

编号：RSHP-NJ-2023111302

核技术利用建设项目

长园长通新材料（东莞）有限公司

新增 2 台工业电子加速器项目

环境影响报告表

（送审本）

长园长通新材料（东莞）有限公司

2024 年 3 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

长园长通新材料（东莞）有限公司

新增 2 台工业电子加速器项目

环境影响报告表

建设单位名称：长园长通新材料（东莞）有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

曹斌



通讯地址：广东省东莞市谢岗镇上寸路 2 号 201 室

邮政编码：523591

联系人：刘玉亮

电子邮箱：

联系电话：

编制单位和编制人员情况表

项目编号	42slrm		
建设项目名称	长园长通新材料(东莞)有限公司新增2台工业电子加速器项目		
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)	长园长通新材料(东莞)有限公司		
统一社会信用代码	91441900MAC0PB1B1W		
法定代表人(签章)	曹斌		
主要负责人(签字)	徐焕辉		
直接负责的主管人员(签字)	刘玉亮		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	南京瑞森辐射技术有限公司		
统一社会信用代码	91320106694645355K		
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
陈朝晖	2014035320352013321405000117	BH019830	陈朝晖
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
邵立文	表1 项目基本情况 表2 放射源 表3 非密封放射性物质 表4 射线装置 表5 废弃物 表6 评价依据 表7 保护目标与评价标准 表8 环境质量与辐射现状	BH015205	邵立文
陈朝晖	表9 项目工程分析与源项 表10 辐射安全与防护 表11 环境影响分析 表12 辐射安全管理 表13 结论与建议	BH019830	陈朝晖

环评项目负责人职业资格证



HP00014263

姓名: **陈朝晖**
Full Name _____
性别: **男**
Sex _____
出生年月: **1968年12月**
Date of Birth _____
专业类别: _____
Professional Type _____
批准日期: **2014年05月**
Approval Date _____

持证人签名:
Signature of the Bearer

签发单位盖章:
Issued by _____
签发日期: **2014年09月04日**
Issued on _____

2014035320352013321405000117
管理号:
File No.



江苏省社会保险权益记录单 (参保单位)



请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称: **南京瑞森辐射技术有限公司**

现参保地: **玄武区**

统一社会信用代码: **91320106694645355K**

查询时间: **202308-202401**

共1页, 第1页

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险	
缴费总人数	36	36	36	
序号	姓名	公民身份号码(社会保障号)	缴费起止年月	缴费月数
1	陈朝晖		202308 - 202401	6

说明:

1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息, 单位应妥善保管。
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已签具电子印章, 不再加盖鲜章。
4. 本权益单记录单出具有效期内(6个月); 如需核对真伪, 请使用江苏智慧人社APP, 扫描右上方二维码进行验证(可多次验证)。



目 录

表 1 项目基本情况	- 1 -
表 2 放射源	- 12 -
表 3 非密封放射性物质	- 12 -
表 4 射线装置	- 13 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	- 14 -
表 6 评价依据	- 15 -
表 7 保护目标与评价标准	- 17 -
表 8 环境质量和辐射现状	- 20 -
表 9 项目工程分析与源项	- 24 -
表 10 辐射安全与防护	- 38 -
表 11 环境影响分析	- 54 -
表 12 辐射安全管理	- 79 -
表 13 结论与建议	- 85 -
附图 1 公司厂区 1 号厂房一层平面布局示意图	- 90 -
附图 2 公司厂区 1 号厂房二层平面布局示意图	- 91 -
附图 3 公司厂区 1 号厂房三层平面布局示意图	- 92 -
附图 4 公司厂区 1 号厂房四层平面布局示意图	- 93 -
附图 5 工业电子加速器机房结构示意图	- 94 -
附图 6 工业电子加速器机房剖面图（1-1 面）	- 95 -
附件 1：委托书	- 96 -
附件 2：企业营业执照及项目立项文件	- 97 -
附件 3：规划许可证明	- 99 -
附件 4：环境现状监测报告	- 101 -
附件 5：类比检测报告	- 110 -
附件 6：公司现有规章制度	- 121 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		长园长通新材料（东莞）有限公司新增 2 台工业电子加速器项目			
建设单位		长园长通新材料（东莞）有限公司			
法人代表	曹斌	联系人	刘玉亮	联系电话	
注册地址		广东省东莞市谢岗镇上寸路 2 号 201 室			
项目建设地点		东莞市谢岗镇稔子园村谢岗工业园区谢西路与建设一路交叉口			
立项审批部门		东莞市工业和信息化局	批准文号	241027292237411	
建设项目总投资（万元）	2000	项目环保总投资（万元）	500	投资比例（环保投资/总投资）	25%
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	<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	/			

项目概述

一、建设单位简介

长园长通新材料（东莞）有限公司（统一社会信用代码：91441900MAC0PB1B1W，以下简称“公司”）于 2022 年 10 月成立，公司主要从事管道防腐热缩带（套）、热缩压敏胶带、冷缠带、粘弹带、光固化保护套、环氧玻璃钢、防挖警示板、阴极保护产品、管道监测预警产品等管道防腐、防护产品生产、销售、研发及管道防腐技术研究与应用，并从事电池、电子元器件用保护材料即环保聚酯热缩套管（膜），以及高分子材料辐射改性生产及加工，其他新型材料的研发、生产、销售等。

二、项目由来

公司主要经营管道防腐热缩带系列产品，工业电子加速器是热缩带系列产品片材

辐照工序的关键生产设备，公司拟引进工业电子加速器为完善公司核心生产设备，为公司产品生产周期、产品品质提供保障，提高生产效率，为公司产品的研发提供便利，增强公司生产、研发实力，充分发挥公司资源配置，完善公司产业配套，保障公司发展稳定，提高公司市场竞争力。

长园长通新材料（东莞）有限公司本次新增的 2 台工业电子加速器项目属于核技术利用范畴，需要进行环境影响评价。

三、编制目的

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设方长园长通新材料（东莞）有限公司需对该项目进行环境影响评价。

对照《关于发布射线装置分类的公告》对射线装置的分类，本次新增的 2 台工业电子加速器型号分别为：AB3.0/33-1400（电子最大能量为 3.0MeV，最大束流为 33mA，立式结构）1 台，DD_{LH}2.0/50-1600（电子最大能量为 2.0MeV，最大束流为 50mA，卧式半自屏蔽结构）1 台，均属于“工业辐照用加速器”，属于Ⅱ类射线装置。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）的规定，本项目属于“第 172 条 核技术利用建设项目”中“生产、使用Ⅱ类射线装置的；”应编制环境影响报告表。

为此，长园长通新材料（东莞）有限公司委托南京瑞森辐射技术有限公司对该项目开展环境影响评价工作（委托书见附件 1）。南京瑞森辐射技术有限公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料并结合现场监测等工作的基础上，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制了该项目环境影响报告表。

长园长通新材料（东莞）有限公司新增 2 台工业电子加速器项目环境影响评价报告表的评价内容与目的：

- 1、对新增射线装置使用项目施工期和运行期的环境影响进行评价分析。
- 2、对项目拟建地址进行辐射环境质量现状监测，以掌握场所及周围的环境质量现状水平，并对项目进行环境影响预测评价。
- 3、提出污染防治措施，使辐射影响降低到“可合理达到的尽可能低水平”。

4、满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目的环境管理提供科学依据。

四、项目概况

项目名称：长园长通新材料（东莞）有限公司新增 2 台工业电子加速器项目

项目性质：新建

建设单位：长园长通新材料（东莞）有限公司

建设地点：东莞市谢岗镇稔子园村谢岗工业园区谢西路与建设一路交叉口

（一）建设内容与规模：

长园长通新材料（东莞）有限公司拟在公司厂区 1 号厂房（拟建地下一层，地上 9 层建筑，总高度约为 50.8m）一层生产车间西南侧建设 2 座工业电子加速器机房，2 座机房呈东西向并排布置，于机房内配备 2 台工业电子加速器，本次拟新增的工业电子加速器型号分别为：AB3.0/33-1400（电子最大能量为 3.0MeV，最大束流为 33mA，立式结构，无锡爱邦辐射技术有限公司生产）1 台，DDLH2.0/50-1600（电子最大能量为 2.0MeV，最大束流为 50mA，卧式半自屏蔽结构，中广核达胜加速器技术有限公司生产）1 台，均属于 II 类射线装置，用于对公司生产的热缩带等产品进行辐照加工。

（1）1#工业电子加速器机房（AB3.0/33-1400 型）

1#工业电子加速器机房位于 2#机房西侧，该机房拟配备 1 台由无锡爱邦辐射技术有限公司生产的 **AB3.0/33-1400 型立式结构工业电子加速器**。本次新建的 1#工业电子加速器机房主要由一层辐照室和二层主机室组成，主机室和辐照室通过楼梯连接。

其中，辐照室位于厂房内生产车间一层，辐照室室内有效使用面积约为 61m²（不含迷道），辐照室净空尺寸为长 9.55m×宽 6.4m×高 4.1m（不含迷道），辐照室南侧、西侧及北侧墙体均为 1800mm 厚的现浇混凝土；辐照室东侧、南侧及北侧“凹”字形迷道内墙厚度为 500mm~1700mm 厚现浇混凝土，迷道外墙为 800~1200mm 厚现浇混凝土；顶部为 1100mm 厚现浇混凝土；防护门为普通防盗门。

主机室位于厂房内生产车间 2~3 层，主机室室内有效使用面积约为 85m²（不含迷道），主机室净空尺寸为长 9.9m×宽 8.6m×高 13.7m（不含迷道），主机室东侧、南侧及北侧墙体均为 700mm 厚的现浇混凝土；主机室迷道位于西侧，迷道内墙厚度为 300mm 厚现浇混凝土，迷道外墙为 700 厚现浇混凝土；顶部为 600mm 厚现浇混凝土；防护门为 5cm 钢防护门。同时配套建设控制室和收放线缆等辅助用房及设备。

1#工业电子加速器机房本次拟新增的工业电子加速器型号为 AB3.0/33-1400 型，为立式结构，其主要参数为：电子线最大能量为 3.0MV，最大束流为 33mA，扫描盒宽度为 1400mm，功率为 100kW，该型工业电子加速器为单束机头，电子束照射方向为竖直向下。

(2) 2#工业电子加速器机房 (DD_{LH}2.0/50-1600 型)

2#工业电子加速器机房位于 1#机房东侧，该机房拟配备 1 台由中广核达胜加速器技术有限公司生产的 DD_{LH}2.0/50-1600 型卧式半自屏蔽结构工业电子加速器。本次新建的 2#工业电子加速器机房主要由一层辐照室和二层设备主机（简称设备层）组成，设备层和辐照室通过楼梯连接。

2#工业电子加速器机房辐照室室内有效使用面积为 53.4m²（长 8.35m×宽 6.4m×高 2.65m），辐照室东侧墙体为 1500mm 厚现浇混凝土，南侧墙体为 1800mm 厚现浇混凝土，辐照室南侧、西侧及北侧“凹”字形迷路内墙厚度为 500mm~1400mm 厚现浇混凝土，迷路外墙为 800~1200mm 厚现浇混凝土；顶部为 1500mm 厚现浇混凝土；防护门为普通防盗门。

DD_{LH}2.0/50-1600 型工业电子加速器为卧式半自屏蔽结构，主机自屏蔽部分主要由主钢桶、连接桶和侧钢桶组成。电子加速器主机侧钢桶为 14mm 厚钢；连接筒为 3mm 钢+30mm 铅+10mm 钢；加速器主钢桶顶部为 90mm 钢+60mm 铅+20mm 钢，连接桶侧上段为 3mm 钢+30mm 铅+12mm 钢，下段为 3mm 钢+40mm 铅+12mm 钢，另外一侧的上、下段均为 3mm 钢+40mm 铅+12mm 钢，中段检修门为 65mm 厚钢，底部为 80mm 钢；主钢桶底部与电子加速器辐照室连接的区域为 420mm 厚钢板，两边搭接宽度均为 330mm。辐照室与侧钢桶连接处覆盖 30mm 厚钢板。

本次新增的工业电子加速器型号为：DD_{LH}2.0/50-1600 型卧式半自屏蔽结构工业电子加速器，其主要参数为：最大电子束能量为 2.0MeV，最大束流强度为 50mA，设备额定功率 100kW，设备层的主机为自屏蔽式装置，属II类射线装置。该型工业电子加速器位单束机头，电子束照射方向为竖直向下。

表 1-1 长园长通新材料（东莞）有限公司新建项目情况一览表

序号	射线装置名称	装置型号	最大电子束能量	最大束流强度	射线装置类别	加速粒子	活动种类	主束方向	使用场所
1	工业电子加速器	AB3.0/33-1400	3.0MeV	33mA	II	电子	使用	垂直向下	1#机房
2		DDLH2.0/50-1600	2.0 MeV	50 mA	II	电子	使用		2#机房

(二) 项目组成内容及环境问题

本项目主要组成内容及可能产生的环境问题见表 1-2。

表 1-2 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题		
			施工期	运营期	
主体工程	1#工业电子加速器	辐照室	辐照室室内有效使用面积约为 61m ² （不含迷道），辐照室净空尺寸为长 9.55m×宽 6.4m×高 4.1m（不含迷道），辐照室南侧、西侧及北侧墙体均为 1800mm 厚的现浇混凝土；辐照室东侧、南侧及北侧“凹”字形迷道内墙厚度为 500mm~1700mm 厚现浇混凝土，迷道外墙为 800~1200mm 厚现浇混凝土；顶部为 1100mm 厚现浇混凝土；防护门为普通防盗门。	施工废气、施工噪声、施工废水、固体废物、生活污水、生活垃圾	X 射线、电子线、噪声、臭氧及氮氧化物、生活污水、生活垃圾
		主机室	主机室室内有效使用面积约为 85m ² （不含迷道），主机室净空尺寸为长 9.9m×宽 8.6m×高 13.7m（不含迷道），主机室东侧、南侧及北侧墙体均为 700mm 厚的现浇混凝土；主机室迷道位于西侧，迷道内墙厚度为 300mm 厚现浇混凝土，迷道外墙为 700 厚现浇混凝土；顶部为 600mm 厚现浇混凝土；防护门为 5cm 钢防护门。		
		射线装置	工业电子加速器型号为 AB3.0/33-1400 型，为立式结构，其主要参数为：电子线最大能量为 3.0MV，最大束流为 33mA，扫描盒宽度为 1600mm，功率为 100kW，该型工业电子加速器为单束机头，电子束照射方向为垂直向下。		
	2#工业电子加速器	辐照室	辐照室室内有效使用面积为 53.4m ² （长 8.35m×宽 6.4m×高 2.65m），辐照室东侧墙体为 1500mm 厚现浇混凝土，南侧墙体为 1800mm 厚现浇混凝土，辐照室南侧、西侧及北侧“凹”字形迷路内墙厚度为 500mm~1400mm 厚现浇混凝土，迷路外墙为 800~1200mm 厚现浇混凝土；顶部为 1500mm 厚现浇混凝土；防护门为普通防盗门。		

	设备层	工业电子加速器主机侧钢桶为 14mm 厚钢；连接筒为 3mm 钢+30mm 铅+10mm 钢；加速器主钢桶顶部为 90mm 钢+60mm 铅+20mm 钢，连接桶侧上段为 3mm 钢+30mm 铅+12mm 钢，下段为 3mm 钢+40mm 铅+12mm 钢，另外一侧的上、下段均为 3mm 钢+40mm 铅+12mm 钢，中段检修门为 65mm 厚钢，底部为 80mm 钢；主钢桶底部与电子加速器辐照室连接的区域为 420mm 厚钢板，两边搭接宽度均为 330mm。辐照室与侧钢桶连接处覆盖 30mm 厚钢板。	
	射线装置	新增的工业电子加速器型号为：DD _{LH} 2.0/50-1600 型卧式半自屏蔽结构工业电子加速器，其主要参数为：最大电子束能量为 2MeV，最大束流强度为 50mA，设备额定功率 100kW，设备层的主机为自屏蔽式装置，属 II 类射线装置。该型工业电子加速器为单束机头，电子束照射方向为竖直向下。	
辅助工程	控制室、收放线装置，水冷装置等		\
环保工程	工业电子加速器机房辐照室的排风系统 2 套		\
公用工程	依托厂区给水、供电、通风等配套设施。		\
办公生活设施	依托厂区拟建的办公区		生活垃圾 生活污水

(三) 项目依托设施

①依托办公设施：办公室依托本次新建的工作人员办公室。

②依托环保设施：本项目产生的生活污水和生活垃圾依托拟建的污水处理设施和生活垃圾收集设施处理。

厂区内拟建设生活垃圾暂存间，产生的生活垃圾集中暂存，由环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

(四) 工作制度及人员配置

工作制度：本项目辐射工作人员年工作天数为 250 天，每人每天工作 8 个小时，两班倒，单台加速器每天出束时间约 16h，年工作 250 天。

人员配置：本项目拟配置辐射工作人员 8 人，均为新聘辐射工作人员，配置至本项目后，不从事其他辐射工作。后期随着工作量的不断增加，建设单位也计划持续引进技术熟练的辐射工作人员。

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》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，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，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。本项目新增的8名辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。辐射安全培训合格证书到期的人员仍需通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’进行再学习考核。

五、项目周边保护目标以及场址选址情况

本项目选址于广东省东莞市谢岗镇稔子园村谢岗工业园区内，项目地理位置见图1-1。根据现场踏勘调查，并结合当地区域规划情况可知，公司厂区东侧规划市政道路及预留广场用地；南为空地；西侧位建设一路；北侧位谢西路及预留一类工业用地。

本项目拟建设的2座加速器机房位于公司厂房内一层西南角，厂房东侧为厂区道路，南侧为厂区空地，西侧为厂区内其他配套用房，北侧为厂区办公楼及宿舍楼。

本项目为电子加速器核技术利用建设项目，属于核技术应用，污染因子较少，主要为电子线及韧致辐射产生的X射线。加速器辐照室为独立建筑，其东及北侧均为厂房内其他车间，南侧和西侧为室外厂区道路，辐照室上方为主机室和自屏蔽加速器主机，以上为厂房其他生产车间，辐照室下方为土层。项目四至图见附图3。辐照室四周防护采用混凝土屏蔽，墙体防护厚度充分考虑了辐射效应，能够有效降低电离辐射对工作人员和周边公众的辐射影响，故对企业自身及周围环境不会造成明显的影响。

