎石科等。功能科室设有：医学影像科、检验科、病理检验科、康复理疗科等。管理科室设有：医务科、护理部、质控科、办公室、病案室、体检部、药械科等科室。

医院主要开展的“微创”手术有：腹腔镜胆囊摘除（胆结石）、腹腔镜肾囊肿剥离术、腹腔镜肝囊肿手术、腹腔镜胃穿孔修补、腹腔镜阑尾切除、腹腔镜卵巢囊肿剔除（卵巢囊肿）、腹腔镜子宫肌瘤剔除、腹腔镜子宫切除、腹腔镜宫外孕手术（宫外孕）、腹腔镜/宫腔镜输卵管通液、宫腔镜子宫内膜汽化电切（功血）、宫腔镜子宫肌瘤剔除、腹腔镜探查、宫腔镜检查、膀胱镜检查、膀胱镜前列汽化电切术（前列腺增生）、膀胱镜肿瘤切除（膀胱肿瘤）、膀胱镜碎石术（膀胱结石）、泌尿系结石体外碎石、内窥镜鼻息肉摘除、内窥镜鼻中隔偏曲手术、内窥镜鼻窦炎手术等微创手术。

1.1.2 任务和目的

为了满足人民群众对健康日益增长的需求，提高医院总体的医疗水平，提高疑难、危症的诊断治疗能力，促进医院结构完善和当地卫生事业发展，为患者提供更为优质的服务及就医体验，吴忠微创医院拟购置一台医用血管造影用 X 射线设备（以下简称“DSA”），设置在三层介入手术室 4 内（命名该机房为“DSA 检查室”）。根据《关于发布<射线装置分类>的公告》，新购置的 DSA 装置属于 II 类射线装置，为单管头设备，主束方向由下朝上，最大管电压“125kV”，最大管电流“1000mA”。本项目中 DSA 装置的应用目的和任务是：用于医院心脏介入手术、外周介入手术等其他

介入类型手术。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，项目建设单位在申请《辐射安全许可证》前，应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。

对照《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号），该设备属于血管造影用X射线装置的分类范围，应为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，2021年1月1日起施行）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第1号），本项目属于“五十、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。

陕西豪世迈达环保工程有限公司受吴忠微创医院的委托（详见附件1），对吴忠微创医院医用血管造影用X射线装置（DSA）项目进行环境影响评价。接到委托后，我公司相关人员对现场进行了调查和资料收集工作，最终编制完成本项目的环评报告表。

1.1.3 建设内容和规模

（1）项目概况

医院在三楼东北侧设置DSA检查室及辅助用房，本项目组成一览表见表1-1。

表1-1 本项目 DSA 机房建设项目组成一览表

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	DSA检查室	DSA检查室净面积：47.45m ² ，设计尺寸为长7.3m×宽6.5m×高3.0m； 辐射防护设计：四周墙体拟设置200mm实心砖墙+3.0mmpb铅板；顶棚拟设置100mm混凝土+2.0mmpb铅板，地面拟设置100mm混凝土+180mm硫酸钡水泥； 患者进出防护门拟设置3mmPb电动防护推拉铅门，控制室防护门和污物通道门拟设置3mmPb手动平开铅门，观察窗拟设置3mmPb铅玻璃观察窗。	新建
	设备	设备型号为Azurion 5 M20，最大管电压125kV，最大管电流1000mA，属于II类射线装置。	拟购置
辅助工程	控制室	控制室拟设置于机房东侧，尺寸为6.5m×2.75m。	新建
	设备间	设备间拟设置于控制室东侧，尺寸为7.2m×2.6m。	新建

公用工程	供配电系统	用电来源于市政供电。	依托
	给水系统	依托医院给水管网。	依托
	排水系统	依托医院污水排水管网。	依托
	供热系统	依托市政供暖。	依托
环保工程	辐射防护	墙体拟设置200mm实心砖墙+3.0mmpb铅板、顶棚拟设置100mm混凝土+2.0mmpb铅板，地面拟设置100mm混凝土+180mm硫酸钡水泥等防护材料，防护门、防护窗均拟设置3mm铅防护，保证机房满足辐射防护要求。	新建
	废气	DSA检查室拟设置循环通风装置进行通风换气。	新建
	废水	不产生废液，生活废水依托医院污水排水管网。	依托
	固体废物	生活垃圾依托医院生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理，医疗废物统一交由有资质单位统一处理。	依托
	噪声	产噪设备均置于室内。	新建

(2) 设备及主要参数

本项目涉及的医用射线装置见表 1-2。

表1-2 本项目设备详细信息表

射线装置名称	型号	厂家	技术参数	数量	类别	安装位置
医用血管造影用 X 射线机	Azurion 5 M20	飞利浦	最大管电压125kV 最大管电流 1000mA	1台	II类	DSA检查室

表1-3 DSA拟运行工况一览表

设备名称	摄影		透视	
	拟运行时管电压 (kv)	拟运行时管电流 (mA)	拟运行时管电压 (kv)	拟运行时管电流 (mA)
DSA	80~100	200~500	70~90	6~15

(3) 人员配备情况

医院三层 DSA 设备投入运行后，预计年开展介入手术量不超过 100 台/年，计划配备 7 名辐射工作人员，包括 4 名医师，1 名技师和 2 名护士，介入手术医师两人一组承担相对应科室手术，每名医师手术量不超过 50 台/年；护士两人轮岗，即每名护士手术量不超过 50 台/年；技师手术量不超过 100 台/年。

(4) 设备工作负荷

根据医院提供资料，本项目根据现有病人门诊量及医院实际情况预估，该台 DSA 每年最多不超过100 台手术，各种手术使用 DSA 开展手术的情况见表1-4。

表1-4 设备出束时间

手术类型	年预计最大手术量 (台)	单台手术最长累计曝光时间 (min)		年最长出束时间 (h)	
		摄影	透视	摄影	透视
心脏介入	50	1	25	0.83	20.83
外周介入	50	0.5	20	0.42	16.67
合计	100	/	/	1.25	37.5

1.1.4 评价目的

(1) 贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》及国家相关的法律、法规、规章和标准，积极推进生态环境保护行动。

(2) 对新增使用的辐射活动进行辐射环境影响分析，从而评价职业人员及公众人员在该项目使用过程中可能受到辐射照射及照射的程度。

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

(4) 为建设单位提出辐射防护的对策和建议，同时为生态环境部门对建设项目环境管理规定的审批提供依据，为建设单位项目建设和辐射安全日常管理提供技术支撑和参考。

1.2 产业政策符合性分析

本项目为核技术在医学领域的运用。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“鼓励类第十三项、医药类第 4 条高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”之规定，本项目属于鼓励类，符合国家现行产业政策。

1.3 实践正当性分析

吴忠微创医院医用血管造影用 X 射线装置（DSA）对提高介入诊疗水平具有重大

意义，在保障病人健康的同时也具有明显的社会效益，但在使用过程中会产生辐射影响，通过屏蔽体屏蔽后，对辐射工作人员和公众造成的附加有效剂量低于剂量管理限值要求。

综合考虑，本项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此吴忠微创医院医用血管造影用 X 射线装置（DSA）项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的要求。

1.4 周边环境及场址选址

1.4.1 医院地理位置及四邻关系

吴忠微创医院位于吴忠市利通区友谊西路 547 号，医院地理位置坐标：经度：106°11'58.160"，纬度：37°58'33.060"。

医院西侧为无名道路，隔路为停车场；北侧为空地；东侧、南侧均与东方秦韵小区相邻。医院地理位置如图 1-1 所示，周围环境如图 1-2 所示。



图1-1 医院地理位置图



图1-2 医院周围环境图

1.4.2 项目周边环境关系

医院共一栋建筑大楼，本项目 DSA 检查室位于医院三层的东北部，DSA 检查室 50m 范围内为建筑西侧为无名道路，其北侧为空地，东侧为院内道路及秦韵小区空地，南侧为院内空地，DSA 检查室 50m 范围如图 1-3 所示，DSA 检查室所在楼层平面布局如图 1-4。

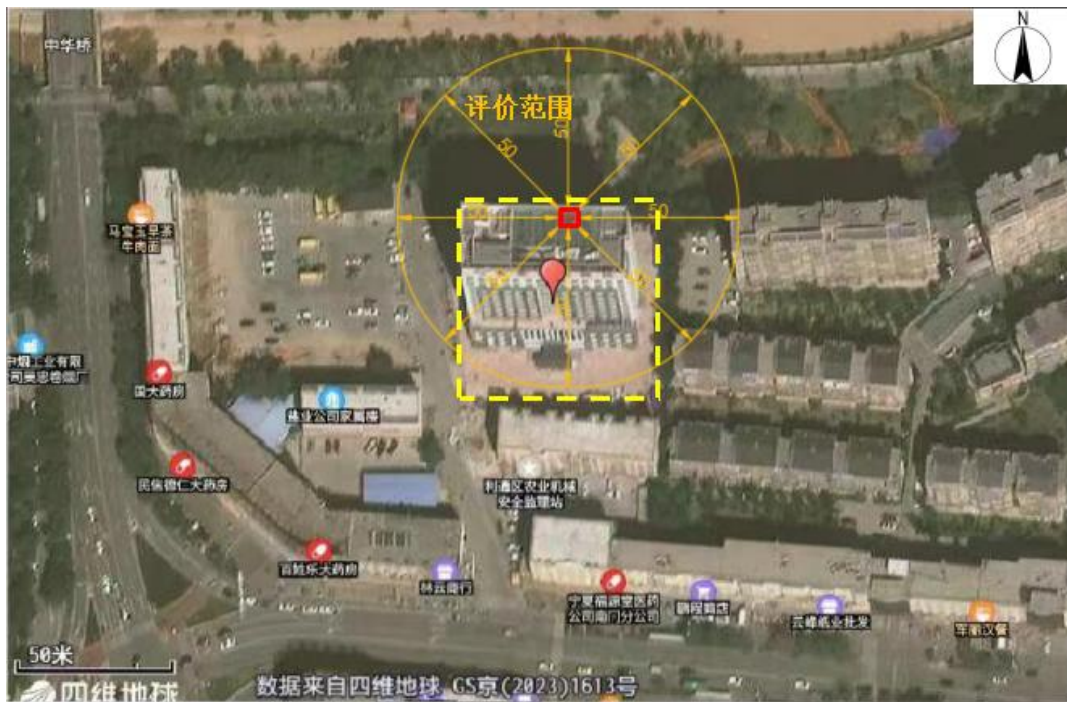


图 1-3 项目评价范围示意图

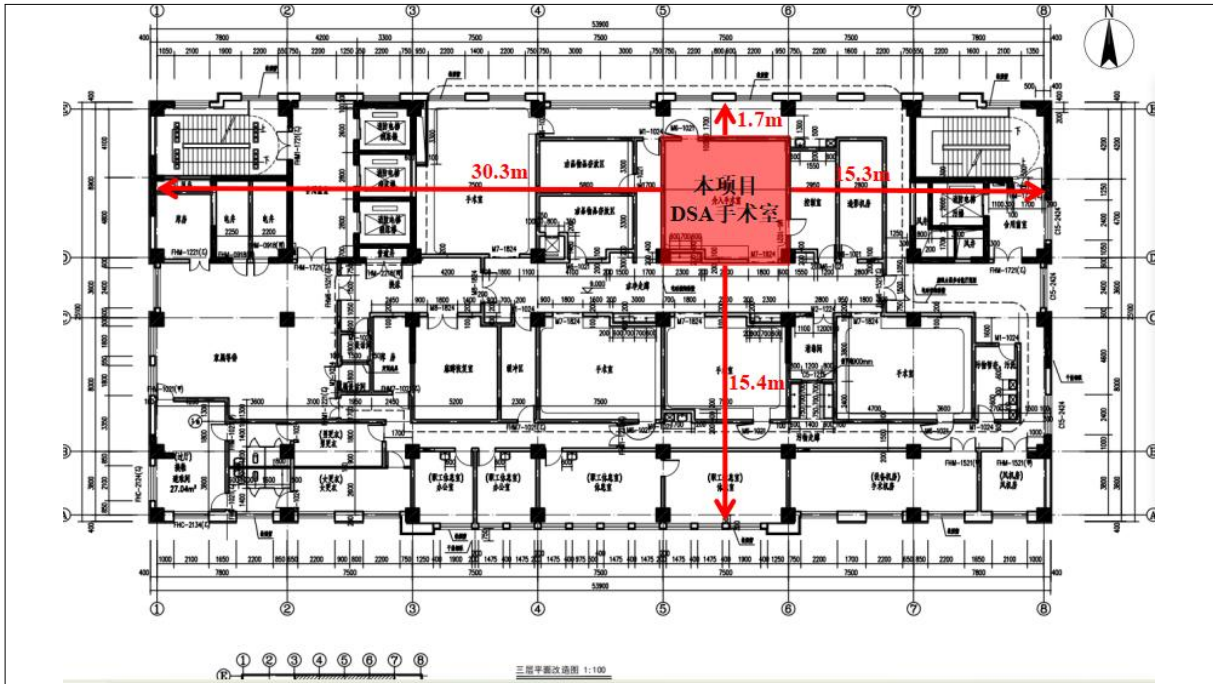


图1-4 DSA检查室所在楼层平面布局图

1.4.3 周边保护目标及选址

医院共一栋建筑大楼，本项目 DSA 检查室位于医院三层的东北部，平面布局图如图 1-4 所示。DSA 机房北侧为污物通道，东侧为控制室，南侧为患者通道，西侧为过道，楼上为供应室、楼下为心电图和 B 超室。

本项目 DSA 机房周围 50m 范围内主要为医院大楼内部建筑、空地，无学校、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感目标，选址合理。

1.5 医院原有核技术应用项目情况及辐射管理现状

1.5.1 许可的射线装置

医院现有核技术利用项目已取得《辐射安全许可证》（详见附件 3），发证日期为 2022 年 12 月 27 日，辐射安全许可证号：宁环辐证[C0009]。现有的射线装置具体情况见表 1-6。

表1-6 吴忠微创医院现有射线装置

序号	装置名称	类别	数量（台）	场地
1	16排CT	III类	1	放射科
2	DR	III类	1	放射科

1.5.2 辐射管理现状

(1) 管理制度情况

医院开展核技术利用项目以来，针对核技术利用项目成立辐射安全与防护领导小组作为辐射安全与环境保护管理机构（已印发相应文件，编号：吴微医发〔2023〕71号），明确相关成员的职能分工和具体职责。医院已制定了《辐射防护制度》《受检者防护制度》《操作规程》《工作人员岗位职责》《设备检修维护制度》《射线装置工作人员辐射监测方案》《辐射事故应急预案》等规章制度，医院开展核技术利用项目，至今未出现辐射事故。

