

核技术利用建设项目

# 东院区新增使用 DSA 项目 环境影响报告表

首都医科大学附属北京朝阳医院

2020 年 10 月

环境保护部监制

核技术利用项目

# 东院区新增使用 DSA 项目 环境影响报告表

建设单位名称：首都医科大学附属北京朝阳医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：北京朝阳区工人体育场南路 8 号

邮政编码：100020

联系人：邹郁松

电子邮箱：418450457@qq.com

联系电话：85231210-803

## 目录

表 1	项目概况 .....	2
表 2	放射源 .....	13
表 3	非密封放射性物质 .....	14
表 4	射线装置 .....	15
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	16
表 6	评价依据 .....	17
表 7	保护目标与评价标准 .....	19
表 8	环境质量和辐射现状 .....	29
表 9	项目工程分析与源项 .....	31
表 10	辐射安全与防护 .....	34
表 11	环境影响分析 .....	41
表 12	辐射安全管理 .....	53
表 13	结论与建议 .....	61
表 14	审批 .....	63
附图 1	北京朝阳医院地理位置示意图 .....	64
附图 2	北京朝阳医院东院平面布局图 .....	65
附图 3	医疗综合楼地下一层北区急诊平面布局图 .....	66
附图 4	急诊 DSA 上方（一层）毗邻关系图 .....	67
附图 5	急诊 DSA 下方（地下二层）毗邻关系图 .....	68
附图 6	地下一层急诊 DSA 室平面布局图 .....	69
附图 7	医疗综合楼三层平面布局图 .....	70
附图 8	导管室和杂交手术室上方（四层）毗邻关系图 .....	71
附图 9	导管室和杂交手术室下方（二层）毗邻关系图 .....	72
附图 10	杂交手术室平面布局图 .....	73
附图 11	导管室平面布局图 .....	74
附件 1	辐射安全许可证 .....	75
附件 2	个人剂量监测报告 .....	84
附件 3	放射性废物管理台账 .....	92
附件 4	产权证及建设工程规划许可证 .....	93

**表 1 项目概况**

建设项目名称		东院区新增使用 DSA			
建设单位		首都医科大学附属北京朝阳医院			
法人代表	张金保	联系人	邹郁松	联系电话	85231210-803
注册地址		北京朝阳区工人体育场南路 8 号			
项目建设地点		北京市朝阳区定福庄			
立项审批部门		无		批准文号	无
建设项目总投资（万元）		8000	项目环保投资（万元）	800	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m <sup>2</sup> ）
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他					
<p><b>1.1 单位概况</b></p> <p>首都医科大学附属北京朝阳医院（以下简称北京朝阳医院或者医院）建于 1958 年，是北京市医院管理局直属，集医疗、教学、科研、预防为一体的三级甲等医院，首都医科大学第三临床医学院，北京市医疗保险 A 类定点医疗机构。2005 年，医院响应北京市委和市政府“名院办分院”的号召，在原北京市卫生局的支持下，将原中国铁道建筑总公司总医院正式接收，建立了医院的京西院区（以下简称“西院”）。西院的融入，有效整合了医疗资源，实现了优势互补，北京朝阳医院由此形成了一院两址、东西呼应、资源共享的格局；2013 年 11 月，朝阳区政府正式批复同意北京朝阳医院在常营地区定福庄规划医疗用地内新建院区（即“东院”）。东院建成后，北京朝阳医院将形成本部、西院和东院三大院区。医院目前本部和西院总占地面积 10.28 万平米（本部 5.08 万平米；西</p>					

院 5.2 万平米)，建筑面积 21 万平米（本部 15 万平米；西院 6 万平米）。床位 1880 张（本部 1380 张；西院 500 张）。职工 4300 余人。年门急诊量约 390 万余人次，年收治住院病人 8.6 万余人次，手术约 3.4 万余例次。医院拥有先进的大型医用设备，包括 1.5T 和 3.0T 磁共振成像系统、PET-CT、双源 CT、全数字直线加速器、数字减影血管造影 X 线机、数字化彩色超声波诊断仪、平板数字胃肠造影机等国际一流的医疗设备。拥有全自动生化流水线等国际一流检验检测设备 50 余台。

## 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

北京朝阳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[E0149]，有效期至 2023 年 8 月 16 日，见附件 1），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、丙级非密封放射性物质工作场所。具体包括使用 2 台医用电子直线加速器、6 台 DSA、1 台 PET-CT、1 台 SPECT-CT、62 台 III 类射线装置、1 个乙级非密封放射性物质工作场所、1 个丙级非密封放射性物质工作场所和 1 枚 V 类放射源。

北京朝阳医院已许可的射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 北京朝阳医院已许可的射线装置情况

序号	名称	类别（类）	数量（台）	备注
1	移动式 C 型臂 X 线机	III	10	
2	小动物活体成像仪	III	1	
3	X 线泌尿检查床	III	1	
4	医用 X 射线 CT 机	III	10	
5	移动式 X 线机	III	11	
6	DSA	II	6	
7	SPECT-CT	III	1	
8	体外碎石机	III	2	
9	医用电子直线加速器	III	2	
10	CT 模拟定位机	III	1	

11	PET-CT 机	III	1	
12	小动物 CT	III	1	
13	医用 DRX 线机	III	13	
14	数字胃肠机	III	3	
15	乳腺 X 线机	III	2	
16	牙科 X 射线机	III	3	
17	X 线骨密度仪	III	2	
	合计		70	

北京朝阳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 北京朝阳医院已许可非密封放射性同位素使用情况

工作场所名称	等级(类别)	核素名称	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	备注
本部核医学科	乙级	Ra-223	7.4E+7	2.25E+8	
		Tc-99m	2.22E+8	5.55E+12	
		I-131	7.4E+7	1.5E+10	
		Tl-201	7.4E+6	1.5E+10	
		P-32	1.85E+7	1.85E+9	
		F-18	2.3E+7	2.2E+12	
本部病房手术室 2	乙级	I-125 粒子源	1.78E+8	1.33E+11	

北京朝阳医院已许可的放射源使用情况见表 1-3。

表 1-3 北京朝阳医院已许可的放射源使用情况

序号	核素	类别	活度 (Bq)	(枚数)	备注
1	Ge-68	V类	5.55E+7	1	

### 1.2.2 近几年履行环保审批情况

北京朝阳医院近几年共有 4 个环评报告表和 13 个登记表项目，其中除了 1 个登记表项目正在建设中外，其它 16 个项目都已办理了辐射安全许可证增

项或者竣工验收手续，具体落实情况见表 1-4。

表 1-4 建设项目竣工验收落实情况

序号	环评批复文号/备案号	项目名称	类别	竣工验收文号	备注
1	京环审 [2014]27 号	本部新增 1 台 DSA，更 新 1 台 SPECT/CT	报告表	京环验 [2015]89 号	已验收
2	京环审 [2014]45 号	本部新增 Ra-223	报告表	京环验 [2015]235 号	已验收
3	京环审 [2014]169 号	本部新增 I-125	报告表	京环验 [2015]234 号	已验收
4	京环审 [2014]82 号	西区新增数字胃肠机	登记表	京环验 [2015]156 号	已验收
5	京环审 [2014]260 号	本部新增实验用小动物 CT、小动物活体成像仪 各 1 台	登记表	京环验 [2014]218 号	已验收
6	京环审 [2014]435 号	本部新增 1 台 CT	登记表	京环验 [2015]209 号	已验收
7	京环审 [2015]253 号	本部新增 2 台 C 型臂	登记表	京环验 [2016]74 号	已验收
8	京环审 [2015]191 号	西区新增移动 X 线机、 X 线机各 1 台	登记表	京环验 [2016]90 号	已验收
9	京环审 [2015]327 号	西区新增 1 台 DSA	报告表	京环验 [2017]30 号	已验收
10	京环审 [2016]79 号	西区移机 1 台碎石机， 新增 1 台骨密度机	登记表	京环验 [2017]170 号	已验收
11	京环审 [2016]202 号	西区新增 1 台 X 线机	登记表	京环验 [2017]169 号	已验收
12	2017110 10700000267	西区新增 1 台牙科全景 机	登记表	已登证	/
13	2017110 10700000268	西区新增 1 台移动 G 臂 机	登记表	已登证	/
14	2017110 10700000265	西区移用 1 台牙片机， 型号 Prostyle Intra	登记表	已登证	/
15	2017110 10700000266	西区新增 1 台牙科 CT 机，型号待定	登记表	已登证	/
16	2017110 10500004446	本部骨科新增一台 C 型 臂，型号 BV Endura	登记表	已登证	/
17	京环审 [2017]156 号	本部新增一台 DSA	报告表	已登证	已办理自 行验收
18	京环审 [2020]131 号	东院区新建核医学科项 目	报告表	建设中	/

### 1.2.3 辐射安全管理现状

#### 1.2.3.1 辐射安全和防护管理机构

为了加强辐射安全和防护管理工作，促进射线装置与同位素合法的使用，

北京朝阳医院专门成立了辐射防护领导小组，由理事长张金保担任组长，童朝晖副院长担任副组长，院办、放射科、核医学科、放疗科、医务处、总务处、基建处、物资科等各部门的相关人员担任组员，并指定医务处邹郁松专职负责辐射安全管理工作，辐射防护领导小组成员名单见表 1-5。

表 1-5 北京朝阳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	张金保	理事长	管理	院办	兼职
副组长	童朝晖	副院长	管理	院办	兼职
组员	李晓北	副院长	管理	院办	兼职
	黄爱萍	副院长	管理	西区院办	兼职
	蒋涛	主任	放射科	放射科	兼职
	杨新春	主任	心内科	心脏中心	兼职
	王铁	主任	核医学	核医学科	兼职
	郝建宇	主任	消化内科	消化内科	兼职
	王左敏	主任	口腔科	口腔科	兼职
	张望德	主任	血管外科	血管外科	兼职
	海涌	主任	骨科	骨科	兼职
	张天	主任	放疗科	放疗科	兼职
	张小东	主任	泌尿外科	泌尿外科	兼职
	郑军	处长	管理	基建处	兼职
	吴满童	处长	管理	保卫处	兼职
	孙永权	主任	神经外科	神经介入科	兼职
	徐向天	主任	管理	物资科	兼职
	施云建	副处长	管理	总务处	兼职
赵奇煌	主任	神经外科	神经外科	兼职	



	邹郁松	干事	管理	医务处	专职
--	-----	----	----	-----	----

### 1.2.3.2 规章制度建设及落实

北京朝阳医院制定了多项辐射安全管理制度，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 辐射安全与防护考核

单位制定有辐射工作人员辐射安全与防护培训考核计划。目前，医院从事辐射相关工作人员（含西院区）约有 321 人，分别于 2017 年 11 月、2018 年 7 月和 9 月、2019 年 5 月和 12 月参加了辐射安全和防护培训，并通过了考核，都取得了培训证书。