同时，建设单位于2023年11月9日取得了东莞市自然资源局的建设用地规划许可，详见附件3。

综上所述，项目的建设符合所在区域总体规划，布局合理，项目的选址合理可行。

谢岗镇地图



东莞市自然资源局 监制 广东省地图院 编制

图 1-1 地理位置示意图

审图号：粤SS(2022)098号

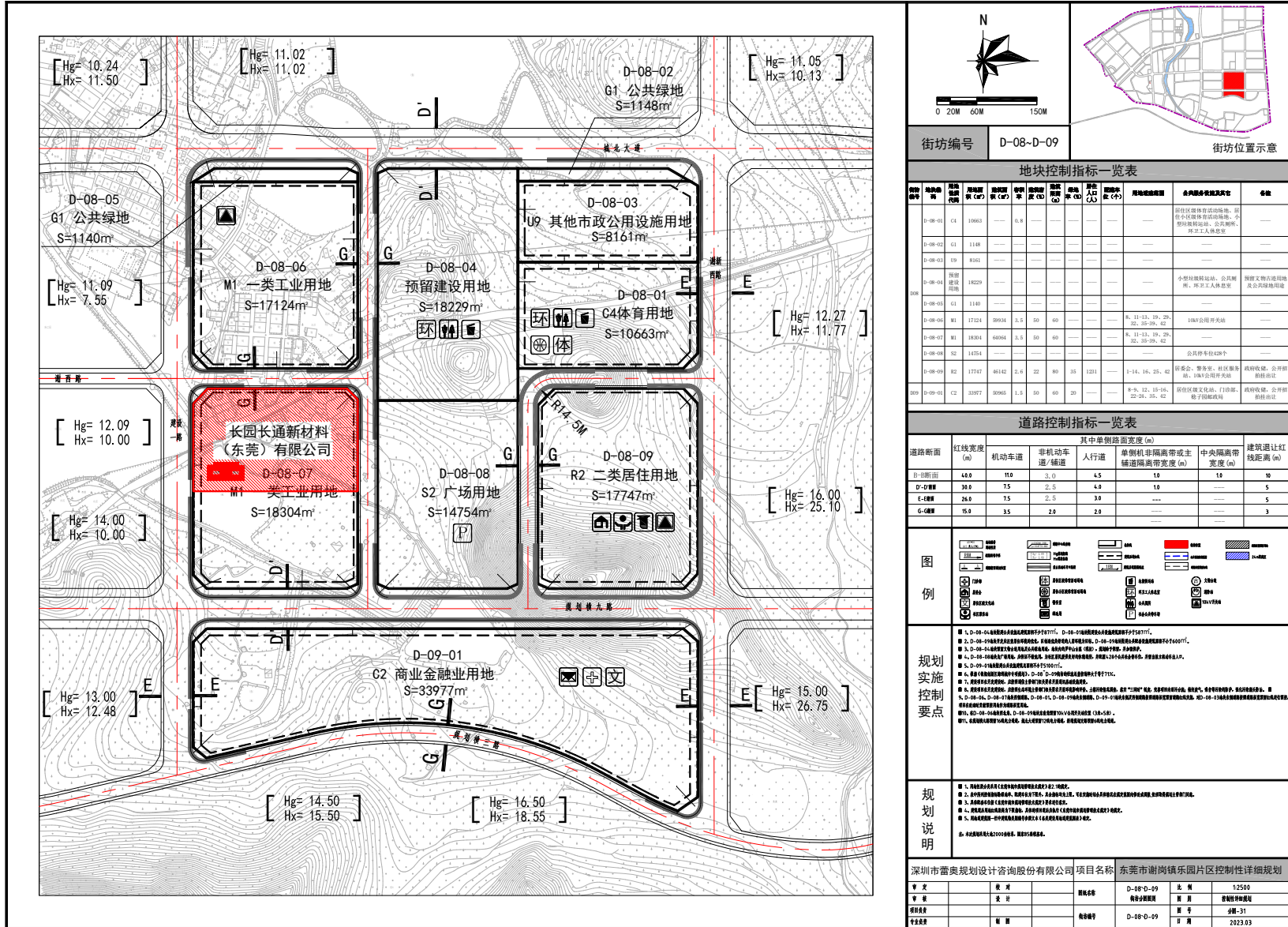


图 1-2 项目所在区域规划情况示意图

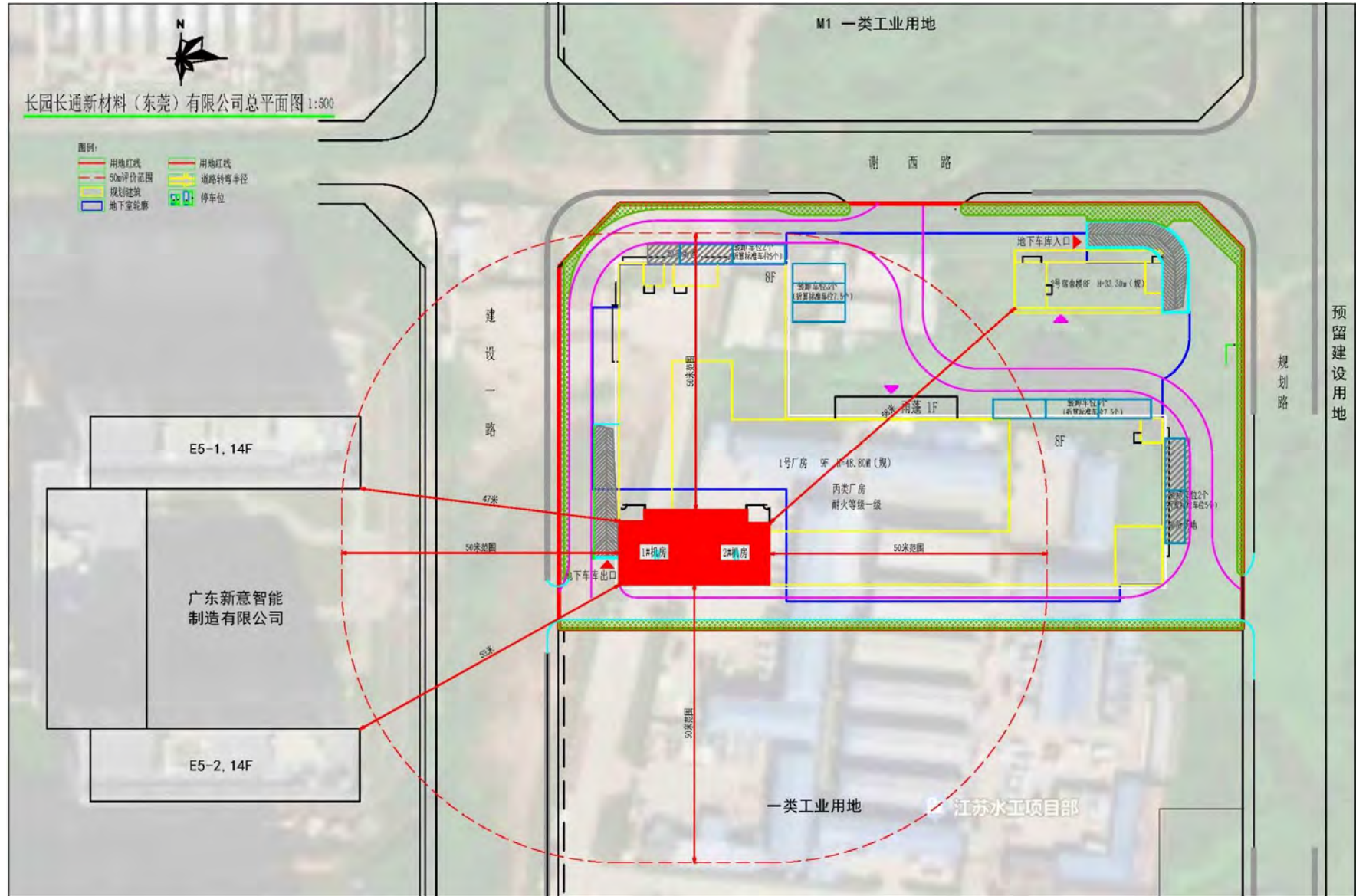


图 1-3 长园长通新材料（东莞）有限公司厂区总平面及 50m 评价范围示意图

六、项目产业政策符合性

本项目系核技术应用项目在工业领域内的运用。根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于鼓励类中第六项“核能”的第 4 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，是目前国家鼓励发展的新技术应用项目。本项目辐照加工过程中产生的电离辐射经屏蔽体防护及距离衰减后，其所致的周围职业人员和公众的年剂量符合本次评价所确定的剂量约束值要求。因此，本项目属于国家鼓励发展的新技术应用项目，符合国家有关法律法规和当前产业政策。

七、实践正当性与利益代价分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当性的。

本项目的开展，在给企业带来利益同时，对工作人员和公众的外照射引起的年有效剂量低于根据最优化原则设置的项目剂量约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

八、项目单位核技术应用现状

本项目为长园长通新材料（东莞）有限公司新增核技术利用项目，此前无核技术利用项目。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	工业电子加速器	II	1 台	AB3.0/33-1400	电子	3.0	33	辐照加工	1#加速器机房	本次环评
2	工业电子加速器	II	1 台	DDLH2.0/50-1600	电子	2.0	50	辐照加工	2#加速器机房	本次环评
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气体	/	/	/	微量	微量	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧的半衰期约为 50 分钟，常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小
氮氧化物	气体	/	/	/	/	/	不暂存	通过排风系统排入外环境，对环境影响较小

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989 年 12 月 26 日发布施行；2014 年 4 月 24 日修订，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 年修正版），2018 年 12 月 29 日发布施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修正，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，（2017 年修订版），国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，生态环境部第 16 号令，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《射线装置分类》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年 第 66 号，2017 年 12 月 5 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》（HJ 2.1-2016）；</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 10.1-2016）；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(5) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(7) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）；</p> <p>(8) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-</p>

	<p>2023)；</p> <p>(9)《粒子加速器辐射防护规定》(GB 5172-85)；</p> <p>(10)《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)。</p>
其他	<p>(1)《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(2)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部，公告2019年第57号，2020年1月1日起施行；</p> <p>(3)《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年第38号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(4)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》生态环境部公告2019年第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(5)《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11月1日起启用；</p> <p>(6)《产业结构调整指导目录(2024年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第7号)2024年2月1日起施行。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点并参照《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 10.1-2016）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，确定为长园长通新材料（东莞）有限公司本次新建项目所在工作场所实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内作为评价范围，详见图 1-3。

保护目标

本项目 50m 评价范围除南侧和西侧部分位于厂区围墙外，其余方向均位于公司厂区内，50m 评价范围内无居民区、无学校等其他环境敏感点。因此，本项目辐射环境保护目标为公司辐射工作人员、厂区内的其他工作人员及厂区内外公众，详见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内辐射环境保护目标一览表

保护目标名称	方位	最近距离	规模	备注
辐射工作人员	控制室及机房内	/	8 人	厂区内
厂区内其他工作人员	加速器机房东侧 1 号厂房	约 5m	约 100 人	
	加速器机房南侧厂区内道路	紧邻	9 层建筑 约 100 人	
	加速器机房西侧厂区内道路	紧邻		
	加速器机房北侧 1 号厂房	紧邻		
	加速器机房上方 1 号厂房	紧邻		
规划道路公众	南侧	约 5m	流动人员	厂区内
建设一路公众	西侧	约 3m	流动人员	
广东新意智能制造有限公司 E5-1 宿舍楼	西侧	约 47m	14 层建筑 约 50 人	

评价标准

一、辐射环境评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ② 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；

	②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	<p>实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：</p> <p>①年有效剂量，1mSv；</p> <p>②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。</p>
<p>辐射工作场所的分区</p> <p>应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。</p> <p>控制区：</p> <p>注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。</p> <p>监督区：</p> <p>注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。</p> <p>2、《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）：</p> <p>重点引用：</p> <p>（3）个人剂量约束</p> <p>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。</p> <p>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：</p> <p>a) 辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv；</p> <p>b) 公众成员个人年有效剂量为 0.1mSv。</p> <p>4.2.2 辐射屏蔽设计依据</p> <p>电子加速器辐照装置的屏蔽设计必须以加速器的最高能量和最大束流强度为依据。</p> <p>电子加速器辐照装置外人员可到达区域屏蔽体外表面 30cm 处以外区域周围剂量当量率不能超过 2.5μSv/h。如屏蔽体外为社会公众区域，屏蔽设计必须符合公众成员个人剂量约束值规定。</p> <p>6.3.3 通风系统</p> <p>（1）主机室和辐照室应设置通风系统，以保证辐照分解臭氧等有害气体浓度满足 GBZ 2.1 的规定，有害气体的排放应满足 GB 3095 的规定。</p> <p>（2）臭氧的产生和排放，其计算模式和参数见附录 B。</p> <p>（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。</p> <p>（4）排风口的高度应根据 GB 3095 的规定、有害气体排出量和辐照装置附近空气与气象资料计算确定。</p> <p>二、辐射环境评价标准限值</p> <p>1、个人剂量约束值</p> <p>①职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）4.2.1 中规</p>	

定辐射工作人员个人年有效剂量约束值为 5mSv/a。

②公众照射：第 B1.2.1 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）4.2.1 中规定公众成员个人年有效剂量约束值为 0.1mSv/a。

2、工作场所内外控制剂量率

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018），本项目电子加速器机房四侧屏蔽墙体外及顶部 30cm 处辐射剂量率目标控制值为 2.5 μ Sv/h。

3、工作场所臭氧控制水平

根据《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-85）附录要求：E.2.1 加速器设施内应有良好的通风，以保证臭氧的浓度低于 0.3mg/m³。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

长园长通新材料（东莞）有限公司厂区位于广东省东莞市谢岗镇稔子园村谢岗工业园区谢西路与建设一路交叉口（地理位置图见图 1-1）。厂区东侧和南侧为规划道路（现状为空地），西侧为建设一路及广东新意智能制造有限公司宿舍楼（E5-1 和 E5-2），北侧为谢西路（现状为空地）。

本次拟建的 2 座工业电子加速器位于公司厂区西南角，其东侧及北侧为公司厂区 1 号厂房，南侧和西侧为公司厂区内道路，上方为公司厂区 1 号厂房，下方为土层。拟建址及其周围环境现状见图 8-1 至图 8-4。



图 8-1 拟建址东侧



图 8-2 拟建址南侧



图 8-3 拟建址西侧



图 8-4 拟建址北侧

二、辐射环境现状评价

为掌握项目所在地的辐射环境现状，南京瑞森辐射技术有限公司于 2024 年 1 月 19 日按照标准规范对本次拟建址及周边环境进行了 γ 辐射剂量率的布点监测，监测报告见附件 4。

1、监测因子

本项目为工业电子加速器使用项目，根据工程分析项目主要污染因子为工业电子加速器运行时产生的韧致辐射（X 射线）。为了更好反映实际情况，本项目的环境监测选取为 γ 辐射空气吸收剂量率作为监测因子。

2、监测内容

对拟建项目周围环境水平进行本底调查。

3、监测方案

（1）监测项目、方法及方法来源表

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	备注
γ 辐射空气吸收剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021)	探测限为本次测量使用方法和仪器的综合技术指标

（2）监测布点

参照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中的方法布设监测点，根据本次新建项目拟建址及其周围环境现状，监测点位的选取覆盖新建项目拟建区域及周围 50m 公众人员区域。根据上述布点原则与方法，本项目监测点位布置如图 8-5 所示。

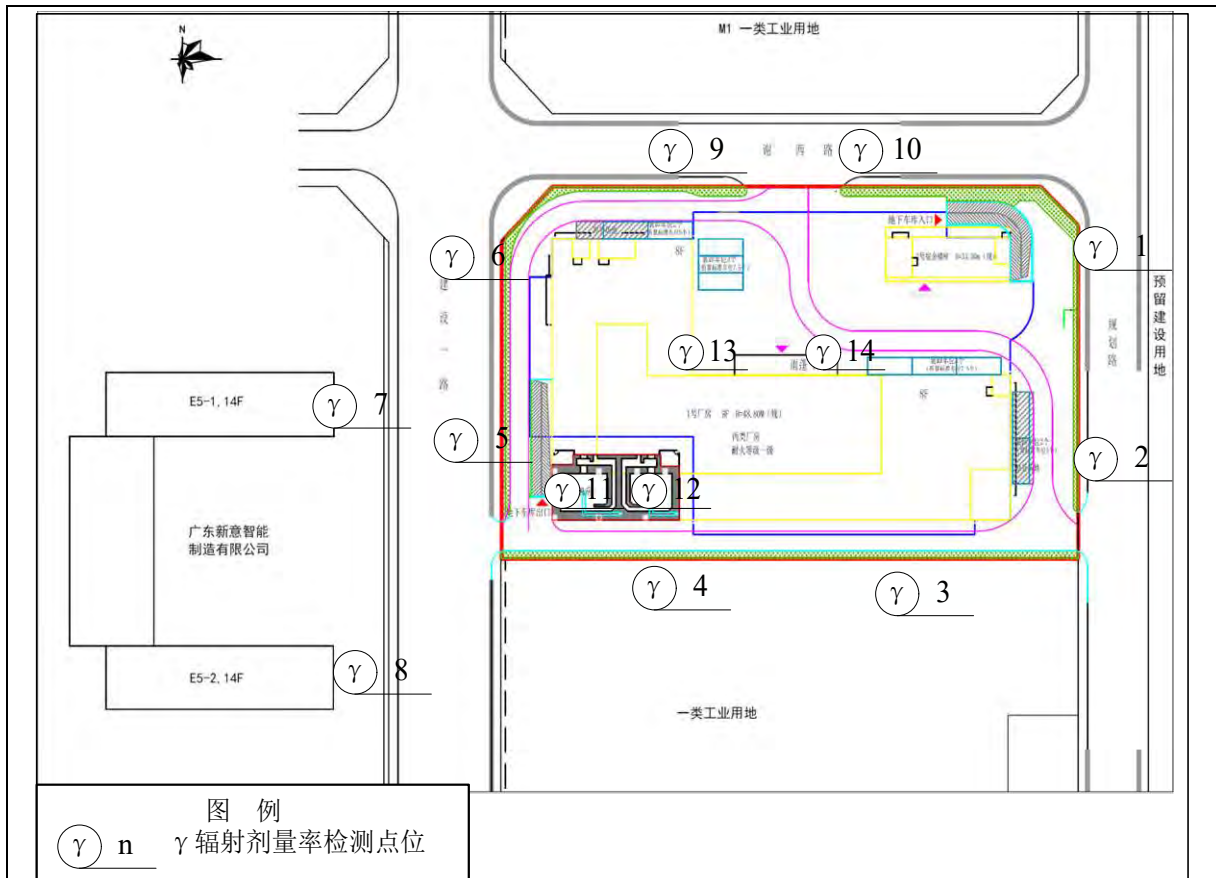


图 8-5 拟建址监测点位示意图

(3) 监测仪器

监测使用仪器见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备		
	仪器名称	仪器编号	设备参数及检定情况
γ 辐射空气吸收剂量率	6150AD6/H +6150ADb/H	NJRS-126	能量响应：20keV~7MeV 测量范围：1nSv/h~99.9 μ Sv/h 检定证书编号：Y2023-0173796 检定有效期限：2023.10.30-2024.10.29

4、质量保证措施

人员培训：监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度：监测仪器定期经计量部门检定，每次监测必须在有效期内。

自检：每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用 ^{137}Cs 作为检定/校准

参考辐射源时，换算系数分别取 1.20Sv/Gy。

数据复核：监测报告实行三级审核制度，经校对审核后由授权签字人审定签发。

5、比较标准

项目所在地环境天然贯穿辐射水平参考中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中广东省 γ 辐射空气吸收剂量率范围：（65.4~143.3）nGy/h。

6、环境现状监测与评价

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家标准方法实施；测量数据处理符合统计学要求；布点合理，结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。具体监测结果如下：

表 8-3 拟建址 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

测点编号	点位描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	厂区东侧空地	79±2	室外
2	厂区东侧空地	80±1	室外
3	厂区南侧空地	79±1	室外
4	厂区南侧空地	81±1	室外
5	厂区西侧道路（建设一路）	101±2	室外
6	厂区西侧道路（建设一路）	103±2	室外
7	厂区西侧宿舍楼 E5-1 楼下	106±2	室外
8	厂区西侧宿舍楼 E5-2 楼下	113±1	室外
9	厂区北侧空地	79±2	室外
10	厂区北侧空地	80±1	室外
11	厂区西南角加速器拟建址	73±1	室外
12	厂区西南角加速器拟建址	72±1	室外
13	厂区内中部	96±2	室外
14	厂区内中部	94±2	室外

注：测量结果已扣除宇宙射线响应值。

由表 8-3 可知，本项目拟建位置周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测值在（72~113）nGy/h 之间，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中广东省 γ 辐射空气吸收剂量率范围：（65.4~143.3）nGy/h 相较，本项目拟建址区域周围辐射环境监测值与广东省天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、施工期工艺分析

本项目建设内容为一般土建工程，其基础工程、主体工程、装饰工程、设备安装、工程验收等建设工序将以噪声、扬尘、固体废弃物、少量污水和废气等污染物为主，其排放量随工期和施工强度不同而有所变化。施工期的工艺流程及产污情况图示见下图。

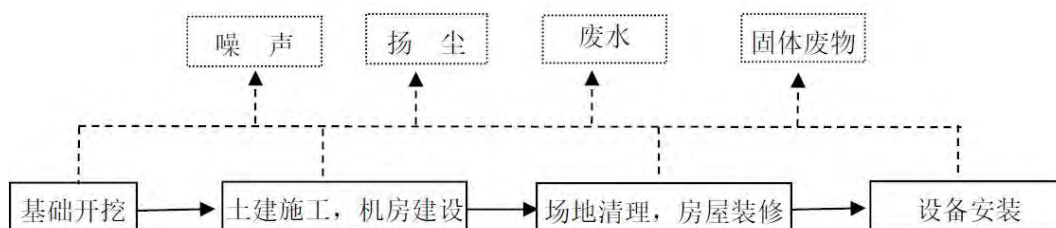


图 9-1 施工期工艺流程图

1、废气

扬尘：土建混凝土浇筑及运输车辆装卸材料和行驶时产生的扬尘；建筑材料（混凝土、砖等）的现场搬运及堆放扬尘；施工垃圾的清理及堆放扬尘；人来车往造成的现场道路扬尘。

装饰工程施工如漆、涂、磨、刨、钻、砂等装饰作业以及使用某些装饰材料如涂料、人造板、某些有害物质（如苯系物、甲醛、酚等污染物）等形成有机废气污染物；施工机械设备排放的少量无组织废气等。

施工机械废气：施工期间，使用机动车运送原材料、设备和建筑机械设备的运转，都会排放一定量的 CO、NO_x 以及未完全燃烧的 THC 等。

装饰废气：装饰废气主要为装修阶段使用的涂料等挥发的有机废气等气体以及装修施工产生的扬尘，该废气的排放属无组织排放，涂料挥发废气其主要污染因子为二甲苯和甲苯等，此外还有极少量的汽油、丁醇和丙醇等。

2、废水

施工期废水主要为建筑施工产生的生产废水及施工人员生活污水。

施工废水：项目不设置混凝土搅拌站，因此无搅拌废水产生。施工过程中的生产废水主要来源于机械的冲刷、楼地及墙面的冲洗、构件与建筑材料的保潮、墙体的浸润、材料的洗刷以及桩基础施工中排出的泥浆等。

3、噪声

施工期的噪声主要来源于施工现场的各类机械设备噪声，不同施工阶段和不同施工机械发出的噪声水平是不同的，且有大量设备交互作业，因此施工作业噪声将会对本项目内外环境带来一定的影响。

4、固废

施工期固体废物主要包括开挖土石方、施工人员生活垃圾和少量建筑垃圾。

- ①根据现场踏勘，拟建场地基本为平地，本项目土方开挖量较小。
- ②由于本项目在施工期间，会产生少量的生活垃圾。
- ③本项目用地范围内不涉及拆迁工程，仅施工工程会产生少量的建筑垃圾。

二、营运期工艺分析

（一）工程设备

长园长通新材料（东莞）有限公司拟在公司厂区1号厂房一层生产车间西南侧建设2座工业电子加速器机房，2座机房呈东西向并排布置，于机房内配备2台工业电子加速器，本次拟新增的工业电子加速器型号分别为：AB3.0/33-1400（电子最大能量为3.0MeV，最大束流为33mA，立式结构，无锡爱邦辐射技术有限公司生产）1台，DDLH2.0/50-1600（电子最大能量为2.0MeV，最大束流为50mA，卧式半自屏蔽结构，中广核达胜加速器技术有限公司生产）1台，均属于II类射线装置，用于对公司生产的热缩带等产品进行辐照加工。本项目拟使用的工业电子加速器技术参数见表9-1。

