

核技术利用建设项目

新增使用血管造影机
环境影响报告表

建设单位：中国航天科工集团七三一医院(公章)

2024年6月

核技术利用建设项目

新增使用血管造影机
环境影响报告表

建设单位名称：中国航天科工集团七三一医院

建设单位法人代表（签名或签章）：彭望书

通讯地址：北京市丰台区云岗镇云岗路云岗南里3号院

邮政编码：100074 联系人：裴春宾

电子邮箱：peichunbin001@163.com

联系电话：13810286740

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增使用血管造影机			
建设单位		中国航天科工集团七三一医院			
法人代表	彭望书	联系人	裴春宾	联系电话	13810286740
注册地址		北京市丰台区云岗镇云岗路云岗南里 3 号院			
项目建设地点		北京市丰台区云岗镇云岗路云岗南里 3 号院病房体检综合楼三层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)	600	项目环保投资(万元)	50	投资比例(环保投资/总投资)	8.3%
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		建筑面积(m ²)	112
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

中国航天科工集团七三一医院(以下简称“七三一医院”或“医院”)前身为新四军第二师卫生所, 1951 年整编为第二十三陆军医院, 参加抗美援朝的伤员救治, 后整编为东北军区第四十七预备医院, 1956 年调防至四川, 1960 年从四川迁入北京, 改编为中国人民解放军第三一二医院, 1965 年集体转业, 隶属于第七机械部第三研究院, 正式命名为七三一医院, 承担航天系统医疗保障任务, 为祖国国防事业和航天事业发展作出了突出贡献。现隶属于中国通用技术(集团)控股有限责任公司旗下的航天医疗健康科技集团有限公司, 为中央所属事业单位。

医院位于北京市丰台区云岗, 是一所专业齐全、技术均衡、服务温馨的大型三

级综合医院，是首都文明单位、北京市老年友善医院、丰台区医联体核心单位、北京中医药大学教学医院、锦州医科大学医疗学院教学医院、北京市红十字会应急救援培训基地。医院是丰台区心血管内科专业、医学装备管理专业质控中心主任委员单位。

医院占地面积 11.8 万平方米，编制床位 730 张，设有 30 个临床专业科室，6 个医技科室，设置健康管理部、养老照料中心、预防保健科，及云岗和魏各庄路两个院前急救站。医院下辖云岗社区卫生服务中心（及社区卫生服务站）和卢沟桥街道第二社区卫生服务中心。医院具有介入与微创诊疗、急危重症治疗、老年医学、全科医学、健康管理五大学科特色，拥有胸痛中心、卒中中心、创伤救治中心、航天防癌筛查中心、标准化代谢性疾病管理中心、呼吸代谢研究中心、养老照料中心，医院是丰台区心血管内科专业、医学装备管理专业质控中心主任委员单位，胸外科是丰台区重点专科。

医院继承和发扬航天精神、医院传统，融合贯彻通用技术集团、航天医科文化及医院战略目标，凝练了医院“翼”文化体系，明确了“立足航天，服务社会”的宗旨、“促进健康，守护生命”的使命、“建成一流的研究型、人文型、智慧型现代化三级综合医院”的愿景、“诚、爱、博、精”的院训，及“改革创新，科学规范”的管理理念、“以人为本，至仁至善”的服务理念、“严谨、精益、品质”的质量理念。

医院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。

1.2 核技术利用及辐射安全管理现状

1.2.1 核技术利用现状情况

医院持有北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[G0051]，有效期至 2025 年 7 月 21 日，见附件 1），许可的种类和范围是使用 II 类、III 类射线装置。医院已获许可使用的射线装置见表 1-1。

表 1-1 医院已许可的射线装置情况(II 类 1 台、III 类 16 台)

序号	场所名称	装置名称	类别(类)	活动种类	数量(台)
1	2 号手术间	医用诊断 X 射线装置	III	使用	1
2	导管一室	血管造影用 X 射线装置	II	使用	1
3	放射科胃肠室	医用诊断 X 射线装置	III	使用	1
4	放射科照相室2	医用诊断 X 射线装置	III	使用	1
5	放射室	医用诊断 X 射线装置	III	使用	1

6	骨密度检查室	医用诊断 X 射线装置	III	使用	1
7	口腔CT室	口腔（牙科）X 射线装置	III	使用	1
8	手术室 1	医用诊断X射线装置	III	使用	1
9	体检中心 CT 检查室	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	III	使用	1
10	体检中心 X 线检查室	医用诊断 X 射线装置	III	使用	1
11	体检中心病房	医用诊断 X 射线装置	III	使用	1
12	体检中心乳腺钼靶室	医用诊断 X 射线装置	III	使用	1
13	牙科放射室	口腔（牙科）X 射线装置	III	使用	1
14	牙科放射室 2	口腔（牙科）X 射线装置	III	使用	1
15	牙片室	口腔（牙科）X 射线装置	III	使用	1
16	云岗社区卫生服务中心牙片室	口腔（牙科）X 射线装置	III	使用	1
17	住院楼病房	医用诊断 X 射线装置	III	使用	1

1.2.2 近几年履行环保手续情况

近 3 年共有 6 个项目履行了环评手续。具体情况见表 1-2。

表 1-2 建设项目竣工环保验收落实情况

序号	项目名称	类别	备案号	许可证登证情况
1	使用医用 X 射线机 3 台	III	202111010600000214	已登证
2	新增 1 台 CT 并改建机房	III	202111010600000635	已登证
3	新增 1 台移动 DR	III	202211010600001163	已登证
4	移用 1 台 DR 并改建机房 1 间	III	202111010600000612	已登证
5	更换 1 台骨密度仪并改建 1 间机房	III	202311010600001415	已登证
6	更换 1 台乳腺机并改建 1 间机房	III	202311010600001416	已登证

2020 年，医院依据“京环审〔2016〕128 号”批复要求，在导管一室内新增使用 1 台血管造影机开展放射介入工作。该项目于 2020 年 9 月完成了自主竣工环保验收并在“全国建设项目竣工环境保护验收信息系统”提交了相关信息，环保手续齐全。

1.2.3 辐射安全管理情况

（一）辐射安全与防护管理机构

为了保证射线装置的安全使用和有效管理，保障各类人员的健康与安全，医院成立了辐射安全与防护管理小组。由主管院长担任组长并兼任防护负责人，医学装备部副主任任副组长，放射影像科、口腔科、心血管内科、神经医学部、基建后勤部的相关人员担任组员，并由医务部设专职人员负责辐射安全的具体管理工作，辐射安全与防护管理小组成员名单见表 1-3。

表 1-3 医院辐射安全与防护管理小组

序号	人员类别	姓名	性别	专业	职务或职称	工作部门	专/兼职
----	------	----	----	----	-------	------	------

1	负责人, 辐射防护负责人	方小勇	男	临床医学	主管院长	医院办公室	兼职
2	副组长	李爱华	女	护理学	副主任	医学装备部	兼职
3	成员	裴春宾	女	护理学	主管	医学装备部	专职
4	成员	吴瑞	男	临床医学	副主任	放射影像科	兼职
5	成员	单清爱	男	临床医学	主任	口腔科	兼职
6	成员	白静	女	临床医学	主任	心血管内科	兼职
7	成员	马仁政	男	临床医学	副主任	神经医学部	兼职
8	成员	郭伟	男	临床医学	副主任	基建后勤部	兼职

(二) 已建立的辐射防护规章制度及执行情况

医院制定了一系列的辐射安全管理制度, 包括辐射安全与防护管理小组及其职责、辐射防护和安全管理制度、辐射防护管理措施、操作规程、辐射工作人员培训制度、射线装置检维修维护制度、台帐管理制度、环境监测及个人剂量监测制度、辐射事故应急预案等, 并在实际工作中严格按照规章制度执行。

(三) 辐射工作人员培训

单位制定有辐射工作人员培训计划。目前, 医院现有 61 名辐射工作人员, 均通过了辐射安全与防护考核, 并在有效期内。

(四) 个人剂量监测

医院辐射工作人员的个人剂量监测工作目前委托北京市疾病预防控制中心承担, 每季度送检一次。评价期间, 评价单位调阅了 2023 年度的个人剂量监测报告 (附件 2), 结果显示, 全部医护人员的年度受照剂量最大为 1.01mSv (介入操作人员), 其余人员均低于 1mSv, 说明辐射防护措施以及辐射工作个人防护措施可行。

(五) 工作场所及辐射环境监测

医院已制定工作场所监测方案, 监测方案中包括实施部门、监测项目、点位及频次等。医院现有的监测方案能够满足相关标准要求, 内容具体如下。

(1) 工作场所的委托监测频次为 1 次/年, 监测点位包括放射科机房外毗邻东、南、西、北、上、下区域、防护门外、操作人员位和其他人员可达位置, 监测范围和方法参照国家标准的相关要求。

