

核技术利用建设项目

国家心血管病中心扩建工程  
使用 II 类射线装置项目  
环境影响报告表

建设单位：中国医学科学院阜外医院 (公章)

2024 年 5 月

核技术利用建设项目

国家心血管病中心扩建工程  
使用 II 类射线装置项目  
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：张腾

电子邮箱：9456955@qq.com

联系电话：15699870778

表 1 项目基本情况

建设项目名称		国家心血管病中心扩建工程使用 II 类射线装置项目			
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	张腾	联系电话	15699870778
注册地址		北京市西城区北礼士路 167 号			
项目建设地点		北京市门头沟区永定镇冯村 MC00-0013-0017 南地块			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资(万元)	6000	项目环保投资(万元)	600	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> )	1400
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**

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。

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。

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、国家心血管疾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。

阜外医院阜成门院区（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。门头沟院区（阜外医院**国家心血管病中心**）位于北京市门头沟区永定镇冯村，目前在建中。其北侧为山体，西侧是高压线走廊和大坝，南侧为山体，东侧为北京公交集团客八分公司第八车队，门头沟环境卫生服务中心和阳坡村村委会。

## 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 5 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	活度(贝可)×枚数	活动种类
1	Co-57	V	7.4E+8×1	使用；
2	Co-57	V	3.7E+8×1	使用；
3	Ge-68	V	1.11E+8×1	使用；
4	Ge-68	V	4.63E+7×2	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 2 处乙级和 3 处丙级非密封放射性物质工作场所，许可使用共 6 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	丙	I-125	9.25E+5	9.25E+8	使用；
2			P-32	9.25E+5	9.25E+8	使用；
3	电镜室同位素室	丙	U-238	4.96E+4	1.98E+5	使用；
4	1 号楼核医学科	乙	Tc-99m	7.4E+8	1.85E+13	使用；
5			F-18	5.92E+7	8.88E+11	使用；
6	核医学科 PET/CT 场所	丙	F-18	7.4E+06	1.85E+12	使用；
7			N-13	3.70E+07	1.85E+11	使用；
8	核医学科药物制备场所	乙	F-18	1.18E+9	2.52E+13	生产;使用;
9			N-13	1.48E+09	7.40E+12	生产;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 70 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	CR	III	1	使用;
2	SPECT/CT	III	2	使用;
3	血管造影机	II	1	使用;
4	移动式 X 线机	III	23	使用;
5	CT	III	1	使用;
6	PET/CT	III	1	使用;
7	DR	III	5	使用;
8	牙片机	III	1	使用;
9	医用 CT 机	III	3	使用;
10	双源 CT	III	5	使用;
11	数字减影血管造影机	II	24	使用;
12	血管造影机	II	1	使用;
13	骨密度仪	III	1	使用;
14	回旋加速器	II	1	使用;

### 1.2.2 近几年履行环保审批手续情况

医院近 5 年来共开展了 9 个核技术利用项目，均履行了环保审批手续，具体验收条件的项目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	已完成了登记手续
3	1 号楼新增使用 1 台双源 CT 项目登记表	环评备案号 202111010200000011	已完成了登记手续
4	核医学科改扩建	京环审[2021]101 号	近期准备竣工环保验收
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	近期准备竣工环保验收
7	院更新使用 1 台牙科 X 射线机	环评备案号 20231101020000144	已完成了登记手续
8	医防协同楼新增使用血管造影机	京环审（2023）31 号	近期准备竣工环保验收
9	新增使用 1 台骨密度检测仪	环评备案号 202311010200001454	已完成了登记手续

### 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**

序号	人员类别	姓名	性别	专业	职务或职称	工作部门	专/兼职
1	负责人	杨伟宪	女	临床医学	副院长	内科管委会	兼职
2	负责人	李天庆	男	临床医学	医院纪检书记	阜外医院	兼职
3	成员	杨杰	男	管理	处长	后勤处	兼职
4	成员	宋晓东	男	管理	副处长	项目办	兼职
5	成员	张海龙	男	技师	科室安全负责人	核医学	专职
6	成员	吴永健	男	临床医学	主任	冠心病中心	兼职
7	成员	史立辉	男	管理	干事	医务处	专职
8	成员	方纬	男	临床医学	主任	核医学科	兼职
9	成员	马玉珊	女	护理	护士长	介入导管室	兼职
10	成员	柳志红	男	临床医学	主任	肺血管中心	兼职
11	成员	胡道涛	男	管理	处长	项目办	兼职
12	成员	王林	男	管理	副处长	保卫处	兼职
13	成员	吕滨	男	临床医学	主任	放射科	兼职
14	成员	丁青	女	医师	主任	保健室	专职
15	成员	王欣	男	临床医学	主任	动物实验中心	兼职
16	成员	陆敏杰	男	临床医学	主任	磁共振科	兼职
17	成员	吴春国	男	管理	科长	动力科	兼职
18	成员	林芳芳	女	管理	副处长	医务处	兼职
19	成员	蔡军	男	临床医学	主任	高血压中心	兼职
20	成员	窦克非	男	临床医学	副主任	内科管委会	兼职
21	成员	杨红	女	管理	干事	保卫处	专职
22	成员	蒋雄京	男	临床医学	主任	外周血管介入	兼职
23	成员	于存涛	男	临床医学	副主任	血管中心	兼职
24	成员	凤玮	男	临床医学	主任	外科管委会	兼职
25	成员	韩磊	男	技师	副技师长	放射科	专职
26	成员	吴文斌	女	管理	处长	设备处	兼职
27	成员	舒畅	男	临床医学	主任	血管中心	兼职
28	成员	李柱	男	技师	技师长	放射科	专职
29	成员	宋雷	男	临床医学	主任	介入导管室	兼职
30	成员	侯志辉	男	医学影像	主任助理	放射科	兼职
31	成员	姚焰	男	临床医学	主任	心律失常中心	兼职
32	成员	张戈军	男	临床医学	副主任	结构中心	兼职
33	成员	王媛媛	男	管理	处长	教育处	兼职
34	成员	姚德彪	男	管理	干事	设备处	专职
35	成员	张辰	女	护理	主任	护理部	兼职

36	成员	刘刚	男	技师	技师长	介入导管室	专职
37	成员	张雪燕	女	管理	处长	科研处	兼职
38	成员	罗新锦	男	临床医学	主任	结构中心	兼职
39	成员	蒙延	男	管理	副处长	后勤处	兼职
40	成员	潘湘斌	男	临床医学	副主任	结构中心	兼职
41	成员	郑英丽	女	临床药学	主任	药剂科	兼职
42	成员	王红月	男	临床医学	副主任	病理科	兼职

#### 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》《放射性同位素使用与安全管理规定》《放射源使用与安全管理》《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》《科室放射工作制度》《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，并建立了个人剂量监测档案。

查阅医院2023年度辐射工作人员个人剂量监测结果（见附件2），开展个人剂量检测的全部人员年受照剂量均低于1mSv，均满足剂量约束要求。

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。

查阅医院 2023 年度各辐射工作场所的监测报告，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 360 名辐射工作人员（见附件 3），通过辐射安全与防护考核，满足管理要求。

## **1.3 国家心血管病中心扩建工程建设概况**

### **1.3.1 建设背景**

阜外医院长时期人满为患，有很多患者不能及时入院治疗，住院难的问题极其突出，对心血管病患者前来诊治带来极大不便，使医患供需矛盾愈发尖锐。整合现有资源，扩大就医空间，是阜外医院谋发展的唯一出路。2015 年 11 月，本部新楼正式投入使用，医院诊疗环境得到明显改善，但就诊住院难的问题并未得到完全解决。就医院现有的土地资源和设施状况，将院所科研机构搬离可腾让出一定医疗空间，对于缓解患者看病难、住院难不失为一剂良方，所以阜外医院拟建设国家心血管病中心，目的是进一步优化临床医疗诊治空间，合理布局科研用房，提高阜外医院现有土地资源和硬件设施能效，实现从单纯医疗中心向医学研究中心转变、单纯规模扩张向内涵建设转变，促进阜外医院可持续发展。

根据《北京城市总体规划（2016 年—2035 年）》，要求有序疏解非首都功能，优化提升首都功能。提出要疏解大型医疗机构，严禁在核心区新设综合性医疗机构和增加床位数量。引导鼓励大型医院在外围地区建设新院区，压缩核心区内门诊量与床位数。

我国心血管疾病的发病率急剧上升，其死亡率高居首位。然而此类疾病的现状是就诊难、住院难、手术难。其直接原因一是：心血管病对于其治疗技术要求水平高，康复周期长。二是：现有的医疗空间匮乏，病床数与发病率不相适应，远远满足不了患者的需求。心血管病的防治问题将成为关系国计民生的重大问题。门头沟区医疗资源布局不

太均衡，缺少三级甲等医院，所以在的门头沟区扩建国家心血管病中心符合北京市规划和所在地实际需要。

2018年，中国医学科学院阜外医院西山园区项目列入2018年中央和国家机关在京重点建设项目。2019年6月，北京市卫生健康委员会原则同意阜外医院在门头沟区设置床位规模为350张的国家心血管病中心。

本项目将通过“临床研究评价中心”和“健康生活方式医学中心”的中心建设，实现医学研究中心与临床研究评价中心、健康生活方式医学中心及新技术转化中心等集中建设且互相有效支撑和相互验证，逐步形成“产学研”良性循环，有效强化我国医学创新能力，使科技成果更快实现产业化转换，使阜外医院真正成为心血管领域“医疗、教学、研究、预防及转化”的国家队，促进优质医疗资源分布及共享、提升我国防治心血管疾病的整体能力，提高医疗相关产业的自主研发能力，实现从单纯医疗中心向医学研究中心转变。

### **1.3.2 建设地点、项目性质和建设内容**

国家心血管病中心扩建工程建设工程为新建项目，位于北京市门头沟区永定镇冯村，东至街区边界规划路，南至石龙西路西延，西至生态景观绿地，北至已经投入使用的西山一期工程用地，总用地面积37474.55平方米。本项目用地被冯村沟分隔成南北两块，分别为MC00-0013-0009北地块和MC00-0013-0017南地块，用地性质为医院用地。

国家心血管病中心扩建工程建设工程为“一会三函”项目，主要建设内容为临床医学研究中心（以下简称“AB楼”）、健康生活方式医学中心（以下简称“C楼”）以及建设配套设施等，工程总建筑面积为56231平方米。其中地上建筑面积36515.78m<sup>2</sup>，地下建筑面积19715.43m<sup>2</sup>。规划床位数350床。

AB楼为地上六层，地下一层建筑，建筑高度为23.95m。床位数332床，主要功能包括：门诊诊区、药房、急诊急救、影像科、功能检查、检验科、介入导管室、ICU、手术室、外科恢复室、内科护理单元、临床药理护理单元、外科护理单元等。

C楼为地上五层，地下一层建筑，建筑高度为23.97m。主要功能为健康生活方式医学中心。具体包括：训练区、影响区、康复治疗区、功能检查区、特色检查区、内镜区、心理区、住院区；数据中心和GMP车间，以及配套设备用房、非机动车库。床位数18床。

### **1.3.3 审批过程和建设周期**

2018年7月10日，北京市住房和城乡建设委员会《关于印发2018年中央和国家机关在

京重点建设项目计划的通知》（京建发〔2018〕320号）中，中国医学科学院阜外医院西山园区项目列入2018年中央和国家机关在京重点建设项目。

2018年7月10日，北京市住房和城乡建设委员会《中央在京重点建设项目确认函(前期工作函)》（京建计函[2018]006号）中，中国医学科学院阜外医院西山园区建设工程项目列入2018年中央和国家机关在京重点建设项目计划。

2020年5月11日，中国医学科学院阜外医院西山园区建设项目北京市门头沟区生态环境局同意建设的批复（门环保审字[2020]0003号）（见附件4）。

2021年1月21日，经国家卫生健康委员会发给国家发展改革委社会司的商请函建议，将原项目名称“中国医学科学院阜外医院西山园区建设工程”变更为“中国医学科学院阜外医院国家心血管病中心扩建工程”。

2021年03月09日，取得了《北京市规划和国土资源管理委员会门头沟分局关于国家心血管病中心扩建工程用地相关意见及设计方案审查意见的函》（2021规自（门）审改试点函字0001号），见附件7。

2021年9月14日，北京市住房和城乡建设委员会《中央在京重点建设项目结转函(前期王作函)》明确，中国医学科学院阜外医院西山园区建设工程调整名称为国家心血管病中心扩建工程”，项目结转至2021年中央和国家机关在京重点建设项目计划。

2022年1月12日，取得了《国家发展改革委关于国家心血管病中心扩建工程可行性研究报告(代项目建议书)的批复》（发改社会(2022)79号），见附件5。

2022年9月2日，取得了北京市住房和城乡建设委员会《施工登记意见函》（2022施意字042号）。

国家心血管病中心扩建工程于2022年7月16日开工，计划于2023年年底实现结构封顶，2025年8月实现工程整体竣工验收。

#### **1.3.4 医院功能定位和多院区管理模式**

2010年5月，阜外医院为改善科研设施条件，经批准在门头沟区永定镇冯村建设阜外心血管病医院心血管医学研究中心（一期工程），现已投入使用。目前阜外医院建成阜成门院区和门头沟院区两个院区，利用两个院区发挥国家心血管病中心职能，形成了“医院—中心”一体化结构。

国家心血管病中心扩建项目将缓解中国医学科学院阜外医院本部诊疗空间的巨大压力，通过搭建健康生活方式医学中心及新技术转化中心等，践行医学转化，完善门头沟

院区功能，发挥“国家队”作为优质医疗资源在国内的辐射作用，提升我国防治心血管疾病的整体能力，提高医疗相关产业的自主研发能力，努力实现从单纯医疗中心向医学研究中心转变、单纯规模扩张向内涵建设转变，实现国家心血管病中心的医学引领作用，打造具有国际理念的科研、教学、预防为一体的“国际一流心血管病研究中心”。

### **（一）医院功能定位**

通过两个院区（阜成门院区和门头沟院区）的功能整合和优势互补，重点立足于平台构建、研究推进和转化应用三个主要领域开展工作，为我国心血管病研究提供一流的医疗预防、医学研究和培训服务，努力实现阜外医院由单纯性医疗中心向临床医学研究中心转变；同时，吸引国际知名学者到医院从事研究活动和成果转化提供硬件条件，以实现心血管技术在全国的辐射，实现国家心血管病中心的医学引领作用，成为一座具有国际理念的科研、教学、预防为一体的“国际一流心血管病研究中心”。

