

核技术利用建设项目

新增使用数字减影血管造影装置（DSA）项目

环境影响报告表

首都医科大学附属北京潞河医院

2019 年 4 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

新增使用数字减影血管造影装置（DSA）项目

环境影响报告表

建设单位名称：首都医科大学附属北京潞河医院

建设单位法人代表（签名或签章）：纪智礼

通讯地址：北京市通州区新华南路 82 号

邮政编码：101149 联系人：刘彤

电子邮箱：lhyyylb@126.com

联系电话：010-69543901

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	9
表 3 非密封放射性物质	9
表 4 射线装置	9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6 评价依据	12
表 7 保护目标与评价标准	14
表 8 环境质量和辐射现状	17
表 9 项目工程分析与源项	18
表 10 辐射安全与防护	20
表 11 环境影响分析	25
表 12 辐射安全管理	32
表 13 结论与承诺	36
表 14 审批	38

附图 1 医院地理位置示意图

附图 2 本项目周边环境示意图及检测点位图

附图 3 医院病房医技楼九层平面布局图

附图 4 DSA 机房平面布局及周边环境示意图

附件 1：辐射安全许可证

附件 2：北京潞河医院已通过培训的辐射工作人员相关情况

附件 3：2018 年第二季度个人剂量检测报告

附件 4：个人剂量监测数据超标核查报告

附件 5：环境本底检测报告

附件 6：房屋产权情况说明

附件 7：委托书

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增使用数字减影血管造影装置（DSA）项目			
建设单位		首都医科大学附属北京潞河医院			
法人代表	纪智礼	联系人	刘彤	联系电话	010-69543901
注册地址		北京市通州区新华南路 82 号			
项目建设地点		北京市通州区新华南路 82 号病房医技楼九层			
立项审批部门		无		批准文号	无
建设项目总投资(万元)	1000	项目环保投资(万元)	50	投资比例（环保投资/总投资）	5%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它		占地面积(m ²)	61
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET-CT 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III类		
	其他	说明：			

1. 项目概述

1.1 单位概况

首都医科大学附属北京潞河医院（以下简称“北京潞河医院”或“医院”）始建于 1878 年，前身潞河医院是美国的教会医院，建院迄今已有 141 年，现为首都医科大学附属北京潞河医院、潞河临床医学院，也是北京东部最大的综合性医院，是区域急危重症救治中心、疑难疾病会诊中心、区域医学教育中心和医学科研及防病中心。

医院占地面积 60 亩，建筑面积 15 万余平方米；现有员工 2803 人，床位 1200 张。2018 年，日均(工作日)门诊量 7916 人次，总出院人数 4.96 万人次，年手术量 6.03 万例次。2015-2017 年，在北京市 197 家二级及以上医院医疗能力(DRGS)排名中，分列第 9 位、第 7 位和第 8 位，荣获全国 2018 年度“改善医疗服务十大重点工作”示范医院。

医院设置 40 个学科，109 个亚专业，所有学科已实现三级分科。脑血管溶栓介入、心肌梗塞介入治疗等 36 项医疗技术项目达到国际先进水平，149 项技术达到国内先进水平，98%的技术项目达到优秀三甲医院水平。自 2015 年医院启动“以器官系统为基础，以疾病为核心”的学科建设，医院打破内、外科界限，构建“医生围着病人转”

的新型诊疗模式，将原有 40 个学科 109 个亚专业整合为 28 个诊疗中心。近几年，器官系统学科改革和学科建设取得系列成绩：国家区域医疗水平之蓝色县域核心示范基地落成；MMC 成为全国认证单位；国家胸痛中心、国家卒中中心、国家心源性卒中防治基地、国家呼吸与危重症医学科规范化建设单位、国家高血压联盟核心基地、全国眩晕医学专科联盟单位，以及北京市心内科、呼吸内科、神经内科、普外科和儿科重点专科培育单位等诸多国家级基地落户潞河。医院改革与改善同步，切实提升百姓的获得感。2018 年，我院内分泌中心、心脏中心、神经中心、骨中心、普外科、儿童中心成为首都医科大学硕士研究生培养点。医院有近百名专家在市级与国家级学术委员会任职，含各个学科。同时，医院采用“3+2”人才发展战略，引进十余名全国著名专家作为学科带头人，聘用斯坦福、韦恩等国际著名大学教授，作为研究型医院领军人物，聘请宁光等院士和学者作为医院发展战略顾问。医院拥有中美神经研究所和首都医科大学糖尿病实验室两个北京市重点实验室。近五年，医院累计发表 SCI 文章 170 篇。

医院将继续秉承两个“以人为本”的办院宗旨，把医院打造成为大综合、突特色，在区域内、外有广泛影响力和核心竞争力的优秀学院型医院。

北京潞河医院位于北京市通州区新华南路 82 号，东侧隔街紧邻北京交通职业运输学院，南邻玉带河东街，西邻新华南路，北邻潞河名苑南区和水月院两个社区。地理位置见附图 1 所示。

本项目拟建 DSA 机房位于院内病房医技楼九层，其周围 50m 范围内，东侧为骨髓移植病房，南侧为院内空地，之外为玉带河东街，西侧为院内空地，之外为新华南路，北侧为净化机房和电梯间，之外是院内空地，楼上是屋顶，楼下是普通病房。项目位置和周围环境见附图 2。

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

北京潞河医院于 2018 年 8 月重新申领了辐射安全许可证（京环辐证[L0013]），有效期至 2023 年 8 月 26 日。许可的种类和范围是使用 II 类、III 类射线装置，详见附件 1。

北京潞河医院已许可使用射线装置情况见表 1-1 所示。

表 1-1 北京潞河医院已许可使用的射线装置

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	移动式 G 型臂 X 射线机	III	1	使用；
2	牙科 X 射线机	III	2	使用；
3	乳腺 X 射线机	III	1	使用；
4	医用 X 射线 CT 机	III	4	使用；
5	医用 X 射线骨密度仪	III	1	使用；
6	血管造影机（DSA）	II	3	使用；
7	体外碎石机	III	1	使用；
8	移动床旁 X 射线机	III	4	使用；
9	医用 X 射线摄影机	III	7	使用；
10	医用 X 射线肠胃机	III	1	使用；

1.2.2 近年来履行环保手续情况

北京潞河医院 2013 年以来的建设项目均履行了环保手续，其中两个项目取得了同意建设的批复，两个登记表项目进行了备案。医院对 2 个已完成项目履行了竣工环保验收手续。具体见表 1-2 所示。

