

核技术利用建设项目

# 新增使用 2 台 DSA 项目 环境影响报告表

中日友好医院

2021 年 4 月

环境保护部监制

核技术利用项目

# 新增使用 2 台 DSA 项目 环境影响报告表

建设单位名称：中日友好医院

建设单位法人代表：

通讯地址：北京市朝阳区樱花园东街

邮政编码：100029

联系人：郭巧玲

电子邮箱：1405595328@qq.com

联系电话：84205207

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		新增使用 2 台 DSA			
建设单位		中日友好医院			
法人代表	周军	联系人	邬巧玲	联系电话	84205207
注册地址		北京市朝阳区樱花园东街			
项目建设地点		北京市朝阳区樱花园东街门急诊楼一层			
立项审批部门		无		批准文号	无
建设项目总投资（万元）	2000	项目环保投资（万元）	200	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 <sup>2</sup> ）	130
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				
	<b>1.1 单位概况</b>				
<p>中日友好医院是国家卫生健康委员会直属大型综合性医院，于 1984 年 10 月 23 日开院。中日友好医院现编制床位 1600 张（含北区、西区），集医疗、教学、科研和预防保健等多项功能为一体，并承担中央保健医疗任务、国家卫生应急救援队任务，同时还是国家卫健委远程医疗管理与培训中心。</p> <p>中日友好医院现有副高级技术职称以上人员 500 余人，硕士研究生学历以上人员 1000 余人，博士和硕士生导师 200 余人。先后承担了 400 余项国家级、省部级科研课题，曾获多项国家级、省部级科技奖励。医院是北京大学和北京中医药大学的临床医学院，北京协和医学院的教学医院，与北京航空航天大学等国内知名学术机构建立战略合作关系，与日本、美国、英国等多个医疗机构和大学建立了长期友好合作关系。</p>					

当前，医院上下秉承“昌明进取，正道力行”的院训和“以教为政，为职工建设良好的事业发展平台”的核心管理理念，以“照护生命与健康”为使命，以“做中国医疗事业先进的思想源和强劲的动力源”为愿景，全力打造以业务技术管理体系和经济经营管理体系为主要内容的现代医院管理体系，共同创造中日友好医院更加美好的未来。

医院已取得《辐射安全许可证》，涉及医用电子直线加速器、PET/CT、SPECT/CT、DSA、X射线影像诊断等放射诊疗设备和多种放射性核素的使用。

## 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

中日友好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[E0117]，有效期至2023年8月1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、丙级非密封放射性物质工作场所。具体包括使用78台II类、III类射线装置，1个乙级非密封放射性物质工作场所、2个丙级非密封放射性物质工作场所和4枚V类放射源。

中日友好医院已许可的射线装置情况见表1-1。

表 1-1 中日友好医院已许可的射线装置情况

序号	装置名称	类别	装置数量	备注
1	医用 X 射线胃肠机	III	2	
2	移动式 C 型臂 X 光机	III	7	
3	医用 X 射线 CT 机	III	9	
4	螺旋断层放射治疗系统 (Tomo)	II	1	
5	移动式 X 光机	III	4	
6	牙科 X 射线机	III	9	
7	X 射线泌尿系统检查床	III	2	
8	X 射线骨密度仪	III	5	
9	模拟定位 CT	III	1	
10	医用碎石定位机	III	1	
11	移动床旁 X 射线机	III	5	

12	PET-CT	III	1	
13	医用 X 射线摄影机 (DR)	III	6	
14	普通 X 射线机	III	5	
15	SPECT-CT 机	III	2	
16	医用加速器	II	2	
17	放射治疗模拟定位机	III	2	
18	牙科 CT 机	III	3	
19	数字减影血管造影装置 (DSA)	II	7	
20	X 射线体外碎石机	III	1	
21	放射外科手术系统	II	1	
22	数字化多功能 X 线透视摄影系统	III	1	
23	乳腺 X 射线机	III	1	
	合计		78	

中日友好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 中日友好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
核医学科	乙级	I-131	2.60E+8	1.50E+11	
		Tc-99m	3.70E+8	9.25E+12	
		Sr-89	3.00E+7	3.55E+9	
		Sm-153	3.70E+8	8.88E+10	
		Ga-67	1.85E+7	1.85E+10	
		F-18	7.40E+7	1.85E+12	
介入超声医学室 (粒子源)	丙级	I-125	7.40E+6	3.70E+11	
急诊 CT 室 (粒子源)		I-125	3.70E+6	1.85E+11	

中日友好医院已许可的放射源使用情况见表 1-3

表 1-3 中日友好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	3.80E+6	1	
2	Ge-68	V类	2.70E+7	1	
3	Co-57	V类	1.48E+6	1	
4	Co-57	V类	1.17E+8	1	

### 1.2.2 近几年履行环保审批情况

中日友好医院近几年共有 6 个辐射类环评报告表项目，除了 1 个正在办理自主验收外，其他都已办理了竣工验收，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	项目名称	类别	竣工验收文号	备注
1	京环审 [2012]57 号	新增和搬迁医用射线装置及 I-125 粒子源增量	报告表	京环验[2016] 0293 号	已验收
2	京环审 [2012]397 号	核医学科改扩建	报告表	京环验[2016] 0294 号	已验收
3	京环审 [2017]30 号	使用II类射线装置	报告表	/	已办理自行验收
4	京环审 [2018]14 号	使用II类射线装置	报告表	/	已办理自行验收
5	京环审 [2018]178 号	使用II类射线装置	报告表	/	已办理自行验收
6	京环审 [2019]89 号	核医学科改造	报告表	/	已办理自行验收