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

2023 年 3 月, 医院委托凯杰方大检测技术河北有限公司对辐射工作场所进行了年度检测, 具体包括 CT、DR、乳腺 X 射线、胃肠造影机和 C 形臂等。

导管一室 DSA 机房防护检测报告见附件 3, 结果显示, DSA 正常运行时, 工作

场所周围的辐射水平均为本底水平，满足相关标准要求。

（六）辐射事故应急管理

中国航天科工集团七三一医院依据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，针对 II 类、III 类射线装置可能发生的事故/事件，制定了《中国航天科工集团七三一医院辐射安全应急预案》，以保证本单位一旦发生辐射意外事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理放射事故，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在预案中进一步明确规定医院有关意外放射事件处理的组织机构及其职责、事故报告、信息发布和应急处理程序等内容，能够满足医院实际辐射工作的需要。

发生辐射事故时，立即启动辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生行政部门报告。医院将每年至少组织一次应急演练。2023 年 8 月 3 日医院针对人员误入机房受到意外照射的情景进行了应急预案的桌面推演。

1.3 本项目概况

1.3.1 本项目背景

医院于 2020 年投入使用 1 台血管造影机（以下简称“DSA”），目前该设备主要服务于胸痛中心和卒中中心开展急救工作，2023 年手术量超过 1000 台次，主要是心内科手术，也开展神经及外周介入手术。

2023 年起医院开始开展射频消融，治疗用时较长，是冠脉治疗的 1 倍，占用 DSA 设备时间比较长。另外部分外科手术用时也较长，一般用时超过 2 小时，最长手术时间达 7 小时。医院设有胸痛中心、卒中中心，急诊患者发病时间不确定，有时候出现与心内科或外科介入手术冲突的情况，既影响急诊救治，也影响介入手术安排，存在耽误紧急救治患者的医疗风险。

医院拟新增加 1 台 DSA，将急诊介入手术和常规住院患者介入手术分开，从根本上解决互相影响的问题。将来常规的心内科介入治疗，神经及外周介入手术多数安排在新增加的 DSA 设备上完成，预计年手术量不超过 1000 例/年。胸痛中心和卒中中心的急诊手术，仍然安排在现有的 DSA 设备上完成，预计年手术量低于 1000 例/年左右。这样，即不影响胸痛和脑卒中“两类”急诊手术的开展，又可以满足其它科室的临床介入放射诊疗需求。

1.3.2 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。

本项目的建设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。

1.3.3 本项目位置及选址合理性分析

中国航天科工集团七三一医院位于北京市丰台区云岗镇云岗路云岗南里3号院，西侧和北侧为镇岗南里小区，东侧为牧野林场、南侧为云岗路，之外是佃起村。

新增使用DSA的场所为预留的导管二室，该场所北侧为导管室设备间、缓冲间和家属等候区，东侧为控制室和导管一室，南侧为室外空地，西侧为库房和卫生间。楼上为管道层，楼下为病房。

DSA实体屏蔽体边界50m范围内，西侧、北侧和东侧均为医院的医疗用房，南侧为院内空地。评价范围内全部为医院的医疗用房，综上所述，导管二室选址合理。

本项目位于病房体检综合楼三层，该建筑物地上十层、地下二层，为中国航天科工集团七三一医院所有，已经取得了北京市规划委员会颁发的建设工程规划许可证（2014规（丰）建字0016号）。

1.3.4 本项目环境影响评价内容

本项目性质为新建。

评价内容为：拟在医院病房体检综合楼三层预留的导管二室内，新增使用1台DSA，专门开展常规的心血管、神经和外周血管介入手术。使用的1台血管造影机（ARTIS ZEE III CEILING），最大管电流1000mA，最大管电压125kV，属于Ⅱ类射线装置。相关情况见表1-4。

表 1-4 拟新增使用 DSA 射线装置相关情况

设备名称	设备型号	技术指标	管球数量	使用地点	手术类型
DSA	ARTIS ZEE III CEILING	125kV/1000mA	单管球	导管二室	心血管、神经和外周血管介入手术

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。受中国航天科工集团七三一医院的委托，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。

1.3.5 导管二室使用规划

医院拟利用该场所开展常规放射介入治疗手术，全年最多开展各类常规介入手术共计不超过1000例。

导管一室现有的 DSA 设备，将来专门用于胸痛中心和卒中中心的介入手术，年手术量预计低于 1000 例左右。综合考虑，医院介入手术总量不超出 2000 例/年。

医院现有 9 名介入诊疗辐射工作人员（2 名技师、2 名护士和 5 名医师），至少可组成 3 个小组（每组 2 名医师，护士和技师相对固定）轮流开展放射介入工作，目前每组医生的年手术量低于 500 例。

本项目拟新增 8 名医护人员，保守按照 2 组人员（每组 2 名医师、1 名护士和 1 名技师相对固定的手术室）轮流开展介入手术，每组人员的介入手术量在 500 例左右。本评价保守按照每组医护人员完成 500 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	ARTIS ZEE III CEILING	125	1000	介入治疗	病房体检综合楼三层 导管二室	单管球
	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 (μ 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 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. 《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 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>4. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>5. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>6. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>7. 《医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）。</p>
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. 李德平主编，《辐射防护手册（第三分册）辐射安全》第三章 X 射线的防护，原子能出版社，1990 年；</p> <p>6. 中国航天科工集团七三一医院环境影响评价委托书；</p> <p>7. 中国航天科工集团七三一医院提供的与本项目相关的申请和技术资料；</p> <p>8. 中国航天科工集团七三一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：以新建导管二室实体屏蔽边界（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

七三一医院位于北京市丰台区云岗镇云岗路云岗南里 3 号院。

新增 DSA 机房位于医院病房体检综合楼三层导管二室，为预留的机房。机房实体边界周围 50m 范围内，西侧、北侧和东侧均为医院的医疗用房，南侧为院内空地，楼上为设备层，楼下为透析病房。

拟建 DSA 导管二室周围同层北侧为导管室设备间、缓冲间和家属等候区，东侧为控制室和导管一室，南侧为室外空地，西侧为库房、卫生间和病房。保护目标分布情况见表 7-1 和图 7-2。拟建 DSA 机房楼上、楼下对应区域见图 7-3 和图 7-4。

表 7-1 导管二室实体屏蔽体周围 50m 范围内的保护目标

位置	保护目标	方位	距项目边界距离 (m)	常居留人数 (预计)	保护目标类别
楼内	控制室、导管一室	东	紧邻-7.5	4	DSA 职业人员
	药品库、清洗、打包间	东	7.5-15	1	公众
	室外空地	南	紧邻-50	/	/
	库房、卫生间	西	紧邻-7.5	/	/
	CCU 病房	西	7.5-37.5	12 (患者短时停留)	公众
	室外空地	西	37.5-50	/	/
	设备间、缓冲间	北	紧邻-5.4	/	/
	家属等候区、楼道、楼梯和电梯	北	5.4-20	/	/
	设备层	楼上	紧邻	/	/
	透析病房	楼下	紧邻-4.0	2	公众
楼外	门诊楼	东侧	48-83	50	公众
	病房	北侧	43-57	20	公众

