

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

北京大学人民医院

2019 年 3 月

环境保护部监制

核技术利用项目

使用II类射线装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：北京大学人民医院

建设单位法人代表：

通讯地址：北京市西直门南大街 11 号

邮政编码：100044

联系人：郭凤霞

电子邮箱：guofengxia1972@163.com 联系电话：010-88325512

目录

表 1	项目概况	1
表 2	放射源	10
表 3	非密封放射性物质	11
表 4	射线装置	12
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	13
表 6	评价依据	14
表 7	保护目标与评价标准	15
表 8	环境质量和辐射现状	18
表 9	项目工程分析与源项	20
表 10	辐射安全与防护	22
表 11	环境影响分析	28
表 12	辐射安全管理	35
表 13	结论与建议	38
表 14	审 批	40

附图 1 北京大学人民医院地理位置示意图

附图 2 北京大学人民医院平面布局图

附图 3 北京大学人民医院创伤救治中心一层平面图

附图 4 北京大学人民医院急救复苏单元平面布局图

附件 1 辐射安全许可证

附件 2 2017 年度个人剂量监测报告

附件 3 放射性废物处置管理台账

附件 4 类似 DSA 机器检测报告

附件 5 产权证明

表 1 项目概况

建设项目名称		使用II类射线装置				
建设单位		北京大学人民医院				
法人代表		姜保国	联系人	郭凤霞	联系电话	010-88325512
注册地址		北京市西直门南大街 11 号				
项目建设地点		北京市西直门南大街 11 号				
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)	120	投资比例（环保投资/总投资）	12%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积(m ²)	60
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 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					
	1.1 单位概况 北京大学人民医院创建于 1918 年，是中国人自行筹资建设和管理的第一家综合性西医医院，最初命名为“北京中央医院”，中国现代医学先驱伍连德博士任首任院长。北京大学人民医院的发展历程，是中国医学进步的见证。经过 100 年的发展现已发展成为集医疗、教学、科研为一体的现代化综合性三级甲等医院。医院正式员工总数 2379 人，中国工程院院士 1 名，编制床位 1448 张（开放床位 1700 余张），设有 40 个临床科室、17 个医技科室和 25 个职能处室。 在学科建设方面，医院搭建支持平台、关注重点学科发展，形成了以 11 个国家教育部重点学科为龙头，以 18 个卫生部临床重点专科、5 个北京大学级研究所、3 个北京市重点学科、1 个国家中医药管理局中医药重点学科以及国家级人才培养模式示范区、国家级特色专业示范点、国家级教学创新团队为战					

略支点，临床、教学、科研三大学科集群比肩并行的学科发展布局。

医院以高层次创造性人才队伍建设为龙头，加强人才队伍建设，优化队伍结构。现有 18 名学术带头人在重要国际学术委员会任职，中华医学会各学科分会前任、现任和候任主任委员 12 名，副主任委员 18 名；中华护理学会主任委员 2 名，副主任委员 4 名；在中国医师协会、中国医院协会以及各国家级管理专业委员会均占有重要角色，成为医院高水平发展的中流砥柱。

北京大学人民医院为已取得《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

北京大学人民医院已于 2018 年 10 月 30 日取得了北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[B0062]，有效期至 2021 年 5 月 16 日，见附件 1），许可的种类和范围是：使用Ⅲ类、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。

北京大学人民医院已许可使用的射线装置见表 1-1 所示。

表 1-1 北京大学人民医院已许可的射线装置情况

序号	名称	类别（类）	数量（台）
1	医用电子直线加速器	Ⅱ	1
2	模拟定位机	Ⅲ	1
3	医用 X 射线 CT 机	Ⅲ	4
4	骨密度仪	Ⅲ	2
5	DSA	Ⅱ	3
6	PET/CT	Ⅲ	1
7	移动式 X 射线机	Ⅲ	7
8	牙科 X 射线机	Ⅲ	3
9	放射诊断用普通 X 射线机	Ⅲ	18
10	乳腺 X 射线机	Ⅲ	1
11	SPECT/CT	Ⅲ	1
	合计		42

北京大学人民医院已许可的非密封放射性同位素、放射源使用情况见表

1-2、1-3。

表 1-2 北京大学人民医院已许可非密封放射性同位素使用情况

工作场所名称	等级（类别）	核素名称	日等效最大操作量（Bq）	备注
新院核医学科	乙级	I-123	1.48E+6	
		Tl-201	7.4E+6	
		F-18	1.11E+8	
		In-111	1.48E+6	
		Sm-153	1.48E+7	
		Ga-67	1.48E+7	
		P-32	7.4E+5	
		H-3	2.22E+4	
		Tc-99m	3.7E+8	
		Sr-89	2.96E+7	
		I-131	6.68E+7	
新院核医学科 PET/CT 室	乙级	F-18	7.4E+7	
新院手术室	丙级	I-125 粒子	1.85E+7	
新院核医学科 放免室	丙级	I-125	4.44E+6	