### 1.2.3.4 个人剂量监测

北京朝阳医院现有辐射工作人员的个人剂量监测工作已委托浙江建安检测研究院有限公司承担，监测频度为每 3 个月检测一次。医院最近一次年度（2018 年 12 月~2019 年 12 月）个人剂量检测报告（见附件 2）表明，医院辐射工作人员该年度个人剂量最大为 0.88mSv，未超过医院年剂量管理目标值（5mSv），满足辐射安全管理要求。

### 1.2.3.5 工作场所及辐射环境监测

北京朝阳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。

**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。

**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、注射车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，待东院区 DSA 项目建设完成后，将纳入医院辐射监测计划，一并按照现有的频度开展。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	仪器状态	数量	使用科室
1	α、β 表面污染监测仪	PD-92	正常使用	1	本部核医学科 1 台
2	碘表面污染监测仪	ST-8900	正常使用	1	本部核医学科 1 台
3	污染检测仪	TBM-3S	正常使用	2	本部核医学科和手术室各 1 台
4	射线报警仪	SB-1	正常使用	1	本部放疗科 1 台
5	电离室巡测仪	FLUKE 451B	正常使用	3	本部放射科、心导管室、京西院区各 1 台
6	区域辐射剂量报警仪系统	NE600	正常使用	1	本部放疗科 1 台
7	智能化巡测仪	JB4000A	正常使用	1	本部放疗科 1 台
8	个人防护剂量仪	FJ-3200	正常使用	3	本部放疗科 3 台
9	电离室巡测仪	FLUKE 451P	正常使用	1	放疗科 1 台
10	固定报警仪	SB-1	正常使用	1	放疗科 1 台
11	个人剂量报警仪	FJ2000	正常使用	2	放疗科 2 台

### 1.2.3.6 辐射事故应急管理

北京朝阳医院依据《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《北京朝阳医院辐射事故（件）应急预案》，以保证本单位一旦发生辐射意外事件时，即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医院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，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行政部门报告。医院将每年至少组织一次应急演练。2019 年 11 月医院辐射安全领导小组组织核医学科、放疗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 放射性废物的管理情况**

北京朝阳医院按照《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》对放射性废物进行管理。放射性固体废物分类收集于专用的废物库内，按 A、B 类暂存时间分别超过 30 天、10 倍最长半衰期，对表面污染和辐射剂量率水平自行监测无异常后作为医疗废物处置。医院最近一次于 2019 年 9 月 6 日按照要求对废物库内暂存时间和检测结果满足要求的固体废物（为 Tc-99m、F-18 两种核素）进行了清洁解控，并进行了详细记录，放射性废物处置管理台账见附件 3。核医学现使用的显像核素都是 A 类，产生的放射性废水都按照《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》管理要求，经推流式衰变池暂存后解控排放。

#### **1.2.3.8 其他情况**

2019 年度，北京朝阳医院较圆满地完成了各项辐射安全防护工作，依据相关法律法规对单位放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，编写了年度评估报告。

### **1.3 项目建设规模、目的和任务的由来**

#### **1.3.1 本项目情况**

北京朝阳医院是北京市卫健委所属的大型综合性三级甲等医院，也是首都医科大学的附属医院，承担着医、教、研、防等重任。为疏解北京中心城区非首都功能，优化首都卫生资源配置和空间布局，北京朝阳医院在朝阳区常营实施了东院区建设工程。

北京朝阳医院本次拟在东院区医疗综合楼新增 7 间 DSA 手术室及操作间、

设备间等 DSA 功能用房，配置 7 台 DSA 设备开展相关介入检查和治疗。本项目射线装置情况见表 1-7。

表 1-7 本项目血管造影机情况表

序号	工作场所	位置	设备型号	生产厂家	管电压 (kV)	电流 (mA)
1	急诊导管室	医疗综合楼地下一层 北区急诊手术室	待定	待定	125	1000
2	杂交手术室	医疗综合楼三层北区 洁净手术部1#手术室				
3	DSA1	医疗综合楼三层南区 导管室				
4	DSA2					
5	DSA3					
6	DSA4					
7	DSA5					

### 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，受北京朝阳医院的委托，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

为落实习近平总书记对北京工作的重要讲话精神，贯彻京津冀协同发展战略，落实北京新总规，疏解非首都功能，经市委市政府批准建立北京朝阳医院东院区。东院区为本部院区在医疗、科研、教学、管理等方面功能的直接延伸，其功能既可解决东部地区百姓看病难的问题，并为通州副中心地区提供高质量医疗服务；又能承担疏解北京非首都功能的任务，缓解本部周边交通拥堵和生态环境容量不足等凸显问题。学科设置突出体现与本部互补的特征，立足综合、突出专科，使北京朝阳医院的优质医疗资源得到更合理的分布和配置，同时打造区域性急诊抢救中心，重点提高应对突发公共卫生事件的能力。

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。北京朝阳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：**医院本部现有 DSA 6 台，医院 2019 年共完成 DSA 手术接近 4000 例。实行医师长期轮转（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、护的约 100 多人。

东院区 7 台 DSA 启用后，本部院区 DSA 手术量将相应降低，朝阳医院拟调配现有的 56 名辐射工作人员到岗工作（短期内相对固定），其中包括 39 名介入医师、10 名技师和 7 名护士，均已通过辐射安全与防护知识考核，其岗位及培训情况详见表 12-1。

**检测仪器配备：**本项目拟配备 1 台便携式辐射监测仪，用于医院开展 DSA 机房的自行监测。

#### **1.3.5 项目选址与周围环境**

北京朝阳医院东院区位于朝阳区常营定福庄，院区东侧为辛庄路，南侧为常营南路，西侧为双桥东路，北侧为常营中街，见图1-1所示。新建DSA诊疗场所距离院区边界大于50m，距周围环境敏感点较远，评价范围内无学校、居民楼、养老院等敏感目标，无商场和超市等人员密集场所。

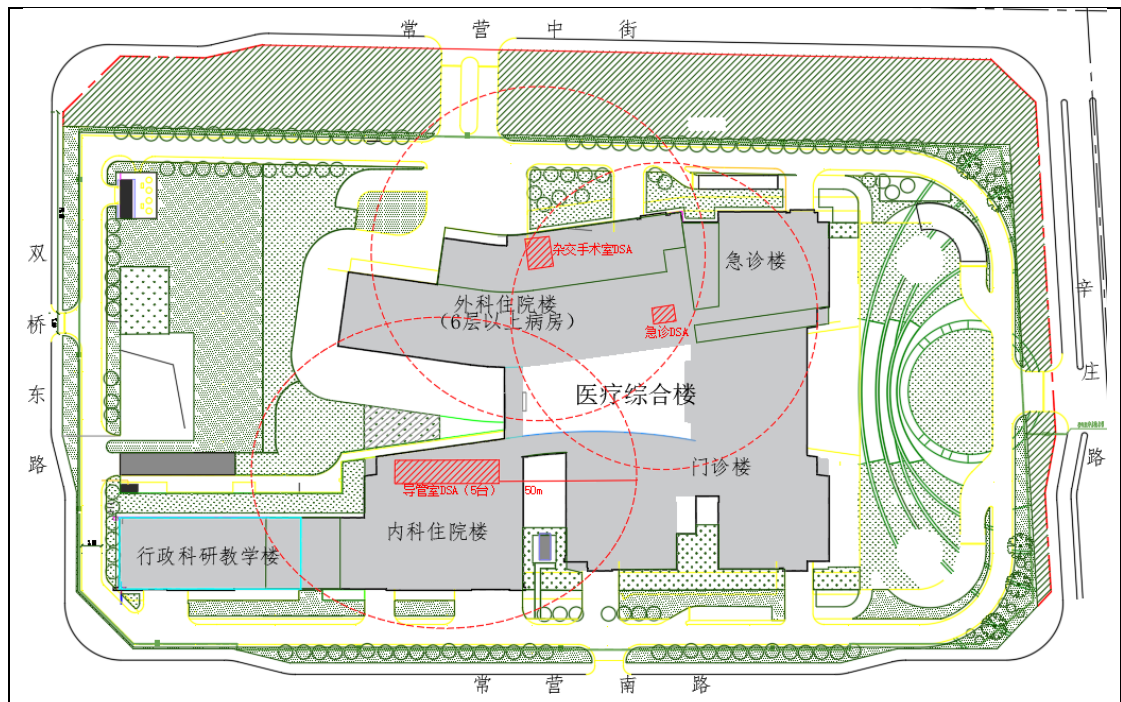


图1-1 本项目位置及周围环境

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	待定	125	1000	介入诊疗	医疗综合楼地下一层北区急诊导管室	
2	血管造影机	II类	1	待定	125	1000	介入诊疗	医疗综合楼三层北区洁净手术部杂交手术室	
3	血管造影机	II类	1	待定	125	1000	介入诊疗	医疗综合楼三层南区DSA1室	
4	血管造影机	II类	1	待定	125	1000	介入诊疗	医疗综合楼三层南区DSA2室	
5	血管造影机	II类	1	待定	125	1000	介入诊疗	医疗综合楼三层南区DSA3室	
6	血管造影机	II类	1	待定	125	1000	介入诊疗	医疗综合楼三层南区DSA4室	
7	血管造影机	II类	1	待定	125	1000	介入诊疗	医疗综合楼三层南区DSA5室	

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大靶电 流 (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
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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）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) 《北京市禁止违法建设若干规定》，北京市政府第 228 号令，2011 年；</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 7 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>
<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》（GBZ130-2020）</p>

	<p>(4) 《环境地表 <math>\gamma</math> 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>
其他	<p>(1) NCRP Report No.147: Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004.</p> <p>(2) 北京朝阳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, 2020 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 7 台 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射线装置安全使用要求。

