

核技术利用建设项目

新增使用血管造影机项目
环境影响报告表

建设单位：首都儿科研究所附属儿童医院(公章)



2023年12月

核技术利用建设项目

新增使用血管造影机项目
环境影响报告表

建设单位名称：首都儿科研究所附属儿童医院

建设单位法人代表（签名或签章）：张建

通讯地址：北京市朝阳区雅宝路2号

邮政编码：100020

联系人：王晶锐

电子邮箱：13426179736@163.com

联系电话：13522651365



表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增使用血管造影机项目			
建设单位		首都儿科研究所附属儿童医院			
法人代表	张建	联系人	王晶锐	联系电话	13522651365
注册地址		北京市朝阳区雅宝路 2 号			
项目建设地点		北京市朝阳区雅宝路 2 号门诊楼地下一层东北角			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)	700	项目环保投资(万元)	70	投资比例(环保投资/总投资)	10%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m ²)	100
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>首都儿科研究所附属儿童医院(以下简称“首都儿研所”或“医院”)是新中国第一家儿科医学研究所,前身是中国医学科学院儿科研究所,成立于 1958 年。1983 年归属北京市卫生局,正式更名为首都儿科研究所,1986 年附属儿童医院正式成立。附属儿童医院为三级甲等医院,属于公立非营利性医疗机构,是集儿科基础研究、临床、高等教育、预防保健为一体的儿科医学机构。是北京协和医学院联合申</p>					

报儿科学博士、硕士学位授权点；国务院学位办批准的临床医学一级学科硕士学位授权点；北京大学医学部博士、硕士培养点。

全所院现有职工 1950 人。研究所设有 11 个基础研究室、1 个儿童健康大数据中心和 1 个实验中心，儿童发育营养组学北京市重点实验室、儿童病毒病原学北京市重点实验室 2 个北京市重点实验室。附属儿童医院编制床位 400 张。设有 31 个临床科室，6 个医技科室。2019 年门诊量 227 万余人次，出院病人 3.7 万余人次，住院手术病人 1.2 万余人次。国家/北京市住院医师规范化培训基地。医院技术实力领先。拥有呼吸内科、重症医学科 2 个国家临床重点专科，国家卫计委卫生行业专项课题先天重大畸形治疗技术科技攻关牵头单位、中国出生缺陷救助“示范基地”、全科联盟联合诊疗中心成员单位、中国儿童糖尿病管理中心、中华医学会儿科学组委员单位 5 个国家级平台，爱婴医院、北京市/朝阳区危重新生儿转会诊指定医院、儿科学科协同发展中心（东区）牵头单位、呼吸道疾病诊断治疗中心、北京市级危重新生儿救治中心、北京市新生儿学组组长单位 6 个北京市级平台。。

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

首都儿研所现持有北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[E0172]），许可使用 II 类、III 类射线装置。有效期至 2025 年 8 月 11 日，见附件 1）。已许可使用的射线装置见表 1-1 所示。

表 1-1 已许可使用的 II 类、III 类射线装置

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	医用 X 射线 C 型臂	III	1	使用；
2	口腔 CT 机	III	1	使用；
3	数字胃肠机	III	1	使用；
4	双能骨密度仪	III	1	使用；
5	数字血管造影机（DSA）	II	1	使用；
6	牙片机	III	1	使用；
7	医用 CT 机	III	3	使用；
8	床旁机	III	5	使用；
9	DR 机	III	3	使用；

1.2.2 近几年履行环保审批手续情况

首都儿研所自 2019 年以来，共计有 6 个核技术利用建设项目按照法规要求履行

了环保手续，具体情况见表 1-2，备案的Ⅲ类射线装置均已取得辐射安全使用许可。

表 1-2 建设项目竣工环保验收落实情况

编号	项目名称	备案号	备案时间	登证情况
1	更新Ⅲ类射线装置并改建应用场所建设项目	22101100000401161340	2022-10-18	已登证
2	新建Ⅲ类射线装置应用场所建设项目	22061101050401944434	2022-06-22	已登证
3	新建射线装置应用项目	201911010500001458	2021-05-05	已登证
4	新建射线装置应用项目	202111010500000064	2021-01-14	已登证
5	新建射线装置应用项目	202011010500004925	2020-11-20	已登证
6	新建射线装置应用项目	201911010500008113	2019-12-24	已登证

1.2.3 辐射安全管理情况

(一) 辐射安全与防护管理机构

为了保证射线装置的安全使用和有效管理，保障各类人员的健康与安全，医院成立了辐射安全与防护管理小组。由院长担任组长，由副院长担任辐射防护负责人，并有专人负责辐射安全与防护的具体管理工作，辐射安全与防护管理小组成员名单见表 1-3。

表 1-3 医院辐射安全与防护管理小组

序号	人员类别	姓名	性别	职务或职称	工作部门	专/兼职
1	组长	张建	男	管理	院长	院办
2	辐射防护负责人	邵隼	男	管理	副院长	院办
3	成员	孙雪峰	男	医学影像	主任	放射科
4	成员	王梦醒	女	临床	副主任	口腔科
5	成员	申刚	男	临床	主任	介入血管瘤科
6	成员	刘振江	男	临床	主任	骨科
7	成员	徐双印	男	规划建设	处长	总务处
8	成员	谭泊静	男	管理	副处长	医务处
9	成员	季巍	男	管理	主任	招标与采购中心
10	成员	于雪梅	女	医学工程	处长	医学工程处
11	成员	石琳	女	临床	主任	心内科
12	成员	王菲	女	管理	处长	医务处
13	成员	杜劲松	男	保卫	副处长	保卫处
14	成员	杨晓倩	女	管理	科员	医务处

(二) 已建立的辐射防护规章制度及执行情况

医院已制定有较为齐全的辐射安全规章制度和辐射事故应急预案，其中包含有《辐射安全与防护管理小组及职责》《设备操作规程》《台帐管理》《辐射防护和安全保卫制度》《人员培训考核制度》《射线装置检修维护管理制度》《辐射监测

制度》《辐射事故应急制度》等，并在实际工作中严格按照规章制度执行。

（三）辐射工作人员培训考核

医院制定有辐射管理人员和辐射工作人员辐射安全与防护培训考核制度，按照生态环境部 2019 年第 57 号公告和 2021 年第 9 号公告要求，组织辐射工作人员进行辐射安全防护考核。

首都儿研所现有 75 名辐射工作人员，全部通过了辐射安全与防护网上考核和自行考核。

（四）个人剂量监测

医院辐射工作人员的个人剂量监测工作目前委托北京市疾病预防控制中心承担，监测频度为每季度一次。评价期间，评价单位调阅了 2022 年度的个人剂量监测报告，全部辐射工作人员年受照剂量均低于 0.136mSv，说明首都儿研所辐射安全与防护措施可行。

医院今后将继续加强个人受照剂量监测和管理工作，如果某名辐射工作人员单季度个人剂量监测结果高于年剂量约束值（介入人员 5mSv/a、其它人员 2mSv/a）的 1/4，将对其受照原因进行调查，结果由本人签字后存档；必要时将采取控制从事辐射工作时间或调离工作岗位等措施，确保年受照剂量低于剂量约束值，保障辐射工作人员的健康。

（五）工作场所及辐射环境监测

医院每年委托有资质第三方检测机构开展工作场所辐射水平监测。监测方案包含工作场所辐射水平，监测方案中包括实施部门、监测项目、点位及频次等，监测点包括机房四周（四周墙体、防护门和观察窗等）和楼上楼下相应场所、以及控制室等。

医院委托凯杰方大检测技术河北有限公司于 2023 年 4 月开展了放射性工作场所的年度监测工作，全部检测结果满足标准要求。

（六）辐射事故应急管理

医院制定了《辐射事故应急预案》，医院每年组织一次院内辐射安全应急演练并留存演练记录及照片资料，通过实际操作提高辐射工作人员自我防护意识。

发生辐射事故时，立即启动辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2h 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，同时向卫健委报告。2023年8月21日针对人员误入机房受照开展了应急演练。

1.3 本项目概况

1.3.1 本项目背景

医院现有 1 台血管造影机，排队等候手术情况较为突出。为了进一步满足放射介入手术治疗需求，缩短患者排队等候手术的时间，首都儿研所拟再购置 1 台血管造影机，分担介入工作量，更好地为患者服务。

1.3.2 本项目产业政策符合性及实践正当性

本项目属于使用 II 类射线装置（DSA），属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第十三项第 5 条中关于“……、数字化医学影像设备、……”类别，属于国家支持和鼓励类产业。

本项目的建设可以提高医院医疗和疾病的诊治能力。DSA 设备运行产生的辐射影响很小，对职业人员、公众以及环境带来的不利影响，远低于其使用对社会带来的利益，故该核技术应用具有正当性。

1.3.3 本项目位置及选址合理性分析

医院东侧紧邻日坛路，南侧隔马路为使馆区，西侧是凯威大厦和雅宝大厦，北侧为雅宝路。地理位置示意图见图 1-1 所示，其平面布局见图 1-2 所示。

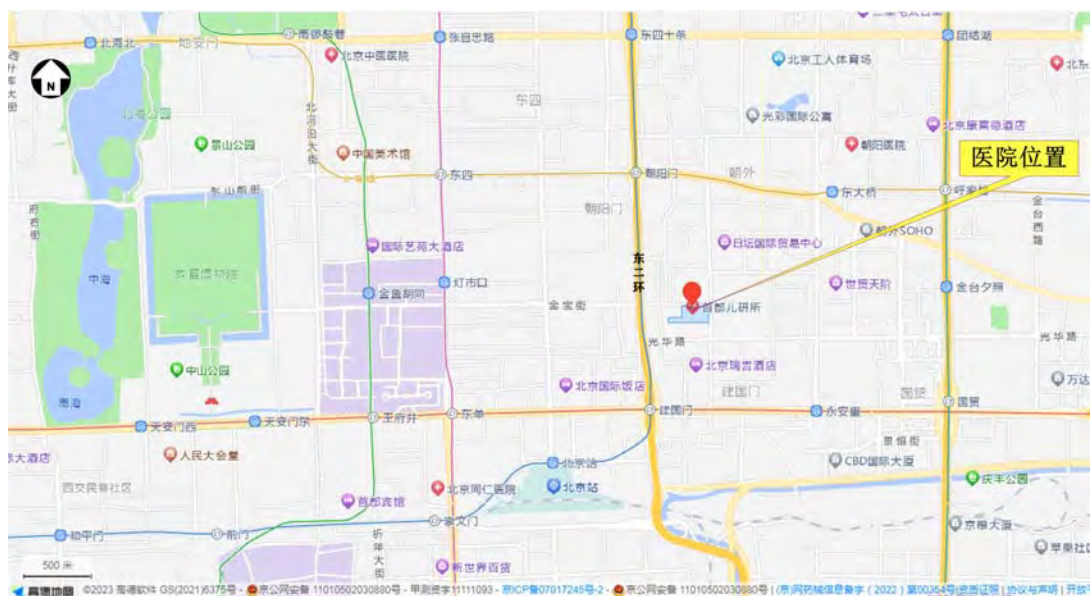


图 1-1 首都儿研所地理位置示意图

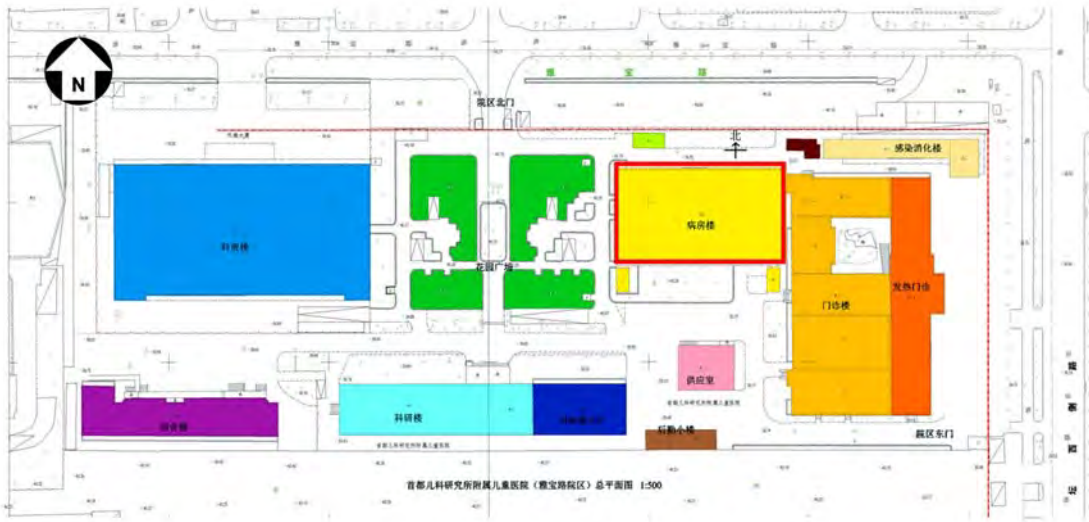


图 1-2 首都儿研所平面布局图示意图

拟新建的介入治疗手术室位于门诊楼地下一层，由现状的男女卫浴间用房改建。其中血管造影机机房（以下简称 DSA 机房）周围 50m 范围内的建筑物均为医院用房，其楼下为土层，楼上为急诊输液室和候诊区。介入手术区域只有医护人员和手术患者才能进入，故对周围公众的辐射影响主要为楼上输液区患者和医护人员，DSA 照射区域为候诊区，无常居留人员，故 DSA 机房选址是适宜的。