表 1-2 以往的建设项目履行环保手续情况

项目名称	环评批复	验收
使用 II 类、III 类射线装置	京环审（2013）112 号	京环验（2014）0151 号
使用 II 类、III 类射线装置	京环审（2014）153 号	京环验（2015）0139 号
使用 II 类、III 类射线装置	京环审（2015）61 号	项目建设中，待项目竣工后自行验收
首都医科大学附属北京潞河医院使用 III 类射线装置	备案号： 2017110112000000258	备案项目，无需验收。
病房医技楼新增核技术利用	京环审（2017）191 号	项目建设中，待竣工后自行验收
病房医技楼放射科 CT1 台、DR1 台、模拟定位 CT1 台	备案号： 2019110112000000427	备案项目，无需验收。

1.2.3 辐射安全管理现状

（1）辐射管理机构

为了加强对辐射安全和防护工作管理，医院设置了辐射安全领导小组，组长由院长担任，副组长由两名副院长担任，同时医疗部主任和副主任为执行副组长，统一管理医院的辐射安全和防护工作。小组成员包括放射科、放疗科、设备科、核医学科、心内科、神经外科、神经介入等与辐射相关的各个科室的负责人及专管员，并指定了专职人员负责辐射安全与环境保护的具体管理工作。辐射安全管理机构及人员构成见表 1-3 所示。

表 1-3 辐射安全管理机构及人员构成

机构名称	辐射安全领导小组						
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	纪智礼	男	临床医学	院长	院办	兼职
2	负责人	李晓辉	男	临床医学	副院长	院办	兼职
3	负责人	陈学明	男	临床医学	副院长	院办	兼职
4	辐射防护负责人	赵亮	男	外科	主任	医疗部	兼职
5	成员	胡立强	男	外科	副主任	医疗部	兼职
6	成员	高玉艳	女	肿瘤学	主任	放疗科	兼职
7	成员	彭如臣	男	医学影像	主任	放射科	兼职
8	成员	杨建东	男	临床医学	副主任	肿瘤科	兼职
9	成员	吴迪	男	临床医学	主任	麻醉科	兼职
10	成员	王健	女	生物医学工程	科长	医疗设备科	兼职
11	成员	廖湘凌	女	临床医学	主任	口腔科	兼职
12	成员	徐宝宏	女	临床医学	主任	消化内科	兼职
13	成员	刘东海	男	公共安全	科长	保卫科	兼职
14	成员	张洪兵	男	临床医学	主任	神经外科	兼职
15	成员	张海滨	男	临床医学	主任	导管室	兼职
16	成员	刘胜利	男	临床医学	主任	体检中心	兼职
17	成员	郭胜利	男	建筑学	科长	基建科	兼职
18	成员	耿晓坤	男	临床医学	主任	神经内科	兼职
19	成员	周万奎	男	医学影像	技师	导管室	兼职
20	成员	李楠	男	生物医学工程	科员	医疗设备科	专职
21	成员	刘彤	男	医学影像	技师	放射科	兼职
22	成员	杜司续	男	医学影像技术	技师	放疗科	兼职
23	成员	康凯	女	生物医学工程	科员	医疗部	专职
24	成员	刘佳洁	女	中医	科员	医疗部	兼职

(2) 规章制度建设及落实情况

医院针对已有和在建项目（核医学科和放疗科）制定有比较全面的辐射防护规章制度和放射性事故应急预案，包括《辐射安全领导小组及其职责》、《射线装置操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射防护措施制度》、《射线装置检修维护制度》、《放射线装置台帐管理制度》、《放射性药物采购和登记制度》、《放射性药品质控及记录制度》、《核素治疗病房辐射防护管理》、《核医学科放射性废物管理规制度》、《辐射安全培训制度》、《个人辐射剂量监测方案》、《放射场所辐射监测方案》以及《辐射事故应急预案》。

为了加强对辐射安全和防护管理工作，医院辐射安全领导小组负责医院的放射防

护监督和管理工作的。本院辐射安全的统一管理由医疗部具体负责，作为使用放射性同位素和射线装置的有关科室负责人和专管员承担组织、执行辐射安全措施和制度的责任。每年依据相关法律法规对医院辐射工作的安全和防护状况，编写年度评估报告，并向生态环境主管部门上报。

（3） 人员培训

医院规定所有辐射工作人员，在上岗前将接受生态环境部门认可培训机构组织的辐射安全与防护培训，并考试合格后持证上岗。每 4 年参加复训，并制定了辐射工作人员培训计划。

目前，北京潞河医院共有 176 名正式的辐射工作人员，均参加了生态环境部门认可的培训单位组织的辐射安全与防护培训，持证上岗。全部辐射工作人员相关情况见附件 2 所示。

医院为本项目配置了 9 名辐射工作人员从事介入治疗相关工作，见表 1-4。9 人全部从现有的辐射工作人员（附件 2）中调配，能够满足工作需要。

表 1-4 DSA 涉及放射工作人员清单

序号	科室	姓名	岗位	职称	学历
1	放射科	石逸杰	医师	副主任医师	本科
2	导管室	宋冬	技师	技师	本科
3	导管室	姚鹏飞	技师	技师	大专
4	导管室	李艳华	护理	护士	本科
5	肿瘤科	刘义	医师	主治医师	博士
6	肿瘤科	杨建东	医师	副主任医师	本科
7	血管外科	耿佩强	医师	主治医师	本科
8	血管外科	张杰	医师	副主任医师	本科
9	血管外科	赵亮	医师	主任医师	本科

（4） 个人剂量监测

全院所有辐射工作人员的个人剂量监测工作已委托北京市疾病预防控制中心承担，监测频度为每 3 个月监测一次。全部的辐射工作人员均配置了个人剂量计，每季度由医院专人负责收集更换，并将每季度的个人剂量检测结果和每年度的个人剂量检测报告存档备案。

医院提供的 2018 年 1-4 季度的个人剂量监测结果显示，全部辐射工作人员（部分人员因休假或工作调整等原因，监测频度不够 4 次）中，除 1 人（张杰）的第二季度

受照剂量超过 5mSv (6.11 mSv) 外, 其余人员季度外照射计量最高为 102.9 μ Sv, 大多数人员的季度外受照剂量为 34 μ Sv。2018 年第二季度个人剂量监测报告见附件 3, 医院对剂量超标人员进行了核查, 形成了书面调查报告, 见附件 4。具体原因是: 该名工作人员在 5-6 次的介入治疗工作中, 将个人剂量计佩戴在了防护铅衣之外, 导致个人剂量结果虚高。医院今后将进一步加强辐射安全和防护的管理工作, 特别是介入工作人员的剂量计佩带方式。目前, 医院的辐射安全防护措施是可行的。

(5) 工作场所及辐射环境监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环保部令第 18 号) 的要求, 每年委托有资质单位对射线装置进行 1 次场所辐射水平监测, 监测数据记录存档。

