核技术利用建设项目

大兴院区手术室
新增使用 1 台血管造影机项目
环境影响报告表

建设单位：北京大学第一医院(公章)

2025 年 1 月

核技术利用建设项目

大兴院区手术室
新增使用 1 台血管造影机项目
环境影响报告表

建设单位名称：北京大学第一医院

建设单位法人代表（签名或签章）：杨尹默

通讯地址：北京西城区西什库大街 8 号

邮政编码：100034　　联系人：张祺

电子邮箱：350377357@qq.com

联系电话：83572391

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">新增使用 1 台血管造影机项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">北京大学第一医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>杨尹默</td><td>联系人</td><td>张祺</td><td>联系电话</td><td colspan="2">010-83572391</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">北京市西城区西什库大街 8 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">北京市大兴区乐园路 5 号住院部二层西北侧</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资(万元)</td><td>1200</td><td>项目环保投资(万</td><td>120</td><td>投资比例（环保投资/</td><td colspan="2">10％</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □ 其它</td><td>占地面积 (m^2)</td><td colspan="2">162</td></tr>
<tr><td rowspan="10">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□Ⅰ类（医疗使用）□Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□ 制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td></td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

1.1单位概况

北京大学第一医院(以下简称“北大第一医院”或“医院”)是一所融医疗、教学、科研、预防为一体的大型综合性医院，创建于 1915 年，为国内首批建立的临床医学院。

北大第一医院学科齐全，综合实力居于国内前列、国际一流，临床医学一级学科整体进入国家双一流建设学科范围。现有 4 个教育部重点学科（牵头），1 个国家中医药管理局重点学科（牵头），3 个北京市重点学科（牵头），7 个教育部重点学科（参与）；获批国家临床重点专科建设项目 29 次，覆盖 25 个学科；2022 年度中国

医院声誉排行榜中，1 个学科位列全国第一，5 个学科排名前五、9 个学科排名前十。在领军人才建设方面，拥有中国工程院院士 1 人、国家自然科学基金创新群体 1 人、万人计划领军人才/团队 6 人、国家自然科学基金杰出青年基金获得者 10 人、长江学者特聘/特岗教授 5 人、教育部创新团队 2 人、科技部领军人才/团队 6 人，其他国家级高层次人才 13 人、北京市高层次人才 31 人。

设有 39 个临床科室、12 个医技科室，共有 71 个病区，开放床位 2259 张。2023 年度，门、急诊量 324 万人次，出院患者 11.2 万人次，手术近 4.6 万余例，平均住院日 5.4 天。开展疑难危重患者的 MDT 诊疗，设有 MDT 团队 53 个，囊括肿瘤、心血管疾病、卒中、代谢疾病、重症、罕见病等各领域，年会诊疑难病历超过 2000 人次。医院积极拓展互联网医疗、远程医疗服务，推动实现优质医疗资源共享；探索医疗新技术，年度手术机器人超过千台，实现跨海超远程机器人手术。2023 年 12 月 18 日，医院大兴院区正式投入使用，编制床位 1200 张，预计日门诊量达 5000—6000 人次/日。

医院学科齐全，综合诊疗水平高，尤其对肾脏内科、心血管内科、泌尿外科及男科、外科、神经内科、妇产科、小儿科、皮肤性病科等各类常见病、多发病、疑难重症的救治均具有丰富的经验。

北大第一医院注册地址位于北京西城区西什库大街 8 号，执业场所有北京大学第一医院门诊部、北京大学第一医院妇儿门诊部、北京大学第一医院第二住院部、北京大学第一医院肿瘤诊疗中心、北京大学第一医院大兴院区。

本项目拟建在北大第一医院大兴院区，该院区位于北京市大兴区乐园路 5 号，北临双高路，之外是郁花园三里；东临兴丰大街，之外是兴创屹墅；南侧是乐园路，之外为绿地中央广场；西侧是兴华大街和地铁 4 号线，之外是大兴区体育中心。医院地理位置见附图 1 所示，其平面布局和周围环境见附图 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

北大第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[B0044]，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。有效期至 2027 年 8 月 30 日）。

北京大学第一医院涉源部门共 34 个，许可使用Ⅴ类放射源共 3 枚（在用 2 枚），非密封放射性物质 25 种、31 项，II、III 类射线装置 63 台，乙级、丙级非密封

放射性物质工作场所。

医院现持有的辐射安全许可证正副本和台帐见附件 1 所示。

1.2.2 近几年履行环保审批手续情况

北大第一医院自 2020 年以来共有 16 个核技术利用项目，履行环评手续并建设完成的项目均获得了辐射安全许可，并通过了自行组织的竣工环保验收。备案项目均已获得辐射安全使用许可，具体情况见表 1-1。

表 1-1 建设项目竣工环保验收落实情况

编号	项目名称	备案/批复号	登证或竣工环保验收情况
1	急诊楼核医学科改扩建项目	京环审[2022]18 号	2022 年 10 月 18 日项目通过自行组织的竣工环保验收
2	城南院区使用放射性同位素和射线装置项目	京环审[2021]9 号	2024 年 7 月 10 日对介入治疗中心急诊导管室 1 使用 1 台 DSA 通过自行组织的竣工环保验收（部分验收）
3	保健中心使用 DSA 项目	京环审[2020]9 号	2022 年 3 月 23 日项目通过自行组织的竣工环保验收。
4	城南院区使用 1 台 X 射线透视系统类医用射线装置项目	202411011500002550	已登证
5	城南院区使用 1 台乳腺 X 射线机类医用射线装置项目	202411011500002516	已登证
6	城南院区新增 1 台医用 X 射线床旁机类医用射线装置项目	202411011500003351	已登证
7	城南院区使用 30 台Ⅲ类医用射线装置项目	202411011500002298	已登证
8	新增医用 X 射线床旁机 1 台	202211010200000913	已登证
9	新增 1 台 C 型臂并新建机房	202211010200000915	已登证
10	新增医用 X 射线床旁机 1 台	202211010200000912	已登证
11	更新 1 台螺旋 CT	202211010200000914	已登证
12	更新医用直线加速器组成部分 CBCT	202211010200000969	已登证
13	新增 1 台螺旋 CT 并新建机房	202111010200000034	已登证
14	新增 1 台医用 X 射线胃肠造影机并新建机房	202111010200000035	已登证
15	更新 1 台螺旋 CT	202111010200000066	已登证
16	保健中心大楼使用 14 台Ⅲ类医用射线装置项目	202011010200001196	已登证

1.2.3 辐射安全管理情况

（一）辐射安全与环境保护管理机构

北京大学第一医院成立了放射防护管理委员会，领导小组组长由党委书记姜辉、院长杨尹默担任，工作小组组长由分管副院长李航担任，工作小组成员由医务

处、总务处、医学装备处、保卫处、工程办、采购中心、核医学科、医学影像科、放疗科、心内科、介入科、骨科、泌尿科等科室组成。

放射防护管理委员会全面负责医院的放射防护监督和管理工作，使用放射性核素和射线装置的有关科室负责人承担组织执行辐射安全措施和制度的责任。放射安全管理委员会委托医务处对全院辐射防护管理制度执行情况进行监督检查。北京大学第一医院放射防护管理委员会名单见表 1-2。

表 1-2 北京大学第一医院放射防护管理委员会

序号	姓名	组内职务	行政职务	工作部门	专/兼职
1	姜辉	领导小组组长	党委书记	院办	兼职
2	杨尹默	领导小组组长	院长、党委副书记	院办	兼职
3	杨莉	领导小组成员	副院长	院办	兼职
4	张凯	领导小组成员	副院长	院办	兼职
5	杨柳	领导小组成员	党委副书记	院办	兼职
6	程苏华	领导小组成员	纪检书记	院办	兼职
7	李航	领导小组副组长、工作小组组长	副院长	院办	兼职
8	李洪振	工作小组副组长	处长	院办	兼职
9	张崔建	工作小组副组长	大兴院区执行院长	院办	兼职
10	曾镇罡	工作小组成员	处长	医务处	兼职
11	任军红	工作小组成员		医务处	专职
12	于楠	工作小组成员	大兴院区执行副院长	大兴院区	兼职
13	贾英雷	工作小组成员	大兴院区医政部部长	大兴院区	兼职
14	王晶超	工作小组成员		大兴院区	专职
15	张璐璐	工作小组成员	处长	医学装备处	兼职
16	郭晨	工作小组成员		医学装备处	兼职
17	杨斌	工作小组成员	主任	采购中心	兼职
18	杨虹	工作小组成员	副主任	采购中心	兼职
19	齐建光	工作小组成员	处长	教育处	兼职
20	冀涛	工作小组成员		教育处	兼职
21	周立华	工作小组成员	处长	总务处	兼职
22	赵多娇	工作小组成员		总务处	兼职
23	王楠	工作小组成员	处长	工程处	兼职
24	季超	工作小组成员		工程处	兼职
25	王程伟	工作小组成员		工程处	兼职
26	宋月强	工作小组成员	处长	保卫处	兼职
27	赵伟光	工作小组成员		保卫处	兼职
28	马靖	工作小组成员	主任	呼吸和危重症医学科	兼职

29	龚玉红	工作小组成员		呼吸和危重症医学科	兼职
30	张岩	工作小组成员	主任	心血管内科	兼职
31	胡灏	工作小组成员		心血管内科	兼职
32	张宏	工作小组成员	主任	肾脏内科	兼职
33	尹彦琪	工作小组成员		肾脏内科	兼职
34	刘梅林	工作小组成员	主任	老年病内科	兼职
35	黄波	工作小组成员		老年病内科	兼职
36	曹永平	工作小组成员	主任	骨科	兼职
37	李静	工作小组成员		骨科	兼职
38	李学松	工作小组成员	主任	泌尿外科	兼职
39	张政	工作小组成员		泌尿外科	兼职
40	杨敏	工作小组成员	主任	介入血管外科	兼职
41	杨伯山	工作小组成员		介入血管外科	兼职
42	王朝霞	工作小组成员	主任	神经内科	兼职
43	孙伟平	工作小组成员		神经内科	兼职
44	伊志强	工作小组成员	主任	神经外科	兼职
45	张扬	工作小组成员		神经外科	兼职
46	高献书	工作小组成员	主任	放射治疗科	兼职
47	李雅钢	工作小组成员		放射治疗科	兼职
48	冯驭驰	工作小组成员	主任	口腔科	兼职
49	喻强	工作小组成员		口腔科	兼职
50	邱建星	工作小组成员	主任	医学影像科	兼职
51	李津书	工作小组成员		医学影像科	兼职
52	陈卫东	工作小组成员		医学影像科	兼职
53	毕忠旭	工作小组成员		医学影像科	兼职
54	范岩	工作小组成员	主任	核医学科	兼职
55	段小江	工作小组成员		核医学科	兼职
56	戎龙	工作小组成员	主任	内镜中心	兼职
57	牛海霞	工作小组成员		内镜中心	兼职