（2）辐射安全培训情况

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考试有关事项的公告》（国家生态环境部 2019 年第 57 号公告）的有关要求，对于从事 II 类射线装置使用的辐射工作人员，应及时参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行网络培训学习，并报名辐射安全与防护现场考试，确保辐射工作人员持证上岗。从事 III 类射线装置的辐射工作人员，在生态环境部门组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行网络培训学习后由医院在参考题库中按照考核规则选取题目，对其进行考核并妥善留存本单位相关辐射工作人员自行考核记录。

医院制定有辐射工作人员辐射安全与防护培训考核计划。从事 III 类射线装置的辐射工作人员均在生态环境部门组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行网络培训学习后参加医院自行考核。

（3）个人剂量监测

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）相关要求：放射工作单位应当安排本单位放射工作人员接受个人剂量监测，监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月；放射工作人员进入放射工作场所应当正确佩戴个人剂量计；放射工作单位应当为放射工作人员建立并终生保存个人剂量监测档案，个人剂量监测档案应当包括常规监测的方法和结果等相关资料，应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

当工作人员职业外照射个人监测结果异常或超过调查水平时，医院应立即对其受照射情况进行复查，并将复查结果报送委托监测机构。如果经过调查，确认在监测周期内发生个人剂量超标，则立即上报其主管部门，进行调查处理。如发生剂量计丢失或损坏时，或超过有效期时，或高剂量核实结果确认不是本人真实受照剂量时，则由委托监测机构出具名义剂量。

辐射工作期间，医院要求辐射工作人员佩戴个人剂量计，所有辐射工作人员接受剂量监测，个人剂量计每三个月送检一次，并建立了个人剂量管理档案。医院委托浙江多谱检测科技有限公司对全院辐射工作人员进行个人剂量监测，介入手术医师、护士佩戴内、外双个人剂量计，辐射工作人员最近 4 个季度个人剂量检测报告见附件 5，根据检测结果可显示，辐射工作人员每周期的个人剂量监测结果均在正常范围内，无异常监测结果。

医院在后期开展放射诊疗工作中，须加强个人安全意识，定期组织防护知识培训，个人剂量计应做到上班时间规范佩戴，定期将个人剂量计送委托机构检测，做好个人剂量档案管理工作。

（4）职业健康检查

依据《放射工作人员职业健康管理办法》第四章相关要求：放射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员职业健康标准的，方可参加相应的放射工作；上岗后应定期进行职业健康检查，两次检查时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查；离岗时应当进行离岗前的职业健康检查；放射工作单位应当为放射工作人员建立并终生保存职业健康监护档案，职业健康监护档案应包括职业史、既往病史和执业照射接触史，历次职业健康检查结果及评价处理意见，职业性放射疾病诊疗、医学随访观察等健康资料。

建设单位已提供现有 8 名辐射工作人员的职业健康检查报告（见附件 6），查看职业健康检查报告发现其中罗清远建议加做甲功七项检查，检查结果无异常，其余 7 人均显示未检出职业禁忌症和疑似职业病，可继续原放射工作或可以从事放射工作。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(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	医用血管造影用X射线系统 (DSA)	II	1	Azurion 5 M20	125	1000	介入治疗	DSA检查室	拟购置

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧 (O ₃)	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
氮氧化物 (NO _x)	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
药棉、纱布、手套等医疗废物 (无放射性普通废物)	固体	/	/	/	/	/	/-	采用专门的收集容积集中回收后，转移至医疗废物暂存库，按照医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物处理机构定期统一处理。
放射性废弃物	/	/	/	无	无	无	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，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》（中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 24 号 2018 年修订，2018 年 12 月 29 日起施行）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）；</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，2014 年 7 月 29 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日，国家环境保护总局令第 31 号公布，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，根据 2021 年 1 月 4 日生态环境部部务会议审议通过《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》修正）；</p> <p>(8) 《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第 34 号，2015 年 6 月 5 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》（环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行）；</p> <p>(10) 《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 5 日起施行）；</p> <p>(11) 《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令第 55 号，自 2007 年 11 月 1 日起施行）；</p> <p>(12) 《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）；</p>
--------------------	---

	<p>(13) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（中华人民共和国环境保护部，环办辐射函〔2016〕430号）；</p> <p>(14) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（中华人民共和国环境保护部，环办辐射函〔2016〕430号）；</p> <p>(15) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（中华人民共和国环境保护部，环办辐射函〔2016〕430号）；</p> <p>(16) 生态环境部《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9月；</p> <p>(17) 《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12月23日生态环境部发布，自2020年1月1日起实施）；</p> <p>(18) 《宁夏回族自治区辐射污染防治办法》（2018年12月24日宁夏回族自治区人民政府令第102号公布自2019年2月1日起施行）；</p> <p>(19) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）</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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(7) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>(8) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZT 244-2017）；</p> <p>(9) 《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T 301-2017）；</p> <p>(10) 《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）；</p> <p>(11) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；</p> <p>(12) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）。</p>

其他

- (1) 吴忠微创医院环境影响评价委托书；
- (2) 建设单位提供的与本项目有关的各种资料和项目设计图纸；
- (3) 《辐射安全许可证》，证书编号：宁环辐证[C0009]；
- (4) 《全国环境天然贯穿辐射水平调查研究（1983-1990）》；
- (5) 《放射防护实用手册》，赵兰才、张丹枫主编，济南出版社 2009.7；
- (6) 《辐射防护导论》（主编：方杰）；
- (7) 《辐射防护手册》（主编：李德平、潘自强）；
- (8) 《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》（第三版）；
- (9) 医院提供的其他相关资料，辐射安全管理制度，辐射工作人员信息等

表 7 保护目标和评价标准

7.1 评价内容及目的

1、对项目拟建地址进行辐射环境质量本底现状监测，以掌握场所及周围的辐射环境质量本底现状水平，并对运行后的环境影响进行预测评价；

2、对不利影响提出防治措施，把辐射影响减少到“可合理达到的尽可能低水平”；

3、满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目的辐射环境管理提供科学依据。

7.2 评价原则

此次评价遵循《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的辐射防护要求：

- 1、实践的正当性；
- 2、剂量限制和潜在照射危险限制；
- 3、防护与安全的最优化。

7.3 评价范围

本项目拟使用 DSA 设备，为II类射线装置，DSA 设备开机出束时，会有 X 射线的产生，主要评价因子为 X 射线。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》（HJ 10.1-2016）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，结合本项目实际选址，确定该项目评价范围为 DSA 机房屏蔽墙体外 50m 区域环境影响评价范围图见图 7-1、图 7-2。



图 7-1 本项目环境影响评价范围示意图

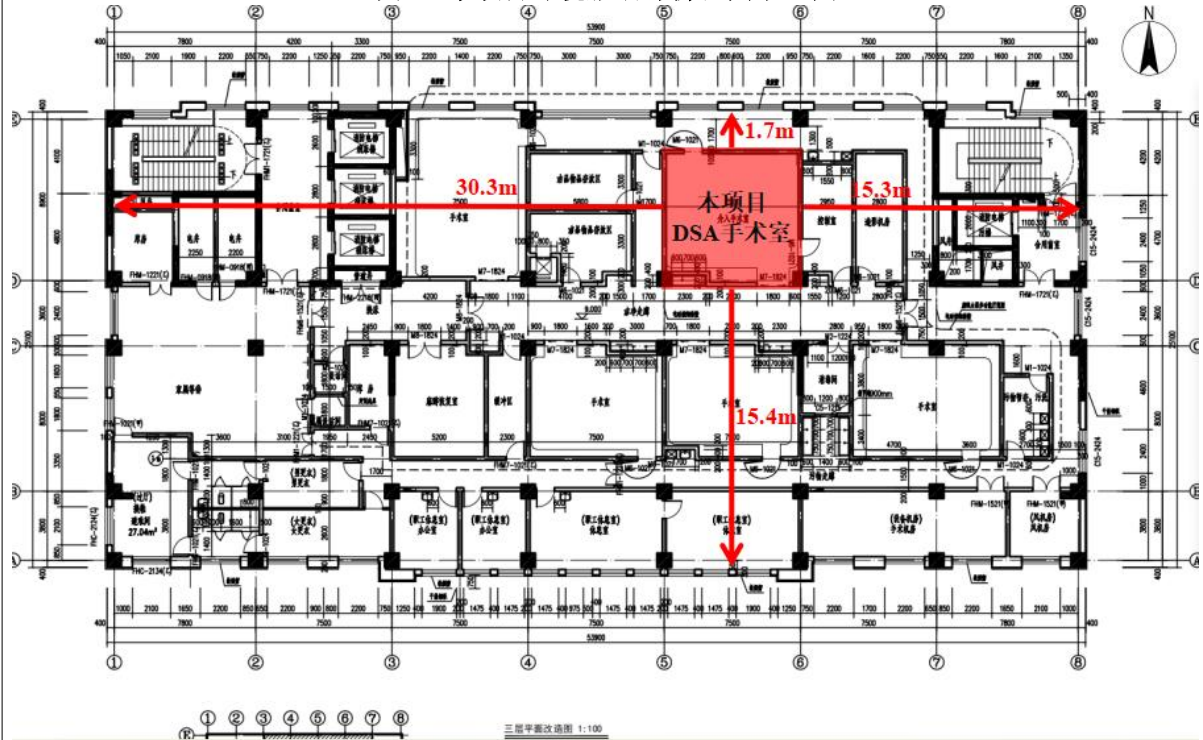


图 7-2 本项目环境影响评价范围示意图

7.4 保护目标

经现场调查，结合本项目的评估范围，确定本项目的环境保护目标是从从事该项目辐射工作的医务人员及辐射工作场所周围 50m 范围内活动的非本项目工作人员和公众

人员。本项目辐射环境保护目标信息详见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

环境保护目标	方位	场所	主要保护目标	与屏蔽体距离(m)	人口规模	年剂量约束值
职业人员	/	机房内	介入手术医护人员	机房内	7人	≤5mSv
	东侧	控制室	控制室工作人员	0m	1~2人	
公众	东侧	医院大楼内部	医护人员	0-15.3m	流动人员	≤0.1mSv
		医院院内道路	医护人员	15.3m	流动人员	
		东方秦韵小区	东方秦韵小区16栋、17栋部分住户	45m	约50人	
	西侧	医院大楼内部	医护人员、患者、患者家属	0-30.3m	流动人员	
		医院院外道路	路人	30.3m	流动人员	
	南侧	医院大楼内部	医护人员、患者	0-15.4m	流动人员	
		医院院内道路	医护人员、患者、患者家属	15.4m	流动人员	
	北侧	污物通道	医护人员、路人	0m	流动人员	
		院外道路	路人	1.7m	流动人员	

7.5 评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

1、防护与安全的最优化

4.3.3.1 条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量低水平，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）。

2、剂量限值

2.1 职业照射

①4.3.2.1 条款应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组

组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

②B1.1.1.1 款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) 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（但不可作任何追溯性平均）。

2.2 公众照射

B1.2.1 款实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

①年有效剂量，1mSv；

②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；

本评价报告表工作人员取年有效剂量限值的四分之一作为年管理剂量约束值，公众取年有效剂量限值的十分之一作为年管理剂量约束值，即工作人员年管理剂量约束值不超过 5mSv，公众年管理剂量约束值不超过 0.1mSv。

3.工作场所分区

6.4 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。

6.4.1.2 确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全防护措施的性质和范围。

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。

二、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

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

（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。

（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。

（3）X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置；

（4）介入操作中，设备控制台和机房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。

2、X 射线设备机房布局

（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。

（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。

（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。

（4）对新建、扩建项目及技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-2 要求。

表7-2 X射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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

b.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。

3、X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

（1）不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 要求。

表7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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 型臂 X 射线设备机房	2	2

备注：本项目 DSA 机房属于 C 型臂 X 射线设备机房

(2) 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

4、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 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

由于 DSA 设备也具有摄影程序，为了辐射安全保守均按透视程序计算，因此本项目中的 DSA 机房外周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

5、X 射线设备工作场所防护

(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。

(2) 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

(3) 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

(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。

(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) 电动推拉门宜设置防夹装置。

(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。

(8) 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6、X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

(1) 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-4 基本种类要求的工作人员、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防护衣。

(2) 介入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 。

(3) 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7-4 DSA 机房个人防护用品和辅助防护设施配备要求

检查类型	工作人员		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	-

综上所述，根据本项目与实际情况，制定的年管理剂量约束值不超过 5mSv，公众年管理剂量约束值不超过 0.1mSv；本项目中的 DSA 检查室外周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所描述

吴忠微创医院位于吴忠市利通区友谊西路 547 号，医院地理位置坐标：经度：106°11'58.160"，纬度：37°58'33.060"。医院西侧为无名道路，隔路为停车场；北侧为空地；东侧、南侧均与东方秦韵小区相邻。医院地理位置、周围环境如图 1-1 所示。

医院共一栋建筑大楼，本项目 DSA 检查室位于医院三层的东北部，DSA 检查室北侧为污物通道，东侧为控制室，南侧为患者通道，西侧为过道，楼上为供应室、楼下为心电图和 B 超室，DSA 检查室所在楼层平面布局如图 1-3 所示。

8.2 辐射环境现状监测

8.2.1 监测因子

本项目拟建地环境 γ 辐射剂量率（检测报告见附件 4）

8.2.2 监测时间及环境条件

监测时间：2024 年 3 月 26 日

环境条件：环境温度 19°C, 相对湿度 30%RH。

8.2.3 监测方法

本次环境辐射剂量率监测严格按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157—2021）的相关要求进行监测。

8.2.4 监测仪器

辐射环境检测使用的仪器信息详见表 8-1。

表 8-1 本项目辐射环境检测使用的仪器基本信息

检测仪器	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6/H (内置探头：6150AD-b/H 外置探头：6150AD6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV \leq \pm 30%

	外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$
检定证书编号	2024H21-20-5106288001
检定证书有效期	2024年2月23日~2025年2月22日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准因子 C_r	1.04
探测限	$\geq 10\text{nSv/h}$

8.2.5 质量控制

(1) 检测实行全过程的质量控制，严格按照《质量手册》《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

