

## 目录

表 1	项目概况 .....	1
表 2	放射源 .....	8
表 3	非密封放射性物质 .....	9
表 4	射线装置 .....	10
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 .....	18
表 9	项目工程分析与源项 .....	21
表 10	辐射安全与防护 .....	24
表 11	环境影响分析 .....	31
表 12	辐射安全管理 .....	41
表 13	结论与建议 .....	44
表 14	审批 .....	46

**表 1 项目概况**

建设项目名称		使用II类射线装置			
建设单位		中国中医科学院望京医院			
法人代表	李浩	联系人	李松强	联系电话	13601382350
注册地址		北京市朝阳区望京中环南路6号			
项目建设地点		北京市朝阳区望京中环南路6号急诊楼一层			
立项审批部门		无	批准文号	无	
建设项目总投资(万元)	1225	项目环保投资(万元)	100	投资比例(环保投资/总投资)	8.2%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m <sup>2</sup> )	119.5
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					
<b>1.1 单位概况</b>					
<p>中国中医科学院望京医院(以下简称“望京医院”或“医院”)建院于1997年1月,由原中国中医研究院骨伤科研究所、北京针灸骨伤学院附属医院和骨伤系合并组建。经过多年的建设,现已发展成一所以中医骨伤科为重点,其它学科同步发展,集医疗、教学、科研为一体的三级甲等中医医院。望京医院是国家中医药管理局中医骨伤科学重点学科、重点研究室、重点专科;是全国中医骨伤专科医疗中心、全国中医急诊临床基地、全国风湿病重点专病、颈椎病重点专病、肾病重点专科、国家临床重点专科(骨伤科、肾病科)。</p> <p>望京医院在四肢新鲜与陈旧骨折、肢体畸形矫正、类风湿性关节炎、强直性脊柱炎、股骨头无菌性坏死、拇外翻及相关畸形、老年退行性骨关节病、腰椎间盘突出症、椎管狭窄症、颈椎病等病症的治疗上独具特色,部分专病的</p>					

治疗在国内居领先水平，在国际上享有盛誉。

望京医院为已取得《辐射安全许可证》单位。

## 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

望京医院已取得了辐射安全许可证（京环辐证[E0187]，有效期至 2022 年 7 月 5 日，许可的种类和范围是：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，见附件 1，望京医院已许可射线装置使用情况见表 1-1。

表 1-1 望京医院已许可的射线装置情况

序号	名称	类别（类）	数量（台）	活动种类
1	医用 X 射线机（碎石）	Ⅲ	1	使用
2	血管造影机	Ⅱ	1	使用
3	医用 X 射线机 CT 机	Ⅲ	2	使用
4	C 型臂 X 射线机	Ⅲ	3	使用
5	乳腺 X 射线机	Ⅲ	1	使用
6	医用 X 射线摄影机	Ⅲ	6	使用
7	口腔全景断层机	Ⅲ	1	使用
8	骨密度仪	Ⅲ	1	使用
9	口腔牙片机	Ⅲ	1	使用
10	移动床旁 X 射线机	Ⅲ	2	使用
11	医用 X 射线胃肠机	Ⅲ	1	使用
合计		/	20	/

### 1.2.2 近几年履行环保审批情况

望京医院近五年以来未办理过辐射环评项目。

### 1.2.3 辐射安全管理情况

#### 1.2.3.1 辐射管理机构基本情况

为了加强辐射安全和防护管理工作，促进射线装置的安全使用，望京医院专门成立了辐射防护领导小组，由院长担任组长，副院长担任副组长，医务处、行保处、急诊科、设备处、手术室、放射科、口腔科等各部门的相关人员担任

组员，并指定设备处李松强专职负责辐射安全管理工作，辐射防护领导小组成员名单见表 1-2。

表 1-2 望京医院辐射防护领导小组成员名单

职位	姓名	职务或职称	专业	工作部门	专/兼职
组长	李浩	院长	内科	院办	兼职
副组长	俞东青	副院长	电子	院办	兼职
组员	高景华	副院长	骨科	院办	兼职
	王朝鲁	医务处处长	骨科	医务处	兼职
	张海涛	行保处处长	药剂	行保处	兼职
	石树强	设备处处长	设备	设备处	兼职
	黄超联	DSA 主任	心脏内科	急诊科	兼职
	耿进朝	放射科主任	放射	放射科	兼职
	徐惠青	手术室主任	麻醉	手术室	兼职
	姜彤	口腔科主任	口腔	口腔科	兼职
	李松强	技师	医学影像技术	设备处	专职

### 1.2.3.2 制定规章制度及落实情况

望京医院结合医院实际情况，已制定一套相对完善的管理制度和操作规程，包括辐射防护领导小组及岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、射线装置操作规程、射线装置检修维护制度、射线装置台账管理制度、辐射安全培训考核制度、辐射监测方案和辐射安全事故应急预案等，并严格按照规章制度执行。

### 1.2.3.3 工作人员考核情况

望京医院制定了辐射工作人员培训考核计划。目前，医院从事辐射相关工作人员分批参加了辐射安全和防护培训，并通过了考核取得合格证书。

今后，医院将按照生态环境部 2019 年第 57 号公告、2021 年第 9 号公告要求，定期（五年一次）组织辐射工作人员进行辐射安全防护考核，考核通过后方可上岗。

#### 1.2.3.4 个人剂量监测

望京医院现有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，监测频率为每3个月检测一次。医院2020年度个人剂量监测结果表明，全部人员均低于1mSv，2020年度的个人剂量报告见附件2。

望京医院辐射工作相关人员总数66人，但是2020年度个人剂量检测人数多于66人，是因为有部分非辐射工作人员也配备了剂量笔，开展个人剂量检测的人员，包含新引进辐射工作人员、进修人员等，部分进修人员、新增辐射工作人员的工作时间较短，出现了不到四个季度的个人剂量检测结果的情况。

医院今后将继续加强个人受照剂量监测工作，如果某位辐射工作人员的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；必要时将采取调离工作岗位或控制从事辐射工作时间等措施，保障辐射工作人员的健康。

#### 1.2.3.5 工作场所及辐射环境监测

望京医院已制定辐射工作场所监测制度和自行监测记录档案，监测方案内容含有工作场所辐射水平监测和环境辐射水平监测，监测方案中包括实施部门、监测项目、点位及频次等，并妥善保存，接受生态环境行政主管部门的监督检查。监测记录记载监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息，监测记录随本单位辐射安全和防护年度评估报告一并提交北京市生态环境局。

**工作场所辐射水平监测：**医院每年委托有CMA资质的单位对医院已有的辐射场所防护和机器性能检测一次，且北京市卫生健康委员会每年都要对医院的《放射诊疗许可证》校验一次，校验时医院必须提供当年的检测合格报告，检测报告齐全，检测结果均满足相关标准要求。

医院现有的监测方案基本能够满足现有场所使用要求，医院已配备的辐射监测仪器，详细清单见表1-3。

表 1-3 医院现有辐射防护监测仪器清单

序号	仪器名称	型号	检定有效期	仪器状态	数量	备注
1	环境监测 X-γ 辐射空气吸收剂量率仪	GH-102A	2023-05-08	在用	1	中国计量科学研究院 (检定证书编号： DLjl2020-07315)

本项目运行后，使用的 2 台 DSA 机房周围场所的辐射水平监测工作，将继续纳入医院辐射工作场所的监测范围，并按照 1 次/a 的频度开展。

### 1.2.3.6 辐射事故应急管理

望京医院依据《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，制定了关于本单位辐射项目的辐射事故（件）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本单位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。发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，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，还应同时向当地卫生健康部门报告。

### 1.2.3.7 其他情况

2020 年度，望京医院较圆满地完成了各项辐射安全防护工作，依据法律法规对本单位射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，编写并上报了年度评估报告。

## 1.3 项目建设规模、目的和任务的由来

### 1.3.1 本项目情况

望京医院拟将急诊楼南侧一层取药大厅、诊室、治疗室等场所改建成介入科，新建导管一室和导管二室及相关配套场所，其中在导管一室新增一台 DSA 设备，在导管二室迁建一台 DSA 设备，待本项目启用同时现许可的导管室办理终止手续。本项目射线装置情况见表 1-4。

表 1-4 本项目射线装置情况表

序号	工作场所	型号及名称	生产厂家	管电压 (kV)	输出电流 (mA)	类别	备注
1	导管一室	Allura Xper型血管造影机	荷兰飞利浦	125	1000	II类	新增
2	导管二室	Azurion7 M20型血管造影机	荷兰飞利浦	125	1000	II类	迁建

