

核技术利用建设项目
新增使用II类射线装置项目
环境影响报告表

北京积水潭医院

2023 年 06 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
新增使用II类射线装置项目
环境影响报告表

建设单位：北京积水潭医院
建设单位法人代表（签名或签章）：蒋协远
通讯地址：北京市西城区新街口东街 31 号
邮政编码：100035 联系人：靳少锋
电子邮箱：1306214972@qq.com 联系电话：010-58517171

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	10
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 保护目标与评价标准	16
表 8 环境质量和辐射现状	21
表 9 项目工程分析与源项	24
表 10 辐射安全与防护	28
表 11 环境影响分析	35
表 12 辐射安全管理	47
表 13 结论与建议	51
表 14 审 批	53

表 1 项目基本情况

建设项目名称	新增使用II类射线装置项目				
建设单位	北京积水潭医院				
法人代表	蒋协远	联系人	靳少锋	联系电话	010-58517171
注册地址	北京市西城区新街口东街 31 号				
项目建设地点	北京市昌平区回龙观镇回南北路 68 号回龙观院区 II 期医技病房楼一层中部南侧				
立项审批部门	无		批准文号	无	
建设项目总投资 (万元)	1000	项目环保投资 (万元)	100	投资比例(环保投资/总投资)	10%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)	71.76
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					
<h3>1.1 单位概况</h3> <p>北京积水潭医院（以下简称“医院”）位于北京市西城区新街口东街 31 号，建立于 1956 年，经过半个多世纪的发展，已发展成为以骨科和烧伤科为重点学科的三级甲等综合性医院。医院目前有职工 3000 多人。床位 2203 张，其中本院区（新街口院区）编制床位 903 张，回龙观院区（一期）编制床位 500 张，回龙观院区增加编制床位 500 张，本项目建成后，回龙观院区编制床位 1000 张，新龙泽院区编制床位 800 张。于 2013 年 1 月 28 日，正式建成位于北京市昌平区回</p>					

龙观回南北路 68 号的回龙观院区，院区有内科、普外科、心外科、泌外科、妇产科、儿科、骨科、五官科、康复科、感染疾病科、内镜中心、中医科、ICU、CCU、RICU、EICU、数字化手术室等临床科室和放射科、检验科、血库等医技科室。北京积水潭医院新龙泽院区门诊 7 月 16 日试开诊,新龙泽院区以综合学科为主，重点学科兼顾，致力于打造京北地区区域医疗中心。新龙泽院区门诊开设内科、外科、妇科、儿科、骨科、放射、检验、超声等临床医技科室，就诊患者可通过网络、电话、微信、自助机等多种方式进行预约挂号。医院门诊保障各层级专家出诊，充分扩大号源，以满足患者医疗需求。

北京积水潭医院为已取得《辐射安全许可证》单位。

1.2 核技术利用及辐射安全管理现状

1.2.1 核技术利用现状情况

北京积水潭医院已取得了辐射安全许可证(京环辐证[B0064],有效期至 2023 年 6 月 25 日，许可的种类和范围是使用 V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所。

北京积水潭医院已许可射线装置使用情况见表 1-1。

表 1-1 医院已许可的射线装置情况（II 类 6 台，III 类 112 台）

序号	装置名称	类别	装置数量(台)	活动种类
1	医用 X 射线胃肠机	III	4	使用
2	G 型臂 X 射线机	III	10	使用
3	医用 X 射线碎石机	III	1	使用
4	3D-C 型臂 X 射线机	III	2	使用
5	移动床旁 X 射线机	III	20	使用
6	SPECT/CT 机	III	1	使用
7	3D 移动式 C 型臂 X 射线机	III	6	使用
8	C 型臂 X 射线机	III	3	使用
9	乳腺 X 射线机	III	1	使用
10	迷你 C 型臂 X 射线机	III	8	使用
11	医用 X 射线摄影机	III	21	使用

12	C型臂X射线机	III	20	使用
13	医用X射线CT机	III	9	使用
14	牙科X射线机(曲面断层)	III	2	使用
15	PET/CT机	III	1	使用
16	迷你动物CT机	III	1	使用
17	牙科X射线机	III	4	使用
18	血管造影机	II	6	使用
19	医用X射线骨密度仪	III	2	使用
	合计		122	

医院已许可的非密封放射性同位素使用情况见表 1-2。

表 1-2 医院已许可非密封放射性同位素使用情况

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	活动种类
1	本院核医学科	乙	Ga-67	9.25E+6	9.25E+10	使用
2	本院核医学科	乙	F-18	7.4E+6	1.85E+12	使用
3	本院核医学科	乙	I-123	1.85E+7	1.85E+11	使用
4	本院核医学科	乙	Ga-68	1.11E+6	5.55E+10	使用
5	本院核医学科	乙	Tc-99m	2.8E+7	7.0E+12	使用
6	本院核医学科	乙	I-131	2.41E+8	4.6E+11	使用
7	本院核医学科	乙	Tl-201	9.25E+5	9.25E+10	使用
8	本院核医学科	乙	Sr-89	2.96E+6	7.4E+10	使用

医院已许可的放射源使用情况见表 1-3。

表 1-3 医院已许可的放射源使用情况

序号	核素	类别	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	活动种类
1	Ge-68	V	1.85E+7*×1	使用;
2	Ge-68	V	3.50E+6*×1	使用;

1.2.2 近几年履行环保审批情况

北京积水潭医院近五年以来共开展了 2 个核技术利用项目, 均履行了建设项目环境影响评价手续, 取得了同意建设的批复。满足竣工验收条件的项目已完成

了竣工环保验收。

具体落实情况见表 1-4。

表 1-4 建设项目环保审批及竣工验收落实情况

序号	项目名称	环评批环复文号/备案号	竣工验收情况
1	核医学科原址退役	京环审[2019]118 号	场所已部分终止
2	使用II类血管造影机	京环审[2021]53 号	2021 年 10 月自行验收

1.2.3 辐射安全管理情况

1.2.3.1 辐射管理机构基本情况

为了加强辐射安全和防护管理工作,促进放射性同位素和射线装置的安全使用,医院专门成立了辐射安全防护领导小组。

辐射安全防护领导小组成员名单见表 1-5。

表 1-5 医院辐射安全防护领导小组成员名单

序号	人员类别	姓名	性别	专业	职务或职称	工作部门	专/兼职
1	组长	蒋协远	男	临床医学	院长	院办	兼职
2	副组长	赵兴山	男	临床医学	副院长	院办	兼职
3	副组长	刘亚军	男	临床医学	副院长	院办	兼职
4	成员	程晓光	男	医学影像和放射治疗	放射科主任	放射科	兼职
5	成员	吴俊	男	临床检验诊断学	检验科主任	检验科	兼职
6	成员	杨芳	女	医学影像和放射治疗	核医学科主任	核医学科	兼职
7	成员	杨旭波	男	生物医学工程	总务处处长	总务处	兼职
8	成员	鲍立	女	临床医学	血液科主任	血液科	兼职
9	成员	鱼锋	男	临床医学	医务部主任	医务部	兼职
10	成员	王文海	男	医学影像	放射科技师	放射科	兼职
11	成员	王树理	男	/	保卫处处长	保卫处	兼职
12	成员	郭朝晖	女	卫生管理	副研究员	医务部	专职

1.2.3.2 制定规章制度及落实情况

医院结合医院实际情况,已制定一套对完善的辐射安全管理制度和操作规程,包括放射(辐射)安全管理小组及其职责、放射性同位素与射线装置操作规

程、辐射防护和安全保卫制度、辐射工作人员培训考核计划、辐射工作场所安全和防护管理制度、设备检修维护制度、辐射工作人员个人剂量监测制度、工作场所和环境辐射水平监测方案、台帐管理制度、放射性药物的采购/登记/使用/核对/保管及注销制度、放射性废物处理方案、放射性废物管理制度、辐射安全事故应急预案等，并严格按照规章制度执行。

1.2.3.3 工作人员考核情况

医院制定了辐射工作人员培训考核计划。目前，医院从事辐射相关工作人员共 209 名分批参加了辐射安全和防护培训，并通过了考核。

今后，医院将按照生态环境部 2019 年第 57 号公告、2021 年第 9 号公告要求，定期（五年一次）组织辐射工作人员进行辐射安全防护考核，考核通过后方可上岗。

1.2.3.4 个人剂量监测

医院所有从事辐射工作的医护人员均佩戴 TLD 个人剂量计，每季度 1 次监测一次，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令 18 号）要求建立个人剂量档案，并于每年 5 月 31 日前将上一年度全体辐射工作人员的个人剂量监测数据上报至辐射安全许可证管理系统中。

目前，个人剂量监测工作已委托北京贝特莱博瑞技术检测有限公司承担，监测频度为每 3 个月检测一次。

开展个人剂量检测的人员，部分进修人员、新增辐射工作人员的工作时间较短，出现了不到四个季度的个人剂量检测结果的情况。

医院有专人负责个人剂量监测管理工作。发现个人剂量监测结果异常的，将及时调查原因，并将有关情况及时报告医院辐射安全防护领导小组。医院 2022 年度个人剂量监测结果为 $0.036\text{mSv} \sim 0.934\text{mSv}$ ，低于单位剂量管理目标值 5mSv 。

医院今后将继续加强个人受照剂量监测工作，如果某位辐射工作人员的单季度个人剂量监测结果高于年剂量约束值的 $1/4$ ，将对其受照原因进行调查，结果由本人签字后存档；必要时将采取调离工作岗位或控制从事辐射工作时间等措

施，保障辐射工作人员的健康。

1.2.3.5 工作场所及辐射环境监测

医院已制定辐射工作场所监测制度和自行监测记录档案，监测方案内容含有工作场所辐射水平监测和环境辐射水平监测，监测方案中包括实施部门、监测项目、点位及频次等，并妥善保存，接受生态环境行政主管部门的监督检查。监测记录记载监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息，监测记录随本单位辐射安全和防护年度评估报告一并提交北京市生态环境局。

(1) 工作场所辐射水平监测：医院每年委托有 CMA 资质的单位对医院已有的辐射场所防护和机器性能检测一次，且北京市卫生健康委员会每年都要对医院的《放射诊疗许可证》校验一次，校验时医院必须提供当年的检测合格报告，通过查验现有辐射工作场所的检测报告，都满足相关标准要求。

(2) 表面污染监测：每天工作结束后，对非密封放射性同位素工作场所的工作台台面、通风橱台面、注射台以及设备等进行表面污染监测，监测数据记录存档。工作人员离开可能受到放射性污染的工作场所时，监测其工作服、体表的表面污染水平。根据《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》要求，该项工作由核医学科工作人员自行完成。

医院现有的监测方案基本能够满足现有场所使用要求，医院已配备的辐射监测仪器，详细清单见表 1-6。

表 1-6 医院现配有辐射监测仪器清单

序号	仪器名称	型 号	购置日期	仪器状态	数量	备注
1	手持多功能监测仪	INSPECTOR	2013-01-28	正常	1	本部设备科
2	手持多功能监测仪	INSPECTOR	2013-01-28	正常	1	回龙观设备科
3	手持多功能监测仪	INSPECTOR	2007-05-08	正常	1	本部核医学科
4	手持式 α 、 β 、 γ 测量仪	INSPECTOR	2004-09-01	正常	1	本部放射科
5	手持多功能监测仪	Inspector Alert	2021-05-21	正常	1	新龙泽院区

待本项目建设完成后，周围场所的辐射水平监测工作，将继续纳入医院辐射工作场所的监测范围，一并按照现有制度规定的频度开展。

1.2.3.6 辐射事故应急管理

医院依据《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》等法律法规的要求，制定了关于本单位辐射项目的辐射事故（件）应急预案，以保证本单位一旦发生辐射意外事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理放射事故，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在预案中进一步明确规定本单位有关意外放射事件处理的组织机构及其职责、事故报告、信息发布和应急处理程序等内容，能够满足医院实际辐射工作的需要。

发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。医院将每年至少组织一次应急演练。

2023 年 2 月医院辐射安全领导小组组织核医学科、医务部、保卫处、设备科等相关科室人员参加了每年一度的辐射事件应急预案演练。

1.2.3.7 其他情况

医院较圆满地完成了各项辐射安全防护工作，依据法律法规每年对本单位同位素和射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，目前已编写上报了 2022 年度年度评估报告。

