

核技术利用建设项目

搬迁使用 II 类射线装置项目

环境影响报告表

北京航空航天大学

2021 年 1 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

搬迁使用 II 类射线装置项目

环境影响报告表

建设单位名称：北京航空航天大学

建设单位法人代表（签名或签章）：徐惠彬

通讯地址：北京市海淀区学院路 37 号

邮政编码：100191 联系人：于海鹏

电子邮箱 yuhaipeng@buaa.edu.cn

联系电话：13581939321

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	11
表 7 保护目标与评价标准	13
表 8 环境质量和辐射现状	16
表 9 项目工程分析与源项	18
表 10 辐射安全与防护	21
表 11 环境影响分析	29
表 12 辐射安全管理	33
表 13 结论与建议	36
表 14 审批	38

表 1 项目基本情况

建设项目名称	搬迁使用 II 类射线装置项目					
建设单位	北京航空航天大学					
法人代表	徐惠彬	联系人	于海鹏	联系电话	13581939321	
注册地址	北京市海淀区学院路 37 号					
项目建设地点	北京市昌平区高教园南三街 9 号					
立项审批部门	无		批准文号	无		
建设项目总投资(万元)	120	项目环保投资(万元)	15	投资比例(环保投资/总投资)	12.5%	
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²)	55	
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						
<p>1 项目概况</p> <p>1.1 建设单位概况</p> <p>北京航空航天大学（简称北航）成立于 1952 年，是一所具有航空航天特色和工程技术优势的多科性、开放式、研究型大学，肩负着高层次人才培养和基础性、前瞻性科学研究，以及战略高技术研究的历史使命。作为新中国第一所航空航天高等学府，北航一直是国家重点建设的高校。学校现隶属于工业和信息化部，是国家“211 工程”和“985 工程”建设的重点高校和教育部、北京市人民政府与中国工程院共建学校。</p> <p>北京航空航天大学注册于北京市海淀区学院路 37 号。该学校设有 2 个校区，分别为学院路校区和沙河校区，本项目位于沙河校区。</p> <p>1.2 核技术利用及辐射安全管理现状</p>						

北京航空航天大学现有辐射安全许可证颁发日期是 2018 年 1 月 22 日，许可证编号京环辐证【F0070】，有效期至 2022 年 5 月 7 日，其种类和范围为：使用 V 放射源，使用 II 类、III 类射线装置。

1.2.1 核技术利用现状情况

北京航空航天大学从事放射性工作的场所已有 14 处。

- (1) 生医物理类创新教学实验室；
- (2) 仪器分析实验室；
- (3) 校医院口腔科；
- (4) 生物力学实验室；
- (5) 微小零件质量检测实验室；
- (6) X 射线衍射仪实验室；
- (7) 无损检测室；
- (8) 物理实验中心；
- (9) 元器件中心；
- (10) 高能密度粒子束实验室 1；
- (11) 高能密度粒子束实验室 2；
- (12) 核电子学及核物理实验室；
- (13) 校医院放射科；
- (14) 物理系 X 射线衍射室。

北京航空航天大学已许可射线装置使用情况见表 1-1，已许可使用的放射源情况见表 1-2。

表 1-1 北京航空航天大学已许可的射线装置情况（共 24 台）

序号	装置名称	类别	数量
1	微-CT 系统	III	1
2	骨密度仪	III	1

3	X 射线检测系统	III	1
4	三维显微层析扫描成像系统	III	1
5	口腔全景 X 光机	III	1
6	工业 CT 机	II	1
7	DR 摄影机	III	1
8	移动式拍片机	III	1
9	电子衍射仪	III	1
10	X 射线粉末衍射仪	III	3
11	X 射线晶体取向分析仪	III	1
12	口内数字化 X-光成像系统	III	1
13	X 射线衍射仪	III	6
14	微焦点 X 射线机	III	1
15	X 射线探伤机	II	1
16	多功能粒子注入装置	III	1
17	强脉冲粒子束装置	II	1

表 1-2 北京航空航天大学已许可使用密封源（共 13 枚）

序号	源名称	类别	活度*枚数
1	Am-241	V	7.4E+4Bq*3
2	Cs-137	V	7.4E+4Bq*3
3	Cs-137	V	7.4E+7Bq*1
4	Cs-137	V	1.85E+5Bq*2
5	Cs-137	V	7.4E+4Bq*2
6	Sr-90	V	5.55 E+7Bq*2

1.2.2 近几年履行环保审批情况

北京航空航天大学近几年取得北京市环保局环评批复和竣工验收情况见表 1-3，从表 1-3 可知，现有辐射类项目均按要求进行了竣工验收。

表 1-3 北京航空航天大学近几年履行环保审批情况

序号	项目名称	环评批复文号	验收文号
1	使用 X 射线衍射仪项目	京环审【2013】117 号	京环验【2014】09 号
2	改建“十一五”国防特色学科专业辐射类建设项目	京环审【2015】330 号	京环验【2017】16 号

1.2.3 辐射安全管理情况

(1) 辐射安全管理机构

北京航空航天大学成立了以主管安全环保的副校长为负责人，学校环保、安全、教学、科研、校医院业务主管部门负责人、辐射作业二级单位负责人为成员的北京航空航天

大学辐射安全管理机构，由专门机构和专职人员负责日常管理工作。

(2) 现有辐射安全管理制度

北京航空航天大学辐射安全主管部门严格遵循国家的各项相关规定，结合学校具体情况，制定较为齐全、比较严格的辐射防护规章制度和放射性事故应急预案。现有辐射安全管理制度主要包括《北航放射性工作场所安全操作规程》、《北航辐射工作管理制度》、《北航放射事故应急救援预案》、《放射源安全管理制度》、《安全保卫监督管理制度》、《设备使用及维修制度》、《个人剂量和健康管理制度》、《台帐管理制度》、《北航放射性同位素工作安全规程》、《北航辐射工作监测方案》以及《北航辐射工作培训制度》。

(3) 密封源的安全管理

北京航空航天大学现有密封源保存在保险柜内，实行双人双锁管理。为了减少密封源丢失所致的潜在危险，已建立密封源台帐，对放射源的数量和活度等数据，有详细登记，建立专门档案，并定期盘查，严防丢失。

(4) 辐射工作人员考核

北京航空航天大学现有辐射工作人员均取得了辐射安全的培训合格证书，通过了职业健康体检。北京航空航天大学现有辐射工作人员 22 人，在培训证书有效前进行考核，考核合格者才能继续从事辐射工作。本项目涉及物理学院现有辐射工作人员共 5 人。

(5) 个人剂量监测

北京航空航天大学所有从事辐射工作的人员均佩戴了个人剂量计，并委托有资质的单位对辐射工作人员进行个人剂量监测，每季度一次，个人剂量档案齐全。

根据学校提供的 2019 年度辐射工作人员的个人剂量监测报告，从监测报告可知，2019 年度的个人剂量最大值为 0.136mSv，满足规定的职业照射年剂量约束值 2mSv 以下。

(6) 工作场所及辐射环境监测

学校定期对辐射工作场所进行场所监测，并委托有资质的第三方机构（具有 CMA 或 CNAS 证书）每年进行一次工作场所和环境监测，监测数据记录存档。

根据学校提供物理学院辐射工作场所的 2019 年工作场所监测报告可知，学校委托了有资质单位对该学校的辐射工作场所进行了监测，结果表明各监测点空气中 γ 剂量率符合

相关标准要求。

(7) 辐射事故应急管理制度

学校制定了辐射应急预案，预案中明确了应急指挥机构的职责、人员组成及分工、应急部门及人员职责、应急器材，发生辐射事故时的报告、通讯联络方式、应急处置方式等，并规定每年至少进行一次应急事故演习。

(8) 辐射监测仪器

学校现有监测仪器情况见表 1-4，监测仪器定期送有资质的机构进行检定。

表 1-4 现有监测仪器及防护用品

序号	仪器名称	型号	购置日期	仪器状态	数量
1	个人剂量报警仪	CM5002	2015/12/22	在用	3
2	固定式辐射报警仪	CM1001-Z	2015/12/22	在用	3
3	X-γ 辐射巡检仪	CM5001	2015/12/23	在用	3