表 1-3 北京大学人民医院已许可放射源使用情况

序号	核素	类别	活度(贝可)	(枚数)
1	Ir-192	III	3.7E+11	1
2	Ge-68	V	4.7E+7	1
3	Ru-106	V	3.7E+7	6

1.2.2 近几年履行环保审批情况

北京大学人民医院近几年共有 2 个辐射项目环评报告表项目，都已办理了

竣工验收，具体落实情况见表 1-4。

表 1-4 建设项目竣工验收落实情况

序号	环评批复文号	项目名称	类别	竣工验收文号	结论
1	京环审 [2013]498 号	新增 1 台最大能量 15MV 直线加速器	报告表	京环验 [2016]48 号	/
2	京环审 [2015]423 号	新增使用 1 台 Innova IGS 530 型医用血管 造影 X 射线机	报告表	已自行验收	建设项目环境 影响评价信息 平台公示

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，促进放射性同位素和射线装置的合法使用，北京大学人民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、保健医疗部、疾病预防控制处、财务处、后勤管理处、保卫处、核医学科、放疗科、心内科、神经外科等各部门的相关人员担任组员，并指定医务处郭凤霞专职负责辐射安全管理工作，辐射防护领导小组组员名单见表 1-5。

表 1-5 北京大学人民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	姜保国	院长	骨科学	创伤中心	兼职
副组长	张俊	副院长	内科学	神经内科	兼职
组员	王茜	主任	医学影像	核医学科	兼职
	洪楠	主任	医学影像	放射科	兼职
	马国俭	副处长	/	总务处	兼职
	王伟民	主任	内科学	心内科	兼职
	王冷	主任	护理学	护理部	兼职
	王晶桐	处长	内科学	医务处	兼职
	王智峰	主任	内科学	消化内科	兼职

	付中国	主任	骨科学	创伤中心	兼职
	冯艺	主任	麻醉学	麻醉科	兼职
	孙薇	副处长	临床医学	医务处	兼职
	吴晓舟	护士长	护理	中心手术室	兼职
	张小明	主任	外科学	血管外科	兼职
	张鹏	处长	/	保卫处	兼职
	陈亚林	主任	医学影像	放疗科	兼职
	郑阳	处长	医学影像	设备处	兼职
	侯志骅	处长	/	总务处	兼职
	姜冠朝	处长	外科学	教育处	兼职
	赵明威	主任	眼科学	眼科	兼职
	高承志	主任	口腔学	口腔科	兼职
	高杰	处长	外科学	继续教育处	兼职
	翟莹	护士长	护理	介入诊疗中心	兼职
	郭凤霞	护师	护理	医务处	专职

1.2.3.2 制定规章制度及落实情况

北京大学人民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、放射性同位素与射线装置操作规程、辐射工作人员培训计划、辐射工作场所安全和防护管理制度、设备检修维护制度、辐射工作人员个人剂量监测制度、工作场所和环境辐射水平监测方案、台帐管理制度、放射性废物管理制度、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 工作人员培训情况

单位制定有辐射工作人员培训计划。目前，医院从事辐射相关工作人员有208名，分别于2016年5月、11月参加了辐射安全与防护培训班，并都取得培训合格证书。

1.2.3.4 个人剂量监测情况

北京大学人民医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 个月检测一次。医院最近一次的年度个人剂量检测报告（2017 年度）结果表明，工作人员个人剂量均未超过年剂量管理目标值（5mSv），辐射工作人员个人剂量监测统计结果见表 1-6，报告详见附件 2。

表 1-6 2017 年度辐射工作人员个人剂量监测结果统计

总人数	最小值	最大值	平均值	备注
351 人	34 μ Sv	2230 μ Sv	173 μ Sv	部分为实习学生和进修人员

1.2.3.5 工作场所及辐射环境监测情况

北京大学人民医院已制定辐射工作场所监测制度，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。

医院已建立辐射环境自行监测记录档案，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环保局。医院每年委托有 CMA 资质的单位对医院已有的放射性同位素工作场所和所有射线装置机房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。医院现有的监测方案能够满足相关标准要求，医院已配备必要的辐射监测仪器，详细清单见表 1-7。

表 1-7 医院现配有辐射监测仪器清单

仪器名称	型 号	数量	检定有效期	使用场所	备注
辐射仪	JB4000	1	2020 年 1 月 14 日	核医学科	
表面污染仪	Inspector	1	2020 年 1 月 29 日	核医学科	
表面污染仪	Inspector+	1	2020 年 1 月 16 日	核医学科	
表面污染仪	JB4100	1	2020 年 1 月 16 日	核医学科	
电离室巡检仪	451P	1	2020 年 1 月 14 日	放疗科	

