

核技术利用建设项目

医防协同楼新增使用血管造影机项目
环境影响报告表

建设单位：中国医学科学院阜外医院 (公章)

2023年7月



核技术利用建设项目

医防协同楼新增使用血管造影机项目 环境影响报告表



建设单位名称：中国医学科学院阜外医院

建设单位法人代表（签名或签章）：胡盛寿

通讯地址：北京市西城区北礼士路 167 号

邮政编码：100037 联系人：徐彦霞

电子邮箱：fwhq xs@163.com

联系电话：15611190496



表 1 项目基本情况

建设项目名称		医防协同楼新增使用血管造影机项目			
建设单位		中国医学科学院阜外医院			
法人代表	胡盛寿	联系人	徐彦霞	联系电话	15611190496
注册地址		北京市西城区北礼士路 167 号			
项目建设地点		北京市西城区北礼士路 167 号医防协同楼二层			
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)	140
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>中国医学科学院阜外医院（以下简称“阜外医院”或“医院”）是国家级三级甲等心血管病专科医院，也是国家心血管病中心、心血管疾病国家重点实验室、国家心血管疾病临床医学研究中心所在地，以诊治各种复杂、疑难和重症心血管疾病而享誉国内外，已成为世界上最大的心血管疾病诊治中心和集医疗、科研、预防和人才培养于一体的国家级医学研究与教育中心。</p> <p>阜外医院始建于 1956 年，2009 年中央编办批复成立国家心血管病中心，正式形</p>					

成“中心—医院”一体化格局。医院分为临床医疗区和预防研究区。临床医疗区（阜成门外院区），总用地面积 5.53 万平方米，总建筑面积 15.7 万平方米；预防研究区（门头沟西山园区）总用地面积 7.33 万平方米，总建筑面积目前为 3.7 万平方米，未来将达到 9.2 万平方米。

医院设有冠心病中心、心律失常中心、急重症中心、心力衰竭中心、肺血管病中心、高血压中心、临床药理中心、血脂异常与心血管病诊治中心、内分泌与心血管病诊治中心、血栓性疾病诊治中心、特需医疗中心、成人外科中心、血管外科中心、小儿外科中心、术后恢复中心、麻醉中心、体外循环中心、放射影像中心、超声影像中心、核医学影像中心、功能检测中心、临床检验中心等临床和医技科室。

医院急性心肌梗死、冠状动脉旁路移植术、经皮冠状动脉介入治疗、高血压病（成人）四个病种医疗质量和医院效率综合评估分数均排名第一；第三方机构“门诊患者体验与满意度”总分排名第一；在复旦大学医院管理研究所发布的《中国最佳医院专科声誉排行榜》中阜外医院心血管病、心外科均连续九年蝉联第一。近十年来，医院在不断推进医疗技术创新理念的引领下，开展了国内第一个可植入式人工心脏临床试验、国产自主研发第三代全磁悬浮人工心脏、亚洲首例经皮左室辅助（impella）、国内第一例无导线起搏器植入术，在世界首创多项一站式杂交技术治疗冠心病、先心病、大血管病新技术（杂交技术治疗左主干+三支病变、新生儿肺动脉闭锁），且自主研发的 FW-2 型轴流心室辅助泵在国内率先开展临床试验，并在国际上首次采用 3D 打印技术经皮穿刺下腔型房间隔缺损封堵术，将中国心血管病的治疗提升到国际领先水平。

医院现拥有 2 个国家重点实验室（心血管疾病国家重点实验室、国家心血管病临床医学研究中心），2 个部级重点实验室（国家卫生健康委心血管疾病再生医学重点实验室、国家卫生健康委心血管药物临床研究重点实验室），2 个北京市重点实验室（心血管植入材料临床前研究评价北京市重点实验室、心血管疾病分子诊断北京市重点实验室），为心血管疾病的临床诊治及预防提供了强大的科研技术平台；搭建了医院—网络医院—社区心血管病防治平台、心血管临床数据随访与分析信息化平台、心血管生物资源库共享平台、心血管疾病分子诊断中心、心血管植入材料研发平台等高水平的医学研究平台及全新机制运营的中心实验室，以开放性平台服务国内外。

阜外医院始终以成为行业内精英医院为奋斗目标，以培养国家级心血管病专家为己任，致力于心血管领域高端人才的培养。医院现覆盖理学、医学、工学 3 个学科门类，一级学科博士学位授权点 5 个、一级学科国家重点学科 4 个、二级学科国家重点学科 10 个、二级学科北京市重点学科 2 个；国家级继续医学教育基地 2 个；三级学科专科医师培养基地 2 个。医院现有博士生导师 82 名、硕士生导师 94 名。

阜外医院本部位于北京市西城区北礼士路 167 号，其北侧为北营房北街和阜外医院北街，东侧为北礼士路，西侧为北营房中街，南侧为阜成门外大街。

1.2 核技术应用情况

1.2.1 辐射安全许可情况

阜外医院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[B0018]，有效期至 2026 年 3 月 29 日），许可使用 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。

(1) 许可使用的放射源：医院已获许可使用 2 枚放射源，具体情况见表 1-1。

表 1-1 已获许可使用的密封源

序号	核素	类别	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	活动种类
1	Co-57	V	3.7E+8×1	使用；
2	Co-57	V	7.4E+8×1	使用；

(2) 许可使用的非密封放射性物质工作场所：医院已获许可使用 1 处乙级和 2 处丙级非密封放射性物质工作场所，许可使用 5 种非密封放射性物质。具体情况见表 1-2。

表 1-2 已获许可使用的非密封放射性物质工作场所

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	活动种类
1	1 号楼核医学科	乙	F-18	5.92E+7	8.88E+11	使用；
2		乙	Tc-99m	7.4E+8	1.85E+13	使用；
3	1 号楼核医学科	丙	P-32	9.25E+5	9.25E+8	使用；
4		丙	I-125	9.25E+5	9.25E+8	使用；
5	电镜室同位素室	丙	U-238	4.96E+4	1.98E+5	使用；

(3) 已许可使用的射线装置：医院已获许可使用射线装置共 63 台，汇总情况见表 1-3。

表 1-3 已获许可使用的射线装置

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
----	------	----	------	------

1	移动式 X 线机	III	23	使用;
2	医用 CT 机	III	3	使用;
3	SPECT/CT	III	2	使用;
4	DR	III	5	使用;
5	数字减影血管造影机	II	24	使用;
6	双源 CT	III	5	使用;
7	CR	III	1	使用;

1.2.2 院近几年履行环保审批手续情况

医院近 5 年来共开展了 7 个核技术利用项目，均履行了环保审批手续，并全部完成了竣工环保验收，具体见表 1-4 所示。

表 1-4 近几年履行环保审批手续情况一览表

编号	项目名称	环保审批	竣工环保验收
1	新增使用数字减影血管造影机项目（报告表）	京环审[2019]23 号	2020 年 6 月完成了自主竣工环保验收。
2	2 号楼新增使用 1 台 CT 项目登记表	环评备案号 201911010200000713	已完成了登证手续
3	1 号楼新增使用 1 台双源 CT 项目登记表	环评备案号 202111010200000011	已完成了登证手续
4	核医学科改扩建	京环审[2021]101 号	准备申请使用许可
5	核医学科 PET/CT 室原址退役	京环审[2021]130 号	2022 年 2 月完成自主竣工环保验收
6	多模态影像手术室使用 II 类、III 类射线装置项目	京环审[2022]81 号	准备申请使用许可
7	院更新使用 1 台牙科 X 射线机	环评备案号 20231101020000144	准备申请使用许可

1.2.3 辐射安全管理体系情况

为加强对放射性同位素和射线装置的安全管理，阜外医院设立了放射性同位素与射线装置质量控制和安全防护管理委员会。该委员会内部职责明确，且设有专职管理人员。该委员会的人员组成情况具体见表 1-5。