1.3 项目情况

1.3.1 项目总体情况介绍

为了优化学科规划，北京航空航天大学统一调整了学科群建设，把物理等理科学科从学院路校区搬迁到沙河校区。为响应学校的号召，属于物理学院的射线装置及放射源将统一搬迁至沙河校区。物理学院将现使用的射线装置和放射源库中放射源搬至沙河校区国家实验室大楼 C 座。其中 II 类射线装置强脉冲粒子束装置从学校本部主楼 114 室搬至沙河校区国家实验室大楼 C 座 1 层的 102 室，III 类射线装置多功能粒子注入装置从学校本部主楼 102、104 室搬至沙河校区国家实验室大楼 C 座 2 层 202 室；使用的放射源从现有放射源库学校本部主楼 416 室搬至沙河校区国家实验室大楼 C 座 4 层的放射源库，其放射源使用场所为沙河校区国家实验室大楼 C 座 4 层的核物理实验室。拟搬迁射线装置情况见表 1-5，放射源情况见表 1-6。待现有辐射工作场所中相关的放射源、射线装置搬迁致新场所或退役后，将按照相关法规要求对现有辐射工作场所将实施退役，达到国家相关规定标准后交还学校。

表 1-5 现有射线装置情况

设备名称	数量： 台	生产 厂家	类别	最大 管电 压	最大管 电流	使用场所		主要用 途	备注
						实验室名称	具体位 置		
强脉冲粒子束装	1	托木斯克理工	II类	450kV	0.5 mA	强脉冲粒子束实验室	主楼114室	科研及教学	搬迁至国家实验室大楼C座1层
多功能粒子注入装置	1	北京师范大学低能	III类	80KV	10mA	金属蒸汽真空弧(MEVVA)多功能离子注入实验室	主楼102/104	科研、教学	搬迁至国家实验室大楼C座2层

表 1-6 现有放射源使用情况

实验室名称	使用设备名称	使用放射源				主要用途	备注
		核素名称	出厂活度,Bq	放射源类别	物理、化学性状		
核物理实验室	核辐射探测器	Cs-137	1.85E+8	V类	固态	CT实验	退役处理
	核辐射探测器	Cs-137	1.85E+8	V类	固态	CT实验	退役处理
	核辐射探测器	Cs-137	7.4E+4	V类	固态	实验	拟搬迁至沙河校区国家实验室大楼C座4层408
	核辐射探测器	Cs-137	7.4E+4	V类	固态	实验	
	核辐射探测器	Sr-90	5.55E+7	V类	固态	实验	
	核辐射探测器	Sr-90	5.55E+7	V类	固态	实验	
	核辐射探测器	Am-241	7.4E+4	V类	固态	教学实验用	
	核辐射探测器	Am-241	7.4E+4	V类	固态	教学实验用	
	核辐射探测器	Am-241	7.4E+4	V类	固态	教学实验用	
	核辐射探测器	Cs-137	7.4E+4	V类	固态	教学实验用	
	核辐射探测器	Cs-137	7.4E+4	V类	固态	教学实验用	
	核辐射探测器	Cs-137	7.4E+4	V类	固态	教学实验用	
	核辐射探测器	Cs-137	7.4E+7	V类	固态	教学实验用	
	核辐射探测器	Fe-55	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用	
	核辐射探测器	Na-22	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用	
	核辐射探测器	Na-22	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用	
	核辐射探测器	Ba-133	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用	
	核辐射探测器	Eu-152	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用	
核辐射探测器	Eu-152	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用		

核辐射探测器	Eu-152	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用
核辐射探测器	Co-60	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用
核辐射探测器	Co-60	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用
核辐射探测器	Co-60	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用
核辐射探测器	Co-60	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用
核辐射探测器	Co-60	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用
核辐射探测器	Co-60	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用
核辐射探测器	Co-60	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用
核辐射探测器	Co-60	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用
核辐射探测器	Co-60	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用
核辐射探测器	Co-60	7.40E+04	豁免源	固态	教学实验用

1.3.2 本次评价内容

本次评价内容为搬迁使用的 II 类射线装置，即强脉冲粒子束装置，其型号为 TEMP-IV，最大管电压为 450kv，最大管电流为 0.5mA，从学校本部主楼 114 室搬至沙河校区国家实验室大楼 C 座 1 层的 102 室，其搬迁后，辐射工作人员为现有配备人员，不新增工作人员。具体情况见表 1-7。搬迁使用的 III 类射线装置及 V 类放射源根据要求另行办理备案手续，豁免源根据相关要求另行办理相关手续。

表 1-7 本次评价射线装置情况

设备名称	数量；台	生产厂家	类别	最大管电压	最大管电流	使用场所		主要用途	备注
						实验室名称	具体位置		
强脉冲粒子束装置	1 台	托木斯克理工大学	II 类	450 kV	0.5 mA	强脉冲粒子束实验室	主楼 114 室	科研及教学	拟搬迁至国家实验室大楼 C 座 1 层 102 室

1.4 评价因子

本项目评价因子射线装置使用过程中产生的 X 射线。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点

注：日等效最大操作量和操作方式见《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)	用途	工作场所	备注
1	强脉冲粒子束 装置	II	1台	TEMP-IV	质子和 碳离子	0.45	0.5	科研教学	国家实验室C座 1层102室	

(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

(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 (μ A)	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	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订并施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005 年 9 月 14 日，国务院令 第 449 号，2019 年 3 月 2 日第二次修正版；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，1998 年 11 月 29 日，国务院 第 253 号令，2017 年 7 月 16 日第一次修订版；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006 年 1 月 18 日，国家环境保护总局令 第 31 号，2019 年 8 月 22 日第三次修正版；</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 第 18 号令，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(9) 《放射性废物安全管理条例》，国务院令 第 612 号，2011 年 11 月 30 日；</p> <p>(10) 关于发布《射线装置分类》的公告，国家环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 06 日；</p> <p>(12) 关于发布《放射性废物分类》的公告，环境保护部 工业和信息化部 国家国防科技工业局 2017 年第 65 号，2017 年 11 月 30 日；</p> <p>(11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，生态环境部国环规环评【2017】4 号，2017 年 11 月 22 日；</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 日；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态</p>
------	---

	<p>环境部令第9号，2019年9月20日；</p> <p>(14)《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。</p>
技术标准	<p>(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(2)《放射性废物管理规定》(GB14500-2002)；</p> <p>(3)《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)；</p> <p>(4)《X、γ外照射个人监测规定》(EJ 1153-2004)；</p> <p>(5)《核技术利用放射性废物、废放射源收贮准则》(DB11/639-2009)；</p> <p>(6)《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)；</p> <p>(7)《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-85)；</p> <p>(8)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)</p>
其他	<p>(1) 建设单位提供的相关技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

为确保使用辐射场所周围区域内活动的公众和工作人员所受到的辐射剂量低于相应的剂量约束值，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的规定，“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m）。本次评价范围以 II 类射线装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围区域，本项目位于国家实验室大楼 C 座，该大楼其东侧为道路，西侧为国家实验室大楼 D 座附楼王华明院士实验室，南侧和北侧为绿化带，其评价范围图见图 7-1。

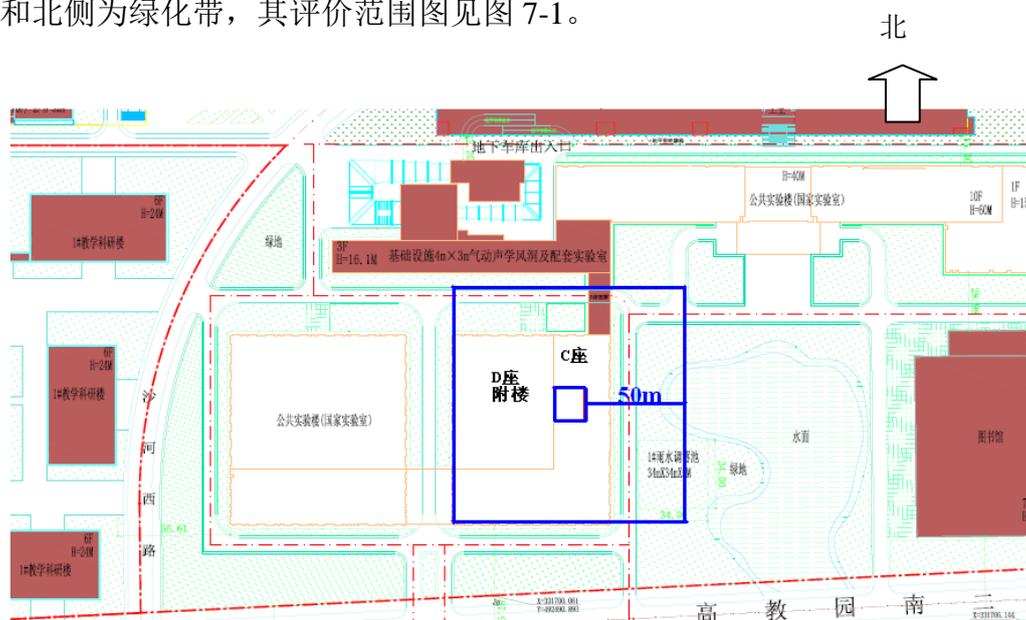


图 7-1 II 类射线装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围示意图

7.2 保护目标

本项目建设地址位于昌平区，辐射工作场所所在建筑仅地上 6 层。本项目环境保护目标主要为工作场所职业工作人员以及临建建筑的公众。评价范围内保护目标及人口分布见表 7-1。