1.2.3.6 辐射事故应急管理情况

北京大学人民医院依据《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，即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行政部门报告。2018 年 12 月医院辐射安全领导小组组织放射科、核医学科、放疗科、保卫处等相关科室人员参加了每年一度的辐射事件应急预案演练。

1.2.3.7 放射性废物的管理情况

北京大学人民医院按照《北京市生态环境局办公室关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》对放射性废物进行管理。放射性固体废物分类收集于专用的废物库内，暂存时间分别超过 30 天、10 倍最长半衰期，对表面污染和辐射剂量率水平自行监测无异常后做为医疗废物处置。医院最近于 2018 年 12 月 29 日按照要求对废物库内暂存时间满足要求的固体废物进行了清洁解控，并进行了详细解控记录（解控记录详见附件 3），主要为含有 Tc-99m、F-18、两种核素的放射性固废。

1.2.3.8 其他情况

2018 年度，北京大学人民医院较圆满地完成了各项辐射安全防护工作，依据相关法律法规对单位放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，编写了年度评估报告。

1.3 项目建设规模、目的和任务的由来

1.3.1 本项目情况

北京大学人民医院为进一步提高医院急诊医疗服务水平，将医院西侧的西配楼改建成北京大学人民医院创伤救治中心，在改造后的创伤救治中心一层急救复苏单元新增使用 1 台血管造影机（DSA），射线装置情况见表 1-8。

表 1-8 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
1	急救复苏单元	UNIQ FD20型血管造影机	飞利浦	125	1000	II类

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》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，受北京大学人民医院的委托，对该单位拟使用的II类射线装置整个使用过程的环境影响进行评价。接到委托后，环评编制单位组织相关人员对现场进行了调查和资料收集工作，并最终编制完成本项目的辐射环境影响报告表。

1.3.3 项目建设正当性和必要性

为打造现代化专用应急救援保障空间，进一步提高北京大学人民医院急诊医疗服务水平，北京大学人民医院将作为学生公寓、洗衣房、热力站的西配楼进行改造，将其建成符合现代急救理念、患者人文需求的创伤救治中心。改造后的医院创伤救治中心包括抢救大厅、急诊诊室、手术室、重装 ICU、急诊留观病区、放射科、检验科及其他各类检查室，新增医疗面积约 5000 平米，将极大优化医院急诊诊疗环境，提升急诊医疗服务水平。为了将急危重症救治流程进一步优化，相互协作、优势互补，在改造后的医院创伤救治中心一层急救复苏单元新增使用 1 台血管造影机（DSA），用于急诊介入诊疗。

北京大学人民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。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。北京大学人民医院引进 DSA 设备的目的是提升急诊医疗服务水平，为广大患者提供更加全面、先进的医疗服务技术，故上述设备的使用具有正当性和必要性。

1.3.4 开展新项目的技术能力

人员配备：本项目主要用于急救复苏中的 DSA 手术，医院拟调配有经验

的 12 名辐射工作人员参与本项目的工作，其中心内科医师 3 人，神经内科医师 1 人，血管外科医师 3 人，放射科工作人员 3 人，护士 2 人。

检测仪器配备：本项目拟新配 1 台便携式 X/γ 剂量监测仪。

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	UNIQ FD20	125	1000	医学 诊疗	急救复苏单元	飞利浦公司

(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/m³；年排放总量用kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日。 (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日。 (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日。 (4) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日。 (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2014 年 7 月 29 日。 (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2018 年 4 月 28 日。 (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2017 年 12 月 20 日。 (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。 (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。 (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。 (11) 《北京市环保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 1 月 25 日。
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），环境保护部。 (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） (3) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013） (4) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93） (5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）
其他	(1) NCRP Report No.147: Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004。 (2) 北京大学人民医院提供机房改造的建筑设计图以及与建设项目相关的其他技术资料，2019 年 1 月。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

7.1.1 评价内容

本项目为新增 1 台 DSA。

7.1.2 关注问题

(1) 机房屏蔽厚度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急救复苏单元机房外周围 50m 区域。

7.2 环境保护目标

本项目急救复苏单元位于医院西直门院区创伤救治中心一层中部,机房东侧为走廊,南侧为控制室、设备间,西侧为室外空地及医院围墙,北侧为分诊台,楼上为工作人员休息室,楼下为热力交换站。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。

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	距离(m)	数量(人)	方位	周围 50m 范围内主要建筑物
DSA	公众	紧邻	5	急救复苏单元东侧	走廊、诊室、室外空地
	工作人员	紧邻	5	急救复苏单元南侧	控制室、设备间
	公众	5~50	50	急救复苏单元西侧	停车场、院外道路
	公众	紧邻	3	急救复苏单元北侧	分诊台、走廊