#### 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 DSA 手术室外周围 50m 区域,见图 7-1 所示,50 米评价范围均属医院内部。

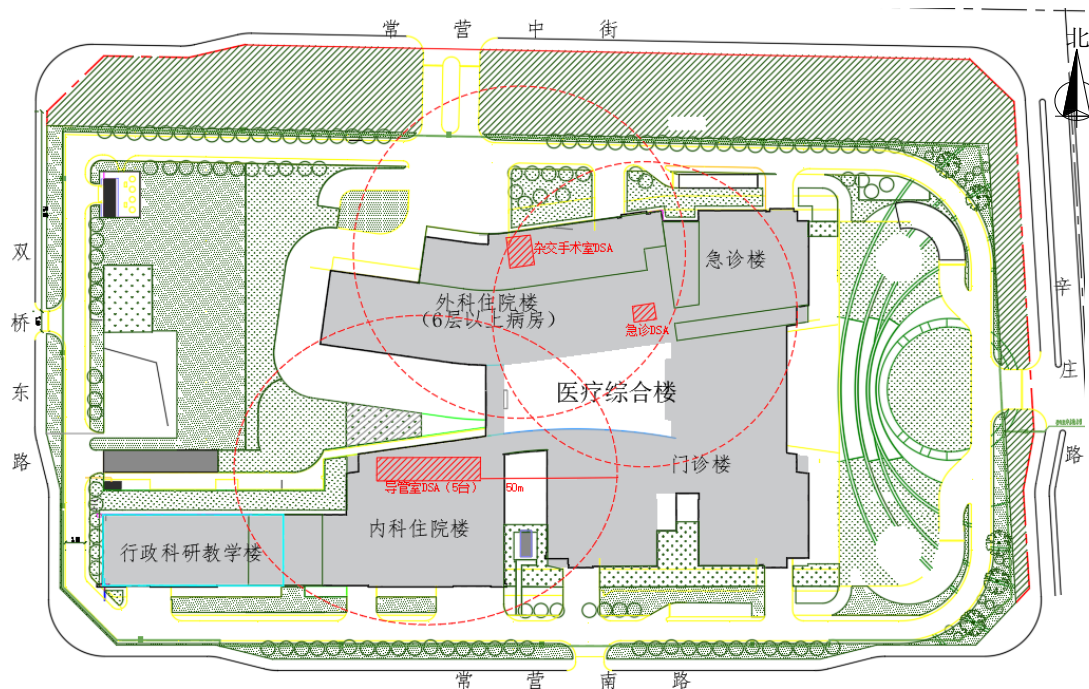


图 7-1 本项目评价范围示意图

### 7.2 环境保护目标

本项目涉及的 7 个 DSA 手术室均位于东院区医疗综合楼内,包括地下一

层北区的急诊导管室、三层北区洁净手术部的杂交手术室和三层南区导管室的 DSA1~DSA5 室。DSA 机房在所在楼层的位置及毗邻关系分别见图 7-2~图 7-6，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、DSA 机房周围其他公众成员，详见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内主要保护目标

项目	保护目标	距离 (m)	长居留人数	方位	评价范围内主要建筑或场所
急诊导管室	公众	0~10	10	东侧	刷手间、缓冲间、设备间、更衣间、换鞋间等
	公众	10~50	50	东侧	急诊诊区
	公众	0~50	50	南侧	医疗主街、下沉庭院
	公众	0~10	2	西侧	卫生间
	公众	10~50	30	西侧	急诊影像中心
	工作人员	紧邻	2	北侧	控制室、污洗间
	公众	5~50	20	北侧	扩大前室、污物走道、电梯、库房、维修间等
	公众	紧邻	2	楼下	地下二层车库
	公众	紧邻	4	楼上	卫生间、电梯等
杂交手术室	公众	紧邻	2	东侧	洁净走廊
	公众	3~50	50	东侧	中心手术部其它手术室
	工作人员	紧邻	2	南侧	控制室
	公众	2~50	20	南侧	敷料间、缓冲间、电梯间、登记换床间等手术准备房间
	公众	紧邻	2	西侧	设备间、备用间
	公众	10~50	5	西侧	血库实验室、资料间等
	公众	5~50	10	北侧	楼外绿地
	公众	紧邻	5	楼下	中心供应室净化机房、办公室
	公众	紧邻	1	楼上	净化机房设备夹层
导管室 DSA1~DSA5	公众	0~50	100	东侧	谈话间、医疗主街、门诊
	工作人员	紧邻	10	南侧	控制廊
	公众	5~50	30	南侧	导管中心示教室、医生办公室、新风机房等
	公众	15~50	5	西侧	楼外道路