（二）已建立的辐射安全与防护规章制度及执行情况

医院已制定有较为齐全、严格的辐射安全与防护规章制度和辐射事故应急预案，其中包含《放射诊疗及辐射安全管理制度总则》《安全防护操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《放射诊疗设备检修维护制度》《台账管理制度（含放射源、非密封放射性物质、射线装置）》《辐射安全培训制度》《辐射监测方案》《放射源和放射性废物管理规定》《放射工作人员职业健康及放射防护知识培训》《放射防护检测评价》和《辐射事故（件）应急预案》等，并在实际工作中严格按

照规章制度执行。

（三）辐射工作人员培训考核

医院制定有辐射工作人员（含辐射防护负责人）培训考核管理制度，按照生态环境部 2019 年第 57 号公告和 2021 年第 9 号公告要求，组织辐射工作人员进行辐射安全防护培训和考核。

北大第一医院现有 325 名辐射工作人员均通过了辐射安全与防护考核网上考核或自主考核（仅限于使用III类射线装置人员），现从事放射介入诊疗辐射工作人员相关信息见附件 2 所示。

（四）个人剂量监测

医院辐射工作人员的个人剂量监测工作目前委托北京市疾病预防控制中心承担，监测频度为每季度一次。评价期间，评价单位调阅了 2024 年度个人剂量监测报告（附件 3），全部辐射工作人员的年受照剂量均低于 2mSv，超过 1mSv/a 的 11 名辐射工作人员为核医学科或放射介入人员，受照剂量略高与其工作性质一致，但均低于 5mSv/a 的剂量约束值，说明北大第一医院辐射安全与防护措施可行。

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

（五）工作场所及辐射环境监测

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

医院于 2024 年 9 月 8 日委托北京贝特莱博瑞技术检测有限公司开展了大兴院区 2024 年度的放射性工作场所的辐射防护检测工作，全部检测结果均满足标准要求。大兴院区目前投入运行的 1 台 DSA 场所年度检测报告见附件 5。

（六）辐射事故应急管理

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

发生辐射事故后，立即启动辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂

量照射的，同时向卫生行政部门报告。2023 年 9 月 25 日医院组织开展辐射安全应急演练一次，针对“ 放射源丢失、核素污染、火灾等突发事件应急演练”做了应急演练，具体内容包括：发现放射源丢失或被盗时报告与处理流程、发现核素污染时处置流程、 发生火灾时处理流程与灭火器使用方法，并进行了总结，取得了很好效果。

1.3 本项目概况

1.3.1 本项目背景

为了进一步提高医疗救治水平，医院拟在预留的手术室内新增使用 1 台血管造影机，用于复杂病症的放射介入手术治疗。

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

1.3.3 本项目位置及选址合理性分析

拟新建的 DSA 机房位于大兴院区住院部（地下二层、地上三层）二层西北侧区域，本项目所在建筑物属北大第一医院所有，已取得了建设项目规划许可证（见附件 6）。

DSA 机房及配套用房为预留的手术室区域，本次进行屏蔽防护建设和布局调整。DSA 机房周围 50m 范围内的建筑物均为本部的医疗用房。介入手术区域只有医护人员和手术患者才能进入，故对周围的辐射影响主要为楼上和楼下区域。经现场核实，DSA 机房楼上为设备层，楼下是病理科实验室，均无人员常居留，故 DSA 机房选址适宜。

1.3.4 本项目环境影响评价内容

本项目建设性质为新建。建设内容为：项目位于北京市大兴区乐园路 5 号，对住院部二层预留手术室进行屏蔽防护建设和布局调整，新增使用 1 台血管造影机（型号待定），最大管电流 1000mA，最大管电压 125kV，属于Ⅱ类射线装置。设备相关情况见表 1-3。

表 1-3 拟新增使用的 DSA 射线装置相关情况

设备名称	设备型号	技术指标	管球数量	使用地点
DSA（新增）	待定	125kV/1000mA	单管球	住院部二层 OR8 手术室（OR8）

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

根据生态环境部《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》(2019年生态环境部令第9号) 最新要求，长润安测科技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。受北大第一医院的委托，长润安测科技有限公司环评人员在现场踏勘、监测、收集资料的基础上，编制了新增使用血管造影机项目环境影响报告表。评价重点是设备在运行过程中产生的X射线对操作人员、周围员工及公众和环境的影响。

1.3.5 介入年手术量和人员工作负荷

（一） 放射介入现状情况

北大第一医院现许可使用的 DSA 设备共有 9 台（含大兴院区急诊导管室 1 台）。大兴院区的 1 台 DSA 主要开展急诊 DSA 手术、心内和心外科介入手术（造影、支架、起搏器、电生理等）治疗工作。

现有从事放射介入的辐射工作人员共计 80 名，其中医生 52 名，护士 15 名，技师 13 名，平均每台 DSA 配备约 9 名辐射工作人员。按照“每组医生 1-2 名，技师 1 名和护士 1 名固定在手术室”的模式开展介入手术，9 名辐射工作人员可以至少组成 4-5 个医疗组。根据 2023 年介入手术量统计，每台 DSA 平均开展的手术量不足 2000 例/台，每组医生的年介入手术量不足 500 台次。

（二）“京环审[2021]9号”批复DSA投入使用后情况

《城南院区使用放射性同位素和射线装置项目》批复（京环审[2021]9 号）批复大兴院区使用 4 台 DSA，具体为：在医技部一层介入治疗中心使用 2 台 DSA；在住院楼 A 四层心内科手术室使用 2 台 DSA，目前大兴院区介入治疗中心已许可使用 1 台 DSA 设备并通过竣工环保验收。四层心内科手术室 2 台 DSA 设备正在安装，后续拟申请使用许可和竣工环保验收。

（三）本项目投入运行后使用情况

本项目 DSA 在二层手术区内 OR8 手术室内使用，用于手术洁净度要求高的肿瘤和肝脏、且需要在影像支持下进行的检查、诊断、定位、手术，年手术量有限，保守预计年手术量为 1000 例。

大兴院区现有 12 名辐射工作人员（10 名医生、2 名护士和 2 名技师）从事放射介入工作，目前使用 1 台 DSA 开展放射介入诊疗工作。

本项目拟新增 6 名辐射工作人员，在通过辐射安全与防护考核后持证上岗。按照“每组医生 1-2 名，技师 1 名和护士 1 名固定在手术室”的模式开展介入手术，至少可以组成 2 个医疗组，每组医生的年手术量低于 500 例，故本项目按照人均 500 例/年的工作负荷进行保守评价。

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	型号待定	125	1000	放射介入诊疗	住院部二层OR8手术室	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（μA）	中子强度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
有害气体 O_3 等	气体				＜30g		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^3；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^3）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	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

	公告〔2019〕第 57 号，2019 年 12 月 23 日起施行； 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； 15. 《辐射安全与防护监督检查技术程序》，生态环境部，2020 版； 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； 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 l 日起施行； 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； 19. 《北京市城乡规划条例》，2021 年 9 月 24 日修正。
技术标准	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)； 2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； 3. 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 4. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 5. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 6. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 7. 《医用常规 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）。
其他	1. Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities，NCRP REPORT No.147，2005； 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； 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； 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； 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； 6. 北大第一医院环境影响评价委托书； 7. 北大第一医院提供的与本项目相关的申请和技术资料； 8. 北大第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。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围、目的和评价因子

7.1.1 评价范围

根据本项目评价内容，参照《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）要求，确定该项目辐射环境影响评价的范围：以DSA 机房实体屏蔽边界向外围扩展 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。

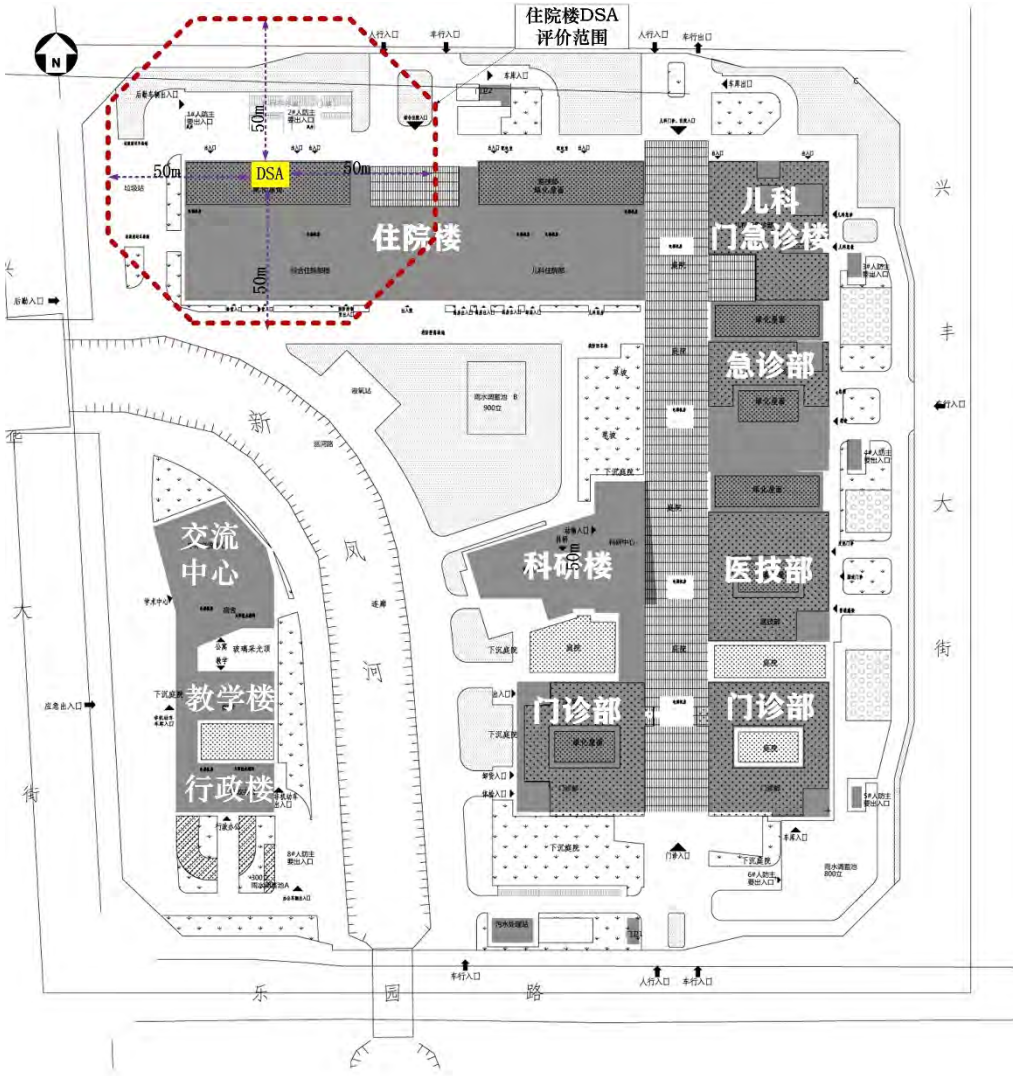

图 7-1 本项目评价范围示意图

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调查及辐射环境现状进行监测；
- 评价项目在运行过程中对工作人员及公众成员所造成的辐射影响；

