

核技术利用建设项目

使用 II 类射线装置
项目环境影响报告表

北京市平谷区中医医院

二〇一九年二月

国家环保部监制

核技术利用建设项目

使用 II 类射线装置 项目环境影响报告表

建设单位名称：北京市平谷区中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）

通讯地址：北京市平谷区平翔路6号

邮政编码：101200

联系人：王晓午

邮箱：pg69970901@sina.com

联系电话：010-69970901

资质编号：



项目名称：使用 II 类射线装置项目

文件类型：环境影响报告表

适用的评价范围：核与辐射项目

法定代表人：彭述明

主持编制机构：四川省科学城环境安全职业卫生检测与评价中心(中国工程物理研究院环境安全职业卫生检测与评价中心)

使用 II 类射线装置项目环境影响报告表编制人员名单表

编制		姓名	职（执）业资格 证书编号	登记（注册证） 编号	专业类别	本人签名
主持人		张骏	HP0007536	A3212023111	核工业	
主要 编制 人员 情况	序号	姓名	职（执）业资格 证书编号	登记（注册证） 编号	编制内容	本人签名
	1	王科慧	HP0011958	A321202610	项目基本情况、 放射源、非密封 放射性物质、射 线装置、废弃物	
	2	李勇先	HP00000445	A321202711	项目工程分析和源 项、辐射安全与防 护、环境影响分析、 辐射安全管理、结 论与建议	
	3	张骏	HP0007536	A3212023111	评价依据、保护 目标及评价标 准、环境质量和 辐射现状	

目 录

表1 项目基本情况.....	1
表2 放射源.....	8
表3 非密封放射性物质.....	8
表4 射线装置.....	9
表5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	10
表6 评价依据.....	10
表7 保护目标与评价标准.....	12
表8 环境质量和辐射现状.....	14
表9 项目工程分析与源项.....	15
表10 辐射安全与防护.....	17
表11 环境影响分析.....	23
表12 辐射安全管理.....	28
表13 结论与建议.....	31
表14 审批.....	34
附图1 北京市平谷区中医医院地理位置示意图.....	35
附图2 北京市平谷区中医医院平面布局图（DSA建设位置）.....	36
附图3 北京市平谷区中医医院 DSA 平面布局图.....	37
附件1 辐射安全许可证.....	37
附件2 北京市平谷区中医医院辐射安全与防护培训人员名单.....	42
附件3 北京市平谷区中医医院个人剂量检测报告.....	44
附件4 北京市平谷区中医医院辐射场所监测报告.....	49
附件5 辐射检测仪器检定证书.....	63
附件6 老年病综合楼及附属设施工程建设项目用地意见.....	66
附件7 职业性外照射个人监测超记录水平检查登记表.....	68

表1 项目基本情况

建设项目名称		使用 II 类射线装置			
建设单位		北京市平谷区中医医院			
法人代表	刘清泉	联系人	王晓午	联系电话	010-69970901
注册地址		北京市平谷区平翔路 6 号			
项目建设地点		北京市平谷区平翔路 6 号北京市平谷区中医医院西南角老年病综合楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)	1350	项目环保投资(万元)	100	投资比例(环保投资/总投资)	7.4%
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 ²)	145
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		
其它					

1.1 单位简介

北京中医医院平谷医院(平谷区中医医院)始建于1986年，2015年10月晋升为三级甲等医院，2017年2月16日由北京中医医院托管，正式挂牌为“北京中医医院平谷医院”。是一所以中医为特色、集中西医医疗、教学、科研为一体的综合性三级甲等中医医院;北京市平谷区老年病医院、平谷区康复医院、北京市中医管理局授予的中医类别全科医师岗位培训“临床实习基地”、北京大学医学部临床教学基地、医保定点医院。

北京中医医院平谷医院现有职工881人，其中在编职工431人，专业技术人员高级职称67人，中级职称191名，初级职称454人;硕博士研究生89人，形成了一支结构合理的人才队伍。

医院占地面积40885.11平方米，建筑面积46051.36平方米。床位编制800张，实际开放床位580张。工作日日均门诊2903人次，年门诊量100多万人次，年出院病人11057人次。

现有26个临床科室，7个医技科室，有1个国家中医药管理局的重点专科的培育项目，4个北京市中医管理局的重点专科，1个国家级名老中医传承工作室，2个北京市级名老中医传承工作室及2个分站，2个区级卫计委系统品牌，暨推拿技术学术品牌和康复治疗技术培育品牌。

医院人才济济，中医学术专家代表有：首都国医名师不孕不育专家—于增瑞;北京市名老中医专家—刘福奇;第二届首都群众喜爱的中青年名中医、北京中医药学会推拿专业委员会主委—见国繁;第三批全国优秀中医临床人才—徐寅平;全国中药特色技术传承人才—付晓燕等等。我院现有急诊、康复、针灸、骨伤、推拿、心血管、脾胃、肿瘤、疮疡、妇科、皮科11个平谷医疗重点学科专家工作站，这些重点学科的负责人均为全国知名专家。

设有骨伤科：骨伤一科、骨伤二科、推拿科;内科：康复/脑病/针灸科、心血管病科、肺病科、内分泌科、脾胃病科、肿瘤血液病科、老年病科、风湿病科、肾病科、感染性疾病科;外科：外一科、外二科、妇科、肛肠科、眼科、耳鼻喉科、口腔科;其它科：皮肤科、儿科、急诊科、重症医学科、体检治未病科、麻醉科。

医院现有128排256层螺旋CT机，1.5T医用磁共振成像系统，DR数字X光拍片机，飞利浦、GE、西门子高端彩超，配备腹腔镜、关节镜、电子胃镜及肠镜、全自动生化免疫流水线、全自动血液分析流水线、碎石机、血液透析机等大型进口医疗设备和先进的诊疗手段；为了突出中医特色，充分发挥中医药优势，引进了进口牵引床，微波治疗仪，点式直线偏振光疼痛治疗仪等中医诊疗设备。