2018 年度, 医院委托北京贝特莱博瑞技术检测有限公司每年对射线装置进行了年度辐射水平监测, 监测结果均满足相关标准要求。

(6) 辐射监测设备和辐射防护用品

医院现有的监测设备和辐射防护用品见表 1-5。

表 1-5 监测仪器、报警仪器和辐射防护用品登记表

序号	仪器名称	型 号	购置日期	仪器状态	数量	备 注
1	辐射剂量仪	AT1121	2018-06-20	正常	1	在建核医学科
2	辐射剂量仪	451P	2014-03-20	正常	1	在建放疗科
3	辐射剂量仪	JB4000	2017-02-22	正常	1	在建放疗科
4	固定监测仪	SB-I	2017-11-16	正常	4	在建放疗科
5	固定监测仪	NT6300-MCH	2017-02-22	正常	2	在建核医学科
6	个人剂量报警仪	RAD-60S	2017-11-16	正常	2	在建放疗科
7	个人剂量报警仪	FJ2000	2017-02-22	正常	3	在建放疗科
8	个人剂量报警仪	BG2010C	2019-01-04	正常	25	在建核医学科 10 台, 在建放疗科 15 台
9	表面沾污仪	Inspector Alert (IA-VII)	2019-01-04	正常	3	在建核医学科
10	人员放射性监测仪	BC32	2019-01-04	正常	1	在建核医学科
辐射防护用品						
名 称		数 量		名 称		数 量
铅衣		83		铅帽		60
铅手套		5		铅眼镜		28
铅围裙		63		铅围脖		77
铅屏风		14		个人剂量计		176

医院在建的放疗科配置有固定式剂量率仪、便携式剂量率仪和个人剂量报警仪。在建的核医学科配置有便携式剂量率仪和表面污染监测仪，能够满足放射性工作场所日常监测的需要。医院配置的个人防护用品，种类全，数量足，同样能够满足的辐射工作人员和患者的个人防护需要。

（7）辐射事故应急管理

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等的规定，成立了辐射事故（件）应急领导小组，制定有辐射事故（件）应急预案，针对可能发生的事故情景：人员受到意外放射性照射、放射性药物泄露、放射性核素污染、射线装置故障等，制定了辐射事故应急预案，每年组织一次全院应急演练。

1.3 本项目内容

北京潞河医院现为北京东部最大的综合性医院，是区域急危重症救治中心、疑难疾病会诊中心、区域医学教育中心和医学科研及防病中心。医院现有3台DSA，在脑血管溶栓介入、心肌梗塞介入治疗中发挥了重要的作用，完成静脉溶栓例数居北京市三甲医院第3名。

目前，现有的3台DSA装置的工作负荷已达饱和，已不能满足求医疗需求，基于此，医院拟新增1台DSA，主要用于外周血管类、肿瘤介入类治疗，以更好地满足住院患者和急救患者的治疗工作。具体内容包括：在医院病房医技楼九层导管室内新增使用1台数字减影血管造影装置（DSA），见表1-6。

表 1-6 拟新增使用 DSA 射线装置相关情况

设备名称	设备型号	生产厂家	额定容量	球管个数	放置场所
DSA	UNIQ FD20	飞利浦医疗系统公司	125kV， 1000mA	1	病房医技楼九层导管室
人员配备	医院从现有辐射工作人员中调配 9 人（6 名医生，2 名技师和 1 名护士）从事新增 DSA 的介入治疗相关工作。如果有新增人员，将在通过辐射安全与防护培训后持证上岗。				

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《关于取消建设项目环境影响评价资质行政许可事项后续相关工

作要求的公告(暂行)》(2019 年第 2 号公告) 最新要求,北京科欣科技发展有限公司为独立法人机构,且有多名环评工程师,有能力开展环境影响评价工作。受首都医科大学附属北京潞河医院的委托,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,对本项目建设和运行过程中的对环境的电离辐射影响进行了分析评价,并编制了环境影响报告表。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。

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
1	无							

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
1	无									

注：日等效最大操作量和操作方式见《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
1	无									

(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	飞利浦公司UNIQ FD20	125	1000	介入诊疗	病房医技楼九层导管室	

(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	
1	无												

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
无								

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。

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（Bq³/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）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》，2015 年 1 月 1 日实施； 2. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； 3. 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 28 日修订； 4. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 709 号修改，2019 年 3 月修订； 5. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施； 6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原环境保护部令第 3 号，2017 年 12 月第二次修改； 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； 8. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令第 1 号，2018.4.28 施行； 9. 《关于发布射线装置分类》的公告，原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号； 10. 《北京市禁止违法建设若干规定》，北京市政府第 228 号令，2011 年； 11. 《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； 12. 《辐射安全与防护监督检查技术程序》，原环境保护部，2012 年 3 月； 13. 关于发布《建设项目竣工环保验收暂行办法》的公告，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月； 14. 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）； 15. 生态环境部《关于取消建设项目环境影响评价资质行政许可事项后续相关工作要求的公告（暂行）》，2019 年 第 2 号公告。
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) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 (GB/T14583-93) ； 4) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ/T61-2001) ； 5) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》 (GBZ130-2013) ； 6) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》 (GBZ2.1-2007) ； 7) 《核辐射环境质量评价一般规定》 (GB11215-1989) ； 8) 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) ； 9) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ128-2016) ； 10) 《医用常规 X 射线诊断设备影像质量控制检测规范》 (WS76-2011) ； 11) Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities,NCRP REPORT No.147, 2005; 12) 《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。
其他	1) 首都医科大学附属北京潞河医院环境影响评价咨询协议书； 2) 首都医科大学附属北京潞河医院提供的与本项目相关的申请和技术资料； 3) 首都医科大学附属北京潞河医院提供的 DSA 射线装置的技术参数、个人剂量检测报告等相关资料；

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围和目的

7.1.1 评价范围：按照《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》（HJT10.1-2016）的规定，并结合本项目的特性，确定评价范围为：病房医技楼九层导管室 DSA 机房屏蔽墙周围 50m 区域（见图 7-1）。

7.1.2 评价目的：通过对本项目环境影响进行预测分析，以期达到以下目的：

- 对建设项目场所的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成员所造成的辐射影响；
- 评价辐射防护措施效果，为环境保护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 保护目标：保护目标为射线装置应用场所的工作人员以及周围公众。本项目将采取有效的安全防护措施以保障射线装置运行时工作人员和周围公众的安全，确保射线装置运行期间所致工作人员和周围公众的年受照射剂量低于本报告提出的剂量约束值。本项目 DSA 机房实体边界周围 50m 范围内，东侧为骨髓移植病房，北侧是净化机房和电梯间，南侧和西侧为室外，楼下为病房，楼上为屋顶。主要保护目标主要为病房医技楼内医务人员、患者及周围公众，见表 7-1。

表 7-1 新建机房周围 50m 范围内的保护目标

保护目标	方位	距离(m)	常居留人数
本项目 DSA 工作人员	东侧、北侧	紧邻	3
骨髓移植病房医护人员及患者等	东侧	>10m	15
八层病房	楼下	4	6



图 7-1 本项目评价范围示意图

7.2 评价标准

7.2.1 剂量限值：执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定：

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 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。