### 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，中日友好医院专门成立了辐射防护领导小组，由主管副院长刘鹏担任组长，医务处、核医学科、放射诊断科、放射肿瘤科主任担任副组长，人事处、医工处、后安处、医务室、放射肿瘤科、放射诊断科、心内科、心外科、安保部、脊柱外科、手麻科、核医学科、创伤骨科、骨关节外科和医务处等各部门的相关人员担任组员，并指定医务处徐晓芬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 中日友好医院辐射防护领导小组成员名单

职位	姓名	性别	职务或职称	工作部门	专/兼职
组长	刘鹏	男	主管副院长	心脏血管外科	兼职
副组长	颜珏	女	科主任	核医学科	兼职
副组长	谢晟	女	科主任	放射诊断科	兼职
副组长	朱广迎	男	科主任	放射肿瘤科	兼职
副组长	应娇茜	女	副处长	医务处	兼职
组员	高峰	男	处长	后安处	兼职
	张雯	女	副处长	后安处	兼职
	高敏	女	副处长	医工处	兼职
	郑金刚	男	科副主任	心内科	兼职
	赵晶	女	科副主任	手麻科	兼职
	张颖	女	护士长	手麻科	兼职
	黄振国	男	科副主任	放射诊断科	兼职
	刘尊敬	男	科副主任	神经内科	兼职
	移平	男	科主任	脊柱外科	兼职
	王卫国	男	科主任	骨关节科	兼职
	陈瀛	男	科主任	创伤骨科	兼职
	樊碧发	男	科主任	疼痛科	兼职
	毛凯	男	物理师	放射肿瘤科	兼职
	王晔	男	技师长	放射诊断科	兼职
	刘瑞宏	男	技师长	放射诊断科	兼职
	章建伟	男	技师长	放射诊断科	兼职
	李红磊	男	辐射安全员	核医学科	兼职
陈强	男	高级工程师	医工处	兼职	

	梁广燕	女	辐射安全员	口腔科	兼职
	邬巧玲	女	负责人	医务室	兼职
	徐晓芬	女	秘书	医务处	专职

### 1.2.3.2 制定规章制度及落实情况

中日友好医院制定了多项辐射安全管理制度，包括辐射防护领导小组及岗位职责、放射性同位素与射线装置操作规程、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、辐射事故应急制度等，并严格按照规章制度执行。

### 1.2.3.3 工作人员培训考核情况

单位制定有辐射工作人员培训计划。目前，医院从事辐射相关工作人员有254人，分别于2017年10月和2019年1月参加了辐射安全和防护培训，并通过了考核，取得了培训证书。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 个人剂量监测情况

中日友好医院所有辐射工作人员的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。2020年度个人剂量监测结果均低于单位剂量管理目标值5 mSv，未见异常。

### 1.2.3.5 工作场所及辐射环境监测情况

中日友好医院已制定工作场所监测方案，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、监测部门等。

单位已建立辐射环境自行监测记录或报告档案，并妥善保存，接受环境保护行政主管部门的监督检查。监测记录或报告记载监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息，辐射工作单位的辐射环境自行监测记录或报告，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。医院现有的监测方案能够满足相关标准要求，内容具体如下。

(1) 每年已委托有资质的第三方机构（具有 CMA 证书）进行一次工作场所监测，自行监测频次为 1 次/年，监测点位包括机房外毗邻东、南、西、北、上、下区域、防护门外、操作人员位和其他人员可达位置，监测范围和方法参照国家标准的相关要求，监测数据将记录存档。

(2) 表面污染监测：使用多功能监测仪对核医学科和 I-125 粒子源工作场所放射性污染情况进行监测，每次实验操作后进行。工作人员离开可能受到放射性污染的工作场所时，监测工作服、体表的表面污染水平，该项工作由核医学科工作人员自行完成。

(3) 如果场所辐射水平监测结果异常，应立即停止辐射活动，及时查找原因，采取有效措施，及时消除辐射安全隐患，隐患未消除前不得继续开展辐射工作。

#### **1.2.3.6 辐射事故应急管理情况**

中日友好医院依据《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《中日友好医院辐射事故应急制度》，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。发生辐射事故时，事故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行政部门报告。2020 年 12 月医院辐射安全领导小组组织放疗科、核医学科、医务处、医工处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**

目前，中日友好医院核医学只使用 Tc-99m、F-18 两种诊断核素和 I-131 治疗核素（用于门诊甲亢治疗），核素 I-131 产生的固体废物较少，中日友好医院按照《北京市生态环境局办公室关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》要求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，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

行监测无异常后做为医疗废物处置，并进行了详细的台账记录。衰变池的废水排放前委托有资质单位进行检测。

### 1.2.3.8 其他情况

2020 年度，中日友好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，编写并上报了年度评估报告。

## 1.3 项目建设规模、目的和任务的由来

### 1.3.1 本项目情况

中日友好医院为进一步提升公共卫生应急能力，拟实施危急重症整体提升改造工程，对医院急诊楼（B 楼）进行改造，在原有急诊输液观察区改建 1 间急诊导管室，配备 1 台 DSA 用于介入急诊诊疗；同时将急诊楼（B 楼）一层东南角收费处改建为微创复合治疗室，该手术室为复合手术室，除使用 1 台 DSA 外，还使用 1 台 CT 开展手术影像评估，CT 为 III 类射线装置，将另行备案，对于 CT 使用过程中需采取的安全防护措施以及辐射影响包含在本次评价内容中。本项目射线装置情况见表 1-6。

表 1-6 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	急诊导管室	Azurion7 M20型 血管造影机	飞利浦	125	1250	II类	新增
2	微创治疗室	Innova IGS 520 血管造影机	GE	125	1250	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，受中日友好医院的委托，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