- 评价辐射防护措施效果，为生态环境行政主管部门管理提供依据；
- 对不利环境影响提出防治措施，把其减少到“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 射线和臭氧。

7.2 保护目标

本项目 OR8 手术室为预留手术室，周围 50m 范围内的建筑物均为医院用房，其楼下为病理科实验室，楼上为设备层。DSA 机房北侧和南侧均为洁净走廊，东侧为预留的 CT 贮存间（本次改造为设备间）和预留的 CT 控制室（本次改造后取消），西侧为 DSA 设备间和控制室（本次改造后只做控制室），改造前后场所对照见图 11-1 和图 11-2 所示。。

手术区域只有医护人员和患者才能进入，故对周围公众的辐射影响主要为楼上和楼下。楼上为设备层，楼下为病理科实验室，均无常居留人员。

本项目周围保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 DSA 机房实体屏蔽体周围 50m 范围内的保护目标

保护目标	方位	距项目边界最近距离（m）	常居留人数（预计）
设备间	东侧	毗邻-2	/
OR7 手术室	东侧	2-10	5（医护人员）
洁净走廊	南侧	10-3	/
辅助用房、体外循环、预麻室	南侧	3-12.6	2（医护人员）
普通手术室区域	南侧	12.6－40	10（医护人员）
控制室	西侧	紧邻-2.5	4（辐射工作人员）
手术室	西侧	2.5－25	15（医护人员）
洁净走廊	北侧	紧邻－2.5	/
室外空地	北侧	2.5－50	/
设备层	楼上	紧邻	/