1.3 项目建设规模、目的和任务的由来

1.3.1 本项目情况

本项目拟在医院回龙观院区 II 期医技病房楼（地上 15 层，地下 4 层）1 层中部南侧新建 1 间介入 DSA 室及其相关场所，并新增 1 台 DSA，主要开展心血管介入和外周介入治疗等工作。

本项目射线装置情况见表 1-7。

表 1-7 本项目射线装置情况表

序号	工作场所	型号及名称	生产厂家	管电压 (kV)	输出电流 (mA)	类别	备注
1	介入DSA室	待定	待定	125	1000	II类	新增

1.3.2 目的和任务的由来

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等相关规定，本项目应当进行环境影响评价，编制环境影响报告表，报生态环境主管部门审批。

根据生态环境部《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（2019年生态环境部令第9号）最新要求，北京辐环科技有限公司符合第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位。公司有专职环评工程师，有能力开展环境影响评价工作。受医院的委托，评价机构环评人员在现场踏勘、收集资料的基础上，对该项目建设和运行对环境的辐射影响进行了分析评价，并编制了环境影响报告表。评价主要考虑DSA在使用过程中，对周围环境的辐射影响，对职业人员和公众的辐射影响。

1.3.3 项目建设正当性和必要性

介入放射学是基于影像学而融影像诊断与介入性治疗为一体的学科，是现代影像学的重要组成部分。由于介入诊断直观有效，为临幊上许多问题开拓了新的解决途径，使介入诊断成为许多病患诊断的黄金标准。介入治疗具有创伤小、疗效迅速、恢复快等特点，是目前部分疾病的首选治疗方法。而先进的介入设备的引入不仅可以为我院发展搭建一个有利于各科室平衡发展的高级平台，同时也可为医院创造一定的经济效益。

医院本次申请使用的DSA为很成熟的医用X射线设备，是血管疾病检查治疗的必需设备，被广泛地应用在血管介入治疗中，对血管疾病的检查治疗具有高度特异性，尽管X射线对人体有少许危害，但是借助上述设备可以辅助医学诊断治疗，所获利益远大于其危害，故综上所述，本项目设备的使用具有正当性和必要性。

1.3.4 开展新项目的技术能力

（1）人员配备

医院现有6台血管造影机（DSA）设备（本院区2台，回龙观院区2台、新龙泽院区2台），新龙泽院区、回龙观院区各2台DSA主要开展心血管介入和外周介入治疗工作，本院区2台DSA主要开展外周介入治疗工作，实行医师在三

个院区长期轮转（短期固定）、技师和护士固定的方式开展介入诊疗。目前全院从事介入医、技、护的专职人员约 39 名（其中 24 名医师、8 名技师和 7 名护士），医院现有 6 台 DSA 年手术量接近 5000 例，现有辐射工作人员能够满足 6 台 DSA 近期工作的需求。

本次拟在回龙观院区介入 DSA 室新增 1 台血管造影机（DSA）设备，主要开展心血管介入和外周介入治疗等工作。本项目至少拟新增 6 名介入工作人员（其中 4 名医师、1 名技师和 1 名护士）后，全院从事介入医、技、护的专职人员增加至 45 名左右（其中 28 名医师、9 名技师和 8 名护士），按照每台 DSA 每组 2 名医师、1 名技师、1 名护士配备，则每台 DSA 可配医师约 14 名（可配 2 组）、1 名技师和 1 名护士，能够满足射线装置的使用需求。

本项目回龙观院区介入 DSA 室建成启用后预计年手术量约 800 例，全院总共年手术量约 5800 例，参与轮班的医师可分为 14 组，每组平均年手术量约 415 例。但考虑到 DSA 设备发生故障及将来手术量增加等情况，本项目回龙观院区介入 DSA 室保守按每名医师全年手术量 500 例进行剂量估算。

（2）检测仪器配备

本项目拟新增 1 台便携式辐射巡测仪，用于介入 DSA 室开展自行监测。

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
无								

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
无										

注：日等效最大操作量和操作方式见国家标准《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
无										

(二) X 射线机, 包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	血管造影机	II类	1	待定	125	1000	血管、外周介入	回龙观院区II期医技病房楼一层中部南侧介入DSA室	新增

(三) 中子发生器, 包括中子管, 但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (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	
无													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向

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

法规文件	<p>(1)《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日。</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日。</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日。</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》，2017年10月1日。</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019年3月2日。</p> <p>(6)《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021年1月1日。</p> <p>(7)《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。</p> <p>(8)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011年4月18日。</p> <p>(9)《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告第66号，2017年12月5日。</p> <p>(10)《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评[2017]4号，2017年11月20日。</p> <p>(11)《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，2019年11月1日。</p> <p>(12)《北京市禁止违法建设若干规定》（政府令〔2020〕295号），2020年11月15日施行。</p> <p>(13)《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》，原北京市环境保护局文件，京环发〔2011〕347号。</p> <p>(14)《辐射安全与防护监督检查技术程序》，生态环境部，2020年2月。</p> <p>(15)《北京市生态环境局办公室关于做好辐射类建设项目竣工环境保护验收工作通知》，京环办[2018]24号，2018年1月25日。</p>
------	---

技术 标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)。</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)。</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)。</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)。</p>
其他	<p>(1) NCRP Report No.147: Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004。</p> <p>(2) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)。</p> <p>(3) 《医用辐射危害控制与评价》，中国原子能出版社，2017 年 11 月。</p> <p>(4) 医院提供的建筑结构设计图以及与建设项目相关的其他技术资料，2023 年 6 月。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

7.1.1 评价内容

本项目评价内容为医院回龙观院区 II 期医技病房楼（地上 15 层，地下 4 层）1 层中部南侧新建的 1 间介入 DSA 室及新增的 1 台 DSA。

7.1.2 关注问题

- (1) 机房屏蔽是否满足国家相关标准的要求。
- (2) 辐射安全管理情况及污染防治措施是否满足新增使用射线装置的要求。

7.1.3 评价因子

主要为 X 射线。

7.1.4 评价范围

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）的规定，并结合该项目辐射为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定本项目评价范围为介入 DSA 室外周围 50m 区域。

7.2 环境保护目标

本项目介入 DSA 室及相关场所位于医院回龙观院区 II 期医技病房楼（地上 15 层，地下 4 层）1 层中部南侧。II 期医技病房楼楼外东侧紧邻院内道路，之外为风雅园北路；南侧紧邻院内道路，之外为风雅园北街；西侧紧邻院内道路，之外为污水处理站、液氧站周庄西街；北侧紧邻院内道路，之外为回南北路。

拟建的介入 DSA 室及相关场所建成后东侧为隔离间、公共走道、污物电梯间，之外为护士站、治疗室等其他场所；南侧紧邻为女浴室、女更衣室、设备间，之外为男浴室、男更衣室、库房等其他场所；西侧紧邻为控制室、污物间、缓冲间、刷手区，之外为值班室、换鞋区等其他场所；北侧紧邻为输液大厅，之外为护士站、卫生间、治疗室等其他场所；楼上为常温库房、办公走道；楼下为患者走道、更衣室、设备间。

根据项目特点及周围毗邻关系，确定主要环境保护目标为该单位从事本项目

射线装置操作的辐射工作人员、机房周围其他公众成员，详见表 7-1，介入 DSA 室周围 50m 范围内主要建筑物见图 7-1，周围毗邻关系见图 7-2。

表 7-1 本项目场所周围 50m 范围内主要保护目标

项目	保护目标	最近距离 (m)	常居留人数	方位	周围 50m 范围内主要场所
II 期医技病房楼楼外	公众	42	>50	II 期医技病房楼南侧	风雅园北街
介入 DSA 室所在医技病房楼楼内	公众	紧邻	2	介入 DSA 室东侧	隔离间
	公众	紧邻	2		公共走道、污物电梯间
	公众	14	6		护士站、治疗室等其他场所
	公众	紧邻	2	介入 DSA 室南侧	女浴室、女更衣室、设备间
	公众	3	2		男浴室、男更衣室、库房等其他场所
	工作人员	紧邻	2	介入 DSA 室西侧	控制室
	公众	紧邻	3		污物间、缓冲间、刷手区
	公众	4	4		值班室、换鞋区等其他场所
	公众	紧邻	10	介入 DSA 室北侧	输液大厅
	公众	13	>10		护士站、卫生间、治疗室等其他场所
	公众	4.8	2	介入 DSA 室楼上	常温库房、办公走道
	公众	4.8	3	介入 DSA 室楼下	患者走道、更衣室、设备间

