

核技术利用建设项目

中国科学院新疆理化技术研究所
质子位移损伤模拟试验装置项目

环境影响报告表

中国科学院新疆理化技术研究所

二〇一八年十月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

中国科学院新疆理化技术研究所
质子位移损伤模拟试验装置项目

环境影响报告表

建设单位名称：中国科学院新疆理化技术研究所

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：乌鲁木齐市北京南路 40 号附 1 号

邮政编码：830000

联系人：何承发

电子邮箱：313538562@qq.com

联系电话：18129217923



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：核工业二〇三研究所
 住 所：陕西省西安市规划红光大道以南协同创新港研发中试 8 号楼
 法定代表人：徐高中
 资质等级：甲级
 证书编号：国环评证 甲字第 3608 号
 有效期：2016 年 10 月 26 日至 2020 年 10 月 25 日
 评价范围：
 环境影响报告书甲级类别 — 建材火电；采掘***
 环境影响报告书乙级类别 — 农林水利；社会服务；核工业***
 环境影响报告表类别 — 一般项目；核与辐射项目***

再复印无效



项 目 名 称： 中国科学院新疆理化技术研究所
质子位移损伤模拟试验装置项目

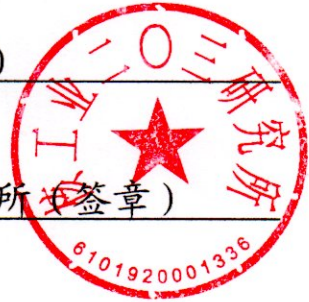
文 件 类 型： 环境影响报告表

适用的评价范围： 核与辐射项目

法 定 代 表 人： 徐高中 (签章)



主持编制机构： 核工业二〇三研究所 (签章)



中国科学院新疆理化技术研究所
 质子位移损伤模拟试验装置项目
 环境影响报告表编制人员名单表

编制主持人		姓名	职业资格证书编号	登记(注册证)编号	专业类别	本人签名
		刘中平	2017035610 3520146130 16000059	A360806011	核工业	刘中平
主要编制人员情况	序号	姓名	职业资格证书编号	登记(注册证)编号	编制内容	本人签名
	1	刘中平	2017035610 3520146130 16000059	A360806011	表1、表2~表5、表6、 表7、表9、表13	刘中平
	2	喻铁华	HP0004980	A36080041300	表8、表10、表11、 表12	喻铁华
	3	余新山	HP0007488	A360803411	报告审核	余新山
	4	李亚军	HP0004978	A360805411	报告审定	李亚军

环评项目负责人职业资格证书（复印件）



环评项目负责人职业资格登记/注册证书（复印件）

环境影响评价工程师

姓名	登记单位	登记证号	职业资格证书号	登记类别	登记有效起始日期	登记有效终止日期
刘中平	核工业二〇三研究所	A360806011	2017035610352 0146130160000 59	核工业	2018-02-11	2021-02-10

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中国科学院新疆理化技术研究所质子位移损伤模拟试验装置项目			
建设单位		中国科学院新疆理化技术研究所			
法人代表	蒋同海	联系人	何承发	联系电话	18129217923
注册地址		新疆乌鲁木齐市北京南路 40 号附 1 号			
项目建设地点		新疆乌鲁木齐市北京南路 40 号附 1 号理化所院内			
立项审批部门		中国科学院	批准文号	中国科学院科发函字 [2018]65 号	
建设项目总投资 (万元)	6850	项目环保投资 (万元)	700	投资比例 (环保投资/总投资)	10.21%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积(m ²)	1418.28
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	/			

1.1 核技术应用目的

中国科学院新疆理化技术研究所（以下简称“新疆理化所”）通过建设质子位移损伤模拟试验装置项目，建成 1 台 60MeV 同步质子加速器装置，与建设单位现有的试验条件相结合构成位移损伤效应模拟试验平台，支撑元器件空间位移损伤效应、试验评估方法研究，开展元器件累积辐射效应试验评估服务，为卫星、光电载荷、新型-KFS-元器件的研发与应用提供支撑。

本项目新增质子位移损伤效应模拟试验装置 1 套，新建质子加速器实验室，涉及面积 1418.28 平方米，包含加速器设备大厅、电源间、高频设备间、冷却水设备间、辐照大厅、实验准备间、配电室、中控室。

本项目工程组成见表 1-1。土建工程组成见表 1-2。

表 1-1 本项目工程组成

		工程组成	
质子位移损伤模拟试验装置项目	加速器装置	离子源系统	
		注入器系统	
		同步环系统	
		终端系统	
	配套工程	装置辅助系统	辐射防护系统
			机械总体
			真空清洗系统
			磁铁测量系统
		土建工程	/
	公共配套系统	配电系统	
		冷却水系统	
		压缩空气系统	
	环保工程	辐射防护相关配套工程	铅防护门
通风系统			
密道			

表 1-2 本项目土建工程组成

序号	项目及组成	建筑面积 (m ²)	备注
----	-------	------------------------	----

1	加速器大厅(含设备吊装口、离子源及直线大厅、同步环大厅及2个辐照大厅)	403	地下	电子加速器实验室扩建部分 长×宽×高=28×21×9.7(m) 框架结构 (地下4.8m,地上5.5m)
2	电源间	188	地上	
3	高频设备及功率源间	50	地下	
4	修配间	35	地下	
5	设备转运大厅	194	地上	
		86	地下	
6	高压锻炼间	23	地下	
9	中央控制室、真空系统、束诊间	80	地上	
7	数据获取室、讨论室	55	地上	
8	其他辅助	169	迷宫、过道等	
10	泵房	135.28	单独厂房	长×宽=15×8(m) (轨顶高4.4m) 钢架结构
	合计	1418.28		

1.2 项目由来

建设60MeV位移损伤模拟专用质子加速器，形成元器件空间位移损伤效应研究和试验评估条件，对于完善我国航天元器件空间辐射效应试验技术体系，促进我国卫星和宇航元器件-KFS-加固技术发展，提升国产-KFS-元器件研制及卫星-KFS-基础支撑能力具有重要意义。目前，国内没有投入使用或在建的60MeV质子加速器，已有的质子加速器能量低，不能满足空间环境质子辐射导致的位移损伤效应的地面模拟试验研究。国内的大型加速器主要用来做单粒子效应试验，基本不提供质子辐照机时，严重制约了我国空间环境质子辐射导致的位移损伤效应试验研究和评估工作的开展。国内能量范围在60MeV的质子加速器是缺失的，现有的加速器均不能满足开展空间位移损伤效应研究和试验评估。

随着航天任务的不断拓展，探测对象复杂多变，运行时间逐步增长，航天器将面临着更加严苛、复杂的辐射环境，质子能量更高，通量更大，同时由于航天器运行时间更长，辐射与温度、振动等可靠性方面的问题结合，使航天器各类部件将经受更加严峻的位移损伤效应考验，因此，建设质子位移损伤效应模拟试验装置非常必要，迫在眉睫。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《放射性同位

素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）相关要求，中国科学院新疆理化技术研究所本次拟新增的 1 台质子加速器属于 II 类射线装置。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（国家环境保护部令第 44 号）和《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》（环境保护部令第 3 号）相关规定，该项目应编制环境影响评价文件。为此，2018 年 4 月，中国科学院新疆理化技术研究所正式委托核工业二〇三研究所对该单位质子位移损伤模拟试验装置项目进行环境影响评价工作。接受委托后，核工业二〇三研究所即组织工程专业技术人员对项目场地及周围环境进行实地调查，收集相关基础资料，根据国家、省市的有关环保法规和《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》（HJ/T10.1-2016），编制了该项目环境影响报告表。

1.3 编制目的

（1）通过对新疆理化所现有的辐射装置进行调查、资料收集，明确现有辐射装置环境现状。

（2）通过对本项目质子加速器运行过程中辐射剂量率进行理论估算，确定其对周边环境的影响范围、程度，分析拟采取辐射防护措施的有效性，并提出合理的意见与建议。

（3）使其满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理的要求，为环境保护主管部门和新疆理化所的辐射安全管理提供科学依据。

1.4 原有核技术应用项目回顾

1.4.1 原有核技术应用项目环保手续履行情况

新疆理化所于 2013 年 11 月 25 日获得辐射安全许可证，证书编号为国环辐证[00398]。许可的种类和范围为使用 I 类、II 类、III 类、IV 类、V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置。现有 2 台 II 类射线装置、2 枚 I 类放射源。见表 1-2。

根据新疆理化所提供的资料，理化所院内现有的 15 万居里及 1000 居里的高、低剂量率 ^{60}Co - γ 射线辐照源、电子加速器和 X 射线辐照装置均已履行环评手续取得批复，于 2013 年取得原国家环保总局颁发的《辐射安全许可证》（国环辐证[00398]）；以上设备于 2017 年委托自治区辐射环境监督站编制验收监测报告，报告已编制完成。环评批复及验收意见见附件。

表 1-2 现有射线装置及放射源

序号	辐照装置名称	规格型号	主要指标
1	电子加速器	ELV-8	1-2 MeV, 最高电压 20000000 伏
2	高剂量率钴源	C188×12	1-300 rad/s, 2014 年 9 月 12 万居里, 目前大约 7.12 万居里
3	低剂量率钴源	C188×1	0.001-1 rad/s, 2014 年 9 月 1500 居里, 目前约 890 居里
4	X 射线辐照装置		160kV, 50mA

1.4.2 辐射安全与管理现状

新疆理化所已成立辐射安全与环境保护管理工作领导小组, 明确机构成员组成、相关工作职责, 安排有专人负责辐射安全管理工作。理化所现有辐射工作人员、管理人员 32 名, 有 5 人参加了由环境保护部组织的辐射安全中级培训, 并取得了合格证书。其余人员都经过了所里组织的辐射安全培训。现有 2 名注册核安全工程师, 主要负责放射源及射线装置的辐射安全管理工作、人员培训工作。辐射工作管理逐步规范, 制定了较为完善的规章制度。已制定的制度主要有: 《辐射防护与安全保护制度》、《辐射安全和环境保护管理小组岗位职责》、《控制系统操作规程》、《放射源使用管理规定》、《新疆理化所放射源台帐管理制度》、《废旧放射源处置方案》、《辐射工作人员健康管理规定》、《钴源井水净化装置运行操作规程及管理制度》、《钴源设备管理维修制度》、《设备管理维修制度》、《新疆理化所辐射场所剂量检测管理制度》、《新疆理化所个人剂量监测制度》、《新疆理化所钴源摄像和喷淋管理制度》、《中科院新疆理化所放射源与射线装置辐射事故应急预案》等一系列规章制度, 用于⁶⁰Co 辐照装置和加速器的辐射安全管理。

2017 年 2 月, 新疆理化所委托新疆辐射环境监督站对该所使用的高剂量率钴源、低剂量率钴源和电子加速器进行竣工验收监测。11 月, 新疆辐射环境监督站对其工作场所及周围环境进行了监测, 同时出具了验收监测表(报告编号: 新辐射验字[2018]第 01 号), 验收结论为: 新疆理化所的两个⁶⁰Co 辐照装置正常工况下, 贮源井水总α、总β、氯离子、电导率、PH 值均满足《γ辐照装置设计建造和使用规范》(GB17568-2008)中规定的限值要求; 氮氧化物室外浓度监测结果满足《大气污染物综合排放标准》(GB16279-1996)规定的限值要求, 噪声监测结果满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3 类声环境功能区限值要求。电子加速器的建设符合《辐照

加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）的要求。

新疆理化所已给辐射工作人员配备了个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案；已对 32 名辐射工作人员、管理人员进行了年度职业健康检查，并建立了职业健康监护档案；已配备便携式 γ 剂量率仪 2 台、个人剂量报警仪 1 台，固定式 γ 剂量率监测仪 3 台、门禁 γ 剂量率仪 3 台，能满足辐照装置及加速器的辐射安全管理需要。

1.5 项目概述

1.5.1 项目简况

项目名称：质子位移损伤效应模拟试验装置建设项目

建设单位：中国科学院新疆理化技术研究所

建设地点：乌鲁木齐市北京南路 40-1 号新疆理化所园区内东南角

建设规模：1 台 60MeV 质子加速器

项目性质：新建

项目投资：6850 万

1.5.2 项目交通地理位置

项目拟建场所位于乌鲁木齐市北京南路 40-1 号新疆理化技术研究所院内东侧，小钴源南侧空地，项目东侧为景盛苑二期一幢 6 层商业小区居民楼，西北侧为中国科学院新疆生态与地理研究所（电子元器件与材料损伤评估平台楼），南侧为金坤静园小区。新疆理化所周边交通地理位置见图 1-1。



图 1-1 新疆理化所周边交通地理位置图

新疆理化所占地 42760 平方米，现有各类科研建筑规模为 35827 平方米，其中：理化实验办公楼 10159 平方米；电子加速器实验室 516 平方米；传感器试验楼 1631 平方米；钴源室 230 平方米；电子元器件与材料辐射损伤评估平台楼 5006 平方米；远西部高新技术转移转化平台楼 18225 平方米；其他用房 60 平方米。

新疆理化所园区功能布局见下图 1-2，各部分分别为：

①产业楼；②传感器试验楼；③理化实验办公楼；④远西部高新技术转移转化平台楼；⑤电子加速器实验室；⑥电子元器件与材料辐射损伤评估平台楼，钴源室。



图1-2 新疆理化所园区功能布局图

1.5.3 本次环评应用规模

本项目新增 60MeV 质子加速器装置，与新疆理化所已具备的元器件测试、辐射场测量设备共同构成位移损伤试验平台；结合现有的钴源、电子加速器、X 射线辐照装置，形成完整的元器件累积辐射损伤实验平台。

本项目拟建设的质子加速器实验室在小钻源南侧空地，新建建筑面积 1418.28 平方米。根据新增装置的工艺平面布局，本项目需新建质子加速器实验室，包含加速器设备大厅、电源间、高频设备间、冷却水设备间、辐照大厅、实验准备间、配电室、中控室。

所区总体布局已经形成，物流畅通便捷，防火间距、消防通道符合规范。所区在南侧设置大门 1 个，作为人流主出入口，在南侧和西侧设置大门 2 个，作为物流出入口，可保证人流、物流畅通安全。绿化采取集中布置，既美化环境，又防止噪音和污染对生活区的干扰。

质子位移损伤效应模拟试验装置建设项目拟建场所见图 1-3、1-4。



图 1-3 质子位移损伤效应模拟试验装置建设项目拟建场所

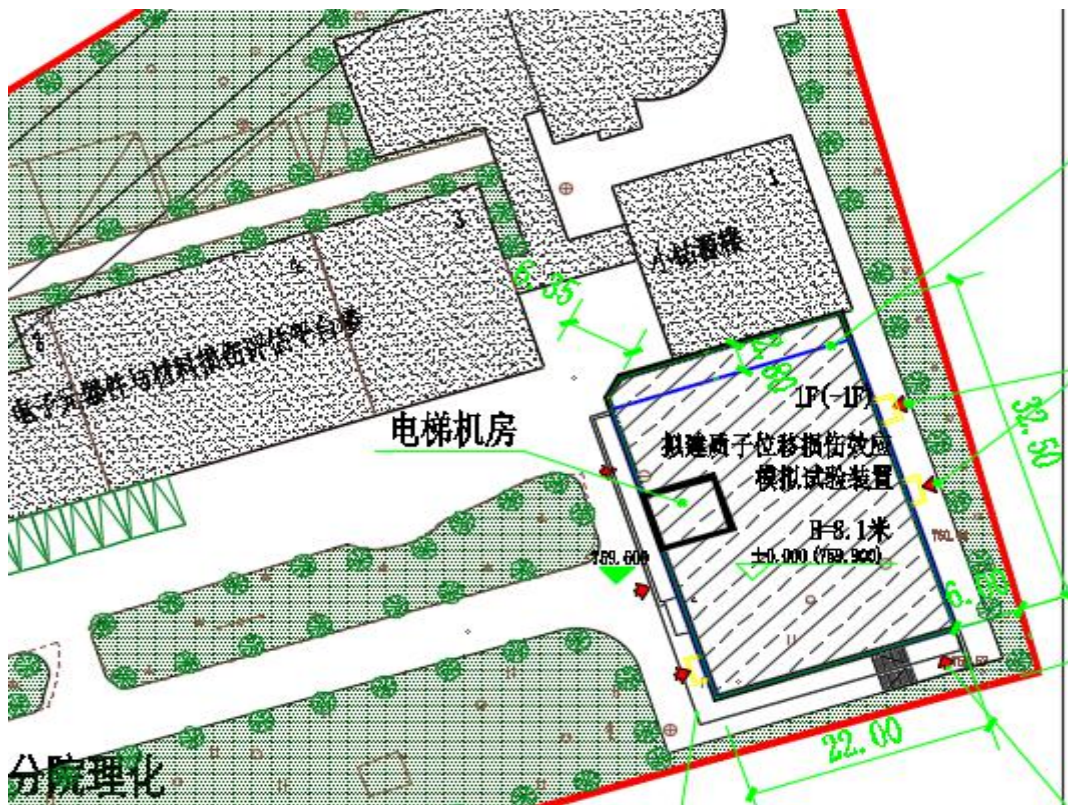


图 1-4 质子位移损伤效应模拟试验装置建设项目拟建场所

根据理化所提供的资料，本项目新建 60MeV 质子加速器作为质子位移损伤效应模拟试验装置，为元器件辐照试验提供辐照装置，遵循“辐照装置与测试设备就近配置”

的原则，质子加速器在小钴源南侧空地新建。质子位移损伤效应模拟实验装置项目层数：地上一层，地下1层。地下一层主要布置设备转运大厅、高压锻炼间、离子源及直线大厅、同步环大厅、2个辐照大厅以及高频设备间等；地上一层主要布置设备转运大厅、电源间、加速器中央控制室、真空系统洁净间、束诊系统洁净间、数据获取室及讨论室等。地下一层平面图、地上一层平面图分别见图 1-5、图 1-6。

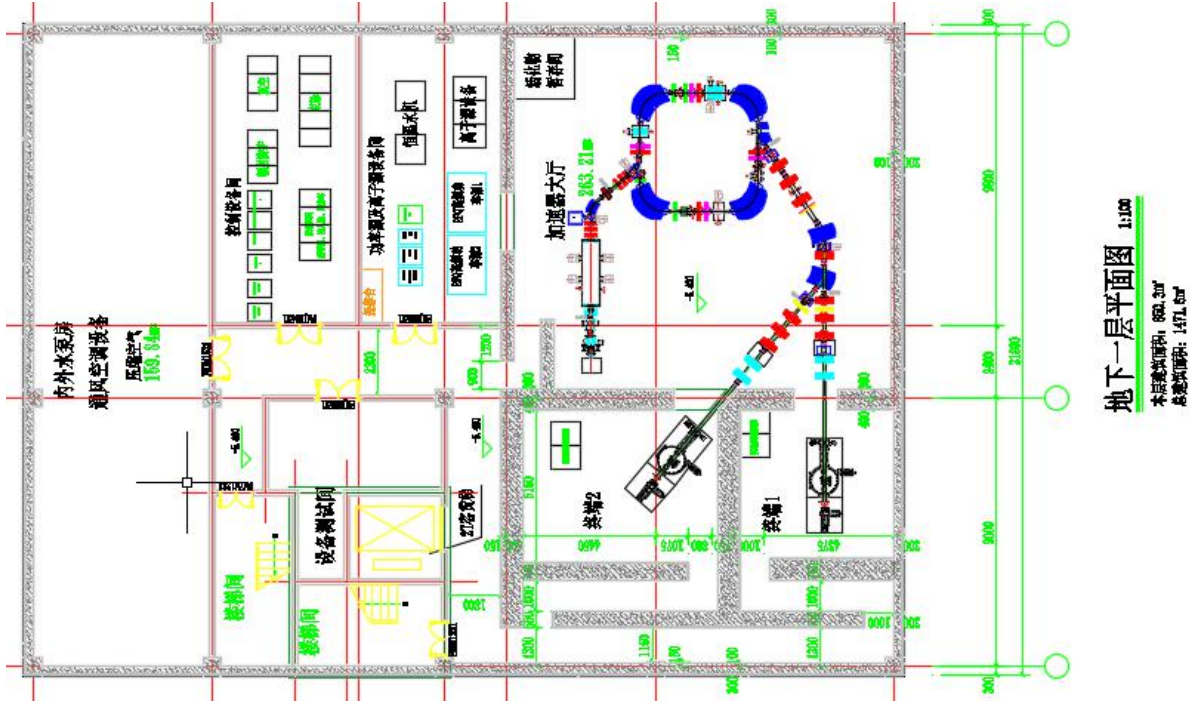


图 1-5 地下一层平面布置图



图 1-6 地上一层平面布置图

1.5.4 项目周边环境情况

本项目拟建场所位于乌鲁木齐市北京南路40-1号新疆理化技术研究所院内东南角，东侧15m为景盛苑二期一幢6层商业小区居民楼，南侧30m为金坤静园小区（周边小区共有户数约150户，500人左右），西侧为中国科学院新疆生态与地理研究所院子，西北侧50m为中国科学院新疆生态与地理研究所（电子元器件与材料损伤评估平台楼），北侧15m为原有小钻源。

本项目拟新建场所及四邻关系见图1-7，拟建设场地周边环境现状见照片1~照片5。

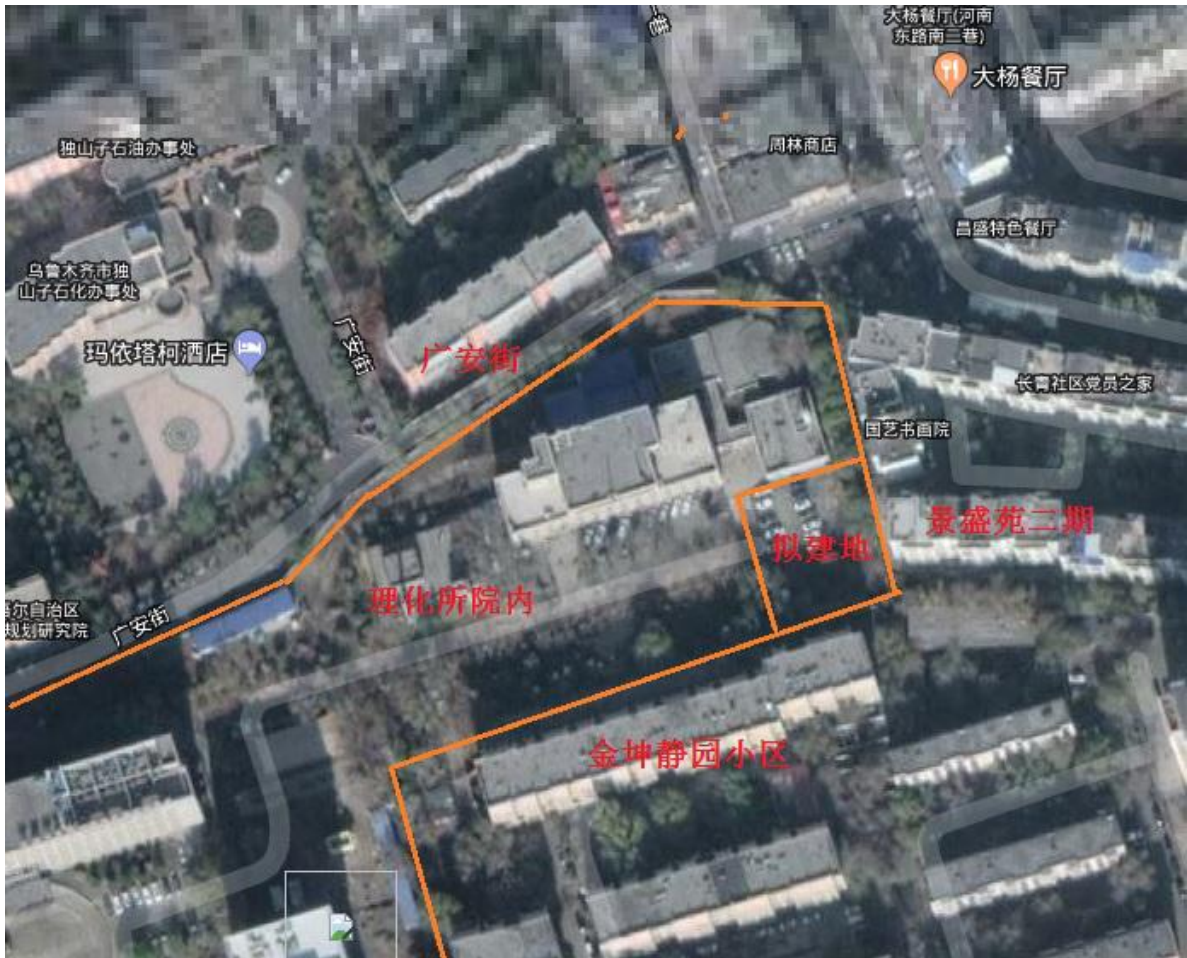


图 1-7 拟新建项目场所及四邻关系图



照片 1 项目拟建地



照片 2 项目所在地北侧（小钴源室）



照片 3 项目所在地东侧



照片 4 项目所在地南侧



照片 5 项目所在地西侧

1.5.5 公用工程

新疆理化所质子位移损伤效应模拟实验装置项目项目给排水、供气、供暖、供电均依托所内现有设施。

1.5.6 人员编制及工作制度

目前，实验室已有人员 32 人，本项目不新增人员，所需人员由新疆理化所自行协调安排。本项目按照一班制运转。全年工作 251 天，每班工作 8 小时。本项目新建的

PREF 装置需设置运行组维持加速器的正常运行和日常维护保养。运行组设 5 人，其中加速器物理人员 2 名负责装置的调试运行，加速器硬件人员 3 名负责装置硬件系统的日常维护。