病理科实验室	楼下	紧邻	2

DSA 机房周围环境见图 7-2 所示。DSA 机房楼下对应区域示意图见图 7-3 和图 7-4 所示。

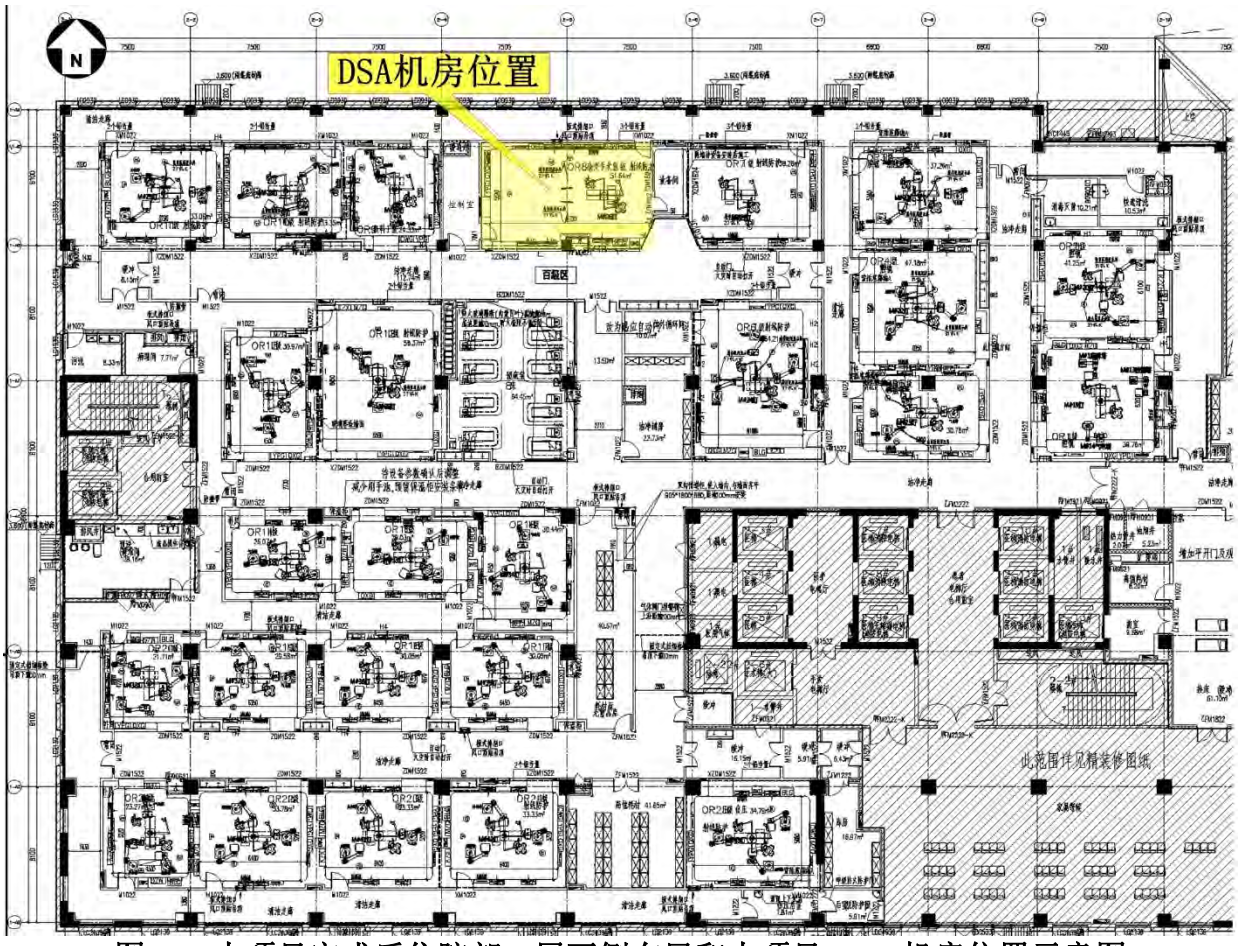

图 7-2 本项目完成后住院部二层西侧布局和本项目 DSA 机房位置示意图

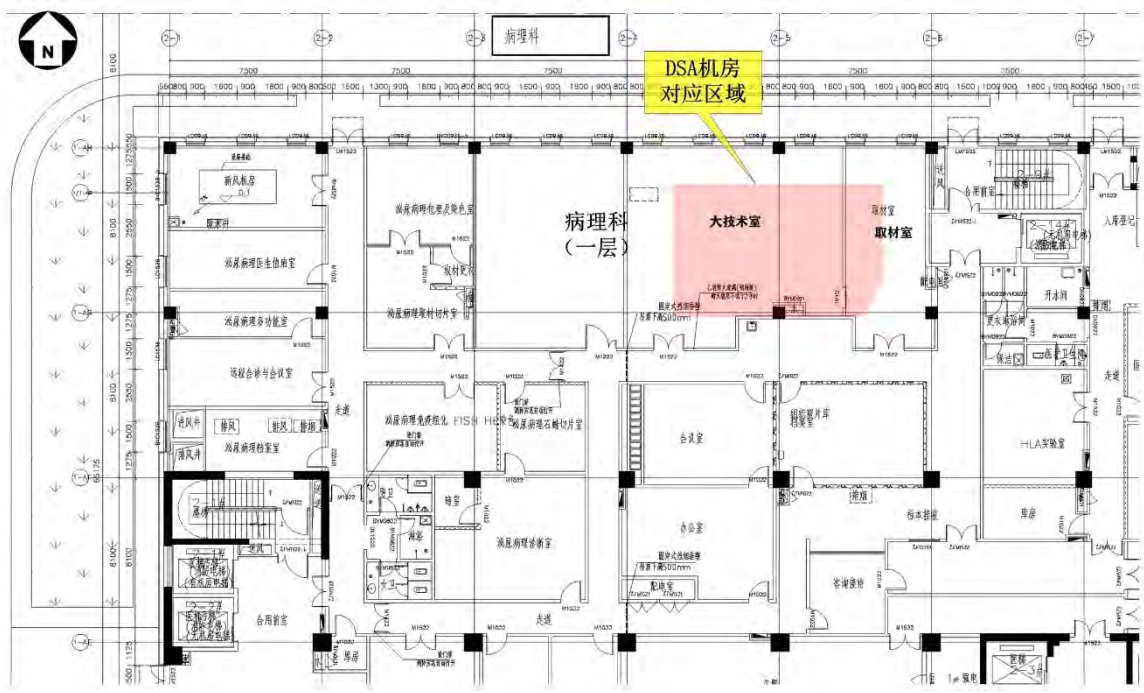

图 7-3 本项目楼下（病理科实验室）对应区域平面示意图

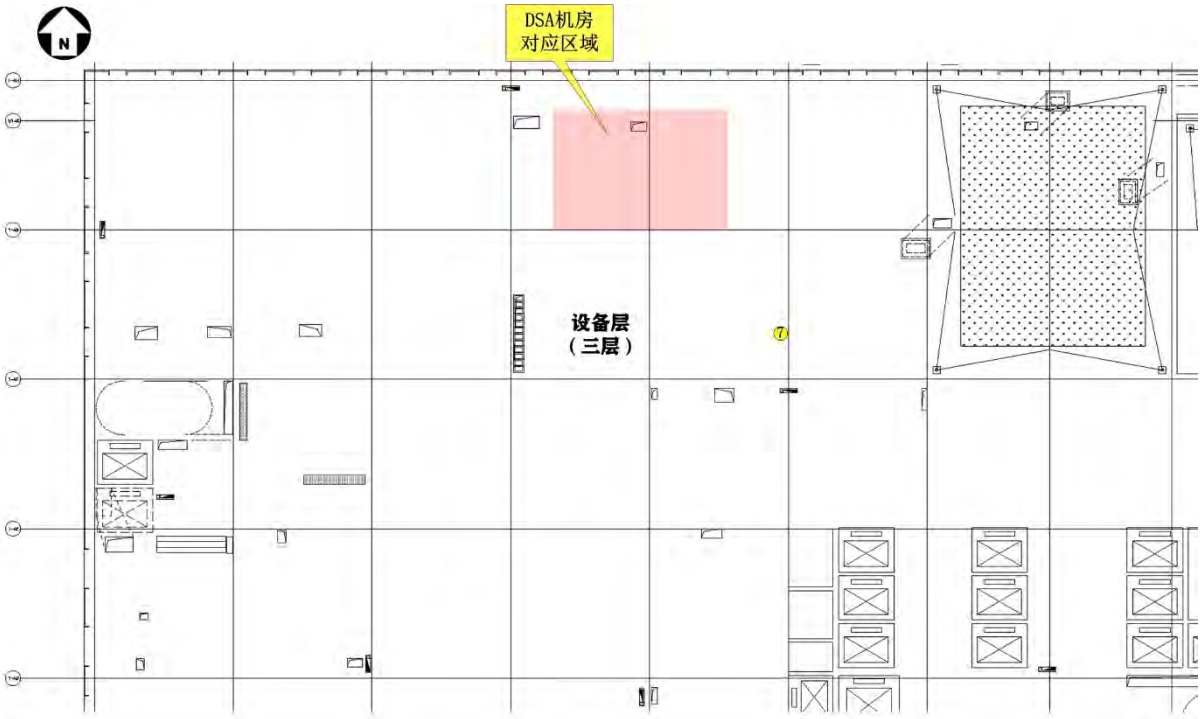

图 7-4 本项目楼上（设备层）对应区域平面示意图

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值和剂量约束值

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

（1）剂量限值

表 7-2 个人剂量限值

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

（2）剂量约束值

本评价对职业人员和公众的剂量约束取值如下：

1) 本项目辐射工作人员年受照剂量约束值取 5mSv。

2) 本项目对周围公众的年受照剂量约束值取 0.1mSv。

7.3.2 剂量率控制水平

本项目对职业人员和公众的受照剂量除满足剂量约束值条件外，还要符合：

1）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定，DSA 设备在透视时，机房周围（含墙体、防护门、观察窗、楼上和楼下等）的剂量当量率应不大于 2.5μSv/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 25μSv/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 2.5μSv/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 400μSv/h。

7.3.3 X 射线设备机房的屏蔽防护及空间要求

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

表 7-3 不同类型 X 射线机房的屏蔽防护要求

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

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

表 7-4 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积(m^2)	机房内最小单边长度(m)
单管头X射线机(含C形臂)	20	3.5

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

评价期间，医院委托长润安测科技有限公司对北大第一医院大兴院区住院楼内部和周围进行了辐射水平检测。

监测内容为 γ 剂量率。监测点位包括本项目所在的住院楼周围、拟建场所以及楼上和楼下。监测设备为 SCB603E 型环境级 X、γ 剂量率仪，其性能参数见表 8-1。检测仪器经过了检定且在有效期内，检测人员均通过了培训考核。

监测方法：使用便携式检测设备直接测量。评价区γ辐射水平监测点位置见图8-1~图8-4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	证书编号和有效期
环境级 X、γ剂量率仪	SCB603E（CR-YQ-088）	0.01μGy/h~3Gy/h	DD24J-CA100187，有效期至 2025 年 04 月 11 日

图 8-1 北大第一医院大兴院区住院楼周围辐射水平监测点示意图

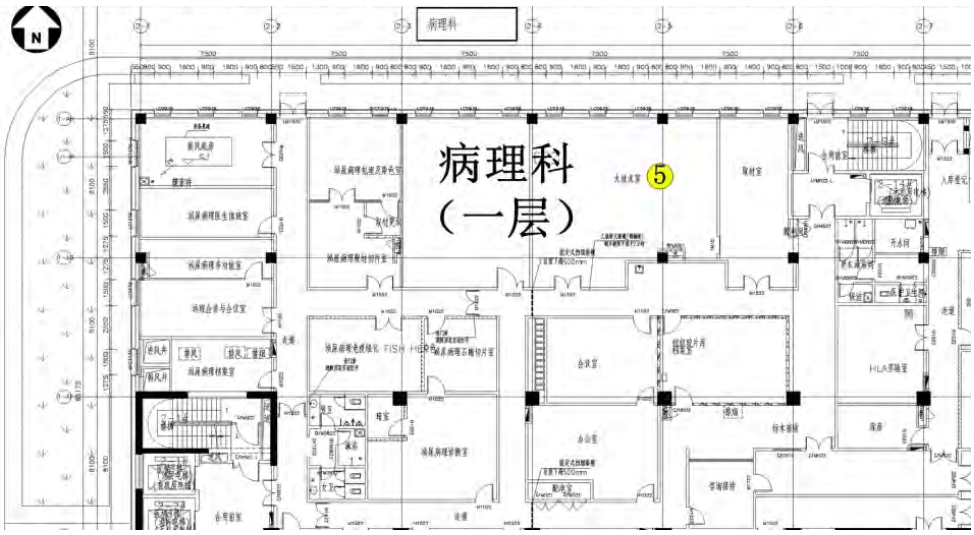

图 8-2 项目楼下（一层）监测点位示意图

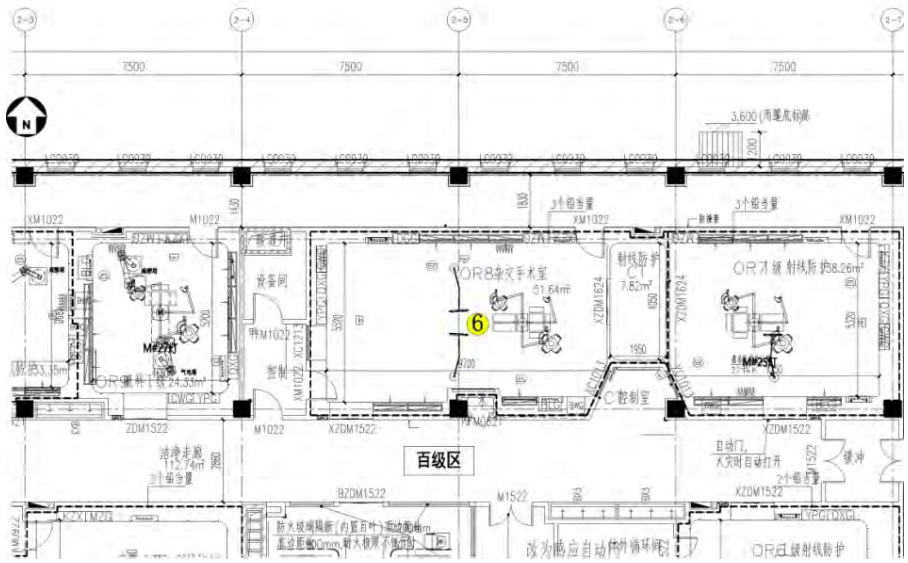

图 8-3 项目所在场所（二层）监测点位示意图

图 8-4 项目楼上（三层）监测点位示意图

表 8-2 评价区现状环境辐射剂量率水平监测结果

测点编号	点位描述	γ辐射剂量率*（μGy/h)
①	综合住院楼 A 南侧空地	62.4±2.5
②	综合住院楼 A 西侧空地	64.5±2.0
③	综合住院楼 A 北侧空地	61.9±1.8
④	综合住院楼 A 北侧空地	71.2±2.7
⑤	项目楼下（一层病理科实验室）	73.9±2.6
⑥	项目所在场所(二层预留 OR8 手术室)	83.2±2.8
⑦	项目楼上（三层设备层）	74.3±2.2

注：*监测结果含宇宙射线

《北京市环境天然放射性水平调查研究》（1989）报道北京市天然辐射水平范围为 60-123nGy/h（室外，含宇宙射线）和 69.8-182 nGy/h（室内，含宇宙射线）。大兴院区的辐射水平监测结果表明，各测点的辐射水平均属于正常本底水平。

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，具有高精密度和灵敏度。

图 9-1 DSA 设备外观图

本项目 DSA 设备在 OR8 手术室主要用于手术洁净度要求较高的肿瘤及肝脏介入手术治疗使用。

9.2 设备组成

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

9.3 治疗流程

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

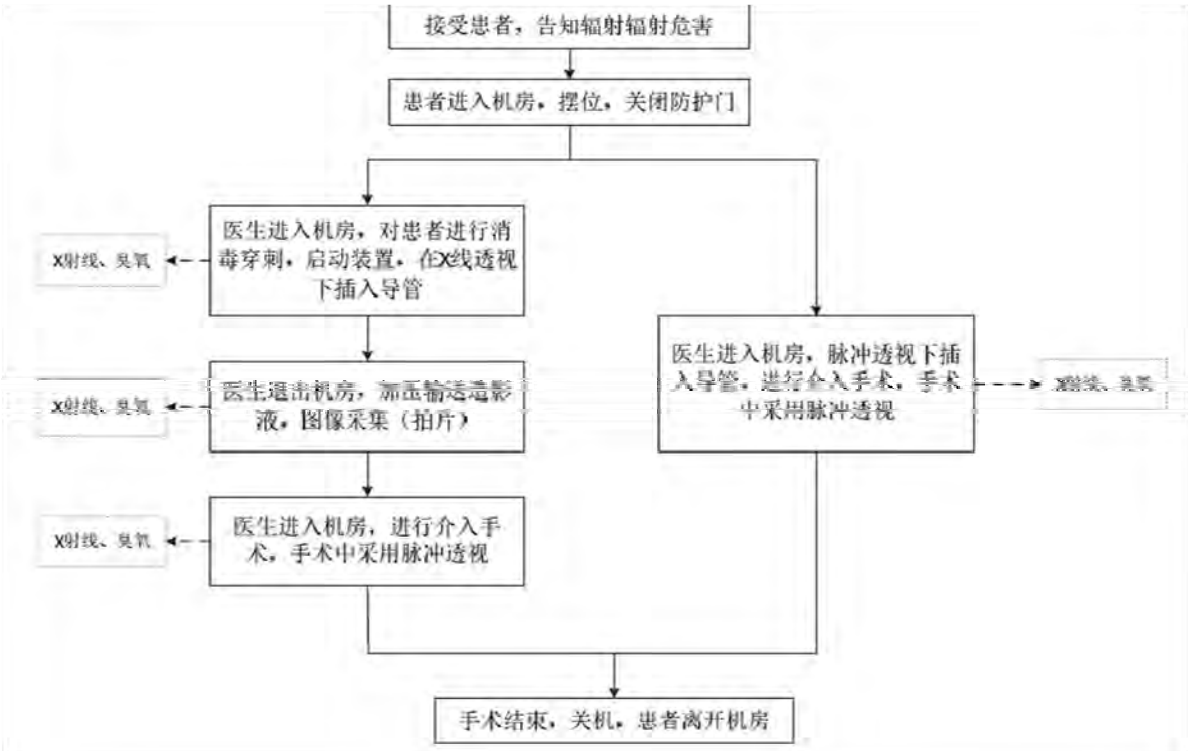

图9-2 手术流程及污染物产生环节示意图

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

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

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

出束时间与手术性质和医生手术水平有关，每台手术累计透视时间多为十几分钟；

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

术的摄影时间约 2 分钟左右；

⑤ 介入手术完成后，拔管按压穿刺部位后包扎，关闭射线装置。

本项目 DSA 投入运行后，每组医生的年手术数量不超出 500 例，单台 DSA 年手术量不超过 1000 例。

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 线机使用过程中，X 射线贯穿机房的屏蔽设施进入外环境中，将对操作人员及机房周围人员造成辐射影响。