	公众	紧邻	10	北侧	公共走廊、苏醒麻醉间、 护士站等
	公众	紧邻	20	楼下	抽血、体液试验区
	公众	紧邻	10	楼上	血液科病房、净化机房、 护士站等



图 7-2 医疗综合楼地下一层北区急诊平面布局图



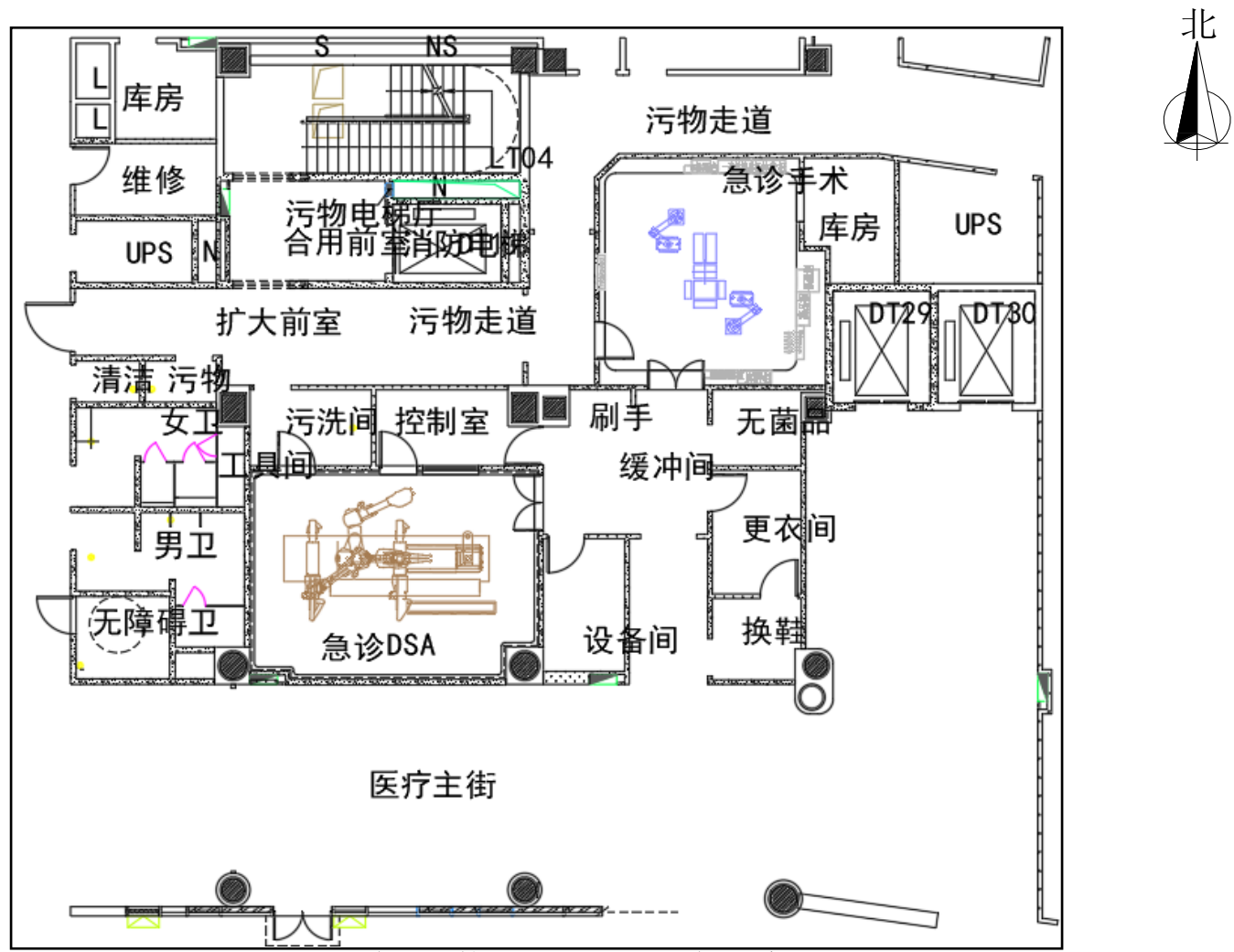


图 7-3 急诊导管室平面布局及毗邻关系图

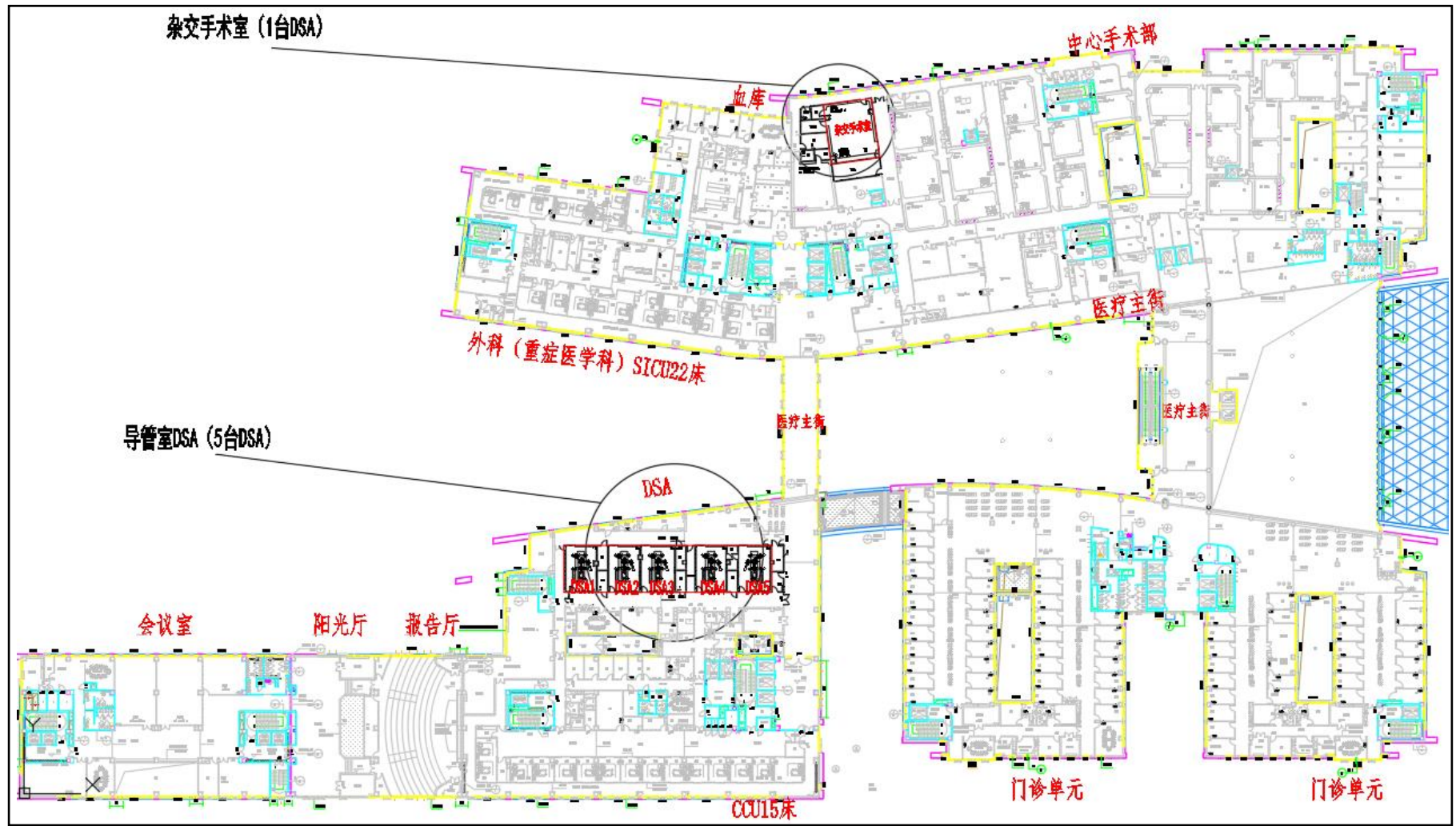


图 7-4 医疗综合楼三层平面布局图



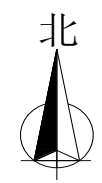
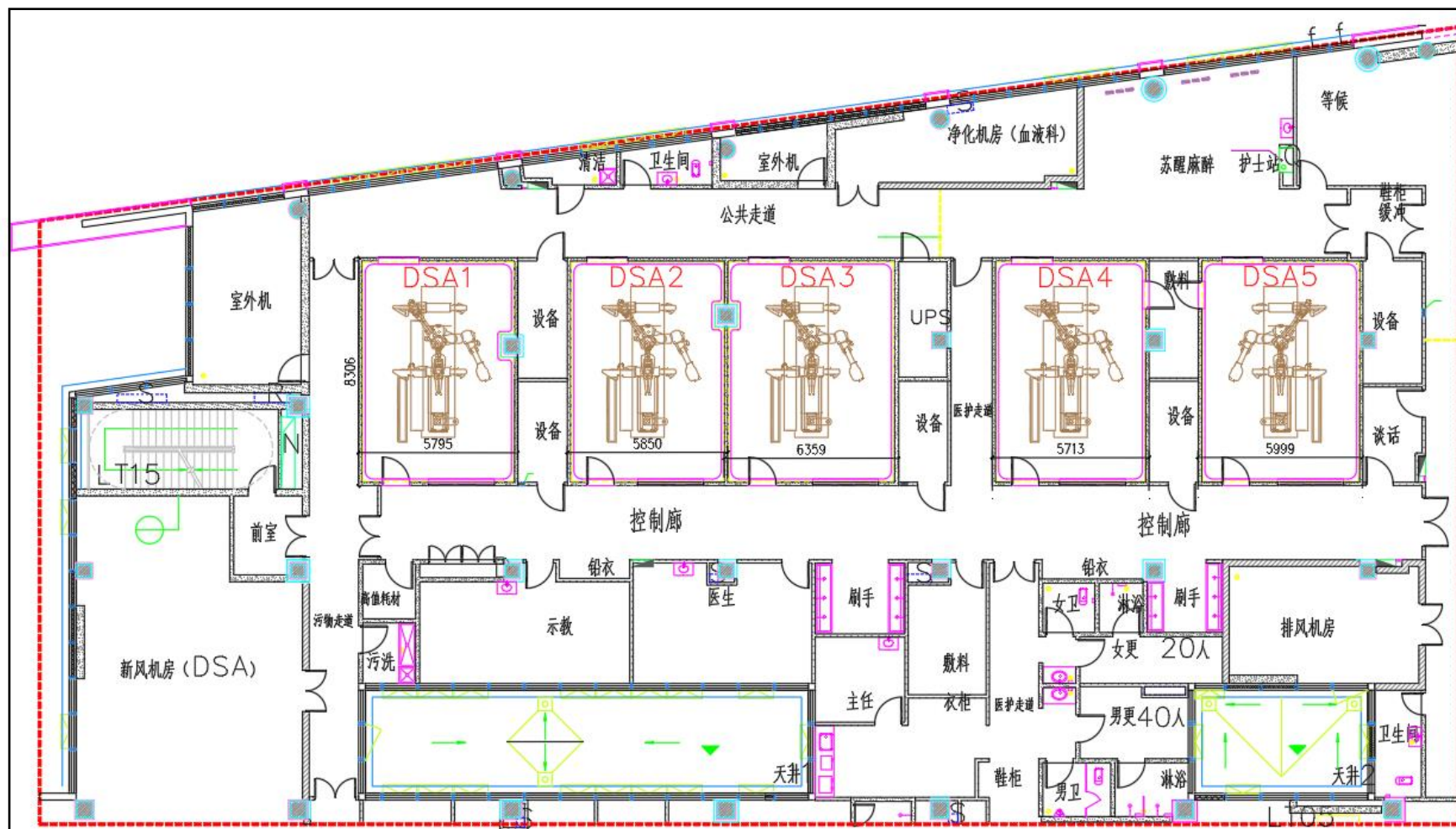


图 7-6 DSA1~DSA5 室平面布局图

## 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。本项目 DSA 辐射工作人员与已开展项目存在剂量累加情况，本次评价所取年剂量剂量约束值是单位统一剂量管理目标值。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 第 6.3，机房的辐射屏蔽防护应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；

b) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu$ Sv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。

本项目 DSA 手术室外 30cm 处周围剂量当量率控制水平为不大于 2.5 $\mu$ 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	2	2

### 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》(GBZ130-2020)第 6.2 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；除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 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 <sup>2</sup> )	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
双管头或多管头 X 射线	30	4.5

表 8 环境质量和辐射现状

**8.1.1 地理位置**

北京朝阳医院东院区位于北京市朝阳区定福庄，医院地理位置见附图 1 所示。东院区东邻辛庄路，南邻常营南路，西邻双桥东路，北邻常营中街。

**8.1.2 场所位置**

东院区平面布局见附图 2，本项目涉及的 7 个 DSA 手术室均位于东院区医疗综合楼内，包括地下一层北区的急诊导管室、三层北区洁净手术部的杂交手术室和三层南区导管室的 DSA1~DSA5 室。各场所位置见附图 3、附图 7，机房周围毗邻关系及人员居留情况见表 7-1。

**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、 $\gamma$  辐射剂量率水平监测。

(3) 监测点位

选取拟建东院区核医学科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- $\gamma$  射线剂量率监测仪器参数与监测规范

仪器名称	辐射检测仪
型号/编号	AT1121/44091
生产厂家	白俄罗斯 ATOMTEX
能量响应	15keV~10MeV 不超过对 $^{137}\text{Cs}$ ， $\gamma$ 辐射响应的 $\pm 30\%$
量程	X- $\gamma$ : 50nSv/h~10Sv/h
检定证书	中国计量科学研究院 (检定证书编号: DLj12019-00959) 有效期: 2019 年 11 月 26 日~2020 年 11 月 25 日

监测规范	《环境地表 $\gamma$ 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

2020年1月6日评价单位对项目地及周围环境辐射水平进行了检测,评价区辐射水平调查结果见表8-2。

表8-2 拟建核医学科场所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 (nSv/h)
核医学科	1	拟建医疗综合楼东侧	92
	2	拟建医疗综合楼西侧	118
	3	拟建医疗综合楼南侧	106
	4	拟建医疗综合楼北侧	110
北京市范围 <sup>[1]</sup>			42.3~151.6nGy/h

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

由表8-2中检测结果可知, 拟建核医学科场所及周围的 X- $\gamma$  辐射剂量率为 92~118nSv/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，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。

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。

DSA 适用于心脏大血管的检查。对心内解剖结构异常、主动脉夹层、主动脉瘤、主动脉缩窄和分支狭窄以及主动脉发育异常等显示清楚。对冠状动脉也是最好的显示方法。显示颈段和颅内动脉清楚，用于诊断颈段动脉狭窄或闭塞、颅内动脉瘤、动脉闭塞和血管发育异常，以及颅内肿瘤供血动脉的观察等。其典型设备如图 9-1 所示。



图 9-1 血管造影机 DSA 典型设备图

### 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。

① 医生根据患者预约安排手术；

② 病人由专职人员通过受检者防护门接入检查室，由护理人员进行摆位，并做局部消毒处理；

③ 医生根据手术性质在透视条件下进行手术，按照手术性质和医生手术水平不同，每台手术累计曝光时间多为几十分钟；

④ 手术完成后门诊病人通过受检者防护门自行离开，其余病人由专职人员负责送回病房。

工作量预计：本项目新增 DSA 预计平均每天完成 4 例手术，每台设备每年最多完成 1000 例手术。本项目投入运行后，每名介入诊疗医师年手术量不超过 500 例。

## 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。

介入手术需借助 X 射线影像检查系统引导操作，治疗过程中工作人员将暴

露于X射线机附近，人员受照剂量较高。

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

北京朝阳医院拟在东院区医疗综合楼建设导管室（DSA1 室~DSA5 室）、急诊导管室、杂交手术室开展门急诊介入诊疗，新增使用 7 台 DSA 并配套建设 7 间 DSA 机房。各机房屏蔽设计情况见表 10-1 所示。

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 <sup>2</sup> )	屏蔽墙体方向	屏蔽材料及厚度
1	急诊导管室	42	东、南、西、北墙	3mm 铅
			顶棚	20cm 混凝土
			底板	20cm 混凝土
			控制室门（北）	3mm 铅
			污洗间门（北）	3mm 铅
			受检者门（东）	3mm 铅
			观察窗（北）	15mm 厚铅玻璃（3mm 铅当量）
2	杂交手术室	76	东、南、西、北墙	3mm 铅
			顶棚	20cm 混凝土
			底板	20cm 混凝土
			控制室门（南）	3mm 铅
			污洗通道门（北）	3mm 铅
			受检者门（东）	3mm 铅
			敷料间门（西）	3mm 铅
			观察窗（南）	15mm 厚铅玻璃（3mm 铅当量）
3	DSA1 室~DSA5 室	41~45	东、南、西、北墙	3mm 铅
			顶棚	20cm 混凝土
			底板	20cm 混凝土
			控制室门（南）	3mm 铅
			受检者门（北）	3mm 铅
			观察窗（南）	15mm 厚铅玻璃（3mm 铅当量）

备注：20cm 混凝土约 3mm 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 DSA 机房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	√	3mm 铅当量铅玻璃观察窗
5	机房防护门窗	√	为铅防护门
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	√	拟配 1 台辐射检测仪
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 DSA 手术室辐射防护措施

(1) 机房采取实体屏蔽措施，7 间 DSA 手术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，可以保证机房周围（含观察窗、楼上和楼下）及防护门外 30cm 处辐射剂量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，且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) 各辐射工作场所施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，控制室或控制廊、设备间等为监督区。详见附图 6、附图 10 和附图 11。

(3) 拟在每个防护门醒目位置设置电离辐射警告标志，并在受检者门及与机房连通的污物间门、敷料间门、污物通道门上方安装工作状态指示灯，指示灯

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联动，指示灯电源拟与设备低压供电线路连接，当控制室门关闭时，指示灯亮起。受检者门为电动推拉门的设有脚触感应式开门、并有延时自动关闭功能，防夹装置为红外感应；受检者门为平开门的设有闭门装置。各 DSA 机房辐射安全设施布置位置见附图 6 所示。