### 1.3.2 目的和任务的由来

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《建设项目环境影响

评价分类管理名录》等相关规定，本项目应当进行环境影响评价，编制环境影响报告表，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，北京辐环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。受望京医院的委托，评价机构环评人员在现场踏勘、监测、收集资料的基础上，对该项目建设和运行对环境的辐射影响进行了分析评价，并编制了环境影响报告表。评价主要考虑 DSA 在使用过程中，对周围环境的辐射影响，对职业人员和公众的辐射影响。

### 1.3.3 项目建设正当性和必要性

望京医院目前导管检查病人逐年增加，由于目前只有 1 台血管造影机，不能满足急诊患者的及时检查治疗，望京区医院为满足心血管、神经血管、外周血管及肿瘤学科的介入诊断和治疗需要，急需增加 1 台新的 DSA 导管机，以便减少患者的待检时间，也能对急诊患者做及时的做检查治疗。现位于急诊楼一层东北侧的导管室无法满足安装两台 DSA 的需求，为了方便统一管理及院感的要求，所以拟对急诊楼一层南侧取药大厅等场所改建成介入科，满足安装两台 DSA 的需要。

介入放射学是基于影像学而融影像诊断与介入性治疗为一体的学科，是现代影像学的重要组成部分。由于介入诊断直观有效，为临床上许多问题开拓了新的解决途径，使介入诊断成为许多病患诊断的黄金标准。介入治疗具有创伤小、疗效迅速、恢复快等特点，是目前部分疾病的首选治疗方法。而先进的血管造影设备则是介入诊疗一个非常重要的手段及平台。引进 DSA 不仅能保证广大患者享受到高质量、便捷的医疗服务，而且缩小诊疗时间、降低诊疗费用，同时满足了医院整体技术水平与医学重点学科发展同步，有效缩小地区间、行业间的医疗服务差距。

望京医院本次申请使用的 DSA 为很成熟的医用 X 射线设备，是血管疾病检查治疗的必需设备，被广泛地应用在血管介入治疗中，对血管疾病的检查治疗具有高度特异性，尽管 X 射线对人体有少许危害，但是借助上述设备可以辅助医学诊断治疗，所获利益远大于其危害，故上述设备的使用具有正当性。

#### **1.3.4 开展新项目的技术能力**

**(1) 人员配备：**望京医院现有 1 台 DSA，实行医师长期轮转、技师和护士固定的方式开展介入诊疗。本项目增加 1 台 DSA 设备后，DSA 数量将增加至 2 台，目前全院从事介入医、技、护的约 16 人左右，其中包括 11 名介入医师、1 名放射科技师、3 名护士和 1 名设备维护人员。本项目运行后，医院拟增加 1 名放射科技师。目前望京医院每年导管室总手术量约 1300 例，新增一台 DSA 设备后，短期内两台 DSA 每年的总手术量不超过 1500 例，考虑到医院将来的发展，每台保守按 1000 例估算，从事介入手术的医师共 11 名，目前 11 名医师平均每人的年手术量会约 200 例左右，本项目启用后每名医生年手术量会约 400 例，个别医师手术数量可能较多，但不超过 500 例/年。现有相关辐射工作人员岗位及培训情况见附件 3。

**(2) 检测仪器配备：**望京医院继续使用现有 1 台辐射防护监测仪，用于 DSA 机房开展自行监测，可以满足本项目的需求。

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
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

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类	1	Allura Xper	125	1000	介入 诊疗	急诊楼一层介入科导 管一室	新增
2	血管造影机	II类	1	Azurion7 M20	125	1000	介入 诊疗	急诊楼一层介入科导 管二室	迁建

(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

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日。</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日。</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日。</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日。</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日。</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年 1 月 1 日。</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日。</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 4 月 18 日。</p> <p>(9) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》，环境保护部、国家卫生计生委公告第 66 号，2017 年 12 月 5 日。</p> <p>(10) 《关于发布&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;的公告》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日。</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日。</p> <p>(12) 《北京市禁止违法建设若干规定》，北京市政府第 228 号令，2011 年。</p> <p>(13) 《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。</p> <p>(14) 《辐射安全与防护监督检查技术程序》，生态环境部，2020 年 2 月。</p> <p>(15) 《北京市生态环境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通知》，京环办[2018]24 号，2018 年 1 月 25 日。</p>
<p>技术标准</p>	<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），环境保护部；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p>

	<p>(4) 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》(HJ157-2021);</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)。</p>
其他	<p>(1) NCRP Report No.147: Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004;</p> <p>(2) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020);</p> <p>(3) 《医用辐射危害控制与评价》，中国原子能出版社，2017 年 11 月；</p> <p>(4) 望京医院提供的建筑结构设计图以及与建设项目相关的其他技术资料，2021 年 7 月。</p>

表 7 保护目标与评价标准

**7.1 评价范围**

**7.1.1 评价内容**

本项目为在急诊楼一层新建介入学科，新建导管一室和导管二室，在导管一室新增 1 台 DSA，导管二室迁建 1 台 DSA。

**7.1.2 关注问题**

- (1) 机房屏蔽是否满足国家相关标准的要求。
- (2) 辐射安全管理情况及污染防治措施是否满足新增使用射线装置的要求。

**7.1.3 评价因子**

主要为 X 射线。

**7.1.4 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》(HJ10.1—2016)的规定，并结合该项目辐射为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定本项目评价范围为导管一室和导管二室机房外周围 50m 区域。

**7.2 环境保护目标**

本项目位于望京医院急诊楼一层介入科导管一室和导管二室。急诊楼北侧和东侧为院内道路，西侧和南侧为住院部。导管一室和导管二室呈南北排列，中间为控制室和准备间。导管一室东侧为走廊，南侧为控制室和准备间，西侧为走廊，北侧为辅助机房和污物间。导管二室东侧为走廊，南侧为辅助机房和污物间，西侧为走廊，北侧为控制室和准备间。导管一室和导管二室均无楼上和楼下建筑。根据项目特点及周围毗邻关系，确定主要环境保护目标为该单位从事本项目射线装置操作的辐射工作人员、机房周围其他公众成员，详见表 7-1，周围 50m 范围内主要建筑物见图 7-1，新建导管室周围毗邻关系见图 7-2。

表 7-1 本项目场所周围 50m 范围内主要保护目标

项目	保护目标	最短距离 (m)	常居留人数	方位	周围 50m 范围内主要场所
DSA	工作人员	紧邻	4	导管一室南侧	控制室

公众	2.8	7	导管二室东侧	EICU 病房
公众	3.7	6	导管一室东侧	抢救病房
工作人员	紧邻	2	导管二室西侧	值班室
公众	2~50	10	导管二室南侧	住院楼
公众	0~50	50	导管一室和导管二室西侧	CT室、走廊、诊室、输液室等
公众	2~50	50	导管一室北侧	急诊厅、楼梯间、卫生间等



图 7-1 新建导管室周围 50m 范围内主要建筑物图

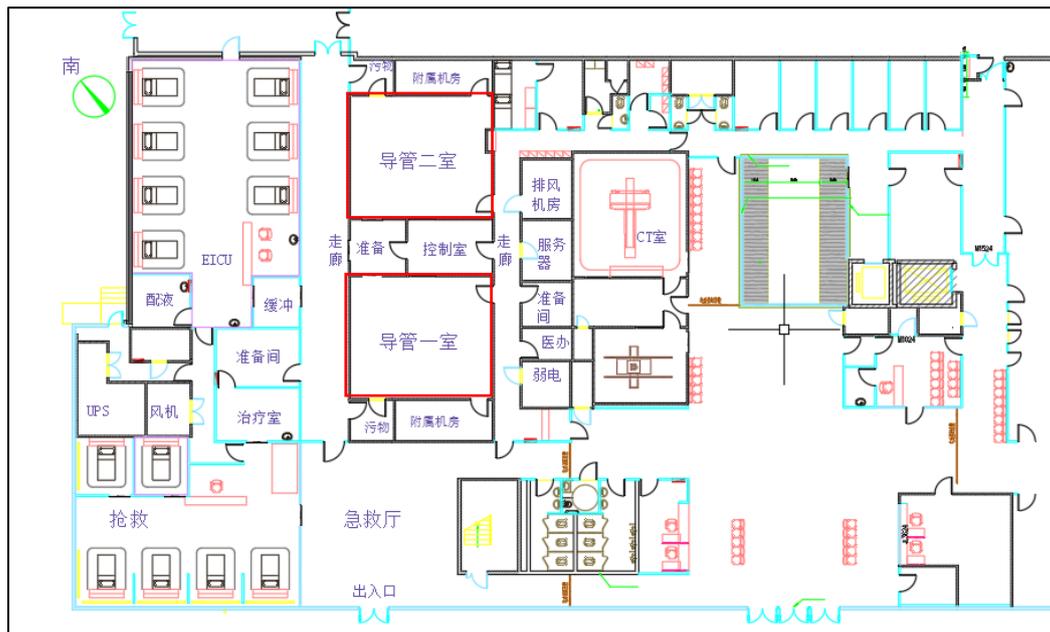


图 7-2 新建导管一室和导管二室四周毗邻关系图

## 7.3 评价标准

### 7.3.1 剂量限值及剂量约束值

#### 7.3.1.1 基本剂量限值

电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）规定的剂量限值列于表 7-2。

表 7-2 个人剂量限值（GB18871-2002）

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续五年平均有效剂量 20mSv，且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv；但连续五年平均值不超过 1mSv 时，某一单一年可为 5mSv
眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a	眼晶体的当量剂量 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a