医院开设门诊中药房(草药房、颗粒药房、成药房)、西药房(急诊药房、病区药房)、中药代煎室。常备中药饮片400余种，配方颗粒近400种，西药中成药共计900余种，能够提供普通饮片及中药配方颗粒剂，可以为患者提供中药饮片代煎服务，满足区域百姓不同的用药服务需求。

北京市平谷区中医医院位于北京市平谷区平翔路6号，医院地理位置图、周边关系及院区平面布局图见附图1。

1.2 核技术及辐射安全管理现状

1.2.1 核技术利用现状情况

北京市平谷区中医医院现有核技术应用实践活动已获得国家环保部行政许可，持有《辐射

安全许可证》（京环辐证[M0040]，见附件 1），许可范围为：使用 III 类射线装置；发证日期为 2017 年 12 月 13 日，有效期至 2022 年 12 月 12 日。

医院涉源部门包括老年病综合楼放射科、碎石机室、第二手术室、放射科、牙科 X 射线室，移动 C 型臂 X 射线机室，包括 13 台 III 类射线装置，射线装置具体情况见表 1.1。

表1.1 北京市平谷区中医医院已批复使用射线装置情况

序号	设备名称	型号	类别	工作场所	备注
1	医用 X 射线机 (DR)	DigitalDiagnost 65EN	III类	老年病综合楼放射科	已许可
2	医用 X 射线机 CT 机	Brilliance I CT	III类	老年病综合楼放射科	已许可
3	移动式 C 型臂 X 射线机	OEC Fluorostar compact D	III类	第二手术室	已许可
4	医用 X 光机 (移动式)	TMS 300 RDR	III类	放射科	已许可
5	牙科 X 射线机	Heliodent D3507	III类	牙科 X 射线室	已许可
6	放射治疗模拟定位机	KDE-2001A	III类	碎石机室	已许可
7	X 射线骨密度仪	Prodigy	III类	放射科	已许可
8	医用 X 光机 (移动式)	Multimobil 2.5	III类	放射科	已许可
9	普通 X 射线诊断机	DADIUS-S9	III类	第二手术室	已许可
10	医用 X 射线机 CT 机	Brilliance CT16 slice	III类	放射科	已许可
11	医用 X 射线机 (胃肠机)	D-VISION PLUS 50S	III类	放射科	已许可
12	X 射线摄影设备	Buck diagnost	III类	放射科	已许可
13	医用 X 射线机 (DR)	ESSENTA DR	III类	放射科	已许可

1.2.2 近几年履行环保审批情况

北京市平谷区中医医院现有设备都是 III 类射线装置，具体竣工验收情况见表 1.2。

表1.2 北京市平谷区中医医院竣工验收落实情况

序号	环评批复文号	项目名称	类别	竣工验收文号	备注
1	平环辐审 2013001	使用III类射线装置	登记表	平环验20120004	牙科 X 射线机 (Heliodent D3507)
2	平环辐审 2014001	增加III类射线装置	登记表	平环验20150002	X 射线骨密度仪、医用 X 光机 (移动式) TMS 300 RDR
3	平环辐审 2015002	增加III类射线装置	登记表	平环验20150005	移动式 C 型臂 X 射线机

1.2.3 辐射安全管理情况

(1) 辐射防护管理机构

为了加强对辐射安全和防护管理工作，医院成立辐射安全管理领导小组全面负责医院的放射防护监督和管理的工作，由院长牛晓暉担任组长，副院长担任副组长。依据相关法律法规，辐射安全管理领导小组对医院辐射工作的安全和防护状况，编写年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前，逐级上报至许可证颁发部门。辐射工作人员在专职防护责任人的领导下进行日常放射工作，严格执行各项放射安全防护制度及安全操作规程，协助工程技术人员进行本科室机器的维修和保养工作，对设备的各项输出标准进行定期测量，按照环境保护的监测规定，定期进行环保监测，发现问题立即停机并向上级汇报。辐射安全管理领导小组成员名单见表 1.3。

表1.3 辐射安全管理领导小组成员

序号	姓名	性别	职务或职称	管理人员	工作部门	专/兼职
1	牛晓暉	男	院长	组长	办公室	兼职
2	徐寅平	女	副院长	副组长	办公室	兼职
3	王晓午	男	器械科科长	组员	器械科	专职
4	卢晓环	女	医务科科长	组员	医教科	兼职
5	姚 远	男	主任医师	组员	心病科	兼职

(2) 规章制度建设及落实情况

北京市平谷区中医医院依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，结合医院情况和实践，已制定一套相对完善的管理制度和操作规程，包括防护与安全设备维护与维修制度、放射防护告知制度、辐射安全管理制度、放射防护负责人的职责和授权规定、辐射工作个人剂量管理制度、辐射工作人员健康管理制度、辐射工作人员培训管理制度、事故事件报告与处理制度、闲置报废射线处置管理制度、应急培训与应急响应演习制度、个人剂量检测规定、环境辐射监测规定、X 光机剂量输出质量控制规程、X 射线运行安全操作规程、放射事故应急方案，放射诊疗质量保证方案。并严格按照规章制度执行。

(3) 辐射工作人员培训情况

北京市平谷区中医医院严格按照国家规定执行持证上岗制度，医院共计 52 名工作人员已参加辐射人员培训，培训人员名单见附件 2。本项目拟调配本院其他科室的工作人员 9 名工作人员，均已参加了辐射安全与防护培训。

(4) 个人剂量监测情况

北京市平谷区中医医院每年委托有资质的单位对医院现有放射工作场所进行检测，监测频次为 1 次/年；放射工作人员均按照规范佩戴个人剂量计，由医院专人负责收集个人剂量计并委托北京市疾病预防控制中心承担个人剂量检测工作，监测频度为三个月一次；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。北京市平谷区中医医院 2017 年度、2018年度个人剂量监测情况见附件 3，工作人员受照剂量监测情况见表 1.4。

根据2018年5月8日的个人剂量检测报告，王胜个人剂量达到14.18mSv。根据医院对王胜个人剂量进行调查（见附件7），2018年2月至2018年5月期间，王胜的个人累积剂量值为19.95mSv，超出剂量管理限值的要求，查明原因是本人曾经佩戴个人剂量计接受过放射性检查。