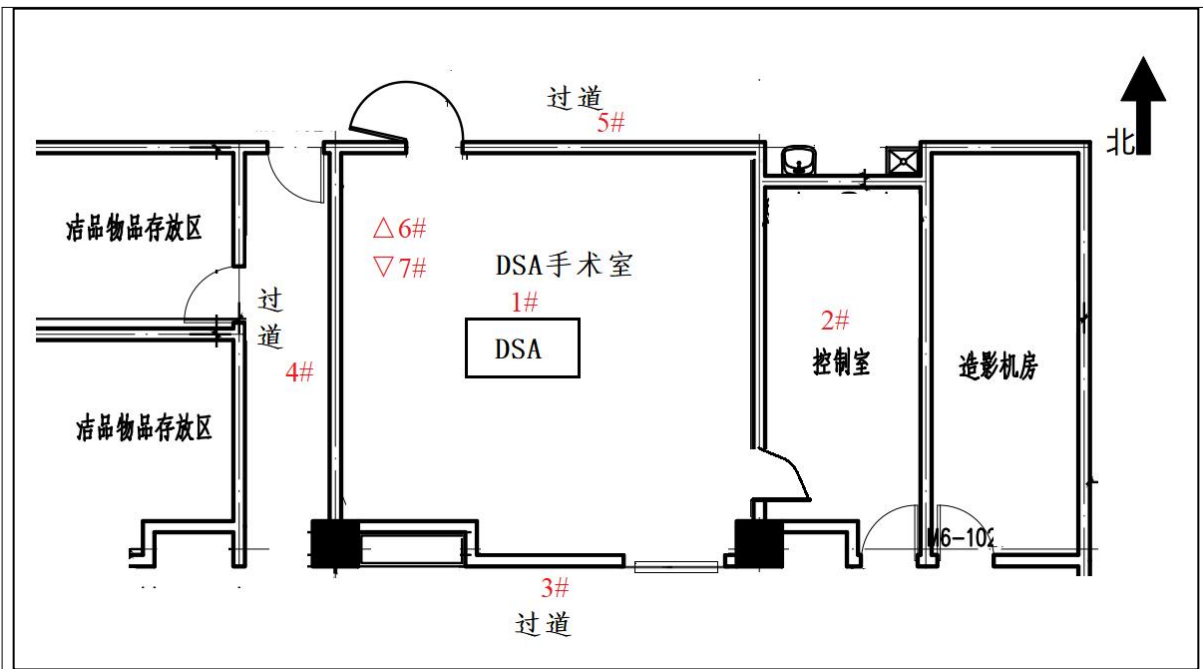
(2) 检测仪器符合《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的相关规定，并经过上海市计量测试技术研究院检定，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

(3) 现场检测人员、检测报告编制人、检测报告审核人、检测报告授权签字人均持证上岗；

(4) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和代表性。

8.2.6 监测布点

依据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）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现状监测布点，监测布点图见图 8-1（1）~ 8-1（2）所示。监测点位合理性分析：本项目监测在评价范围内共布设了 11 个监测点，包含了 DSA 检查室内、检查室四侧墙体外、检查室正上方、正下方以及评价范围内其他建筑物等人员可到达的区域的点位。所布点位能反映本项目评价范围内室内、室外场所的辐射环境现状水平。因此，监测点位布设是合理的。



8-1 (1) 现场监测布点示意图



8-1 (2) 现场监测布点示意图

8.2.7 监测结果与评价

表 8-2 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果 (nGy/h)

监测点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)	
		平均值	标准差
1#	DSA手术室内	41	4
2#	DSA控制室内	44	4
3#	DSA手术室南侧过道	51	4
4#	DSA手术室西侧过道	46	3
5#	DSA手术室北侧过道	40	4
6#	DSA手术室楼上灭菌室	46	2
7#	DSA手术室楼下B超室	45	2
8#	医院大楼南侧空地	39	3
9#	医院大楼西侧	37	1
10#	医院大楼北侧	37	2
11#	医院大楼东侧	38	2

注：1、以上数据已扣除宇宙射线响应值，在测量环境 γ 辐射空气吸收剂量率时，检测结果应

按照下式进行 \dot{D} 扣除：
$$\dot{D}_\gamma = K_1 \times K_2 \times R_\gamma - K_3 \times \dot{D}_C$$

式中：——测点处环境 γ 辐射空气吸收剂量率值，Gy/h（1Gy/h=1×10⁹nGy/h）

K_1 ——仪器检定/校准因子，由法定计量部门检定或校准时给出，此处为 1.04；

K_2 ——仪器检验源效率因子。 $k_2=A_0/A$ ，其中 A_0 、 A 分别是检定/校准时和测量当天仪器对同一检验源的净响应值，如仪器无检验源，则该值取 1，此处取 1；

R_γ ——现场监测时仪器 n 次读数的平均值， $n \geq 10$ ；空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 137CS 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy，本次监测设备取 1.20Sv/Gy；

K_3 ——建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1；

\dot{D}_C ——测量点处仪器对宇宙射线的响应值；本项目使用的设备宇宙射线响应值测量地点为 2023 年 11 月 15 日在宁波东钱湖水面上（经度：121.656389°，纬度：29.752500°，海拔：5m）检测的宇宙射线响应值为 31.3nGy/h。

2、标准数据测量点测量 10 个读数，取均值，测量值经校准修正；

3、 γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值修正 42.3nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，1#~7#点位取 0.8，其余点位取 1。

8.3 环境质量现状监测结果分析

由上述监测结果可知，本项目 DSA 检查室及周边室内 X- γ 辐射剂量率范围为 40nGy/h~51nGy/h，医院周边 X- γ 辐射剂量率范围为 37nGy/h~39nGy/h，根据《全国环境天然贯穿辐射水平调查研究（1983-1990）》，宁夏地区的室内 γ 辐射剂量率水平为（62.3-137.8）nGy/h，宁夏地区的道路 γ 辐射剂量率水平为（34.7-104.1）nGy/h。由此可知 DSA 检查室环境 γ 辐射剂量率低于当地室内 γ 辐射剂量率水平，项目所在地四周环境 γ 辐射剂量率在当地环境本底水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备与工艺分析

9.1.1 DSA 工程设备与工艺分析

(1) 设备组成

DSA 主要组成部分包括高压发生器、X 射线球管、平板探测器、电子计算机图像处理系统、操作台、干式激光相机、导管床及专用机架组成。本项目拟配备的 1 台 DSA 设备外观结构图如图 9-1 所示。



图9-1 本项目拟安装 DSA 外观结构图

(2) DSA 数字减影血管造影机工作原理

DSA 主要采用时间减影法，利用影像增强器将透过已衰减的未造影图像的 X 线信号增强，再用高分辨率的摄像机对增强后的图像作一系列扫描，所得到的各种不同的信息经模拟/数字转换器转换成不同值的数字储存于记忆盘中，称作蒙片。然后将注入造影剂后的造影区的透视影像也转换成数字，并减去蒙片的数字，将剩余的数字经数/模转换成各种不同的灰度级，在显示器上构成图像，即成为除去了注射造影剂前透视图像上所见的骨骼和软组织影像，剩下的只是清晰地含有造影剂的纯血管影像，具有高精密度和灵敏度。其结构设计工作原理图详见图 9-2。

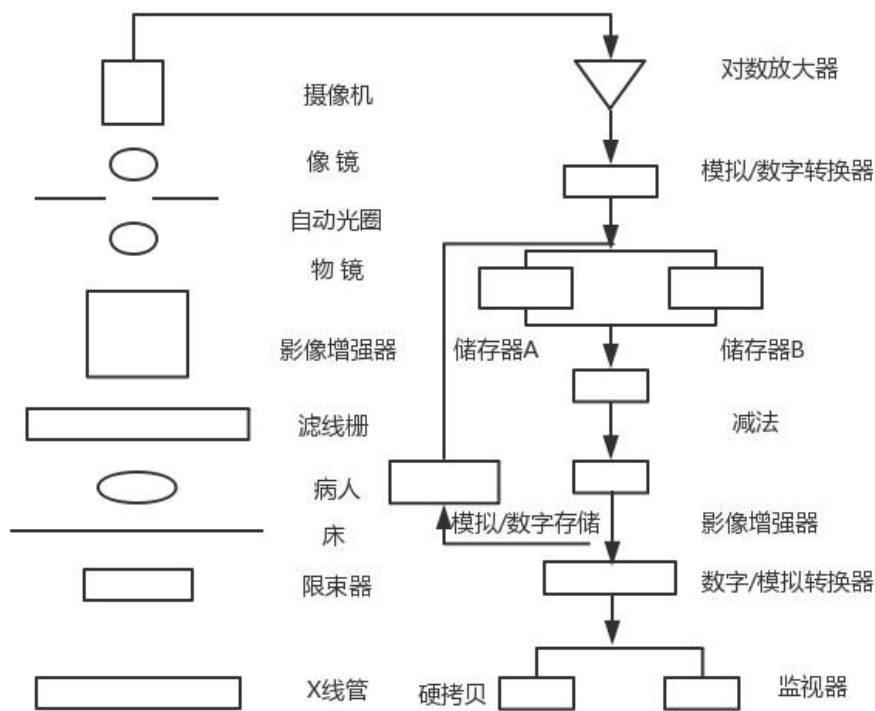


图9-2 DSA结构及工作原理图

(3) 设备相关参数

数字减影血管造影机（DSA）是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统，本项目拟安装 DSA 设备为 PHILIPS 生产的 Azurion5 M20 型 DSA，本设备技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 DSA 设备参数与工况及防护情况

设备		DSA		
技术参数		最大管电压 125kV/最大管电流1000mA		
过滤材料		2.5mmAl		
工况模式	摄影	常用工况下 最大常用电压 100kV 最大常用电流 500mA	发射率常数	0.09 mGy/mA·s
	透视	常用工况下 最大常用电压 90kV 最大常用电流 15mA		0.075 mGy/mA·s
泄露辐射源强		离靶点 1m 处的泄露辐射在空气中的比释动能率不超过1 mGy/h		

注：1.医院已购置该DSA设备，根据厂家提供该设备的说明书，X射线球管的最低固有滤过当量为2.5mmAl；

2.参考李德平、潘自强主编的《辐射防护手册》第三分册—《辐射安全》（[M]北京：原子能出版社，1987）P58，图3.1。查询可知，当2.5mmAl作为过滤材料时，管电压100kV情况下，发射率常数为0.09mGy/mA·s，DSA 离靶1m处空气中的空气比释动0.09mGy/mAs，从而计算得摄影工况时距靶1m处空气比释动能为1.62×10⁸μGy/h。管电压 90kV 情况下，DSA 离靶1m 处空气中的空气比释动能为0.075mGy/mAs，从而计算得透视工况时距靶1m处空气比释动能为4.05×10⁶μGy/h；

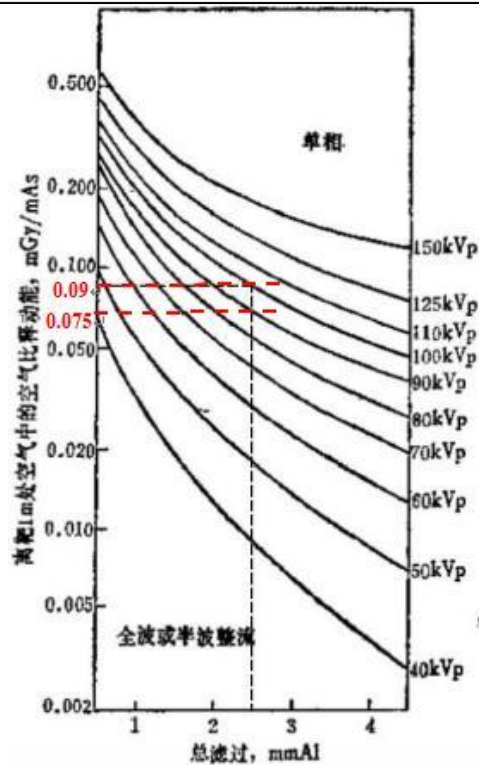


图9-3 距 X 线源 1m 处的照射量率随管电压及总过滤厚度变化的情况

3.参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”。

(4) 操作流程

- ①接诊病人后, 向病人告知可能受到的辐射危害;
- ②病人准备完毕进入机房摆位、固定, 然后进入机房内对病人进行局部消毒处理和局部防护处理;
- ③医生退出机房, 通过控制室操作台对病人进行摄影;
- ④医生穿着防护服进入曝光室, 经皮穿刺静脉, 送入引导钢丝及扩张管与外鞘, 退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内, 经鞘插入导管;
- ⑤配合射线装置透视推送导管, 并将导管送入指定位置;
- ⑥完成后进行导管加压, 将造影剂注入病人体内;
- ⑦完成造影剂注入后, 医生退出机房, 通过控制室操作台对病人进行摄影, 并进行减影处理后, 得到最终病人的高清血管影像资料;
- ⑧完成减影后, 医生再次进入机房内并配合射线装置透视对病人病灶部位进行相应介入治疗。

本项目 DSA 进行出束曝光时分为两种情况:

a) 摄影：操作人员一般采用隔室操作的方式（即操作技师或医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

b) 透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅帘后面，并穿戴铅服、铅眼镜等在机房内进行同室介入手术室操作。

(5) 本项目 DSA 服务范围

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 主要用于进行心脏介入手术和外周介入手术。主要用于手术期间提供患者的透视和摄影图像，每台手术 DSA 的 X 射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，年预计最大手术量 100 台，透视模式下年最大出束时间 37.5h，摄影模式下年最大出束时间 1.25h。

(6) 污染因子

使用 DSA 手术时，注入的造影剂不含放射性，DSA 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，介入手术中会产生一些医疗废物。DSA 进行摄影、透视时，高压发生器将高电压加在 X 射线管的两极之间，高速运动的电子撞击物质而突然受阻时产生 X 射线。

X 射线使空气电离产生臭氧和氮氧化物。DSA 诊治流程及产污环节见图 9-4。

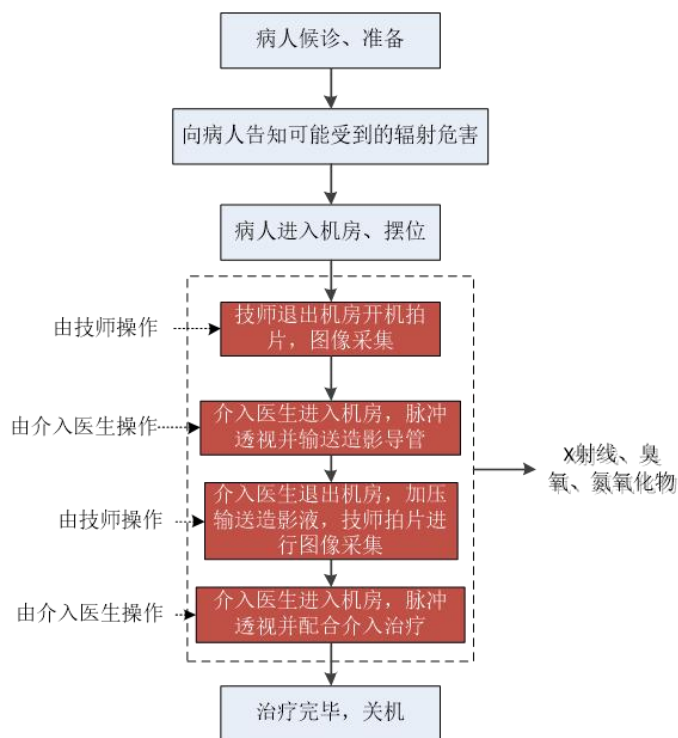


图 9-4 DSA 流程及产污环节示意图

(7) 有用线束方向

由于 DSA 机架可以带动 X 射线球管和平板探测器一起旋转，考虑到本项目 DSA 装机方向，DSA 有用线束可以朝上、下、东、西方向进行照射，临床上根据手术检查部位进行旋转。

