

核技术利用建设项目

常州常园电子材料有限责任公司 新建 2 套电子加速器辐照装置项目 环境影响报告表 (报批版)

常州常园电子材料有限责任公司

2021 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

常州常园电子材料有限责任公司 新建 2 套电子加速器辐照装置项目 环境影响报告表

建设单位名称：常州常园电子材料有限责任公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：常州市金坛区南二环东路 1699 号

邮政编码：213200

联系人：彭建刚

电子邮箱：/

联系电话：13915823375



编制单位和编制人员情况表

项目编号	lxm0e1		
建设项目名称	新建2套电子加速器辐照装置项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	常州常园电子材料有限责任公司		
统一社会信用代码	91320413MA211FEB76		
法定代表人 (签章)	夏春亮		
主要负责人 (签字)	彭建刚		
直接负责的主管人员 (签字)	彭建刚		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	苏州热工研究院有限公司		
统一社会信用代码	913205084669547113		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
江君	2016035320350000003511320575	BH008948	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
江君	全文	BH008948	

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源.....	4
表 3 非密封放射性物质	4
表 4 射线装置	4
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	5
表 6 评价依据	6
表 7 保护目标与评价标准	8
表 8 环境质量和辐射现状	14
表 9 项目工程分析与源项	17
表 10 辐射安全与防护	22
表 11 环境影响分析	28
表 12 辐射安全管理	43
表 13 结论与建议	47
表 14 审批.....	52

附图

附图 1 公司地理位置示意图

附图 2 公司所在 3#厂房周围环境图

附图 3 3#厂房平面布置及公司租赁边界示意图

- 附图 4-1 加速器辐射工作场所分区示意图（一层）
- 附图 4-2 加速器辐射工作场所分区示意图（二层）
- 附图 5-1 加速器机房一层辐照厅平面设计图
- 附图 5-2 加速器机房二层主机厅平面设计图
- 附图 5-3 加速器机房剖面设计图（含通风管路示意图）
- 附图 6-1 加速器机房辐照厅安全措施示意图
- 附图 6-2 加速器机房主机厅安全措施示意图

附件

- 附件一：环评委托书；
- 附件二：常州常园厂房租赁合同；
- 附件三：射线装置使用承诺书；
- 附件四：电离辐射环境现状检测报告；
- 附件五：辐射工作安全责任书；
- 附件六：使用的 AB 型辐照加工电子加速器源项相关参数说明；
- 附件七：会议纪要及修改单。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新建 2 套电子加速器辐照装置项目			
建设单位		常州常园电子材料有限责任公司			
法人代表	夏春亮	联系人	彭建刚	联系电话	13915823375
注册地址		常州市金坛区南二环东路 1699 号			
项目建设地点		常州市金坛区南二环东路 1699 号 3#厂房内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		1500	项目环保投资 (万元)	400	投资比例(环保投资/总投资)
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)	/
应用类型	放射源	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		
		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	生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		销售	/		
	射线装置	使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
<p>1. 项目概述</p> <p>常州常园电子材料有限责任公司(以下简称常州常园)成立于 2020 年 3 月 18 日,是上海长园电子材料有限公司全资控股子公司,公司注册资金 1000 万元。常州常园是一家专业热收缩套管制造及辐照加工的企业,注册地点位于常州市金坛区南二环东路 1699 号。</p> <p>辐照加工技术属于民用非动力核技术领域的高新技术产业,通过选择射线的辐照剂量和辐照条件对不同目标产品进行处理,其中电子加速器辐照加工是利用加速器产生的电子束辐照被加工物体,具有能耗低、加工流程简单、易于控制以及加工处理后的产品附加值高等优势。为了满足公司业务发展需要,公司拟新建 2 套电子加速器辐照装置项目,分别配备无锡爱邦辐射技术有限公司生产的 1 台 AB2.5-40 型和 1 台</p>					

AB2.0-50 型两种型号的加速器对 EVA 材料进行辐照加工，材料直径 100mm 以内，形状为管材或线材，预计年辐照产能可达 3.65 亿米，年辐照产值约 800 万元，项目投运后将产生巨大的经济效益和社会效益，该项目建设和运行符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

本项目使用情况见表 1-1。

表 1-1 常州常园核技术利用情况一览表（本项目）

序号	射线装置名称	数量	最高能量	最大束流/最大功率	射线装置类别	工作场所名称	活动种类
1	AB2.5-40 型工业电子加速器	1 台	2.5MeV	40mA/100kW	II 类	3#厂房内加速器机房	使用
2	AB2.0-50 型工业电子加速器	1 台	2.0MeV	50mA/100kW	II 类	3#厂房内加速器机房	使用

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规要求，本项目需要编制环境影响评价报告表，受建设单位委托，苏州热工研究院有限公司承担了上述项目的环境影响评价工作（见附件一）。通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察和监测（委托苏州热工研究院有限公司环境检测中心）等工作的基础上，编制了本项目环境影响报告表。

2. 项目周围环境

常州常园注册地点位于常州市金坛经济开发区南二环东路 1699 号，其场所为租赁常州市沃尔核材有限公司（简称沃尔核材）3#厂房内 1100 平方米的区域（见附件二），地理位置见附图 1。东、西、南侧均为 3#厂房内部，北侧为沃尔核材的厂区道路。

本项目拟建的两座加速器机房区域位于沃尔核材现有 DD2.0 型工业电子加速器机房和 ELV-6 型工业电子加速器机房之间预留空地上，规划西侧建 2.5MeV 加速器机房（下方为辐照厅，上方为主机厅），东侧建 2.0MeV 加速器机房（下方为辐照厅，上方为主机厅），并且两座机房的辐照厅和主机厅均共墙，两座加速器机房周围 50m 范围均在沃尔核材厂区内，没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目环境保护目标主要是这两台加速器辐射工作人员、沃尔核材的辐射工作人员和公众。公司所在 3#

厂房周围环境示意图见附图 2。3#厂房平面布置及公司租赁边界示意图见附图 3。参照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018] 74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020] 1 号）以及《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发[2020] 49 号），本项目评价范围均在现有的沃尔核材内，不涉及江苏省生态空间管控区域、江苏省国家级生态保护红线区域或江苏省环境管控单元中的有限保护单元，不涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区，项目选址符合生态环境的要求。

3、原有核技术利用项目许可情况

常州常园为首次开展核技术利用项目，无原有项目情况，需要说明的是，本项目拟建区域周围为沃尔核材 3#厂房内现有的 11 座加速器机房（自西向东水平布置，包括本项目东西相邻的 DD2.0 型工业电子加速器机房核 ELV-6 型工业电子加速器机房），共配备了 11 台工业电子加速器，均已取得辐射安全许可证（苏环辐证[D0245]）。其中 9 座加速器机房于 2013 年 3 月取得江苏省环保厅的环评批复（苏环辐（表）审[2013]126 号），并于 2015 年 4 月与 2018 年 3 月分批通过竣工环境保护验收（文号分别是常环核验[2015]28 号和苏核辐科（验）字第（0027）号）；2 座加速器机房于 2018 年 7 月取得常州市环境保护局的环评批复（苏环核审[2018]19 号），并于 2020 年 4 月通过竣工环境保护验收（SNPI 环验（电离）字[2019]第 045 号）。本项目拟建区域周围其他辐射项目均已履行环保手续。

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								

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										

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》(GB18871-2002)

表4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	工业电子加 速器	II	1	AB2.5-40	电子	2.5MeV	40mA	工业辐照	3#厂房	新建项目 最大束流功 率 100kW

2	工业电子加速器	II	1	AB2.0-50	电子	2.0MeV	50mA	工业辐照	3#厂房	新建项目 最大束流功率 100kW
---	---------	----	---	----------	----	--------	------	------	------	----------------------

(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
本项目不涉及									

(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	
本项目不涉及													

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 (臭氧)	年排放总量 (臭氧)	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	2.5MeV: 72kg; 2.0MeV: 90kg	2.5MeV: 864kg; 2.0MeV: 1080kg	/	通过机械通风系统排入大气环境	常温常压下臭氧约 50 分钟后自动分解

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》(2014 年修订), 中华人民共和国主席令第九号, 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 年修正), 中华人民共和国主席令第二十四号, 2018 年 12 月 29 日起施行;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 中华人民共和国主席令第六号, 2003 年 10 月 1 日起施行;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订), 国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行;</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修正), 国务院令 709 号, 2019 年 3 月 2 日起实施;</p> <p>(6) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修正), 江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第 2 号公告修正, 自 2018 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环境保护部令 第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2020 年修改), 生态环境部令 第 20 号, 2021 年 1 月 8 日起施行;</p> <p>(9) 《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), 自 2021 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(10) 关于发布《射线装置分类》的公告(2017 年修订), 国家环保部、国家卫生和计划生育委员会, 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日起施行;</p> <p>(11) 《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 日起施行;</p> <p>(12) 《江苏省国家级生态保护红线规划》(苏政发[2018]74) 2018 年 6 月 9 日印发;</p> <p>(13) 《江苏省生态空间管控区域规划》(苏政发[2020]1 号), 2020 年 1 月 8 日印发;</p>
------	---

	<p>(14)《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》(苏政发[2020]49号), 2020年6月21日印发;</p> <p>(15)《关于启用环境影响评价信用平台的公告》,生态环境部公告2019年第39号,2019年10月25日起施行;</p> <p>(16)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》,生态环境部部令第9号,2019年11月1日起施行;</p> <p>(17)《关于发布〈建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法〉配套文件的公告》,生态环境部公告2019年38号,2019年11月1日起施行。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016);</p> <p>(2)《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/T 10.1-2016);</p> <p>(3)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(4)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(5)《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018);</p> <p>(6)《粒子加速器辐射防护规定》(GB 5172-1985);</p> <p>(7)《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T 25306-2010);</p> <p>(8)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。</p>
<p>其他</p>	<p>与本项目有关的文件</p> <p>附件一:环评委托书;</p> <p>附件二:常州常园厂房租赁合同;</p> <p>附件三:射线装置使用承诺书;</p> <p>附件四:电离辐射环境现状检测报告;</p> <p>附件五:辐射工作安全责任书;</p> <p>附件六:使用的AB型辐照加工电子加速器源项相关参数说明;</p> <p>附件七:会议纪要及修改单。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用 II 类射线装置，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》（H J/T 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，本项目评价范围为 2 座加速器机房屏蔽体外 50m 的范围。

保护目标

本项目拟建于沃尔核材 3#厂房内现有 DD2.0 型工业电子加速器机房和 ELV-6 型工业电子加速器机房之间的预留空地，两座加速器机房共用 1 个控制室，加速器机房周围 50m 范围内没有居民点、学校等环境敏感目标。

参照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018] 74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020] 1 号）以及《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发[2020] 49 号）后可以确定，本项目评价范围不涉及江苏省生态空间管控区域、江苏省国家级生态保护红线区域或江苏省环境管控单元中的有限保护单元。同时，本项目评价范围内不涉及自然保护区、风景名胜區、世界文化和自然遗产、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。

本项目对环境的影响主要是加速器开机时对周围环境产生的辐射影响，本项目环境保护目标包括加速器辐射工作人员、3#厂房内沃尔核材加速器机房（西侧 2 座、东侧 4 座）辐射工作人员以及厂房外其他人员（公众），均是需关注的对象。本项目环境保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 本项目周围主要环境保护目标分布一览表

名称	方位		主要保护目标	人员最大规模	最近距离（m）
2.5MeV 加速器机房	一层辐照厅西侧	与沃尔核材机房之间的通道	辐射工作人员	1 人	5.0
	一层辐照厅北侧	沃尔核材厂区道路	过路人员（公众）	1 人	6.0
	一层辐照厅东侧	2.0MeV 机房辐照厅	辐射工作人员	2 人	5.0
	一层辐照厅南侧	收放线位	辐射工作人员	2 人	12
		控制室	辐射工作人员	2 人	6.9

	二层主机厅周围	辅助设备区	辐射工作人员	2 人	4.0
2.0MeV 加速器机房	一层辐照厅西侧	2.5MeV 机房辐照厅	辐射工作人员	2 人	5.0
	一层辐照厅北侧	沃尔核材厂区道路	过路人员(公众)	1 人	6.0
	一层辐照厅东侧	与沃尔核材机房之间的通道	辐射工作人员	2 人	5.0
	一层辐照厅南侧	收放线位	辐射工作人员	2 人	11
		控制室	辐射工作人员	2 人	7.0
	二层主机厅周围	辅助设备区	辐射工作人员	2 人	4.0
2 座加速器机房	东、西两侧	沃尔核材 3# 厂房内加速器控制室和收放线处	其他公司辐射工作人员	14 人	15
	北侧	沃尔核材规划厂房	其他公司工作人员(公众)	约 10 人	20

备注：1、上述距离的起点为各加速器的束流中心点

评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

	剂量限值
职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯平均），20mSv； ② 任何一年中有效剂量，50mSv。
公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估算不应超过下述限值： ① 年有效剂量，1mSv；特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv，则某个单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。

(2) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)

4.2.1 辐射防护原则

(3) 个人剂量约束

辐射工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应满足 GB18871 的要求。

在电子加速器辐照装置的工程设计中，辐射防护的剂量约束值规定为：

- a) 辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv；
- b) 公众成员个人年有效剂量为 0.1mSv。

4.2.2 辐射屏蔽设计依据

电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体表面 30cm 处及外区域周围剂量当量率不超过 2.5 μ Sv/h。

6.1 联锁要求

在电子加速器辐照装置的设计中必须设置功能齐全、性能可靠的安全联锁保护装置，对控制区的出入口门、加速器的开停机和束下装置等进行有效联锁和监控。

安全联锁引发加速器停机时必须自动切断高压。

安全联锁装置发生故障时，加速器不能运行。安全联锁装置不得旁路，维护与维修后必须恢复原状。

6.2 安全设施

(1) 钥匙控制。加速器的主控钥匙开关必须和主机室门和辐照室门联锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器应自动停机。该钥匙必须与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用；

(2) 门机联锁。辐照室和主机室的门必须与束流控制和加速器高压联锁。辐照室门或主机室门打开时，加速器不能开机。加速器运行中门被打开则加速器应自动停机；

(3) 束下装置联锁。电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制必须建立可靠的接口和协议文件。束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器应自动停机；

(4) 信号警示装置。在控制区出入口处及内部应设置灯光和音响警示信号，用于开机前对主机室和辐照室内人员的警示。主机室和辐照室出入口设置工作状态指示装置，并与电子加速器辐照装置联锁；

(5) 巡检按钮。主机室和辐照室内应设置“巡检按钮”，并与控制台联锁。加速器开机前，操作人员进入主机室和辐照室按序按动“巡检按钮”，巡查有无人员误留；

(6) 防人误入装置。在主机室和辐照室的人员出入口通道内设置三道防人误入的安全联锁装置（一般可采用光电装置），并与加速器的开、停机联锁；

(7) 急停装置。在控制台上和主机室、辐照室内设置紧急停机装置（一般为拉线开关或按钮），使之能在紧急状态下终止加速器的运行。辐照室及其迷道内的急停装置应采用拉线开关并覆盖全部区域。主机室和辐照室内还应设置开门机构，以便人员离开控制区；

(8) 剂量联锁。在辐照室和主机室的迷道内设置固定式辐射监测仪，与辐照室和主机室的出入口门等联锁。当主机室和辐照室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时，主机室和辐照室门无法打开；

(9) 通风联锁。主机室、辐照室通风系统与控制系统联锁，加速器停机后，只有达到预先设定的时间后才能开门，以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值；

(10) 烟雾报警。辐照室应设置烟雾报警装置，遇有火险时，加速器应立即停机并停止通风。

6.3.3 通风系统

(1) 主机室和辐照室应设置通风系统，以保证辐照分解产生的臭氧等有害气体浓度满足 GBZ2.1 的规定。有害气体的排放应满足 GB3095 的规定。

(2) 臭氧的产生和排放，其计算模式和参数见附录 B。

(3) 辐照室内的主排气口应设置在易于排放臭氧的位置，例如扫描窗下方的位置。

(4) 排风口的高度应根据 GB3095 的规定、有害气体排出量和辐照装置附近环境与气象资料计算确定。

7 日常检修（管理）及记录

7.1 装置的维护与维修

辐照装置营运单位必须制定辐照装置的维护检修制度，定期巡视检查（检验）每台加速器的主要安全设备，保持辐照装置主要安全设备的有效性和稳定性。

安全设施的变更，需经设计单位认可，并经监管部门同意后才能进行。

7.1.1 日检查

电子加速器辐照装置上的常用安全设备应每天进行检查，发现异常情况时必

须及时修复。常规日检查项目应至少包括下列内容：

- (1) 工作状态指示灯、报警灯和应急照明灯；
- (2) 辐照装置安全联锁控制显示状况；
- (3) 个人剂量报警仪和便携式辐射监测仪器工作状态。

7.1.2 月检查

电子加速器辐照装置上的重要安全设备或安全程序应每月定期进行检查，发现异常情况时必须及时修复或改正。月检查项目至少应包括：

- (1) 辐照室内固定式辐射监测仪设备运行状况；
- (2) 控制台及其他所有紧急停止按钮；
- (3) 通风系统的有效性；
- (4) 验证安全联锁功能的有效性；
- (5) 烟雾报警器功能正常。

7.1.3 半年检查

电子加速器辐照装置的安全状况应每 6 个月定期进行检查，发现异常情况时必须及时采取改正措施。其检查范围至少应包括：

- (1) 配合年检修的检测；
- (2) 全部安全设备和控制系统运行状况。

7.2 记录

辐照装置营运单位必须建立严格的运行及维修维护记录制度，运行及维修维护期间应按规定完成运行日志的记录，记录与装置有关的重要活动事项并保存日志档案。记录事项一般不少于下列内容：

- (1) 运行工况；
- (2) 辐照产品的情况；
- (3) 发生的故障及排除方法；
- (4) 外来人员进入控制区情况；
- (5) 个人剂量计佩戴情况；
- (6) 个人剂量、工作场所和周边环境的辐射监测结果；
- (7) 检查及维修维护的内容与结果；
- (8) 其它。

(2) 辐射剂量管理限值

综合考虑确定本项目的管理目标为：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体表面 30cm 处及外区域周围剂量当量率不超过 2.5 μ Sv/h。

(3) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，《辐射防护》1993 年 3 月第 13 卷第 2 期。

江苏省天然贯穿辐射水平调查结果*（单位：nGy/h）

	室外剂量率	室内剂量率
范围	62.6~ 101.9	77.2~ 152.4
均值	79.5	115.1
标准差 S	7.0	16.3

*：结果含宇宙射线电离成分所致（空气吸收）剂量率。

本报告取江苏省天然贯穿辐射水平调查结果中的“均值 \pm 3 倍标准差”为其评价参考范围，即室外贯穿辐射水平参考范围取（79.5 \pm 21.0）nGy/h，室内贯穿辐射水平参考范围取（115.1 \pm 48.9）nGy/h。

(4) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)

本项目所在区域为二类环境空气功能区，根据《环境空气质量标准》(GB3095-2012)表 1 环境空气污染物基本项目浓度限值，臭氧(O₃)1 小时平均二级浓度限值为 200 μ g/m³。

(5) 《辐照加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010)

附录 C.3 有害气体职业接触限值：臭氧，最高容许浓度 0.3mg/m³。

(6) 《辐射防护手册》（第三分册）（李德平，潘自强著）；

(7) 《辐射防护导论》（方杰著）。

表 8 环境质量和辐射现状

1 项目场所现场环境

公司租赁沃尔核材 3#厂房预留空地拟建设两座加速器机房，目前项目拟建场所周围环境情况见图 8-1。区域北侧为沃尔核材厂区道路，南侧为 3#厂房内，西侧和东侧均为沃尔核材的加速器机房。