中日友好医院为进一步提升公共卫生应急能力，实施危急重症整体提升改

造工程，对医院急诊楼（B楼）进行改造，同时为了危急重症救治流程进一步优化，相互协作、优势互补，在急诊新增1间急诊导管室，用于急诊介入诊疗。

另外，外科手术室在经历洁净手术室、数字一体化手术室的发展，目前已经进入全新的复合手术室时代，精准治疗、实时影像与外科微创化结合是目前复合手术技术的发展方向。本项目拟建微创治疗室主要用于神经肿瘤、肝部肿瘤、胸部肿瘤和心脑血管疾病等微创介入治疗，使用DSA-CT设备，其中DSA用于介入引导下的微创治疗，CT用于手术影像评估。项目的实施不但可以减少患者在术中移动的风险，更可以对手术的治疗情况进行实时评估，从而指导手术实施，提高手术成功率。

中日友好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

**(1) 人员配备：**医院目前约有103名介入工作人员，本项目拟安排其中16名辐射工作人员轮岗，包括8名医师、4名技师和4名护士，均已通过辐射安全与防护考核，并取得考核合格证，详见表1-7。DSA实行医师轮转、技师和护士固定的方式开展介入诊疗。

表 1-7 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	专业	培训时间	培训证号	备注
1	刘尊敬	男	医师	博士	神经内科	2019/1/4	京 201901140	急诊导管室
2	唐文雄	男		博士	神经内科	2017/10/28	B1737039	
3	董哲	男		博士	心内科	2019/1/4	京 201901118	
4	张虎	男		博士	心内科	2019/1/4	京 201901121	
5	王晔	男	技师	大专	医学影像	2019/1/4	京 201901074	
6	李传东	男		本科	医学影像	2019/1/4	京 201901090	
7	吴晓敏	女	护士	本科	护理学	2017/10/28	B1737093	
8	赵长红	女		本科	护理学	2019/1/4	京 201901123	
9	于明安	男	医师	博士	介入超声	2019/1/4	京 201901179	微创治疗室
10	赵朕龙	男		博士	介入超声	2019/1/4	京 201901180	
11	魏莹	女		硕士	介入超声	2019/1/4	京 201901181	
12	于洪伟	男		硕士	介入超声	2019/1/4	京 201901079	
13	赵克岭	男	技师	本科	医学影像	2019/1/4	京 201901050	
14	赵其超	男		本科	医学影像	2019/1/4	京 201901078	

15	彭丽丽	女	护士	本科	护理学	2019/1/4	京 201901182	
16	李妍	女		本科	护理学	2019/1/4	京 201901183	

**(2) 检测仪器配备:** 本项目拟配备 1 台辐射监测仪, 用于开展急诊楼 DSA 项目的自行监测。

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

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	Azurion7 M20	125	1250	介入 诊疗	急诊导管室	飞利浦
2	血管造影机	II类	1	Innova IGS 520	125	1250	介入 诊疗	微创治疗室	GE

(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/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》，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》，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&lt;射线装置分类&gt;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&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;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》，原环境保护部，2012 年 3 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) 《放射诊断放射防护要求》（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) 中日友好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, 2021 年 3 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**

本项目为医院急诊楼（B 楼）新增使用 2 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急诊导管室和微创治疗室周围 50m 区域。