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
	本项目不涉及放射源							

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。

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
	本项目不涉及非密封放射性物质									

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

(1) 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)	最大束流强度 (mA)	用途	工作场所	备注
1	质子加速器	II	1	待定	质子	60	30mA	电子器件辐射效应试验	质子加速器实验室	

(2) 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
	本项目不涉及 X 射线机								

(3) 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	
	本项目不涉及中子发生器												

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放总量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废离子交换树脂	固体	/	/	/	/	/	暂存至放射性废物贮存间	暂存待其衰变十个半衰期，与有资质的单位签订协议，定期收贮。

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；</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》，生态环境部令第 1 号，2018 年 4 月 28 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) 《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>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日；《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》，环保部令第 3 号，2017 年 12 月；</p> <p>(8) 《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，2018 年 4 月 28 日；</p> <p>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；2017 年 1 月 1 日；</p> <p>(11) 《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》（HJ/T10.1-2016）；2016 年 4 月 1 日；</p> <p>(12) 《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》，2015 年 7 月 1 日。</p>
------------------	--

<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (2) 《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-85)； (3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)； (4) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)； (5) 《工作场所有害因素职业接触限值-化学有害因素》(GBZ2.1-2007)； (6) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)； (7) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)； (8) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范》(GBZ/T 201.5-2015)； (9) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979 - 2018)。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1) 《中国科学院新疆理化所质子位移损伤效应模拟试验装置建设项目可研报告》，中计信投资咨询有限责任公司，2018年4月； (2) 《质子位移损伤效应模拟试验装置项目技术方案》，中国科学院新疆理化技术研究所，2018年4月； (3) 中国科学院新疆理化所质子位移损伤效应模拟试验装置建设项目环评委托书(见附件1)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

<p>7.1 评价等级和范围</p> <p>(1) 辐射环境</p> <p>根据本项目射线装置的内容与规模，考虑射线装置的类型、能量，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》(HJ/T10.1-2016)要求，结合项目能量流污染特征与距离相关关系，确定本项目辐射环境影响评价的范围为：质子加速器机房实体屏蔽墙体外 50m 的区域。</p> <p>(2) 声环境</p> <p>根据《环境影响评价技术导则 声环境》：本项目位于 2 类标准区，项目位于中科院理化所院内，项目建成后噪声级影响较小，评价等级为二级。</p> <p>根据本项目周围环境功能区类型，环境噪声执行《声环境质量标准》(GB3096—2008) 2 类：昼间 60dB(A)，夜间 50dB(A)标准，评价范围为：围墙外 200m 范围内区域。</p> <p>项目厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类：昼间 60dB(A)，夜间 50dB(A)，评价范围为：场界外 1m 处。</p>						
<p>7.2 环境保护目标</p> <p>本项目周边环境为：项目拟建场所位于新疆理化技术研究所院内东侧，项目东为景盛苑二期一幢 6 层商业小区居民楼，距离拟建场所为 15m，南侧为金坤静园小区，距离拟建场所为 30m；北侧为大小钴源室，紧靠拟建场所；西侧为院内道路。两侧小区共有户数约 150 户，500 人左右。</p> <p>根据项目拟建场所周围环境看，考虑评价范围为 50m，本项目环境保护目标主要为质子加速器工作场所的辐射工作人员和东侧、南侧小区居民，使其所接受的有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的剂量限值和本次评价提出的剂量约束值。新疆理化所本项目环境保护目标见表 7-1。</p>						
<p>表 7-1 环境保护目标</p>						
序号	工作场所	保护名称	规模	相对位置关系		年有效剂量控制水平
				方位	距离(m)	
1	大小钴源室	工作人员	约 18 人	N	15	≤5mSv
2	60MeV 质子加速器	工作人员	约 10 人	N	5	≤5mSv
3	景盛苑小区居民楼	小区居民	约 300 人	E	15	≤0.1mSv
4	金坤静园小区居民楼	小区居民	约 200 人	S	30	≤0.1mSv

5	质子加速器机房外短时间滞留的其它工作人员	0.3~50	≤0.1mSv
---	----------------------	--------	---------

备注：表中“距离”均以机房屏蔽墙体作为起点进行计算，人员最近停留位置从屏蔽墙体外表面30cm处算起。

7.3 评价标准

(1) 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B 中规定：应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）不超过 20mSv；实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年平均剂量估计值不应超过 1mSv。

另据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 11.4.3.2 款规定：剂量约束值通常应在公众照射剂量的限值 10%~30%（0.1mSv~0.3mSv）的范围之内，但剂量约束值的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

依据“辐射防护与最优化原则”，结合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）相关规定，本项目辐射工作人员职业照射取 5mSv 作为剂量约束值，公众成员取 0.10mSv 作为剂量约束值。

(2) 臭氧控制水平

依据《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-85）、《工作场所有害因素职业接触限值-化学有害因素》（GBZ2.1-2007）相关规定，加速器停机后，人员进入辐照室，辐照室内臭氧浓度应≤0.3mg/m³。

室外环境以《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中臭氧二级标准 0.2mg/m³ 加以控制。

(3) 剂量率控制水平

参照《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）以及现有射线装置屏蔽墙体表面剂量率相关规定，本项目屏蔽墙体、防护门表面 30cm 处辐射剂量率控制水平取 2.5μSv/h。

(4) 噪声

厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准（昼间为 60dB，夜间为 50dB）。

(5) 地表水

生活污水排放满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 现有 ^{60}Co 辐照装置和电子加速器辐射环境质量现状

2017年2月，新疆理化所委托新疆辐射环境监督站对该所使用的高剂量率钴源、低剂量率钴源和电子加速器进行竣工验收监测。11月，新疆辐射环境监督站对其工作场所及周围环境进行了监测，同时出具了验收监测表（报告编号：新辐射验字[2018]第01号），验收结论为：两个 ^{60}Co 辐照装置正常工况下，辐照室防护门（人行门、工件门）、四周墙体表面 30cm 处空气吸收剂量率测值符合《水池贮源型 γ 辐照装置设计安全准则》（GB17279-1998）中规定的限值要求。贮源井水总 α 、总 β 、氯离子、电导率、PH 值均满足《 γ 辐照装置设计建造和使用规范》（GB17568-2008）中规定的限值要求；氮氧化物室外浓度监测结果满足《大气污染物综合排放标准》（GB16279-1996）规定的限值要求，噪声监测结果满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类声环境功能区限值要求。电子加速器的建设符合《辐照加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）的要求。

8.2 本项目所在区域辐射环境现状

新疆理化所质子位移损伤效应模拟试验装置建设项目项目位于理化所院内。目前，项目尚未施工建设，项目所在区域为天然环境本底水平，因此可以利用理化所院内环境本底说明本项目拟建设区域辐射现状水平。

2018年5月1日，委托陕西秦州核与辐射安全技术有限公司新疆分公司对理化所院内环境辐射空气吸收剂量率现状进行监测，监测结果表 8-1。

监测方案：

- 1、监测单位：陕西秦州核与辐射安全技术有限公司新疆分公司
- 2、监测日期：2018年5月22日
- 3、监测因子：现场监测 X- γ 辐射剂量率
- 4、监测依据：HJ/T 61-2001《辐射环境监测技术规范》
- 5、天气环境条件：天气：晴；温度：24℃；相对湿度：18%。
- 6、监测设备：仪器型号及名称：X、 γ 辐射剂量率仪

仪器编号：QZJC-YQ-013

检定证书编号：中国测试技术研究院/2018H21-10-009073

检定有效期：2018.02.21~2019.02.22

表 8-1 质子位移损伤效应模拟试验装置建设项目拟建场所环境本底辐射水平监测结果

序号	监测点位描述	空气吸收剂量率 (nSv/h)	备注
1	拟建场所（环境本底）	86.2~95.8	高度 1m

8.3 辐射环境现状评价

由表 8-1 可知，新疆理化所环境本底 γ 辐射空气吸收剂量率监测值为 86.2~95.8nSv/h，查阅《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查报告》可知，乌鲁木齐市原野天然环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 70.6-183.4nGy/h，与本次新疆理化所厂区环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测值处于同一范围内，未见异常。

综上所述，新疆理化所本项目所在位置的 γ 辐射空气吸收剂量率监测值与乌鲁木齐市天然环境 γ 辐射空气吸收剂量率处于同一水平，为天然环境本底水平，项目所在区域辐射环境现状质量良好。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 质子加速器工作原理

9.1.1 工作原理

质子位移损伤效应模拟试验装置的基本组成部分是离子源、注入器系统、真空加速系统、束流输运诊断系统和辅助系统，其原理见下图 9-1 所示，质子加速器的工作原理如下：

- (1) 离子源用来提供所需加速的各种粒子；
- (2) 注入器系统用来将粒子源提供的粒子注入到真空加速系统；
- (3) 真空加速系统由加速管和加速腔、控制束流运动轨道的导引、聚焦系统、电磁场系统、真空系统等组成。带电粒子的加速过程必须在真空条件下进行，以免与气体分子碰撞而损失。
- (4) 束流输运诊断系统由若干弯转磁铁和电磁四极透镜等组成，用以在源和加速器之间、加速器和靶之间，或在加速器之间输运和分析所需的离子束。
- (5) 辅助系统包括电源系统、控制系统、冷却系统等用来维持加速器正常运转的辅助设施。

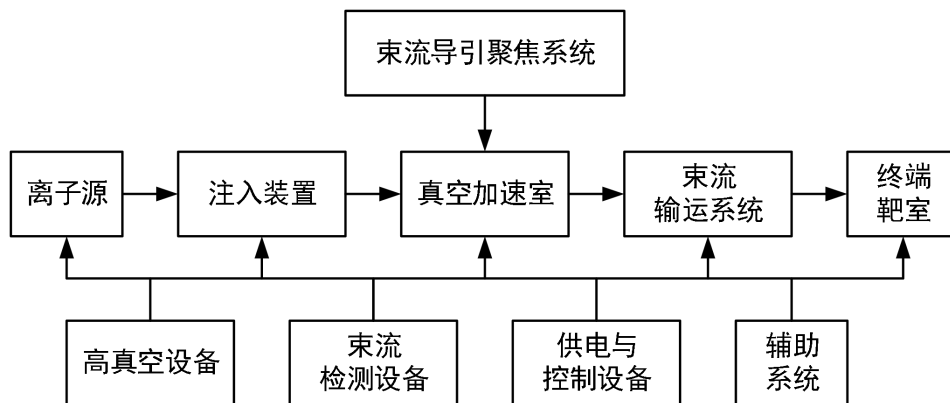


图 9-1 质子加速器工作原理图

质子位移损伤效应模拟试验装置由加速器装置及配套支撑系统构成。图 9-2 是装置组成示意图。其中：

加速器装置由离子源系统、注入器系统、同步环系统、终端系统等 4 大系统构成。离子源系统包括离子源体及低能线。注入器系统包括直线 RFQ 及中能线。同步环系统指的是同步加速环上所有元件及注入引出元件例如注入切割磁铁，引出切割磁铁等。终端系统包括辐照终端及高能束线。加速器装置的具体设计又可以分解为 8 个工艺系统，

这 8 个工艺系统分别是磁铁系统、电源系统、高频系统、真空系统、束诊系统、控制系统、检测系统、探测器及靶室等。加速器的 4 大系统分别由不同的工艺系统组成。

配套支撑系统包括装置辅助系统、公共配套系统。装置辅助系统包括辐射防护系统、机械总体、真空清洗系统、磁场测量系统。装置辅助系统作为加速器装置的辅助设施，设计安装在加速器装置的 4 大系统内，作为装置运行的辅助设备。公共配套系统包括配电系统、冷却水系统、通风空调系统、压缩空气系统，作为配套设施提供满足加速器装置运行要求的环境条件。

加速器装置的运行模式如下：利用负氢离子源产生高流强H⁻离子，注入直线加速器中进行预加速。RFQ是同步环的注入器，可以为同步环提供高品质高流强的脉冲束流。同步环装置利用剥离注入技术将离子累积到高流强并提高到高能量，然后通过慢引出技术，将环中的离子在1秒钟内均匀引出。高能线将引出的质子束传输到辐照终端，并在终端扫描铁的作用下将束团均匀扫描。装置效果图如图9-3所示。

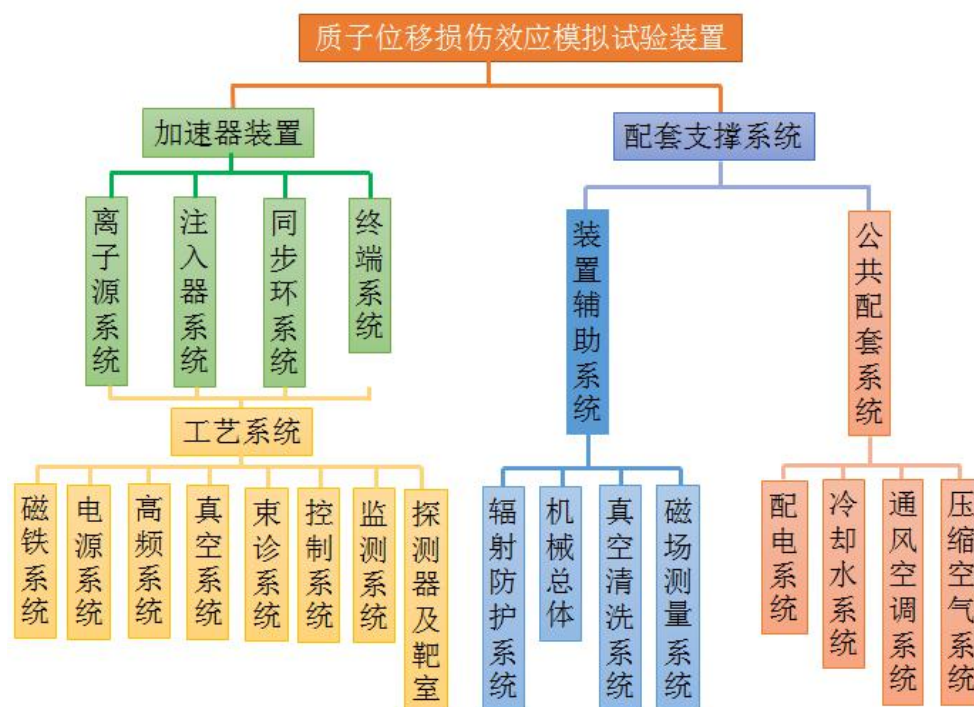


图 9-2 质子位移损伤效应模拟试验装置组成图

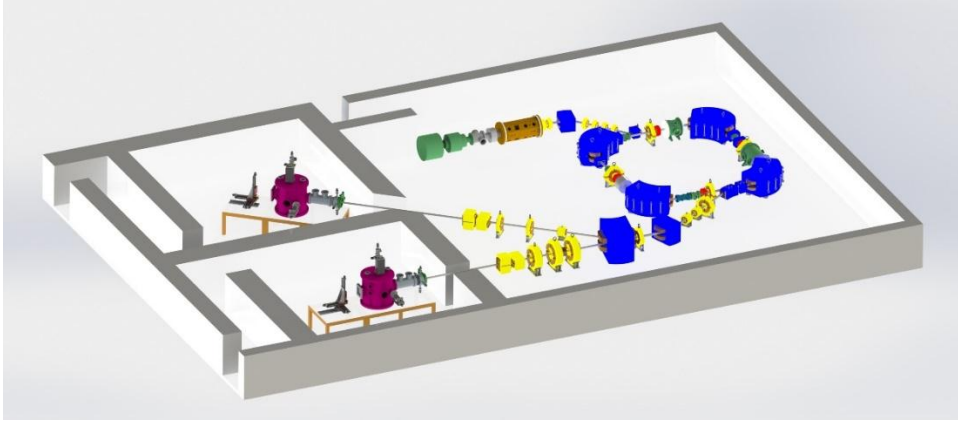


图9-3 质子位移损伤效应模拟试验装置效果图

9.1.2 设计方案

质子加速器装置由质子源、RFQ 直线注入器、同步加速器、辐照终端以及连接上述部分的束线所组成。在设计上，充分利用现有成熟技术，以保证装置运行的可靠性和造价的合理性；同时，尽可能地采用新技术，如软磁合金加载腔、低能弱束流诊断、大角度扫描等技术，以保证装置的独特性和束流指标的先进性。建成后，离子加速器是一台构型独特、结构紧凑、束流指标领先的低能质子辐照专用的离子加速器研究装置。图 9-4 给出离子加速器的总体布局图。

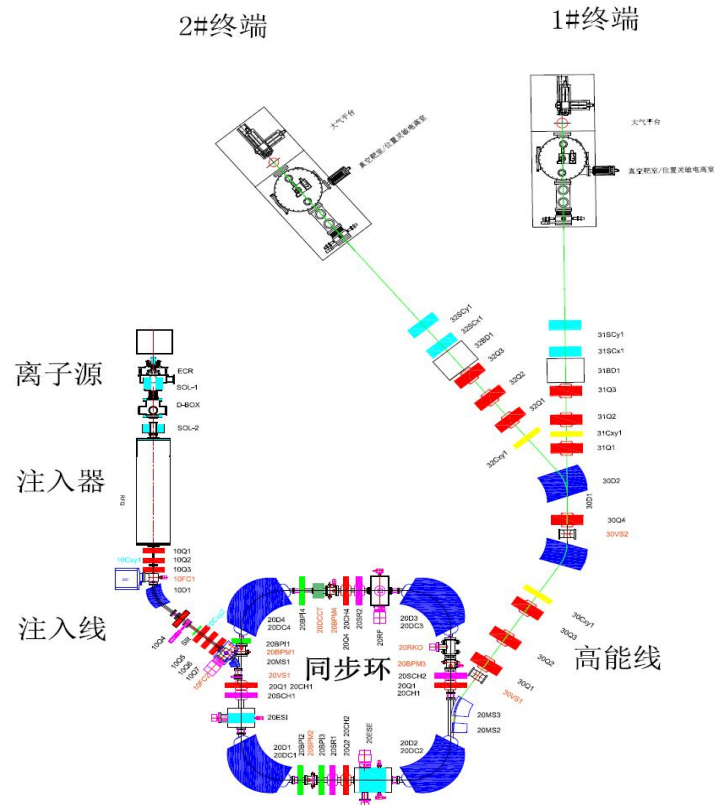


图9-4 质子加速器系统总体布局图

质子加速器利用离子源产生质子束流，注入直线加速器进行预加速。直线加速器引出的束流注入到同步加速器，将质子加速到10MeV~60MeV。同步加速器采用共振慢引出将束流经高能束线到达各个实验终端，开展质子位移损伤效应模拟研究。

9.2 辐射源项分析

(1) 粒子加速器运行时产生的辐射场，包括加速器的运行时产生的“瞬发辐射场”和加速器停机后依然存在的“残余放射场”。瞬发辐射决定着加速器的屏蔽厚度，而残余放射性是工作人员所受剂量的主要来源。瞬发辐射是加速器运行时损失束流与加速器部件和屏蔽体等发生核反应产生，特点是能量高、辐射强，但会随着加速器的停机而完全消失；残余放射性主要来自与加速器部件、设备冷却水、隧道内空气被主束或次级粒子轰击产生的活化产物，在加速器停机后依然存在。

对于质子/重离子加速器，其初级辐射(被加速的离子束流)种类多，能量、流强变化大。较轻的粒子能量高、射程长、流强大，束流聚焦好，沿途散失小。束流轰击外靶时束流损失大，甚至全部，适于采用束流收集器、局部厚屏蔽等措施。加速器运行时产生的辐射主要是高能粒子引起的核反应而发射出的瞬发中子，主要包括由核内级联产生的高能中子及复合核退激出射的蒸发中子(各向同性部分)两部分，其他粒子(电子， γ 等)不论是产生的量还是穿透能力皆小于中子。

重离子核反应瞬发中子的产额、能谱和角分布与入射粒子种类、能量和流强有密切关系，还受靶核性质的影响。中子产额与能量都随粒子单核能的提高而单调上升。在单核能相同的情况下，中子产额随入射粒子质量数的增加而上升。中、高能重离子核反应瞬发中子有两个突出的特点：从角分布看，正前方有尖锐的峰值；从能谱看，几乎各个方向都有一部分高能中子，尤其是前方，其能量可以明显高于入射单核能，这些高能中子是辐射屏蔽的主要对象。

中子和光子能谱：计算中采用 USRBDX 卡统计得到距靶 1 m 处不同角度的中子和光子能谱分布，其中在 0°方向由于统计误差较大，范围为 $\pm 4.0^\circ$ ；其他方向上每个角度的范围为 $\pm 2.5^\circ$ ，如对 15°方向，统计范围则为 12.5°~17.5°。此外总产额可以通过计算从靶发射到周围区域的粒子总数实现，计算显示总的中子产额为：0.16 n/pri，误差为 1.37*10⁻²%；总的光子产额为 9.91*10⁻² n/pri，误差为 1.46*10⁻²%。图 9-5 (a)、(b) 分别给出了中子和光子能谱的结果。

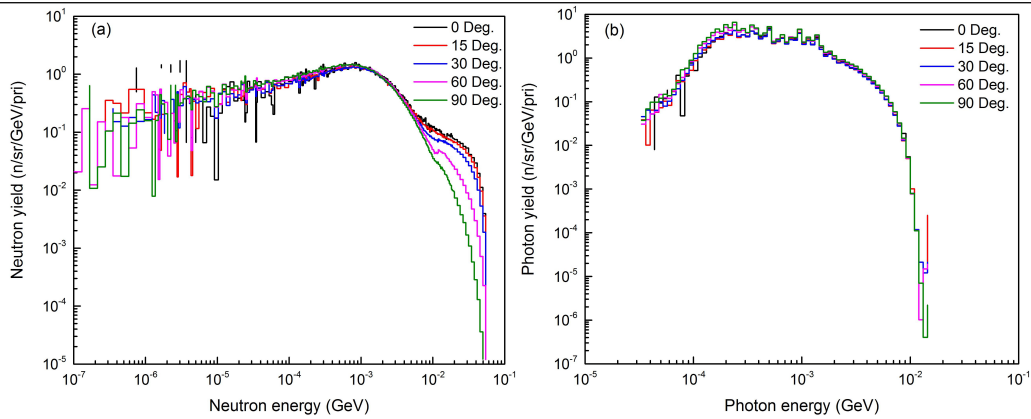


图9-5 60MeV质子打铜靶能谱结果：（a）中子能谱，（b）光子能谱

从图中可以看出，质子打靶过程会发生级联碰撞，产生级联中子，这部分中子能量高，呈前冲分布；而激发核退激过程中又会释放出蒸发中子，并伴随着 γ 射线的发射，这部分中子能量低，呈各向同性分布。产生的光子和带电粒子经过屏蔽材料时大部分都被屏蔽阻挡掉了，只有小部分对屏蔽体的剂量率有贡献，所以屏蔽体外的辐射场主要由中子贡献。

（2）感生放射性：

对空气和加速器结构部件的感生放射性评估，可以采用极端条件下，即束流全部损失在靶中的简化模型来计算。对磁铁中冷却水中的感生放射性计算，可以假定在事故运行下，束流全部损失在真空管道内壁上，计算中采用束流完全损失在真空管道中的铜靶模型进行计算。相比较加速器其他位置，到达终端位置的质子的能量和流强最高。因此仍然选用能量为 60 MeV，流强的 1.5×10^9 pps 质子作为入射粒子。

空气的感生放射性：

加速器运行期间初级粒子或次级粒子与靶室中空气相互作用产生放射性气体。这种空气中的放射性核素一般是短寿命的，即使产生的放射性达到不能接受的高水平，放射性衰变和放射性空气的稀释部分都非常快地使放射性浓度降低到可接受水平。实际上，只有在非常少的情况下才会使空气的放射性水平达到不可接受的水平。其放射性核素主要通过热中子俘获、 $(n, 2n)$ 、 (γ, n) 反应和散裂反应而产生。可以看到，空气中大部分活化核素半衰期都很短，不存在长期累积问题，且毒性较小，危害不大。以 1 号终端为例，表 9-1 给出了加速器连续运行一周，束损全部损失在铜靶上室内空气中产生的放射性核素的活度、活度浓度、导出空气浓度 DAC 及活度浓度与 DAC 的比值。其中 DAC 值来源于 GB5172-1985《粒子加速器辐射防护规定》。从表中可以看出，产生的活化核素主要有 ^7Be 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{11}C 和 ^{41}Ar ，并且其活度浓度远远低于规定的 DAC 值。其余