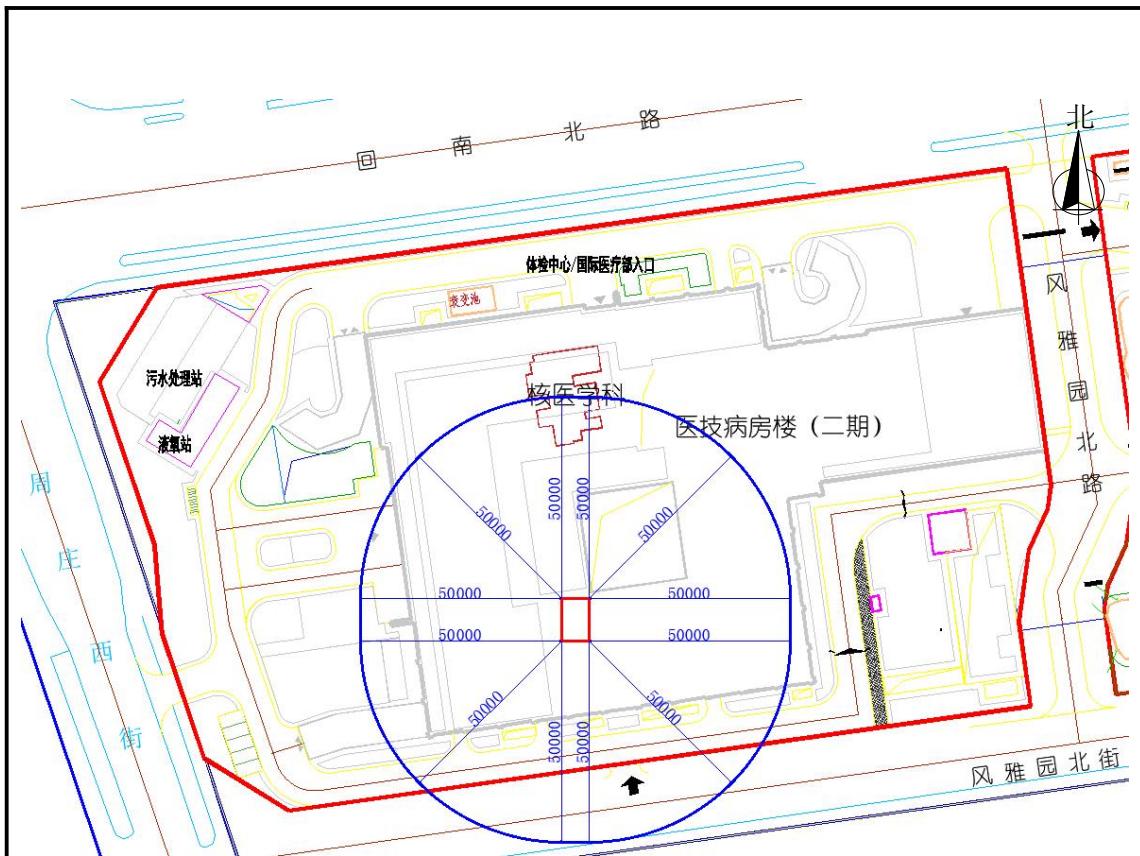


图 7-1 介入 DSA 室周围 50m 范围内主要建筑物图

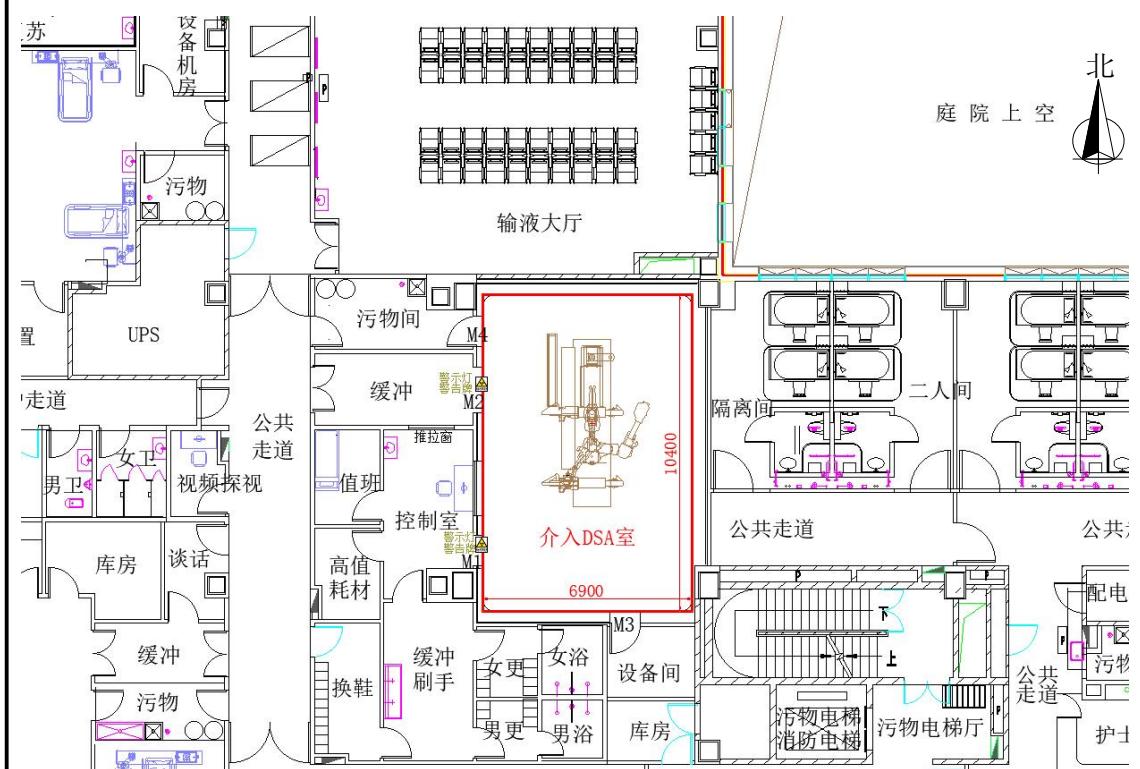


图 7-2 介入 DSA 室四周毗邻关系图

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值及剂量约束值

7.3.1.1 基本剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的剂量限值列于表 7-2。

表 7-2 个人剂量限值 (GB18871-2002)

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续五年平均有效剂量 20mSv, 且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv; 但连续五年平均值不超过 1mSv 时, 某一单一年可为 5mSv
眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a	眼晶体的当量剂量 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a

GB18871-2002 还规定了年剂量约束值, 按辐射防护最优化原则设计的年剂量控制值应小于或等于该剂量约束值。剂量约束值是剂量限值的一个分数, 公众剂量约束值通常应在 0.1~0.3mSv/a 范围内。

7.3.1.2 剂量约束值

该项目职业照射剂量和公众约束值分别执行 5mSv/a 和 0.1mSv/a。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况, 单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

7.3.1.3 剂量率控制水平

根据 GBZ130-2020, 介入 DSA 室外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

7.3.1.4 射线装置机房屏蔽防护基本要求

参照 GBZ130-2020 第 6.2 表 3, 本项目介入 DSA 室属于 C 型臂 X 射线设备机房, 该项目 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求如下。

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 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
C 型臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

7.3.1.5 X 射线设备机房的面积要求

《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 第 6.1 条款指出: 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; 对新建、

改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-4 的要求。

表 7-4 X 射线设备机房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 射线设备 ^b (含 C 形臂，乳腺 CBCT)	20	3.5

备注：本项目 DSA 为单管头 X 射线设备。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 地理位置和场所位置

8.1.1 地理位置

医院回龙观院区位于北京市昌平区回龙观回南北路 68 号，回龙观院区东至风雅园北路，西至周庄西街，北至回南北路，南至风雅园北街，一期和 II 期之间为风雅园北路。

8.1.2 场所位置

本项目介入 DSA 室及相关场所位于医院回龙观院区 II 期医技病房楼（地上 15 层，地下 4 层）1 层中部南侧。II 期医技病房楼楼外东侧紧邻院内道路，之外为风雅园北路；南侧紧邻院内道路，之外为风雅园北街；西侧紧邻院内道路，之外为污水处理站、液氧站周庄西街；北侧紧邻院内道路，之外为回南北路。

拟建的介入 DSA 室及相关场所建成后东侧为隔离间、公共走道、污物电梯间，之外为护士站、治疗室等其他场所；南侧紧邻为女浴室、女更衣室、设备间，之外为男浴室、男更衣室、库房等其他场所；西侧紧邻为控制室、污物间、缓冲间、刷手区，之外为值班室、换鞋区等其他场所；北侧紧邻为输液大厅，之外为护士站、卫生间、治疗室等其他场所；楼上为常温库房、办公走道；楼下为患者走道、更衣室、设备间。

8.2 辐射环境现状监测

委托持有计量认证资质证书的深圳市瑞达检测技术有限公司于 2022 年 8 月 29 日对本项目相关场所进行了环境地表 γ 辐射剂量率本底监测。

8.2.1 监测项目

环境地表 γ 辐射剂量率。

8.2.2 监测对象及点位布设

监测对象：本次监测针对拟建场址所在区域及周边进行环境辐射现状监测。

监测点位：本次监测对拟建场址所在区域及周边进行环境地表 γ 辐射监测，监测点位布设见图 8-1。

8.2.3 监测仪器及方法

(1) 监测设备

本次监测采用的监测设备见表 8-1。

表 8-1 监测设备及性能指标

仪器名称	型号/编号	检定/校准证书 检定/校准日期	主要技术性能指标
环境剂量率仪	GH-102A /20170404	DLjl2022-02038 /2022-03-07	测量范围: 50nSv/h~10Sv/h; 能量范围: 60keV~3MeV; 相对响应之差: <±25%。

(2) 监测方法

γ 辐射剂量率: 采用便携式监测仪表, 以定点的测量方式进行。监测时每点测量 10 次, 每次间隔 10 秒钟, 取最大值。

8.2.4 监测依据

- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);
- 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)。

8.2.5 监测结果

γ 剂量率的监测数据见表 8-2。

表 8-2 拟建辐射工作场所周围 γ 辐射环境本底水平监测结果

场所名称	点位序号	检测位置描述	辐射剂量率 (nSv/h)
介入 DSA 室	1	中央	90
	2	东侧	100
	3	南侧	90
	4	西侧	80
	5	北侧	90
	6	楼上	90
	7	楼下	90

注: 检测结果含宇宙射线响应值, 取检测值平均值。

根据《北京市环境天然贯穿辐射水平调查研究》(北京市环境保护科学研究所) 2015 版资料, 北京市原野 γ 辐射剂量率范围为 29.2~88.9nGy/h, 室内为 42.3~151.6nGy/h。由表 8-2 中检测结果可知, 拟建辐射工作场所及周围的 X- γ 辐射剂量率为 80~100nSv/h, 参照 HJ1157-2021, 周围剂量当量与空气比释动能

换算系数保守取 1，则拟建辐射工作场所及周围的 X- γ 辐射剂量率为 80~100nGy/h，在北京市的天然本底范围之内，未发现有异常高值。

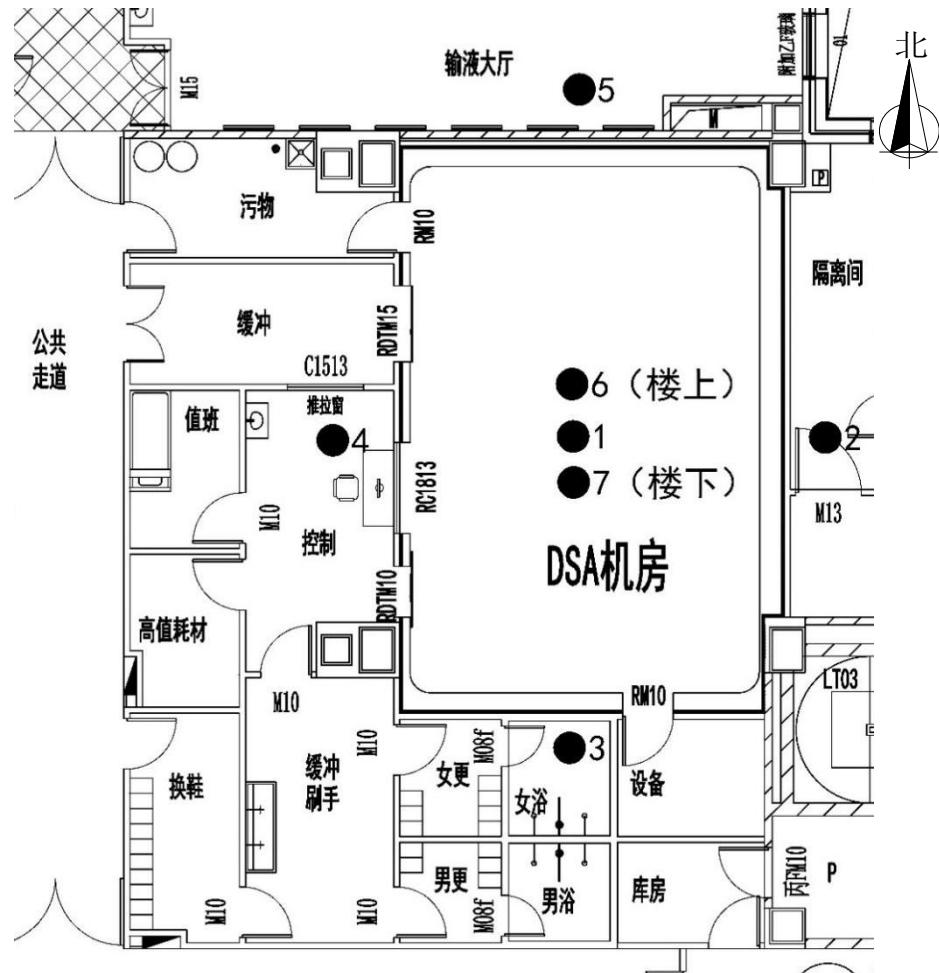


图 8-1 介入 DSA 室周围检测点位图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工作原理

血管造影机为采用 X 射线进行成像的技术设备，主要由 X 射线管、高压电源和数字平板探测器等组成，是利用人体不同的组织或者组织与造影剂密度的差别，对 X 射线吸收能力不同的特点，透射人体的 X 线使数字平板探测器显影，来间接观察内脏形态的变化、器官活动情况等，辅助临床诊断。目前主要有两种诊断方法：即透视和摄影。

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、数字平板探测器、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。DSA 主要采用时间减影法，即将造影剂未达到欲检部位前摄取的蒙片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构，具有高精密度和灵敏度。

DSA 适用于心血管、神经系统及全身血管造影和外周介入治疗，本项目 DSA 设备主要开展心血管介入和外周介入治疗等工作。

其典型设备如图 9-1 所示。



图 9-1 血管造影机典型设备图

9.1.2 操作流程

血管造影机（DSA）诊疗时患者仰卧并进行经皮静脉穿刺，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，推送导管，在X线透视下将导管送达检查治疗部位施行探查、治疗，并留X线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