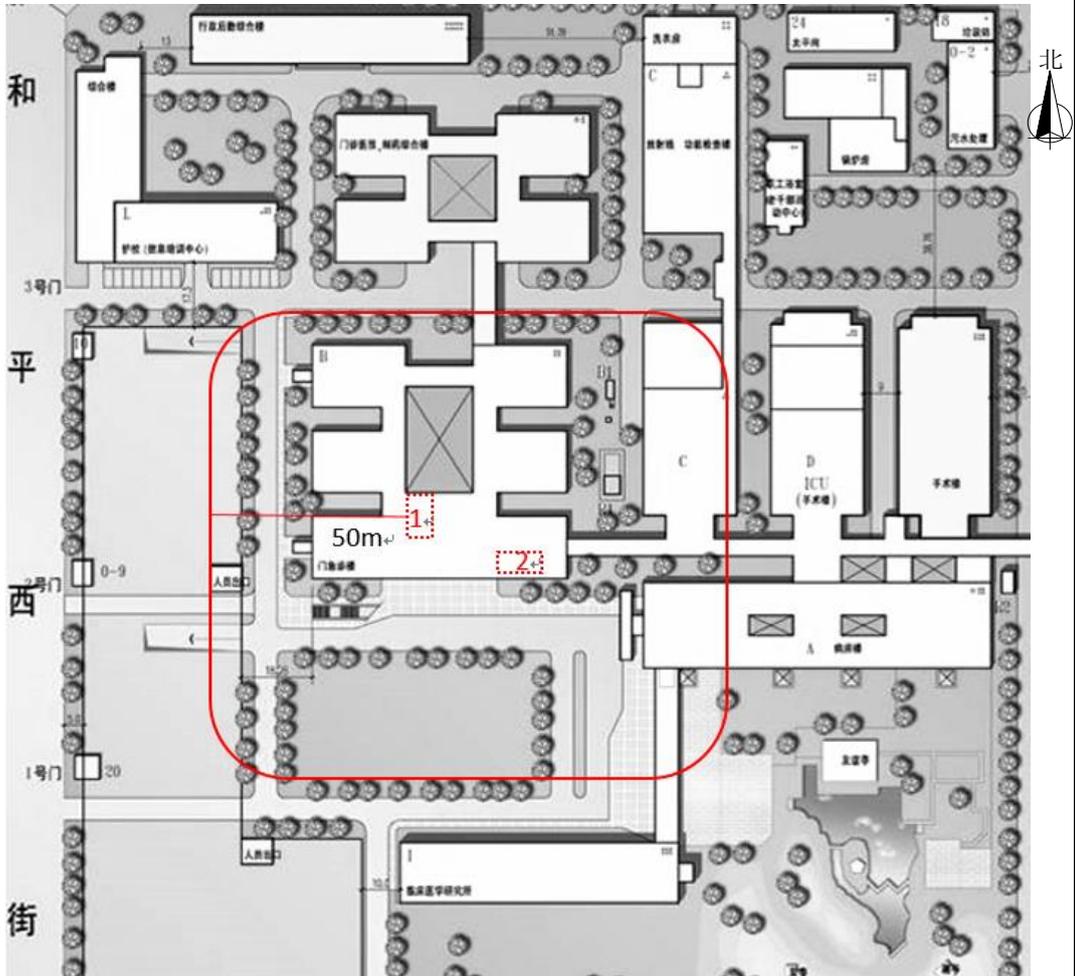
**7.2 环境保护目标**

本项目位于医院急诊楼（B 楼），B 楼东侧为院内道路及 C 楼，南侧为院内道路及花园，西侧为院内道路及挂号厅，北侧为院内道路及门诊治疗中心。新增 2 间 DSA 机房急诊导管室和微创治疗室分别位于 B 楼一层中南部和东南角，见图 7-1 中 1 号和 2 号机房。急诊导管室东侧为抢救留观区，南侧为患者通道及走廊，西侧为走廊，北侧为控制室和设备间，楼上为收费处，无地下建筑；微创治疗室东侧为设备间，南侧为院外过道，西侧为控制室，北侧为楼内走廊，楼上正对门诊检查室、卫生间。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，周围 50m 范围内主要建筑物见图 7-1，2 间 DSA 机房周围毗邻关系见图 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	最短距离 (m)	常居留人数	方位	周围 50m 范围内主要场所
急诊	公众	紧邻	20	东侧	抢救留观区

导管室	公众	5	5	南侧	走廊等候区
	公众	紧邻	5	西侧	走廊
		5	2		医生操作/准备间
	工作人员	紧邻	2	北侧	控制室
	公众	4	5	楼上	收费处
微创治疗室	公众	5	5	东侧	院内道路
	公众	5	5	南侧	院内道路
	工作人员	紧邻	2	西侧	控制室
	公众	紧邻	5	北侧	走廊
	公众	4	10	楼上	门诊检查室、卫生间



1 号为急诊导管室/2 号为微创治疗室

图 7-1 机房周围 50m 范围内主要建筑物图



图 7-2 机房四周毗邻关系图

### 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

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 辐射工作人员中技师与已开展项目存在剂量累加情况，本次评价所取年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 机房外 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 地理位置和场所位置

#### 8.1.1 地理位置

中日友好医院（本部）位于北京市朝阳区樱花园东街。医院东侧是北京服装学院，南侧隔樱花小街紧邻中国中医药学会，南 500m 之外是北三环东路，西侧隔樱花园东路是和平街派出所，北侧隔健安东路与元大都土城遗址公园相邻。

#### 8.1.2 场所位置

新增 2 间 DSA 机房急诊导管室和微创治疗室分别位于医院急诊楼（B 楼）一层中南部和东南角。B 楼一层改建后的急诊导管室东侧为抢救留观区，南侧为患者通道及走廊，西侧为走廊，北侧为控制室和设备间，楼上为收费处，B 楼无地下建筑；微创治疗室东侧为设备间，南侧为院外过道，西侧为控制室，北侧为楼内走廊，楼上为门诊检查室、卫生间。

### 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

选取急诊楼内拟改建为急诊导管室和微创治疗室的区域，具体为急诊输液观察区和急诊楼东南角的收费处。

#### （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: DLjl2019-00959) 有效期: 2020年11月26日~2021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

2021年3月8日评价单位对项目地及周围环境辐射水平进行了检测,检测点位见图8-1,评价区辐射水平调查结果见表8-2。

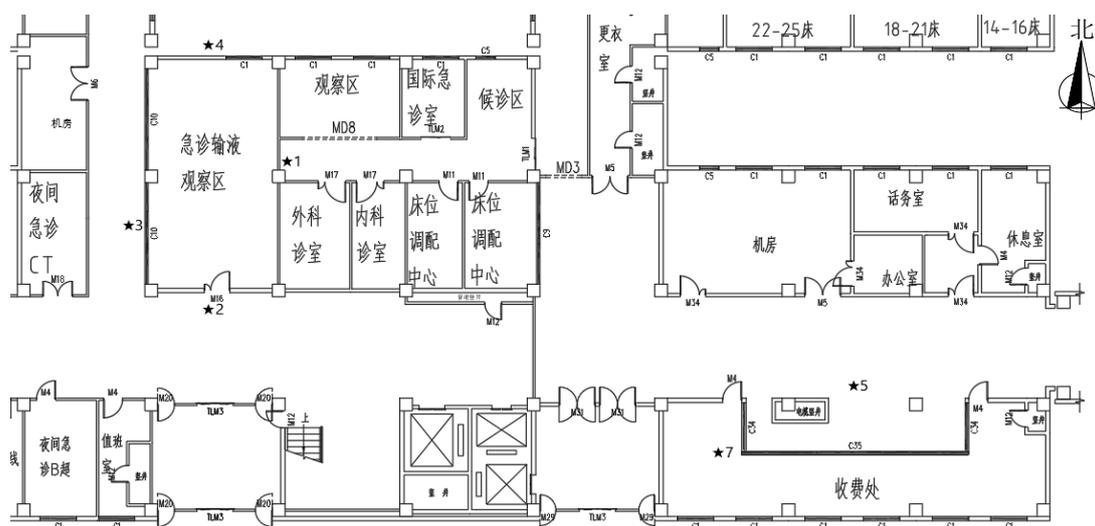


图 8-1 辐射环境现状监测点位图

表 8-2 本项目拟改建 DSA 机房辐射环境水平监测结果

点位序号	测点描述	辐射剂量率 (nGy/h)
1	急诊输液观察区东侧	108
2	急诊输液观察区南侧走廊	106
3	急诊输液观察区西侧走廊	112
4	急诊输液观察区北侧	107
5	收费处北侧走廊	106