核素半衰期很短，即在加速器停机后很快就会衰减至低水平。

表 9-1 加速器运行一周后，刚停机时空气中放射性核素活度、活度浓度、DAC 及活度浓度与 DAC 的比值

核素	半衰期	总活度/Bq	活度浓度/(Bq/m ³)	DAC	活度浓度/DAC
¹³ N	9.965 min	9.65E+03	8.73E+01	7E+04	1.25E-03
¹⁵ O	122.2 s	5.41E+03	4.89E+01	7E+04	6.99E-04
¹¹ C	20.39 min	4.68E+03	4.23E+01	1E+07	4.23E-06
⁴¹ Ar	109.34 min	3.44E+03	3.11E+01	2E+06	1.56E-05
¹⁴ O	70.6 s	1.09E+03	9.85E+00	/	/
¹⁰ C	19.3 s	8.14E+02	7.35E+00	/	/
¹⁶ N	7.13 s	5.08E+02	4.59E+00	2E+04	2.30E-04
⁸ B	770 ms	4.17E+02	3.77E+00	/	/
¹² B	20.20 ms	2.83E+02	2.56E+00	/	/
⁷ Be	53.29 d	2.23E+02	2.02E+00	3E+05	6.73E-06
¹² N	11 ms	1.47E+02	1.33E+00	/	/
总计	/	2.67E+04	2.41E-04	/	/

冷却水的活化:

加速器冷却水为去离子水的闭循环模式，其活化主要是束流损失产生的中子照射引起的活化。表 9-2 给出了加速器连续运行一周，且全部损失在加速器磁铁内在冷却水中产生的放射性核素活度及活度浓度。从表中可以看出，除 ³H、⁷Be 以及少量的 ¹⁴C 外，其余活化核素量很少，且多为短寿命的核素，冷却 1 h 后可衰变至很低水平。最后再加速器在检修时，废液收集至废液衰变池中，最后统一处理。

表 9-2 加速器运行一周后冷却水中放射性核素活度及活度浓度

核素	半衰期	总活度/Bq	活度浓度/(Bq/m ³)
¹⁶ N	7.13 s	6.40E-02	6.40E+04
¹⁵ O	122.24 s	2.53E-02	2.53E+04
¹² B	20.20 ms	1.80E-03	1.80E+03
¹¹ C	20.39 min	1.71E-03	1.71E+03
¹³ N	9.965 min	5.85E-04	5.85E+02
⁶ He	806.7 ms	1.46E-04	1.46E+02
⁸ Li	838 ms	9.75E-05	9.75E+01
¹⁵ C	2.449 s	4.88E-05	4.88E+01
⁷ Be	53.29 d	1.70E-05	1.70E+01
³ H	12.33 a	6.31E-06	6.31E+00
¹⁴ C	5730 a	7.92E-09	7.92E-03

加速器部件的活化:

图 9-6 给出了加速器连续运行一周后，不同冷却时间下终端内剩余光子剂量率的 2D

分布。在停机后，通常需要人员进行维修、更换部件等操作，因此关心的剂量率通常为距离部件表面 30 cm 处的剂量率水平。通常认为：剂量率水平 $<100 \mu\text{Sv/h}$ 时，手动维修可不受限制，但总剂量限值 $<20 \text{ mSv/a}$ （年剂量限值，具体根据要求控制）。一维的计算结果显示，加速器刚停机时，距离 30cm 处的剂量率水平为 $36.8 \mu\text{Sv/h}$ ，经过 30 分钟衰减后，降低到 $16.2 \mu\text{Sv/h}$ ，而通过 1 天的衰减，可以降低到 $1.3 \mu\text{Sv/h}$ 。从结果可以看出，即使在加速器刚停机时，剂量率水平仍是满足手工维修操作的要求。通常情况下，如果不需要立即进入，可以通过延长等待时间来降低照射。

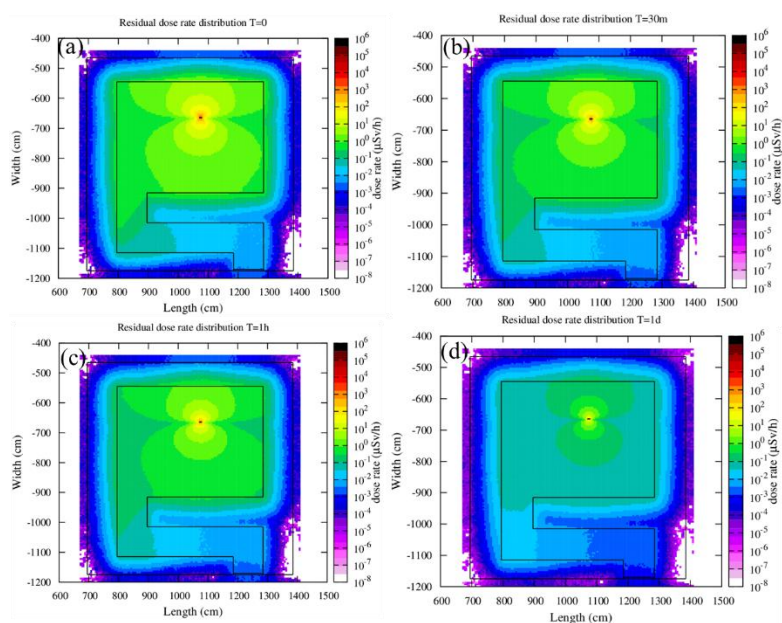


图9-6 加速器连续运行一周后，不同冷却时间下终端内剩余光子剂量率的分布(a) $T=0$ ，(b) $T=30\text{m}$ ，(c) $T=1\text{h}$ 和(d) $T=1\text{d}$

9.3 加速器主要污染物和污染途径

(1) 主要污染物

加速器运行时产生的辐射主要是高能粒子引起的核反应而发射出的瞬发中子，主要包括由核内级联产生的高能中子及复合核退激出射的蒸发中子(各向同性部分)两部分，其他粒子（电子， γ 等）不论是产生的量还是穿透能力皆小于中子。

空气在强电离辐射的作用下，会产生一定量的臭氧和二氧化氮。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和二氧化氮的产额越高。其中臭氧的毒性最大，产额最高，不仅对人体产生危害，同时能使橡胶等材料加速老化。加速器室和辐照室在良好通风条件下，臭氧和二氧化氮很快弥散在大气环境中，臭氧在自然环境下分解成氧气。

(2) 工艺流程以及产污环节

质子位移损伤效应模拟试验流程主要分为试验准备阶段、辐照试验阶段和辐照后测

试阶段。质子位移损伤效应模拟试验流程如图 9-5 所示，其中辐照试验阶段是本项目需要建设的内容。产物环节为质子辐照试验时。

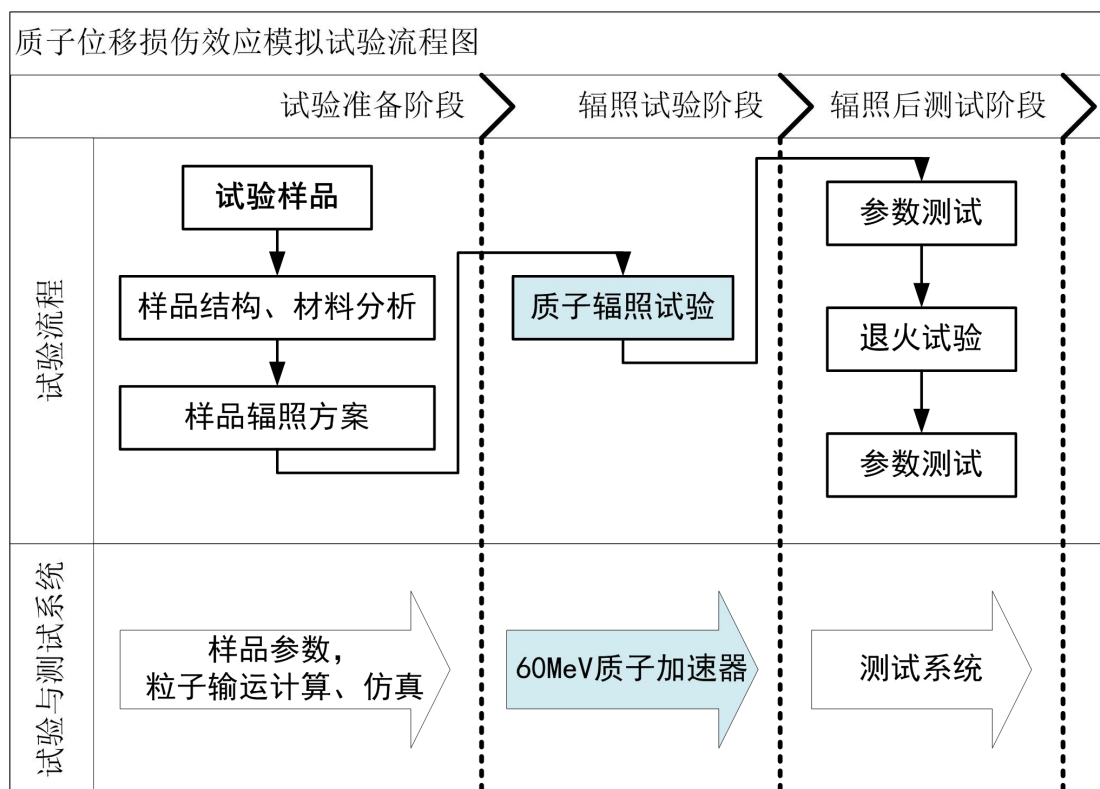


图 9-7 质子位移损伤效应模拟试验项目工艺流程

(3) 正常工况下污染途径

质子加速器产生的中子及感生放射性对工作场所及其周围环境产生辐射影响；空气在加速器产生的 γ 射线强辐射作用下，吸收能量并通过电离作用产生 O_3 和氮氧化合物等有害气体，对周边环境产生影响。

9.4 其他污染物分析

(1) 噪声

本项目运营期间产生的噪声主要设备为：质子加速器排风系统风机、空压机、冷却水设备。其设备运行期间可能会对周边环境产生一定的影响。

(2) 废水

本项目运营期间用水主要包括生产用水和生活用水两个方面。根据建设单位提供的资料，本项目生产用水主要包括质子加速器、空压机冷却水以及工作人员生活用水。其中，加速器、空压机冷却水取至理化所给水管网，冷却水循环使用不外排，考虑加速器、空压机冷却水的损耗，其冷却水每天最大补水量为 $1.0m^3$ ；本项目不新增定员，不做生

活污水产生量的估算。

(3) 固体废物

项目产生的一般固体废物为生活垃圾，由于工作人员为原有理化所工作人员，因此本项目不新增定员。

本项目运营期将产生废离子交换树脂，为短半衰期的放射性废物，属于《国家危险废物名录》中的“HW13 有机树脂类废物”，放置在暂存间待其衰变十个半衰期监测达标后，交由有资质的单位处理。

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射防护屏蔽措施

针对本项目所使用的 1 台质子加速器，新疆理化所已对加速器所在机房进行了辐射屏蔽设计。

10.1.1 质子加速器机房

电子加速器实验室地上和地下各一层，地下一层层高 4.8m，地上一层层高 5.5m。地下一层主要布置设备转运大厅、高压锻炼间、离子源及直线大厅、同步环大厅、2 个辐照大厅以及高频设备间等；地上一层主要布置设备转运大厅、电源间、加速器中央控制室、真空系统洁净间、束诊系统洁净间、数据获取室及讨论室等。

地下一层安装离子源、直线加速器、同步环等设备，并布置有 2 处辐照大厅，占用建筑面积约 300 m²，需要采用混凝土屏蔽墙。在同步环注入口之前，束流能量不超过 1MeV，不会产生中子，在进行屏蔽设计时着重考虑同步环引出口及实验终端的束流损失。粒子加速器的屏蔽主要由束流损失所产生的次级中子场及屏蔽外剂量率限值所决定，因此在进行屏蔽计算时，只考虑中子的贡献。拟采用屏蔽材料为普通混凝土，密度为 2.34g/cm³。根据 FLUKA 的计算结果及各区域屏蔽外剂量率限值，加速器加速质子时各区域所需的屏蔽厚度如图 10-1 所示。大厅顶部采用 0.9m 厚屏蔽墙，设备吊装口为 3 块可移动 0.5m 厚水泥墙。

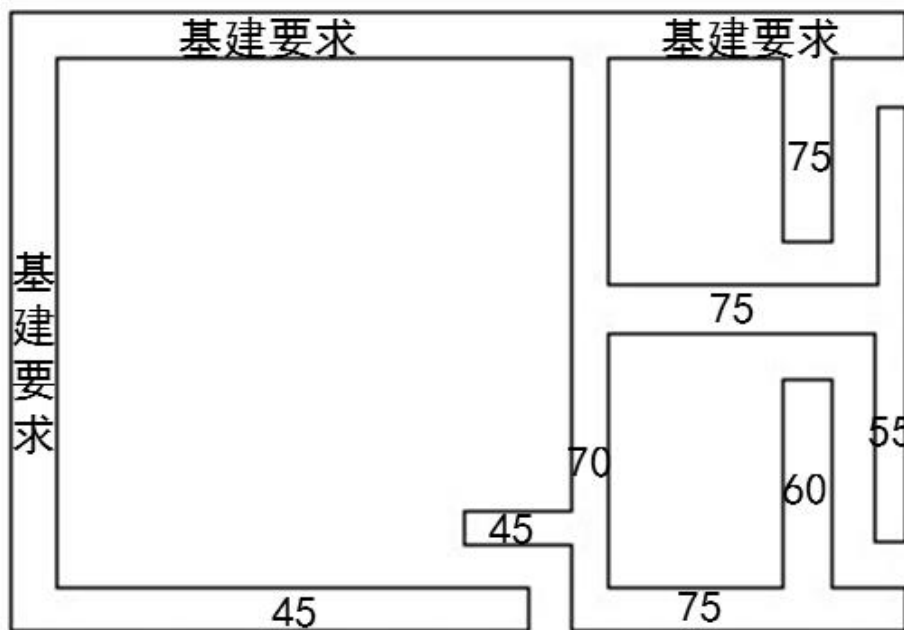


图 10-1 质子加速器加速质子时各区域所需的屏蔽厚度 (单位: cm)

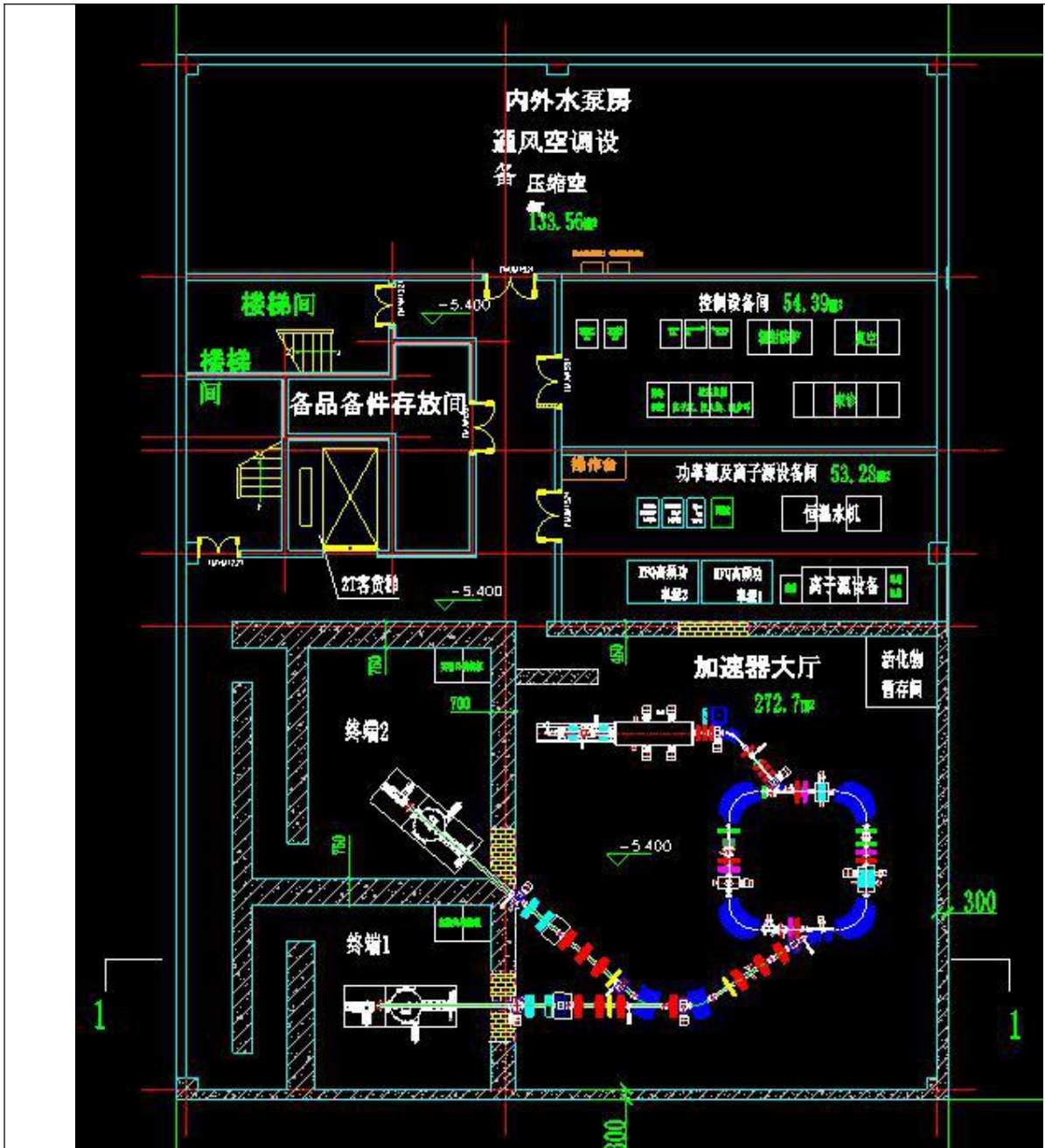


图 10-2 质子加速器大厅周围布局图

地下一层加速器大厅设置人员进出迷宫门 4 处，管线进出迷宫 2 处，设备进出口 1 处。屏蔽门与墙体搭接合理，间隙与搭接比值不小于 1/10。地上一层房间墙面采用夹芯板内墙面，地面为耐磨混凝土地面。外门为钢制工业门，内门为复合木门，窗户为单框中空塑钢窗。电源间门采用甲级防火门。

根据试验过程对物料转运的要求，在地上一层设备转运大厅内设置 10t 单梁吊车 1 台，用于吊装口的物料运输；在地上一层电源间内设置 5t 单梁吊车 1 台，用于电源柜的安装更换；在地下一层同步环大厅内安装 10t 单梁吊车 1 台，在离子源及直线

加速器大厅、2个辐照大厅、高频设备及功率源间、及束运线区域内安装5t电动葫芦各1台，用于设备安装及维护。质子加速器机房工程屏蔽结构参数如表10-1所示。

表 10-1 质子加速器机房工程设计屏蔽结构参数

项 目	工程措施
加速器大厅屏蔽墙体	北墙：45cm 南墙：45cm 西墙 70cm 东墙：45cm 顶层楼板：90cm
两个辐照室屏蔽墙体	辐照室 1：北墙：75cm 南墙：45cm 西墙:55cm 东墙：70cm 迷道：75cm 辐照室 2：北墙：75cm 南墙：75cm 西墙:55cm 东墙：70cm 迷道：60cm
机房面积	加速器机房建筑面积为 300m ² ，地下一层建筑层高 4.8m；二层层高 5.5m。
迷 道	迷道 1 厚度为 75cm，迷道 2 厚度为 60cm，两迷道中间墙体厚 75cm。
控 制 室	控制室位于地上一层，防护门大小为 1m×4.5m，门厚为 20cm。

10.2 辐射安全设施

10.2.1 辐射安全防护设施

根据新疆理化所提供的质子加速器机房防护设计方案，本项目采取如下辐射安全防护设施：

(1) 辐射监测系统

辐射监测系统的主要功能是测定加速器的工作场所和周围环境中的辐射水平，以便控制人员的活动，使其接受的辐射剂量能实现“合理达到的尽可能低（ALARA）”的原则，保证工作人员和公众的安全，并验证屏蔽措施的可靠性，防止辐射泄露造成环境污染。

在加速器辐射剂量监测中，对脉冲辐射场性能良好、又能作为实时监测、同时稳定可靠、价格便宜的是包有慢化体的BF3正比计数管（He-3管）和电离室。根据PREF的布局，在其辐射区内共布置了4个监测点，具体监测点分布如图10-3所示。

辐射监测系统的监测设备主要有中子探测器、γ探测器等。

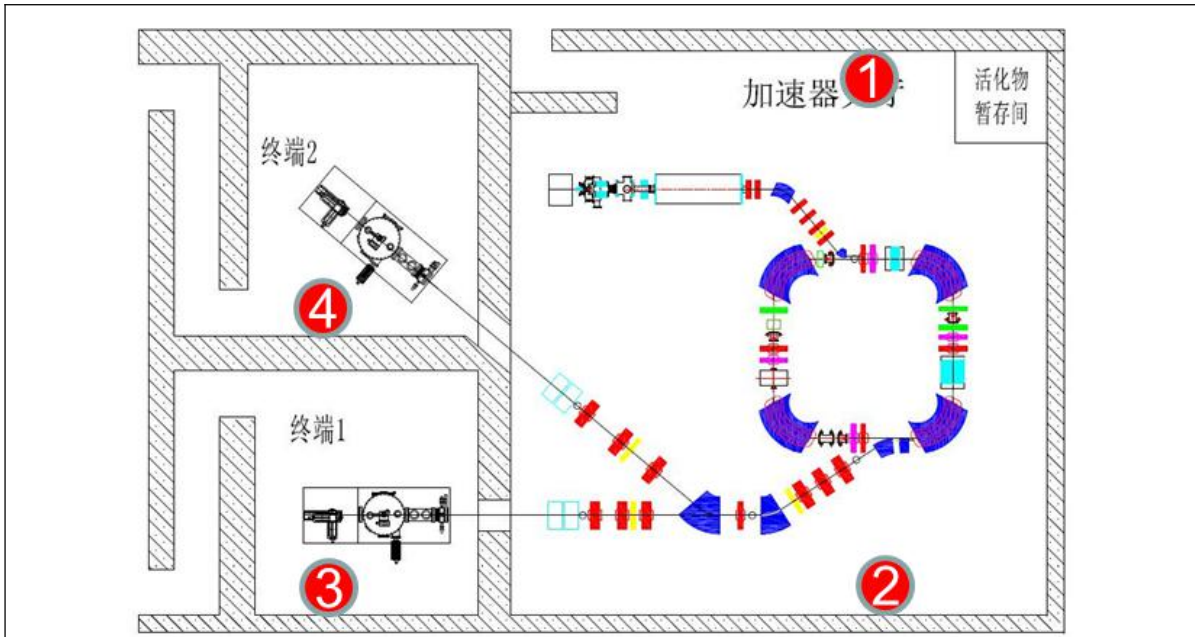


图 10-3 质子加速器辐射监测点位分布

(2) 人身安全联锁系统

加速器人身安全联锁系统目的是在系统运行期间，确保工作人员的人身安全。只有当各项安全功能都已启动并正常工作后，加速器才能开机供束，所有通往辐射区的门都必须与束流状态联锁，辐射区内还要设立多个紧急停机按钮。安全联锁系统设计按“最优切断”、“失效保护”及“冗余设计”等设计原则，达到简单、操作方便。系统将采用可编程控制技术、门禁控制技术及自动门技术、集散式控制技术、计算机网络与通讯技术、探测与数据处理技术、设备自诊断与自恢复技术等。在加速器和实验终端的各区域，对门禁及辐射监测等系统的参数进行实时监测，并将信号输入到安全联锁系统，只有在各系统均正常的条件下，束流的产生和加速才被允许。

安全联锁系统的设计原则如下：

1) 分区联锁：根据加速器的运行模式，利用实体屏蔽可以将整个加速器辐射区分为控制区和监督区等不同区域；各辐射区将采用实体屏蔽及束流闸来保证分区独立。

2) “冗余”设计及独立性：控制区的门有三重联锁：一为限位开关；二为身份识别卡，可对进入隔离区的人员确认其身份，记录每个进出人员的情况，并接入联锁系统的控制逻辑中；三为钥匙箱，确保在钥匙箱上的钥匙没有全部归还的情况下束流闸不会被打开。采用冗余设计的多套联锁设施相互独立，不会因为一套系统的实效而影响到其它系统的安全性。

3) 最优切断：联锁系统应尽可能地切断前级控制或是机器的最初始的运行功能（如离子源的高压等），更好的保证区域内的辐射安全。

4) 失效保护设计：所有的线路、气动装置、电动装置均采用失效保护设计。门的限位开关在门关上后不能立即接通联锁，需要旋转在中控室的区域控制总钥匙才能接通。急停开关在计划停机或被自救人员按下后即处于断开状态，需安全人员到当地进行复位后才能重新开机，所以急停开关同时也是开机前的清场检查站。

安全联锁系统建立的条件及说明：

1) 对于加速器大厅，要使加速器大厅离子源运行，须满足以下条件：

- A. 清场按钮 1—3 均已进行清场确认；
- B. 急停按钮 1—3 均已复位；
- C. 通道门 D1 关闭；
- D. 人员出入管理设备 M1 复位；
- E. 控制台相应束流控制开关打开。