血管造影机（DSA）操作流程及产污环节如下图所示。

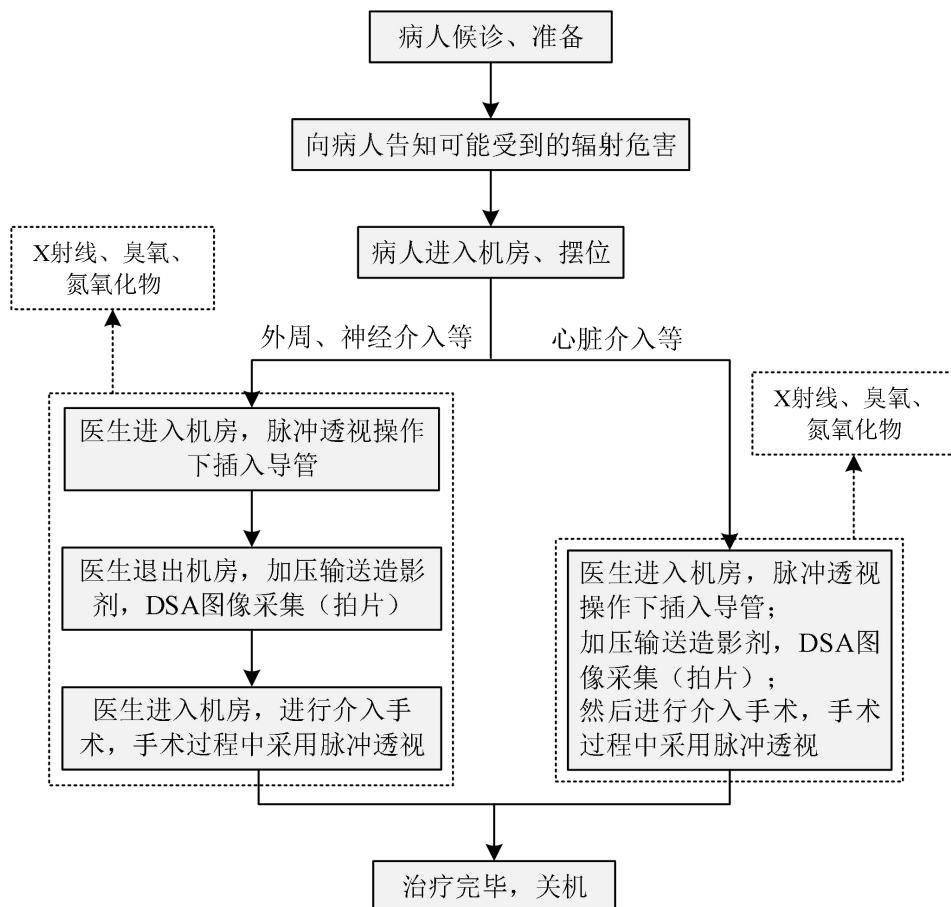


图 9-2 血管造影机（DSA）操作流程及产污环节示意图

- (1) 医生根据患者预约安排手术，并在手术前告知患者在手术过程中可能受到一定的辐射照射。
- (2) 病人由专职人员通过受检者防护门接入检查室，在医生指导下进行摆位，在确认手术室内没有无关人员滞留后，关闭防护门。
- (3) 对患者进行无菌消毒、麻醉后，经穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，经鞘插入导管。医生利用脚踏板开关启动X射线系统进行透视。进行

过程中医生穿戴铅衣、铅围脖、佩带铅眼镜等个人防护用品进行防护。

出束时间与手术性质（如心脏血管介入、外周介入手术、肿瘤介入手术、神经介入手术等）和医生手术水平有关，每台手术累计透视时间多为十几分钟。

（4）导管到位后，对患者注射造影剂，开启设备，摄影采集图像。进行过程中，根据诊疗需要，医生或在操作室进行隔室摄影，或在床旁进行摄影。每台介入手术的摄影时间为1~2分钟。

（5）介入手术完成后，拔管按压穿刺部位后包扎，关闭射线装置。

工作量预计：本项目回龙观院区介入DSA室建成启用后预计年手术量约800例，全院总共年手术量约5800例，参与轮班的医师可分为14组，每组平均年手术量约415例。但考虑到DSA设备发生故障及将来手术量增加等情况，本项目回龙观院区介入DSA室保守按每名医师全年手术量500例进行剂量估算。

9.2 污染源描述

9.2.1 主要放射性污染物

（1）由X射线装置的工作原理可知，X射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，本项目使用的X射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会放射X射线。因此，在开机期间，X射线成为污染环境的主要因子。射线装置在运行时无其它放射性废气、废水和固体废弃物产生。

（2）主要放射性污染因子：X射线贯穿辐射。

9.2.2 污染途径

（1）正常工况时的污染途径

X射线装置主要的放射性污染是X射线，污染途径是X射线外照射。X射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出X射线。在开机出束时，有用束和漏射、散射的X射线对周围环境造成辐射污染。在X射线装置使用过程中，X射线贯穿机房的屏蔽设施进入外环境中，将对操作人员及机房周围人员造成辐射影响。此外，X射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，但由于该项目血管造影机工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。

(2) 事故工况的污染途径

①射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽，造成管电流、管电压设置错误，使得受检者或工作人员受到超剂量照射。

②人员误入机房受到辐射照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 项目建设内容

本项目拟在医院回龙观院区 II 期医技病房楼（地上 15 层，地下 4 层）1 层中部南侧新建 1 间介入 DSA 室及其相关场所，并新增 1 台 DSA。介入 DSA 室西侧南段为控制室，机房西墙南段与控制室拟设置铅玻璃观察窗和连通门 M1（称控制室门 M1），机房与西墙中段设置与患者连通门 M2（称受检者门 M2），机房与南墙设备间设置防护门 M3（称设备间门 M3），机房与西墙北段污物间设置防护门 M4（称污物门 M4）。检查床拟呈南北向居中放置，头部拟朝南，床旁拟设置铅防护帘，床上方拟设置悬挂铅玻璃防护屏，DSA 管球根据手术需要可在介入 DSA 室内进行移动；工作人员拟同室近台和位于控制室操作设备，手术前工作人员穿戴防护用品并刷手后经控制室门 M1 进入介入 DSA 室，患者从受检者门 M2 进入介入 DSA 室，手术后污物从污物门 M4 移出至污物间。工作人员同室近台和位于控制室操作设备，DSA 摄影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均拟回到控制室进行操作，DSA 透视曝光时，医师在手术间内近台操作，护士和技师通常不在手术间内。机房采用中央空调通风，不设采光窗。

机房拟采取的屏蔽防护设施见下表。

表 10-1 机房屏蔽材料及厚度情况一览表

序号	场所名称	机房有效面积	屏蔽墙体方向	屏蔽材料及厚度
1	介入 DSA 室	71.76 m ² (6.90m×10.40m)	东、南、西、北墙	3mm 铅板
			控制室门 M1	3mmPb 防护门
			受检者门 M2	3mmPb 防护门
			设备间门 M3	3mmPb 防护门
			污物门 M4	3mmPb 防护门
			观察窗	3mmPb 铅玻璃
			顶棚	250mm 混凝土
			地板	250mm 混凝土

注：①混凝土的密度不低于 2.35g/cm³。

10.1.2 工作场所安全防护设施管理

工作场所安全与防护设施设计要求见表 10-2

表 10-2 介入 DSA 室辐射安全与防护设施设计表

序号	检查项目	是否拟设置	备注
1*	A 场所 设施	单独机房	√ 单独机房
2*		操作部位局部屏蔽防护设施	√ 铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 1 个、床侧防护帘/床侧防护屏 1 个、移动铅防护屏风 1 个
3*		医护人员的个人防护	√ 拟新配铅衣、铅围裙、铅颈套各 5 件，铅眼镜、铅手套各 5 副，铅帽 5 顶
4*		患者防护	√ 拟新配铅围裙、铅颈套各 1 件，铅帽 1 顶
5*		机房门窗防护	√ 铅防护门、铅玻璃观察窗
6*		闭门装置	√ 受检者门 M2 为电动推拉门；控制室门 M1、设备间门 M3、污物门 M4 为手动平开门，拟配自闭器
7*		入口处电离辐射警告标志	√ 门上粘贴电离辐射警示标志
8*		入口处机器工作状态显示	√ 门上拟安装工作状态指示灯
9*	B 监测 设备	监测仪器	√ 新增 1 台便携式辐射巡测仪
10*		个人剂量计	√ 所有工作人员配备 TLD 个人剂量计
11		腕部剂量计	✗ /

注：加*的项目是重点项，有“设计建造”的划√，没有的划✗，不适用的划/。

10.1.3 介入 DSA 室辐射防护措施

(1) 机房采取实体屏蔽措施，介入 DSA 室设计的防护能力和评价依据对照情况见表 10-3，满足 GBZ130-2020 标准相关要求，保证工作人员和公众的受照剂量满足环评文件提出的剂量约束要求。

(2) 辐射工作场所实行控制区和监督区分区管理。机房出入口内的所有区域为控制区，控制室、设备间、污物间、缓冲区、刷手区、女更衣室和女浴室为监督区。

(3) 受检者门 M2 设为有自动延时关闭和防夹保护功能的电动推拉门，拟在邻近推拉门内、外墙上设置手控开关，用于控制机房门的开启和关闭，防夹装置为红外感应。控制室门 M1、设备间门 M3 和污物门 M4 为手动平开门，拟设

置自闭器。为防止 X 射线机在运行过程中其他人员误入机房而受到不必要的照射，拟在该项目控制室门 M1、受检者门 M2 外醒目位置设置电离辐射警告标志，并拟在控制室门 M1、受检者门 M2 外上方安装工作状态指示灯，指示灯标志牌上拟设警示语“射线有害，灯亮勿入”。工作状态指示灯拟与控制室门关联，指示灯电源拟与设备低压供电线路连接，当设备开启且工作人员门关闭时，工作状态指示灯均亮起，当工作人员门打开时，工作状态指示灯均熄灭。

(4) DSA 设备诊疗床上的控制台面拟设置紧急停机装置。

(5) 辐射工作人员均佩带个人剂量计。

(6) 机房内拟设有语音提示系统，并在控制室门 M1 设有观察窗。

(7) 介入 DSA 室操作部位局部拟采取下列屏蔽防护设施：拟新配手术床的床上悬挂可移动 0.5mm 铅当量的铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 1 个、床侧悬挂含 0.5mm 铅当量的床侧防护帘/床侧防护屏 1 个、2mm 铅当量的移动式铅防护屏风 1 个，用于阻挡散、漏射线对辐射工作人员的照射。

(8) 医院拟配备符合防护要求的辅助防护用品，介入 DSA 室拟配置工作人员防护用品，包括前 0.5mm、后 0.25mm 铅当量的铅衣 5 件，0.5mm 铅当量的铅围裙、铅颈套各 5 件，0.25mm 铅当量的铅眼镜 5 副，0.025mm 铅当量的铅手套 5 副，0.25mm 铅当量的铅帽 5 顶。同时拟配置 0.5mm 铅当量的受检者防护用品，包括配铅围裙、铅颈套各 1 件，0.25mm 铅当量的铅帽 1 顶。机房个人防护用品和辅助防护设施配置情况见表 10-4，满足 GBZ130-2020 标准相关要求。

(9) 本项目拟新增 1 台便携式辐射巡测仪，用于介入 DSA 室开展自行监测。

(10) 介入 DSA 室拟采用中央空调进行通风，防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积；家属等候区拟设置放射防护知识宣传栏。