#### **（1）阜成门院区功能定位**

阜成门院区将建成疑难重症诊疗中心、先进技术临床研究中心、临床教学培训中心，以及国际临床学术交流中心。

国家心血管病中心开诊后，阜成门院区床位数量将由目前的编制床位 1521 张调整为 1450 张，压减 71 张（减少 1 个内科病房、1 个外科病房）。

#### **（2）门头沟院区 功能定位**

门头沟院区拟建设成临床研究评价中心、健康生活方式医学中心及新技术转化中心。其中，“临床研究评价中心”主要功能定位：①药理一期病房；②植入类医疗器械临床研究；③国际前沿新技术临床适用性评价。“健康生活方式医学中心”主要功能定位：①住院患者康复；②门诊心脏康复及预防；③健康生活方式干预及预防。“新技术转化中心”主要功能定位：①医疗器械研发测试平台；②中试洁净车间（GMP）。

医疗服务部分主要集中于临床研究评价中心（AB 楼），将成为心血管新技术临床应用转化基地、与社区合作的智能分级诊疗试点及国际前沿新技术临床应用研究平台。

### **1.3.5 国家心血管病中心扩建工程建筑布局**

国家心血管病中心扩建工程的北地块与一期用地相邻，考虑到功能联系的紧密性，将健康生活方式医学中心（C 楼）布置在北地块。将医疗功能建筑布置在南地块。临床研究评价中心呈“工”字型，分 A、B 两楼。按照医疗功能分区布置，自南向北依次为门急诊医技部（A 楼）和住院部（B 楼）。



图 1-1 国家心血管病中心扩建工程鸟瞰图和本项目位置示意图

国家心血管病中心扩建工程核技术利用项目具体分布见表 1-6 所示：

表 1-6 国家心血管病中心扩建工程核技术利用项目分布情况

建筑物	楼层	核技术利用建设内容
临床研究评价中心， A 楼	F1	急诊室使用移动X线机
	F3	影像科使用2台CT、1台DR，使用6台移动X线机
临床研究评价中心， B 楼	F4	介入导管室使用6台DSA
	F5	外科手术中心使用2台DSA
健康生活方式医学中 心，C 楼	F1	影像科使用1台CT、1台DR、1台骨密度仪
	F2	口腔科使用1台口腔CT
	F5	导管室使用1台DSA

#### 1.4 本项目产业政策符合性及实践正当性

血管造影机（DSA）属于 II 类射线装置，属于《产业结构调整指导目录（2024 年）》中第十三项第 4 条“高端医疗器械创新发展”中高性能医学影像设备类别，为国家支持和鼓励类产业，属于国家支持和鼓励类产业。

国家心血管病中心扩建工程使用 DSA 可以提高医院对疾病的诊治能力。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。

#### 1.5 本项目选址合理性分析

国家心血管病中心扩建工程东侧为街区边界规划路，之外为北京公交集团客八分公

司第八车队，门头沟环境卫生服务中心和阳坡村村委会；南侧为石龙路西延，之外是山体；西至生态景观绿地和高压线走廊；北侧为已建的一期项目，之外是山体。地理位置示意图见图 1-2 所示，其平面布局和周围环境示意图见附图 2 所示。

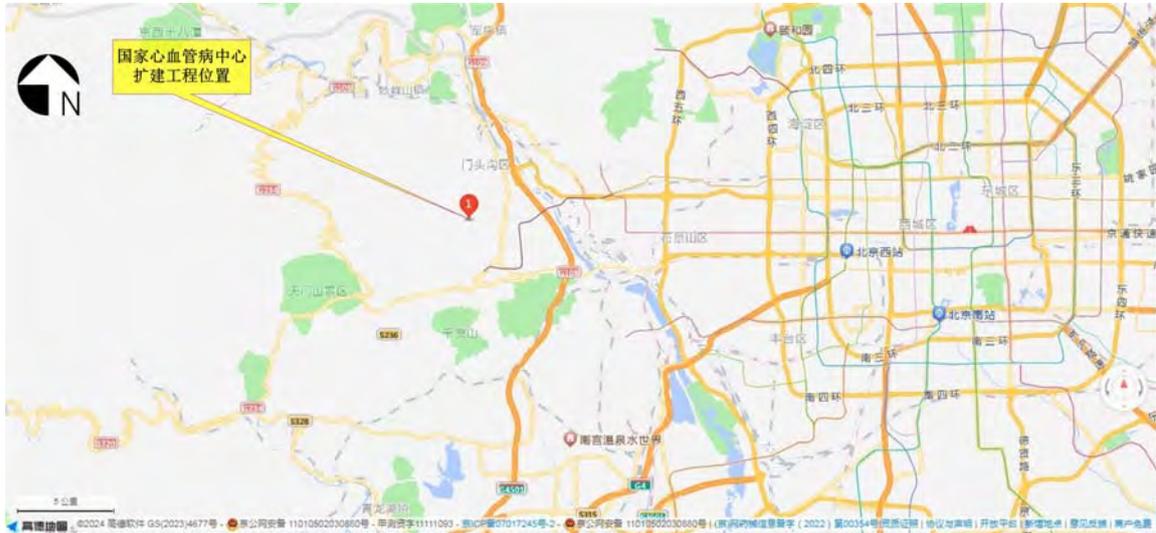


图 1-2 阜外医院国家心血管病中心扩建工程地理位置

本项目中拟使用的 8 台 DSA 位于国家心血管病中心扩建工程 B 楼的四层介入导管中心（6 台）和五层手术中心（2 台），该建筑物北侧隔绿地和水域为 C 楼（间隔 54m），东侧为院内道路和空地，南侧 30m 为 A 楼（之间有连廊），西侧为院内道路和厂界，之外是规划绿地。拟使用的另外 1 台 DSA 位于 C 楼的五层导管室，该建筑物北侧隔绿地为已建成的心血管医学研究中心（60m），东侧为院内道路和空地，南侧隔绿地和水域为 B 楼（54m），西侧为院内锅炉房，之外是规划绿地。

上述使用 DSA 设备的场所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和楼下医护人员和患者。DSA 机房楼板加强了屏蔽措施，将来确保楼上和楼下区域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，对门诊医护人员和患者受照剂量基本上可以忽略，故 DSA 机房选址是可行的。

### 1.6 本项目环境影响评价内容

北京阜外医院国家心血管病中心扩建工程的建设项目已于 2020 年 5 月取得了北京市门头沟区生态环境局同意建设的批复（门环保审字[2020] 0003 号）（见附件 4）。

本报告仅针对介入治疗涉及的血管造影机（II 类射线装置）进行评价，具体建设内容包括：

1. 在临床研究评价中心 B 楼四层西侧导管中心使用 6 台 DSA；

2. 在临床研究评价中心 B 楼五层西侧手术中心使用 2 台 DSA；

3. 健康生活方式医学中心 C 楼五层手术室使用 1 台 DSA。

国家心血管病中心扩建工程核技术利用内容还包括使用 CT、DR、骨密度仪和移动 X 线机等 III 类射线装置，拟在设备具体型号确定后单独进行备案。

本项目使用的 DSA 设备属于 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，编制了新增使用血管造影机环境影响报告表。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。

## 1.7 国家心血管病中心扩建工程介入治疗规划

### （一）以往阜外医院阜成门院区介入诊疗工作情况

阜外医院是以治疗心血管疾病为重点的三级甲等综合性医院，在全国心血管领域处于领军地位。根据 2023 年度的统计数据，全年开展各类介入诊疗手术（冠脉介入、心律失常、肺血管介入、外周介入、结构介入等）约 5.6 万例。现有 25 台 DSA，平均每台设备的年手术量为 2240 台次。

阜成门院区现有床位 1521 张，共配置了 25 台 DSA 设备，现有 246 名辐射工作人员专职从事介入诊疗工作，平均约 10 名医护人员使用 1 台 DSA。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，10 名医护人员至少可组成 4 个手术组。保守统计，每组人员的年平均手术量不足 600 例（约 560 例）。

### （二）门头沟院区设备配置计划

门头沟院区规划床位数量 350 张，拟配置 9 台 DSA，设备与床位占比相对较大，目的是除急诊介入手术 24h 内开展外，将其它类型介入手术尽可能安排在 8h 工作时间内完成。

### （三）门头沟院区介入手术工作负荷

门头沟院区床位数有限（350 张），且配置的 DSA 数量相对较多。保守按照阜成门院

区（床位 1521 张）2023 年度的介入手术量推算，门头沟院区每台 DSA 设备平均年开展 1431 例介入手术，考虑到设备使用频率的差异，门头沟院区单台 DSA 的年手术量保守按照 1500 例进行评价，年介入手术总量约 1.35 万例。

根据阜成门院区运行经验，正常工作时间内，每组操作人员年手术量达 500 例，属于较饱和的工作量，故门头沟院区介入人员的年手术量按照 500 例进行评价。

#### （四）门头沟院区介入人员配置计划

根据医院规划，门头沟院区投入运行后，将按照“每台 DSA 设备配备 8 名辐射工作人员”模式配置辐射工作人员。8 名辐射工作人员可至少组成 3 个手术组（每组 2 名医师轮流，1 名护士和 1 名技师固定常班），每台 DSA 年手术量控制在 1500 台以内，每组医师的手术数量平均不超出 500 例。

将来阜成门院区继续使用现有的 25 台 DSA 设备，部分介入手术将分担转移至门头沟院区，故单台 DSA 的年手术量将有所下降，减少到 1500 台/年左右。同样按照“每台 DSA 设备配备 8 名辐射工作人员”核算，拟保留 208 名辐射工作人员在阜成门院区从事介入工作。现有的 246 名从事介入诊疗工作人员有 38 名可以轮转至门头沟院区。

门头沟院区共配置 9 台 DSA，按照“每台 DSA 设备配备 8 名辐射工作人员”模式，门头沟院区所需介入诊疗辐射工作人员总数为 72 名，其中 38 人为阜成门院区的轮转人员，34 名为新增的辐射工作人员。

门头沟院区的 DSA 预计分 2-3 批配置完成，计划分批申请辐射安全许可证。医院承诺，辐射工作人员数量将按照“每台 DSA 设备配置不少于 8 人”的计划逐步进行配置。

本评价保守按照每组医生完成 500 例/a、护士和技师完成 1500 例/a 的工作负荷进行评价。

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	东软, NeuAngio 30F	125	800	介入诊疗	B 楼 4 层导管室 OP1 室	单管球, 功率 80kW
2	血管造影机	II	1	飞利浦, Azurion 7M20	125	1000	介入诊疗	B 楼 4 层导管室 OP2 室	单管球, 功率 100kW
3	血管造影机	II	1	飞利浦, Azurion 7M20	125	1000	介入诊疗	B 楼 4 层导管室 OP3 室	单管球, 功率 100kW
4	血管造影机	II	1	西门子, Artis icono floor	125	1000	介入诊疗	B 楼 4 层导管室 OP4 室	单管球, 功率 54kW
5	血管造影机	II	1	西门子, Artis icono biplane	125	1000	介入诊疗	B 楼 4 层导管室 OP5 室	<b>双管球, 功率 88.6kW</b>
6	血管造影机	II	1	型号待定	125	1000	介入诊疗	B 楼 4 层导管室 OP6 室	单管球, 功率 100kW
7	血管造影机	II	1	西门子, Artis Pheno	125	1000	介入诊疗	B 楼 5 层杂交 OP2 室	单管球, 功率 63kW
8	血管造影机	II	1	型号待定	125	1000	介入诊疗	B 楼 5 层杂交 OP3 室	单管球, 功率 100kW
9	血管造影机	II	1	型号待定	125	1000	介入诊疗	C 楼 5 层 DSA 室	单管球, 功率 100kW

(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 ( $\mu\text{A}$ )	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 <sub>3</sub> 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/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

法规文件	<ol style="list-style-type: none"> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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；</li> <li>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</li> </ol>
------	---

	<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. 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，国家发展和改革委员会 2023 年第 7 号令，2024 年 2 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>
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 <math>\gamma</math> 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>
其他	<p>1. Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities, NCRP REPORT No.147, 2005；</p> <p>2. 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>3. 《医用外照射源的辐射防护》，ICRP 33 号出版物，人民卫生出版社，1984；</p> <p>4. 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>5. 阜外医院环境影响评价委托书；</p> <p>6. 阜外医院提供的与本项目相关的申请和技术资料；</p> <p>7. 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，并参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）对射线装置使用的辐射监测技术要求，确定该项目辐射环境影响评价的范围：以新建 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。