2) 对于终端 1，要使束流阻挡器 B2 打开，须满足以下条件：

- A. 清场按钮 4—5 均已进行清场确认；
- B. 急停按钮 4—5 均已复位；
- C. 通道门 D2 关闭；
- D. 人员出入管理设备 M2 复位；
- E. 控制台相应束流控制开关打开。

3) 对于终端 2，要使束流阻挡器 B3 打开，须满足以下条件：

- A. 清场按钮 4—5 均已进行清场确认；
- B. 急停按钮 4—5 均已复位；
- C. 通道门 D3 关闭；
- D. 人员出入管理设备 M3 复位；
- E. 控制台相应束流控制开关打开。

4) 对于终端 1、2，要使束流阻挡器 B1 打开，须满足以下条件：

- A. 控制台相应束流控制开关打开；
- B. a) 束流阻挡器 B2、B3 均关闭；
或 b) 束流阻挡器 B2 打开、B3 关闭；

或 b) 束流阻挡器 B3 打开、B2 关闭。

粒子加速器的人身安全联锁系统主要由 PLC 逻辑控制、出入控制、束流闸及钥匙箱等其他安全联锁设施等部分组成，图 10-4 给出了结构示意图，其工作流程如图 10-5 所示。

工作流程如下：①设备开机自检：人身安全联锁系统在断电重启后，需进行设备自检，检查设备有无故障、设备之间通讯等情况，只有在自检通过，无故障时才能正常工作。

②加速器供束：加速器开机供束前，值班人员须按照流程完成以下工作：

1、值班人员须进入加速器进行清场。清场时值班人员须按照指定的路线、顺序依次按动清场按钮，并将按下的急停按钮进行复位；

2、清场完毕，确认加速器内无人员后，值班人员出通道门时，须确认通道门关好；

3、确认通道门关好后，值班人员须将门口的人员出入管理设备进行复位，复位后，再不允许工作人员进入加速器工作；

4、人员出入管理设备进行复位后，值班人员须在中控室打开相应区域的束流控制开关，需要注意的是，前面几项工作有任何一项未完成时，束流控制开关将不能打开；

5、束流控制开关打开后，相应区域的束流控制设备（加速器大厅为离子源，终端为束流阻挡设备）将打开，并在区域通道门口显示“正在供束”。

③工作人员出入：加速器供束结束，有工作人员要进入进入加速器进行工作时，须按照以下流程：

1、值班人员关闭相应区域的束流控制开关，束流控制开关关闭后，相应区域的束流控制设备将关闭，区域通道门口显示“停止供束”。

2、关闭束流控制开关后，值班人员须到要进入区域门口对人员出入管理设备进行授权；

3、人员出入管理设备授权后，工作人员可持自己已授权的身份卡在人员出入管理设备刷卡区刷卡，并在随后按下人员出入管理设备分配的按钮；

4、按下人员出入管理设备按钮后，在确认相应区域的束流控制开关已经关闭的前提下，通道门将自动打开，工作人员可进入加速器工作，通道门将在随后自动关

闭；

5、工作人员工作完毕，离开加速器区域时，按动通道门内的开门按钮，通道门将自动打开，人员出来后，通道门自动关闭；

6、工作人员出来后，须在人员出入管理设备处刷卡，并按下人员出入管理设备分配的按钮。

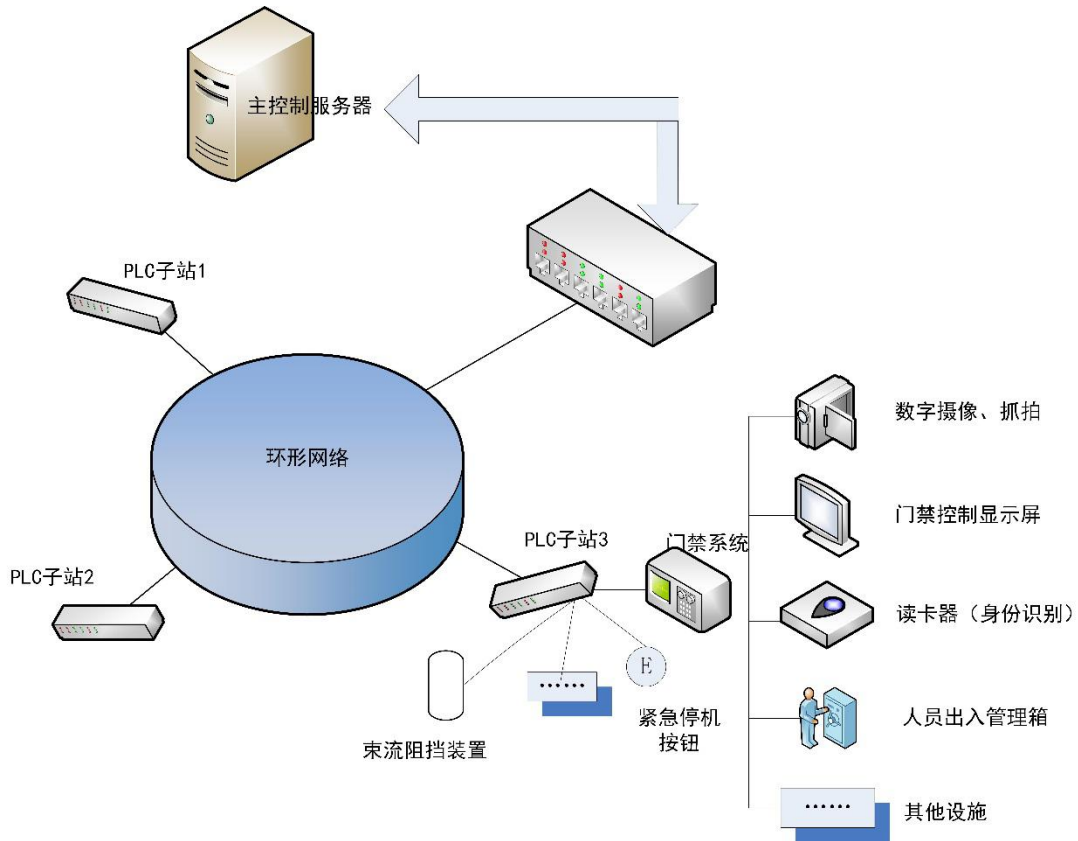


图 10-4 人身安全联锁系统结构示意图

1) 主控制服务器及软件

主控制服务器及其软件是人身安全联锁系统的核心，其将各子系统有机联系起来。它不但是一个管理平台，同时它还构成了系统信息交换平台，通过对各子系统相关信息的采集和分析来完成系统信息管理工作、实现平台的核心功能，并据此完成对加速器辐射安全做出评价。

2) PLC 逻辑控制

PLC 控制系统是实现联锁逻辑的核心部件。PLC 系统采用成熟的可编程逻辑控制器技术，在一系列可靠的硬件设备基础之上，结合相应的管理及控制软件将加速器束流闸、通道门、区域剂量及紧急停机按钮等设施或信号进行联锁，规定了人身安全联锁各子系统的联锁逻辑关系，并在联锁动作发生时执行这些联锁关系，以此来保

障加速器的安全运行及工作人员的人身安全。各个子 PLC 逻辑控制系统能够独立运行，对各安全联锁设施进行最底层的操作且具有最高优先权。当一个子系统发生问题时，不影响其他子系统。

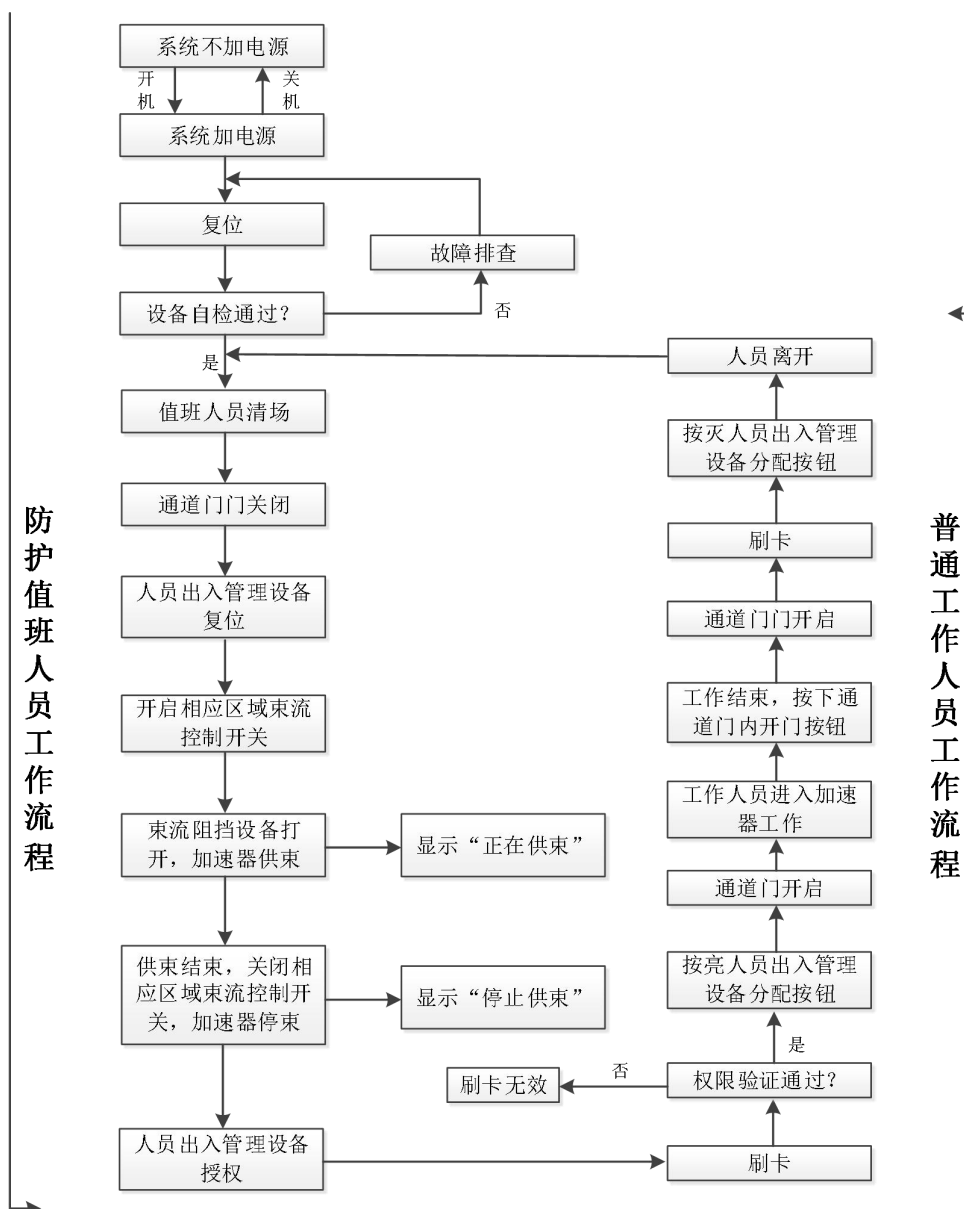


图 10-5 人身安全联锁系统工作流程图

3) 出入控制系统

根据加速器辐射区的划分，对各区域的人员出入进行管理。因为 PREF 系统要求当一个终端进行实验时，另一无束终端能允许人员进行准备，这样针对不同的辐射区域划分，要有不同的准入标准。出入控制系统是人身安全联锁系统必不可少的组成部分。系统采用集散式控制体系，主要现场控制设备选用与个人剂量计相结合

的门禁控制设备，结合为本项目需要专门开发的系列软件及硬件产品，对大厅内各主要通道安全联锁门进行实时监控，使被授权的持卡人在系统监控的情况下出入各联锁区域；系统采用零计数技术，能自动统计、记录出入联锁区域的人员及数量信息，并可根据管理需要实现对加速器的联锁控制；人员通过出入口时，系统会通过红外感应来驱动摄像头进行抓拍，并对影像进行保存。此外，系统还具备良好的可扩展性，可最大限度地改善与提高大厅内的人身安全保护措施。

4) 紧急停机按钮及“清场”确认按钮

紧急停机按钮及“清场”确认按钮均匀分布于加速器大厅中，主要功能为在加速器开机准备期间进行声光警示，提醒加速器联锁区域内未离开人员迅速撤离。如果来不及离开或者万一在加速器开机之后仍有工作人员在大厅内，可按下大厅内设置的紧急停机按钮来切断加速器运行，待确认联锁区域内没有工作人员并压下“清场”确认按钮后可重新进行开机操作。开机前工作人员巡检、清场路线图见图 10-6。

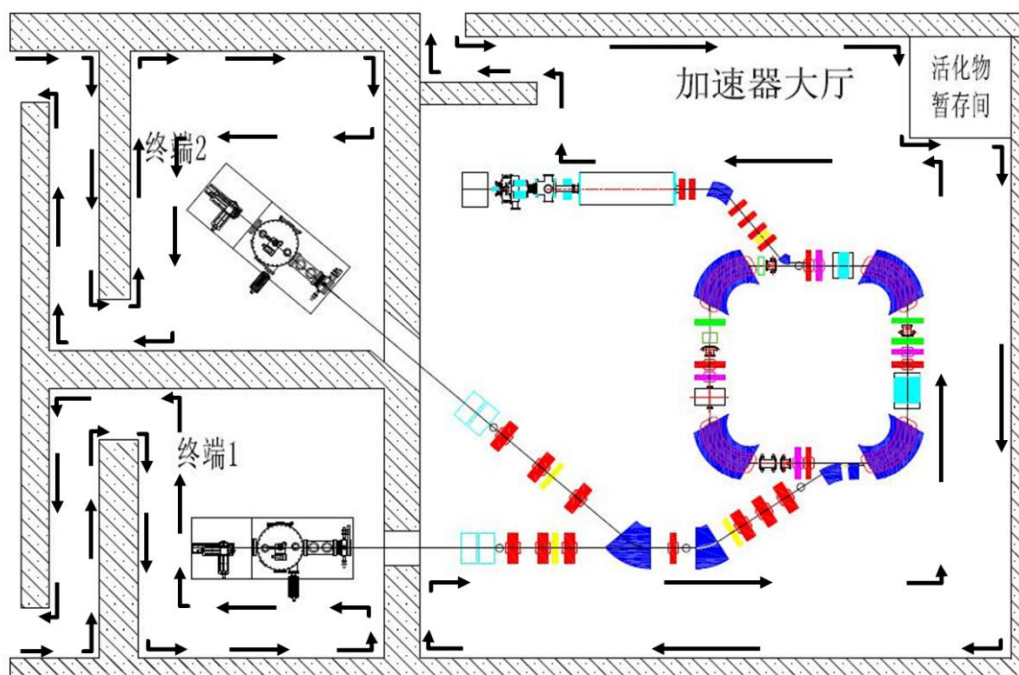


图 10-6 开机前工作人员巡检、清场路线图

5) 束流闸

根据“硬件最可靠”这一联锁原则，每个辐射分区前都有一个束流闸，其主要作用是防止磁铁误操作，保证有人区域为绝对的封闭区间。束流闸只有当下游的联锁逻辑符合条件时才可打开，束流方可进入下游区域。

(3) 声光警示灯：在加速器机房一层辐照室南侧墙面、加速器机房二层主机室

南侧墙面醒目位置处各设置 1 个声光警示灯，当加速器主电源合电时，警示灯从“准备状态”跳转至“运行状态”并伴有声音提醒，提醒人员迅速撤离此区域。位置示意图见图 10-7。

(4) 拉线开关：在加速器机房辐照室、主机室靠近防护门处，分别设置 1 个拉线开关，紧急状态下，人员可立即拉下拉线开关，使加速器停止照射。

(5) 屏蔽门位置开关：在加速器机房辐照室、主机室防护门处设置屏蔽门位置开关。在加速器处于准备或运行状态时，不论什么原因造成的屏蔽门开启，屏蔽门位置开关都会停止加速器的准备或运行状态，防止人员误入辐照加工区而造成人身伤害。

(6) 红外开关：在加速器机房辐照室、主机室靠近防护门处各设置 1 个红外开关，在加速器处于准备或运行状态时，只要有人通过此区域，停止加速器的准备或运行状态。位置示意图见图 10-7。

(7) 剂量监测系统：在加速器机房辐照室靠近防护门处、线缆进出辐照室处、主机室靠近防护门处设置剂量监测探头，实时监测辐照室、主机室辐射剂量率水平，一旦被监测区域的剂量水平超过设定值时，加速器自动停止运行，防止出现人身伤害事故。

(8) 视频监测系统：在加速器机房辐照室内设置一套视频监控系统，加速器运行前，观察辐照室是否存在人员停留情况。确保辐照室无人员停留情况下，加速器才能进行辐照加工活动。

(9) 警示牌：在加速器机房辐照室、主机室防护门上方以及线缆进出辐照室处安装能够显示加速器不同工作状态的警示牌，同时告诫无关人员远离此区域。

(10) 钥匙开关：在加速器机房控制室主控台设置加速器启动钥匙开关。该钥匙开关由授权控制室负责人专人负责保管，加速器每次启动前，由控制室负责人启动加速器；加速器辐照加工完成后，控制室负责人取走钥匙开关，妥善保存。

安全设备，如红外、清场按钮、紧急停机按钮等在机房、2 个辐照室内的位置示意图见图 10-7。

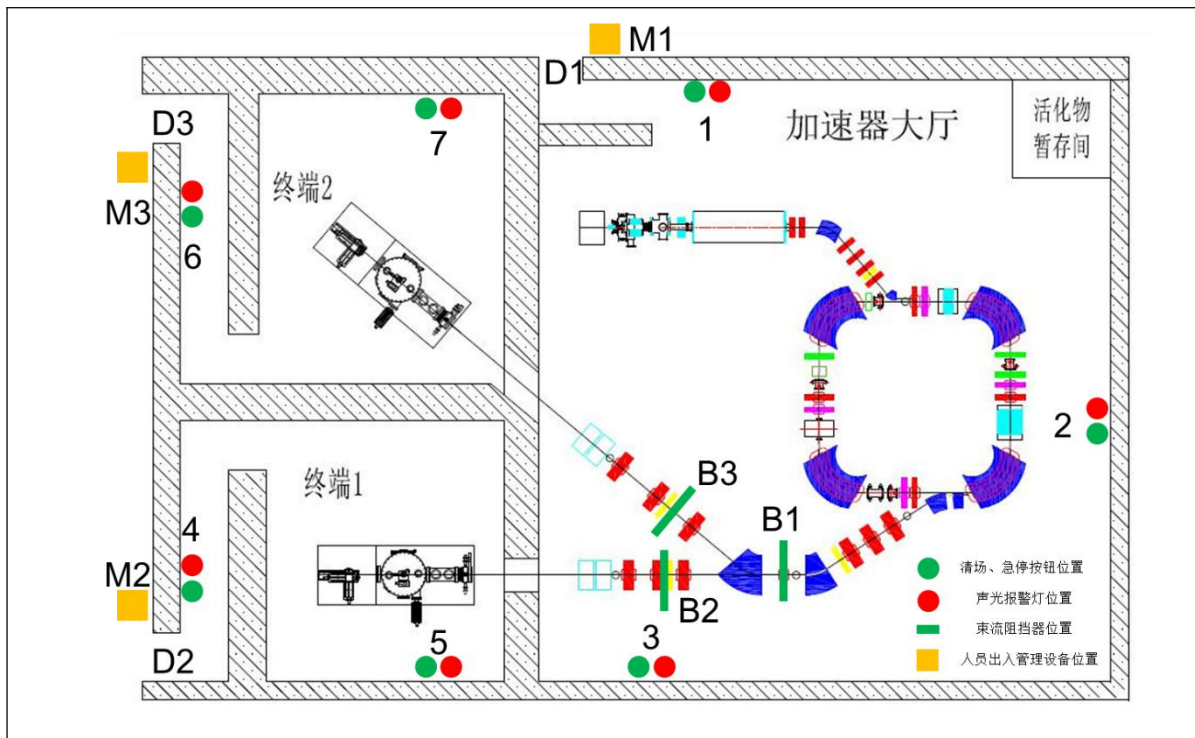


图 10-7 安全设备位置示意图

10.2.2 通风与空调系统

在加速器工程中，大多数设备的安装位于隧道大厅中，由于装置自身散热量大、且空气中含有放射活化颗粒，因此，加速器隧道大厅需要密封处理，采取微负压和内部空气循环方式，以防止含放射活化颗粒的空气泄漏。通风空调系统为 HIAF 装置空调通风系统，主要功能是提供安全、舒适的工作环境，减少工作人员暴露在危险空气下的可能。

试验装置通风空调系统包括加速器大厅的通风空调和设备间的通风空调两部分，采用直膨式空调系统为全空气系统，整个空调系统仅由室外机和室内机两部分组成，无需水泵、冷却塔、风机盘管等配套设备，亦无需冷凝排水管道，安装使用极为方便。系统室内无运动机械和水管，用户无需为噪音和漏水烦恼，维修方便。

装置大厅设置平时排风系统和事故排风系统。常规运行时，大厅内空调通风系统处于封闭循环状态，平时排风系统的运行仅用于保证大厅空间内的最小换气率。当装置大厅设备需要检修时，启动事故排风系统，加大大厅排风量，使得空间环境在较短时间内可达到人员进入的要求，事故排风系统设计换气次数为 15 次/h。

通风空调系统按工艺运行可分为以下三种运行模式：

(1) 机器停止模式。机器不运行，人员可进入。空调通风系统处于循环状态，同时开启新风系统，用于保持隧道空气的新鲜度。

(2) 机器运行模式。隧道为禁入区和人员进入区，其中：禁入区的运行模式为空调通风系统处于循环状态，新风系统停止运行，平时排风系统运行以保持该区域微负压状态，以防止活化空气的泄漏。隧道大部分区域的排风速率 $\leq 0.4\text{m/s}$ ，可维持负压为 $-20\sim-50\text{Pa}$ ，次级束线和实验终端等区域的排风速率 $\leq 1\text{m/s}$ ，可维持负压为 $-50\sim-100\text{Pa}$ 。人员进入区的运行模式为空调通风系统处于循环状态，新风系统运行，平时排风系统停止运行以保持该区域正压状态。

(3) 过渡期通风模式。从机器运行模式快速达到人员可进入的模式，经适当最长半小时衰减后，采取大风量排风，排风速率 $\geq 10\text{m/s}$ ，快速置换隧道中的空气，以满足人员进入的要求。

10.3 辐射安全措施评价

本项目新增同步质子加速器试验装置，该加速器最大输出能量为 60MeV 。加速器工作时产生射线，本项目从辐射分区、辐射屏蔽、辐射安全防护装置、个人防护措施、辐射监测等方面开展防护措施。

(1) 辐射分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的要求，放射工作场所应划分为控制区和监督区，以便于放射防护管理和职业照射控制。

建设单位将本项目涉及的放射工作场所划分为控制区和监督区。其中，扫描电镜防护罩内(包括加速器及辐射试验终端所在的屏蔽室内区域)划为控制区，相邻区域(包括控制室、走廊及屏蔽室相邻区域)划为监督区。

(2) 辐射屏蔽

辐射屏蔽的设计综合考虑屏蔽材料的屏蔽性能及经济性能，选择屏蔽材料为普通混凝土，且对于混凝土屏蔽外人员活动区域的剂量率限值采用的标准为：如屏蔽外为工作人员活动区域，则其屏蔽外剂量率限值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；如屏蔽外为公众区，则其剂量率限值为 $0.25\mu\text{Sv/h}$ 。根据设计和辐射防护屏蔽计算结果能够满足防护要求。

(3) 辐射安全防护装置

新增同步质子加速器配置联锁系统、急停开关、工作指示灯、声光报警等多重设施。

1) 安全联锁系统

加速器控制台处设有钥匙开关，同加速器进行联锁；如无钥匙授权，加速器不

允许出束。

钢制屏蔽系统防护门、实验室门、地坑入口门分别与加速器高压进行联锁，如果门未关闭，加速器无法出束；出束过程中，如果门被打开，加速器停止出束。

在屏蔽室内设置 4 个急停按钮，控制台处设置 1 个急停按钮，均与加速器高压进行联锁；在紧急情况下，按下任何急停按钮，系统将会马上切断高压电源，停止出束。

2) 声光报警

设置用于显示系统状态的出束指示灯和蜂鸣器。出束前，蜂鸣器会报警 30s 以警告人远离辐射控制区域；出束时，声光报警进行提示。

3) 视频监控

设置 7 个摄像头和 4 个对讲装置，操作人员在控制台处可通过视频监控随时对屏蔽室进行观察和广播，确认屏蔽室内无人后，方可出束。其中，屏蔽室内 4 个屋顶角拟各设置 1 个摄像头，地坑入口处拟设置 2 个摄像头，控制室西北角拟设置 1 个摄像头。