(11) 机房配备火灾报警系统，配有灭火用品。

介入 DSA 室辐射安全设施布置及分区图见图 10-1。

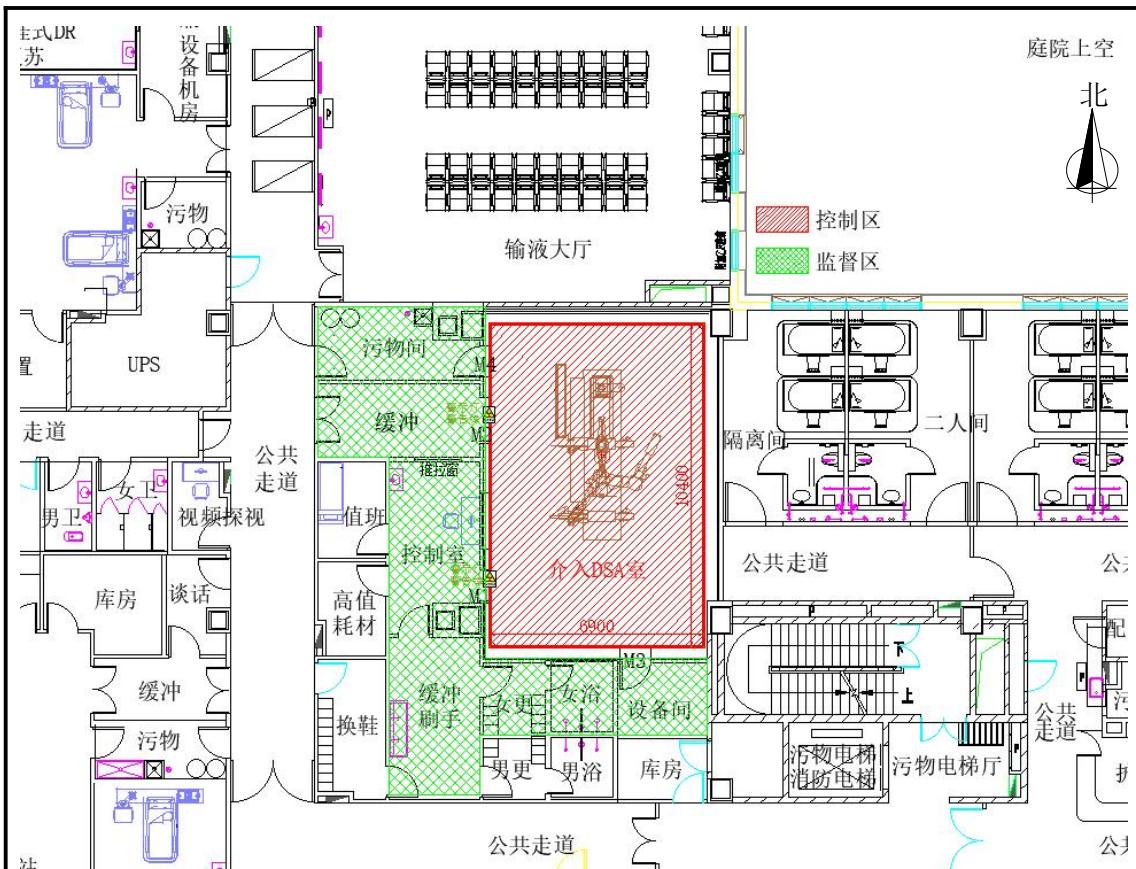


图 10-1 介入 DSA 室辐射安全设施布置及分区图

表 10-3 介入 DSA 室的防护能力和评价依据对照情况

场所名称	屏蔽墙体方向	屏蔽材料及厚度	等效铅当量	标准要求	是否符合标准要求
介入DSA室	东、南、西、北墙	3mm 铅板	3mm	2mm	是
	控制室门 M1	3mmPb 防护门	3mm	2mm	是
	受检者门 M2	3mmPb 防护门	3mm	2mm	是
	设备间门 M3	3mmPb 防护门	3mm	2mm	是
	污物门 M4	3mmPb 防护门	3mm	2mm	是
	观察窗	3mmPb 铅玻璃	3mm	2mm	是
	顶棚	250mm 混凝土	4mm	2mm	是
	地板	250mm 混凝土	4mm	2mm	是
	机房有效尺寸: 6.90m×10.40m, 有效面积 71.76 m ² (标准要求: 最小有效使用面积不小于 20m ² ; 机房内最小单边长度不小于 3.5m)。				是

表 10-4 介入放射学操作个人防护用品和辅助防护设施配置情况

/	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
标准要求	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、防护手套、铅防护眼镜, 选配: 铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、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、铅橡胶帽子选配: 阴影屏蔽器具	—
机房配备情况	拟新配铅衣、铅围裙、铅颈套各 5 件, 铅眼镜、铅手套各 5 副, 铅帽 5 顶	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 1 个、床侧防护帘/床侧防护屏 1 个, 移动铅防护屏风 1 个	拟新配铅围裙、铅颈套各 1 件, 铅帽 1 顶	—
是否符合要求	是	是	是	—

10.1.4 法规符合情况

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定, 现对医院从事本项目辐射活动能力评价列于表 10-5 和表 10-6。

10.1.4.1 对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的满足情况

表 10-5 汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对使用放射性同位素和射线装置单位承诺的对应检查情况。

表 10-5 项目执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表

序号	要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构, 或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	已成立辐射防护领导小组, 并在该机构设有专职管理人员。	符合
2	从事辐射工作的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。	本项目至少拟新增 6 名介入工作人员(其中 4 名医师、1 名技师和 1 名护士)后, 全院从事介入医、技、护的专职人员增加至 45 名左右(其中 28 名医师、9 名技师和 8 名护士), 现有工作人员均已取得辐射安全和防护专业知识考核合格证, 新增工作人员应参加辐射安全和防护专业知识考核, 并取得合格证。	近期符合
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体防卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。	不涉及该内容

4	放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	拟制定相应的操作规程，人员出入口处拟设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯等。	近期符合
5	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	辐射工作人员拟配备个人剂量计，拟新增1台便携式辐射巡测仪开展自行监测。	近期符合
6	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	拟完善已制定的规章制度、操作规程、岗位职责及辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员考核计划、监测方案等。	近期符合
7	有完善的辐射事故应急措施。	拟完善已制定辐射事故应急措施。	近期符合
8	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不涉及。	符合

10.1.4.2 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的满足情况

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的对照检查如表 10-6 所示。

表 10-6 项目执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求对照表

序号	安全和防护管理办法要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其出口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。	机房拟设置醒目的电离辐射警告标志及配有“当心电离辐射”的中文警示说明。机房拟安装门-灯联锁安全装置及工作警示灯。	近期符合
2	第七条 放射性同位素和被放射性污染的物品应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。	本项目不涉及放射性同位素。	不涉及该内容
3	第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	拟委托有辐射水平监测资质单位每年对辐射工作场所及其周围环境进行1次监测。	近期符合

4	第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	承诺每年1月31日前向生态环境部门提交年度评估报告。	近期符合
5	第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	本项目至少拟新增6名介入工作人员（其中4名医师、1名技师和1名护士）后，全院从事介入医、技、护的专职人员增加至45名左右（其中28名医师、9名技师和8名护士），现有工作人员均已取得辐射安全和防护专业知识考核合格证，新增工作人员应参加辐射安全和防护专业知识考核，并取得合格证。	近期符合
6	第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	拟为所从事放射性工作的人员配备个人剂量计，并委托有资质单位进行个人剂量监测（每季度1次）。	近期符合
7	第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	拟委托有资质单位对新增的辐射工作人员进行个人剂量监测。	近期符合

10.2 三废的治理

本项目中主要开展使用射线装置，项目运行过程中不产生放射性废物。

表 11 环境影响分析

11.1 建设期环境影响

该项目施工活动对环境的影响主要是机房建设和 DSA 安装过程中产生的噪声、粉尘以及振动等，为了不影响周围环境，在施工过程中，将采取一些降噪、防尘措施。如在施工现场设置隔离带、设立声障，这样既可有效的减少扬尘的污染，又可降低噪声；合理安排施工时间，对振动较大的施工，尽量安排在下班或节假日进行。本项目是拟新建 1 间介入 DSA 室及其相关场所，工程量小，且施工基本上都在医院内进行，并且项目所在地区的地面已经过硬化，无裸露地面，因此产生的扬尘相对较小，因此基本不影响单位和周围其他单位的正常工作。

11.2 血管造影机运行（使用）后对环境影响

11.2.1 机房所在位置及平面布局合理性分析

拟建的介入 DSA 室及相关场所位于医院回龙观院区 II 期医技病房楼（地上 15 层，地下 4 层）1 层中部南侧，最近的敏感点为介入 DSA 室北侧输液大厅、南侧男/女浴室、更衣室等，50m 评价范围内评价范围内无学校、居民楼、养老院等敏感目标，无商场等人员密集场所。

本项目将划分为控制区和监督区进行管理。机房出入口内的所有区域为控制区，控制室、设备间、污物间、缓冲区、刷手区、女更衣室和女浴室为监督区。两区分区合理，符合辐射防护要求。

由项目所在楼层及介入 DSA 室平面布局可见，与射线装置相关的各辅助用房紧密布置于射线装置机房周围，整体布局紧凑，且患者通道、医护人员通道相对独立，路线合理，有利于辐射防护。机房墙体、防护门、观察窗、楼板的屏蔽防护材料和厚度充分考虑了防护效果，能够有效降低电离辐射对工作人员和周围公众的辐射影响。

综合分析，本项目两区划分明确，平面布局既满足介入诊疗工作要求，又有利于辐射防护，评价认为本项目平面布局合理。

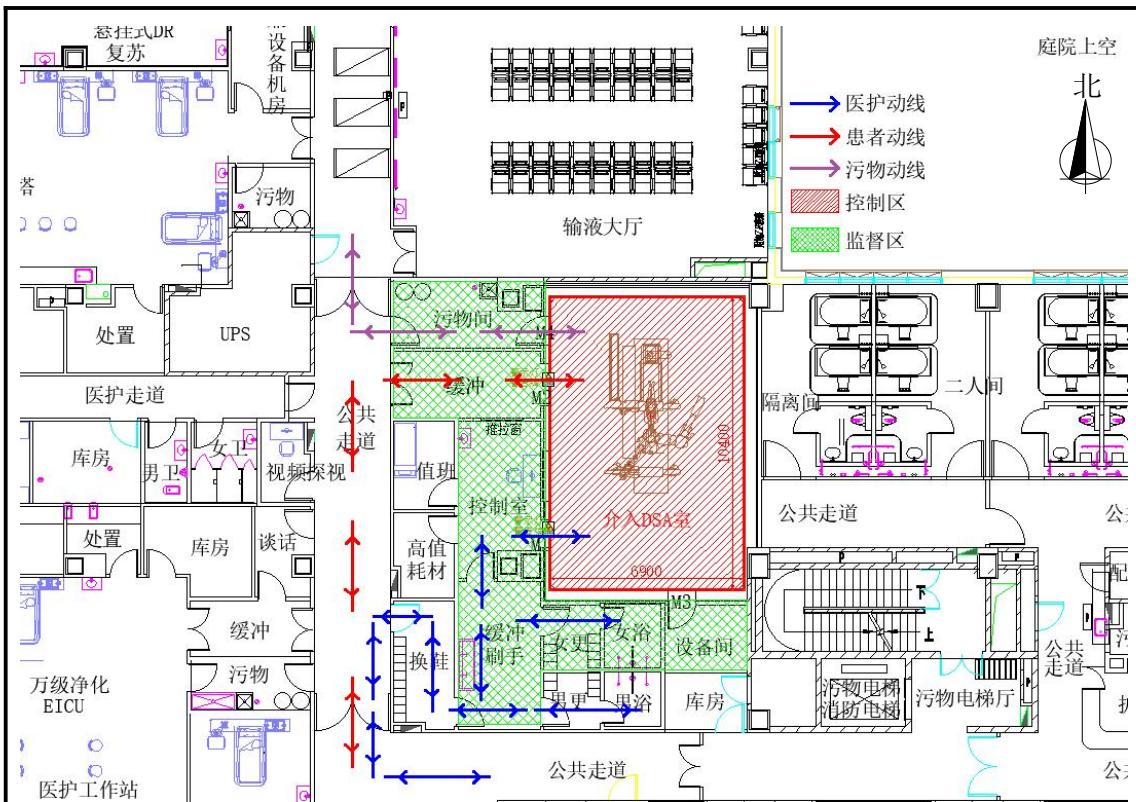


图 11-1 医院介入 DSA 室分区和路由平面布局图

11.2.2 设备参数和使用规划

(1) 设备技术参数

本项目拟新增 1 台血管造影机，设备厂家和型号待定，该血管造影机 (DSA) 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。

(2) 使用规划

根据医院提供的资料，本次拟在回龙观院区介入 DSA 室新增 1 台血管造影机 (DSA) 设备，主要开展心血管介入和外周介入治疗等工作。本项目至少拟新增 6 名介入工作人员（其中 4 名医师、1 名技师和 1 名护士）后，全院从事介入医、技、护的专职人员增加至 45 名左右（其中 28 名医师、9 名技师和 8 名护士），按照每台 DSA 每组 2 名医师、1 名技师、1 名护士配备，则每台 DSA 可配医师约 14 名（可配 2 组）、1 名技师和 1 名护士。