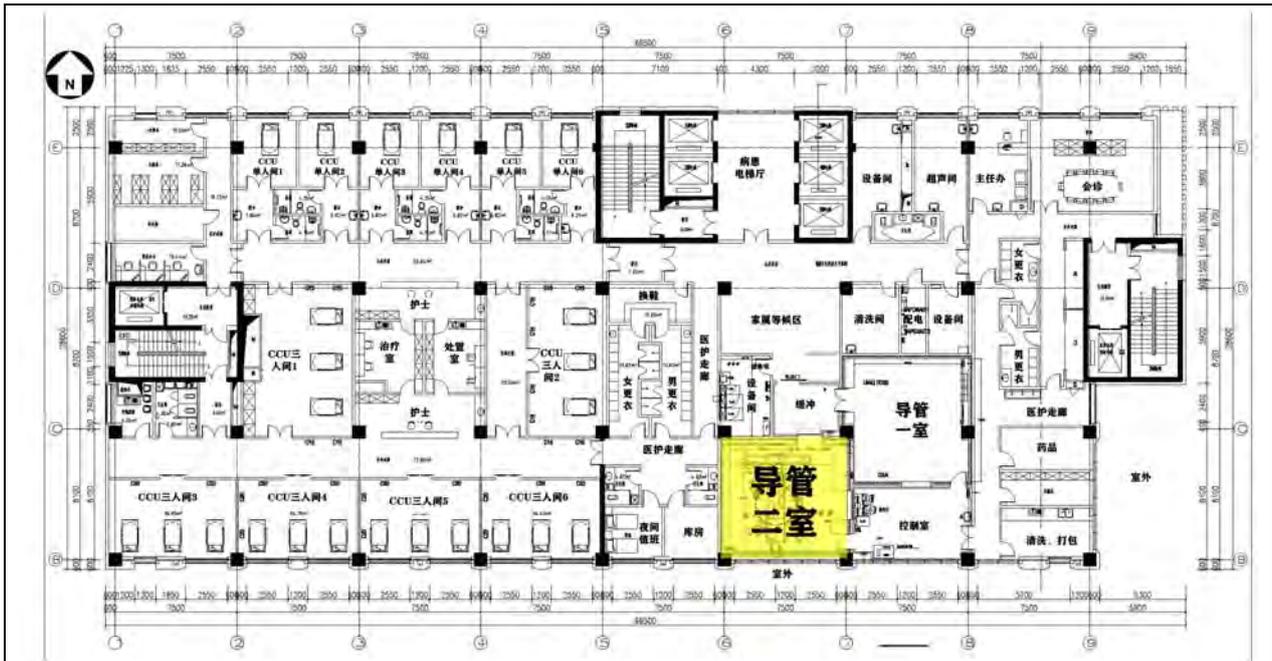


图 7-2 导管二室所在楼层布局和位置示意图

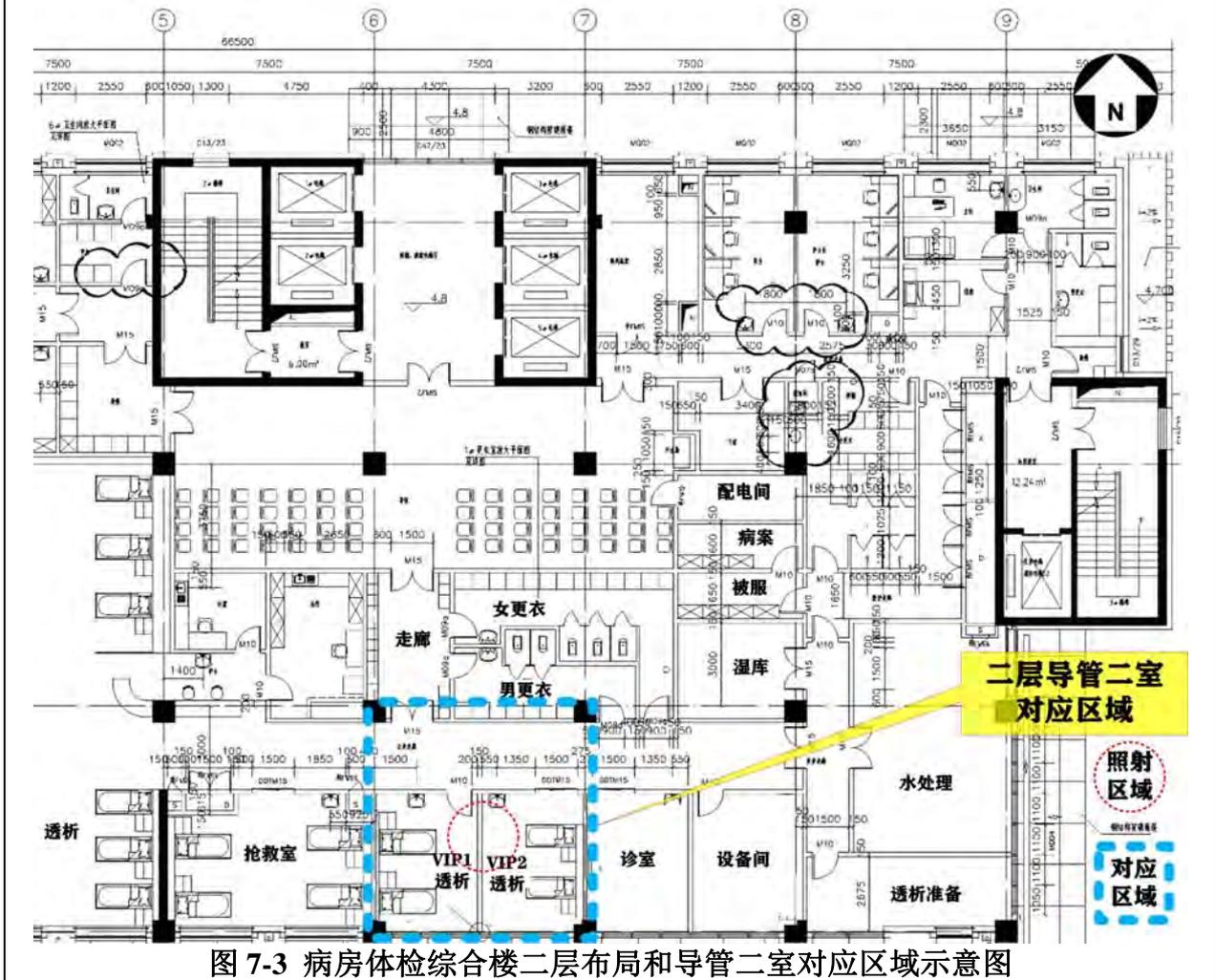


图 7-3 病房体检综合楼二层布局和导管二室对应区域示意图

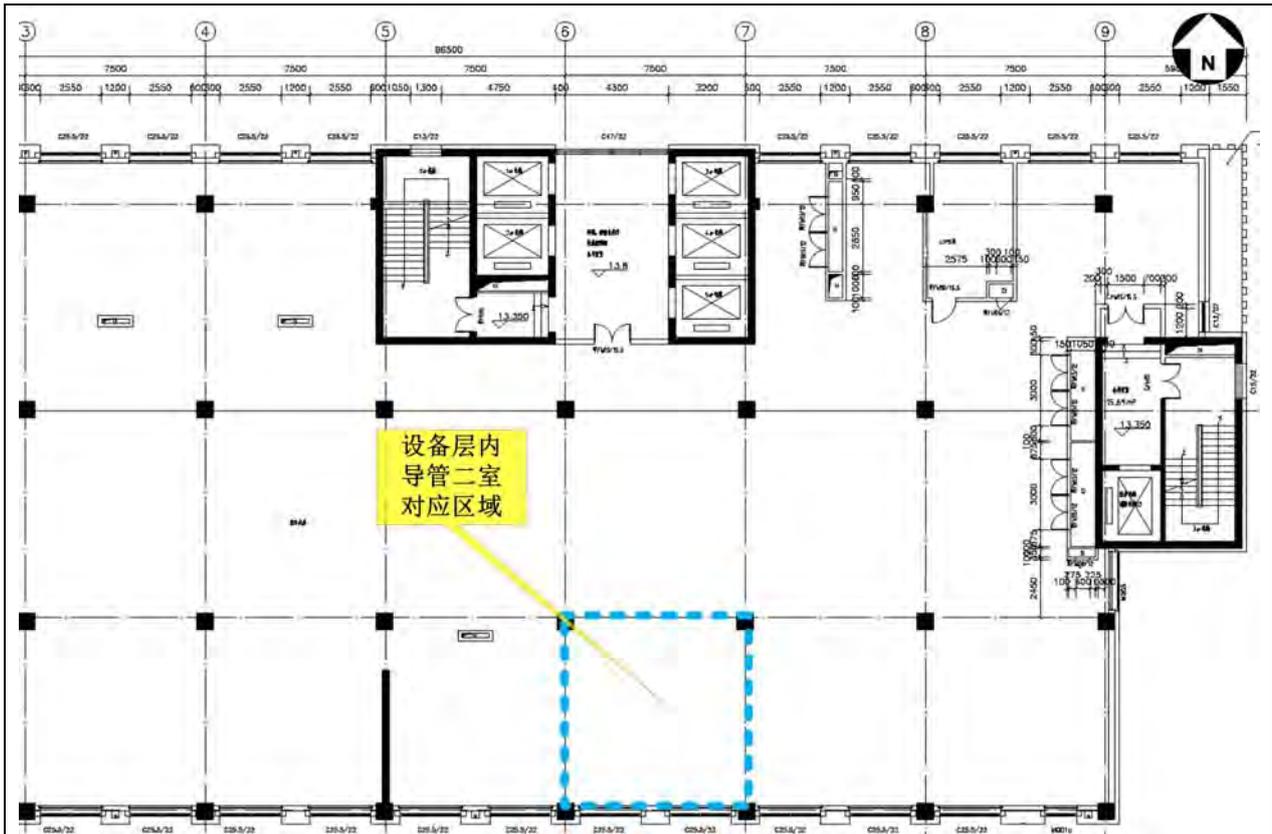


图 7-4 病房体检综合楼设备层布局和导管二室对应区域示意图

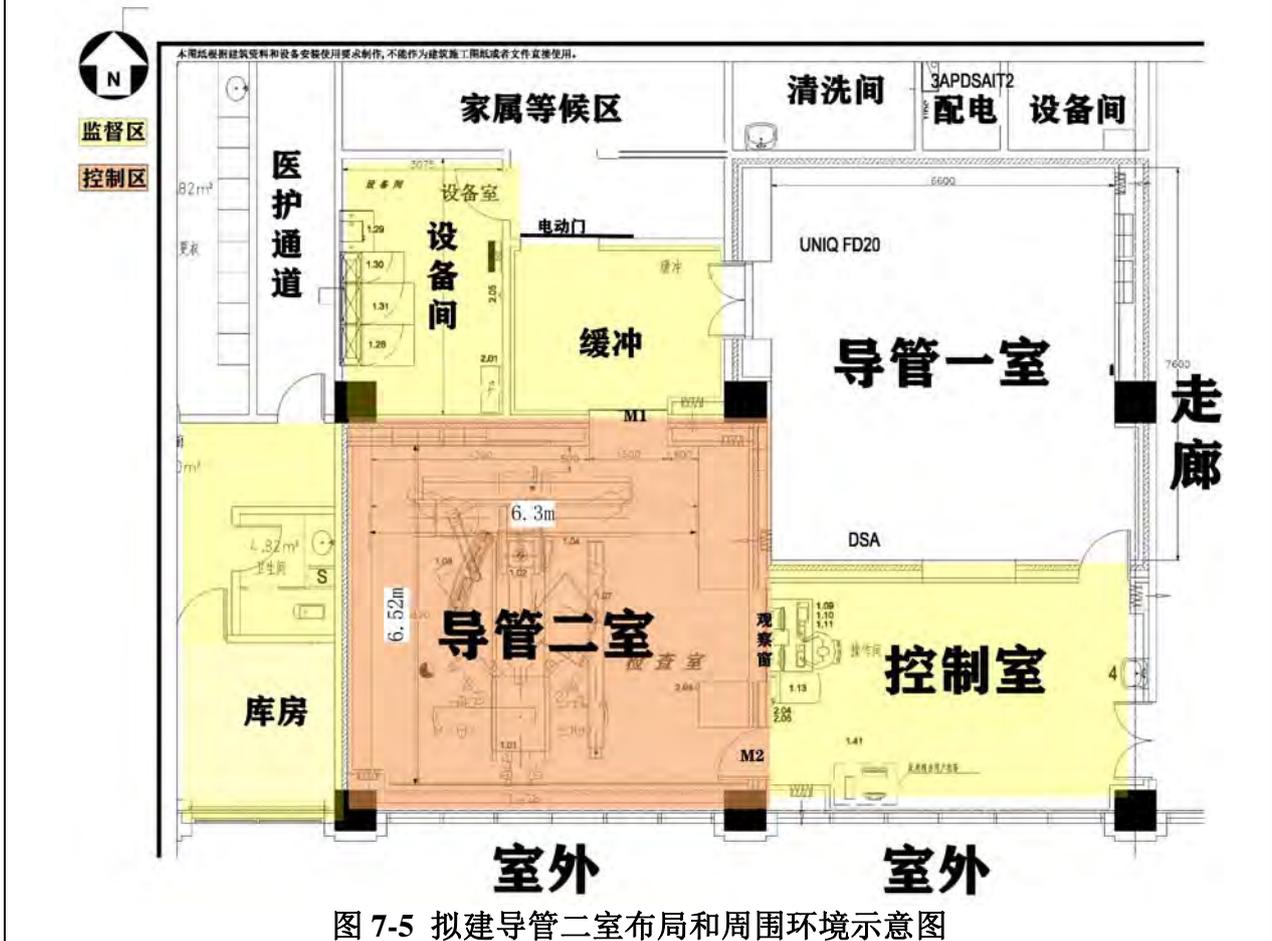


图 7-5 拟建导管二室布局和周围环境示意图

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值和剂量约束值

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

(1) 剂量限值

表 7-2 个人剂量限值

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

《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 μ 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 μ 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 μ Sv/h, 有效减少相邻场所医护人员和公众的受照剂量。