(8) 人流、物流路径

本项目 DSA 检查室病人家属不得进入，只在 DSA 检查室西侧的家属等待区等候，仅病人可进入 DSA 检查室。

候诊病人：候诊患者经南侧洁净走廊，再经患者通道防护门进入 DSA 检查室。

医护人员：医护人员西南侧换鞋更衣后经南侧洁净走廊进入控制室，通过控制室防护门进入 DSA 检查室。

污物：DSA 检查室产生的医疗废物均由专人及时收集，通过北侧污物通道防护门运出至污物暂存间，不与人员通道交叉。

综上，本项目 DSA 进出机房为人员与污物分别设置独立通道，且机房患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，射线装置建筑物之间的通道畅通无阻，方便治疗。

9.2 污染源项描述

(一) 正常情况下的污染途径

1. 电离辐射

本项目 DSA 射线装置相关参数情况详见 9.1.1 (3)，射线装置运行时，在放射工作人员按照规范操作的条件下，放射工作人员、受检者和公众可能受到射线装置运行时产生包括有用射线、散射线和漏射线等 X 射线的外照射。X 射线照射到生物机体时，可使生物细胞受到抑制、破坏甚至坏死，致使机体发生不同程度的生理、病理和生化等方面的改变。介入手术需要在 DSA 设备引导下操作，手术室内的医护人员会暴露于 X 射线有用线束、散射线的环境中，需要穿戴相应的防护用品（如铅围裙、铅帽、铅颈套、铅眼镜、铅橡胶手套等）或借助辅助防护设施（铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏等）以减少辐照引起的剂量。同时，穿透屏蔽体的 X 射线会对操作人员和机房周围留居人员造成一定的辐照危害。

2. 废气

DSA 设备运行产生的 X 射线照射下，空气吸收辐射能量并通过电离作用可产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。机房内空气中产生的非放射性有害气体，主要靠机房

的通风换气来控制。充足的通风和自然分解会使这些气体降低在非常低的浓度，不会对周围环境造成太大的影响。

3.废水

本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生，医护人员会产生少量的生活污水。

4.固体废物

本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片。介入手术时会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料。工作人员产生少量的生活垃圾。

（二）事故情况下的污染途径

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

- （1）曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到 X 射线照射。
- （2）曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射。
- （3）曝光过程中，因警示灯失效或其他情况下其他人员误入曝光室受到意外照射。
- （4）因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。
- （5）同室近台工作人员未按要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致接受额外照射。
- （6）因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要照射。
- （7）控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。
- （8）紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成人员误照射。

本项目射线装置在异常或事故状态下的辐射源项与正常运行时是一样的，即中、低能 X 射线，但在异常或事故状态下对人员的伤害可能会超过正常运行状态。

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

本项目拟建的 DSA 检查室位于医院三楼，DSA 检查室布局见图 10-1，拟建的 DSA 检查室周围功能用房设计情况见表 10-1。

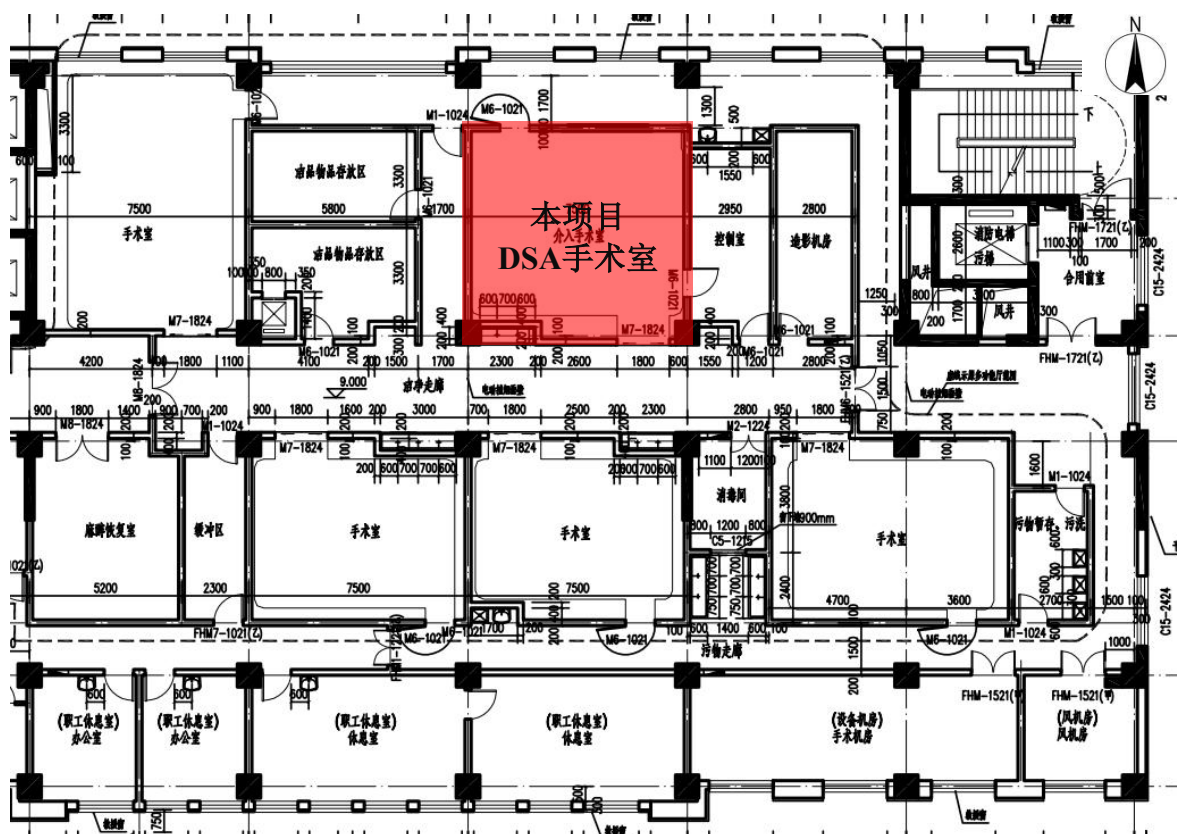


图10-1 DSA检查室布局图

表10-1 DSA 检查室周围功能用房设计情况表

建筑物方位	/	东	南	西	北	上层	下层
建筑物名称	DSA 检查室	控制室	洁净走廊	过道	污物通道	供应室	B超室、心电图室
毗邻关系	/	紧邻	紧邻	紧邻	紧邻	紧邻	紧邻

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 X 射线设备机房布局的要求，结合本项目的的设计情况，本项目布局评价见表 10-2。

表10-2 本项目放射诊疗工作场所布局评价表

序号	标准要求	本项目设置情况	评价
1	应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位	本项目 DSA 检查室的门、窗和管线口位置设置合理，DSA 有用线束可以朝上、下、东、西方向进行照射，未直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	设计可行

2	X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。			本项目 X 射线机房充分考虑邻室及周围场所的人员防护与安全，无妇产科、儿科等敏感人员。		设计可行
3	每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。			本项目拟配置的 X 射线设备设有独立机房，满足设备的布局要求。		设计可行
4	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。			本项目 X 射线机房设有观察窗，其设置的位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。		设计可行
5	机房名称	最小单边长度要求	最小使用面积要求	设计最小单边长度	设计最小使用面积	设计可行
	DSA检查室	3.5m	20m ²	6.5m	47.45m ²	

综上，本项目 DSA 使用地点固定，避开了人群相对集中的门诊区域，所处位置相对独立。同时，在对病人进行诊疗时，人员通道和污物通道独立设置，有利于病人流通，候诊患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，射线装置建筑物之间的通道畅通无阻，方便治疗。本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。同时，DSA 机房采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的。从辐射安全的角度考虑，本项目辐射工作场所产生的电离辐射经屏蔽后，对周围辐射环境影响是可接受的，平面布置合理。

10.1.2 分区及管理

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），要求在辐射性工作场所内划出控制区和监督区。

（1）“两区”划分原则与依据

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），“两区”划分原则与依据：

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，并预防潜在照射的范围；

②确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围；

③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控制区：在正常工作情况下，控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定

程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的指定区域。在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

(2) “两区”划分

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的“两区”划分原则与依据，对 DSA 检查室进行划分，控制区和监督区划分情况见表 10-2 和图 10-3。

表10-3 工作场所分区设计表

建筑物方位	/	东	南	西	北	上层	下层
建筑物名称	DSA 检查室	控制室	洁净走廊	过道	污物通道	供应室	B超室、心电图室
区域划分	控制区	监督区	监督区	监督区	监督区	监督区	监督区

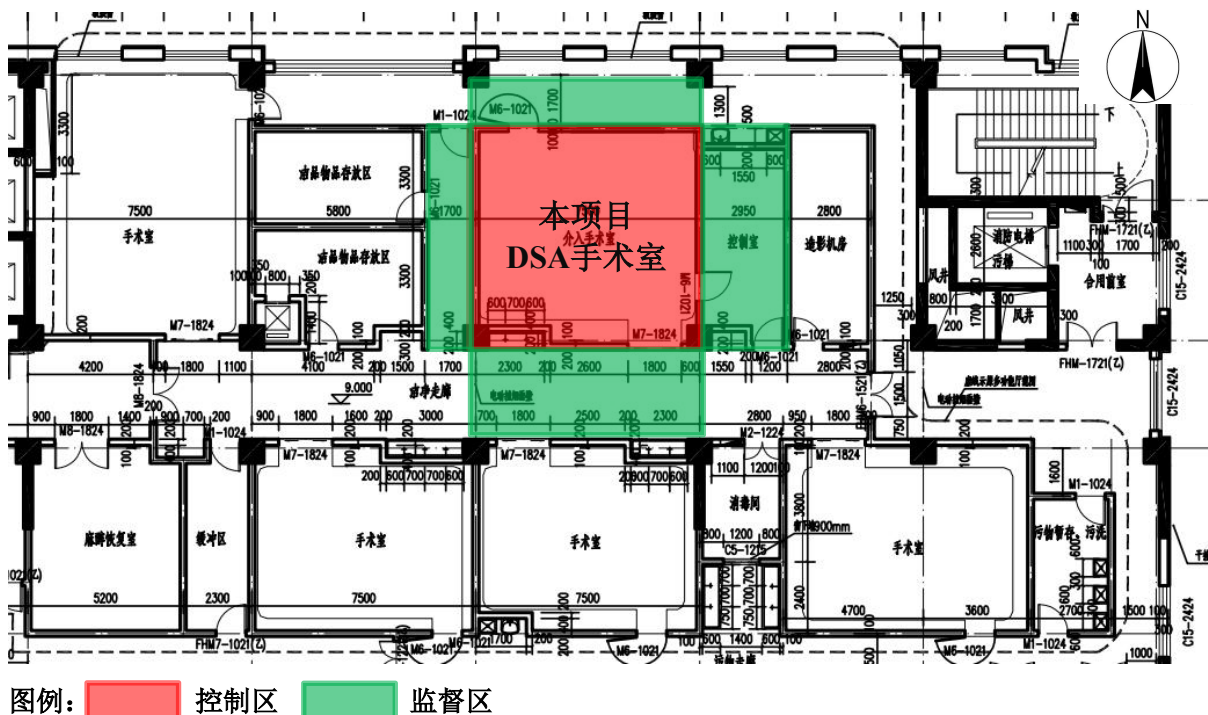
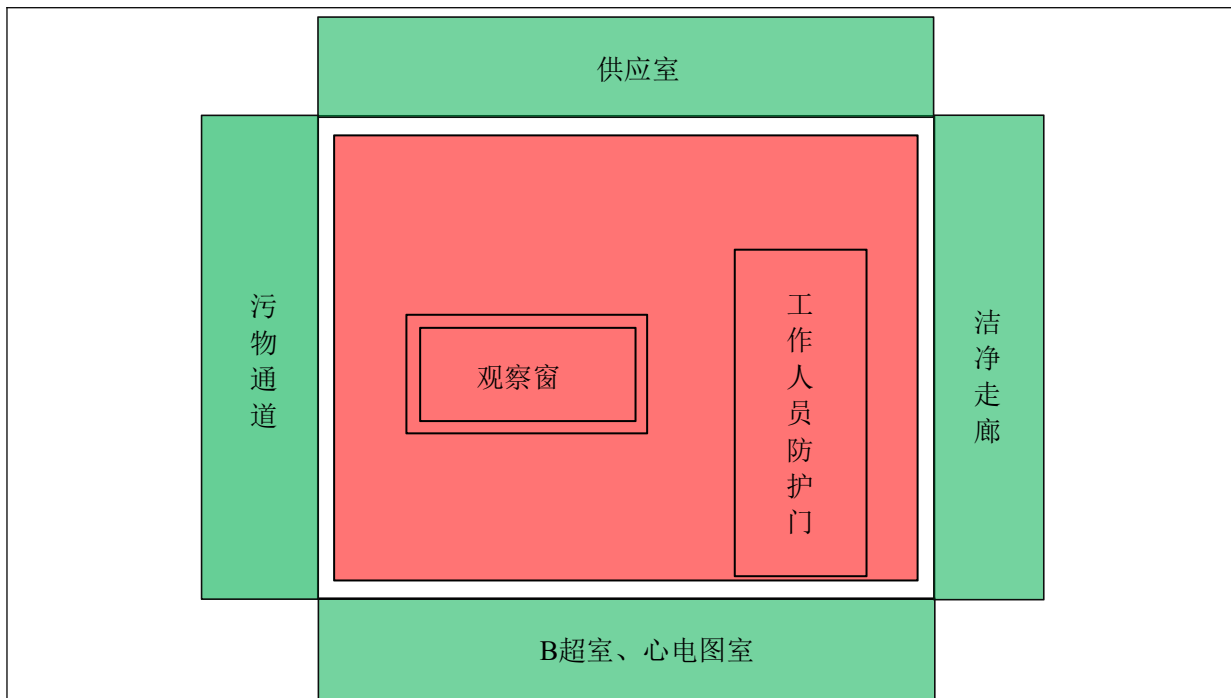