本项目回龙观院区介入 DSA 室建成启用后预计年手术量约 800 例，全院总共年手术量约 5800 例，参与轮班的医师可分为 14 组，每组平均年手术量约 415 例。但考虑到 DSA 设备发生故障及将来手术量增加等情况，本项目回龙观院区

介入 DSA 室保守按每名医师全年手术量 500 例进行剂量估算。

综上, 根据经验数据, DSA 手术类型、工作量、曝光时间见表 11-1。

表 11-1 DSA 手术类型、手术曝光时间预计

手术类型	透视时间 (min)	摄影时间 (min)
冠状动脉造影+放置支架	12	1
心脏射频消融	5	0.5
心内起搏器植入	5	0.5
先心病介入治疗	5	1
脑血管介入治疗	10	1
外周介入治疗	10	2

根据美国NCRP147报告, 心脏血管造影比外周血管造影和神经血管造影的工作负荷、泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能都大, 因此本项目以心脏血管造影模式和摄影以外周介入治疗的工况进行估算, 其单台手术透视和摄影工作状态的累积出束时间分别为12min和2min, 500例手术透视和摄影工作状态的累积出束时间分别100h和16.7h, 总计116.7h。

11.2.2 辐射环境影响评价

11.2.2.1 机房外剂量率估算

手术中DSA设备运行分透视和摄影(采集)两种模式。设备具有自动调强功能, 能根据患者条件等差异, 自动调节曝光参数和X射线辐射剂量。即如果受检者体型偏瘦, 管电流(功率)自动降低。反之管电流(功率)自动增强。

DSA设备的额定功率约80~100kW。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命, DSA设备管电压和管电流都留有较大余量, 实际使用时管电压通常在100kV以下, 透视管电流通常为几十mA, 摄影功率较大, 管电流通常为几百mA, 相差可达50倍, 因此在估算DSA机房外剂量率时需使用摄影工况。另外, NCRP147报告4.1.6章节指出, DSA屏蔽估算时不需要考虑主束照射, 只需考虑散漏射线的影响, 机房外人员受到的贯穿辐射来自于X射线管球的泄漏辐射与介入患者的散射辐射。对于机房外四周关注点, 考虑泄漏辐射和患者的侧向散射, 对于机房楼上和楼下关注点则考虑泄漏辐射和患者的前/背向散射。因此在估算机房外关注点

剂量率时需首先确定机房内患者1m处未屏蔽次级散漏辐射水平。

本项目DSA设备透视和摄影均采用脉冲模式,计算机房外剂量率水平时保守按100kV、500mA、15帧/s、10ms/帧的摄影工况考虑,可得每名患者工作负荷为 $500\text{mA} \times 15\text{帧/s} \times 0.01\text{s/帧} \times 2\text{min} + 10\text{mA} \times 12\text{min} = 270\text{mA} \cdot \text{min}$ (保守取透视平均电流为10mA),远大于NCRP147报告中心血管造影给出的最大 $160\text{mA} \cdot \text{min}/\text{患者}$ 的要求,因此本项目的估算条件是保守的。

(1) 散射辐射+泄漏辐射

$$H = \frac{H_0}{R^2} \times B \times \frac{F \times \alpha}{400 \times R_0^2} \quad (11-1)$$

式中: H —预测点位的散射辐射剂量率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

H_0 —为距DSA设备靶点1m处的剂量率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

R —散射面中心点到关注点的距离, m ;

B —已知屏蔽墙厚度的衰减因子;

R_0 —辐射源点(靶点)至散射体的距离, m ;

F — R_0 处的辐射野面积, m^2 (取 400cm^2);

α 为散射因子,定义为入射辐射被面积为 400cm^2 水模体散射至1m处的相对份额,依据《辐射防护手册》(第一分册)表10.1,取100kV X线 90° 方向 400cm^2 的散射因子 1.3×10^{-3} 。

根据NCRP147报告100kV设备有用线束距焦点1m处输出量约为 $4.692\text{mGy}/\text{mA} \cdot \text{min}$,则设备在上述摄影工况时有用束的剂量率为 $4.692\text{mGy}/\text{mA} \cdot \text{min} \times 500\text{mA} \times 60\text{min}/\text{h} \times 15\text{帧/s} \times 0.01\text{s/帧} = 21.1\text{Gy}/\text{h}$ (不考虑DSA附加的Cu和Al过滤材料的自吸收),设备靶点至接收器最小距离多为90cm,距离手术床的距离最小为60cm,则摄影工况下,1m处侧向散射辐射剂量率为 $76.6\text{mGy}/\text{h}$ 。泄漏辐射取有用束输出量的0.1%,为 $21.1\text{mGy}/\text{h}$,则机房内辐射源1m处泄漏辐射和侧向散射辐射总的剂量率为 $97.7\text{mGy}/\text{h}$ 。

故本项目在估算机房周围附加剂量率水平时,以1m处剂量率 $97.7\text{mGy}/\text{h}$ 作为源项,保守估算DSA机房周围的附加剂量率水平。

(2) 场所周围的附加剂量率水平

机房外关注点的剂量率可按下式计算：

$$H = H_0 \times B/R^2 \quad (11-2)$$

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

式中： H_0 —距散射体（患者）1m处的泄漏和散射辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

R —散射面中心点到关注点的距离， m ；

B —屏蔽体衰减因子；

x —某种屏蔽材料的厚度；

α 、 β 、 γ —与不同屏蔽材料有关的三个拟合参数，由于GBZ130-2020没有针对血管造影机的拟合参数值，故本项目拟合参数取NCRP147报告心脏血管造影模式下的相关参数（混凝土：0.0371、0.1067、0.5733，铅：2.354、14.94、0.7481）。

根据上述估算方法得出摄影工况下介入 DSA 室周围的剂量率估算结果如表 11-2 所示，估算点位见图 11-2，介入 DSA 室楼上、楼下剖面图见图 11-3。

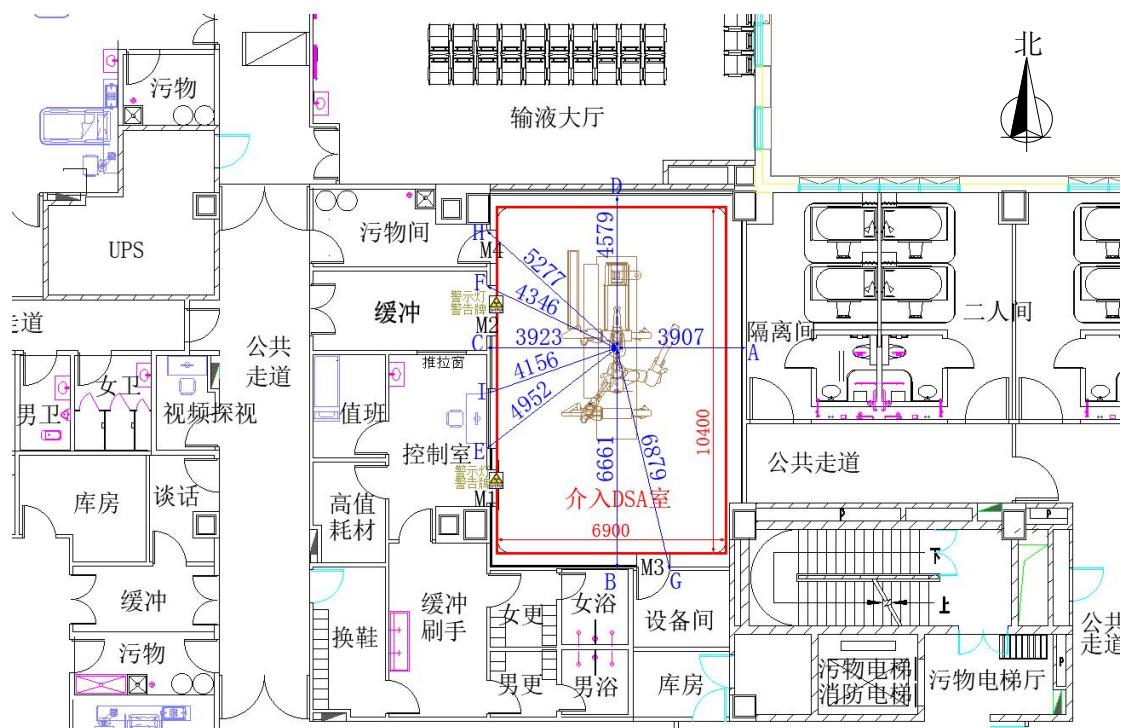


图 11-2 介入 DSA 室估算点位示意图

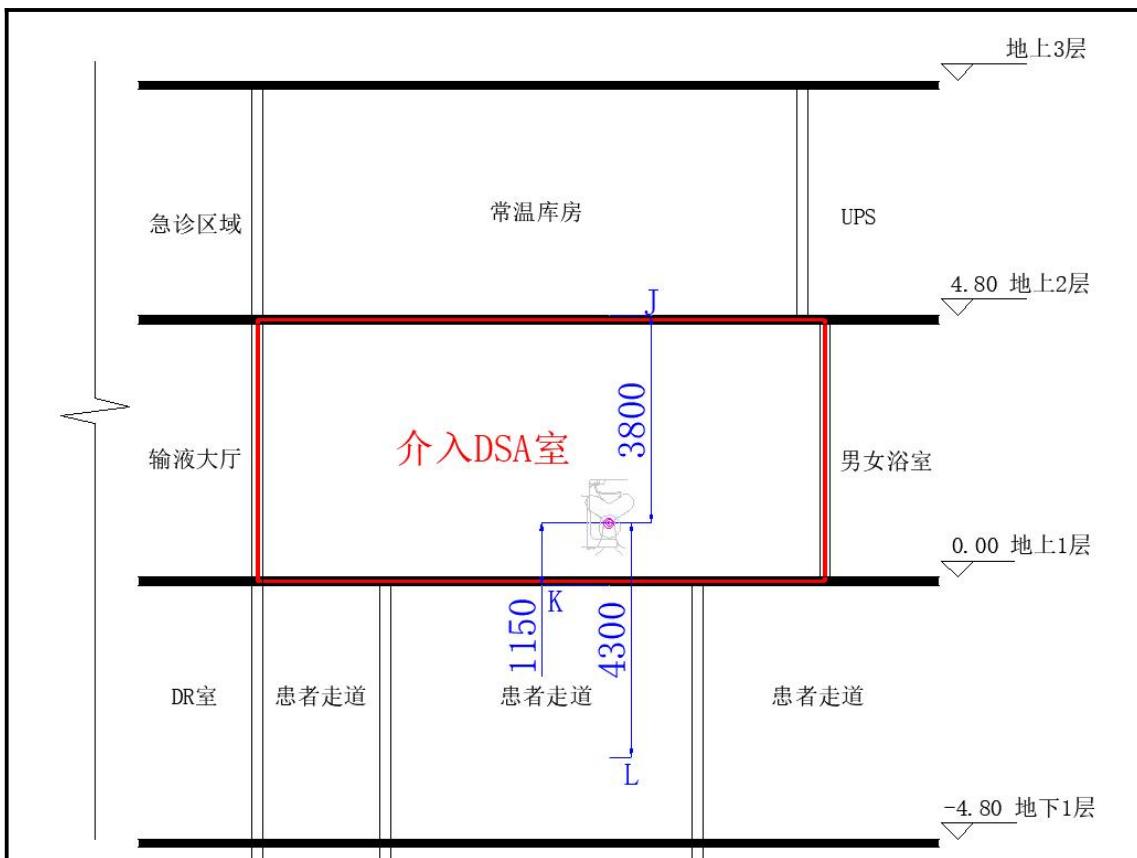


图 11-3 介入 DSA 室楼上、楼下南北向剖面图

表 11-2 摄影工况下介入 DSA 室周围辐射剂量水平估算结果

位置	屏蔽厚度	衰减因子 (K^{-1})	射线束	距离/m	屏蔽后附加 剂量率 $\mu\text{Gy}/\text{h}$	备注
东墙外 A	3mm 铅板	5.46E-06	泄漏+侧向散射	4.2	3.03E-02	隔离间
南墙外 B	3mm 铅板	5.46E-06	泄漏+侧向散射	7.0	1.09E-02	女浴室、女更衣室、设备间等
西墙外 C	3mm 铅板	5.46E-06	泄漏+侧向散射	4.2	3.03E-02	控制室、污物间、缓冲间、刷手区
北墙外 D	3mm 铅板	5.46E-06	泄漏+侧向散射	4.9	2.22E-02	输液大厅
控制室门 M1 外 E	3mmPb 防护门	5.46E-06	泄漏+侧向散射	5.3	1.90E-02	控制室
受检者门 M2 外 F	3mmPb 防护门	5.46E-06	泄漏+侧向散射	4.7	2.42E-02	缓冲间
设备间门 M3 外 G	3mmPb 防护门	5.46E-06	泄漏+侧向散射	7.2	1.03E-02	设备间
污物间门 M4 外 H	3mmPb 防护门	5.46E-06	泄漏+侧向散射	5.6	1.70E-02	污物间
观察窗 I	3mmPb 铅玻璃	5.46E-06	泄漏+侧向散射	4.5	2.64E-02	控制室