1.3.4 本项目环境影响评价内容

本项目建设场地为利用现有男女卫浴间用房进行改建，但是其核技术利用建设内容属于新建。

建设内容为：将门诊楼地下一层男女卫浴间改建为介入治疗手术室，使用 1 台双管球血管造影机，设备型号为 Artis Q Biplane，最大管电流 1000mA，最大管电压 125kV，属于 II 类射线装置。相关情况见表 1-4。

表 1-4 拟新增使用 DSA 射线装置相关情况

设备名称	设备型号	技术指标	管球数量	使用地点
DSA	Artis Q Biplane	125kV/1000mA	双管球	地下一层 DSA 机房 2

本项目属于使用 II 类射线装置项目，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《射线装置分类办法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》，应该编制环境影响评价报告表，报生态环境主管部门审批。

根据生态环境部《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》(2019年生态环境部令第9号) 最新要求，北京科欣科技发展有限公司符合第九条第一款规

定，无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位。公司有专职环评工程师，有能力开展环境影响评价工作。受首都儿研所的委托，北京科欣科技发展有限公司环评人员在现场踏勘、监测、收集资料的基础上，编制了新增使用血管造影机项目环境影响报告表。评价重点是设备在运行过程中产生的X射线对操作人员、周围员工及公众和环境的影响。

1.3.5 年手术量和工作量预计

首都儿研所开展的放射介入手术类型主要有三类：

1) 心血管内科介入：主要为儿童先天性心脏病介入治疗、体肺动脉侧枝封堵术、冠状动脉造影术、心律失常导管消融术、永久起搏器及ICD等心脏器械植入术、心肺大血管造影等，年手术量预计300例。

2) 外周血管介入：血管造影术、血管瘤血管畸形经皮硬化栓塞术、球囊导管扩张术、经导管动脉内药物灌注术、激光微波消融闭塞术、血管内激光微波消融闭塞术等，年手术量预计800台。

3) 综合介入：肿瘤动脉化疗栓塞术、肿瘤动脉化疗灌注术、淋巴管畸形经皮硬化栓塞术、瘤内注药术、肿物消融术等，年手术量预计500例。

根据近几年介入手术量和增长趋势预计，今后全年的介入手术量可达1800台左右，2台DSA设备分担，每台设备的年手术量约900例左右。

介入科现有从事放射介入的辐射工作人员11名，本项目拟新增辐射工作人员至少8名，在通过辐射安全与防护考核后开展介入治疗工作。将来至少可以有4组人员开展介入治疗工作，每组人员的工作负荷不足500例/a。本评价保守按照500例/a的工作量进行评价。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见国家标准《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	1	Artis Q Biplane	125	1000	放射介入诊 疗	地下一层DSA机房2	设备注册证和销售 公司许可证见附件
	以下空白								

(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
有害气体 O ₃ 等	气体				<10g		直接排放	经通风系统直接排入环境大气
以下空白								

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

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令[2014]第 9 号，2015 年 1 月 1 日起实施； 2. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令[2003]第 6 号，2003 年 10 月 1 日起实施； 3. 《中华人民共和国环境影响评价法》，2002 年 10 月 28 日通过，自 2003 年 1 月 1 日起施行； 2016 年 7 月 2 日第一次修正； 2018 年 12 月 29 日第二修正； 4. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005 年 9 月 14 日经国务院令 449 号公布；2014 年 7 月 29 日经国务院令 653 号修订；2019 年 3 月 2 日经国务院令 709 号修订； 5. 《建设项目环境保护管理条例》，1998 年 11 月 29 日国务院令 253 号发布施行；2017 年 7 月 16 日国务院令 682 号修订， 2017 年 10 月 1 日起施行； 6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006 年 1 月 18 日，原国家环境保护总局令 31 号公布；2008 年 12 月 6 日经原环境保护部令 3 号修改；2017 年 12 月 20 日经原环境保护部令 47 号修改；2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 7 号修改；2021 年 1 月 4 号生态环境部令 20 号修订并实施； 7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； 8. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令 16 号，2020 年 11 月 5 日，自 2021 年 1 月 1 日起施行； 9. 《关于发布射线装置分类》的公告，原环境保护部 原国家卫生和计划生育委员会公告[2017]第 66 号，2017 年 12 月 6 日起施行； 10. 《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； 11. 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； 12. 原北京市环境保护局办公室《关于做好辐射类建设项目竣工环境保护验收工作的通知》，京环办（2018）24 号，2018 年 12 月 6 日；
------	--

	<p>13. 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告（2019）第 57 号，2019 年 12 月 23 日起施行；</p> <p>14. 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》生态环境部公告 2021 年第 9 号，2021 年 3 月 11 日；</p> <p>15. 《辐射安全与防护监督检查技术程序》，生态环境部，2020 版；</p> <p>16. 《关于发布〈建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法〉配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>17. 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》，国家发展和改革委员会令 第 29 号，2020 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>18. 《北京市禁止违法建设若干规定》，北京市政府第 295 号令，2020 年 11 月 15 日实施；</p> <p>19. 《北京市城乡规划条例》，2021 年 9 月 24 日修正。</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)；</p> <p>2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>3. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>4. 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>5. 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>6. 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>7. 《医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)。</p>
<p>其他</p>	<p>1. 原国家环境保护局监督管理司，《中国环境天然放射性水平》，1995 年 8 月。</p> <p>2. 李德平、潘自强《辐射防护手册（第三分册）辐射安全》，1990 年 3 月第 1 版；</p> <p>3. 李德平、潘自强《辐射防护手册（第一分册）辐射源与屏蔽》，原子能出版社，1987 年 8 月第一版；</p> <p>4. 首都儿研所环境影响评价委托书；</p> <p>5. 首都儿研所提供的与本项目相关的申请和技术资料；</p> <p>6. 首都儿研所提供的辐射安全管理制度、个人剂量检测报告等资料。</p>

表 7 保护目标和评价标准

7.1 评价范围、目的和评价因子

7.1.1 评价范围

根据本项目评价内容，参照《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）要求，确定该项目辐射环境影响评价的范围：以 DSA 机房实体屏蔽边界（控制区）向外围扩展 50m 的区域作为评价范围。本项目评价范围示意图见图 7-1 所示。



图 7-1 本项目评价范围示意图

7.1.2 评价目的

通过对本项目内容进行分析和估算，以期达到以下目的：

1. 了解掌握建设项目周围地区环境辐射现状；
2. 评价项目在运行过程中对周围环境及公众成员造成的辐射影响；
3. 评价项目运行对周围环境的辐射影响；
4. 评价辐射防护措施效果，提出进一步减少辐射危害的措施，为环境保护行政主管部门

部门管理提供依据；

5. 通过该项目辐射环境影响评价，为营运单位保护环境和公众利益给予技术支持；

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

7.1.3 评价原则

1. 以建设项目为基础，环保法律法规为依据，国家有关方针政策为指导的原则；

2. 突出该项目的特点，抓住关键问题，坚持实事求是、客观公正的原则；

3. 评价来源于项目、服务于项目、指导于项目的原则。

7.1.4 评价因子

本项目评价因子主要为 X 射线。

7.2 保护目标

本项目拟新建的介入治疗手术室，由医院地下一层男女卫浴间改建。介入治疗手术室包含 DSA 机房、设备间、污物间和控制室。DSA 机房实体屏蔽边界周围 50m 范围的建筑物均为医院医疗用房，医院北侧国雅大厦、南侧使馆区均在 50m 评价范围之外。新建的 DSA 机房平面布局见图 7-4。

新建的 DSA 机房楼下为土层，楼上为急诊输液区和候诊区，北侧为污物间，东侧为土层，南侧为控制室，西侧为设备间。介入手术区域只有医护人员和手术患者才能进入，故对周围公众的辐射影响主要为楼上输液区。DSA 照射区域为楼上候诊区，无常居留的医护人员。

本项目周围保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 DSA 机房实体屏蔽体周围 50m 范围内的保护目标

保护目标	方位	距项目边界最近距离 (m)	常居留人数 (预计)
土层 (人员不可达)	东侧	紧邻	/
控制室	南侧	紧邻	2
设备间、缓冲区	西侧	紧邻	/
污物间	北侧	紧邻	/
急诊输液区和候诊区	楼上	紧邻	2 (照射区域无常居留人员)
土层	楼下	紧邻	/