表 7-1 评价范围内保护目标及人口分布情况

序号	方位	位置	距离	人数	保护对象
1	本建筑	国家实验室大楼 C 座其他实验室	2-50m	约 200 人	实验室工作人员
2	西侧	国家实验室大楼 D 座附楼王 华明院士实验室	4-50m	约 20 人	实验室工作人员

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值及剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) B1 的规定, 工作人员的**职业照射**和**公众照射**的剂量限值见下表。

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

工作人员职业照射		公众照射	
身体器官	年有效剂量	身体器官	年有效剂量
全身有效剂量	≤20mSv	全身有效剂量	≤1mSv

7.3.1.1 剂量限值

(1) 工作人员的剂量

应对任何工作人员的**职业照射**水平进行控制, 使之不超过下述限值:

- (a) 由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量, 20mSv;
- (b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv。

(2) 公众照射

实践使公众中有关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:

- (a) 年有效剂量, 1mSv;
- (b) 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。

7.3.1.2 年剂量约束值

根据辐射防护最优化原则, 考虑到单位实际情况来发展, 并为其它辐射设施和实践活动留有余地, 本次评价对该学校**职业照射**和**公众照射**的年受照剂量约束值分别进行了如下设定:

- (1) 取**职业照射**年有效剂量限值的 1/10, 作为该学校本项目辐射工作人员

的年受照剂量约束值，即 2mSv/a;

(2) 取公众年有效剂量限值的 1/10 作为周围公众的年受照剂量约束值，即 0.1 mSv/a。

7.3.2 剂量率控制水平

参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011），机房四周屏蔽体外、防护门外及屋顶剂量率控制水平为 2.5 μ Sv/h。

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

本项目位于北京航空航天大学（沙河校区）国家实验室 C 座，其东侧为道路，西侧为国家实验室大楼 D 座附楼王华明院士实验室，南侧和北侧为绿化带。

8.1.2 场所位置

拟使用的强脉冲粒子束装置场所位于国家实验室 C 座一层的 102 房间。项目占地面积 55 平方米，配有机房和控制室。

8.2 辐射环境现状

中国原子能科学研究院辐射监测与评价实验室于 2019 年 9 月 9 日对北航沙河校区国家实验室大楼 C 座 C102 房间及周围场所进行了辐射监测。

本项目使用场所及周围环境剂量率水平见表 8-1 和表 8-2。

表 8-1 本项目使用场所及四周 γ 辐射剂量率监测结果

监测点位	点位描述		γ 辐射剂量率* (nGy/h)
1	C102 房间	西北	77.6±2.1
2		西南	75.6±1.8
3		中	83.3±1.0
4		东南	72.9±1.0
5		东北	82.3±0.7
6		北走廊西	96.5±1.4
7		北走廊东	102.3±3.4
8		东走廊北	92.0±0.9
9		东走廊南	95.1±0.7
10		C103 房间	北墙东
11	北墙西		70.9±0.5
12	C102 房间西墙外	南	71.4±0.8
13		北	77.4±0.9

注：*监测结果含宇宙射线响应值。

表 8-2 本项目使用场所楼上 γ 辐射剂量率监测结果

监测点位	点位描述		γ 辐射剂量率* (nGy/h)
14	C202 房间	里间西北	77.8±1.1
15		里间东北	75.9±0.7
16		里间中	79.1±0.8
17		里间西南	76.8±1.6

18		里间东南	69.8±0.8	
19		外间西北	76.5±0.5	
20		外间西南	69.7±0.7	
21		外间中间	75.1±1.0	
22		外间东南	79.2±2.6	
23		外间东北	89.0±4.2	
24		东走廊北	95.8±2.2	
25		东走廊南	95.3±0.8	
26		C204 房间	北墙西	73.4±1.0
27			北墙中	69.9±0.9
28			北墙东	69.0±1.0

注：*监测结果含宇宙射线响应值。

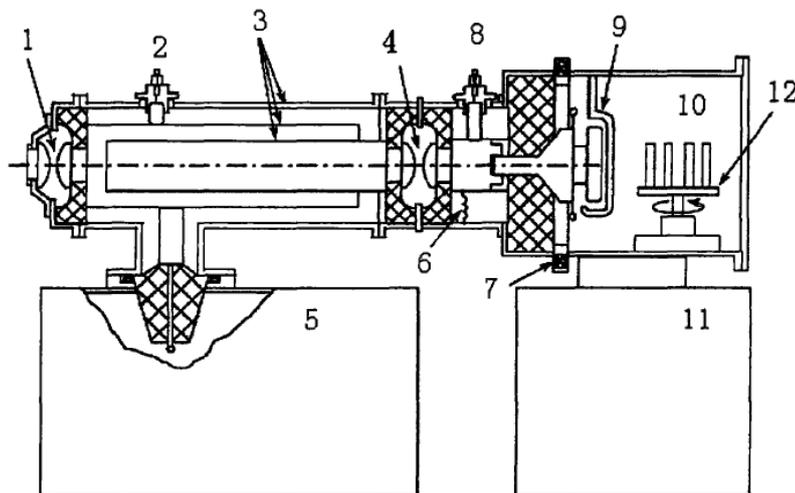
由表 8-1 和表 8-2 可知，北航沙河校区国家实验室大楼 C 座 C102 房间 γ 辐射剂量率在(75.2~102.3)nGy/h 范围内，C102 房间周围场所 γ 辐射剂量率在(69.0~95.8) nGy/h 范围内。根据《北京市环境天然贯穿辐射水平调查研究》（吴增新等，辐射防护，第 12 卷第 6 期，1992 年 11 月），北京市室内 γ 辐射剂量率水平（含宇宙射线）范围为（71.3~180.6）nGy/h。因此，C102 房间及周围场所 γ 辐射剂量率处于北京市室内 γ 辐射剂量率本底范围之内。

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

强脉冲粒子束装置包括脉冲功率源系统，脉冲成形系统和脉冲高压发生器系统，其结构见图 9-1，其实物图见图 9-2；它的工作模式有两种：一是单极脉冲工作模式，即通过高压正脉冲产生阳极等离子体并引出离子；二是双极脉冲工作模式，通过高压负脉冲产生阳极等离子体，高压正脉冲引出离子。脉冲高压发生器有 7 个用于产生高压的电容器，由最大输出电压为 60kV 的直流电源进行充电，由同步发生器控制脉冲高压发生器和磁场电源的启动，达到设定充电电压时，触发器控制点火向 PFL 放电，此时产生微秒级高压脉冲，并直接作用到 PFL 的中间电极上，使电容器串联对充满去离子水实现绝缘的 PFL 充电，双同轴 PFL 由三个同轴不锈钢圆筒组成，充以去离子水绝缘，通过两个快速气体开关控制 PFL 充放电。中筒和内筒与接地外筒分别组成两个电容，脉冲高压发生器通过中筒同时给 PFL 内外两层充电，并联充电。当反转开关导通时内外两层串联，其中的两个气体开关先后自击穿，在 PFL 内将 ns 级高压脉冲压缩成 ns 级高压脉冲传输到 MID，形成阳极等离子体并引出离子束。



(1) 换向开关 (2) 电压分压器 1 (3) 脉冲形成线电极 (4) 输出开关 (5) Marx 发生器 (6) 充电电感器 (7) Rogowski 线圈 (8) 电压分压器 2 (9) 磁绝缘二极管 (10) 真空靶室 (11) 真空机组 (12) 靶单元