图 7-1 急救复苏单元周围 50m 范围内主要建筑物图

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

对辐射工作人员，本项目取 2mSv/a 作为剂量约束值（医院剂量管理目标值为 5mSv/a）；对公众，本项目取 0.1mSv/a 作为剂量约束值。

本项目 DSA 辐射工作人员与已开展项目存在剂量累加情况，本次评价所

取年剂量剂量约束值是单位统一剂量管理目标值。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环保部门备案。

7.3.1.3 剂量率控制水平

根据 GBZ130-2013，急救复苏单元外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5 μ 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

《医用 X 射线诊断放防护要求》（GBZ130-2013）第 5.2 条款指出：每台 X 射线机(不含移动式和携带式床旁摄影机与车载 X 射线机)应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求；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 ²)	机房内最小单边 长度(m)
单管头 X 射线机（介入 X 射线设备机房）	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

北京大学人民医院位于北京市西城区西直门南大街 11 号，医院地理位置见附图 1 所示。医院东邻西直门南大街，南面为车公庄大街 1 号院，西面为北礼士路，北面为西直门外南路，医院平面布局见附图 2 所示。

8.1.2 场所位置

本项目急救复苏单元位于医院创伤救治中心一层中部，机房东侧为走廊，南侧为控制室、设备间，西侧为室外过道及医院围墙，北侧为分诊台，楼上为工作人员休息室，楼下为热力交换站。急救复苏单元平面布局及毗邻关系见附图 3。

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、 γ 辐射剂量率水平监测。

（3）监测点位

选取拟建急救复苏单元场所及周围进行监测。

（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- γ 射线剂量率监测仪器参数与监测规范

仪器名称	环境 X- γ 剂量率仪
型号/编号	GH-102A/110617
生产厂家	青岛金仕达电子科技有限公司
能量响应	50keV~3.0MeV 不超过对 ^{137}Cs ， γ 辐射响应的 $\pm 30\%$
量程	X- γ : 0.01 $\mu\text{Gy/h}$ ~100 $\mu\text{Gy/h}$

检定证书	中国计量科学研究院 (检定证书编号: DYjl2018-0986) 有效期: 2018 年 2 月 23 日~2019 年 2 月 22 日
监测规范	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)

(5) 现状监测结果及评价

2019 年 1 月 10 日评价单位对项目地及周围环境辐射水平进行了检测, 评价区 γ 辐射水平调查结果见表 8-2。

表 8-2 拟建急救复苏单元辐射环境水平监测结果

场所名称	点位序号	测 点 描 述	辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
拟建急救 复苏单元 2	1	拟建机房控制室	0.10
	2	拟建机房东侧	0.12
	3	拟建机房南侧	0.11
	4	拟建机房西侧	0.12
	5	拟建机房北侧	0.10
	6	拟建机房楼下	0.10
	7	拟建机房楼上	0.10
北京市范围 ^[1]			42.3~151.6nGy/h

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

由表 8-2 中检测结果可知, 拟建急救复苏单元场所及周围的 X- γ 辐射剂量率为 0.10~0.12 $\mu\text{Gy/h}$, 为北京市的天然本底范围之内, 未发现异常高值。

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，其典型 X 射线管的结构详见图 9-1。

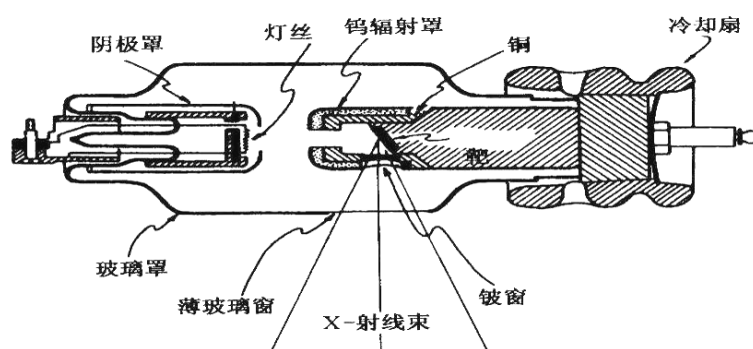


图 9-1 典型 X 射线管结构图

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。

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。

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

将医院西侧的西配楼改建成北京大学人民医院创伤救治中心，在改造后的创伤救治中心一层急救复苏单元新增使用 1 台血管造影机（DSA），急救复苏单元南侧为控制室和设备间，机房南墙与控制室拟设置观察窗和连通门（称控制室门），东墙与走廊拟设连通门（称机房门），工作人员拟位于机房内和控制室内曝光。机房拟采用中央空调通风，拟不设置采光窗。

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 ²)	屏蔽墙体方向	屏蔽材料及厚度	备注
1	急救复苏单元	32.4	东、南、北墙	150mm 龙骨石膏板+2mm 铅	
			西墙	240mm 炉渣盲孔砌块+1mm 铅	
			顶棚、地板	16cm 混凝土	
			控制室门	2mm 铅	
			机房门	2mm 铅	
			观察窗	15mm 厚铅玻璃（3mm 铅当量）	