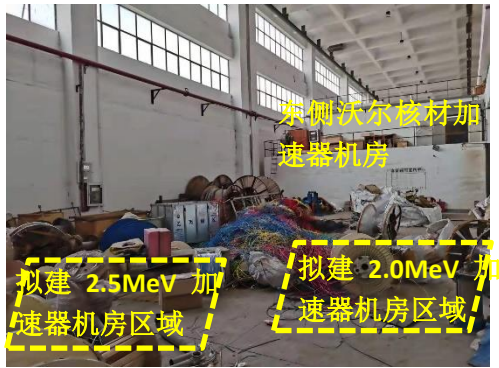


图 8-1 拟建两座加速器机房区域



图 8-2 拟建机房北侧沃尔核材厂区道路



图 8-3 拟建机房南侧 3#厂房内



图 8-4 西侧沃尔核材加速器机房

2 辐射环境现状监测

本项目使用工业电子加速器对电线电缆进行辐照，根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线电离辐射污染，项目在进行现状调查时，主要调查本项目机房周围环境的贯穿辐射水平。公司委托苏州热工研究院有限公司环境检测中心于 2020 年 11 月 11 日对拟建设加速器辐照机房所在区域进行辐射环境现状检测，检测期间区域东侧和西侧沃尔核材现有的两台加速器正常运行，其工况分别为：东侧加速器电子束能量 1.2MeV，束流 65.3mA，西侧加速器电子束能量 2.0MeV，束流 37.8mA。检测报告详见附件四。

2.1 环境监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子：空气中 X- γ 剂量率。

2.2 监测方案

检测采用 FH40G+ (672E-10) 型 X- γ 辐射剂量率仪, 仪器在有效检定日期内 (2020 年 4 月 2 日~2021 年 4 月 1 日)。检测点位布设见图 8-5 中所示。

按照《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T4583-1993)、《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001) 中的要求进行, 监测时仪器探头水平距离地面 1m, 每组读 10 个数据, 读数间隔 10s。在拟建加速器机房所在区域进行布点, 共计布点 9 个。

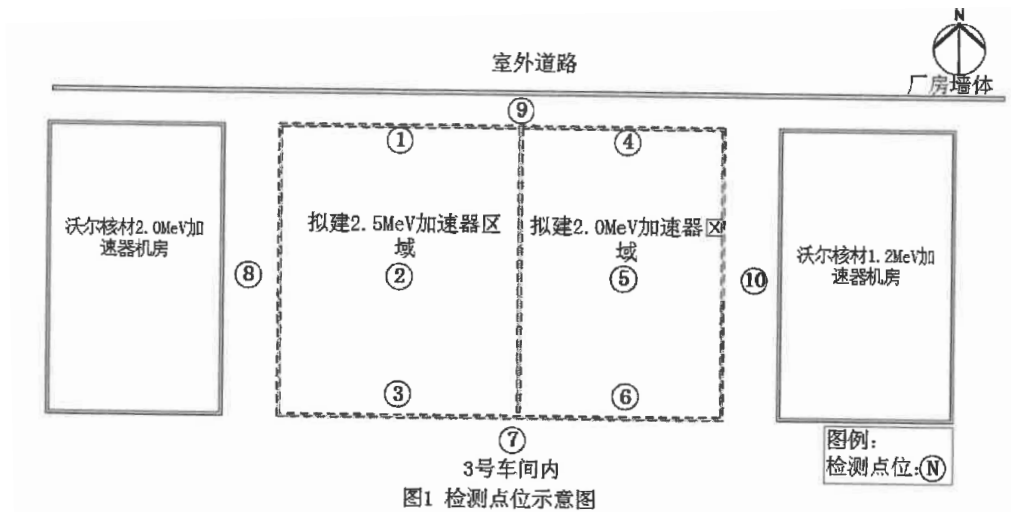


图8-5 拟建加速器机房区域辐射环境现状检测点位示意图

2.3 质量保证措施

- ① 委托的检测机构已通过计量认证, 具备有相应的检测资质和检测能力;
- ② 委托的检测机构制定有质量体系文件, 所有活动均按照质量体系文件要求进行, 实施全过程质量控制;
- ③ 委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定合格, 并在检定有效期内;
- ④ 所有检测人员均通过专业的技术培训和考核, 并取得检测上岗证;
- ⑤ 检测报告实行三级审核。

2.4 环境现状监测结果及评价

拟建加速器机房环境辐射现状监测结果见表 8-1, 详细监测报告见附件四。

表 8-1 辐射工作场所境辐射现状检测结果 (未扣宇响)

序号	检测点位置	监测结果 辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
----	-------	--------------------------------

1	拟建 2.5MeV 加速器区域（北）	0.115
2	拟建 2.5MeV 加速器区域（中）	0.116
3	拟建 2.5MeV 加速器区域（南）	0.117
4	拟建 2.0MeV 加速器区域（北）	0.116
5	拟建 2.0MeV 加速器区域（中）	0.115
6	拟建 2.0MeV 加速器区域（南）	0.114
7	拟建加速器机房区域南侧	0.115
8	拟建加速器机房区域西侧	0.115
9	拟建加速器机房区域北侧	0.113
10	拟建加速器机房区域东侧	0.117

检测结果表明：常州常园拟建 2 台加速器机房所在区域环境 X- γ 辐射剂量率水平在 94.2~97.5（nGy/h）之间（设备使用 ^{137}Cs 作为检定参考辐射源，换算系数取 1.20 Sv/Gy），处于江苏省室内环境天然贯穿辐射水平范围（ 115.1 ± 48.9 ）nGy/h。

另外，根据沃尔核材 2020 年 4 月 3# 厂房内加速器机房竣工环境保护验收报告（SNPI 环验（电离）字[2019]第 045 号）可知，3# 厂房周围环境中臭氧浓度最大监测值为 $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，经了解，监测期间 3# 厂房内所有 11 台加速器均正常运行。该结果可以反映本项目未建之前周围环境中臭氧的浓度现状情况，满足所在区域空气环境质量二级标准中臭氧小时平均浓度限值为 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的要求。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备

常州常园租赁沃尔核材 3#厂房拟建设 2 套 AB 型电子加速器辐照装置项目，包括电子加速器、辐照室、传输设备、安全设施和控制系统等组成，其中 2.5MeV 加速器辐照厅外尺寸长 11.05m×宽 9.5m，主机厅外尺寸长 9.9m×宽 9.0m，内部配置一台 AB2.5-40 型工业电子加速器，2.0MeV 加速器辐照厅外尺寸长 11.05m×宽 9.65m，主机厅外尺寸长 9.9m×宽 9.0m，内部配置一台 AB2.0-50 型工业电子加速器，均用于对热缩管和电线进行辐照加工。两座加速器机房共墙布局，并共用一个控制室。AB2.5-40 型加速器最大电子能量为 2.5MeV，最大束流强度为 40mA，最大束流功率为 100kW，束流最大扫描宽度为 1200mm。AB2.0-50 型加速器最大电子能量为 2.0MeV，最大束流强度为 50mA，最大束流功率为 100kW，束流最大扫描宽度为 1200mm。AB 型电子加速器辐照装置外观见图 9-1 所示。

本项目设备的技术参数列表详见表 9-1。

表 9-1 本项目加速器技术参数一览表

型号	加速粒子	加速粒子最大能量/电流	粒子方向	主要辐射影响	束流损失(损失点能量)
AB2.5-40	电子	2.5MeV/ 40mA	竖直 向下	韧致辐射 (X 射线)	400μA (0.3MeV)
AB2.0-40	电子	2.5MeV/ 50mA	竖直 向下	韧致辐射 (X 射线)	500μA (0.2MeV)

根据设备厂家提供的资料（见附件六），电子加速器在加速过程中存在束流损失，本项目 2.5MeV 加速器在二楼主机室内束流损失率不大于 1%，束流强度不大于 400μA，且束流损失点的能量不大于 0.3MeV。2.0MeV 加速器在二楼主机室内束流损失率不大于 1%，束流强度不大于 500μA，且束流损失点的能量不大于 0.2MeV。

根据公司提供的资料，每台加速器满负荷运行后预计最大开机时间每天 16 小时，每周工作 6 天，按 50 周/年计，则每台加速器的年工作时间最大为 4800 小时，每台加速器的辐射工作人员每天双班运行，即每班配备 2 人，则每名辐射工作人员年最大工作时间为 2400 小时/年。



图 9-1 AB 型电子加速器辐照装置外观

2. 工作原理

本项目使用的 AB 型高频高压电子加速器，由三大部分组成：加速器主机、高频振荡器、加速器控制台。其中 AB 型工业电子加速器装置主体结构示意图 9-2。其工作原理为：首先，将低压工频电能，用高频振荡器变成 150kHz 左右的高频电能，输送给高压发生器；再将此升压的高频电压加在空间耦合容器上，通过该耦合电容分别加到主体上的各个整流盒上，此时每一个耦合环上得到几十千伏的直流高压，由于各级串联，电压叠加，从而在高端获得很高的电压。加速器电子枪中的灯丝产生的电子云，引入到加了高压的加速管，最终形成高能电子束，电子束从加速器出口输出，进入扫描空间，利用磁场将成束的电子扫开成一定的宽度，从金属膜构成的输出窗引出，对运动的被照物体进行辐照。本项目使用的加速器主机为立式安装，安装于二楼的主机厅内，扫描盒穿过主机厅地板上的孔洞，伸入下层的辐照室内照射。

本项目被辐照的产品为热缩管和电线等材料，利用电子束辐照材料发生辐

射交联反应而改变性质，如电线电缆被辐照后，其绝缘性、耐高温性、抗张强度等均提高，进而提高其整体技术指标。

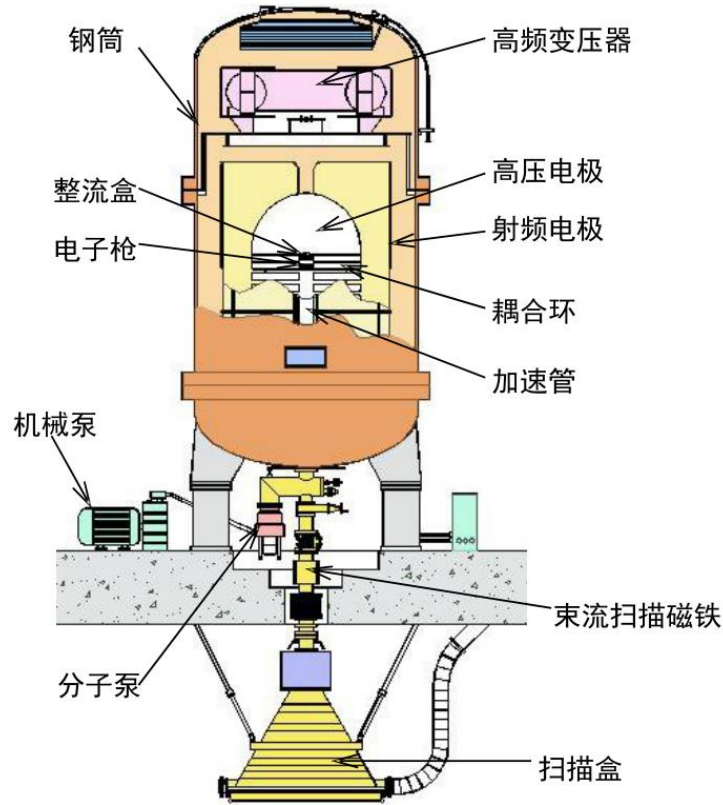


图 9-1 AB 型工业电子加速器装置主体结构示意图

3. 加速器的工作流程及产污环节

整个工艺过程如下：

加速器辐照的材料为热缩管和电线，需要辐照的材料通过其收放架系统进入加速器辐照厅机房进行辐照。加速器机房的辐照材料通道内置于辐照厅墙体中，材料斜穿过辐照厅南墙及迷道内墙进入辐照厅。

整个辐照工艺流程流水线自动操作，工作人员在加速器控制室内操作加速器，另有工作人员在辐照厅外收放线处对材料进行收集，待辐照剂量满足要求后，取样检验出具合格证明，再入库暂存或由客户运走。

整个工艺过程的产污环节见图 9-3 所示，电子束从钛窗引出后，打到辐照室束下系统中不锈钢等金属材料后，产生大量韧制辐射（X 射线），X 射线电离空气产生臭氧和氮氧化物。另外，二层主机厅内运行期间会有少量电子丢失，

打在加速管壁上产生少量的 X 射线，以及检修期间排放的循环冷却水。

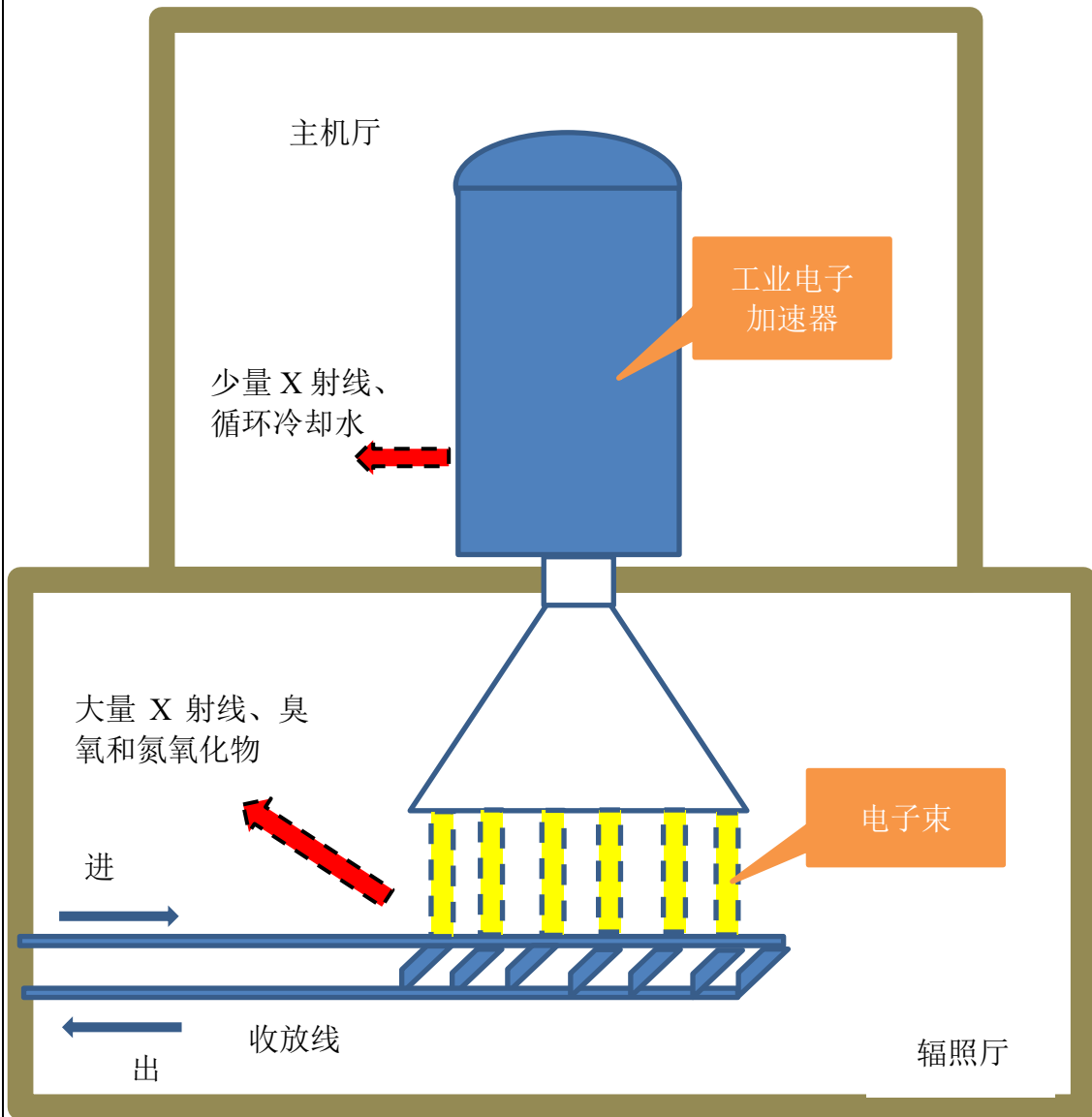


图 9-3 加速器辐照加工工艺流程和产污环节示意图

污染源项描述

1. 辐射污染源分析

加速器在进行辐照时电子枪发射电子，电子经加速管加速并经扫描扩展成为均匀的有一定宽度的电子束。其中辐照厅内电子束打到机头及其他高靶物质时会产生韧致 X 射线，X 射线的贯穿能力较强，会对辐照厅周围环境造成辐射影响，这部分 X 射线是本项目的主要 X 射线来源。此外，电子在加速过程中，部分电子会丢失，它们打在加速管壁上，产生少量 X 射线。

由于加速器在运行时产生的高能电子束，其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。因此，在加速器开机辐照期间，X 射线为项目主要的环境影响因子。

2. 非辐射污染源分析

本项目运行过程中没有放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。但空气在强 X 射线电离辐射的作用下，会产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。辐照厅内产生的臭氧在停机后会对进入人员造成影响，需保证其有害气体浓度满足 GB/T25306-2010 中规定的职业接触限值要求。另外，加速器机房在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧约 50 分钟后自动分解为氧气，本项目周围环境中的臭氧浓度执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二类环境空气功能区的限值要求。

本项目加速器运行期间，噪声源主要来自冷却水循环水泵、风机和高频振荡器。公司在对上述设备采取安装减震及实体隔离等措施后，其对外界的噪声影响较小，不会对周围环境产生明显影响，因此噪声不作为本项目的主要污染评价因子。

本项目加速器的冷却采用循环冷却水系统，每台机器循环冷却水使用量约 5m³，工作人员通过水位监控观测循环水量情况，水量不足时及时补水，当冷却水水质不能满足要求后，检修时可排放至厂区内污水管网，每台加速器的排放量约 5m³/年。

表 10 辐射安全与防护

项目采取的辐射安全措施

1. 辐射工作场所布局及分区管理

本项目两座加速器机房均设计为地上二层混凝土结构，辐照厅位于一层，厅内主要为辐照窗等束下装置，束流方向向下；主机厅位于二层，布置加速器的钢桶，主机厅外布置如冷却水循环系统、高频震荡器和气体系统等辅助设施。

辐照厅和主机厅均建有“Z”型迷道，且入口并设有钢制防护门。控制室位于加速器机房南墙外，工业电子加速器工作时，设备操作人员位于一层的控制室内设置机器参数并监控加速器运行情况，材料收放人员位于辐照厅南墙外的收放区，与辐照厅南墙的距离约 6m 左右。加速器出束时，辐照厅及主机厅内均无人员停留，本项目加速器机房布局合理可行。

公司拟对加速器辐射工作场所进行分区管理，分区布局见附图 4-1 和附图 4-2 所示。具体如下：

控制区：辐照厅和主机厅。将辐照厅和主机厅的屏蔽墙和防护门等建筑边境作为控制区边界，在迷道防护门外设置有电离辐射警告标志及中文警示说明等，加速器工作期间门无法从外部打开，任何人员禁止入内。辐射工作人员需进入控制区时，首先关闭加速器电源，拔下控制台钥匙开关的钥匙，用该钥匙从防护门外的电控柜打开开门开关，防护门打开，人员方可进入。