GB18871-2002 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。

#### 7.3.1.2 剂量约束值

该项目公众和职业照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a 和 5mSv/a。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况，单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

#### 7.3.1.3 剂量率控制水平

根据 GBZ130-2020，新建导管一室和导管二室外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

#### 7.3.1.4 射线装置机房屏蔽防护基本要求

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

#### 7.3.1.5 X 射线设备机房的面积要求

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.1 条款指出：每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小

于表 7-4 的要求。

表 7-4 X 射线设备机房使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度 (m)
单管头 X 射线设备 (含 C 型臂)	20	3.5

表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 地理位置和场所位置

#### 8.1.1 地理位置

望京医院位于北京市朝阳区望京中环南路 6 号,医院东北侧紧邻花家地街,西北侧紧邻阜通东大街,西南侧为北京中医药大学,东南侧紧邻北京青年政治学院(望京校区),医院地理位置图见附图 1 所示。

#### 8.1.2 场所位置

新增的导管一室和导管二室位于医院急诊楼一层介入科,医院的平面布局图见附图 2 所示,急诊楼一层平面布局图见附图 3。新建导管一室和导管二室呈南北排列,中间为控制室和准备间。导管一室东侧为走廊,南侧为控制室和准备间,西侧为走廊,北侧为辅助机房和污物间。导管二室东侧为走廊,南侧为辅助机房和污物间,西侧为走廊,北侧为控制室和准备间。导管一室和导管二室均无楼上和楼下建筑。

### 8.2 辐射环境现状监测

#### (1) 监测目的

掌握该项目辐射工作场所的辐射环境质量现状水平,为评价提供基础数据。

#### (2) 监测内容

根据污染因子分析,对该项目的辐射工作场所周围进行 X、 $\gamma$  辐射剂量率水平监测。

#### (3) 监测点位

选取新建导管一室和导管二室周围进行监测。

#### (4) 监测仪器与规范

监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 X- $\gamma$  射线剂量率监测仪器参数与监测规范

仪器名称	辐射检测仪
型号/编号	AT1121/20171220
生产厂家	白俄罗斯 ATOMTEX

能量响应	15keV~3MeV 不超过对 $^{137}\text{Cs}$ , $\gamma$ 辐射响应的 $\pm 30\%$
量程	X- $\gamma$ : 50nSv/h~10Sv/h
检定证书	中国计量科学研究院 (检定证书编号: DLjl2021-10490) 有效期: 2021年1月29日~2022年1月28日
监测规范	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

(5) 现状监测结果及评价

2021年7月27日, 由深圳市瑞达检测技术有限公司对项目地及周围环境辐射水平进行了检测, 评价区辐射水平调查结果见表8-2, 点位图见图8-1。

表8-2 导管室场所及周围辐射环境水平监测结果

点位序号	测点描述	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	拟建导管二室中央	0.10
2	拟建导管二室东侧	0.10
3	拟建导管二室西侧	0.11
4	拟建导管二室南侧	0.11
5	拟建导管一室中央	0.11
6	拟建导管一室东侧	0.12
7	拟建导管一室北侧	0.11
8	拟建导管一室西侧	0.12
9	拟建控制室中央	0.11
10	急救厅中央	0.12
北京市范围 <sup>[1]</sup>		42.3~151.6nGy/h

注: 检测结果含宇宙射线响应值; <sup>[1]</sup>: 辐射安全手册, 2011.11。

由表8-2中检测结果可知, 导管一室和导管二室场所及周围的X- $\gamma$ 辐射剂量率为0.10~0.12 $\mu\text{Sv/h}$ , 为北京市的天然本底范围之内, 未发现异常高值。

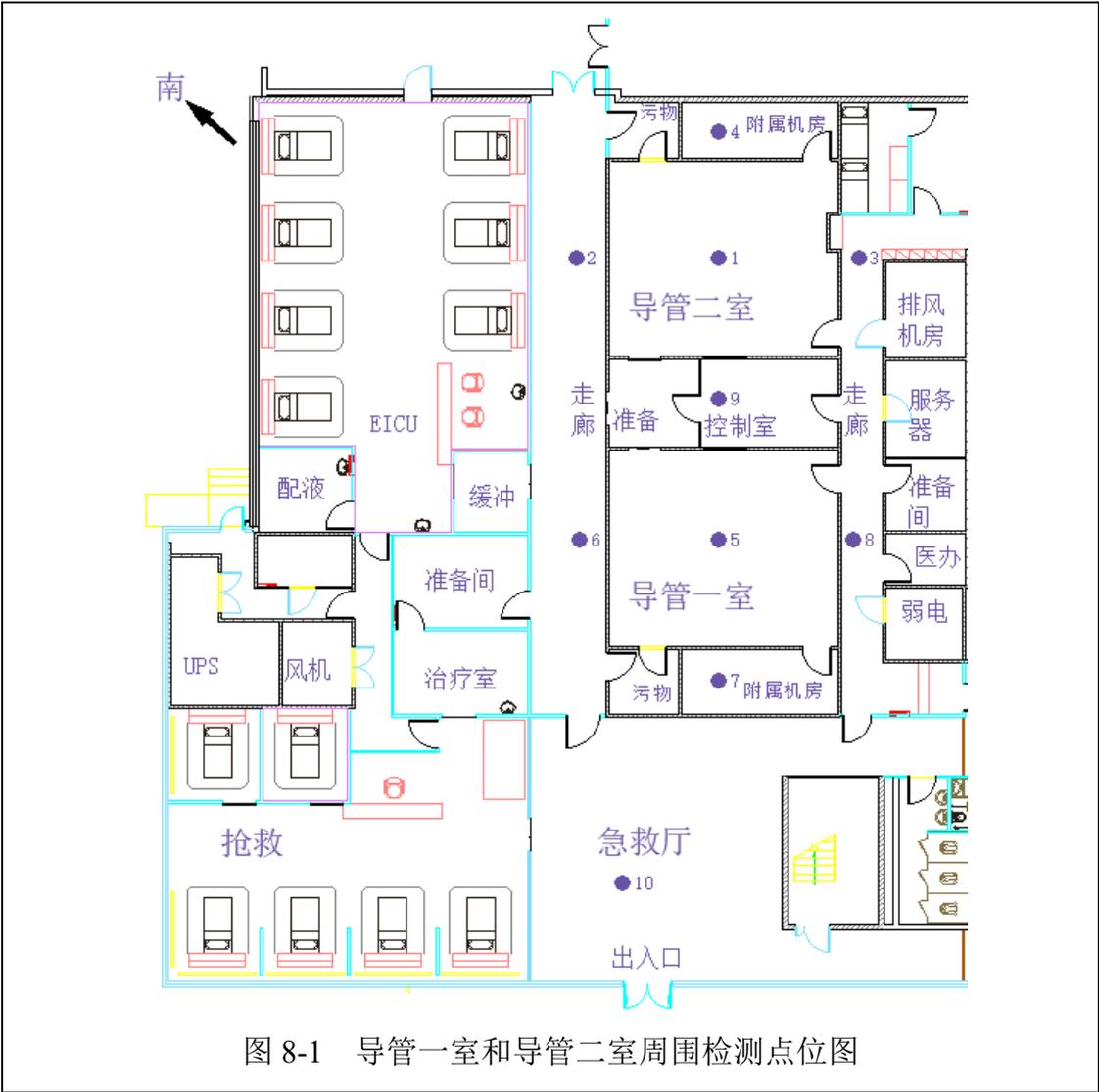


图 8-1 导管一室和导管二室周围检测点位图

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 工作原理

血管造影机为采用 X 射线进行成像的技术设备，主要由 X 射线管、高压电源和数字平板探测器等组成，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 线使数字平板探测器显影，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。目前主要有两种诊断方法：即透视和摄影。

