

核技术利用建设项目

使用II类射线装置项目 环境影响报告表

北京市延庆区医院（北京大学第三医院延庆医院）

2019年11月

环境保护部监制

核技术利用项目

使用II类射线装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：北京市延庆区医院（北京大学第三医院延庆医院）

建设单位法人代表：乔杰

通讯地址：北京市延庆区东顺城街 28 号

邮政编码：102100 联系人：刘丽

电子邮箱：yqxxyywk@163.com 联系电话：15010080027

目录

表 1	项目概况	1
表 2	放射源	7
表 3	非密封放射性物质	8
表 4	射线装置	9
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	10
表 6	评价依据	11
表 7	保护目标与评价标准	12
表 8	环境质量和辐射现状	16
表 9	项目工程分析与源项	18
表 10	辐射安全与防护	20
表 11	环境影响分析	26
表 12	辐射安全管理	33
表 13	结论与建议	36
表 14	审批	38

附图 1 北京市延庆区医院地理位置示意图

附图 2 北京市延庆区医院平面布局图

附图 3 北京市延庆区医院急救中心楼三层平面图

附图 4 北京市延庆区医院导管室平面布局及辐射分区图

附件 1 辐射安全许可证

附件 2 2018 年度个人剂量监测报告

附件 3 产权证明

表 1 项目概况

建设项目名称		使用II类射线装置			
建设单位		北京市延庆区医院（北京大学第三医院延庆医院）			
法人代表		乔杰	联系人	刘丽	联系电话 15010080027
注册地址		北京市延庆区东顺城街 28 号			
项目建设地点		北京市延庆区东顺城街 28 号医院急救中心楼 3 层导管室			
立项审批部门		无		批准文号	无
建设项目总投资(万元)		1500	项目环保投资(万元)	100	投资比例（环保投资/总投资） 6.7%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²) 200
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 单位概况					
<p>北京市延庆区医院（北京大学第三医院延庆医院）（以下简称北京市延庆区医院）始建于 1956 年，是一所集医疗、教学、科研、康复、预防保健为一体的综合性二级甲等综合医院，是首都医科大学临床教学医院、北京市全科医师规范化培训基地。</p> <p>医院开放床位 540 张，配有血管造影机、1.5T 核磁共振成像机、64 排螺旋 CT、16 排螺旋 CT 机、数字化 X 线摄片机(DR)、多功能数字化胃肠机等医疗设备。</p> <p>北京市延庆区医院为已取得《辐射安全许可证》单位。</p>					
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					

北京市延庆区医院已取得了北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[R0015]，有效期至 2020 年 3 月 8 日，见附件 1），许可的种类和范围是：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。具体见表 1-1 所示。

表 1-1 已许可的射线装置情况

序号	名称	类别（类）	数量（台）
1	骨密度仪	Ⅲ	2
2	医用诊断 X 射线机	Ⅲ	16
3	血管造影 X 线机（DSA）	Ⅱ	1
4	医用 X 线 CT 机	Ⅲ	2
	合计		21

1.2.2 近几年履行环保审批情况

北京市延庆区医院近几年共有 2 个辐射环评报告表类项目，都已办理了辐射安全许可证手续，具体落实情况见表 1-2。

表 1-2 建设项目竣工验收落实情况

序号	评批环复文号	项目名称	类别	竣工验收文号	备注
1	京环审[2013]163号	使用医用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置项目	报告表	京环验[2013]171号	
2	京环审[2015]49号	使用医用Ⅲ类射线装置	报告表	京环验[2015]186号	

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，促进射线装置的合法使用，北京市延庆区医院专门成立了辐射防护领导小组，由院长担任组长，执行院长和副院长担任副组长，医务处、器械科、疾控科、心内科、放射科、骨科、泌尿外科、消化科、体检站、麻醉科、口腔科、门诊部等各部门的相关人员担任组员，并指定疾控科刘丽专职负责辐射安全管理工作，辐射防护领导小组组员名单见表 1-3。

表 1-3 北京市延庆区医院辐射防护领导小组成员名单

职位	姓名	职务或职称	专业	工作部门	专/兼职
----	----	-------	----	------	------

组长	乔杰	院长	临床医学	院办公室	兼职
副组长	周方	执行院长	临床医学	院办公室	兼职
	卢苇	副院长	临床医学	院办公室	兼职
组员	聂智品	处长	临床医学	医务处	兼职
	石建成	科长	影像医学 与核医学	放射科	兼职
	付智宗	科长	经济管理	器械科	兼职
	韩建山	科长	临床医学	疾控科	兼职
	郭丽君	主任	临床医学	心内科	兼职
	王立新	主任	临床医学	心内科	兼职
	徐光耀	主任	临床医学	消化科	兼职
	李东亮	主任	临床医学	骨科	兼职
	赵永哲	主任	临床医学	泌尿外科	兼职
	田霞	主任	临床医学	体检站	兼职
	康志宇	主任	临床医学	麻醉科	兼职
	晏志强	主任	临床医学	口腔科	兼职
	祁艳萍	主任	临床医学	门诊部	兼职
刘丽	科员	预防医学	疾控科	专职	

1.2.3.2 制定规章制度及落实情况

北京市延庆区医院结合医院实际情况，已制定一套较为完善的管理制度和操作规程，包括辐射防护和安全保卫制度、放射设备检修维护制度、射线装置检修维护制度、辐射安全培训制度、辐射监测方案、北京市延庆区医院辐射事故（件）应急预案、防止意外照射防护措施、射线装置使用管理制度、受检者告知制度、III类射线装置操作规程、血管造影机（DSA）操作规程等，并严格按照规章制度执行。