表1.4 北京市平谷区中医医院辐射工作人员个人剂量监测情况表

时间	检测周期	人数	最大剂量值	最小剂量值
2017年度	全年	32	0.648 mSv	0.034 mSv
2018年2月7日	90天	34	0.140 mSv	0.034 mSv
2018年5月8日	90天	35	王胜14.18mSv，其他人最高0.034mSv	0.034mSv
2018年8月24日	90天	38	0.034mSv	0.034 mSv
2018年11月8日	90天	39	0.331mSv	0.034 mSv

（5）工作场所及辐射环境监测情况

在设备运行状态下，使用 X - γ 剂量率仪，每季度对放射工作场所进行辐射剂量率水平监测。此外，每年委托有资质单位进行监测，监测频次为 1 次/年，监测数据将记录存档。监测点位包括机房四周墙外 30 cm 处、工作人员通道门/患者入口门外，并将监测数据记录存档。

在设备运行状态下，每年委托有监测资质单位对工作场所周围辐射环境剂量率进行监测，每年 1 次，监测数据记录存档。

医院 2018 年度放射工作场所防护检测委托广州职康防护技术服务有限公司（计量认证证书编号 2016192080Z）承担，监测仪器为 Piranha655 X 射线多功能质量检测仪（GZZK-SB-010）、辅助工具（GZZK-SB-002），451P型电离室巡测仪（GZZK-SB-033）。监测结果显示，北京市平谷区中医医院射线装置运行时，放射工作场所周围剂量当量率水平均低于标准限值。北京市平谷区中医医院 2018 年度放射工作场所监测报告见附件 4。

（6）辐射事故应急管理情况

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，北京市平谷区中医医院制定辐射事故应急预案，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》，向当地环境保护部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。医院将每年至少组织一次应急演练。

1.3 本项目概况

1.3.1 辐射安全管理情况

北京市平谷区中医医院为了满足科室放射诊疗工作需要，以及医院发展的要求，医院将老年病综合楼三层新增一台射线装置 DSA。仪器型号见表 1.5。

表1.5 DSA 射线装置参数

序号	名称型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)
1	Artis zee III ceiling	125	1000

1.3.2 目的和任务由来

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）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。因此，受北京市平谷区中医医院的委托，我中心对该单位拟使用的 DSA 射线装置整个使用过程的环境影响进行评价，组织相关人员对现场进行了调查和资料收集工作，并最终编写完成本项目的辐射环境影响报告表。

1.3.3 项目建设必要性

新增的 DSA 诊疗装置为医用 X 射线设备，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。介入放射学是在医学影像设备的监视导向下，利用较小的创伤，达到以诊断和治疗为目的的医疗手段。北京市平谷区中医医院引进 DSA 设备的目的是提高诊疗水平，拓宽临床诊治范围，为广大患者提供更加全面、先进的医疗服务技术，新增 1 台血管造影是必要的。

医院《医疗机构执业许可证》中有介入放射学专业。使用 DSA 设备人员已接受相应的岗位培训，3 人具有卫生部颁发的 DSA 技师《大型医用设备上岗合格证》。心病科学科带头人（科主任）姚远是卫生部首批认定的具有免培训冠脉介入资质专家，具有执业医师资格，主任医师，在北京协和医院“卫生部冠脉介入培训基地”进修 1 年，有进修结业证书，满足“首次购置 DSA 的医院”中关于学科带头人的要求。2014 年发改委投资 1.5 亿元为北京市平谷

区中医医院建设新住院楼，增设床位 350 张并设置导管室 1 间，具备适宜的房屋、水电、防护、环保等相应的基础设施。2017 年 12 月医院通过市局答辩，同意配置血管造影机，取得《关于增设介入放射学专业的请示》(京平中医文【2017】24号)的批复。

1.3.4 评价目的

(1) 根据有关法规的规定，对该医院医用射线装置应用项目进行环境影响预评价，以掌握其运行后机房周围的辐射水平。

(2) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

(3) 满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

1.3.5 建设项目周围环境简况

北京市平谷区中医医院位于北京市平谷区平翔路 6 号，北邻平谷大街，西邻谷丰东路，东邻平翔路，南邻和平家园小区，其地理位置见附图 1。

根据医院提供的图纸，DSA 拟安装在老年病综合楼三层，位于北京市平谷区中医医院西南角，DSA 机房四周为辅助用房，包括控制室、设备间、污染梯、准备间、控制室、患者走廊以及医护通道等。南侧为医护通道，北侧为通道，东侧为控制室和准备间，西侧污染间和设备间，楼上为设备机房，楼下为供应室。医院的平面布局图、机房场所平面布置图见附图 2 和附图 3。

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	日等效最大操作 量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
	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
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	医用血管造影 X射线机 (DSA)	II类	1	Artis zee III ceiling	125	1000	放射诊断	老年病综合楼 3 层	新增

(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 (mA)	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	
无													

-+

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	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/m³；年排放总量用kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表6 评价依据

<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》，2016 年 9 月 1 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》，国务院第 682 号令，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》，国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日。</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部令第 44 号，2017 年 9 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》，2017 年 12 月 12 日。</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 4 月 18 日。</p> <p>(9) 《关于发布<射线装置分类>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<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。</p> <p>(11) 《环境保护部关于修改部分规章的决定》，环境保护部令第 47 号，2017 年 12 月 20 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文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(3) 《医用X射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2013）；</p> <p>(4) 《医学放射工作人员卫生防护培训规范》（GBZ/T149-2015）；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）。</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）</p>
<p>其他</p>	<p>(1) NCRP Report No.147: Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004。</p> <p>(2) 北京市平谷区中医医院及相关使用科室提供的资料；设备厂家等提供的与本项目相关的技术资料等。</p>

表7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则--核技术利用建设项目环境影响文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）规定，确定本项目中评价范围为：射线装置机房实体屏蔽边界周围 50 m 内范围。

7.2 评价因子

主要为 X 射线的辐射环境影响。

7.3 保护目标

本项目保护目标为射线装置工作场所的工作人员以及周围公众，为保障射线装置运行时工作人员和周围公众的安全，确保射线装置运营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。