DSA 机房位置及周围环境见图 7-2 所示。DSA 机房楼上对应区域示意图见图 7-3 所

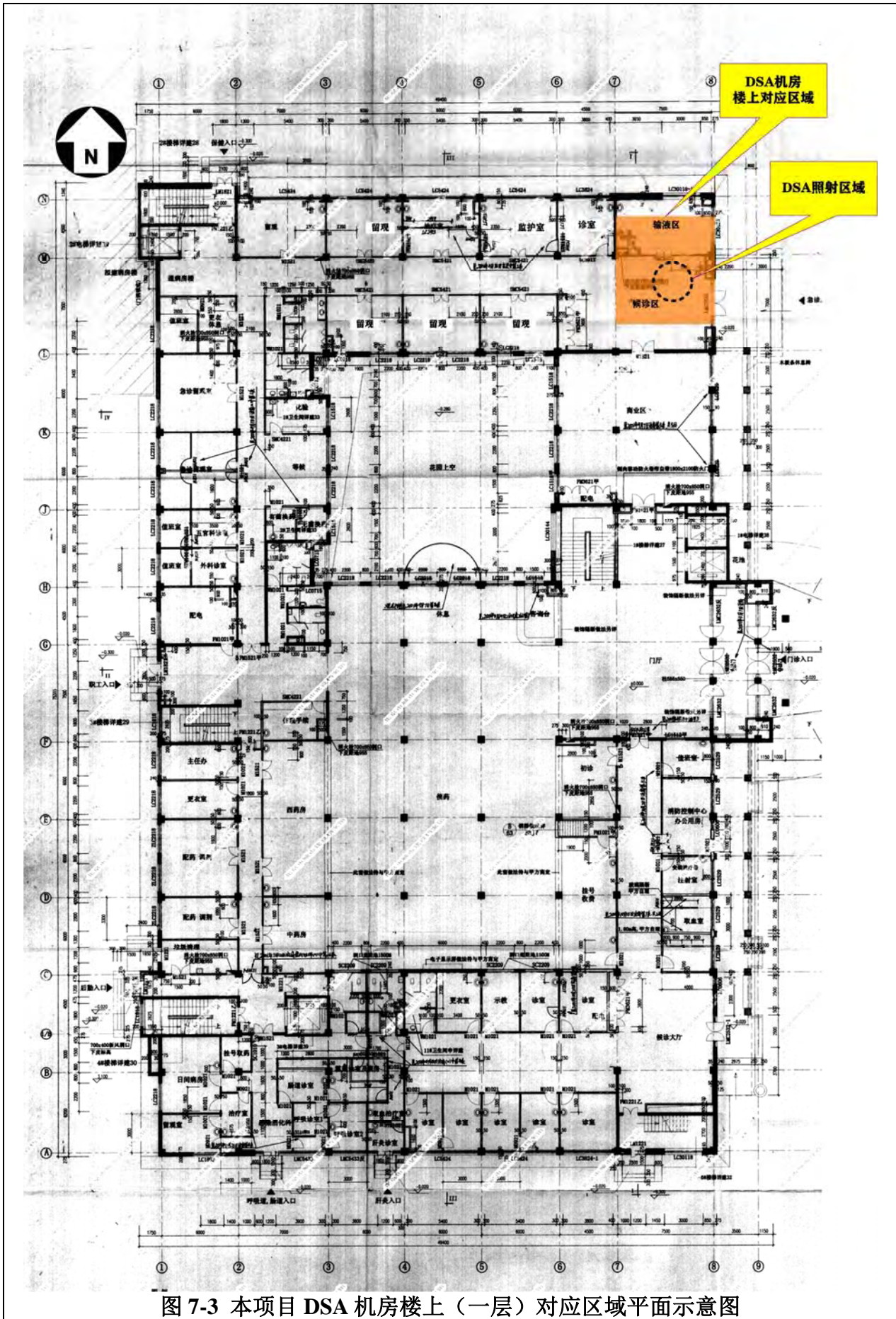


图 7-3 本项目 DSA 机房楼上（一层）对应区域平面示意图

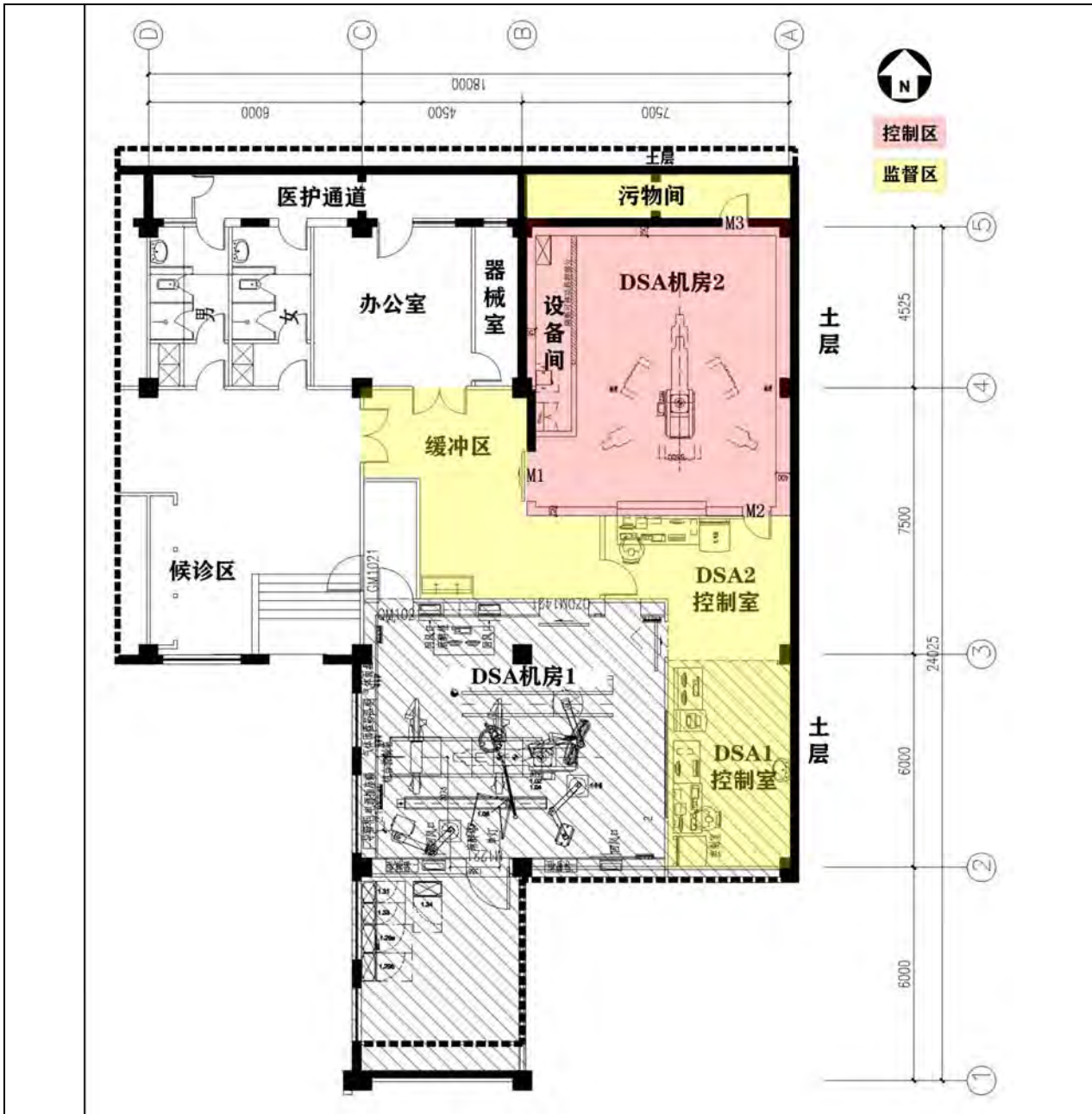


图 7-4 本项目 DSA 场所（机房 2）平面布局示意图

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值和剂量约束值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的规定：

(1) 剂量限值

表 7-2 个人剂量限值

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续 5 年的年平均有效剂量不超出 20mSv，且任何一年中的有效剂量不超出 50mSv。	年有效剂量不超出 1mSv，特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

(2) 剂量约束值

本评价对职业人员和公众的剂量约束取值如下：

1. 本项目辐射工作人员年受照剂量约束值取 5mSv。
2. 本项目对周围公众的年受照剂量约束值取 0.1mSv。

7.3.2 剂量率控制水平

本项目对职业人员和公众的受照剂量除满足剂量约束值条件外，还要符合：

1. 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 规定，DSA 设备在透视时，机房周围（含墙体、防护门、观察窗、楼上和楼下等）的剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；
2. 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 规定：DSA 设备在屏片摄影时，机房周围（含墙体、防护门、观察窗、楼上和楼下等）的剂量当量率应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ 。为了有效减少相邻场所医护人员和公众的受照剂量，医院拟进一步加强屏蔽防护，确保 DSA 在摄影工况下，其机房周围剂量当量率也不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

7.3.3 X 射线设备机房的屏蔽防护及空间要求

X 射线设备机房屏蔽防护要求：DSA 机房屏蔽执行现行的《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 给出的不同类型 X 射线机房的屏蔽防护要求，见表 7-3。

表 7-3 C 形臂 X 射线机房的屏蔽防护要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C形臂X射线设备机房	2	2

射线装置机房空间要求：根据现行的《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 相关要求，本项目 DSA 机房最小有效使用面积、最小单边长度应满足表 7-4 的要求。

表 7-4 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效 使用面积(m^2)	机房内最小单边 长度(m)
双管头或多管头X射线设备 (含C型臂)	30	4.5

表 8 环境质量和辐射现状

评价期间，建设单位委托长润安测科技有限公司（CMA 213003100448）于 2023 年 11 月 8 日（天气晴）对北京首都儿研所门诊楼周围和内部辐射水平现状进行了检测，监测内容为 γ 剂量率。监测设备为 SCB603E 型环境级 X、 γ 剂量率仪(经北京计量院检定)，在距地面 1m 高度进行 γ 辐射剂量率水平测量，其性能参数见表 8-1。

监测方法：使用便携式检测设备直接测量。评价区 γ 辐射水平检测布点见图8-1所示，监测结果见表8-2。

表 8-1 检测仪器性能参数一览表

检测仪器	规格型号	性能参数	仪器编号	证书编号及有效期
环境级 X、 γ 剂量率仪	SCB603E	剂量率范围： 0.01uGy/h~3Gy/h； 能量范围：25keV-3MeV	CR-YQ-088	DD23J-CA100106 校准有效期至： 2024 年 4 月 3 日



图 8-1 门诊楼周围检测点位置示意图

表 8-2 评价区现状环境辐射剂量率水平监测结果

检测点位	检测点位置描述	γ 辐射剂量率*(nGy/h)
1	门诊楼东侧空地	93.7±2.6
2	门诊楼北侧空地	88.2±2.6
3	门诊楼西侧空地	89.8±2.8
4	门诊楼南侧空地	91.2±2.5
5	门诊楼地下一层更衣室（拟改建为 DSA 机房）	105.5±2.7
6	门诊楼一层输液区（DSA 机房正上方）	104.2±2.1

注：*检测结果含宇宙射线响应值。

根据《中国环境天然放射性水平》（1995），北京市天然辐射水平范围为 60-123nGy/h（室外，含宇宙射线）和 69.8-182nGy/h（室内，含宇宙射线）。首都儿研所院区以及拟建项目场所内和周围的本底辐射水平监测结果表明，各测点辐射剂量率属于正常本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工作原理

X 射线是高速电子与靶物质相互作用产生的。医用 X 射线诊断设备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 线使荧光屏、电子暗盒或感光胶片显影，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。

数字血管减影造影（DSA）是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法。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，具有高精度和灵敏度。

DSA 设备可开展的介入手术类型包括外周血管类、脑神经和心血管介入类等，本项目 DSA 拟主要开展儿童心血管内科介入、外周血管介入以及综合介入治疗工作。

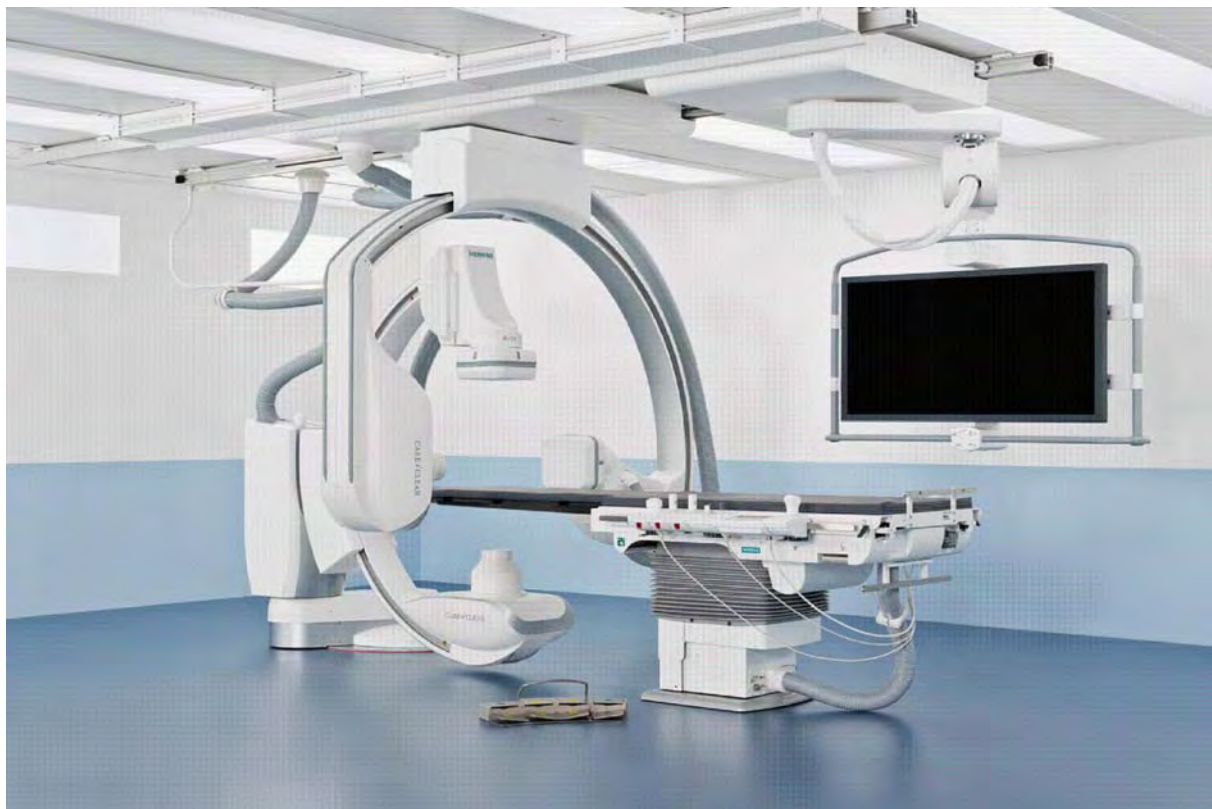


图 9-1 本项目拟新增的 DSA 设备外观图

9.2 设备组成

DSA 主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或多幅照相机组成。

9.3 治疗流程

DSA 诊疗时患者仰卧并进行经皮静脉穿刺，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达检查治疗部位施行探查、治疗，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