1.2.3.3 工作人员培训情况

北京市延庆区医院制定有辐射安全培训制度，辐射人员的辐射安全培训由疾控科负责组织安排并建立辐射人员的培训档案。目前，医院从事辐射相关工作人员有 68 名，都参加了辐射安全与防护培训班，并都取得培训合格证书。

1.2.3.4 个人剂量监测情况

北京市延庆区医院所有辐射工作人员的个人剂量监测工作已委托北京市疾病预防控制中心承担，监测频度为每 3 个月检测一次。医院 2018 年度个人剂量检测报告结果表明，2018 年度辐射工作人员年剂量都不大于 1.01mSv，都未超过年剂量管理目标值（5mSv），报告详见附件 2。

1.2.3.5 工作场所及辐射环境监测情况

医院已制定辐射工作场所辐射监测制度，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、监测机构等。

医院每年委托有 CMA 资质的单位对医院已有的射线装置机房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。环境辐射水平的监测每年一次，监测点位包括测试机房所在建筑物四周及场界，另外包含一个固定环境监测点位。医院现有的监测方案能够满足相关标准要求。

1.2.3.6 辐射事故应急管理情况

北京市延庆区医院依据《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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《原北京市环境保护局关于印发〈北京市环境保护局处置辐射突发环境事件应急预案〉的通知》（京环发〔2010〕392 号）、《北京市突发环境卫生事件应急预案》和原环保部《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号）等法律法规的要求，为有效预防、及时控制和消除辐射事故所致的危害，加强医院射线装置的安全监测和控制等管理工作，保证放射诊疗工作人员的健康安全，避免环境污染，制定了北京市延庆区医院辐射事故（件）应急预案，预案中明确规定本单位有关意外放射事故（件）处理的组织机构及其职责和应急体系、事故报告、先期处置措施、处置程序、培训和应急演练等内容。发生辐射事故时，单位将立即启动辐射事故应

急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内向区生态环境局和卫建委报告。

1.3 项目建设规模、目的和任务的由来

1.3.1 本项目情况

为满足冬奥医疗保障各项工作，北京市延庆区医院拟对医院急救中心楼三层中部进行辐射防护改造，建设两间导管室（机房名称分别为导管室 1 和导管室 2）及导管操作间、铅衣间、导管室设备存放间等 DSA 功能用房。

将已许可急救中心楼一层导管室使用的 1 台 INFINIX-8000C 型血管造影机（DSA）搬迁到拟建的导管室 1，待新址启用后旧址改成其他非辐射工作场所；同时导管室 2 新增 1 台血管造影机（DSA），这两间导管室主要由心内科开展相关介入检查和治疗。本项目射线装置情况见表 1-4。

表 1-4 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	导管室1	INFINIX-8000C 型血管造影机	东芝医疗	125	1000	II类	搬迁
2	导管室2	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》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，因此，受北京市北京市延庆区医院的委托，对该单位拟使用的 II 类射线装置整个使用过程的环境影响进行评价。接到委托后，环评编制单位组织相关人员对现场进行了调查和资料收集工作，并最终编制完成本项目的辐射环境影响报告表。

1.3.3 项目建设正当性和必要性

为落实冬奥会医疗保障各项工作任务，进一步提高延庆区冬奥医疗保障能力，北京市延庆区医院特成立冬奥医疗保障中心。冬奥医疗保障中心设置于急救中心大楼，按照冬奥医疗保障定点医院的标准、职责、流程进行功能设置。北京市延庆区医院目前仅有 1 台 DSA 装置，无法满足 1 备 1 用的医疗保障标准。因此医院本次申请新增使用 1 台血管造影机（DSA）并搬迁 1 台原有 DSA。

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，为临床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。而先进的血管造影设备则是介入诊疗一个非常重要的手段及平台。

北京市延庆区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，故上述设备的使用具有正当性。

1.3.4 开展新项目的技术能力

人员配备：本项目 2 台 DSA 启用后，继续使用现有的 5 名辐射工作人员基础上再调配 5 名，现有的 5 名辐射工作人员培训情况见表 1-5。

表 1-5 本项目相关辐射工作人员基本情况一览表

序号	姓名	性别	工作岗位	学历	辐射安全与防护培训时间	培训证号	2018 年度个人剂量值
1	王立新	男	心内科	本科	2017/6/3	B1703048	0.857mSv
2	李富军	男	心内科	硕士	2017/6/3	B1703049	0.477mSv
3	刘东庭	男	心内科	本科	2017/6/3	B1703050	0.136mSv
4	陈爱清	女	心内科	大专	2017/6/3	B1703052	0.177mSv
5	赵宝山	男	放射科	大专	2017/6/3	B170309	0.221mSv

检测仪器配备：本项目 2 间导管室共用 1 台已有的 Alert 型多功能辐射监测仪。

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

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、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大 能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大管电 流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	血管造影机	II类	1	INFINIX-8000C	125	1000	介入 诊疗	急救中心楼3层 导管室1	东芝医疗
2	血管造影机	II类	1	待定	125	1000	介入 诊疗	急救中心楼3层 导管室2	待定

(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

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》，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》，2018 年 4 月 28 日。</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2019 年 8 月 22 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》，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>
<p>技术标准</p>	<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），环境保护部。</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>(3) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）</p> <p>(4) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）</p>
<p>其他</p>	<p>(1) NCRP Report No.147: Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004。</p> <p>(2) 北京市延庆区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，2019 年 10 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