图 9-1 强脉冲粒子束装置结构示意图



图 9-2 强脉冲粒子束装置

9.1.2 工作流程

强脉冲粒子束装置操作流程如下：

- ① 检查装置周边环境，保证无杂物，确保电路连接正确，无漏水漏油情况。
- ② 依次开启实验室动力电源，强脉冲粒子束装置电源，成型线去离子水净化循环系统，操作软件。
- ③ 将样品放入样品室，关闭样品室门以及进气阀门。
- ④ 巡检加速器房间后关闭防护门。
- ⑤ 通过强脉冲粒子束装置操作软件依次关闭真空系统泄气阀门，开启机械泵；手动缓慢开启机械泵与样品室之间的阀门以及机械泵与扩散泵之间的阀门。当样品室内压强抽至低于 4×10^{-2} Torr 时，依次开启扩散泵冷却循环水系统及扩散泵加热器，预热至少 40 分钟。
- ⑥ 在扩散泵预热的过程中，打开强脉冲粒子束装置磁场电路与储能电路的开关预热系统，为发射离子束做准备。

⑦ 扩散泵预热完成，依次关闭机械泵与样品室之间阀门，开启扩散泵与样品室之间的阀门，当样品室内压强低于 8×10^{-5} Torr 时，可以发射离子束进行辐照实验。

⑧ 更换样品时，依次关闭扩散泵与样品室之间的阀门，打开样品室进气阀待样品室内气压等于大气压时打开样品室更换样品，关闭样品室及样品室进气阀门，关闭机械泵与扩散泵之间的阀门，缓慢打开机械泵与样品室之间的阀门将样品室内压强抽至低于 4×10^{-2} Torr，快速关闭机械泵与样品室之间的阀门并快速打开机械泵与扩散泵之间的阀门以及扩散泵与样品室之间的阀门。当样品室内压强低于 8×10^{-5} Torr 时，可以发射离子束继续进行辐照实验。

⑨ 实验结束，关闭强脉冲粒子束装置磁场与储能电路供电系统，并对储能部件进行放电；关闭成型线去离子水净化循环系统；关闭扩散泵并冷却 1 小时以上；关闭扩散泵冷却水循环系统；关闭机械泵；关闭强脉冲粒子束装置与操作软件；关闭实验室动力电源。

9.2 正常工况下主要放射性污染物和污染途径

在实验过程中，使用的射线装置会产生韧致辐射，对工作人员和公众产生外照射。在正常实验过程中装置的冷却用水均为循环利用，不会产生放射性废气、废液和固体废物。

9.3 事故情况下主要放射性污染物和污染途径

实验室用的射线装置可能发生的事故是射线装置在工作状态下，操作人员和其它人员误闯入室内造成不必要的照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射防护措施

10.1.1 场所布局

本项目搬迁使用的 II 类射线装置强脉冲粒子束装置位于国家实验室 C 区 1 层的 C102 房间，周围布局情况见表 10-1。

表 10-1 辐射工作场所周围布局情况

设备	位置	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上
强脉冲粒子束装置	国家实验室 C 区 1 层的 102 房间	走廊	103 实验室	D 座附楼王华明院士实验室	走廊和空调机房	隔断的控制室

本项目拟将 102 房间采用 20cm 混凝土和 2.5cm 的铅隔成两层，隔断后一层机房长为 6.5m，宽 6 米，高 3.5m，为强脉冲粒子束装置机房所在位置，二层的东北角设置为控制室。其平面及剖面布局图见图 10-1、图 10-2 和图 10-3。