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: 本项目 X 射线设备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，本项目导管二室最小有效使用面积、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，建设单位委托长润安测科技有限公司（CMA 213003100448）于 2024 年 6 月 11 日（天气晴）对本项目所在中国航天科工集团七三一医院院内进行了辐射环境检测，监测内容为 γ 剂量率。监测设备为 SCB603E 型环境级 X、 γ 剂量率仪（经北京计量院检定），在距地面 1m 高度进行 γ 辐射剂量率水平测量，其性能参数见表 8-1。

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

表 8-1 检测仪器性能参数一览表

检测仪器	规格型号	性能参数	仪器编号	证书编号及有效期
环境级 X、 γ 剂量率仪	SCB603E	剂量率范围： 0.01 μ 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	门诊楼南侧空地	68.6 \pm 0.5	
②	病房楼东侧空地	67.1 \pm 0.5	
③	门急诊楼北侧空地	69.2 \pm 0.5	
④	病房及体检综合楼北侧空地	63.1 \pm 0.5	
⑤	病房及体检综合楼东侧空地	69.3 \pm 0.6	
⑥	病房及体检综合楼南侧空地	69.5 \pm 0.5	
⑦	病房及体检综合楼西侧空地	63.5 \pm 0.6	

注：*检测结果含宇宙射线响应值。



图 8-1 辐射水平检测布点示意图

《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 γ 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。