7.2.2 剂量约束值：综合考虑到核技术利用现状和为将来的辐射工作留有余地，对本项目辐射工作人员的职业照射取 5mSv/a 作为年剂量约束值；本项目取 0.1mSv/a 作为公众剂量约束值。

7.2.3 剂量率控制水平：依照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013），DSA 机房屏蔽体外（含墙外、屋顶）30cm 处辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h。

7.2.4 DSA 体表空气比释动能率

《医用常规 X 射线诊断设备影像质量控制检测规范》（WS76-2011）的“表 B.1 射

线透视设备的检测项目与技术要求”规定，介入放射学设备的透视受检者入射体表空气比释动能率最大值 $\leq 100\text{mGy/min}$ ，最小焦皮距 $\geq 20\text{cm}$ 。由以上两个条件，可得出透视工况下，距离靶点 1 米处的主束辐射剂量率最大为 240mGy/h 。

7.2.5 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《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）给出的相应屏蔽防护要求，见表 7-3。

表 7-3 DSA 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
介入X射线设备机房	2	2

射线装置机房空间要求：根据《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）相关要求，本项目DSA机房最小有效使用面积、最小单边长度将满足表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	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

评价单位委托通过计量认证 (CMA, 170121340459) 的北京华克智星医疗技术研究院有限公司, 于 2019 年 4 月 17 日对本项目改造用房, 以及所在建筑物周围的环境辐射水平进行了现状本底检测。检测使用便携式 FH40G+FHZ672E 型 X- γ 剂量率仪, 在距地面 1m 高度测量 γ 辐射剂量率。检测依据: 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-1993。检测报告见附件 5。

评价区 γ 辐射水平监测点位置见附图 2 和附图 4, 监测结果见表 8-1。

表 8-1 评价区现状环境 γ 辐射剂量率水平监测结果

测点编号	位置	γ 辐射剂量率 (nSv/h)
①	病房医技楼北侧道路	142.2 ± 2.3
②	病房医技楼东侧道路	134.7 ± 2.0
③	病房医技楼南侧道路	152.1 ± 2.1
④	病房医技楼西侧道路	149.4 ± 2.2
⑤	病房医技楼九层 DSA 机房内	77.9 ± 0.79
注: 监测结果含宇宙射线贡献。		

监测结果表明: 各测点 γ 辐射剂量率为 77.9–152.1nSv/h, 与北京市环境 γ 辐射剂量率结果比较, 属于正常本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

9. 血管造影机

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。

DSA 适用于心脏大血管的检查。可对心内解剖结构异常、主动脉夹层、主动脉瘤、主动脉缩窄和分支狭窄以及主动脉发育异常等进行介入诊疗。对冠状动脉也是最好的诊断方法，可显示颈段和颅内动脉情况，用于诊断颈段动脉狭窄或闭塞、颅内动脉瘤、动脉闭塞和血管发育异常，以及颅内肿瘤供血动脉的观察等。



图 9-1 同类 DSA 外观图

9.2 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。



① 医生根据患者预约安排手术；

② 病人由专职人员通过受检者防护门接入检查室，由护理人员进行摆位，并做局部消毒处理；

③ 医生根据手术性质在透视条件下进行手术，按照手术性质和医生手术水平不同，每台手术累计曝光时间多为几十分钟；

④ 手术完成后病人由专职人员负责送回病房。

预计最大工作量情况：每台 DSA 每天约完成 6 例手术，每台设备每年最多完成 1500 例手术。

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 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 机房的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、机房周围及防护门外 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

2) 机房出入口内的所有区域为控制区, 控制室为监督区。在机房门口设置明显的放射性警告标识和中文警示说明, 以及设备工作状态指示灯。

3) 控制台电源钥匙妥善保管。

4) 机房和控制室之间设有观察窗, 并配置有对讲系统。

5) 血管造影室拟设 4 扇机房门, 其中电动门设有脚触感应式开门、自动延迟关门和防挤压功能。平开门安装闭门器。机房门外拟设有工作指示灯和电离辐射警告标志各 1 个, 指示灯箱上拟设有“射线有害, 灯亮勿入”的警示语句。机房门外工作状态指示灯的供电线路拟与 X 射线机低压供电线路连接, 出束时指示灯自动亮起。

6) 机房配备火灾报警系统, 配有灭火用品。

7) 采用空调系统送新风的方法对 X 线机房进行机械通风换气, 防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积。

8) 拟配置工作人员防护用品, 包括 0.5mm 铅当量的工作人员防护铅衣 6 件; 0.5mm 铅当量的大领铅围脖和铅帽子各 6 件; 0.5mm 铅当量的铅眼镜 6 副; 拟配置 0.5mm 铅当量的受检者防护用品, 包括铅围裙、铅围脖、铅帽子各 1 件。

9) 每名介入工作人员均佩戴个人剂量计, 进行个人剂量监测。个人剂量计应佩戴在铅衣里面的胸部位置。

10) 配备 1 台便携式剂量率监测仪。介入治疗时, 使用便携式 X- γ 剂量率仪帮助医护人员选择治疗站位、铅屏风的摆放位置等, 提高辐射防护水平。

11) 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。

12) 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。

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	√	钥匙或密码
2*		医护人员个人防护用品	√	6 套
3		患者防护	√	1 套
4*		观察窗屏蔽	√	3mm 铅当量铅玻璃
5		机房防护门窗	√	脚触感应式电动防护门和平开门共 4 扇, 3mm 铅
6		通风设施	√	空调系统
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	√	标准电离辐射警告标志
9*	B 监测设备	辐射水平监测仪	√	1 台, 型号待定
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。	现有的射线装置机房门口粘贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。患者出入门上方设置有警示灯。 本项目新增 DSA 机房门口显著位置处设置电离辐射警告标识和中文警示说明, 以及在防护门上方设置工作状态指示灯。	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。	医院以前每年委托有资质单位进行 1 次射线装置工作场所和环境辐射水平监测, 监测数据记录存档。本项目实施后, 仍每年委托有资质单位进行 1 次射线装置工作场所和环境辐射水平监测。	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。	本项目内容实施后医院将在每年 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。	医院制定了辐射工作人员培训计划。目前，北京潞河医院现有 176 名辐射工作人员均经过了生态环境部门认可的培训单位组织的辐射安全与防护培训，并取得合格证书。 医院为本项目配置 9 名辐射工作人员（6 名医生，2 名技师和 1 名护士）从事介入治疗相关工作，均从现有辐射工作人员中调配。如果有新增人员，将在通过辐射安全与防护培训后持证上岗。	近期符合
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，医院已委托北京市疾病预防控制中心进行个人剂量检测，频度为每季度一次。本项目实施后仍严格执行医院制定的个人剂量监测制度，医院继续委托北京市疾病预防控制中心进行个人剂量检测，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《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（原环保部令第 3 号，2008 年）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