本项目为新增 1 台 DSA，搬迁 1 台原有 DSA。

7.1.2 关注问题

(1) 机房屏蔽厚度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导管室外周围 50m 区域。

7.2 环境保护目标

本项目 2 间导管室位于医院急救中心楼三层中部，导管室工作区域四周为走廊，共用的导管室操作间位于两间导管室之间（导管室 1 位于操作间西侧），导管室 2 东侧走廊之外是设备间、换床间、家属更衣间、视频探视间和楼梯等，两间导管室南侧洁净走廊外为医生办公室、物品库、换鞋间、缓冲间、卫浴间、办公室等，导管室 1 西侧为无菌库房、设备存放间、污物打包、导管暂存，之外外为工作走廊，北侧污物走廊外为 CCU 大厅，楼上为治疗室、配液室、抢救室、医生值班室、示教室、卫生间等房间，楼下为护士站、会议室、非洁净处置室、器械库房等。评价范围 50m 内都属于医院内部，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，周围 50m 范围内主要建筑物见图 7-1。

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	距离(m)	数量(人)	方位	周围 50m 范围内主要建筑物
DSA	公众	0~15	5	导管室东侧	走廊、设备间、家属更衣、视频探视、楼梯间
	公众	15~50	5		急诊出入口、入口广场
	工作人员	紧邻	5	导管室南侧	医生办公室、物品库、护士办公室
	公众	10~50	10		院内道路、停车场
	公众	0~15	5	导管室西侧	导管设备存放间、无菌库房、工作走廊、楼梯间
	公众	16~50	5		院内道路、绿化、制氧站
	工作人员	紧邻	5	导管室北侧	CCU 大厅
	公众	10~50	10		停车场
	公众	紧邻	10	导管室楼上	治疗室、配液室、抢救室、医生值班室、示教室、卫生间
	公众	紧邻	5	导管室楼下	护士站、会议室、非洁净处置室、器械库房
本项目工作人员	紧邻	6	两导管室间	操作间	

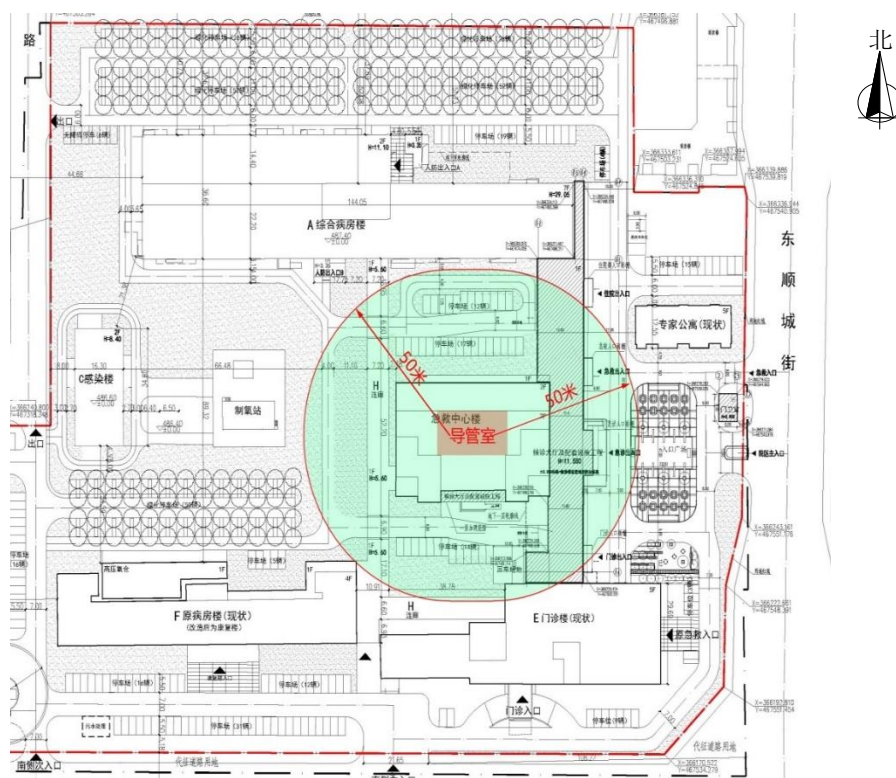


图 7-1 导管室周围 50m 范围内主要建筑物图

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

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

该项目公众和职业照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a 和 5mSv/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 GBZ130-2013，导管室外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h。

7.3.1.4 射线装置机房屏蔽防护基本要求

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 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
介入 X 射线设备机房	3	3

7.3.1.5 X 射线设备机房的面积要求

《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）第 5.2 条款指出：每台 X 射线机(不含移动式和便携式床旁摄影机与车载 X 射线机)应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求；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 射线机（介入 X 射线设备机房）	20	3.5

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

北京市延庆区医院位于北京市延庆区东顺城街 28 号，医院地理位置见附图 1 所示。医院东邻东顺城街，路对面为延庆区卫生计生委和延庆区卫生干部进修学校，南邻北顺城街，路对面为延庆区一小，西邻玉皇阁大街，路对面为北关小区，北侧紧邻温泉西里，医院平面布局见附图 2 所示。

8.1.2 场所位置

本项目拟建 2 间导管室位于医院急救中心楼三层中部，急救中心楼三层平面布局见附图 3。拟建的 DSA 诊疗区域包括两间导管室、导管室操作间、导管室设备存放间、导管暂存、污洗打包、铅衣间等辅助房间，拟建导管室平面布局见附图 4。导管室工作区域四周为走廊，东侧走廊之外是设备间、换床间、家属更衣间、视频探视间和楼梯等，南侧走廊外为医生办公室、物品库、换鞋间、缓冲间、卫浴间、办公室等，西侧走廊外为弱电井和楼梯等，北侧走廊外为 CCU 大厅，楼上为治疗室、配液室、抢救室、医生值班室、示教室、卫生间等房间，楼下为护士站、会议室、非洁净处置室、器械库房等。