4) 警示标识

在 D0112 实验室和屏蔽室入口处各张贴 1 个电离辐射警告标志，提示工作人员当心电离辐射。

5) 实时监测

设置场所固定监测设备，可实时对屏蔽室内、屏蔽室外及控制室的辐射水平进行监测。

(4) 个体防护措施

为避免或减少工作人员事故应急等异常情况下受到的辐射危害，本项目将配置个人剂量计、个人剂量报警仪等个体防护用品，同时配备良好的通风系统。

(5) 辐射监测

本项目拟对放射性工作场所进行辐射监测，以保障放射工作人员和公众的身体健康。其中在屏蔽室、控制室设置场所固定监测设备，并配置便携式监测设备。

定期委托有资质的单位开展工作场所辐射水平检测，并将检测报告存档。定期开展个人剂量监测，建立个人剂量监测档案。

10.4 安全操作要求

10.4.1 一般要求

(1) 每天启动辐射装置前，必须仔细检查安全联锁装置、监视与警示装置，确认其处于正常的状态；

(2) 辐射工作人员必须佩带个人剂量计；

(3) 系统准备启动和工作中，控制室操作人员密切注视控制台和监视器，以便在发现异常情况时及时关断加速器出束或停机，防止事故发生；

(4) 系统发生故障而紧急停机后，未查明原因和维修结束前，不得重新启动加速器；

(5) 系统停止运行时，控制室负责人应取走主控钥匙并妥善保管。

10.4.2 调试和维修安全操作要求

(1) 检修人员在进入辐照室、主机室和迷道时，应佩戴个人剂量计，携带剂量报警仪；

(2) 调试和维修时，应保证加速器处于未出束状态，必须将主控钥匙交由专人保管，待调试和维修结束后，才能进行出束；

(3) 调试和维修必须解除安全联锁时，须经负责人同意并通告有关人员。工作结束后，先恢复安全联锁并经确认系统正常后再行使用。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响简要分析

本项目施工期主要为质子位移损伤效应模拟试验装置项目的建设，具体为加速器机房、辅助厂房的建设以及设备的安装和调试。建筑施工过程中的土石方挖掘、建筑材料运输、施工设备装配等行为均会产生扬尘、噪声、弃渣、废水等方面的污染问题，在该时段内将会对周围区域的环境质量产生不利的影响，但施工期的环境影响是可逆的，施工结束即会消失。施工期对环境的影响以及可采取主要污染防治措施如下：

(1) 本项目施工场地的噪声主要为各类高噪声施工机械，主要机械有搅拌机、混凝土振捣棒、载重车等，大多为间歇性噪声。这些机械的单体声级一般均在 80dB(A) 左右，且各施工阶段均有大量交互作业。施工时，施工单位应优化施工方案，合理安排施工时间，选用低噪声设备，加强施工机械的维护和保养，尽量减小施工作业对周边工作场所的影响。

本工程发声设备位于施工场地内，因受传播距离、空气吸收等因素的影响，会使其产生衰减。以最大噪声源强 96dB(A) 计，距离噪声源 20m 处，噪声值为 70.0dB(A)；距离噪声源 30m 处，噪声值为 66.5dB(A)；距离噪声源 50m 处，噪声值为 62.0dB(A)；距离噪声源 70m 处，噪声值为 59.1dB(A)；距离噪声源 80m 处，噪声值为 57.9dB(A)；距离噪声源 100m 处，噪声值为 56.0dB(A)。

据现场踏勘，项目边界围墙距离东侧最近居民区约 15m，施工设备布置在场区中部时，距离边界围墙约为 20m，其建筑施工期厂界噪声预测值低于 66.5dB(A)，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 标准中昼间 70dB(A) 的要求，若夜间施工则不能满足限值要求。不能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 2 类标准昼间 60dB(A) 的限值要求，若夜间施工则不能满足限值要求。因此夜间应禁止施工。

(2) 施工时，施工扬尘主要来自土方开挖后大片土地裸露和土方堆放，建筑材料的现场搬运及堆放，施工垃圾的清理及堆放，以及人来车往造成的道路扬尘等。施工扬尘对环境的影响是短期的，随施工的结束而结束。施工单位可采取以下扬尘的防治措施：施工场地定期洒水，对场地内运输道路及时进行清扫、冲洗，粉状物料采用篷布或其他遮盖物进行遮挡，避开大风天气施工，必要时可采取临时围挡等防尘措施，限制施工粉尘影响范围。

(3) 本项目施工时，土方开挖量约 1500m³，这些开挖的土石方量就地用于场地回填。对于施工期产生的建筑垃圾，如水泥、砖瓦、石灰、沙石等，应优先作为回填物用于场地回填。若有余量，应统一收集后，运至指定的地点，交由环卫部门加以处置。

(4) 施工人员生活依托理化所院内现有的生活设施，其产生的生活污水经过厂区内化粪池处理后，排入市政污水管网，送污水处理站处理；施工人员产生的生活垃圾经现有生活垃圾桶处理后，定期交由环卫部门进行清运、处置。本项目施工用的混凝土直接外购，现场不搅拌混凝土，因而无冲洗混凝土废水产生。

本项目施工期对环境产生的上述影响均为短期的，项目建成后，影响即自行消除。建设单位和施工单位在施工过程中只要切实落实对施工产生的扬尘、噪声、固体废物的管理和控制措施，施工期的环境影响将得到有效控制，在本项目禁止夜间施工的前提下，本项目施工期对当地环境质量影响不大。

11.2 运行期辐射环境影响分析

在质子加速器的运行过程中，对环境可能产生的影响主要是辐射对环境的影响。这些影响主要来自于束流打靶产生的次级中子，它们是天空的反散射、实验大厅的空气活化、土壤及地下水的活化、被中子活化后的设备冷却水的泄露以及由于活化产生的固体废物，其中主要的是中子天空反照和实验大厅中空气的活化。因此，对于建成后可能产生的主要污染源以及拟采取的治理措施和环保工程，将主要考虑辐射防护相关的问题。

11.2.1 质子加速器辐射场的特点

质子加速器运行时产生的辐射场，包括加速器的运行时产生的“瞬发辐射场”和加速器停机后依然存在的“残余放射场”。瞬发辐射决定着加速器的屏蔽厚度，而残余放射性是工作人员所受剂量的主要来源。瞬发辐射是加速器运行时损失束流与加速器部件和屏蔽体等发生核反应产生，特点是能量高、辐射强，但会随着加速器的停机而完全消失；残余放射性主要来自与加速器部件、设备冷却水、隧道内空气被主束或次级粒子轰击产生的活化产物，在加速器停机后依然存在。

对于质子加速器，其初级辐射(被加速的离子束流)种类多，能量、流强变化大。较轻的粒子能量高、射程长、流强大，束流聚焦好，沿途散失小。束流轰击外靶时束流损失大，甚至全部，适于采用束流收集器、局部厚屏蔽等措施。加速器运行时产生的辐射主要是高能粒子引起的核反应而发射出的瞬发中子，主要包括由核内级联产生的高能中子及复合核退激出射的蒸发中子(各向同性部分)两部分，其他粒子(电子， γ 等)不论是产生的量还是穿透能力皆小于中子。

重离子核反应瞬发中子的产额、能谱和角分布与入射粒子种类、能量和流强有密切关系，还受靶核性质的影响。中子产额与能量都随粒子单核能的提高而单调上升。在单核能

相同的情况下，中子产额随入射粒子质量数的增加而上升。中、高能重离子核反应瞬发中子有两个突出的特点：从角分布看，正前方有尖锐的峰值；从能谱看，几乎各个方向都有一部分高能中子，尤其是前方，其能量可以明显高于入射单核能，这些高能中子是辐射屏蔽的主要对象。

由于加速器加速的粒子为质子，因此其加速质子时的运行状态参数即为粒子加速器辐射防护和剂量监测设计的基础。表 11-1 是质子加速器加速质子时的束流损失分布。

表 11-1 加速器束流损失分布

序号	点位	粒子	能量	束流损失 (pps)	损失方式
1	RFQ	质子	560keV	2.00E+10	集中损失
2	环注入	质子	560keV	1.40E+10	集中损失
3	同步环	质子	60MeV	6.00E+09	均匀损失
4	环引出	质子	60MeV	6.00E+09	集中损失
5	终端	质子	60MeV	6.90E+09	集中损失

11.2.2 辐射屏蔽

该加速器屏蔽墙的作用主要屏蔽瞬时辐射场的中子和 γ 辐射，常用的材料为混凝土、铁、铅以及聚乙烯等材料，根据该加速器辐射场特性，采用普通混凝土为主体屏蔽结果材料，屏蔽厚的的选取是依据 FLUKA 蒙特卡洛程序进行屏蔽设计的，在屏蔽设计时屏蔽墙外的监督区域的剂量限值是 2.5uSv/h，屏蔽墙外为公众区域的剂量限值是 0.25uSv/h。假设辐射工作人员每年在监督区工作时间为 2000 小时，则接收的最大年剂量约为 5mSv/h；公众的居留因子为 1/16，则每年在公众区居留的时间最大为 125 小时，则公众年最大接收剂量约为 0.03mSv，由剂量估算可知，该设计给工作人员和公众带来的剂量总值远小于国家规定限制，因此设计合理。

计算中采用的是 FLUKA 2011.2x.3 程序，质子能量为 60 MeV，流强 1.5×10^9 pps，靶选择铜材料，采用厚靶模型计算，即靶厚度大于粒子在该材料中的射程。SRIM 2008 计算得到 60 MeV 的质子在铜材料中的射程为 0.54 cm，故 FLUKA 计算中靶厚度选择为 1 cm，高度和宽度也为 1 cm。

图 11-1 为各区域屏蔽的初步计算结果。加速器束流损失在实验终端 T1、T2、迷道口、顶部、加速器大厅的剂量分布如图 11-2 至图 11-7 所示。剂量分布结果给出的是包括中子和光子的总剂量分布的结果，顶部的 90cm 屏蔽墙外面剂量率控制值不超过 $0.25 \mu\text{Sv/h}$ 。

由图 11-2 可以看出，以图 11-1 所示屏蔽厚度来建设，职业人员所受到的计量限值均小

于 1 uSv/h，则职业人员接收的年剂量为 2 mSv/h，符合国家限值的要求。

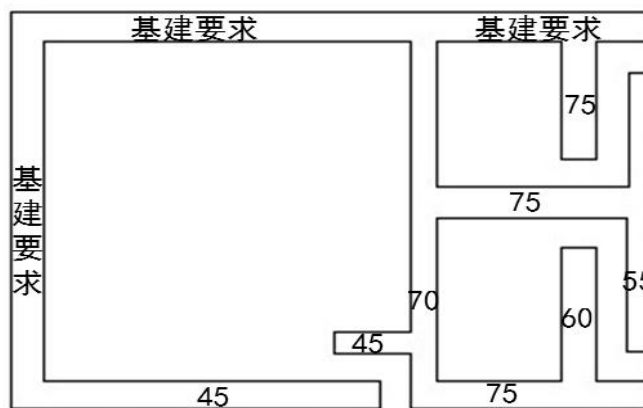


图 11-1 质子加速器机房各区域屏蔽的初步计算结果（顶部为 90cm）

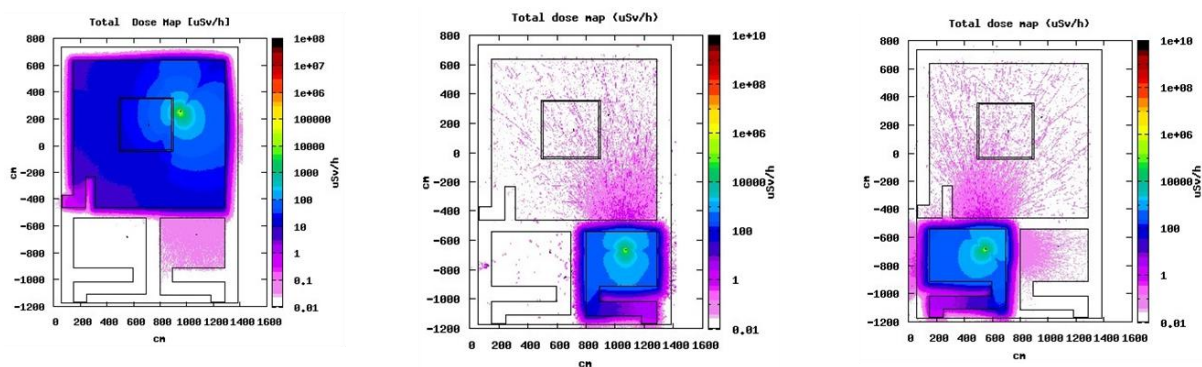


图 11-2 加速器束流损失在实验终端时的剂量分布

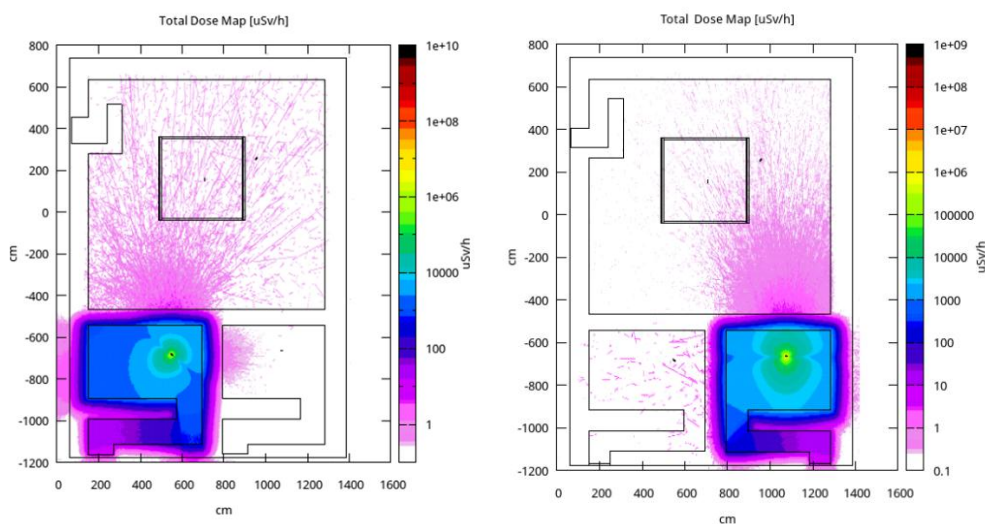


图 11-3 终端迷道门口剂量分布

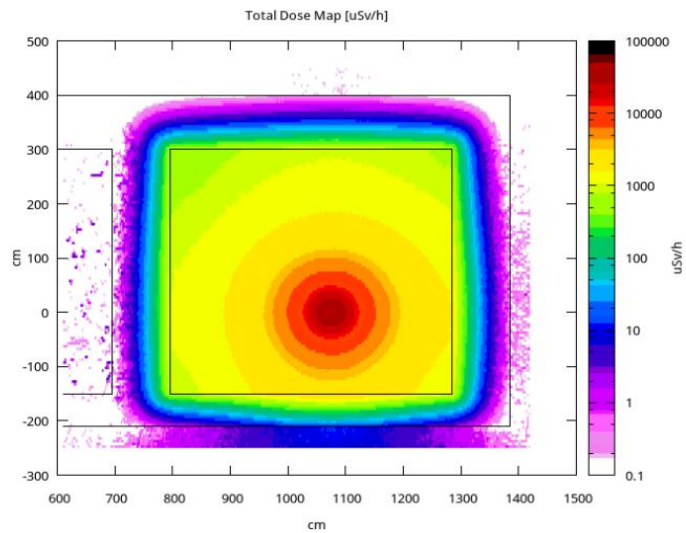
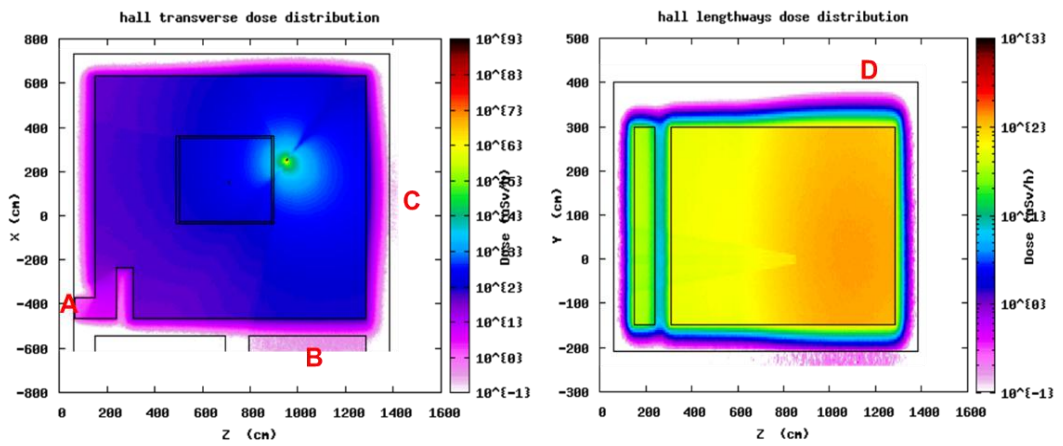


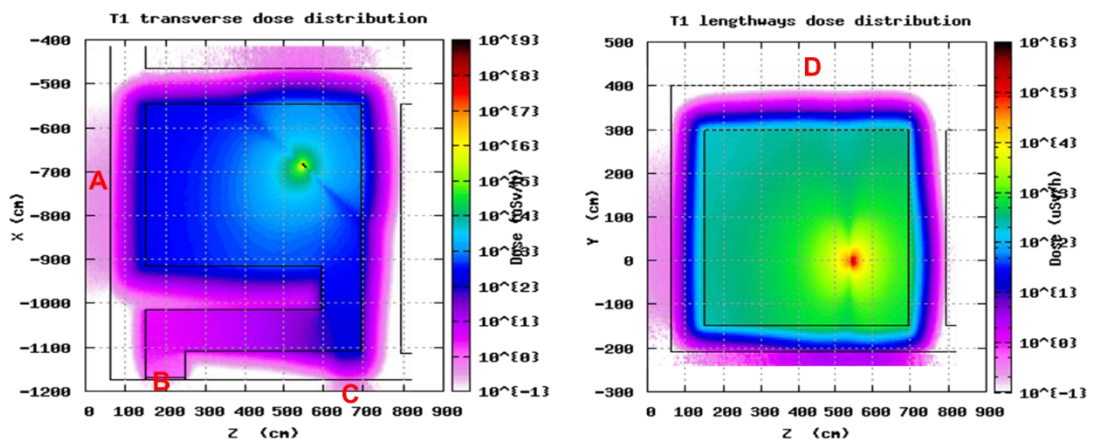
图 11-4 垂直平面剂量分布（上方为顶部剂量）



图中各字母标识区域的最大剂量率分别为:

A: 0.24 $\mu\text{Sv/h}$ C: 0.40 $\mu\text{Sv/h}$
 B: 0.75 $\mu\text{Sv/h}$ D: 0.02 $\mu\text{Sv/h}$

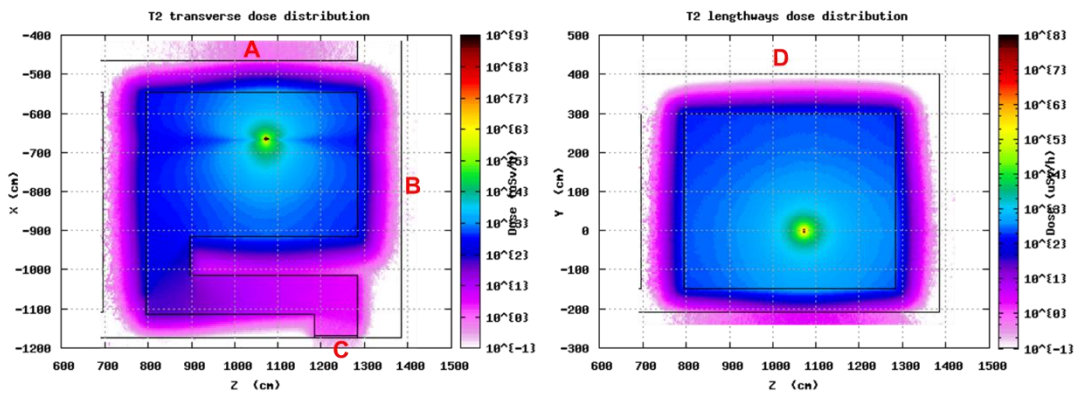
图 11-5 加速器大厅剂量分布



图中各字母标识区域的最大剂量率分别为:

A: 0.52 $\mu\text{Sv/h}$ C: 0.70 $\mu\text{Sv/h}$
 B: 0.30 $\mu\text{Sv/h}$ D: 0.05 $\mu\text{Sv/h}$

图 11-6 T1 终端剂量分布



图中各字母标识区域的最大剂量率分别为：
A: 1.26 $\mu\text{Sv/h}$ C: 0.35 $\mu\text{Sv/h}$
B: 0.35 $\mu\text{Sv/h}$ D: 0.04 $\mu\text{Sv/h}$

图 11-7 T2 终端剂量分布

11.2.3 天空反照

天空反照中子是加速器影响环境的主要因素之一。高能中子贯穿顶部屏蔽射向天空，经大气反射回到地面形成天空反散射剂量场，防护设计施工中，这个剂量场是容易控制的，只要顶部屏蔽厚度恰当、设计良好就可以了。

大量的实验研究表明，天空反照中子剂量在屏蔽体外可能很小，但随着距离的增加而逐渐增大，在约 50m—75m 达到最大，然后随着距离的增加迅速减小。

由于顶部屏蔽厚度足以保证工作人员在该处连续工作时，所受照射远低于国家标准规定的剂量当量限值。对于具有较好顶部屏蔽的加速器，即便不考虑由于中子在空气中多次散射使得其能量降低的效应，由于天空反照给公众带来的剂量负担也远低于国家标准规定的值，可以忽略不计。

11.2.4 感生放射性

对于一台屏蔽良好的加速器，感生放射性常常是工作人员受射线照射的主要原因。对于质子加速器来说，感生放射性主要是主束或次级中子与加速器部件、设备冷却水及隧道内的空气相互作用引起的。其辐射水平取决于加速粒子的能量、种类、流强、加速器运行时间、冷却时间和被照材料性质等诸多因素。一般来说，半衰期长的核素产生的速率很低，也不会出现大量的核素，而半衰期短的核素则衰变得非常快，因此，对感生放射性的有效防护措施之一是等其衰变。

对于加速器部件的感生放射性，实际用于建造加速器的材料并不多，最重要的是铁、几种不锈钢、铜、铝合金等，虽然在理论上可能产生的放射性核素的数目很大，但根据国

实际上对各类加速器的研究，已证明实际上只有少数放射性核素控制着加速器关闭以后所观察到的辐射场。在实际工作中，报废的活化部件、擦洗污染的棉纱等只要严格回收是不会污染环境的。表 11-2 给出加速器周围受辐照材料中通鉴出来的放射性核素种类。

表 11-2 在加速器周围受辐照的材料中放射性核素一览表

靶材料	放射性核素	半衰期	靶材料	放射性核素	半衰期
塑料与油	^7Be	53.6d	钢	^{54}Mn	300d
	^{11}C	20.4min		^{56}Co	77d
杜拉铝	同上加以下			^{57}Co	270d
	^{18}F	110min		^{58}Co	72d
	^{22}Na	2.60y		^{55}Fe	2.94y
	^{24}Na	15.0h		^{58}Fe	5.1d
钢	同上加以下		不锈钢	同上加以下	
	^{42}K	12.47h		^{60}Co	5.27y
	^{43}K	22.4h		^{57}Ni	37h
	^{44}Sc	3.92h		^{60}Cu	2.4min
	$^{44\text{m}}\text{Sc}$	2.44d	铜	同上加以下	
	^{46}Sc			^{65}Ni	2.56h
	^{47}Sc	3.43d		^{61}Cu	3.33h
	^{49}Sc	1.83d		^{62}Cu	9.80min
	^{48}V	16.0d		^{64}Cu	12.82h
	^{51}Cr	27.8d		^{63}Zn	38.3min
	^{52}Mn	5.55d		^{65}Zn	2.5d
	$^{52\text{m}}\text{Mn}$	21.3min			

加速器运行期间初级粒子或次级粒子与靶室中空气相互作用产生放射性气体。这种空气中的放射性一般是短寿命的，即使产生的放射性达到不能接受的高水平，放射性衰变和放射性空气的稀释部分都非常快地使放射性浓度降低到可接受水平。实际上，只有在非常少的情况下才会使空气的放射性水平达到不可接受的水平。其放射性核素主要通过热中子俘获、 $(n, 2n)$ 、 (γ, n) 反应和散裂反应而产生。产生的短寿命核素主要是 ^3H 、 ^7Be 、 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 和 ^{41}Ar 。它们对人体的危害是 β 气体浸没外照射和吸入引起的内照射。可以看到，除了 ^7Be 半衰期稍长外，其他成分半衰期都很短，不存在长期累积问题，且毒性较小，危害不大。质子加速器系统将对进气、出气都进行过滤，以尽量减少通风管道内及排到环境中的气溶胶含量。通风管道内的气压设计为负压，在开机时并不通风，只有当停机后工作人员要进入隧道之前需要通风，清除隧道内空气中的放射性物质，以保障工作人员的健康，同时对排放出的气体实施监测。