数字血管造影（DSA）是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、数字平板探测器、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。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。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显示清楚。对冠状动脉也是最好的显示方法。显示颈段和颅内动脉清楚，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。其典型设备如图 9-1 所示。



图 9-1 同类血管造影机典型设备图

### 9.1.2 操作流程

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，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上腔静脉，顺序取血测定静、动脉，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) 手术完成后门诊病人通过受检者防护门自行离开，其余病人由专职人员负责送回病房。

工作量预计：本项目两台机器每年最多 2000 例手术。本项目运行后，介入诊疗医师每人的年手术量不超过 500 例。

## **9.2 污染源描述**

### **9.2.1 主要放射性污染物**

(1) 由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，本项目使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会放射 X 射线。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。射线装置在运行时无其它放射性废气、废水和固体废弃物产生。

(2) 主要放射性污染因子：X 射线贯穿辐射。

### **9.2.2 污染途径**

(1) 正常工况时的污染途径

X 射线装置主要的放射性污染是 X 射线，污染途径是 X 射线外照射。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 射线装置使用过程中，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。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，但由于该项目血管造影机工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。

(2) 事故工况的污染途径

①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 项目安全设施

10.1.1 项目建设内容

望京医院在急诊楼一层建设介入科，新建导管一室和导管二室，其中在导管一室新增一台 DSA 设备，在导管二室迁建一台 DSA 设备。导管一室南侧为控制室和准备间，医务人员在准备间准备好后，经过洁净走廊进入机房，准备间与机房设置防护门 M1，控制室设置观察窗。导管一室西侧和北侧分别设置防护门 M2 和 M3、M4。工作人员拟同室近台和位于控制室操作设备，手术前工作人员穿戴防护用品并刷手后经防护门 M1 进入导管一室，患者从防护门 M2 进入导管一室，手术后污物从防护门 M3 移出至污洗间。北侧防护门 M4 与辅助机房相连接。

导管二室与导管一室共用控制室和准备间，导管二室北侧为控制室和准备间，医务人员通过准备间进入机房，准备间与机房设置防护门 M5，控制室设置观察窗。导管二室西侧和南侧分别设置防护门 M6 和 M7、M8。工作人员拟同室近台和位于控制室操作设备，手术前工作人员穿戴防护用品并刷手后经防护门 M5 进入导管二室，患者从防护门 M6 进入导管二室，手术后污物从防护门 M7 移出至污洗间。南侧防护门 M8 与辅助机房相连接。两个导管室的检查床均东西方向设置，头部拟朝东，床旁拟设置铅防护帘，床上方拟设置悬挂铅玻璃防护屏，DSA 管球根据手术需要可在导管室内进行移动；

工作人员同室近台和位于控制室操作设备，DSA 摄影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到控制室进行操作，DSA 透视曝光时，医师在手术间内近台操作，护士和技师不在手术间内。机房采用空调通风，不设采光窗。两个机房拟采取的屏蔽防护设施如表 10-1 所示。

表 10-1 机房屏蔽材料及厚度情况一览表

序号	场所名称	机房有效面积 (m <sup>2</sup> )	屏蔽墙体方向	屏蔽材料及厚度	备注
1	导管一室和导管二室	59.8 (8.3m×7.2m)	四面墙	方钢+3mm 铅板	无
			地板	120mm 混凝土+土层	
			顶棚	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	
			工作人员门 M1、M5	3mm 铅防护门	
			受检者门 M2、M6	3mm 铅防护门	
			污物间门 M3、M7	3mm 铅防护门	
			设备间门 M4、M8	3mm 铅防护门	

		观察窗	18mm 厚铅玻璃 (不低于 3.5mm 铅当量)
--	--	-----	------------------------------

备注：硫酸钡水泥的密度不低于 3.2g/cm<sup>3</sup>。

### 10.1.2 工作场所安全防护设施管理

工作场所安全与防护设施设计要求见表 10-2

表 10-2 导管室辐射安全与防护设施设计表

序号	检查项目	是否拟设置	备注
1*	单独机房	√	单独机房
2*	操作部位局部屏蔽防护设施	√	铅悬挂防护屏、床侧防护帘、铅防护吊帘、床侧防护屏、移动式铅屏风等
3*	医护人员的个人防护	√	拟在导管一室配置铅衣、铅围裙、铅帽、铅围脖各 5 件、铅防护眼镜 5 件和铅手套 2 副，导管二室利用现有的铅衣、铅围裙、铅帽、铅围脖、防护眼镜等各 5 件、铅手套 2 副
4*	患者防护	√	导管一室拟配铅衣、铅围裙、铅帽、铅围脖、铅眼镜各 1 件；导管二室利用已有的铅衣、铅围裙、铅帽、铅围脖、铅眼镜各 1 件
5*	机房门窗防护	√	铅防护门、铅玻璃观察窗
6*	闭门装置	√	平开机房防护门拟配自闭器
7*	入口处电离辐射警告标志	√	机房门上粘贴电离辐射警示标志
8*	入口处机器工作状态显示	√	机房门上拟安装工作状态指示灯
9*	监测仪器	√	共用 1 台辐射检测仪
10*	个人剂量计	√	所有工作人员配备 TLD 个人剂量计

注：加\*的项目是重点项，有“设计建造”的划√，没有的划×，不适用的划/。

### 10.1.3 导管室辐射防护措施

(1) 机房采取实体屏蔽措施，导管室设计的防护能力和评价依据对照情况见表 10-3，满足 GBZ130-2020 标准相关要求，保证工作人员和公众的受照剂量满足环评文件提

出的剂量约束要求。

(2) 机房出入口内的所有区域为控制区，控制室和设备间机房为监督区，分区图见图 11-1。

(3) 受检者门 M2 和 M6 为电动推拉门，其余机房门和工作人员门为平开门。拟在该项目机房防护门 M2、M3、M4、M6、M7、M8 外醒目位置设置电离辐射警告标志，并拟在防护门 M2、M3、M6、M7 外上方安装工作状态指示灯，指示灯标志牌上拟设警示语“射线有害，灯亮勿入”。工作状态指示灯拟与工作人员门 M1 和 M5 关联，当设备开启且工作人员防护门 M1、M5 关闭时，防护门 M2、M3、M6、M7 外指示灯亮起；防护门 M3、M4、M7、M8 均拟设置闭门装置；导管室辐射安全设施布置位置见图 10-2 所示。

(4) 辐射工作人员均佩戴个人剂量计。

(5) 导管室设有观察窗和语音提示系统。

(6) 两个导管室操作部位局部拟采取下列屏蔽防护设施：手术床的床侧悬挂含 0.5mm 铅当量的床侧防护帘 1 个、0.5mm 铅当量的床侧防护屏 1 个；床上悬挂可移动 0.5mm 铅当量的铅悬挂防护屏 1 个，用于阻挡散、漏射线对辐射工作人员的照射。

(7) 医院配备符合防护要求的辅助防护用品，导管一室拟配置工作人员防护用品，包括前 0.5mm、后 0.25mm 铅当量的工作人员防护铅衣 5 件；0.5mm 铅当量的大领铅围脖、围裙和铅帽各 5 件；0.5mm 铅当量的铅眼镜 5 副，铅手套 2 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。导管二室利用现有的工作人员防护用品，包括前 0.5mm、后 0.25mm 铅当量的工作人员防护铅衣 5 件；0.5mm 铅当量的大领铅围脖、围裙和铅帽各 5 件；0.5mm 铅当量的铅眼镜 5 副，铅手套 2 副；现有 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。机房个人防护用品和辅助防护设施配置情况见表 10-4，满足 GBZ130-2020 标准相关要求。

(8) 机房配备火灾报警系统，配有灭火用品。

(9) 两个导管室拟采用空调进行通风，防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积；家属等候区拟设置放射防护知识宣传栏。