本项目在导管二室内使用的 DSA 设备，主要开展常规的心血管介入、神经外科介入等手术。

9.2 设备组成

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

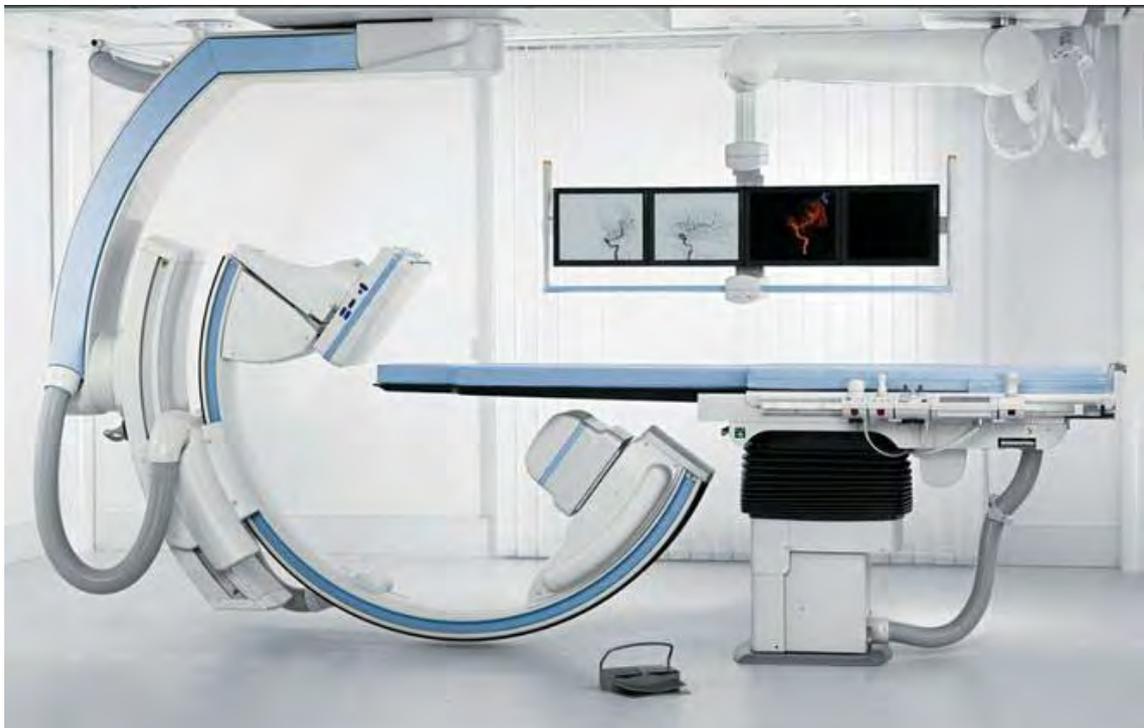


图 9-1 同类设备外观照片

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。

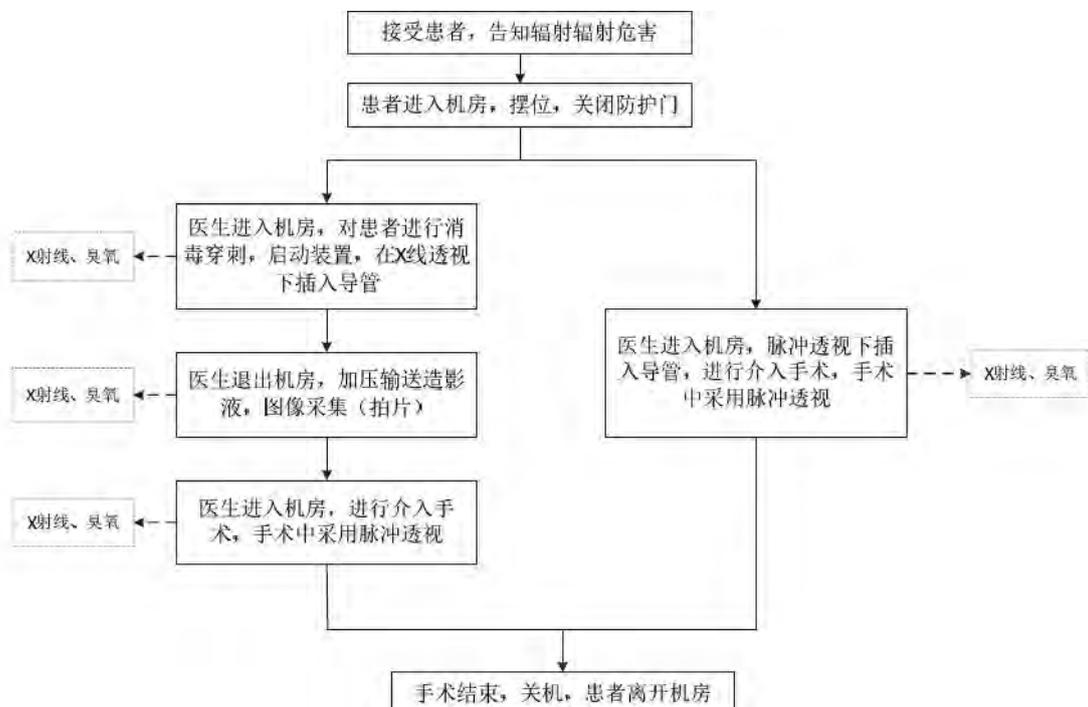


图9-2 手术流程及污染物产生环节示意图

- 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导管二室，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，每台手术全程 1 小时左右，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，医生多在操作室内进行隔室摄影，偶然情况会在床旁进行摄影。每台介入手术的摄影时间约 2-3 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；
- 导管二室新增 DSA 投入运行后，预计开展常规介入手术不超过 1000 例/年。

9.3 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。

3) 开展常规手术时，有人误开 DSA 设备并出束，导致医护人员受到意外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 导管二室 辐射安全与防护措施

1) 导管二室采取实体屏蔽措施，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) 导管二室内的所有区域为控制区，机房外毗邻的控制室、设备间、库房和缓冲区为监督区。在导管二室全部出入口门外设置明显的放射性警告标识和中文警示说明。



图 10-1 电离辐射标志和中文警示说明

3) 患者出入防护门上方设置工作状态指示灯，指示灯箱上拟设有“射线有害，灯亮勿入”的警示语句。指示灯与控制室防护门连锁，当防护门关闭，指示灯自动亮起。防护门打开时，则自动熄灭。

4) 导管二室和控制台之间设有 2.5mmPb 铅玻璃观察窗，并配置对讲系统。

5) 导管二室设 2 扇防护门。患者出入口拟设 1 扇 2.5mm 铅当量的手动双扇防护门；控制室医护出入门为 1 扇 2.5mm 铅当量的手动平开防护门，防护门上均设置电离辐射警告标志和中文警示说明。

6) 设置紧急停止按钮。在控制台设紧急停止按钮。DSA 出束过程中，一旦按下该按钮，均可以停止 X 射线出束和设备运行。

7) 机房拟采用中央空调新风系统进行通风，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) 介入手术工作人员均佩戴个人剂量计，进行个人剂量监测。本项目拟新增配备 1 台剂量率仪。

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) 机房配备火灾报警系统，配有灭火用品。

13) 机房有两条地面电缆管沟，一条从观察窗侧墙体下面通入控制室，另一条从北侧墙体下面进入设备间。空调管道从机房顶部东北角位置穿过墙体。地面电缆沟和风管外 0.5m 范围用 2mm 厚铅板进行防护，确保不影响和不减弱屏蔽体对射线的屏蔽效果。



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 2.5mm 铅当量铅玻璃观察窗，2.5mm 铅当量防护门 3 扇，
6*		闭门装置	√	防护门设闭门器。
7*		入口处电离辐射警告标志	√	标准电离辐射警告标志。
8*		入口处机器工作状态显示	√	工作状态警示灯。
9*	B 监测设备	检测仪器	√	本项目新增配备 1 台剂量率仪。
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。	本项目导管二室出入口显著位置均设置电离辐射警告标识和中文警示说明。在受检者防护门上方设置工作状态指示灯。	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	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

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。		
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，现有辐射工作人员全部通过辐射安全与防护考核后持证上岗。本项目拟新增8名辐射工作人员，医院全部从事介入诊疗辐射工作人员通过辐射安全与防护考核后持证上岗。	落实 后符合
生产、销售、使用射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	所有辐射工作人员均要求佩戴TLD个人剂量计，医院将委托有资质单位进行个人剂量监测，频度为每季度一次。	落实 后符合

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。	医院将设立辐射安全防护管理小组，负责全医院辐射安全与防护工作的管理工作。将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，全部辐射工作人员和管理人员通过辐射安全与防护考核后持证上岗。本项目新增配置8名辐射工作人员，医院全部从事介入诊疗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。	本项目导管二室门外显著位置处设置电离辐射警告标识和中文警示说明。在射线装置机房出入口防护门外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。	本项目新增配置 1 台辐射剂量仪。还将配备铅眼镜、铅手套、铅围档、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、台帐管理制度、个人剂量及健康管理制、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。此外，医院还针对本项目可能发生的辐射事故特别是人员误照制定应急预案，能够满足管理要求。	落实 后符合
有辐射事故应急措施。	医院针对可能发生的辐射事故（件）制定了应急预案。	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) 导管二室所在位置

本项目导管二室为在病房体检综合楼三层预留发 DSA 机房，平面布局见图 11-1 所示。本项目导管二室外围环境情况为：北侧为导管室设备间、缓冲间和家属等候区，东侧为控制室和导管一室，南侧为室外临空，西侧为库房、卫生间。楼上为管道层，楼下为病房。

本项目导管二室三楼层我位置示意图见附图 3，导管二室平面布局及周围环境见图 11-1 或附图 4，楼上、楼下对应位置示意图见图 7-3 和图 7-4。

(二) 导管二室布局及屏蔽设计

(1) 导管二室布局和机房规格

本项目导管二室布局及规格见图 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。

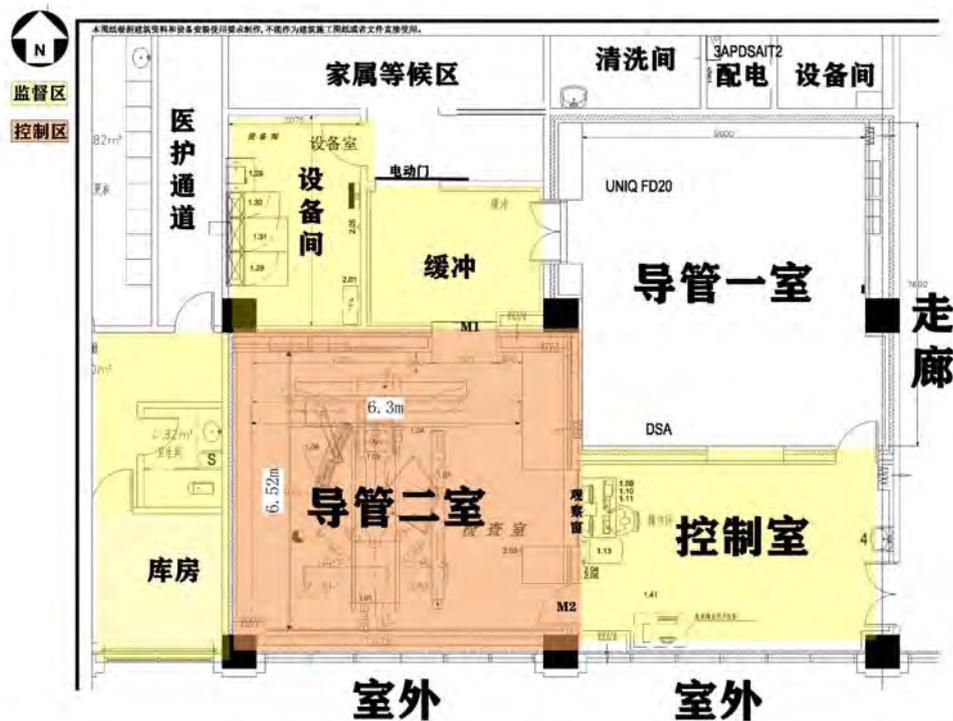


图 11-1 本项目导管二室布局及平面布局示意图

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	导管二室	机房内最小有效使用面积 (m ²)	20m ²	41m ²	符合
		机房内最小单边长度 (m)	3.5m	6.3m	