备注：炉渣盲孔砌块的密度约为 1.3t/m³，24cm 炉渣盲孔砌块相当于 13cm 混凝土。

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 急救复苏单元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*	A 场所 设施	操作位局部屏蔽防护设施	√	铅吊屏和铅围帘等
2*		医护人员的个人防护	√	每个场所铅衣、围裙、铅围脖和铅帽子各 5 件
3		患者防护	√	每个场所围裙、铅帽、铅围脖各 1 件
4*		观察窗屏蔽	√	铅玻璃观察窗
5		机房防护门窗	√	拟配有两个铅防护门

6		通风设施	√	机房内拟配有中央空调
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	√	门上拟装状态指示灯
9*	B 监测 设备	辐射监测仪器仪表	√	拟增 1 台便携式检测仪
10*		个人剂量计	√	所有工作人员配备 TLD 个人剂量计
11		腕部剂量计	×	

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/。

10.1.3 急救复苏单元辐射防护措施

（1）机房采取实体屏蔽措施，急救复苏单元设计的防护能力和评价依据对照情况见表 10-3，满足 GBZ130-2013 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，控制室及机房毗邻区域为监督区。

（3）急救复苏单元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）辐射工作人员均佩戴个人剂量计。

（5）急救复苏单元设有观察窗和语音提示系统。

（6）急救复苏单元拟采取下列屏蔽措施：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、铅防护帘各 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，急救复苏单元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 10 件；0.5mm 铅当量的大领铅围脖、围裙和铅帽子各 10 件；0.5mm 铅当量的铅眼镜 8 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；机房内拟配置 2mm 铅的移动铅防护屏风 1 个。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 GBZ130-2013 标准相关要求。

(8) 机房配备火灾报警系统，配有灭火用品。

(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) 急救复苏单元采用中央空调对 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) 本项目拟新配 1 台便携式辐射检测仪。

表 10-3 急救复苏单元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
急救复苏单元 2	东、南、北墙	150mm 龙骨石膏板+2mm 铅	2.5mm	2mm	是
	西墙	240mm 炉渣盲孔砌块+1mm 铅	2.9mm	2mm	是
	顶棚、地板	16cm 混凝土	2.4mm	2mm	是
	控制室门	2mm 铅	2mm	2mm	是
	机房门	2mm 铅	2mm	2mm	是
	观察窗	15mm 厚铅玻璃（3mm 铅当量）	3mm	2mm	是
	机房有效尺寸：（6m×5.4m），有效面积 32.4m ² （标准要求：最小有效使用面积不小于 20m ² ；机房内最小单边长度不小于 3.5m）。				是

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、铅橡胶帽子、铅防护眼镜 选配：防护手套	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、铅橡胶帽子 选配：阴影屏蔽器具	—
急救复苏单元机房配备情况	防护铅衣、大领铅围脖、围裙和铅帽子各10件、铅眼镜8副	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏各1个，铅防护屏风1个	铅围裙、铅围脖、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，现对北京大学人民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。	医院包括本项目人员在内的所有辐射相关工作人员均已培训合格。	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。	已制定相应的操作规程，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。	符合
5	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用 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，本次拟新增 1 台便携式辐射监测仪。	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。	有完善的辐射事故应急措施。	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。机房安装有门-机联锁安全装置及工作警示灯。	符合
2	第七条 放射性同位素 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。	本院辐射相关工作人员均已培训合格，包括涉及本项目的辐射工作人员。	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。	将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	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

	委托具备条件的机构进行个人剂量监测。		
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机房改造过程中产生的噪声、粉尘以及振动等，为了不影响周围环境，在机房改造过程中，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。本项目是对原有房间进行改造，工程量小，且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

医学 X 射线设备的种类繁多，用途各异，每一种设备都有其专用的 X 射线机房，而且其屏蔽设计的要求和特点也有很大差别，因此，每一种机房必须进行专门的设计、计算、建造和评价。但是《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）未给出介入专用 X 射线机房 α 、 β 、 γ 不同屏蔽材料有关的三个拟合参数和每名患者工作负荷、1m 处的空气比释动能等，未能定量估算机房外的附加剂量，而 NCRP147 报告以美国人均标准给出了相关数据，因此本项目采用美国 NCRP147 报告相关数据进行保守估算。