(10) 共用 1 台辐射检测仪用于自行监测。

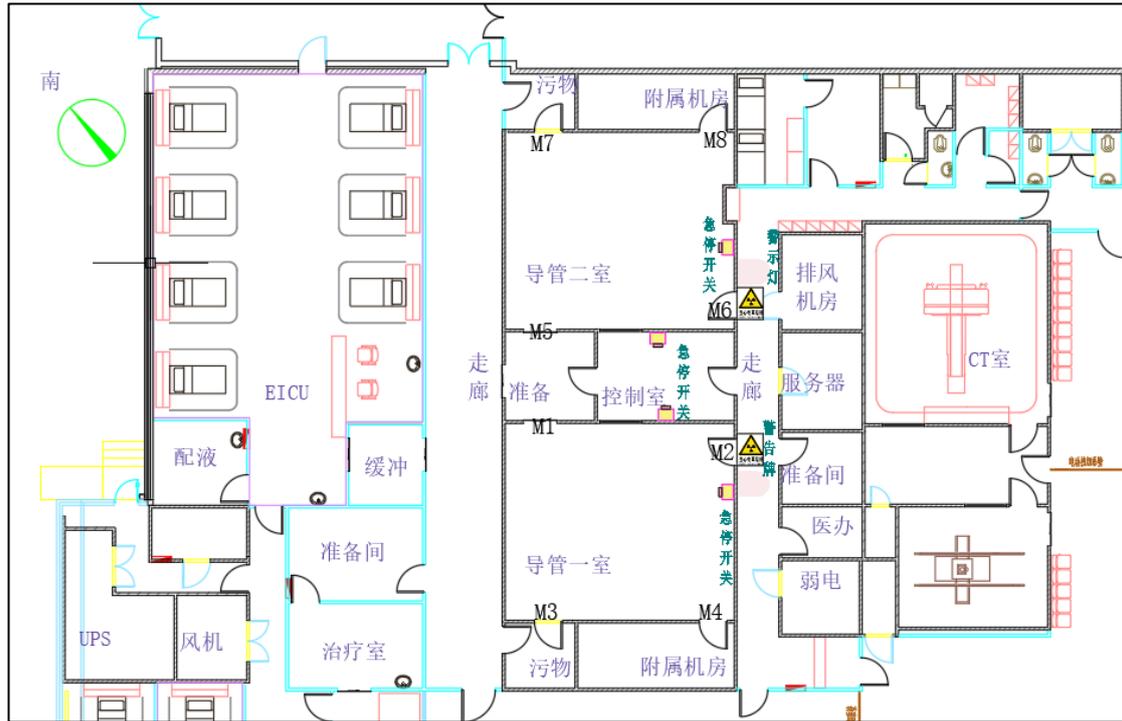


图 10-1 导管室辐射安全设施布置图

表 10-3 两个导管室的防护能力和评价依据对照情况

场所名称	屏蔽墙体方向	屏蔽材料及厚度	等效铅当量	标准要求	是否符合标准要求
导管一室和导管二室	四面墙	方钢+3mm 铅板	3mm	2mm	是
	顶棚	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡	4.8mm	2mm	是
	准备室门 M1、M5	3mm 铅防护门	3mm	2mm	是
	受检者 M2、M6	3mm 铅防护门	3mm	2mm	是
	污物间门 M3、M7	3mm 铅防护门	3mm	2mm	是
	设备间门 M4、M8	3mm 铅防护门	3mm	2mm	是
	观察窗	18mm 厚铅玻璃 (3.5mm 铅当量)	3.5mm	2mm	是
	导管一室和导管二室机房有效尺寸：8.3m×7.2m，有效面积均为 59.8m <sup>2</sup> （标准要求：最小有效使用面积不小于 20m <sup>2</sup> ；机房内最小单边长度不小于 3.5m）。				

备注：参照《医用辐射危害控制与评价》表 5-4 和 GBZ130 表 C，对于 DSA：0.9cm 钡水泥相当于 1mmPb；8cm 混凝土相当于 1mmPb。

表 10-4 介入放射学操作个人防护用品和辅助防护设施配置情况

	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施

标准要求	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、防护手套、铅防护眼镜；选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏；选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套；选配：铅橡胶帽子	—
两个导管室机房配备情况	防护铅衣、大领铅围脖、围裙各4件、铅眼镜4副、防护手套2副	铅悬挂防护屏、床侧防护帘、铅防护帘、床侧防护屏、移动式铅屏风各 1 个	铅衣、铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅帽子各 1 件	-
是否符合要求	是	是	是	

#### 10.1.4 法规符合情况

依据《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》规定，现对望京医院从事本项目辐射活动能力评价列于表 10-5 和表 10-6。

##### 10.1.4.1 对照《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 10-5 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承诺的对应检查情况。

表 10-5 项目执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表

序号	要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	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。	已成立辐射防护领导小组,并在该机构设有专职管理人员。	符合
2	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。	医院现有从事辐射工作人员 66 人,其中约 16 名从事介入诊疗的辐射工作人员。目前院内设有 1 台 DSA,本次将增加至 2 台。现有医护人员能够满足医院 DSA 所需辐射工作人员的需求,拟增加 1 名放射科技师,增加人员需在上岗前完成辐射安全培训并经过考核。	符合
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体防卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。	不涉及该内容
4	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要求的安全措施。	拟完善相应的操作规程,人员出入口处拟设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯等。	近期符合

5	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器,包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	辐射工作人员均配备个人剂量计,已配备1台辐射监测仪器开展自行监测。	符合
6	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定健全的规章制度、操作规程、岗位职责及辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训考核计划、监测方案等。	符合
7	有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急措施。	符合
8	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。	本项目不涉及	符合

#### 10.1.4.2 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的满足情况

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件,本项目具备的条件与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的对照检查如表 10-6 所示。

表 10-6 项目执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求对照表

序号	安全和防护管理办法要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所,应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志,其出口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求,设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。	机房拟设置醒目的电离辐射警告标志及配有“当心电离辐射”的中文警示说明。机房拟安装门-灯联锁安全装置及工作警示灯。	近期符合
2	第七条 放射性同位素和被放射性污染的物品应当单独存放,不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放,并指定专人负责保管。	本项目不涉及放射性同位素。	不涉及该内容
3	第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,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。	拟委托有辐射水平监测资质单位每年对辐射工作场所及其周围环境进行1次监测。	近期符合
4	第十二条	承诺每年1月31日前	近期符合

	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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。	向生态环境部门提交年度评估报告。	合
5	第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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。	医院现有从事辐射工作人员66人，其中约16名从事介入诊疗的辐射工作人员。目前院内设有1台DSA，本次将增加至2台。现有医护人员能够满足医院DSA所需辐射工作人员的需求，拟增加1名放射科技师，增加人员需在上岗前完成辐射安全培训并经过考核。	符合
6	第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	已为所有从事放射性工作的人员配备个人剂量计，并委托有资质单位进行个人剂量监测（每季度1次）。	符合
7	第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	已委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测。	符合

以上分析可知，该单位从事本项目辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

## 10.2 三废的治理

本项目中主要开展使用射线装置，项目运行过程中不产生放射性废物。

表 11 环境影响分析

### 11.1 建设期环境影响

该项目施工活动对环境的影响主要是 DSA 安装过程中产生的噪声、粉尘以及振动等，为了不影响周围环境，在 DSA 安装过程中，将采取一些降噪、防尘措施。如在施工现场设置隔离带、设立声障，这样既可有效的减少扬尘的污染，又可降低噪声；合理安排施工时间，对振动较大的施工，尽量安排在下班或节假日进行。本项目施工基本上都在医院内进行，并且项目所在地区的地面已经过硬化，无裸露地面，因此产生的扬尘相对较小，因此基本不影响单位和周围其他单位的正常工作。

### 11.2 血管造影机运行（使用）后对环境的影响

#### 11.2.1 机房所在位置及平面布局合理性分析

新建导管一室和导管二室位于望京医院急诊楼一层，导管一室和导管二室呈南北排列，中间为控制室和准备间。导管一室东侧为走廊，南侧为控制室和准备间，西侧为走廊，北侧为辅助机房和污物间。导管二室东侧为走廊，南侧为辅助机房和污物间，西侧为走廊，北侧为控制室和准备间。导管一室和导管二室均无楼上和楼下建筑。

本项目为普通介入机房，介入诊疗区由导管室（DSA 机房）、控制室、准备间、设备机房等组成。

介入诊疗区将划分为控制区和监督区进行管理。控制区为导管一室和导管二室，监督区为控制室、准备间和设备机房。两区分区合理，符合辐射防护要求。

由介入诊疗区平面布局（图 11-1）可见，与射线装置相关的各辅助用房紧密布置于射线装置机房周围，整体布局紧凑，且患者通道、医护人员通道相对独立，路线合理，有利于辐射防护，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。

同时为了满足院感（医院洁净手术部建筑技术规范）要求：洁净区与非洁净区之间必须设缓冲室或传递窗、净化程序应连续布置，不应被非洁净区中断等规定，所以本项目两间导管室患者出入口设置准备间、医生进出导管室门设