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, 本项目导管二室满足相应要求。

表 11-2 本项目导管二室其它相关情况

机房名称	防护门	观察窗	通风	设备 摆向	采光窗
导管二室	机房北墙东侧设受检者手动双扇防护门。东墙南侧设控制室手动平开防护门。	机房东侧墙设铅玻璃观察窗。	带通风的中央空调系统进行换气。	南北	机房内不设采光窗。

(2) 屏蔽材料和厚度

导管二室屏蔽材料和厚度如表 11-3 所示。

表 11-3 导管二室的屏蔽方案

机房名称	屏蔽体	屏蔽材料及厚度	铅当量设计值 (mmPb)	标准要求值 (mmPb)
导管二室	西、北、东侧墙体	隔断墙+2.5mm 铅板	2.5	2.0
	南侧墙体	250mm 加气混凝土+2mm 铅板	~3.0	2.0
	顶棚	250mm 混凝土	~3.9	2.0
	地板	250mm 混凝土	~3.9	2.0
	受检者进出门	2.5mm 铅板	2.5	2.0
	控制室门、设备间门	2.5mm 铅板	2.5	2.0
	观察窗	2.5mmPb 铅玻璃	2.5	2.0

注: 1、机房层高 4.5 米。

2、混凝土密度为 2.3g/cm³, 铅皮密度为 11.34 g/cm³, 加气混凝土密度 0.5g/cm³。

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。本项目导管二室的四周墙壁、防护门、控制台观察窗、屋顶和底板屏蔽厚度为大于或等于 2.5mm 铅当量, 符合相应要求。

(3) 平面布局合理性分析

本项目导管二室位于三层东南侧导管室区域, 为预留的 DSA 机房。机房北侧为导管室设备间、缓冲间、家属等候区, 东侧为控制室和导管一室, 南侧为室外临空, 西侧为

库房和卫生间。楼上为管道层，楼下为透析病房。机房位置和布局可减少对其它非辐射工作场所的辐射影响。将导管二室作为控制区管理，控制室、缓冲间、设备间、库房和卫生间设为监督区，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。因导管二室所在区域为三层手术区，且机房周围走廊、设备间等处平时无医护人员长时间居留，上述均有利于辐射安全防护管理。本项目机房布局及分区见图 11-1 所示。

本项目导管二室所有墙体、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 设备为单管球血管造影机，最大管电流 1000mA，最大管电压 125kV。设备参数见表 4。

(2) 使用规划

本项目使用 DSA 主要开展心血管、神经和外周血管介入手术。本项目 DSA 规划全年手术量最大 1000 例，保守按照每组医护人员完成 500 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)
外周介入治疗	10	2
冠状动脉造影+PCI 术	15	2

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	15min	500	125h
		1500	375
摄影	2min	500	16.7h
		1500	50

(四) 辐射环境影响评价

(1) 导管二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 ≤176mGy/min。《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）5.8.3 规定，X 射线设备的最小焦皮距为 20cm。由以上两个条件，可得出透视工况下，距离靶点 1 米处的 X 线辐射剂量率最大为 422mGy/h。

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

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，μSv/h；H₀ 为距 X 射线装置靶点 1m 处的泄漏辐射的最大剂量率，μSv/h，保守取初级辐射束的 0.1%。R 为 X 射线靶点到关注点的距离，m；B 为屏蔽墙厚度的衰减因子，可以依据 GBZ130-2020 附录 C 表 C.2（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，μSv/h；H₀ 为距 DSA 设备靶点 1m 处的剂量率，μSv/h；R 为散射面中心点到关注点的距离，m；B 为屏蔽墙衰减因子，可根据 GBZ130-2020 附录 C 中表 C.2（90kV）计算得出。R₀ 为辐射源点（靶点）至散射体的距

离, m; 此处 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, 90kV 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%。

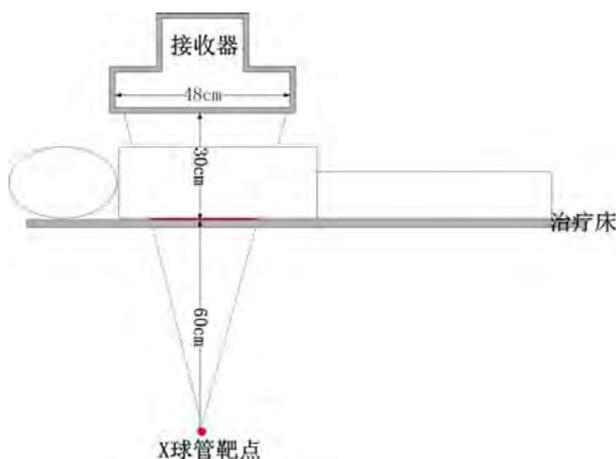


图 11-2 DSA 照射示意图

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, 保守估算导管二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, $\mu Sv/h$;

D_0 -距源 1m 处的剂量率, $\mu Gy/h$;

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。

本项目导管二室建筑尺寸为 7.9m(南北)×8.3m(东西)×4.5m(高)。有效尺寸：6.5m(南北)×6.3m(东西)×3.2m(高)。图 11-3 和图 11-4 中，考虑 DSA 设备使用时管球会在一定范围内（水平方向约 1m×1m，垂直方向<1.0m）移动，标注了估算点距管球的最近距离。在屏蔽计算时，取设备靶点距离西墙外（3#-5#）30cm 处距离为 4.5m，距东墙外（9#）30cm 处距离为 3.4m，距北墙外（6#-8#）30cm 处距离为 3.9m，距南墙外（10#）30cm 处距离为 3.6m 距楼上地板 0.3m 处（1#）距离为 3.7m，距楼下地板 1.7m 处（2#）距离为 3.1m。估算结果见表 11-7。