表9-1 本项目拟配备的工业电子直线加速器技术参数一览表

型号	AB3.0/33-1400	DDLH2.0/50-1600
工作场所	1号加速器机房	2号加速器机房
生产厂家	无锡爱邦辐射技术有限公司	中广核达胜加速器技术有限公司
最大电子线能量	3.0MeV	2.0MeV
最大束流强度	33mA	50mA
最大束流功率	100kW	100 kW
束流损失点的能量	0.2MeV	0.2MeV
束流损失率	1%	1%
主射束方向	0°	0°
电子扫描宽度	1600mm	1600mm
工作方式	连续	连续

工业电子加速器的主要组成部分包括：高压系统、高频振荡器、加速管、电子枪、引出扫描系统、真空系统、气体处理系统、水冷系统、辐射防护监测系统和控制系统

等。中广核达胜加速器技术有限公司生产的卧式工业电子加速器主机钢桶见图 9-2，工业电子加速器主体结构示意图见图 9-3。工业电子加速器主体结构示意图见图 9-4。



图 9-2 卧式工业电子加速器主机钢桶及侧钢桶外观示意图

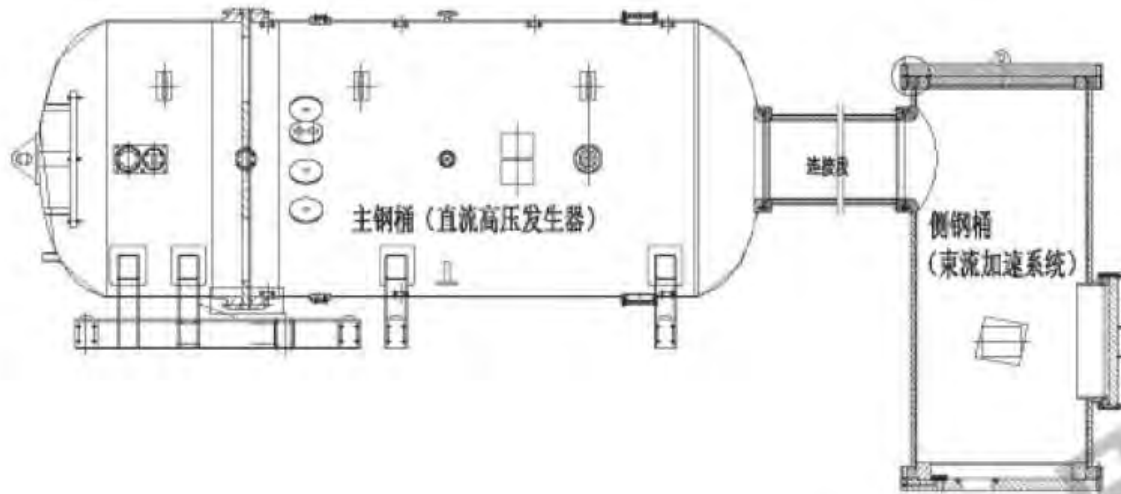


图 9-3 卧式工业电子加速器主机结构示意图

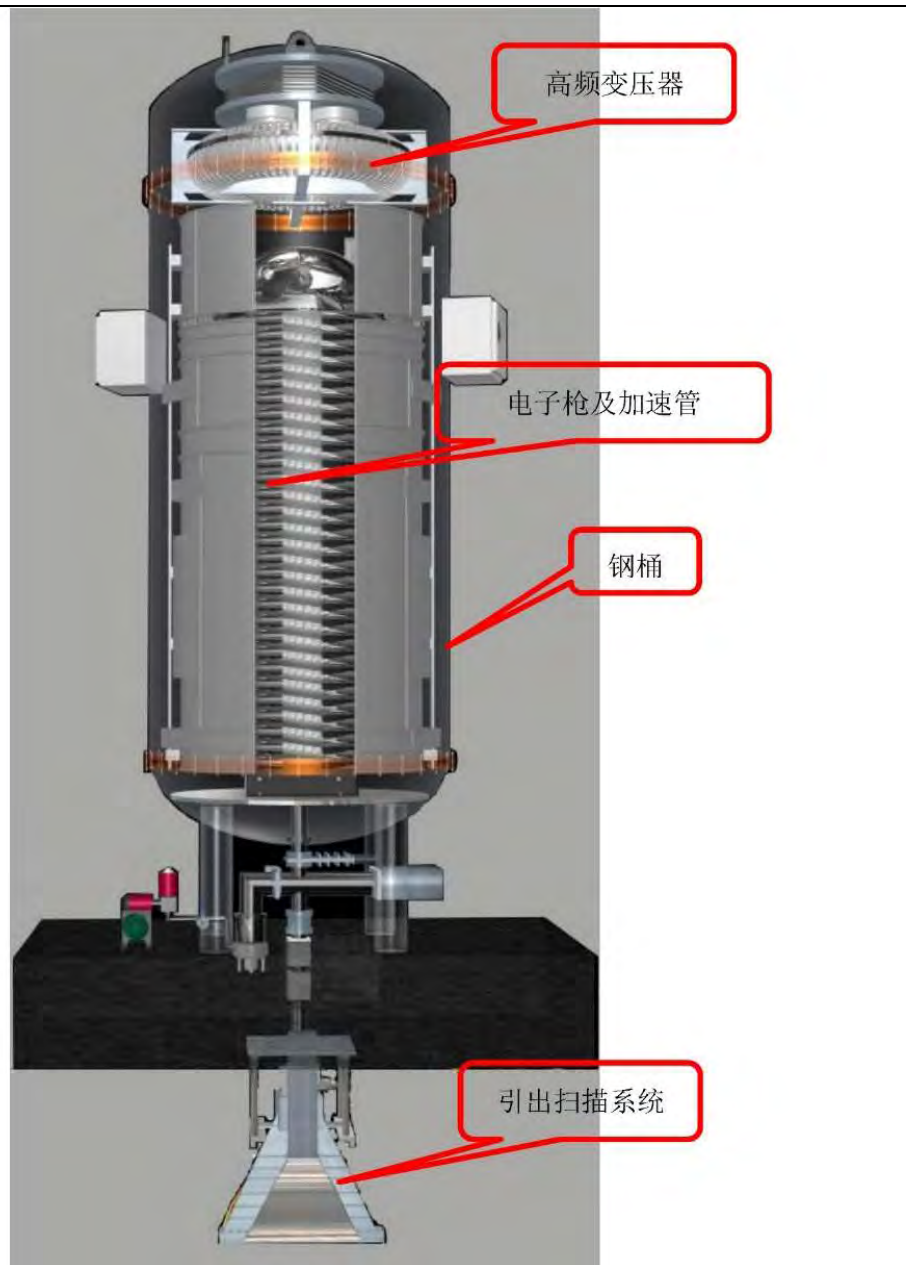


图 9-4 工业电子加速器主体结构示意图

1、直流高压发生器

直流高压发生器由高频振荡器和倍压整流芯柱组成

高频振荡器 的作用是把电网的电能由工频转换为 120KHz 左右的高频，其性能决定着加速器的最大束功与束功转换效率。

振荡器的基本元件是振荡管。振荡管的供电采用阴极接直流负高压，阳极接直流地电位的模式，从而简化了振荡管的冷却回路。谐振回路由钢筒内的环形自耦变压器（构成回路的电感 L ）和半圆筒高频电极与钢筒内壁和倍压芯柱之间的分布电容（构成回路的电容 C ）组成。振荡管阳极与环形变压器初级之间通过高频电缆连接。栅极所需的正反馈电压则通过置于钢筒与高频电极之间的耦合电容板取得。

环形变压器是高频振荡器的关键部件，它需要在高频、高压和大功率负荷的条件下工作，要求漏磁小、Q 值高，结构牢固，制作和安装的工艺都要求较高。环形变压器的损耗仅次于振荡管，在相当程度上决定了加速器的束功转换效率。钢筒顶端安装有热交换器和风冷系统，把变压器散发的热量带走，并对钢筒内的其他部件进行冷却。

振荡管的直流负高压由可控硅直流稳压电源供电，它由一个工频三相升压变压器和一个三相桥式整流滤波单元组成，可输出 0~18kV、0~25A 的直流负高压。可控硅调节单元置于变压器初级回路中，用来改变初级进线电压从而调节振荡管的直流工作参数，以达到调节加速器端电压和束功的目的。可控硅调节单元还从加速器高压测量单元取得信号，通过计算机控制来稳定加速器的能量。



图 9-5 高频变压器

整流倍压系统 是以两块垂直地固定在钢筒底板上的绝缘板为骨架，在两块绝缘板上间隔均匀地从下至上各安装一排硅堆，两排硅堆彼此依次联接组成一条螺旋上升的硅堆整流链。在每个硅堆的连接点上水平地安装一个半电晕环，两列上下整齐排列的半电晕环，构成了整流倍压系统的圆柱外观，并把硅堆屏蔽在其中（参见图 9-4）。对称的两列半电晕环正好与固定在钢筒内壁的两个对称的半圆筒高频电极同轴对应，每个半电晕环与高频电极之间即构成了分布电容 C_{se} 。半电晕环和电极之间的尺寸配合精确，其表面平滑光亮。这种几何结构与静电加速器非常相似，其几何设计，必须既满足高频耦合参数的要求，也必须符合高压静电场的场形设计。

硅堆是加速器的关键部件之一。它由整流芯子和带保护球隙的金属屏蔽盒组成，每个硅堆的平均输出电压为 50kV。整流芯子由数百只硅二极管串联而成，其电路设计采取了均压和限流措施。

所有高频高压和直流高压的部件都安装在压力钢筒内，充以氮气或 SF_6 干燥绝缘气体，使得加速器具有足够安全的绝缘强度。

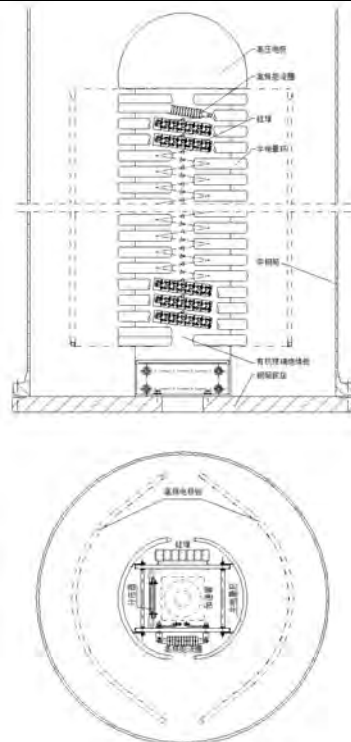


图 9-6 倍压整流芯柱

2、束流加速系统

束流加速系统由加速器管和电子枪组成。

加速器管 是电子在其中成束并被加速的部件。它需要在高真空中 ($10^{-5} \sim 10^{-6} \text{ Pa}$) 稳定可靠地建立一个均匀的高梯度直流加速电场 ($0 \sim 20 \text{ kV/cm}$)。由于真空中的击穿放电机制复杂，至今还不十分清楚，因此，加速管成为加速器里最脆弱的环节，是各类高压型加速器提高端电压的主要限制。在制造、运输、安装和运行时均须小心谨慎。

加速管的基本单元是长约 300mm 的工艺段，采用先进的金属陶瓷焊接工艺制成。整根加速管由一定数量的工艺段组装而成。由于在制造和装配过程中排除了有机污染，每个焊缝都经过严格的处理和检测，因此这种加速管比用有机胶粘接方法制造的加速管机械强度高，真空性能好，电性能优越，使用寿命也 longer。

加速管安装在整流芯柱的中心，顶端与高压球帽相接，底端接地。其电位分布大体与整流柱中的电位分布一致。加速管外侧装有均压电阻链，使其具有独立分压，每个绝缘环还装有保护放电球隙，以防止过电压冲击。加速器主体见图 9-7。

电子枪 加速管的顶端安装电子枪，电子枪采用由钨合金丝绕制的直热式盘香形阴极，钨丝直径 $0 \sim 0.8 \text{ mm}$ 。阴极加热后发出的电子被加速管上端的引出极（也称吸极）引出成束进入加速管加速。为了在钛窗处获得所需要的束斑尺寸，电子枪和引出区以及整根加速管的电场要合理配置，经计算确定。

电子枪的供电功率由置于高压球帽内的发电机提供。发电机由固定在钢筒底座上的变频电机通过一根绝缘轴带动。改变变频电机的工作频率，即可方便快速地改变发电机的转速从而改变电子枪的加热电流，达到调节束流的目的。这样的供电方式，束流和频率单一对应，跟随快，便于和束下装置联动，有利于提高工作效率和辐照产品的质量。图 9-8 所示为电子枪和加速管。

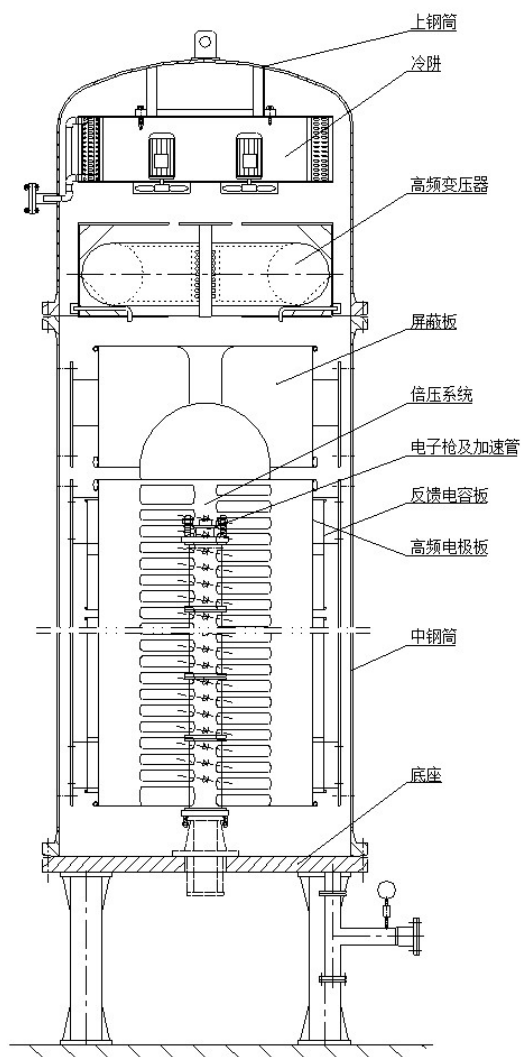


图 9-7 加速器主体

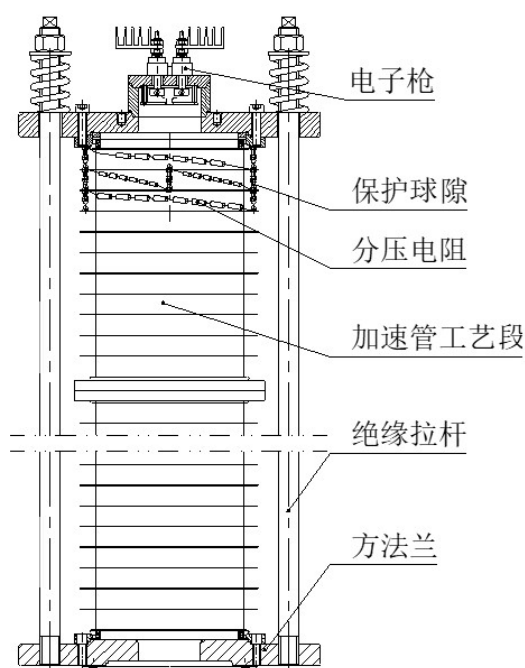


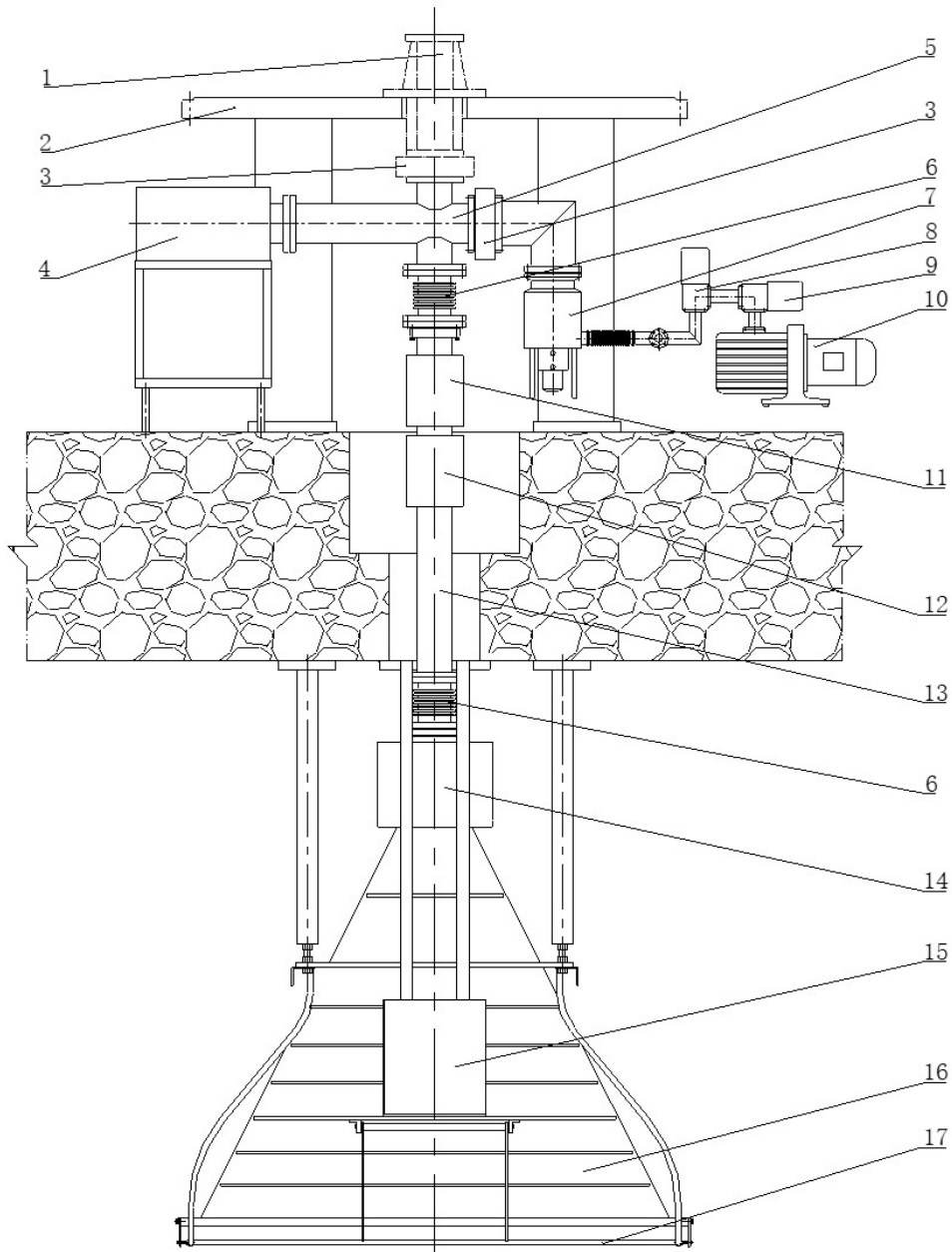
图 9-8 电子枪和加速管

3、扫描引出系统

电子束离开加速管后经漂移管进入辐照厅。穿过扫描磁铁组件时，在三角波磁场的作用下，进行 X 和 Y 相互垂直两个方向的扫描。最后经长条形的钛窗引出。钛箔的厚度既要有足够的强度以抵抗真空压力，又要尽量减少电子束在穿越时的能量损耗。即使如此，钛箔上的能耗仍旧相当可观，因此沿钛窗安装了一把风刀，针对钛箔进行强风冷却。

另外，在加速管出口至扫描磁铁之间的漂移管外面，还安装有聚焦线圈和导向线

圈，用以调节束流的聚焦和方向。引出扫描系统见图 9-9。



1、加速管支架 2、钢筒底座 3、插板阀 4、溅射离子泵 5、四通 6、波纹管 7、分子泵 8、电磁真空截至阀 9、电磁真空带充气阀 10、机械泵 11、聚焦线圈 12、导向线圈 13、漂移管 14、芯管及扫描线圈 15、气动箱 16、扫描盒 17、束流挡板

图 9-9 真空抽气与引出扫描系统

4、绝缘气体处理系统

绝缘气体处理系统的功能有二：1) 加速器检修时回收气体，2) 通过气体的循环去除其中的水分和运行中因放电生成的有毒有害分解产物。

该系统的主要部件如下：

①储气筒，为加速器检修时储存氮气或 SF₆ 干燥绝缘气体用。

②压缩机机组，由无油压缩机、干燥塔、过滤器及相应的管道部件组成，用于将

气体向加速器钢筒或向储气筒进行压缩。

③真空泵机组

由真空泵、油过滤器及相应的管道部件组成，用于对钢筒和储气筒抽气。

在加速器检修打开钢筒前，它必须把钢筒内的氮气或 SF₆ 干燥绝缘气体抽尽并输送到压缩机的入口以便压入储气筒；在加速器检修完毕灌气之前，它必须将钢筒内的空气抽尽，以保证纯度。

上述各部件被紧凑地集成在一个带有控制面板的机箱中，整个系统采用电动执行元件和程序控制，通过面板上的按钮操作，即可按规定自动完成相应的流程步骤，避免误动作。

5、控制系统

计算机控制系统的主要功能是：监控加速器的正常运行，实施安全连锁，并与束下装置联动配合。

(1) 加速器启动运行的前提条件

①冷却系统工作正常；②辐照室通风系统工作正常；③辐照室防护门关闭；④高频机柜门关闭；⑤钢筒温度、高频机柜温度和振荡管冷却水温度达标；⑥一般要求真空度好于 $7.5 \times 10^{-5} \text{Pa}$ 等。

(2) 与多个运行参数发生连锁关系

工业电子加速器在运行过程中与多个运行参数发生连锁关系，如：钢筒内发生弧放电，钢筒温度超标，高频机内部出现过热和过流，工业电子加速器出现过电压等等，当上述参数异常时计算机控制系统将自动封闭高频。