在洁净走廊墙上，而未设置控制室墙上（控制室没法严格满足洁净要求）。

综合分析，本项目两区划分明确，平面布局既满足介入诊疗工作和院感的要求，又有利于辐射防护，评价认为本项目平面布局合理。

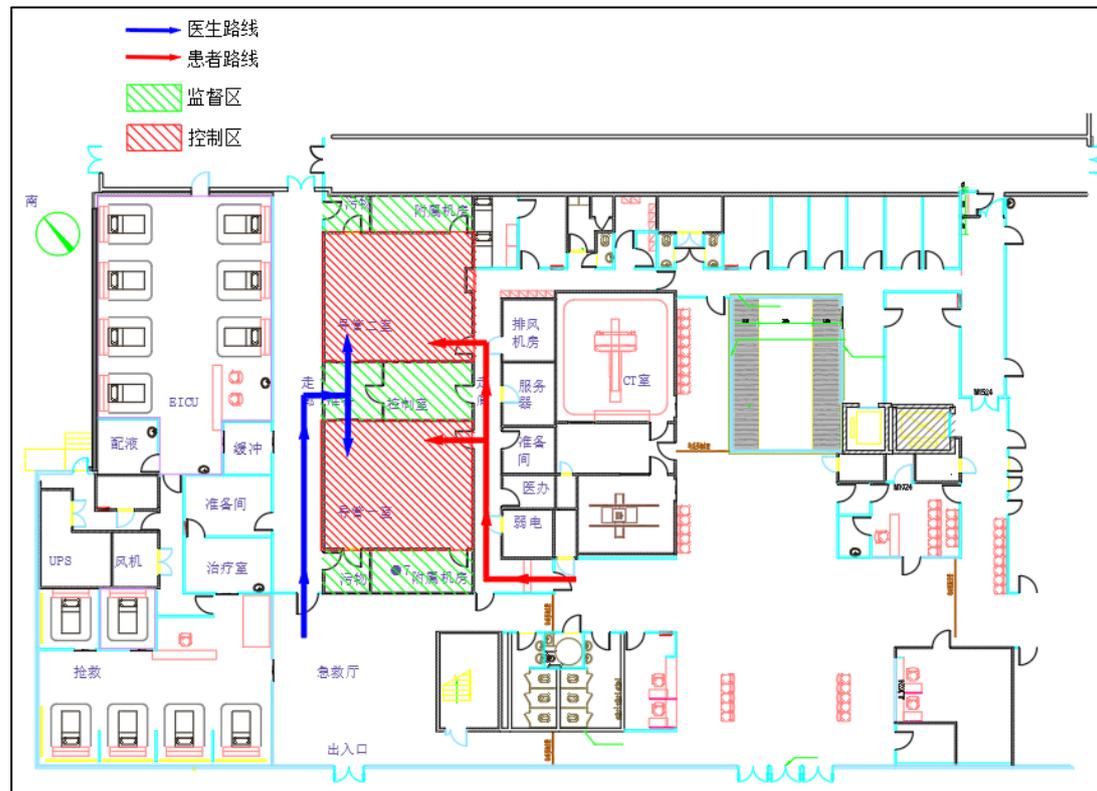


图 11-1 导管室一室和导管二室分区和路由平面布局图

## 11.2.2 设备参数和使用规划

### (1) 设备技术参数

两台 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。

### (2) 使用规划

根据医院提供的资料，两台导管室 DSA 主要用于心血管介入、神经介入、脑血管造影等介入诊疗程序，手术量预计不超过 2000 例/年，实行 11 名医生轮转，每名医生全年最多手术量不超过 500 例，本评价以 1 名医师全年手术 500 例进行剂量估算。根据经验数据，DSA 手术类型、工作量、曝光时间见表 11-1 所示。

表 11-1 DSA 手术类型、每台手术曝光时间预计

手术类型	透视时间	摄影时间
------	------	------

冠状动脉造影+放置支架	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

根据美国 NCRP147 报告,心脏血管造影比外周血管造影和神经血管造影的工作负荷、泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能都大,因此本项目透视以心脏血管造影模式和摄影以外周介入治疗的工况进行估算,其单台手术透视和摄影工作状态的累积出束时间分别为12min和2min,500例手术透视和摄影工作状态的累积出束时间分别为100h和16.7h,总计116.7h。

### 11.2.3 辐射环境影响评价

#### 11.2.3.1 机房外剂量率估算

DSA设备的额定功率约80~100kW。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命,DSA设备管电压和管电流都留有较大裕量,实际使用时管电压通常在100kV以下,透视管电流通常为几十mA,摄影功率较大,管电流通常为几百mA,相差可达50倍,因此在估算DSA机房外剂量率时需使用摄影工况。另外,NCRP147报告4.1.6章节指出,DSA屏蔽估算时不需要考虑主束照射,只需考虑散漏射线的影响,机房外人员受到的贯穿辐射来自于X射线管球的泄漏辐射与介入患者的散射辐射。对于机房外四周关注点,考虑泄漏辐射和患者的侧向散射,对于机房楼上和楼下关注点则考虑泄漏辐射和患者的前/背向散射。因此在估算机房外关注点剂量率时需首先确定机房内患者1m处未屏蔽次级散漏辐射水平。

本项目DSA设备透视和摄影均采用脉冲模式,计算机房外剂量率水平时保守按100kV、500mA、15帧/s、10ms/帧的摄影工况考虑。根据NCRP147报告100kV设备有用线束距焦点1m处输出量约为4.692mGy/mA·min,则设备在上述摄影工况时有用束的剂量率为 $4.692\text{mGy/mA}\cdot\text{min}\times 500\text{mA}\times 60\text{min/h}\times 15\text{帧/s}\times 0.01\text{s/帧}=21.1\text{Gy/h}$ (不考虑DSA附加的Cu和Al过滤材料的自吸收)。依据《辐射防护手册》(第一分册)表10.1,保守取100kVX线90°方向400cm<sup>2</sup>的散射因子 $1.3\times 10^{-3}$ ,则摄影工况下,1m处侧向散射辐射剂量率为27.4mGy/h。泄漏辐射保守取有用束输出量的0.1%,为21.1mGy/h,则机房内辐射源1m处泄漏辐射和侧向散射辐射总的剂量率为48.5mGy/h。参照NCRP147报告心血管造影情况下,距X射线源1m处所指定工作负荷(160mA·min/患者)情况下每名患者未屏蔽



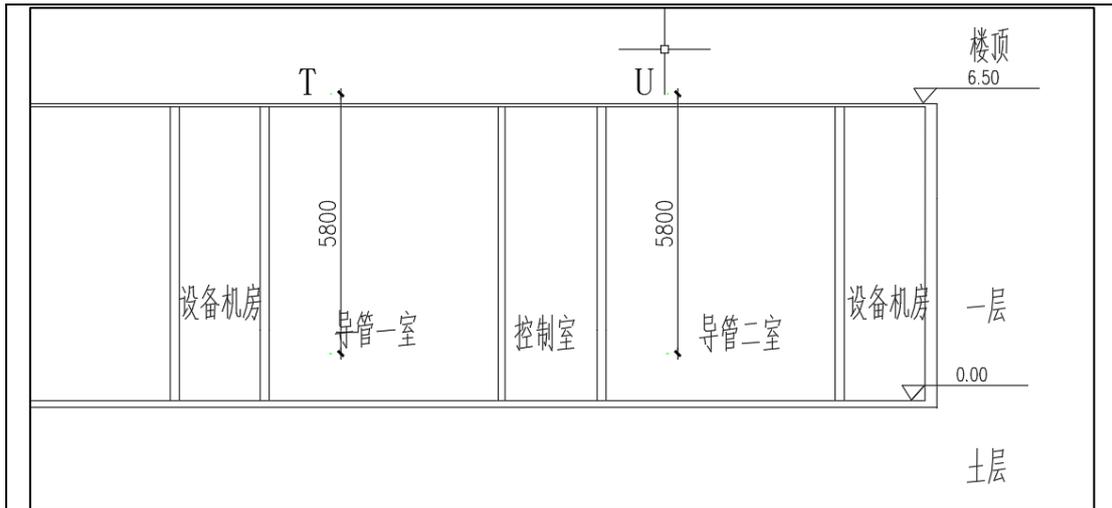


图 11-3 导管室剖面图

表 11-2 摄影工况下导管室周围辐射剂量水平估算结果

位置	点位	屏蔽厚度	衰减因子 ( $K^{-1}$ ) *	射线束	距离 (m)	屏蔽后附加 剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	备注
导管一室	东墙外 A	方钢+3mm 铅板	6.0E-05	泄漏+散射	4.5	1.44E-01	走廊
	南墙外 B			泄漏+散射	4.0	1.82E-01	控制室
	西墙外 C			泄漏+散射	4.5	1.44E-01	走廊
	北墙外 D			泄漏+散射	4.0	1.82E-01	设备机房
	观察窗 E	18mm 厚铅玻璃 (3.5mm 铅当量)	1.8E-05	泄漏+散射	4.0	5.58E-02	控制室
	准备室门 F	3mm 铅	6.0E-05	泄漏+散射	4.8	1.26E-01	准备室
	受检者门 G	3mm 铅	6.0E-05	泄漏+散射	5.1	1.12E-01	走廊
	污物间门 H	3mm 铅	6.0E-05	泄漏+散射	4.7	1.32E-01	污物间
	设备机房门 I	3mm 铅	6.0E-05	泄漏+散射	5.2	1.08E-01	设备机房
导管二室	东墙外 J	方钢+3mm 铅板	6.0E-05	泄漏+散射	4.5	1.44E-01	走廊
	南墙外 K			泄漏+散射	4.0	1.82E-01	设备机房
	西墙外 L			泄漏+散射	4.5	1.44E-01	走廊
	北墙外 N			泄漏+散射	4.0	1.82E-01	控制室