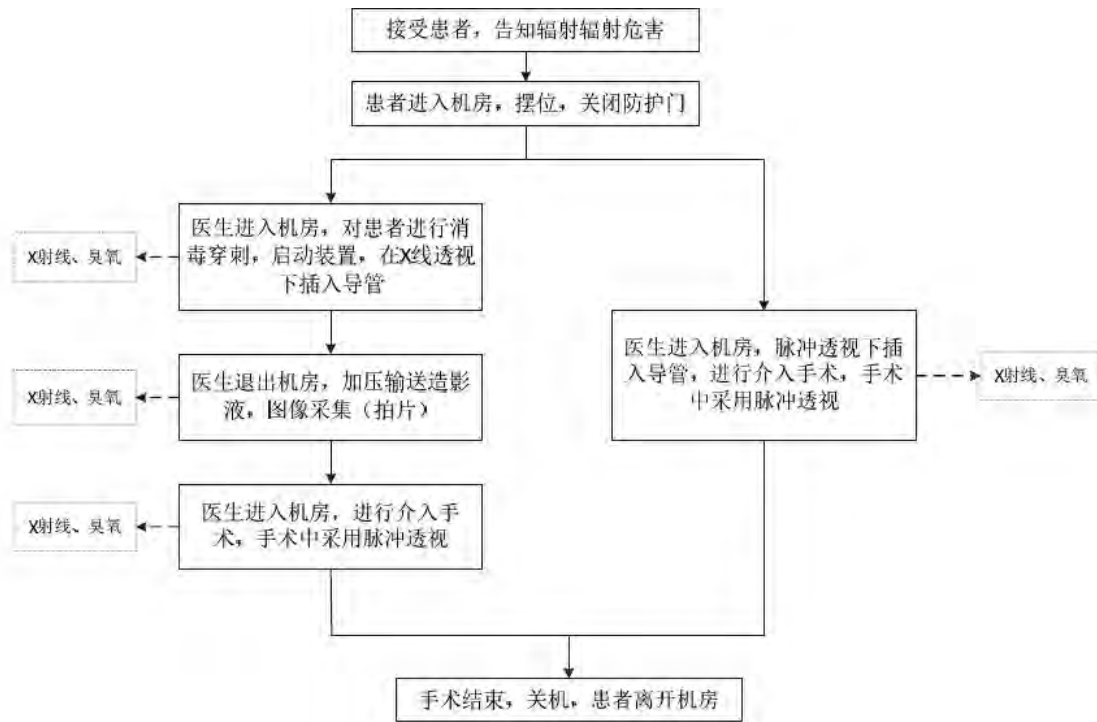


图9-2 手术流程及污染物产生环节示意图

1. 医生根据患者预约安排手术，并在手术前告知患者在手术过程中可能受到一定的辐射照射；

2. 病人由专职人员通过受检者防护门进入 DSA 机房，在医生指导下进行摆位，在确认机房内没有无关人员滞留后，关闭防护门；

3. 对患者进行无菌消毒、麻醉后，经穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，经鞘插入导管。医生利用脚踏板开关启动 X 射线系统进行透视，该过程中医生穿戴铅衣、铅围脖、佩带铅眼镜等个人防护用品进行防护。

出束时间与手术性质和医生手术水平有关，每台手术累计透视时间多为十几分钟；

4. 导管到位后，对患者注射造影剂，开启设备，摄影采集图像。此过程中，根据诊疗需要，医生多在操作室进行隔室摄影，偶然情况会在床旁进行摄影。每台介入手

术的摄影时间约 2 分钟左右；

5. 介入手术完成后，拔管按压穿刺部位后包扎，关闭射线装置。

本项目 DSA 投入运行后，年介入手术数量约 1000 例/年，每组介入工作人员的年手术量低于 500 例/年。

9.4 污染源项描述

9.4.1 主要的放射性污染物

DSA 的放射性污染物主要是设备进行透视和摄影时产生的 X 射线。

9.4.2 正常工况的污染途径

X 射线装置主要的放射污染是 X 射线。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 线机使用过程中，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，将在机房内累积。

9.4.3 非正常情况的污染途径

1. X 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 DSA 机房辐射安全与防护措施

1. DSA 机房采取实体屏蔽措施，保证机房周围(含墙外、防护门、观察窗、楼上等)剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

2. DSA 机房内的所有区域为控制区，与 DSA 机房毗邻区域(控制室、设备间、缓冲区和污物间等)作为监督区。在 DSA 机房设有的 3 个防护门上设置明显的电离辐射警告标志。



图 10-1 电离辐射警告标志

3. 患者防护门和污物间防护门上方设置工作状态指示灯，灯箱上拟设有“射线有害，灯亮勿入”的警示语句；指示灯的控制开关拟与控制室门关联。设备通电时，只要控制室防护门关闭，指示灯自动亮起。

4. 机房和控制台之间设有观察窗，并配置对讲系统。

5. 本项目 DSA 机房设 3 扇铅防护门。患者防护门 (M1) 为 1 扇 3mm 铅当量的电动平推门 (具有防夹人和自动延时关闭功能)，安装非接触式门控开关。控制室医护防护门 (M2) 和污物间防护门 (M3) 各为 1 扇含 3mmPb 的手动平开防护门，并安装自闭器。

6. 设置紧急停止按钮。在控制台旁和设备间均设置紧急停止按钮。DSA 出束过程中，一旦按下该按钮，可以停止 X 射线出束和设备运行。

7. 机房设通风系统，可防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积。

8. 为减少非检查部位的不必要照射，该项目拟配备个人防护用品。按照《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)，为工作人员至少配置：0.5mmPb 铅橡胶围裙 4 件，0.5mmPb 铅橡胶颈套 4 件，0.25mmPb 铅防护眼镜 4 副，0.025mmPb 介入防护手套 2 副。同样，为患者至少配备，0.5mmPb 铅橡胶性腺防护围裙、0.5mmPb 铅橡胶颈套各 1

件。

9. 为每名辐射工作人员均佩戴个人剂量计，进行个人剂量监测。介入手术室利用现有的 1 台剂量率，每半年对机房周围辐射水平进行一次监测。

10. 采取附加屏蔽 X 线措施：DSA 手术床沿悬挂含 0.5mmPb 的铅围帘，阻挡散射 X 线对医生的照射。在床上悬挂 0.5mm 铅当量的铅玻璃吊屏 1 个，用于阻挡散、漏射线对辐射工作人员的照射。

11. 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留。

12. 电缆由机房地面管沟从控制室观察窗一侧墙体下面通入控制室。空调管道从机房顶部墙角位置穿过墙体。地面电缆沟和风管外用 3mm 厚铅板进行防护，确保不影响和不减弱屏蔽体对射线的屏蔽效果。

13. DSA 机房内设备间的辅助设备安装后，装配可移动防噪音隔断，然后上锁，钥匙由介入手术室护士站管理。该设备间按照控制区管理，确保平时无人员可进入。

14. 机房配备火灾报警系统，配有灭火用品。

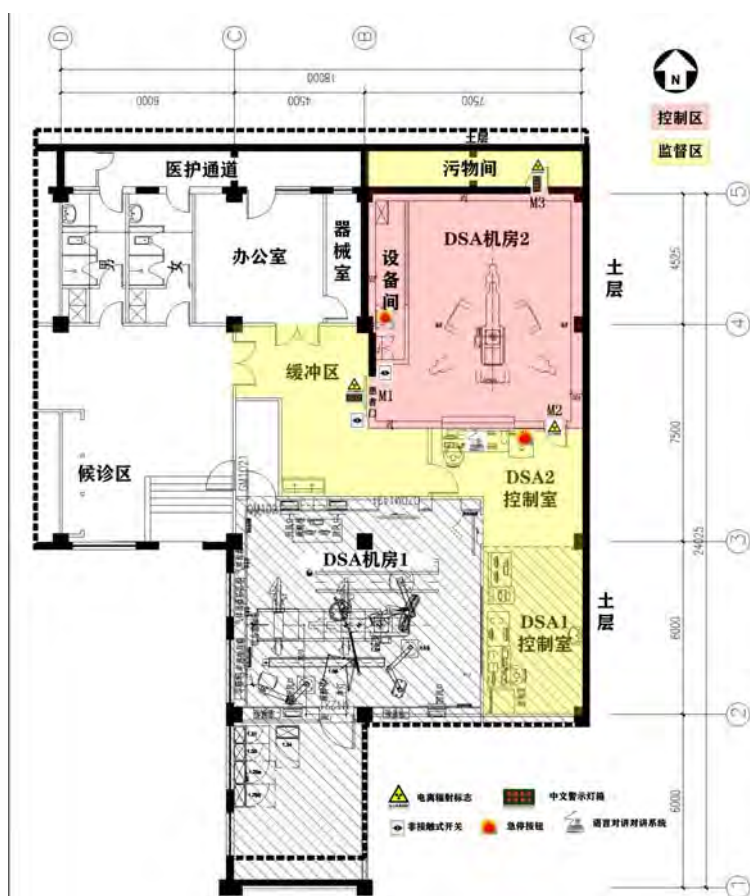


图 10-2 地下一层 DSA 机房辐射安全与防护设施布置示意图

表 10-1 介入治疗手术室安全与防护设施设计要求

序号	项目	检查内容	设计建造	备注
1*	A 场所设施	单独机房	√	设单独机房
2*		检查位局部屏蔽防护设施	√	配备床旁铅帘、铅玻璃吊屏等防护设施。
3*		医护人员的个人防护	√	配备铅衣、铅围脖、铅眼镜等局部个人防护用品。
4*		患者防护	√	为患者配备铅围裙、铅围脖等局部个人防护用品。
5*		机房门窗防护	√	设 3mm 铅当量铅玻璃观察窗，3mm 铅当量防护门 3 扇。
6*		闭门装置	√	电动防护门设自动延时关闭系统，手动防护门设闭门器。
7*		入口处电离辐射警告标志	√	标准电离辐射警告标志。
8*		入口处机器工作状态显示	√	工作状态警示灯。
9*	B 监测设备	监测仪器	√	介入手术室已配置 1 台便携式剂量率仪，状态良好，可以继续使用。
10*		个人剂量计	√	工作人员每人均配备个人剂量计。

10.2 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的满足情况

原环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用放射性同位素和射线装置的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“18 号令”要求的对照评估如表 10-2 所示。

表 10-2 安全和防护能力对照评估情况

安全和防护管理办法要求	单位情况	符合情况
射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目 DSA 机房门口显著位置均设置电离辐射警告标志，在防护门上方设置工作状态警示灯。	落实后符合
生产、销售、使用射线装置的单位，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。	医院每年委托有资质或有能力单位进行 1 次放射性工作场所和环境辐射水平监测，监测数据记录存档。	符合
生产、销售、使用射线装置的单位，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	医院将在每年 1 月 31 日前向生态环境主管部门提交年度评估报告。	符合