6	楼外道路	110
7	收费处	108
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，拟改建场所及周围的 X-γ 辐射剂量率为 106~112nSv/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，FD20/15 型血管造影机（双管球）设备图如图 9-2 所示。



图 9-1 血管造影机 DSA 典型设备图

### 9.1.2 DSA-CT 复合设备组成、布置和用途

本项目微创治疗室为复合手术室，使用 1 套 DSA-CT 系统，使用 DSA 进行介入诊疗，使用 CT 进行患者的手术效果评价（DSA 和 CT 设备共用一个手术床）。DSA 和 CT 均由 GE 公司生产，复合型 DSA-CT 设备外观如图 9-2 所示。DSA 和 CT 分开放置，通过滑轨精准移动设备，实现结构上和功能上的融合。患者接受 DSA 介入治疗过程中，如果需要 CT 进行影像检查确认，无需更换手术床，可将 CT 通过滑轨移至 DSA 手术床，直接进行 CT 扫描。扫描时与常规 CT 不同的是，CT 机架通过滑轨步进，这样，可以保证患者在不移动的情况下同时接受两种影像设备的检查，提高了治疗的效率及临床的安全性。



图 9-2 GE 公司 DSA-CT 设备外观图

本项目微创治疗室临床应用包括：颈动脉剥脱、动脉瘤夹闭、肿瘤切除术（神经内科）；结构性心脏病、冠脉搭桥（心脏内科）；穿刺活检、消融术（肿瘤科）；EVAR、TEVAR（外周血管）等。

### 9.1.3 操作流程

#### （1）DSA 的操作流程

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 医生根据急诊情况安排手术；
- 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 手术完成后急诊病人由专职人员负责送回病房。

工作量预计：本项目急诊 DSA 预计每天最多完成 4 例手术，年急诊手术量不超过 1000 例，单名介入诊疗医师的年急诊 DSA 手术量不超过 500 例。

## (2) DSA-CT 操作流程

微创治疗室除使用 DSA 进行介入诊疗外，还使用 CT 进行手术患者的影像评估。系统有三种模式:CT 模式、Angio 模式和 CT 移位模式。Angio 模式主要用于血管造影，CT 模式用于 CT 扫描，CT 移位模式为二者之间过度模式，使用 CT 机架上的[Mode]键可进行模式切换。系统启动后默认进入 Angio 模式，在此模式下，CT 曝光功能被禁用，CT 机架只能向后移动；使用 CT 扫描模式时，需把 C 臂移出扫描范围，在此模式下，Angio 模式不能进行。

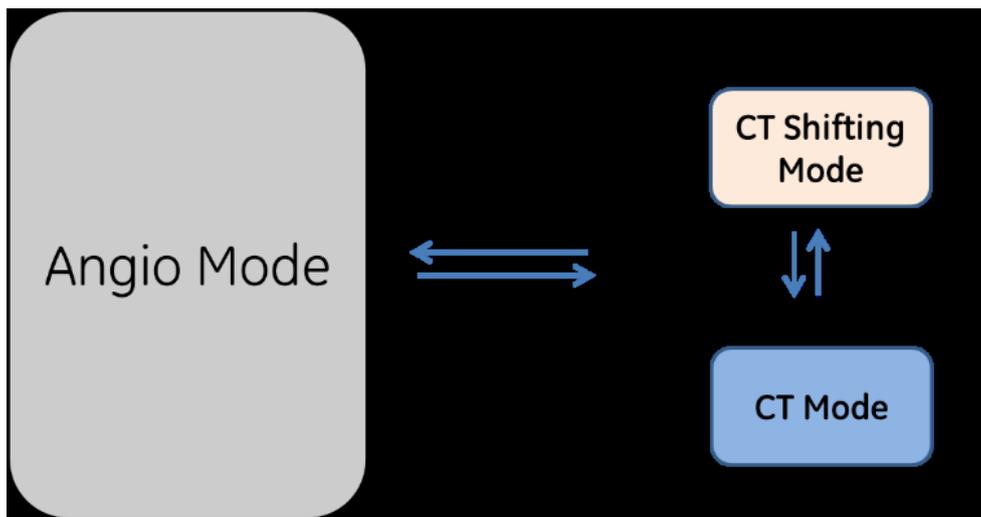


图 9-3 DSA-CT 工作模式示意图

## 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

中日友好医院对急诊楼（B 楼）一层进行改造，将原有急诊输液观察区改建为 1 间急诊导管室，将东南角收费处改建为微创复合治疗室，作为 DSA 使用场所。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	58 (9.5m×6.1m)	东、南、西、北墙	15cm 蒸压加气混凝土板+3mm 铅
			地板	20cm 混凝土+橡胶地板
			顶棚	18cm 混凝土+2mm 铅
			控制室门	3mm 铅当量
			机房门	3mm 铅当量
			观察窗	15mm 厚铅玻璃（3mm 铅当量）
2	微创治疗室	49 (8.3m×5.9m)	东、南、西、北墙	15cm 蒸压加气混凝土板+3.5mm 铅
			地板	20cm 混凝土+橡胶地板
			顶棚	18cm 混凝土+2mm 铅
			控制室门	4mm 铅当量
			机房门	4mm 铅当量
			观察窗	20mm 厚铅玻璃（4mm 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*	A 场所 设施	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、铅眼镜、铅帽子和介入防护手套各 5 套
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	√	不低于 3mm 铅当量铅玻璃观察窗
5		机房防护门窗	√	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*	B 监测 设备	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 机房辐射防护措施