表7-1 辐射工作场所及设备周围环境保护目标一览表

设备名称	方位	区域功能	保护目标	影响人员数量	保护要求
DSA	东	控制室、准备间	职业人员	3~4人	职业人员剂量限值
	南	走廊通道	公众	2~3人	职业人员剂量限值
	西	污物梯、设备间	公众	1~2人	公众人员剂量限值
	北	走廊通道	—	—	—
	上	设备间	—	—	—
	下	供应室	—	1~2	公众人员剂量限值

7.4 剂量限值和剂量约束值

7.4.1 剂量限值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，工作人员的职业照射和公众照射的剂量限值如下：

（1）职业照射

应对任何工作人员职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20 mSv。

（2）公众照射

实践使公众中关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂

量，1 mSv。

7.4.2 剂量约束值

综合考虑到医院核技术利用现状，并为将来的辐射工作留有余地，本项目实施后，医院 DSA 工作人员所受照射剂量约束值维持在 5 mSv/a 以内；公众剂量约束值取公众年有效剂量限值的 1/10，即 0.1 mSv/a。

7.4.3 放射工作场所边界周围剂量率控制水平

参照 GBZ130 管理规定，射线装置工作场所屏蔽墙、防护门及观察窗外 30 cm 处剂量率应不大于 2.5 μ Sv/h。

表8 环境质量和辐射现状

8.1 项目周围地区环境现状

北京市平谷区中医医院位于北京市平谷区平翔路 6 号，北邻平谷大街，西邻谷丰东路，东邻平翔路，南邻和平家园小区，其地理位置见附图 1。平谷中医院北侧为空地，南侧为住宅小区，东侧为平翔路，西侧为司法局、街道残联、街道办和图书馆等事业单位。

8.2 辐射环境现状监测

医院2018年度委托北京贝特莱博瑞技术检测有限公司和广州职康防护技术服务有限公司进行放射工作场所。检测报告见附件4。北京贝特莱博瑞技术检测有限公司使用剂量率仪 AT/1123/53178；广州职康防护技术服务有限公司使用检测 451P 型电离室巡测仪（GZZK-SB-039）。监测结果显示，北京市平谷区中医医院射线装置运行时，放射工作场所周围剂量率水平平均低于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 控制值。

环评单位于 2018 年 1 月 18 日对新增使用医用血管造影 X 射线机的工作场所环境辐射水平现状进行监测，检测使用 Inspector Exp+ 型便携式 X- γ 剂量率仪（检定报告见附件5，仪器读数范围为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~1000 $\mu\text{Sv/h}$ ），在距地面 1 m 高度测量 γ 辐射剂量率，现状监测结果见表 8.1，监测点位见附图 3。

表8.1 DSA机房及四周环境本底辐射水平监测结果*

监测点位	监测点位置	空气比释动能率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）
1	DS机房中间，离地面1m	0.09~0.12
2	DSA机房西侧，离地面1m	0.09~0.11
3	DSA机房南侧走廊，离地面1m	0.08~0.12
4	DSA机房北侧走廊，离地面1m	0.09~0.12
5	DSA机房东侧控制室，离地面1m	0.08~0.12
6	DSA机房东侧准备间，离地面1m	0.08~0.12

*监测数据未扣除对宇宙射线的响应。

表9 项目工程分析与源项

9.1 射线装置工作原理

医用血管造影 X 射线机（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，采用 X 射线进行成像，由X射线管和高压电源组成，典型 X 射线管的结构见图 9.1。本项目新增使用血管造影机见图 9.2 所示。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。本项目新增使用的 DSA，最大管电压 125 kV，最大管电流 1000 mA，参数可调。

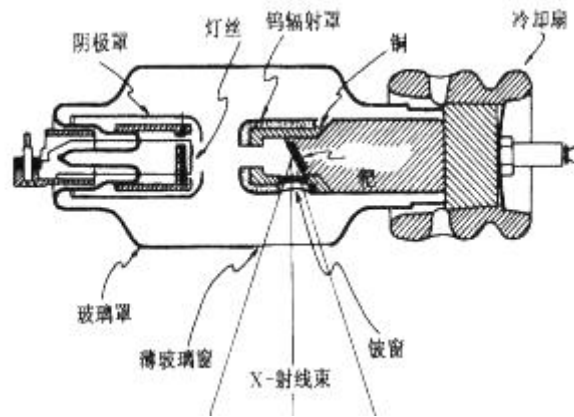


图9.1 典型 X 射线管结构示意图



图9.2 DSA设备照片

9.2 工作流程

医用血管造影 X 射线机的一般操作流程包括：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。

9.3 使用射线装置污染途径分析

9.3.1 主要的放射性污染

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线随着射线装置的开、关而产生和消失。因此，射线装置在关机状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态下才会产生 X 射线，主要的放射性污染包括 X 射线贯穿辐射、泄露辐射和散射辐射。

9.3.2 正常工况的污染途径

正常工况下 X 射线是主要的放射污染。当电子轰击靶时，与靶物质发生作用产生韧致辐射 X 射线，X 射线有用束、漏射及散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染；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生产造成辐射影响。另外，本项目中，介入手术需要借助 X 射线影响检查系统引导操作，治疗过程中工作人员将暴露于射线装置附近，人员受照剂量较高。

正常工况下，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧及氮氧化物等有害气体，如果机房通风状况不佳，将导致有害气体在机房内累积。

9.3.3 事故工况下的污染途径

事故工况主要有：（1）射线装置控制系统失控、电器系统故障或人员疏忽，造成射线装置参数设置错误而造成患者或工作人员受到超剂量照射；（2）无关人员误入机房受到不必要的辐射照射。

表10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 项目工作场所布局分区情况

本项目建设地点位于北京市平谷区中医医院的西南角，拟安装于老年病综合楼 3 层，辐射工作场所实行分区管理，射线装置机房内为控制区，操作室为监督区。南侧为医护通道，北侧为楼道，东侧为控制室和准备间，西侧污物梯和设备间，楼上为设备机房，楼下为供应室，具体布局情况见表 10.1。