3 号令要求	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。	成立了由院长为组长的辐射安全和防护管理小组，全面负责医院的辐射防护监督和管理工作的，小组下设专职人员具体处理各项事务，各相关部门内部职责明确。	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。	医院制定了辐射工作人员培训计划。目前，北京潞河医院现有 176 名辐射工作人员均经过了生态环境部门认可的培训单位组织的辐射安全与防护培训，并取得合格证书。 医院为本项目配置 9 名辐射工作人员（6 名医生，2 名技师和 1 名护士）从事介入治疗相关工作，均从现有辐射工作人员中调配。如果有新增人员，将在通过辐射安全与防护培训后持证上岗。	近期符合
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。	符合
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。	本项目新增的射线装置机房门口显著位置处设置电离辐射警告标识和中文警示说明，在射线装置机房门口设置工作状态指示灯。	符合
配备必要的防护用品和监测仪器。	目前医院的防护用品有铅衣 83 件、铅帽 60 件、铅围裙 63 件、铅围脖 77 件、铅眼镜 28 件和铅屏风 14 个。 本项目实施后，医院拟配备 1 台 X/γ 剂量率仪，介入治疗机房将配备至少 6 套铅眼镜、铅手套、铅围档、铅衣、铅围裙和铅围脖，以备医护人员使用。	近期符合
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。	医院制定有全面的辐射防护规章制度和放射性事故应急预案，包括《辐射安全领导小组及其职责》、《射线装置操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射防护措施制度》、《射线装置检修维护制度》、《放射线装置台帐管理制度》、《放射性药物采购和登记制度》、《放射性药品质控及记录制度》、《核素治疗病房辐射防护管理》、《核医学科放射性废物管理规制度》、《辐射安全培训制度》、《个人辐射剂量监测方案》、《放射场所辐射监测方案》以及《辐射事故应急预案》。本项目完成后，医院将补充新增设备的操作规程，完善监测方案，能够满足管理要求。	近 期符合
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	符合

	案。	
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	符合

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目是在建筑物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，故不进行详细评价。

11.2 运行阶段对环境的影响

(1) 机房所在位置及周边环境

医院拟在病房医技楼九层导管室内新增使用1台数字减影血管造影装置（DSA），开展介入诊断和治疗。设备最大管电压125kV，最大管电流1000mA。使用场所在病房医技楼九层导管室。

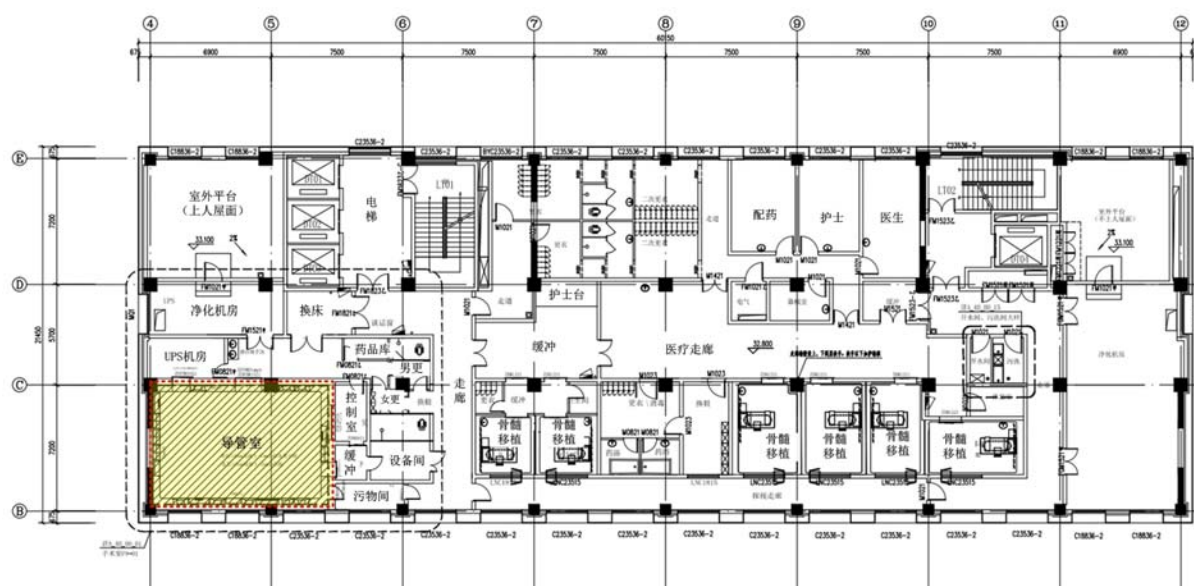


图11-1 病房医技楼九层导管室DSA机房所在位置示意图

导管室位于九层（顶层）西南角，为手术室区域，DSA机房西侧、南侧均为室外；东侧为DSA控制室、缓冲间和污物间，之外有设备间、更衣室和药品库；北侧为UPS机房、净化机房等，其上无建筑，楼下为病房。导管室手术区域之外东侧为骨髓移植病房区域，见图11-1。

DSA机房平面布局见图11-2所示。

表 11-2 本项目机房屏蔽设计一览表

机房名称	屏蔽体	屏蔽材料及厚度	折合铅当量(mmPb)	标准要求(mmPb)	评价
导管室	四周墙体	加气砖+3mm 铅板	3.0	2.0	符合要求
	防护门(5 扇)	内衬 3mm 铅板	3.0	2.0	符合要求
	顶棚	120mm 混凝土+2mm 铅木复合板	>3.0	2.0	符合要求
	地面	120mm 混凝土+2mm 铅板	>3.0	2.0	符合要求
	观察窗	3mm 铅当量	3.0	2.0	符合要求

(3) 设备参数和使用规划

1. 设备技术参数

本项目拟使用的 DSA 设计技术参数如表 11-3 所示。

表 11-3 DSA 主要技术参数和机房情况

设备名称	厂家及型号	主要技术参数	使用位置
DSA	飞利浦 UNIQ FD20	125kV, 1000mA	病房医技楼九层导管室

2. 使用规划

DSA 可用于心脏造影、心脏支架、起搏器手术、脑血管造影、脊髓血管造影、脑血管支架、脑动脉瘤栓塞、脑血管畸形栓塞等。本项目 DSA 主要开展的介入手术类型为外周血管类和肿瘤介入类，预计平均日手术量分别为(6-7)人和(5-6)人，每天平均6例，全年工作负荷为1500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	12	1
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	10	2

本项目的 DSA 以外周介入和肿瘤介入为主，其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	每名医生年治疗人数	累计出束时间
透视	10min	1500	250h
摄影	2min	1500	50h

(4) 辐射环境影响评价

1. DSA 机房周围的贯穿辐射水平

手术中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，功率自动降低。反之功率自动增强。

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较大裕量，即管电压通常控制在 100kV 以下，管电流通常控制 600mA 以下。