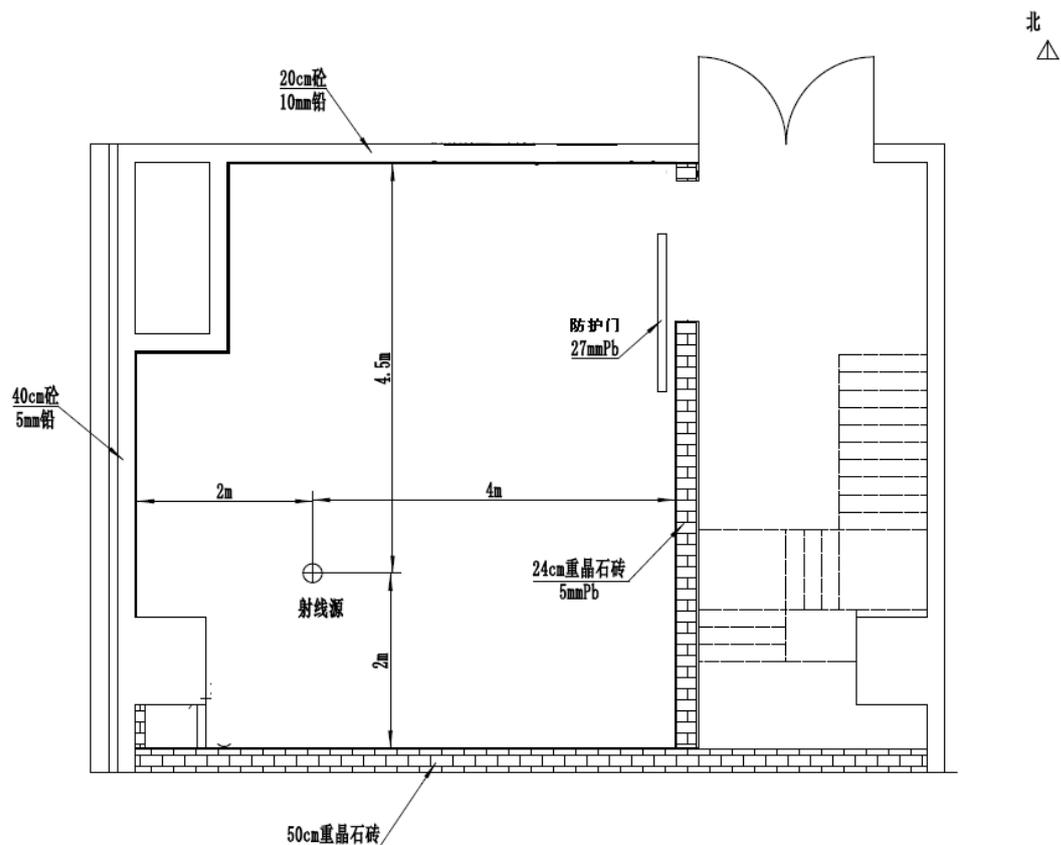


图 10-1 102 房间一层平面布置图

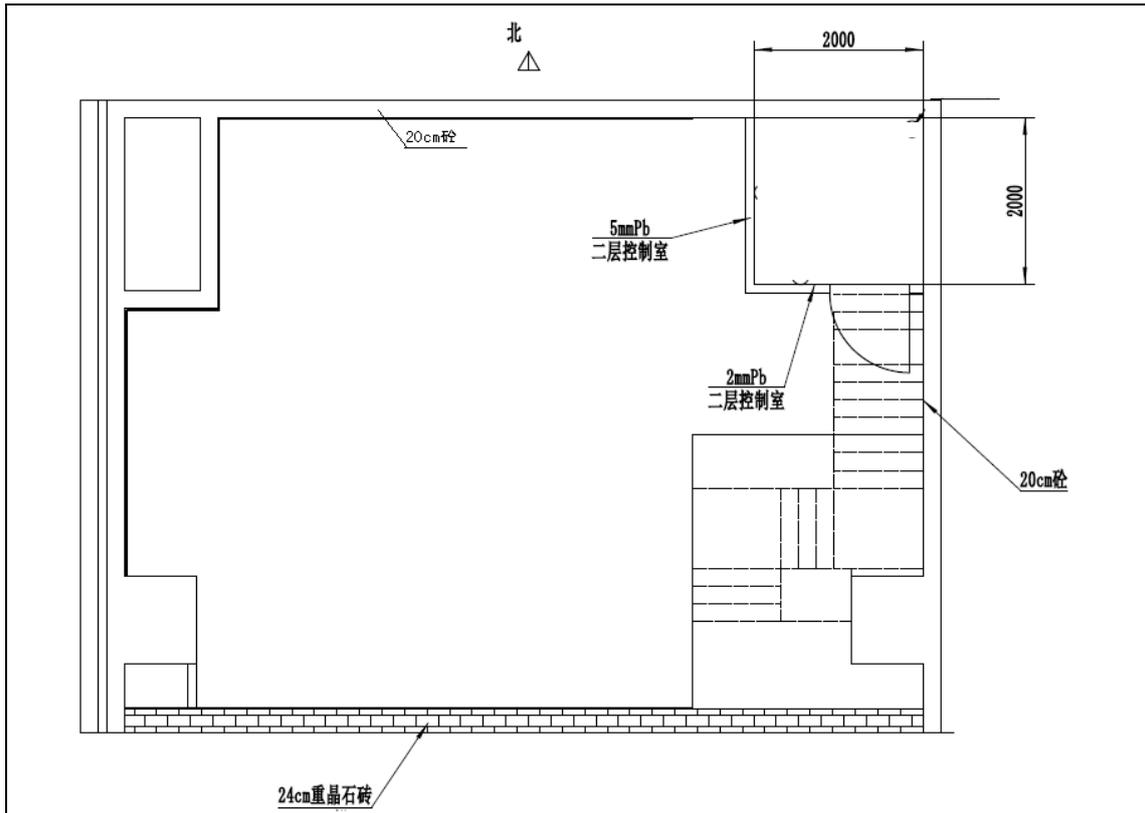


图 10-2 102 房间二层平面布置图

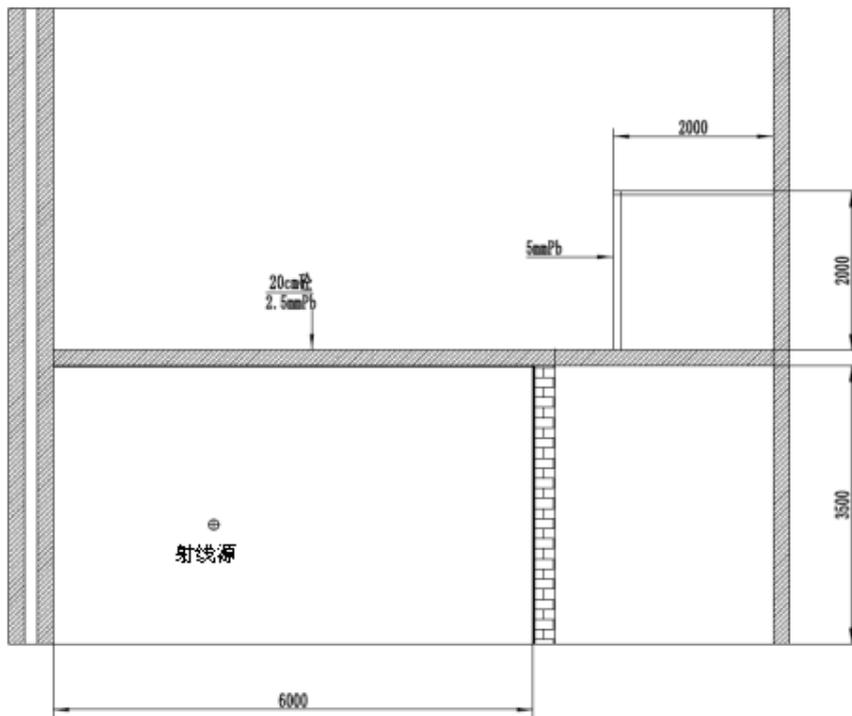


图 10-3 102 房间剖面布置图

10.1.2 辐射防护分区

本项目中使用Ⅱ类射线装置辐射工作场所采取分区管理，其中需要采取防护措施的区域为控制区，不需要采取专门的防护手段或安全措施、但需对职业照射条件进行监督评价的区域为监督区，具体分区如下：强脉冲粒子束装置机房为控制区，机房出入口、控制室等区域为监督区，控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的、符合规定的电离辐射警告标识，机房门口上方安装工作状态警示灯，设备正常工作时，警示灯亮，告诫无关人员远离机房，辐射工作场所分区示意图见图 10-4。

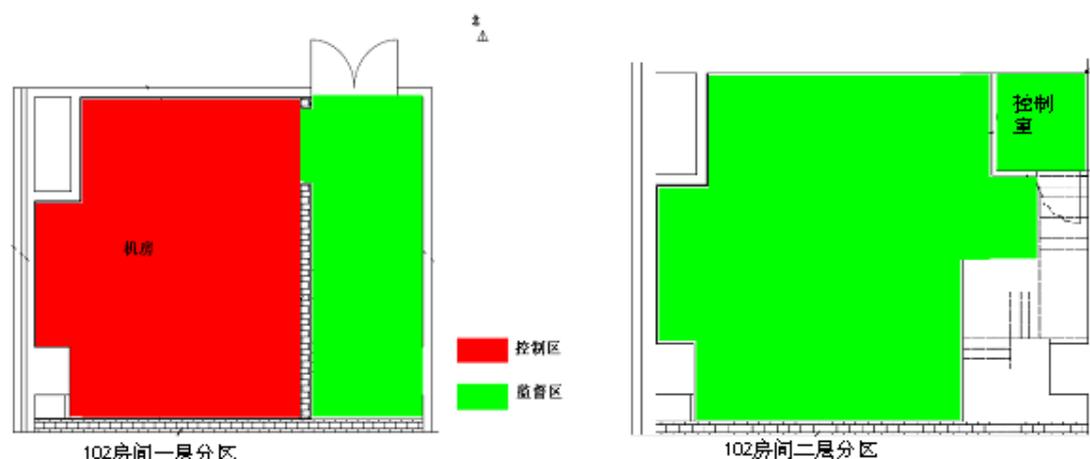


图 10-4 辐射防护分区图

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

强脉冲粒子束装置所在实验室长为 6.5m，宽 6 米，高 3.5m。其屏蔽设计见表 10-2。控制室设置在二层，位于东北角，长 2.6m，宽 2m；二层控制室北墙（靠近源一侧）垂直树立铅板，铅板厚度为 5mm。

表 10-2 强脉冲粒子束装置所在机房屏蔽设计

位置	墙体材料及厚度				屋顶屏蔽材料及厚度	机房门屏蔽材料和厚度
	东墙	南墙	西墙(主束方向)	北墙		
机房 C102	24cm 重晶石砖+5mm 铅	50cm 重晶石砖	40cm 混凝土+5mm 铅	20cm 混凝土+10mm 铅	20cm 混凝土+2.5mm 铅	27mm 铅+10mm 钢

注：重晶石砖密度为 3.1g/cm^3 左右，混凝土的密度为 2.4g/cm^3 左右，铅的密度为 11.4g/cm^3 。

10.1.4 拟采取的辐射安全与防护措施

(1) 辐射安全与防护措施设计方案

根据原环保部辐射安全与防护监督检查技术程序，表 10-3 列出了本项目拟采取的安全与防护设施设计方案。

表 10-3 本项目拟采取的安全与防护设施设计方案

项目	检查内容	是否设置	备注
场所设施	入口电离辐射警示标志	√	在入户门和机房防护门设有电离警告标志
	入口处机器工作状态显示	√	机房防护门上方设有设备工作状态指示灯
	隔室操作	√	控制室与主机隔开
	迷道	×	设备能量较低可不设迷道
	防护门	√	设有屏蔽门
	控制有防止非工作人员操作的锁定开关	√	加速器操作系统设有密码
	门机连锁系统	√	防护门与设备连锁
	照射室内监控设施	√	机房设有监控系统
	通风设施	√	设有通风系统
	照射室内紧急停机按钮	√	机房内设有紧急停机按钮
	控制台上紧急停机按钮	√	控制室控制设有紧急有停止按钮
	出口处紧急开门按钮	√	机房防护门内设有紧急停机按钮
	准备出束声光提示	√	机房设有声光报警装置
监测设备	便携式辐射监测仪器仪表	√	配备 1 台便携式γ 剂量率仪
	个人剂量计	√	每人一个
	个人剂量报警仪	√	每人一个

(2) 本项目辐射安全与防护措施

①在使用场所门口上方设置工作状态指示灯，并在门口明显位置粘贴明显的放射性警告标识和中文警示说明。在设备上粘贴“放射性警告标识”。

②安全连锁：机房防护门与强脉冲粒子束装置出束连锁，机房防护门未关闭到位，装置不能供束；声音报警与装置准备出束状态连锁，准备出束时发出警示。

③工作指示灯：强脉冲粒子束装置防护门外设置工作指示灯，红灯亮表示设备正在出束工作；黄灯亮表示设备准备出束；绿灯亮表示设备处于停机状态，人员可安全进入强脉冲粒子束装置机房。

④紧急出门开关：强脉冲粒子束装置机房入口门内侧，靠近防护门处设置 1 个紧急出门开关，当人员被关在机房内紧急情况下按下开关，可实现防护门

从内部打开，同时装置停止出束。

⑤急停按钮：强脉冲粒子束装置机房内和控制台操作台上各设置 1 个急停按钮，人员滞留在机房内时就可以按下开关，实现装置停止出束。

⑥视频监控系统：强脉冲粒子束装置机房内设有 2 个视频监控探头、二层控制室和控制室外各设有 1 个视频监控探头。

⑦固定式剂量监测：强脉冲粒子束装置机房设置 1 个固定式辐射剂量仪探头，在线监测机房内剂量率水平，同时控制室内操作台设有有剂量率实时显示，当机房停机后，在线固定式监测剂量率低于 $2.5\mu\text{ Sv/h}$ ，放射工作人员才能打开防护门进入机房中。