图10-2 DSA 机房分区平面设计图



图例： 控制区 监督区

图10-3 DSA 机房分区剖面设计图

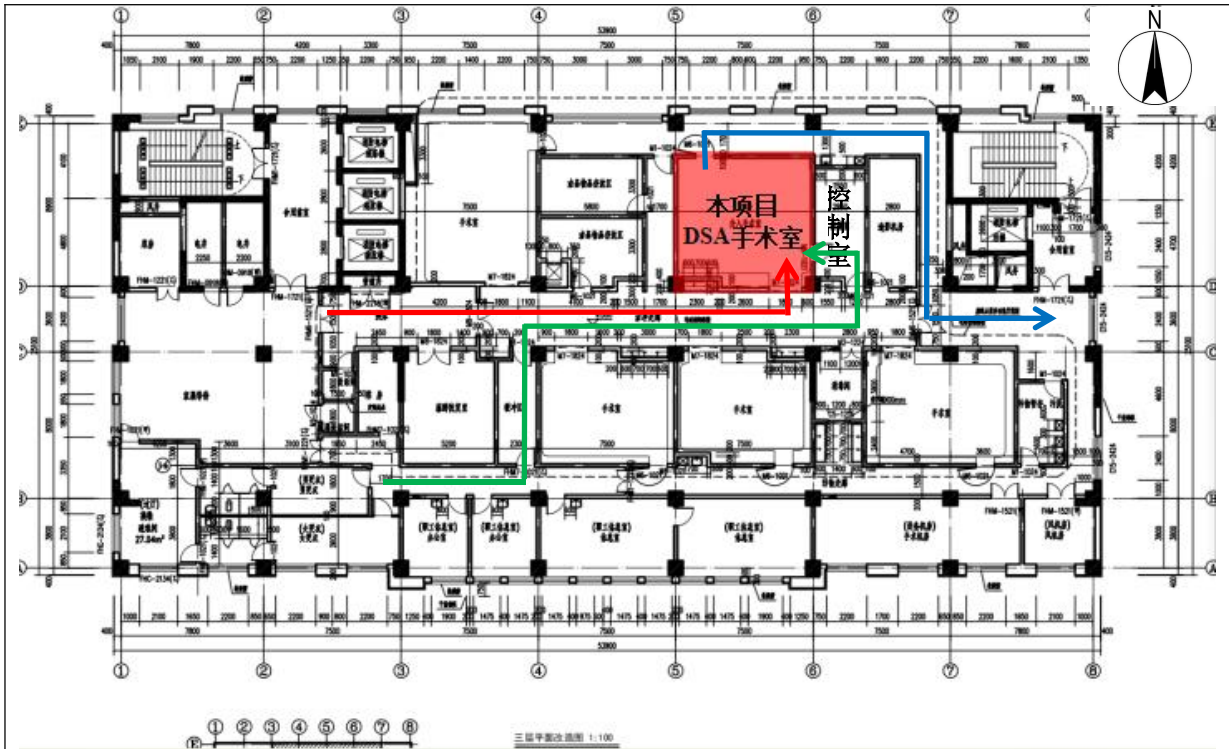
10.1.3 路径分析

DSA 检查室工作人员路径：辐射工作人员进入医护入口换鞋区换鞋后，在更衣室（男更或女更）更换手术服并穿戴个人防护用品，经过刷手消毒后，经过洁净走廊至控制室，经控制室防护门进入 DSA 检查室。

患者路径：患者经预约后，经过洁净走廊通过患者防护门进入 DSA 检查室，完成介入手术治疗，术后原路返回。

污物路径：本项目介入手术会产生药棉、纱布和手套、废造影剂及瓶等医疗废物，术中产生的污物暂存房内，术后由专业消毒人员通过空间交通方式，将废物打包处理后通过污物通道送至污物暂存处。

DSA 检查室和配套房间集中布置，相对独立且人流较少，同时将通过“空间交通”模式合理运送污物，以避免交叉污染，合理的布局降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素。另外，患者防护门设患者出入标识，工作人员防护门设医护人员出入标识。



- 患者路径： →
- 医护路径： →
- 污物路径： →

图10-4 医护人员、患者和污物路径走向示意图

10.2 辐射安全及防护措施

本项目 DSA 射线装置的主要辐射为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源以及必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

10.2.1 设备固有安全性

(1) 安全防护措施

本项目拟购置 1 台 DSA 射线装置，主束方向为由下朝上，为单管头设备，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），设备具备以下安全防护措施：

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

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

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

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

⑤急停开关装置：介入手术床旁设置急停开关（各开关串联并与 X 射线系统连接）。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动急停开关，可停止 X 射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示。

（2）其他防护措施

①DSA 检查室控制室上张贴相应的辐射安全规章制度、操作规程。上墙制度包括《辐射事故应急预案》《放射防护安全管理制度》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《DSA 安全操作规程》等，制度字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

②机房门墙间均进行了有效搭接，防止射线的泄漏，并装有防夹装置，同时设置有自动闭门装置，可以保证开门状态设备扫描停止，防止无关照射。

③机房受检者出入口门外地面应设置黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。手术期间，陪护人员禁止进入监督区域和控制区域。防护门外和墙面的醒目位置设置明显的电离辐射警告标志，电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 要求。

④本项目介入手术医生、护士配备铅衣内外双个人剂量计，其中铅衣内外双个人剂量计分别佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置及铅围裙内躯干位置，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反；技师配 1 支个人剂量计，为铅衣外个人剂量计。

⑤门灯联锁：患者防护门上方设置醒目工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。患者防护门为电动推拉门设有防夹装置，工作状态指示灯能与机房门有效关联。候诊区设置放射防护注意事项告知栏。

⑥对讲装置：DSA 检查室设置对讲装置，操作台的工作人员可以通过对讲装置与机房内的手术人员联系。

⑦按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），本项目 DSA 检查室内应配置 0.5mm 厚的铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜及不低于 0.025mm 厚的铅当量的介入防护手套，介入手术工作人员应穿戴防护用品，DSA 检查室的医护

人员可采用铅帘（不低于 0.5mmPb）进行必要的遮挡；DSA 检查室需为成人患者和儿童患者配有相应的铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套，用于患者非照射部位进行防护，以避免患者受到不必要的照射。

表10-4 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》 (GB Z130-2020) 要求		本项目拟配置情况		是否符合标准要求
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 检查室	工作人员	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	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅橡胶帽子各 6 件；介入防护手套 6 套	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏各 1 件、移动铅防护屏风 1 扇	符合
	患者	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	——	铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套各 1 件	——	符合
	儿童患者	为儿童受检者（患者）配备儿童专用防护用品	——	儿童专用铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套各 1 件	——	符合
	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。		介入防护手套当量 0.025mmPb，其余个人防护用品铅当量均为 0.5mmPb，移动铅防护屏风铅当量为 2mmPb。		符合	

由上表可知，本项目拟配置的个人防护用品和辅助防护设施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）表 10-4 中的要求。

10.2.2 机房屏蔽防护措施符合性分析

本项目 DSA 检查室由具有相应资质的单位进行设计，机房的四侧墙体、顶棚均修建了相应的屏蔽体对射线进行有效的屏蔽。根据机房的屏蔽状况见表 10-6，机房最小单边长及有效使用面积见表 10-7。

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。

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

式中：

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

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

式中：

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；
 α ——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；
 γ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；
B——给定铅厚度的屏蔽透视因子。

本项目 DSA 的最大管电压为 125kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.2 和表 C.3，得铅、混凝土和实心砖对管电压为 125kV 对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，具体见表 10-5 和表 10-6。

表 10-5 铅、混凝土对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

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

表 10-6 砖对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	砖		
	α	β	γ
125kV（有用线束）	0.02870	0.06700	1.346
125kV（90°非有用线束）	—	—	—

表10-7 不同厚度混凝土、实心砖屏蔽透射因子计算结果等效铅当量折算

场所	屏蔽体	屏蔽材料	屏蔽材料厚度	等效铅当量
DSA 检查室	四侧墙体	实心砖+铅板	实心砖	1.81mmPb
			铅板	3.00mmPb
	顶棚	混凝土+铅板	混凝土	1.18mmPb
			铅板	2.00mmPb
	地面	混凝土+硫酸 钡水泥	混凝土	1.18mmPb
			硫酸钡水泥	2.33mmPb

注：1.根据《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020 附录 C 中表 C.2 中的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，实心红砖均保守按 125kV（主束）的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数算出 20cm 实心砖折算 1.81mmPb，12cm 混凝土折算 1.46mmPb。砖（实心砖）密度为 1.65g/cm³；混凝土

密度为 2.35g/cm³。

表 10-8 本项目 DSA 检查室屏蔽防护情况一览表

场所	屏蔽体	屏蔽防护设计	等效铅当量 (mmPb)	GBZ130表3中标准要求	符合性评价
DSA 检查室	四侧墙体	200mm实心砖+3.0mmpb铅板	4.81mmPb	≥2mmPb	符合
	顶棚	100mm混凝土+2.0mmpb铅板	3.18mmPb		符合
	地面	100mm混凝土+180mm硫酸钡水泥	3.51mmPb		符合
	患者防护门	3mmPb成品防护门	3.00mmPb		符合
	控制室防护门	3mmPb成品防护门	3.00mmPb		符合
	污物通道防护门	3mmPb成品防护门	3.00mmPb		符合
	观察窗	3mmPb铅玻璃	3.00mmPb		符合

由表 10-8 可知，本项目 DSA 检查室屏蔽防护设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。

10.3 三废的治理

（1）废水治理措施

本项目 DSA 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进入医院污水处理站处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准要求后，排入市政污水管网。

（2）废气治理措施

在 X 射线辐射源的照射下，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可能会产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目 DSA 球管的管电压最大为 125kV，能量较低，电离空气能力弱，臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）产生量将远低于标准要求，且医院拟在 DSA 检查室设置新风系统送风口，排风口，保证机房通排风效果良好。

（3）固体废弃物治理措施

①本项目 DSA 采用数字成像，无废胶片产生。

②介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂及瓶等医用辅料，采用专门的容器集中收集后，转移至医院专门的医废暂存间，委托具有医疗废物处置资质的单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中收集并交由环卫部门统一清运。

（4）噪声治理措施

本项目噪声源主要为通排风噪声，设备选用低噪声设备，噪声源强一般小于60dB（A），并设置隔声减振措施，经降噪措施及距离衰减作用，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）2类标准要求。

（5）射线装置报废处理

本项目使用的 DSA 射线装置在进行报废处理时，将该射线装置的高压射线管进行拆解和去功能化，同时将射线装置的主机电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

综上所述，DSA 检查室采取的污染防治措施均符合国家相关标准的要求。

10.4 管线设计及穿墙位置屏蔽补偿

针对本项目 DSA 检查室的实际情况，设计单位将合理布置管线穿墙位置，将电缆管线在地面下布设，避免主射线直接照射管线口，穿墙洞口位置采用 2mm 的不锈钢盖板进行覆盖，确保管线穿墙口位置的屏蔽厚度，满足整个机房屏蔽防护要求。

医院应委托专业的施工单位进行 DSA 检查室防护施工，严格施工管理，施工时需要特别注意机房墙体的缝隙、孔洞、管道、通风口、电缆地沟等可能产生局部泄漏的部位，在两种不同密度材料的搭接处，须确保任何一方向均有足够的屏蔽厚度。使用的屏蔽防护材料应向专业厂家购置，保证防护材料的质量，施工过程中保证墙面防护材料达到要求的铅当量。

10.5 环保投资估算

本核技术应用项目总投资 1020 万元，环保投资 124 万元，占总投资的 12.16%。环保投资估算详见表 10-12。

表10-12 本项目辐射环保投资估算一览表

场所	类别	环保设施	金额（万元）
DSA 检查室	辐射屏蔽设施	DSA 检查室满足辐射防护要求的墙体、观察窗、防护门、地板、顶棚	100
	安全装置	操作台和床体上“急停开关”装置 1 套	5
		对讲装置 1 套	
		门灯联锁及工作状态指示灯 1 套	
个人防护用品	本项目辐射工作人员配备防护铅当量均为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 6 套，防护铅当量为 0.025mmPb 的介入防护手套 6 套；成人患者配备铅橡胶颈套、铅橡胶围裙各 1 件，铅当量均为 0.5mmPb；儿童患者：儿童专用铅橡胶颈套、儿童专	3	

		用铅橡胶围裙各 1 件，铅当量均为 0.5mmPb	
辅助防护用品		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（0.5mmPb）1 件；移动铅屏风 1 扇，2mmPb。	
个人剂量计		配备个人剂量计若干	3
便携式辐射监测仪		配备便携式辐射监测仪 1 台	
警示标示		警示标志若干	
通排风系统		动力通排风系统 1 套	7
其他		监测设备的维护	6
		人员培训	
		个人剂量监测	
		职业健康检查	
		合计	124

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

吴忠微创医院拟新购一台 DSA（125kV，1000mA）设备，设置在医院 3 楼的 1 间经辐射防护工程改造后改建的 DSA 检查室内，用于影像诊断和介入治疗。本项目不新增建筑物，施工内容主要为墙体改造和防护装修以及 DSA 的安装调试等。

本项目在建设和安装阶段无辐射产生，对周围环境没有辐射影响。

本次评价项目涉及对旧墙体的拆除及新墙体的砌筑、建筑装修、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。

（1）声环境影响分析

本项目施工期的噪声源主要是施工机械和设备的噪声，项目施工噪声影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失。在施工过程中，各类机械会产生噪声，项目施工承建单位已合理制定施工计划，避开午休时间，禁止在夜间施工；现场混凝土振捣采用低噪音振动棒，操作中要求不得振捣钢筋和模块，严禁任意空震产生噪音，且已在施工中采用密闭式隔音棚。经上述措施防治后，可大大降低本项目施工过程中噪声对周围的影响，场界噪声可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准的要求。因此，本项目施工期对周围声环境影响时间和强度均较小。

（2）环境空气影响分析

建设项目辐射防护工程施工期间的环境空气影响主要为工地装卸、材料堆放等施工工作产生。施工期的材料集中堆放入建设场地室内，施工开始时已对建设区域外围进行围挡封闭，减少扬尘的外漏。施工场地所内原有通风设施，可进行一定的换气处理，可以使工程建设产生的扬尘处于可控制状态。

（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，施工单位已对施工废水进行妥善处理，而施工人员的生活污水产生量较小，经医院污水处理站预处理达标后，通过市政污水管网排出。

（4）固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为建筑垃圾。建设项目在施工过程中的建筑垃圾和生活垃圾

均为集中处理，防止随意堆放和倾倒。生活垃圾均置于医院内部垃圾收集箱内，定期由环卫工人送至附近的垃圾中转站。施工期产生的建筑垃圾以及装修垃圾均统一收集后交由市政环卫部门处理。

(5) 设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备的安装应请专业人员进行，医院方不得自行拆卸、安装设备，安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。

在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响较小。

综上所述，本项目施工期较短，施工范围和工程量较小，在医院的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做好各项环保措施，施工期对周围环境影响较小，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

11.2 实际运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA 检查室关注点辐射水平

本项目 DSA 位于医院三楼拟建 DSA 机房内，本报告对 DSA 机房周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方法进行影响分析。根据医院提供资料，DSA 设备参数与工况、机房防护情况如表 11-1。