表10.1 更新使用射线装置机房周围布局情况

设备名称	厂家型号	位置	东侧	西侧	南侧	北侧	楼上	楼下
医用血管造影 X射线机 (DSA)	Artis zee III ceiling	老年病综合楼 3 层	控制室/准备间	污染梯/设备间	医护通道	楼道	设备机房	供应室

10.1.2 辐射安全与防护设施

本项目机房墙体，防护门，观察窗，顶棚，地坪均有 3 mm 铅当量，无地下室。射线装置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 30 cm 处辐射剂量率不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ；机房面积满足 GBZ 130-2013 中对射线机房使用面积的要求；射线装置机房屏蔽厚度均不低于 2 mm 铅当量，具体屏蔽防护参数见表 10.2。

表10.2 本项目射线装置机房屏蔽设计方案

设备名称	内容	防护设计（铅当量）	标准要求 (GBZ130-2013)	是否符合
医用血管造影 X 射线机 (DSA)	北墙	20cm加气砖+50X50型钢龙骨+9mm 金特板材料 (3 mm Pb)	2 mm Pb	是
	东、西、南墙	50X50型钢龙骨+9mm 金特板材料 (3 mm Pb)	2 mm Pb	是
	顶棚	20 cm 混凝土+ 10 mm 防护涂料 (硫酸钡水泥砂浆) (3.5 mm Pb)	2 mm Pb	是
	地板	20 cm 混凝土+ 10 mm 防护涂料 (硫酸钡水泥砂浆) (3.5 mm Pb)	2 mm Pb	是
	机房面积	56 m ² (8m*7m)	30 m ²	是

备注：混凝土密度不小于 2.35 g/cm³、硫酸钡水泥砂浆密度不小于 3.2 g/cm³、铅密度不小于 11.35 g/cm³。

10.1.3 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 10.3。

表10.3 辐射安全防护设施要求

序号	检查项目		是否拟设置	备注
1	A 场所 设施	操作位局部屏蔽防护设施	√	铅吊屏和铅围帘
2		医护人员的个人防护	√	铅衣、铅围脖、铅围裙 和铅帽各 4 件
3*		患者防护	√	铅衣、铅围脖、铅围裙 和铅帽各 1 件
4		观察窗屏蔽	√	
5		机房防护门窗	√	
6		通风设施	√	
7*		入口处电离辐射警告标志	√	
8		入口处机器工作状态显示	√	
9*	B	辐射监测仪器 仪表	√	美国 Inspector辐射监 测仪 1台
10*	检测	个人剂量计	√	
11	设备	胸部剂量计	√	

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/。

10.1.4 辐射防护措施

(1) 机房采取实体屏蔽措施，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，控制室及机房毗邻区域为监督区。

(3) 机房门拟为电动推拉门，设有脚触感应式开门、自动延迟关门和防挤压功能，控制室门为平开门。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，指示灯拟不设独立控制开关。

(4) 新增辐射工作人员均佩带个人剂量计。

(5) 介入手术室设有观察窗和语音提示系统。

(6) 介入手术室拟采取下列屏蔽措施：手术床的床侧悬挂含 0.5 mm 铅当量的防护帘 2 个、0.5 mm 铅当量的翻板帘 3 个；床上悬挂可移动 0.5 mm 铅当量的铅吊屏 1 个，用于阻挡散、漏射线对辐射工作人员的照射。

(7) 机房配备火灾报警系统，配有灭火用品。

(8) 医院配备符合防护要求的辅助防护用品，机房拟配置工作人员防护用品，包括前 0.5 mm、后 0.25 mm 铅当量的工作人员防护铅衣 4 件；0.5 mm 铅当量的大领铅围脖和铅帽子各 4 件；0.5 mm 铅当量的铅眼镜 4 副；拟配置 0.5 mm 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（成人，儿童各一套）；本项目机房内拟配置为 2 mm 铅的移动铅防护屏风 1 个，0.5 mm 床侧防护屏、床侧防护帘、移动铅屏风各一个。该项目拟配备的个人防护用品见表 10.4。

(9) 拟在家属等候区设置辐射防护注意事项告知牌和宣传栏；制定事故应急预案，尽可能地降低事故情况下对环境的污染。

(10) 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。

(11) 本场所拟新增 1 台 X-γ 辐射监测仪。

表10.4 拟配备的个人防护用品一览表

机房名称	使用人群或类别	配备情况			标准要求	符合情况
		个人防护用品	铅当量	数量	GBZ130-2013	
DSA 机房	工作人员	铅围裙	0.5 mm Pb	4	铅围裙、铅围脖、铅帽子、铅眼镜、防护铅衣	符合
		铅围脖	0.5 mm Pb	4		符合
		铅帽子	0.5 mm Pb	4		符合
		铅眼镜	0.5 mm Pb	4		符合
		防护铅衣	0.25 mm Pb	4		符合
	患者或者受检者（成人）	铅围裙	0.5 mm Pb	1	防护铅衣铅围裙、铅围脖、铅帽子、防护铅衣	符合
		铅围脖	0.5 mm Pb	1		符合
		铅帽子	0.5 mm Pb	1		符合
		防护铅衣	0.25 mm Pb	1		符合
	患者或者受检者（儿童）	铅围裙	0.5 mm Pb	1	防护铅衣	符合
		铅围脖	0.5 mm Pb	1		符合
		铅帽子	0.5 mm Pb	1		符合
		防护铅衣	0.25 mm Pb	1		符合
	辅助防护用品	铅悬挂防护屏	0.5 mm Pb	1	铅悬挂防护屏、床侧防护屏、床侧防护帘、移动铅屏风	符合
		床侧防护屏	0.5 mm Pb	1		符合
		床侧防护帘	0.5 mm Pb	1		符合
移动铅屏风		2 mm Pb	1	符合		

10.1.5 法规符合情况

依据《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》（2017 年）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年）规定，现对北京市平谷区中医医院从事本项目辐射活动能力评价列于表 10.5 和表 10.6。