8.2 辐射环境现状监测

(1) 监测目的

掌握该项目辐射工作场所的辐射环境质量现状水平，为评价提供基础数据。

(2) 监测内容

根据污染因子分析，对该项目的辐射工作场所周围进行 X、 γ 辐射剂量率水平监测。

(3) 监测点位

选取拟建导管室场所及周围进行监测。

(4) 监测仪器与规范

监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 X- γ 射线剂量率监测仪器参数与监测规范

仪器名称	环境 X- γ 剂量率仪
------	---------------------

型号/编号	GH-102A/110617
生产厂家	青岛金仕达电子科技有限公司
能量响应	50keV~3.0MeV 不超过对 ¹³⁷ Cs, γ 辐射响应的 $\pm 30\%$
量程	X- γ : 0.01 μ Gy/h~100 μ Gy/h
检定证书	中国计量科学研究院 (检定证书编号: DYjl2019-1111) 有效期: 2019年2月19日~2020年2月18日
监测规范	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)

(5) 现状监测结果及评价

2019年10月31日评价单位对项目地及周围环境辐射水平进行了检测, 评价区 γ 辐射水平调查结果见表8-2。

表8-2 拟建导管室辐射环境水平监测结果

场所名称	点位序号	测点描述	辐射剂量率 (μ Gy/h)
拟建导管室1、导管室2	1	拟建导管室操作间	0.10
	2	拟建导管室1	0.11
	3	拟建导管室2	0.11
	4	拟建导管室北侧走廊	0.10
	5	拟建导管室南侧走廊	0.10
	6	急救中心楼外东侧空地	0.11
北京市范围 ^[1]			42.3~151.6nGy/h

注: 检测结果含宇宙射线响应值; ^[1]: 辐射安全手册, 2011.11。

由表8-2中检测结果可知, 拟建导管室场所及周围的X- γ 辐射剂量率为0.10~0.11 μ Gy/h, 为北京市的天然本底范围之内, 未发现异常高值。

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，其典型 X 射线管的结构详见图 9-1。

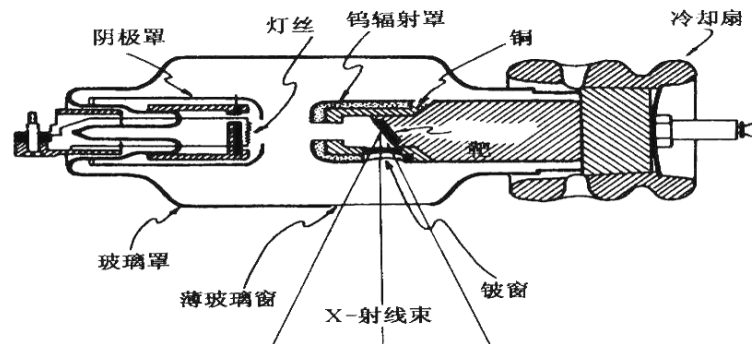


图 9-1 典型 X 射线管结构图

数字血管造影（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。

9.1.2 操作流程

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，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，推送导管，在 X 线透视下将导管送达上腔静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

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

将位于医院东侧急救中心楼三层中部辐射防护改造，建设两间导管室及操作间、设备间等 DSA 功能用房，新增使用 1 台血管造影机（DSA）并搬迁 1 台原有 DSA，导管室 1 和导管室 2 呈东西向排列，导管室操作间位于两个导管室中间，导管室 1 东墙与操作间拟设置观察窗和连通门，东侧门为操作间防护门，北侧门为机房防护门，门外为污物走廊；导管室 2 西墙与操作间拟设置观察窗和连通门，西侧门为操作间防护门，北侧门为机房防护门，门外为污物走廊，工作人员拟位于机房内和操作间内曝光。机房拟采用中央空调通风和排风扇，不设采光窗。

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 (m ²)	屏蔽墙体方向	屏蔽材料及厚度
1	导管室 1	48.18	东、南、西、北墙	50cm 轻钢龙骨石膏板+3mm 铅
			顶棚	18cm 混凝土+30mm 钡水泥
			地板	18cm 混凝土+30mm 钡水泥
			操作间防护门	3mm 铅
			机房防护门	3mm 铅
			观察窗	15mm 厚铅玻璃 (3mm 铅当量)
2	导管室 2	60.04	东、南、西、北墙	50cm 轻钢龙骨石膏板+3mm 铅
			顶棚	18cm 混凝土+30mm 钡水泥
			地板	18cm 混凝土+30mm 钡水泥
			操作间防护门	3mm 铅
			机房防护门	3mm 铅
			观察窗	15mm 厚铅玻璃 (3mm 铅当量)

备注：18cm 混凝土相当于 2.7mm 铅当量（按照心脏模式估算），15mm 钡水泥（4.2t/m³）相当于 1mm 铅当量。

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 导管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*	操作位局部屏蔽防护设施	√	铅吊屏和铅围帘等
2*	医护人员的个人防护	√	每个场所铅衣、围裙、铅围脖和铅帽子各 5 件
3	患者防护	√	每个场所铅围裙、铅帽、铅围脖各 1 件
4*	观察窗屏蔽	√	铅玻璃观察窗
5	机房防护门窗	√	每间拟配 2 个铅防护门
6	通风设施	√	机房内拟配有中央空调
7*	入口处电离辐射警告标志	√	工作区入口处设置电离辐射警示标志
8	入口处机器工作状态显示	√	机房门外拟装状态指示灯
9*	辐射监测仪器仪表	√	已配 1 台多功能辐射检测仪
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 导管室辐射防护措施