前向发证机关提交上一年度的评估报告。		
生产、销售、使用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。	医院已制定辐射工作人员培训考核计划，本项目拟新增配备至少 8 名辐射工作人员，通过辐射安全与防护考核后持证上岗。	落实 后符 合
生产、销售、使用射线装置的单位，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，应当立即调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	所有辐射工作人员均要求佩戴 TLD 个人剂量计，医院将委托有资质单位进行个人剂量监测，频度为每季度一次。	符合

10.3 对《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 10-3 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要求的对应评估情况。

表 10-3 项目执行“3 号令”要求对照表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求	项目单位情况	符合情况
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。	医院设立了辐射安全防护管理小组，负责全院辐射安全与防护工作的领导工作。设专人负责辐射安全与防护工作，部门内部职责明确。	符合
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。	医院已制定辐射工作人员培训考核计划，本项目拟新增配备至少 8 名辐射工作人员，通过辐射安全与防护考核后持证上岗。	落实 后符 合
使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及使用放射性同位素。	/
放射性同位素与射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目 DSA 机房 3 个防护门上显著位置均设置电离辐射警告标志，在患者防护门和污物门上方设置工作状态警示灯。	落实 后符 合

<p>配备必要的防护用品和监测仪器。</p>	<p>拟新增配备 1 台辐射剂量仪。还将新增配备铅眼镜、铅手套、铅衣、铅围裙和铅围脖等个人防护用品，满足工作需要。</p>	<p>落实 后符合</p>
<p>有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护措施、台帐管理制度、培训计划和监测方案。</p>	<p>医院制定了一系列的规章制度，如《辐射安全与防护管理小组及职责》《工作岗位要求》《辐射防护和安全保卫制度》《人员培训考核制度》《射线装置检修维护管理制度》《辐射监测制度》《辐射事故应急制度》。医院将进一步完善操作规程和监测方案，能够满足管理要求。</p>	<p>符合</p>
<p>有辐射事故应急措施。</p>	<p>医院将针对本项目可能发生的辐射事故完善辐射事故（件）应急预案。</p>	<p>符合</p>
<p>产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。</p>	<p>本项目无放射性“三废”产生</p>	<p>/</p>

10.4 三废的治理

本项目无放射性“三废”产生。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

对于本项目而言，将会在现有的大楼内进行简单的室内施工活动，对室外环境和周围人群的影响较小，故不再进行详细评价。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 使用血管造影机环境影响分析

(一) DSA 机房所在位置

本项目拟新建的介入治疗手术室，由医院地下一层南侧的男女卫浴间改建，楼下为土层，楼上为急诊输液区和候诊区，改造后 DSA 机房 2 北侧为污物间，东侧为土层，南侧为控制室，西侧为设备间、缓冲区。

(二) DSA 机房改造方案和屏蔽设计

(1) 机房改造方案

本项目实施前原有场所布局见图 11-1 所示，本项目完成后场所布局见图 11-2 所示。

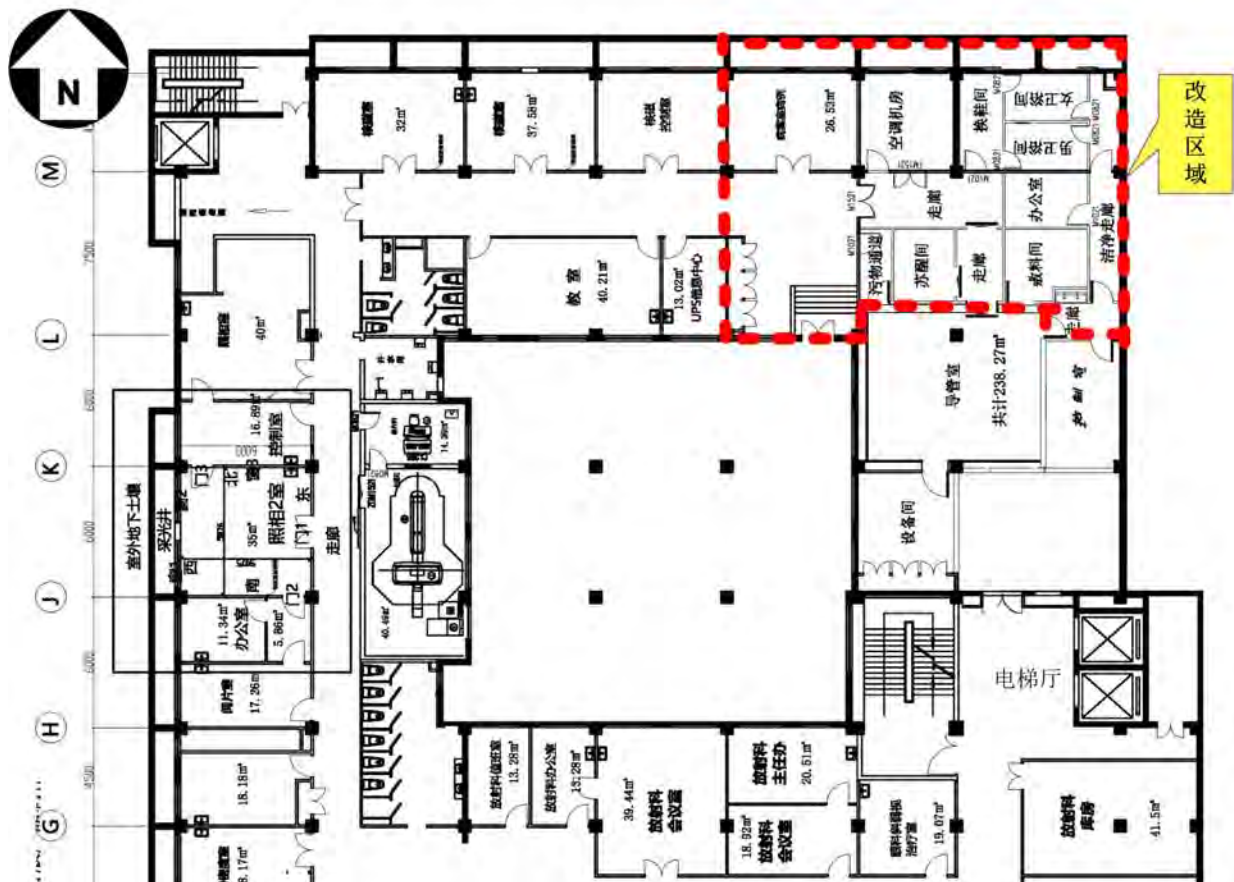


图 11-1 地下一层拟建 DSA 场所改造前平面图

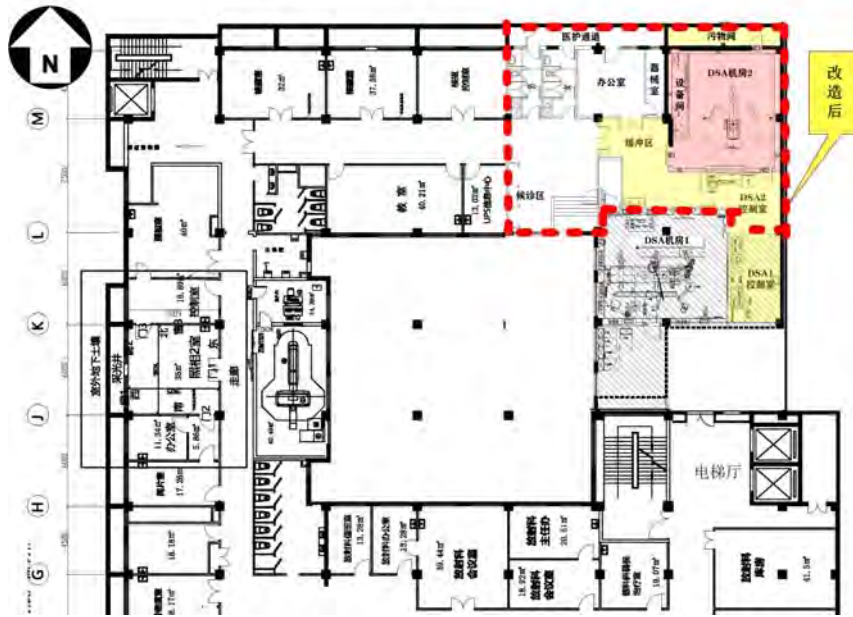


图 11-2 地下一层 DSA 场所改造后平面图

(2) DSA 机房规格

本项目地下一层 DSA 机房 2 布局及规格与《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 的符合情况见表 11-1 所示。

表 11-1 本项目 X 射线设备机房使用面积、单边长度要求及符合情况

序号	机房名称	双管头或多管头 X 射线设备 (含 C 型臂)	GBZ130-2020 标准要求	建筑尺寸 ^① (m)	有效尺寸 ^② (m)
1	地下一层 DSA 机房 2	机房内最小有效使用面积 (m ²)	30	48.6	52.56
		机房内最小单边长度 (m)	4.5	6.0m×8.1m	5.6m×7.6m

注：①建筑尺寸为机房实体屏蔽结构内的尺寸；②有效尺寸为机房装饰层内的尺寸。

对照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)对 DSA 设备机房的面积和单边长度的要求，本项目 DSA 机房满足相应要求。

表 11-2 本项目 DSA 机房 2 其它相关情况

机房名称	防护门	观察窗	通风	设备 摆向	采光窗
地下一层 DSA 机房	机房西墙设受检者进出电动平推防护门 (M1)，具有防夹和延时关闭功能，机房内、外均设感应门控开关。南墙东侧设控制室手动平开防护门 (M2)，北墙西侧设污物间手动平开防护门 (M3)。手动门均安装闭门器。	机房南墙设铅玻璃观察窗。	空调系统进行通风。	南北	机房内不设采光窗。

(3) 屏蔽材料和厚度

DSA 机房 2 屏蔽材料和厚度如表 11-3 所示。

表 11-3 DSA 机房 2 的屏蔽方案

机房名称	屏蔽体	现状屏蔽材料及厚度	本次屏蔽改造内容	屏蔽铅当量 (mmPb)	标准要求值 (mmPb)
DSA 机房	南墙	/	240mm 实心砖墙 + 附加 30mm 硫酸钡水泥	5.9	2.0
	西墙 (机房与器械室之间)	器械室部分为 240mm 实心砖	缓冲区部分新砌 240mm 实心砖墙 + 全部墙体再附加 30mm 硫酸钡水泥	5.9	2.0
	北墙	240mm 实心砖	天井采光窗用 2440mm 实心砖封闭。全部墙体再附加 30mm 硫酸钡水泥	5.9	2.0
	东墙	300mm 混凝土	/	4.7	2.0
	顶棚	200mm 混凝土楼板	附加 2 层 14mm 硫酸钡防护板	5.3	2.0
	底板	200mm 混凝土 + 土层	/	/	/
	受检者门	/	新建, 采用 3mm 铅板	3.0	2.0
	控制室门	/	新建, 采用 3mm 铅板	3.0	2.0
	污物间门	/	新建, 采用 3mm 铅板	3.0	2.0
	观察窗	/	新建, 采用 3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.0

注: 1、机房层高 3.5 米, 四周墙体屏蔽材料至顶棚, 顶棚附加屏蔽位于吊顶处。

2、铅当量依据 GBZ130-2020 附录 C 中 100kV 主束 X 射线相关参数进行折算。混凝土密度为 2.35g/cm³, 铅皮密度为 11.34 g/cm³。施行砖墙密度 1.65 g/cm³。10mm 硫酸钡水泥相当于 1mm 铅当量, 10mm 硫酸钡板相对于 0.8mm 铅当量。

对照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)对 DSA 设备机房的防护要求,有用线束墙壁应有 2mm 铅当量,非用线束墙壁也应有 2mm 铅当量的防护。本项目 DSA 机房的四周墙壁、防护门、控制台观察窗、屋顶屏蔽厚度均大于 2mm 铅当量,符合相应要求。

(4) 平面布局合理性分析

本项目 DSA 机房位于介入手术区域,位置相对独立,管理严格,只有医护人员和手术患者才能进入,无关人员禁止进入。地下一层 DSA 机房楼上为急诊输液区和候诊区(DSA 照射区域为患者候诊区,无常居留人员),楼下为土层,故本项目的 DSA 机房选址是适宜的。