(3) 实时显示

工业电子加速器运行时，在控制屏上显示的主要参数有：能量、流强、加速管电压电流，高频振荡参数（电子管阳极电压和阳极电流）、扫描线圈电流、聚焦线圈电流、导向线圈电流等。当发生故障时，控制屏上将立刻显示故障状态和发生故障的部位。其中，由中广核达胜加速器技术有限公司生产的 DD_{LH}2.0/50-1600 型工业电子加速器控制柜示意图详见图 9-10。



图 9-10 工业电子加速器控制系统示意图

6、收放线系统

公司拟在辐照室外设收放线区，配置有专用电缆放线装置和收线装置，辐照前的电线电缆在辐照室外通过过线间后进入辐照室，在辐照室辐照区内电线电缆经过照射后，按照原路径通过收线装置返回到绕线机。常见的收放线缆装置示意图详见图 9-11。



图 9-11 常见的收放线缆示意图

(二) 工作原理

本项目生产使用的工业电子加速器，由三大部分组成：加速器主机、高频振荡器、

加速器控制台。其工作原理为：首先，将低压工频电能，用高频振荡器变成高频电能，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。

工业电子加速器利用其产生的电子束对物体进行辐照加工，可使 PTFE（聚四氟乙烯）分子的碳链发生断裂，导致 PTFE 发生裂解，通过控制辐射剂量并结合研磨或气流粉碎法可制备 PTFE 超细粉；利用电子束辐照高分子材料发生辐射交联反应可改变材料性质，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。

（三）工艺流程及产污环节

本项目在工业电子加速器开机前，先将准备辐照的热缩带按照收放线路径进行布线。工业电子加速器开机出束，对热缩带进行辐照时，加速器电子枪出束口在辐照室内，辐射工作人员位于辐照室外操作间采用隔室操作，辐照室可为辐射工作人员以及墙外停留或通过的人员提供足够的屏蔽防护，并可防止在开机过程中，无关人员误入辐照室。建设单位的辐射工作人员在工作时，均应携带处于开启状态下的个人剂量报警仪并佩戴个人剂量计。

本项目辐射工作人员使用工业电子加速器进行对热缩带进行辐照改性的操作流程是：

- ①开机预热，设备自检；
- ②检查加速器及系统状态，确认设备有无异常；
- ③开启防护门，辐射工作人员对辐照室巡视，确认无异常情况，关闭好防护门；
- ④开启辅助系统：冷却系统、通风系统、真空系统、监控系统、收放线系统联锁等；
- ⑤确认相关辅助系统运行正常并再次确认无异常情况后，设置运行参数；
- ⑥开启收放线系统，并开机出束，对电缆进行辐照；
- ⑦本项目正常情况下，工业电子加速器每日最多开关机三次，主要为白班和夜班

换岗期间，工作人员进入辐照室内进行巡查。在对热缩带进行辐照过程中，辐射工作人员只需在操作间密切关注相关仪表的参数，无需进入辐照室进行任何操作。

在工业电子加速器开机出束对热缩带进行辐照的过程中，电子束辐照热缩带会产生韧致辐射，发出 X 射线，电子束和 X 射线电离空气产生臭氧及氮氧化物等有害气体，设备运行过程中产生的噪声。本项目工业电子加速器辐照热缩带的工作流程和主要产污环节如图 9-12 所示。

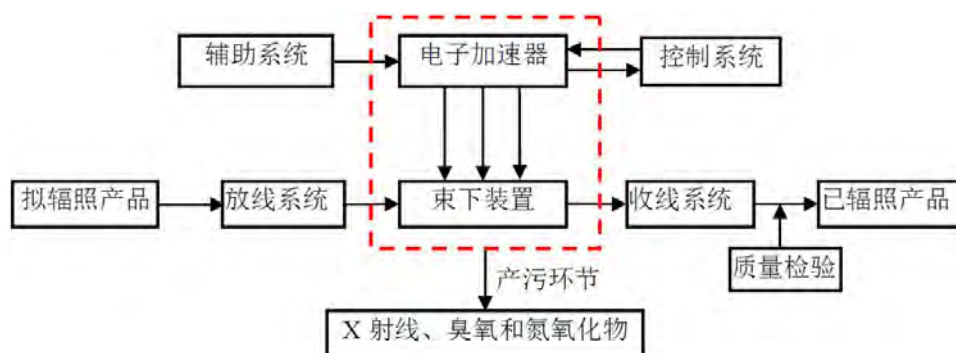


图 9-12 工业电子加速器辐照产品的工作流程和主要产污环节示意图

由图 9-12 可知，本项目所使用电子加速器在运营中产生的主要污染为出束辐照过程中产生的电子束、韧致辐射产生的 X 射线和臭氧、氮氧化物、真空系统及排风机等产生的噪声。

（四）设备工况及人员配置

1、设备运行工况

本项目拟使用的 AB3.0/33-1400 型工业电子加速器最大能量为 3.0MeV，最大电子束流为 33mA。本项目设备本身只使用电子束，不使用 X 射线，该型工业电子加速器为立式结构。实际运行时，最大能量约为 3.0MeV，最大电子束流为 30mA。

本项目拟使用的 DD_{LH}2.0/50-1600 型工业电子加速器主机部分为自屏蔽结构，工业电子加速器最大能量为 2.0MeV，最大电子束流为 50mA。本项目设备本身只使用电子束，不使用 X 射线，主机为卧式自屏蔽结构。实际运行时，最大能量约为 2.0MeV，最大电子束流为 40mA。

2、人员巡检频次

本项目拟配 8 名辐射工作人员，每台加速器配置 4 名辐射工作人员，每班配置 2 人。在日常工作中，设备每天持续运行约 16h，8h/班，全年运行约 250 天。根据建设单位反馈，本项目设备操作人员每天设备停机后均到辐照室内巡检一次，在设备运行过程中，每月对设备平台上安装的设备进行巡检一次。

污染源项描述

一、施工期污染源

1、废水

施工期少量废水主要来自以下几个方面：

①施工场地废水；②施工人员生活污水。

2、扬尘

施工期的大气污染物主要是地面扬尘污染，污染因子为 TSP，为无组织排放。施工产生的地面扬尘主要来自三个方面，一是墙体装修扬尘；二是来自建筑材料包括水泥、沙子等搬运扬尘；三是来自来往运输车辆引起的二次扬尘。

3、固体废物

施工期产生的固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾及废弃的各种建筑装饰材料等建筑垃圾。

4、噪声

主要是使用施工机械和装修设备产生的噪声。

二、营运期污染源

（一）电离辐射

本项目拟使用的 AB3.0/33-1400 型工业电子加速器最大能量为 3.0MeV，最大电子束流为 33mA，拟使用的 DD_{LH}2.0/50-1600 型工业电子加速器最大能量为 2MeV，最大束流强度为 50mA。

工业电子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。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 X 射线，对加速器屏蔽体周围产生一定的辐射影响。此外，电子束打到机头及其他高 Z 物质时也会产生高能 X 射线，X 射线的贯穿能力极强，会对加速器屏蔽体周围环境造成辐射污染。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 射线辐射为项目主要的污染因素。

(二) 非辐射三废

1、固体废物

本项目营运期间，产生的固体废物主要为生活垃圾和不合格产品。工作人员产生的生活垃圾经收集后，统一交由当地环卫部门处理；运营过程中不合格的产品进行重新辐照后仍然不合格的，作为一般固体废物处理。

2、废气

本项目产生的废气主要臭氧、氮氧化物等。

本项目射线装置在通电出束过程中，辐照室内的空气在强电离辐射的作用下，会产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的高速电子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。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。电子束装置屏蔽体在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧在常温下可自行分解为氧气。

3、废水

本项目产生的废水主要为冷却废水和生活废水，冷却水循环使用，不外排，生活污水依托建设单位现有污水处理设施处理。

加速器冷却水循环系统：加速器开机工作时，机器内部件产生大量的热量，通过钢筒冷阱中的冷却水进行冷却。本项目加速器冷却系统使用冷却水循环使用，不外排，损失主要为自然蒸发。

热缩带喷淋冷却系统：热缩带经过辐照加工后温度升高，采用喷淋方法进行冷却，冷却水采用自来水，循环使用。当循环水管道清洗时有少量的清洗废水产生，依托厂区现有污水处理设施处理后，进入市政管网。

4、噪声

本项目产生的噪声主要为排风风机运行时产生的噪声。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局与分区

(一) 工作场所布局合理性

长园长通新材料（东莞）有限公司新增的工业电子加速器使用项目选址于厂区内 1 号厂房内西南侧，工业电子加速器机房北侧为控制室及收放线缆区，避开了人员密集的 2 号楼（宿舍楼），减少了对周围环境的辐射影响。工业电子加速器机房的控制室位于机房的外侧，为隔室操作，减少了对职业人员的照射。工业电子加速器机房平面布局详见附图 1，本项目拟建址避开了人群区域或人员密集区域，或人员流动性大的区域，选址及平面布局合理。

(二) 两区划分

1、分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区—把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区—通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

2、区域划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。公司拟将工业电子加速器机房辐照室（含迷道）和主机室（含迷道）划分为控制区，该区域涉及射线装置的操作，属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及其他法律法规定义的控制区，进行了专门的屏蔽防护设计；其余房间如：控制室、设备层和屏蔽墙体外 30cm 范围内等属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及其他法律法规定义的监督区。

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在图 10-1 上进行了标识。

表 10-1 项目控制区和监督区划分情况

场所名称	控制区	监督区
1号机房	工业电子加速器机房辐照室（含迷道）和主机室（含迷道）	控制室和屏蔽墙体外30cm范围内等
2号机房	工业电子加速器机房辐照室（含迷道）	控制室、设备层和屏蔽墙体外30cm范围内等

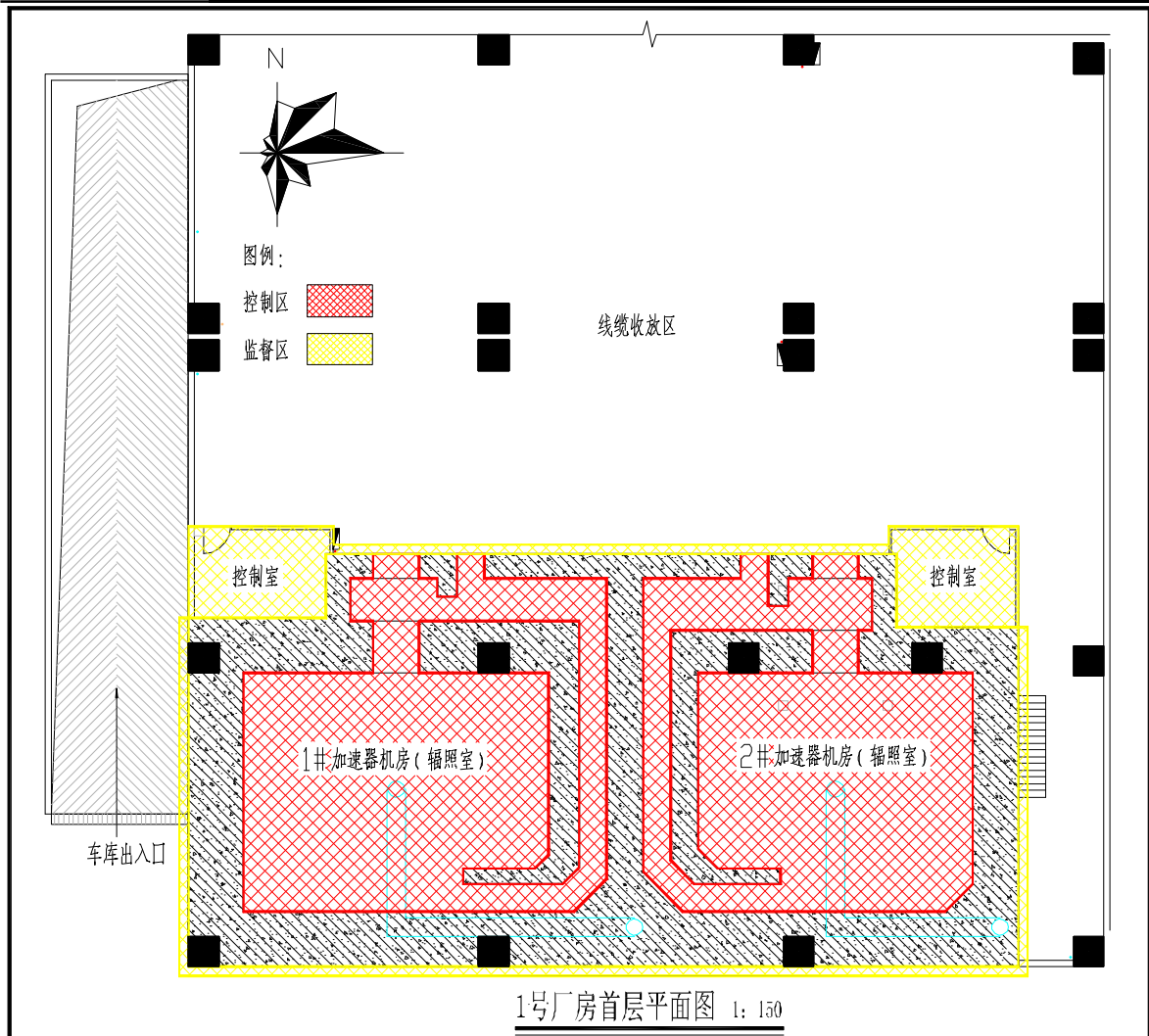


图 10-1-1 工业电子加速器使用场所两区划分示意图（一层）

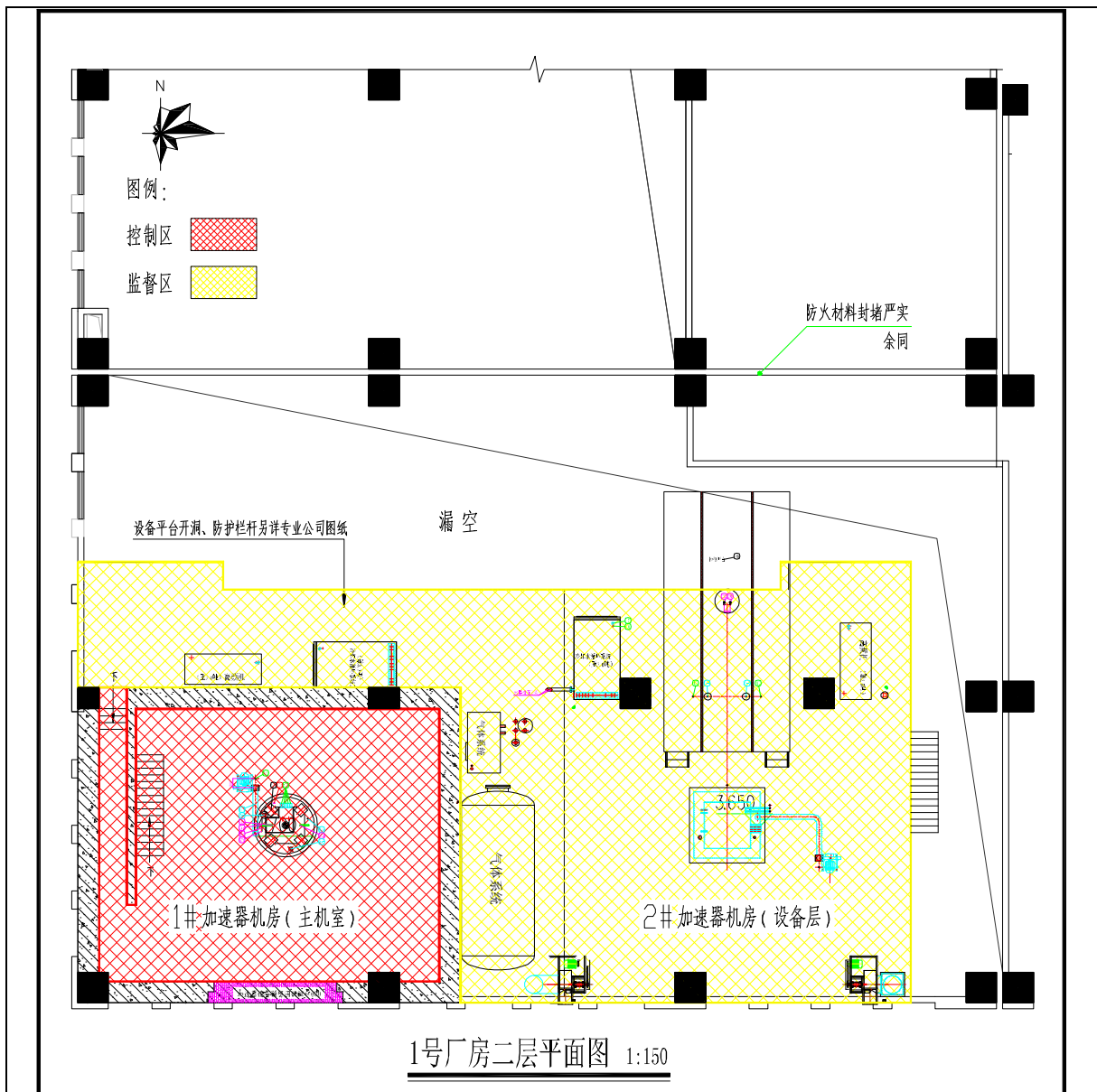


图 10-1-2 工业电子加速器使用场所两区划分示意图（二层）

3、控制区的防护手段与安全措施：

- ①控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志（如图 10-2）。
- ②制定辐射防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；
- ③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；
- ④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。



图 10-2 当心电离辐射警告标志

4、监督区防护手段与安全措施

- ①以黄线警示监督区的边界；
- ②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；
- ③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

二、辐射安全及防护措施

(一) 工作场所的屏蔽措施

1、辐射防护屏蔽设计方案

本项目工业电子加速器机房屏蔽设计见表 10-2，辐照室、主机室和设备层屏蔽措施示意图详见附图 5、6。

表 10-2 工业电子加速器机房防护屏蔽设计一览表

类别	屏蔽防护设计		屏蔽设计参数（厚度及材质）	
1 号 工业电子 加速器机 房	主机室	东墙	700mm 厚混凝土	
		南墙	700mm 厚混凝土	
		西墙	迷道外墙	700mm 厚混凝土
			迷道内墙	300mm 厚混凝土
		北墙	700mm 厚混凝土	
		顶部	600mm 厚混凝土	
		底部	1100 mm 厚混凝土	
		防护门	5cm 钢防护门	
	辐照室	东墙	迷道外墙	1200mm 厚混凝土
			迷道内墙	1000mm 厚混凝土
		南墙	迷道外墙	1800 mm 厚混凝土
			迷道内墙	500 mm 厚混凝土
		西墙	1800 mm 厚混凝土	
		北墙	迷道外墙	800 mm 厚混凝土
			迷道内墙	1700 mm 厚混凝土（东段）1800 mm 厚混凝土（西段）
		顶部	1100 mm 厚混凝土	
		防护门	普通防盗门	

2号 工业 电子 加速器 机房	设备层	电子加速器主机侧钢桶为 14mm 厚钢；连接筒为 3mm 钢+30mm 铅+10mm 钢；加速器主钢桶顶部为 90mm 钢+60mm 铅+20mm 钢，连接桶侧上段为 3mm 钢+30mm 铅+12mm 钢，下段为 3mm 钢+40mm 铅+12mm 钢，另外一侧的上、下段均为 3mm 钢+40mm 铅+12mm 钢，中段检修门为 65mm 厚钢，底部为 80mm 钢；主钢桶底部与电子加速器辐照室连接的区域为 420mm 厚钢板，两边搭接宽度均为 330mm。辐照室与侧钢桶连接处覆盖 30mm 厚钢板。		
	辐照室	东墙	1500mm 厚混凝土	
		南墙	迷道外墙	1800 mm 厚混凝土
			迷道内墙	500 mm 厚混凝土
		西墙	迷道外墙	1200mm 厚混凝土
			迷道内墙	900mm 厚混凝土
		北墙	迷道外墙	800 mm 厚混凝土
			迷道内墙	1800 mm 厚混凝土（东段） 1700 mm 厚混凝土（西段）
顶部	1500 mm 厚混凝土			
防护门	普通防盗门			