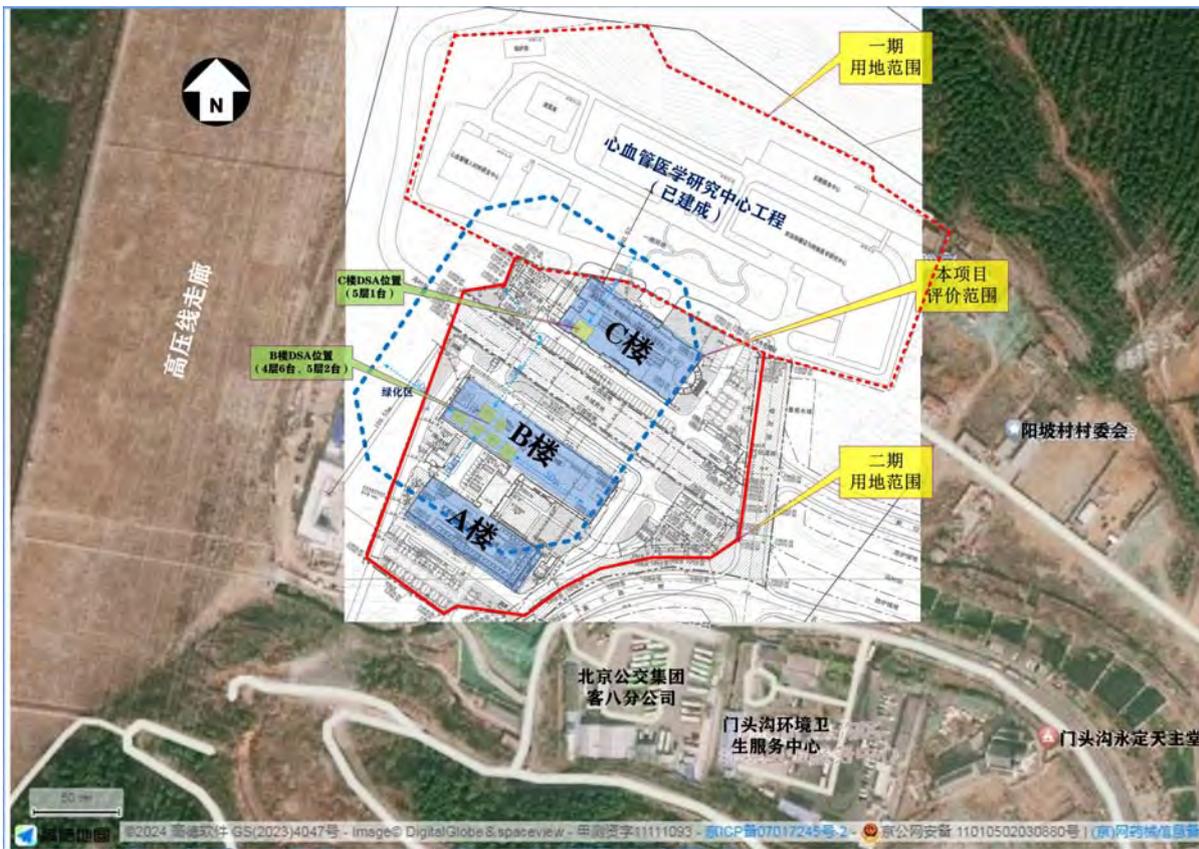


图 7-1 本项目评价范围示意图

### 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；
- 评价建设项目在运行过程中对工作人员及公众所造成的辐射影响；
- 评价辐射安全与防护措施效果，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

国家心血管病中心扩建工程建设工程位于北京市门头沟区永定镇冯村 MC00-0013-0009 北地块和 MC00-0013-0017 南地块，主要建筑物为临床医学研究中心的 A 楼、B 楼和健康生活方式医学中心（C 楼）。本项目所涉及的 6 台 DSA 位于 B 楼四层介入导管中心，2 台 DSA 位于 B 楼五层杂交手术室，1 台 DSA 位于 C 楼五层导管室。

国家心血管病中心扩建工程布局和本项目 DSA 机房所在位置见图 7-1 所示，各楼层平面布局以及机房位置见图 7-2~图 7-4 所示。

本项目评价范围内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

机房位置	保护目标	方位	距离范围(m)	常居留人数	保护目标类别
B 楼四层 DSA (6 台)	楼道	北侧	紧邻	/	/
	楼梯间、清洁间、液体库、备用库房、仪器、无菌间等	北侧	1.6-6.5	1	公众
	室外空地	北侧	6.5-50	/	/
	设备间	东侧	紧邻	/	/
	B 楼设备间、无菌间、谈话间、楼梯电梯厅、住院药库、男女更衣和淋浴、示教室、办公室、多功能厅等	东侧	1.2-50	10	公众
	楼道	南侧	紧邻	/	/
	室外空地	南侧	1.6-33	/	/
	A 楼净化机房、隔离单间、双人间、仪器库房、治疗室、病房等	南侧	33-58	2	公众
	设备间、楼梯间	西侧	紧邻	/	/
	室外空地	西侧	3.8-50	/	/
	OP1 手术室、设备间、器械室和无菌间，OP2 杂交手术室、控制室和设备间，OP3 杂交手术室和控制室，药品	楼上	紧邻	12	公众

	间、三级库等					
	治疗室和库房及患者走廊、单人间病房、双人间病房、三人间病房等、以及医办和护士站（座位不在照射区域）	楼下	紧邻	4	公众	
<b>B楼五层 DSA (2台)</b>	楼道	北侧	紧邻	/	/	
	楼梯电梯厅、OP1手术室、缓冲间、无菌间	北侧	2.6-18.5	4	公众	
	室外空地	北侧	18.5-50	/	/	
	设备间	东侧	紧邻	/	/	
	药品间、麻醉库、二级库、换车间、仪器库房、示教室、休息区、外科恢复室	东侧	1.8-50	4	公众	
	楼道	南侧	紧邻	/	/	
	室外空地	南侧	1.6-33	/	/	
	设备间、清洗间	西侧	紧邻	/	/	
	室外空地	西侧	6.1-50	/	/	
	净化机房	楼上	紧邻	/	/	
	导管室 OP2 DSA 机房和控制室、导管室 OP3 DSA 机房、设备间和导管室 OP4 DSA 机房	楼下	紧邻	12	职业人员	
	<b>C楼五层 DSA (1台)</b>	走廊	北侧	紧邻	/	/
		楼梯电梯厅	北侧	2.6-12.6	/	/
无人屋面		北侧	12.6-24.5	/	/	
控制室		东侧	紧邻	4	职业人员	
C楼耗材库、无菌品、准备间、配电间、ICU恢复室、治疗区、男女更衣、值班室等		东侧	2.2-60	10	公众	
室外空地		南侧	0-50	/	/	
设备间		西侧	紧邻	/	/	
净化机房		西侧	2.8-9	/	/	
室外空地		西侧	9-50	/	/	
病房		楼下	紧邻	/	/	
楼顶屋面		楼上	紧邻	/	/	

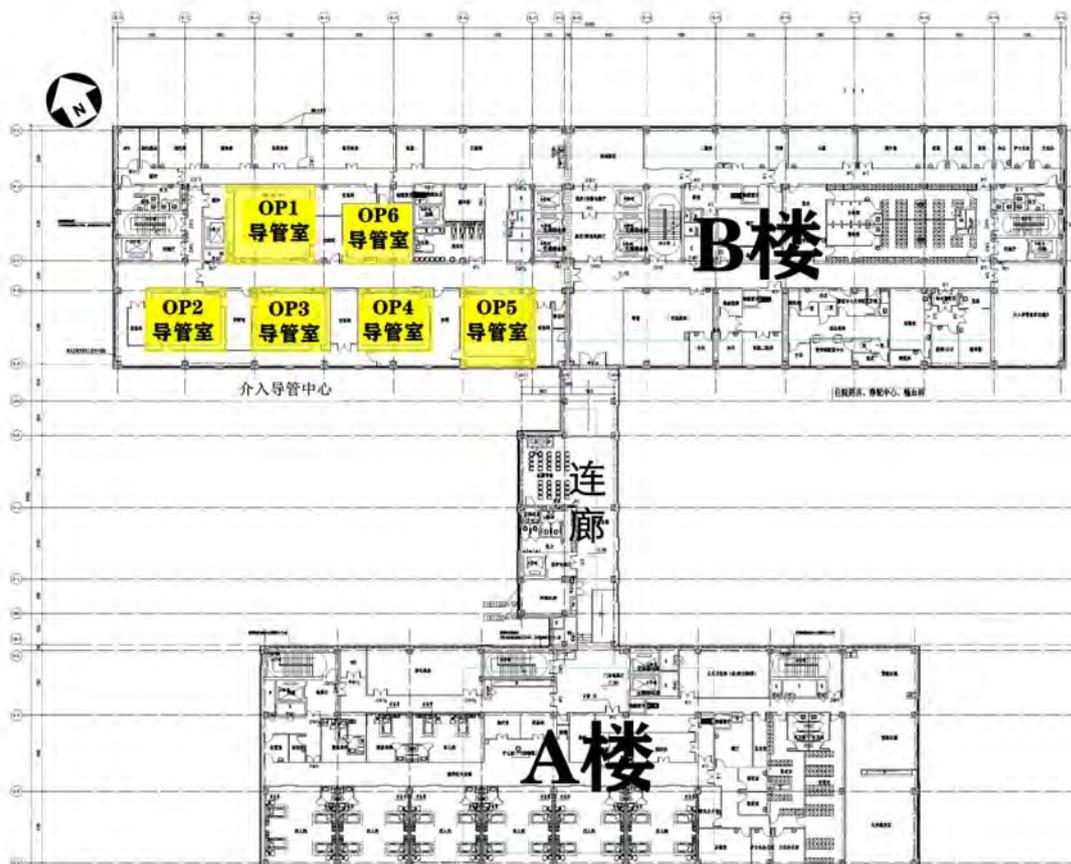


图 7-2 A 楼、B 楼四层布局和 6 间 DSA 机房位置示意图

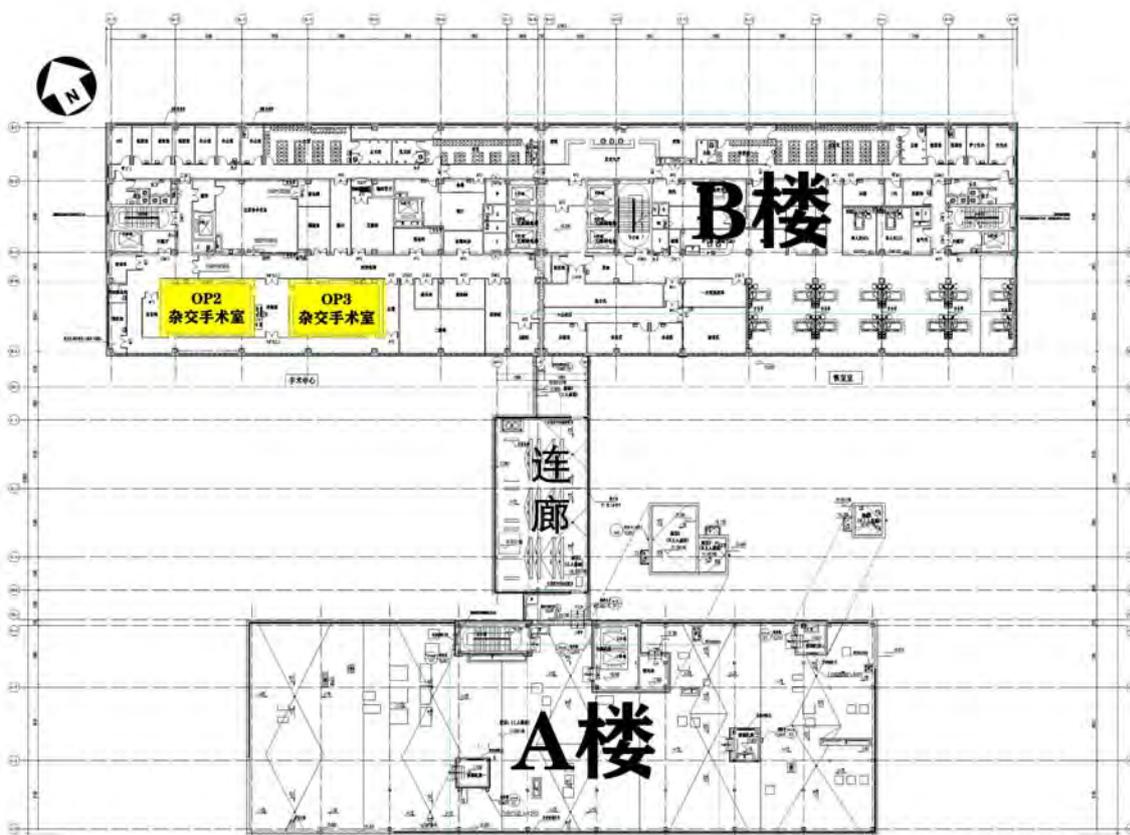


图 7-3 A 楼、B 楼五层布局和 2 间 DSA 机房位置示意图

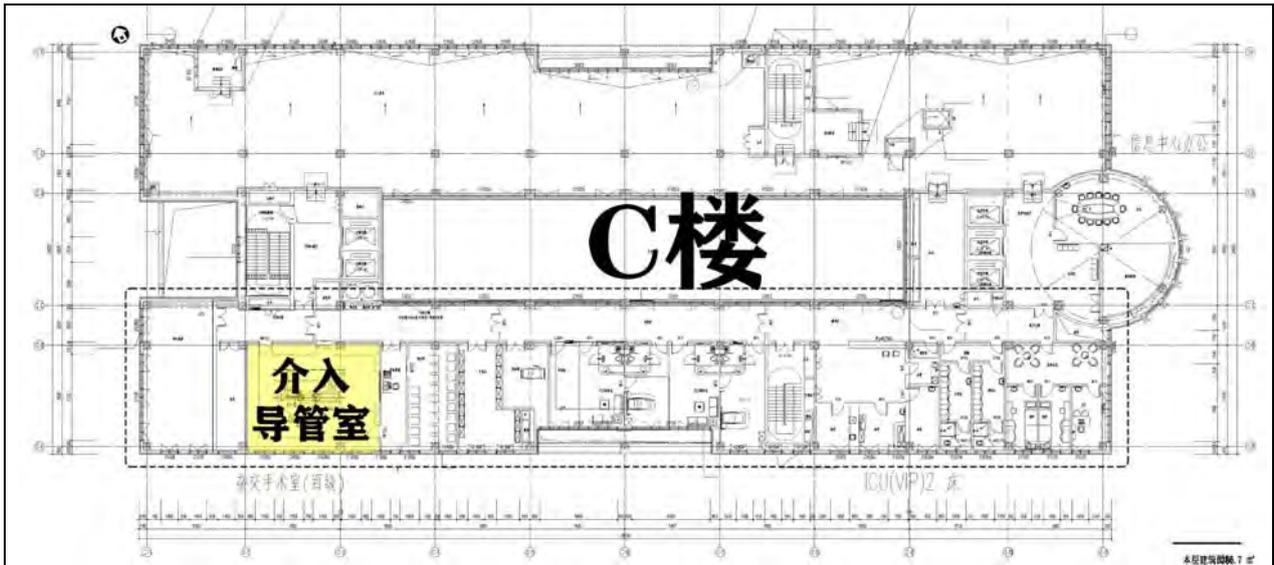


图 7-4 C 楼五层布局和 1 间 DSA 机房位置示意图

DSA 机房位于介入治疗场所内，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是楼上和楼下的医护人员和患者。