监督区：将控制室、加速器机房二层主机厅平台（包括辅助设施水循环系统、高频震荡器等系统）、辐照厅南侧收放线区域以及其余侧相邻区域作为辐射防护监督区，其中控制室门口设置电离辐射警告标识，收放线区域边界设置警戒绳并悬挂“当心电离辐射”等字样的警告标识，加速器开机工作期间任何无关人员不得进入。

本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

2. 辐射安全场所屏蔽设计方案

本项目加速器机房辐射防护屏蔽设计见表 10-1，一层、二层和剖面平面设计分别见附图 5-1、5-2 和 5-3 所示。

表 10-1 本项目两座加速器机房屏蔽设计表

加速器	区域	位置	墙外 30cm 情况	屏蔽材料及厚度
AB2.5 型加	一层辐	北侧墙	3#厂房通道	170cm 混凝土

速器	照厅	西侧墙	3#厂房通道	170cm 混凝土
		南侧迷道内墙	迷道	170cm 混凝土
		南侧迷道外墙	3#厂房通道	60 cm 混凝土
			控制室	
		东侧墙	相邻 2.0MeV 机房 辐照厅	170cm 混凝土
		顶部	主机厅	80cm 混凝土
	防护门	3#厂房内	5cm 钢板	
	二层主机厅	北侧	二层高空	60cm 混凝土
		西墙	二层高空	60cm 混凝土
		南墙	主机厅外辅助设施	60cm 混凝土
		东墙	相邻 2.0MeV 机房 主机厅	60cm 混凝土
		顶部	非特殊情况人员 不允许到达	60cm 混凝土
		防护门	主机厅外平台	5cm 钢板
		西/南侧迷道内墙	迷道	60cm 混凝土
		西/南侧迷道外墙	二层高空	60cm/40cm 混凝土
AB2.0型加速器	一层辐照厅	北侧墙	3#厂房通道	160cm 混凝土
		西侧墙	相邻 2.5MeV 机房 辐照厅	170cm 混凝土
		南侧迷道内墙	迷道	155cm 混凝土
		南侧迷道外墙	3#厂房通道	60 cm 混凝土
			控制室	
		东侧墙	3#厂房通道	160cm 混凝土
		顶部	主机厅	60cm 混凝土
	防护门	3#厂房内	5cm 钢板	
	二层主机厅	北侧	二层高空	60cm 混凝土
		西墙	相邻 2.5MeV 机房 主机厅	60cm 混凝土
		南墙	主机厅外辅助设施	60cm 混凝土
		东墙	二层高空	60cm 混凝土
		顶部	非特殊情况人员 不允许到达	60cm 混凝土
		防护门	主机厅外平台	5cm 钢板
		东/南侧迷道内墙	迷道	60cm 混凝土
东/南侧迷道外墙		二层高空	60cm/40cm 混凝土	

注：混凝土的密度为 2.35g/cm^3 。

3. 辐射安全设施描述及评价

为保障工业电子加速器安全运行，避免在加速器辐照期间人员误留或误入机房内而发生误照射事故，本项目加速器机房设置了相应的辐射安全装置和保护措施，辐照室和主机厅的辐射安全装置和保护设施拟安装位置见附图 6-1 和附图 6-2 所示，主要包括如下：

（1）钥匙控制

控制室主控台上配备有钥匙开关，钥匙开关控制加速器系统的运行，钥匙开关为未闭合状态时加速器无法开机，从控制台上取出该钥匙，加速器自动停机。该钥匙与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用。

（2）门机联锁

辐照厅及主机厅防护门设置了门机联锁装置，在防护门打开的情况下，加速器不能启动工作；在加速器高压启动后，打开防护门，加速器自动断电停机。

（3）束下装置联锁

束下装置与加速器设有联锁保护，当束下停止或故障后，通过联锁电路立即停止加速器，或当设定的产品剂量超出一定的误差范围，加速器应自动停机。

（4）信号警示装置

在控制区出入口处（辐照厅和主机厅防护门上方）及内部（辐照厅和主机厅迷道内）均设置灯光和音响警示信号，用于开机前对辐照室和主机室内人员的警示。主机室和辐照室出入口（即两者的防护门）上方设置工作状态指示装置，并与电子加速器辐照装置联锁，绿灯表示可以进入，黄灯表示停机待进入或准备开机，红灯表示装置正在运行，以提醒周围工作人员勿靠近。在加速器开启出束前，黄灯亮起并伴随警报声（预备信号）提醒控制区内的人员撤离，预备信号持续足够长的时间，以确保控制区内人员安全离开。

（5）巡检按钮

加速器辐照厅和主机厅内的急停开关兼做巡检开关。加速器开机前，工作人员按既定线路依次将加速器大厅内的急停开关按下、拔起，完成巡检程序后，控制台才能操作加速器接通高压出束。

（6）防人误入装置

在辐照厅和主机厅人员出入口通道内设置三道光电开关系统。光电开关是在

迷道通道两侧安装光电发射和接收装置，如有人或物对光线发生遮挡，加速器将断高压停止运行。光电开关系统拟采购不同厂家不同型号，防止同一厂家的同一型号产品在使用过程中出现相同故障。

(7) 急停装置

在控制室主控台、辐照厅和主机厅内（包括四周墙壁及迷道内墙）均设有紧急停机按钮，若辐照厅或主机厅有人滞留，可按下紧急停机按钮，加速器高压立即切断。辐照厅及迷道、主机厅及迷道内加装拉线开关，并覆盖全部区域。

同时，辐照厅和主机厅迷道口设置开门开关，紧急情况下按下该开关后加速器停机，防护门可从内部打开。

(8) 剂量连锁

在辐照室和加速器厅迷道内部各安装一个固定式辐射剂量探头，并实施与辐照室和主机室的防护门连锁，该剂量数字显示装置安装在机房屏蔽外墙上，实时显示室内剂量情况，以警示加速器是否在正常运行，当剂量报警装置未打开时，加速器无法启动，且如果辐照室和主机室内辐射水平高于仪器设定阈值时，无法从外部打开加速器厅和辐照厅的防护门。

(9) 通风连锁

辐照室和主机室的通风装置与控制系统进行了连锁，风机不开，加速器无法启动；当加速器停机后，只有达到预设的时间，防护门才能打开，以保证臭氧浓度降到允许值，工作人员才能入内，同时与防护门口的工作状态指示灯进行连锁。

(10) 烟雾报警

辐照室均设置烟雾报警，遇到火险时，加速器应立即停机并停止通风。

(11) 其他安全设施

①在辐照厅入口、主机厅入口、控制室入口等明显位置设置有醒目的电离辐射警告标志。

②在辐照厅内迷道内口安装有视频监控系统，视频监控探头通过辐照厅内的不锈钢镜面反射可观察辐照区的机器运行及其他情况。

③为了避免过大的辐射泄漏，防护门与四周屏蔽墙搭接的宽度至少应为门与墙之间空隙的 10 倍，防护门底部设有凹槽用以减少散射辐射。

④两座加速器线缆通道设计相同，在辐照室南墙设置均两套独立的通道（两

进两出), 如图 10-1 所示。电缆线的进口和出口孔径约 10cm, 通道由南侧屏蔽外墙至内墙均为斜穿设计, 与地面呈 30° 穿过辐照室南墙, 电线电缆通道均避开主射线方向, 做斜坡设计且长度比孔径大得多。由图 10-1 可见, 射线至少需要转角 3 次才可达到电线电缆出口处, 根据《辐射防护导论》(方杰主编) P189 以及《辐射防护手册(第一分册)》相关内容可知“如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道, 是能保证迷道口工作人员的安全”, 因此出口处辐射剂量可以控制在较低水平, 能够满足辐射防护的要求。

本项目加速器设备自身的电线进出通道设计在辐照厅顶部(即主机厅底板)的预埋管内, 由于进出通道距离较长且不破坏屏蔽墙体, 因此出口处辐射剂量可以控制在较低水平, 能够满足辐射防护的要求。

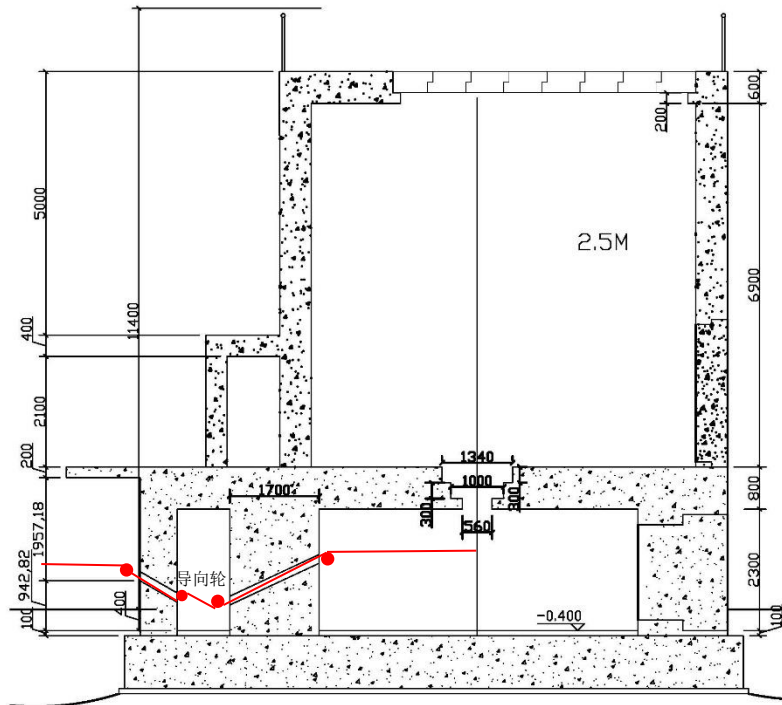


图 10-1 加速器线缆进出通道辐射防护设计示意图

上述辐射安全装置和保护设施拟安装位置见附图 6-1 和附图 6-2 所示, 项目设计符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) 中有关安全联锁、工作指示灯、警示标志、急停开关等安全设施的要求, 项目设计安全可行。

三废的治理:

本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生。

工业电子加速器在工作状态时, 产生的电子束流会使机房内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的直接致电离粒子束流越强, 臭氧和氮氧化

物的产额越高。氮氧化物的产额大约是臭氧的三分之一，且以臭氧的毒性高，因此本节主要考虑辐照厅臭氧的产生和排放影响。

本项目两个加速器机房均设置独立的机械通风系统，且通风方式设计相同。辐照厅吸风口均位于辐照厅下方偏西侧的地面，采用地下式排风管道，通过地下风管（埋深 200cm）延伸至屏蔽墙外地下后，再垂直地面分别并外接机房外的排风烟囱，地下通风管路为“U”形状，在不破坏屏蔽墙体的情况下，利用风机将厅内臭氧和氮氧化物抽至排风管内，最终排入大气中，排放口离地高度约 33m，高于 3#厂房顶部。主机厅近地面均设置有通风口，与辐照厅相通。辐照厅的通风路径及排放口见附图 5-3。另外，由于排风管道均未破坏辐照厅屏蔽墙整体防护效果，射线至少需要转角 3 次才可达到废气排放口处，因此排放口处辐射剂量可以控制在较低水平，能够满足辐射防护的要求。

2.5MeV 加速器辐照厅安装的风机最大风量约 $15000\text{m}^3/\text{h}$ ，辐照厅体积为 84.9m^3 ，则每小时换气次数约 177 次，2.0MeV 加速器辐照厅安装的风机最大风量约 $10000\text{m}^3/\text{h}$ ，辐照厅体积为 105.7m^3 ，则每小时换气次数约 95 次，室内臭氧通过排风筒排入外环境，臭氧在常温常压下约 50 分钟可自行分解为氧气。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

1) 大气：本项目在建设施工期需进行的挖掘地基、打桩、砌墙等各种施工作业将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：1、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；2、车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；3、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

2) 噪声：整个建筑施工阶段，如打桩机、混凝土搅拌机、卷扬机及载重车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。为此施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

3) 固体废物：在项目施工期间，将产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中的散落。

4) 废水：项目施工期间，将有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

建设单位在施工阶段采取上述污染防治措施，可将施工期的影响控制在局部区域，对周围环境不会产生较大的影响。

运行阶段对环境的影响

1. 运行期环境辐射水平估算

(1) 环境影响评价思路

加速器中电子被高压激发后产生高能电子，运动中的电子受到不锈钢加速器部件和阻挡板、线缆线等金属材料的阻挡后，产生很强的韧致辐射。

偏离束流主方向的电子束照射到加速器筒体（不锈钢）后产生韧致辐射，这部分射线成为主机厅的屏蔽对象。

本报告加速器以最大能量出束为计算条件，计算屏蔽墙与防护门外辐射工作人员或其他工作人员，以及周围公众的年受照剂量是否满足辐射防护的要求。

(2) 影响预测模式

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)附录 A 提供的直射计算公式 (11-1) 计算各面屏蔽墙体外的直射辐射剂量率水平, 根据散射计算公式 (11-4) 计算迷道口处散射辐射剂量率水平。

● 直射计算公式:

$$H_M = (1 \times 10^6) (B_x D_{10} / d^2) \quad (11-1)$$

其中: H_M : 计算点剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

B_x : 射线在屏蔽墙中的透射比, 计算公式见 (11-2);

D_{10} : 距离 X 射线源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率, Gy/h , 计算公式见 (11-3);

d : 射线源到计算点的距离, m。

透射系数 B_x 根据屏蔽设计厚度 S 和屏蔽材料的 1/10 值层厚度 (第一 1/10 层厚度 T_1 和平衡 1/10 层厚度 T_e) 计算得到, 取值见 (3) 中计算条件分析, 公式如下:

$$B_x = 10^{-n} \quad n = (S - T_1 + T_e) / T_e \quad (11-2)$$

距离 X 射线源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率 D_{10} 通过 X 射线发生率计算得到, 计算参数的取值见 (3) 中计算条件分析, 公式如下:

$$D_{10} = 60 \cdot Q \cdot I \cdot f_e \quad (11-3)$$

其中: Q : X 射线发生率, X 射线发射率, $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$;

I : 电子束流强度, mA;

f_e : X 射线发射率修正系数。

● 散射计算公式:

迷道出口处 (无防护门情况下) 的空气吸收剂量率 H , 根据下列散射公式:

$$H = D_{10} \cdot \alpha_1 \cdot A_1 \cdot (\alpha_2 \cdot A_2)^{j-1} / (d_1 \cdot d_{r1} \cdot d_{r2} \cdot \dots \cdot d_{rj})^2 \quad (11-4)$$

其中: D_{10} : 同上;

α_1 : 入射到第一个散射体的 X 射线的散射系数, α_1 取 5×10^{-3} ;

α_2 : 从以后的物质散射出来的 0.5MeV 的 X 射线的散射系数, α_2 取 2×10^{-2} ;

A_1 : X 射线入射到第一散射物质的散射面积, m^2 ;

A_2 : 迷道的截面积, m^2 ;

d_1 : X 射线源与第一散射物质的距离, m;

$d_{r1}, d_{r2} \cdots d_{rj}$: 沿着迷道长轴的中心线距离, m;

j : 指第 j 个散射过程。

● 剂量估算公式:

按照联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR)-2000 年报告附录 A, X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下:

$$H_E = H \times t \times U \times K \times T \times 10^{-3} \quad (11-5)$$

式中: H_E ——X 射线外照射人均年有效剂量当量, mSv/a;

H ——关注点的剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

t ——X 射线照射时间, h;

U ——使用因子取 1

T ——居留因子;

K ——转换系数, 取 1。

● 天空反散射公式:

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018), 对于屋顶, 可通过下式 11-6 计算天空散射在加速器机房周围形成的剂量率。

$$H = 2.5 \times 10^{-2} (B_{XS} \cdot H_0 \cdot \Omega^{1.3}) / (d_i \cdot d_s)^2 \quad (11-6)$$

其中: H : 天空散射在机房外引起的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

H_0 : 主机厅上方屋顶外 2m 处的 X 射线当量剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

B_{XS} : X 射线屋顶的屏蔽透射比;

Ω : 射线源与屋顶之间包含的立体角, Sr ;

d_i : 屋顶上方 2m 处离靶的垂直距离, m;

d_s : 射线源与计算点之间的距离, m。

射线源与屋顶之间包含的立体角 Ω 可由下式进行计算:

$$\Omega = 4 \arctan (a \cdot b / c \cdot d) \quad (11-7)$$

式中

a : 机房屋顶长度的一半, m;

b : 机房屋顶宽度的一半, m;

c : 射线源到屋顶表面中心的距离, m;

d : 射线源到屋顶边缘的距离, m。

(3) 计算参数选取

a) 2.5MeV 加速器

对于 2.5MeV 加速器机房，加速器在最大电子射线束 2.5MeV 的能量下产生的韧致辐射，查《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)附录 A 表 A.1 中相应能量下电子束 X 射线发射率，90° 方向（朝向四周屏蔽墙和防护门）为 2.5(Gy · m²/min · mA)，X 射线在辐照厅内低靶材料（金属部件）上 X 射线发射率修正系数为 0.5，最大电流 40mA，每班工作人员年工作 2400 小时。由式 (11-3) 计算，可得辐照室距离 X 射线辐射源 1m 处的吸收剂量率见表 11-1 所示。

表 11 -1 吸收剂量率

项目	参数
入射电子能量 (MeV)	2.5
90° 方向 X 射线发射率 (Gy · m ² /min · mA)	2.5
吸收剂量率 (Gy · m ² /h)	3000

《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)附录 A 表 A.4，加速器辐照室相对电子束 90° 方向的等效入射电子能量见表 11-2 所示。

表 11-2 90° 方向电子的相应等效能量

项目	位置	参数
入射电子能量 (MeV)	辐照室	2.5
等效入射电子能量 (MeV)		1.6

由表 11-2 可知，加速器辐照室 90° 方向等效电子能量为 1.6MeV。通过查表 A.2 和表 A.3 在混凝土中的第一个十分之一值层和平衡十分之一值层，利用插值法取 1.6MeV 能量下的值，得 T₁ 为 20.74cm，T_e 为 18.66cm。

经《辐射防护手册 第一分册》公式 7.7 可得经三次散射后防护门入口处的 X 射线能量约 0.2MeV，根据辐射防护手册（第三分册）P63 利用插值法计算，对于 0.2MeV 能量 X 射线，5cm 钢板屏蔽材料约 3.5mm 铅当量，该能量下经查《辐射防护导论》P98 表 3.5，铅的 T₁ 和 T_e 为 1.4mm。

2.5MeV 加速器机房二楼主机厅机房内偏离束流主方向的电子束能量不大于 0.3MeV，束流强度不大于 400μA。根据《辐射防护导论》P71 图 3.3 中的查取，

0.30MeV 能量下 X 射线发射率取 90° 方向（朝向屏蔽墙），为 0.012(Gy · m²/min · mA)，修正系数为 0.5，则主机厅距离辐射源中心 1m 处的吸收剂量率为 0.144Gy · m²/h。根据《辐射防护导论》P98 表 3.5 的查取，主机厅 90° 方向产生的韧致辐射 X 射线，取 0.3MeV 下在混凝土中的 T₁ 和 T_e 分别为 10cm 和 10cm。由于辐照厅防护门和主机厅防护门屏蔽相同，为方便计算，防护门入口处的 X 射线能量和参数取值可保守与辐照厅防护门入口处一致。

b) 2.0MeV 加速器

对于 2.0MeV 加速器机房，加速器在最大电子射线束 2.0MeV 的能量下产生的韧致辐射，查《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录 A 表 A.1 中相应能量下电子束 X 射线发射率，90° 方向（朝向四周屏蔽墙和防护门）为 1.6Gy · m²/min · mA，X 射线在辐照厅内低靶材料（金属部件）上 X 射线发射率修正系数为 0.5，最大电流 50mA，每班工作人员工作时年 2400 小时开机时间。由 11-3 计算，可得辐照室距离 X 射线辐射源靶 1m 处的吸收剂量率见表 11-3 所示。