注：本项目拟使用的混凝土密度不低于 2.35g/cm^3 ，铅板的密度不低于 11.3g/cm^3 。

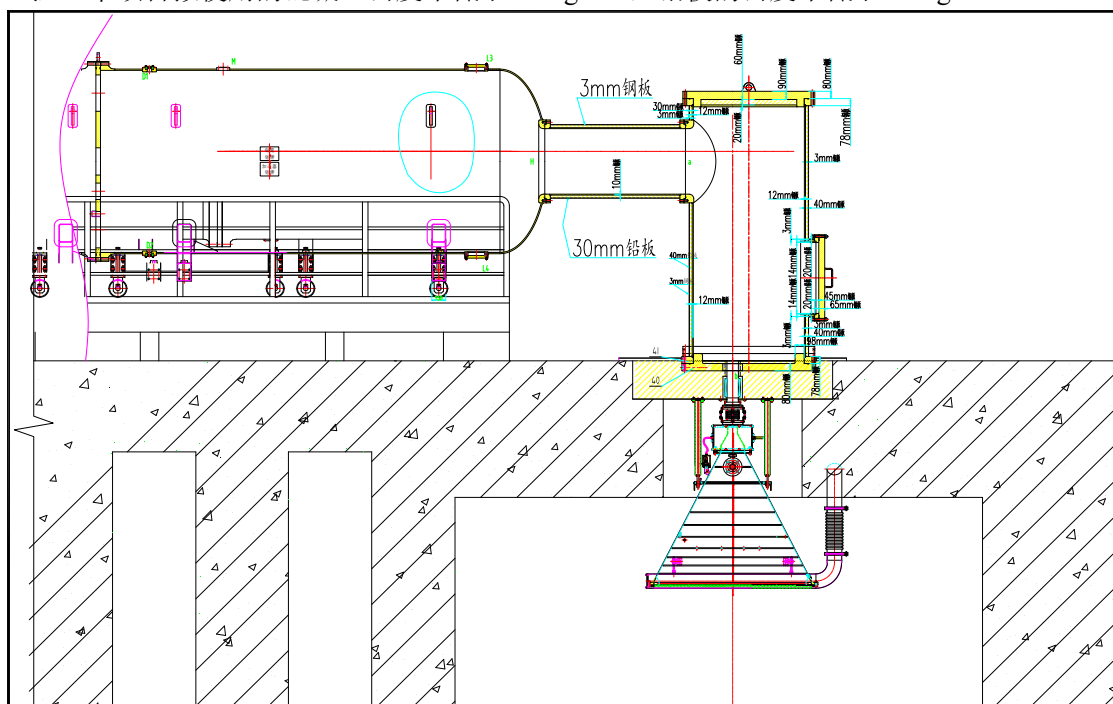


图 10-3 工业电子加速器设备层屏蔽结构示意图

本项目 DD_{LH}2.0/50-1600 型工业电子加速器由中广核达胜加速器技术有限公司设计生产，该公司严格按照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）的要求进行出厂检测，确保钢桶屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率满足低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的相关要求，方可出厂。

2、穿墙电缆沟、设备传送带穿墙示意

建设单位电子加速器辐照室的全部电缆采用预埋和斜向穿墙的形式进行屏蔽补偿。对于预埋管见图 10-4 左侧图，所有预埋管均位于地下 30cm 处，且转弯角大于 120° ，转角次数大于 2 次。斜向穿墙管线均避开主射线束方向，有一定角度倾斜，见图 10-4 右侧图。

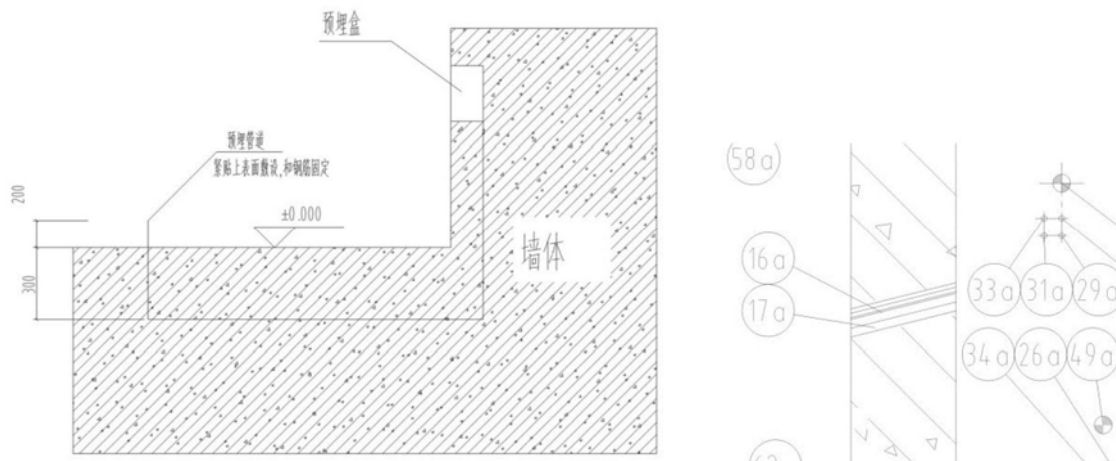


图 10-4 电缆沟示意图

建设单位电子加速器辐照室的热缩带在穿过屏蔽墙时，采用斜向下 45° 穿过迷道内墙，详见图 10-5。

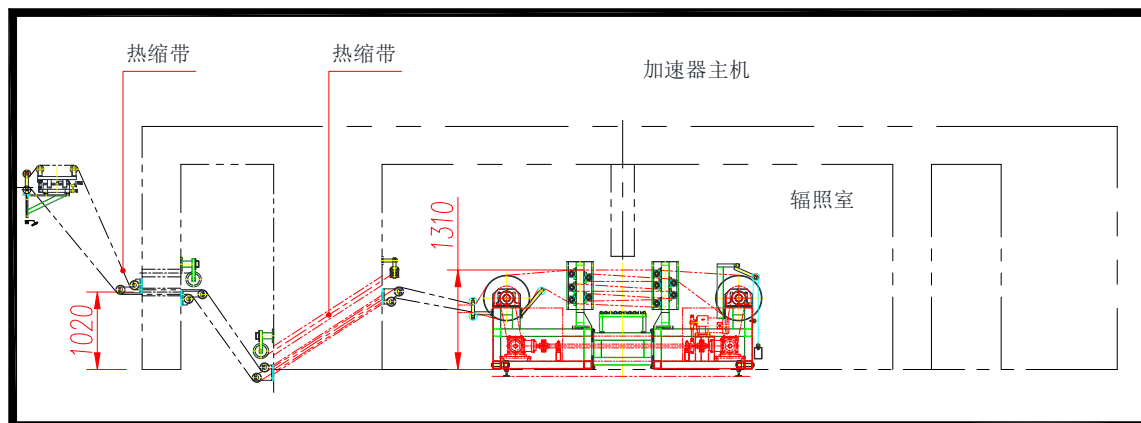


图 10-5 热缩带穿墙示意图

(二) 辐射安全装置

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)的规定，在工业电子加速器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。

本项目拟使用的工业电子加速器采取相适应的多层防护与安全措施（即纵深防

御)，充分体现了冗余性、多元性、独立性的安全原则，辐射安全与防护设施设计包括联锁系统、急停系统等内容，辐照装置设计的辐射安全保护措施和联锁系统符合相关标准规范，满足辐射安全要求。辐射安全与防护设施布置见图 10-6 和图 10-7，安全联锁设施逻辑示意图 10-8 所示。

1、钥匙控制 本项目工业电子加速器控制室内主控台上设有钥匙开关，只有该钥匙就位后才能开启电源，启动加速器进行出束作业：钥匙开关处于未闭合状态时，加速器无法开机出束。同时，加速器的主控钥匙开关和辐照室防护门及主机室防护门联锁，如果从控制台上取出钥匙，加速器会自动停机，没有该钥匙辐照室防护门和主机室防护门也无法打开，该钥匙与 1 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调试值班长保管使用。

2、门机联锁 辐照室防护门和主机室防护门与束流控制和加速器高压联锁。辐照室防护门或者主机室防护门打开时，加速器不能开机，加速器运行中任一防护门被打开则加速器自动停机。

3、束下装置联锁 电子加速器将与束下装置的绕圈机相连。在束下装置的绕圈机未转动时，电子加速器无法开机出束；在绕圈机系统出现故障或者被辐照物品全部已处理结束后，电子加速器将自动停止出束。

4、信号警示装置 在辐照室和主机室的防护门外、辐照室内部和主机室内部均设计有灯光和音响警示。当开机出束前，警示灯将亮起并发出闪烁信号，音响装置将发出警示声音。在辐照室防护门外和主机室防护门外，设计有工作状态指示灯和电离辐射警示标识，工作状态指示灯与加速器高压连锁，当加速器启动时，警示灯将亮起并发出闪烁信号，以提醒周围人员勿靠近。在设备平台的楼梯入口处设置护栏，护栏平时上锁。只有在设备检修时才打开允许检修人员进入，平时任何人员均无法进入设备平台。同时，在设备平台楼梯入口处拟设置醒目的电离辐射警示标识，提醒人员勿靠近。

5、巡检按钮

本项目辐照室和主机室内设有多个巡检按钮，各巡检信号均与加速器控制台联锁。工业电子加速器在开机出束前，辐射工作人员需先进入辐照室内和主机室内进行巡视，巡查有无人员误留或有无其他异常，并按序按下辐照室内和主机室内的巡检按钮，全部巡检按钮按下后，屏蔽门关闭后，加速器方可启动；若中途停止或不按顺序

执行，系统会提示巡检失败，加速器将不能进行出束作业，工作人员必须重新按序巡检。加速器在开机过程中，如辐照室内和主机室内任一巡检按钮被触发，加速器会立即停止出束。

6、防人误入装置 在辐照室和主机室迷道入口紧邻防护门的位置，设计有 3 道相互独立不同高度的光电装置（红外光电感应装置），且并分别与加速器联锁。光电装置安装高度距离地面分别为 0.4m，0.85m 和 1.3m 处，当有人员或者动物误入电子加速器机房，身体将任意一处红外线挡住后，若加速器处于开机状态下，将立即自动切断电源，加速器将立即停止出束，同时发出异常情况下的警示声音。

7、急停装置 辐照室和主机室的迷道入口处、迷道出口处（屏蔽门旁）均设计有拉线开关，拉线开关距地面高度约 1.3m；在加速器主控台上同样设计有紧急停机开关。所有紧急停机开关应有明显的标志，供紧急停止使用。

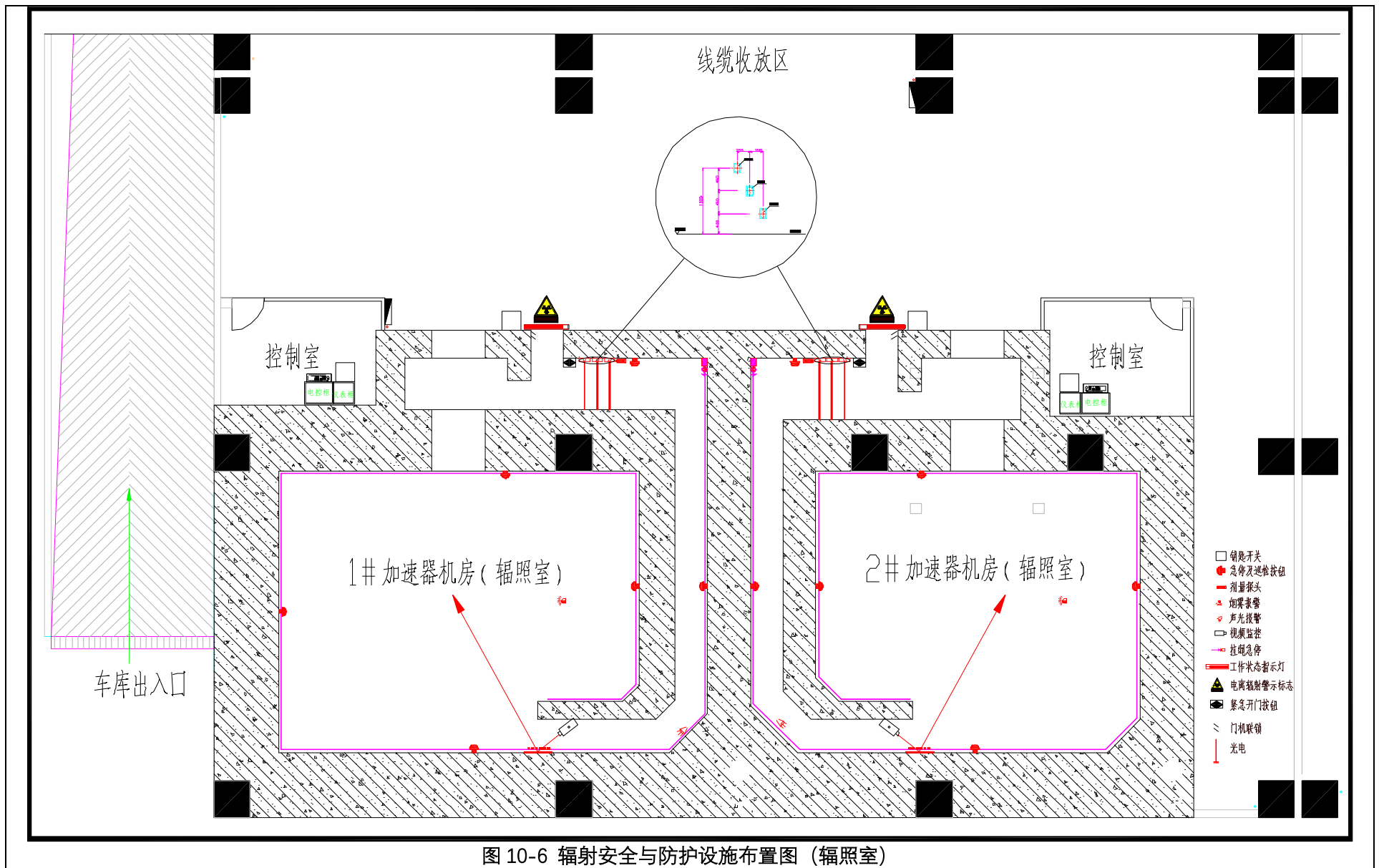
当出现紧急情况时，只需拉下拉线开关，则该电子加速器机房内的加速器将立即断电，停止出束。在紧急情况、事故处理完毕启，需将拉线开关进行复位，加速器才能重新启动。在电子加速器机房内的四面墙壁和迷道墙壁上，距离地面高度约 1.2m 处，拟紧急停机按钮。当紧急停机按钮正常时，加速器方可启动进行出束作业；当加速器正常启动出束作业过程中，若按下紧急停机按钮，则该电子加速器机房内的加速器将立即断电，停止出束。在紧急情况、事故处理完毕后，需将紧急停机按钮进行复位，加速器才能重新启动。在电子加速器机房防护门内侧，拟安装紧急开门装置。紧急情况下，机房内的人员只需按下紧急开门按钮，防护门将立即打开，若此时加速器处于出束状态，加速器将立即停止出束。

8、剂量联锁 本项目拟安装固定式实时辐射剂量率监测系统，监测探头位于辐照室和主机室迷道内，显示面板位于控制室内。当显示面板上的辐射剂量率大于预设值（预设值为 2.5 μ Sv/h）时，电子加速器机房的防护门将无法打开。

9、通风联锁 电子加速器机房通风系统正常工作后，加速器才能出束；在通风系统未正常工作时，加速器将无法进行出束作业。在加速器正常运行过程中，当通风系统发生故障时，加速器将立即停止出束。加速器的控制软件设计有正常停机后排风系统延迟关闭和防护门延迟开启系统，即：加速器正常停止出束后，排风系统将参加工作至少 5 分钟，在 5 分钟内，即使对排风系统发出停止工作指令，排风系统仍将有效工作 5 分钟；正常停止加速器出束后 5 分钟内，即使发出打开电子加速器机房防护

门的指令，机房防护门仍然无法打开，直到 5 分钟后方可开启防护门。

10、烟雾报警 在电子加速器器机房内顶部，拟安装烟雾报警装置。电子加速器将与火灾烟雾报警系统联锁。在加速器正常出束时，若烟雾报警装置启动报警，则电子加速器将立即停止出束，通风系统将立即停止运行。在加速器停机状态时，若烟雾报警装置启动报警，则电子加速器将无法启动进行出束，通风系统将无法开启进行通风换气。



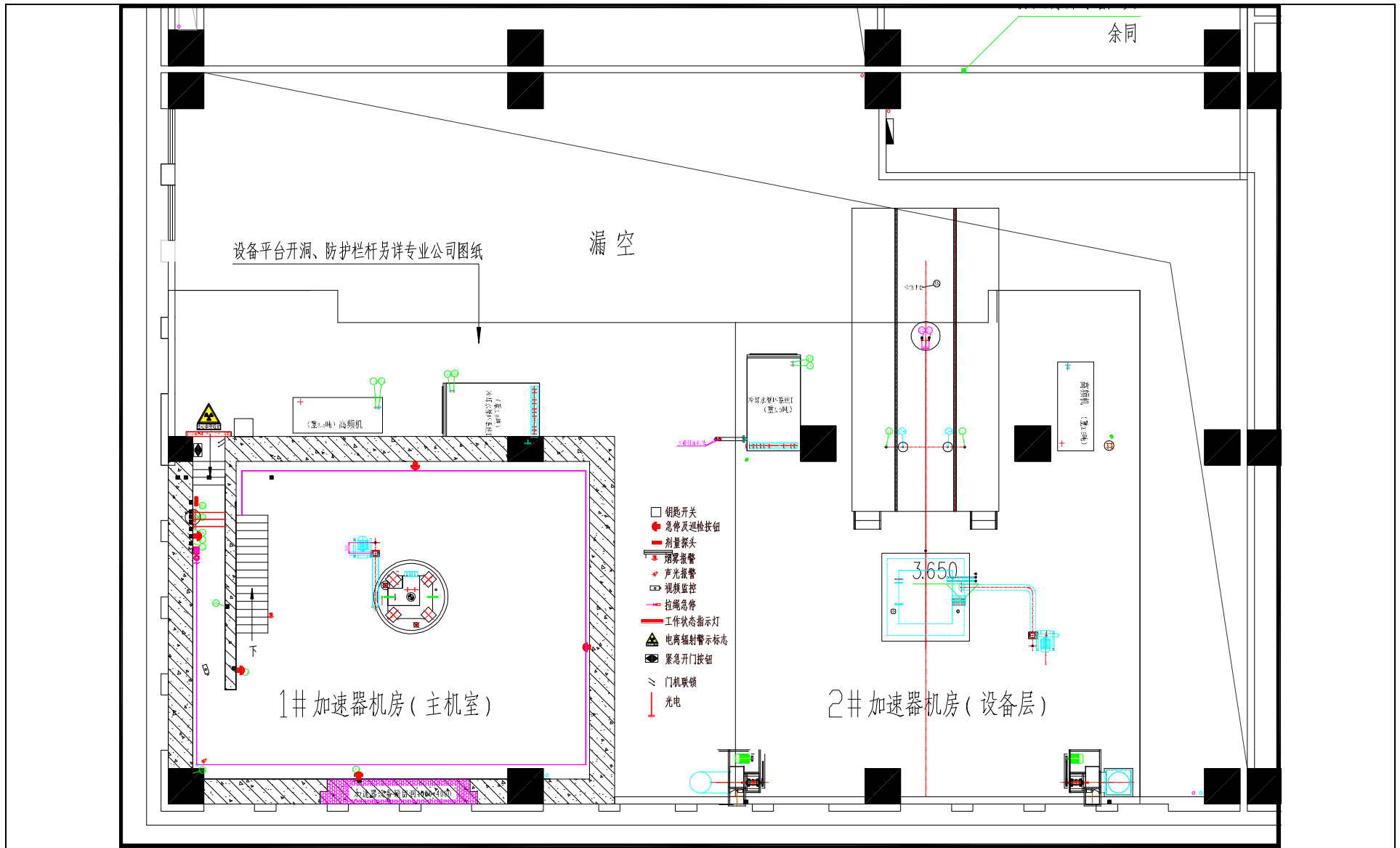


图 10-7 辐射安全与防护设施布置图 (二层)

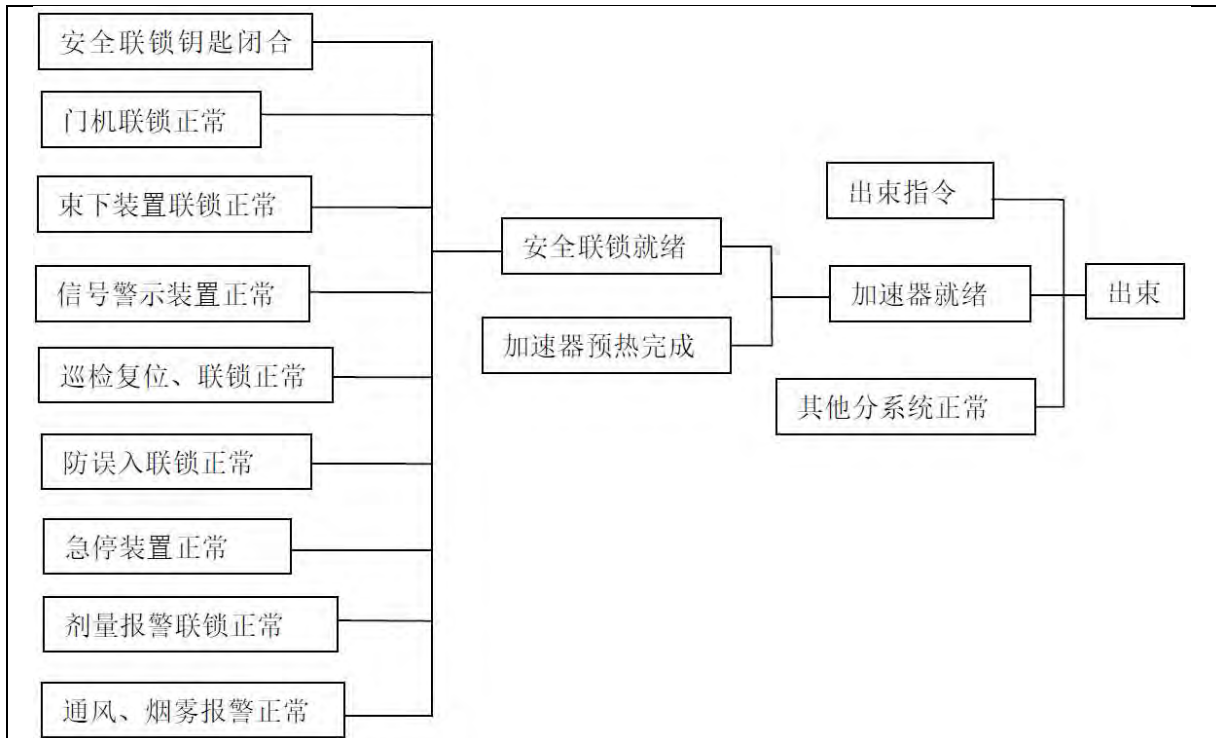


图 10-8 安全联锁设施逻辑示意图

（三）其他辐射安全设施

本项目工业电子加速器除落实了《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）中的相关要求外，还设计了实时监控系统、收放线系统、加速器冷却系统、辐射安全控制系统联锁等。