图 7-5~图 7-6 给出了 B 楼 6 间 DSA 机房相邻楼层的布局以及 DSA 机房对应区域示意图。

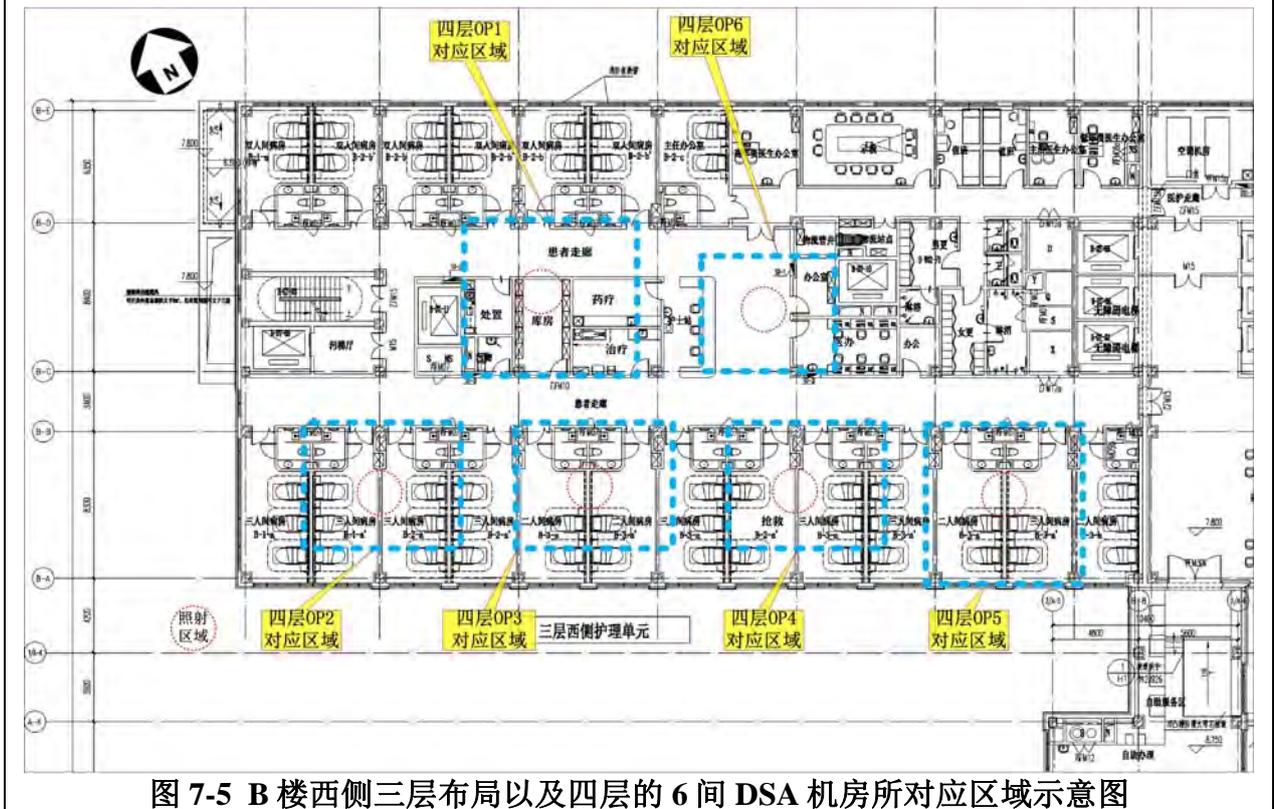


图 7-5 B 楼西侧三层布局以及四层的 6 间 DSA 机房所对应区域示意图

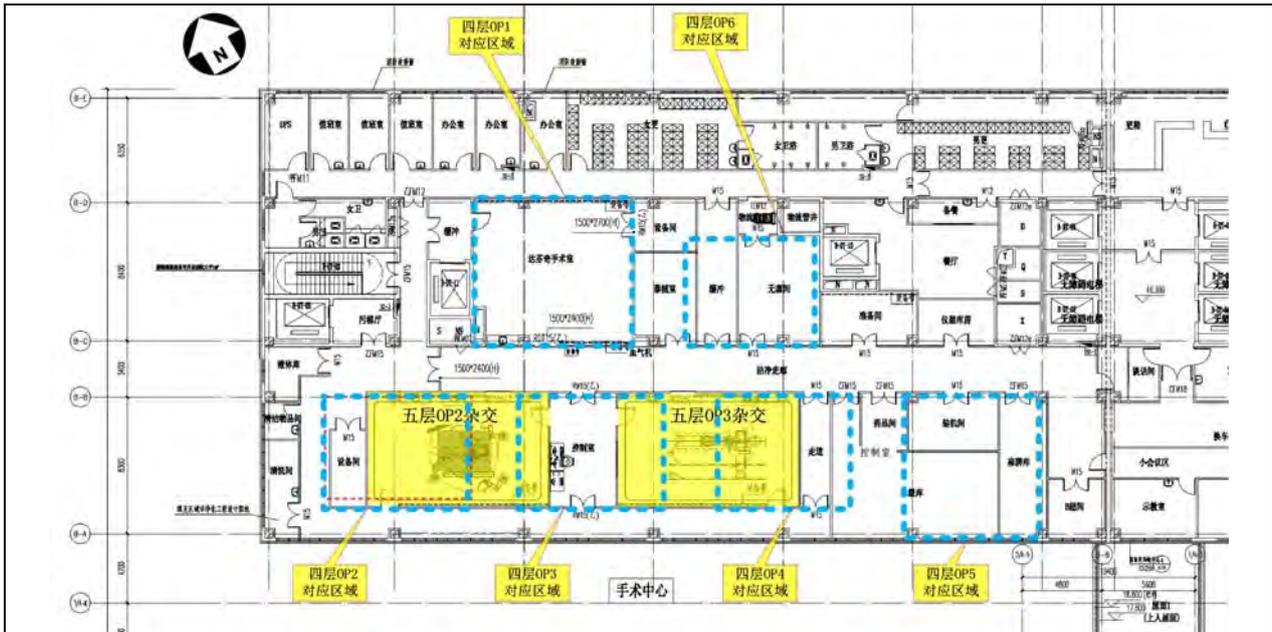


图 7-6 B 楼西侧五层布局以及四层的 6 间 DSA 机房所对应区域示意图

从图 7-5 可见，B 楼三层与楼上 DSA 机房所对应的区域多数为病房，但是患者病床不在 DSA 的照射区域内。此外，OP6 下方局部为护士站办公桌子和医生办公室门口，但是其办公座位均不在 DSA 照射区域内。

从图 7-6 可见，B 楼五层与楼下 DSA 机房所对应的区域为 OP1 手术室、设备间、器械室和无菌间，OP2 杂交手术室、控制室和设备间，OP3 杂交手术室和控制室，药品间、三级库等，均为无人员常居留场所。

综合分析，B 楼四层 6 间 DSA 机房对应区域为无人员常居留场所，或 DSA 设备照射区域内没有人员常居留，所以 DSA 位置的选择是可行的。

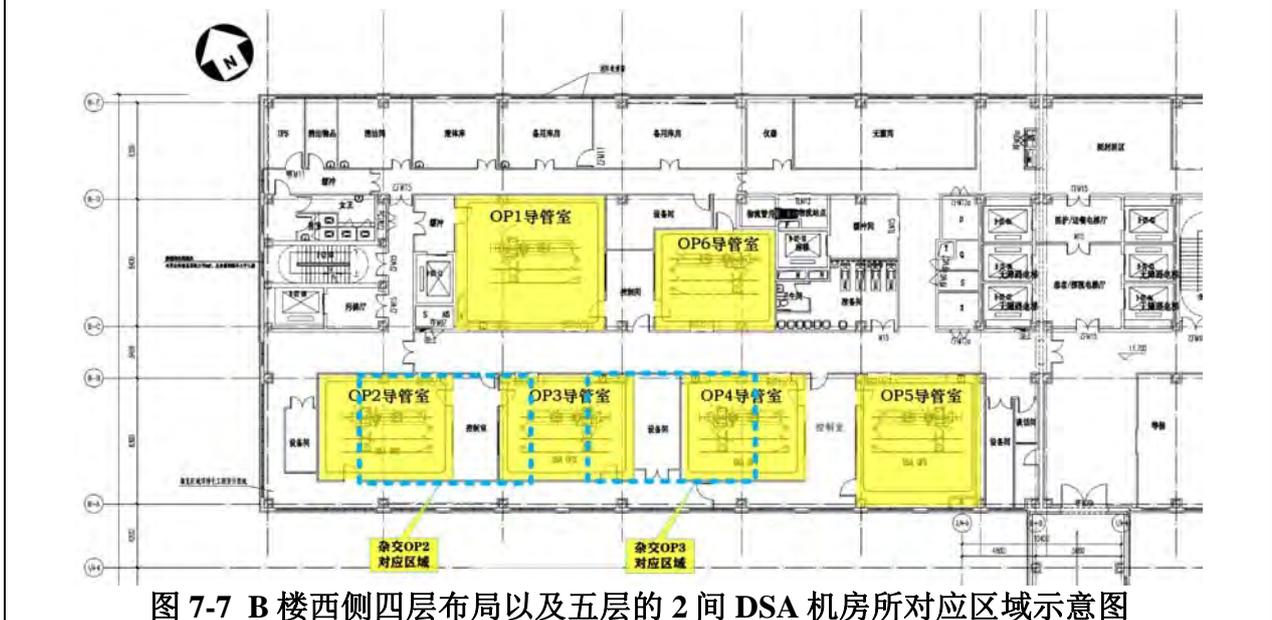


图 7-7 B 楼西侧四层布局以及五层的 2 间 DSA 机房所对应区域示意图



图 7-8 B 楼西侧六层布局以及五层的 2 间 DSA 机房所对应区域示意图

从图 7-7 可见，B 楼四层与楼上 2 间 DSA 机房所对应的区域为 OP2 导管室和控制室、OP3 导管室、设备间、OP4 导管室，均为无人员常居留场所。

从图 7-8 可见，B 楼六层与楼下 DSA 机房所对应的区域为净化机房，也为无人员常居留场所。

综合分析，B 楼五层 2 间杂交手术室对应区域为无人员常居留场所，所以 DSA 位置的选择是可行的。

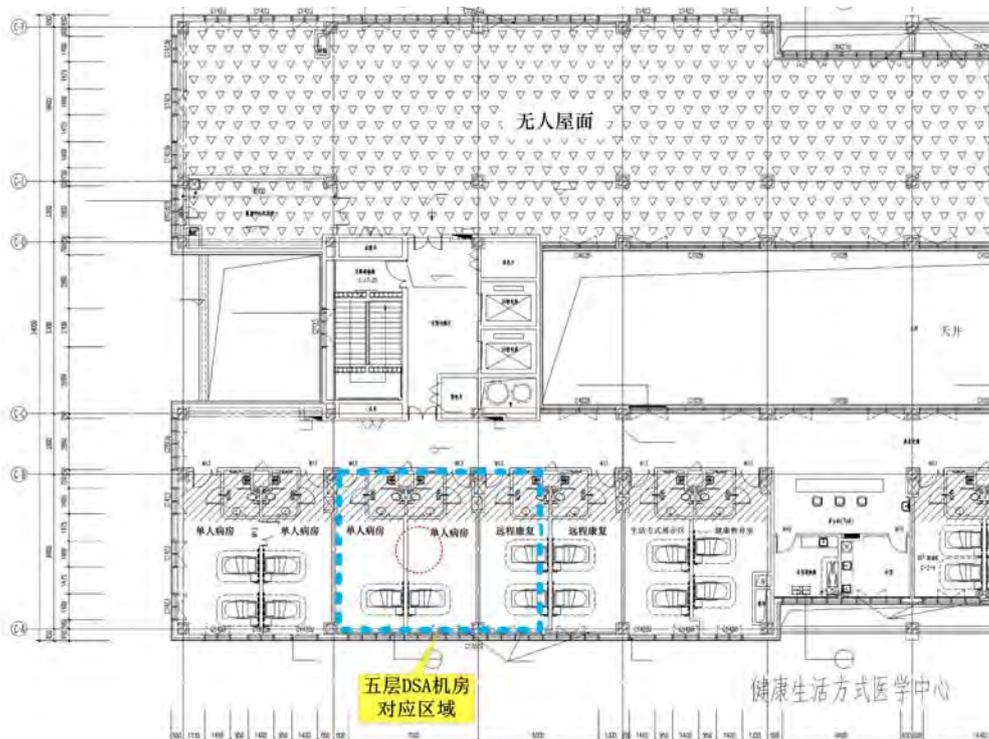


图 7-9 C 楼四层布局和 1 间 DSA 机房位置示意图

图 7-9 给出了 C 楼四层布局以及与楼上 DSA 机房所对应区域示意图，从图中可见，与楼上 DSA 机房所对应的区域为 2 间病房，但是患者病床不在 DSA 的照射区域内。C 楼五层 DSA 机房的上方为屋面，无人员常居留，综合分析，C 楼五层介入手术室位置的选择也是可行的。

本项目 9 间 DSA 机房周围相邻环境情况见表 7-2 所示。

表 7-2 9 间机房毗邻场所

位置	机房名称	东	南	西	北	楼上	楼下
B 楼四层介入导管中心	OP1 导管室	控制室、设备间	洁净走廊	缓冲间、污物电梯	走廊	达芬奇手术室	患者走廊、治疗室、处置室、污物间、库房、药疗室
	OP2 导管室	控制室	洁净走廊	设备间	走廊	OP2 杂交手术室和设备间	三人间病房（病床不在照射区域内）
	OP3 导管室	设备间	洁净走廊	控制室	走廊	OP2 杂交手术室、控制室和 OP3 杂交手术室	二人间病房（病床不在照射区域内）
	OP4 导管室	控制室	洁净走廊	设备间	走廊	OP3 杂交手术室、走道和控制室	抢救室和三人间病房（病床不在照射区域内）
	OP5 导管室	设备间	室外	控制室	走廊	二级库、装机间、麻醉库	二人间和三人间病房（病床不在照射区域内）
	OP6 导管室	洁梯、卫生间	洁净走廊	控制室	设备间	无菌间、缓冲间	患者走廊、医生办公室、护士站桌子（座位均不在照射区域）
B 楼五层手术中心	OP2 杂交手术室	控制室	走廊	设备间	走廊	净化机房	OP2 导管室、OP3 导管室和控制室
	OP3 杂交手术室	走道	走廊	控制室	走廊	净化机房	OP3 导管室、设备间、OP4 导管室和设备间
C 楼五层 DSA 室	介入导管室	控制室	楼外空地	设备间	走廊	无人屋面	2 间单人病房（病床不在照射区域内）