(1) 机房采取实体屏蔽措施，2 间导管室设计的防护能力和评价依据对照情况见表 10-3，满足 GBZ130-2013 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) 机房出入口内的所有区域为控制区，操作间及机房相邻区域为监督区，分区图见附图 4。

(3) 拟在机房防护门和操作间门处醒目位置设置电离辐射警告标志，并在门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操作间防护门联动，指示灯电源拟与设备低压供电线路连接，当操作间防护门关闭时，指示灯亮起，防护门拟设置闭门装置。

(4) 辐射工作人员均佩带个人剂量计。

(5) 导管室设有观察窗和语音提示系统。

(6) 导管室拟采取下列屏蔽措施：手术床的床侧悬挂含 0.5mm 铅当量的床侧防护帘 1 个、0.5mm 铅当量的床侧防护屏 1 个；床上悬挂可移动 0.5mm 铅当量的铅悬挂防护屏、铅防护吊帘各 1 个，用于阻挡散、漏射线对辐射工作人员的照射。

(7) 医院配备符合防护要求的辅助防护用品，每个导管室均配置工作人员防护用品，包括防护铅衣、铅围裙、铅帽、铅眼镜、铅围脖各 5 件；机房内各配置移动铅防护屏风 1 个。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 GBZ130-2013 标准相关要求。

(8) 机房配备火灾报警系统，配有灭火用品。

(9) 拟在家属等候区设置辐射防护注意事项告知牌和宣传栏；制定事故应急预案，尽可能地降低事故情况下对环境的污染。

(10) 导管室采用中央空调对 X 线机房进行机械通风换气，防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积。

(11) 本项目配置 1 台手持式多功能辐射检测仪。

表 10-3 导管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
导管室 1、导管室 2	东、南、西、北墙	50cm 轻钢龙骨石膏板+3mm 铅	3mm	2mm	是
	顶棚	18cm 混凝土+30mm 钡水泥	4.7mm	2mm	是
	地板	18cm 混凝土+30mm 钡水泥	4.7mm	2mm	
	操作间防护门	3mm 铅	3.0mm	2mm	是
	机房防护门	3mm 铅	3.0mm	2mm	是
	观察窗	15mm 厚铅玻璃 (3mm 铅当量)	3.0mm	2mm	是
导管室 1	机房有效尺寸：(6.34m×7.60m)，有效面积 48.18m 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
导管室 2	机房有效尺寸：(7.90m×7.60m)，有效面积 60.04m 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、铅橡胶帽子、铅防护眼镜 选配：防护手套	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、铅橡胶帽子 选配：阴影屏蔽器具	—
导管室机房配备情况	防护铅衣、大领铅围脖、围裙和铅帽子各5件、铅眼镜5副	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏各1个，铅防护屏风1个	铅围裙、铅围脖、铅帽子各1件	—
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，现对北京市延庆区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 2 台 DSA 启用后，继续使用现有的 5 名辐射工作人员基础上再调配 5 名，在通过辐射安全与防护培训后持证上岗。	近期符合
3	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	拟制定完善相应的操作规程，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
4	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	辐射工作人员已配备个人剂量计，配备 1 台手持式多	符合

	量监测报警、辐射监测等仪器。	功能辐射检测仪开展自行监测。	
5	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。	拟完善现有的规章制度、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、人员培训计划、监测方案等。	近期符合
6	有完善的辐射事故应急措施。	制定有北京市延庆区医院辐射事故（件）应急预案。	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。机房安装有门-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 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。	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	<p>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。</p>	<p>本项目2台DSA启用后，继续使用现有的5名辐射工作人员基础上再调配5名，在通过辐射安全与防护培训后持证上岗。</p>	<p>近期符合</p>
6	<p>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。</p>	<p>已为所有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）。</p>	<p>近期符合</p>
7	<p>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。</p>	<p>拟委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测。</p>	<p>近期符合</p>

以上分析可知，该单位从事本项目辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

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改造过程中产生的噪声、粉尘以及振动等，为了不影响周围环境，在机房改造过程中，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。本项目是对原有房间进行改造，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）后对环境的影响

医学 X 射线设备的种类繁多，用途各异，每一种设备都有其专用的 X 射线机房，而且其屏蔽设计的要求和特点也有很大差别，因此，每一种机房必须进行专门的设计、计算、建造和评价。但是《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）未给出介入专用 X 射线机房 α 、 β 、 γ 不同屏蔽材料有关的三个拟合参数和每名患者工作负荷、1m 处的空气比释动能等，未能定量估算机房外的附加剂量，而 NCRP147 报告以美国人均标准给出了相关数据，因此本项目采用美国 NCRP147 报告相关数据进行保守估算。