(1) 采取实体屏蔽措施，2 间 DSA 机房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。

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
急诊导管室	东、南、西、北墙	15cm 蒸压加气混凝土板+3mm 铅	3mm	2mm	是
	顶棚	18cm 混凝土+2mm 铅	4.5mm	2mm	是
	防护门	3mm 铅	3mm	2mm	是
	观察窗	15mm 厚铅玻璃（3mm 铅当量）	3mm	2mm	是
微创治疗室	东、南、西、北墙	15cm 蒸压加气混凝土板+3.5mm 铅	3.5mm	2mm	是
	顶棚	18cm 混凝土+2mm 铅	4.5mm	2mm	是
	防护门	4mm 铅	4mm	2mm	是
	观察窗	20mm 厚铅玻璃（4mm 铅当量）	4mm	2mm	是
机房最小单边长度（微创治疗室东西向）为 5.9m，最小的机房（微创治疗室）有效使用面积为 $49\text{ m}^2$ （ $8.3\text{m}\times 5.9\text{m}$ ），满足 GBZ130-2020 中关于机房最小使用面积和单边长度的要求。					是

备注：(1) 根据 GBZ130-2020 附录 C，对于 125kV（非有用线束）18cm 混凝土相当于约 2.5mm 铅当量；(2) 等效铅当量未考虑蒸压加气混凝土的屏蔽。

(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，控制室或设备间等为监督区。

(3) 拟在每个防护门醒目位置设置电离辐射警告标志，并在机房门外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。机房门为电动推拉门，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。DSA 机房辐射安全设施布置位置见图 10-1 所示。



图 10-1 DSA 辐射安全设施布置图

(4) 辐射工作人员均佩带个人剂量计。

(5) 每间 DSA 机房设有观察窗和语音提示系统。

(6) 每间 DSA 机房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 机房均配置工

作人员防护用品，包括防护铅衣、铅围裙、铅帽、铅眼镜、铅围脖、介入防护手套各 5 套。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。

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、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
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、铅帽子、介入防护手套各 5 套、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	

(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 机房采用中央空调对 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，用于 DSA 机房日常自行辐射监测。

(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。

(13) 微创治疗室使用的 DSA-CT 具有曝光互锁功能，以确保 DSA 和 CT 使用时的辐射安全。在系统 Angio 模式下，CT 曝光功能被禁用，CT 机架只能向后移动；使用 CT 扫描模式时，需把 C 臂移出扫描范围，在此模式下，Angio 模式不能进行。操作人员需使用 CT 机架上的[Mode]键进行模式切换。使用 CT 机前，工作人员须对微创治疗室清场，并确保 CT 曝光期间各防护门处于关闭状态。

本项目 DSA 手术医师为具备介入手术资格的医护人员，DSA 设备由影像科

具备操作 DSA 设备资格的技师操作，CT 设备由影像科具备操作 CT 资格的技师操作，可见，影像科技师工作不交叉，不存在剂量叠加问题。使用 DSA 时，医护人员穿铅衣在 DSA 区域开展手术，采取的辐射防护措施如前所述。

#### 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，现对中日友好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,调配现有的 16 名辐射工作人员到岗,均已通过辐射安全与防护考核。	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、人员考核计划、监测方案等。	近期符合
6	有完善的辐射事故应急措施。	制定有中日友好医院辐射事故(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。	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2台DSA启用后，调配现有的16名辐射工作人员到岗，均已通过辐射安全与防护考核。	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	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

	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。		
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改建过程中产生的噪声、粉尘以及振动等，为了不影响周围环境，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

急诊导管室和微创治疗室分别位于 B 楼一层中南部和东南角，急诊导管室东侧为抢救留观区，南侧为患者通道及走廊，西侧为走廊，北侧为控制室和设备间，楼上为收费处，无地下建筑；微创治疗室东侧为设备间，南侧为院外过道，西侧为控制室，北侧为楼内走廊，楼上正对门诊检查室、卫生间。

本项目介入诊疗区均由 DSA 机房、控制室、设备间等组成。介入诊疗区将划分为控制区和监督区进行管理，DSA 机房为控制区，控制室或设备间等为监督区。两区分区合理，符合辐射防护要求。

由介入诊疗区平面布局（图 11-1）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，本项目两区分区明确，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 DSA 辐射场所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

本项目拟配备的 2 台血管造影机，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA。

### (2) 使用规划

根据医院提供的资料，急诊导管室和微创治疗室年 DSA 手术量均不超过 1000 例，每名医生全年最多手术量不超过 500 例。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：