### 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 7-3 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。

《GB18871-2002》11.4.3.2 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。

### (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  $\mu$  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  $\mu$  Sv/h。按现有屏蔽防护, 可确保 DSA 在摄影工况下, 其机房周围剂量当量率也不大于 2.5  $\mu$  Sv/h, 有效减少相邻场所医护人员和公众的受照剂量。
- 3) 介入放射诊疗设备透视防护区检测平面上的周围剂量当量率不大于 400  $\mu$  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 7-4。

表 7-4 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 7-5 的要求。

表 7-5 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 <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度(m)
单管头X射线机(含C形臂)	20	3.5
双管头或多管头X射线设备（含C形臂）	30	4.5

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，建设单位委托长润安测科技有限公司（CMA 213003100448）于 2024 年 4 月 25 日（天气晴）对中国医学科学院阜外医院国家心血管病中心扩建工程用地进行了辐射环境检测，监测内容为  $\gamma$  剂量率。监测设备为 SCB603E 型环境级 X、 $\gamma$  剂量率仪(经北京计量院检定)，在距地面 1m 高度进行  $\gamma$  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  $\gamma$  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、 $\gamma$ 剂量率仪	SCB603E	剂量率范围： 0.01 $\mu$ Gy/h~3Gy/h； 能量范围：25keV-3MeV	CR-YQ-088	DD24J-CA100187 校准有效期至： 2025 年 04 月 11 日

**表 8-1 评价区现状环境辐射剂量率水平监测结果\***

检测点位编号	检测点位置描述	检测结果 (nGy/h)	备注
①	二期用地东侧空地	68.6 $\pm$ 0.5	
②	C 楼北侧空地	67.1 $\pm$ 0.5	
③	C 楼南侧空地	69.2 $\pm$ 0.5	
④	B 楼西侧空地	63.1 $\pm$ 0.5	
⑤	B 楼东侧空地	69.3 $\pm$ 0.6	
⑥	B 楼东北侧空地	69.5 $\pm$ 0.5	
⑦	B 楼南侧空地	63.5 $\pm$ 0.6	
⑧	A 楼西侧空地	63.6 $\pm$ 0.5	

注：\*检测结果含宇宙射线响应值。



《北京市环境天然放射性水平调查研究》（1995年）报道，北京市天然辐射水平范围为60~123nGy/h（室外，含宇宙射线）。监测结果表明，本项目各测点 $\gamma$ 辐射剂量率为63.1-69.5nGy/h（含宇宙射线），故属于正常本底水平。

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。

本项目使用的 DSA 设备，主要开展常规的心血管介入、神经外科介入和外周血管等放射介入手术。



图 9-1 单管球某型号 DSA 设备外观图



图 9-2 双管球某型号 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。

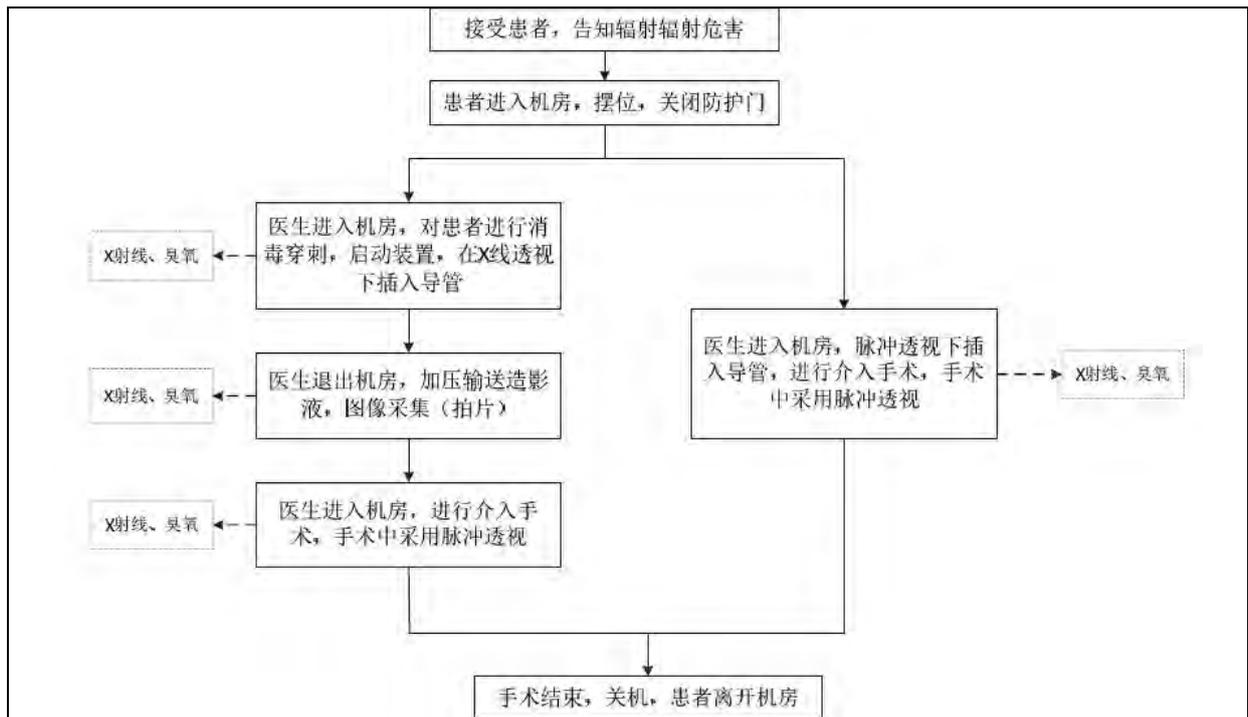


图9-3 手术流程及污染物产生环节示意图

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 低于 2 分钟；

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。

最大工作量预计：根据阜外医院阜成门院区每年开展介入治疗人数统计结果，每台单管球 DSA 设备每年开展介入治疗 1500 例，双管球 DSA 设备每年开展介入治疗 500 例；医师最多完成手术 500 例/年，技师、护士最多完成手术 1500 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

### 10.1.1 项目环保验收

血管造影机机房项目竣工后，应对辐射防护设施进行验收，其中包括辐射屏蔽、安全联锁和警示系统、通风系统等，这些项目依照设计标准验收合格后，方可正式投入运行。如机房位置和布局发生变化，必须重新办理环保审批手续。

### 10.1.2 DSA 机房辐射安全防护设施

1) 机房采取实体屏蔽措施，保证人员全居留场所、机房墙外及防护门外 30cm 处，楼上距地面 30cm 处、楼下距地面 170cm 高度的辐射剂量率均不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

2) DSA 机房内区域为控制区，与 DSA 机房毗邻区域（如控制室、走廊、设备间、准备间、缓冲间等）作为监督区，具体见图 11-1、图 11-2 和图 11-3 所示。在控制区和监督区地面张贴相应标志。

3) 患者通道门、污物通道门和控制室防护门上方均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。在 DSA 机房的全部防护门上均设置明显的电离辐射警告标志。



图 10-1 电离辐射警告标志

4) 机房和控制台之间设有观察窗，并配置对讲系统。

5) 除 B 楼四层 0P4 手术室未设污物通道门外，本项目 DSA 机房均设 3 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。控制室和污物通道防护门均为含 3mmPb 的手动平开防护门。

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, 本项目拟按照《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 配备个人防护用品。每个机房至少配置: 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, 开展个人剂量监测。医院拟为本项目购置 1 台辐射监测仪, 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: 每台 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) 在 2 间杂交手术室 (B 楼 5 层 OP2 和 OP3) 内部墙上明显位置均设置工作状态警示灯, DSA 出束时, 该指示灯自动亮起。

13) 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墙角位置穿过墙体进入管井。电缆沟和风管外用 3mm 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。

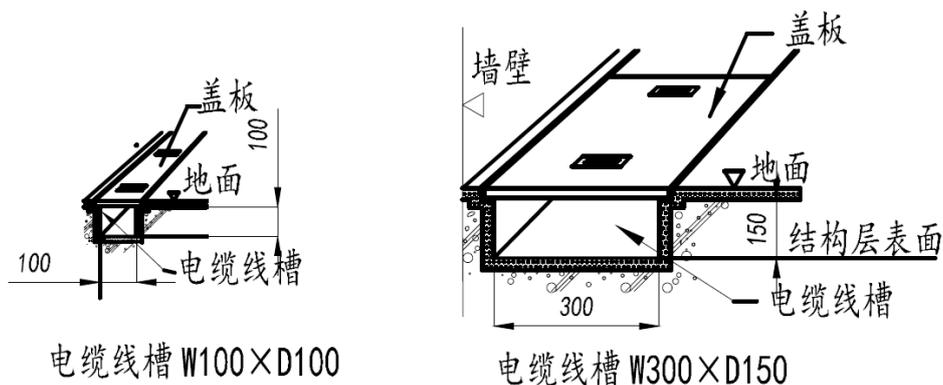


图 10-2 DSA 机房电缆穿墙方式示意图

14) 机房配备火灾报警系统, 配备灭火用品。



图 10-3 DSA 机房辐射安全与防护设施布置示意图（以 B 楼 5 层机房为例）

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	检查位局部屏蔽防护设施	√	铅围裙
2*		医护人员个人防护用品	√	至少 4 套铅衣、铅围脖、铅眼镜等
3		患者防护	√	配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套各 2 套
4*		观察窗屏蔽	√	设铅玻璃观察窗
5		机房防护门窗	√	铅防护门
6		通风设施	√	设通风系统
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	√	设“射线有害，灯亮勿入”警示灯
9*	B 监测设备	辐射水平监测仪表	√	DSA 场所配备 1 台便携式辐射监测仪
10*		个人剂量计	√	每人 1 个
11		腕部剂量计	/	/

### 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。本项目将按照单台 DSA 配备 8 名辐射工作的模式配置辐射工作，共计设 72 名辐射工作人员，其中 38 名为现有辐射工作人员轮转，34 名为新增辐射工作人员。	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带 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，负责全医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。本项目将按照单台 DSA 配备 8 名辐射工作的模式配置辐射工作，共计设 72 名辐射工作人员，其中 38 名为轮转人用，34 名为新增辐射工作人员。	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。	落实后符合
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、台账管理制度、个人剂量及健康管理制度、人员培训考核规定、辐射监测方案、辐射防护和安全防护制度。医院将完善操作规程和监测方案，能够满足管理要求。	落实后符合
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	/
<p><b>10.4 三废的治理</b></p> <p>本项目无放射性“三废”产生。</p>		

表 11 环境影响分析

**11.1 建设阶段对环境的影响**

本项目施工活动在已批复的《中国医学科学院阜外医院西山园区建设项目环境影响报告表中》（门环保审字[2020] 0003 号）中已进行分析评价，不再赘述。

**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 DSA 机房设置在医疗综合楼 B 楼和 C 楼内，分布于 3 处：B 楼四层导管中心 6 台、B 楼五层手术中心 2 台（杂交手术室），C 楼五层导管室 1 台。DSA 使用场所周围 50m 范围内，多是医院的医疗用房，部分区域为绿化区。

**（二）DSA 机房规格、屏蔽和周围环境**

**（1）DSA 机房规格**

本项目 DSA 机房规格如表 11-1 所示。

表 11-1 DSA 机房规格

所在位 置	机房名称	建筑尺寸 <sup>①</sup> (m)	有效尺寸 <sup>②</sup> (m)	有效使用面 积 (m <sup>2</sup> )	最小有效有 效面积要求 (m <sup>2</sup> )	最小有效单 边长度要求 (m)
B 楼 4 层介入 导管中 心	OP1 机房	9.7×8.8	8.5×7.9	67.1	20	3.5
	OP2 机房	8.7×6.9	7.8×6.0	46.8	20	3.5
	OP3 机房	8.4×6.9	7.7×6.0	46.2	20	3.5
	OP4 机房	8.0×6.9	7.1×6.0	42.6	20	3.5
	OP5 机房	8.1×8.6	7.1×7.2	51.1	30	4.5
	OP6 机房	7.8×6.6	7.0×5.7	39.9	20	3.5
B楼5层 手术中 心	OP2 杂交手术室	10.9×6.8	10.0×5.9	59.0	20	3.5
	OP3 杂交手术室	10.9×6.8	10.0×5.9	59.0	20	3.5
C 楼 5 层导管 室	DSA 导管室	10.8×8.6	9.5×6.9	65.5	20	3.5