DSA 机房 2 设置的铅玻璃观察窗便于观察到受检者状态。机房设置工作人员、受检者和污物间出入口。将 DSA 机房 2 作为控制区管理,机房周围毗邻的设备间、污物间、控制室和缓冲区等场所作为监督区管理。控制区与监督区划分明确,符合放射工作场所分区管理原则。本项目机房布局及分区见图 11-2。

DSA 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，本项目分区明确，平面布局既满足使用要求，又有利于辐射防护，评价认为本项目平面布局合理。

(三) 设备参数和使用规划

(1) 设备技术参数

本项目 DSA 设备为双管球，最大管电流 $\leq 1000\text{mA}$ ，最大管电压 $\leq 125\text{kV}$ 。

(2) 使用规划

本项目 DSA 在介入治疗手术内使用，拟主要开展儿童心血管内科介入、外周血管介入以及综合介入治疗工作，设备的年手术量 1000 例，工作人员的年手术数量不超出 500 例。

根据经验数据，DSA 手术类型、工作量、曝光时间见表 11-4 所示。

表 11-4 DSA 手术类型、工作量、曝光时间预计

手术类型	每台手术透视累计曝光时间 (min)	每台手术摄影累计曝光时间 (min)
先心病放射介入治疗	5	1
外周血管介入	10	2

本项目保守按外周血管介入治疗曝光时间计算 DSA 透视和摄影工作状态的累积出束时间，见表 11-5 所示。

表 11-5 血管造影机年出束时间

工作状态	平均出束时间/例	年手术量	累计出束时间
透视	10min	500	83.3h
摄影	2min	500	16.7h

(四) 辐射环境影响评价

(1) DSA 机房周围的贯穿辐射水平

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

为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，DSA 实际使用时，管电压和管电流通常留有一定裕量，管电压通常控制在 100kV 以下，管电流通常控制 500mA 以下。

《医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）的“表 B.1 X 射线透视设备的检测项目与技术要求”规定，透视受检者入射体表空气比释动能率最大值

≤176mGy/min。《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）5.8.3 规定，X 射线设备的最小焦皮距为 20cm。由以上两个条件，可得出透视工况下，距离靶点 1 米处的 X 线辐射剂量率最大为 422mGy/h。

本项目保守以 422mGy/h 为透视工况下最大输出量率进行评价；摄影工况下，管电流最大为透视工况的 50 倍，摄影采用脉冲模式，按照 15 帧/s 计算，最大输出剂量率约为透视的 7.5 倍，为 3.165Gy/h（具体计算见职业人员受照剂量估算部分）。

本项目 DSA 主要针对儿童介入治疗，体型相对偏小，DSA 设备采用自动调强，运行参数保守按照成人模式，见表 11-6。

表 11-6 设备运行最大工况及相关参数

运行模式	DSA 最大运行工况
摄影	90kV/500mA
透视	90kV/10mA

1. X 线泄漏辐射

$$H = \frac{H_0}{R^2} B$$

式中：H 为估算点的泄漏辐射剂量率，μSv/h；H₀ 为距 X 射线装置靶点 1m 处的泄漏辐射的最大剂量率，μSv/h，保守取初级辐射束的 0.1%。R 为 X 射线靶点到关注点的距离，m；B 为屏蔽墙厚度的衰减因子，可以依据 GBZ130-2020 附录 C 表 C.2 参数求得。

本项目 DSA 为双管球设备，2 个管球有时候会同时运行，故泄漏辐射按照单管球的 2 倍考虑。

2. 患者的散射辐射

$$H = \frac{H_0}{R^2} \frac{F \times \alpha}{400 \cdot R_0^2} B$$

式中：H 为预测点位的散射辐射剂量率，μSv/h；H₀ 为距 DSA 设备靶点 1m 处的剂量率，μSv/h；R 为散射面中心点到关注点的距离，m；B 为屏蔽墙衰减因子，可根据 GBZ130-2020 附录 C 中表 C.2（90kV）计算得出。R₀ 为辐射源点（靶点）至散射体的距离，m；此处 R₀ 取最小值 0.60m（设备靶点至接收器最小距离多为 90cm，距离手术床的距离最小为 60cm）；F 为 R₀ 处的射野面积，m²（取 400cm²）；α 为散射因子，定义为入射辐射被面积为 400cm² 水模体散射至 1m 处的相对份额，根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1，100kV X 线 90° 散射因子取为 1.5×10⁻³。

由上述公式计算患者散射辐射可知，1m 处的散射辐射水平约为靶点 1m 处剂量率的 0.41%。同样，本项目按照双管球 DSA 进行评价，故散射辐射也按单管球 2 倍考虑。

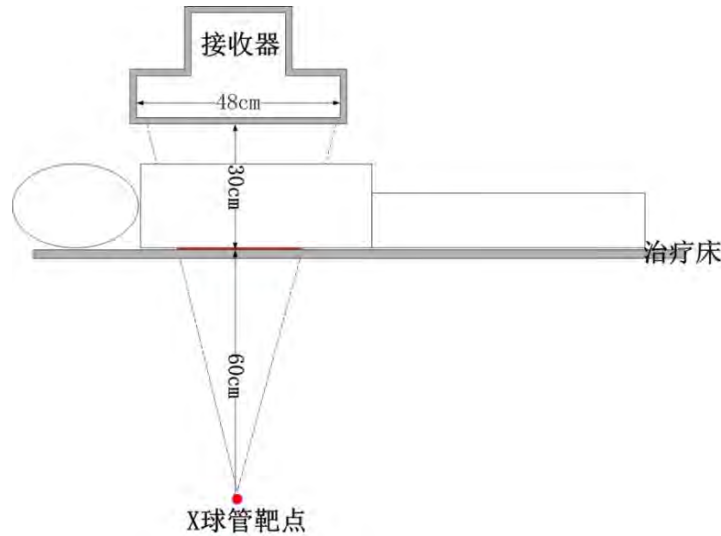


图 11-3 DSA 照射示意图

3. 泄漏辐射+散射辐射

DSA 机头的泄漏辐射水平通常低于靶点 1m 处剂量率的 0.1%。

患者散射计算得知，1m 处散射辐射水平约为靶点 1m 处剂量率的 0.41%。

实际上，散射辐射较泄漏辐射能量低，其透射能力低于泄漏辐射。故本项目在估算机房周围附加剂量率水平时，以 1m 处剂量率的 0.51%（散射+泄漏）作为源项，保守估算 DSA 机房周围的附加剂量率水平。

4. 场所周围的附加剂量率水平

X 射线靶点视为点源，输出量率保守按实际使用的最大功率（透视 90kV/10mA、摄影 90kV/500mA），并根据 GBZ130-2020 附录 C 中最大管电压（90kV）相关参数计算混凝土和铅的衰减系数，依据再结合距离衰减，来估算机房周围各关注点的剂量率水平。

$$D=D_0 \times B/R^2$$

式中：D-估算点附加剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

D_0 -距源 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

B-衰减因子， $B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{-\alpha x} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-1}$ ，依据 GBZ130-2020 附录 C.1.2 计算；

R—X 射线靶到计算点的距离，m。

DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities” 4.1.6 节（P62）指出，

DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射，故本项目重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

地下一层 DSA 机房建筑尺寸为：8.1m(东西)×6.0m(南北)×3.5m(高)。考虑 DSA 设备使用时，管球会在一定范围内（水平方向约 1m×1m，垂直方向 0.5m）移动，图 11-4 和图 11-5 中标注了估算点距管球的最近距离。估算结果见表 11-7。

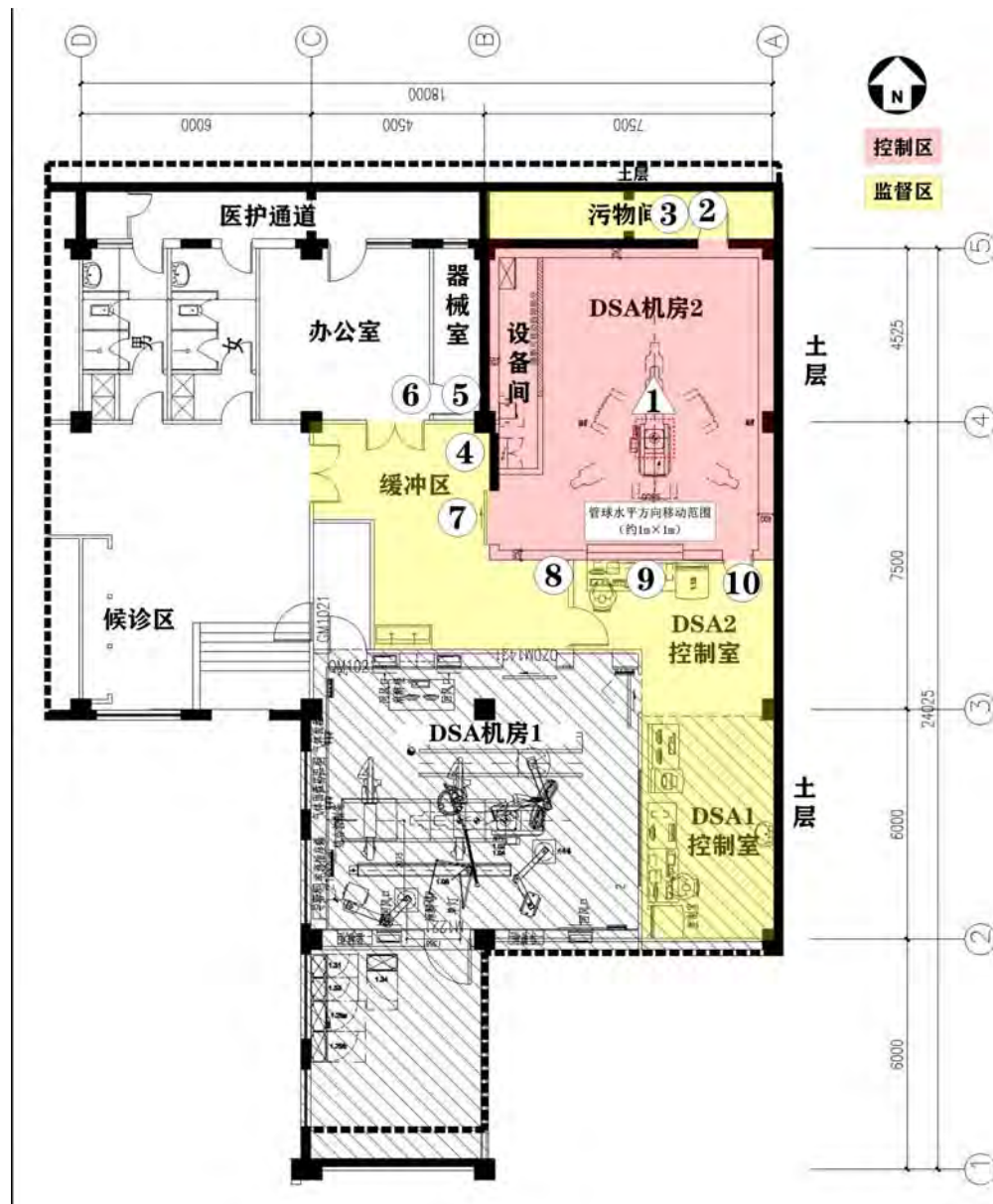
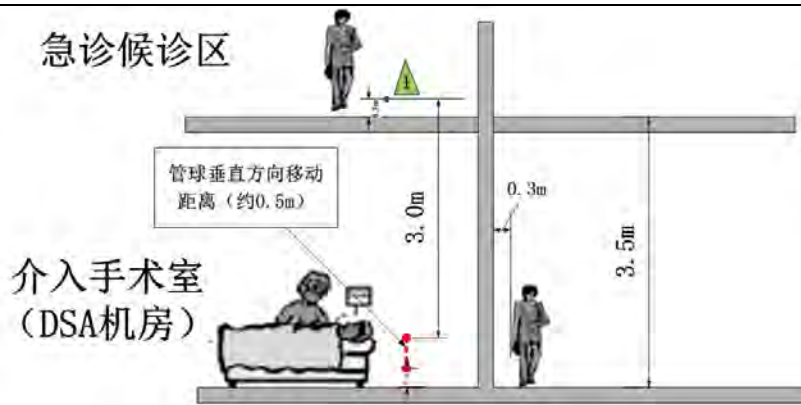