表 11-3 吸收剂量率

项目	参数
入射电子能量 (MeV)	2.0
90° 方向 X 射线发射率 (Gy · m ² /min · mA)	1.6
吸收剂量率 (Gy · m ² /h)	2400

查《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录 A 表 A.4，加速器辐照室相对电子束 90° 方向的等效入射电子能量见表 11-4 所示。

表 11-4 90° 方向电子的相应等效能量

项目	位置	参数
入射电子能量 (MeV)	辐照室	2.0
等效入射电子能量 (MeV)		1.3

由表 11-2 可知，加速器辐照室 90° 方向等效电子能量为 1.3MeV。通过查表 A.2 和表 A.3 在混凝土中的第一个十分之一值层和平衡十分之一值层，利用插值法取 1.3MeV 能量下的值，得 T₁ 为 19.64cm，T_e 为 16.98cm。

经《辐射防护手册 第一分册》公示 7.7 可得经三次散射后防护门入口处的 X

射线能量约 0.2MeV，根据辐射防护手册（第三分册）P63 利用插值法计算，对于 0.2MeV 能量 X 射线，5cm 钢板屏蔽材料约 3.5mm 铅当量，该能量下经查《辐射防护导论》P98 表 3.5，铅的 T_1 和 T_e 为 1.4mm。

根据设备厂家设计资料（见附件六），2.0MeV 加速器机房二楼主机厅机房束流强度不大于 500 μ A，束流损失点的能量不大于 0.20MeV。根据《辐射防护导论》P71 图 3.3 中的查取，0.20MeV 能量下 X 射线发射率取 90° 方向（朝向屏蔽墙），保守取 0.003(Gy · m²/min · mA)，修正系数为 0.5，则主机厅距离辐射源中心 1m 处的吸收剂量率为 0.045Gy · m²/h。根据《辐射防护导论》P98 表 3.5 的查取，0.20MeV 下在混凝土中的 T_1 和 T_e 分别约为 8.6cm 和 8.6cm。

2.5MeV 和 2.0MeV 加速器辐照厅和主机厅预测位置及计算距离等参数示意图分别见图 11-1 和图 11-2。

2.5MeV 加速器屏蔽计算参数表见表 11-5 所示。

表 11-5 2.5MeV 加速器屏蔽计算参数表

区域	位置	屏蔽 (cm 混凝土)	D_{10} (Gy · m ² /h)	十值层 (cm)	Bx	受影响 的人员	居留 因子 T	d (m)
一层 辐照厅	1 北侧墙 外 30cm	170	3000	$T_1=20.74$; $T_e=18.66$	1.00E -09	职业	1/16	5.05
	2 西侧墙 外 30cm	170	3000	$T_1=20.74$; $T_e=18.66$	1.00E -09	职业	1/16	5.05
	3 南侧墙 外 30cm	170+60	3000	$T_1=20.74$; $T_e=18.66$	6.10E -13	职业	1/4	6.60
	4 南侧墙 外控制室	(178+ 63)*	3000	$T_1=20.74$; $T_e=18.66$	1.57E -13	职业	1	6.90
	5 防护门 外 30cm**	5cm 钢	3000	$T_1=1.4$; $T_e=1.4$	3.16E -03	职业	1/4	7.50
	6 东侧墙 外 30cm	170	3000	$T_1=20.74$; $T_e=18.66$	1.00E -09	职业	1/4	5.05
	7 南侧收 放线位置	170+60	3000	$T_1=20.74$; $T_e=18.66$	6.10E -13	职业	1	12
二层 主机厅	8 南侧墙 外 30cm	60	0.144	$T_1=10$; $T_e=10$	1.00E -06	职业	1/16	4.07
	9 东侧墙 外 30cm	60	0.144	$T_1=10$; $T_e=10$	1.00E -06	职业	1/16	4.57
	10 防护门 外 30cm**	5cm 钢	0.144	$T_1=1.4$; $T_e=1.4$	3.16E -03	职业	1/16	6.00
11 机房顶部外 2m***	80+60	3000	$T_1=20.74$; $T_e=18.66$	4.06E -08	-	-	11.3	

12 天空反散射	a: 3.91 b: 3.65 c: 8.90 d: 10.38			-	职业和公众	1	di: 11.3 ds: 20.0
北侧沃尔核材厂区道路****	170+20	3000	T ₁ =20.74; T _e =18.66	8.50E-11	公众	1/16	6.20
西侧沃尔核材邻近加速器控制室内	550*	3000	T ₁ =20.74; T _e =18.66	4.33E-30	其他公司职业	1	17.0

2.0MeV 加速器屏蔽计算参数表见表 11-6 所示。

表 11-6 2.0MeV 加速器屏蔽计算参数表

区域	位置	屏蔽 (cm 混凝土)	D ₁₀ (Gy·m ² /h)	十值层 (cm)	Bx	受影响的人员	居留因子 T	d (m)
一层辐照厅	① 北侧墙外 30cm	160	2400	T ₁ =19.64; T _e =16.98	5.42E-10	职业	1/16	5.05
	② 西侧墙外 30cm	170	2400	T ₁ =19.64; T _e =16.98	1.40E-10	职业	1/4	5.20
	③ 南侧墙外 30cm	155+60	2400	T ₁ =19.64; T _e =16.98	3.12E-13	职业	1/4	6.60
	④ 南侧墙外控制室	(163+63)*	2400	T ₁ =19.64; T _e =16.98	7.03E-14	职业	1	6.90
	⑤ 防护门外 30cm**	5cm 钢	2400	T ₁ =1.4; T _e =1.4	3.16E-03	职业	1/4	7.50
	⑥ 东侧墙外 30cm	160	2400	T ₁ =19.64; T _e =16.98	5.42E-10	职业	1/16	5.05
	⑦ 南侧收放线位置	155+60	2400	T ₁ =19.64; T _e =16.98	3.12E-12	职业	1	10.8
二层主机厅	⑧ 南侧墙外 30cm	60	0.045	T ₁ =8.6; T _e =8.6	1.06E-07	职业	1/16	4.9
	⑨ 西侧墙外 30cm	60	0.045	T ₁ =8.6; T _e =8.6	1.06E-07	职业	1/16	3.5
	⑩ 防护门外 30cm**	5cm 钢	0.045	T ₁ =8.6; T _e =8.6	3.16E-03	职业	1/16	6.00
⑪ 机房顶部外 2m***	60+60	2400	T ₁ =19.64; T _e =16.98	1.23E-07	-	-	11.0	
⑫ 天空反散射	a: 3.91 b: 3.65 c: 8.58 d: 10.11		T ₁ =19.64; T _e =16.98	1.23E-07	职业和公众	1	di: 11.0 ds: 20.0	
北侧沃尔核材厂区道路****	160+20	2400	T ₁ =19.64; T _e =16.98	3.60E-11	公众	1/16	6.20	
东侧沃尔核材邻	620*	2400	T ₁ =19.64;	4.40E	其他	1	17.0	

近加速器控制室内			$T_e = 16.98$	-37	公司职业		
----------	--	--	---------------	-----	------	--	--

备注：*本项目 X 射线源至本项目控制室或相邻其他公司控制室均需要斜穿屏蔽墙，按射线路径实际斜穿屏蔽墙厚度计；

**防护门外仅考虑迷道散射后的透射，考虑防护门的屏蔽；

***机房顶部人员不可达，其计算结果是用来估算及评价加速器运行对周围的地面造成的天空反散射剂量率的大小；

****3#厂房的北侧墙体为 20cm 混凝土结构。

上述距离均在CAD图纸中量取。

根据加速器的迷道设计，辐照厅在辐照窗正下方产生的韧致辐射经过 3 次散射后可到达防护门，2 楼主机厅的辐射经过 3 次散射可到达防护门，散射示意图见图 11-1~图 11-2，迷道散射的散射面积、散射距离等计算参数见表 11-7 所示。

表 11-7 迷道散射计算参数一览表

2.5MeV 辐照厅	A ₁		A ₂		A ₃	
	24.93m ²		2.30m ²		2.07m ²	
	d ₁	d _{r1}	d _{r2}	d _{r3}		
	2.60m	5.20m	5.95m	1.10m		
2.5MeV 主机厅	A ₁		A ₂		A ₃	
	22.10m ²		2.10m ²		1.89m ²	
	d ₁	d _{r1}	d _{r2}	d _{r3}		
	3.60m	6.50m	1.25m	0.90m		
2.0MeV 辐照厅	A ₁		A ₂		A ₃	
	30.48m ²		2.30m ²		2.07m ²	
	d ₁	d _{r1}	d _{r2}	d _{r3}		
	2.60m	5.20m	5.95m	1.10m		
2.0MeV 主机厅	A ₁		A ₂		A ₃	
	24.2m ²		2.10m ²		1.89m ²	
	d ₁	d _{r1}	d _{r2}	d _{r3}		
	3.60m	6.50m	1.25	0.90		

备注：上述距离均在CAD图纸中量取。

根据计算参数和公式（11-4），2.5Mev加速器辐照厅的迷道散射在入口处（无屏蔽）辐射剂量率为90.95μGy/h，主机厅的迷道散射在入口处（无屏蔽）辐射剂量率为0.030μGy/h。2.0Mev加速器辐照厅的迷道散射在入口处（无屏蔽）辐射剂量率为107.64μGy/h，主机厅的迷道散射在入口处（无屏蔽）辐射剂量率为0.010μGy/h。

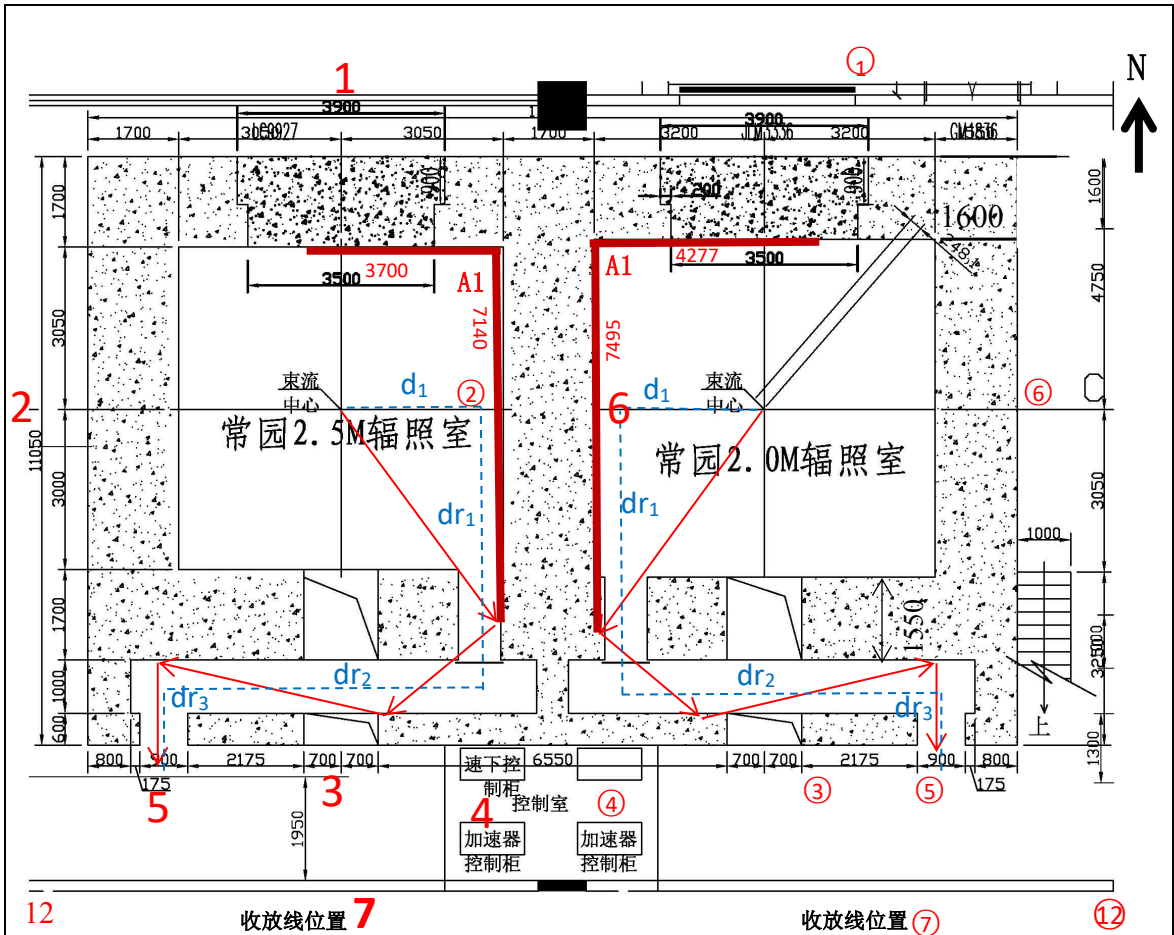


图 11-1 加速器辐照厅周围预测点位及散射路径示意图

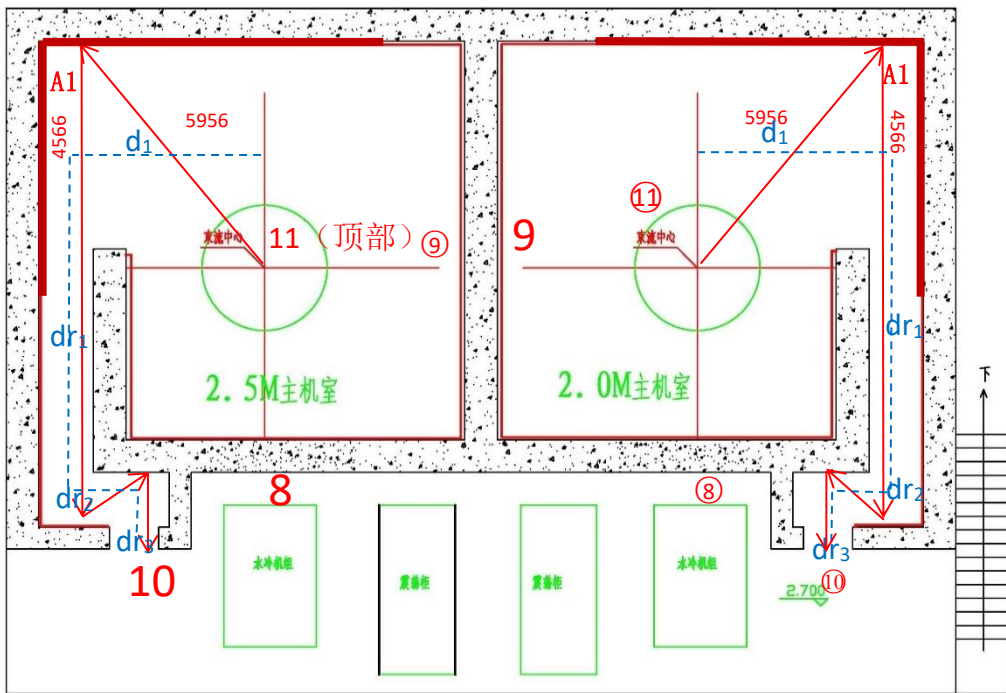


图 11-2 主机厅周围预测点位及散射路径示意图

图例：2.5MeV 加速器计算预测点位 1； 散射面：——
 2.0MeV 加速器计算预测点位 ①； 散射路径：——>

(4) 计算结果

利用影响预测模式中的公式进行理论计算,在现有设计参数条件下加速器机房外人员受照剂量计算结果见下表 11-8 所示:

表 11-8 加速器现有设计参数条件下辐射影响计算结果

加速器	区域	位置	受影响的人员	剂量率预测结果 $\mu\text{Gy/h}$	年剂量预测结果 mSv/a
2.5MeV 加速器	一层辐 照厅	1 北侧墙外 30cm	职业	0.118	0.018
		2 西侧墙外 30cm	职业	0.118	0.018
		3 南侧墙外 30cm	职业	<0.001	<0.001
		4 南侧墙外控制室	职业	<0.001	<0.001
		5 防护门外 30cm	职业	0.288	0.173
		6 东侧墙外 30cm	职业	0.118	0.071
		7 南侧收发线位置	职业	<0.001	<0.001
	二层主 机厅	8 南侧墙外 30cm	职业	0.009	0.001
		9 东侧墙外 30cm	职业	0.007	0.001
		10 防护门外 30cm	职业	<0.001	<0.001
	11 机房顶部外 2m	-	-	0.954	-
	12 对地面造成的天空反散射	职业和 公众	<0.001	<0.001	<0.001
	北侧沃尔核材厂区道路	公众	0.007	0.001	0.001
西侧沃尔核材加速器控制室 (约 17m)	其他公 司职业	<0.001	<0.001	<0.001	
北侧沃尔核材规划厂房(约 20m)	公众	<0.001	<0.001	<0.001	
2.0MeV 加速器	一层辐 照厅	① 北侧墙外 30cm	职业	0.051	0.008
		② 西侧墙外 30cm	职业	0.012	0.007
		③ 南侧墙外 30cm	职业	<0.001	<0.001
		④ 南侧墙外控制室	职业	<0.001	<0.001
		⑤ 防护门外 30cm	职业	0.340	0.204
		⑥ 东侧墙外 30cm	职业	0.051	0.008
		⑦ 南侧收发线位置	职业	<0.001	<0.001
	二层主 机厅	⑧ 南侧墙外 30cm	职业	0.003	<0.001
		⑨ 西侧墙外 30cm	职业	0.005	0.001

	⑩防护门外 30cm	职业	<0.001	<0.001
	⑪机房顶部外 2m	-	2.44	-
	⑫对地面造成的天空反散射	职业和公众	<0.001	<0.001
	北侧沃尔核材厂区道路	公众	0.002	0.005
	东侧沃尔核材加速器控制室（约 15m）	其他公司职业	<0.001	<0.001
	北侧沃尔核材规划厂房（约 20m）	公众	<0.001	<0.001

(5) 辐射环境影响评价结论

a) 2.5MeV 加速器单独运行

由表 11-8 可知, 2.5MeV 加速器单独运行时, 机房四周空气吸收剂量率理论计算最大值出现在防护门外 30cm, 为 0.288 μ Gy/h, 另外天空反散射在周围形成的附加剂量当量率小于 0.001 μ Gy/h, 说明加速器对加速器周围的地面附近造成的天空反散射剂量率较小, 2.5MeV 加速器单独运行时屏蔽体表面 30cm 处及外区域周围剂量当量率满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) 中不超过 2.5 μ Sv/h 的要求。

2.5MeV 加速器单独运行时, 职业人员年受照剂量最大值在防护门外, 为 0.173mSv, 公众年受照剂量最大值在 3#厂房北墙外道路, 为 0.001mSv, 职业人员和公众的年受照剂量均低于本项目的剂量约束值: 职业人员年有效剂量不超过 5mSv, 公众年有效剂量不超过 0.1mSv 的要求。

b) 2.0MeV 加速器单独运行

2.0MeV 加速器单独运行时, 机房四周空气吸收剂量率理论计算最大值出现辐照厅防护门外 30cm, 为 0.340 μ Gy/h, 另外天空反散射在周围形成的附加剂量当量率小于 0.001 μ Gy/h, 说明加速器对加速器周围的地面附近造成的天空反散射剂量率较小, 2.0MeV 加速器单独运行时屏蔽体表面 30cm 处及外区域周围剂量当量率满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) 中不超过 2.5 μ Sv/h 的要求。