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。

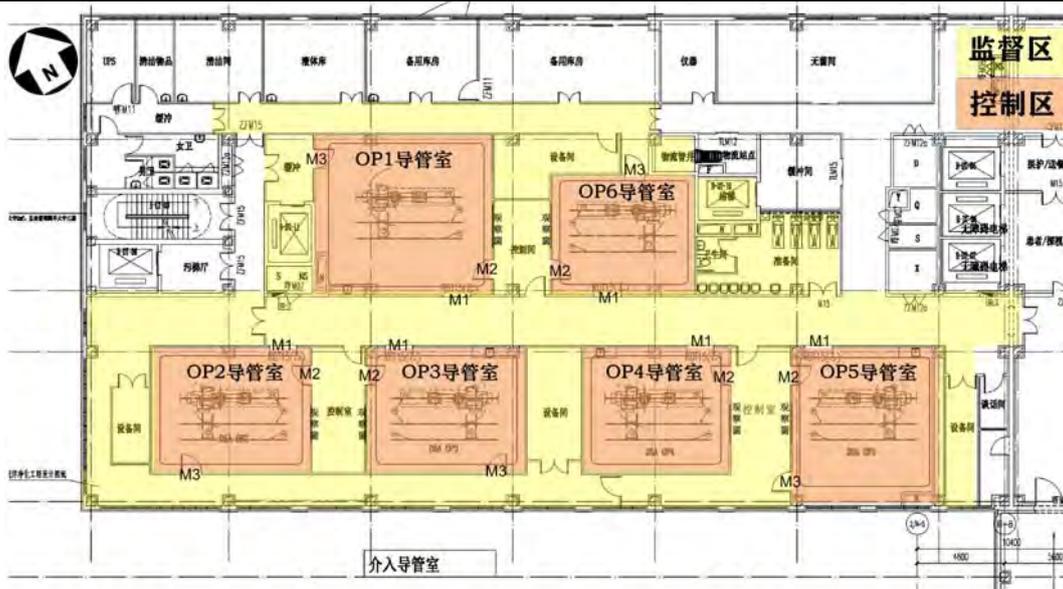


图11-1 B楼四层介入导管中心布局和分区管理示意图

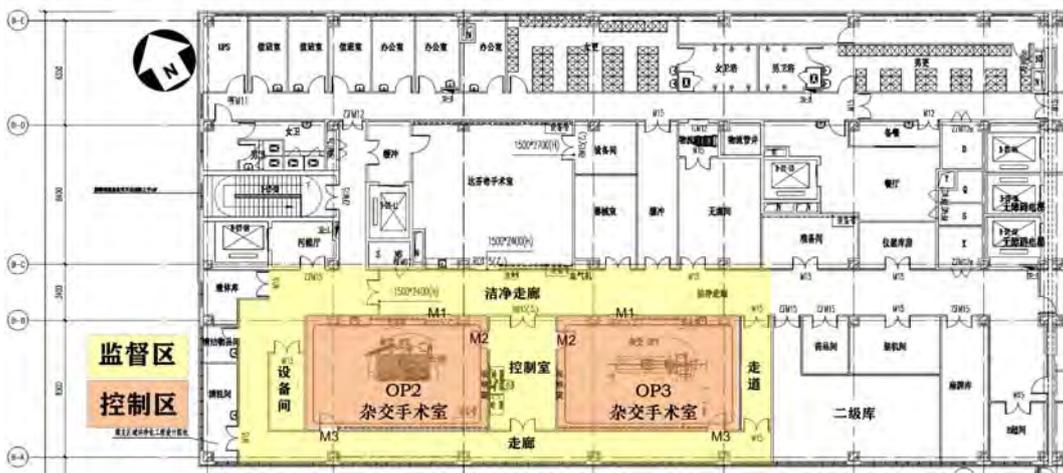


图 11-2 B 楼五层手术中心布局和分区管理示意图

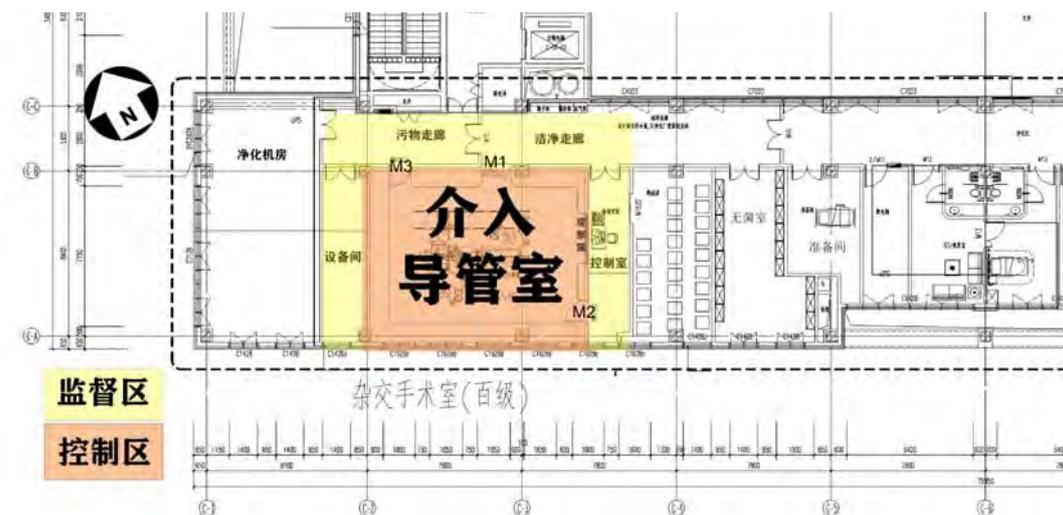


图 11-3 C 楼五层 DSA 机房布局和分区管理示意图

(2) 屏蔽材料和厚度

DSA 机房屏蔽材料和厚度如表 11-2 所示。

表 11-2 DSA 机房的屏蔽设计

机房类型	屏蔽体	屏蔽设计	铅当量折算值*
B 楼四层 6 台 DSA 机房	四周墙体	轻钢龙骨+3mm 铅板	3mm
	防护门	3mmPb 防护门	3mm
	观察窗	3mm 铅当量铅玻璃	3mm
	顶板	250mm 混凝土, 附加 1mmPb 铅板。	4.8mm
	底板	120mm 混凝土之上再铺不低于 30mm 密度为 3.2t/m <sup>3</sup> 硫酸钡混凝土。	4.7mm
B 楼 5 层 2 台 DSA 机房、C 楼 5 层 1 台 DSA 机房	四周墙体	轻钢龙骨+3mm 铅板	3mm
	防护门	3mmPb 防护门	3mm
	观察窗	3mm 铅当量铅玻璃	3mm
	顶板	250mm 混凝土, 附加 1mmPb 铅板。	4.8mm
	底板	250mm 混凝土, 再铺设不低于 30mm 密度为 3.2t/m <sup>3</sup> 硫酸钡混凝土。	6.8mm

注: 铅当量依据 GBZ130-2020 附录 C 中 100kV X 射线相关参数进行折算。

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。

表 11-3 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
B 楼四层介入导管中心 OP1 DSA 机房	机房南侧设患者出入电动平移防护门(M1),具有防夹和延时关闭功能,机房内和机房外均设门控按钮。机房东侧设控制室门(M2),西侧设污物门(M3),均为手动平开防护门。	东墙	层流通风	东西	机房内不设采光窗。
B 楼四层介入导管中心 OP2 DSA 机房	机房北侧设患者出入电动平移防护门(M1),具有防夹和延时关闭功能,机房内和机房外均设门控按钮。机房东侧设控制室门(M2),南侧设污物门(M3),均为手动平开防护门。	东墙	层流通风	东西	机房内不设采光窗。
B 楼四层介入导管中心 OP3 DSA 机房	机房北侧设患者出入电动平移防护门(M1),具有防夹和延时关闭功能,机房内和机房外均设门控按钮。机房西侧设控制室门(M2),南侧设污物门(M3),均为手动平开防护门。	西墙	层流通风	东西	机房内不设采光窗。

B 楼四层介入导管中心 OP4 DSA 机房	机房北侧设患者出入电动平移防护门（M1），具有防夹和延时关闭功能，机房内和机房外均设门控按钮。机房东侧设控制室门（M2），为手动平开防护门。	东墙	层流通风	东西	机房内不设采光窗。
B 楼四层介入导管中心 OP5 DSA 机房	机房北侧设患者出入电动平移防护门（M1），具有防夹和延时关闭功能，机房内和机房外均设门控按钮。机房西墙北侧设控制室门（M2），西墙南侧设污物门（M3），均为手动平开防护门。	西墙	层流通风	东西	机房内不设采光窗。
B 楼四层介入导管中心 OP6 DSA 机房	机房南侧设患者出入电动平移防护门（M1），具有防夹和延时关闭功能，机房内和机房外均设门控按钮。机房西侧设控制室门（M2），北侧设污物门（M3），均为手动平开防护门。	西墙	层流通风	东西	机房内不设采光窗。
B 楼五层 OP2 杂交手术室	机房北侧设患者出入电动平移防护门（M1），具有防夹和延时关闭功能，机房内和机房外均设门控按钮。机房东侧设控制室门（M2），南侧设污物门（M3），均为手动平开防护门。	东墙	层流通风	东西	机房内不设采光窗。
B 楼五层 OP3 杂交手术室	机房北侧设患者出入电动平移防护门（M1），具有防夹和延时关闭功能，机房内和机房外均设门控按钮。机房西侧设控制室门（M2），南侧设污物门（M3），均为手动平开防护门。	西墙	层流通风	东西	机房内不设采光窗。
C 楼五层介入导管室	机房北侧设患者出入电动平移防护门（M1），具有防夹和延时关闭功能，机房内和机房外均设门控按钮。机房东侧设控制室门（M2），北侧设污物门（M3），均为手动平开防护门。	东墙	层流通风	东西	机房内不设采光窗。

### (3) 平面布局合理性分析

本项目 DSA 机房位于 B 楼四层介入导管中心、B 楼五层手术中心和 C 楼五层导管室区域，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。

B 楼五层手术区设 2 间 DSA 机房，机房周围一侧隔走廊为室外，其它方位均为手术区域，外围设患者走廊和污物通道，这样可以将 DSA 对周围辅助用房的辐射影响降到最低，布局合理。

B 楼四层导管中心设 6 间 DSA 机房，OP1 和 OP6 设在北侧，OP2~OP5 布置在南侧呈东西向布置。机房周围为清洁走廊、设备间和控制室，南侧隔走廊为楼外，这种布局可以将 DSA 对导管中心其它用房的辐射影响降到最低，布局合理。

B 楼四层 DSA 机房和 C 楼五层导管室楼下均为病房，但是病床不在 DSA 照射区域内，楼上为手术中心区域。尽管四层 OP6 手术室楼下为护士站和办公室门口，但是医护人员座位均不在 DSA 照射区域，综合考虑，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、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。

B 楼四层导管中心 6 间 DSA 机房相对集中布设，对楼上和楼下毗邻房间可能存在叠加影响。为了减少叠加贡献的影响，在屏蔽设计时，加厚了楼板的屏蔽，铅当量等效厚度不低于 4.7mm 铅当量（见表 11-2），高于标准要求的 2mmPb 的要求。

本项目 DSA 机房四周墙体均采用附加铅板防护，铅当量为 3mmPb，防护门、观察窗防护效果为 3mm 铅当量，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 6 台 DSA 设备型号已定，3 台设备的型号待定（最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA）。单管球 DSA 投照方向为“由下向上或者向斜上方”。双管球 DSA 投照方向：纵向球管投照方向同单球管相同，为“由下向上或者向斜上方”，横向球管投照方向为“由北向南”，避开控制室。设备参数见表 4。

#### （2）使用规划

门头沟院区为研究型临床医学中心，单台 DSA 的手术数量会低于阜成门院区，预计每台 DSA 承担手术量低于 1500 例/年，杂交手术室 DSA 承担手术量低于 1000 例/年。

本项目的 3 间杂交手术室，用于开展复杂心脏手术，如心脏搭桥、瓣膜修复以及主动脉瘤的等外科手术。患者在外科手术实施后，直接利用 DSA 放射介入技术手段，进行手术效果验证，确认手术效果。其它不使用 DSA 设备的外科手术将安排在普通手术室内进行，故不存在杂交手术室内设备切换以及介入手术和普通手术转换的管理问题。

根据阜外医院以往的工作经验，杂交手术室 DSA 平均出束时间少于导管室 DSA 平均出束时间，故本项目辐射环境影响评价保守按照导管室 DSA 出束时间进行评价。

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+PCI	10	2
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

外周介入治疗	6	2
神经介入手术（脑血管支架、脑动脉瘤栓塞、脑血管畸形栓塞）	8	2

根据美国 NCRP147 报告，心脏血管造影比外周血管造影和神经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，故保守按冠状动脉造影+PCI 手术的曝光时间计算 DSA 透视和摄影工作状态的累计出束时间。

本项目保守按冠状动脉造影+PCI 术介入手术的曝光时间计算每台 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	累计出束时间
透视	10min	1500	250h
		500	83.3h
		250	46.7
摄影	2min	1500	50h
		500	16.7h
		250	8.33

#### （四）辐射环境影响评价

##### （1）介入手术室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 90kV 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  $\leq 176\text{mGy}/\text{min}$ 。《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  $422\text{mGy}/\text{h}$ 。

本项目保守以  $422\text{mGy}/\text{h}$  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  $3.165\text{Gy}/\text{h}$ （具体计算见职业人员受照剂量估算部分）。

DSA 设备运行最大工况和相关参数，见表 11-6。

表 11-6 设备运行最大工况及相关参数

运行模式	本项目最大工况
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， $\mu\text{Sv/h}$ ； $H_0$  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（90kV）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， $\text{m}^2$ （取  $400\text{cm}^2$ ）； $\alpha$  为散射因子，定义为入射辐射被面积为  $400\text{cm}^2$  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 10.1，90kV X 线  $90^\circ$  散射因子取为  $1.5 \times 10^{-3}$ 。

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%。

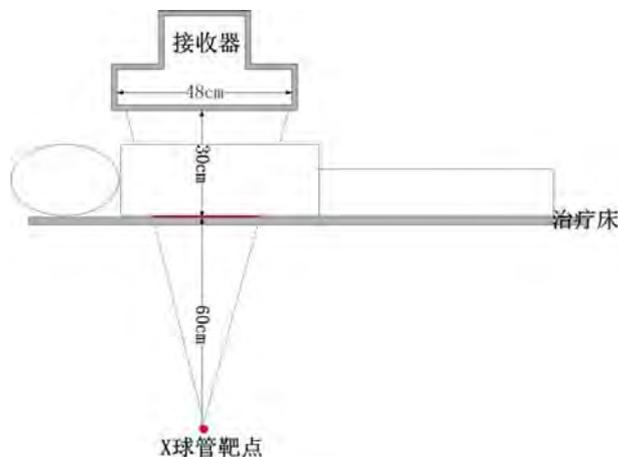


图 11-4 DSA 照射示意图

### 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，保守估算介入手术室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，输出量率保守按使用的最大功率（透视 90kV/10mA、摄影 90kV/500mA），并根据 GBZ130-2020 附录 C 中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，来估计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。

## （2）单管球 DSA 机房的辐射影响评价

### 1. 单管球 DSA 机房典型机房的选择

本项目所有单管球 DSA 的屏蔽相同：四周采用 3mm 铅当量的屏蔽，顶板等效厚度大于 4.8mmPb，底板的等效厚度大于 4.7mmPb。所使用的单管球 DSA 的技术指标见表 4，最高为 125kV/1000mA。比较而言，面积小的机房其周围辐射水平相对较高。本项目 B 楼四层介入导管中心 OP6 机房的面积最小，为 39.9m<sup>2</sup>，单边尺寸分别为 7.0m 和 5.7m。故选用 OP6 机房为单管球 DSA 机房的典型进行评价。

### 2. 单管球 DSA 机房周围辐射水平估算结果

本项目 OP6 机房建筑尺寸为：7.8m(长)×6.6m(宽)×4.55m(高)。因 DSA 设备使用时，管球会在一定范围内（按 1m×1m 计）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 处最小距离为 3.1m，距东墙外 30cm 处距离为 4.2m，距西墙外 30cm 处距离为 3.2m，距楼上 0.3m 处最小距离为 4.05m，距楼下地面 170cm 处最小距离 2.5m。