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

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

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；

$\chi$ 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，估算结果见表 11-2。

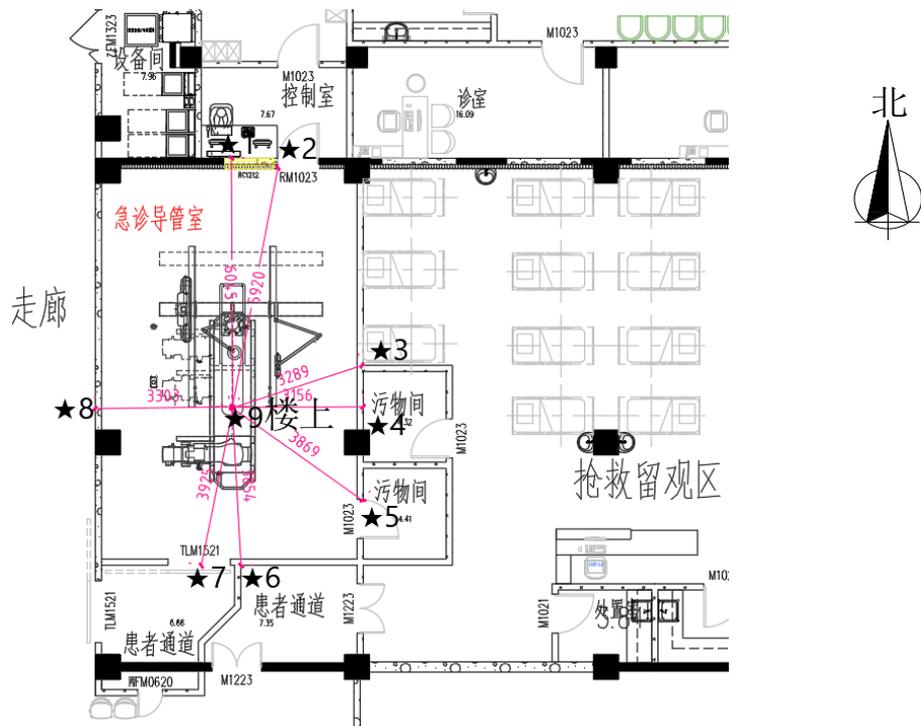


图 11-2 急诊导管室估算点位示意图

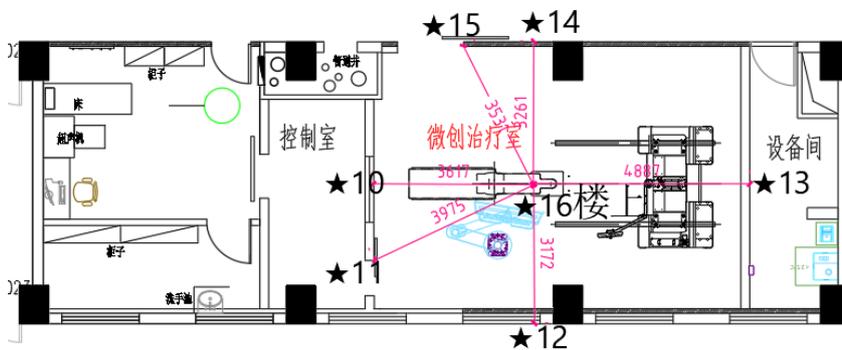


图 11-2 微创治疗室估算点位示意图

表 11-2 摄影工况下 DSA 机房外周围辐射剂量水平估算结果

场所名称	位置及编号	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
急诊导管室	观察窗 1	3mm 铅	$6.00\text{E-}5$	泄漏+侧向散射	6.3	$7.33\text{E-}02$	控制室
	控制室门外 2				6.2	$7.57\text{E-}02$	控制室
	东墙外 3				3.6	$2.25\text{E-}01$	抢救留观区
	污物间 4				3.5	$2.38\text{E-}01$	污物间
	污物间 5				4.2	$1.65\text{E-}01$	污物间
	患者通道 6				4.2	$1.65\text{E-}01$	患者通道
	机房门外 7				4.2	$1.65\text{E-}01$	患者通道
	西墙外 8				3.6	$2.25\text{E-}01$	走廊
	楼上 9	18cm 混凝土+2mm 铅	$5.45\text{E-}6$	泄漏+前/背向散射	3.8	$2.58\text{E-}02$	收费处
微创治疗室	观察窗 10	4mm 铅	$1.67\text{E-}5$	泄漏+侧向散射	3.9	$5.33\text{E-}02$	控制室
	控制室门外 11				4.3	$4.38\text{E-}02$	工作人员走廊
	南墙外 12	3.5mm 铅	$5.10\text{E-}5$		3.5	$2.02\text{E-}01$	楼外道路
	东墙外 13				5.2	$9.15\text{E-}02$	设备间
	北墙外 14				3.6	$1.91\text{E-}01$	楼内走廊
	机房门外 15	4mm 铅	$1.67\text{E-}5$		3.8	$5.61\text{E-}02$	楼内走廊
	楼上 16	18cm 混凝土+2mm 铅	$5.45\text{E-}6$		泄漏+前/背向散射	3.8	$2.58\text{E-}02$

备注：泄漏和侧向散射 1m 处剂量率取  $4.85\text{E}+04\mu\text{Gy/h}$ ，泄漏和前/背向散射 1m 处剂量率取  $6.83\text{E}+04\mu\text{Gy/h}$ ； $K^{-1}$  取 NCRP147 报告心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，急诊导管室和微创治疗室外周围附加剂量率最大值约为  $0.24\mu\text{Gy/h}$ ，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 评价范围内的医生操作准备间、走廊等候区等人员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）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名护士组成，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。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。

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  $\mu$  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  $\mu$  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4mGy/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10 $\mu$ Gy/h和100 $\mu$ Gy/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， $\mu$ Sv；

$D$ --计算点附加剂量率， $\mu$ 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。

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 机房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 ( $\mu\text{Sv}$ )
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	系列采集	7.33E-02	16.7	1	2.0
		透视	7.33E-03	100	1	

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，机房外的工作人员年附加剂量约为  $2.0\mu\text{Sv}$ ，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，根据以往经验从事放射科辐射工作年附加剂量不超过  $2\text{mSv/a}$ ，累加后也小于单位所设定的工作人员剂量管理目标值  $5\text{mSv/a}$  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  $2.67\text{mSv}$ 。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可以低于  $2\text{mSv/a}$ 。