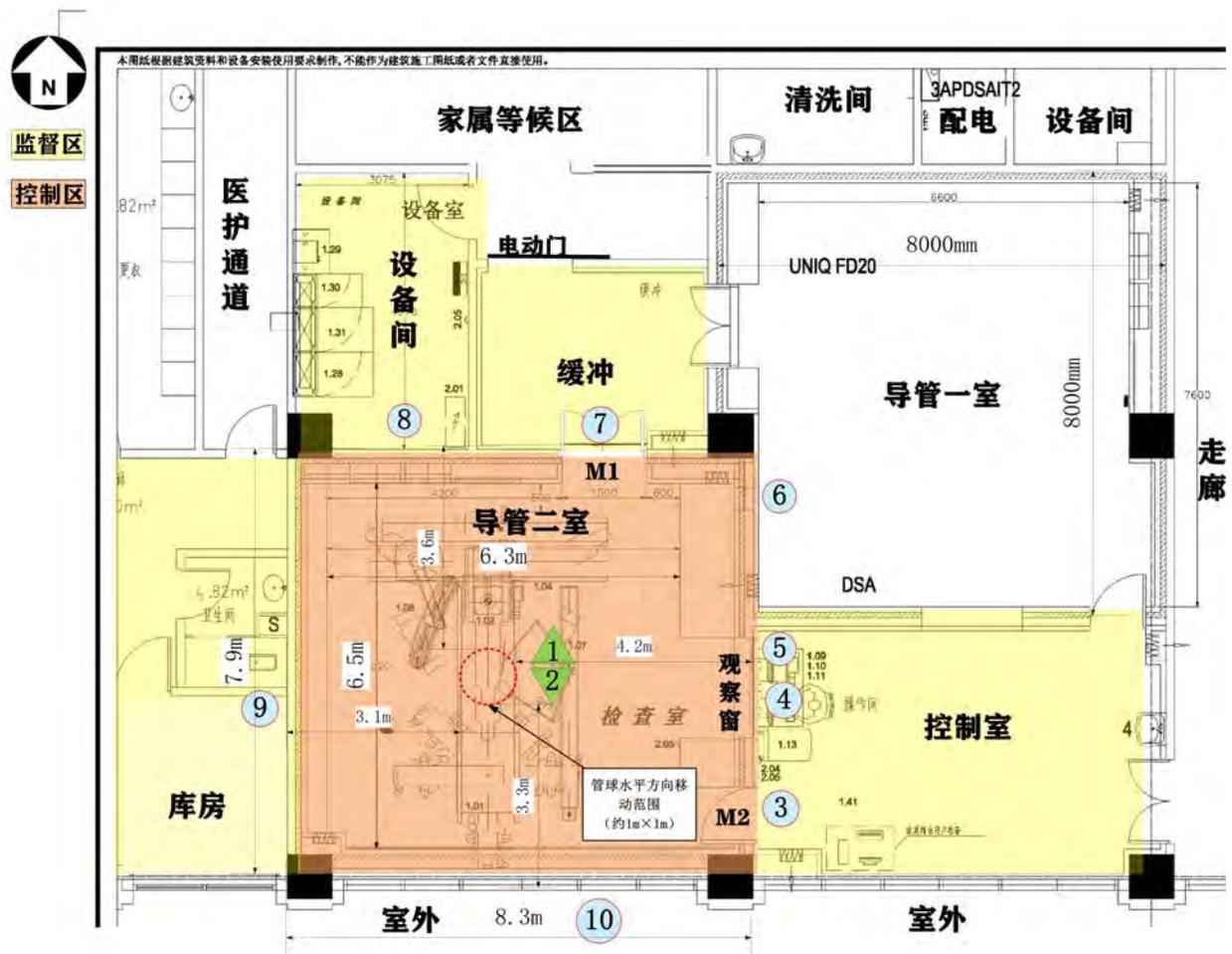


图 11-3 导管二室估算点位置平面示意图

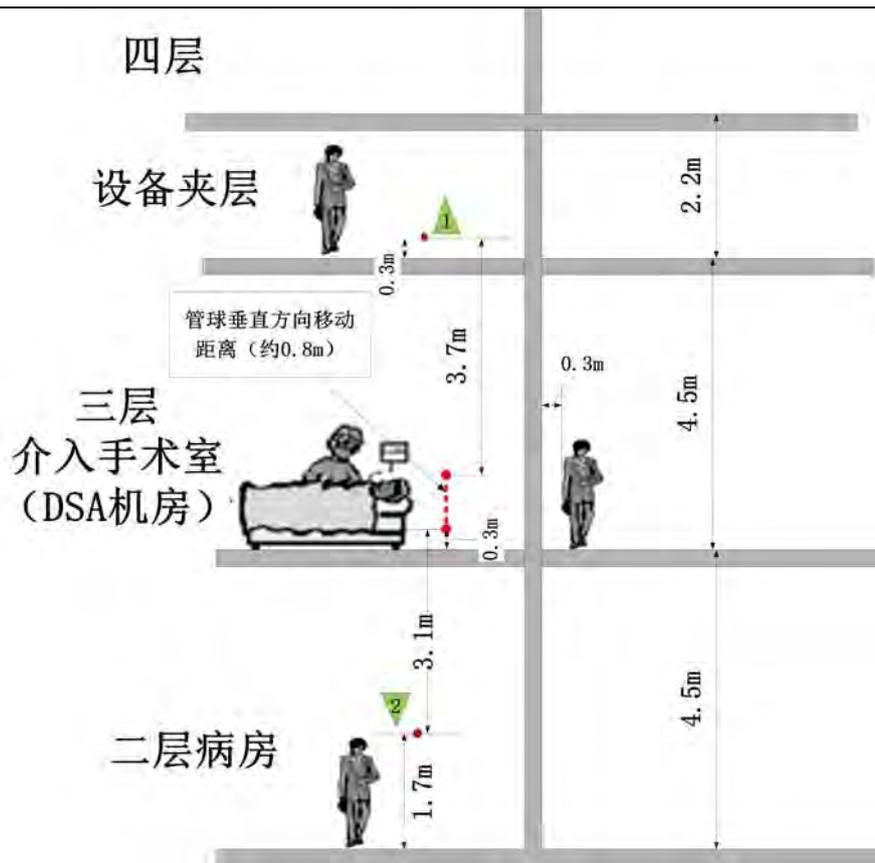


图 11-4 导管二室剖面示意图以及估算点位置示意图

表 11-7 DSA 运行时导管二室周围的附加剂量率估算结果

设备工况	使用工况	点位编号	计算点位置 (图 11-3 和 11-4)	屏蔽材料与厚度	衰减因子 (B) ^①	1m 处 剂量率 (Gy/h)	射线束 类型	距离 (m)	剂量率 估算值 ^② ($\mu\text{Sv/h}$)
X 线透视	常用 最大 管电 压 90k V	1	楼上距地面 30cm 处	3.9mm 铅当量	5.02E-07	0.422	泄漏+散射	3.7	7.89E-05
		2	楼下距地板 170cm 处	3.9mm 铅当量	5.02E-07		泄漏+散射	3.1	1.12E-04
		3	控制室门外 30cm 处	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	4.5	3.91E-03
		4	观察窗外 30cm 处	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	4.5	3.91E-03
		5	东侧墙外 30cm 处 (控制室)	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	4.5	3.91E-03
		6	东侧墙外 30cm 处 (导管一室)	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	4.5	3.91E-03
		7	受检者防护门外 30cm 处 (缓冲间)	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	3.9	5.21E-03
		8	北侧墙外 30cm 处 (设备间)	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	3.9	5.21E-03
		9	西侧墙外 30cm 处 (库房)	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	3.4	6.85E-03
		10	南侧墙外 30cm 处 (室外临空)	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.6	1.32E-03
X 线摄	常用 最大 管电	1	楼上距地面 30cm 处	3.9mm 铅当量	5.02E-07	3.165	泄漏+散射	3.7	5.92E-04
		2	楼下距地板 170cm 处	3.9mm 铅当量	5.02E-07		泄漏+散射	3.1	8.43E-04

影	压 90k V	3	控制室门外 30cm 处	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	4.5	2.93E-02
		4	观察窗外 30cm 处	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	4.5	2.93E-02
		5	东侧墙外 30cm 处 (控制室)	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	4.5	2.93E-02
		6	东侧墙外 30cm 处 (导管一室)	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	4.5	2.93E-02
		7	受检者防护门外 30cm 处 (缓冲间)	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	3.9	3.91E-02
		8	北侧墙外 30cm 处 (设备间)	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	3.9	3.91E-02
		9	西侧墙外 30cm 处 (库房)	2.5mm 铅当量	3.68E-05		泄漏+散射	3.4	5.14E-02
		10	南侧墙外 30cm 处 (室外临空)	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.6	9.88E-03

注：①按照 90kV 散射线计算；②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，导管二室周围附加剂量率最大值约为 5.14E-02 μ Sv/h，对楼上（设备夹层）的剂量率贡献最大为 5.92E-04 μ Sv/h，对楼下（病房）剂量率贡献最大为 8.43E-04 μ Sv/h，均满足本项目所设定的机房屏蔽体外剂量率 2.5 μ Sv/h 的剂量率控制水平。

（2）新增 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，按照每人 500 例/年最大工作负荷进行保守估算。辐射工作人员受照射线照射时间如表 11-8 所示。

表 11-8 DSA 工作人员年受照时间预测

人员	人数	工作模式	年出束时间 (h/a)	居留因子	备注
医师	2	同室透视	125	1	
		同室采集	16.7	1/16	偶尔停留
护士	1	同室透视	125	1/16	偶尔停留
		透视时控制室停留	125	1	
		采集时控制室停留	16.7	1	
技师	1	隔室透视	125	1	
		隔室采集	16.7	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，开展其它手术时医生在摄影图像采集时均会离开机房，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 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 6.2.4 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 $3000 \mu\text{Sv/h}$, 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 $75 \mu\text{Sv/h}$ 。

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

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

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。

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	3.76
	摄影	75(铅衣内)/ 3000(铅衣外)	16.7	1/16	
辅助人员 (护士)	透视 (机房)	10(铅衣内)/ 400(铅衣外)	125	1/16	0.22
	透视 (控制室)	3.91E-03	125	1	
	摄影 (控制室)	2.93E-02	16.7	1	
控制室 (技师)	透视	3.91E-03	125	1	9.78E-04
	摄影	2.93E-02	16.7	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低于 3mSv 。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 0.22mSv , 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

本项目的导管二室设置在医院病房体检综合楼三层的介入治疗手术区，该区域外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的最大受照剂量，可见，导管二室周围停留公众的最大受照剂量为 $1.28\mu\text{Sv/a}$ ，楼上（设备夹层）公众受照剂量为 $3.70\text{E-}03\mu\text{Sv/a}$ ，楼下（病房）公众最大受照剂量为 $2.10\text{E-}02\mu\text{Sv/a}$ ，均满足本项目设定的 0.1mSv 年剂量约束值。周围 50m 范围内其它公众，年受照剂量均低于 $4.29\text{E-}01\mu\text{Sv}$ 。