⑧ 机房设有独立的排风系统，排风量为 $800\text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气次数约 6 次/h。

辐射防护措施示意图见图 10-4 和图 10-5。

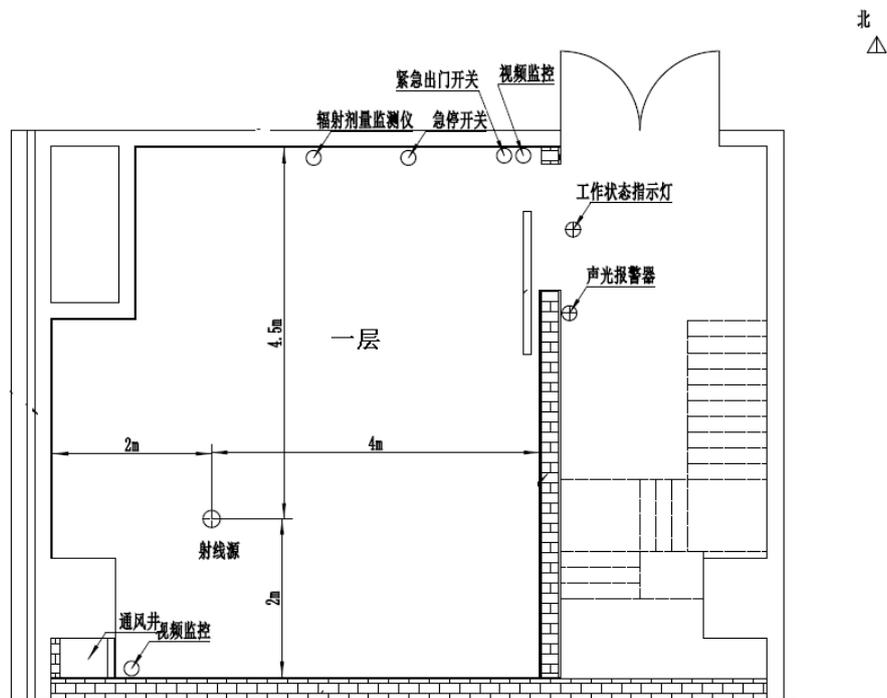


图 10-4 射线装置场所辐射防护措施示意图

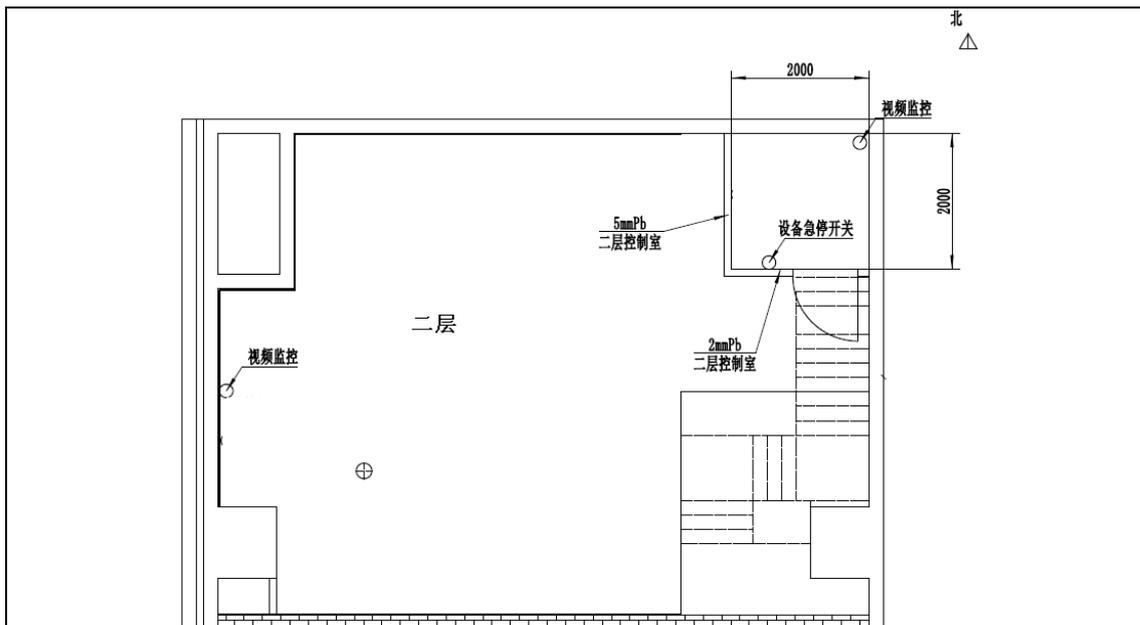


图 10-5 射线装置二层辐射防护措施示意图

10.1.5 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况

根据环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》使用射线装置的单位应具备的条件与法规的符合情况见表 10-4。对照结果表明，该项目承诺采取的安全措施和辐射安全管理能够满足管理办法的要求。

表 10-4 项目执行“18 号令”要求对照表

序号	18 号令要求	项目单位情况	结论
1	应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入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。	强脉冲粒子束装置的工作场所标有电离辐射警示标志，防护门上设有工作状态指示灯，设有门机联锁。	计划符合
2	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。	拟建项目运行期间将委托有资质的单位对各辐射工作场所进行年度监测。	计划符合
3	建设项目竣工环境保护验收涉及的辐射监测，应委托经省级以上人民政府环境保护主管部门批准的有相应资质的辐射环境监测机构进行。	委托有资质单位进行竣工的辐射监测，并自行组织竣工验收。	计划符合
4	应当加强对本单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况的日常检查。	已设有安全管理制度。	符合
5	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。	北航每年 1 月 31 日前向北京市生态环境局提交上一年度的评估报告。	符合

6	应进行辐射安全培训，并进行考核。	辐射工作人员已接受初级辐射安全培训并取得考核合格证书。	符合
7	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。	委托有资质的单位对辐射工作人员进行个人剂量监测。	符合

10.1.6 对《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求满足情况

依据原国家环境保护部发布的《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定”（环境保护部 3 号令）第十六条的规定，对使用射线装置提出了具体条件，本项目具备的条件与法规要求的对照检查见表 10-5。

表 10-5 项目执行“3 号令”要求对照表

序号	环保部令第 3 号	项目单位情况	结论
1	设专门的辐射安全与环境保护管理机构	成立了辐射安全管理机构，学校主管安全环保的副校长为负责人。	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。	从事辐射工作的相关人员，参加过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训并考核合格，能满足要求。	符合
3	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	辐射工作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，射线装置工作场所设有门机联锁、警示灯、视频监控系统以及门口设置电离辐射警告标识等。	计划符合
4	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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器	配备有个人剂量计、个人剂量报警仪、X-γ 辐射巡检仪等。	符合
5	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	制定了各项辐射防护规章制度，包括《北航放射性工作场所安全操作规程》、《北航辐射工作管理制度》、《北航放射事故应急救援预案》、《放射源安全管理制度》、《安全保卫监督管理制度》、《设备使用及维修制度》、《个人剂量和健康管理制度》、《台帐管理制度》、《北航放射性同位素工作安全规程》、《北航辐射工作监测方案》以及《北航辐射工作培训制度》等。	符合
6	有完善的辐射事故应急措施	对事故情况制定了《辐射应急预案》。	符合

10.2 三废的治理

本项目中主要使用射线装置进行科研，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 建设或安装过程的环境影响

本项目建设过程中，在已有建筑内进行简单室内施工，对室外环境和周围人群的影响较小，为了不影响周围环境，在施工过程中，将采取一些降噪、防尘措施，预计噪声可以控制在国家标准规定的范围之内。

11.2 运行过程对环境的影响

11.2.1 运行情况

本项目使用的 II 类射线装置强脉冲粒子束装置位于国家实验室大楼 C 座 1 层 102，其东侧为走廊、南侧为 103 实验室、西侧为 D 座附楼王华明院士实验室、北侧为空调机房，楼上为该房间隔离的控制室及其他；强脉冲粒子束装置距离四周墙体外 30cm 的距离分别为 $d_{东}=4.54\text{m}$ ， $d_{西}=2.7\text{m}$ （主束方向）， $d_{南}=2.8\text{m}$ ， $d_{北}=5.01\text{m}$ ， $d_{屋顶}=2.5\text{m}$ 。其机房平面及剖面图分别见图 11-1 和图 11-2。