	观察窗 O	17.5mm 厚铅玻璃 (3.5mm 铅当量)	1.8E-05	泄漏+散射	4.0	5.58E-02	控制室
	准备室门 P	3mm 铅	6.0E-05	泄漏+散射	4.8	1.26E-01	准备室
	受检者门 Q	3mm 铅	6.0E-05	泄漏+散射	5.1	1.12E-01	走廊
	污物间门 R	3mm 铅	6.0E-05	泄漏+散射	4.7	1.32E-01	污物间
	设备机房门 S	3mm 铅	6.0E-05	泄漏+散射	5.2	1.08E-01	设备机房
/	楼上 T、U	120mm 混凝土 +30mm 硫酸钡水泥	8.6E-07	泄漏+散射	5.8	1.79E-03	楼顶无人区

备注：泄漏和侧向散射 1m 处剂量率取  $4.85E+04\mu\text{Gy/h}$ ，泄漏和前/背向散射 1m 处剂量率取  $6.83E+04\mu\text{Gy/h}$ ； $K^{-1}$  取 NCRP147 报告心血管造影模式下的衰减因子；防护门屏蔽未考虑了斜射情况下等效厚度的影响（如果考虑后附加剂量率与本底相当）。

从上述估算结果可知，DSA 正常摄影工况下，导管室外周围附加剂量率最大值为  $1.82E-01\mu\text{Gy/h}$ ，满足本项目所设定的机房屏蔽体外 30cm 处  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的剂量率控制水平，根据剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，则在导管室周围 50m 评价范围内的办公区、其他诊疗场所等公众长居留场所的剂量率远小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。上述剂量率的计算是基于保守假设进行的，实际工作中 X 射线机运行参数要小于 100kV/500mA，且患者身体对 X 射线会有部分的吸收，约衰减 1-2 个量级（NCRP147 号报告），预计实际运行时，机房周围的剂量率水平可以维持在正常本底水平。

### 11.2.3.2 机房外剂量率叠加分析

导管一室和导管二室南北向毗邻，会对机房外共同的关注点（如准备间、控制室）造成剂量叠加。表 11-2 给出了各点的附加剂量率，准备间 F 和 P 叠加后的剂量率为  $2.52E-01\mu\text{Gy/h}$ ，控制室 B 和 N 叠加后的剂量率为  $3.64E-01\mu\text{Gy/h}$ ，也满足低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的剂量率控制水平。

### 11.2.3.3 年附加剂量估算

#### (1) 工作人员年附加有效剂量

该项目 DSA 摄影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到控制室进行操作，DSA 透视曝光时，医师在手术间内近台操作，护士和技师不在第一介入室内，考虑到特殊情况摄影工况（图像采集）时医生可能在机房停

留，本评价保守以透视和摄影近台操作全居留模式下估算医师的受照剂量。

每台手术通常由2名医师、1名技师、1名护士组成，根据医院提供资料，每个医师在DSA设备上的年工作量最多不超过500台相关手术，年累积透视时间100h，摄影时间为16.7h。

参照《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）表B.1和图I.3规定：透视防护区检测平面上周围剂量当量应不大于400μSv/h。

保守假设：1) 医生在透视工况下，手术位置的附加剂量率水平为标准限值400μSv/h，且医生全居留；2) 按15帧/s、10ms/帧的摄影工况考虑下，医生所在位置的附加剂量率水平增加7.5倍，保守取10倍（达4mSv/h）。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。

根据GBZ130-2020，工作人员采取铅衣（0.5mm铅当量）屏蔽措施，在透视和摄影时，衰减系数约为0.025，即医生在透视和摄影工况下的最大受照剂量率水平为10μSv/h和100μSv/h。

附加年有效剂量计算公式： $E=D \times t \times T$

式中： $E$ --年有效剂量，μSv；

$D$ --计算点附加剂量率，μSv/h；

$t$ --DSA年出束时间，h/a；

$T$ --居留因子。

职业人员附加年有效剂量估算结果见表 11-3，其中透视情况下的剂量率取摄影工况下剂量率的 1/10。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 11-3 DSA 手术室工作人员的年附加有效剂量

估算对象			剂量率 (μGy/h)	工作时间 (h/a) *	居留 因子	年附加有效 剂量 (μSv)
机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2670
		摄影	100	16.7	1	
机房外	控制室	透视	5.58E-02	200	1	29.8*

	技师（观察窗 E、O）	摄影	5.58E-01	33.4	1	
--	-------------	----	----------	------	---	--

备注：\*机房外的工作时间按每间导管室每年最大手术量 1000 例修正。

本项目技师和护士在射线出束时都是位于机房外隔室防护，机房外的工作人员年附加剂量约为 29.8 $\mu$ Sv；介入治疗医师的年附加有效剂量不大于 2.67mSv。本项目辐射工作人员都是按照每年的最大手术量进行估算，理论上可不考虑剂量累加情况，根据医院提供的个人剂量监测报告，从事介入的辐射工作年附加剂量不超过 1mSv/a，即使累加后也小于单位所设定的工作人员剂量管理目标值 5mSv/a 要求。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 $\mu$ Gy/h 的限值”进行估算的，实际上，操作位的剂量率水平通常不高于 200 $\mu$ Gy/h。

#### （2）公众年附加有效剂量

根据表 11-2 导管室外主要关注点辐射剂量率水平，同时考虑导管室外公众居留情况估算出公众的年附加剂量见表 11-4，其中透视情况下的剂量率取摄影工况下剂量率的 1/10。

表 11-4 导管室外公众的年附加有效剂量

估算对象	估算位置	附加剂量率 ( $\mu$ Gy/h)		年工作时间 (h/a) *	居留因子	年附加有效剂量 ( $\mu$ Sv)
		摄影	透视			
公众	东墙外走廊 A、J	摄影	1.44E-01	33.3	1/16	0.48
		透视	1.44E-02	200	1/16	
	西墙外走廊 C、L	摄影	1.44E-01	33.3	1/16	0.48
		透视	1.44E-02	200	1/16	

备注：\*工作时间按每间导管室每年最大手术量 1000 例修正。

根据上述估算结果，导管室外主要公众关注点年附加剂量最大值为 0.48 $\mu$ Sv，能满足本评价剂量约束目标值 0.1mSv 的要求。根据剂量与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，预计周围其它诊疗场所的公众长居留场所的年附加剂量将远小于 0.48 $\mu$ Sv。

因此，在导管室周围 50m 评价范围内工作人员和公众的年剂量能满足本

评价剂量约束目标值（5mSv，0.1mSv）的要求。由此可见，工作人员防护铅衣铅当量和机房屏蔽厚度达到要求情况下，在机房内部和周围的辐射工作人员及公众所接受剂量低于剂量约束值的要求。

### 11.3 异常事件分析与防范建议

#### （1）事件（故）分析

医用射线装置发生大剂量照射事故的几率极小。DSA射线装置在运行中，可能发生以下事件：

1) 人员误入机房受到不必要的照射；

2) X射线装置工作状态下，没有关闭防护门，对附近经过或停留人员产生误照射。

#### （2）事件（故）防范措施

针对人员误入机房受到照射的防范措施是：机房防护门上设置电离辐射警示标志、中文警告说明。防护门上方设置工作状态指示灯，并且和防护门联锁。当防护门关闭准备出束时，警示灯自动点亮，以警示人员别误入机房。

针对没有关闭防护门出束的防范措施是：规范工作秩序，严格执行《操作规程》和《辐射防护和安全保卫制度》，此外，辐射防护领导小组每半年一次检查安全规章和制度落实情况，发现问题及时纠正。