11.2.1 剂量估算公式

(1) 衰减因子

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

式中： χ 为某种屏蔽材料的厚度；

α 、 β 、 γ 为与不同屏蔽材料有关的三个拟合参数，由 NCRP147 报告给出。

(2) 辐射剂量

$$H = \frac{H_0}{R^2} \times K^{-1} \quad (11-2)$$

式中： H_0 为距散射体 1m 处的剂量；

R 为散射面中心点到关注点的距离，m；

其它因子含义同上。

(3) 年有效剂量

$$E = \sum W_T \times \dot{H} \times T \times t \quad (11-3)$$

式中： E 为年有效剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

$\sum W_T$ 为组织 T 组织权重因数，对全身均匀照射 $\sum W_T=1$ ；

\dot{H} 为关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T 为人员的居留因子；

t 为年曝光时间， h/a 。

11.2.2 血管造影机运行工况

本项目导管室血管造影机用于开展心血管介入，外周血管介入及神经介入等检查及治疗。根据美国 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，故本项目导管室只需考虑次级辐射的屏蔽设计，且心脏血管造影比外周血管造影和神经血管造影每名患者工作负荷、1m 处屏蔽次级泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能都大，因此本项目导管室均以心脏血管造影模式估算。血管造影每个患者透视时间（透视出束时间）不大于 600s（每名患者透视工作负荷保守按 $60\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$ ）；每个患者摄影时间（摄影出束时间）不大于 150s（按较大 15f/s，10ms/f 估算，实际出束时间不大于 22.5s，若系列采集电流为 200mA，则每名患者摄影工作负荷 $75\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$ ），则血管造影每名患者工作负荷（ W_{norm} ）为 $135\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$ ，美国人平均体重比我国人均体重大，本评价均按 NCRP147 报告中心脏血管造影工作负荷保守估算，即每名患者工作负荷（ W_{norm} ）为 $160\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$ 。

11.2.3 估算方法

（1）年附加剂量估算方法

对于机房外关注点的年附加剂量采用公式 11-1 和 11-2 估算，其中 H_0 取 NCRP147 报告中距 X 射线源 1m 处所指定工作负荷（ $160\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$ ）分布情况下每名患者未屏蔽次级泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能总和为 $2.7\text{mGy}/\text{患者}$ （即做 1 名心血管造影手术，在侧向的空气比释动能总和为 2.7mGy ）、泄漏+前/背向散射总和为 $3.8\text{mGy}/\text{患者}$ 。根据医院提供资料，DSA 手术量每年约为 780 人次，考虑到未来发展和患者数量增加本项目每间每年按 1000 患者估算。

对于机房内术者位工作人员，采用公式 11-3 估算。根据 GBZ130-2013，在

介入治疗的透视工况时，术者位的剂量率应不超过 $400\mu\text{Gy/h}$ 。按照介入治疗的摄影工况时管电流增加 50 倍，术者位的剂量率水平也增加 50 倍，则摄影工况时剂量率按 20mGy/h 考虑。根据 NCRP147 报告，在心脏模式下 0.5mm 铅厚的铅衣的衰减因子为 3.9×10^{-2} ，即医生在透视和摄影工况下的最大受照剂量率水平分别为 $15.6\mu\text{Gy/h}$ 和 $780\mu\text{Gy/h}$ 。

根据美国 NCRP147 报告，心脏血管造影每名患者工作负荷 (W_{norm}) 为 160 ($\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$)，保守假设该机的系列采集的平均电流为 200mA (透视的平均电流为 5mA)，如果患者系列采集的工作负荷按 100 ($\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$)、患者透视工作负荷保守按 60 ($\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$) 估算，那么每名患者系列采集出束时间为 0.50 分钟，年系列采集总出束时间约为 8.3 小时 ($0.50\text{min}\times 1000/60$)，医生居留因子为 1/16；年透视总出束时间约为 200 小时 ($60(\text{mA}\cdot\text{min})/5\text{mA}/60(\text{min/h})\times 1000$)，且医生全居留。

(2) 机房外剂量率估算方法

机房屏蔽外剂量率保守按 1m 处心脏摄影工况下的剂量率 $2.0\times 10^4\mu\text{Gy/h}$ 、衰减因子和距离衰减估算。

11.2.4 辐射环境影响评价

(1) 导管室周围的贯穿辐射水平

本项目 2 间导管室六面墙体、防护门、观察窗屏蔽设计相同，两台 DSA 参数均为 $125\text{kV}/1000\text{mA}$ ，从平面布局来看，2 间机房南北向长度相同，东西向导管室 2 比导管室 1 宽，即相同工况下导管室 1 东西向外关注点因距射线源距离近而剂量率要较大，因此以导管室 1 为例来估计算机房外的辐射剂量率水平。根据 11.2.3 章节估算方法得出导管室 1 周围的屏蔽估算结果如表 11-1 所示，估算点位见图 11-1。