ICRP33 报告给出了 DSA 设备运行典型工况和相关参数，见表 11-6。

表 11-6 设备运行典型工况及相关参数

运行工况	X 线工作状态参数	混凝土中 TVL (cm)	Pb 中 TVL (cm)
摄影	90kV/500mA	5.0	0.704
透视	90kV/10mA	5.0	0.704
备注：数据参考 ICRP REPORT NO.33			

现行《医用常规 X 射线诊断设备影像质量控制检测规范》（WS76-2011）规定，介入放射学设备的透视受检者入射体表空气比释动能率最大值 $\leq 100\text{mGy/min}$ ，最小焦皮距 $\geq 20\text{cm}$ 。据此计算，DSA 在透视工况下，距离靶点 1 米处的空气比释动能率最大值为 240mGy/h 。本项目保守以 240mGy/h 为最大输出量率进行评价；摄影工况下，管电流约为透视工况的 50 倍，最大输出量率为 12Gy/h 。

X 射线靶点视为点源，输出量率保守按实际使用的最大功率（透视 90kV/10mA、摄影 90kV/500mA），混凝土和铅的透射系数依据 GBZ130-2013 附录 D 计算，再结合距离衰减，来估算法房周围各关注点的剂量率水平。

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

式中：D-估算点附加剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

D_0 -距源 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

B-衰减因子， $B=\left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha x}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}}$ ，依据 GBZ130-2013 附录 D 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。散射辐射的剂量率水平与泄漏辐射水平相当（ $\sim 10^{-3}$ ），但其穿透能力较弱，故计算周围剂量率水平时，保守以泄漏辐射水平的 2 倍作为周围的附加剂量率水平。

本项目所估算的 DSA 机房的尺寸大小为 9.5(长)×6.4(宽)×4.8m(高)，DSA 使用时在一定范围内移动，故在屏蔽计算时，保守取设备靶点距离四周墙壁外、楼下剂量估算点的距离保守以 3.0m 计。

图 11-7 DSA 机房周围的附加剂量率估算结果

介入治疗种类	使用工况	计算点位置	屏蔽材料与厚度	衰减因子(B)	设备 1m 处剂量率 (Gy/h)	射线束类型	距离 (m)	剂量率估算值* (μSv/h)
X 线透视	90kV 10mA	楼下距地面 150cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06	0.24	泄漏+散射	3.0	4.23E-04
		四周墙壁外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.0	4.23E-04
		防护门外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.0	4.23E-04
		观察窗外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.0	4.23E-04
X 线摄影	90kV 500mA	楼下距地面 150cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06	12	泄漏+散射	3.0	2.12E-02
		四周墙壁外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.0	2.12E-02
		防护门外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.0	2.12E-02
		观察窗外 30cm 处	3mm 铅当量	7.93E-06		泄漏+散射	3.0	2.12E-02

注：*射线泄漏率按 0.1% 计，散射辐射贡献保守按照泄漏辐射计。

从上述估算结果可知，在“透视”和“摄影”过程中，DSA 机房周围附加剂量率最大值为 0.021 μSv/h，满足本项目所设定的机房屏蔽体外 30cm 处 2.5 μSv/h 的剂量率控制水平。上述评价是基于保守假设进行的。事实上，患者身体对 X 射线会有部分的吸收，约衰减 1-2 个量级（NCRP147 号报告），实际运行时，机房周围的剂量率水平可以维持在正常本底水平。

2. DSA 正常工况下所致医护人员的年受照剂量

保守假设，在介入治疗的透视工况时，医生手术位置的附加剂量率水平为 GBZ130-2013 规定的限值（400μGy/h），且医生全居留；在介入治疗的摄影工况时，管

电流增加 50 倍，医生所在位置的附加剂量率水平也增加 50 倍，最高为 20mGy/h，医生居留因子为 1/16。

根据 GBZ130-2013，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，即医生在透视和摄影工况下的最大受照剂量率水平分别为 10μGy/h 和 500μGy/h。

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，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。

保守按每位医生全年开展介入治疗 1500 例估算，透视工况下的暴露时间为 250h，摄影工况下的暴露时间为 3.1h。职业人员附加年有效剂量估算结果见表 11-8，可见，介入工作人员的年受照剂量低于本项目设定的 5mSv 的年剂量约束值。

表 11-8 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 (μGy/h)	年工作时间 (h/a)	居留因子	年附加有效剂量
术者	透视	10	250	1	4.06mSv
	摄影	500	50	1/16	
控制室技师	透视	4.23E-04	250	1	1.17 μSv
	摄影	2.12E-02	50	1	

上述剂量估算是基于 1 名工作人员满负荷（全年 1500 例 DSA 手术）进行的，本项目新增的 DSA 计划配置 9 名辐射工作人员。介入治疗医护人员不从事其它放射性工作，故不考虑其个人剂量叠加问题。此外，上述估算是依照“在透视防护区测试平面上的空气比释动能率为 400 μGy/h 的限值”进行估算的，实际上，操作位的剂量率水平通常低于 150μGy/h，预计介入人员的实际年受照剂量低于 2mSv。

3. DSA 正常工况下所致周围公众的年受照剂量

DSA 机房位于楼层西南角，西、南两侧为楼外，导管室手术区域外东侧是骨髓移植病房，距离 DSA 机房东侧屏蔽墙大于 10m，北侧有公众人员停留的区域为电梯间，这两侧受辐射影响很小；DSA 机房位于病房医技楼顶层之上无建筑，楼下为病房，因此只考虑导管室区域内非介入工作医护人员和楼下公众所受的照射影响，具体估算结果见表 11-9，可见，公众的年受照剂量低于设定的 100μSv 的剂量约束值。

表 11-9 公众年附加受照剂量估计

估算对象	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)
机房东侧、北侧设 备机房等	透视	4.23E-04	250	1/4	0.29
	摄影	2.12E-02	50	1/4	
机房楼下	透视	4.23E-04	250	1	1.17
	摄影	2.12E-02	50	1	

(5) 有害气体的环境影响

根据以往的估算结果，在介入治疗过程中，臭氧的小时平均产额低于 1 mg/h，对环境的影响十分轻微，本报告对其环境影响不做评价。

11.3 事故影响分析

11.3.1 DSA 事故/事件影响分析：

(1) 人员误入机房受到不必要的照射。

人员误入 DSA 机房后，受照剂量有限，不会对身体造成影响。DSA 机房位于手术区域，人员进入控制严格，发生误入的可能性很小。针对该类事件的防范措施是：机房防护门上设置辐射警告标识和中文警示说明。防护门上方设置工作状态指示灯，并且和防护门关联。

(2) 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。防范措施是：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》。此外，辐射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。

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

医院已经设置了辐射安全领导小组作为专门管理机构，并指定了专人负责辐射安全与防护管理工作。人员构成具体情况见表 1-2 所示。

职责：

严格执行《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》、《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、标准。对医院的辐射安全工作实行统一管理，并接受生态环境行政主管部门及其他相关部门的监管。