（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《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》（2017 年）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	许可管理办法要求	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，并在该机构设有本科学历的专职管理人员。	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。	本项目新增 6 名医师、6 名护士，均已参加培训。	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。	机房拟装门-灯-机器低压联锁和门外设工作警示灯和电离辐射警告标志等。	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。	现有辐射工作人员已配备个人剂量计，拟购置了 1 台辐射检测仪，满足实际工作的需求。	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。	有健全的定规章制度、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、人员培训计划、监测方案等。	符合
7	有完善的辐射事故应急措施。	在现有事故应急措施上，根据新建项目的需要，拟制定更为完善辐射事故应急处理预案。	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。	本项目不涉及放射性同位素。	不涉及该内容

(2) 对“环保部 18 号令”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》（环境保护部令第 18 号，2011 年）对拟使用射线装置的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“环保部 18 号令”要求的对照检查见表 10.6。

表10.6 项目执行“环保部 18 号令”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连锁、报警装置或者工作信号。	在机房门外拟设有出束工作状态指示灯，防护门外拟贴有电离辐射警告标志。	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。	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。	符合
4	第十二条 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。	承诺每年 1 月 31 日前向环保部门提交年度评估报告。	符合
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。	本项目新增 9 名工作人员，均已参加培训。	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。	已为所有从事辐射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，医院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

本项目使用射线装置运行过程中不产生放射性废物。

医用血管造影 X 射线机在工作时发出的 X 射线电离空气分子产生微量的有毒气体臭氧和氮氧化物。本项目拟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，臭氧在常温常压下稳定性较差，经通风换气后，废气的环境影响较小。

表11 环境影响分析

11.1 建设或安装过程的环境影响

该项目施工活动对环境的影响主要是设备安装过程中产生的噪声、粉尘以及振动等，为了不影晌周围环境，将采取一些降噪、防尘措施。本项目是工程量小，在病房楼三层的室内进行安装，对周边环境不产生影响。

11.2 医用血管造影 X 射线机运行过程中环境影响分析

11.2.1 基本情况

北京市平谷区中医医院新增使用一台医用血管造影 X 射线机，属床下球管机，配备剂量检测系统，能根据透视或曝光体位，自动调节 X 射线出射剂量，并显示透视剂量和照相剂量。设备运行模式分介入透视和影像摄影（或曝光）两种。

预计本项目运行后，每天接诊 5~10 例手术，全年按 250 天计算，则全年接待手术最多不超过 2500 例。设备新增后医院介入年手术量不超过 2500 例，预计每名介入医师和护士年手术量最多不超过 850 例（每名护士 425 例机房内，425 例控制室）。每例手术摄影与透射所需平均时间约为 30 s 和 300 s。具体医院新增医用血管造影 X 射线机预计运行情况见表 11.1。

表11.1 医院更新医用血管造影 X 射线机预计运行情况

运行工况	X线工作状态参数 (通常情况下)	平均出束时间/例	年手术例数	年累计出束时间
摄影	90kV/500mA	30 s	≤2500	<20.8h
透视	100kV/18mA	300 s	≤2500	<208h

注：摄影状态下的管电流为工作状态下的最大可能值。

11.2.2 正常工况下的贯穿辐射水平

DSA 的额定功率约 80~100 kW。设备具有自动调强功能，摄影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低。如果受检者体型较胖，功率自动增强。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和功率通常留有约 30% 的裕量，即管电压控制在 100 kV 以下，功率控制在 50~70 kW。

本项目保守取透视工况下设备 1 m 处的空气比释动能率最大值 25 mGy/min (1.5Gy/h) 作为源项进行评价，摄影工况下，管电流约为透视工况的 50 倍，最大源强为 75 Gy/h。

X 射线靶点视为点源，源强保守按实际可能使用的最大功率（透视 100kV/18mA、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，来估计算机房周围各关注点的剂量率水平。

考虑到设备图像增强器对主束的屏蔽作用，以及 NCRP 147 号报告提出的对于血管造影机屏蔽估算不需考虑主束照射，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。

依据辐射剂量率与距离成平方反比关系，距靶 R （m）处的辐射剂量率可由式（11-1）计算得到，透射因子由式（11-2）（GBZ 130-2013 中式 D.1）计算得到，设备运行所致机房四周附加剂量率见表 11.2。

$$H_R = \frac{B \cdot H_0}{R^2} \quad (11-1)$$

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha}\right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (11-2)$$

式中，

H_R —距靶 R （m）处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —距靶 R_0 处的剂量率；

R —考查点距靶的距离，m；

B —透射因子；

X —屏蔽厚度，cm；

α 、 β 、 γ —屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，参见 GBZ130-2013 表 D.2。

DSA 设备使用时，机头位置不固定，会在床旁一定范围内移动。DSA 机房的面积大于 8.39 m(长) × 6.7 m(宽)，高度 3.9 m，在屏蔽计算时，保守取设备球管靶点到东西墙壁外估算点的最短距离为 2.8 m，到南北墙壁外估算点的最短距离分别为 3.5 m，保守取设备球管靶点到楼上（楼下）地面 1 m 处估算点的距离为 3.7 m。

从表中估算结果可知，在“透视”和“摄影”过程中，所致血管造影仪房周围附加剂量率最大值为 0.152 $\mu\text{Sv/h}$ ，远远小于本项目所设定的机房屏蔽体外 30 cm 处的剂量率控制水平 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