表 1-5 阜外医院放射性同位素与射线装置质量控制和安全防护管理委员会

机构内职务	姓名	性别	行政职务	工作部门	专兼职
主任委员	杨伟宪	女	主管医疗副院长	院办	兼职
副主任委员	林芳芳	女	副处长	医务处	兼职
委员	凤玮	男	主任	外科管委会	兼职
委员	窦克非	男	主任	内科管委会	兼职
委员	吕滨	男	主任	放射科	兼职
委员	陆敏杰	男	主任	磁共振	兼职
委员	方纬	男	副主任(主持工作)	核医学科	兼职
委员	徐波	男	主任	介入中心	兼职
委员	王欣	男	主任	动物实验中心	兼职
委员	王红月	男	主任	病理科	兼职

委员	吴永健	男	主任	冠心病中心	兼职
委员	姚焰	男	主任	心律失常中心	兼职
委员	柳志红	男	主任	肺血管病中心	兼职
委员	蔡军	男	主任	高血压中心	兼职
委员	舒畅	男	主任	血管外科中心	兼职
委员	于存涛	男	副主任	血管外科中心	兼职
委员	蒋雄京	男	副主任	血管外科中心	兼职
委员	潘湘斌	男	主任	结构中心	兼职
委员	罗新锦	男	副主任	结构中心	兼职
委员	张戈军	男	副主任	结构中心	兼职
委员	张辰	女	组长	护理部	兼职
委员	吴文斌	女	处长	设备处	兼职
委员	杨杰	男	处长	后勤保障处	兼职
委员	蒙延	男	处长助理	后勤保障处	兼职
委员	吴春国	男	科长	动力科	兼职
委员	胡道涛	男	处长	项目建设办公室	兼职
委员	宋晓东	男	副处长	项目建设办公室	兼职
委员	王媛媛	男	处长	教育处	兼职
委员	张雪燕	男	处长	科研处	兼职
委员	王林	男	副处长	保卫处	兼职
委员	郑英丽	女	主任	药剂科	兼职
委员	丁青	女	主任	职工保健室	兼职
委员	侯志辉	男	主任助理	放射科	兼职
委员	李柱	男	胸片技术负责人	放射科	兼职
委员	韩磊	男	CT技术负责人	放射科	兼职
委员	张海龙	男	科室安全负责人	核医学科	兼职
委员	马玉珊	女	护士长	介入中心	兼职
委员	刘刚	男	技师长	介入中心	兼职
委员	姚德彪	男	干事	设备处	兼职
委员	杨红	女	干事	保卫处	兼职
秘书	史立辉	男	秘书	医务处	专职

1.2.4 辐射安全管理制度建立及执行情况

医院按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规的要求，结合医院实际情况，制定了一套相对完善的辐射安全管理制度，包括《放射性同位素与射线装置质量控制与安全防护管理办法》《放射工作场所及射线装置管理制度》《放射工作人员管理与防护制度》《辐射安全防护措施管理规定》《放射性同位素使用（转让）与安全管理规定》《放射性同位素与射线装置使用场所安全措施》《放射性废物管理规定》《放射性废物转运、处理方案》《放射设备台账管理制度》《核医学科工作制度》《科室设备检修维护制度》《衰变池值班人员岗位职责》《射线装置操作规程》以及《辐射事故应急预

案》等，能够满足工作需要。

上述各项规章制度已在实际工作中得到了有效的贯彻与落实。

1.2.5 个人剂量监测和场所监测情况

(1) 个人剂量监测

医院安排有专人负责个人剂量监测管理工作，为所有辐射工作人员均配备了个人剂量计，按 1 次/季度的频度委托开展了个人剂量检测，建立了个人剂量监测档案。

根据医院 2022 年度辐射工作人员个人剂量监测结果，在开展个人剂量检测的全部人员中，年受照剂量超出 1mSv 的只有 1 人（1.16mSv，放射介入工作人员），全部辐射工作人员的年有效剂量均满足 5mSv/a 剂量约束值要求。

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

(2) 工作场所辐射水平和表面污染监测

1) 工作场所辐射水平监测：每年委托有资质单位对全部在用射线装置和非密封放射性物质工作场所进行 1 次辐射水平监测，建立了监测记录档案。对于射线装置工作场所，监测位置主要包括机房四周(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；对于非密封放射性物质工作场所，主要包括 PET/CT 和 SPECT/CT 等装置机房、注射室和病人候诊室周围（含楼上、楼下）、控制室等相应场所。

根据医院 2022 年度各辐射工作场所的委托监测报告可知，检测结果均满足相关标准要求。

2) 表面污染监测：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利用配备的便携式表面污染监测仪自行完成。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。

1.2.6 辐射工作人员培训考核情况

医院制定有辐射工作人员培训考核计划。按照生态环境部 2019 年第 57 号公告和 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。医院现有 307 名辐射工作人员通过辐射安全与防护考核。

1.3 本项目概况

1.3.1 本项目背景

为了应对疫情期间危重患者的医疗诊治和疾病救治水平，阜外医院经规划部门同意，在医院东南角新建医防协同楼，配置 1 台血管造影机，开展疑似感染或受感染人员的介入诊疗工作，进一步完善医疗手段。

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

医院北侧为北营房北街和阜外医院北街，东侧为北礼士路，西侧为北营房中街，南侧为阜成门外大街。地理位置示意图见附图 1 所示，其平面布局和周围环境示意图见附图 2 所示。

本项目拟建的 DSA 机房位于阜外医院院内东南角医防协同楼二层，该二层建筑物为集门诊、介入手术于一体的综合医疗建筑。北侧为阜外医院特需门诊（8.4m），南侧为东润时代大厦（4.3m），东临北礼士路，西侧为现状方舱 CT。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下门诊人员。DSA 机房底板加强了屏蔽措施，将来对楼下门诊的附加剂量率为本底水平，且 DSA 设备使用范围无常居留人员，对门诊人员受照剂量基本上可以忽略，故 DSA 机房选址是可行的。

1.3.4 本项目环境影响评价内容

本项目建设场地已取得北京市规划和自然资源委员会西城分局临时建设工程规划许可证（见附件 5），本项目核技术利用建设内容属于新建。

建设内容为：在新建的医防协同楼二层设置介入治疗场所，使用 1 台单管球血管造影机，设备型号为 Ziehm Vision RFD，最大管电压 120kV，最大管电流 250mA，属于 II 类射线装置。相关情况见表 1-6。

表 1-6 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	Ziehm Vision RFD	120kV/250mA/30kW	单管球	医防协同楼二层 DSA 机房

本项目属于使用 II 类射线装置，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。受阜外医院的委托，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，编制了医防协同楼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 年手术量和工作负荷预计

阜外医院现有24台DSA设备，现有从事放射介入治疗的辐射工作人员237人，平均约10人使用1台DSA设备。按照4人一组（2名医师轮流、1名护士和1名技师相对固定）的工作模式，共3组人员轮流使用1台DSA设备。根据医院统计，目前每台DSA的年手术量约1500台左右，医生的平均年手术量不足500例/a。

本项目拟从现有辐射工作人员中调配 6 名辐射工作人员，新增 2 名辐射工作人员，具体见表 1-7，相对固定在该手术室开展先心结构、电生理射频消融、起搏器、冠脉造影等放射介入诊疗工作。每天最大手术量为 5 台，全年手术量不会超过 1250 例。

本项目配备的 8 名辐射工作人员有 6 名医生，可组成 3 个手术组（每组 2 名医师，1 名护士和 1 名技师固定常班），每组医生的年手术量低于 500 例，技师和护士年参与手术量最大为 1250 例。