依法办理环境影响审批、验收、辐射安全许可证等环境保护相关手续。严格按照辐射安全许可证规定许可种类、范围和许可证条件从事辐射工作。

按照相关法规要求，建立辐射安全和防护工作管理体系及相应管理制度，落实安全责任，单位法人对本单位辐射工作的安全和防护负总责，并依法对造成的辐射危害承担责任。

建立、健全本单位辐射安全管理体系、岗位职责、操作规程、辐射防护措施（含防护用品和监测仪器）、台账管理制度、培训计划、监测方案、个人剂量监测和健康管理制度、辐射应急预案，并做好落实工作。辐射工作场所和个人剂量监测结果履行告知义务。

定期开展辐射应急培训，组织应急演练，有效应对辐射应急事故（件）。

依法对本单位射线装置工作的安全和防护状况进行年度评估，编写年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报生态环境部门。年度报告包含《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定的相应内容。

根据有关规定、主管部门的要求和经验反馈，及时修订本单位的规章制度及应急预案。

各辐射工作科室落实院级辐射安全管理制度，并根据科室特点制定科内的辐射安全管理制度；

组织对科内工作场所、设备性能等进行日常检查或检测，保证辐射工作在正常状态下运行。

组织本科室放射诊疗工作人员接受健康检查、剂量监测以及辐射安全、放射防护知识及有关规定的培训；

制定科内辐射事故（件）应急预案并组织演练，并对演练内容记录存档。

发现本科室发生辐射事故（件）及时报告辐射安全应急办公室，并服从辐射安全管理委员会的应急指挥。

其它各相关职能处室按分管职责在各自的职能范围内做好辐射事故（件）应急处理的各项工作。

（二）辐射安全管理规章制度

医院现持有《辐射安全许可证》，许可使用 II、III类射线装置，已经制定有相应的辐射安全防护制度，具体有：《辐射安全领导小组及其职责》、《射线装置操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射防护措施制度》、《射线装置检修维护制度》、《放射线装置台帐管理制度》、《放射性药物采购和登记制度》、《放射性药品质控及记录制度》、《核素治疗病房辐射防护管理》、《核医学科放射性废物管理规制度》、《辐射安全培训制度》、《个人辐射剂量监测方案》、《放射场所辐射监测方案》以及《辐射事故应急预案》。

本项目完成后，不增加使用种类。医院将补充新增设备的操作规程，完善监测方案，将新场所纳入监测范围，能够满足原环保部令第 3 号〈关于修改《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定〉和原环保部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求。

（三）工作场所及辐射环境监测

根据原环保部 18 号令的要求，每年委托有资质单位对射线装置工作场所进行 1 次场所和环境辐射水平监测，监测数据记录存档。目前，医院委托北京贝特莱博瑞技术检测有限公司对放射工作场所进行监测。

（四）个人剂量监测

全院所有辐射工作人员的个人剂量监测工作已委托北京市疾病预防控制中心承担，监测频度为每 3 个月监测一次。在岗的辐射工作人员均配置了个人剂量计，每季度由医院专人负责收集更换，并将每季度的个人剂量检测结果和每年度的个人剂量检测报告存档备案。医院对全部辐射工作人员进行了个人剂量监测。

（五）辐射工作人员培训

医院规定所有辐射工作人员，在上岗前必须接受生态环境部门认可培训机构组织的辐射安全与防护培训，并考试合格上岗。每4年参加复训，并制定了辐射工作人员培训计划。目前，北京潞河医院已有176人参加了生态环境部门认可的培训机构组织的辐射安全与防护培训，并取得合格证书。

本项目配置的9名辐射工作（6名医生，2名技师和1名护士）拟从现有人员中调配。如果有新增人员，将在通过辐射安全与防护培训后持证上岗。

（六）辐射事故应急预案

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，针对可能发生的事故情景：人员意外放射性照射、放射性药物泄露、放射性核素污染、射线装置故障、火灾等，制定了辐射事故应急预案，每年组织一次全院应急演练。

（七）监测仪器和防护用品

医院现有铅衣83件、铅帽60件、铅围裙63件、铅围脖77件、铅眼镜28件和铅屏风14个等防护用品，基本能够满足医院现有射线装置配套防护用品的需要，详见表1-6。

医院为从事辐射工作的医护人员均配备了TLD个人剂量计。

拟为新增DSA配备1台便携式剂量率监测仪。介入治疗时，使用便携式X- γ 剂量率仪帮助医护人员选择治疗站位、铅屏风的摆放位置等，提高辐射防护水平。患者配置铅围裙、铅颈套、铅帽各1件，均为0.5mmPb，至少为医护人员配置铅围裙、铅颈套、铅帽、铅防护眼镜各6套，均为0.5mmPb，为DSA机房配置铅屏风、铅防护吊帘、床侧防护帘各1件，均为0.5mmPb。

12.2 项目环保验收内容建议

建议本项目的环保验收内容列于表12-1中。

表12-1 项目环境保护竣工验收内容

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。机房周围30cm处辐射剂量率 $\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。
电离辐射标志和中文警示	在所有射线装置机房门口显著位置设置辐射警告标识和中文警示说明，以及在防护门上方设置工作状态指示灯。

布局 and 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。机房通风换气设施运转正常，通风能力满足设计要求。
辐射安全设施	导管室为患者配置铅围裙、铅围脖、铅帽各 1 件，均为 0.5mmPb，为医护人员配置围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜各 6 套，均为 0.5mmPb，为 DSA 机房配置铅屏风、铅防护帘、床侧防护帘各 1 件，均为 0.5mmPb。
辐射监测	有满足管理要求的辐射监测制度；监测记录存档；配备辐射剂量检测仪器，为所有辐射工作人员进行个人剂量监测，建立健康档案。
规章制度	对规章制度进行了完善，在以往制度的基础上，增加了新设备的操作规程。辐射监测方案中，将新增场所纳入监测范围。
人员培训	本项目所配置的 9 名辐射工作（6 名医生，2 名技师和 1 名护士）从现有人员中调配，全部通过了辐射安全与防护培训。
应急预案	建立有应急预案，并进行过辐射事故（件）应急演练。

表 13 结论与承诺

13.1 结论:

1、首都医科大学附属北京潞河医院位于北京市通州区新华南路 82 号，是北京东部最大的综合性三级甲等医院，是区域急危重症救治中心、疑难疾病会诊中心、区域医学教育中心和医学科研及防病中心。北京潞河医院持有原北京市环保局颁发的辐射安全许可证（京环辐证[L0013]号），许可使用 II 类、III 类射线装置。为缓解现有 DSA 设备不足情况，加强外周血管类和肿瘤介入类救治能力，拟新增使用 1 台 DSA 设备。