2.0MeV 加速器单独运行时, 职业人员年受照剂量最大值在辐照厅防护门外, 为 0.204mSv, 公众年受照剂量最大值在 3#厂房北墙外道路, 为 0.005mSv, 职业人员和公众的年受照剂量均低于本项目的剂量约束值: 职业人员年有效剂量不超

过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv 的要求。

c) 两台加速器同时运行

当两台加速器同时运行时，除了共用的控制室，其余各预测点位之间距离相对较远，对预测点位的剂量率叠加影响有限，可以满足不超过 2.5 μ Sv/h 的要求。对于控制室内的辐射工作人员，一台设备的辐射工作人员会受到另外一台加速器运行的辐射影响，根据上述理论估算可知，本项目两座加速器运行对控制室内的操作人员年受照剂量贡献值均小于 0.001mSv，因此两台加速器同时运行对辐射工作人员的影响很小。对于项目公众而言，3#厂房北墙外厂区道路的公众距离两座机房较近，两台设备同时运行时保守将其影响进行叠加分析，计算得到公众年受照剂量贡献值为 0.006mSv，另外 3#厂房内沃尔核材的工作人员及其北侧规划建设厂房内公众均与本项目加速器束流中心点的距离均在 10m 以上，在本项目的屏蔽设计条件下，根据估算可知项目同时运行对沃尔核材的工作人员和公众辐射影响较小。同时，加速器机房周围无高层建筑，因此 X 射线通过屋顶的侧向散射不会对周围环境产生影响。

d) 与相邻公司加速器运行相互影响评价

由于本项目拟建区域位于沃尔核材的东、西侧两座加速器机房之间，本项目辐射工作场所考虑受到沃尔核材相邻加速器运行的叠加影响，经现场检测（检测时东、西两侧加速器正常运行），拟建区域辐射环境现状最大值为 97.5nGy/h（未扣除本底），保守将该值叠加表 11-8 中理论估算周围剂量率最大值 0.340 μ Gy/h，得到本项目运行后关注点最大辐射剂量率为 0.4375 μ Gy/h，则本项目辐射工作人员的年有效剂量最大值为 1.05mSv/a（居留因子保守取 1）。

综上，本项目运行后，职业人员和公众的年受照剂量最大值均低于剂量约束值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv 的要求。

(6) 迷道及防护门屏蔽防护分析

本项目辐照厅、主机厅的迷道散射路径见图 11-1 和图 11-2，经预测计算，本项目辐照厅和主机厅迷道外安装的不锈钢防护门可满足辐射防护的要求。

2、三废对环境的影响

本项目加速器运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生。

本项目两座加速器机房内均设置机械排风装置，2.5MeV 加速器机房辐照厅

内风机的最大风量为 15000m³/h, 2.0MeV 加速器机房辐照厅内风机的最大风量为 10000m³/h。臭氧的产生量根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) 附录 B 中的公式 B-1 进行估算。

$$P=45dIG$$

式中:

P: 单位时间电子束产生臭氧的质量 (mg/h);

I: 电子束流强度 (mA);

d: 电子在空气中的行程 (cm), 本项目取 10cm;

G: 空气吸收 100eV 辐射能量产生的臭氧分子数, 保守取为 10。

通过理论计算可知, 本项目 2.5MeV 加速器单位时间内电子束产生臭氧的质量 0.18kg/h, 2.0MeV 加速器单位时间内电子束产生臭氧的质量 0.225kg/h。

辐照室内臭氧平衡浓度通过以下公式计算。

$$C = \frac{PT_e}{V} \quad T_e = \frac{T_v \times T_d}{T_v + T_d}$$

C: 辐照室臭氧平衡浓度, mg/m³;

P: 单位时间电子束产生臭氧的质量 (mg/h);

V: 辐照室体积, 本项目 2.5MeV 加速器辐照室体积 84.9m³, 2.0MeV 加速器辐照室体积 105.7m³;

T_v: 辐照室换气一次所需时间 (h);

T_d: 臭氧的有效化学分解时间 (h), 约为 50 分钟;

T_e: 对臭氧的有效清除时间 (h), 由于 T_v << T_d, 因而 T_e ≈ T_v。

通过理论计算可知, 2.5MeV 加速器辐照室内臭氧平衡浓度为 12.0mg/m³, 2.0MeV 加速器辐照室内臭氧平衡浓度为 22.5mg/m³

加速器停止工作后, 臭氧不再产生, 使辐照厅内臭氧浓度降至国家规定限值时, 工作人员才能进入辐照室, 所需通风时间为:

$$T = -T_e \ln \frac{C_0}{C}$$

T: 关闭加速器后风机运行的持续时间 (h);

T_e: 对臭氧的有效清除时间 (h);

C₀: GBZ2.1 规定的臭氧的最高容许浓度, 0.3mg/m³。

C: 辐照室臭氧平衡浓度, mg/m³。

通过理论计算可知,本项目 2.5MeV 加速器通过 1.3min 的通风排气,2.0MeV 加速器通过 2.8min 的通风排气辐照室内的臭氧浓度可满足《辐射加工用电子加速器工程通用规范》中(GB/T25306-2010)“臭氧,最高容许浓度:0.3mg/m³”的规定,此时工作人员进入辐照厅是安全的。故 2.5MeV 和 2.0MeV 加速器分别停止运行 1.3min 和 2.8min 后,工作人员方可进入辐照厅。本项目加速器安全系统中设置时间延迟(大于评价报告提出的停机通风时间值)程序,并与防护门的电子锁信号相连,延时时间达不到,防护门无法从外面打开,当达到设定值后,此时工作人员进入辐照厅是安全的。

选用大气导则 HJ2.2 中 AERSCREEN 模型进行估算,项目排放口所处环境年平均风速:3m/s;排放口温度范围:250K~310K(-23℃~37℃),排放口离地高度 33m,2.5MeV 加速器运行产生的臭氧通过排气筒排放的最大落地浓度为 1.554μg/m³,2.0MeV 加速器运行产生的臭氧通过排气筒排放的最大落地浓度为 2.215μg/m³,最大落地浓度的点位距离排气筒均为 250m,最大落地浓度值占标率分别为 0.77%和 1.11%(所在区域执行空气环境质量二级标准,臭氧小时平均浓度限值为 200μg/m³),处于较低水平。根据沃尔核材 3#厂房内加速器机房现场验收报告(SNPI 环验(电离)字[2019]第 045 号),3#厂房周围环境中臭氧浓度最大监测值为 120μg/m³,远高于本项目估算的臭氧排放浓度,可以表明本项目废气排放不会改变项目所在区域的环境空气功能区类型,且臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气,所以本项目臭氧排放对环境影响较小。本项目废气治理措施满足要求。

本项目噪声影响较大的设备为通风系统的风机,风机安装在专门的风机房中,风机噪声主要通过厂房隔声和距离衰减进行防护。

事故影响分析

本项目可能发生的事故是工作人员误操作或设备安全联锁装置失灵,造成工作人员误入或滞留在高辐射区内,发生人员超剂量照射事故。在加速器检修期间,会由加速器供货商的人员进入辐照厅、加速器厅开展工作,公司操作人员如不清楚流程,加速器主机可能会意外开机接通高压出束,造成人员误照。

本项目使用的工业电子加速器属于 II 类射线装置,根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》(环发<2006>145 号)之

规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。为杜绝事故隐患，公司应加强管理，严格按操作规程操作，每次作业前确保机房内无人后方可开机，定期检查各项安全联锁装置的有效性，定期监测加速器机房周围的辐射水平，确保工作安全有效运转。在检修期间，加速器维修人员和企业内辐射工作人员应做好交接，在满足检修条件的情况下，值班长应拔出控制柜的开机钥匙或者切断加速器的电源，防止设备意外启动，待检修完成才能接通电源试运行，试运行正常才能正式投用。在检修期间同时应注意对检修人员机械损伤的防护。

公司当发生或发现辐射事故后，当事人应立即切断设备电源，向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告，《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地人民政府生态环境主管部门报告。根据《江苏省辐射污染防治条例》要求，在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1. 辐射安全管理机构设置情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位应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；辐射工作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。

公司拟成立辐射安全与环境保护管理机构，并由法人代表任组长、公司安全负责人和辐射安全负责人任副组长，以及相关组员组成，同时明确机构各成员的主要工作职责。

2. 人员配备与职能

公司拟为两台加速器共配备 8 名辐射工作人员，每台加速器配备 4 人，每台加速器每天双班运行，每班 2 人，其中 1 人为收放线人员，1 人为控制室工作人员，人员不兼职其它辐射工作。所有辐射工作人员应安排参加全国核技术利用辐射安全和防护的线上培训学习并参加考核，取得合格证书后持证上岗。

辐射安全管理规章制度

根据已修订的《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部第 3 号令）中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、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、检测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

公司尚未制定了辐射防护管理规章制度，公司应根据上述法律法规及实际情况制定合理可行的规章制度。本报告对此提出以下建议和要求：

a) 岗位职责

建议明确建立“值班长”岗位职责，落实在设备运行中钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用的相关要求。

b) 操作规程

重点关注操作过程中采取的具体防护措施，明确本项目加速器工作前的安全检查要点，加强日常训练，避免事故发生。

c) 辐射防护和安全保卫制度

对加速器的安全防护工作要落实到相应人员，建议按照 HJ979-2018 的中电子加速器辐照装置的安全设计要求针对公司实际情况对辐射防护和安全保卫措施进行规定。

d) 设备检修维护制度

明确加速器和辐照厅、主机厅各项安全联锁装置、指示器等在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

建议按照 HJ979-2018 的要求制定装置的维护与维修内容，包括日检查、月检查、半年检查，以及制定严格的运行及维修维护记录制度，运行及维修维护期间应按规定完成运行日志的记录，记录与装置有关的重要活动事项并保存日志档案。

e) 人员培训计划及健康监护

根据《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》要求，自2020年1月1日起，公司将安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过该培训平台报名并参加考核。建议公司加强对辐射工作人员培训计划和档案的管理，做到有据可查。辐射工作人员接受职业健康监护，每年组织职业健康体检并建立个人职业健康监护档案。

f) 环境监测制度

明确监测频次和监测项目，主要包括个人剂量监测和工作场所监测，监测方式为公司自主监测与有资质单位开展的年度监测。辐射工作人员定期开展个人剂量检测，并建立档案，明确辐射工作人员的清单。发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。定期对本项目辐射工作场所开展辐射环境水平监测，并做好监测记录，定期上报。

此外，使用射线装置的单位应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报平台提交上一年度的评估报告，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

g) 辐射事故应急措施

针对加速器可能产生的辐射污染情况制定事故应急措施，依据《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 号文）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，当发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地人民政府生态环境主管部门报告。根据《江苏省辐射污染防治条例》要求，在事故发生后一小时内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应向卫健主管部门报告。

在应急程序中应明确应急组织机构中各成员的姓名和 24 小时联系电话以及上报生态环境、卫生健康等管理机构中事故报告部门的负责人和 24 小时联系电话。

辐射监测

1. 环境监测方案

(1) 个人剂量检测

公司开展辐射工作人员个人剂量监测，每 3 个月将个人剂量计收集后统一送有资质的单位检测。公司内辐射安全管理机构对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，长期保存。

监测发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

(2) 工作场所辐射环境检测

公司每年委托有监测资质的单位对辐射工作场所进行年度监测，连同年度辐射环境评估报告一并在每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报平台提交。

公司定期（每月）用巡检仪对工作场所进行环境自检，保存相关记录。设备出现故障维修后，经检定达到国家标准后再次启用。项目投入运行后开展竣工验收监测。

对工作场所及周围环境进行监测时发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市环境保护行政主管部门报告。

2. 环境监测仪器配备

辐射工作人员每人均配备个人剂量计（共配备 8 枚个人剂量计），开展辐

射工作时随身携带。

两台加速器共配备 4 台有效个人移动式报警仪，人员工作时随身携带。

公司内拟配备 1 台 X- γ 剂量率巡检仪，定期自检，保存检测记录。

辐射事故应急

建议企业尽快制定“辐射事故应急预案”，并规定事故预防措施与应急处理预案，建立“辐射安全管理与应急小组”，制定应急小组的主要职能和各小组成员的职责与分工，并在预案中规定企业内辐射事故情况下应急措施，报告程序、时限要求，以及应急事故相关成员的联系方式等内容。

应急预案中需要制定应急演习计划，积极开展辐射应急演习，发现问题能够及时解决，并在日常工作中加强对职工进行辐射防护知识的培训和安全教育，不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生。

在开展辐射工作时严格按操作规程操作，每次作业前确保控制区内无人后方可开机，定期检查各项安全联锁装置的有效性，确保工作安全有效运转。在检修期间，维修人员应与企业内当班的辐射工作人员做好工作交接，在满足检修条件的情况下，值班长应拔出控制柜的开机钥匙或者切断加速器的电源，防止设备意外启动，待检修完成才能接通电源试运行，试运行正常才能正式投用。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，当发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地人民政府生态环境主管部门报告。根据《江苏省辐射污染防治条例》要求，在事故发生后一小时内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

公司在以后的工作中需要不断对应急预案进行完善，并加强应急演练，使其具有较强的针对性和可操作性。

落实以上要求后，该公司的辐射事故应急措施能够满足辐射安全的要求。

表 13 结论与建议

结论

选址、布局评价：常州常园地点位于常州市金坛经济开发区南二环东路 1699 号，其场所为租赁常州市沃尔核材有限公司（简称沃尔核材）3#厂房内 1100 平方米的区域，本项目拟建的 2.5MeV 和 2.0MeV 两座加速器机房东西共墙相邻（西侧为 2.5MeV 加速器机房，东侧为 2.0MeV 加速器机房），两座加速器机房周围 50m 范围均在沃尔核材厂区内，本项目周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目环境保护目标主要是加速器辐射工作人员、沃尔核材的工作人员和公众。加速器出束时，辐照厅及主机厅内均无人员停留，本项目加速器机房布局合理可行。

辐射防护措施评价：本项目加速器辐照厅、主机厅采用混凝土屏蔽电子束和 X 射线，其采取的是实体屏蔽方式。根据理论预测可知，本项目加速器辐照厅、主机厅四周屏蔽墙体、屋顶、迷道、防护门的屏蔽厚度均能满足防护要求；电线电缆进出通道、通风管道的设置合理可行，均未破坏加速器辐照厅、主机厅的屏蔽效果，公司辐射防护措施满足当前的管理要求。

辐射环境影响评价：根据理论估算结果可知，本项目辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足本项目剂量约束值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。满足 HJ979-2018 中电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体表面 30cm 处及外区域周围剂量当量率不超过 2.5 μ Gy/h 的要求。

辐射安全措施评价：本项目设置了以下辐射安全措施：①控制室主控台上配备有钥匙开关，钥匙开关控制加速器系统的运行，钥匙与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连；②辐照厅及主机厅防护门设置了门机联锁装置；③束下装置与加速器设有联锁保护功能；④在控制区出入口处（辐照厅和主机厅防护门上方）及内部（辐照厅和主机厅迷道内）均设置灯光和音响警示信号，用于开机前对辐照室和主机室内人员的警示。主机室和辐照室出入口（即两者的防护门）上方设置工作状态指示装置，并与电子加速器辐照装置联锁；⑤控制室主控台、辐照厅和主机厅内（包括四周墙壁及迷道内墙）均设有紧急停机按钮，辐照厅及迷道、主机厅及迷道内加装拉线开关，并覆盖全部区域；⑥辐照厅和

主机厅迷道外口和内口分别设置三道光电开关系统；⑦辐照厅的急停按钮兼做巡检开关，辐照厅和主机厅迷道口设置开门开关，紧急情况下按下该开关后加速器停机，防护门可从内部打开；⑧辐照厅迷道、主机厅迷道安装辐射监测系统，设置剂量联锁系统；⑨主机厅、辐照厅的通风系统与加速器控制系统联锁；⑩辐照室设置烟雾报警；⑪辐照厅入口、主机厅入口、控制室入口等明显位置设置有醒目的电离辐射警告标志；⑫辐照厅内安装有视频监控系统，实时监控辐照加速器的运行情况。本项目以上辐射安全措施满足辐射安全管理的要求。

臭氧对环境影响评价：本项目两座加速器的辐照厅内均设置有机通风系统，在加速器停止工作后，辐照厅内通风系统继续工作，2.5MeV 加速器停止运行 1.3min 后，2.0MeV 加速器停止运行 2.8min 后辐照厅内的臭氧浓度均可达到《辐射加工用电子加速器工程通用规范》中（GB/T25306-2010）“臭氧，最高容许浓度： $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ”，此时工作人员进入辐照厅是安全的。公司应加强对辐射工作人员的管理和培训，明确加速器停机足够时间后方可进入辐照厅。臭氧通过 33 米排气筒排放，最大落地浓度满足环境标准。

室内臭氧通过排风系统排入外环境，臭氧排放浓度不会改变项目所在地的环境空气功能区类型，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对环境影响较小。

辐射安全管理评价：公司拟成立辐射安全和环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并明确了辐射防护管理小组的主要职责；公司拟制定相关的辐射管理制度及辐射事故应急预案等；公司辐射工作人员报名参加辐射安全和防护专业知识培训并进行考核，并开展个人剂量监测和职业健康体检，建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。

辐射防护监测仪器：辐射工作人员每人均配备个人剂量计（共配备 8 枚个人剂量计），两台加速器共配备 4 台有效个人移动式报警仪，公司内拟配备 1 台 X- γ 剂量率巡检仪。

总结论：

综上所述，常州常园电子材料有限责任公司新建 2 套电子加速器辐射装置项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响较小，

故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

建议

1. 设备开机调试或测试时严格遵循操作规程，加强对操作人员和管理人辐射安全教育，避免意外照射事故。
2. 公司定期对所有安全设施、辐射监测仪表的有效性和可靠性进行检查。
3. 根据新的法律法规和行业标准并结合实际工作，不断对规章制度进行补充完善。
4. 项目建设期间严格按照“附表：‘三同时’措施一览表”进行建设，建设项目竣工后，建设单位应当编制验收监测（调查）报告，建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。环境保护设施竣工后在3个月内进行竣工环保验收。验收工作主要围绕（1）屏蔽体的建设是否保证墙外剂量率达标；（2）各项联锁装置、安全措施是否安装到位；（3）公司辐射安全相关的管理制度是否有效执行；（4）辐射工作人员是否经过体检、培训并配备个人剂量计；（5）公司自检用的巡检仪以及报警仪是否配备到位。