介入手术需借助 X 射线影像检查系统引导操作，治疗过程中工作人员将暴露于 X 射线机附近，人员受照剂量较高。

此外，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，将在机房内累积。

3. 非正常情况的污染途径

1）X 射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽，造成管电流、管电压设置错误，使得受检者或工作人员受到超剂量照射。

2）人员误入机房受到辐射照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 DSA 机房辐射安全与防护措施

1）机房采取实体屏蔽措施，保证人员全居留场所、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 2.5μSv/h。

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

3）患者通道门、污物通道门上方均设置工作状态指示灯，灯箱上拟设“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。

4）机房和控制台之间设有观察窗，并配置对讲系统。

5）本项目 DSA 机房设 4 扇铅防护门。控制室防护门（M1）设备间门（M3）和污物门（M4）均为 3mm 铅当量的手动平开门，设闭门器。患者防护门（M2）为电动平推门（具有防夹人和自动延时关闭功能），安装非接触式门控开关。

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。至少配置：0.5mmPb 铅橡胶围裙 4 件，0.5mmPb 铅橡胶颈套 4 件，0.25mmPb 铅防护眼镜 4 副，0.025mmPb 介入防护手套 2 副。同样，为患者至少配备 0.5mmPb 铅橡胶性腺防护围裙、0.5mmPb 铅橡胶颈套各 1 件。

9）为每名辐射工作人员均佩带个人剂量计，开展个人剂量监测。医院拟为本项目购置 1 台辐射监测仪，每半年对机房周围辐射水平进行一次监测。

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

11）除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留。

12）电缆由机房地面管沟从观察窗一侧墙体下面通入控制室。空调管道从机房顶部东侧位置穿过墙体进入设备间。电缆沟和风管外用 3mm 厚铅板（长度 20cm）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。

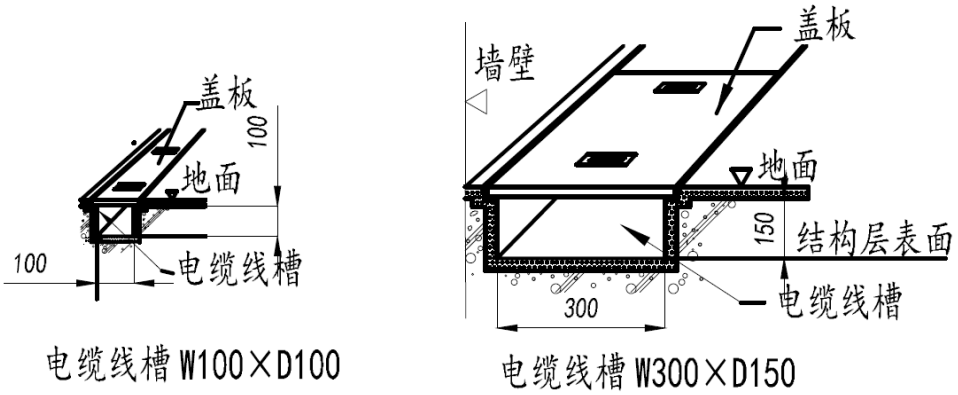

图 10-2 DSA 机房电缆穿墙方式示意图

13）机房配备火灾报警系统，配备灭火用品。

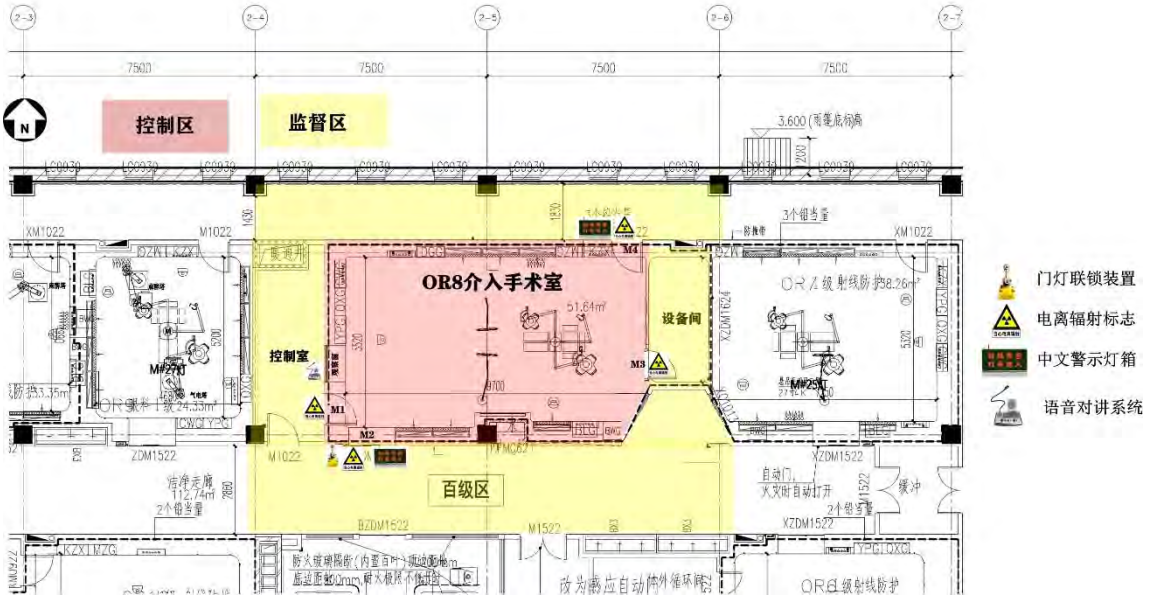

图 10-3 本项目 DSA 机房辐射安全与防护设施布置示意图

表 10-1 血管造影机机房安全与防护设施设计要求

序号	项目	检查内容	设计建造	备注
1*	A 场所设施	单独机房	√	设单独机房
2*		检查位局部屏蔽防护设施	√	配备床旁铅帘、铅玻璃吊屏等防护设施。
3*		医护人员的个人防护	√	配备铅衣、铅围脖、铅眼镜等局部个人防护用品。
4*		患者防护	√	为患者配备铅围裙、铅围脖等局部个人防护用品。
5*		机房门窗防护	√	设 3mm 铅当量铅玻璃观察窗，设 3mm 铅当量防护门 4 扇。

6*		闭门装置	√	电动防护门设自动延时关闭系统。
7*		入口处电离辐射警告标志	√	标准电离辐射警告标志。
8*		入口处机器工作状态显示	√	工作状态警示灯。
9*	B 监测设备	监测仪器	√	拟新增配置 1 台便携式剂量率仪。
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 DSA 机房门口显著位置均设置电离辐射警告标志，在患者和污物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，本项目新增配备 6 名辐射工作人员，通过辐射安全与防护考核后持证上岗。	落实后符合
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	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检测，频度	落实后符合

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。	为每季度一次。	

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，本项目新增 6 名辐射工作人员，通过辐射安全与防护考核后持证上岗。	落实后符合
使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及使用放射性同位素。	/
放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、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，在患者和污物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。	拟新增配备 1 台辐射剂量仪。还将新增配备铅眼镜、铅手套、铅衣、铅围裙和铅围脖等个人防护用品，满足工作需要。	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	/

10.4 三废的治理

本项目无放射性“三废”产生。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

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

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 使用血管造影机环境影响分析

（一）DSA 机房所在位置

本项目拟新建 1 处放射介入治疗场所，由住院部二层预留手术室改建。

DSA 机房位于住院部二层西北侧，周围环境情况为：其楼下为病理科实验室，楼上为设备层。DSA 机房北侧和南侧均为洁净走廊，东侧为 DSA 设备间，西侧为 DSA 控制室。本项目 DSA 机房位于手术区域内，只有医护人员和手术患者才能进入。

（二）DSA 机房改造方案和屏蔽设计

（1）机房改造方案

本项目为在预留场所进行屏蔽防护改造，具体改造方案为：

1）使用功能调整：将预留的 DSA-CT 杂交手术室调整为 DSA 介入治疗场所；

2）布局调整：将 OR8 手术室西侧原预留的控制室和设备间之间隔断去除，今后全部作为控制室使用；将设备间转移到东侧原预留贮存 CT 设备的房间；用含 3mmPb 的隔墙封闭东侧墙体原预留安装折叠防护门的门洞，在东墙南侧增设一个手动平开门门洞；用含 3mmPb 的隔墙封堵东南角预留的 CT 观察窗；

3）屏蔽防护：四周墙体全部新增 3mm 铅板防护，4 扇防护门全部含 3mmPb 铅板；西侧观察窗为 3mmPb 铅玻璃。屋顶新增 3mm 铅板防护，地面新增 30mm 硫酸钡水泥防护。