11.2.1 剂量估算公式

（1）衰减因子

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

式中： χ 为某种屏蔽材料的厚度；

α 、 β 、 γ 为与不同屏蔽材料有关的三个拟合参数，由 NCRP147 报告给出。

（2）辐射剂量

$$H = \frac{H_0}{R^2} \times K^{-1} \quad (11-2)$$

式中： H_0 为距散射体 1m 处的剂量；

R 为散射面中心点到关注点的距离，m；

其它因子含义同上。

（3）年有效剂量

$$E = \sum W_T \times \dot{H} \times T \times t \quad (11-3)$$

式中： E 为年有效剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

$\sum W_T$ 为组织 T 组织权重因数，对全身均匀照射 $\sum W_T=1$ ；

$\dot{H}$ 为关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T 为人员的居留因子；

t 为年曝光时间， h/a 。

11.2.2 血管造影机运行工况

本项目急救复苏单元拟增的 1 台血管造影机用于开展心脏射频消融、起搏器安装的心脑血管、外周血管、神经内科介入等造影手术。根据美国 NCRP147 报告，该急救复苏单元只需考虑次级辐射的屏蔽设计，且心脏血管造影比外周血管造影和神经血管造影每名患者工作负荷、1m 处屏蔽次级泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能都大，因此本项目急救复苏单元均以心脏血管造影模式估算。血管造影每个患者透视时间（透视出束时间）不大于 600s（每名患者透视工作负荷保守按 $60\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$ ）；每个患者摄影时间（摄影出束时间）不大于 150s（按较大 15f/s，10ms/f 估算，实际出束时间不大于 22.5s，若系列采集电流为 200mA，则每名患者摄影工作负荷 $75\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$ ），则血管造影每名患者工作负荷（ W_{norm} ）为 $135\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$ ，美国人平均体重比我国人均体重大，本评价均按 NCRP147 报告中心脏血管造影工作负荷保守估算，即每名患者工作负荷（ W_{norm} ）为 $160\text{mA}\cdot\text{min}/\text{患者}$ 、距源 1m 处未屏蔽次级泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能总和为 $2.7\text{mGy}/\text{患者}$ 、泄漏+前/背向散射总和为 $3.8\text{mGy}/\text{患者}$ 。

11.2.3 剂量估算

机房采取实体屏蔽措施，两间机房六面墙体均满足 GBZ130-2013 中介入 X 射线设备机房 2mm 厚铅当量的屏蔽要求。根据医院提供资料，急诊 DSA 手术量相对较少，每年不大于 500 人次。根据公式 11-1 和 11-2 估算，急救复苏单元的屏蔽估算结果如表 11-1 和 11-2 所示，估算点位见图 11-1 和图 11-2。

表 11-1 急救复苏单元周围附加剂量

位置	屏蔽厚度	衰减因子 (K^{-1}) *	射线束	距离 (m)	屏蔽前 年剂量 (μGy)	屏蔽后年附 加剂量 (μGy)	屏蔽后附 加剂量 率 $\mu\text{Gy/h}$	备注
东墙 A	15cm 龙骨石膏板+2mm 铅 (等效 2.5mm 铅)	2.0E-4	泄漏+侧向 散射	3.3	1.24E+5	24.3	0.18	走廊
南墙 B			泄漏+侧向 散射	4.8	5.86E+4	11.5	0.09	设备间
北墙 C			泄漏+侧向 散射	3.0	1.50E+5	29	0.22	分诊台
西墙 D	240mm 炉渣 盲孔砌块 +1mm 铅 (等效 2.9mm 铅)	7.6E-5	泄漏+侧向 散射	3.3	1.24E+5	9.4	0.07	过道
观察窗 E	3mm 铅当量	6.0E-5	泄漏+侧向 散射	3.0	1.50E+5	9	0.07	控制室
控制室 门 F	2mm 铅	6.5E-4	泄漏+侧向 散射	3.5	1.10E+5	72	0.53	控制室
机房门 G			泄漏+侧向 散射	3.5	1.10E+5	72	0.53	走廊
楼上	16cm 混凝土 (等效 2.4mm 铅)	2.5E-4	泄漏+前/背 散射	4.0	8.44E+4	21	0.16	休息室
楼下			泄漏+前/背 散射	4.0	8.44E+4	21	0.16	热力站

备注：* K^{-1} 取 NCRP147 报告心脏血管造影模式下的衰减因子；血管造影机非主束方向距散射体 1m 处心脏血管造影模式下的剂量率按 $1.0 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ 估算。