当射线装置出束时防护门未关闭或突然被打开，假设联锁故障，防护门附近人员将受到一定量的散射和漏射X射线照射。由于设备出束持续时间短，散射射线和漏射线能量有限，加之X射线能量的距离衰减作用，此种偶发情况下人员受照剂量很小，但是容易引发医疗纠纷。一旦出现该种情况，要耐心细致给予解释，防止事态扩大化。

如果出现上述事件，迅速启动应急处理预案，依照应急预案人员和职责、事故处理原则和处理程序等进行处理。

### 11.4 项目环保验收内容建议

根据项目建设和运行情况，评价单位建议本项目竣工环境保护验收的内容见表11-5。

表11-5 项目环保验收内容建议表

验收内容	验收要求
------	------

剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和环评报告预测,公众、职业照射剂量约束值执行0.1mSv/a和5mSv/a要求。
剂量当量率	机房外30cm处周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h。
电离辐射标志和中文警示	在辐射工作场所设有出束工作状态指示灯,防护门外贴有电离辐射警告标志。
布局和屏蔽设计	辐射工作场所建设和布局与环评报告表描述内容一致。辐射工作场所墙和防护门的屏蔽能力满足辐射防护的要求。
辐射安全设施	机房设有工作状态指示灯和电离辐射警告标志等。
监测仪器	配备检测仪器:已配备1台辐射检测仪,新增辐射工作人员进行个人剂量监测,建立健康档案。
规章制度	已经制定有各项安全管理制度、操作规程、工作人员考核计划等。辐射安全管理制度和操作规程得到宣贯和落实。
人员培训	辐射工作人员通过辐射安全与防护考核。
应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际,应急预案明确了应急处理组织机构及职责、处理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等。配备必要的应急器材、设备。针对使用射线装置过程中可能存在的风险,建立应急预案,落实必要的应急装备。进行过辐射事故(件)应急演练。

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

### 12.1.1 辐射安全管理小组

医院已经设置了辐射安全与环境保护管理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环境保护管理工作。人员构成具体情况见表 1-3 所示。辐射安全管理小组的职责包括：

1. 在医院辐射安全防护组组长、副组长的领导下，负责本医院辐射安全防护的管理工作。

2. 贯彻执行国家、北京市政府部门有关法律、法规、规章、相关标准及有关规定。负责对本医院相关部门和人员进行法律、法规及相关标准的培训、教育、指导和监督检查等工作。

3. 制定、修订本医院辐射安全防护管理制度及仪器设备操作规程。

4. 制定、修订辐射事故应急预案，配备相应的事故处理物资仪器、工具，一旦发生辐射意外事故或情况，在辐射安全防护组组长的指挥下负责事故现场的应急处理工作。

5. 负责办理辐射安全许可证的申请、登记、换证及年审等工作。

6. 建立射线装置档案，组织医院有关部门和人员对使用的射线装置及剂量监测仪器进行检查和维护保养，保证正常使用。

7. 对医院从事辐射工作的人员进行条件和岗位能力的考核，组织参加专业体检、培训并取得相应资格证。

8. 组织实施对从事辐射工作人员的剂量监测，做好个人剂量计定期检测工作，对数据进行汇总、登记、分析等工作。做好医院年度评估报告工作，认真总结、持续改进并上报有关部门。

### 12.1.2 辐射工作人员

本项目 DSA 操作工作人员均为医院现有的辐射工作人员，名单见附件 5。目前全院从事辐射相关工作人员 66 人，其中介入医、技、护的有大概 16 人左右，包括 11 名介入医师、1 名技师和 3 名护士。本项目运行后，拟增加 1 名技师，以满足医院 DSA 所需辐射工作人员的需要。医院现有的 66 名辐射工作人员培训证到期前将在生态环境部培训平台报名参加并通过辐射安全和防护考

核，考核合格后方可继续从事辐射工作，同时按照国家相关规定进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。

## **12.2 辐射安全管理规章制度**

医院辐射安全管理严格遵循国家的各项相关规定，针对 DSA 诊疗项目，将完善血管造影机（DSA）操作规程、辐射监测方案、辐射事故（件）应急预案等辐射安全管理制度，严格执行后能确保 DSA 项目的顺利实施。

## **12.3 辐射监测**

### **12.3.1 个人剂量监测**

望京医院制订了辐射工作人员个人剂量监测的管理要求，并已将辐射工作人员个人剂量监测工作纳入全院辐射监测计划体系，要求全院辐射工作人员按要求接受个人剂量监测，并建立相应的个人剂量监测档案。

全院辐射工作人员的个人剂量监测工作目前已委托北京市疾病预防控制中心承担，监测频度为每 3 个月检测一次。医院严格要求辐射工作人员按照规范佩戴个人剂量计，规定在个人剂量计佩戴时间届满一个监测周期时，由专人负责收集人员佩戴的剂量计送检更换，医院严格按照国家法规和相关标准进行个人剂量监测和相关的防护管理工作。

### **12.3.2 工作场所和辐射环境监测**

望京医院继续使用现有 1 台辐射监测仪用于导管室的自行监测，可以满足医院辐射防护和环境保护的要求。

### **12.3.3 本项目工作场所自行监测方案**

望京医院针对本次 DSA 项目，拟建立辐射环境自行监测方案，导管室工作人员使用辐射监测仪，对辐射工作场所进行监测，方案如下：

- （1）监测项目：X 射线剂量率水平
- （2）检测设备：便携式辐射检测仪
- （3）检测频次：剂量率水平每年不少于 1 次。

本项目涉及工作场所的监测布点：监测点位如图 11-2，主要是机房的周边，特别是控制室和防护门处。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，并根据标准要求，每年进行一次设备状态检测。

#### 12.4 辐射事故应急管理

望京医院将制定《辐射事故（件）应急预案》，包含对 DSA 项目的辐射事故应急管理相关内容，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，一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在应急预案中进一步明确规定处理的组织机构及其职责分工、事故分级、应急措施、报告程序、联系方式等内容，能够满足医院实际辐射工作的需要。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，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，还应同时向当地卫生健康部门报告。医院将每年至少组织一次应急演练。

表 13 结论与建议

## 13.1 结论

### 13.1.1 实践正当性分析

望京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[E0187]）。随着导管检查病人逐年增加，现有的 1 台血管造影机，不能满足急诊患者的及时检查治疗，医院为了满足心血管、神经血管、外周血管及肿瘤学科的介入诊断和治疗需要，急需增加 1 台新的 DSA 导管机。血管造影机为很成熟的医用 X 射线设备，尽管 X 射线对人体有少许危害，但是借助 DSA 设备可以辅助医学诊断治疗，所获利益远大于其危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践正当性”的要求。

### 13.1.2 选址合理性分析

本项目新建两个导管室位于望京医院急诊楼一层介入科，评价范围 50m 内均为医院内部，选址充分考虑了患者诊疗的便利性以及周围场所的防护与安全，对公众影响较小。因而从辐射环境保护方面论证，该项目选址是可行的。

### 13.1.3 辐射防护屏蔽能力分析

通过对两个导管室的辐射屏蔽措施分析可知，机房外周围剂量当量率不超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，并设置门-灯联锁、工作状态指示及电离辐射警示等措施，符合辐射安全防护的要求。

### 13.1.4 辐射环境评价

（1）根据现场监测和估算结果可知，DSA 设备运行后，预计工作人员和公众的年受照剂量均低于相应剂量约束限值（ $5\text{mSv/a}$ 、 $0.1\text{mSv/a}$ ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况，单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

（2）本项目 DSA 设备正常运行（使用）情况下，不产生放射性废气、放射性废水和放射性固废。

（3）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，负责全院的辐射安全管理和监督工作。医院拟完善现有操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训考核计划、健康体检制度、辐射事故应急预案和

设备检修维护等制度。

(4) 与《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》的规定对照检查，满足要求。

### **13.1.5 结论**

综上所述，望京医院新建导管一室和导管二室，新增 1 台 DSA 迁建 1 台 DSA 项目，相应的辐射安全和防护措施基本可行，在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下，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，本项目的运行是可行的。

### **13.2 承诺**

(1) 加强本单位的辐射安全管理，发现问题，及时整治，完善管理制度，落实管理责任。

(2) 严格按照工程设计施工，保证工程建设质量。

(3) 项目竣工许可后应按照环保相关法规要求及时自行办理竣工验收，并接受生态环境部门的监督检查。

(4) 在辐射项目运行中决不容许违规操作和弄虚作假等现象发生，如若发现相关现象接受相关处理。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况，单位进行调查并报生态环境部门备案。