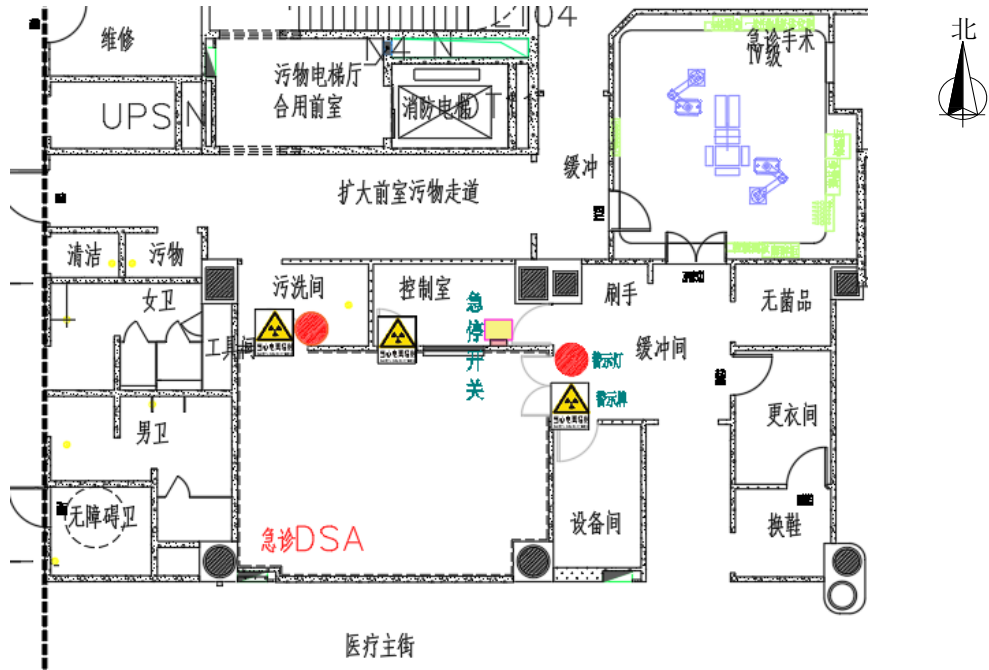


图 10-1 急诊导管室安全设施布置示意图

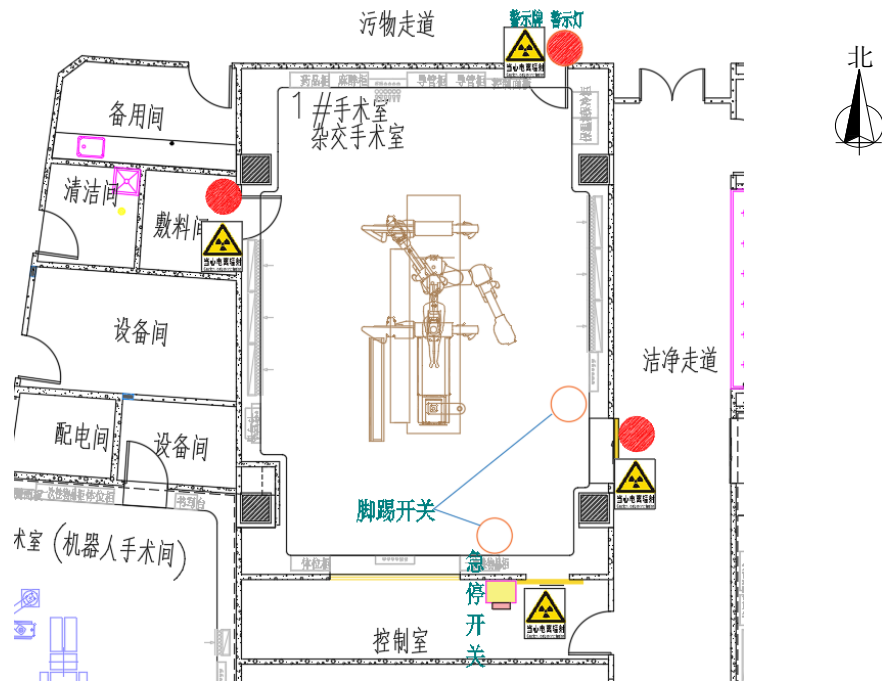


图 10-2 杂交手术室安全设施布置示意图

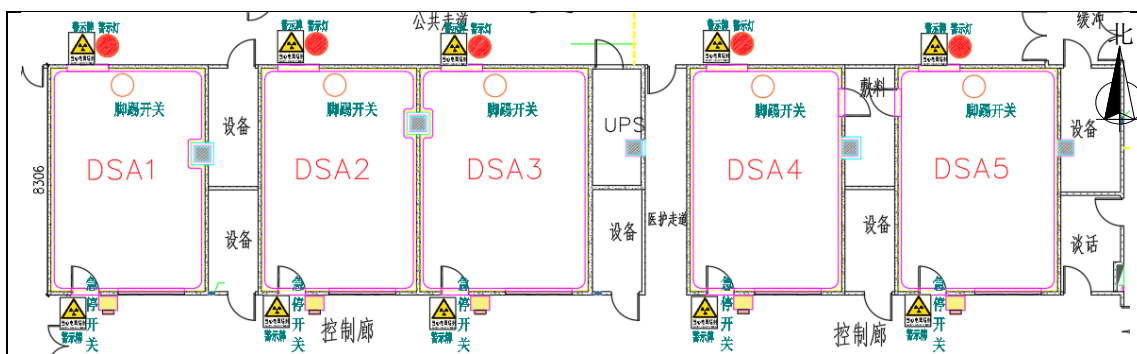


图 10-3 DSA1~DSA5 室安全设施布置示意图

(4) 辐射工作人员均佩带个人剂量计。

(5) 每间 DSA 手术室设有观察窗和语音提示系统。

(6) 每间 DSA 手术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 DSA 手术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；每个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 GBZ130-2020 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) DSA 手术室采用中央空调对 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) 本项目拟配置 1 台便携式辐射检测仪。介入诊疗时，使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪帮助医护人员选择治疗站位、铅屏风的摆放位置等，提高辐射防护水平。

(12) 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。

表 10-3 DSA 手术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
急诊导管	东、南、西、北墙	3mm 铅	3mm	2mm	是

室/杂交手术室 /DSA1室 ~DSA5室 (共7间)	顶棚	20cm 混凝土	3mm	2mm	是
	底板	20cm 混凝土	3mm	2mm	是
	各机房防护门	3mm 铅	3mm	2mm	是
	各机房观察窗	15mm 厚铅玻璃 (3mm 铅当量)	3mm	2mm	是
机房最小单边长度(急诊导管室南北向)为 5.5m, 最小的机房(DSA4 室)有效使用面积为 41 m <sup>2</sup> (7.8m×5.2m), 满足 GBZ130-2020 中关于机房最小使用面积和单边长度的要求。					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	—
DSA手术室机房配备情况	每个机房配置防护铅衣、大领铅围脖、围裙和铅帽子各5件、铅眼镜5副	每个机房配置铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏各1个, 铅防护屏风1个	每个机房配置铅围裙、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, 现对北京朝阳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	本项目 7 台 DSA 启用后, 调配现有的 56 名辐射工作人	符合



	规的培训和考核。	员到岗，均已通过辐射安全与防护培训。	
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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	辐射工作人员已配备个人剂量计，拟配备1台便携式辐射检测仪开展自行监测。	符合
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。	制定有北京朝阳医院辐射事故（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	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

	测。		
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。	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7台DSA启用后，调配现有的56名辐射工作人员到岗，均已通过辐射安全与防护培训。	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。	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）。	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。	委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测。	符合

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建设和防护装修过程中产生的噪声、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

#### 11.2.1 机房所在位置及平面布局合理性分析

7 间 DSA 机房均位于东院区医疗综合楼内，50m 评价范围内均为医院内部，距周围环境敏感点较远，评价范围内无学校、居民楼、养老院等敏感目标，无商场和超市等人员密集场所。

各机房位置及毗邻关系见表 7，在满足医院门诊、急诊等功能分区的情况下，充分考虑了邻室和周围场所的人员安全与防护，由各 DSA 手术室平面布局（附图 6、附图 10 和附图 11）可见，与 DSA 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、医护人员通道相互独立无交叉，路线合理，既满足感染控制要求，同时又有利于辐射防护。各机房墙体、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。

各辐射工作场所施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，控制室或控制廊、设备间等为监督区。

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。

#### 11.2.2 设备参数和使用规划

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》

(GBZ130-2020) 未给出介入专用 X 射线机房  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  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。

### (1) 设备技术参数

本项目 7 台 DSA 设备型号待定，额定参数最大为 125kV/1000mA。

### (2) 使用规划

介入手术可分为心脏血管介入、神经血管介入和外周血管介入，根据经验数据，DSA 手术类型、工作量、曝光时间见表 11-1 所示。

表 11-1 DSA 手术类型、每台手术曝光时间预计

手术类型	透视时间	摄影时间
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

根据医院提供的资料，每台设备手术量预计不超过1000例/年，实行医生轮转，每名医生全年最多手术量不超过500例。根据美国 NCRP147 报告，心脏血管造影比外周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，因此本项目在估算机房外剂量率时保守考虑心脏血管造影模式，年附加剂量估算时则根据表 11-1 中单台手术透视和摄影工作状态的累积出束的最长时间，分别取12min和2min，1000例手术透视和摄影工作状态的累积出束时间分别为200h和33.3h，总计233.3h。

## 11.2.3 辐射环境影响评价

### 11.2.3.1 机房外剂量率估算

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裕量，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，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。

为降低患者和医护人员 X 射线辐射剂量，目前 DSA 血管造影机均采用数字脉冲透视技术（digital pulse fluoroscopy;DPF）。脉冲透视是脉宽（一次脉冲的持续时间）短的 X 射线脉冲，在一定时间间隔内发出，TV 摄影机以进行方式读出视频信号。DSA 设备透视和摄影均为数字脉冲模式，脉冲一般包括 3.75 帧/秒、7.5 帧/秒、15 帧/秒等，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，此曝光条件下按患者摄影 2 分钟、透视 12 分钟（保守取透视平均电流为 10mA）可估算出工作负荷为  $500\text{mA} \times 15 \text{ 帧/s} \times 0.01\text{s/帧} \times 2\text{min} + 10\text{mA} \times 12\text{min} = 270 \text{ mA} \cdot \text{min}$ ，已远大于 NCRP147 报告中心血管造影给出的最大  $160 \text{ mA} \cdot \text{min/患者}$  的工作负荷，因此本项目的估算条件是保守的。根据 NCRP147 报告 100kV 设备有用线束距焦点 1m 处输出量约为  $4.692\text{mGy/mA} \cdot \text{min}$ ，则设备在上述摄影工况时有用束的剂量率为  $4.692\text{mGy/mA} \cdot \text{min} \times 500\text{mA} \times 60\text{min/h} \times 15 \text{ 帧/s} \times 0.01\text{s/帧} = 21.1\text{Gy/h}$ （不考虑 DSA 附加的 Cu 和 Al 过滤材料的自吸收）。依据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1，保守取 100kV X 线  $90^\circ$  方向  $400\text{cm}^2$  的散射因子  $1.3 \times 10^{-3}$ ，则摄影工况下，1m 处侧向散射辐射剂量率为  $27.4\text{mGy/h}$ 。泄漏辐射保守取有用束输出量的 0.1%，为  $21.1\text{mGy/h}$ ，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  $48.5\text{mGy/h}$ 。参照 NCRP147 报告中心血管造影情况下，距 X 射线源 1m 处所指定工作负荷（ $160 \text{ mA} \cdot \text{min/患者}$ ）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  $2.7\text{mGy/患者}$ （即做 1 名心血管造影手术，在侧向的空气比释动能总和为  $2.7\text{mGy}$ ）、泄漏+前/背向散射总和为  $3.8\text{mGy/患者}$ ，后者为前者的 1.41 倍，可推导出机房内辐射源 1m 处的泄漏辐射和前/背向散射总的剂量率为  $48.5\text{mGy/h} \times 1.41 = 68.3\text{mGy/h}$ 。