楼上 J	250mm 混凝土 (4mm 铅当量)	3.73E-07	泄漏+前/ 背向散射	4.1	2.17E-03	常温库房、 办公走道
楼下 K	250mm 混凝土 (4mm 铅当量)	3.73E-07	泄漏+前/ 背向散射	1.5	1.62E-02	患者走道、 更衣室、设 备间等
楼下 L	250mm 混凝土 (4mm 铅当量)	3.73E-07	泄漏+前/ 背向散射	4.3	1.97E-03	
备注: ①泄漏和侧向散射\泄漏和前/背向散射 1m 处剂量率取 9.77E+04 μ Gy/h; ②B 取 NCRP147 报告心脏血管造影模式下的衰减因子。						

从上述估算结果可知, DSA 正常摄影工况下, 介入 DSA 室外周围附加剂量率最大值为 $3.03E-02\mu$ Gy/h, 满足本项目所设定的机房屏蔽体外 30cm 处 2.5μ Sv/h 的剂量率控制水平, 根据剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽, 则在介入 DSA 室周围 50m 评价范围内的北侧输液大厅、南侧男/女浴室、更衣室等其他诊疗场所等公众长居留场所的剂量率远小于 2.5μ Sv/h。上述剂量率的计算是基于保守假设进行的, 实际工作中 X 射线机运行参数要小于 100kV/500mA, 且患者身体对 X 射线会有部分的吸收, 约衰减 1-2 个量级 (NCRP147 号报告), 预计实际运行时, 机房周围的剂量率水平可以维持在正常本底水平。

11.2.2.2 年附加剂量估算

(1) DSA 同室操作位剂量水平

依相关标准要求, 工作人员在同室操作时, 应合理穿戴个人防护用品、使用相关防护设施, 并在满足诊疗要求的前提下尽量缩短曝光时间, 对术者位剂量率的取值如下:

①透视模式

参照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020) 表 B.1 和图 I.3 规定: 透视防护区检测平面上周围剂量当量应不大于 400μ Sv/h。除存在临床不可接受的情况外, 摄影工况图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留。

本评价取标准要求的上限值保守考虑, 医生手术位置的附加剂量率水平为 400μ Sv/h, 居留因子为 1 (全部居留)。

②采集模式

采集模式时, 采用脉冲模式, 剂量率与帧数成正比。参考帧数较高的心脏模式条件: 15 帧/s、10ms/帧, 采集时电流与透视时电流之比取 50 (500mA/10mA),

假设采集与透视时 kV 相同 (按 90kV 考虑), 则采集产生的剂量率与透视产生的剂量率之比为 7.5 ((500mA×15 帧/s×0.01s/帧) / (10mA×1s)), 故本评价采用标准要求的透视时术者位剂量率上限值保守考虑, 即处于同室状态的工作人员在采集时 (摄影模式) 术者位剂量率为 3000 μ Sv/h。

只有在临床不可接受的情况下, 医护人员在摄影时才在机房内停留。做心脏介入手术时, 医生会在摄影图像采集时在机房内停留, 开展其它手术时医生在摄影图像采集时均会离开机房, 故居留因子保守取 1/4。

(2) 年附加剂量估算公式

①同室操作

本项目依照 GBZ128-2019《职业性外照射个人监测规范》评价术者的受照剂量评价模式, 考虑裸漏部位和屏蔽部位受照的综合剂量。据 GBZ128-2019 中第 6.2.3 条, 外照射致有效剂量计算公式为:

$$E_{\text{同室}} = \alpha H_u + \beta H_0 \quad (11-4)$$

式中: $E_{\text{同室}}$ —同室操作外照射致年有效剂量, 单位为 mSv;

α —系数, 取 0.79 同室 (有甲状腺屏蔽);

H_u —铅防护用品内佩戴的个人剂量计测得的 $Hp(10)$, 单位为 mSv;

β —系数, 取 0.051 (有甲状腺屏蔽);

H_0 —铅防护用品外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $Hp(10)$, 单位为 mSv。

根据 GBZ130-2020, 工作人员采取铅衣 (0.5mm 铅当量) 屏蔽措施, 在透视和摄影时, 衰减系数约为 0.025, H_0 和 H_u 本次均采用剂量率乘以年受照时长计算, 其中 H_0 对应剂量率为术者位剂量率上限值 (400 μ Sv/h), H_u 对应剂量率为经过个人防护用品屏蔽后的 (0.5mmPb 铅衣、铅颈套等) 术者位剂量率估算值, 即计算 H_0 时, 透视模式和采集模式对应剂量率为 400 μ Sv/h 和 3000 μ Sv/h, 计算 H_u 时, 透视模式和采集模式对应剂量率为 10 μ Sv/h 和 75 μ Sv/h。

②隔室操作

附加年有效剂量计算公式:

$$E=D \times t \times T \times K \quad (11-5)$$

式中: E —一年有效剂量, μSv ;

D —计算点附加剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

t —DSA 年出束时间, h/a ;

K —有效剂量与吸收剂量换算系数, Sv/Gy , 本项目取 1.0;

T —居留因子, 参考《辐射防护手册第三分册辐射安全》(李德平编) P80, 居留因子 T 按三种情况取值: (1) 全居留因子 $T=1$, (2) 部分居留 $T=1/4$, (3) 偶然居留 $T=1/16$ 。

(3) 工作人员年附加有效剂量

该项目 DSA 摄影曝光时, 医师除存在临床不可接受的情况外均回到操作室进行操作, DSA 透视曝光时, 医师在手术间内近台操作; 护士为辅助人员, 透视时偶然会在机房内, 透视居留因子取 1/16, 系列采集时都在控制室, 技师都在操作室操作, 不在第一介入室内。

本项目每台手术通常由 2 名医师、1 名技师、1 名护士组成, 根据医院提供资料, 每个医师在 DSA 设备上的年工作量最多不超过 500 台相关手术, 年累积透视时间 100h, 摄影时间为 16.7h。

职业人员附加年有效剂量估算结果见表 11-3, 其中透视情况下的剂量率取摄影工况下剂量率的 1/10。可见, 介入工作人员的年受照剂量低于本项目设定的 5mSv 的年剂量约束值。

表 11-3 工作人员的年附加有效剂量

估算对象			剂量率 D ($\mu\text{Gy/h}$)	工作时间 t (h/a) *	居留 因子 T	年附加 有效剂量 E (μSv)
介入 DSA 室	术者 (医生)	机房 内	透视(铅衣内)	10	100	1
			透视(铅衣外)	400	100	1
		机房 外	摄影(铅衣内)	75	16.7	1/4
			摄影(铅衣外)	3000	16.7	1/4
	辅助人员 (护士)	机房 内	摄影	3.03E-02	16.7	1
			透视(铅衣内)	10	100	1/16
			透视(铅衣外)	400	100	1/16

		机房外	透视	3.03E-03	200	1	
			摄影	3.03E-02	33.4	1	
操作室 (技师)	机房外	透视	3.03E-03	200	1	1.6	
		摄影	3.03E-02	33.4	1		

备注: *机房外的工作时间按每年最大手术量 1000 例修正, 护士机房外透视和摄影时间保守取 200h 和 33.4h。机房外剂量率以东墙外 A/西墙外 C 的附加剂量保守估算, 其中机房外透视情况下的剂量率取摄影工况下剂量率的 1/10。

本项目技师和护士在射线出束时都是位于机房外隔室防护, 年附加有效剂量不大于 $178.5 \mu\text{Sv}$, 介入治疗医师的年附加有效剂量不大于 3.72mSv 。本项目辐射工作人员都是按照每年的最大手术量进行估算, 理论上可不考虑剂量累加情况, 但根据医院提供资料, 医院实行医师在三个院区长期轮转(短期固定)、技师和护士固定的方式开展介入诊疗, 同时参与医院其他院区介入科室的工作, 由医院提供的个人剂量监测报告可知, 参与轮转的现有辐射工作人员最近一年的医师年附加剂量最大值为 0.934mSv/a , 即使累加后也小于单位所设定的工作人员剂量管理目标值 5mSv/a 要求。

(2) 公众年附加有效剂量

根据表 11-2 的辐射工作场所外主要关注点辐射剂量率水平, 同时考虑辐射工作场所外公众居留情况估算出公众的年附加剂量见表 11-4, 其中透视情况下的剂量率取摄影工况下剂量率的 1/10。

表 11-4 公众的年附加有效剂量

估算对象	估算位置	附加剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)		年工作时间 (h/a) *	居留因子	年附加有效剂量 (μSv)
公众	东墙外 A (隔离间、公共走道)	透视	3.03E-03	200	1	1.6
		摄影	3.03E-02	33.4	1	
	南墙外 B (女浴室、女更衣室、设备间等)	透视	1.09E-03	200	1/4	0.2
		摄影	1.09E-02	33.4	1/4	
	北墙外 D (输液大厅)	透视	2.22E-03	200	1	1.2
		摄影	2.22E-02	33.4	1	
	楼下 K (患者走道、更衣室、设备间等)	透视	1.62E-03	200	1/4	0.2
		摄影	1.62E-02	33.4	1/4	

备注: *机房外的工作时间按每年最大手术量 1000 例修正。

根据上述估算结果，介入 DSA 室外主要公众关注点年附加剂量最大值为 $1.6\mu\text{Sv}$ ，能满足本评价剂量约束目标值 0.1mSv 的要求。根据剂量与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，预计周围其它诊疗场所的公众长居留场所的年附加剂量将远小于 $1.6\mu\text{Sv}$ 。

综上所述，在介入 DSA 室周围 50m 评价范围内工作人员和公众的年剂量能满足本评价剂量约束目标值（ 5mSv ， 0.1mSv ）的要求。由此可见，工作人员防护铅衣铅当量和机房屏蔽厚度达到要求情况下，在机房内部和周围的辐射工作人员及公众所接受剂量低于剂量约束值的要求。

11.3 异常事件分析与防范建议

（1）事件（故）分析

医用射线装置发生大剂量照射事故的几率极小。DSA 射线装置在运行中，可能发生以下事件：

- ① 人员误入机房受到不必要的照射；
- ② X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门，对附近经过或停留人员产生误照射。

（2）事件（故）防范措施

针对人员误入机房受到照射的防范措施是：机房防护门上设置电离辐射警示标志、中文警告说明。防护门上方设置工作状态指示灯，并且和防护门联锁。当防护门关闭准备出束时，警示灯自动点亮，以警示人员别误入机房。

针对没有关闭防护门出束的防范措施是：规范工作秩序，严格执行《操作规程》和《辐射防护和安全保卫制度》，此外，辐射防护领导小组每半年一次检查安全规章和制度落实情况，发现问题及时纠正。

当射线装置出束时防护门未关闭或突然被打开，假设联锁故障，防护门附近人员将受到一定量的散射和漏射 X 射线照射。由于设备出束持续时间短，散射线和漏射线能量有限，加之 X 射线能量的距离衰减作用，此种偶发情况下人员受照剂量很小，但是容易引发医疗纠纷。一旦出现该种情况，要耐心细致给予解释，防止事态扩大化。