(2) 公众年附加有效剂量

根据表 11-2 机房外主要关注点辐射剂量率水平，同时考虑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 DSA 机房外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	急诊导管 室东墙外 抢救留观 区	摄影	2.25E-01	16.7	1/4	1.5
		透视	2.25E-02	100	1/4	
	楼上收费 处/门诊检 查室	摄影	2.58E-02	16.7	1	0.7
		透视	2.58E-03	100	1	
		摄影	1.91E-01	16.7	1/4	1.3

	微创治疗室北墙外走廊	透视	1.91E-02	100	1/4	
--	------------	----	----------	-----	-----	--

根据上述估算结果，DSA 机房外主要公众关注点年附加剂量最大值为 1.5 $\mu$ 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，预计急诊导管室医生操作间等公众长居留场所的年附加剂量将远小于 1.5 $\mu$ Sv。

### (3) CT 的辐射影响

根据 GBZ130-2020，对于使用 CT 的机房，一般工作量情况下机房屏蔽不低于 2mm 铅当量，较大工作量情况下机房屏蔽不低于 2.5mm 铅当量，本项目 CT 主要用于微创治疗室患者的手术效果评价，年使用量远低于放射科一般使用的 CT，且微创治疗室机房屏蔽厚度均大于 2.5mm 铅当量，定性分析本项目 CT 对周围人员的辐射影响远小于 DSA，可忽略。

因此，综上所述，DSA 机房周围 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 2.5 $\mu$ 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和电离辐射警告标志等。
监测仪器	配备检测仪器:已配备 1 台辐射巡测仪,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 1-3 所示。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

医院约有 103 名从事介入诊疗的辐射工作人员。本项目拟安排其中 16 名辐射工作人员轮岗，包括 8 名医师、4 名技师和 4 名护士，均已通过辐射安全与防护考核，并取得考核合格证，详见表 1-6。

## 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，针对新增 DSA 设备，

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

中日友好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 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

本项目拟配备 1 台便携式辐射检测仪用于急诊楼 DSA 机房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

中日友好医院针对本次 DSA 项目，拟建立辐射环境自行监测方案，由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
急诊导管室	1	观察窗	1 次/年
	2	控制室防护门外	1 次/年
	3	东墙外	1 次/年
	4~5	污物间	1 次/年
	6	患者通道	1 次/年
	7	患者防护门外	1 次/年
	8	西墙外	1 次/年
	9	楼上	1 次/年

微创治疗室	10	观察窗	1次/年
	11	控制室防护门外	1次/年
	12	南墙外	1次/年
	13	东墙外	1次/年
	14	北墙外	1次/年
	15	机房门外	1次/年
	16	楼下	1次/年

备注：墙外和楼下检测高度为1.5m，观察窗和防护门为四周搭接处和中间区域。

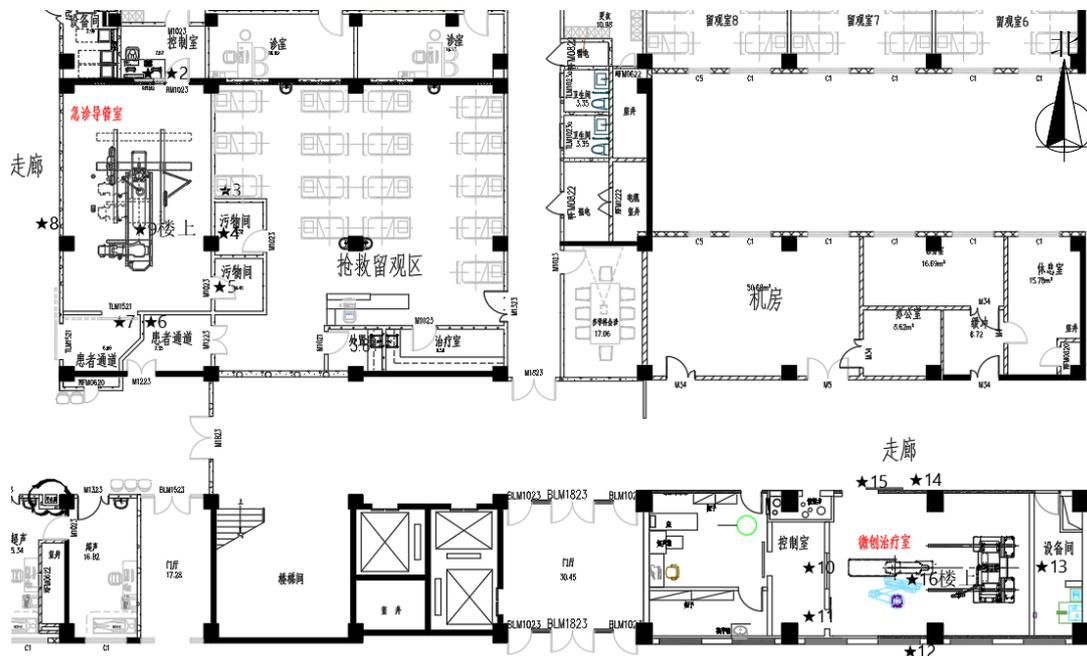


图 12-1 急诊楼 DSA 项目自行检测点位图（标注★为检测位置）

#### 12.4 辐射事故应急管理

中日友好医院将制定《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行政部门报告。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

中日友好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[E0117])。为了解决门诊医疗服务和急诊介入手术需要,医院对急诊楼(B楼)一层进行改造,新增急诊导管室和微创治疗室,使用2台DSA设备。DSA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

本项目两处DSA机房位于急诊楼(B楼)一层,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DSA机房的辐射屏蔽措施分析可知,机房外周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ,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( $5\text{mSv/a}$ 、 $0.1\text{mSv/a}$ ),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。医院已制定操作规程、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,针对新增DSA设备进一步完善相关内容可以满足要求。

(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，中日友好医院新增使用 2 台 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，中日友好医院承诺：

(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。