附表：辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	设立辐射安全管理机构，指定 1 名本科学历管理人员，并以文件形式明确机构内各人员职责。	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对管理机构和辐射工作人员上岗的要求。	/
	辐射安全管理机构和操作人员参加全国核技术利用辐射安全和防护的线上培训学习并参加考核，取得合格证书。		1/年
	完善操作规程、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、监测制度、辐射事故应急措施等辐射安全规章制度。	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对管理制度的要求。	/
	辐射工作人员定期（每个季度）接受个人剂量监测，建立个人剂量监测档案。辐射工作人员每年接受职业健康体检，建立个人职业健康监护档案。	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对个人剂量和健康监护的要求。	1/年
辐射安全和防护措施	加速器辐照厅和主机厅采用混凝土浇筑结构，防护门为钢制门。其中，2.5MeV 加速器一层辐照厅北墙、西墙为 170cm 混凝土，南侧墙为 230cm 混凝土（内墙加外墙），东侧墙为 170cm 混凝土，辐射室顶为 80cm 混凝土；二层主机厅四周墙均为 60cm 混凝土，屋顶为 60cm 混凝土。2.0MeV 加速器一层辐照厅北墙、东墙为 160cm 混凝土，西墙为 170cm 混凝土（与西侧 2.5MeV 加速器辐照室共墙），南侧墙为 215cm 混凝土（内墙加外墙），辐射室顶为 60cm 混凝土；二层主机厅四周墙体均为 60cm 混凝土，屋顶为 60cm 混凝土。	加速器装置周围 30cm 处辐射剂量率低于《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中 2.5 μ Sv/h 的限值要求。人员年受照剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目剂量约束值，职业人员年有效剂量不超过 5mSv/a，公众年有效剂量不超过 0.1mSv/a。	330
	1) 设钥匙开关；2) 安装门机联锁；3) 束下装置与加速器控制联锁；4) 设置声光警示；5) 安装光电联锁；6) 安装紧急停机按钮及拉线开关；7) 急停开关兼做巡	辐射安全装置和保护设施设计符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中有关安全联锁、工作指示灯、警示标志、急停开关等安全设	50

	检开关，设置开门开关；8) 设置剂量连锁；9) 设置通风连锁；10) 设置烟雾报警连锁；11) 设置有醒目的电离辐射警告标志；12) 安装视频监控。	施的要求。	
通风措施	辐照厅吸风口位于辐照厅西南侧地面，采用地下式排风管道，通过地下风管（埋深 200cm）延伸至屏蔽墙外地下后，再垂直地面分别并外接机房外的排风烟囱，地下通风管路为“U”形状，在不破坏屏蔽墙体的情况下，利用风机将厅内臭氧和氮氧化物抽至排风管内，最终排入大气中，排放口离地高度约 33m，高于 3#厂房顶部。	排风管道均未破坏辐照厅屏蔽墙整体防护效果，排放口处辐射剂量在控制在较低水平，能够满足辐射防护的要求。	15
监测仪器和防护用品	配置 1 台环境辐射剂量巡测仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对辐射监测仪器的配备要求。	1.0
	配备 4 台个人剂量报警仪		2.0
总计	—	—	400

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公章

经办人 年 月 日

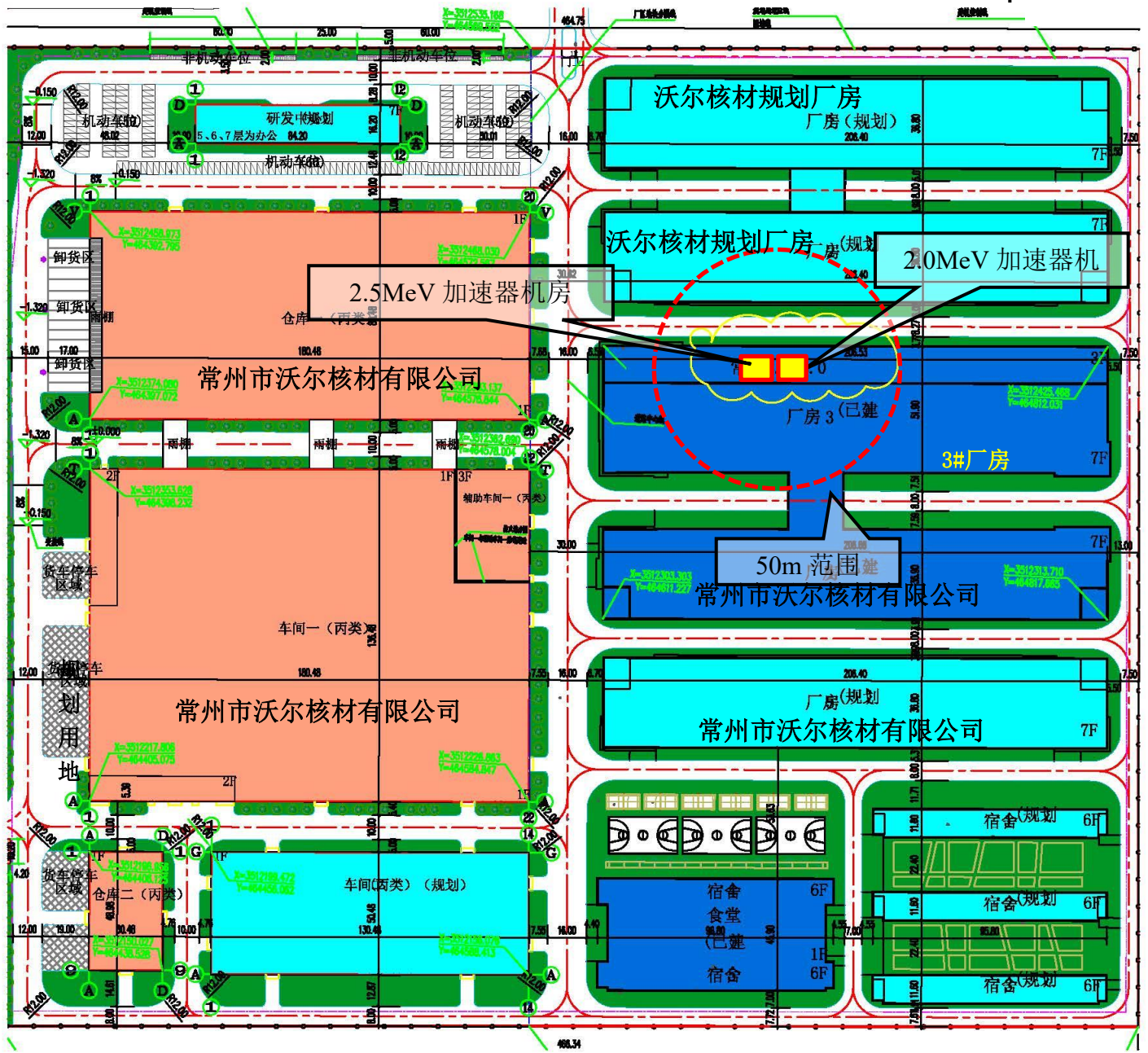
审批意见:

公章

经办人 年 月 日

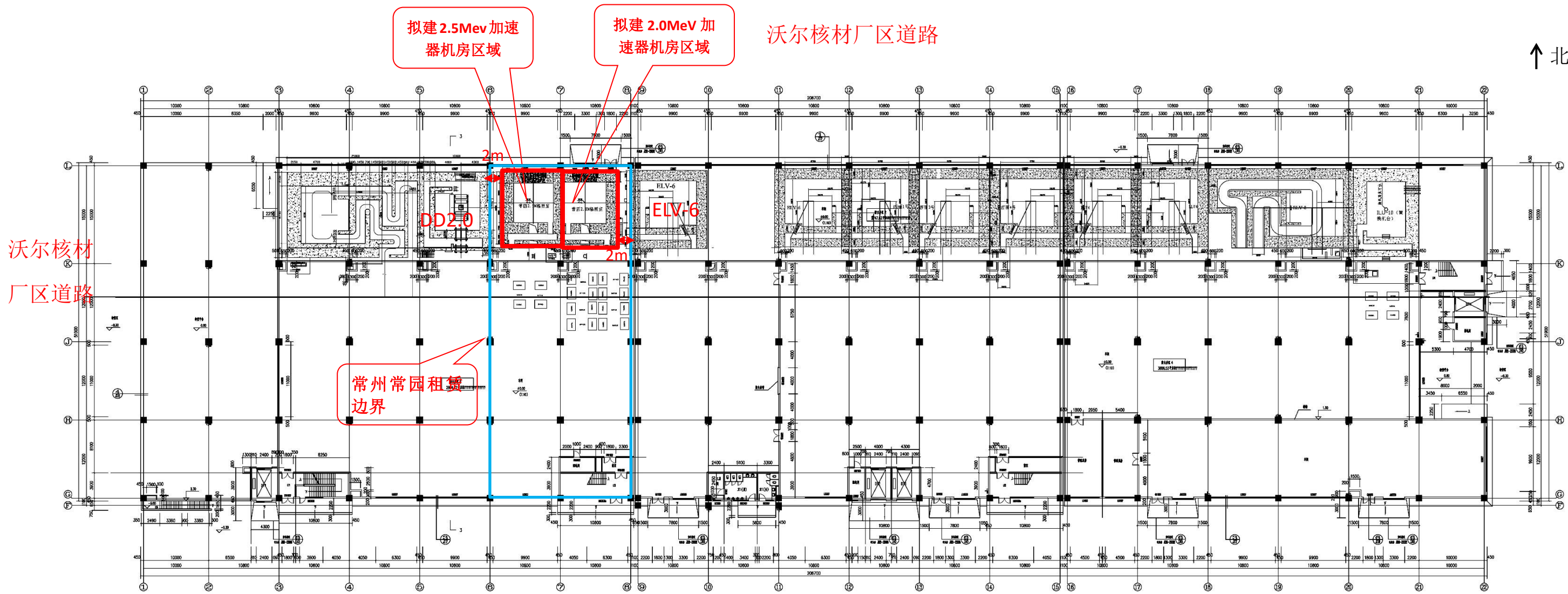


附图 1 公司地理位置示意图



比例尺: 50m

附图 2 公司所在 3#厂房周围环境图



图例:

常州常园租赁边界



本项目加速器机房区域

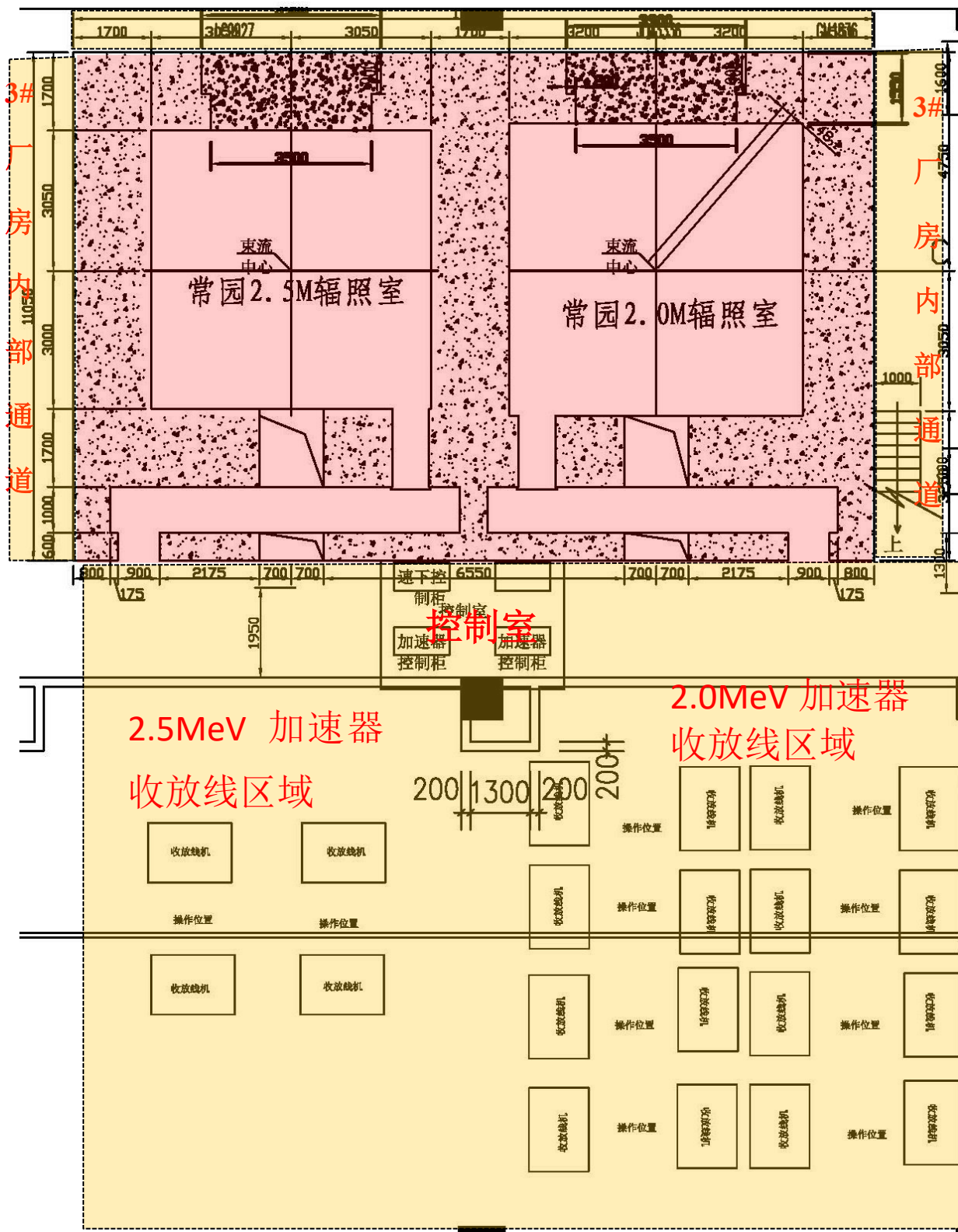


比例尺: 10m

沃尔核材厂区道路

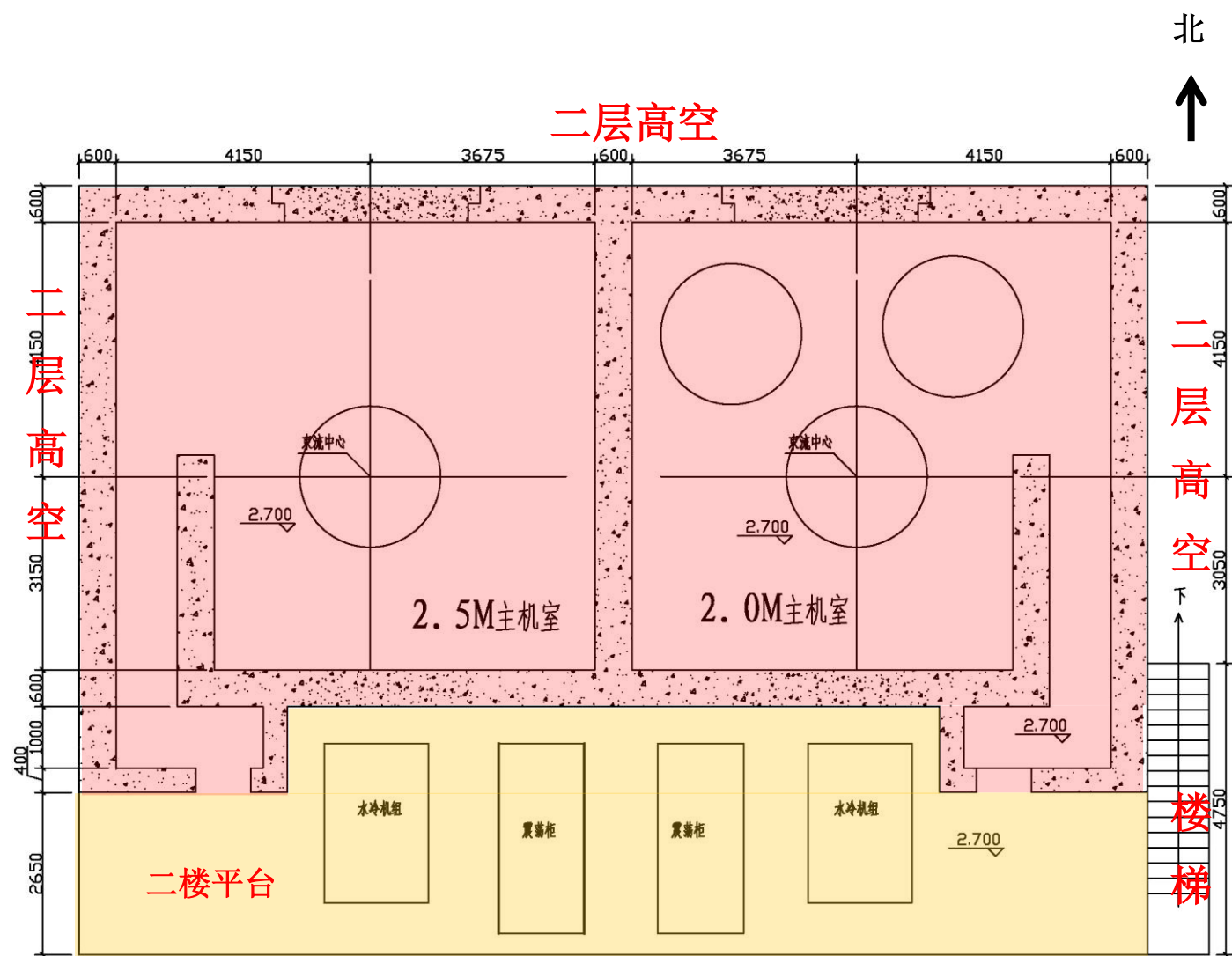
附图3 3#厂房平面布置及公司租赁边界示意图

室外道路

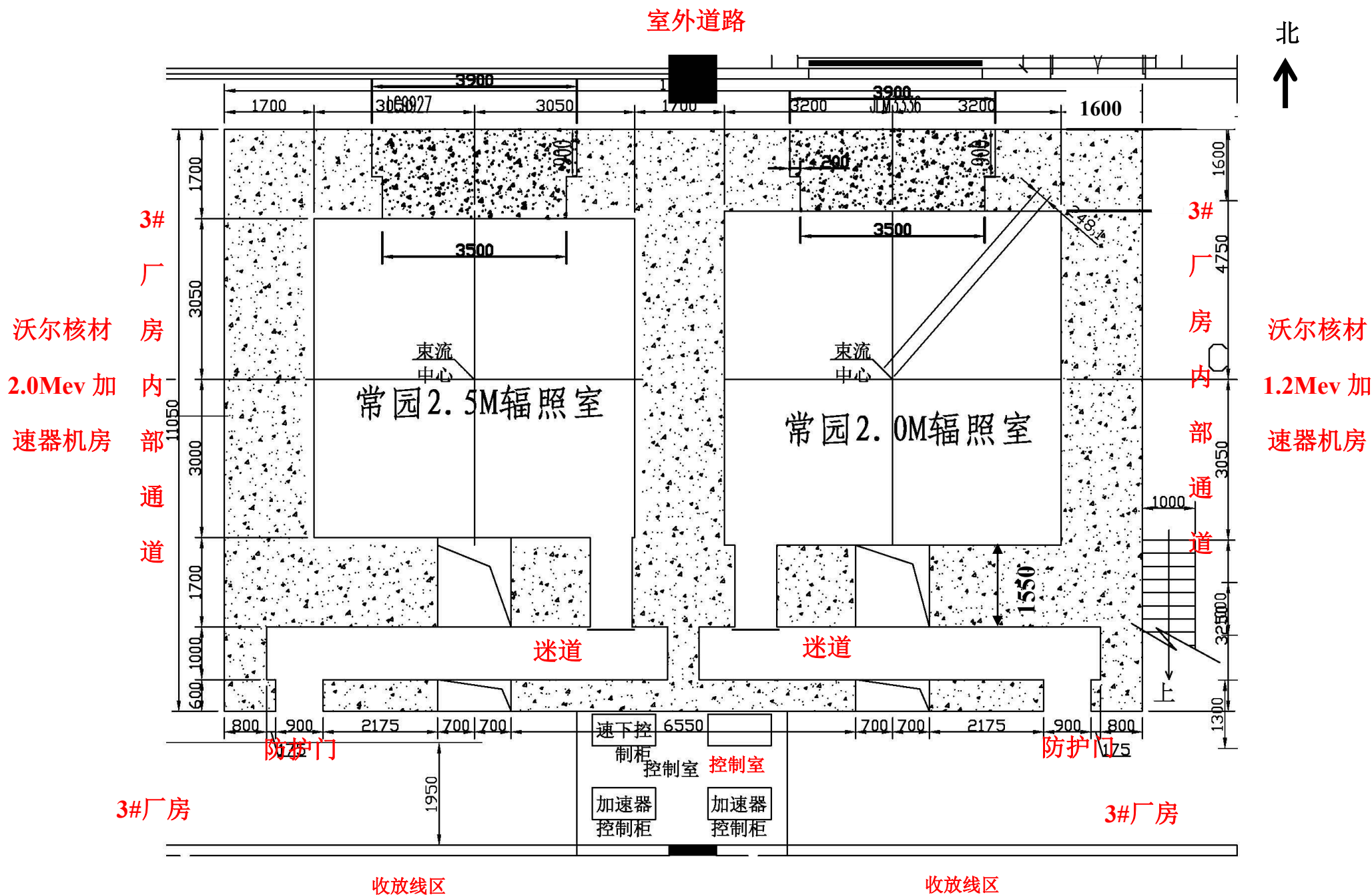


图例：
 控制区：[Solid Pink Box]
 监督区：[Stippled Box]