如果出现上述事件，迅速启动应急处理预案，依照应急预案人员和职责、事故处理原则和处理程序等进行处理。

11.4 项目环保验收内容建议

根据项目建设和运行情况，评价单位建议本项目竣工环境保护验收的内容见表11-5。

表11-5 项目环保验收内容建议表

验收内容	验收要求
剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 和环评报告预测，公众、职业照射剂量约束值执行 0.1mSv/a 和 5mSv/a 要求。
剂量当量率	机房外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h。
电离辐射标志和中文警示	在辐射工作场所设有出束工作状态指示灯，防护门外贴有电离辐射警告标志。
布局和屏蔽设计	辐射工作场所建设和布局与环评报告表描述内容一致。辐射工作场所墙和防护门的屏蔽能力满足辐射防护的要求。
辐射安全设施	机房设有工作状态指示灯、电离辐射警告标志以及铅衣等个人防护用品。
监测仪器	配备检测仪器：拟新增 1 台便携式辐射巡测仪，辐射工作人员进行个人剂量监测，建立健康档案。
规章制度	已经制定有各项安全管理制度、操作规程、工作人员考核计划等。辐射安全管理制度和操作规程得到宣贯和落实。
人员培训	辐射工作人员通过辐射安全与防护考核。
应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际，应急预案明确了应急处理组织机构及职责、处理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等。配备必要的应急器材、设备。针对使用射线装置过程中可能存在的风险，建立应急预案，落实必要的应急装备。进行过辐射事故（件）应急演练。

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 辐射安全管理小组

医院已经设置了辐射安全与环境保护管理领导小组作为专门管理机构，并指定了专人负责辐射安全与环境保护管理工作。人员构成具体情况见表 1-5 所示。本项目实施后，医院将介入 DSA 室纳入辐射安全管理范围，放射科主任将担任辐射安全与环境保护管理领导小组成员，负责介入 DSA 室的日常管理。辐射安全管理小组的职责包括：

- (1) 在医院辐射安全防护组组长、副组长的领导下，负责本医院辐射安全防护的管理工作。
- (2) 贯彻执行国家、北京市政府部门有关法律、法规、规章、相关标准及有关规定。负责对本医院相关部门和人员进行法律、法规及相关标准的培训、教育、指导和监督检查等工作。
- (3) 制定、修订本医院辐射安全防护管理制度及仪器设备操作规程。
- (4) 制定、修订辐射事故应急预案，配备相应的事故处理物资仪器、工具，一旦发生辐射意外事故或情况，在辐射安全防护组组长的指挥下负责事故现场的应急处理工作。
- (5) 负责办理辐射安全许可证的申请、登记、换证及年审等工作。
- (6) 建立射线装置档案，组织医院有关部门和人员对使用的射线装置及剂量监测仪器进行检查和维护保养，保证正常使用。
- (7) 对医院从事辐射工作的人员进行条件和岗位能力的考核，组织参加专业体检、培训并取得相应资格证。
- (8) 组织实施对从事辐射工作人员的剂量监测，做好个人剂量计定期检测工作，对数据进行汇总、登记、分析等工作。做好医院年度评估报告工作，认真总结、持续改进并上报有关部门。

12.1.2 辐射工作人员

医院现有共计约 209 名辐射工作人员，本项目至少拟新增 6 名介入工作人员

(其中 4 名医师、1 名技师和 1 名护士) 后, 全院从事介入医、技、护的专职人员增加至 45 名左右 (其中 28 名医师、9 名技师和 8 名护士)。目前, 医院辐射防护负责人员和现有辐射工作人员都分批参加了辐射安全和防护考核, 并通过了考核, 且在有效期内。医院辐射防护负责人和所有从事辐射工作人员培训证到期前将在生态环境部培训平台报名参加并通过辐射安全和防护考核, 考核合格后方可继续从事辐射工作, 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

医院辐射安全管理严格遵循国家的各项相关规定, 针对血管造影诊疗项目, 将制定血管造影机 (DSA) 操作规程, 完善辐射监测方案、辐射事故 (件) 应急预案等辐射安全管理制度, 严格执行后能确保本项目的顺利实施。

12.3 辐射监测

12.3.1 个人剂量监测

医院制订了辐射工作人员个人剂量监测的管理要求, 并已将辐射工作人员个人剂量监测工作纳入全院辐射监测计划体系, 要求全院辐射工作人员按要求接受个人剂量监测, 并建立相应的个人剂量监测档案。

全院辐射工作人员的个人剂量监测工作目前已委托北京贝特莱博瑞技术检测有限公司承担, 监测频度为每 1 个季度检测一次。医院严格要求辐射工作人员按照规范佩戴个人剂量计, 规定在个人剂量计佩戴时间届满一个监测周期时, 由专人负责收集人员佩戴的剂量计送检更换, 医院严格按照国家法规和相关标准进行个人剂量监测和相关的防护管理工作。

12.3.2 工作场所和辐射环境监测

医院本项目拟新增 1 台便携式辐射巡测仪, 用于介入 DSA 室开展自行监测, 可以满足医院辐射防护和环境保护的要求。

12.3.3 本项目工作场所自行监测方案

医院针对本项目, 拟建立辐射环境自行监测方案, 介入 DSA 室工作人员使用便携式辐射巡测仪, 对辐射工作场所进行监测, 方案如下:

- (1) 监测项目: X 射线剂量率水平
 (2) 检测设备: 便携式辐射巡测仪
 (3) 检测频次: 剂量率水平每年不少于 1 次。

本项目涉及工作场所的监测布点: 监测点位见图 12-1, 主要是机房的周边、楼上、楼下、特别是控制室和防护门处。测量结果连同测量条件、测量方法和仪器、测量时间等一同记录并妥善保存, 并根据标准要求, 每年进行一次设备状态检测。监测计划见表 12-1。

表 12-1 本项目辐射工作场所监测计划

场所	测点编号	测点位置	剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	检测频次
介入 DSA 室	1	控制室		1 次/年
	2	缓冲间		1 次/年
	3	设备间		1 次/年
	4	污物间		1 次/年
	5	控制室门		1 次/年
	6	受检者门		1 次/年
	7	设备间门		1 次/年
	8	污物间门		1 次/年
	9	观察窗		1 次/年
	10	隔离间		1 次/年
	11	公共走道		1 次/年
	12	输液大厅		1 次/年
	13	女浴		1 次/年
	14	女更		1 次/年
	15	楼上		1 次/年
	16	楼下		1 次/年

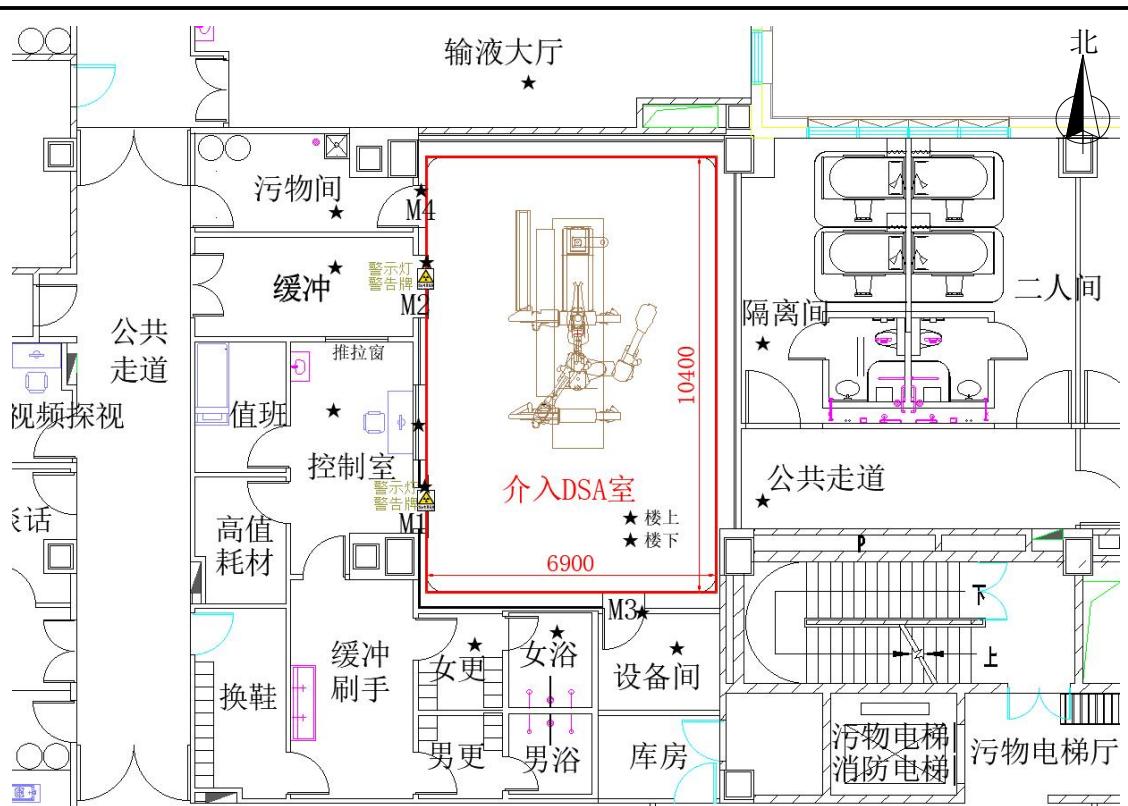


图 12-1 介入 DSA 室周围自行检测点位图（标注★为检测位置）

12.4 辐射事故应急管理

医院将制定《辐射事故（件）应急预案》，包含对 DSA 项目的辐射事故应急管理相关内容，依据《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》等法律法规的要求，一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在应急预案中进一步明确规定处理的组织机构及其职责分工、事故分级、应急措施、报告程序、联系方式等内容，能够满足医院实际辐射工作的需要。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。医院将每年至少组织一次应急演练。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 实践正当性分析

医院持有北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》(京环辐证[B0064])。医院为了满足急诊患者的及时介入诊断和治疗需要,医院拟新建1间介入DSA室并新增1台新的血管造影机。血管造影机为很成熟的医用X射线设备,尽管X射线对人体有少许危害,但是借助DSA设备可以辅助医学诊断治疗,所获利益远大于其危害,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“实践正当性”的要求。

13.1.2 选址合理性分析

本项目介入DSA室位于医院回龙观院区II期医技病房楼(地上15层,地下4层)1层中部南侧,最近的敏感点为介入DSA室北侧输液大厅、南侧男/女浴室、更衣室等,50m评价范围内评价范围内无学校、居民楼、养老院等敏感目标,无商场等人员密集场所,选址充分考虑了患者诊疗的便利性以及周围场所的防护与安全,对公众影响较小。因而从辐射环境保护方面论证,该项目选址是可行的。

13.1.3 辐射防护屏蔽能力分析

通过对介入DSA室的辐射屏蔽措施分析可知,机房外周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$,并设置门-灯联锁、工作状态指示及电离辐射警示等措施,符合辐射安全防护的要求。

13.1.4 辐射环境评价

(1) 根据现场监测和估算结果可知,DSA设备运行后,预计工作人员和公众的年受照剂量均低于相应剂量约束限值($5\text{mSv}/\text{a}$ 、 $0.1\text{mSv}/\text{a}$),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”的要求。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况,单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

(2) 本项目DSA设备正常运行(使用)情况下,不产生放射性废气、放射

性废水和放射性固废。

(3) 辐射安全防护管理：医院设有辐射安全与环境保护管理机构，负责全院的辐射安全管理和监督工作。医院拟完善现有操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训考核计划、健康体检制度、辐射事故应急预案和设备检修维护等制度。

(4) 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定对照检查，满足要求。

13.1.5 结论

综上所述，北京积水潭医院《新增使用II类射线装置项目》相应的辐射安全和防护措施基本可行，在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下，其运行对周围环境产生的辐射影响，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，本项目的运行是可行的。

13.2 承诺

(1) 加强本单位的辐射安全管理，发现问题，及时整治，完善管理制度，落实管理责任。

(2) 严格按照工程设计施工，保证工程建设质量。

(3) 项目竣工许可后应按照环保相关法规要求及时自行办理竣工验收，并接受生态环境部门的监督检查。

(4) 在辐射项目运行中决不容许违规操作和弄虚作假等现象发生，如若发现相关现象接受相关处理。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况，单位进行调查并报生态环境部门备案。

表14 审批

下一级环保部门预审意见:

公章

经办人

年 月 日

审批意见:

公章

经办人

年 月 日