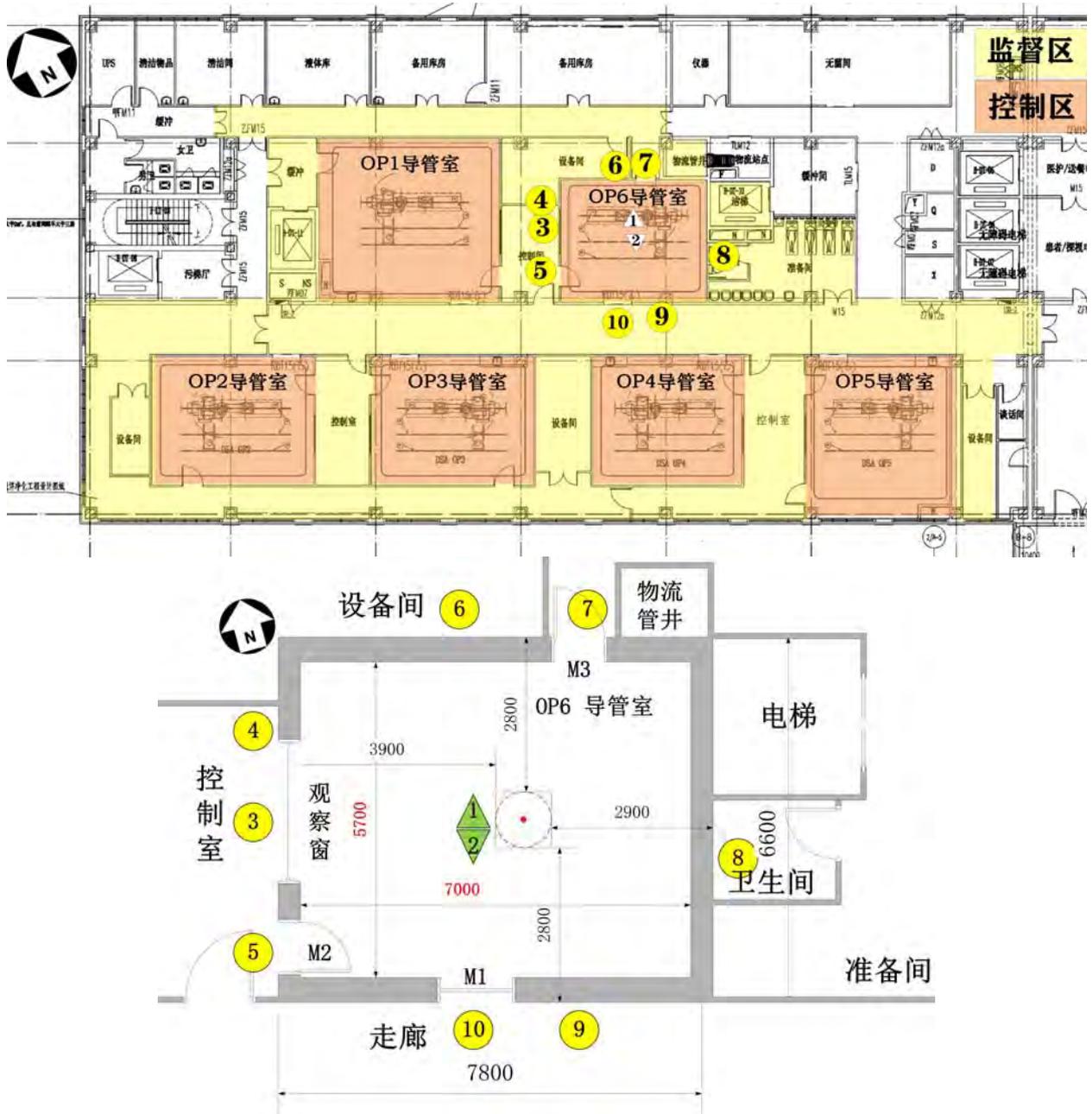


图 11-5 单管球 DSA 机房周围剂量估算点位置示意图

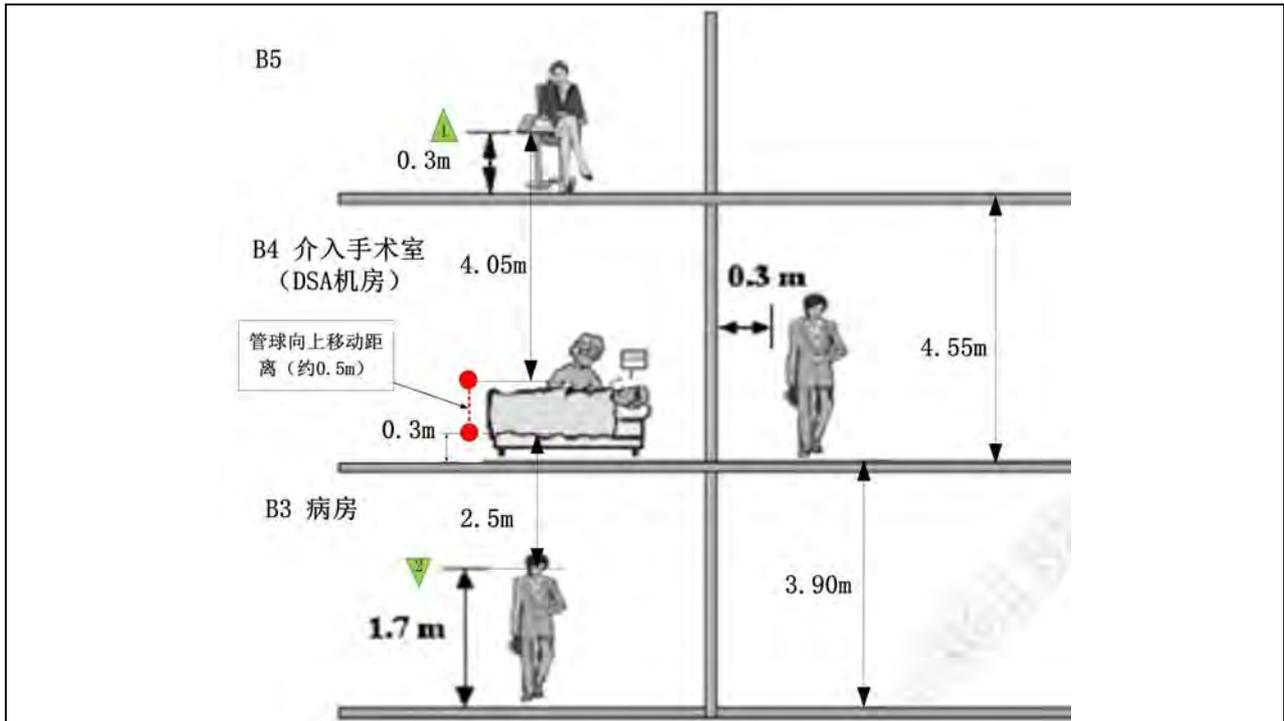


图 11-6 介入治疗手术室剖面示意图以及估算点位位置示意图

表 11-7 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	等效屏蔽材料与厚度	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 90kV	1	楼上距地板 30cm 处	4.8mm 铅当量	3.17E-08	0.422	泄漏+散射	4.05	4.16E-06
		2	楼下距地板 170cm 处	4.7mm 铅当量	4.31E-08		泄漏+散射	2.5	1.48E-05
		3	西侧控制室观察窗外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.2	9.68E-04
		4	西墙外 30cm 处 (控制室内)	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.2	9.68E-04
		5	西侧控制室防护门外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.2	9.68E-04
		6	北墙外 30cm 处 (设备间内)	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.1	1.78E-03
		7	北墙外防护门 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.1	1.78E-03
		8	东墙外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.2	1.67E-03
		9	南墙外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.1	1.78E-03
		10	南侧患者防护门外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.1	1.78E-03
X 线摄影	最大管电压 90kV	1	楼上距地板 30cm 处	4.8mm 铅当量	3.17E-08	3.165	泄漏+散射	4.05	3.12E-05
		2	楼下距地板 170cm 处	4.7mm 铅当量	4.31E-08		泄漏+散射	2.5	1.11E-04

	3	西侧控制室观察窗外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.2	7.26E-03
	4	西墙外 30cm 处 (控制室内)	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.2	7.26E-03
	5	西侧控制室防护门外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.2	7.26E-03
	6	北墙外 30cm 处 (设备间内)	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.1	1.33E-02
	7	北墙外防护门 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.1	1.33E-02
	8	东墙外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.2	1.25E-02
	9	南墙外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.1	1.33E-02
	10	南侧患者防护门外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.1	1.33E-02

注：\*保守以距靶点 1m 处剂量率的 0.51% (散射+泄漏) 作为源项。\*\*硫酸钡混凝土密度为 3.2t/m<sup>3</sup>

从上述估算结果可知，在“透视”和“摄影”模式下，DSA 机房周围附加剂量率最大值约为 1.33E-02 μSv/h，满足本项目所设定的机房屏蔽体外剂量率 2.5 μSv/h 的剂量率控制水平，对楼上、楼下其它科室用房的剂量率贡献最大为 1.11E-04 μSv/h，均满足本项目设定的剂量率控制水平。

### 3. 单管球 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（医师 500 例/a，技师、护士 1500 例/a）和每台 DSA 设备 1500 例/a 的工作负荷进行计算，辐射工作人员受照时间如表 11-8 所示。

表 11-8 单管球 DSA 工作人员年受照时间预测

人员	人数	工作模式	时间 (h/a)	居留因子	备注
医师	2	同室透视	83.3	1	
		同室采集	16.7	1/16	偶尔停留
护士	1	同室透视	250	1/16	偶尔停留
技师	1	隔室透视	250	1	
		隔室采集	50	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  $\mu$ 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 $\mu$ 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 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  $\mu$  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； $\alpha$ ——系数，取 0.79（有甲状腺屏蔽）； $H_u$ ——铅围裙内佩戴个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位为 mSv。 $\beta$ ——系数，取 0.051（有甲状腺屏蔽）； $H_0$ ——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  $\mu$  Sv/h 和 3000  $\mu$  Sv/h，计算  $H_u$  时，透视模式和采集模式对应剂量率为 10  $\mu$  Sv/h 和 75  $\mu$  Sv/h。

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

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

**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，保守按 1 名技师完成全年 1500 例手术进行年受照剂量估算。

**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， $\mu$ Sv/a；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。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。

按照医师 500 例/a，技师、护士 1500 例/a 的工作负荷，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均低于本项目设定的 5mSv 的年有效剂量约束值。

**表 11-9 单管球 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 ( $\mu$ 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	10(铅衣内) /400(铅衣外)	250	1/16	0.44
	摄影	/	/	/	
控制室 (技师)	透视	9.68E-04	250	1	6.05E-04
	摄影	7.26E-03	50	1	

上述剂量估算是依照“在透视防护区测试平面上的空气比释动能率为 400  $\mu$  Gy/h 的限值”进行的，实际上，操作位的剂量率水平多数低于 300  $\mu$  Gy/h，介入治疗医师均不从事其它放射工作，无个人剂量叠加问题，故年开展 500 例介入治疗医师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 0.44mSv。介入场所的技师只在控制室操作设备，年附加受照剂量更小，均满足本项目设定的 5mSv 的年有效剂量约束要求。

#### 4. 单管球 DSA 正常工况下所致周围公众的年受照剂量

本项目的 7 间单管头 DSA 机房分别设置在医院 B 楼（4 层 4 台和 5 层 2 台）和 C 楼（5 层 1 台），其所在位置为手术室区域，与手术无关人员不允许进入。机房周围楼上、楼下的其他工作人员和就诊人员属于公众，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单台 DSA 影响的最大受照剂量，可见，在未考虑 DSA 同时工作剂量叠加的情况下，单管球 DSA 机房周围停留公众的最大受照剂量为  $2.78\text{E-}01\mu\text{Sv/a}$ ，楼上、楼下公众受照剂量最大为  $9.25\text{E-}03\mu\text{Sv/a}$ ，均满足本项目设定的  $0.1\text{mSv}$ （ $100\mu\text{Sv}$ ）年剂量约束值。周围 50m 范围内其它公众，年受照剂量均低于  $2.78\text{E-}01\mu\text{Sv}$ 。

表 11-10 公众年附加受照剂量估计

机房	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 ( $\mu\text{Sv}$ )
		透视	摄影			
导管中心 DSA 机房	东侧	透视	1.67E-03	250	1/4	2.61E-01
		摄影	1.25E-02	50	1/4	
	西侧	透视	9.68E-04	250	1/4	1.51E-01
		摄影	7.26E-03	50	1/4	
	北侧	透视	1.78E-03	250	1/4	2.78E-01
		摄影	1.33E-02	50	1/4	
	南侧	透视	1.78E-03	250	1/4	2.78E-01
		摄影	1.33E-02	50	1/4	
	楼上	透视	4.16E-06	250	1（保守）	2.60E-03
		摄影	3.12E-05	50	1（保守）	
	楼下	透视	1.48E-05	250	1（保守）	9.25E-03
		摄影	1.11E-04	50	1（保守）	

注：本层 DSA 机房周围用房无常居留人员，居留因子保守取 1/4；估算未考虑叠加。

#### (3) 双管球 DSA 机房的辐射影响评价

##### 1. 双管球 DSA 机房典型机房的选择

B 楼四层导管中心 OP5 导管室拟使用双管球 DSA。OP5 机房建筑尺寸为：8.6m(长)×8.1m(宽)×4.55m(高)。因 DSA 设备使用时，管球会在一定范围内（按  $1\text{m}\times 1\text{m}$  计）移动，故在屏蔽计算时，保守取设备靶点距离北墙外 30cm 处最小距离为 3.8m，距东墙外 30cm 处距离为 3.3m，距西墙外 30cm 处距离为 4.4m，距楼上 0.3m 处最小距离为 4.05m，距楼下地面 170cm 处最小距离 2.5m。

##### 2. 双管球 DSA 机房周围的辐射水平估算结果

同前，以单管球距靶点 1m 处剂量率的 0.51%（散射+泄漏）作为源项，保守按照 2

个管球同时出束进行评价，即估算周围的附加剂量率时，源强按照单管球的 2 倍进行计算。



图 11-7 双管球 DSA 机房周围剂量估算点位置示意图

表 11-11 双管头 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	等效屏蔽材料与厚度	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* (μSv/h)