表 11-10 导管二室周围公众年附加受照剂量估计

周围环境	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)
机房周围	透视	$6.85\text{E-}03$	375	1/4	1.28
	摄影	$5.14\text{E-}02$	50	1/4	
楼上 (设备夹层)	透视	$7.89\text{E-}05$	375	1/16	$3.70\text{E-}03$
	摄影	$5.92\text{E-}04$	50	1/16	
楼下 (病房)	透视	$1.12\text{E-}04$	375	1/4	$2.10\text{E-}02$
	摄影	$8.43\text{E-}04$	50	1/4	

(3) 剂量叠加

1. 年受照剂量叠加分析

本项目医师和护士除参与本项目外，不从事其它放射性工作，不存在剂量叠加情况。技师可能操作 III 类射线装置，需要考虑剂量叠加。查阅 2023 年度个人剂量检测报告，操作 III 类射线装置工作人员年受照剂量均低于 0.136mSv 。叠加本项目受照剂量 ($9.78\text{E-}04\text{mSv/a}$)，将来 DSA 技师受照剂量同样低于年剂量约束值。

2. 剂量率水平叠加分析

本项目完成后，存在 2 台 DSA 同时出束的情况，对周围环境有辐射叠加影响。因两间 DSA 机房东西相邻布局，故可能对机房周围的缓冲间、控制室及楼上、楼下有剂量叠加。

已有的导管一室和本项目导管二室实体屏蔽相同，机房尺寸相差不大，按照本项目导管二室的周围附加剂量率估算最大值的 2 倍叠加，叠加后机房周围的最大附加剂量率为 $0.103\mu\text{Sv/h}$ ，满足 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率控制水平。按照导管一室的实测结果（附件 3）2 倍叠加，叠加后剂量率低于 $0.26\mu\text{Sv/h}$ ，也满足 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率控制水平。

(4) 有害气体的环境影响

根据以往的估算结果，在 DSA 运行中，臭氧的小时平均产额低于 1mg/h，本项目 DSA 年产生约 400mg 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，确保装置无法再次通电出束，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。人员误入导管二室后，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）工作人员未撤离导管二室，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) 在导管二室防护门上设置辐射警告标识和中文警示说明。在防护门外上方和手术室内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》，并要求“制度上墙”，辐射工作人

员进入导管二室，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 2.15mGy/h，摄影时 1m 处的泄露辐射和散射剂量率为 16.14mGy/h，人员进入射线装置机房距离 X 射线机的距离为 1-3m，摄影曝光人员受照时长按 10s 进行估算，估算结果见下表 11-11。

表 11-11 事故情况下的受照剂量估算

意外情形	曝光参数	停留位置	受照时间	受照剂量 (mSv)
人员误入机房或误留机房	90kV/500mA (摄影工况)	距离靶点 1m	10s	4.5E-02
防护门未关闭且公众在防护门处停留而误照	90kV/500mA (摄影工况)	防护门处，距离靶点 3m	10s	5.0E-03
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	7.2E-01

由上表可知，一次事故所受照剂量最大值约 0.72mSv/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 辐射安全与防护管理机构的设置：

（一）辐射安全管理机构

七三一医院已经设置了辐射安全与防护环境保护管理小组作为专门管理机构，并指定了专人负责辐射安全与防护管理工作。人员构成具体情况见表 1-3 所示。医院落实了责任制，明确了分工和职责。

（二）辐射安全管理规章制度

医院已经制定有《射线装置操作规程》《辐射安全领导小组及其职责》《辐射防护和安全保卫制度》《医院辐射防护措施》《射线装置检修维护制度》《射线装置台帐管理制度》《辐射安全培训考核制度》《辐射监测方案》和《辐射事故（件）应急预案》。

本项目重新申领辐射安全许可证前，医院将对现有的辐射安全管理制度和辐射防护措施等进行补充完善，补充新增 DSA 的操作规程，补充完善辐射监测方案和应急预案等，以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关要求。

（三）辐射工作人员培训

医院规定所有辐射工作人员，在上岗前必须按照生态环境部第 57 号公告（2019 年）和第 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。

医院拟新增配置 8 名辐射工作人员开展介入手术，本项目从事介入辐射工作人员将在通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名的相关专业类别考核后持证上岗。新增 8 名辐射工作人员能够满足开展介入治疗工作需要。

（四）辐射监测

（1）个人剂量监测

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

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

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

(2) 工作场所监测

根据原环保部 18 令的要求，医院每年委托有资质单位对导管二室进行 1 次辐射水平监测。

监测项目：周围剂量当量率；

监测频次：1 次/年；

本项目涉及工作场所的监测布点：监测点位见图 12-1 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 本项目导管二室监测点位示意图

(3) 环境监测

根据原环保部 18 令的要求，每年委托有资质单位或自行对导管二室的周围环境进行 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) 医院拟配置的辐射监测仪器和个人防护用品

医院为每位辐射工作人员配备了个人剂量计，开展个人剂量监测。为医护人员和患者配备了铅衣、铅围脖、铅眼镜等个人防护用品，医院现有的防护用品见表 12-1。

表 12-1 医院现有的辐射防护用品

序号	仪器名称	型号	购置日期	仪器状态	数量
1	辐射防护巡测仪	FJ1200	2019-12-13	正常	1
辐射防护用品					
名称	数量	名称	数量		
铅衣	13	铅帽	15		
铅手套	1	铅眼镜	2		
铅围裙	23	铅围脖	21		
铅屏风	4	个人剂量计	75		
其它	铅帘 1 件				

本项目拟新增配备 1 台 X- γ 剂量率仪，以满足介入场所自行监测的需要。

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

表 12-2 本项目拟配置的个人防护用品

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

(六) 辐射事故应急

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

(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,本项目公众、职业照射剂量约束值执行 0.1mSv/a 和 5mSv/a。介入治疗手术室内 DSA 设备运行时,机房周围(含墙体、防护门、观察窗、楼上和楼下等)的剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。
电离辐射标志和中文警示	在导管二室防护门显著位置设置辐射警告标识和中文警示说明,以及在患者防护门上方设置工作状态警示灯。
布局和屏蔽设计	导管二室实行分区管理。导管二室及其配套用房的建设和布局与环评报告表的描述一致。屏蔽墙的屏蔽能力满足辐射防护的要求。机房通风系统正常。
辐射安全设施	按照《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 规定,为 DSA 设备机房配备患者用铅围裙、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 4 套。导管二室配置铅玻璃防护帘、床侧防护帘各 1 件。
辐射监测	有满足管理要求的辐射监测制度;监测记录存档;为所有辐射工作人员进行个人剂量监测,建立健康档案。新增配备 1 台剂量率仪。
规章制度	建立相应辐射安全与防护管理制度,《辐射安全管理体系和岗位职责》、《操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《放射工作人员管理制度》、《台帐管理制度》、《辐射工作场所及环境监测方案》、《放射诊疗设备质量保证与控制制度》等。
人员培训	本项目配备的 8 名辐射工作人员全部通过辐射安全与防护考核。
应急预案	建立有应急预案,内容涵盖本项目可能发生的人员误留、误入和误照情景。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1) 核技术应用现状：中国航天科工集团七三一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[G0051]）。许可的种类和范围是：使用 II 类、III 类射线装置。有效期至 2025 年 7 月 21 日。

2) 实践正当性：因诊疗工作需要，医院拟在病房体检综合楼三层预留的 DSA 机房内新增使用 1 台血管造影机。本项目属于医疗常规核技术利用项目，具有良好的社会效益，其获得的利益远大于辐射效应可能造成的损害，符合实践正当性原则，同时医院具备了技术、人员和经费等条件。

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

4) 辐射屏蔽能力分析：导管二室屏蔽设计符合辐射防护要求，预计其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均满足剂量约束要求。

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。设置门控制开关、停机按钮，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：医院将新增 DSA 设备的辐射安全管理和监督工作纳入七三一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、设备检修维护制度和辐射事故应急预案。

7) 医院提供了本项目辐射工作人员配置计划，本项目拟新增配备 8 名辐射工作人员，全部从事介入诊疗的辐射工作人员将在通过辐射安全与防护考核后持证上岗。本项目拟新增配置 1 台剂量率仪，以满足自行监测的工作需要。

8) 与生态环境部颁布的《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，中国航天科工集团七三一医院因医学诊疗工作需要，使用 II 类射线装置，开展介入治疗手术，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导管二室进行监测，并将监测记录保存留档。
- 4) 加强辐射工作人员管理，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