图 11-4 地下一层 DSA 机房估算点位置示意图



土层

图 11-5 地下一层 DSA 机房剖面示意图以及估算点位置示意图

表 11-7 地下一层 DSA 运行时机房周围的附加剂量率估算结果

设备工况	使用工况	编号	计算点位置	屏蔽材料铅当量	衰减因子(B)	设备 1m 处剂量率 (Gy/h)	射线束类型	距离 (m)	剂量率估算值* ($\mu\text{Sv/h}$)
X 线透视	最大管电压 90 kV	1	楼上距地板 30cm 处	5.3mm 铅当量	6.85E-09	0.422	泄漏+散射	3.0	3.28E-06
		2	北侧污物间防护门外 30cm 处	3.0 mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.0	1.37E-03
		3	北墙外 30cm 处 (污物间)	5.9mm 铅当量	5.89E-10		泄漏+散射	4.9	1.95E-07
		4	西墙外 30cm 处 (缓冲间)	5.9mm 铅当量	1.09E-09		泄漏+散射	4.3	2.54E-07
		5	西侧设备间外 30cm 处 (器械室)	5.9mm 铅当量	1.09E-09		泄漏+散射	4.3	2.54E-07
		6	西侧办公室内	5.9mm 铅当量	1.09E-09		泄漏+散射	5.5	1.55E-07
		7	西侧患者防护门外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.2	1.94E-03
		8	南侧控制室墙外 30cm 处	5.9mm 铅当量	1.09E-09		泄漏+散射	3.3	4.31E-07
		9	南侧观察窗处 (控制室)	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.9	4.06E-03
		10	南侧控制室防护门外 30cm 处 (控制室)	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.3	3.13E-03
X 线摄影	最大管电压 90 kV	1	楼上距地板 30cm 处	5.3mm 铅当量	6.85E-09	3.168	泄漏+散射	3.0	2.46E-05
		2	北侧污物间防护门外 30cm 处	3.0 mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.0	1.02E-02
		3	北墙外 30cm 处 (污物间)	5.9mm 铅当量	5.89E-10		泄漏+散射	4.9	1.47E-07
		4	西墙外 30cm 处 (缓冲间)	5.9mm 铅当量	1.09E-09		泄漏+散射	4.3	1.90E-06
		5	西侧设备间外 30cm 处 (器械室)	5.9mm 铅当量	1.09E-09		泄漏+散射	4.3	1.90E-06
		6	西侧办公室内	5.9mm 铅当量	1.09E-09		泄漏+散射	5.5	1.16E-06

	7	西侧患者防护门外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.2	1.45E-02
	8	南侧控制室墙外 30cm 处	5.9mm 铅当量	1.09E-09		泄漏+散射	3.3	3.23E-06
	9	南侧观察窗处 (控制室)	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.9	3.04E-02
	10	南侧控制室防护门外 30cm 处 (控制室)	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.3	2.35E-02

注：*保守以距靶点 1m 处剂量率的 0.51%（散射+泄漏）作为源项，双管球按照 2 倍叠加。

从上述估算结果可知，在“透视”和“摄影”模式下，地下一层 DSA 机房周围附加剂量率最大值约为 $3.04E-02 \mu\text{Sv/h}$ ，满足本项目所设定的机房屏蔽体外剂量率 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率控制水平。对楼上（距地板 30cm 处）的剂量率贡献最大为 $2.35E-05$ ，可见本项目对周围及楼上几乎无辐射影响。

(2) DSA 正常工况下所致医护人员的年受照剂量

本项目依照 GBZ128-2019 评价术者的受照剂量评价模式，考虑裸漏部位和屏蔽部位受照的综合剂量。

根据人员配置方案，DSA 计划配备 8 名辐射工作人员，年手术量按照 500 例/人进行计算，辐射工作人员受照射线照射时间如表 11-8 所示。

表 11-8 DSA 工作人员年受照时间预测

人员	人数	工作模式	年出束时间 (h/a)	居留因子	备注
医师	2	同室透视	83.3	1	全停留
		同室采集	16.7	1/16	偶尔停留
护士	1	同室透视	83.3	1/16	偶尔停留
		采集时控制室停留	16.7	1	全停留
技师	1	隔室透视	166.6	1	技师按参与 1000 例手术保守估计
		隔室采集	33.4	1	

1. 同室操作的术者位剂量率

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

1) 透视模式

《医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020) 的“表 B.1 X 射线透视设备的检测项目与技术要求”规定：非直接荧光屏透视设备，在透视防护区测试平面上周围剂量当量率应不大于 $400 \mu\text{Gy/h}$ 。

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

2) 采集模式

只有在临床不可接受的情况下，医护人员在摄影时才在机房内停留。《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 7.8.3 规定：“除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留”，本项目在血管瘤、血管畸形等介入治疗时，医护人员在摄影时全部撤出机房，只有在做心脏介入手术或神经介入手术时，医生偶尔会在摄影图像采集时在机房内停留，故居留因子保守取 1/16。

根据首都医科大学宣武医院使用双管球 DSA 调研数据，心脏介入时多数情况使用单管球，很少使用双管球。神经介入时会频繁采用双管球模式，双管球与单管球使用占比介于 1:1 到 3:2 之间，且双球管只在透视模式下使用。

采集模式时，采用脉冲模式，剂量率与帧数成正比。参考帧数较高的心脏模式条件：15 帧/s、10ms/帧，采集时电流与透视时电流之比取 50（500mA/10mA），假设采集与透视时 kV 相同（按 90kV 考虑），则采集产生的剂量率与透视产生的剂量率之比为 7.5（ $(500\text{mA} \times 15 \text{ 帧} \times 10\text{ms/帧}) / (10\text{mA} \times 1\text{s})$ ），故本评价采用标准要求的透视时术者位剂量率上限值保守考虑，即处于同室状态的工作人员在采集时（摄影模式）术者位剂量率为 3000 $\mu\text{Sv/h}$ 。

3) 防护用品透射因子 B

根据标准要求的防护用品配置方案，工作人员穿戴的个人躯干防护用品（铅橡胶围裙和铅橡胶颈套）为 0.5mmPb，按 GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》附录 C 中的方法，计算在 90kV 进行透视和摄影时，衰减系数为 0.025。

2. 年附加剂量计算公式

1) 同室操作

根据 GBZ128-2019《职业性外照射个人监测规范》中第 6.2.3 条，外照射致有效剂量计算公式为：

$$E_{\text{同室}} = \alpha \cdot H_u + \beta \cdot H_o$$

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

α ——系数，有甲状腺屏蔽时取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

H_u ——铅围裙内佩戴个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位为 mSv。

β ——系数，有甲状腺屏蔽，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

H_o ——铅围裙外锁骨对应衣领位置佩戴个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位为 mSv。

根据 GBZ130-2020，工作人员采取铅衣（0.5mm 铅当量）屏蔽措施，在 90kV 进行透

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

$$E_{\text{透视}} = (0.79 \times 10 + 0.051 \times 400) \times t_{\text{透视}} = 28.3 \times t_{\text{透视}}$$

$$E_{\text{采集}} = (0.79 \times 75 + 0.051 \times 3000) \times t_{\text{采集}} = 212.25 \times t_{\text{采集}}$$

2) 隔室操作

操作技师在控制室内隔室操作，取控制室观察窗外 30cm 处剂量率。

3. 职业人员年附加剂量估算结果

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， μ Sv/a；D--计算点附加剂量率， μ Gy/h；t--DSA 年出束时间，h/a；k--有效剂量与吸收剂量换算系数，Sv/Gy，本项目取 1.0；T--居留因子。参考《辐射防护手册第三分册 辐射安全》（李德平编）P80，居留因子 T 按三种情况取值：(1) 全居留因子 T=1，(2) 部分居留 T=1/4，(3) 偶然居留 T=1/16。

职业人员附加年有效剂量估算结果见表 11-9。根据估算，介入工作人员的年受照剂量低于本项目设定的 5mSv 的年有效剂量约束值。

表 11-9 DSA 所致工作人员年附加有效剂量估算结果

估算对象		最大附加剂量率 (μ Gy/h)	年受照时间 (h/a)	居留因子	年附加有效剂量(mSv)
术者 (医师)	透视	10(铅衣内)/ 400(铅衣外)	83.3	1	2.58
	摄影	75(铅衣内)/ 3000(铅衣外)	16.7	1/16	
辅助人员 (护士)	透视 (机房)	10(铅衣内)/ 400(铅衣外)	83.3	1/16	0.15
	透视 (控制室)	4.06E-03	83.3	1	
	摄影 (控制室)	3.04E-02	16.7	1	
控制室 (技师)	透视	4.06E-03	166.6	1	1.70E-03
	摄影	3.04E-02	33.4	1	

上述剂量估算保守依照 DSA 设备“在透视防护区测试平面上的空气比释动能率为 400 μ Gy/h 的限值”进行的，实际上，DSA 出束时操作位的剂量率水平多数低于 300 μ Gy/h，故介入治疗医师年开展 500 例手术的年受照剂量预计在 2mSv 左右。护士在手

术室内偶尔会暴露在射线环境中，预计年受照剂量低于 0.15mSv，介入场所的技师仅在控制室内操作设备，年剂量贡献很小，满足本项目设定的 5mSv 的年有效剂量约束要求。

剂量叠加：1) 本项目运行后，2 间 DSA 机房相邻，在控制室和缓冲区停留人员会存在剂量叠加情况。保守按照 2 倍剂量叠加，控制室技师受照剂量为 $3.4E-03 \mu Sv/h$ ，依然满足剂量约束的要求。2) 本项目医师和护士除本项目外，不从事其它放射性工作，不存在剂量叠加情况。技师也可能操作 III 类射线装置，需要考虑剂量叠加。查阅 2022 年度（附件 2）个人剂量检测报告，操作 III 类射线装置工作人员年受照剂量均低于 0.136mSv。叠加本项目受照剂量 ($1.70E-03mSv/a$)，将来 DSA 技师受照剂量同样低于年剂量约束值。

(3) DSA 正常工况下所致周围公众的年受照剂量

本项目的介入治疗手术室区域位于门诊楼地下一层，限制无关人员进入，主要是手术室区域外和机房楼上的公众，会受到一定剂量的辐射照射。

表 11-10 给出了周围和楼上公众可能受到的最大受照剂量，可见，地下一层 DSA 机房 2 周围及楼上停留公众的最大受照剂量为 $1.06E-01 \mu Sv/a$ ，满足本项目设定的 0.1mSv ($100 \mu Sv$) 年剂量约束值。周围 50m 范围内其它公众，年受照剂量均低于 $1.06E-01 \mu Sv$ 。

表 11-10 公众年附加受照剂量估计

方位	最大附加剂量率* ($\mu Gy/h$)		年工作时间** (h/a)	居留因子	年附加剂量 (μSv)
机房四周	透视	4.06E-03	166.6	1/16	1.06E-01
	摄影	3.04E-02	33.4	1/16	
楼上 (一层)	透视	3.28E-06	166.6	1	1.37E-06
	摄影	2.46E-05	33.4	1	

注：*机房四周取设备间内最大附加剂量率保守估算。**年工作时间为 1000 例手术总时间。

(4) 有害气体的环境影响

根据以往的估算结果，在 DSA 运行中，臭氧的平均产额低于 1mg/h，本项目 DSA 年产生约 170mg 臭氧，对环境的影响十分轻微，本报告对其环境影响不做具体评价。