本评价保守按照每组医生完成500例/a、护士和技师完成1250例/a的工作负荷进行评价。

表 1-7 本项目拟配置的辐射工作人员

姓名	性别	工作岗位	学历	培训时间	培训证号	备注
钱海燕	男	冠心病	博士	2021-1-13	FS21BJ0100170	调配
陈刚	男	电生理	博士	2021-1-6	FS21BJ0100039	调配
金敬琳	女	结构三	博士	2023-6-1	FS23BJ0300442	新增
徐亮	男	结构三	硕士	2023-6-1	FS23BJ0300440	新增
周发军	男	介入导管室	大专	2021-1-13	FS21BJ0100166	调配
鲁志民	男	介入导管室	本科	2020-12-24	FS20BJ0101779	调配
张亚森	男	介入导管室	大专	2021-1-15	FS21BJ0100189	调配
张耀霞	女	介入导管室	大专	2020-12-28	FS20BJ0101822	调配

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	Ziehm Vision RFD	120	250	放射介入诊疗	医防协同楼二层DSA机房	
	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 第 449 号公布；2014 年 7 月 29 日经国务院令第 653 号修订；2019 年 3 月 2 日经 国务院令第 709 号修订； 5. 《建设项目环境保护管理条例》，1998 年 11 月 29 日国务院令第 253 号发布施 行；2017 年 7 月 16 日国务院令第 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 环境保护总局令第 31 号公布；2008 年 12 月 6 日经原环境保护部令第 3 号修改； 2017 年 12 月 20 日经原环境保护部令第 47 号修改；2019 年 8 月 22 日经生态环境 部令第 7 号修改；2021 年 1 月 4 号生态环境部令第 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》，原环境保护部令第 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》，生态环境部令第 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； 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
----------	--

	<p>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. 《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（2019）第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>17. 《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>18. 《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>19. 《北京市城乡规划条例》，2019 年 3 月 29 日修订；</p> <p>20. 《北京市新增产业的禁止和限制目录（2022 年版）》。</p>
技术标准	<p>1. 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>3. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>4. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>5. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>6. 《医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）。</p>
其他	<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. 阜外医院环境影响评价委托书；</p> <p>5. 阜外医院提供的与本项目相关的申请和技术资料；</p> <p>6. 阜外医院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 保护目标与评价标准

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：

- 对建设项目环境辐射现状进行监测；
- 评价项目在运行过程中对工作人员及公众所造成的辐射影响；
- 评价辐射屏蔽防护措施效果，为生态环境行政主管部门管理提供依据；
- 对不利辐射环境影响提出防治措施，减少到“可合理达到的尽量低水平”
- 为医院的辐射环境保护管理提供科学依据。

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 1 间 DSA 机房，位于阜外医院院内东南角医防协同楼二层，该二层建筑物为集门诊、介入手术于一体的综合医疗建筑。北侧为阜外医院特需门诊（8.4m），南侧为东润时代大厦（4.3m），东临北礼士路，西侧为现状方舱 CT。

DSA 机房周围环境见图 7-2 所示。DSA 机房楼下对应区域示意图见图 7-3 所示。DSA 机房位于医防协同楼二层中部，周围环境情况为：楼下为诊室（医生座位不在照射区域内），楼上为屋面，北侧为楼外，东侧为药品库和通道，南侧为控制室，西侧为设备间和 UPS 机房。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下诊室。

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)
控制室、走廊	东侧	药品库	/
护士站	东侧	2.5	1
控制室	南侧	紧邻	3 (辐射工作人员)
东润时代大厦	西南	7	100
DSA 设备间、UPS	西侧	紧邻	/
医护休息区、更衣区	西侧	2.5	1 (辐射工作人员)
室外	北侧	紧邻	/
特需门诊	西北侧	28	30
屋面	楼上	紧邻	/
诊室	楼下	紧邻	2

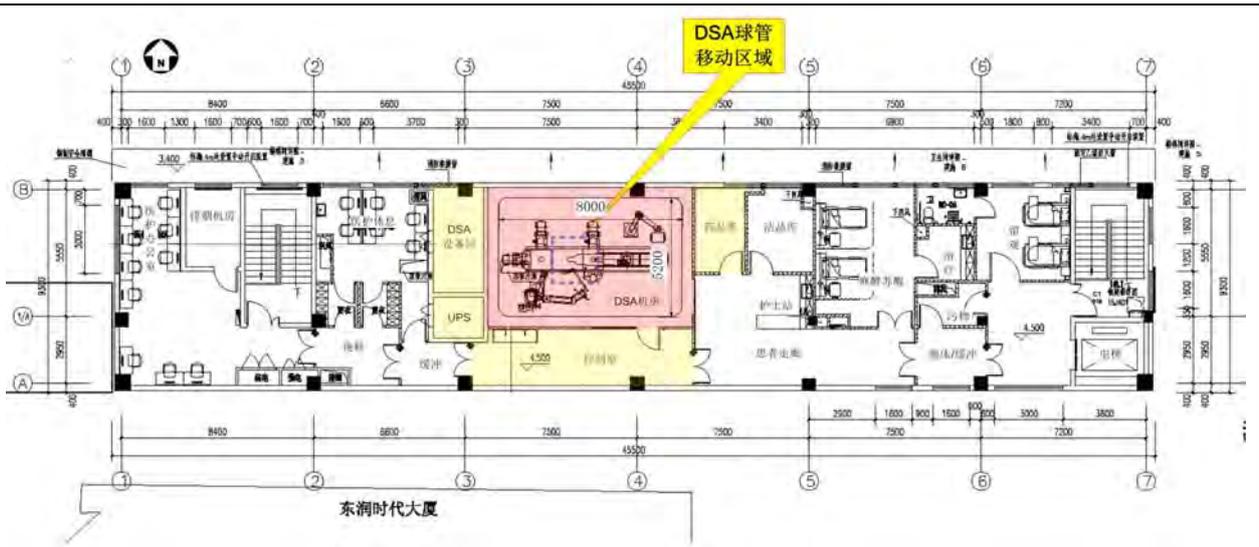


图 7-2 医防协同楼二层布局示意图

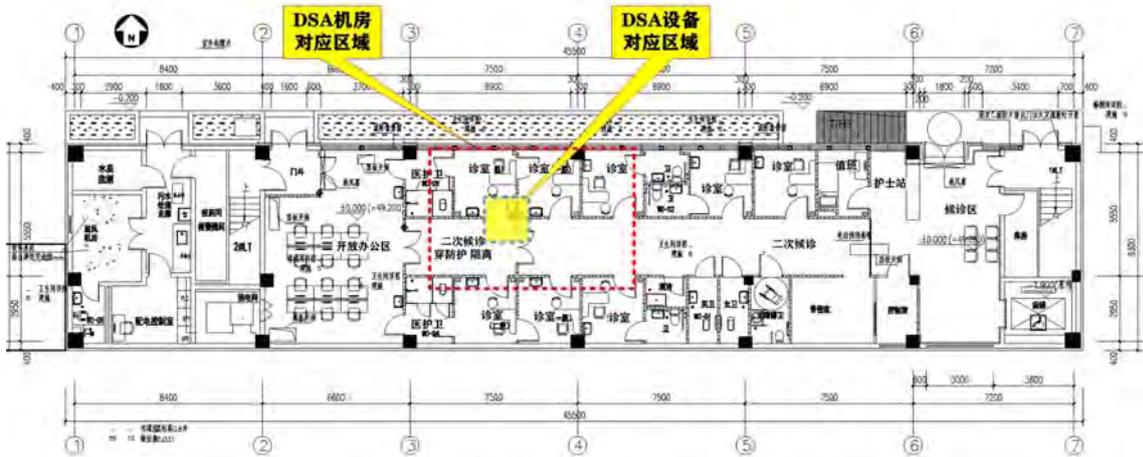


图 7-3 本项目楼下（一层）对应区域平面示意图

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值 and 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 不同类型 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)
单管头X射线机(含C形臂)	20	3.5