加速器冷却水回路的感生放射性应受到重视,因为在流动着高放射性水的回路附近剂量率高并且放射性水难以处理,加速器的冷却水因受次级粒子的照射而活化,主要是中子引起水中 ^{16}O 的散裂,其产物见表 11-3。现已查明 ^{15}O 、 ^{11}C 和 ^7Be 为最重要的放射性核素。实验研究表明:

- (1)辐照后 1—5 小时内主要的短寿命核素是 ^{11}C ;
- (2)半衰期长于 10 小时的唯一长寿命 γ 射线发射体是 ^7Be ;
- (3)在几种不同条件下受辐照的水样品中 ^3H 和 ^7Be 的饱和放射性之比值在 1.3—5.8 之间。

表 11-3 ^{16}O 的散裂产物

放射性核素	半衰期
^{10}C	19s
^{14}O	71s
^{15}O	124s
^{13}N	10min
^{11}C	20.5min
^7Be	53d
^3H	12.2y

设备冷却水系统的设计为所有需冷却的设备共用一个冷却水系统,采用去离子水,为保持冷却水的水质要求,采用离子交换树脂进行净化,更换下来的树脂作为放射性废物进行暂存待其衰变,衰变十个半衰期监测达标后按危险废物处理。整个系统是封闭循环,采用次级回路通过热交换器将热量排放到最终热阱中去。对于可能存在的泄露和部分杂质较多的冷却水,采用专用的衰变池进行冷却,待监测达标后再进行排放。

1、空气感生放射性:

加速器连续运行一周下,得到的空气中核素的活度浓度如表 11-4 所示。值得注意的是,表 1 中的核素的活度为终端房间中连续运行一周的感生放射性结果,当然这个区域也是整个装置中空气活度程度最高的区域。考虑终端位置和前面其他位置质子损失比较,对于整个装置的空气活化一周内的排放可以考虑是终端的 1.5 倍。考虑装置一年运行时间为 2000 小时,则连续运行的总周数为 12 周 ($2000/24/7=12$)。因此,装置的年排放活度可以由终端内的结果乘系数 18 ($1.5*12=18$) 得到。这个结果并没有考虑空气循环排放过程中,那些短寿命核素的衰减,即得到的排放结果为保守计算的结果。另外,从表中可以看出,真正感兴趣的核素为 ^{13}N 、 ^{11}C 、 ^{41}Ar 和 ^7Be ,因为其他核素半衰期很短,在排放在环境中前,已

在隧道内衰减到很低的水平。

表 11-4 加速器运行一周后，刚停机时终端房间空气中放射性核素活度、活度浓度、DAC、活度浓度与 DAC 的比值及装置年排放活度

核素	半衰期	总活度/Bq	活度浓度 /(Bq/m ³)	DAC	活度浓度 /DAC	装置年排放 活度/Bq
¹³ N	9.965 min	9.65E+03	8.73E+01	7E+04	1.25E-03	1.74E+05
¹⁵ O	122.2 s	5.41E+03	4.89E+01	7E+04	6.99E-04	9.74E+04
¹¹ C	20.39 min	4.68E+03	4.23E+01	1E+07	4.23E-06	8.42E+04
⁴¹ Ar	109.34 min	3.44E+03	3.11E+01	2E+06	1.56E-05	6.19E+04
¹⁴ O	70.6 s	1.09E+03	9.85E+00	/	/	1.96E+04
¹⁰ C	19.3 s	8.14E+02	7.35E+00	/	/	1.47E+04
¹⁶ N	7.13 s	5.08E+02	4.59E+00	2E+04	2.30E-04	9.14E+03
⁸ B	770 ms	4.17E+02	3.77E+00	/	/	7.51E+03
¹² B	20.20 ms	2.83E+02	2.56E+00	/	/	5.09E+03
⁷ Be	53.29 d	2.23E+02	2.02E+00	3E+05	6.73E-06	4.01E+03
¹² N	11 ms	1.47E+02	1.33E+00	/	/	2.65E+03
总计	/	2.67E+04	2.41E-04	/	/	4.80E+05

2、冷却水的感生放射性：

加速器冷却水为去离子水的闭循环模式，其活化主要是束流损失产生的中子照射引起的活化。表 11-5 给出了加速器连续运行一周，且全部损失在加速器磁铁内在冷却水中产生的放射性核素活度及活度浓度。从表中可以看出，除 ³H、⁷Be 以及很少量的 ¹⁴C 外，其余活化核素量很少，且多为短寿命的核素，冷却 1 h 后可衰变至很低水平。最后再加速器在检修时，废液收集至废液衰变池中，最后统一处理。

表 11-5 加速器运行一周后冷却水中放射性核素活度及活度浓度

核素	半衰期	总活度/Bq	活度浓度/(Bq/m ³)
¹⁶ N	7.13 s	6.40E-02	6.40E+04
¹⁵ O	122.24 s	2.53E-02	2.53E+04
¹² B	20.20 ms	1.80E-03	1.80E+03
¹¹ C	20.39 min	1.71E-03	1.71E+03
¹³ N	9.965 min	5.85E-04	5.85E+02
⁶ He	806.7 ms	1.46E-04	1.46E+02
⁸ Li	838 ms	9.75E-05	9.75E+01
¹⁵ C	2.449 s	4.88E-05	4.88E+01
⁷ Be	53.29 d	1.70E-05	1.70E+01
³ H	12.33 a	6.31E-06	6.31E+00

¹⁴ C	5730 a	7.92E-09	7.92E-03
-----------------	--------	----------	----------

泄露的冷却水通过地漏或排水沟排入集水坑，加压后强制排至衰变池中。衰变池位置见下图 11-8，衰变池尺寸图见 11-9。

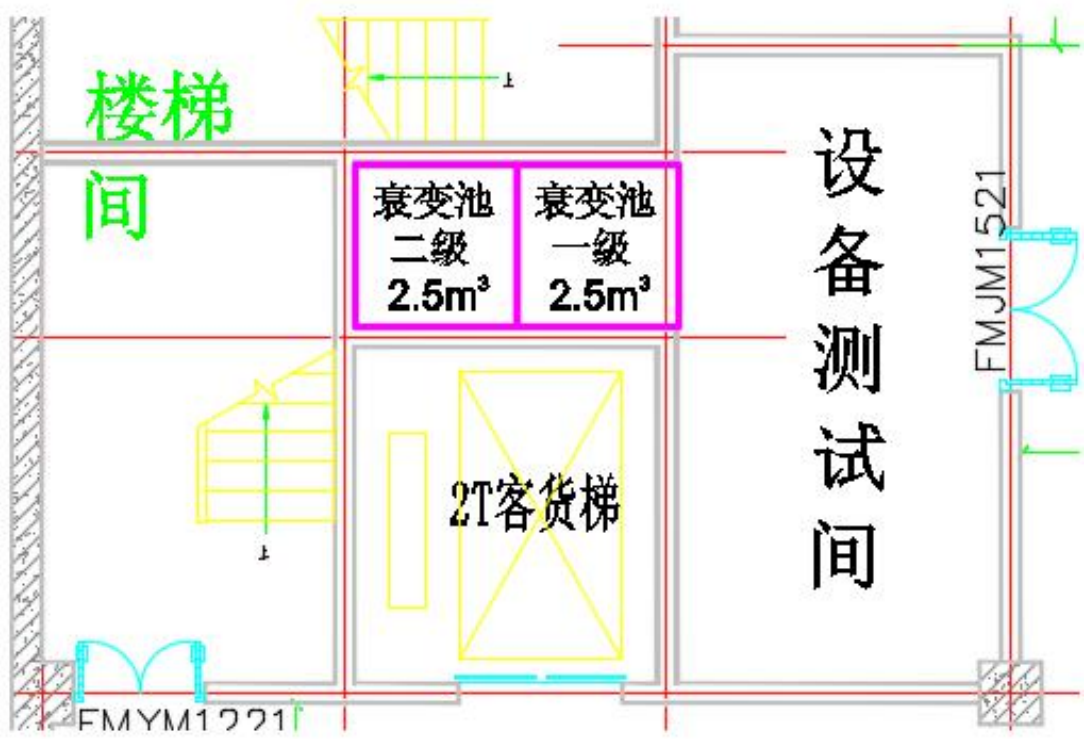
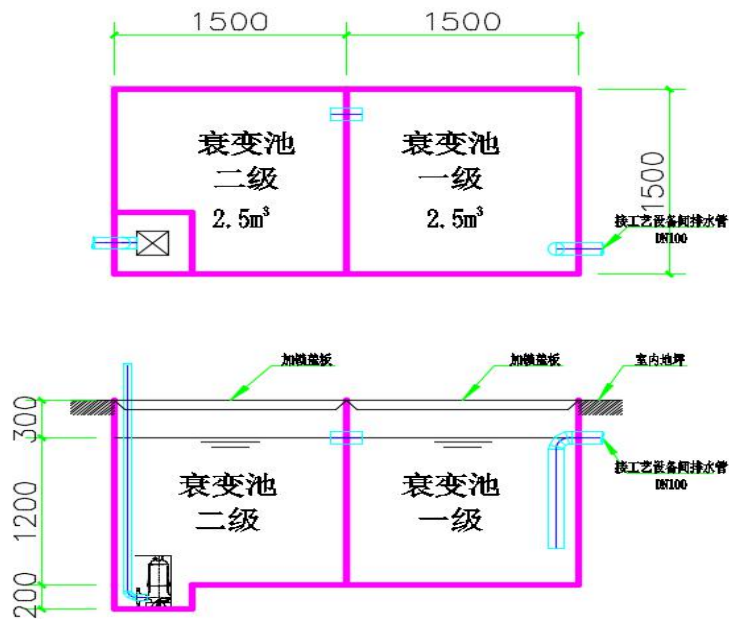


图 11-8 衰变池位置图



- 注：1、衰变池采用二级连续衰变，单池有效容积不小于 2.5m^3 。
 2、衰变池进水方式：采用排水地漏或排水沟汇入。
 3、衰变池出水方式：衰变池设排水泵，加压后送至排水管网。
 4、衰变池无相关规范及图集，具体做法可参考《给水排水构筑物选用图》（图集号为07S906）和《砖砌化粪池》（图集号为02S701）

图 11-9 衰变池尺寸图

3、加速器结构部件的感生放射性：

对于加速器结构部件感生放射性，仍采用质子束完全损失在铜靶上为模型进行计算。这种情况下得到的结果相当于是加速器在运行时得到的最大的感生放射性水平。图 11-10 给出了加速器连续运行一周后，不同冷却时间下终端内剩余光子剂量率的 2D 分布。在停机后，通常需要人员进行维修、更换部件等操作，因此关心的剂量率通常为距离部件表面 30 cm 处的剂量率水平。通常认为：剂量率水平 $<100 \mu\text{Sv/h}$ 时，手动维修可不受限制，但总剂量限值 $<20 \text{mSv/a}$ （此处为国标中的限值，各单位的年剂量限值根据目标控制）。一维的计算结果显示，加速器刚停机时，距离 30cm 处的剂量率水平为 $36.8 \mu\text{Sv/h}$ ，经过 30 分钟衰减后，降低到 $16.2 \mu\text{Sv/h}$ ，而通过 1 天的衰减，可以降低到 $1.3 \mu\text{Sv/h}$ 。从结果可以看出，即使在加速器刚停机时，剂量率水平仍是满足手工维修操作的要求。通常情况下，如果不需要立即进入，可以通过延长等待时间来降低照射。

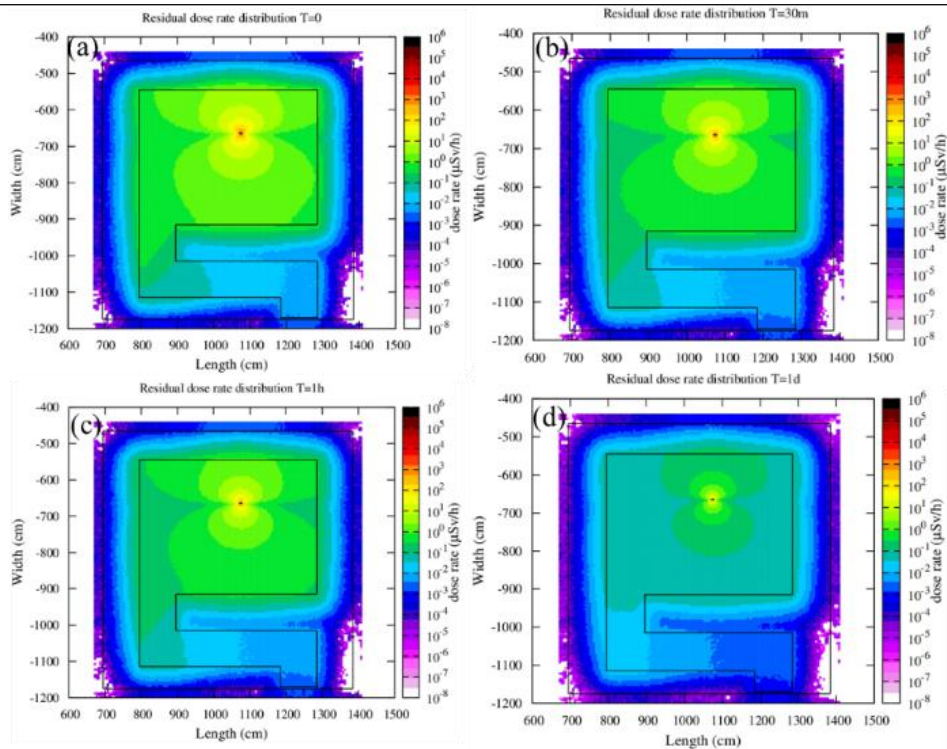


图 11-10 加速器连续运行一周后，不同冷却时间下终端内剩余光子剂量率的分布

(a) T=0, (b) T=30m, (c) T=1h 和 (d) T=1 d

表 11-6 给出了停机 10 分钟后，铜靶中核素的活度及活度浓度。从表中可以看出，加速器停机 10 分钟后，占总活度比例较大的几种核素是 ^{62}Cu 、 ^{61}Cu 、 ^{64}Cu 和 ^{63}Zn ，其中半衰期较长只有 ^{61}Cu 和 ^{64}Cu 。

表 11-6 停机 10 分钟后，铜靶中主要核素的活度及活度浓度

核素	半衰期	总活度/Bq	活度浓度/(Bq/cm ³)	比例
^{62}Cu	9.74 min	1.20E+07	1.70E+04	46.82%
^{61}Cu	3.333 h	4.99E+06	7.09E+03	19.48%
^{64}Cu	12.700 h	3.58E+06	5.09E+03	13.99%
^{63}Zn	38.47 min	2.76E+06	3.92E+03	10.78%
^{62}Zn	9.186 h	1.13E+06	1.60E+03	4.41%
^{60}Cu	23.7 min	5.90E+05	8.39E+02	2.31%
^{58}Co	70.86 d	1.69E+05	2.41E+02	0.66%
^{57}Ni	35.60 h	8.49E+04	1.21E+02	0.33%
^{61}Zn	89.1 s	6.96E+04	9.89E+01	0.27%
^{61}Co	1.650 h	6.36E+04	9.04E+01	0.25%
^{57}Co	271.79 d	3.98E+04	5.66E+01	0.16%

活化部件的储存位置一般是在辐射区内用彩钢或铁丝网搭建一个简易废物暂存间，配备不锈钢材质的废物桶即可。对于靶材及偏转板等高活化部件，由于照射时间及束流能量的不同，其表面剂量率范围很大，建议配备一些铅皮作为备用，拆除后放置在废物桶内，根据测量结果用铅皮覆盖或包裹使其表面剂量率低于控制限值；如废弃不用，也可直接交

城市放射性废物库收贮。

11.3 非辐射环境影响分析

11.3.1 废气环境影响分析

对于重粒子/质子加速器来说，臭氧不是值得关注的环境问题。这是因为在加速器辐射区，空气中的氧气、二氧化氮和氮气均可吸收 γ 射线的能量，发生辐射分解，形成氧原子和一氧化氮。其中产生的氧原子与空气中的氧气结合生成臭氧；产生的臭氧对人体健康有害，参照 NCRP-144 号报告，照射期间，臭氧的浓度满足下面的平衡方程：

$$\frac{dN}{dt} = gI - \alpha N - kIN - \frac{QN}{V}$$

其中： dN/dt ：单位体积单位时间臭氧形成（或分解）的速率（ m^3S^{-1} ）

N ：辐照时间 t 后单位体积的臭氧数目；

I ：空气中单位体积单位时间的光子能量沉积（ $\text{eV}\cdot\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ）

g ：空气中单位光子能量沉积形成的臭氧分子数目（ eV^{-1} ）

α ：臭氧分子的化学分解速率（ s^{-1} ）

k ：单位光子能量沉积的臭氧分子的辐照分解速率（ $\text{eV}^{-1}\cdot\text{m}^3$ ）

Q ：通风速率（ $\text{m}^3\cdot\text{S}^{-1}$ ）

V ：被辐照空气的体积（ m^3 ）

$$\text{则 } N(t) = \frac{gI}{\alpha + kI + \frac{Q}{V}} [1 - e^{-\left(\alpha + kI + \frac{Q}{V}\right)t}]$$

在长时间辐照条件下，可得到臭氧的饱和浓度为

$$N_s = \frac{gI}{\alpha + kI + \frac{Q}{V}}$$

在计算中，各物理量参照 NCRP-144 号报告，其取值如下：

在低剂量率下（加速器属于低剂量率） g 取值为 0.074eV^{-1}

α 取 $2.3 \times 10^{-4}\text{s}^{-1}$ ， k 值取 $1.4 \times 10^{-16}\text{eV}^{-1}\text{m}^3$

通风频率 Q/V 取值为 1 次/h

I 由 FLUKA 程序直接模拟得到；

经过计算，在辐照间内的 I 约为 $2.1 \times 10^{12}\text{eV}\cdot\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ，辐照室的体积约 120m^3 ，排气速率为 $0.3\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ，则单位体积内产生的臭氧分子数为： 5.49×10^{13} ，约为 $4.38 \times 10^{-6}\text{mg}/\text{cm}^3$ ，也就

是说实验终端室内产生的臭氧浓度就低于《环境空气质量标准》GB3095-1996（2000年修订）中的一级标准 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$ ，也就是说对于重粒子/质子加速器来说，臭氧根本就不是值得关注的环境问题，从NCRP 51号报告、NCRP144号报告和IAEA 188号技术报告中谈论的臭氧问题都是针对电子加速器和大型正负电子对撞机的，也可以说明这一点。

11.3.2 声环境影响分析

本项目运营期的噪声主要为空压机运行噪声、加速器机房排风系统产生的噪声。其中，空压机噪声源强为 $75\sim 85\text{dB}(\text{A})$ ，采用室内隔声、基础减振、消声等措施控制后，噪声级为 $65\text{dB}(\text{A})$ 左右。由建设单位提供的加速器辐照加工项目平面图可知，空压机机房距离厂区围墙最近距离为 15m ，按照点声源模式进行估算（不考虑厂界围墙的噪声衰减效果），空压机运行噪声对本项目建筑围墙处最大贡献值为 $48.0\text{dB}(\text{A})$ ，距离项目东侧厂界 30m 和南侧厂界 40m ，距离北侧和南侧厂界超过 100m ，根据噪声衰变规律，能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准限值（昼间： $60\text{dB}(\text{A})$ ，夜间 $50\text{dB}(\text{A})$ ）要求；加速器机房排风系统选用1台高效低噪混流风机，噪声源强为 $80\sim 90\text{dB}(\text{A})$ ，采用基础减振、消声等控制措施后，其噪声级可达到 $75\text{dB}(\text{A})$ 以下，风机所在位置距离东侧围墙最近距离为 15m （距其他厂界围墙距离远大于 15m ），从保守角度进行估算（不考虑围墙衰减效果），风机运行噪声在本项目建筑最近的东侧围墙处最大贡献值为 $54.5\text{dB}(\text{A})$ ，夜间不进行作业因此不产生噪声，噪声源距离项目东侧厂界 30m 和南侧厂界 40m ，根据噪声衰变规律，能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准限值（昼间： $60\text{dB}(\text{A})$ ，夜间 $50\text{dB}(\text{A})$ ）要求。

11.3.3 水环境影响分析

本项目不新增定员，不做生活污水环境影响分析。本项目无产生生活污水的设施。

11.3.4 固体废物分析

本项目运营期将产生废离子交换树脂，为短半衰期的放射性废物，属于《国家危险废物名录》中的“HW13 有机树脂类废物”，放置在暂存间待其衰变十个半衰期监测达标后，交由有资质的单位处理。

11.4 事故工况下环境影响

本项目事故风险评价目的是分析、预测加速器在使用过程中存在的潜在危险和有害因素，可能发生的突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害），引起电离辐射泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范应急与减缓措施，以

防止辐射事故发生，尽量降低辐射事故后果的负面影响。

11.4.1 事故风险识别

(1) 风险源与因子

本项目辐射源为质子加速器，环境危害因子为质子、中子射线和感生放射性。

(2) 可能发生的事故

正常工况下，门机连锁失效，防护门没有关闭情况下，至使射线泄漏到加速器室外，给周围活动人员造成额外的照射；因管理疏忽造成有人员长时间停留在辐照室内，对辐照室中的人员造成误照射。

11.4.2 事故工况下的辐射影响分析

依据《射线装置分类办法》，本项目使用的质子加速器，属于Ⅱ类射线装置，该装置为中危险射线装置，事故时可以使受照人员产生较严重的放射损伤，大剂量照射甚至可以导致死亡。

当60MeV加速器处于照射状态时，假如有人在滞留辐照室、主机室内，可能会对相关人员造成严重的放射性损伤或超剂量照射。加速器门机连锁装置失效或人员误入辐照室、主机室情况下，可能会对相关人员造成急性放射性病或局部器官残疾、超剂量照射，可能发生较大辐射事故和一般辐射事故。根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第449号）第四十条规定：“较大辐射事故：是指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性放射病、局部器官残疾；一般辐射事故：指Ⅳ、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。”假若本项目发生上述事故，事故等级为分别为较大辐射事故、一般辐射事故。因此，加速器运行期间，应当检查辐照室、主机室门机连锁装置，确保防护门处于关闭状态下，才进行开机照射工作；进行照射前，应仔细查看辐照室、主机室是否有人员停留，杜绝辐射事故发生。

11.4.3 辐射事故预防与应急措施

(1) 事故预防措施

为防止项目在运行期间、检修维护期间发生辐射事故，建设单位应做好下列工作：

①单位领导对辐射安全工作应有足够重视。辐射工作人员应加强安全意识和岗位责任心，并严格按加速器的操作规程执行操作；

②在操作加速器时要始终注意安全。辐射工作人员必须对该设备具有足够的了解，能

够识别任何可能导致危险的故障。如果发生故障或发现存在安全问题，在授权人员修复故障之前，不得使用该设备；

③为保证持续安全的操作，应按相关要求对设备进行定期维护；

④做好辐射工作人员的防护工作；

⑤加速器的钥匙由指定人员进行控制；

⑥加速器照射期间，应至少有 2 名辐射工作人员进行值班，严禁操作人员擅离岗位。

每次进行放射性照射时，应检查辐照室、主机室是否有人员停留；定期检查辐射安全联锁、声光报警、剂量监测、视频监控等安全装置或设施，确保其处于正常的工作状态。

(2) 应急措施

一旦发生了辐射事故，建设单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

①发现误照射事故时，辐射工作人员或其他人员应立即切断电源，将人员撤出辐照室或主机室，关闭防护门，同时向理化所主管领导报告；

②发生射线装置事故时，应立即疏散所有与处理事故无关人员，保护好事故现场，对在事故中可能受到照射的人员及时送到医院进行医学检查和治疗。

③事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应向卫生行政部门报告；

④分析确定辐射事故的原因，记录发生事故时射线装置工作状态、事故延续时间，以便确定事故时受照个体所接受的剂量。

⑤总结事故原因，写出事故报告，及时修改应急预案，避免此类事故再次发生。

11.5 项目选址、布局合理及实践正当性分析

11.5.1 选址合理性分析

本项目新建的 60MeV 质子加速器作为质子位移损伤效应模拟试验装置，为元器件辐照试验提供辐照装置，与新疆理化所现有的元器件辐射效应测试分析平台共同形成完整的元器件质子位移损伤效应模拟试验与分析平台，为元器件空间环境下的位移损伤效应评估和考核提供支撑。

由于元器件辐射效应评估和考核试验需要对从辐照到测试的各个环节进行严格的质量控制措施，包括环境温、湿度和辐照与测试间隔时间的限制，因此，最优的试验条件是：将辐照装置与测试设备就近配置，使辐照与测试在相同的质量控制措施下进行监督，降低环境温度对试验结果的影响，同时减少辐照与测试的间隔时间，降低退火对试验结果的影

响。

因此,本项目的土建工程拟选址在新疆理化所电子元器件与材料损伤评估平台楼附近,满足辐照装置与测试设备就近配置的原则。项目采取有效的辐射防护屏蔽措施后,对周围环境影响较小,项目选址基本合理。