机房外关注点的剂量率可按下式计算：

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

$$K^{-1} = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma x} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad (11-2)$$

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

$R$ 为散射面中心点到关注点的距离，m；

$K$ 为屏蔽体衰减因子；

$x$ 为某种屏蔽材料的厚度；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 为与不同屏蔽材料有关的三个拟合参数，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 DSA 机房周围的剂量率估算点位见图 11-1、图 11-2 和图 11-3，估算结果见表 11-2。导管室 DSA1 室~DSA5 室布局相同，仅东西向宽度略有不同，其中 DSA4 室面积最小，辐射源距东西墙外关注点距离最近，因此以 DSA4 室为例进行 DSA1 室~DSA5 室机房外的剂量率水平估算和分析。

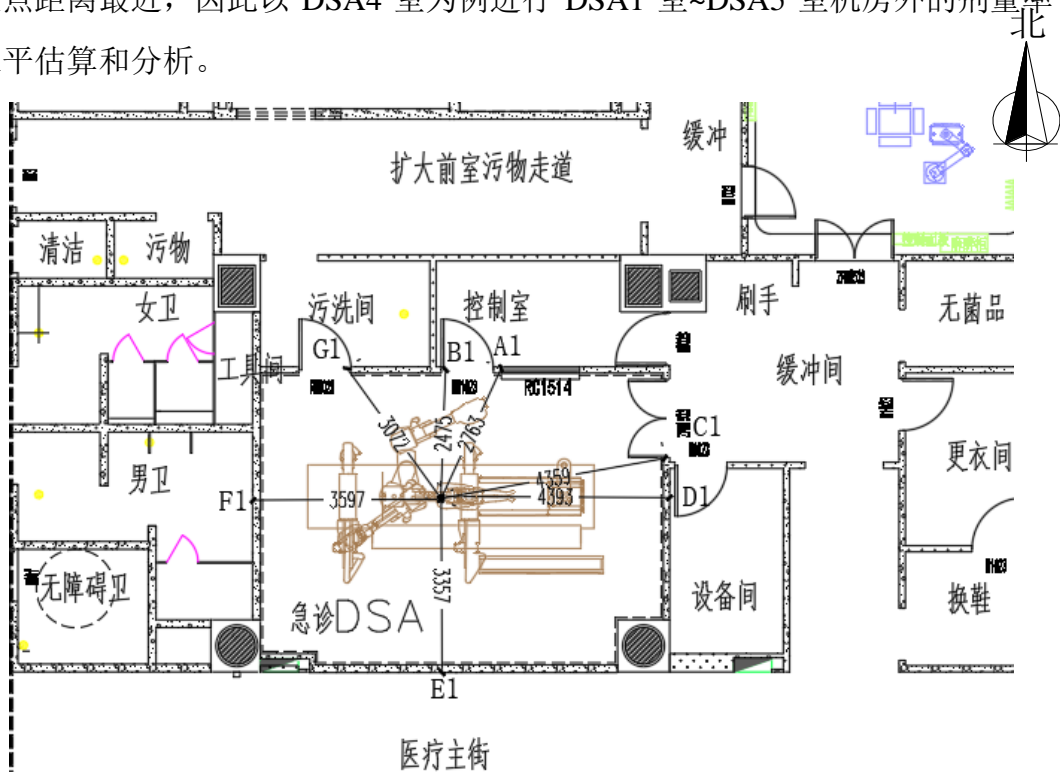


图11-1 急诊导管室周围剂量率估算点位图

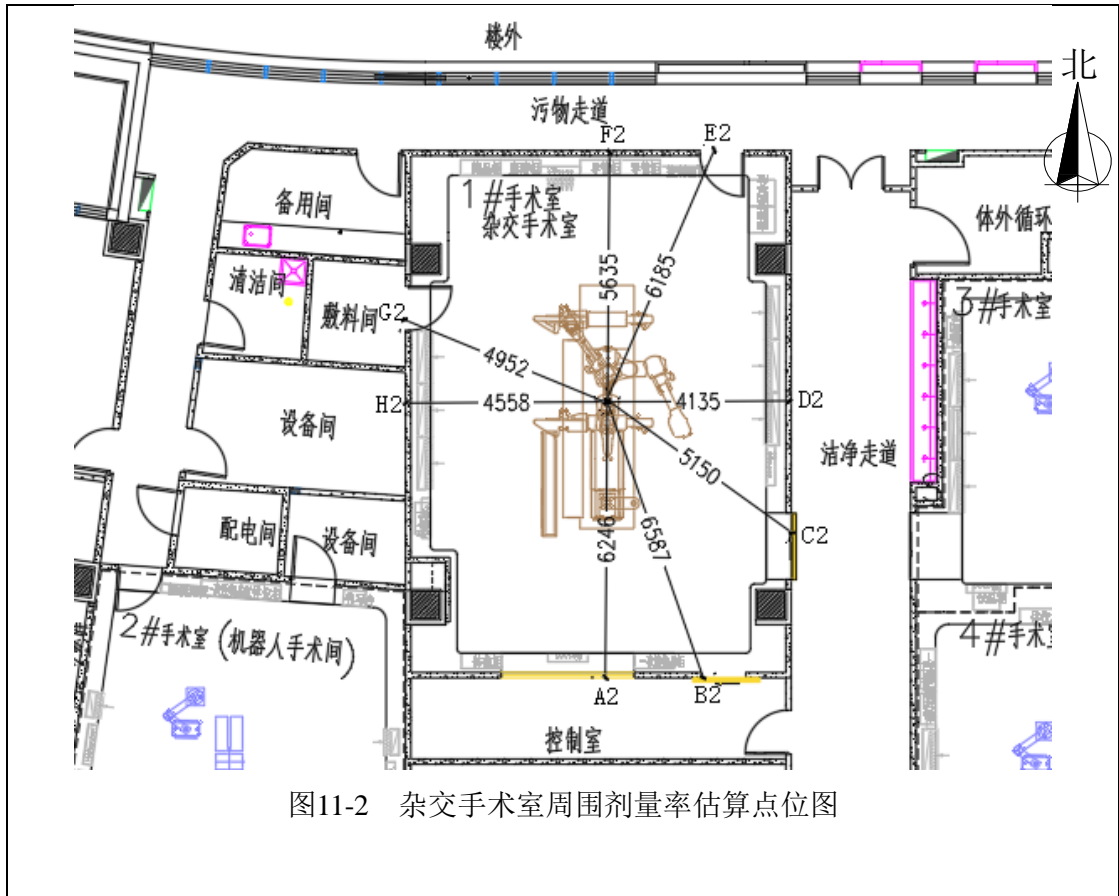


图11-2 杂交手术室周围剂量率估算点位图

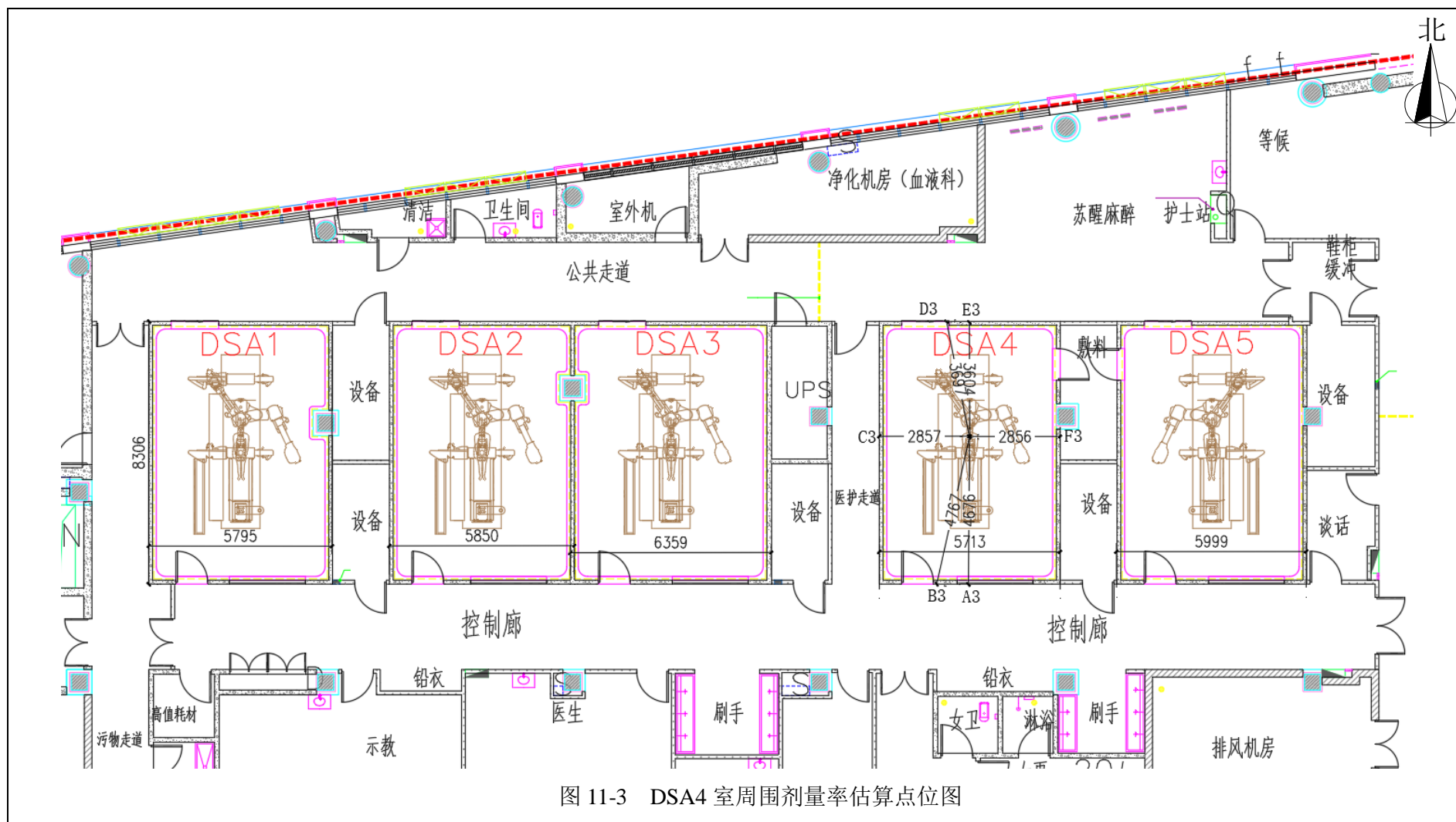


图 11-3 DSA4 室周围剂量率估算点位图



表 11-2 DSA 手术室周围摄影工况下附加剂量率

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 $\mu\text{Gy/h}$	备注
观察窗 A1	3mm 铅	6.00E-5	泄漏+侧向散射	3.1	3.03E-01	控制室
控制室门 外 B1				2.8	3.71E-01	控制室
受检者门 外 C1				4.7	1.32E-01	缓冲间
东墙外 D1				4.0	1.82E-01	设备间
南墙外 E1				3.7	2.13E-01	医疗主街
西墙外 F1				3.9	1.91E-01	卫生间
污洗间门 外 G1				3.4	2.52E-01	污洗间
观察窗 A2	3mm 铅	6.00E-5	泄漏+侧向散射	6.5	6.89E-02	控制室
控制室门 外 B2				6.9	6.11E-02	控制室
受检者门 外 C2				5.5	9.62E-02	洁净走道
东墙外 D2				4.4	1.50E-01	洁净走道
污物通道 门外 E2				6.5	6.89E-02	污物走道
北墙外 F2				5.9	8.36E-02	污物走道
敷料间门 外 G2				5.3	1.04E-01	敷料间
西墙外 H2	4.9	1.21E-01	设备间			
观察窗 A3	3mm 铅	6.00E-5	泄漏+侧向散射	6.0	8.08E-02	控制廊
控制室门 外 B3				5.1	1.12E-01	控制廊
西墙外 C3				3.2	2.84E-01	医护走道
机房门外 D3				4.0	1.82E-01	公共走道
北墙外 E3				3.9	1.91E-01	公共走道
东墙外 F3				3.2	2.84E-01	敷料间

楼上	20cm 混凝土	5.7E-5	泄漏+前 /背向散射	4.0	1.56E-01	电梯间、卫生间、设备 夹层、血液科病房等
楼下	20cm 混凝土			4.0	1.56E-01	车库、净化机房、办公 室、抽血体液试验区等

备注：泄漏和侧向散射 1m 处剂量率取  $4.85E+04\mu\text{Gy/h}$ ，泄漏和前/背向散射 1m 处剂量率取  $6.83E+04\mu\text{Gy/h}$ ； $K^{-1}$  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，手术室外周围附加剂量率最大值为 $0.30\mu\text{Gy/h}$ （急诊导管室观察窗外），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DSA手术室周围50m评价范围内的医生办公室、会议室、护士站等公众长居留场所的剂量率远小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。上述剂量率的计算是基于保守假设进行的，实际工作中X射线机运行参数要远小于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。

### 11.2.3.2 年附加剂量估算

#### （1）工作人员年附加有效剂量

每台手术通常由2名医师、1名技师、1名护士完成，本项目拟配备39名医师、10名技师和7名护士，实行医生轮转，技师和护士相对固定。DSA摄影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均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。本项目DSA手术量预计不超过1000台/年，每名医师在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；护士和技师协助开展本项目的介入诊疗，1000台手术透视和摄影工况下的累积受照时间分别为200h和33.3h。

DSA设备在铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，在透视防护区测试平面上的空气比释动能率通常不大于 $400\mu\text{Gy/h}$ 。保守假设：1）医生在透视工况下，手术位置的附加剂量率水平为 $400\mu\text{Gy/h}$ ，且医生全居留；2）按15帧/s、10ms/帧的摄影工况考虑，医生所在位置的附加剂量率水平增加7.5倍，保守取10倍（达 $4\text{mGy/h}$ ）。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。本项目医护人员在除了心脏造影外, 摄影工况(图像采集)时基本不在机房停留, 考虑到心脏造影全居留的情况, 本评价保守居留因子取1。

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, 即医生在透视和摄影工况下的最大受照剂量率水平为10μGy/h和100μGy/h。

附加年有效剂量计算公式:  $E=D \times t \times T \times K$

式中: E--年有效剂量, μSv;

D-计算点附加剂量率, μGy/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。

职业人员附加年有效剂量估算结果见表 11-3。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 DSA 手术室工作人员的年附加有效剂量

估算对象		剂量率 (μGy/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	100	16.7	1	2670
		透视	10	100	1	
机房外	控制室 (技师、 护士)	系列采集	3.03E-01	33	1	16
		透视	3.03E-02	200	1	

本项目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, 医院最近一次的年度个人剂量检测结果显示工作人员个人剂量最大为 0.88mSv, 技师和护士在射线出束时都是位于机房外隔室防护, 由本项目造成的年附加剂量不超过 16μSv, 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。

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 2.67mSv。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 400μGy/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可以低于 2mSv/a。