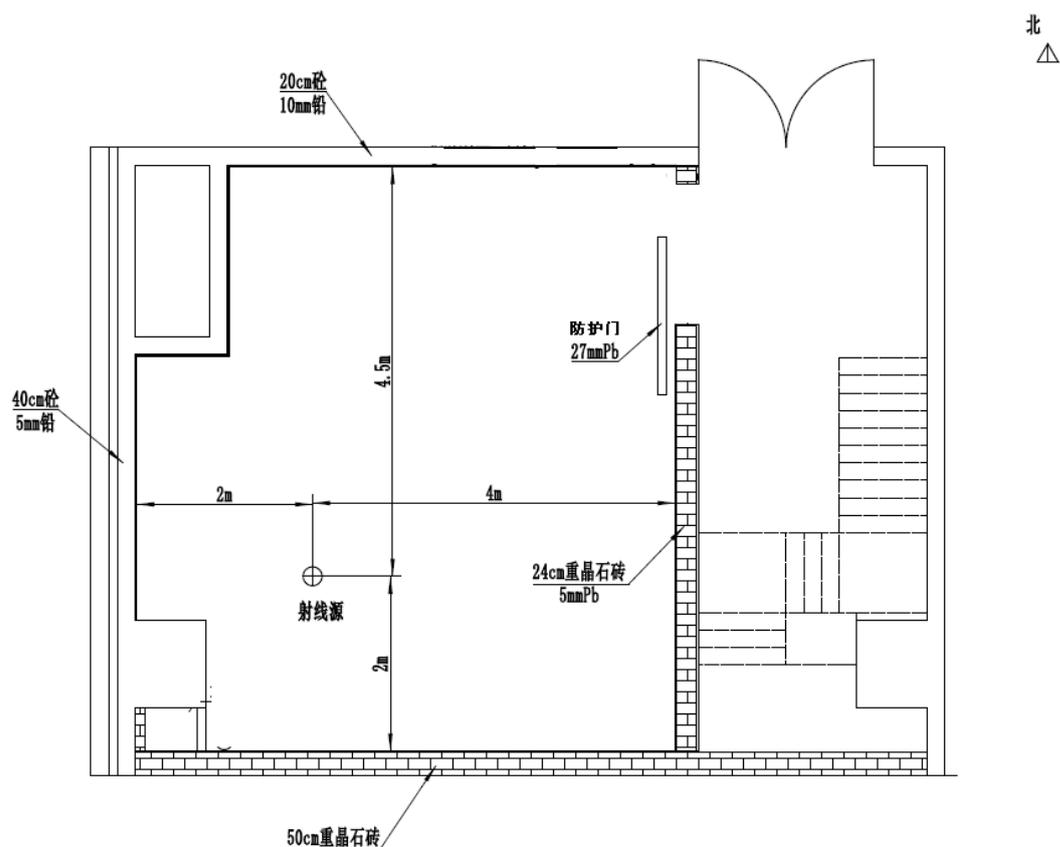


图 11-1 机房平面示意图

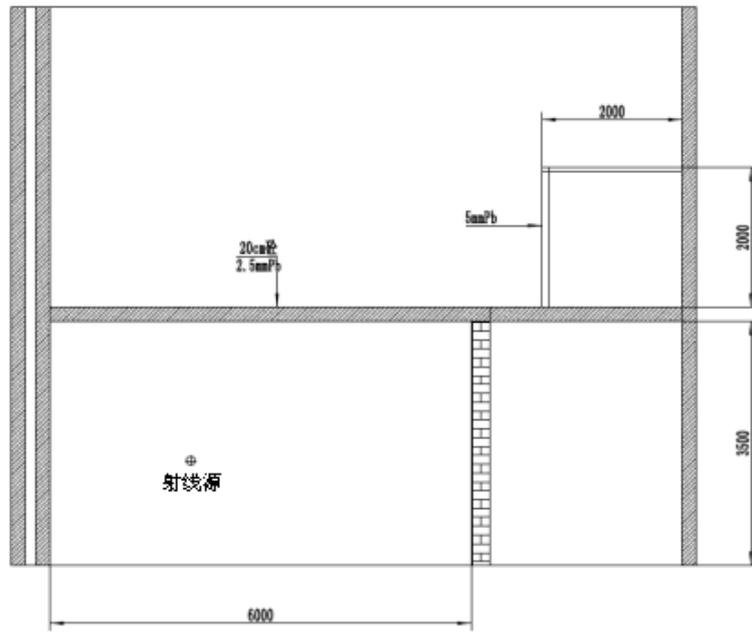


图 11-2 机房剖面示意图

该设备最大管电压为 450kv，最大管电流为 0.5mA，按照实际的实验需要，该装置每小时脉冲次数最多为 120 次，每次脉冲时间最长为 80ns，该实验室每年工作 120 天，保守假设每天设备工作时间 4h，则每年工作 480h。2019 年对该设备现状最大运行工况时设备表面 1m 处布设剂量片进行监测，得出该设备运行时，四周 1m 处 30 个脉冲的最大剂量为 1.52mSv，设备顶部 1m 处剂量为 0.05mSv，由于该设备 1h 最多脉冲次数为 120 次，则其四周 1m 处的剂量率最大值为 6.08 mSv/h，设备顶部 1m 处剂量率为 0.2mSv/h。保守考虑 2 倍安全系数，即设备四周 1m 处的剂量率 12.16mSv/h，设备顶部 1m 处剂量率 0.4mSv/h 计算各方向墙体外剂量率水平。

11.2.2 剂量率估算

墙体外剂量率计算公式如下：

$$\dot{D} = \frac{6.24 \times 10^{-\frac{X}{TVL}}}{d^2}$$

式中：D 为墙体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

d 为靶点至关注点的距离；

X 为某材料屏蔽厚度；

TVL 为 X 射线束在屏蔽材料中的 1/10 减弱层厚，参考电离辐射医学应用的防护与安全，入射电子能量为 400kv，x 射线在混凝土中 1/10 减弱层厚为 10cm，

x 射线在铅中 1/10 减弱层厚为 8.2mm，x 射线在重晶石砖中 1/10 减弱层厚为 7.6cm。

则各方向剂量率计算结果见表 11-1。

表 11-1 强脉冲粒子束装置屏蔽墙体剂量率计算

位置	距离, m	屏蔽		TVL,mm	透射因子	剂量率, μ Sv/h
		材料	厚度, mm			
东侧（走廊）	4.54	重晶石	240	76	1.71E-04	1.01E-01
		铅	5	8.2		
南侧（103 室）	2.8	重晶石	500	76	2.64E-07	4.09E-04
西侧（王华明院士实验室）	2.7	混凝土	400	100	2.46E-05	4.10E-02
		铅	5	8.2		
北侧（空调机房）	5.01	混凝土	200	100	6.03E-04	2.92E-01
		铅	10	8.2		
102 房间二层	2.5	混凝土	200	100	4.96E-03	3.17E-01
		铅	2.5	8.2		
102 房间二层控制室	6.5	混凝土	200	100	4.96E-03	4.69E-02
		铅	2.5	8.2		
防护门	6.5	铅	27	8.2	5.10E-04	1.47E-04

从表 11-1 可知，该强脉冲粒子束装置运行时其屏蔽墙体剂量率水平均小于 2.5μ Sv/h。

11.2.3 工作人员及公众受照剂量

运行期间，强脉冲粒子束装置年最大工作时间为 480h，工作人员位于控制室，公众主要为周围实验室人员及从走廊等经过的人员，其周围公众及工作人员受照剂量见表 11-2。

表 11-2 周围公众及工作人员受照剂量

位置	剂量率, μ Sv/h	居留因子	时间, h	受照剂量, mSv/a
东侧（走廊）	1.01E-01	1/4	480	1.21E-02
南侧（103 实验室）	4.09E-04	1	480	1.96E-04
西侧（王华明院士实验室）	4.10E-02	1	480	1.97E-02
北侧（空调机房）	2.92E-01	1/4	480	3.51E-02

102 房间二层	3.17E-01	1/4	480	3.81E-02
102 房间控制室	4.69E-02	1	480	2.25E-02
防护门	1.47E-01	1/4	480	1.76E-02

从表 11-2 可知，职业人员受照剂量为 2.25E-02mSv/a，小于工作人员剂量约束值 2mSv/a；射线装置屏蔽墙体外周围公众受照剂量最大值为 3.81E-02mSv/a，小于公众剂量约束值 0.1 mSv/a。