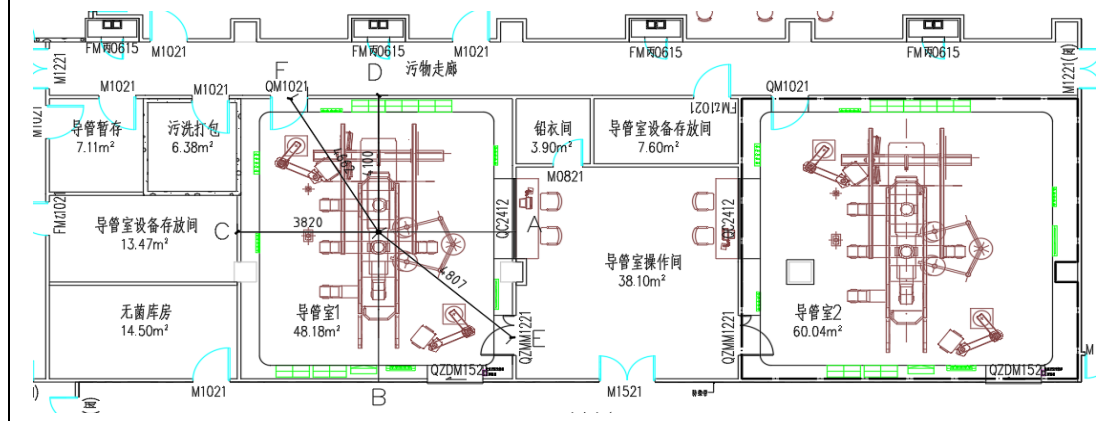


图 11-1 导管室周围剂量率计算点位图

表 11-1 导管室 1 周围附加剂量

位置	屏蔽厚度	衰减因子 (K^{-1}) *	射线束	距离 (m)	屏蔽前年剂量 (μSv)	屏蔽后年 附加剂量 (μSv)	屏蔽后附 加剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	备注
观察窗 A	3mm 铅	6.00E-5	泄漏+ 侧向散射	4.1	1.61E+05	9.63	7.13E-2	操作间
西墙 C			泄漏+ 侧向散射	4.1	1.61E+05	9.63	7.13E-2	设备存放间
南墙 B			泄漏+ 侧向散射	4.4	1.39E+05	8.36	6.19E-2	洁净走廊
北墙 D			泄漏+ 侧向散射	4.4	1.39E+05	8.36	6.19E-2	污物走廊
机房门 外 F			泄漏+ 侧向散射	4.9	1.12E+05	6.74	4.99E-2	污物走廊
操作间 门外 E			泄漏+ 侧向散射	5.1	1.04E+05	6.22	4.61E-2	操作间
楼上	18cm 混凝土+30mm 钡水泥	1.15E-6	泄漏+前 /背向散射	3.6	2.93E+05	0.03	1.77E-3	治疗室、配液室、抢救室、医生值班室、示教室、卫生间
楼下	18cm 混凝土+30mm 钡水泥	1.15E-6	泄漏+前 /背向散射	3.6	2.93E+05	0.03	1.77E-3	护士站、会议室、非洁净处置室、器械库房

备注：* K^{-1} 取 NCRP147 报告心脏血管造影模式下的衰减因子；距散射体 1m 处心脏血管造影模式下的剂量率按 $2.0 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ 估算。

从上述估算结果可知，DSA 正常运行过程中，导管室 1 周围附加剂量率最大值为 $7.1\text{E}-2\mu\text{Gy/h}$ ，类比分析导管室 2 周围附加剂量率将更低，满足本项目所设定的机房屏蔽体外 30cm 处 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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，则在导管室周围 50m 评价范围内的医生办公室、CCU 大厅、视频探视间等公众长居留场所的剂量率远小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 工作人员年附加有效剂量

根据表 11-1 可得，侧向的透射和摄影总时间约为 135h ($9.63/7.13\text{E}-2$)，前/背向的透射和摄影总时间约为 190h (由于泄漏+前/背向散射总和 3.8mGy/患者 约为泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能总和 2.7mGy/患者 的 1.41 倍)，侧向和前/背向较大的总时间 190h 小于 11.2.3 估算方法章节给出的 200h。本项目保守按每位医生年开展介入治疗 1000 例，透视工况下的暴露时间保守取 200h，摄影工况下的暴露时间为 8.3h，年附加剂量根据公式 11-3 估算方法推算出导

管室工作人员的年附加有效剂量参见表 11-2，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 11-2 导管室工作人员的年附加有效剂量

估算对象			剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	工作时间 (h/a)	居留 因子	年附加有效 剂量 (μSv)	
机房内	工作人员 (术者)	系列采集	780	8.3	1/16	405	3525
		透视	15.6	200	1	3120	
机房外	操作间技师(观察窗 A)		-	-	1	9.6	

本项目 1 名放射科技师还从事放射科诊疗工作，与本项目存在剂量累加情况，根据医院最近一次的年度个人剂量检测结果，该名放射科技师的个人剂量为 $221\mu\text{Sv/a}$ （见表 1-5），技师和护士在射线出束时都是位于机房外隔室防护，本项目机房外工作人员年附加剂量为 $9.6\mu\text{Sv}$ ，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。

上述术者剂量估算是基于 1 名工作人员满负荷（全年 1000 例 DSA 手术）进行的，介入治疗医师不从事其它放射性工作，故不考虑其个人剂量叠加问题，术者的年附加有效剂量为 $3525\mu\text{Sv}$ 。此外，上述估算是依照“在透视防护区测试平面上的空气比释动能率为 $400\mu\text{Gy/h}$ 的限值”进行估算的，实际上，操作位的剂量率水平通常低于 $200\mu\text{Gy/h}$ ，预计介入人员的实际年受照剂量低于 2mSv ，满足设定的工作人员剂量管理目标值 5mSv/a 要求。

（3）公众年附加有效剂量

根据表 11-1，导管室外 30cm 处屏蔽后的年附加剂量估算结果最大值为 $9.6\mu\text{Sv}$ ，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，预计南侧的医生办公室、北侧 CCU 大厅、东侧视频探视间等公众长居留场所的年附加剂量将远小于 $9.6\mu\text{Sv}$ ，低于设定的剂量约束目标值 $100\mu\text{Sv/a}$ 。导管室六面墙体均满足 GBZ130-2013 中介入 X 射线设备机房 2mm 厚铅当量的屏蔽要求，在施工符合工艺要求的条件下，可满足导管室外的周围当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

因此，在两间导管室周围 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11-3。

表11-3 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、10 套铅衣和 2 个铅屏风等。
监测仪器	配备检测仪器：已配备 1 台手持式多功能辐射检测仪。辐射工作人员已做个人剂量监测，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、工作人员培训计划等。辐射安全管理制度和操作规程得到宣贯和落实。
人员培训	辐射工作人员参加生态环境部或市生态环境部门认可的培训机构的培训。
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领导小组作为专门管理机构，由医院院长对本单位的辐射安全和防护工作负总责。人员构成具体情况见表 1-3 所示。

辐射安全管理小组的职责：

辐射安全管理小组的职责：

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. 负责依法办理环境影响审批、验收、辐射安全许可证等环境保护相关手续。严格按照辐射安全许可证规定许可种类、范围和许可证条件从事辐射工作。