表11.2 设备运行所致机房四周附加剂量率

序号	位置描述	距离 <i>R</i> (m)	厚度 <i>X</i> (mm)	衰减因子 <i>B</i>	设备 1 m 处剂量率 (Gy/h)	射线束类型	附加剂量 率值 (μGy/h)
X线 透视	北墙外通道	3.5	3 mm铅当量	7.9E-06	1.5	漏射+散射	1.94E-03
	南墙外医护通道	3.5	3 mm铅当量	7.9E-06		漏射+散射	1.94E-03
	西墙外设备间	2.8	3 mm铅当量	7.9E-06		漏射+散射	3.04E-03
	东墙外准备间	2.8	3 mm铅当量	7.9E-06		漏射+散射	3.04E-03
	东墙外控制室	2.8	3 mm铅当量	7.9E-06		漏射+散射	3.04E-03
	楼上设备机房	3.7	3.5 mm铅当量	1.7E-06		漏射+散射	3.75E-04
	楼下供应室	3.7	3.5 mm铅当量	1.7E-06		漏射+散射	3.75E-04
X线 摄影	北墙外通道	3.5	3 mm铅当量	7.9E-06	75	漏射+散射	9.72E-02
	南墙外医护通道	3.5	3 mm铅当量	7.9E-06		漏射+散射	9.72E-02
	西墙外设备间	2.8	3 mm铅当量	7.9E-06		漏射+散射	1.52E-01
	东墙外准备间	2.8	3 mm铅当量	7.9E-06		漏射+散射	1.52E-01
	东墙外控制室	2.8	3 mm铅当量	7.9E-06		漏射+散射	1.52E-01
	楼上设备机房	3.7	3.5 mm铅当量	1.7E-06		漏射+散射	1.87E-02
	楼下供应室	3.7	3.5 mm铅当量	1.7E-06		漏射+散射	1.87E-02

11.2.3 介入术者的职业受照有效剂量估算

从事介入手术的工作人员与射线管距离约为 0.5 m，手术工作人员进行手术时穿着铅衣（0.5 mmPb），医院配备有铅帘和铅屏风（1 mmPb），根据公式（11-1）和（11-2）可计算在“摄影”和“透视”工况下手术工作人员操作处的辐射剂量率分别为 244 μGy/h 和 4.89 μGy/h。根据公式(11-3)，可计算出手术工作人员年剂量为 2.045 mSv，低于本项目设定的 5mSv 的年剂量约束值。

$$\text{附加年有效剂量计算公式} : E = D \times t \times T \times k \quad (11-3)$$

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 $T=1/8$ 。

本项目中，设备新增一台血管造影 X 射线机后，医院安排医师轮换操作，保守估计每名医师完成 850 例手术，透视工况下工作时间为 69 h，摄影工况下工作时间为 7 h。每名医师的年受照最大剂量按照公式（11-3）计算，结果见表 11.3，可见，医师的年受照剂量低于设定的 5 mSv 的年剂量约束值。

本项目中，护士相对医师来说与 DSA 设备距离更远，每名护士年受照最大剂量将低于医师年受照最大剂量，可见，本项目中护士的年受照剂量也低于设定的 5 mSv 的年剂量约束值。

表11.3 职业人员附加年有效剂量估算结果

估算对象		最大附加剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	年工作时间 (h/a)	居留因子	年附加有效剂量
医师	透视	4.89	69	1	2.045 mSv
	摄影	244	7	1	

11.2.4 工作人员和公众人员受照分析

参照表 11.2 可对工作人员以及周围公众受照剂量进行估算。

表11.4 工作人员和公众的年受照剂量

序号	位置描述	居留因子	年受照时间 (h)	年受照剂量 (μSv)	人员
1	北墙外通道	1/8	228.8	0.31	公众
2	南墙外医护通道	1/8	228.8	0.31	工作人员
3	西墙外设备间	1/8	228.8	0.48	工作人员
4	东墙外准备间	1/8	228.8	0.48	患者
5	东墙外控制室	1	228.8	3.85	工作人员
6	楼上设备机房	1/8	228.8	0.06	工作人员
7	楼下供应室	1/8	228.8	0.06	工作人员

由表 11.4 可知，本项目运行后，控制间工作人员年受照剂量约为 3.85 $\mu\text{Sv/a}$ ，低于本评价设定的剂量约束值 5 mSv；机房外公众及工作人员年附加剂量不超过 0.48 $\mu\text{Sv/a}$ ，低于本评价设定的剂量约束值 0.1 mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.2.5 有害气体的环境影响

医用血管造影 X 射线机运行期间，会产生微量的臭氧、氮氧化合物等有害气体，采取机

械通风、保证换气次数，有害气体对环境和人员的影响不大。

11.3 异常事件（故）分析与防范建议

11.3.1 事件（故）分析

医用 X 射线装置发生放射事故的机率极小，可能发生事件包括：在射线装置工作状态下，人员进入机房产生误照射；X 射线装置工作状态下，控制室未关闭防护门或突然被打开，对停留员产生误照射。

11.3.2 事件（故）防范措施建议

北京市平谷区中医医院制定了《辐射事故应急处置预案》，对于可能发生的意外照射事件，建议采取以下防范措施：

- ①辐射工作场所设置电离辐射警示标志、中文警告说明和工作状态信号灯；
- ②建立健全的操作规程，严格执行放射诊断操作规程和辐射安全管理制度，减少误操作等引起的偶然性破损，将辐射影响减少到最低程度；
- ③定期检查安全规章和制度落实情况，发现问题及时纠正；
- ④完善《放射事故应急处理预案》，应急预案须明确应急处理领导小组及职责、处理原则和处理程序等。

表12 辐射安全管理

12.1 辐射安全管理小组

目前医院的管理小组能够满足要求，管理小组保持不变。辐射安全管理小组的职责：

(1) 对医院的辐射安全工作实行统一管理，严格执行国家环保部和北京市环保局制定的辐射安全防护和环境保护方面的法律、法规、标准。

(2) 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，并依法对造成的放射性危害承担责任。

(3) 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。

(4) 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）、台帐管理制度、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。

(5) 定期开展辐射应急培训，组织应急演练，有效应对辐射事故。

(6) 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 日前报北京市环保局。

(7) 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。

12.2 辐射工作人员

本项目新增加工作人员，均已参加辐射防护与安全知识培训，并通过了考核，取得了培训证书。

表12-1 本项目配置工作人员参加培训情况

序号	姓名	培训证书号	培训时间	培训单位
1	宋志丽	C1408036	2018.11.10-11.11	核工业北京化工冶金研究院
2	刘长正	C1408026	2018.11.10-11.11	同上
3	赵国芳	C1408023	2018.11.10-11.11	同上
4	姚 远	C1408123	2018.11.10-11.11	同上
5	贾雪霞	C1817011	2018.11.10-11.11	同上
6	李红霞	C1817012	2018.11.10-11.11	同上
7	李文鑫	C1817048	2018.11.10-11.11	同上
8	刘大伟	C1817044	2018.11.10-11.11	同上
9	王国利	C1817045	2018.11.10-11.11	同上