本项目拟改造区域现状平面图见图 11-1 所示，完成改造后场所布局见图 11-2 所示。

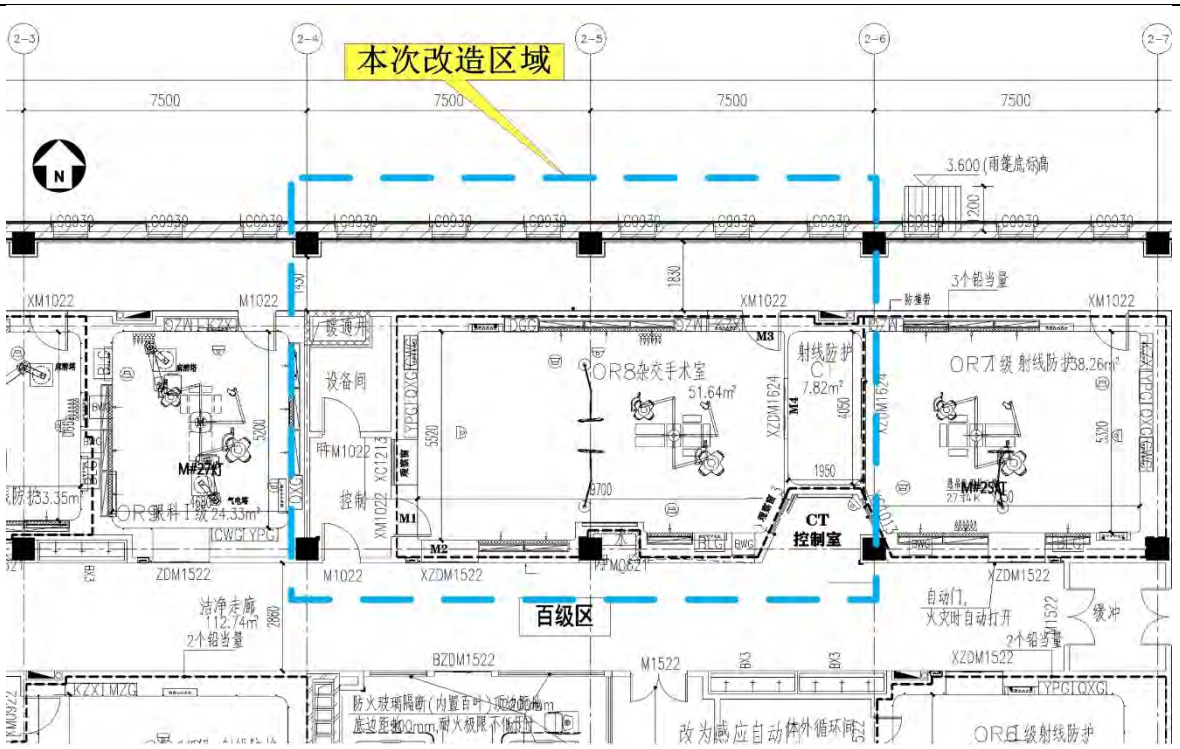

图 11-1 二层本项目拟改造区域现状平面图

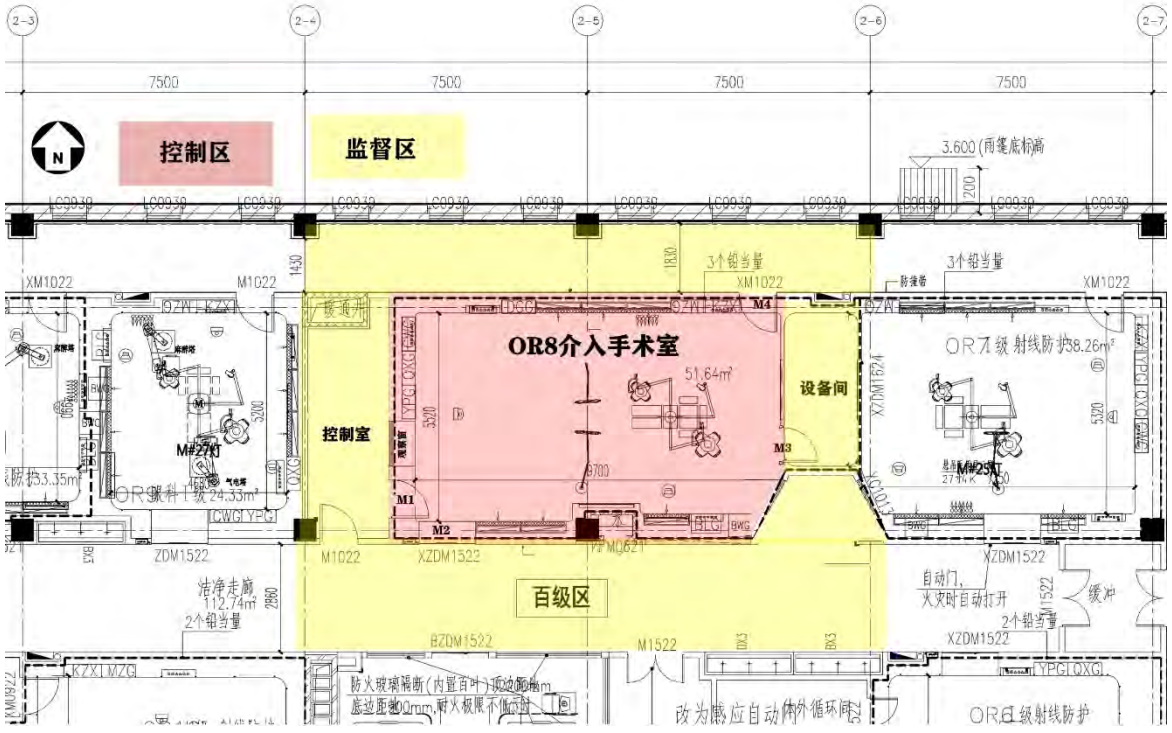

图 11-2 二层 DSA 场所改造后场所布局平面图

（2）DSA 机房规格

本项目 DSA 机房使用面积、单边长度与《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 的符合情况见表 11-1 所示。

表 11-1 本项目 X 射线设备机房使用面积、单边长度要求及符合情况

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
机房内最小有效使用面积（m^2）	20	51.64	符合
机房内最小单边长度（m）	3.5	5.52	

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

表 11-2 本项目 DSA 机房其它相关情况

防护门	观察窗	通风	设备摆向	采光窗
机房西墙南侧设控制室防护门（M1），南墙西侧设患者电动防护门（M2），东墙南侧设设备间通道门（M3），北墙东侧设污物通道防护门（M4）。	机房西墙设铅玻璃观察窗。机房东南侧原预留的 CT 控制室观察窗用 3mm 铅板封闭	空调系统进行通风。	东西	机房内不设采光窗。

（3）屏蔽材料和厚度

DSA 机房屏蔽材料和厚度如表 11-3 所示。

表 11-3 DSA 机房的屏蔽方案

机房名称	屏蔽体	机房屏蔽防护	屏蔽铅当量(mmPb)	标准要求值 (mmPb)
OR8 手术室/DSA 机房	四周墙体	原为轻体隔断，本次新增 3mm 铅板	3.0	2.0
	顶板	原为 150mm 混凝土，本次附加 3mm 铅板	5.3	2.0
	底板	原为 200mm 混凝土，本次附加 30mm 硫酸钡	6.0	2.0
	受检者门（M1）	新建，含 3mm 铅板	3.0	2.0
	控制室门（M2）	新建，含 3mm 铅板	3.0	2.0
	设备间门（M3）	新建，含 3mm 铅板	3.0	2.0
	污物门（M4）	新建，含 3mm 铅板	3.0	2.0
	观察窗	新建，含 3.0mm 铅当量铅玻璃	3.0	2.0

注：1、二层层高 4.8m，一层层高 4.5m。

2、铅当量依据 GBZ130-2020 附录 C 中 **100kV** 主束 X 射线相关参数进行折算。

3、混凝土密度为 2.35g/cm^3，铅皮密度为 11.34g/cm^3，硫酸钡水泥密度 3.2g/cm^3（100kV 管电压时，10mm 钡水泥相当于 1mmPb）。

对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对 DSA 设备机房的防护要求，有用线束墙壁应有 2mm 铅当量，非用线束墙壁也应有 2mm 铅当量的防护。本项目 DSA 机房的四周墙壁、防护门、控制台观察窗、屋顶和底板屏蔽厚度均大于 3mm 铅当量，符合

相应要求。

（4）平面布局合理性分析

本项目 DSA 机房位于手术室区域，位置相对独立，管理严格，只有医护人员和手术患者才能进入，无关人员禁止进入。二层 DSA 机房楼上为设备层，无常居留人员，楼下为病理科实验室，使用培养箱，也无人员常停留，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和受检者出入口。将 DSA 机房作为控制区管理，机房周围毗邻的设备间、控制室、洁净走廊和缓冲区等场所作为监督区管理。控制区与监督区划分明确，符合放射工作场所分区管理原则。本项目机房布局及分区见图 11-2。

DSA 机房墙体、防护门、观察窗、楼板的屏蔽防护材料和厚度充分考虑了防护效果，能够有效降低电离辐射对工作人员和周围公众的辐射影响。

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

（三）设备参数和使用规划

（1）设备技术参数

本项目 DSA 设备为单管球，最大管电流≤1000mA，最大管电压≤125kV。

（2）使用规划

本项目 DSA 在 OR8 介入手术室内使用，拟主要洁净度要求高的放射介入手术，每组医生的年手术数量不超出 500 例，单台 DSA 年手术量不超过 1000 例。

根据经验数据，DSA 手术类型、工作量、曝光时间见表 11-4 所示。

表 11-4 DSA 手术类型、工作量、曝光时间预计

手术类型	每台手术透视累计曝光时间（min）	每台手术摄影累计曝光时间（min）
冠状动脉造影＋PCI 术	15	2
先心病放射介入治疗	5	1
外周血管介入	10	2

本项目保守按冠状动脉造影＋PCI 手术的曝光时间计算 DSA 透视和摄影工作状态的累积出束时间，见表 11-5 所示。

表 11-5 血管造影机年出束时间

工作状态	平均出束时间/例	年治疗例数/台	累计出束时间
透视	15min	500	125h
		1000	250h
摄影	2min	500	16.7h
		1000	33.3h

（四）新增辐射环境影响评价

（1）新增 DSA 机房周围的贯穿辐射水平

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

为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，DSA 实际使用时，管电压和管电流通常留有一定裕量，管电压通常控制在 90kV 以下，管电流通常控制 500mA 以下。

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；H_0 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

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

式中：H 为预测点位的散射辐射剂量率，μSv/h；H_0 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。R_0 为辐射源点（靶点）至散射体的距离，m；此处 R_0 取最小值 0.60m（设备靶点至接收器最小距离多为 90cm，距离手术床的距离最小为 60cm）；F 为 R_0 处的射野面积，m^2（取 $400cm^2$）；α 为散射因子，定义为入射辐射被面积为 $400cm^2$ 水模体散射至 1m 处的相对份额，根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1，90kV X 线 90^0 散射因子取为 1.5×10^{-3}。

由上述公式计算受检者散射辐射可知，1m 处的散射辐射水平约为靶点 1m 处剂量率的 0.41%。

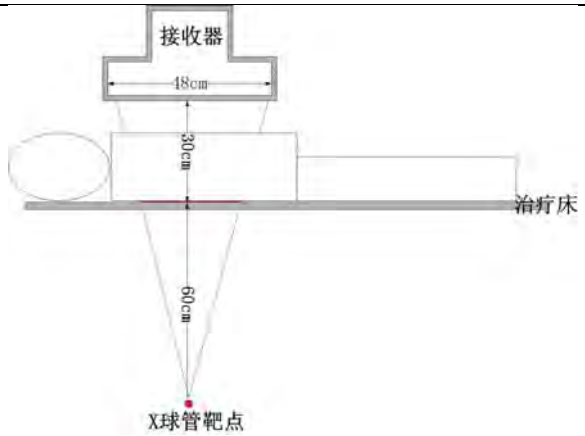

图 11-3 DSA 照射示意图

3. 泄漏辐射＋散射辐射

DSA 机头的泄漏辐射水平通常低于靶点 1m 处剂量率的 0.1%。

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

实际上，散射辐射较泄漏辐射能量低，其透射能力低于泄漏辐射。故本项目在估算机房周围附加剂量率水平时，以 1m 处剂量率的 0.51%（散射＋泄漏）作为源项，保守估算 OR8 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，μSv/h；