11.5.2 平面布置合理性分析

质子位移损伤效应模拟实验装置项目层数:地上一层,地下1层。地下一层主要布置设备转运大厅、高压锻炼间、离子源及直线大厅、同步环大厅、2个辐照大厅以及高频设备间等;地上一层主要布置设备转运大厅、电源间、加速器中央控制室、真空系统洁净间、束诊系统洁净间、数据获取室及讨论室等。质子加速器机房墙体采取了足够的辐射屏蔽设计厚度,其平面布局避开人群较为集中的区域,所处位置相对独立,采取了有效屏蔽措施后,对周围环境辐射影响较小,平面布置基本合理。

11.5.3 实践正当性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第9号《产业结构调整指导目录(2011年本)(2013修正)》,本项目属鼓励类第六项“核能”第6条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目,符合国家产业政策。项目建设有助于企业竞争力,具有较好的经济效益和社会效益,项目产生总利益大于所付出的代价,符合辐射防护“实践正当性”原则。

11.6 辐射环境影响评价

新疆理化所质子加速器正常运行时,其机房采取相应辐射防护屏蔽措施后,项目对周边的辐射环境影响满足《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-85)相关限值要求;辐照加工实践所致工作人员年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)中规定年有效剂量20mSv基本限值和本次评价公众5mSv剂量约束值要求;加速器机房选址、平面布置基本合理,所致公众附加有效剂量较小,满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)基本限值1mSv和本次评价剂量约束值0.1mSv要求。评价认为:新疆理化所质子位移损伤效应模拟试验装置建设项目对周围环境的辐射影响在可接受范围之内。

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

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置的工作单位，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；其他辐射工作单位应当具有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全和环境保护管理工作。

目前，新疆理化所已成立辐射安全和环境保护领导小组，明确了辐射安全管理机构成员，规定各机构成员的职责，分工明确、职责分明。新疆理化所辐射安全和环境保护领导小组为：

组 长：蒋同海

副组长：崔旺诚

组 员：潘世烈、冯涛、丁景全、毕翔玉、郭旗、徐爱民、吕小龙

单位辐射安全和环境保护领导小组主要职责为：

(1) 组织贯彻落实国家和地方政府、研究所有关辐射安全与环境保护工作的方针、政策；

(2) 定期（每半年一次）召开会议，听取辐射安全与环境保护工作情况汇报，讨论决定辐射安全与环境保护工作中的重大问题和采取的措施；

(3) 组织开展放射源或射线装置安全检查活动，组织处理、通报事故；

(4) 组织制定和完善放射源或射线装置管理制度和操作规程，监督检查各规章制度的执行，督促整改辐射事故隐患；

(5) 评估、决策研究所各类放射性物资、装置、仪器、设施的采购、退役处置、修缮、建设等事宜。

(6) 指导、协调所内各部门及辐照中心对辐射安全与环境保护工作进行监督检查；

(7) 组织制定放射性培训计划和辐射事故应急预案及演练计划；

(8) 组织建立研究所放射源、射线装置台账；

(9) 发生辐射安全事故后立即向上级报告，要及时采取措施，迅速识别辐射事故现场危害因素，采取相应的辐射防护措施组织抢救并保护好现场。

12.2 辐射安全管理规章制度

新疆理化所已制定了较为完善的辐射安全管理制度和操作规程,通过不断完善相关的辐射安全管理制度和人员培训,确保放射源和射线装置的安全使用。目前已制定的制度有:《辐射防护与安全保护制度》、《辐射安全和环境保护管理小组岗位职责》、《控制系统操作规程》、《放射源使用管理规定》、《新疆理化所放射源台帐管理制度》、《废旧放射源处置方案》、《辐射工作人员健康管理规定》、《钴源井水净化装置运行操作规程及管理制度》、《钴源设备管理维修制度》、《设备管理维修制度》、《新疆理化所辐射场所剂量检测管理制度》、《新疆理化所个人剂量监测制度》、《新疆理化所钴源摄像和喷淋管理制度》、《中科院新疆理化所放射源与射线装置辐射事故应急预案》等。

环评要求:应针对本项目应用的质子加速器,制定《加速器操作规程》、《加速器检修与维护制度》、《加速器安全设施定期检修与维护制度》、《加速器辐射工作人员岗位职责》、《加速器工作场所监测制度》、《加速器辐射工作人员培训计划》、《加速器辐射防护与安全保卫制度》等制度。根据加速器可能出现的辐射事故,制定切实可行的《辐射事故应急预案》。应明确加速器管理人员、辐射工作人员相关职责,根据加速器实际使用情况,不断完善制定的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等,使其具有更强的针对性和可操作性。

质子加速器工作场所应张贴电离辐射警告标志,配备防止射线装置误操作、工作人员和公众受到意外照射的(如门机连锁装置、钥匙开关、工作状态指示灯、声光报警装置)等安全设施。

目前,已对10名辐射工作人员配备个人剂量计,进行个人剂量检测,跟踪个人年有效剂量。并配备1台个人剂量报警仪,用于质子加速器工作场所。

环评要求:项目所有辐射工作人员应定期进行职业病检查和身体健康检查,建立个人职业病健康监护档案;所有辐射工作人员均应配备个人剂量计,定期检测,建立个人剂量档案。每个辐射工作场所均应配备个人剂量报警仪,并与之核技术利用规模相适应。

根据《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)中规定,“使用射线装置的单位,应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲,对直接从事使用活动的操作人员以及辐射防护负责人由具备一定条件的培训单位进行辐射安全培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗”。新疆理化所现有辐射工作人员、管理人员32人,3人参加了由国家环保部组织的辐射安全与防护培训班学习,并

取得了合格证书，2人已取得注册核安全工程师证书。

环评要求：从事放射性相关的辐射工作人员和负责辐射安全防护的相关管理人员必须经辐射安全和防护专业知识以及相关法规的培训和考核，未取得辐射安全与防护培训合格证人员，建设单位应积极与自治区环保厅或相关部门沟通，积极组织人员参加辐射安全培训，不断提高核安全文化素养。以后新增加的辐射工作人员、辐射管理人员必须经过辐射安全和防护专业知识培训，未取得辐射安全与防护培训合格证的人员，不得进行从事放射性相关操作。

12.3 辐射监测

12.3.1 常规监测及检查

(1) 委托有资质的监测单位对辐射工作场所进行常规监测，每年监测一次。

(2) 辐射工作人员必须佩戴个人剂量计，并定期由有资质的单位检测一次个人剂量计，每季度检测一次，建立个人剂量档案。

(3) 利用已配备 X、 γ 辐射剂量率和中子剂量率仪的监测仪器对加速器机房以及周边环境进行定期自主监测，做好辐射的日常监测工作，并将监测数据记录，存档保存。

(4) 对质子加速器及其机房、安全设施的安全和防护状况每年进行一次安全评估，安全评估报告对存在的安全隐患及时提出整改方案，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。

12.3.2 特殊监测

(1) 变更监测：当加速器的结构、屏蔽设施、位置发生变更时，及时委托有资质的监测单位进行监测和重新评价。在进行监测合格和重新评价后，方可继续使用。

(2) 异常监测：当个人剂量超过年剂量限值、辐射工作场所出现异常情况时，应进行监测，查明原因。发生意外事故，应按辐射事故管理规定，及时监测和处理。

12.3.2 现场监测

项目正式投运前，建设单位应委托有资质的监测单位对辐射工作场所和防护设施进行全面的验收监测，监测合格后方可投入使用。监测计划见表 12-1。

表 12-1 新疆理化所加速器周边环境辐射监测计划一览表（建议）

监测项目	监测地点	监测周期
------	------	------

X-γ辐射空气吸收剂量率 中子剂量当量率	加速器运行大厅屏蔽墙体表面,两个辐照室屏蔽墙体表面,主机室屏蔽墙体表面,加速器防护门表面及缝隙,控制室辐射工作人员操作位置,加速器入口传送带处、管理人员办公室、会议室、配电装置室	建设单位自主监测不定期进行; 委托监测:每年委托有资质单位监测一次。
	加速器机房周边人群停留位置以及周边环境	
个人剂量计	辐射工作人员佩戴的个人剂量计	每3个月送有资质机构检测1次
职业健康检查	所有涉及放射性的工作人员	每年一次

12.4 辐射事故应急

新疆理化所已根据《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与防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规相关规定,制定了《中科院新疆理化所放射源与射线装置辐射事故应急预案》,以加强对理化所内放射源与射线装置的安全管理,预防辐射事故的发生、控制或减轻事故后果。

根据理化所提供的《中科院新疆理化所放射源与射线装置辐射事故应急预案》,该所已设立辐射事故应急处理领导小组作为应急响应机构,明确了辐射事故应急处理领导小组和应急办公室职责,规定了辐射事故报告程序以及预防事故的措施、辐射事故的处理措施。

环评要求:应根据本项目加速器应用情况,依据国家相关法律法规、标准,指定《加速器辐射事故应急预案》,不断对应急预案进行补充修改、完善,使应急预案更具有操作性、可行性。同时加强应急预案演练,提高事故应急处置能力。应急预案至少应包括以下内容:

- (1) 应急机构和职责分工;
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物质准备;
- (3) 辐射事故分级及响应措施;
- (4) 辐射事故的调查、报告和处理程序;

新疆理化所已成立了辐射防护与环境保护领导机构,明确了相关人员职责;部分辐射工作人员、辐射管理人员已经过辐射安全和防护知识培训,各辐射工作场所的防护设施符合辐射防护相关要求,已配备有相应的辐射监测仪器。在落实上述环评要求的前提下,其核技术应用能力可以满足相关法律、法规要求。

12.5 环保投资和环保验收

12.5.1 环保投资

新疆理化所质子位移损伤效应模拟试验装置建设项目总投资费用为 6850 万元，环保投资为 700 万元，占项目投资额的 10.21%，环保投资比例适宜。环保投资费用主要为辐射工作人员个人剂量报警仪的购置费用、环境监测费用、个人剂量计的购置及检测费用、职业病健康检查费用、加速器安全设施的购置费用等。环保投资明细见表 12-2。

表 12-2 本项目环保投资一览表

序号	投资项目	环保投资（万元）
1	环境影响评价	13
2	职业安全评价与验收	42
3	职业卫生评价与验收	40
4	个人剂量检测	20
5	检测仪器 21 个	210
6	出入连锁系统硬件及软件	130
7	机房防护设施	200
8	其他	45
	共计	700

12.5.2 环保验收

该项目试运行 3 个月内，建设单位应及时组织建设项目环保竣工验收，并向环境保护主管部门备案。按照环评相关要求，应安排人员利用现有的辐射监测仪器进行日常监测，并对辐射工作人员进行剂量检测、个人健康检查。辐射工作人员及相关管理人员应参加辐射防护与安全培训，取得合格证后持证上岗。制定并完善相关规章制度，及时申请环境保护竣工验收，确保本项目辐射防护效果满足相关标准要求。

根据项目建设和运行情况，建议本项目竣工环境保护验收内容见表 12-3。

表 12-3 本项目竣工环境保护验收一览表

序号	验收内容	验收要求
1	剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环评报表要求，职业、公众照射年有效剂量约束值执行 5mSv/a 和 0.1mSv/a。
2	电离辐射标志和中文警示	在辐射工作场所入口设置明显的电离辐射警示标志和中文警示说明。

3	屏蔽设计	质子加速器工作场所和配套用房的建设和布局与环评报告表中描述的相一致，屏蔽墙和防护门的屏蔽能力满足辐射防护的要求，通风设施运转正常，通风能力满足设计要求。
4	辐射安全设施	质子加速器设置安全连锁装置、辐射监测系统、人身安全连锁系统、声光警示灯、拉线开关、屏蔽门位置开关、红外开关、视频监测系统以及钥匙开关。
5	辐射监测	制定了满足管理要求的辐射监测制度，监测记录存档；配备固定/便携式中子、 γ 剂量率仪、个人剂量报警仪和实时固定监测仪；放射工作人员进行个人剂量监测，建立健康档案。
6	规章制度	制定的辐射安全管理制度和操作规程满足要求，且得到落实。
7	人员培训	所有从事放射性工作的人员需进行辐射防护知识的培训，且持证上岗。
8	应急预案	辐射事故应急预案需符合工作实际，应急预案明确应急处理组织机构和岗位职责、处理原则、处理程序和处理方案，配备必要的应急器材和设备。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、正当性分析

中国科学院新疆理化技术研究所（以下简称“新疆理化所”）通过建设质子位移损伤模拟试验装置项目，建成 1 台 60MeV 同步质子加速器装置，与建设单位现有的试验条件相结合构成位移损伤效应模拟试验平台，支撑元器件空间位移损伤效应、试验评估方法研究，开展元器件累积辐射效应试验评估服务，为卫星、光电载荷、新型-KFS-元器件的研发与应用提供支撑。该项目符合国家产业政策，该项目产生的社会效益、经济利益远大于其辐射影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

2、项目概况

项目拟建场所位于乌鲁木齐市北京南路 40-1 号新疆理化技术研究所院内东南角，南侧为景盛苑二期一幢 6 层商业小区居民楼，西侧为中国科学院新疆生态与地理研究所，东侧为金坤静园小区，北侧为广安路。本项目新建 60MeV 质子加速器作为质子位移损伤效应模拟试验装置，为元器件辐照试验提供辐照装置，遵循“辐照装置与测试设备就近配置”的原则，质子加速器在小钴源南侧空地新建。质子位移损伤效应模拟实验装置项目层数：地上一层，地下 1 层。地下一层主要布置设备转运大厅、高压锻炼间、离子源及直线大厅、同步环大厅、2 个辐照大厅以及高频设备间等；地上一层主要布置设备转运大厅、电源间、加速器中央控制室、真空系统洁净间、束诊系统洁净间、数据获取室及讨论室等。本项目加速器机房为二层结构，辐照室位于一层，主机室位于二层，辐照室设计有专门的迷道，加速器机房平面布置基本合理。

3、项目与产业政策的符合性分析

该项目建设符合《产业结构调整指导目录（2011 年本）》中鼓励类第三十一大类（科技服务业）第 10 项，即国家级工程（技术）研究中心、国家认定的企业研究中心、重点实验室、高新技术企业创业服务中心、新产品开发设计中心、科研中试基地、实验基地建设的类别。因此，本项目属于鼓励类项目，符合产业政策。

4、环境影响分析

（1）新疆理化所环境本底 γ 辐射空气吸收剂量率监测值为 86.2~95.8nSv/h，查阅《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查报告》可知，乌鲁木齐市原野天然环境 γ 辐射

空气吸收剂量率为 70.6-183.4nGy/h，新疆理化所本项目所在位置的 γ 辐射空气吸收剂量率监测值与乌鲁木齐市天然环境 γ 辐射空气吸收剂量率处于同一水平，为天然环境本底水平，项目所在区域辐射环境现状质量良好。

(2) 机房屏蔽能力分析：加速器机房工作场所设计时已考虑了拟配备加速器的性能和辐射水平，在保证施工质量的前提下，机房屏蔽墙体、防护门表面辐射空气吸收剂量率小于 2.5 μ Sv/h，满足本次辐射剂量率控制要求。

(3) 经过辐射评价预测，本项目所致职业人员个人年附加有效剂量为：质子加速器所致控制室辐射工作人员最大年附加有效剂量为 0.684mSv，本项目所致职业人员所产生的个人年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的年有效剂量基本限值 20mSv 和本次评价 5mSv 剂量约束值要求。

质子加速器所致公众个人最大年附加有效剂量为 0.043mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定年有效剂量 1mSv 基本限值和本次评价公众 0.1mSv 剂量约束值要求。

(4) 本项目不新增定员，因为不产生生活污水和生活垃圾，项目运行时产生的固体废弃物为：废弃物废离子交换树脂，为短半衰期的放射性废物，属于《国家危险废物名录》中的“HW13 有机树脂类废物”，放置在暂存间待其衰变十个半衰期监测达标后，交由有资质的单位处理。

(5) 新疆理化所加速器机房以及周边环境通过设置屏蔽门位置开关、拉线开关、应急按钮、视频监控系统、剂量监测系统、红外开关、声光报警装置、警示标志等安全设施后，可使其对环境的辐射影响降到合理尽可能低的水平，符合《辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准中规定要求和“辐射防护最优化、剂量最小化”原则，项目采用的辐射安全设施适用、可行。

综上所述，新疆理化所质子位移损伤模拟试验装置项目，支撑元器件空间位移损伤效应、试验评估方法研究，开展元器件累积辐射效应试验评估服务，为卫星、光电载荷、新型-KFS-元器件的研发与应用提供支撑，符合辐射防护实践正当性原则，项目开展具有积极意义；项目采取辐射防护措施后，能够使其对周边环境的辐射影响降到了尽可能合理的水平，满足辐射防护最优化原则；项目运行所致职业人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求，符合剂量限值约束原则；从辐射环境保护角度，该

项目在严格落实各项辐射防护措施或设施的前提下，该项目对环境的影响是可以接受的。

13.2 要求

(1) 根据理化所加速器实际运行情况，制定并完善加速器操作规程以及加速器相关规章制度。

(2) 各辐射工作场所防护门附近应张贴醒目的电离辐射警示标志及中文警示说明，告诫无关人员远离此区域。

(3) 对涉及放射性的辐射工作人员以及辐射管理人员，应加强放射性、辐射防护基础知识的学习和培训，提高核安全文化素养。辐射工作人员持证上岗。

(4) 辐射工作人员严格按照规程进行操作，每天作业前，应仔细检查加速器安全设施性能，确保其处于正常的运行状态。

(5) 定期对加速器辐射安全设施进行维修、维护，保证其安全性和可靠性。

(6) 利用辐射监测仪器定期对辐射工作场所及其环境进行辐射环境监测，做好监测记录，并进行归档。

(7) 对理化所辐射工作人员，配备个人剂量计进行剂量检测，跟踪个人年有效剂量。对辐射工作人员进行个人职业病健康检查，按相关要求建立了辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。辐射工作人员上岗前、在岗、离岗前均应接受职业健康检查，并建立个人健康档案。

(8) 理化所应针对加速器可能发生的事故，依据国家相关法律法规，制定《加速器辐射事故应急预案》，并根据运行实际情况，不断完善该预案，确保在发生事故能及时启动应急预案。

13.3 建议

(1) 及时向环保主管部门申请办理《辐射安全许可证》增项。

(2) 结合本理化所实际情况，对制定的辐射事故应急预案进行适当的演练。

(3) 理化所新增加的辐射工作人员应及时参加环保主管部门以及相关部门组织的辐射防护与安全培训，取得合格证书后方能上岗。对已取得合格证书的工作人员应定期接受再培训。

(4) 理化所每年应对放射源和射线装置的安全和防护状况编制相应的评估报告，于每年1月31日前向发证机关提交该评估报告。

委 托 书

核工业二〇三研究所：

我单位新建项目“中国科学院新疆理化技术研究所质子位移损伤模拟试验装置项目”，按照国家环保管理要求，应进行环境影响评价并编制《建设项目环境影响评价报告表》，特此委托你单位对本项目进行环境影响评价工作。

中国科学院新疆理化技术研究所

2018年4月20日



附件 2: 监测报告



监 测 报 告

QZJCXJ-2018-E004



项目名称: 质子位移损伤模拟试验装置项目环境本底 γ 辐射剂量率监测

委托单位: 中国科学院新疆理化技术研究所

监测性质: 委托监测

报告日期: 2018 年 05 月 28 日

陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司

(监测专用章)



报告说明

1、本报告适用于陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司电离辐射、电磁辐射等项目的监测报告。

2、报告无陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司“监测专用章”、无骑缝章、无MA章、无编制人、审核人、签发人签字无效。

3、本公司接受委托送监的，其监验监测数据、结果仅证明样品所监验监测项目的符合性情况。

4、不可重复性试验、不能进行复监的，不进行复监，委托单位放弃异议权利。

5、如委托单位对本报告监测数据有异议，应于收到本报告之日起十五日内向本公司提出书面申诉，逾期则视为认可监测结果。

6、本《监测报告》全部或部分复制，私自转让、盗用、冒用、涂改或以其他任何形式篡改的均属无效。

7、未经我公司同意，不得用于委托范围之外的其他商业用途。

8、*为分包监测结果。

9、委托方对自己提供的信息负责。

名称：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司

地址：陕西省西安市雁塔区雁翔路99号博源科技广场C座5层502号

电话：029-89586445

传真：029-89586445

网址：www.qznrs.com

邮政编码：710054



微信公众号

监测报告

项目名称	质子位移损伤模拟试验装置项目环境本底 γ 辐射剂量率监测		
委托单位	中国科学院新疆理化技术研究所		
监测地点	新疆乌鲁木齐市北京南路		
联系人	刘玲	联系电话	18999237070
监测类别	电离辐射、噪声	委托编号	QZJCXJ-2018-E004
监测日期	2018年05月22日	采(送)样日期	/
监测因子	γ 辐射剂量率、噪声	监测人员	辛强、侯丁菱
监测及评价依据	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-1993) 《声环境质量标准》(GB 3096-2008)		
监测结果	详见表 2-1、表 2-2		
备注	附件： 图 1 监测点位图 图 2 现场监测图		

一、仪器设备

表 1 仪器设备基本信息

序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	仪器参数	检定单位/证书编号	有效日期
1	X、 γ 辐射剂量率仪	RJ32-3202	QZJC-YQ-01 3	测量范围： 探头剂量率： 1nSv/h~200 μ Sv/h 主机剂量率： 0.01 μ Sv/h~ 30mSv/h	国防科技工业 5114 二 级计量站/ GFJGJL204018000006 0	2018.01.04 ~ 2019.01.03
2	噪声计	AWA5636	QZJC-YQ-03 0	测量范围： 30dB~130dB	杭州爱华仪器有限公司（证书号：声第 170905039 号）	2017.09.05 ~ 2018.09.04

二、监测结果

表 2-1 γ 辐射剂量率监测结果^[1] (nSv/h)

序号	测量点位	测值范围	监测结果	备注
1	拟建场地东侧	102~104	103.4 \pm 0.8	/
2	拟建场地南侧	103~106	105.3 \pm 1.1	/
3	拟建场地西侧	103~109	106.9 \pm 1.8	/
4	拟建场地北侧	107~113	109.3 \pm 2.2	/
5	拟建场地中央	106~110	107.7 \pm 1.5	/

注：[1] 监测结果未扣除宇宙射线响应值。

表 2-2 环境噪声监测结果

序号	测量点位	监测结果 (dB(A))	
		昼间	夜间
1	拟建场地东侧	45.6	43.2
2	拟建场地南侧	46.4	43.8
3	拟建场地西侧	45.8	44.0
4	拟建场地北侧	45.2	44.1
5	拟建场地中央	45.5	43.4

(报告正文完)

报告编制人 侯丁菱审核人 冯子签发人 张刚编制日期 2018.5.28审核日期 2018.5.28签发日期 2018.5.28

监测专用章

附件:

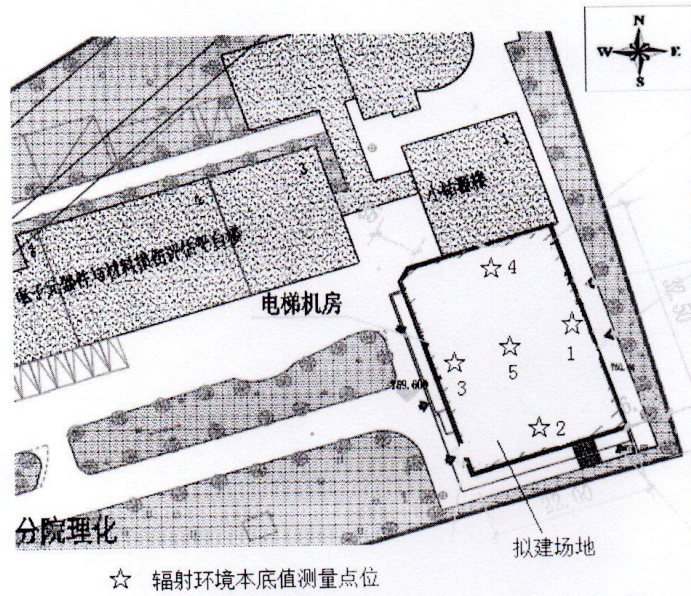


图 1 监测点位图



图 2 现场监测图

附件 3：照片资料



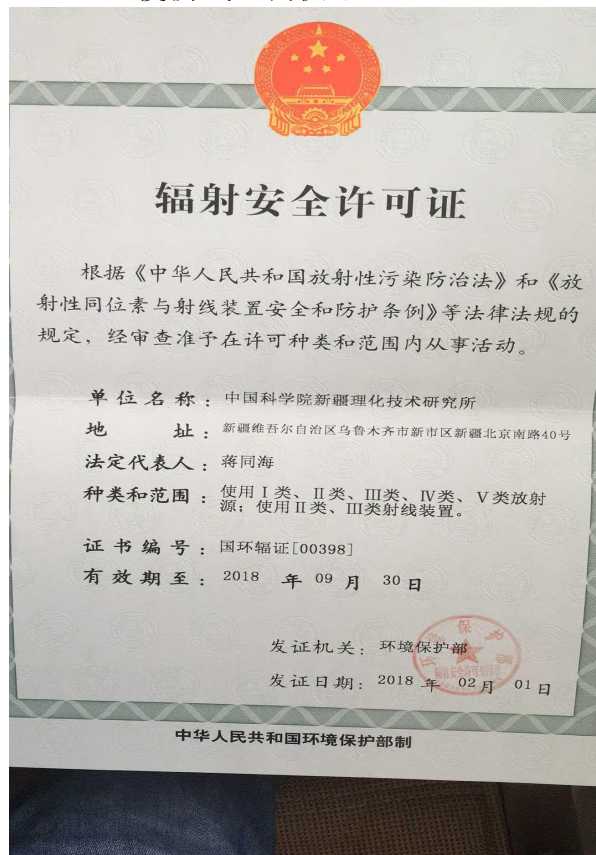
便携式监测仪器 1



便携式监测仪器 2



个人剂量计



辐射安全许可证正本

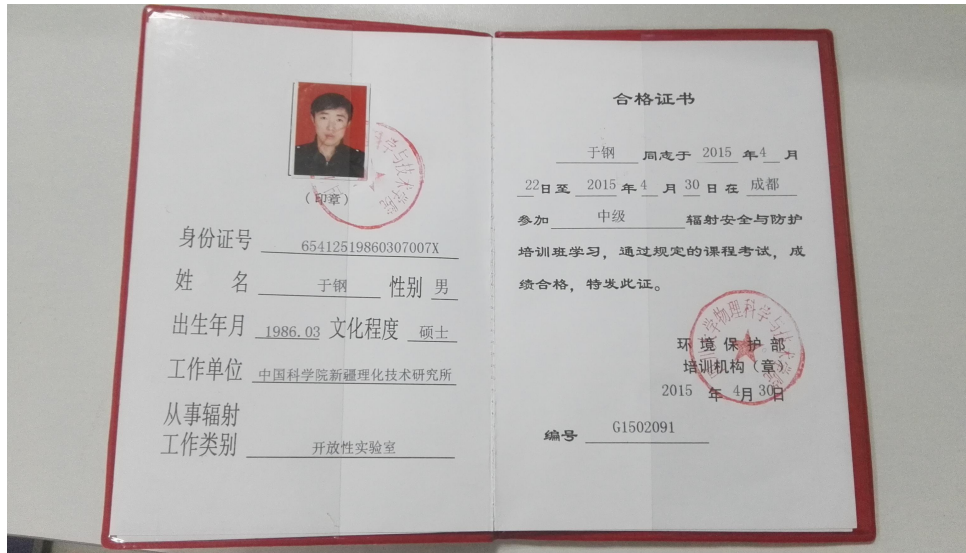
根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定,经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院新疆理化技术研究所		
地址	新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市新市区新疆北京南路40号		
法定代表人	蒋同海	电话	0991-3848575
证件类型	身份证	号码	650104196305180751
涉源部门	名称	地址	负责人
	辐照中心	乌鲁木齐市北京南路40号	吕小龙
种类和范围	使用 I 类、II 类、III 类、IV 类、V 类放射源; 使用 II 类、III 类射线装置。		
许可证条件	伽玛辐照装置仅限科研使用, 不得对外承担辐照加工业务		
证书编号	国环辐证[00398]		
有效期至	2023 年 09 月 30 日		
发证日期	2018 年 09 月 17 日 (发证机关章)		

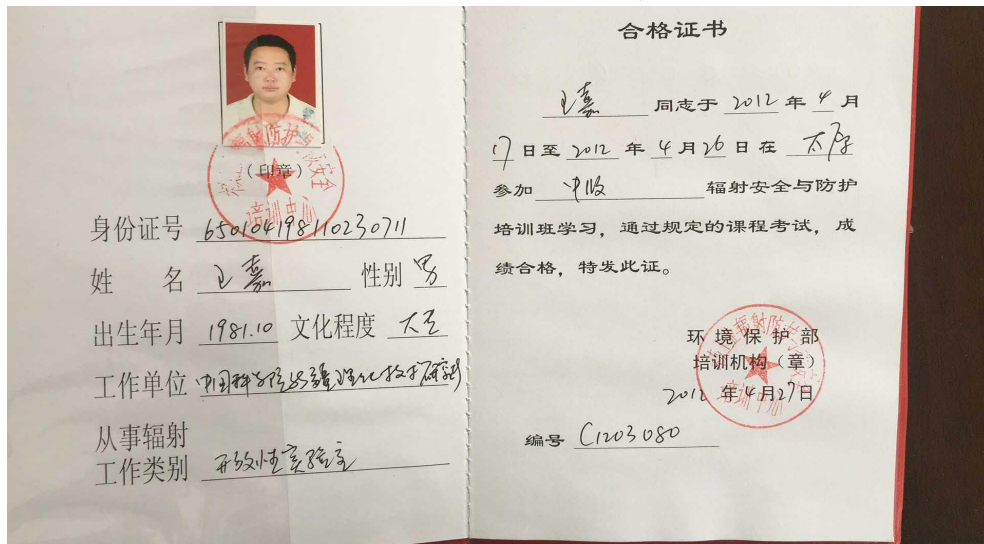
辐射安全许可证副本

	姓名:	何承发
	Full Name	何承发
	性别:	男
	Sex	男
	出生年月:	1965 年 1 月
	Date of Birth	1965 年 1 月
	专业类别:	
	Professional Type	
	批准日期:	2012 年 9 月 9 日
	Approval Date	2012 年 9 月 9 日
持证人签名:	签发单位盖章:	
Signature of the Bearer	Issued by	
	签发日期:	2012 年 12 月 14 日
	Issued on	2012 年 12 月 14 日
管理号:		
File No.:		

注册核安全工程师证书



辐射安全防护培训证书



辐射安全防护培训证书



现场监测照片

表四 环境影响评价意见及批复的要求

4.1 环评报告中提出的污染防治措施

由于中科院新疆理化研究所的保密要求，未能够提供相关环境影响评价报告，因此对环评报告中提出的污染防治措施无法进行表述。

4.2 环评报告表批复

4.2.1 关于中国科学院新疆理化技术研究所电子加速器实验室建设项目环境影响评价报告表批复

自治区环保局审批意见

新环监建表[2002]025 号

一、由新疆辐射环境监测站编制完成的中科院新疆理化技术研究所电子加速器实验室建设项目环境影响报告表基本符合规范要求，深度合理，数据可信，结论明确，通过分析评价，确认了该项目在充分采纳本报告表中提出的各项污染防治措施并严格管理的前提下，其电磁辐射、电子束、臭氧、噪声等污染的防护可以满足环境保护的要求，有关工作人员和公众的健康与安全可以得到保障，从环保角度分析，同意该项目建设。

二、在项目建设、运行过程中要严格执行国家和自治区的各项环境保护政策、法规，研究、落实本报告表的有关内容，重点做好以下工作：

1. 要设立专职环保机构和人员，建立健全各项环保规章制度。
2. 建设过程中特别强化污染防治设施得建设工作，严把施工质量关，同时要适当增加地上部分墙体厚度，确保周围居民安全。
3. 运行期认真开展辐射源污染日常监测和自查工作，建立报告制度，制定辐射污染事故应急预案，发现问题要进行应急处理并报告新疆辐射环境监测站和自治区环保局。

三、要严格遵守国家环保“三同时”制度。项目建设、运行期得环境监督监理工作由乌鲁木齐市环保局和新疆辐射环境监测站共同负责。

2002 年 8 月 27 日

新疆维吾尔自治区环境保护厅

新环防函〔2010〕86号

关于中国科学院新疆理化技术研究所辐射工作场所项目环境影响报告书的批复

中国科学院新疆理化技术研究所：

你单位报送的《关于〈中国科学院新疆理化技术研究所辐射工作场所环境影响报告书〉申请报告》及所附的《西部钻探公司危险品库整体搬迁项目环境影响报告书》（以下简称“报告书”）和环保部核与辐射安全中心《关于〈中国科学院新疆理化技术研究所辐射工作场所环境影响报告书〉技术评估的复函》（环核安中心【2009】65号）均收悉。经研究，现批复如下：

一、你单位拟投资1455万元在乌鲁木齐市北京南路40号附1号改扩建辐照工作实验室，该项目占地面积42760平方米，改扩建工程主要包括改造大钴源室；建设4453.25平方米的辐射损伤评估平台实验室；扩大辐射实验室面积251平方米；维修、改造原新疆分院科仪厂760平方米车间为“中试实验室”。该项目的实施，能够适应目前科研任务的需要，为科学实验服务，从环保角度考虑，同意项目建设实施。

二、在项目设计、施工和运行过程时要严格执行国家有关环境保护的政策、法规，做好环境保护工作，认真组织落实报告书中所提出的各项污染防治措施及环境保护建议，重点做好以下工作：

（一）重视放射性环保工作机构及制度建设。应设立专职环保人员，建立健全规章制度，定期自查放射性环境污染的隐患，防止放射性物质泄漏对工作人员造成伤害。

（二）加强环境安全和风险防范工作。配备事故监测、预、报警设备，制定有效的事故应急预案，做好放射性污染水平的定期监测工作。严防放射性污染事故的发生，一旦发生事故，及时向上级主管部门、自治区环保厅报告，以便及时做好应急处理，尽量减少危害和损失。

（三）在辐照工作场所的明显位置设置电离辐射警示标志，划定控制区和监督区；钴源辐照装置墙体的屏蔽材料必须满足《钴-60 辐照装置的辐射防护与安全标准》（GB10252-1996）中防护体表面 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的限制规定，在迷道入口处必须设置固定式辐射监测仪，在辐照室人员入口处应设置校验源，选用可靠实用的升降源系统、水处理系统、通风系统等安全连锁措施，有效降低放射性物质对周围环境和工作人员的影响。

（四）储源水井应采用去离子水，并设有井水处理系统、自动补水系统和水位连锁装置，确保水质达到标准要求。

（五）工作人员必须经过培训持证上岗，工作时要佩戴个人

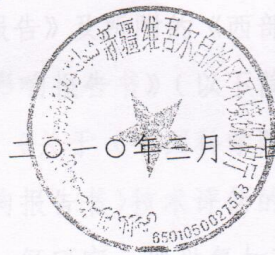
新疆维吾尔自治区环境保护厅

计量剂，建立个人计量档案；在辐照室进行倒源和维护时，工作人员尽量缩短工作时间，轮岗轮休，避免无关人员误入辐射区并做长时间逗留，将放射性影响降低到最低限度。

(六)建立个人剂量监测、工作场所监测和贮源井水监测制度，个人剂量监测按每年4次的频次进行剂量监测，工作场所监测和贮源井水监测每年进行1-2次监测。

三、自项目建成投入试运行起三个月内，向自治区环保厅提出环境保护竣工验收申请，验收合格后方可正式运行。

四、委托自治区辐射环境监督站负责该项目运行期间的环境保护监督检查和监督性监测工作。



主题词：环保 辐射 环评 批复

抄送：自治区辐射环境监督站。

新疆维吾尔自治区环境保护厅

2010年3月2日印发

4.2.3. 关于中国科学院新疆理化技术研究所新建 1.5 万居里钴源室环境报告书的批复

新疆理化技术研究所：

你公司的《关于申请环境影响报告书批复的申请》和委托自治区辐射环境监督站编制的《中国科学院新疆理化技术研究所新建 1.5 万居里钴源室环境影响报告书》(以下简称《报告书》)收悉。经研究,现批复如下：

一、项目建设内容

中国科学院新疆理化技术研究所建设 1.5 万居里钴源室,配置钴-60 放射源,设计活度为:5.55E+14 贝可(1.5 万居里),用于航天器件的科学研究。具体工程内容如下：

钴源室位于中国科学院新疆理化研究所院内,占地 350 平方米,地上一层,普通混凝土整体浇注结果,采用湿法水井贮源,该项目总投资 208 万元,其中环保投资 68 万元。

根据环评结论,项目基本满足辐射环保要求,同意项目实施。

二、在项目建设、运行过程中要严格执行国家有关环境保护的政策、法规,做好辐射环境保护工作,认真组织落实《报告书》中所提出的各项污染防治措施,并重

点做好以下工作：

(一)应重视辐射环保工作机构及制度建设。成立辐射环境安全管理机构,明确专职管理人员,做到有效管理,责任到人。建立健全放射源操作过程中的安全和防护制度、操作规程、设备检修维护、人员管理、质量保证等管理制度及辐射事故应急措施。

(二)加强对放射源及工作场所的安全与防护管理。使用场所应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施,应设置明显的放射性标志。职业人员和公众所受附加有效剂量限值和约束值须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)等有关标准要求。

(三)应配备相应的辐射监测仪器,定期对钴源室及周围环境进行辐射水平监测,并建立仪器检验与刻度、维护与维修、监测方案、安全防护评估等工作的备查档案和文字记录,以确保该项目的安全运行。

(四)应加强对辐射工作人员的辐射安全教育,提高防范意识辐射工作人员上岗前,必须接受辐射安全和防护知识培训,并定期接受再培训。上岗时必须严格遵守国家有关的辐射防护管理规定,佩戴防护用品和个人剂量计,定期进行体检,建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

(五)做好各类辐射事故应急处理准备工作,防止发生各类事故。一旦发生事故,必须立即采取应急措施,并按规定及时上报环境保护行政主管部门。

三、项目建设和运行期间应接受自治区辐射环境监督站和项目所在地环境保护行政主管部门的监督检查。

四、本项目建成投入试运行起三个月内,须向自治区环境保护厅提出项目竣工环境保护验收申请,验收合格后方可正式运行。

五、如项目的性质、使用设备、场所发生重大变动,须报我厅重新审批。

新疆维吾尔自治区环境保护厅

2013年5月24日

中国科学院新疆理化技术研究所建设项目环境保护

验收意见

2018年7月10日，中国科学院新疆理化技术研究所根据《建设项目竣工辐射环境保护验收监测表》（新疆辐射[验]字[2018]第05号），对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规，建设项目竣工环境保护验收技术规范、指南，本项目环境影响评价报告书（表）和审批部门审批决定等要求，对本项目进行验收。提出意见如下：

一、 工程建设基本情况

（一）建设地点、规模、主要建设内容

中国科学院新疆理化技术研究所内现有综合楼、辐射实验室、加速器实验室、中试实验楼等建筑，其中辐射工作场所为加速器实验室（俄罗斯生产ELV8-2型2MeV、10mA）、大钴源室（15万居里）、小钴源室（1.5万居里）。

（二）建设过程及环保审批情况

- 1) 中国科学院新疆理化技术研究所电子加速器实验室建设项目环境影响报告表：新环监建表[2002]025号，自治区环保局，2002年8月27日
- 2) 中国科学院新疆理化技术研究所辐射工作场所环境影响报告书：新环防函[2010]86号，自治区环保厅，2010年3月1日
- 3) 中国科学院新疆理化技术研究所新建1.5万居里钴源室环境报告书：新环核函[2013]428号，自治区环保厅，2013年5月24日

（三）投资情况

投资总概算1663万元，其中环保投资208万元，比例为12.5%。

（四）验收范围

加速器实验室（俄罗斯生产ELV8-2型2MeV、10mA）、大钴源室（15万居里）、小钴源室（1.5万居里）。

二、 工程变动情况

未发生重大变动。

三、 环境保护设施建设情况

（一）噪声

现场监测对噪声污染的防护可以满足相关环境保护的要求。

（二）辐射

主要辐射源项及安全和防护设施、措施建设和落实情况：

1、电子加速器

- 1) 设立了专职环保机构和人员，建立健全各项环保规章制度；
- 2) 建设过程中特别强化污染防治设施的建设工作，严把施工质量关；
- 3) 运行期间认真开展辐射源污染日常监测和自查工作，建立报告制度，制定辐射污染事故应急方案。

2、大、小钴源室

- 1) 重视放射性环保工作机构及制度建设。设立专职环保人员，建立健全规章制度，定期自查放射性环境污染的隐患，防止放射性物质泄漏对工作人员造成伤害；
- 2) 加强环境安全和风险防范工作。配备事故监测、预、报警设备,制定有效的事故应急预案，做好放射性污染水平的定期监测工作；
- 3) 在辐照工作场所的明显位置设置电离辐射警示标志，划定控制区和监督区；钴源辐照装置墙体的屏蔽材料满足《钴-60 辐照装置的辐射防护与安全标准》(GB10252-1996)中防护体表面 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限制规定，在迷道入口处设置固定式辐射监测仪，在辐照室人员入口处设置校验源，选用可靠实用的升降源系统、水处理系统、通风系统等安全连锁措施，有效降低了放射性物质对周围环境和工作人员的影响；
- 4) 储源水井采用去离子水，并设有井水处理系统、自动补水系统和水位连锁装置，确保水质达到标准要求；
- 5) 工作人员经过培训、持证上岗，工作时佩戴个人剂量计，建立个人剂量档案；
- 6) 建立个人剂量监测、工作场所监测和贮源井水监测制度，工作场所监测和贮源井水监测每半年进行 1 次。

四、环境保护设施调试效果

电子加速器、大小钴源室辐射现场监测结果符合相关要求。

五、工程建设对环境的影响及验收结论

根据监测结果，辐射环境达到验收执行标准。

项目落实了《中国科学院新疆理化技术研究所辐射工作场所辐射环境保护竣工验收监测表》中提出的各项要求和措施，运行期间未发生辐射安全事故。验收结论正确，专家组一致同意通过项目验收。

六、 后续要求

完善《中国科学院新疆理化技术研究所辐射工作场所辐射环境保护竣工验收监测表》中的相关内容。

七、 验收人员信息

邵次男 李稼东
李涛
王浩
刘洪
陈黎明
范学波
吴小华
毕祥玉
张丹

2018年7月10日

附件 5: 个人剂量监测报告

天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司

3020185011AG01

天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司

检测 报 告

样品(受理)编号: 3020185011041801

样品名称	个人剂量计	检测类别	放射工作人员剂量监测
委托单位	中国科学院新疆理化技术研究所	检测项目	X、γ 射线外照射个人剂量检测
监测周期	2018.1.1-2018.3.31	检测地点	分析中心
受理日期	2018年4月18日	检测日期	2018年4月18日
检测依据及标准	《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2016		
主要检测仪器	读出器: RE2000A热释光读出器, 探测器: LiF(Mg,Cu,P)片。		

一、 检测结果

单位: mSv

个人编号	姓名	职业类别	剂量值Hp (10)	备注
			0.397	本底
001	郭旗	6C	0.052	
002	余学峰	6C	M	
003	何承发	6C	0.028	
004	陆妩	6C	M	
005	吕小龙	6C	M	
006	胡江生	6C	M	
007	李豫东	6C	M	
008	孙静	6C	0.052	
009	文林	6C	0.037	
010	崔江维	6C	M	
011	周东	6C	M	
012	魏莹	6C	M	
013	张兴尧	6C	M	
014	于新	6C	M	

个人编号	姓名	职业类别	剂量值Hp (10)	备注
015	施炜雷	6C	M	
016	王嘉	6C	M	
017	张丹	6C	M	
018	赵多元	6C	M	
019	于钢	6C	M	
020	郑齐文	6C	M	
021	玛丽娅	6C	0.039	
022	王信	6C	M	
023	艾尔肯·阿不都瓦衣提	6C	0.060	
024	荀明珠	6C	0.050	
025	张巍	6C	M	
026	冯婕	6C	M	
027	周书星	6C	M	
028	李小龙	6C	M	
029	刘默寒	6C	M	
030	马林东	6C	M	
031	王田瑋	6C	0.033	
032	马腾	6C	0.042	
033	赵晓凡	6C	M	
034	姚帅	6C	0.025	
035	魏昕宇	6C	0.046	
036	张翔	6C	M	
037	邹德阳	6C	M	
038	莫敏·赛来	6C	0.020	
039	刘海涛	6C	M	
040	席善学	6C	0.024	
041	许焱	6C	0.070	
042	王志铭	6C	M	
043	慎小宝	6C	0.057	

个人编号	姓名	职业类别	剂量值Hp (10)	备注
044	常耀东	6C	M	
045	蔡毓龙	6C	M	
046	赵京昊	6C	M	
047	王万俊	6C	M	

注: 1.测量结果与本底值之差 $<MDL$, 在报告中以M表示;

2.最低探测下限(MDL): $MDL_p=0.019mSv$;

3.本周期的调查水平参考值为: $1.25mSv$.

(以下空白)



天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司

检测 报 告

样品(受理)编号:3020185011071001			
样品名称	个人剂量计	检测类别	放射工作人员剂量监测
委托单位	中国科学院新疆理化技术研究所	检测项目	X、 γ 射线外照射个人剂量检测
监测周期	2018.4.1-2018.6.30	检测地点	分析中心
受理日期	2018年7月10日	检测日期	2018年7月11日
检测依据及标准	《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2016		
主要检测仪器	读出器: RE2000A热释光读出器, 探测器: LiF(Mg,Cu,P)片。		

一、 检测结果

单位: mSv

个人编号	姓名	职业类别	剂量值Hp (10)	备注
			0.342	本底
001	郭旗	6C	M	
002	余学峰	6C	M	
003	何承发	6C	M	
004	陆妩	6C	M	
005	吕小龙	6C	M	
006	胡江生	6C	M	
007	李豫东	6C	M	
008	孙静	6C	M	
009	文林	6C	M	
010	崔江维	6C	M	
011	周东	6C	M	
012	魏莹	6C	0.044	
013	张兴尧	6C	M	
014	于新	6C	M	

个人编号	姓名	职业类别	剂量值Hp (10)	备注
015	施炜雷	6C	M	
016	王嘉	6C	M	
017	张丹	6C	M	
018	赵多元	6C	M	
019	于钢	6C	M	
020	郑齐文	6C	M	
021	玛丽娅	6C	M	
022	王信	6C	M	
023	艾尔肯·阿不都瓦衣提	6C	M	
024	荀明珠	6C	M	
025	张巍	6C	M	
026	冯婕	6C	M	
027	周书星	6C	M	
028	李小龙	6C	M	
029	刘默寒	6C	M	
030	马林东	6C	M	
031	王田琛	6C	M	
032	马腾	6C	M	
033	赵晓凡	6C	M	
034	姚帅	6C	0.023	
035	魏昕宇	6C	M	
036	张翔	6C	M	
037	邹德阳	6C	M	
038	莫敏·赛来	6C	M	
039	刘海涛	6C	M	
040	席善学	6C	M	
041	许焱	6C	M	
042	王志铭	6C	M	
043	慎小宝	6C	M	



建设项目环评审批基础信息表

填表单位（盖章）：		中国科学院新疆理化技术研究所				填表人（签字）：		项目经办人（签字）：								
建设 项目	项目名称	中国科学院新疆理化技术研究所质子束靶标模拟试验装置项目				建设内容、规模		新建1台质子加速器								
	项目代码 ¹															
	建设地点	乌鲁木齐市北京南路40号附1号														
	项目建设周期（月）					计划开工时间										
	环境影响评价行业类别	核技术利用项目				预计投产时间										
	建设性质	新建（迁建）				国民经济行业类型²										
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）	无				项目申请类别		新申项目								
	规划环评开展情况	不需开展				规划环评文件名		无								
	规划环评审查机关	无				规划环评审查意见文号		无								
	建设地点中心坐标 ³ （非线性工程）	经度	87.550000	纬度	43.233330	环境影响评价文件类别		环境影响报告表								
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度	工程长度（千米）							
总投资（万元）	6850.00				环保投资（万元）		700.00	所占比例（%）	10.21%							
建设 单位	单位名称	中国科学院新疆理化技术研究所	法人代表	蒋同海	评价 单位	单位名称	核工业二〇三研究所	证书编号	国环评证甲字第3608号							
	统一社会信用代码（组织机构代码）	/	技术负责人	何承发		环评文件项目负责人	刘中平	联系电话	029-33575083							
	通讯地址	乌鲁木齐市北京南路40号附1号	联系电话	18129217923		通讯地址	陕西省咸阳市渭阳西路48号									
污 染 物 排 放 量	污染物		现有工程 （已建+在建）		本工程 （拟建或调整变更）		总体工程 （已建+在建+拟建或调整变更）			排放方式						
			①实际排放量 （吨/年）	②许可排放量 （吨/年）	③预测排放量 （吨/年）	④“以新带老”削减 量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程 削减量 ⁴ （吨/年）	⑥预测排放总量 （吨/年）	⑦排放增减量 （吨/年）							
	废水	废水量(万吨/年)					0.000	0.000	<input checked="" type="radio"/> 不排放 <input type="radio"/> 间接排放： <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂 <input type="radio"/> 直接排放：受纳水体_____							
		COD					0.000	0.000								
		氨氮					0.000	0.000								
		总磷					0.000	0.000								
		总氮					0.000	0.000								
	废气	废气量（万立方米/年）					0.000	0.000	/							
		二氧化硫					0.000	0.000								
		氮氧化物					0.000	0.000								
颗粒物					0.000	0.000										
挥发性有机物					0.000	0.000										
项目涉及保护区 与风景名胜区的 情况	影响及主要措施		名称		级别		主要保护对象 （目标）		工程影响情况		是否占用		占用面积 （公顷）		生态防护措施	
	生态保护目标		自然保护区											<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
			饮用水水源保护区（地表）				/							<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
			饮用水水源保护区（地下）				/							<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
			风景名胜保护区				/							<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
 2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2011)
 3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标
 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量
 5、⑦=③-④-⑤，⑧=②-④+③