1、实时监控系统

建设单位在辐照室内拟设摄像监视系统，辐照室内图像实时显示在控制室的监控显示器上，使控制室内的工作人员可清楚地观察到辐照室内的情况，如发生意外情况可及时处理。为避免强辐射场对视频信号的干扰，视频摄像头安装在迷道口，通过反射镜来获取辐照室内图像。

2、收放线系统

本项目设有收放线系统。公司在辐照室外收放线区，配置有专用电缆放线装置和收线装置，辐照前的电缆在辐照室外通过过线间后进入辐照室采用“八”形穿墙，在辐照室辐照区内电缆经过照射后，按照原路径通过收线装置返回到绕线机。绕圈机与工业电子加速器的束下装置系统设有工艺联锁，绕圈机转动电子加速器出束，绕圈机停止转动电子加速器立即停止出束。

3、加速器冷却系统

工业电子加速器设备将与加速器各管路冷却回水的流量进行联锁，在加速器未出

束时，只有当各管路冷却回水的流量正常时，加速器方可启动进行出束作业；在加速器正常运行后，各管路冷却回水的流量将时时监控，若任意管路的冷却回水流量出现异常，则系统将立即切断该加速器电源，使得机房内的加速器立即停止出束。

4、辐射安全控制系统联锁

工业电子加速器将与该加速器的各控制信号进行联锁。在加速器未出束时，只有当所有控制信号均正常时，加速器方可启动进行出束作业；在加速器正常运行后，将对各控制信号时时监控，若任意控制信号出现异常，则系统将立即切断电源，使得辐照室内的加速器立即停止出束。

本项目拟建的电子加速器具有多重设备安全联锁，如：高频供电系统、冷却系统、控制系统联锁、门灯机联锁、剂量检测联锁等，并在满足标准要求的基础上，增加了机房内实时监控系統，以确保加速器的运行安全。

5、各辐射安全防护设施的关系

为确保设备的运行安全，防止电子加速器周围相关人员误入，减少辐射事故的发生，本项目工业电子加速器设计了多重联锁，主要有设备联锁、安全联锁和工艺联锁。

设备联锁系统为开机必备的条件，主要集成在设备平台内，主要由真空系统、高频供电系统、仪表电源系统、水冷系统、风冷系统组成，其中任何一系统出现故障，电子加速器系统无法开机；安全联锁为电子加速器出束的必要条件，其中有防护门门机联锁、紧急停机开关、光电联锁、巡检联锁、拉线保护联锁、剂量检测联锁、烟雾报警联锁，用以保障本项目辐射工作人员、检修人员和公众的安全，其中任和一个联锁出现异常，电子加速器均会立即停止出束或无法出束；工艺联锁是设备长期连续运行的必要条件，主要收放线系统、通风系统、束下装置联锁组成，工艺联锁任意一个环节暂停工作，电子加速器均立即停止出束。

本项目安全联锁和设备联锁相互关联，任何一个环节出现异常，电子加速器均不能出束，工艺联锁出现异常则电子加速器不能长期连续出束，彼此关联又相互独立；安全联锁系统中，任何一个联锁出现了异常，均能够立即使电子加速器停止出束；本项目在满足 HJ 979-2018 的情况下，还增设置了场所多重钥匙管控、监控系统、设备联锁、工艺联锁多重安全措施。因此，本项目具备辐射防护设施设备的多重性、独立性、冗余性。

还需要进一步落实的措施：

①在本项目投用后，建设单位应建立《辐射工作场所辐射安全设施维护检修制度》，定期对工业电子加速器装置上的常用设备进行检查，并做好记录，如果发现异常及时修复或者改正，确保辐射安全防护措施的有效性和稳定性；

②在控制室和设备平台增加门锁或者门禁系统，非本项目辐射工作人员不得擅自进出该区域内；

③在控制室门口（加速器机房防护门外）和设备平台安装监控探头，以便及时发现无关人员闯入监督区域并及时阻止该行为。

④在设备平台钢桶位置设置 1 个固定式辐射剂量率报警探头，显示器位于楼梯入口处，当发生射线泄漏超过阈值时，设备会立即报警。

综上所述，在上述所有措施和要求落实到位后，本项目配备的相关辐射防护措施符合标准的要求，配备的联锁装置可有效的保护操作人员和公众，减少因人为误入造成辐射安全事故。

（四）监测设备

建设单位拟配备一定数量的个人剂量计，个人剂量报警仪和辐射巡检仪，具体配置详见表 10-3。

表 10-3 监测设备配置情况一览表

序号	名称	型号	数量
1	个人剂量计	TLD 型	每人 1 套
2	个人剂量报警仪	待定	4 台
3	辐射巡检仪	待定	1 台

三废的治理

本项目工业电子加速器在运行过程中不产生放射性三废。

1、废气

空气在辐射照射下，会产生少量臭氧和氮氧化物等有害气体，其中由于氮氧化物的产率仅为臭氧产率的三分之一，同时国家对空气中臭氧浓度的标准严于氮氧化物，因此项目主要产生的废气污染物为臭氧。

公司拟在工业电子加速器机房辐照室内设置排风装置，将辐照室内产生的废气引出高于厂房顶 3m 排放，最小排风量不低于 10000m³/h，臭氧排入环境大气后，在常温下可自行分解成氧气，不会对环境空气造成明显影响。

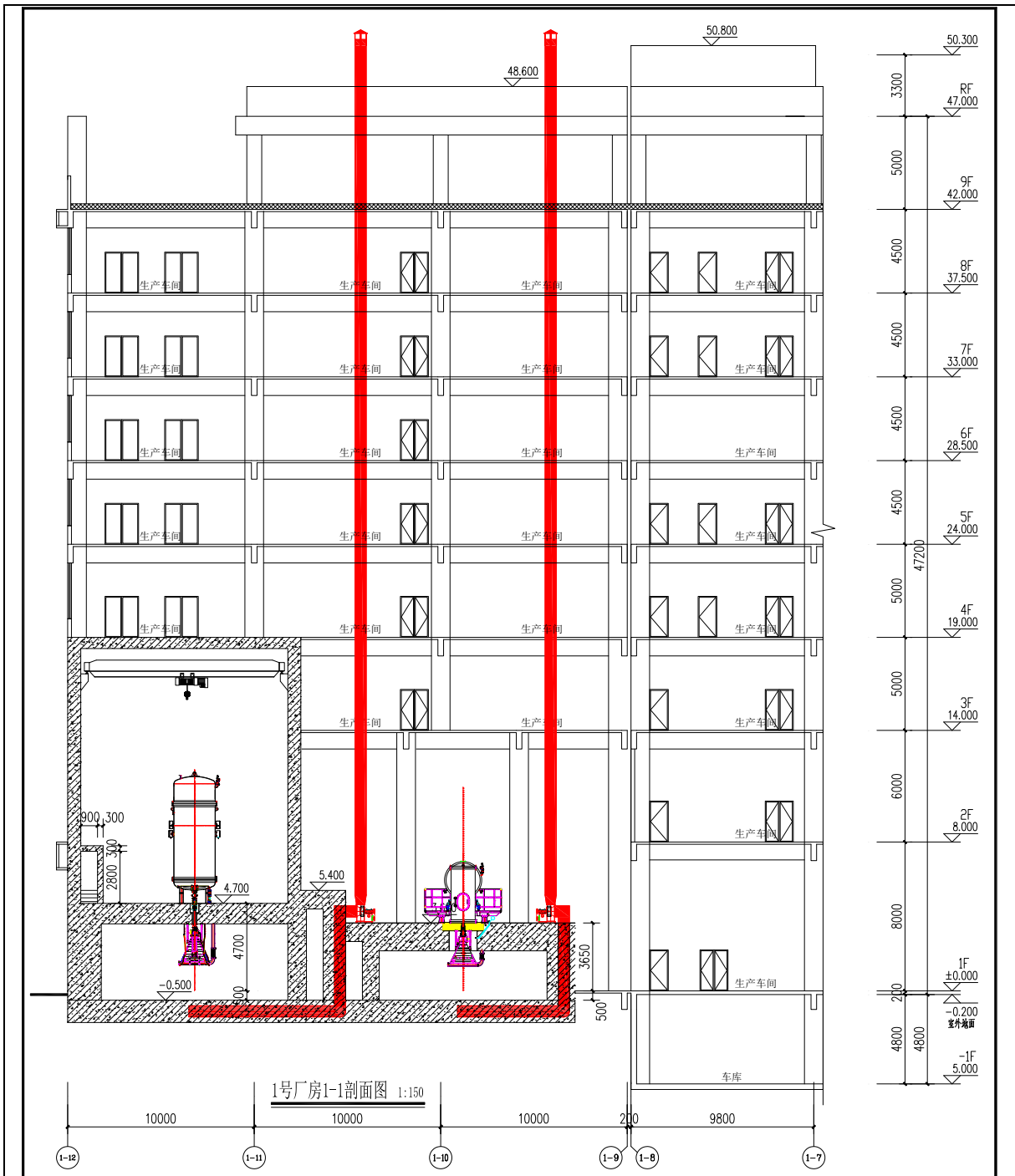


图 10-9 工业电子加速器排风管道布置图

2、固废

本项目使用工业电子加速器用于辐照热缩带等材料交联改性，电子加速器能量较小，不会引起靶物质活化，不产生放射性固体废弃物。在电子加速器运行期间，主要固体废物为生活垃圾和不合格的产品。生活垃圾依托既有的生活垃圾处理设施处理，运营过程中不合格的产品进行重新辐照后仍然不合格的，作为一般固体废物处理。

3、废水

本项目使用电子加速器用于辐照热缩带，在运行期间，主要废水为生活污水和冷

却水，生活污水依托既有的生活污水处理系统处理，冷却水循环使用，不外排。

4、噪声

项目噪声源为辐照室排风系统，该排风系统噪声值低于 90dB(A)，经建筑物墙体隔声及公司场址内的距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3 类标准要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工阶段的环境影响分析

本项目需新建工业电子加速器机房及其配套用房，对机房进行装修和设备安装等工序的施工，施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水，在施工期应重点做好以下工作：

扬尘的防治措施：项目通过施工现场封闭施工和采取洒水等措施进行控制；

废水防治措施：施工废水循环使用；生活废水依托厂区临时设施进行处理；

废气防治措施：项目施工现场封闭施工，及时清理，通风换气等措施；

噪声防治措施：选用低噪声设备，合理安排施工时间；

固废防治措施：基础工程挖土方与回填土方在施工场内周转，就地平衡，弃土用于厂区绿地和道路建设，部分土方进行回填使用；建筑垃圾收集后堆放于指定地点并及时清运至住建部门指定的弃渣场；生活垃圾收集后交由环卫部门处理。

机房施工质量的要求：

(1) 在建设过程中严格按照施工规范进行施工，在工业电子加速器机房屏蔽体施工过程中，应连续整体浇筑，采取有效措施避免产生孔洞气泡，防止射线泄漏；防护门与墙体、机房顶部与侧钢桶底部重叠部分不小于缝隙宽度的 10 倍；

(2) 穿过机房墙体的各种管道、电缆不得影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果，不得正对工作人员经常停留的地点。

公司在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在内局部区域，对周围环境影响较小。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备安装、调试均应设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在工业电子加速器机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物，作为一般固体废物进行处置，不随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

长园长通新材料（东莞）有限公司拟在公司厂区 1 号厂房一层生产车间西南侧建设 2 座工业电子加速器机房，2 座机房呈东西向并排布置，于机房内配备 2 台工业电子加速器，本次拟新增的工业电子加速器型号分别为：AB3.0/33-1400（电子最大能量为 3.0MeV，最大束流为 33mA，立式结构，无锡爱邦辐射技术有限公司生产）1 台，DDLH2.0/50-1600（电子最大能量为 2.0MeV，最大束流为 50mA，卧式半自屏蔽结构，中广核达胜加速器技术有限公司生产）1 台，均属于 II 类射线装置，用于对公司生产的热缩带等产品进行辐照加工。工业电子加速器运行时，电子束轰击靶、各结构材料和辐照产品都会产生韧致辐射（X 射线），X 射线是电子加速器运行过程中的主要辐射源，电子束影响较小。

一、电子束环境影响分析

根据《辐射防护手册》（第三分册）可知，电子在物质中最大射程可由公式 11-1 进行估算：

$$d = \frac{1}{2\rho} E_{\beta max} \dots\dots \text{公式 11-1}$$

式中： d —最大射程，cm；

ρ —防护材料的密度，g/cm³；

$E_{\beta MAX}$ —电子最大能量，MeV。

本项目工业电子加速器电子束最大能量约为 3.0MeV，由公式 11-1 计算得出电子线在混凝土（密度取 2.35g/cm³）中最大穿透厚度约为 0.64cm，本项目辐照室有效的墙体厚度至少为 80cm，完全可以屏蔽 3.0MeV 及以下的电子，而且本项目工业电子加速器产生的电子束均朝向地面。因此，电子束对辐照室外环境的影响可以忽略不计。

二、韧致辐射（X 射线）环境影响分析

本次拟使用的工业电子加速器最大电子束能量为 3.0MeV，最大电子束流强度为 50mA，最大功率为 100kW。由于本项目目前处于设计阶段，工业电子加速器尚未投入运行，因此，本次评价采用理论计算和类比的方法预测工业电子加速器运行产生的 X 射线辐射影响。

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）的要求，在本项目工业电子加速器机房的辐照室和主机室外设定关注点。从保守角度出发，在工业电子

加速器机房辐照室和主机室设计的尺寸厚度基础上，假定工业电子加速器以最大功率运行并针对关注点最不利的情况进行预测计算。

(一) 源项分析

本项目工业电子加速器机房分为二层，工业电子加速器主机安装在二层主机室内或设备层内，电子束通过加速管引向一层的辐照室内。由于加速器电子束朝下，不直射向四周屏蔽墙，因此偏离束流主方向的电子束照射到加速器设备层和辐照室后产生韧致辐射（X 射线），这部分射线为设备主机和辐照室的屏蔽对象。

本项目工业电子加速器运行时，电子束出束方向竖直向下，在辐照室内电子束可能轰击的物质有 3 种：

- ①混凝土地面
- ②电子扫描窗下方的不锈钢阻挡板
- ③辐照产品：建设单位生产的热缩带等。

不同能量电子束轰击不同物料时，其韧致辐射（X 射线）发射率不同。对同一种靶材料，不同方向上韧致 X 射线的发射率也不相同。本项目电子束辐照交联热缩带时，有可能透过交联热缩带照射到传输系统的不锈钢板上，对于交联热缩带和铁而言，不锈钢 Z 值大，X 射线发射率也较高，因此本报告保守选取**不锈钢**为轰击靶，来进行辐射防护评价。

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）附录 A 中公式 A.2 计算距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率：

$$D_{10} = 60 \cdot Q \cdot I \cdot f_e \cdots \cdots \text{公式 11-2}$$

式中： D_{10} —距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率，Gy/h；

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

I —电子束流强度，mA；

f_e —X 射线发射率修正系数。

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）附录 A 中表 A.1 中给出的数据是电子束打高 Z 靶的数据，通常被辐照的物质很少为高 Z 材料，因此需要对靶进行修正。被辐照的靶材料为“铁、铜”时， 0° 方向的修正系数 f_e 为 0.7， 90° 方向的修正系数 f_e 为 0.5；被辐照的靶材料为“铝、混凝土”时 0° 方向的修正系数 f_e 为 0.5， 90° 方向的修正系数 f_e 为 0.3。

根据公式 11-2 可计算出本项目工业电子加速器辐射源项取值，详见表 11-1。

表 11-1 工业电子加速器辐射源项计算参数及计算结果

机房	入射电子能量	90° 等效能量	I (mA)	入射方向	Q ($\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	f_e	D_{10} (Gy/h)
1#	3.0 MeV	1.9 MeV	33	前向 0°	14.0	0.7	19404
				侧向 90°	3.2	0.5	3168
2#	2.0 MeV	1.3 MeV	50	前向 0°	3.3	0.7	6930
				侧向 90°	1.6	0.5	2400

(二) 1#加速器机房屏蔽效果估算

1、辐照室屏蔽墙体外辐射剂量率估算

(1) 直射 X 射线的屏蔽

对于工业电子加速器辐照装置，很多情况下需要考虑侧向(相对电子束 90° 方向) X 射线的屏蔽，此时应将等效入射电子能量作为侧向入射电子的能量，然后按等效入射电子能量的特性参数，根据直射 X 射线屏蔽的方法进行计算。本次在辐照室外选取具有代表性的关注点位进行分析评价，关注点位选取示意图见图 11-1 和图 11-2。

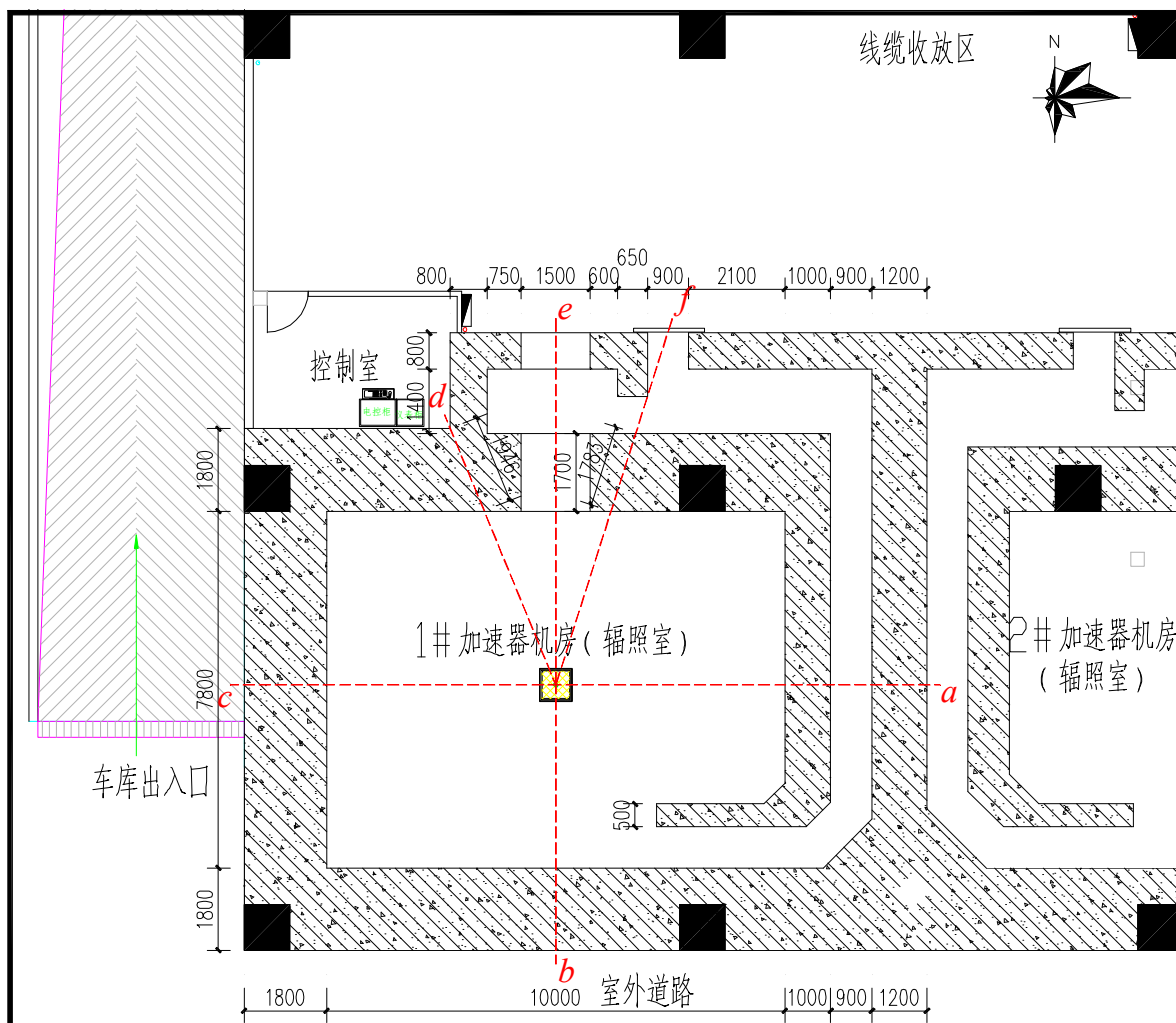


图 11-1 1#工业电子加速器机房辐照室关注点位示意图 (四周墙体)