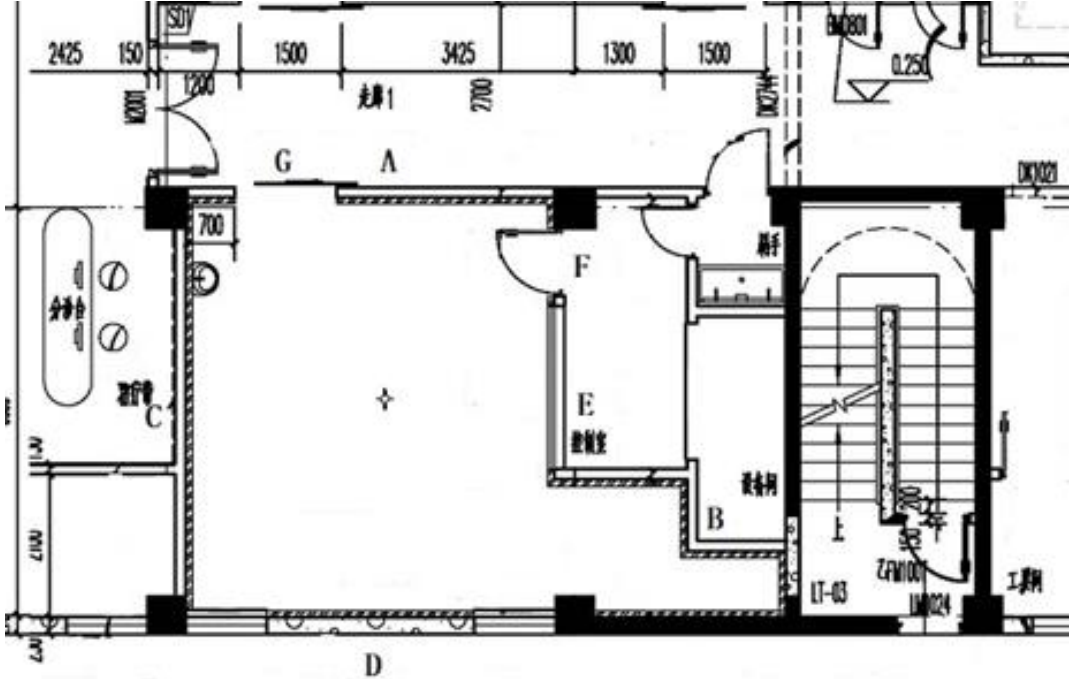


图 11-1 急救复苏单元估算点位示意图

根据美国 NCRP147 报告，心脏血管造影每名患者工作负荷 (W_{norm}) 为 160

(mA·min/患者)，假设该机的系列采集的平均电流为 200mA，如果患者系列采集的工作负荷按 100 (mA·min/患者)、患者透视工作负荷保守按 60 (mA·min/患者) 估算，那么每名患者系列采集出束时间为 0.50 分钟，年系列采集总出束时间约为 4.15 小时 (0.50min×500/60)、年透视总出束时间约为 96 小时 (60 (mA·min) /5.2mA/60 (min/h) ×500)。类比类似设备检测报告的检测数据 (见附件 3)，第一术者位 (主刀医生，在铅衣前面) 修正后胸部位剂量为 3846μGy/h (100μGy/h÷5.2mA×200mA)，第二术者修正后胸部位剂量为 6423μGy/h (167μGy/h÷5.2mA×200mA)，根据美国 NCRP147 报告，在心脏模式下 0.5mm 铅厚的铅衣的衰减因子为 3.9×10^{-2} ，如果铅衣屏蔽效果取 2 倍的安全系数，则系列采集模式下：第一术者 (主刀医生，在铅衣后面) 修正后胸部位剂量为 300μGy/h，第二术者修正后胸部位剂量为 501μGy/h；透视模式下：第一术者 (主刀医生，在铅衣后面) 胸部位剂量为 7.8μGy/h ($100\mu\text{Gy/h} \times 3.9 \times 10^{-2} \times 2$)，第二术者胸部位剂量为 13.0μGy/h ($167\mu\text{Gy/h} \times 3.9 \times 10^{-2} \times 2$)。

11.2.4 工作人员和公众年附加有效剂量估计

(1) 工作人员年附加有效剂量

医院每例手术一般由 2 名医师、1 名技师、1 名护士组成，每名医师每年预计最多操作不超过 200 例急诊 DSA 手术。类比监测结果和估算方法推算出急救复苏单元工作人员的年附加有效剂量参见表 11-2。

表 11-2 急救复苏单元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 (第一术者)	系列采集	300	1.7	1	510
		透视	7.8	77	1	601
	工作人员 (第二术者)	系列采集	501	1.7	1	852
		透视	13.0	77	1	1001
机房外	工作人员 (观察窗 E)		0.07	-	1	9

备注：工作时间按手术量 200 人次估算。

北京大学人民医院急诊急救复苏单元主要由 12 名辐射工作人员来完成，根据医院提供资料，1 名工作人员年最大手术量不超过 200 人次，则年附加有

效剂量不大于 $1862\mu\text{Sv}$ ($1001+852+9=1862$)。

根据医院 2017 年度个人剂量检测结果表明，医院辐射工作人员个人剂量最大值为 $2230\mu\text{Sv}$ ，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。

(2) 公众年附加有效剂量

根据表 11-1、表 11-2 估算结果推算出主要位置公众年附加有效剂量参见表 11-3，本项目工作场所外公众受照剂量不大于 $29\mu\text{Sv}$ ，低于设定的剂量约束目标值 $100\mu\text{Sv/a}$ 。急救复苏单元六面墙体均满足 GBZ130-2013 中介入 X 射线设备机房 2mm 厚铅当量的屏蔽要求，在施工符合工艺要求的条件下，可满足急救复苏单元外的周围当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-3 急救复苏单元周围主要位置公众的年附加有效剂量