3. 负责对辐射工作场所按照有关规定设置明显的放射性警示标志、门灯连锁、报警装置或者工作信号灯，并采取有效的辐射防护措施，防止人员受到意外照射。

4. 严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对辐射工作人员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。

5. 辐射工作人员和单位辐射防护负责人必须经过生态环境部门认可的培训机构的培训，持证上岗。

6. 负责组织放射工作人员的职业健康体检工作。辐射工作人员上岗前必须进行健康体检，合格者方可上岗；工作期间由单位安排定期到指定医院进行健康体检。

7. 负责制定、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。

12.1.2 辐射工作人员

本项目 2 台 DSA 启用后，继续使用现有的 5 名辐射工作人员基础上再调配 5 名。单位将定期组织辐射工作人员每 4 年一次的复训，复训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 DSA 诊疗项目，将完善血管造影机（DSA）操作规程、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 DSA 项目的顺利实施。

12.3 辐射监测

12.3.1 个人剂量监测

北京市延庆区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市疾病预防控制中心承担，监测频度为每 3 个月检测一次。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

北京市延庆区医院已配备 1 台手持式多功能辐射检测仪用于导管室的工作场所和辐射环境监测，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

北京市延庆区医院拟建立辐射环境自行监测记录或报告档案，并妥善保存，接受生态环境行政主管部门的监督检查。

本项目自行监测方案如下：

疾控科工作人员使用辐射监测仪，对辐射工作场所进行监测，监测计划见表 12-1，检测点位示意图见图 12-1。

表 12-1 本项目辐射工作场所监测计划

场所	测点编号	位置描述	检测频次
导管室 1	1	观察窗	1 次/年
	2	操作间防护门	1 次/年
	3	机房门外	1 次/年
	4~9	四周墙外	1 次/年

导管室 2	10	北侧 CCU 护士站	1 次/年
	/	机房楼上/楼下	1 次/年
	11	观察窗	1 次/年
	12	操作间防护门	1 次/年
	13	机房门外	1 次/年
	14~17	四周墙外	1 次/年
	18	视频探视间	1 次/年
	19	医生办公室	1 次/年
	/	机房楼上/楼下	1 次/年

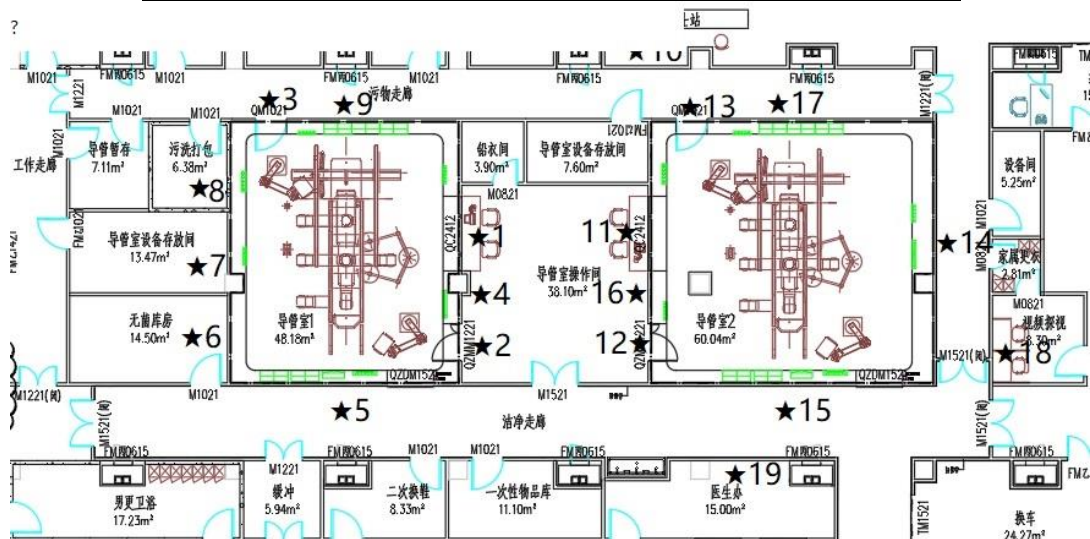


图 12-1 导管室自行检测点位图（标注★为检测位置）

12.4 辐射事故应急管理

北京市延庆区医院将针对 DSA 项目进一步完善《辐射事故（件）应急预案》，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，同时在应急预案中明确了应急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预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填向当地生态环境和卫生健康部门报告。为保持应急能力，医院将做好应急演练与准备工作。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 实践正当性分析

北京市延庆区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[R0015])。为满足心血管、神经血管、外周血管的介入诊断和治疗需要,新增使用 1 台血管造影机(DSA)并搬迁原有的 1 台 DSA,用于介入诊疗。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

本项目导管室位于医院急救中心楼的三层中部,周围没有关键敏感人群,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

通过对导管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 μ Sv/h,并设置门-灯连锁、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) 根据导管室外年附加剂量估算结果可知,新的 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(5mSv/a、0.1mSv/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。有较健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训计划、健康体检制度、辐射事故应急预案和设备检修维护制度等,在针对 DSA 项目完善后能够满足辐射安全管理要求。

(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，北京市延庆区医院使用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

为了保护环境，保障人员健康，北京市延庆区医院承诺：

(1) 进一步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) 及时办理辐射安全许可证变更手续。在项目建设投入运行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

<p>下一级环保部门预审意见:</p>	<p>公章</p>
<p>经办人年月日</p>	
<p>审批意见:</p>	<p>公章</p>
<p>经办人年月日</p>	