11.3 事故分析与防范建议

11.3.1 事故分析

本项目射线装置强脉冲粒子束装置运行期间，如安全联锁装置出现故障，机房门未完全关闭就出束，将会对工作人员造成误照射。因而，工作人员在进行操作前，需检查安全联锁装置是否正常。

11.3.2 防范措施

(1) 射线装置操作人员须严格按照操作规程操作，如出现设备出现故障时，应立即切断总电源，强制实行停止出束；

(2) 为防止人员误留辐射工作场所受到误照射，工作人员进行操作时须携带个人剂量报警仪；

(3) 定期检查辐射安全管理制度落实情况，发现问题及时纠正；如发生辐射事故，应立即启动辐射事故应急预案，采取必要的应急措施。

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 辐射安全领导小组

由表 1 中的 1.2.3 节可知，该学校现已成立了辐射安全领导小组。本项目涉及的物理学院在学校辐射安全领导小组的管理下，成立该学院的辐射管理机构即业务主管科室辐射安全管理机构。

12.2.2 辐射工作人员

本项目强脉冲粒子束实验室的拟配备人员为乐小云和张高龙，乐小云于 2019 年 6 月取得生态环境部门认可的辐射防护培训证书，张高龙于 2020-09 参加生态环境部门组织的考核，且成绩合格，因此，该 2 名辐射工作人员满足本项目的需求，辐射工作人员应根据要求在现有证书过期前参加考核，考核合格者才能继续从事辐射工作，辐射工作人员按要求每五年考核一次。

12.2 辐射安全管理规章制度

从表 1 的 1.2.3 节可知，学校现已制定了辐射安全管理制度，具体制度见表 1 中的辐射管理现状。

在学校现有辐射管理制度下，物理学院针对该学院的情况，制定了《实验室管理办法》、《物理学院核物理实验室放射事故应急救援预案》。《实验室管理办法》中对射线装置操作人员工作准则、放射性同位素工作安全规程、实验室消防安全管理办法、实验室安全用电管理办法、实验室学生守则、实验室管理规则等内容进行了规定。学院制定的这些制度和办法能满足本项目的需求。

12.3 辐射监测

学校已建立了辐射监测制度，已包括个人剂量监测、工作场所监测、辐射环境监测的制度能够满足本项目的需要。具体情况如下：

12.3.1 个人剂量监测

学校已制订了辐射工作人员个人剂量监测的管理制度，并按要求制订了辐射工作人员个人剂量监测的管理要求，本项目辐射工作人员个人剂量监测纳入学校辐射计划体系，按要求接受个人剂量监测，并建立相应的档案。

学校辐射工作人员的个人剂量监测目前已委托有资质单位承担，监测频度为

每季度检测一次。学校严格要求辐射工作人员按照规范佩戴个人剂量计，由专人负责收集送检更换，学校严格按照国家法规和相关标准进行个人剂量监测。

12.3.2 辐射工作场所及环境监测

(1) 工作场所监测

学校委托有资质的单位进行工作场所监测，采取定点监测和巡测相结合的方式监测射线装置机房周围的辐射水平，重点监测机房门口/门缝、四周墙外、楼上场所和辐射工作人员操作位置等场所，监测频次为1次/年。

表 12-1 工作场所监测布点设置情况

监测点位	点位描述
1	102 房间北侧走廊
2	102 房间东侧走廊
3	102 房间南侧实验室
4	102 房间西侧实验室
5	机房防护门外
6	机房东侧屏蔽墙外
7	射线屋顶正上方
8	控制室

为加强单位辐射安全管理，学校配备 X- γ 辐射剂量率仪开展工作场所自测，监测频次为1次/半年。

(2) 环境辐射水平监测

委托有资质的单位进行环境辐射水平监测，监测频次不低于1次/年，监测点位包括射线装置所在建筑物四周。

12.3.3 辐射监测设备

强脉冲粒子束装置实验室拟配备监测设备见表 12-2。

表 12-2 本项目拟配备监测仪器

序号	仪器名称	数量
1	个人剂量报警仪	2
2	个人剂量计	2
3	X- γ 辐射巡检仪	1
4	固定式监测仪器	1套

12.4 辐射应急措施

该学校已制定了辐射应急预案，另外，在学校的辐射应急预案的基础上，

学院制定了《物理学院放射源应急预案》及《实验室紧急情况预案》，该预案能够满足本项目的需求。

12.5项目环保验收内容建议

按照《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）的要求，本项目建成后3个月内开展竣工环境保护验收工作，验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示期限不少于20个工作日。

根据项目实际情况，评价单位建议本项目竣工环保验收的内容见表12-3。

表 12-3 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）的规定，本项目辐射工作人员剂量约束值执行2mSv/a；公众剂量约束值执行0.1 mSv/a。
剂量率控制水平	射线装置机房周围（四周、防护门外及屋顶）30cm处的剂量率不大于2.5 μ Sv/h
电离辐射标志和中文警示	在射线装置防护门外显著位置设置明显的辐射警告标识、警示说明。
分区与屏蔽设计	工作场所进行分区管理，屏蔽墙和防护门的防护能力满足辐射防护法规和标准的要求。
辐射安全设施	射线装置机房设有安全联锁装置、视频监控系统
监测仪器	配备个人剂量报警仪、个人剂量计、X- γ 辐射巡检仪、在线监测仪
规章制度	设有《北航放射性工作场所安全操作规程》、《北航辐射工作管理制度》、《北航放射事故应急救援预案》、《安全保卫监督管理制度》、《设备使用及维修制度》等
人员考核	射线装置使用人员在上岗前均需通过生态环境部门认可的考核
应急预案	制定的《物理学院放射源应急预案》及《实验室紧急情况预案》应包括本项目应急内容

表 13 结论与建议

13.1 结论

(1) 项目概况

北京航空航天大学物理学院拟在学校沙河校区国家实验室大楼 C 座 1 层 102 房间搬迁使用一台最大管电压为 450kV 的强脉冲粒子束装置，搬迁后仍由原有辐射工作人员操作使用。

(2) 实践正当性

本项目一方面响应了学校的优化学科规划，将物理等理科学科从学院路校区搬迁到沙河校区，并完善辐射安全管理工作；另一方面满足科研任务的要求，符合实践正当性原则。

(3) 选址的合理性

本项目位于北京航空航天大学沙河校区国家实验室大楼 C 座 1 层 102 房间，机房周围 50m 范围内无环境敏感区域，且该设备所在机房考虑了工作场所及周围场所的屏蔽防护与安全，故其选址是合理可行的。

(4) 辐射屏蔽设计合理

本项目所在的辐射工作场所采取可行、有效的建筑屏蔽措施，使得机房周围墙体剂量率水平低于 $2.5\mu\text{ Sv/h}$ ；场所进行分区管理，确保机房屏蔽防护符合辐射环保相关要求。

(5) 辐射环境影响分析

本项目运行期间，职业人员受照剂量为 $2.25\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，小于工作人员剂量约束值 2mSv/a ；屏蔽墙体外周围公众受照剂量最大值为 $3.81\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，小于公众剂量约束值 0.1 mSv/a 。

(6) 辐射安全防护措施

- ① 进行分区管理：辐射工作场所分为控制区和监督区；
- ② 辐射工作场所工作人员按要求佩戴个人剂量计，并严格实施工作人员个人剂量检测计划，每季度检测一次，定期进行职业健康体检，建立个人剂量和健康档案；
- ③ 本项目涉及辐射工作人员已取得生态环境部门认可的辐射安全与防护

培训证书，在证书有效期内，参加生态环境部门认可的考核，考核合格方可上岗，辐射工作人员按要求每五年考核一次；

④ 制定环境辐射水平和工作场所监测计划，并存档；委托有资质的监测单位进行工作场所和环境监测，监测频次为 1 次/年；

⑤ 安全连锁系统：设置防护门与设备连锁系统，同时设有紧急停机按钮、紧急开门按钮等措施；

⑥ 警示标识：机房出入口等显著位置上标有电离辐射警告标识及中文警示说明，并安装声光报警装置。

(7) 结论

综上所述，北京航空航天大学搬迁使用强脉冲粒子束装置，相应的辐射安全制度和防护措施基本可行，在落实本报告表提出的辐射防护措施及建议前提下，其运行对周围环境产生的辐射影响可控，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，本项目是可行的。

建议和承诺

(1) 项目竣工后尽快自行办理竣工环保验收，并接受生态环境部门的监督检查。

(2) 遵守有关法律、法规的规定，执行管理制度落实责任。

(3) 在项目运行过程中严格按照规定操作。

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