估算对象	估算位置	最大附加剂量	工作时间(h/a)	居留因子	年附加有效剂量(μSv)
公众	北侧分诊台	$29\mu\text{Gy}$	-	1	29
	机房门外	$72\mu\text{Gy}$	-	1/4	18

因此，在急救复苏单元周围工作人员和公众的年剂量能满足本评价剂量约束目标值 (2mSv , 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11-4。

表11-4 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 2mSv/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 台便携式检测仪。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 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

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. 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

本项目共涉及 12 名辐射工作人员，均为现有人员，均已参加辐射防护与安全知识培训，已进行个人剂量监测和职业健康检查，建立了个人剂量档案和职业健康监护档案。辐射工作人员情况见表 12-1。

表 12-1 本项目相关辐射工作人员基本情况一览表

序号	姓 名	工作岗位	学历	辐射安全与防护培训时间	培训证号
1	魏光如	神经内科	硕士	2016-5-12	B1626052

2	李琪	心内科	博士	2016-5-12	B1626103
3	刘健	心内科	博士	2016-5-12	B1626106
4	曹成富	心内科	博士	2016-5-12	B1616056
5	高健	放射科	博士	2016-5-5	B1626013
6	陈尘	放射科	本科	2016-5-5	B1626007
7	金峰	放射科	大专	2016-5-12	B1626021
8	焦洋	血管外科	博士	2016-5-5	B16260130
9	高甫	血管外科	博士	2016-5-5	B1616061
10	李清乐	血管外科	博士	2016-5-5	B1626127
11	吴晓舟	中心手术室	本科	2016-5-5	B1616052
12	翟莹	介入诊疗中心	本科	2016-5-12	B1626113

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，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，现有的辐射安全管理制度能够满足本项目的需要。

12.3 辐射监测

12.3.1 个人剂量监测

北京大学人民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

北京大学人民医院拟配备 1 台便携式剂量监测仪用于急救复苏单元自行监测，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

北京大学人民医院已建立辐射环境自行监测记录或报告档案，并妥善保

存，接受生态环境行政主管部门的监督检查。本项目自行监测方案如下。

器械科工作人员使用辐射监测仪，对辐射工作场所进行监测，监测计划见表 12-2，检测点位示意图见图 12-1。

表 12-2 本项目辐射工作场所监测计划

场 所	测点位置	检测频次
急救复苏单元	东、西、南、北墙外	1 次/年
	控制室门外	1 次/年
	机房门门外	1 次/年
	楼上、楼下	1 次/年

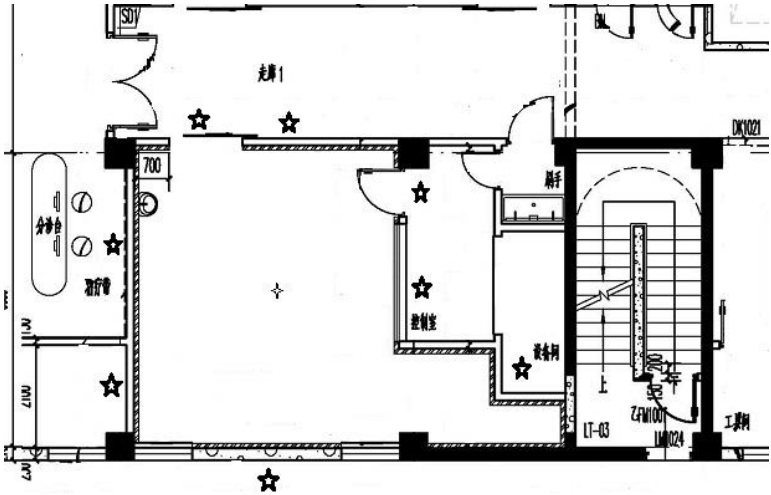


图 12-1 拟建急救复苏单元自行检测点位图（标注☆为检测位置）

12.4 辐射事故应急管理

北京大学人民医院制定了《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 实践正当性分析

北京大学人民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[B0062]）。为进一步提高北京大学人民医院急诊医疗服务水平，医院将西配楼改造为符合现代急救理念、患者人文需求的创伤救治中心，在改造后的医院创伤救治中心一层急救复苏单元新增使用 1 台血管造影机（DSA），用于急诊介入诊疗。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

本项目急救复苏单元位于医院西侧创伤救治中心（原西配楼）一层中部，为相对独立的区域，选址充分考虑了急诊患者救治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

通过对急救复苏单元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，新的 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（ 2mSv/a 、 0.1mSv/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环保部门备案。

（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。有较健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训计划、健康体检制度、辐射事故应急预案和设备检修维护制度等，日后将不断完善。

（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，北京大学人民医院使用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 承诺

（1）进一步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，并接受环保部门的监督检查。

（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，单位进行调查并报环保部门备案。