表11-1 本项目DSA设备参数与工况及防护情况

设备		DSA		
技术参数		最大管电压 125kV/最大管电流 1000mA		
过滤材料		2.5mmAl		
工况模式	摄影	常用工况下 最大常用电压 100kV 最大常用电流 500mA	发射率常数	0.09mGy/mA·s
	透视	常用工况下 最大常用电压 90kV 最大常用电流 15mA		0.075mGy/mA·s
泄漏辐射源强		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		
机房尺寸		长 7.3m×宽 6.5m×高 3.0m		
屏蔽防护设施	四侧墙体	200mm 实心砖+3.0mmpb 铅板		
	顶棚	100mm 混凝土+2.0mmpb 铅板		

地面	100mm 混凝土+180mm 硫酸钡水泥
防护门	3mmPb 成品防护门
观察窗	3mmPb 铅玻璃

根据《辐射防护导论》射线装置距靶 1m 处的空气比释动能率，按公式 11-1 计算：

$$K = I \cdot \delta_x \frac{r_0^2}{r^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

K —离靶 r (m) 处由X射线机产生的初级 I —管电流 (mA)；

I —管电流 (mA)；

δ_x —管电流为 1mA，距靶 1m 处的发射率常数，mGy/(mA·min)；

$r_0=1\text{m}$ ；

r —源至关注点的距离，m。

表 11-2 DSA 不同运行模式下距靶 1m 处空气比释动能率一览表

设备	运行模式	过滤材料 (Al) 厚度 (mm)	距靶 1m 处的发射率常数 (mGy/mA·s)	最大常用电压 (kV)	最大常用电流 (mA)	距靶 1m 处的空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)
DSA	摄影	2.5	0.09	100	500	1.62E08
	透视	2.5	0.075	90	15	4.05E06

根据医院提供资料，本项目根据现有病人门诊量及医院实际情况预估，该台 DSA 每年最多能开展 100 台手术，各种手术使用 DSA 开展手术的情况见表 11-3。

表 11-3 各种手术使用 DSA 情况

手术类型	年预计最大手术量 (台)	单台手术最长累计曝光时间 (min)		年最长出束时间 (h)	
		摄影	透视	摄影	透视
心脏介入	50	1	25	0.83	20.83
外周介入	50	0.5	20	0.42	16.67
合计	100	/	/	1.25	37.5

取医生手术位、控制室操作位、防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、楼上离地 100cm 处和楼下距下一层地面 1.7m 为预测点位，预测点位见表 11-4 和见图 11-1。

表 11-4 本项目 DSA 检查室预测关注点位

预测点位		方位	距辐射源点 (靶点) 最近距离 (m)
1#术者位	第一术者位	机房内	0.8
	第二术者位	机房内	1.0

2#东侧控制室防护门外30cm处	东侧	4.60
3#东侧控制室观察窗30cm处	东侧	4.05
4#东侧防护墙30cm处（控制室）	东侧	4.05
5#南侧患者防护门外30cm处（洁净走廊）	南侧	4.30
6#南侧防护墙30cm处（洁净走廊）	南侧	3.90
7#西侧防护墙30cm处（过道）	西侧	4.05
8#北侧防护门外30cm处（污物通道）	北侧	4.30
9#北侧防护墙30cm处（洁净走廊）	北侧	3.90
10#楼上离地100cm处（灭菌室）	上层	4.00
11#楼下离地170m处（B超室）	下层	2.30

注：以上各点位均按照与辐射源点（靶点）最近距离保守按与机房边界的最近距离考虑。

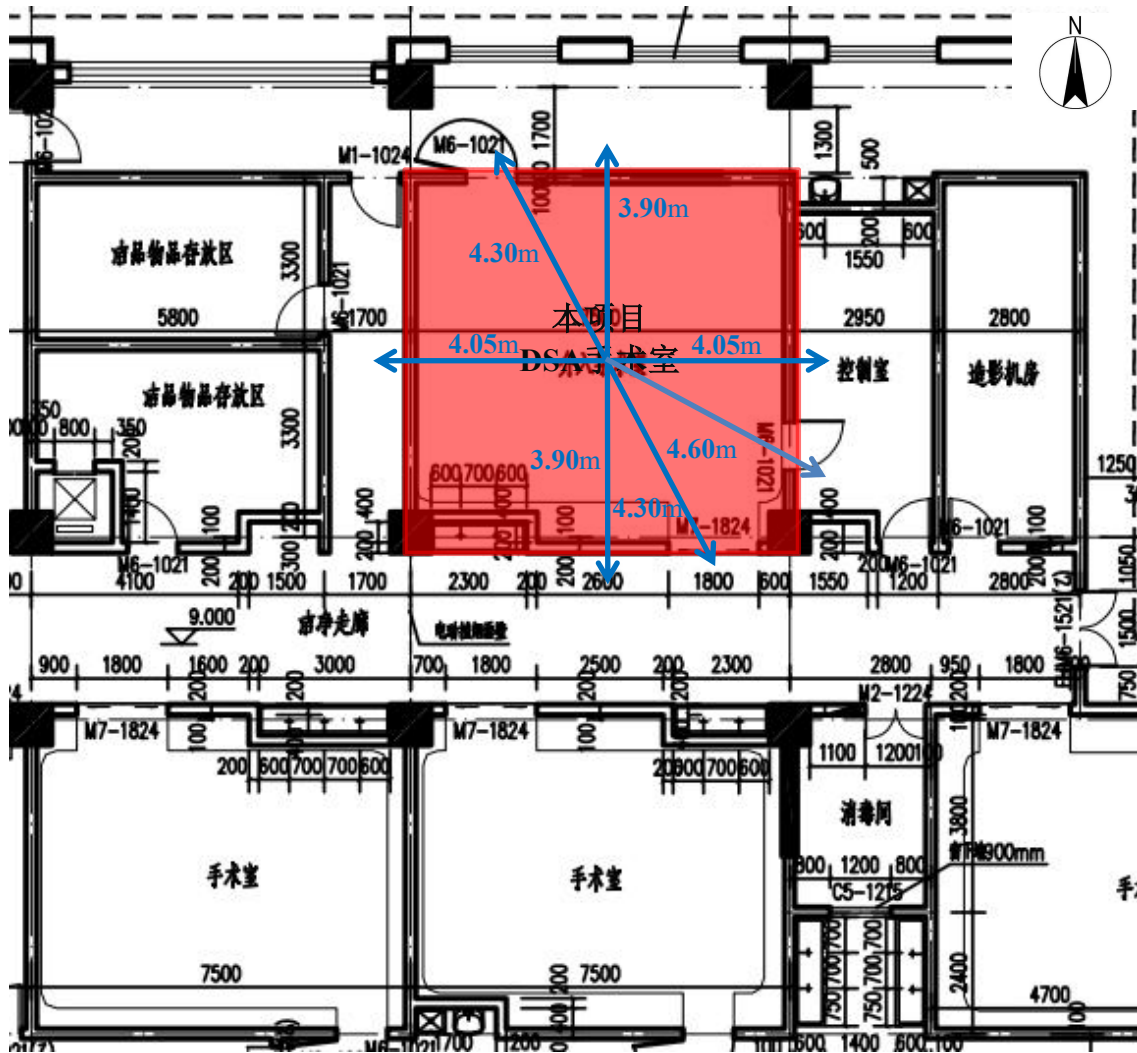


图11-1 本项目DSA检查室预测关注点位分布图

DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities” 4.1.6 节（Primary Barriers，P41~P45）及 5.1 节（Cardiac Angiography，P72）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此下述影响分析计算主要考虑泄漏和散射辐射对周围环境的影响。

以下公式根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽）中公式（10.8）（10.9）（10.10）等公式演化而来。

① 病人体表散射屏蔽估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

H_s ---预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ---距靶 1m 处初级 X 射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

a ---患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取 0.0013；

S ---散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ---源与病人的距离，m，取 0.6m；

d_s ---病人与预测点的距离，m；

B ---屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中公式和参数计算，公式计算同式 10-1。其中： α 、 β 、 γ ——屏蔽材料对 100kV、90kV 管电压 X 射线泄漏辐射衰减的有关三个拟合参数，具体见表 11-5。

表11-5 铅对X射线辐射衰减的有关拟合参数

管电压	铅		
	α	β	γ
100kV（主束）	2.5	15.28	0.7557
100kV（散射）	2.507	15.33	0.9124
90kV	3.067	18.83	0.7726

散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果见表 11-6 和表 11-7

表11-6 DSA所致散射辐射各关注点屏蔽透射因子计算结果

工作模式	关注点位	建设单位设计情况	铅厚度 (mm)	α	β	γ	B
摄影模式	操作间操作位	3mmPb 铅玻璃	3.00	2.507	15.33	0.9124	6.311E-05
	东、西、南、北防护墙外 30cm 处	200mm 实心砖 +3mmpb 铅板	4.81				6.745E-07
	控制室防护门外 30cm 处	3mmPb 防护门	3.00				6.311E-05
	患者防护门外 30cm 处	3mmPb 防护门	3.00				6.311E-05
	污物通道防护门外 30cm 处	3mmPb 防护门	3.00				6.311E-05
	楼上离地 100cm 处	100mm 混凝土 +2mmpb 铅板	3.18				4.018E-05
	楼下离地 170m 处	100mm 混凝土 +180mm 硫酸钡水泥	3.51				1.756E-05
透视模式	操作间操作位	3mmPb 铅玻璃	3.00	3.067	18.83	0.7726	7.935E-06
	东、西、南、北防护墙外 30cm 处	200mm 实心砖 +3.0mmpb 铅板	4.81				3.078E-08
	控制室防护门外 30cm 处	3mmPb 防护门	3.00				7.935E-06
	患者防护门外 30cm 处	3mmPb 防护门	3.00				7.935E-06
	污物通道防护门外 30cm 处	3mmPb 防护门	3.00				7.935E-06
	楼上离地 100cm 处	100mm 混凝土 +2mmpb 铅板	3.18				4.567E-06
	楼下离地 170m 处	100mm 混凝土 +180mm 硫酸钡水泥	3.51				1.659E-06
	第一术者位 (铅衣内)	0.5mmPb 铅防护屏+0.5mmPb 铅衣	1.00				4.076E-03
	第一术者位 (铅衣外)	0.5mmPb 铅防护屏	0.50				2.515E-02
	第二术者位 (铅衣内)	0.5mm 铅衣 +2mmPb 移动式铅屏风	2.50				3.685E-05
	第二术者位 (铅衣外)	2mmPb 移动式铅屏风	2.00				1.719E-04

各预测点位散射辐射剂量计算参数及结果见表 11-7。

表11-7 DSA所致各关注点位散射辐射剂量率计算结果

工作模式	关注点位置描述	H_0	a	s	d_0	d_s	B	H_s
		$\mu\text{Gy/h}$	/	cm^2	m	m	/	$\mu\text{Gy/h}$
摄影	操作间操作位	1.62E08	0.0013	100	0.6	4.05	6.311E-05	0.563

模式	东侧防护墙外 30cm处	4.05E06	0.0013	100	0.6	4.05	6.745E-07	6.014E-03
	南侧防护墙外 30cm处					3.90	6.745E-07	6.486E-03
	西侧防护墙外 30cm处					4.05	6.745E-07	6.014E-03
	北侧防护墙外 30cm处					3.90	6.745E-07	6.486E-03
	控制室防护门外30cm处					4.60	6.311E-05	0.436
	患者防护门外30cm处					4.30	6.311E-05	0.499
	污物通道防护门外 30cm处					4.30	6.311E-05	0.499
	楼上离地100cm处					3.00	4.018E-05	0.653
	楼下离地170cm处					2.30	1.756E-05	0.485
透视模式	操作间操作位	4.05E06	0.0013	100	0.6	4.05	7.935E-06	1.769E-03
	东侧防护墙外 30cm处					4.05	3.078E-08	6.861E-06
	南侧防护墙外 30cm处					3.90	3.078E-08	7.399E-06
	西侧防护墙外 30cm处					4.05	3.078E-08	6.861E-06
	北侧防护墙外 30cm处					3.90	3.078E-08	7.399E-06
	控制室防护门外30cm处					4.60	7.935E-06	1.371E-03
	患者防护门外30cm处					4.30	7.935E-06	1.569E-03
	污物通道防护门外 30cm处					4.30	7.935E-06	1.569E-03
	楼上离地100cm处					3.00	4.567E-06	1.855E-03
	楼下离地170cm处					2.30	1.659E-06	1.147E-03
	第一术者位（铅衣内）					0.8	4.076E-03	23.28
	第一术者位（铅衣外）					0.8	2.515E-02	143.70
	第二术者位（铅衣内）					1.0	3.685E-05	0.135
第二术者位（铅衣外）	1.0	1.719E-04	0.629					

②泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用式 11-3 进行计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B}{d^2} \quad (\text{式 11-3})$$

式中： H_L —距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；根据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》P23 页： π (77) 用于诊断目的的每一个 X 线管必须封闭在管套内，以使得位于该套内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1 米处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1mGy，故本项目保守取值为 1000 μ Gy/h；

H_0 —距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率， μ Gy/h，本项目取 1mGy/h；

d—靶点距关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中公式和参数计算，公式计算同式 10-1。

泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果见表 11-8。

表11-8 DSA所致泄露辐射各关注点屏蔽透射因子计算结果

工作模式	关注点位	建设单位设计情况	铅厚度 (mm)	α	β	γ	B
摄影模式	操作间操作位	3mmPb铅玻璃	3.00	2.5	15.28	0.7557	4.141E-05
	东、西、南、北防护墙外 30cm处	200mm实心砖+3mmPb铅板	4.81				4.469E-07
	控制室防护门外30cm处	3mmPb防护门	3.00				4.141E-05
	患者防护门外30cm处	3mmPb防护门	3.00				4.141E-05
	污物通道防护门外 30cm处	3mmPb防护门	3.00				4.141E-05
	楼上离地100cm处	100mm 混凝土+2mmPb 铅板	3.18				2.637E-05
	楼下离地170m处	100mm 混凝土+180mm 硫酸钡水泥	3.51				1.154E-05
透视模式	操作间操作位	3mmPb铅玻璃	3.00	3.067	18.83	0.7726	7.935E-06
	东、西、南、北防护墙外 30cm处	200mm实心砖+3.0mmPb铅板	4.81				3.078E-08
	控制室防护门外30cm处	3mmPb防护门	3.00				7.935E-06
	患者防护门外30cm处	3mmPb防护门	3.00				7.935E-06
	污物通道防护门外 30cm处	3mmPb防护门	3.00				7.935E-06
	楼上离地100cm处	100mm 混凝土+2mmPb 铅板	3.18				4.567E-06
	楼下离地170m处	100mm 混凝土+180mm 硫酸钡水泥	3.51				1.659E-06
	第一术者位（铅衣内）	0.5mmPb 铅防护屏+0.5mmPb铅衣	1.00				4.076E-03