(五) 射线装置报废

本项目 DSA 设备报废时，必须对设备管球进行毁型处理，确保装置无法通电出束，并将设备处理去向记录备案。

11.3 事故影响分析

11.3.1 DSA 可能发生的事故/事件情形

DSA 项目可能发生的意外情形主要是误照，具体有：

1. 人员误入机房受到不必要的照射。人员误入 DSA 机房后，受照剂量有限，见表 11-11，不会发生“受到大剂量照射”的辐射事故，

2. 工作人员未撤离 DSA 机房，操作间人员启动设备，导致误照。同样受到该种情形的意外照射，受照剂量也有限，同样不会发生“受到大剂量照射”的辐射事故。

3. DSA 出束时，没有关闭防护门，对附近经过或停留人员产生误照射。发生该类事件时，误照人员的剂量很小。

4. 医务人员违反操作规程和有关规定，在从事介入手术期间，未穿戴个人防护用品开展手术。该种情况可能导致辐射工作人员受到较大剂量的照射。

11.3.2 可能发生事故/事件的防范措施

针对该类事件的防范措施是：

1. 加强分区管理，控制区只有辐射工作人员可以进入，同时关注监督区辐射水平。每年委托第三方检测机构对监督区的剂量率水平进行一次监测。

2. 在机房防护门上设置辐射警告标识。在防护门上方设置工作状态警示灯，并且和医患防护门关联。

3. 每月检查工作状态警示灯与出束关联是否正常，并经常检查警示灯工作是否正常。

4. 规范工作秩序，严格执行《数字减影血管造影机操作规程》，并要求“制度上墙”，辐射工作人员进入 DSA 机房，必须穿戴铅衣、铅帽和铅眼镜等个人防护用品。

5. 辐射安全与防护管理小组定期检查安全规章和制度落实情况，发现问题及时纠正。

11.3.3 发生人员误入或误照情况受照剂量估计

在双管球 X 射线装置同时工作时，透视时 1m 处的泄露辐射和散射辐射剂量率为 4.3mGy/h，摄影时 1m 处的泄露辐射和散射剂量率为 32.28mGy/h，人员进入射线装置机房距离 X 射线机的距离为 1-3m，摄影曝光人员受照时长按 10s 进行估算，估算结果见下表 11-11。

表 11-11 事故情况下的受照剂量估算

意外情形	曝光参数	停留位置	受照时间	受照剂量 (mSv)
人员误入机房或误留机房	90kV/500mA (摄影工况)	距离靶点 1m	10s	9.0E-02

防护门未关闭且公众在防护门处停留而误照	90kV/500mA (摄影工况)	机房内, 距离靶点 3m	10s	1.0E-02
介入手术医生未穿戴防护用品	90kV/10mA (透视工况)	距离靶点 1m	20min	1.43

由上表可知, 一次事故所受照剂量最大值为 1.43mSv/次, 均不构成辐射事故。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理

12.1.1 辐射安全管理机构

首都儿研所已经设置了辐射安全与防护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防护管理工作。人员构成具体情况见表 1-3 所示。医院落实是责任制，明确了分工和职责。

12.1.2 辐射安全管理规章制度

医院已经制定有相应的辐射安全防护制度，如《辐射安全与防护管理小组及职责》《工作岗位要求》《辐射防护和安全保卫制度》《人员培训考核制度》《射线装置检修维护管理制度》《辐射监测制度》《辐射事故应急制度》等。

本项目重新申领辐射安全许可证前，医院将对现有的辐射安全管理制度和辐射防护措施等进行补充完善，如操作规程、监测方案和应急预案等，以满足《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》的相关要求。

12.1.3 辐射工作人员培训

医院规定所有辐射工作人员，在上岗前必须按照生态环境部第 57 号公告（2019 年）和 9 号公告（2021 年），参加辐射安全与防护培训并在网上考核合格方可参加辐射工作。有效期满再次参加考核，并制定了辐射工作人员培训考核计划。

目前，首都儿研所现有 75 名辐射工作人员通过了辐射安全与防护培训考核。

本项目拟新增至少 8 名辐射工作人员，在通过辐射安全与防护考核后持证上岗。

12.1.4 辐射监测

（1）个人剂量监测

辐射工作人员佩戴 TLD 个人剂量计。按每个季度一次的频度委托有资质的机构进行个人剂量监测。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《辐射工作人员职业健康管理暂行办法》（原卫生部令第 55 号）要求建立辐射工作人员个人剂量档案。

个人剂量计的佩带位置：依据 GBZ128-2019，从事放射介入治疗工作人员应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

相关要求：①应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档

案。内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。②个人剂量档案应终身保存。③对于某一季度个人剂量监测数据超过 1.25mSv 的辐射工作人员，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在情况调查报告上签字确认。对于年度内个人剂量监测数据累计超过 5mSv 的，要开展调查，撰写调查报告，并要求采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，同时上报辐射安全许可证发证机关。④在每年的 1 月 31 日前上报的辐射安全和防护状况评估报告中，应包含辐射工作人员剂量监测数据及安全评估的内容。辐射工作人员进行个人剂量监测发现监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况进行文字记录。

(2) 工作场所监测

根据原环保部 18 令的要求，医院每年委托有资质单位对 DSA 工作场所进行 1 次辐射水平监测。

监测项目：周围剂量当量率；

监测频次：1 次/年；

本项目涉及工作场所的监测布点：监测点位见图 11-4，主要是射线装置机房的周边（含楼上、防护门、观察窗外）30cm 处。测量结果连同测量条件、测量方法和仪器、测量时间等一同记录并妥善保存。

(3) 环境监测

根据原环保部 18 令的要求，每年委托有资质单位对介入治疗手术室的周围环境进行 1 次辐射水平监测，每半年自行监测一次，数据记录存档。监测点位见图 8-1。

12.1.5 辐射监测设备和防护用品

(1) 医院拟配置的辐射监测仪器和个人防护用品

医院现有的辐射检测仪和辐射防护用品防护用品见表 12-1。

表 12-1 医院现有的辐射检测仪和辐射防护用品登记表

序号	仪器名称	型号	购置日期	仪器状态	数量	备注
1	剂量率仪	Survey Meter	2015-6-12	正常	1	
辐射防护用品						
	名称	数量		名称	数量	
	铅衣	21		铅帽	18	
	铅手套	1		铅眼镜	11	
	铅围裙	18		铅围脖	17	
	铅屏风	4		个人剂量计	75	

医院介入手术室现有 1 台瑞典产 RTI 型 Survey Meter（剂量率仪），量程范围为 0.01 μ

Sv/h~50mSv/h，能量响应范围为 25keV~3MeV，状态良好，可以满足将来 2 台 DSA 机房周围辐射水平自行监测的需要。

医院将按照《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 规定，为本项目配备一些必要的个人防护用品，具体见表 12-2 所示。

表 12-2 本项目拟配置的个人防护用品

类别	个人防护用品	规格	数量
工作人员	铅橡胶围裙	0.5 mmPb	4
	铅橡胶颈套	0.5 mmPb	4
	铅防护眼镜	0.25 mmPb	4
	介入防护手套	0.025mmPb	4
	铅橡胶帽子	0.25 mmPb	4
患者/受检者	铅橡胶性腺防护围裙	0.5 mmPb	1
	铅橡胶颈套	0.5mmPb	1
	铅橡胶帽子	0.5 mmPb	1
设备辅助防护用品	铅悬挂防护屏	0.5 mmPb	1
	床侧防护帘	0.5mmPb	1

12.1.6 辐射事故应急

医院将针对可能出现的超出剂量限值的照射事故（件），制定相应的《辐射事故应急预案》。同时，医院规定将每年组织一次演练。

12.2 项目环境保护验收内容建议

本建设项目环境保护验收主要内容列于表 12-3 中。

表 12-3 项目竣工环境保护验收内容一览表

验收内容	验收要求
剂量管理约束值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环评报告建议，公众、职业照射剂量约束值执行 0.1mSv/a 和 5 mSv/a。DSA 设备运行时，机房周围（含墙体、防护门、观察窗和楼上）的剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。
电离辐射标志和中文警示	在 DSA 全部防护门显著位置设置辐射警告标识，以及在患者防护门防护门上方设置工作状态警示灯。
布局和屏蔽设计	介入治疗手术室实行分区管理。介入治疗手术室及其配套用房的建设和布局与环评报告表的描述一致。屏蔽墙的屏蔽能力满足辐射防护的要求。机房通风系统正常。
辐射安全设施	按照《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 规定，为 DSA 设备机房

	<p>配备患者用铅围裙、铅围脖、铅帽各 1 件。为医护人员配备围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜、介入防护手套 4 套。DSA 机房配置铅玻璃防护吊帘、床侧防护帘各 1 件。</p>
辐射监测	<p>有满足管理要求的辐射监测制度；监测记录存档；为所有辐射工作人员进行个人剂量监测，建立健康档案。利用现有 1 台剂量率仪，自行开展辐射水平监测。</p>
规章制度	<p>建立相应辐射安全与防护管理制度，《辐射安全管理体系和岗位职责》《操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《放射工作人员管理制度》《台帐管理制度》《辐射工作场所及环境监测方案》《放射诊疗设备质量保证与控制制度》等。</p>
人员培训	<p>本项目 DSA 设备新增 8 名辐射工作人员，在通过辐射安全与防护培训考核后持证上岗。</p>
应急预案	<p>医院建立有应急预案。</p>

表 13 结论与建议

13.1 结论

1. 核技术应用现状：首都儿研所现持有北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[E0172]）。许可使用 II 类、III 类射线装置。有效期至 2025 年 8 月 11 日。

2. 实践正当性：因开展放射介入诊疗工作的需要，医院拟在门诊楼地下一层新建 1 处介入治疗手术室，新增使用 1 台血管造影机。本项目属于医疗常规核技术利用项目，具有良好的社会效益，其获得的利益远大于辐射效应可能造成的损害，符合实践正当性原则，同时医院具备了技术、人员和经费等条件。

3. 本项目周围辐射环境现状：评价区环境 γ 辐射剂量水平与北京市环境 γ 辐射剂量率水平基本一致，属于正常本底水平。

4. 辐射屏蔽能力分析：DSA 机房屏蔽设计符合辐射防护要求，预计场所周围的剂量率水平低于本项目设定的 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的控制要求，工作人员和公众受照剂量分别满足 5mSv/a 和 0.1mSv/a 的剂量约束要求。

5. 本项目 DSA 机房采取了必要的辐射安全与防护措施，如实行分区管理，在 DSA 机房门口等主要位置设置明显的电离辐射警告标志和工作信号指示。设置门控制开关、急停按钮，观察窗、对讲系统、铅防护屏（帘）等，可以防止设备误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。

6. 辐射安全管理：医院后期将新增的 DSA 设备的辐射安全管理工作纳入全院辐射安全防护管理机体系，将建立健全医院的辐射工作相关操作规程、岗位职责、辐射监测制度、人员考核计划和辐射事故应急预案，符合许可管理相关要求。

7. 根据医院提供的介入诊疗工作人员配置计划，本项目 DSA 设备拟新增 8 名辐射工作人员，在通过辐射安全与防护培训考核后持证上岗。医院拟新增配备 1 台辐射剂量仪，可以满足介入工作场所自行监测的工作需要。

8. 与生态环境部发布的《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》提出的具体要求进行对照评估，环评报告中描述的辐射安全和防护措施如果得到落实，能够满足运行的要求。

综上所述，首都儿科研究所附属儿童医院因放射介入诊疗工作需要，新建介入治疗手术室并新增使用 1 台血管造影机，相应的辐射安全制度和辐射防护措施基本可行，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，该建设项目是可行的。

13.2 承诺

为了保护环境，保障人员健康，医院承诺：

1. 在项目运行过程中，严格依照操作规程操作设备，不弄虚作假、违规操作。
2. 不断加强全院的辐射安全管理工作，进一步完善辐射安全管理规章制度，落实辐射安全管理责任。
3. 严格按照辐射监测方案定期对介入治疗手术室进行监测，并将监测记录保存留档。
4. 加强辐射工作人员管理，全部辐射工作人员通过辐射安全与防护考核后，持证上岗。
5. 及时办理新建场所的辐射安全许可手续。在项目建设投入运行后，及时自行组织竣工环境保护验收，运行过程中，并接受生态环境管理部门的监督检查。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公 章

经办人

年 月 日

审批意见：

公 章

经办人

年 月 日