(2) 公众年附加有效剂量

公众年附加有效剂量估算结果见表 11-4，结果表明公众年附加剂量不超过 10.1 $\mu\text{Sv/a}$ ，低于设定的 100 $\mu\text{Sv}$  的剂量约束值。

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 ( $\mu\text{Sv}$ )
		摄影	透视			
公众	急诊 DSA 南侧医疗主街 E1	摄影	2.13E-01	33	1/8	1.4
		透视	2.13E-02	200	1/8	
	杂交手术室 东侧洁净走道 D2	摄影	1.50E-01	33	1/8	1.0
		透视	1.50E-02	200	1/8	
	导管室北侧 公共走道 (护士站) E3	摄影	1.91E-01	33	1	10.1
		透视	1.91E-02	200	1	
	DSA1~DS A5 室楼上 护士站、病房/楼下 抽血大厅等	摄影	1.56E-01	33	1	8.3
		透视	1.56E-02	200	1	

类比分析可知，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 DSA 手术室周围 50m 评价范围内的医生办公室、会议室、护士站等长居留场所公众的年附加剂量将远低于设定的剂量约束目标值 100 $\mu\text{Sv/a}$ 。

因此，综上所述，DSA 手术室周围 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 2.5μSv/h。
电离辐射标志和中文警示	在辐射工作场所机房门外设有电离辐射警告标志和中文警示说明。
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、35套铅衣和7个铅屏风等。
监测仪器	配备检测仪器：已配备1台便携式辐射检测仪。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、工作人员辐射安全与防护知识考核计划等。辐射安全管理制度和操作规程得到宣贯和落实。
人员考核	辐射工作人员通过辐射安全与防护知识考核。
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领导小组作为专门管理机构，由医院理事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 1-5 所示。

辐射安全管理小组的职责：

1. 在医院辐射安全防护组长、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电离辐射警示标志、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

东院区 7 台 DSA 启用后，本部院区 DSA 手术量将相应降低，朝阳医院拟调配现有的 56 名辐射工作人员到岗工作（短期内相对固定），其中包括 39 名介入医师、10 名技师和 7 名护士，均已通过辐射安全与防护知识考核，其岗位及培训情况详见表 12-1。

表 12-1 本项目相关辐射工作人员基本情况一览表

序号	姓名	性别	科室	学历	岗位	辐射安全与防护培训时间	培训证号
1	孙永全	男	神经介入科	硕士	医师	2019/5/12	A1916120
2	李彤	男	神经介入科	本科	医师	2019/5/12	A1916122
3	刘赫	男	神经介入科	博士	医师	2019/5/12	A1916123
4	李荧	男	神经介入科	硕士	医师	2019/5/12	A1916124
5	钟红亮	男	神经介入科	博士	医师	2018/7/8	B1814021
6	贾建文	男	神经介入科	博士	医师	2018/7/8	B1814020
7	杨洪超	男	神经介入科	博士	医师	2019/5/12	A1916125
8	杨新春	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916141
9	王乐丰	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916142
10	徐立	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916143
11	刘小青	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916144
12	李惟铭	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916145
13	田颖	女	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916146
14	郭宗生	男	心导管室	硕士	医师	2019/5/12	A1916147
15	王红石	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916148
16	刘宇	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916150
17	迟永辉	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916151
18	夏昆	男	心导管室	硕士	医师	2019/5/12	A1916152
19	倪祝华	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916153
20	张大鹏	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916154
21	孙昊	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916155
22	刘兴鹏	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916156
23	石亮	男	心导管室	博士	医师	2019/5/12	A1916157
24	何冀芳	男	心导管室	硕士	医师	2019/5/12	A1916159



25	张智勇	男	心导管室	博士	医师	2018/7/8	B1814026
26	张望德	男	血管外科	硕士	医师	2019/5/12	A1916164
27	张杨	女	血管外科	硕士	医师	2019/5/12	A1916165
28	廖传军	男	血管外科	博士	医师	2019/5/12	A1916166
29	宋盛晗	男	血管外科	博士	医师	2019/5/12	A1916167
30	原标	男	血管外科	博士	医师	2019/5/12	A1916168
31	李谈	男	血管外科	硕士	医师	2019/5/12	A1916169
32	王克勤	男	血管外科	博士	医师	2018/7/8	B1814028
33	李春民	男	血管外科	博士	医师	2019/5/12	A1916171
34	任华亮	男	血管外科	博士	医师	2019/5/12	A1916172
35	王盛兴	男	血管外科	博士	医师	2019/9/26	A1934102
36	郝建宇	男	消化内科	博士	医师	2019/5/12	A1916129
37	吴东方	男	消化内科	硕士	医师	2019/5/12	A1916131
38	伍燕兵	男	呼吸科	博士	医师	2019/5/12	A1916108
39	徐莉莉	女	呼吸科	硕士	医师	2018/7/8	B1814016
40	金鑫	男	放射科	大专	技师	2019/5/12	A1916042
41	杜鉴铭	男	放射科	大专	技师	2019/5/12	A1916043
42	朱晨	男	放射科	本科	技师	2019/5/12	A1916044
43	唐宏斌	男	放射科	大专	技师	2019/5/12	A1916045
44	段方平	男	放射科	中专	技师	2019/5/12	A1916038
45	王钺	女	放射科	大专	技师	2019/5/12	A1916039
46	张松	男	放射科	大专	技师	2019/5/12	A1916040
47	连勇	男	心导管室	本科	技师	2019/5/12	A1916138
48	薛永利	男	心导管室	本科	技师	2019/5/12	A1916139
49	薛靖	女	心导管室	本科	技师	2019/5/12	A1916140
50	谢湘桂	女	神经介入科	大专	护师	2019/5/12	A1916121