第一术者位（铅衣外）	0.5mmPb 铅防护屏	0.50				2.515E-02
第二术者位（铅衣内）	0.5mm铅衣+2mmPb移动式铅屏风	2.50				3.685E-05
第二术者位（铅衣外）	2mmPb移动式铅屏风	2.00				1.719E-04

各预测点位泄漏辐射剂量计算参数及结果见下表 11-9。

表11-9 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	H ₀	d	B	H _L
		μGy/h	m	/	μGy/h
摄影模式	操作间操作位	1E03	4.05	4.141E-05	2.524E-03
	东侧防护墙外 30cm处	1E03	4.05	4.469E-07	2.524E-05
	南侧防护墙外 30cm处	1E03	3.90	4.469E-07	2.524E-05
	西侧防护墙外 30cm处	1E03	4.05	4.469E-07	2.524E-05
	北侧防护墙外 30cm处	1E03	3.90	4.469E-07	2.524E-05
	控制室防护门外30cm处	1E03	4.60	4.141E-05	1.957E-03
	患者防护门外30cm处	1E03	4.30	4.141E-05	2.239E-03
	污物通道防护门外30cm处	1E03	4.30	4.141E-05	2.239E-03
	楼上离地100cm处	1E03	3.00	2.637E-05	2.930E-03
	楼下离地170m处	1E03	2.30	1.154E-05	2.182E-03
透视模式	操作间操作位	1E03	4.05	7.935E-06	4.837E-04
	东侧防护墙外 30cm处	1E03	4.05	3.078E-08	1.876E-06
	南侧防护墙外 30cm处	1E03	3.90	3.078E-08	2.024E-06
	西侧防护墙外 30cm处	1E03	4.05	3.078E-08	1.876E-06
	北侧防护墙外 30cm处	1E03	3.90	3.078E-08	2.024E-06
	控制室防护门外30cm处	1E03	4.60	7.935E-06	3.750E-04
	患者防护门外30cm处	1E03	4.30	7.935E-06	4.291E-04
	污物通道防护门外30cm处	1E03	4.30	7.935E-06	4.291E-04
	楼上离地100cm处	1E03	3.00	4.567E-06	5.074E-04
	楼下离地170m处	1E03	2.30	1.659E-06	3.137E-04
	第一术者位（铅衣内）	1E03	0.8	4.076E-03	6.368

第一术者位（铅衣外）	1E03	0.8	2.515E-02	39.303
第二术者位（铅衣内）	1E03	1.0	3.685E-05	3.685E-02
第二术者位（铅衣外）	1E03	1.0	1.719E-04	0.172

③漏射和散射总辐射剂量率估算

根据表 11-7 和表 11-9 的计算结果，将各个预测点的总的附加剂量率统计于下表 11-10。

表11-10 各个关注点的总附加剂量率

场所	工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率	泄漏辐射剂量率	附加剂量率
			μGy/h	μGy/h	μGy/h
DSA 检查室	摄影模式	操作间操作位	0.563	2.524E-03	0.566
		东侧防护墙外 30cm处	6.014E-03	2.524E-05	6.041E-03
		南侧防护墙外 30cm处	6.486E-03	2.524E-05	6.515E-03
		西侧防护墙外 30cm处	6.014E-03	2.524E-05	6.041E-03
		北侧防护墙外 30cm处	6.486E-03	2.524E-05	6.515E-03
		控制室防护门外30cm处	0.436	1.957E-03	0.438
		患者防护门外30cm处	0.499	2.239E-03	0.501
		污物通道防护门外30cm处	0.499	2.239E-03	0.501
		楼上离地100cm处	0.653	2.930E-03	0.6556
		楼下离地170m处	0.485	2.182E-03	0.487
	透视模式	操作间操作位	1.769E-03	4.837E-04	2.253E-03
		东侧防护墙外 30cm处	6.861E-06	1.876E-06	8.737E-06
		南侧防护墙外 30cm处	7.399E-06	2.024E-06	9.423E-06
		西侧防护墙外 30cm处	6.861E-06	1.876E-06	8.737E-06
		北侧防护墙外 30cm处	7.399E-06	2.024E-06	9.423E-06
		控制室防护门外30cm处	1.371E-03	3.750E-04	1.746E-03
		患者防护门外30cm处	1.569E-03	4.291E-04	2.000E-03
		污物通道防护门外30cm处	1.569E-03	4.291E-04	2.000E-03
		楼上离地100cm处	1.855E-03	5.074E-04	2.362E-03
		楼下离地170m处	1.147E-03	3.137E-04	1.461E-03
		第一术者位（铅衣内）	23.28	6.368	29.648

	第一术者位（铅衣外）	143.70	39.303	183.003
	第二术者位（铅衣内）	0.135	3.685E-02	0.172
	第二术者位（铅衣外）	0.629	0.172	0.801

由表 11-10 计算结果可知，正常运行情况下，DSA 机房关注点处的周围剂量当量率估算结果在使用 DSA 时，摄影功能的周围剂量当量保守极限取值均取透视功能限值，均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的标准限值。

11.2.2 年附加有效剂量估算

$$H_{Er}=D_r * t * K * T*10^{-3} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

H_{Er} ：外照射年有效剂量，单位：mSv；

D_r ：X 辐射瞬时剂量率，单位：μGy/h；

t ：辐射照射时间，单位：h；

K ：吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy，为保守估计，该值取 1。

居留因子参考《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）附录 A, 详见表 11-11。

表11-11 居留因子的选取

场所	居留因子 (T)		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗操作间、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分停留	1/4	1/2-1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室
			1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8：各治疗室房门
			1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室
			1/40：仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

根据表 11-3 该项目 DSA 设备运行曝光时间估算对年附加有效剂量计算结果详见表 11-12。

表11-12 年附加有效剂量估算结果

机房	工作模式	关注点位	附加剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	年工作时间 h	T	附加年有效剂量 mSv	涉及人员
DSA 检查室	摄影	操作间操作位	0.566	1.25	1	7.075E-04	操作技师
		东侧防护墙外 30cm处	6.041E-03		1	7.551E-06	公众人员
		南侧防护墙外 30cm处	6.515E-03		1/5	1.629E-06	公众人员
		西侧防护墙外 30cm处	6.041E-03			1.510E-06	公众人员
		北侧防护墙外 30cm处	6.515E-03			1.629E-06	公众人员
		控制室防护门外30cm处	0.438		1	5.475E-04	公众人员
		患者防护门外30cm处	0.501		1/5	1.253E-04	公众人员
		污物通道防护门外30cm处	0.501			1.253E-04	公众人员
		楼上离地100cm处	0.6556		1/2	4.098E-04	公众人员
		楼下离地170m处	0.487			3.044E-04	
	透视	操作间操作位	2.253E-03	37.5	1	8.449E-05	操作技师
		东侧防护墙外 30cm处	8.737E-06		1	3.276E-07	公众人员
		南侧防护墙外 30cm处	9.423E-06		1/5	7.067E-08	公众人员
		西侧防护墙外 30cm处	8.737E-06			6.553E-08	公众人员
		北侧防护墙外 30cm处	9.423E-06			7.067E-08	公众人员
		控制室防护门外30cm处	1.746E-03		1	6.548E-05	公众人员
		患者防护门外30cm处	2.000E-03		1/5	1.500E-05	公众人员
		污物通道防护门外30cm处	2.000E-03			1.500E-05	公众人员
		楼上离地100cm处	2.362E-03		1/2	4.429E-05	公众人员
楼下离地170m处		1.461E-03	2.739E-05			公众人员	

各关注点位年附加有效剂量估算结果汇总于表 11-13。

表11-13 各预测点年附加有效剂量汇总表

机房	关注点位	摄影年有效剂量 mSv	透视年有效剂量 mSv	附加年有效剂量 mSv	涉及人员
DSA 检查室	操作间操作位	7.075E-04	8.449E-05	7.920E-04	操作技师
	东侧防护墙外 30cm处	7.551E-06	3.276E-07	7.879E-06	公众人员
	南侧防护墙外 30cm处	1.629E-06	7.067E-08	1.700E-06	公众人员
	西侧防护墙外 30cm处	1.510E-06	6.553E-08	1.576E-06	公众人员
	北侧防护墙外 30cm处	1.629E-06	7.067E-08	1.700E-06	公众人员

	控制室防护门外30cm处	5.475E-04	6.548E-05	6.130E-04	公众人员
	患者防护门外30cm处	1.253E-04	1.500E-05	1.403E-04	公众人员
	污物通道防护门外30cm处	1.253E-04	1.500E-05	1.403E-04	公众人员
	楼上离地100cm处	4.098E-04	4.429E-05	4.541E-04	公众人员
	楼下离地170m处	3.044E-04	2.739E-05	3.318E-04	公众人员

根据表 11-13，本项目 DSA 正常运行后，操作间操作技师年有效剂量为 7.920E-04mSv，公众人员最大年有效剂量为 6.130E-04mSv。则本项目机房外职业人员及公众人员年有效剂量均低于年职业人员年有效剂量 5mSv 以及公众人员年有效剂量 0.1mSv 的剂量约束限值，且均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的规定。

11.2.3 机房内医护人员的辐射影响

本项目目前拟开展医疗项目医用 DSA 拟配备 7 名手术人员，其中介入医生 4 名，技师 1 名，护士 2 名，后期未开展医疗项目人员根据实际情况配置。在进行介入手术时，每台手术有 2 名医生和 1 名护士在机房内对患者进行手术，1 名技师在控制室进行操作。医生和护士在机房内操作时须穿介入铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖，同时使用铅屏风和铅帘进行防护。

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)，介入工作人员年有效剂量计算公式为：

$$E=\alpha H_u+\beta H_0 \quad (\text{式 11-5})$$

式中： H_u ：铅衣内受照剂量,mSv；

H_0 ：铅衣外受照剂量,mSv；

α ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79；

β ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051。

手术室内各类手术医生近台同室操作所受到的年有效剂量估算结果如表 11-10 所示。

表11-10 机房内医护人员年有效剂量分析

人员类型		$H(\mu\text{Gy/h})$ (铅衣内)	$H(\mu\text{Gy/h})$ (铅衣外)	α	β	t (h)	H_u (mSv) (铅衣内)	H_o (mSv) (铅衣外)	E (mSv)
医生	心脏介入手术	29.648	183.003	0.79	0.051	20.83	0.62	3.81	0.68
	外周介入手术	29.648	183.003			16.67	0.49	3.05	0.54

护 士	心脏介入手术	0.172	0.801			20.83	3.58E-03	1.67E-02	3.68E-03
	外周介入手术	0.172	0.801			16.67	2.87E-03	1.34E-02	2.95E-03

本项目建成后，针对不同手术类型及诊疗项目拟配备不同专业的医生和护士数名，各科医生仅负责本专业类型手术。根据上表可知，透视模式下，本项目中介入医生和介入护士共有两组，介入医生受照年有效剂量最大为 0.68mSv/a；护士为两人轮岗，故介入护士受照的年有效剂量最大为 $(3.68E-03+2.95E-03) / 2 \approx 3.32E-03mSv/a$ ，根据计算可知，在确保铅衣、铅帽、铅颈套和移动铅屏风等防护用品正常使用的情况下，手术室内近台同室操作的各类专业的医生和护士年有效剂量管理均低于医院管理目标值 5mSv/a，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.3 其他环境影响分析

（1）废气环境影响分析

X 射线与空气作用可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体，消除有害气体对 DSA 检查室的影响关键在于加强室内通风。本项目 DSA 检查室设计有通排风系统，能满足 DSA 检查室通风换气需要。

本项目 DSA 检查室采用循环通风系统进行通风换气，保持良好通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。”的标准要求。项目运行后，工作场所室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风装置和外界空气对流，对人员和周围环境影响较小。

（2）废水环境影响

本项目不使用废显影液和定影液，因此本项目无洗片废水、废定（显）影液产生。本项目生活污水依托现有污水处理设施。

（3）固体废物影响分析

本项目射线装置采用计算机图像存储管理系统，电脑成像，激光打印，无洗片过程，打印出来的胶片由病人带走。本项目不涉及洗片，不会产生废弃 X 光片。本项目产生医疗废物采用专门的收集容积集中回收后，转移至医疗废物暂存间，按照医疗废物执行转移联单制度，由有回收医疗废弃物资质的单位定期统一回收处理；工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

11.4 事故影响分析

11.4.1 可能发生的辐射事故

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

- (1) 曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到 X 射线照射。
- (2) 曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射。
- (3) 曝光过程中，因警示灯失效或其他情况下其他人员误入曝光室受到意外照射。
- (4) 因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。
- (5) 同室近台工作人员未按要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致接受额外照射。
- (6) 因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要照射。
- (7) 控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。
- (8) 紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成人员误照射。

11.4.2 辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

(一) 特别重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡；

(二) 重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

(三) 较大辐射事故，是指 IV 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

(四) 一般辐射事故，是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

11.4.3 事故情况下受照剂量分析

假设 DSA 进行同室近台操作时发生事故，人员误入 DSA 检查室，距病人 1m 处的散射辐射剂量率为 3656.25 μ Gy/h，距病人 1m 处的泄露辐射剂量率 1000 μ Gy/h，则距离病人 1m 处的辐射剂量率为 4656.25 μ Gy/h。透视 30s 所受到的剂量约为 38.80 μ Sv，透视 1min 所受到的剂量约为 0.078mSv。根据计算，在距病人 1m 处照射 12.89min 左右，所受到的剂量将超过年剂量限值 1mSv。

假设 DSA 进行摄影曝光时，有人员滞留在 DSA 手术室。距病人 1m 处的散射辐射剂量率为 146250.00 μ Gy/h，距病人 1m 处的泄露辐射剂量率 1000 μ Gy/h，则 1m 处辐射剂量率估算为 147250.00 μ Gy/h。一般情况下，一次曝光时间不超过 0.1s，受照剂量约为 4.09 μ Sv，未超过年剂量限值 1mSv，不属于一般辐射事故。

综上，本项目 DSA 透视时可能发生一般辐射事故。工作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，进行辐射工作前按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查介入手术室的防护性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用的 DSA 介入手术室。

11.4.4 辐射事故预防措施

为避免辐射事故发生及辐射事故发生时能采取有效防范措施降低辐射事故的危害，该单位需做好以下预防措施：

(1) 定期对射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，确认各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处置。

(2) 针对单位使用射线装置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操作室醒目位置）。工作人员严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

(3) 定期检查门灯联锁装置，确保门灯联锁装置正常运行；定期对辐射工作场所的安全防护装置进行维护、保养。

(4) 加强辐射工作人员的管理，DSA 开机前必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强放射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