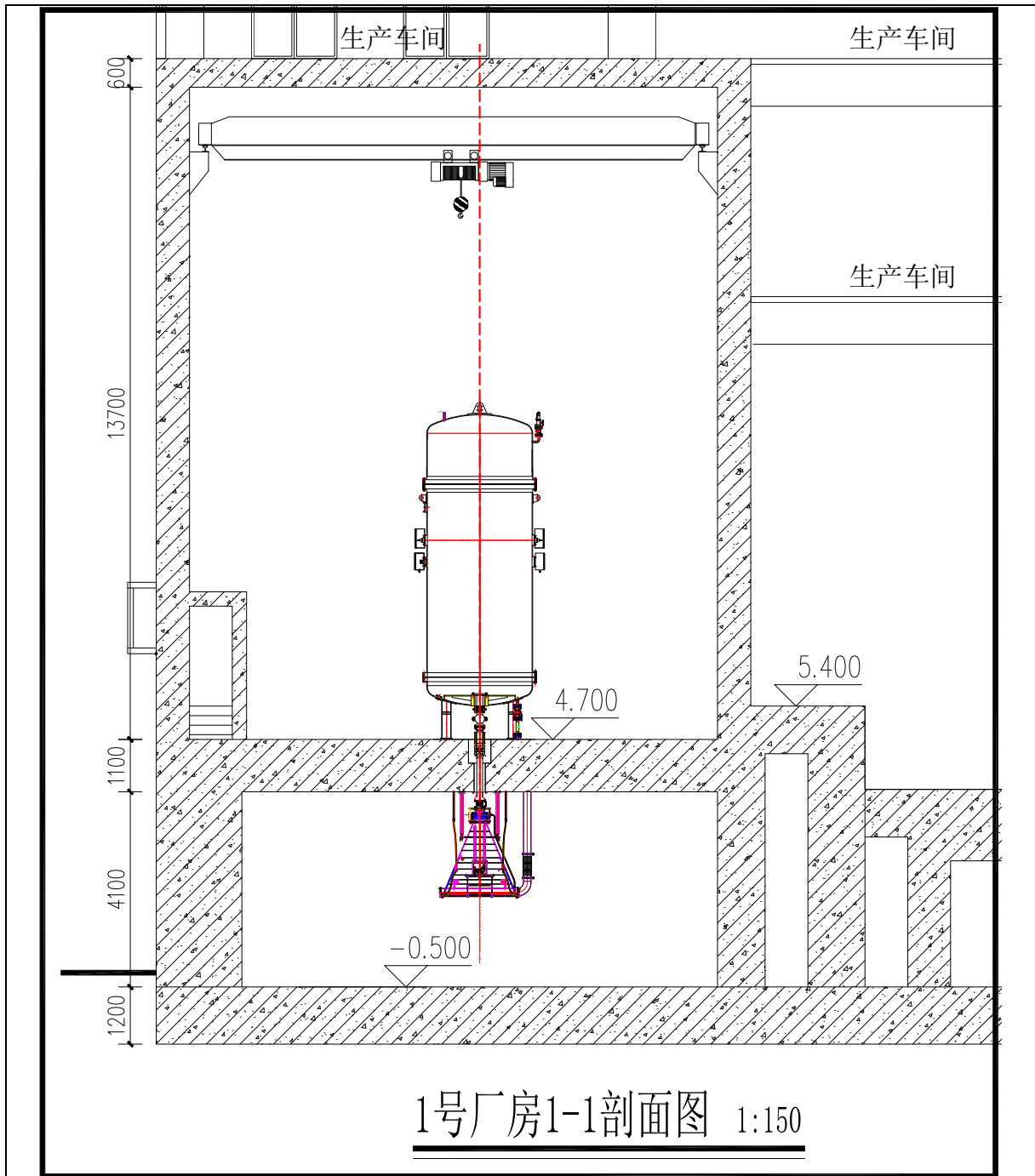


图 11-2 1#工业电子加速器机房辐照室关注点位示意图（剖面图）

①计算公式的选取

依据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）附录 A 中公式 A-1、A-2、A-3 和 A-4 可以推导得出本次计算相关公式如下：

X 射线透射至墙外关注点处当量剂量率：

$$H_M = \frac{D_{10} \cdot B_X \cdot T}{1 \times 10^{-6} \cdot d^2} \dots \dots \text{公式 11-3}$$

式中： H_M —关注点周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B_X —X 射线屏蔽透射比；

T —居留因子，推导时居留因子取 1；

d —X 射线源与参考点之间的距离，m；

D_{10} —距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率，Gy/h；

$$B_x = 10^{-n} \dots \dots \text{公式 11-4}$$

$$n = \frac{S - T_1 + T_e}{T_e} \dots \dots \text{公式 11-5}$$

式中： S —屏蔽体厚度，cm；

T_1 —在屏蔽厚度中，朝向辐射源的第一个十分之一值层，cm；

T_e —平衡十分之一值层，该值近似于常数，cm；

n —为十分之一值层的个数。

②计算参数及计算结果

将相关参数代入根据公式 11-3~公式 11-5 后，可得到各个关注点处的辐射剂量率，预测结果见表 11-2。

表 11-2 1#工业电子加速器机房辐照室外关注点处辐射剂量率计算结果一览表

关注点 参数	a 点	b 点	c 点	d 点	e 点	f 点	顶部 ^②
S (cm)	220	180	180	180	260	170	170
等效厚度 (cm)	220	180	180	194.6	260	178.3	170
T_1 ^③	22.1 (cm) 混凝土						
T_e	20.1 (cm) 混凝土						
B_x	1.43×10^{-11}	1.39×10^{-9}	1.39×10^{-9}	2.62×10^{-10}	3.70×10^{-14}	1.69×10^{-9}	4.38×10^{-9}
D_{10} (90°)	3168 (Gy/h)						
d (m)	8.40	6.10	7.10	6.38	8.00	8.40	17.9
T ^①	1						
H_M ($\mu\text{Sv/h}$)	6.40×10^{-4}	0.119	0.088	0.020	1.83×10^{-6}	0.076	0.043
控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5						
是否满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：①居留因子均取 1；

②计算顶部时保守估算，采用 90° 方向上的吸收剂量率进行计算，不考虑斜射角；

③根据 HJ 979-2018 附录 A 表 A.2 和表 A.3，等效入射能量约为 1.9MeV，保守按照入射能量 2.0MeV 进行取值。

(2) 散射辐射的屏蔽

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）附录 A.3 可知，在加速器装置的屏蔽设计中，有三种情况必须考虑散射辐射：迷道和防护门、天空反散射、孔道。本项目管线、排风管采用 Z 形或 U 形穿过屏蔽墙体，其中连通一层的电缆穿墙处位于辐照室最外侧迷道顶棚，辐照室 X 射线散射线要到达该孔洞处需要经过多次散射，穿屏蔽体孔道基本不影响屏蔽墙体防护效果；根据核算本项目工业电子加速器调试顶棚外的剂量率均低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，经天空散射后在地面上的贡献值非常低，可忽略不计。因此本次散射辐射主要考虑迷道和防护门。本次计算辐照间散射路径示意图见图 11-3。

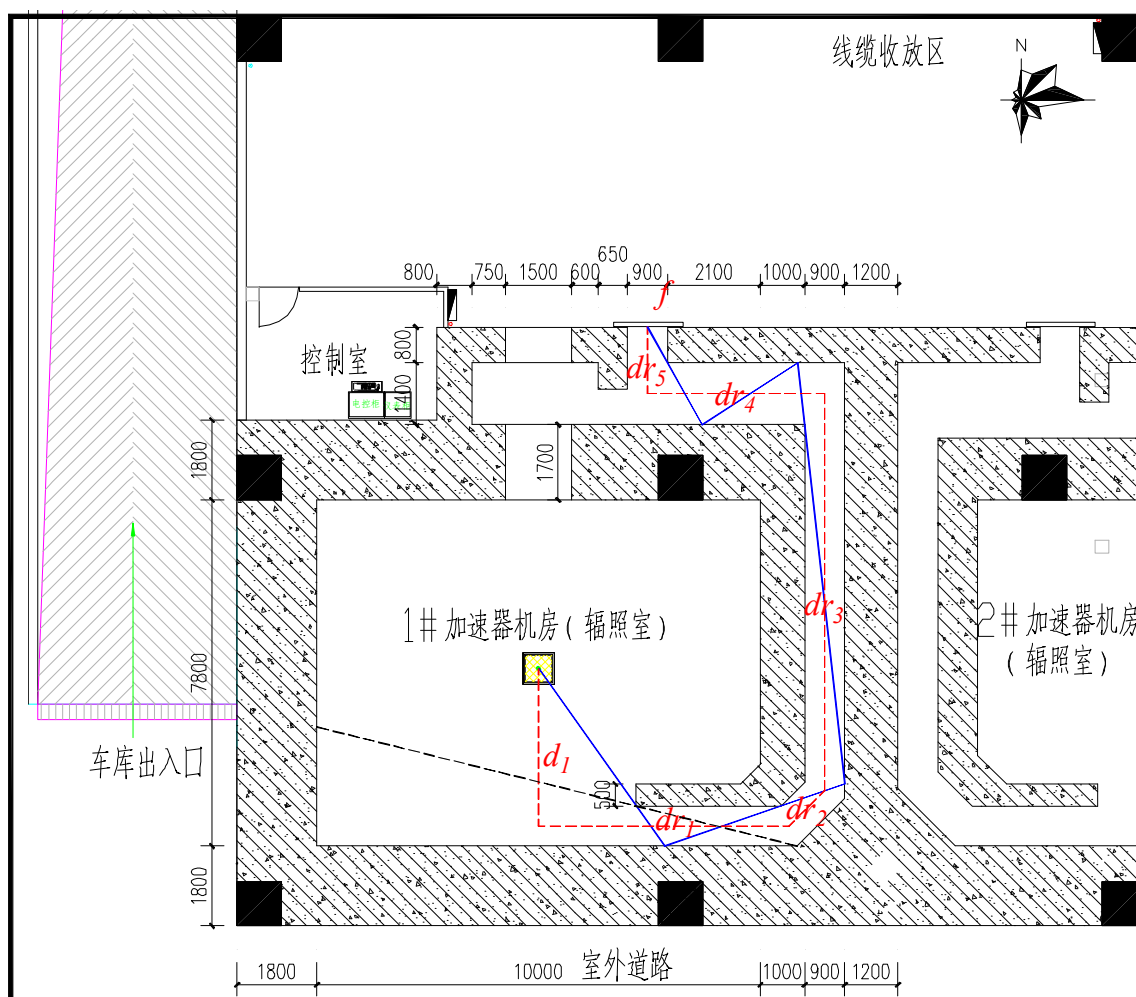


图 11-3 工业电子加速器机房辐照室散射路径示意图

① 计算公式的选取

防护 X 射线的迷道，按照公式 11-6 可保守地估算迷道外入口的剂量率：

$$H_{1,rj} = \frac{D_{10}\alpha_1 A_1 (\alpha_2 A_2)^{j-1}}{(d_1 \cdot d_{r1} \cdot d_{r2} \dots d_{rj})^2} \dots \dots \text{公式 11-6}$$

式中： $H_{1,rj}$ —迷道出口处（无防护门情况下）的空气吸收剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

α_1 —入射到第一个散射体的 X 射线的散射系数；

α_2 —从以后的物质散射出来的 0.5MeV 的 X 射线的散射系数（假设对以后所有散射过程的相同的）；

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 ；

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

j —第 j 个散射过程。

②计算参数及计算结果

本项目辐照室内韧致射线经过 5 次散射方可到达迷道出入口。根据计算公式可知，迷道、防护门出入口处的 X 射线剂量率与散射面积、路径长短密切相关，计算结果较保守，具体参数及计算结果见表 11-3。

表 11-3 1#工业电子加速器机房辐照室迷道散射计算参数及结果一览表

位置	参数选取						剂量率
辐照室迷道口	$A_1 (m^2)$	$A_2 (m^2)$	$A_3 (m^2)$	$A_4 (m^2)$	$A_5 (m^2)$		0.014 $\mu Sv/h$
	43.1	3.69	3.69	5.74	3.69		
	$d_1 (m)$	$d_{r1} (m)$	$d_{r2} (m)$	$d_{r3} (m)$	$d_{r4} (m)$	$d_{r5} (m)$	
	3.50	5.65	1.13	8.97	3.98	1.50	

本项目 1#工业电子加速器机房辐照室迷道口处需考虑 X 射线直射剂量和迷道散射剂量的叠加影响，迷道口处最终的辐射剂量率估算结果见表 11-4。

表 11-4 1#工业电子加速器机房辐照室迷道口处辐射剂量率计算结果

位置	直射剂量率 ($\mu Sv/h$)	散射剂量率 ($\mu Sv/h$)	防护门外剂量率 ($\mu Sv/h$)
辐照室迷道口	0.076	0.014	0.216

2、主机室屏蔽墙体外辐射剂量率估算

主机室内的辐射场由主要由三部分叠加：

第一部分为一层辐照室内与入射电子束成 $>90^\circ$ 方向的韧致辐射初级 X 射线，经过辐照室屋顶（主机室地板）不完全屏蔽的贯穿辐射场。

第二部分为尚未加速到最高能量的电子在加速过程中束流损失产生的束流损失辐射场。

第三部分为一层辐照室内的 0° 方向上产生的韧致辐射初级 X 射线，经地面 180°

方向散射后的次级 X 射线，通过辐照室屋顶上的设备安装孔洞直接照射入辐照室内的形成的散射辐射场，由于沿与电子束入射方向成 180° 方向的次级 X 射线能量较低（查附录 A 取，能量大于 3MeV 的 X 射线散射一次后的能量均为 0.5MeV ），同时，由于次级 X 射线将直接照射到加速器底部钢材质结构，受到加速器钢材料屏蔽，最终散射到主机室墙体和顶部的 X 射线极少，可忽略不计。

综上所述，为简化计算，主机室辐射防护屏蔽评价，仅考虑主机室内加速器束流损失产生的 X 射线对主机室四周墙外的直射辐射影响和辐照室 X 射线源对主机室墙（顶）外参考点的辐射影响，即初级 X 射线经主机室地板、墙体、顶棚等屏蔽体屏蔽后对参考点的影响，依然采用公式 11-2~11-4 进行计算。

结合《辐射防护导论》P71 图 3.3 和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）附录 A 表 A.1，本次计算时， $>90^\circ$ 方向的韧致辐射初级 X 射线发射率常数按 90° 方向的发射率常数取值，这样做是偏安全的。故主机室四周墙体、地板、顶棚的屏蔽计算公式、计算参数与辐照室一致。

（1）直射 X 射线的屏蔽

①计算参数

根据设备厂家设计资料，1#加速器机房二层主机室内偏离束流主方向的电子束能量约在 0.30MeV ，束流强度小于 $300\mu\text{A}$ 。参考附录 A 表 A.1， 0.30MeV 能量下 X 射线发射率保守取 0.5MeV 能量下 90° 方向的值，为 $0.07\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{min}\cdot\text{mA}$ ，修正系数取 0.5。根据《辐射防护导论》（方杰编）图 3.22 及图 3.23，当主机室入射电子能量为 0.3MeV 时，在混凝土中的 T_l 和 T_e 为 10.0cm ，在铁中的 T_l 和 T_e 为 2.0cm 。

根据公式 11-2 可计算出本项目主机室加速器电子束 90° 方向距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点吸收剂量率 D_{10} 为 0.63Gy/h 。

②计算结果

主机室直射辐射计算点处的剂量率估算结果见表 11-5，计算点示意图见图 11-4。

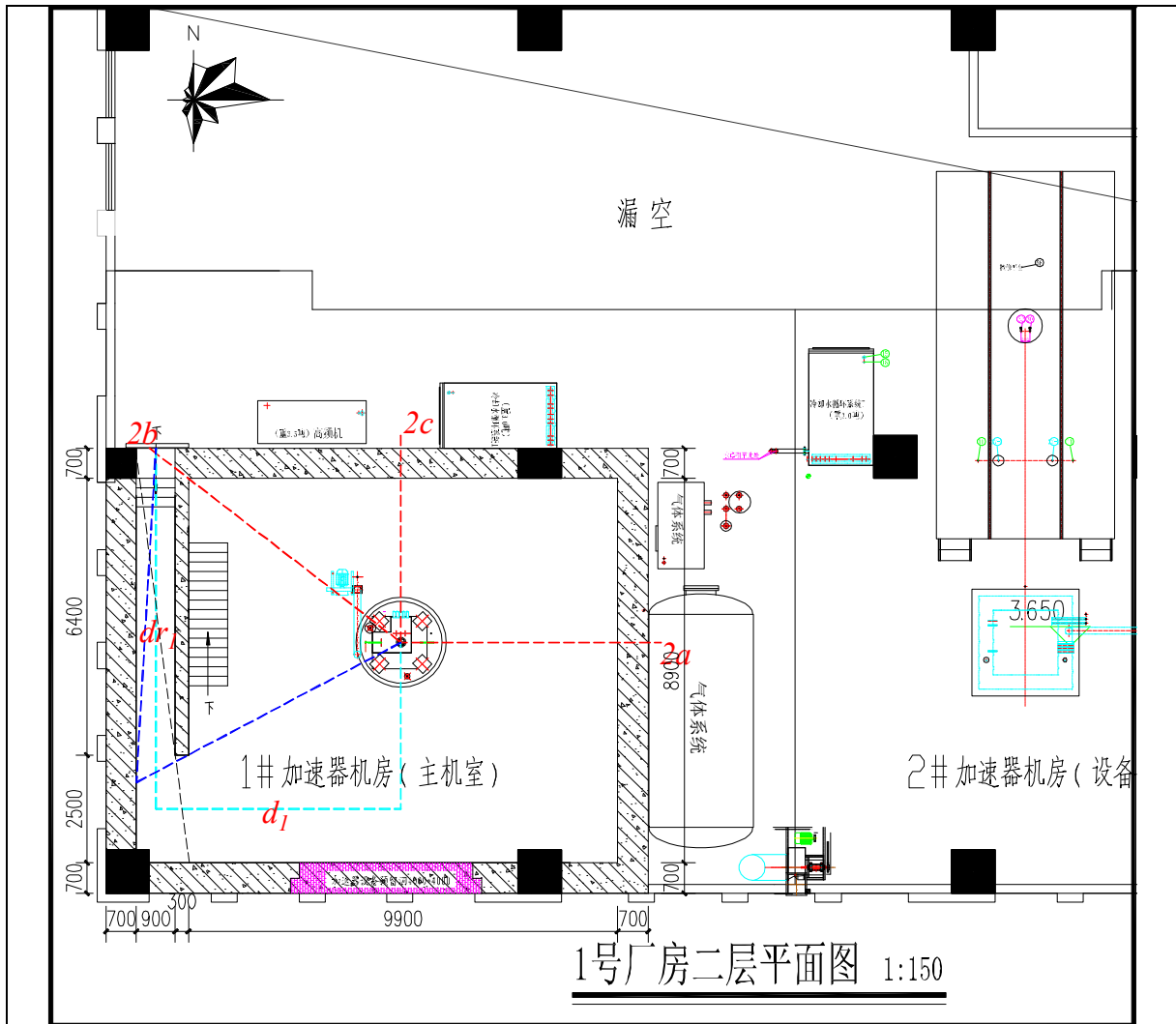


图 11-4 1#工业电子加速器机房主机室关注点位示意图

表 11-5 1#工业电子加速器机房主机室外关注点处辐射剂量率计算结果一览表

关注点 参数	2a 点	2b 点	2c 点	顶部
S (cm)	70	30	70	60
等效厚度 (cm)	70	38	70	60
T_l	10 (cm) 混凝土			
T_e	10 (cm) 混凝土			
B_x	1.00×10^{-7}	1.58×10^{-4}	1.00×10^{-7}	2.00×10^{-6}
D_{10} (90°)	0.63 (Gy/h)			
d (m)	6.00	7.34	4.80	14.6
$T^{(1)}$	1			
H_M ($\mu\text{Sv/h}$)	1.75×10^{-3}	1.85	2.73×10^{-3}	5.19×10^{-3}
控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5			
是否满足	满足	满足	满足	满足

注：居留因子均取 1。

(2) 散射辐射的屏蔽

本项目主机室内韧致射线经过 1 次散射方可到达迷道出入口。根据计算公式可知，迷道、防护门出入口处的 X 射线剂量率与散射面积、路径长短密切相关，计算结果较保守，本次计算主机室散射路径示意图见图 11-4，具体参数及计算结果见表 11-6。

表 11-6 1#工业电子加速器机房主机室迷道散射计算参数及结果一览表

位置	参数选取		无防护门下的剂量率
主机室 迷道口	A ₁ (m ²)		12.17μSv/h
	8.60		
	d ₁ (m)	d _{r1} (m)	
	5.65	8.35	

本项目 1#工业电子加速器机房主机室迷道口处需考虑 X 射线直射剂量和迷道散射剂量的叠加影响，迷道口处最终的辐射剂量率估算结果见表 11-7。

表 11-7 1#工业电子加速器机房主机室迷道口处辐射剂量率计算结果

位置	直射剂量率 (μSv/h)	散射剂量率 (μSv/h)	无防护门外剂量率 (μSv/h)
辐照室迷道口	1.85	12.17	14.02

主机室迷道口处防护门为 5cm 钢防护门，对于主机室散射一次后 X 射线的能量均取 0.5MeV，铅的 T_1 和 T_e 值分别为 $T_1=3.8\text{cm}$ ， $T_e=3.3\text{cm}$ 。即 $B=10^{-(5+3.8-3.3)/3.8}=0.043$ 因此，防护门外的剂量率为 $14.02 \times 0.043=0.60\mu\text{Sv/h}$ 。

(三) 2#加速器机房屏蔽效果估算

1、辐照室屏蔽墙体外辐射剂量率估算

(1) 直射 X 射线的屏蔽

本次在辐照室外选取具有代表性的关注点位进行分析评价，关注点位选取示意图见图 11-5 和图 11-6，计算方法同上。将相关参数代入根据公式 11-3~公式 11-5 后，可得到各个关注点处的辐射剂量率，预测结果见表 11-8。