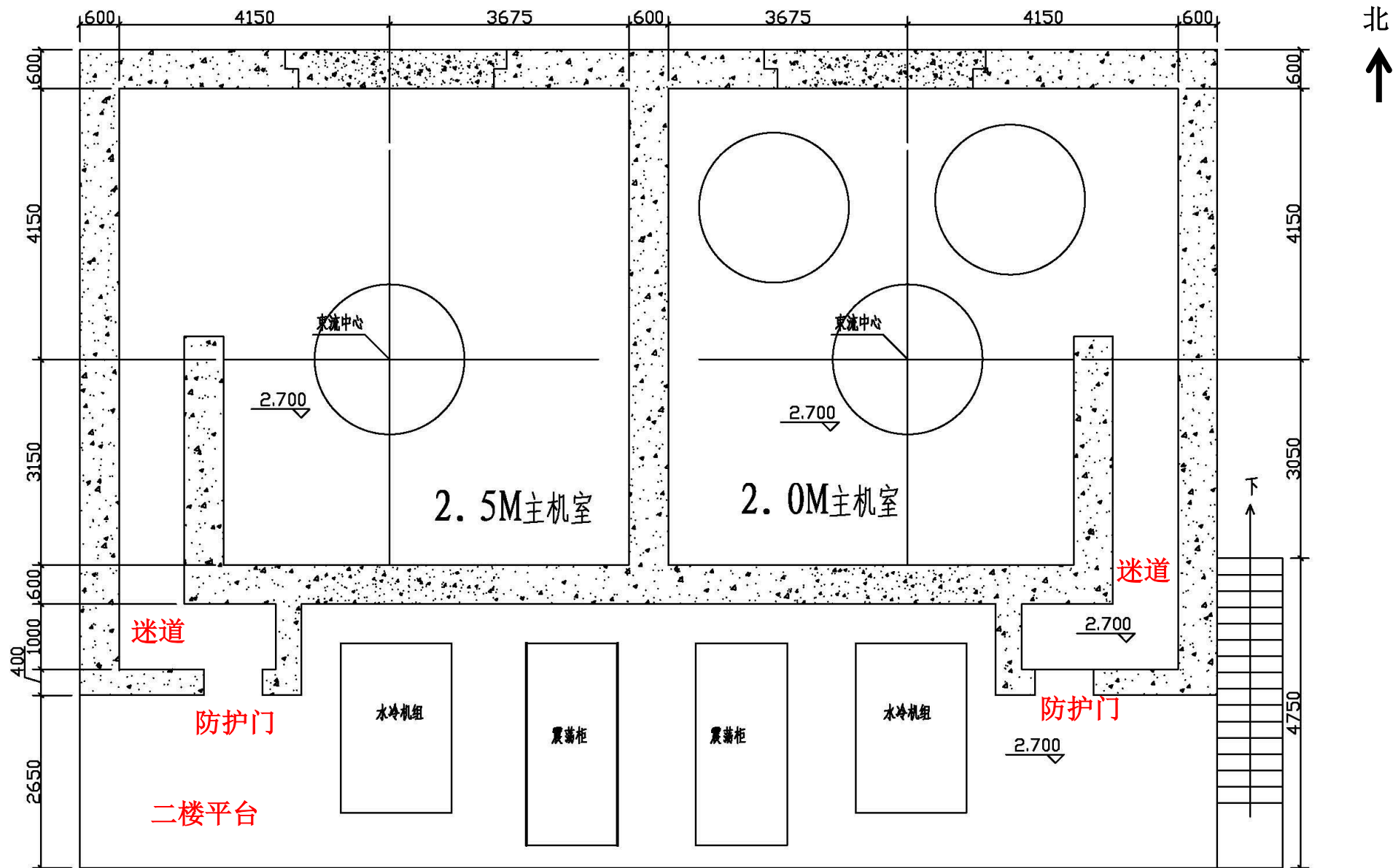
附图 4-1 加速器辐射工作场所分区示意图（一层）



附图 4-2 加速器辐射工作场所分区示意图 (二层)



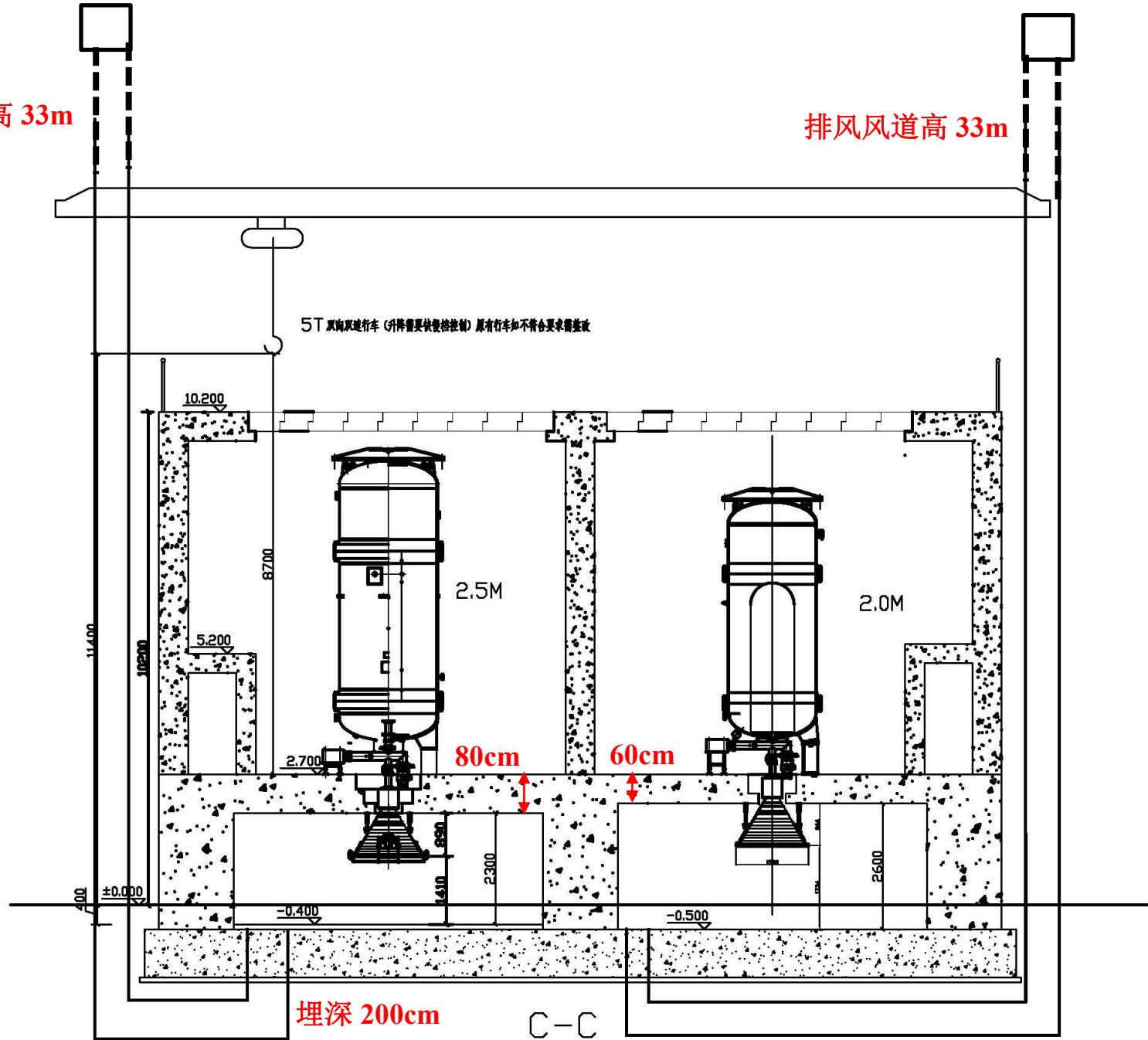
附图 5-1 加速器机房一层辐照厅平面设计图



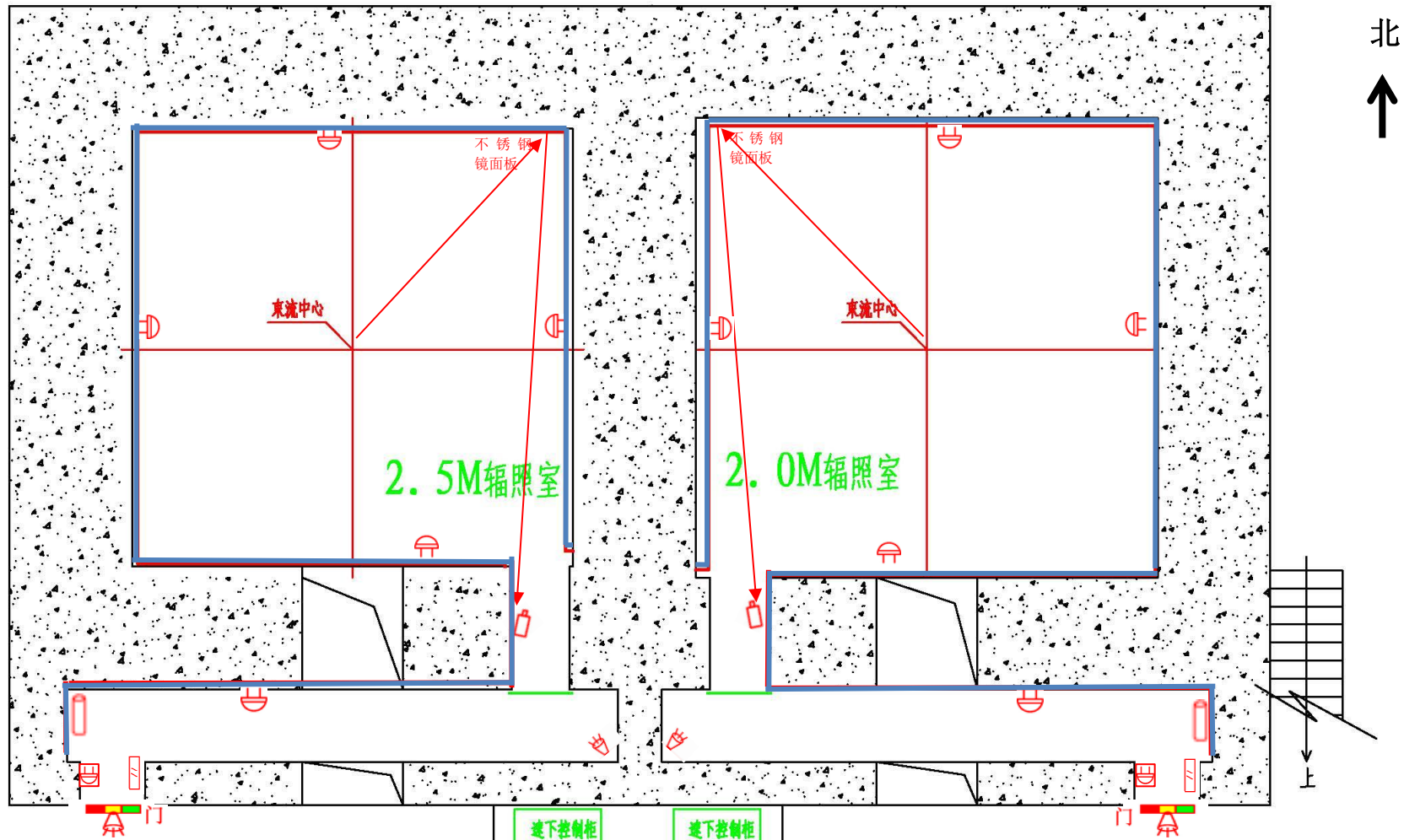
附图 5-2 加速器机房二层主机厅平面设计图

排风风道高 33m

排风风道高 33m



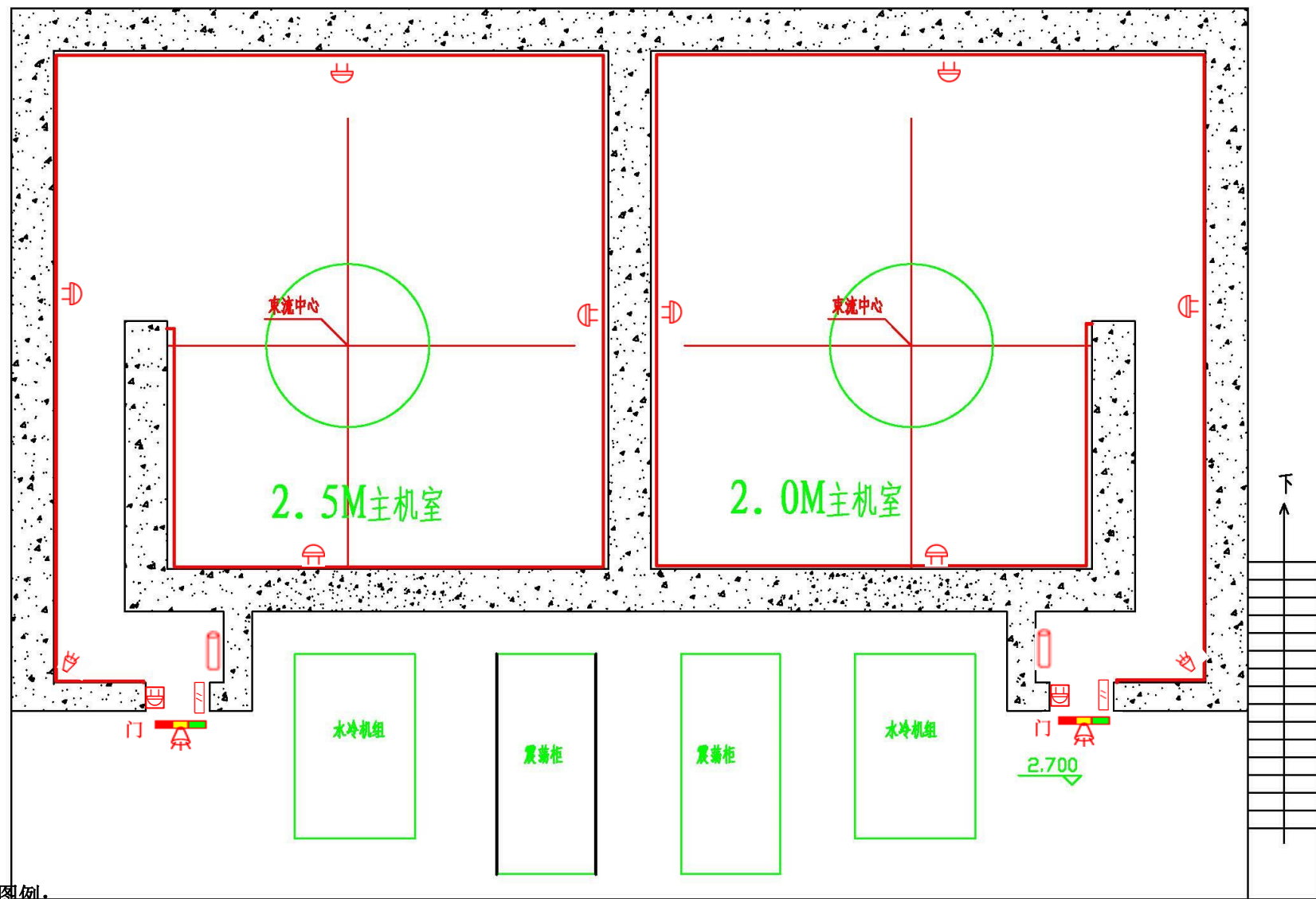
附图 5-3 加速器机房剖面设计图 (含通风管路示意图)



图例:

- 工作状态指示灯 (含音响警示):
- 光电装置:
- 钥匙开关:
- 门机联锁:
- 语音灯光报警:
- 急停开关:
- 剂量探头:
- 摄像头:
- 开门开关:
- 拉线急停:

附图 6-1 加速器机房辐照厅安全措施示意图



北
↑

图例:

- 工作状态指示灯 (含音响警示):
- 光电装置: 剂量探头:
- 门机联锁: 语音灯光报警:
- 开门开关: 急停开关:
- 拉线急停:

附图 6-2 加速器机房主机厅安全措施示意图

环评委托书

附件一

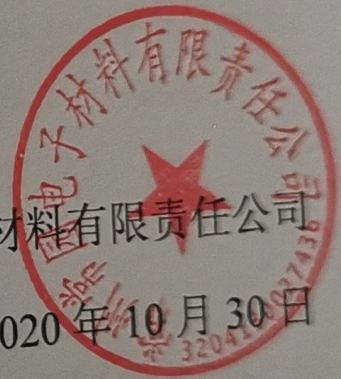
苏州热工研究院有限公司：

经商谈，我公司委托贵院开展《新建2套电子加速器辐照装置项目》核技术利用建设项目环境影响评价。项目地点：常州市金坛区南二环东路1699号3#厂房内。

特此委托！

常州常园电子材料有限责任公司

2020年10月30日



厂房租赁合同书

CYSH2202012160344

出租方：常州市沃尔核材有限公司（以下简称甲方）

承租方：常州常园电子材料有限责任公司（以下简称乙方）

根据有关法律法规，甲乙双方经友好协商一致达成如下条款，以供遵守。

第一条 租赁位置、面积、功能及用途

1.1 甲方将位于金坛区南二环东路 1699 号的常州市沃尔核材有限公司 1100 平方米厂房（3#厂房 1F）（以下简称租赁物）租赁于乙方使用。租赁物面积经甲乙双方认可确定为 1100 平方米。

1.2 本租赁物的功能为工业厂房，包租给乙方使用。如乙方需转变使用功能，须经甲方书面同意，因转变功能所需办理的全部手续由乙方按政府的有关规定申报，因改变使用功能所应交纳的全部费用由乙方自行承担。