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

评价期间，建设单位委托北京科环世纪电磁兼容技术有限责任公司于 2023 年 6 月 19 日对北京市西城区北礼士路 167 号医防协同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 JW-3104 型辐射剂量测量仪(经中国计量科学研究院检定)，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 辐射水平监测点位见图8-1，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	溯源方式及有效期
X、 γ 剂量率仪	JW-3104	剂量率范围：0~10 ⁵ ($\times 10^{-8}$ Gy/h)； 能量范围：25keV-3MeV	KHC-YQ-24	校准有效期至： 2024 年 3 月 19 日



图 8-1 辐射本底监测点位示意图

表 8-2 评价区现状环境辐射剂量率水平监测结果

测点编号	点位描述	γ 辐射剂量率* (nGy/h)
①	医防协同楼西侧空地**	81.3 \pm 4.66
②	医防协同楼北侧空地	82.2 \pm 4.46
③	医防协同楼东侧墙外路边	82.3 \pm 4.20
④	医防协同楼南侧墙外通道	82.2 \pm 4.14

⑤	医防协同楼一层（DSA 机房下方）	85.4±4.28
⑥	医防协同楼二层（拟建 DSA 机房区域）	85.9±4.32

注：*监测结果含宇宙射线； **检测时方舱 CT 未运行。

根据《北京市环境天然放射性水平调查研究》（1995），北京市天然辐射水平范围为 60-123nGy/h（室外，含宇宙射线）和 69.8-182 nGy/h（室内，含宇宙射线）。阜外医院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。

本项目拟配置的 DSA 设备，除了适用心血管手术的 21cm×21cm 平板探测器，配备了强大的发生器以实现出色穿透力，高级动态冷却技术能支持长时间手术。本项目 DSA 主要开展心血管类放射介入手术。



图 9-1 本项目所用 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、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。

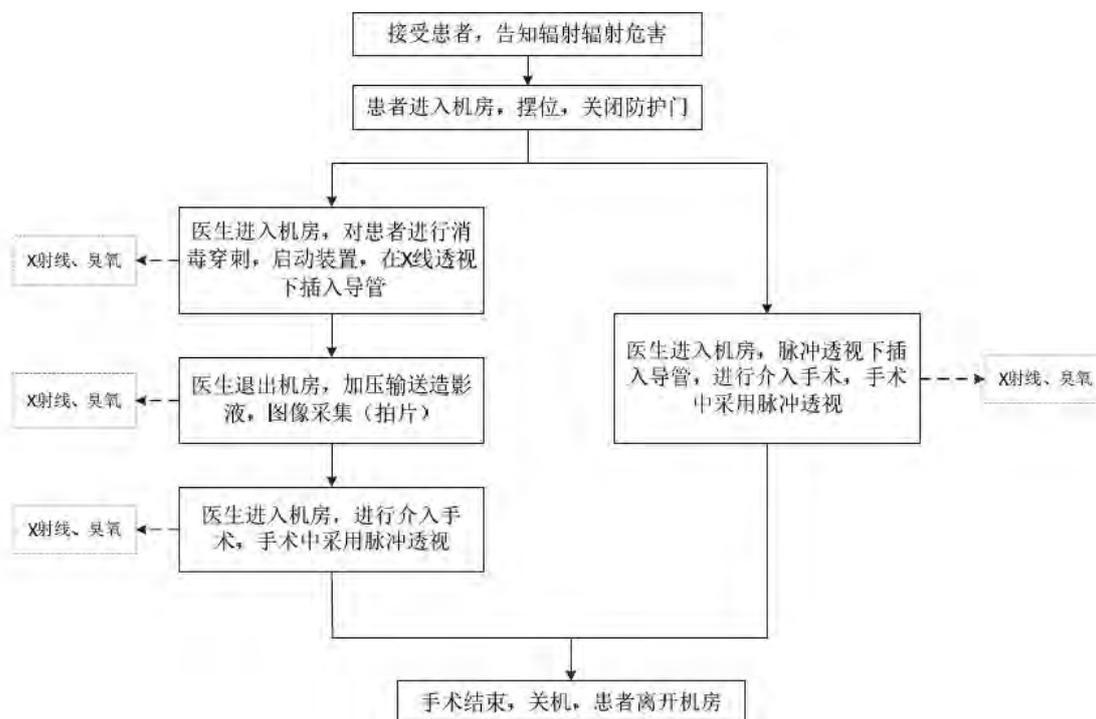


图9-2 手术流程及污染物产生环节示意图

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，DSA 介入手术数量不超过 1250 例/年。

9.4 污染源项描述

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。

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 射线机使用过程中，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。

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) 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、楼下等) 剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

2) DSA 机房内区域为控制区, 与 DSA 机房毗邻区域(控制室、UPS、设备间、药品库等) 作为监督区。在 DSA 机房设有的 2 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) 患者通道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患者通道门关联。DSA 设备通电时, 只要患者通道门防护门关闭, 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 2 扇铅防护门。患者防护门为 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。控制室防护门为 1 扇含 3mmPb 的手动平开防护门。防护门上均设置电离辐射警告标志。

6) 设置紧急停止按钮。在控制台旁设置紧急停止按钮。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带个人剂量计, 进行个人剂量监测。医院介入导管室

现有 3 台 451P 电离室巡测仪，能够满足自行检测需要，拟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观察窗一侧墙体下面通入控制室。空调管道从机房顶部东南侧墙角位置穿过墙体进入管井。地面电缆沟和风管外用 4mm 厚铅板进行覆盖或包裹防护，确保不影响和不减弱屏蔽体对射线的屏蔽效果。

13) 机房配备火灾报警系统，配有灭火用品。

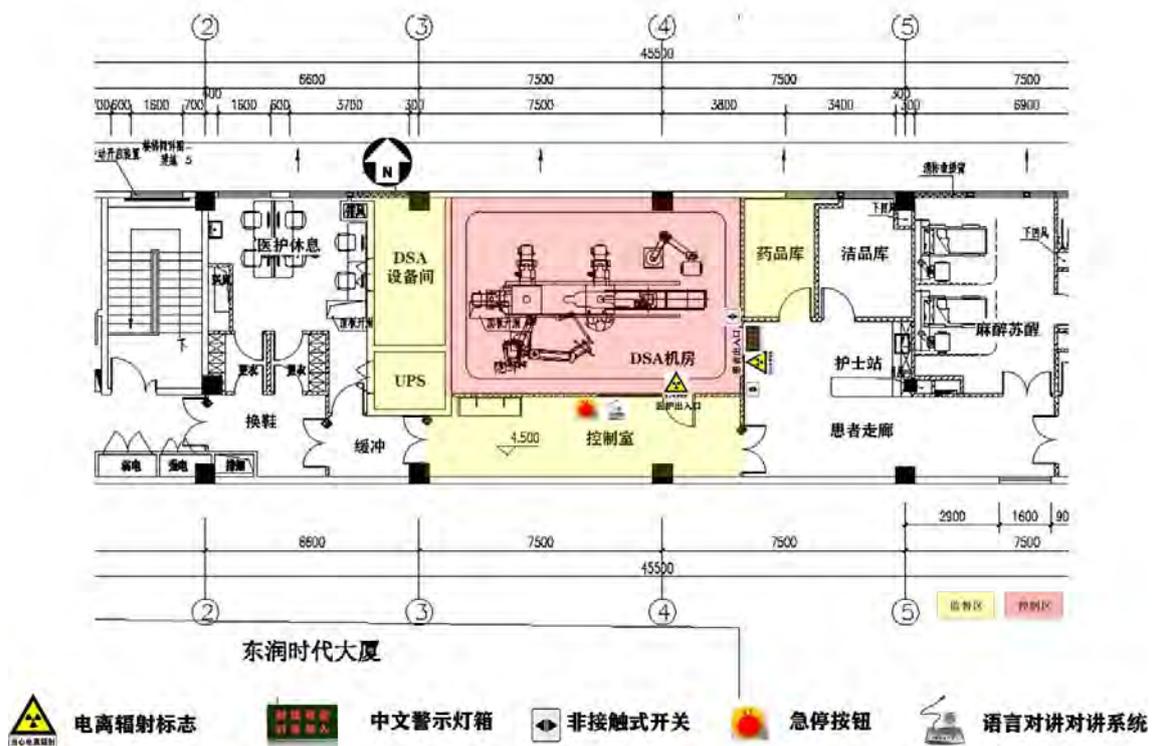


图 10-2 二层 DSA 机房辐射安全与防护设施布置示意图

表 10-1 血管造影机机房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 2 扇，
6*		闭门装置	√	电动防护门设自动延时关闭系统。
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	检测仪器	√	医院介入导管室已配置 3 台 451P 电离室巡测仪
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 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	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
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	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 2 名辐射工作人员，调配 6 名辐射工作人员，目前均已通过辐射安全与防护考核。	落实后符合