2、辐射实践正当性：本项目为了满足医学诊断和治疗工作需要，提高医疗服务水平，属于核技术医学应用中较成熟的应用内容，本项目符合辐射实践正当性原则的要求。

3、评价内容：在医院病房医技楼九层导管室内新增使用 1 台数字减影血管造影装置（DSA）。

4、辐射屏蔽能力分析：根据项目辐射工作场所设计和辐射安全防护技术分析可知，X 射线诊断装置机房的辐射屏蔽能力符合辐射防护安全的要求。

5、拟采取的污染防治措施主要有：射线装置机房采取了工程屏蔽措施，满足辐射环境保护的要求；场所分区管理；机房门外安装工作状态指示灯，并粘贴电离辐射警告标志和中文警示说明；配套铅帘、铅玻璃防护屏和个人防护用品；配备 1 台便携式剂量率监测仪等。

6、预计 DSA 机房所致工作人员最大受照剂量为 4.06mSv，公众的年最大受照剂量低于 10 μ Sv，分别低于为职业人员和公众设定的剂量约束值。

7、放射性“三废”排放。使用 X 线诊断装置过程不会产生放射性废水、废气和固体放射性废物。

8、辐射安全防护管理。医院设有辐射安全与环境保护管理机构，负责全院辐射安全管理和监督工作。医院制定了相应的辐射安全防护制度，制定有《辐射安全领导小组及其职责》、《射线装置操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射防护措施制度》、《射线装置检修维护制度》、《放射线装置台帐管理制度》、《放射性药物采购和登记制度》、《放射性药品质控及记录制度》、《核素治疗病房辐射防护管理》、《核医学科放射性废物管理规制度》、《辐射安全培训制度》、《个人辐射剂量监测方案》、《放射场所辐射监测方案》以及《辐射事故应急预案》等。医院各

项制度在日常工作中得到落实。

9、人员管理及安全培训。医院已制定了辐射工作人员培训、剂量检测和健康体检制度。本项目所需 9 名辐射工作（6 名医生，2 名技师和 1 名护士）拟从现有人员中调配。如果有新增人员，将在通过辐射安全与防护培训后持证上岗。

综上所述，北京潞河医院根据医院建设发展和患者诊疗需要，新增使用 1 台数字减影血管造影机，辐射安全制度和辐射防护措施基本可行。其运行对周围环境产生的辐射影响，符合环境保护的要求。从辐射环境保护角度论证，本项目的运行是可行的。

13.2 承诺：

为了保护环境，保障人员健康，北京潞河医院承诺：

- 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，对培训期将满需再培训的辐射工作人员进行辐射防护培训，培训合格后，持证上岗。
- 5) 及时办理辐射安全许可证变更手续。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

下一级环保部门预审意见:		
公 章		
经办人	年	月 日

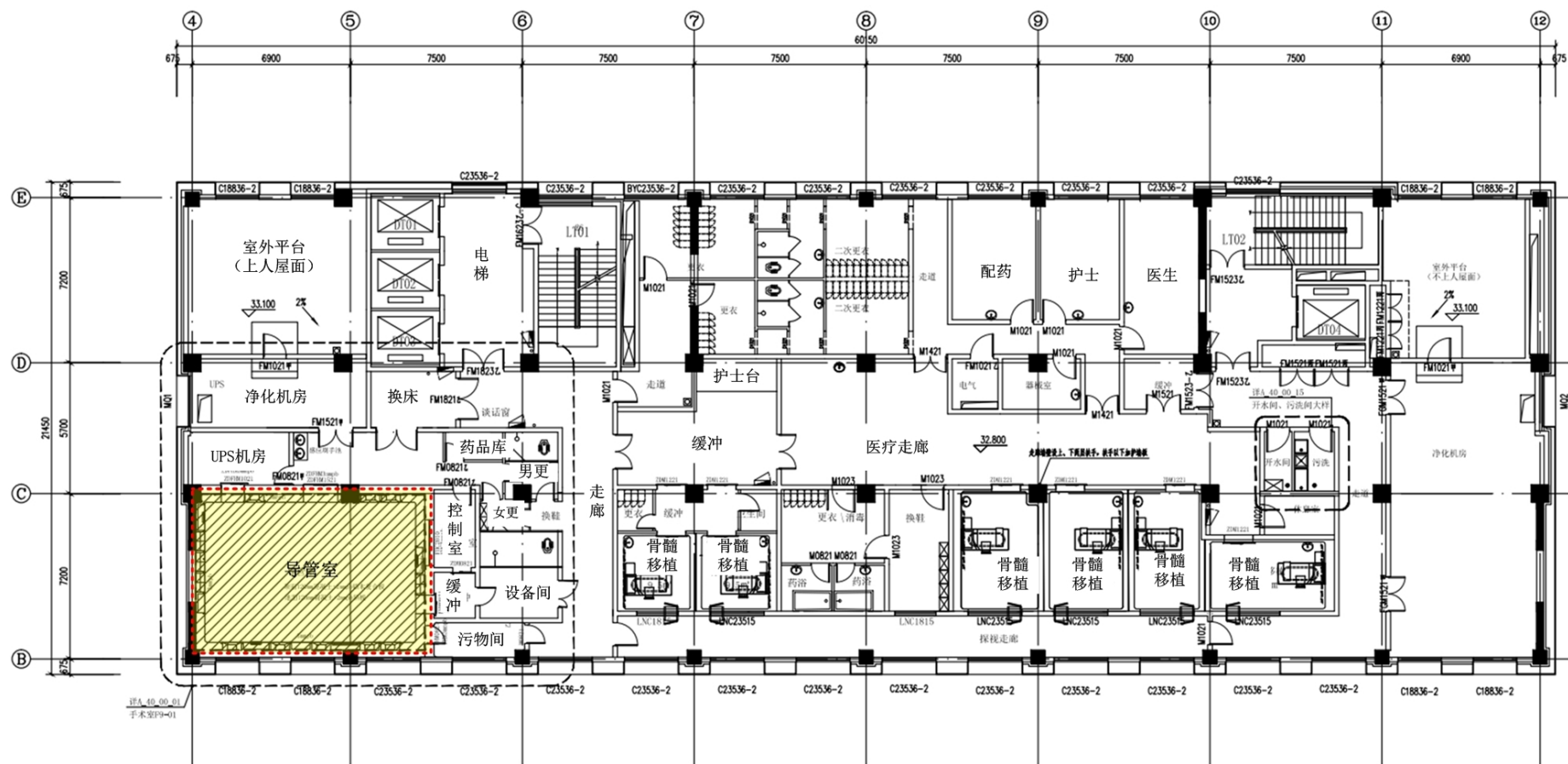
审批意见:		
公 章		
经办人	年	月 日



附图 1 医院地理位置示意图



附图 2 本项目周边环境示意图及检测点位图



附图 3 医院病房医技楼九层平面布局图