1.3 本租赁物采取包租的方式，由乙方自行管理。

第二条 租赁期限

2.1 租赁期限 240 个月，即从 2021 年 3 月 1 日起至 2041 年 2 月 28 日止。

2.2 租赁期限届满前 1 个月提出，经甲方同意后，甲乙双方将对有关租赁事项重新签订租赁合同。在同等承租条件下，乙方有优先租赁权。

第三条 租赁费用

3.1 租金

2021 年租金为每年每平方米人民币 117.6 元（含税价），此后每年的年租金根据市场行情予以调整。

乙方应于 2021 年 3 月 15 日前交付首期租金，金额为人民币 10780 元。以后每季度第一个月 5 日前将租金汇至甲方账户里。

乙方向甲方交付租金，甲方向乙方开具税务发票。乙方逾期支付租金，应向甲方支付滞纳金，滞纳金金额为：拖欠天数乘以欠缴租金总额的 5%。

3.2 押金

甲方交付租赁房屋时，收取乙方一个月（不超过三个月）租金数额的租赁押金，即人民币 伍万 元整。甲方收取租赁押金后，向乙方开具收据。

第四条 水电、供电增容费用

4.1 乙方租赁区域内产生的水电费，以实际抄表为准，经甲方核算后，乙方将核算后的总额，每月 15 日前汇至甲方账号内。逾期不交，应向甲方缴纳滞纳金，滞纳金金额为：

拖欠天数乘以欠缴水电费总额的5%。

4.2 本合同生效后，甲方负责申办供电增容的有关手续，因供电增容所应交纳的费用，包括但不限于增容，由乙方承担。乙方应在甲方申办有关手续期间向甲方支付有关费用。

第五条 租赁物的转让

5.1 在租赁期限内，若遇甲方转让出租物的部分或全部产权，甲方应确保受让人继续履行本合同。在同等受让条件下，乙方对本出租物享有优先购买权。

第六条 专用设施、场地的维修、保养

6.1 甲方应保证租赁房屋及其内部设施的安全和正常使用，租赁房屋及其附属设施的安全性符合法律、法规或规章的规定。

6.2 乙方在租赁期间享有租赁物所属设施的专用权。乙方应负责租赁物内专用设施的维护、保养、年审，并保证在本合同终止时专用设施以可靠运行状态随同租赁物归还甲方。甲方对此有检查监督权。

6.3 乙方对租赁物附属物负有妥善使用及维护之责任，对各种可能出现的故障和危险应及时消除，以避免一切可能发生的隐患。

6.4 乙方在租赁期限内应爱护租赁物，因乙方使用不当造成租赁物损坏，乙方应负责维修，费用由乙方承担。

第七条 防火安全

7.1 乙方在租赁期间须严格遵守《中华人民共和国消防条例》以及常州市金坛区有关制度，积极配合甲方做好消防工作，否则，由此产生的一切责任及损失由乙方承担。

7.2 乙方应在租赁物内按有关规定配置灭火器，严禁将楼宇内消防设施用作其它用途。

7.3 租赁物内确因维修等事务需进行一级临时动火作业时（含电焊、风焊等明火作业），须向甲方消防主管部门批准。

7.4 乙方应按消防部门有关规定全面负责租赁物内的防火安全，甲方有权于双方同意的合理时间内检查租赁物的防火安全，但应事先给乙方书面通知。乙方不得无理拒绝或延迟给予同意。

第八条 保险责任

8.1 在租赁期限内，甲方负责购买租赁物的保险，乙方负责购买租赁物内乙方的财产及其它必要的保险（包括责任险）。若甲乙各方未购买上述保险，由此而产生的所有赔偿及责任分别由甲乙各方承担。

第九条 物业管理

9.1 乙方在租赁期满或合同提前终止时，应于租赁期满之日或提前终止之日将租赁物清扫干净，搬迁完毕，并将租赁物交还给甲方。如乙方归还租赁物时不清理杂物，则甲方

对清理该杂物所产生的费用由乙方负责。

9.2 租赁期满后或因乙方责任导致退租的，除双方另有约定外，甲方有权要求乙方恢复原状，否则因恢复工程产生的费用从押金中扣除。同时由于乙方原因造成的租赁物损坏，乙方必须按甲方要求修复处理，直至甲乙双方共同验收合格完成；若乙方未按甲方要求修复，甲方有权不通知乙方，联系专业维修单位修复处理，所产生的一切费用由乙方承担，同时甲方有权对乙方作相应的罚款，维修费与罚款一并于押金中扣除。

9.3 乙方在使用租赁物时必须遵守中华人民共和国的法律、金坛市法规以及甲方有关租赁物物业管理的有关规定，如有违反，应承担相应责任。倘由于乙方违反上述规定影响建筑物周围其他用户的正常运作，所造成损失由乙方赔偿。

第十条 装修条款

10.1 除房屋内已有装修和设施外，乙方因需要使用，在不影响房屋主体结构的前提下，经征得甲方基建部门同意后，可以对承租房租进行装修、改造，相关费用由乙方自行承担。

10.2 乙方如改变房屋的内部结构、装修或设置对房屋结构有影响的设备，涉及规模、范围、工艺、用料等方案均须事先征得甲方基建部门的书面同意后，同时甲方基建部按规定向有关部门办理申报手续后方可施工。

第十一条 租赁物的转租

经甲方书面同意后，乙方方可将租赁物的部分面积转租，但转租部分的管理工作由乙方负责，包括向转租户收取租金等。本合同规定的甲乙双方的责任和权利不因乙方转租而改变。

如发生转租行为，乙方还必须遵守下列条款：

- 1、转租期限不得超过乙方对甲方的承租期限；
- 2、转租租赁物的用途不得超出本合同第一条规定的用途；
- 3、乙方应在转租租约中列明，倘乙方提前终止本合同，乙方与转租户的转租租约应同时终止。
- 4、乙方须要求转租户签署保证书，保证其同意履行乙方与甲方合同中有关转租行为的规定，并承诺与乙方就本合同的履行对甲方承担连带责任。在乙方终止本合同时，转租租约同时终止，转租户无条件迁离租赁物。乙方应将转租户签署的保证书，在转租协议签订后的 10 日内交甲方存档。
- 5、无论乙方是否提前终止本合同，乙方因转租行为产生的一切纠纷概由乙方负责处理。
- 6、乙方对因转租而产生的税、费，由乙方负责。

第十二条 提前终止合同



12.1 在租赁期限内，若遇乙方欠交租金超过 1 个月，甲方在书面通知乙方交纳欠款之日起五日内，乙方未支付有关款项，甲方有权停止乙方使用租赁物内的有关设施，由此造成的一切损失（包括但不限于乙方及受转租户的损失）由乙方全部承担。

若遇乙方欠交租金超过 3 个月，甲方有权提前解除本合同，并不承担任何法律责任。在甲方以传真或信函等书面方式通知乙方（包括受转租人）之日起，本合同自动终止。甲方有权留置乙方租赁物内的财产（包括受转租人的财产）并在解除合同的书面通知发出之日起五日后，方将申请拍卖留置的财产用于抵偿乙方应支付的因租赁行为所产生的全部费用。

12.2 未经甲方书面同意乙方不得提前终止本合同。如乙方确需提前解约，须提前 3 个月书面通知甲方，且履行完毕以下手续，方可提前解约：a. 向甲方交回租赁物；b. 交清承租期的租金及其它因本合同所产生的费用；c. 应于本合同提前终止前一日或之前向甲方支付相等于当月租金 3 倍的款项作为赔偿。甲方在乙方履行完毕上述义务后五日内将乙方的租赁保证金无息退还乙方。

第十三条 免责条款

13.1 若因政府有关租赁行为的法律法规的修改或其它非人为不可抗因素导致甲方无法继续履行本合同时，将按本条第 2 款执行。

13.2 凡因发生严重自然灾害、战争或其他不能预见的、其发生和后果不能防止或避免的不可抗力致使任何一方不能履行本合同时，遇有上述不可抗力的一方，应立即用邮递或传真通知对方，并应在三十日内，提供不可抗力的详情及合同不能履行，或不能部分履行，或需延期履行理由的证明文件。该项证明文件应由不可抗力发生地区的公证机关出具，如无法获得公证出具的证明文件，则提供其他有力证明。遭受不可抗力的一方由此而免责。

第十四条 合同的终止

本合同提前终止或有效期届满，甲、乙双方未达成续租协议的，乙方应于终止之日或租赁期限届满之日迁离租赁物，并将其返还甲方。乙方逾期不迁离或不返还租赁物的，应向甲方加倍支付租金，但甲方有权书面通知乙方其不接受双倍租金，并有权收回租赁物，强行将租赁场地内的物品搬离租赁物，且不负保管责任。

第十五条 有关税费

按国家及金坛区有关规定，因本合同缴纳的印花税、登记费、公证费及其他有关的税项及费用，按有关规定应由甲方作为出租人、乙方作为承担人分别承担。有关登记手续由甲方负责办理。

第十六条 通知

10027

根据本合同需要发出的全部通知以及甲方与乙方的文件往来及与本合同有关的通知和要求等，应以书面形式进行；甲方给予乙方或乙方给予甲方的信件或传真一经发出，挂号邮件以本合同同第一页所述的地址并以对方为收件人付邮 10 日后或以专人送至前述地址，均视为已经送达。

第十七条 适用法律

17.1 本合同在履行中发生争议，应由双方协商解决，若协商不成，则通过仲裁程序解决，双方一致同意以中国国际经济贸易仲裁委员会深圳分会作为争议的仲裁机构。

17.2 本合同受中华人民共和国法律的管辖，并按中华人民共和国法律解释。

第十八条 其它条款

18.1 本合同未尽事宜，经双方协商一致后，可另行签订补充协议。

18.2 本合同一式肆份，甲、乙双方各执贰份。

第十九条 合同效力

本合同经双方签字盖章，并收到乙方支付的首期租赁保证金款项后生效。

甲方（印章）： 常州市沃尔核材有限公司

授权代表（签字）： _____

日 期： _____ 年 _____ 月 _____ 日

乙方（印章）： 常州常园电子材料有限责任公司

授权代表（签字）： _____

日 期： _____ 年 _____ 月 _____ 日



射线装置使用承诺书

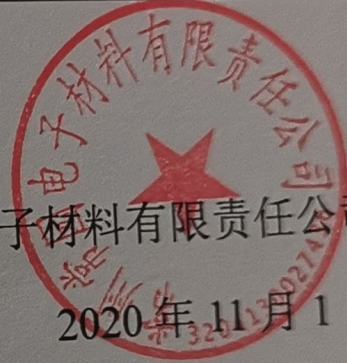
常州常园电子材料有限责任公司单位加速器使用情况如下：

序号	射线装置名称	数量	最高能量	最大束流/最大功率	射线装置类别	工作场所名称	活动种类
1	AB2.5-4-0 型工业电子加速器	1 台	2.5MeV	40mA	II类	3#厂房内加速器机房	使用
2	AB2.0-50 型工业电子加速器	1 台	2.0MeV	50mA	II类	3#厂房内加速器机房	使用

本公司郑重承诺：以上资料完全属实。

单位名称(盖章)：常州常园电子材料有限责任公司

2020年11月1日





171012050252

附件四



苏州热工研究院有限公司环境检测中心

检测 报 告

报告编号：SNPI环检(电离)字[2021]第021号

项 目 名 称 新增2台工业电子加速器辐射环境现状检测

委 托 单 位 常州常园电子材料有限责任公司

检 测 类 型 电离环评检测

发 布 日 期 2021年1月7日

苏州热工研究院有限公司环境检测中心

(加盖检测报告专用章)



报告说明

- 1、报告无本单位检测报告专用章、骑缝章无效。
- 2、复制报告未重新加盖本单位检测报告专用章无效。
- 3、报告涂改无效。
- 4、自送样品的委托检测，其结果仅对来样负责；对不可复现的检测项目，结果仅对所代表的时间和空间负责。
- 5、检测报告版权属本中心，若需复印，需经本中心复印，且应全部复印。

单位名称：苏州热工研究院有限公司环境检测中心

地 址：江苏省苏州市西环路1788号

电 话：0512-83552300

手 机：13912616480

电子邮件：qinhongjuan@cgnpc.com.cn

邮政编码：215004

苏州热工研究院有限公司环境检测中心 检测报告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2021]第021号

第 1 页/共 4 页

检测报告内容

检测项目	X-γ 辐射剂量率
委托单位	常州常园电子材料有限责任公司
委托单位地址	江苏省常州市金坛区南二环东路1699号
检测日期	2020年11月11日
检测方式	现场检测
检测地址	江苏省常州市金坛区南二环东路1699号常州沃尔核材有限公司厂区内
检测所依据的技术文件名称及代号	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》 GB/T 14583-1993 《辐射环境监测技术规范》 HJ/T 61-2001
检测结果	见检测结果表。
检测结论	经检测, 企业拟建两座加速器机房区域及周围X-γ辐射剂量率范围为(0.113~0.117) μSv/h;
备注	/

报告编制人 李远 报告审核人 王紫 授权签字人 沙向东
签 名 李远 签 名 王紫 签 名 沙向东

苏州热工研究院有限公司环境检测中心 检测报告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2021]第021号

第 2 页/共 4 页

现场情况说明

检测环境条件	天气: 晴 温度: 18℃ 湿度: 45%RH
检测设备	X-γ 辐射剂量率仪 FH40G+ (672E-10) HJ-5 能量响应范围: 40keV-4.4MeV; 剂量率测量 范围: 1nSv/h -100 μ Sv/h 有效期: 2020-04-02至2021-04-01
检测对象参数	环境现状检测。
检测工况	项目尚未建设, 检测拟建区域周围环境现状。(现场检测时, 东西两侧相邻的常州沃尔核材加速器正常运行, 其中东侧加速器运行工况为: 电子束能量1.2MeV, 束流65.3mA; 西侧加速器运行工况为: 束流能量2.0MeV, 束流37.8mA。)
现场情况记录	企业拟建一座2.5MeV加速器机房及一座2.0MeV加速器机房, 拟建区域位于常州沃尔核材有限公司3号厂房, 拟建区域东西两侧为常州沃尔核材有限公司现有加速器机房, 北侧为道路, 南侧为3号厂房内部区域。
检测点位	见检测点位示意图。

苏州热工研究院有限公司环境检测中心 检测报告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2021]第021号

第 3 页/共 4 页

表1 拟建加速器机房区域周围X- γ 辐射剂量率检测结果

检测点序号	检测点位置	辐射剂量率 (μ Sv/h)	测量标准偏差 (μ Sv/h)
1	拟建2.5MeV加速器区域(北)	0.115	0.001
2	拟建2.5MeV加速器区域(中)	0.116	0.002
3	拟建2.5MeV加速器区域(南)	0.117	0.002
4	拟建2.0MeV加速器区域(北)	0.116	0.002
5	拟建2.0MeV加速器区域(中)	0.115	0.002
6	拟建2.0MeV加速器区域(南)	0.114	0.001
7	拟建加速器区域南侧	0.115	0.001
8	拟建加速器区域西侧	0.115	0.001
9	拟建加速器区域北侧	0.113	0.002
10	拟建加速器区域东侧	0.117	0.002

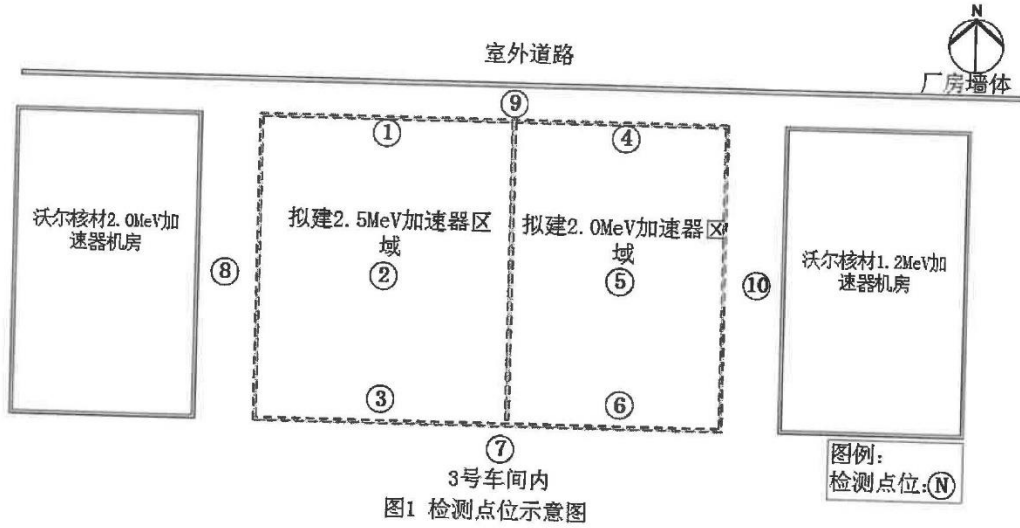
注:检测结果均未扣除宇宙射线响应值。

—以下数据空白—

苏州热工研究院有限公司环境检测中心 检测报告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2021]第021号

第 4 页/共 4 页



辐射工作安全责任书

为防治放射性污染，保护环境，保障人体健康，落实辐射工作安全责任，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》有关规定，常州常园电子材料有限责任公司承诺：

一、单位负责人夏春亮 (职务法人代表)为本单位辐射工作安全责任人。

二、设置专职机构_____（名称）或指定专人负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作。

三、在许可规定的范围内从事辐射工作。

四、健全安全、保安和防护管理规章制度，制定辐射事故应急预案，并采取措施防止辐射事故的发生。一旦发生事故将立即报告当地环保部门。

五、建立放射性同位素的档案，并定期清点。

六、指定专人 / 负责放射性同位素保管工作。放射性同位素单独存放，不与易燃、易爆、腐蚀性等物品混存。确保贮存场所具有有效防火、防水、防盗、防丢失、防泄漏的安全措施。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时及时进行登记、检查，做到账物相符。

七、保证其辐射工作场所安全、防护和污染防治设施符合国家有关要求，并确保这些设施正常运行。

八、发生任何涉及放射性同位素的转让、购买行为时，在规定时间内办理备案登记手续。

九、在运输或委托其他单位运输放射性同位素时，遵守有关法律、法规，制定突发事件的应急方案，并有专人押运。

十、按有关规定妥善处置放射性废物或及时送城市放射性废物库贮存。

十一、对本单位辐射工作人员进行有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育，持证上岗。

十二、每年对本单位辐射工作安全与防护状况进行一次自我安全评估，安全评估报告将对存在的安全隐患提出整改方案，安全评估报告报省(市)级环保部门备案。

十三、建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

十四、认真履行上述责任，如有违反，造成不良后果的，将依法承担有关法律及经济责任。

单 位：常州常园电子材料有限责任公司

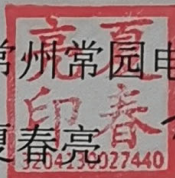
法定代表人：夏春亮

负 责 人：彭建刚

联 系 人：彭建刚

电 话：13915823375

日 期：2021.1.28



夏春亮
彭建刚

附件六

关于常州常园电子材料有限责任公司

使用的 AB 型辐照加工电子加速器源项相关参数说明

我司为常州常园电子材料有限责任公司提供的 AB-2.5-40 型和 AB-2.0-50 型电子加速器,用于热缩管和电线电缆的辐照加工,其粒子最大能量和束流强度见下表:

型号	加速粒子	加速粒子最大能量/束流	最大束流功率
AB-2.5-40	电子	2.5MeV/40mA	100kW
AB-2.0-50	电子	2.0MeV/50mA	100kW

另外,电子加速器在加速过程中存在束流损失,2.5MeV 加速器在二楼主机室内束流损失率不大于 1%,束流强度不大于 400 μ A,且束流损失点的能量不大于 0.3MeV。2.0MeV 加速器在二楼主机室内束流损失率不大于 1%,束流强度不大于 500 μ A,且束流损失点的能量不大于 0.20MeV。

无锡爱邦辐射技术有限公司

2020年11月 2日