训并进行考核；考核不合格的，不得上岗。		
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委员会，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 2 名辐射工作人员，调配 6 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。	本项目射线装置机房门口显著位置处设置电离辐射警告标志，在患者防护门上方设置工作状态警示灯。	落实 后符合
配备必要的防护用品和监测仪器。	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。	符合
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。	医院制定了一系列的规章制度，如岗位职责、操作规程、台帐管理制度、个人剂量及健康管理制度、人员培训考核规	落实 后符合

	定、辐射监测方案、辐射防护和防护制度。医院将完善操作规程和监测方案，能够满足管理要求。	
有辐射事故应急措施。	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。	落实 后符 合
产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目无放射性“三废”产生	/

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

本项目拟建 1 处介入治疗场所，位于医防协同楼二层。

DSA 机房位于医防协同楼二层中间位置，周围环境情况为：楼下为诊室（医生座位不在照射区域内），楼上为屋面，北侧为楼外、东侧为药品库和通道，南侧为控制室，西侧为设备间和 UPS 机房。本项目 DSA 机房位于介入手术区域，只有医护人员和手术患者才能进入。DSA 机房在二层的位置见图 7-2 或附图 3。

(二) DSA 机房改造方案和屏蔽设计

(1) 机房建设方案

本项目完成后场所布局见图 11-1 所示。

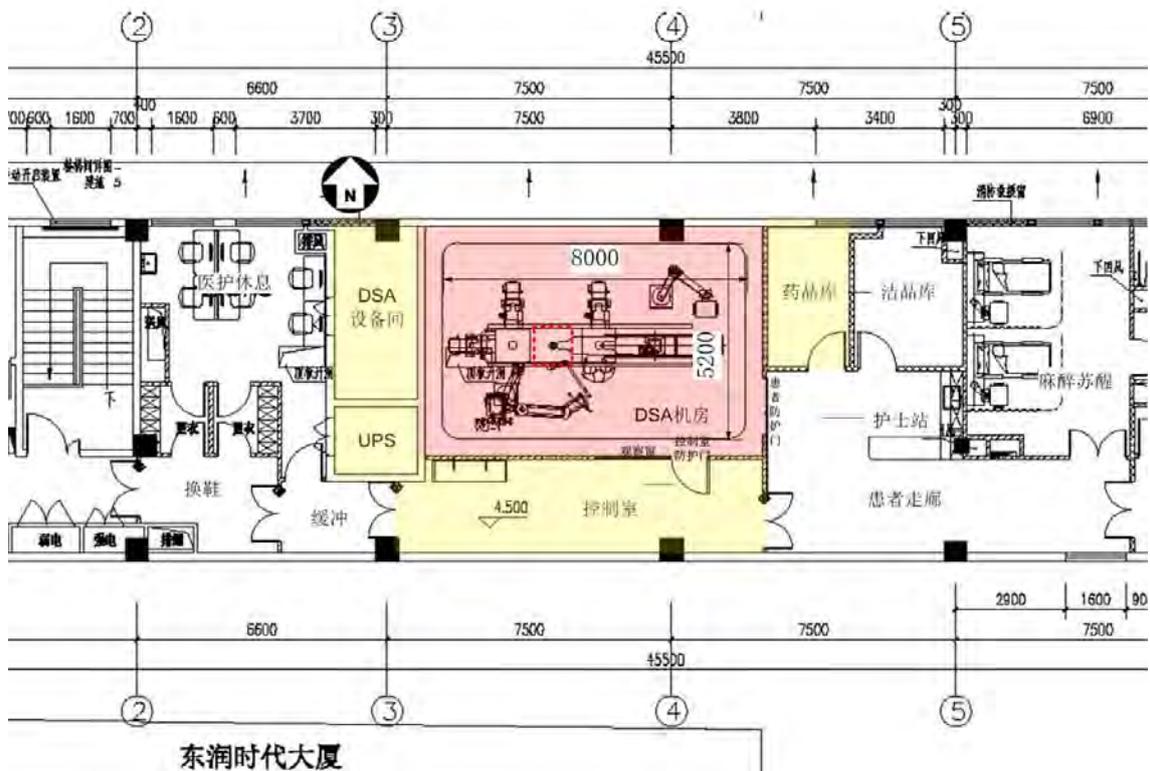


图 11-1 二层 DSA 场所平面图

(2) DSA 机房规格

本项目二层 DSA 机房布局及规格见图 11-1，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	单管头 X 射线设备 (含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	GBZ 130-2020 标 准要求	本项目	符合情况
1	二层 DSA 机房	机房内最小有效使用面积 (m ²)	20	41.6	符合
		机房内最小单边长度 (m)	3.5	5.2	

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
二层 DSA 机房	机房东墙南侧设受检者进出电动平推防护门 (M2), 具有防夹和延时关闭功能, 机房内和机房外均设感应门控开关。南墙东侧设控制室电动平开防护门 (M1)。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。	东西 (C 臂 西侧)	机房内 不设采 光窗。

(3) 屏蔽材料和厚度

DSA 机房屏蔽材料和厚度如表 11-3 所示。

表 11-3 DSA 机房的屏蔽方案

机房名称	屏蔽体	屏蔽方案	屏蔽铅当 量 (mmPb)	标准要求值 (mmPb)
DSA 机房	四周墙体	方管龙骨附加 3mm 铅板+12mm 防火石膏板+1.2mm 钢板	>3	2.0
	顶面	120mm 混凝土楼板+20mm 厚 5: 1 硫酸钡水泥+方管龙骨+12mm 防火石膏板+1.2mm 钢板	>3.9	2.0
	地面	120mm 混凝土楼板+20mm 厚 5: 1 硫酸钡水泥	3.9	2.0
	受检者门	3mm 铅板	3.0	2.0
	控制室门	3mm 铅板	3.0	2.0
	观察窗	采用 3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.0

注: 1、机房层高 4.5 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, 硫酸钡水泥 3.2 g/cm³ (10mm 钡水泥相当于 1mmPb)。

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、屋顶和底板屏蔽厚度均大于 2mm 铅当量，符合相应要求。

(4) 平面布局合理性分析

本项目 DSA 机房位于二层介入手术区域，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。二层 DSA 机房楼下为诊室，但是医生座位不在 DSA 照射区域内，楼上为屋面，故本项目的 DSA 机房选址是适宜的。

DSA 机房设置的铅玻璃观察窗便于观察到受检者状态。机房分别设置工作人员、受检者出入口。将 DSA 机房作为控制区管理，机房周围毗邻的设备间、UPS 间、药品库和控制室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 11-1。

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 设备为单管球，最大管电压 $\leq 120\text{kV}$ ，最大管电流 $\leq 250\text{mA}$ 。

(2) 使用规划

本项目 DSA 拟主要开展心血管介入手术等，年手术数量不超出 1250 例。本项目配备 8 名辐射工作人员，可组成 3 个手术组（每组 2 名医师轮流开展介入手术，1 名护士和 1 名技师固定常班）。