X 线 透 视	最大 管电 压 90kV	1	楼上距地板 30cm 处	4.8 mm 铅当量	3.17E-08	0.844	泄漏+散射	4.05	8.32E-06
		2	楼下距地板 170cm 处	4.7 mm 铅当量	4.31E-08		泄漏+散射	2.5	2.97E-05
		3	西侧控制室观 察窗外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.4	1.76E-03
		4	西墙北侧控制 室防护门外 30cm 处	3.0 mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.4	1.76E-03
		5	西墙外 30cm 处（控制室）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.4	1.76E-03
		6	北侧患者防护 门外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.8	2.36E-03
		7	北墙外 30cm 处 （患者走廊）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.8	2.36E-03
		8	东墙外 30cm 处（设备间）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.3	3.13E-03
		9	西墙南侧防护 门外 30cm 处 （控制室）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.4	1.76E-03
X 线 摄 影	最大 管电 压 90kV	1	楼上距地板 30cm 处	4.8 mm 铅当量	3.17E-08	6.33	泄漏+散射	4.05	6.24E-05
		2	楼下距地板 170cm 处	4.7 mm 铅当量	4.31E-08		泄漏+散射	2.5	2.23E-04
		3	西侧控制室观 察窗外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.4	1.32E-02
		4	西侧控制室防 护门外 30cm 处	3.0 mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.4	1.32E-02
		5	西墙外 30cm 处（控制室）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.4	1.32E-02
		6	北侧患者防护 门外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.8	1.77E-02
		7	北墙外 30cm 处（患者走 廊）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.8	1.77E-02
		8	东墙外 30cm 处（设备间）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.3	2.35E-02
		9	西墙南侧防护 门外 30cm 处 （控制室）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	4.4	1.32E-02

注：\*保守以双管球同时运行考虑，估算值按单个管球的 2 倍计算。硫酸钡混凝土密度为 3.2t/m<sup>3</sup>

从上述估算结果可知，在“透视”和“摄影”模式下，单台双管头 DSA 机房周围附加剂量率最大值约为 2.35E-02 μSv/h，满足本项目所设定的机房屏蔽体外剂量率 2.5 μSv/h 的剂量率控制水平，单台设备运行对楼上、楼下其它科室用房的剂量率贡献最

大为  $2.23E-04 \mu\text{Sv/h}$ ，均满足本项目设定的剂量率控制水平。

### 3. 双管球 DSA 正常工况下所致医护人员的年受照剂量

双管球主要开展神经介入手术，手术量有限（年手术总量 500 台），每组医护人员的年手术量按照 250 例考虑。辐射工作人员受照射线照射时间如表 11-12 所示

表 11-12 双管球 DSA 工作人员年受照时间预测

人员	人数	工作模式	时间 (h/a)	居留因子	备注
医师	2	同室透视	41.65	1	
		同室采集	8.35	1/16	偶尔停留
护士	1	同室透视	83.3	1/16	偶尔停留
技师	1	隔室透视	83.3	1	
		隔室采集	16.7	1	

估算方法同前的单管球 DSA。WS76-2020 规定在透视防护区测试平面上的空气比释动能率不超过  $400 \mu\text{Gy/h}$ 。实际操作中，存在双管球同时出束透视的情况，故假设操作位的剂量率为单管球的 2 倍，即  $800 \mu\text{Gy/h}$ 。

据此估算的双管球 DSA 职业人员附加年有效剂量估算结果见表 11-13。根据估算，介入工作人员的年受照剂量均低于本项目设定的  $5\text{mSv}$  的年有效剂量约束值。

表 11-13 职业人员附加年有效剂量估算结果

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	20(内)/800(外)	41.65	1	2.47
	摄影	75(内)/3000(外)	8.35	1/16	
辅助人员 (护士)	透视	20(内)/800(外)	83.3	1/16	0.30
	摄影	/	/	/	
控制室 (技师)	透视	$1.76E-03$	83.3	1	$3.67E-04$
	摄影	$1.32E-02$	16.7	1	

上述剂量估算是依照“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”进行的，实际上，单管球操作位的剂量率水平多数低于  $300 \mu\text{Gy/h}$ ，且同时曝光透视的比例不超过 50%，且介入治疗医师均不从事其它辐射工作，无个人剂量叠加问题。故单纯操作双管球的医师年受照剂量预计在  $2\text{mSv}$  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  $0.3\text{mSv}$ 。介入手术技师只在控制室操作设备，年附加受照剂量很小，均满足本项目设定的  $5\text{mSv}$  的年有效剂量约束值。

### 4. 双管球 DSA 正常工况下所致周围公众的年受照剂量

表 11-14 给出了双管球 DSA 机房不同位置公众可能受到的最大受照剂量，可见，在未考虑 DSA 同时工作剂量叠加的情况下，双管球 DSA 机房周围停留公众的最大受照剂

量为  $1.27\text{E-}01\mu\text{Sv/a}$ ，楼上、楼下公众受照剂量最大为  $6.40\text{E-}03\mu\text{Sv/a}$ ，均满足本项目设定的  $0.1\text{mSv}$  ( $100\mu\text{Sv}$ ) 年剂量约束值。周围 50m 范围内其它公众，年受照剂量均低于  $1.27\text{E-}01\mu\text{Sv}$ 。

**表 11-14 双管球 DSA 公众年附加受照剂量估计**

机房	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 ( $\mu\text{Sv}$ )
导管中心 DSA 机房	东侧	透视	$3.13\text{E-}03$	83.3	1/4	$1.69\text{E-}02$
		摄影	$2.35\text{E-}02$	17.6	1/4	
	西侧	透视	$1.76\text{E-}03$	83.3	1/4	$9.47\text{E-}02$
		摄影	$1.32\text{E-}02$	17.6	1/4	
	北侧	透视	$2.36\text{E-}03$	83.3	1/4	$1.27\text{E-}01$
		摄影	$1.77\text{E-}02$	17.6	1/4	
	楼上	透视	$8.32\text{E-}06$	83.3	1 (保守)	$1.79\text{E-}03$
		摄影	$6.24\text{E-}05$	17.6	1 (保守)	
	楼下	透视	$2.97\text{E-}05$	83.3	1 (保守)	$6.40\text{E-}03$
		摄影	$2.23\text{E-}04$	17.6	1 (保守)	

注：本层 DSA 机房周围用房无常居留人员，居留因子保守取 1/4；估算未考虑叠加。

#### (4) 介入治疗设备剂量贡献叠加情况分析

##### 1. 年受照剂量叠加分析

导管中心 DSA 设备同时出束时，中间 DSA 机房的控制室操作人员以及周围的公众，也可能受到相邻或者另一侧机房的辐射影响，存在剂量叠加情况，具体分析如下：

导管中心 DSA 设备同时出束时，DSA 控制室操作位会受到另外周围 4 间 DSA 机房（如 OP3 受到 OP1、OP2、OP4 和 OP6，楼上和楼下影响很小可忽略叠加）的辐射影响，存在剂量叠加问题。保守将控制室操作位技师的附加剂量率按照单台设备的 5 倍进行叠加，则年受照剂量为  $2.42\text{E-}3\text{mSv/a}$ ，同样满足剂量约束要求。

##### 2. 剂量率水平叠加分析

保守以双管球 DSA 机房为例，机房周围的最大附加剂量率为  $2.35\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，按照 4 倍剂量叠加，附加剂量率不超过  $9.4\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，同样满足  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的剂量率控制水平。

#### (5) 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  $1\text{mg/h}$ ，本项目单台 DSA 年产生约  $300\text{mg}$  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。

#### (6) 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形处理，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。人员误入介入手术室后，受照剂量有限，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。

(2) 工作人员未撤离介入手术室，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。

(5) 开展常规手术时，误开 DSA 设备并出束，导致医护人员受到意外照射。发生该类事件时，立即启动应急预案进行处置。

#### 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，同时加强监督区管理，限制无关人员在进入监督区。

2) 在介入手术室防护门上设置辐射警告标识和中文警示说明。在防护门外上方和杂交手术室内部墙上明显位置均设置工作状态警示灯，一旦 DSA 设备通电时，该警示灯能自动亮起，可提醒开展常规手术的医护人员迅速撤离，避免受到误照。

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《仪器操作规程》和《放射性检查安全管理制度》，并要求“制度上墙”，辐射工作人员进入介入手术室，必须穿戴铅衣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 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 2.30mGy/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 11-15。

**表 11-15 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	6.4E-03
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)	防护门处，距离靶点 3m	10s	7.1E-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	1.0E-01

由上表可知，一次事故所受照剂量最大值约 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，介入导管中心主任及技术负责人，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，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 360 名辐射工作人员，均通过了辐射安全和防护考核，其中有 246 人从事介入治疗工作。

本项目辐射工作人员数量将按照“每台 DSA 设备配置不少于 8 人”的计划进行配置。门头沟院区共配置 9 台 DSA，按照“每台 DSA 设备配备 8 名辐射工作人员”模式，门头沟院区所需介入诊疗辐射工作人员总数为 72 名，其中 38 人为阜成门院区的轮转人员，34 名为新增的辐射工作人员。

#### **（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，并将有关情况进行文字记录。

##### **（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- $\gamma$  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 12-1~图 12-3 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。



图 12-1 B 楼四层 6 台 DSA 机房监测点位示意图

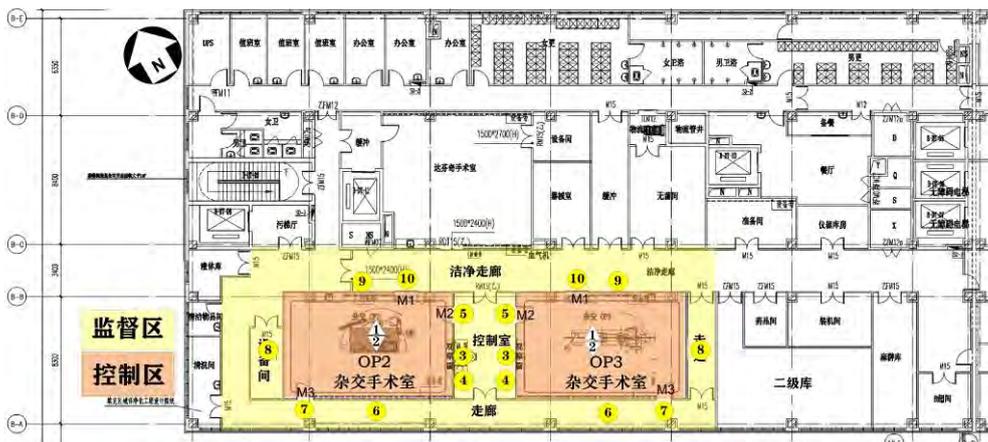


图 12-2 B 楼五层 2 台 DSA 机房监测点位示意图

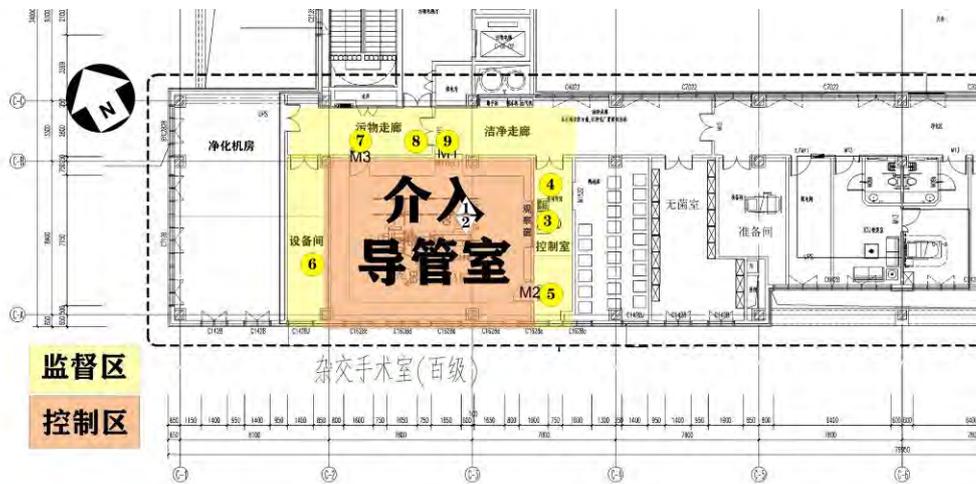


图 12-3 C 楼五层 1 台 DSA 机房监测点位示意图

### (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
<b>辐射防护用品</b>						
	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

医院拟为本项目新增配置 1 台便携式电离室巡测仪，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，为每台 DSA 设备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/台	总数
工作人员	铅橡胶围裙	0.5 mmPb	4	36
	铅橡胶颈套	0.5 mmPb	4	36
	铅防护眼镜	0.25 mmPb	4	36
	介入防护手套	0.025mmPb	4	36
	铅橡胶帽子	0.25 mmPb	4	36
患者/受检者	铅橡胶性腺防护围裙	0.5 mmPb	1	9
	铅橡胶颈套	0.5mmPb	1	9
	铅橡胶帽子	0.5 mmPb	1	9
设备辅助防护用品	铅悬挂防护屏	0.5 mmPb	1	9
	床侧防护帘	0.5mmPb	1	9

**(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 5mSv/a。DSA 设备正常运行时，机房周围的剂量当量率不大于 2.5 μSv/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。在杂交手术室内墙壁设 DSA 工作状态指示灯。
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，每台 DSA 设备机房配备患者用铅围裙、铅围脖、铅帽各 1 件。每台 DSA 设备机房配备医护人员使用的围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜、介入防护手套 4 套。每台 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。门头沟院区新增配置 1 台剂量率仪。
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	每台 DSA 设备配备 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：为了解决阜外医院就诊难、住院难、手术难的问题，阜外医院经国家发展改革委批准，拟在门头沟区永定镇冯村建设国家心血管病中心扩建项目：在新建的 B 楼四层介入导管中心使用 6 台血管造影机，在 B 楼五层手术中心使用 2 台血管造影机，在 C 楼五层导管室使用 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  $\gamma$  辐射剂量水平与北京市环境  $\gamma$  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  $5\text{mSv/a}$  和  $0.1\text{mSv/a}$  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) 按照“每台 DSA 配置不少于 8 名辐射工作人员”的模式配置从事介入放射治疗的医护人员，在均通过辐射安全与防护考核后持证上岗。医院为本项目新增配置 1 台便携式剂量率仪以自行开展辐射监测。

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国家心血管病中心扩建工程开展放射介入诊疗工作需要，新增使用 9 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