(5) 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。

(6) 介入手术室门外应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

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

11.4.5 事故应急措施

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、有计划地进行处理，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) 事故处理后应累计资料，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) 对可能发生的放射事故，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。同时上报生态环境行政主管部门和卫生行政部门。当发生辐射照射事故时，应在第一时间通报当地生态环境行政主管部门和公安部门。

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

12.1.1 辐射安全管理领导小组成员及职责

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》《放射诊疗管理规定》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等规定，医疗机构应当配备专（兼）职的辐射安全管理人员或成立辐射防护领导小组，负责医用辐射安全防护。主要职责为：

- （一）组织制定并落实辐射安全防护管理制度；
- （二）定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查；
- （三）组织本机构辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查；
- （四）制定放射事件应急预案并组织演练。

本项目建成后应按以上要求成立“吴忠微创医院辐射安全与防护管理领导小组”，并及时修订相关的规章制度。

12.1.2 辐射工作人员

本项目辐射工作人员须在辐射防护培训平台考核合格后，方能上岗。同时按照国家相关规定进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。

12.2 辐射安全管理规章制度

（1）制定辐射安全管理规定

本项目 DSA 依法取得生态环境部门相关批复手续后方可正式投入运行。在进行日常使用过程中应严格按照监管部门要求进行辐射安全管理。制定严格射线装置操作规程，操作人员必须按操作规程进行操作，并做好个人防护。

（2）制定《辐射安全和防护设施维护维修制度》

医院将定期对辐射安全和防护设施进行检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录，由辐射安全管理负责人组织对本单位所有辐射防护安全工作定期进行自查，发现问题及时整改。

（3）制定监测方案及监测仪表使用与校验管理制度

医院将定期对辐射工作场所进行监测，列出监测计划，对日常巡测的辐射监测仪器进行定期校验。

(4) 制定辐射工作人员培训/再培训管理制度

单位定期组织内部辐射安全培训，积极参加辐射安全与防护培训平台考核，取得辐射安全培训合格证，确保持证上岗。

(5) 制定辐射工作人员个人剂量管理制度

所有从事手术操作的工作人员应进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终生保存。在进行个人剂量监测的同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。

(6) 制定辐射事故/事件应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院应当制定防范和处置辐射事故应急预案；发生辐射事故后应当立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延。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》等规定修订已经建立的一系列基本的辐射防护管理制度。

12.3 辐射监测

12.3.1 个人剂量监测

建设单位应根据《放射工作人员职业健康管理辦法》制定包括《辐射工作人员个人剂量监测管理制度》等相关制度，安排本单位的辐射工作人员接受个人剂量监测，并遵守下列规定：

- (1) 外照射个人剂量监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月；
- (2) 建立并终生保存个人剂量监测档案；
- (3) 允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案；
- (4) 委托具有个人剂量监测资质的机构进行检测并领取新的个人剂量计；
- (5) 监测结果应每个季度向有关部门进行通报，并且由医院统一进行个人剂量档案

管理。

12.3.2 工作场所辐射环境监测

医院拟为项目所在科室配置 1 台 X-γ辐射剂量率监测仪，定期按照如下要求对工作

场所的 X 射线周围剂量当量率进行自主监测。

①年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度检测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

②日常自行监测：定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期至少 1 次/月。

③监测内容和要求

A、监测内容：X 射线周围剂量当量率；

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-1）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查；

表 12-1 辐射工作场所监测计划建议

项目	监测内容	监测点位	监测条件	监测周期	
				日常监测	年度监测
DSA	X射线周围剂量当量率	距四面墙体、门、窗外30cm及其他人员可能到达处；	摄影模式	1次/月	1次/年
			透视模式		

C、监测范围：控制区和监督区域及周围环境；

D、监测质量保证

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

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

c、制定辐射环境监测管理制度和方案。建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。监测布点图见图 12-1，点位描述见表 12-2。

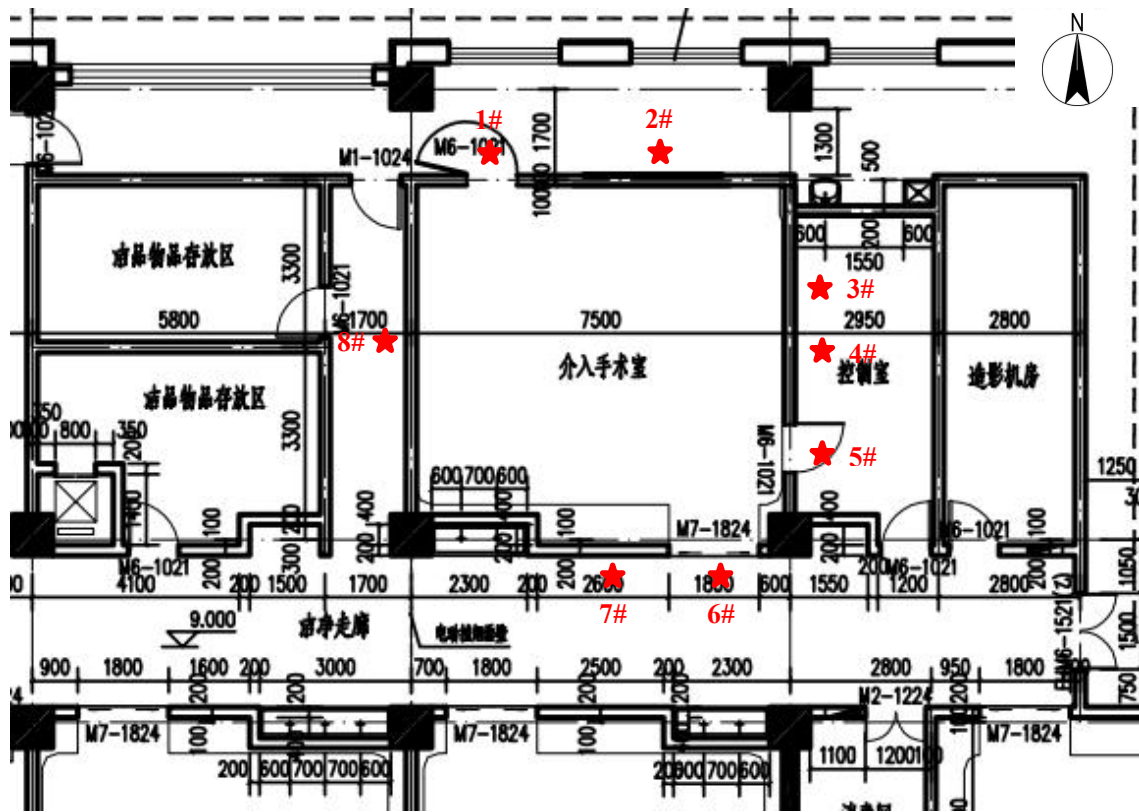


图 12-1 拟建 DSA 机房自主监测点位布置图

表 12-2 医院日常监测布点方案

机房名称	序号	点位描述	监测频次	评价标准 ($\mu\text{Sv/h}$)
拟建 DSA 检查室	1	1#污物通道防护门外30cm处	1次/月	≤ 2.5
	2	2#北侧防护墙外30cm处	1次/月	≤ 2.5
	3	3#东侧防护墙外30cm处	1次/月	≤ 2.5
	4	4#观察窗外30cm处	1次/月	≤ 2.5
	5	5#控制室防护门外30cm处	1次/月	≤ 2.5
	6	6#患者防护门外30cm处	1次/月	≤ 2.5
	7	7#南侧防护墙外30cm处	1次/月	≤ 2.5
	8	8#西侧防护墙外30cm处	1次/月	≤ 2.5
	9	9#楼上100cm处	1次/月	≤ 2.5
	10	10#楼下离地170cm处	1次/月	≤ 2.5

注：项目建成后可根据实际情况对监测点位进行适当增加或删减。

12.4 辐射事故应急

为了加强对射线装置的安全管理，保障公共健康，保护环境，吴忠微创医院应根据本项目实际情况及医院已开展放射诊疗情况成立放射事故应急处理领导小组，组织辐射事故的应急处理救援工作。应急预案应规定辐射事故应急处理机构与职责、辐射事故应

急救援原则、辐射事故应急处理程序及措施等，做到内容较全，措施得当，便于操作，在应对放射性事件和突发事件时切实可行，操作性强。

一旦发生辐射事故，立即启动辐射事故应急预案，采取必要应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由医院辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，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。

12.5 辐射工作人员的管理

(1) 培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）第三章人员安全和防护，使用Ⅱ类射线装置的单位，其辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；考核不合格的，不得上岗。

根据生态环境部《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），本项目建成之前，医院应及时组织新增辐射工作人员与原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员到国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，考核合格方可上岗。

(2) 职业健康检查

按照《放射工作人员职业健康管理办法》要求，放射工作人员在上岗前、在岗期间和离岗后都要进行健康检查，而且在岗期间要每两年进行一次健康体检。参照《放射工作人员健康要求》确定是否适合从事放射性工作，有效保护放射工作人员的身心健康。

医院应根据相关法律法规及标准要求组织该项目放射工作人员进行上岗前职业健康检查，并建立健康档案，待检查结果为“可从事放射性工作”或“可继续原放射工作”后方可从事该项目放射诊疗工作。

12.6 项目竣工环境保护验收管理

本项目应在建成后及时进行竣工验收，根据《建设项目环境保护管理条例》，本项目竣工后，建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对本项目配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。验收合格后，方可投入生产或使用。本工程竣工环境保护验收的内容见表 12-3。

表12-3 本项目竣工环境保护验收一览表

序号	项目	设施（措施）	验收要求
1	辐射屏蔽措施	机房观察窗、防护门、防护墙等	防护措施按照设计要求实施，辐射防护屏蔽能力满足《放射诊断放射防护要求》
2	人员管理	辐射安全与防护培训考核	操作人员接受安全防护教育和培训，定期参加相关辐射防护知识培训学习，取得合格后方可上岗
		个人剂量检测	应按要求进行个人剂量监测并建立档案
		职业健康检查	辐射工作人员按要求进行职业健康体检并建立档案
3	管理制度	辐射防护管理制度	根据报告表应该完善的污染防治措施要求，修改完善医院相关规章制度，满足《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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等中的相应防护标准的要求
4	辐射安全防护措施	安全措施	应在手术室门及场所外设立电离辐射标志，并设醒目的工作指示灯；门灯连锁的有效性；急停开关布置的合理性
5	防护用品、监测仪器	个人剂量计	配备与工作人员数量匹配的个人剂量计，建议DSA手术医生、护士佩戴双剂量计，操作技师佩戴单剂量计
		防护用品和辅助防护设施	应参照表 10-4 为放射工作人员和受检者配备铅防护用品
		辐射环境监测仪	配备符合要求的辐射环境监测仪
6	分区管理	工作场所划分为监督区和控制区	严格按照控制区和监督区相关要求进行管理
7	监测实施	个人剂量监测	工作人员受到的年附加有效受照剂量应低于管理值 5mSv 的要求；公众人员受到的附加年有效剂量应低于管理限值 0.1mSv 的要求
		工作场所监测	机房外周围剂量当量率应不大于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的 2.5μSv/h 的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射实践的正当性

吴忠微创医院拟增加的医用血管造影用 X 射线装置（DSA）主要用于诊断和介入治疗，目的在于提升医院的医疗水平，更好地开展放射诊疗工作，救治病人，其产生的社会效益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.2 产业政策的符合性

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

13.1.3 选址的合理性

本辐射项目位于医院内部，不新增土地，DSA 检查室具体拟建于医院三楼介入手术室 4 内（配套有控制室和设备间）。本项目 DSA 检查室平面布局和建设时充分考虑了对周围环境和人员的安全防护，采取的屏蔽措施和安全防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求，对周围环境的影响较小，本项目辐射工作场所边界外 50m 评价范围内为医院内部建筑物和医院大楼四周空地，所开展的核技术应用项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，因此选址是合理的。

13.1.4 辐射环境质量现状

本项目 DSA 检查室及周边室内 X- γ 辐射剂量率范围为 40nGy/h~51nGy/h，医院周边 X- γ 辐射剂量率范围为 37nGy/h~39nGy/h，根据《全国环境天然贯穿辐射水平调查研究（1983-1990）》，宁夏地区的室内 γ 辐射剂量率水平为（62.3-137.8）nGy/h，宁夏地区的道路 γ 辐射剂量率水平为（34.7-104.1）nGy/h。由此可知 DSA 检查室环境 γ 辐射剂量率低于当地室内 γ 辐射剂量率水平，项目所在地四周环境 γ 辐射剂量率在当地环境本底水平范围内。

13.1.5 辐射防护措施有效性

根据医院提供的防护设计资料，经分析，DSA 机房的辐射防护设计方案和辐射安全措施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关要求。

13.1.6 辐射环境影响分析

经分析，本项目 DSA 设备正常运行后，对职业人员和公众人员所造成的最大年附加有效剂量均低于本项目规定的剂量约束值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众人员年有效剂量不超过 0.1mSv），且均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

13.1.7 可行性结论

综上所述，吴忠微创医院（DSA）利用项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理制度后，具备从事相应的辐射工作技术能力，对工作人员、公众人员和周围环境的辐射影响就可以控制在国家允许的标准范围之内。因此，从辐射安全和环境保护的角度论证，本项目建设是可行的。

13.2 承诺及建议

13.2.1 建议

（1）落实法律法规、标准规范及本环评报告中提出的管理措施和辐射防护措施要求，须在手术室门及场所外设立电离辐射标志，并设醒目的工作指示灯；有效的门灯连锁；合理的急停开关布置。

（2）定期组织辐射工作人员进行辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝辐射事故的发生。

（3）医院所涉及 DSA 手术医生、护士佩戴双剂量计，操作技师佩戴单剂量计。

（4）医院应将辐射事故应急预案装裱上墙，每年至少组织一次预案培训工作，并定期进行应急演练。

（5）医院需配置 1 台 X- γ 辐射剂量率监测仪，并定期进行放射工作场所的自主监测；同时需按本报告表 10-4 购置相应的防护用品，以保障辐射工作人员的身体健

（6）应当编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报原发证机关。

（7）接受生态环境等主管部门的管理、监督及指导；取得环评报告表批复后，应及时向省生态环境厅申请重新办理《辐射安全许可证》。

13.2.2 承诺

为保护环境，保障人员健康，吴忠微创医院承诺：

（1）及时完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行，在项目建设和运行过程中，加强内部监督管理，不违规操作、不弄虚作假，并接受生态环境部门的监督检查和及时整改检查中发现问题；

（2）按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（环保部 18 号令）要求开展个人剂量监测、工作场所监测和环境监测工作；

（3）待本项目取得环评批复后，医院将及时向生态环境部门申请更新辐射安全许可证；

（4）工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。项目投入运行后，尽快开展竣工环保验收。

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