保守按照每组医生完成 500 例/a、护士和技师完成 1250 例/a 的工作负荷进行评价。

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)
冠状动脉造影	15	2
先心病放射介入治疗	5	1
外周血管介入	10	2

本项目保守按冠状动脉造影的曝光时间计算 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	年治疗例数/台	累计出束时间
透视	15min	500 (1250)	125h (312.5h)
摄影	2min	500 (1250)	16.7h (41.7h)

(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，本项目 DSA 管电压通常控制在 90kV 以下，管电流最大为 250mA，通常控制 200mA 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典型值 $\leq 25\text{mGy/min}$ 。《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 60mGy/h。

本项目保守以 60mGy/h 为透视工况下最大输出量率进行评价；摄影工况下，管电流约为透视工况的 20 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 3 倍，为 180mGy/h（具体计算见职业人员受照剂量估算部分）。

DSA 设备运行典型工况和相关参数，见表 11-6。

表 11-6 设备运行典型工况及相关参数

运行模式	本项目最大工况
摄影	90kV/200mA
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， $\mu\text{Sv/h}$ ； H_0 为距 X 射线装置靶点 1m 处的泄漏辐射的最大剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，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。

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， $\mu\text{Sv/h}$ ； H_0 为距 DSA 设备靶点 1m 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；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。 R_0 为辐射源点（靶点）至散射体的距离，m；此处 R_0 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 R_0 处的射野面积， m^2 （取 400cm^2 ）； α 为散射因子，定义为入射辐射被面积为 400cm^2 水模体散射至 1m 处的相对份额，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%。

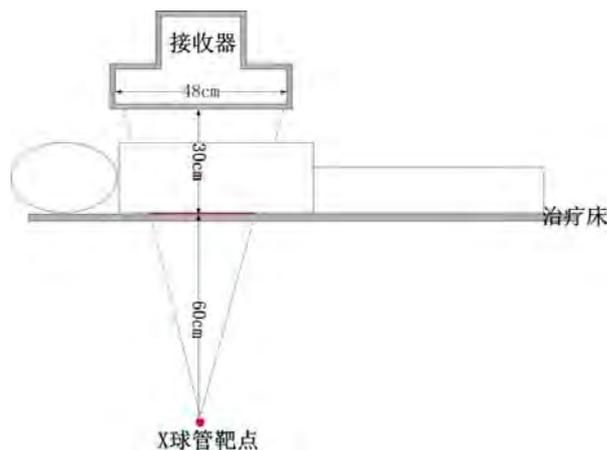


图 11-2 DSA 照射示意图

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/200mA），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，来估算法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， $B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{-\alpha r} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-1}$ ，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。

本项目二层 DSA 机房尺寸为：5.2m(南北) \times 8.00m(东西) \times 4.5m(高)。因 DSA 设备使用时，管球会在一定范围内（约 1m \times 1m）移动，故在屏蔽计算时，保守取设备靶点距离南墙和北墙外 30cm 处距离为 2.5m，距东墙外 30cm 处距离为 5.5m，距西墙外 30cm 处距离为 2.9m，距楼上 0.3m 处距离为 3.8m，距楼下 1.7m 处距离为 2.9m。估算结果见表 11-7。