D_0-距源 1m 处的剂量率，μGy/h；

B-衰减因子，$B=\left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma X}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}}$，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 DSA 机房有效尺寸为：5.52m(南北)×9.7m(东西)×4.8m(高)，DSA 设备使用时，管球会在一定范围内（约 1m×1m）移动，故在屏蔽计算时，保守取设备靶点距离四

面墙外 30cm 处距离为：东侧 5.0m，西侧 5.05m，北侧 3.05m，南侧 3.2m，距楼上 0.3m 处距离为 4.3m，距楼下 1.7m 处距离为 3.1m。DSA 机房周围附加剂量率估算结果见表 11-7。

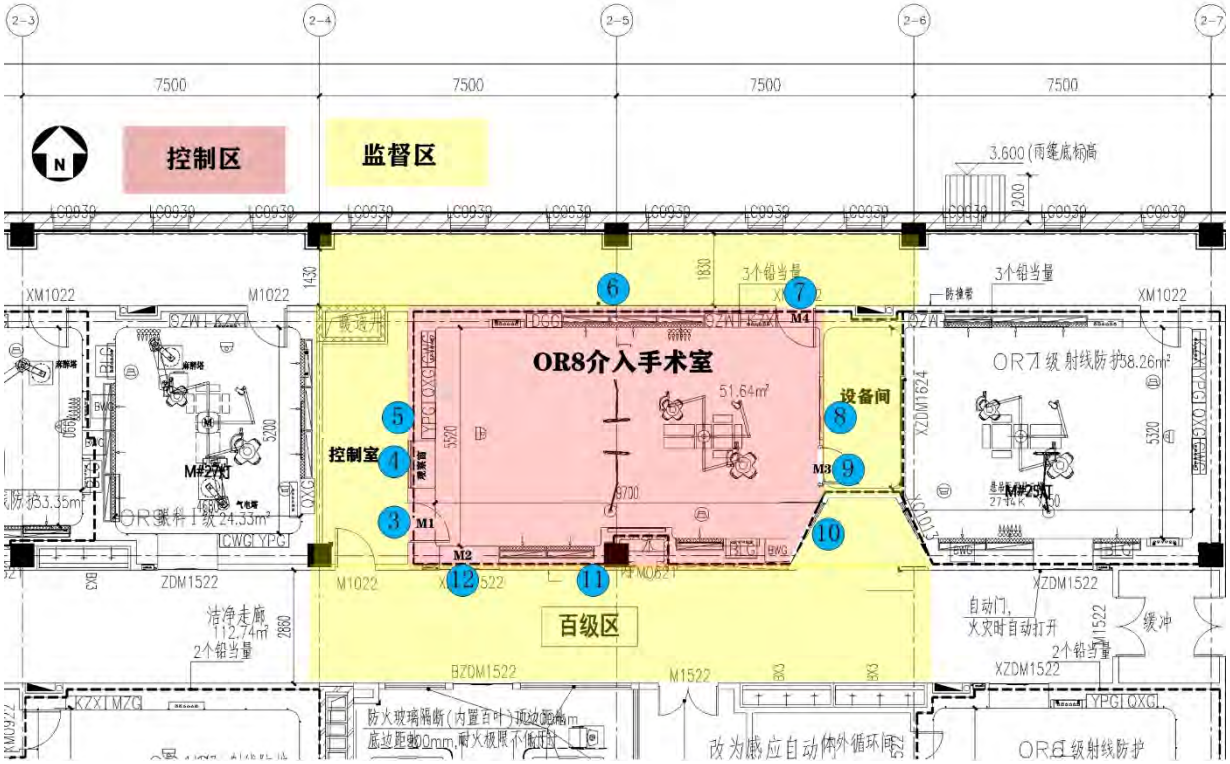

图 11-4 二层 DSA 机房估算点位置示意图

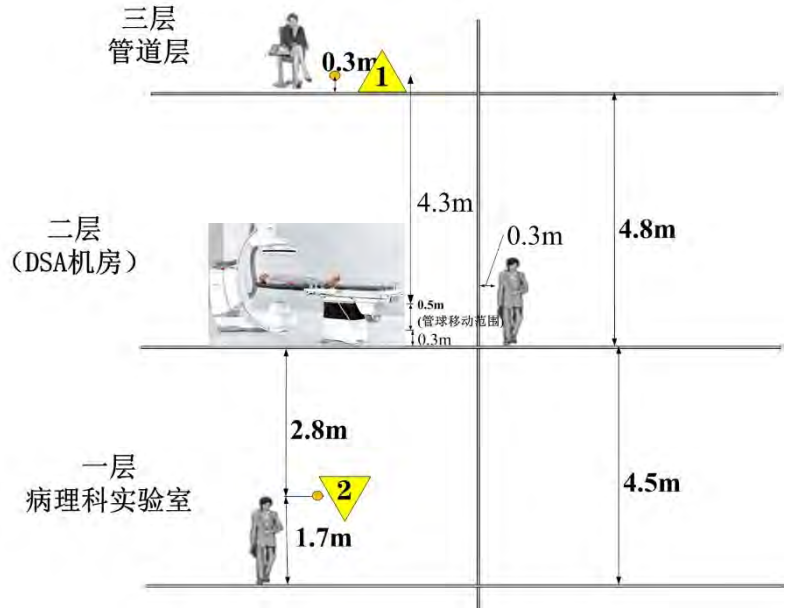

图 11-5 二层 DSA 机房剖面示意图以及估算点位置示意图

表 11-7 二层 DSA 运行时机房周围的附加剂量率估算结果

设备工况	使用工况	编号	计算点位置(图 11-3 中周围点位)	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	5.3mm 铅当量	6.85E-09	3.8	泄漏+散射	4.3	7.18E-06
		2	楼下距地板 170cm 处	6.0mm 铅当量	8.00E-10		泄漏+散射	3.1	1.61E-06
		3	西侧控制室防护门（M1）外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.05	6.03E-03
		4	西侧控制室观察窗外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.05	6.03E-03
		5	西墙外 30cm 处（控制室）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.05	6.03E-03
		6	北墙外 30cm 处（洁净走廊）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.05	1.65E-02
		7	北侧污物门（M3）外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.05	1.65E-02
		8	东墙外 30cm 处（预留 CT 间）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.0	6.15E-03
		9	东侧 CT 间防护门（M4）外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.0	6.15E-03
		10	东墙外 30cm 处（走廊）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.0	6.15E-03
		11	南墙外 30cm 处（洁净走廊）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.2	1.50E-02
		12	南侧患者防护门（M2）外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.2	1.50E-02
X 线摄影	最大管电压 90kV	1	楼上距地板 30cm 处	5.3mm 铅当量	6.85E-09	28.5	泄漏+散射	4.3	5.38E-05
		2	楼下距地板 170cm 处	6.0mm 铅当量	8.00E-10		泄漏+散射	3.1	1.21E-05
		3	西侧控制室防护门（M1）外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.05	4.52E-02
		4	西侧控制室观察窗外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.05	4.52E-02
		5	西墙外 30cm 处（控制室）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.05	4.52E-02
		6	北墙外 30cm 处（洁净走廊）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.05	1.24E-01
		7	北侧污物门（M3）外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.05	1.24E-01
		8	东墙外 30cm 处（预留 CT 间）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.0	4.61E-02
		9	东侧 CT 间防护门（M4）外 30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.0	4.61E-02
		10	东墙外 30cm 处（走廊）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	5.0	4.61E-02
		11	南墙外 30cm 处（洁净走廊）	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.2	1.13E-01

		12	南侧患者防护门（M2）外30cm 处	3.0mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.2	1.13E-01

注：*保守以距靶点 1m 处剂量率的 0.51%（散射＋泄漏）作为源项。

从上述估算结果可知，在“透视”和“摄影”模式下，二层 DSA 机房周围附加剂量率最大值约为 1.24E-01μSv/h，满足本项目所设定的机房屏蔽体外剂量率 2.5μSv/h 的剂量率控制水平，对楼上（距设备层地面 30cm 处）的剂量率贡献最大为 5.38E-05μSv/h，对楼下（距病理科实验室地板 170cm 处）剂量率贡献最大为 1.21E-05μSv/h，均满足本项目设定的剂量率控制水平。

（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，每组配备 4 名辐射工作人员，按照人均 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
		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 400μGy/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 400μGy/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（（500mA×15 帧×10ms/帧）/（10mA×1s）），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 μSv/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：

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

式中：$E_{同室}$——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；

$H_。$——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 μSv/h 和 3000 μSv/h，计算 H_u 时，透视模式和采集模式对应剂量率为 10 μSv/h 和 75 μSv/h。

$E_{透视}=（0.79\times10+0.051\times400）\times t_{透视}=28.3\times t_{透视}$

$E_{采集}=（0.79\times75+0.051\times3000）\times t_{采集}=212.25\times t_{采集}$

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×t×T×K

式中：E--年有效剂量，μSv/a；D-计算点附加剂量率，μGy/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（μGy/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）	6.03E-03	125	1	
	摄影（控制室）	4.52E-02	16.7	1	
控制室（技师）	透视	6.03E-03	125	1	1.51E-03
	摄影	4.52E-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 400μGy/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 300μGy/h，故介入治疗医师年开展 500 例手术的年受照剂量预计在 3mSv 以下。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）新增 DSA 正常工况下所致周围公众的年受照剂量

本项目的 DSA 机房位于住院部二层，机房位于限制无关人员进入的手术室区域，主要是机房楼上和楼下的公众，会受到一定剂量的辐射照射。

表 11-10 给出了不同位置公众可能受到的最大受照剂量，可见，二层 DSA 机房周围停留公众的最大受照剂量为 0.516μSv/a，楼下（病理科实验室，保守假设常居留）公众受照剂量仅为 8.04E-04μSv/a，均满足本项目设定的 0.1mSv（100μSv）年剂量约束

值。周围 50m 范围内其它公众，年受照剂量均低于 0.516μSv。

表 11-10 公众年附加受照剂量估计

周围环境	最大附加剂量率（μGy/h）		年工作时间（h/a）	居留因子	年附加剂量（μSv）
机房西侧	透视	6.03E-03	250	1/16	1.88E-01
	摄影	4.52E-02	33.3	1/16	
机房北侧	透视	1.65E-02	250	1/16	5.16E-01
	摄影	1.24E-01	33.3	1/16	
机房东侧	透视	6.15E-03	250	1/16	1.92E-01
	摄影	4.61E-02	33.3	1/16	
机房南侧	透视	1.50E-02	250	1/16	4.70E-01
	摄影	1.13E-01	33.3	1/16	
楼上（设备层）	透视	7.18E-06	250	1/16	2.24E-04
	摄影	5.38E-05	33.3	1/16	
楼下（病理科实验室）	透视	1.61E-06	250	1（保守）	8.04E-04
	摄影	1.21E-05	33.3	1（保守）	