51	王永桂	女	心导管室	大专	护师	2019/5/12	A1916149
52	徐超	男	心导管室	本科	护师	2019/5/12	A1916158
53	李新	女	心导管室	本科	护师	2018/7/8	B1814025
54	李桂香	女	血管外科	大专	护师	2019/5/12	A1916170
55	高凌云	女	消化内科	本科	护师	2019/5/12	A1916130
56	李红杰	女	呼吸科	大专	护师	2019/5/12	A1916109

## 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

北京朝阳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浙江建安检测研究院有限公司承担，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

北京朝阳医院拟配备 1 台便携式辐射检测仪用于东院区 DSA 手术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

北京朝阳医院已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：

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 12-2，检测点位示意图见图 12-1、12-2 和 12-3。

表 12-2 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
急诊导管室	1	观察窗	1 次/年
	2	控制室防护门外	1 次/年
	3	机房防护门外	1 次/年
	4~8	四周墙外	1 次/年
	9	污洗间防护门外	1 次/年
	10	楼上	1 次/年
	11	楼下	1 次/年
杂交手术室	12	观察窗	1 次/年
	13	控制室防护门外	1 次/年
	14	东侧防护门外	1 次/年
	15	北侧防护门外	1 次/年
	16	敷料间防护门外	1 次/年
	17~22	四周墙外	1 次/年
	23	楼上	1 次/年
	24	楼下	1 次/年
DSA1 室	25	观察窗	1 次/年
	26	控制室门外	1 次/年
	27	机房防护门外	1 次/年
	28~32	四周墙外	1 次/年
	33	楼上	1 次/年
	34	楼下	1 次/年
DSA2 室	35	观察窗	1 次/年
	36	控制室门外	1 次/年
	37	机房防护门外	1 次/年
	38~42	四周墙外	1 次/年

	43	楼上	1次/年
	44	楼下	1次/年
DSA3室	45	观察窗	1次/年
	46	控制室门外	1次/年
	47	机房防护门外	1次/年
	48~52	四周墙外	1次/年
	53	楼上	1次/年
	54	楼下	1次/年
DSA4室	55	观察窗	1次/年
	56	控制室门外	1次/年
	57	机房防护门外	1次/年
	58	敷料间防护门外	1次/年
	59~63	四周墙外	1次/年
	64	楼上	1次/年
	65	楼下	1次/年
DSA5室	66	观察窗	1次/年
	67	控制室门外	1次/年
	68	机房防护门外	1次/年
	69	敷料间防护门外	1次/年
	70~75	四周墙外	1次/年
	76	楼上	1次/年
	77	楼下	1次/年

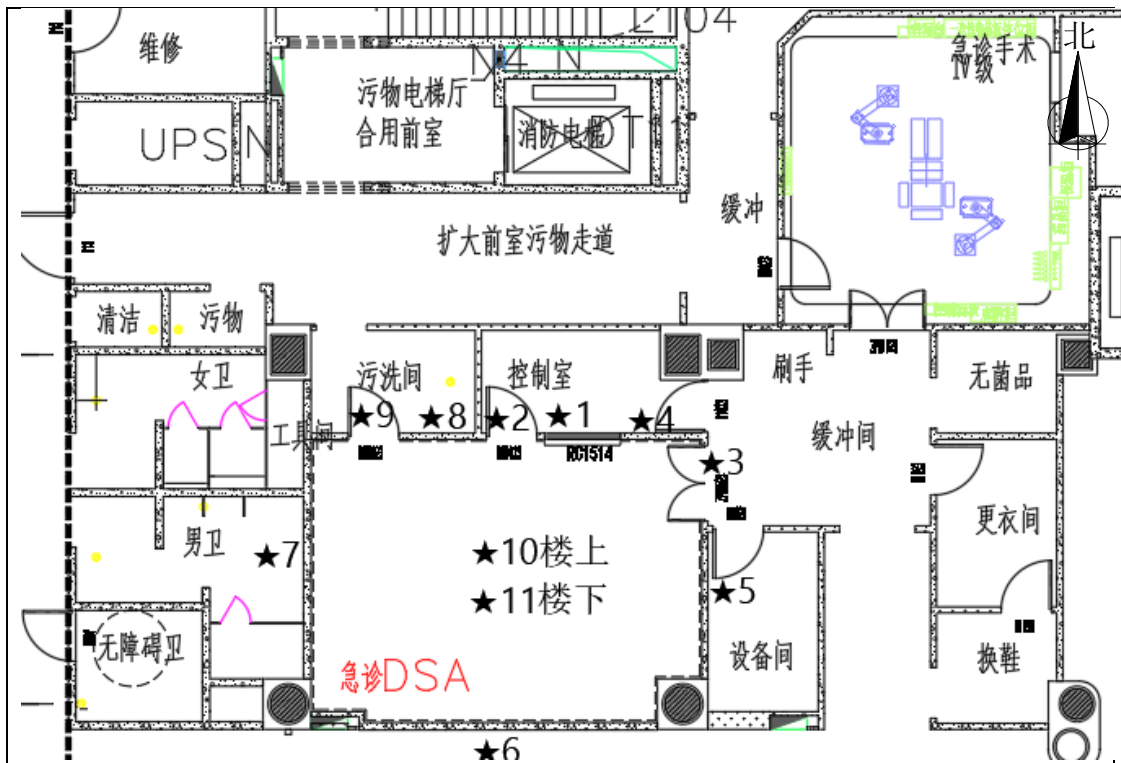


图 12-1 急诊 DSA 自行检测点位图（标注★为检测位置）

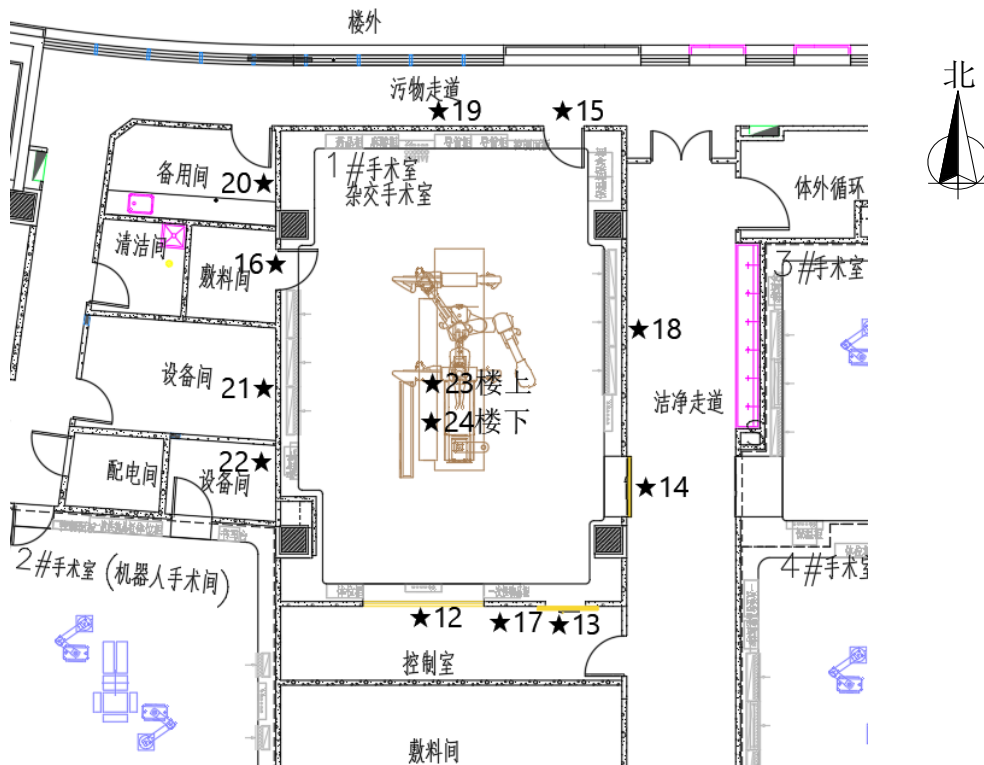


图 12-2 杂交手术室自行检测点位图（标注★为检测位置）

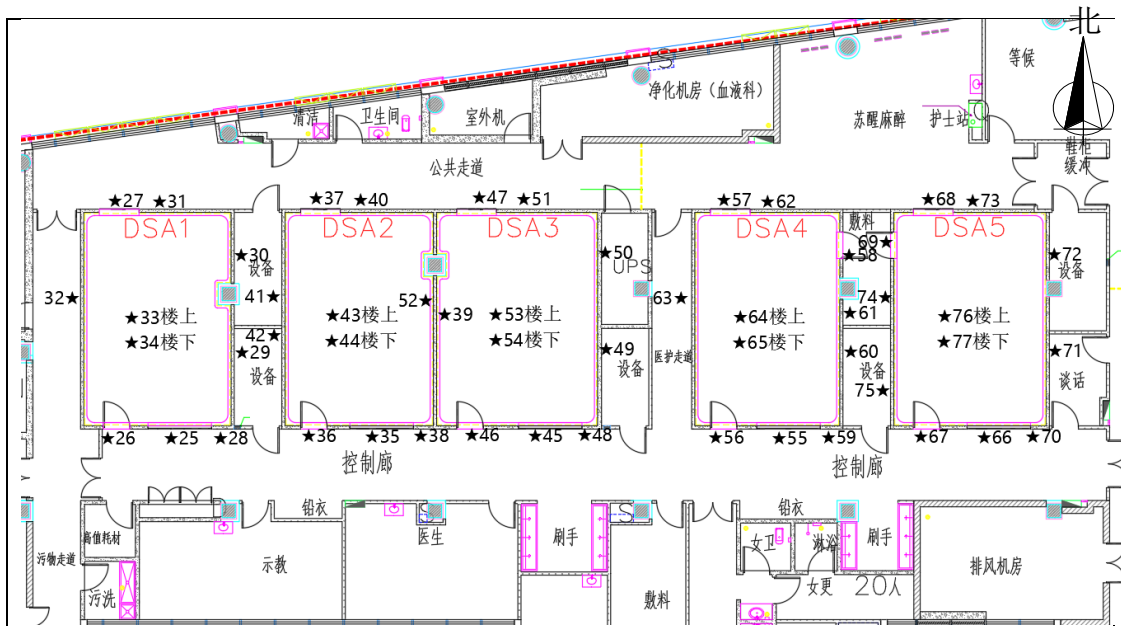


图 12-3 导管室自行检测点位图（标注★为检测位置）

#### 12.4 辐射事故应急管理

北京朝阳医院将针对 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

北京朝阳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[E0149])。为疏解北京非首都功能,解决北京东部地区百姓看病难的问题,北京朝阳医院经市委市政府批准建立东院区,医院本次拟在东院区新增使用 7 台血管造影机(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 7 间 DSA 机房均位于东院区医疗综合楼内,50m 评价范围内均为医院内部,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 7 间 DSA 手术室的辐射屏蔽措施分析可知,DSA 手术室外剂量率均不超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ,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 DSA 手术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( $5\text{mSv/a}$ 、 $0.1\text{mSv/a}$ ),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，北京朝阳医院通州院区新增使用 DSA 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，北京朝阳医院承诺：

(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	