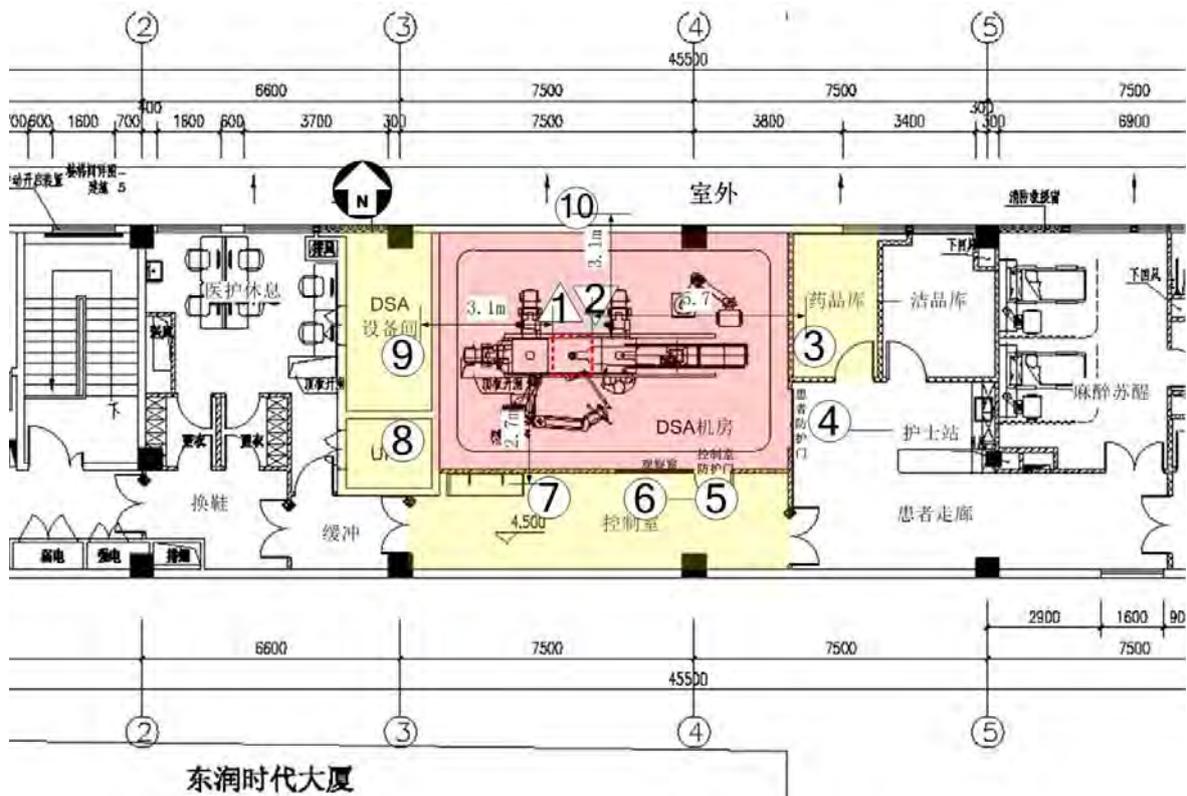


图 11-3 二层 DSA 机房估算点位置示意图

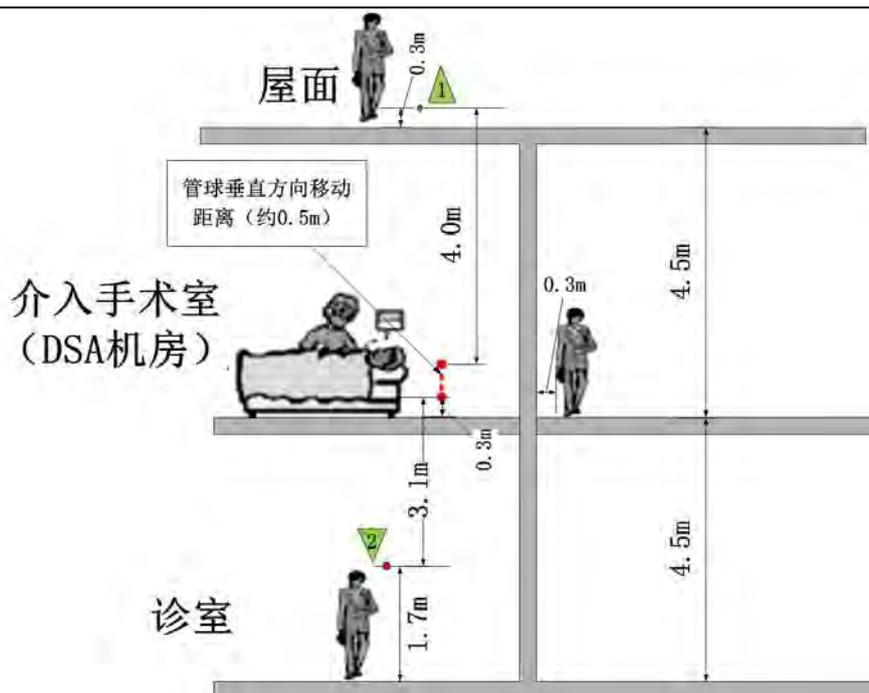


图 11-4 二层 DSA 机房剖面以及估算点位置示意图

表 11-7 二层 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	屏蔽材料与厚度	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	3.9mm 铅当量	5.02E-07	0.06	泄漏+散射	3.8	1.06E-05
		2	楼下距地板 170cm 处	3.9mm 铅当量	5.02E-07		泄漏+散射	2.9	1.83E-05
		3	东墙外 30cm 处 (药品库)	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.5	8.02E-05
		4	东侧患者防护门外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.5	8.02E-05
		5	控制室防护门外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.5	3.88E-04
		6	南侧控制室观察窗外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.5	3.88E-04
		7	南墙外 30cm 处 (控制室)	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.5	3.88E-04
		8	西墙外 30cm 处 (UPS 间)	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.9	2.89E-04
		9	西墙外 30cm 处 (设备间)	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.9	2.89E-04
		10	北墙外 30cm 处 (室外)	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.5	3.88E-04
X 线摄影	最大管电压 90 kV	1	楼上距地板 30cm 处	3.9mm 铅当量	5.02E-07	0.18	泄漏+散射	3.8	3.19E-05
		2	楼下距地板 170cm 处	3.9mm 铅当量	5.02E-07		泄漏+散射	2.9	5.48E-05
		3	东墙外 30cm 处 (药品库)	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.5	2.41E-04
		4	东侧患者防护门外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.5	2.41E-04

	5	南侧控制室防护门外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.5	1.16E-03
	6	南侧控制室观察窗外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.5	1.16E-03
	7	南墙外 30cm 处 (控制室)	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.5	1.16E-03
	8	西墙外 30cm 处 (UPS 间)	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.9	8.66E-04
	9	西墙外 30cm 处 (设备间)	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.9	8.66E-04
	10	北墙外 30cm 处 (室外)	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	2.5	1.16E-03

注：*保守以距靶点 1m 处剂量率的 0.51%（散射+泄漏）作为源项。

从上述估算结果可知，在“透视”和“摄影”模式下，二层 DSA 机房周围附加剂量率最大值约为 $1.16E-03 \mu\text{Sv/h}$ ，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（屋顶）的剂量率贡献最大为 $3.19E-05 \mu\text{Sv/h}$ ，对楼下（距诊室地板 170cm 处）剂量率贡献最大为 $5.48E-05 \mu\text{Sv/h}$ ，均满足本项目设定的剂量率控制水平。

(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，可组成 3 个手术组（每组 2 名医师轮流开展介入手术，1 名护士和 1 名技师固定常班）。保守按照每组医生完成 500 例/a、护士和技师完成 1250 例/a 的工作负荷进行评价，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	125	1	
		同室采集	16.7	1/16	偶尔停留
护士	1	同室透视	312.5	1/16	偶尔停留
		透视时控制室隔室停留	312.5	1	
		采集时控制室隔室停留	41.7	1	
技师	1	隔室透视	312.5	1	
		隔室采集	41.7	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：

a) 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 μ 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 μ Gy/h，居留因子为 1（全部居留）。

b) 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。做心脏介入手术时，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。

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 20（200mA/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 3（ $(200\text{mA} \times 15 \text{ 帧} \times 10\text{ms/帧}) / (10\text{mA} \times 1\text{s})$ ），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 1200 μ Sv/h。

c) 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

a) 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：

$$E_{\text{同室}} = \alpha \cdot H_u + \beta \cdot H_0$$

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_0 ——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 $400 \mu\text{Sv/h}$ 和 $1200 \mu\text{Sv/h}$, 计算 H_u 时, 透视模式和采集模式对应剂量率为 $10 \mu\text{Sv/h}$ 和 $30 \mu\text{Sv/h}$ 。

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

$$E_{\text{采集}} = (0.79 \times 30 + 0.051 \times 1200) \times t_{\text{采集}} = 84.9 \times t_{\text{采集}}$$

b) 隔室操作

操作技师在控制室内隔室操作, 取观察窗外 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, $\mu\text{Sv/a}$; D —计算点附加剂量率, $\mu\text{Gy/h}$; t —DSA 年出束时间, h/a ; k —有效剂量与吸收剂量换算系数, Sv/Gy , 本项目取 1.0; T —居留因子。参考《辐射防护手册第三分册 辐射安全》(李德平编) P80, 居留因子 T 按三种情况取值: (1) 全居留因子 $T=1$, (2) 部分居留 $T=1/4$, (3) 偶然居留 $T=1/16$ 。

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 ($\mu\text{Gy/h}$)	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)	125	1	3.63
	摄影	30(铅衣内)/ 1200(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)	312.5	1/16	0.55
	透视 (控制室)	3.88E-04	312.5	1	
	摄影 (控制室)	1.16E-03	41.7	1	
控制室 (技师)	透视	3.88E-04	312.5	1	1.70E-04
	摄影	1.16E-03	41.7	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 $400 \mu\text{Gy/h}$ 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 $300 \mu\text{Gy/h}$, 故介入治疗医师年开展 500 例手术的年受照剂量预计在 3mSv 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 0.55mSv , 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。

(3) DSA 正常工况下所致周围公众的年受照剂量

本项目的 DSA 机房位于医防协同楼二层，机房均位于限制无关人员进入的手术室区域，主要是机房楼上和楼下的公众，会受到一定剂量的辐射照射。

表 11-10 给出了不同位置公众可能受到的最大受照剂量，可见，二层 DSA 机房周围停留公众的最大附加受照剂量为 $1.06 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/a}$ ，楼下一层（诊室）公众附加受照剂量为 $8.00 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/a}$ ，楼上（屋顶）公众附加受照剂量小于 $2.90 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/a}$ 均满足本项目设定的 0.1mSv （ $100 \mu\text{Sv}$ ）年剂量约束值。周围 50m 范围内其它公众（如东润时代大厦办公人员），年受照剂量均低于 $1.06 \times 10^{-2} \mu\text{Sv}$ ，远低于 $100 \mu\text{Sv/a}$ 的年剂量约束值。

表 11-10 公众年附加受照剂量估计

方位	最大附加剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)		年工作时间 (h/a)	居留 因子	年附加剂量 (μSv)
机房四周	透视	3.88×10^{-4}	312.5	1/16	1.06×10^{-2}
	摄影	1.16×10^{-3}	41.7	1/16	
楼上 (屋顶)	透视	1.06×10^{-5}	312.5	1/16 (保守)	2.90×10^{-4}
	摄影	3.19×10^{-5}	41.7	1/16 (保守)	
楼下 (诊室)	透视	1.83×10^{-5}	312.5	1	8.00×10^{-3}
	摄影	5.48×10^{-5}	41.7	1	

注：*机房四周取防护门外最大附加剂量率保守估算。

(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 300mg 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/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，不会发生“受到大剂量照射”的辐射事故，见表 11-11，也不会对人体造成健康影响。

(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，也不会对人体造成健康影响。

(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, 不会对健康有影响。

(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委员会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 X 射线装置出束时, 透视时 1m 处的泄露辐射和散射辐射剂量率为 0.306mGy/h, 摄影时 1m 处的泄露辐射和散射剂量率为 0.918mGy/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/200mA (摄影工况)	距离靶点 1m	10s	2.56E-03
防护门未关闭且公众在防护门处停留而误照	90kV/200mA (摄影工况)	防护门处, 距离靶点 3m	10s	2.84E-04
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	1.02E-01