12.3 辐射安全管理制度

医院辐射安全管理严格遵循国家的各项相关规定，结合医院的具体情况，认真贯彻辐射安全和防护的相关制度。根据本项目的辐射安全管理要求，医院将补充完善现有的辐射安全管理制度，增加关于本项目的辐射安全管理制度和操作规程等。

12.4 辐射监测

(1) 个人剂量检测

医院制订了医院有关辐射工作人员个人剂量监测的管理要求，并将辐射工作人员个人剂量监测工作作为全院辐射监测计划体系的管理目标之一，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已委托有资质单位承担，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。

(2) 工作场所及环境检测

医院拟购置 1 台 X- γ 辐射监测仪，可以满足实际工作的需求。医院应制定工作场所监测方案，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、监测部门等。重点监测防护门外 30 cm 处，门左、中、右侧 3 个点及门缝四周、辐射工作人员操作位置等场所。监测点位位于屏蔽墙外 30 cm 距地面 1 m 处，监测频次不少于 1 次/年，并对监测项目、监测点位、监测结果等进行记录存档，能够满足医院辐射防护和环境保护的要求。

医院拟建立辐射环境自行监测记录或报告档案，并妥善保存，接受环境保护行政主管部门的监督检查。监测记录或报告记载监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息，辐射工作单位的辐射环境自行监测记录或报告，随本单位辐射安全和防护年度评估报告一并提交北京市环保局。医院现有的监测方案能够满足相关标准要求。

医院拟使用 1 台 X- γ 辐射监测仪对血管造影仪房周围的辐射水平进行监测，另外，每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行一次监测。

12.5 辐射事故应急管理

北京市平谷区中医医院制定了《辐射事故（件）应急预案》，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》，向当地环境保护部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。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 辐射环境评价

(1) 项目概况：为满足医院开展放射诊疗工作需求、更好地服务患者，北京市平谷区中医医院在门诊楼东侧新增使用一台血管造影 X 射线机，符合实践正当性的要求；

(2) 本项目主要的环境问题：射线装置产生的 X 射线贯穿辐射、泄漏辐射和散射辐射，对工作人员、周围公众以及周围环境的影响；

(3) 本项目周围辐射环境现状调查结果表明：评价区域内环境 γ 辐射剂量水平与北京市的环境 γ 辐射剂量率水平基本一致；

(4) 工作场所和防护措施的屏蔽能力：新增设备运行后，射线装置机房外辐射剂量率均低于剂量率控制水平 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，其防护能力满足辐射环境保护的要求；估算结果显示，介入医师年受照剂量约为 2.045 mSv ，低于本评价设定的介入医师受照剂量约束值不超过 5 mSv/a 的要求；控制间工作人员年受照剂量约为 $3.85 \mu\text{Sv}$ ，低于本评价设定的剂量约束值 5 mSv ；机房外公众和工作人员的年附加剂量不超过 $0.48 \mu\text{Sv}$ ，低于本评价设定的剂量约束值 0.1 mSv/a ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

(5) 本项目在运行过程中，不产生放射性“三废”，产生的少量的 O_3 和 NO_x 等有害气体，经正常排风换气后，对环境影响十分轻微。

(6) 采取的辐射防护措施符合国家环保部和北京市法律法规和有关标准的辐射防护要求；

(7) 辐射安全管理：指定专人负责辐射安全和防护工作，制订一系列辐射防护管理制度，包括辐射防护领导小组工作职责；辐射工作人员培训计划；辐射工作人员剂量监测方案；辐射工作场所监测方案；仪器设备使用、检修、维护管理制度。

13.1.2 选址合理性分析

新增的辐射工作场所设在医院内部相对独立的工作区域内，机房充分考虑了周围场所的防护与安全，以及患者就诊和临床应用的便利性，对公众影响较小。因而从辐射环境保护方面论证，医院应用射线装置工作场所的选址是合理可行的。

13.1.3 辐射防护屏蔽能力分析

由北京市平谷区中医医院的辐射工作场所及周围辐射剂量水平监测结果，以及辐射环境影

响分析可知，机房的屏蔽措施符合辐射防护安全的要求。

13.1.4 结论

综上所述，北京市平谷区中医医院使用 II 类射线装置项目，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 建议和承诺

为保护环境，保障公众和工作人员身体健康，预防事故发生，建议加强辐射安全管理，落实辐射安全与防护设施；及时安排辐射工作人员参加辐射防护与安全培训/复训，确保辐射工作人员持证上岗；做好辐射工作人员个人剂量监测和场所日常监测工作，并记录存档；按要求委托有资质的监测单位对工作场所进行监测，监测频次不少于 1 次/年。

同时，医院承诺：

(1) 完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行，接受审批部门监督检查，及时整改检查中发现的问题；

(2) 按要求开展个人剂量监测、工作场所监测和环境监测工作；加强辐射工作人员的个人剂量检测管理，按要求佩戴个人剂量计，防止超剂量照射事故发生。

(3) 开展使用射线装置，按照规定程序向许可证颁发部门提出申请，按规定获得批准后，方可实施；

(4) 项目竣工三个月内开展自行验收工作。

(5) 加强内部监督管理，并接受审批部门的监督检查。

13.3 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13.1。

表13.1 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 0.1 mSv/a 和 5 mSv/a 要求。
剂量当量率	DSA 在透视条件下机房外周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/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	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

计	屏蔽能力满足辐射防护的要求。
辐射安全设施	机房设有工作警示灯和电离辐射警告标志等。
监测仪器	配备检测仪器：已新配 1 台辐射监测仪。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、工作人员培训计划等。辐射安全管理制度和操作规程得到宣贯和落实。
人员培训	辐射工作人员参加环保部或市环保部门认可的培训机构的培训。
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