注：单台设备按 1000 例/年进行保守估算。

（4）剂量叠加分析

本项目辐射工作人员按照最大工作负荷 500 例/年进行评价，故不再做剂量叠加分析。

（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 1mg/h，本项目 DSA 年产生约 300mg 臭氧，对环境的影响十分轻微，本报告对其环境影响不做具体评价。

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 OR8 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 OR8 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 OR8 手术室防护门上设置辐射警告标识和中文警示说明。在防护门外上方明显位置设置工作状态警示灯，一旦 DSA 设备通电且控制室防护门关闭，该警示灯能自动亮起，可提醒医护人员设备准备出束，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 OR8 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 19.38mGy/h，摄影时 1m 处的泄露辐射和散射剂量率为 145.35mGy/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	4.0E-01
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	4.49E-02
介入手术医生未穿戴防护用品	90kV/10mA（透视工况）	距离靶点 1m	20min	1.27E+00

由上表可知，一次事故所受照剂量最大值约 1.27mSv/次，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

北大第一医院放射防护管理委员会全面负责医院的放射防护监督和管理工作，使用放射性核素和射线装置的有关科室负责人承担组织执行辐射安全措施和制度的责任。放射安全管理委员会委托医务处对全院辐射防护管理制度执行情况进行监督检查。人员构成具体情况见表 1-2 所示。医院落实是责任制，明确了分工和职责。

（二）辐射安全管理规章制度

医院已制定有较为齐全、严格的辐射安全规章制度和辐射事故应急预案，其中包含《放射诊疗及辐射安全管理制度总则》《安全防护操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《放射诊疗设备检修维护制度》《台账管理制度（含放射源、非密封放射性物质、射线装置）》《辐射安全培训制度》《辐射监测方案》《放射源和放射性废物管理规定》《放射工作人员职业健康及放射防护知识培训》《放射防护检测评价》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，如操作规程、监测方案和应急预案等，以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关要求。

（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 9 号公告（2021 年），参加辐射安全与防护培训并考核合格方可参加辐射工作。有效期满再次参加考核，并制定了辐射工作人员培训考核计划。

目前，北大第一医院现有 325 名辐射工作人员均通过了辐射安全与防护考核网上考核或自主考核（使用Ⅲ类射线装置人员）。

本项目新增 6 名辐射工作人员,将来工作人员年手术量不超出 500 台。

（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检测。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办法》（原卫生部令第 55 号）要求建立辐射工作人员个人剂量档

案。

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

相关要求：①应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。②个人剂量档案应终身保存。③对于某一季度个人剂量检测数据超过 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，并要求采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，同时上报辐射安全许可证发证机关。④在每年的 1 月 31 日前上报的辐射安全和防护状况评估报告中，应包含辐射工作人员剂量监测数据及安全评估的内容。辐射工作人员进行个人剂量监测发现监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况进行文字记录。

（2） 工作场所监测

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

监测项目：周围剂量当量率；

监测频次：1 次/年；

本项目涉及工作场所的监测布点：监测点位见图 12-1 和图 12-2，主要是射线装置机房的周边（含楼上和楼下）、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。

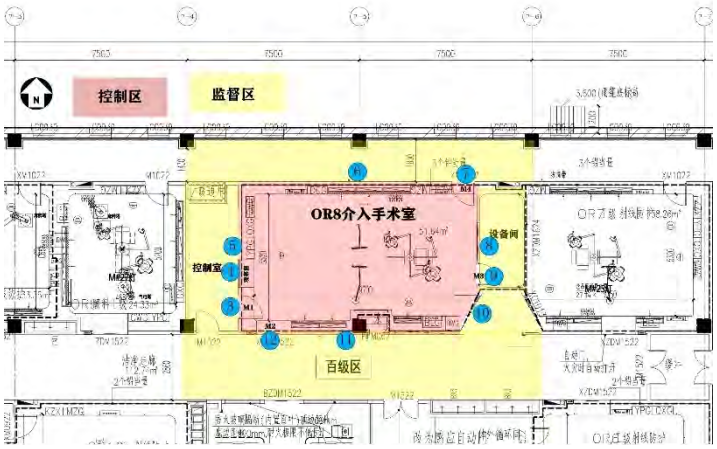

图 12-1 DSA 机房周围检测点位示意图

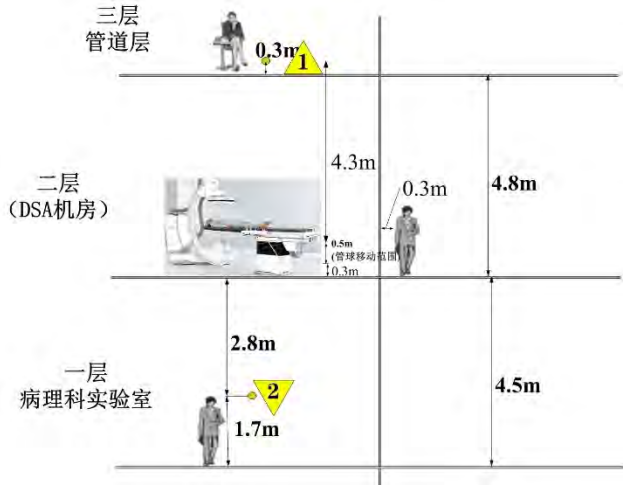

图 12-2 DSA 机房楼下检测点位示意图

（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。监测点位见图 8-1～8-4。

（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

医院现有的辐射防护用品防护用品见表 12-1。

表 12-1 医院现有的辐射防护用品登记表

序号	仪器名称	型号	购置日期	仪器状态	数量	备注
1	高灵敏宽量程伽玛辐射巡检仪	GW1011	2022-02-24	正常	1	介入中心使用
2	多功能辐射检测仪	Inspector-alert	2021-05-26	正常	1	核医学科使用
3	手持辐射剂量仪	Ser.no.903	2009-06-17	在用	1	放疗科使用
4	个人剂量报警仪	YT0608	2011-06-01	正常	4	放疗科使用
5	多功能辐射检测仪	Inspector-alert	2013-06-12	在用	1	核医学科使用
6	固定剂量报警仪	SD66ON-4	2022-03-01	正常	1	放疗科使用
7	表面污染仪	14C	2008-06-11	在用	1	核医学科使用
8	X、γ 剂量率仪	GW1011	2022-07-27	正常	2	核医学科使用
9	多功能辐射检测仪	Inspector-alert	2009-06-19	在用	1	医务处采购、核医学科主用
10	辐射剂量仪	Framra NE-2570	2012-05-24	在用	1	放疗科使用
11	固定剂量报警仪	SD660N-4	2022-03-01	正常	1	放疗科使用

辐射防护用品			
名称	数量	名称	数量
铅衣	95	铅帽	78
铅手套	11	铅眼镜	40

铅围裙	96	铅围脖	91
铅屏风	19	个人剂量计	325

医院拟新增配备 1 台辐射剂量仪，专门用于 OR8 手术室机房周围辐射水平的监测。

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

表 12-2 本项目拟新增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，公众、职业照射剂量约束值执行 0.1mSv/a 和 5 mSv/a。DSA 设备运行时，机房周围（含墙体、防护门、观察窗、楼上和楼下）的剂量当量率不大于 2.5μSv/h。
电离辐射标志和中文警示	在 DSA 全部防护门显著位置设置辐射警告标识，在患者防护门和污物通道门上方设置工作状态警示灯。
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，为每台 DSA 设备机房配备患者用铅围裙、铅围脖、铅帽各 1 件。为医护人员配备围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜、介入防护手套 4 套。DSA 机房配置铅玻璃防护吊帘、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。医院为 OR8 手术室新增配置 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，《辐射安全与放射质量管理委员会章程》《放辐射工作人员健康监测制度》《放辐射安全培训制度》《个人剂量管理制度》《射线装置使用与维护制度》《射线装置台帐制度》《放辐射防护和安全保卫制度》《防辐射工作场所监测制度》《射线装置使用与维护制度》和《射线装置辐射事故应急预案》等。
人员培训	大兴院区从事介入诊疗的 18 名（含本项目新增 6 名）辐射工作人员全部通过辐射安全与防护培训考核后持证上岗。
应急预案	医院建立有应急预案。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1) 核技术应用现状：北大第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[B0044]）。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。有效期至 2027 年 8 月 30 日。

2）实践正当性：为满足手术洁净度要求较高的肿瘤及肝脏介入手术治疗需要，医院拟在大兴院区住院部二层预留的 OR8 手术室新建 1 处 DSA 机房，新增使用 1 台血管造影机。本项目属于医疗常规核技术利用项目，具有良好的社会效益，其获得的利益远大于辐射效应可能造成的损害，符合实践正当性原则，同时医院具备了技术、人员和经费等条件。

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

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

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

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

7) 本项目新增 6 名辐射工作人员，将来医院大兴院区有 18 名医护人员从事介入诊疗工作，可以满足工作需要。上述人员将在通过辐射安全与防护培训考核后持证上岗。医院拟新增配备 1 台辐射剂量仪，可以满足 OR8 手术室工作场所自行监测的工作需要。

8) 与生态环境部发布的《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》提出的具体要求进行对照评估，环评报告中描述的辐射安全和防护措施如果得到落实，能够满足运行的要求。

综上所述，北京大学第一医院因建设 OR8 手术室需要，新增使用 1 台血管造影机，相应的辐射安全制度和辐射防护措施基本可行，在落实项目实施方案和本报告表

提出的污染防治措施前提下，其运行对周围环境产生的辐射影响，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，该建设项目是可行的。

13.2 承诺

为了保护环境，保障人员健康，医院承诺：

1) 在项目运行过程中，严格依照操作规程操作设备，不弄虚作假、违规操作。

2) 不断加强全院的辐射安全管理工作，进一步完善辐射安全管理规章制度，落实辐射安全管理责任。

3) 严格按照辐射监测方案定期对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，全部辐射工作人员通过辐射安全与防护考核后，持证上岗。

5) 及时办理新建场所的辐射安全许可手续。在项目建设投入运行后，及时自行组织竣工环境保护验收，运行过程中，并接受生态环境管理部门的监督检查。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：   公 章 经办人　　年　月　日
审批意见：   公 章 经办人　　年　月　日