由上表可知, 一次事故所受照剂量最大值为 0.1mSv/次, 均不构成辐射事故。

11.3.4 发生人员误入或误照后紧急处置

一旦发生人员误照, 立即启动应急预案, 并在医院内开始医学观察。如果受照时间较

长，受照剂量较大的话，将误照的人员送交专业医疗机构（北医三院或者解放军第五医学中心）进行诊治。

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：

（一）辐射安全管理机构

为了保证放射性同位素和射线装置的安全使用和有效管理，阜外医院设立了放射性同位素与射线装置质量控制和安全防护管理委员会，主任委员由主管医疗副院长担任，副主任委员由医务处处长担任，委员由内科、外科管委会主任，医务处主管副处长，放射影像科主任及技术负责人，磁共振影像科主任，核医学科正（副）主任及技术负责人，介入导管室主任及技术负责人，动物实验中心主任，电镜室负责人，冠心病中心，心律失常中心，肺血管病中心，高血压中心，血栓性疾病诊治中心，血管中心及结构性心脏病中心正（副）主任，设备处处长及具体工作人员，后勤保障处处长，总务科科长及动力科科长，项目建设办正（副）主任，保卫处处长及具体工作人员，科研处处长及主管副处长，护理部主任，教育处处长，药剂科主任和保健室主任单位，秘书由医务处具体工作人员担任。

人员构成具体情况见表 1-5 所示。医院落实了辐射安全管理责任制，明确了分工和职责。

（二）辐射安全管理规章制度

阜外医院为了保障放射诊疗工作安全、有效的开展，医院已制定了相应的放射防护管理制度，《放射性同位素与射线装置质量控制与安全防护管理办法》《放射工作场所及射线装置管理制度》《放射工作人员管理与防护制度》《进修工作人员放射防护管理规定》《辐射安全防护措施管理规定》《放射性同位素使用（转让）与安全管理规定》《放射性同位素与射线装置使用场所安全措施》《放射性废物管理规定》《放射性废物转运、处理方案》《放射设备台账管理制度》《核医学科工作制度》《科室设备检修维护制度》《衰变池值班人员岗位职责》《射线装置操作规程》以及《辐射事故应急预案》等，能够满足工作需要。

本项目建成后，阜外医院核技术利用种类和范围维持不变。在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完善，补充本项目 DSA 的操作规程，补充完善辐射监测方案等，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。

（三）辐射工作人员培训考核

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）和第 9 号公告（2021 年）要求接受辐射安全与防护考核（2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效），并考试合格上岗。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。

医院制定有辐射工作人员培训考核计划。医院现有 307 名辐射工作人员，均通过了辐射安全和防护考核，其中有 237 人从事介入治疗工作。

本项目拟配备的 8 名辐射工作人员，均已通过辐射安全与防护考核持证上岗。

（四）辐射监测

（1）个人剂量监测

辐射工作人员佩戴个人剂量计。按每个季度一次的频度委托有资质的机构进行个人剂量检测。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）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个人剂量档案保存至辐射工作人员年满 75 周岁或者停止辐射工作 30 年。③对于某一季度个人剂量检测数据超过 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检测数据累计超过 5mSv 的，要开展调查，撰写调查报告，并要求采取暂停放射性工作等干预手段，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，并将有关情况文字记录。

（2）工作场所监测

根据原环保部 18 号令的要求，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：X- γ 剂量率；

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 11-3 所示，主要是射线装置机房的周边（含楼上、楼下）、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 号令的要求，每年委托有资质单位或自行对辐射工作场所的周围环境进行 1 次辐射水平监测，监测数据记录存档。

(五) 辐射监测设备和防护用品

(1) 医院已配置的监测仪器和个人防护用品

医院本部等场所已购置了必要的辐射监测设备。同时为保障辐射工作人员的安全，医院也为辐射工作人员和受检患者配备了铅屏风、铅衣、铅围脖、铅眼镜等个人防护用品。

医院现有的监测仪器和辐射防护用品防护用品见表 12-1。

表 12-1 医院现有的辐射监测仪器和辐射防护用品

序号	仪器名称	型号	购置日期	仪器状态	数量	备注
1	电离室巡测仪	451P	2007-10-17	正常	2	介入导管室 2 台
2	活度计	CRC-127R	2000-05-24	正常	1	核医学科
3	活度计	CRC-25R	2015-11-20	正常	1	核医学科
4	电离室巡测仪	451P	2010-07-28	正常	1	介入导管室
5	电离室巡测仪	451P	2006-05-16	正常	1	放射科
6	表面污染检测仪	INSPECTOR	2015-11-20	正常	5	核医学科、后勤保障处
7	活度计	CRC-15	2000-06-01	正常	1	核医学科
8	便携式 X-γ 剂量仪	FJ 2000	2006-05-16	正常	2	核医学科、医务处
9	空气检测仪	RM-3100	2015-11-20	正常	5	核医学科
10	表面污染检测仪	表面污染检测仪	2023-01-10	正常	2	PET/CT 场所
辐射防护用品						
名称		数量		名称		数量
铅衣		133		铅帽		150
铅手套		0		铅眼镜		185
铅围裙		450		铅围脖		461
铅屏风		20		个人剂量计		307
其它		铅面罩 50 个				

(2) 本项目拟配置的辐射检测设备和个人防护用品

医院为介入导管室已配置了 3 台便携式电离室巡测仪，可用于介入手术室周围辐射水平的监测。

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

（六）辐射事故应急

医院将针对使用 DSA 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。

（七）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分别执行 0.1mSv/a 和 5 mSv/a。DSA 设备正常运行时，机房周围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 机房全部防护门显著位置设置辐射警告标识和中文警示说明，以及在患者防护门和污物通道防护门上方设置工作状态警示灯，并和控制室防护门关联。
布局和屏蔽设计	辐射工作场所实行分区管理。辐射工作场所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，DSA 设备机房配备患者用铅围裙、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帘、床侧防护

	帘各 1 件。
辐射监测	完善了辐射监测制度，增加了本项目监测内容：为所有辐射工作人员进行个人剂量监测，建立健康档案。医院已配置了 3 台电离室巡测仪。
规章制度	建立完善相应的辐射安全与防护管理制度，特别是设备操作规程、辐射监测方案和事故应急预案等。
人员培训考核	本项目配备的 8 名辐射工作人员通过辐射安全与防护考核，并在有效期内。
应急预案	医院建立有涵盖本项目内容的应急预案。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1) 核技术应用现状：阜外医院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[B0018]）。许可种类和范围：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。有效期至 2026 年 3 月 29 日。

2) 实践正当性：为了应对疫情期间危重患者的医疗诊治和疾病救治水平，阜外医院经规划部门同意，在医院东南角新建医防协同楼，配置 1 台血管造影机，开展疑似感染或受感染人员的介入诊疗工作，进一步完善医疗手段。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：新建 DSA 机房的屏蔽设计符合辐射防护要求，预测结果显示，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) 本项目采取了必要的辐射安全与防护措施，如实行分区管理，在装置机房门口等主要位置设置明显的放射性标志、中文警示说明和工作信号指示。设置急停按钮，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：医院后期将本项目 DSA 设备的辐射安全管理和防护工作纳入医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、辐射防护和安全保卫制度、人员培训考核计划、健康体检制度、设备检修维护制度和辐射事故应急预案，符合许可管理相关要求。

7) 全部 8 名辐射工作人员已通过辐射安全与防护考核，持有合格证书。医院介入导管室已配备了 3 台便携式电离室巡测仪可自行开展辐射监测。

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，中国医学科学院阜外医院因介入诊疗工作需要，新增使用 1 台 II 类射线装置，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辐射工作场所进行监测，并将监测记录保存留档。
- 4) 加强辐射工作人员管理，新增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