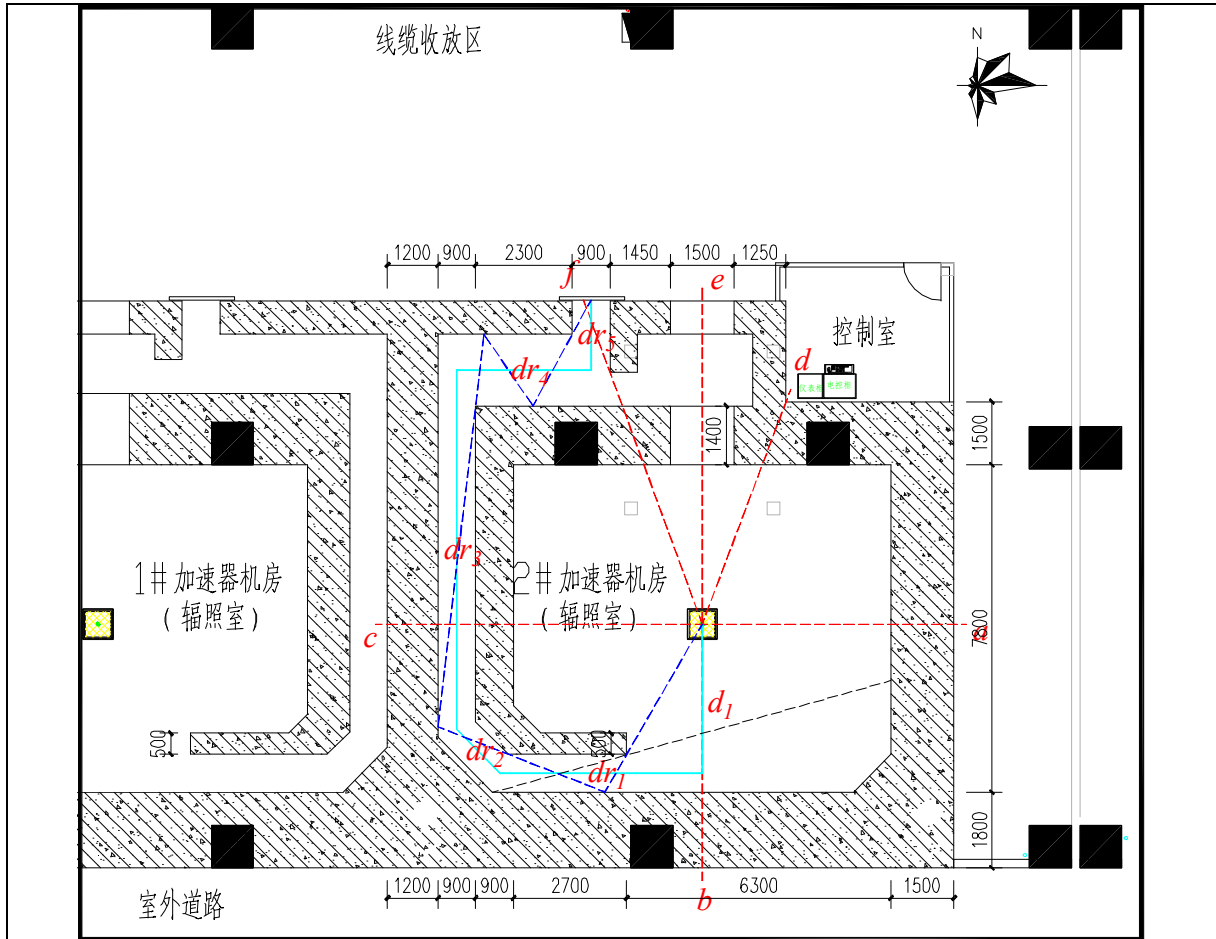


图 11-5 2#工业电子加速器机房辐照室关注点位示意图

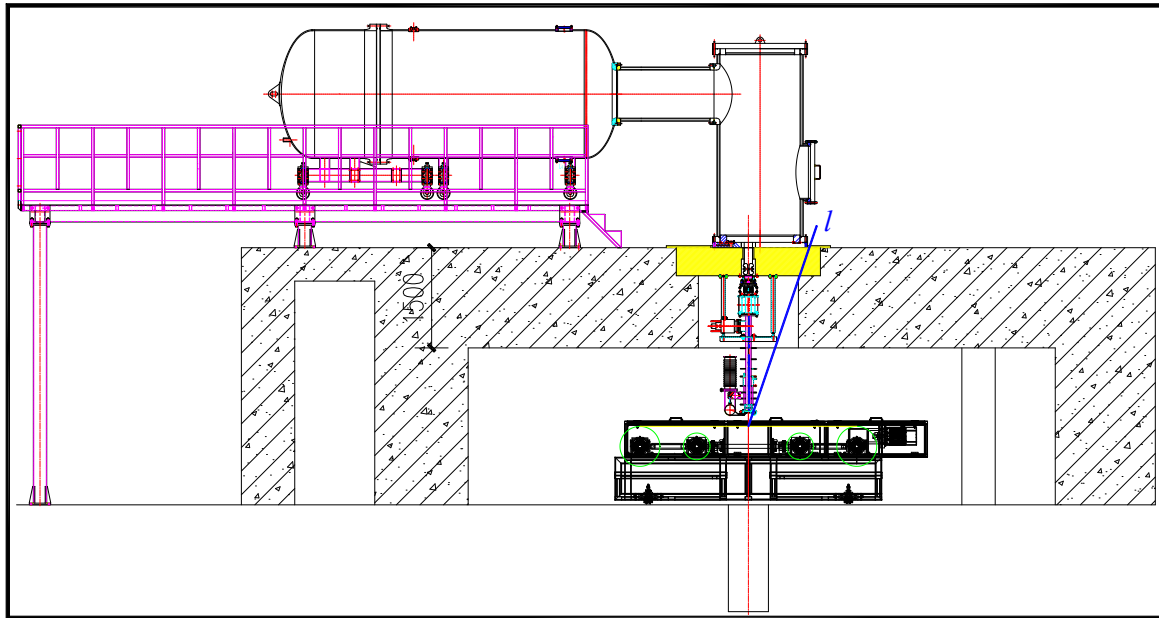


图 11-6 工业电子加速器机房辐照室关注点位示意图 (顶部)

表 11-8 2#工业电子加速器机房辐照室外关注点处辐射剂量率计算结果一览表

关注点 参数	a 点	b 点	c 点	d 点	e 点	f 点	l 点 ^②
S (cm)	150	180	210	150	220	140	45 铁
等效厚度 (cm)	150	180	210	160	220	149.1	47.5 铁
T_l ^③	19.6 (cm) 混凝土						
T_e	17.0 (cm) 混凝土						
T_l ^③	6.3 (cm) 铁						
T_e	5.7 (cm) 铁						
B_x	2.14×10^{-19}	3.67×10^{-11}	6.31×10^{-13}	5.51×10^{-10}	4.12×10^{-14}	2.41×10^{-9}	5.91×10^{-9}
D_{10} (90°)	2400 (Gy/h)						
d (m)	6.30	6.10	7.80	5.98	8.00	8.22	3.17
T ^①	1						
H_M ($\mu\text{Sv/h}$)	0.129	0.002	2.49×10^{-5}	0.037	1.55×10^{-6}	0.086	1.413
控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5						
是否满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：①居留因子均取 1；

②计算顶部时保守估算，采用 90° 方向上的吸收剂量率进行计算，不考虑斜射角；

③根据 HJ 979-2018 附录 A 表 A.2 和表 A.3，等效入射能量约为 1.3MeV，然后进行差值法取值。

(2) 散射辐射的屏蔽

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018) 附录 A.3 可知，在加速器装置的屏蔽设计中，有三种情况必须考虑散射辐射：迷道和防护门、天空反散射、孔道。本项目管线、排风管采用 Z 形或 U 形穿过屏蔽墙体，其中连通一层的电缆穿墙处位于辐照室最外侧迷道顶棚，辐照室 X 射线散射线要到达该孔洞处需要经过多次散射，穿屏蔽体孔道基本不影响屏蔽墙体防护效果；根据核算本项目工业电子加速器调试顶棚外的剂量率均低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，经天空散射后在地面上的贡献值非常低，可忽略不计。因此本次散射辐射主要考虑迷道和防护门。本次计算辐照间散射路径示意图见图 11-5。

本项目辐照室内韧致射线经过 5 次散射方可到达迷道出入口。根据计算公式可知，迷道、防护门出入口处的 X 射线剂量率与散射面积、路径长短密切相关，计算结果较保守，按照公式 11-6 进行计算，计算具体参数及计算结果见表 11-9。

表 11-9 2#工业电子加速器机房辐照室迷道散射计算参数及结果一览表

位置	参数选取						剂量率
	A ₁ (m ²)	A ₂ (m ²)	A ₃ (m ²)	A ₄ (m ²)	A ₅ (m ²)		
辐照室迷道口	28.2	2.83	2.83	5.35	2.83		2.62×10 ⁻³ μSv/h
	d ₁ (m)	d _{r1} (m)	d _{r2} (m)	d _{r3} (m)	d _{r4} (m)	d _{r5} (m)	
	3.55	4.82	1.47	8.56	3.20	1.67	

本项目 2#工业电子加速器机房辐照室迷道口处需考虑 X 射线直射剂量和迷道散射剂量的叠加影响，迷道口处最终的辐射剂量率估算结果见表 11-10。

表 11-10 2#工业电子加速器机房辐照室迷道口处辐射剂量率计算结果

位置	直射剂量率 (μSv/h)	散射剂量率 (μSv/h)	防护门外剂量率 (μSv/h)
辐照室迷道口	0.086	2.62×10 ⁻³	0.088

2、二层设备层的辐射影响分析

二层设备区的辐射场由三部分叠加构成：第一部分：一层辐照室内韧致辐射初级 X 射线，经过辐照室屋顶（即二层设备区地板）不完全屏蔽的贯穿辐射场；第二部分：一层辐照室内的韧致辐射初级 X 射线，经 180° 方向散射后的次级 X 射线，通过辐照室屋顶上的孔洞直接照射入二楼设备平台加速器主体的侧钢桶内形成的散射辐射场；第三部分：尚未加速到最高能量的电子在加速过程中束流损失而与钢筒作用产生的束流损失辐射场。

对于第一部分，已经在贯穿辐射中进行了计算，结果显示，该部分引起的二层设备区的辐射剂量率最大值为 1.413μSv/h。

对于第二部分，由于沿与电子束入射方向成 180° 方向的次级散射 X 射线能量较低，即使对于 2.0MeV 的电子束造成该方向的散射线，能量也不超过 0.25MeV，当穿过孔洞后，将直接照射到孔洞上方的加速器侧钢桶。本项目加速器侧钢桶为钢板及铅板防护，对于 0.25MeV 的散射 X 射线，经过加速器侧钢桶的屏蔽后对钢桶外的辐射影响很小。

对于第三部分，加速器主体束流加速系统内的束流损失，当加速管内真空度良好的时候，可以忽略不计，即使在不利工况下，束流损失也仅为 500μA，其产生的辐射剂量较少。再经过钢桶的进一步屏蔽后，束流损失对钢桶外的辐射影响很小。

且本项目 2#工业电子加速器在运行期间，二层设备层属于监督区管理，建设单位禁止无关人员进入，工作人员仅在检修期间进入二层设备层。

为进一步论证二层设备层的辐射环境影响分析，本项目选取江苏金润峰新材料科技有限公司在用的同类型的工业电子加速器在正常工况下的检测结果进行类比分析。

江苏金润峰新材料科技有限公司在用的 2 台工业电子加速器型号均为 DD2.0/50-1600，最大电子能量为 2.0MeV，最大束流强度为 50mA，其加速器机房设计与屏蔽措施也与本项目加速器机房一致。本次通过类比江苏金润峰新材料科技有限公司现有加速器机房检测结果进一步分析项目屏蔽体设计的可行性，本次使用其作为类比对象可行。根据检测报告（瑞森（综）字（2022）第 0485 号，附件 5），江苏金润峰新材料科技有限公司现有辐照室周围及二层设备层入口处辐射剂量率为（0.10~0.14） $\mu\text{Sv/h}$ （未扣除本底值），满足周围剂量当量率不超过 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。可以类比得出本项目建成后辐照室四周及二层设备层入口处周围剂量当量率也能满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）等标准中不能超过 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。类比可行性分析见表 11-11。

表 11-11 类比可行性分析

内容	类比项目	本项目	说明
型号	DD2.0/50-1600 型	DDLH2.0/50-1600 型	同一厂家，型号略有差异
系统参数	电子束能量 2.0MeV 束流强度 50mA	电子束能量 2.0MeV 束流强度 50mA	一致
辐照对象	电线电缆	热缩带	Z 值低于类比
辐照室尺寸	长 7.4m×宽 5.7m×高 2.3m	长 7.4m×宽 5.9m×高 2.35m	类比项目尺寸略大于本项目
辐照室屏蔽参数	辐照室西侧及北侧墙体均为 1500mm 厚现浇混凝土；东侧及南侧“凹”字形迷路内墙厚度为 500mm~1500mm 厚现浇混凝土；迷路外墙为 800~1000mm 厚现浇混凝土；	辐照室南侧及西侧墙体均为 1500mm 厚的现浇混凝土；东侧及北侧“凹”字形迷路内墙厚度为 500mm~1400mm 厚现浇混凝土，迷路外墙为 800~1000mm 厚现浇混凝土；	防护一致，仅方位不同
顶棚	顶部厚度为 1500mm	顶部厚度为 1500mm	一致
防护门	40mm 钢防护门	40mm 钢防护门	一致
主机屏蔽	主机屏蔽 20~60mm 铅板； 2~90mm 钢板	主机屏蔽 20~60mm 铅板； 2~90mm 钢板	一致
结论	类比项目与本项目的型号略有差异，但主机部分能量及屏蔽措施一致，辐照对象均为电线电缆，因此具有较好的可比性		

（四）天空反散射的影响

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）附录 A.3.2.1，在现有屏蔽条件下，天空反散射造成的 X 射线周围剂量当量率为：

$$H = \frac{2.5 \times 10^{-2} (B_{xs} D_{10} \Omega^{1.3})}{(d_i d_s)^2} \dots \dots \text{公式 11-7}$$

式中： H —在距离 X 射线辐射源 d_s 处地面，天空反散射的 X 射线周围剂量当量率， Sv/h ；

B_{xs} — X 射线屋顶的屏蔽透射比；

Ω —由 X 射线源与屏蔽墙对向的立体角 (Sr)；

d_i —在屋顶上方 2m 处离靶的垂直距离 (m)；

d_s — X 射线源至 P 点的距离 (m)；计算天空杂散射线参考点为屏蔽墙外 20-150m 处，本项目取最小值 20m (数据来自《辐射防护手册》(第一分册) 辐射源与屏蔽)。

射线装置与屋顶之间包含的立体角 Ω 可由下式进行计算：

$\Omega = 4 \text{tg}^{-1} (a \cdot b / c \cdot d)$ ， a 是屋顶长度一半， b 是屋顶宽度一半， c 是源到屋顶表面中心距离， d 是源到屋顶边缘的距离；

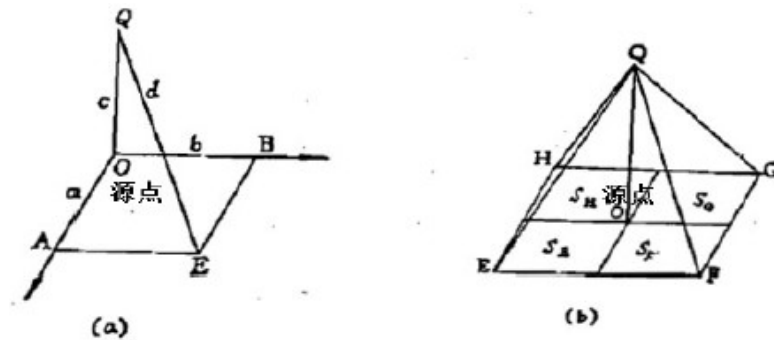


图 11-7 立体角 Ω 的计算示意图

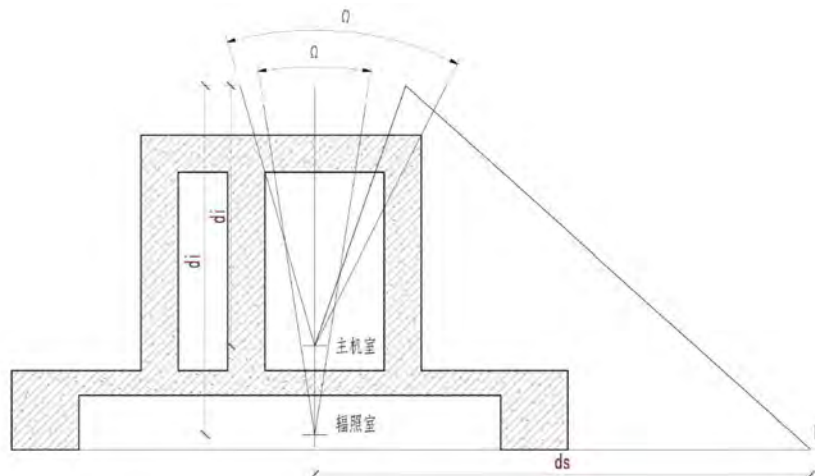


图 11-8 屋顶立角示意图

对于天空反散射，主要考虑辐照室对参照点 P 点的贡献值，因此本次只考虑从辐照室照射货物后产生的射线直接照射到屋顶所产生的天空反散射。具体计算结果见表 11-12。

表 11-12 天空反散射计算结果

位置	$D_{10}(90^\circ)$	d_s	S	B_{xs}	Ω	d_i	H
P 点	3168Gy/h	20m	150cm	8.28×10^{-9}	4.59	7.4m	$1.6 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$

(五) 结果汇总

根据上述计算结果，工业电子加速器机房四周关注点处的辐射剂量率见表 11-13。

表 11-13 工业电子加速器机房四周关注点处的辐射剂量率计算结果

关注点位置		辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	限值要求 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否 满足	
1#工业 电子加 速器	辐照室	a 点 (2#机房迷道)	6.40×10^{-4}	2.5	是
		b 点 (南侧室外)	0.119	2.5	是
		c 点 (东侧室外)	0.088	2.5	是
		d 点 (控制室)	0.020	2.5	是
		e 点 (收房线缆)	1.83×10^{-6}	2.5	是
		f 点 (防护门入口)	0.216	2.5	是
	顶部 (4F 厂房)	0.049	2.5	是	
	主机室	2a 点 (2#机房设备层)	1.75×10^{-3}	2.5	是
		2b 点 (主机室防护门)	0.600	2.5	是
2c 点 (二层主机层)		2.73×10^{-3}	2.5	是	
2#工业 电子加 速器	辐照室	a 点 (1 号厂房一层)	0.129	2.5	是
		b 点 (南侧室外)	0.002	2.5	是
		c 点 (1#机房迷道)	2.49×10^{-5}	2.5	是
		d 点 (控制室)	0.037	2.5	是
		e 点 (收房线缆)	1.55×10^{-6}	2.5	是
		f 点 (防护门入口)	0.088	2.5	是
		l 点 (二层设备层)	1.413	2.5	是

(六) 辐射工作人员及保护目标有效剂量计算

1、辐射工作人员及公众所受年有效剂量分析

辐射工作人员和公众人员受到的 X 射线产生的外照射人均年有效剂量按公式 11-8 进行计算。

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \cdots \cdots \text{公式 11-8}$$

式中： H_c —参考点的年剂量水平， $\mu\text{Sv/a}$ ；

$\dot{H}_{c,d}$ —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t —辐照装置年照射时间，单位为 h/a；

U —辐照装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子。

本项目建成投运后，电子加速器每天 16 小时持续运行，年运行时间按照 250 天

计，则本项目工业电子加速器运行时间为 4000h。对于公众人员，工业电子加速器运行期间禁止接近监督区。本项目收放线工作人员和公司内的其他工作人员实行两班轮流工作，则可能受到的照射时间最长为 2000h。

将表 11-13 中工业电子加速器机房外各典型关注点处的辐射剂量率估算值代入公式 11-8 计算结果见表 11-14。

表 11-14 工业电子加速器机房周围人员年有效剂量

关注点位置	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留 因子	时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	
1#工业 电子加 速器	a 点 (2#机房迷道)	6.40×10^{-4}	1/16	4000	1.60×10^{-4}	0.1
	b 点 (南侧室外)	0.119	1/16	4000	0.030	0.1
	c 点 (东侧室外)	0.088	1/16	4000	0.022	0.1
	d 点 (控制室)	0.020	1	2000	0.040	5.0
	e 点 (收房线缆)	1.83×10^{-6}	1/16	4000	4.58×10^{-7}	0.1
	f 点 (防护门入口)	0.216	1/16	4000	0.054	0.1
	顶部 (4F 厂房)	0.049	1/4	4000	0.049	0.1
	2a 点 (2#机房设备层)	1.75×10^{-3}	1/16	4000	4.38×10^{-4}	5.0
	2b 点 (主机室防护门)	0.600	1/16	4000	0.150	5.0
	2c 点 (二层主机层)	2.73×10^{-3}	1/16	4000	0.001	5.0
2#工业 电子加 速器	a 点 (1 号厂房一层)	0.129	1/16	4000	0.032	0.1
	b 点 (南侧室外)	0.002	1/16	4000	5.00×10^{-4}	0.1
	c 点 (1#机房迷道)	2.49×10^{-5}	1/16	4000	6.23×10^{-6}	0.1
	d 点 (控制室)	0.037	1	2000	0.074	5.0
	e 点 (收房线缆)	1.55×10^{-6}	1/16	4000	3.88×10^{-7}	0.1
	f 点 (防护门入口)	0.088	1/16	4000	0.022	0.1

2、保护目标处公众年有效剂量分析

本项目 50m 评价范围涉及厂区外西侧的广东新意智能制造有限公司 E5-1 宿舍楼内公众，同样根据上述计算过程算的保护目标处的年有效剂量见表 11-15。

表 11-15 厂房工业电子加速器机房周围保护目标年有效剂量

关注点位置	参照点	距离 (m)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留 因子	时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)
E5-1 宿舍楼	1#辐照室西墙 c 点	47	1.53×10^{-3}	1	4000	6.12×10^{-3}

根据表 11-14 和表 11-15 结果分析知，该项目工业电子加速器机房投入运行后，辐射工作人员有效剂量最高为 0.150mSv，厂区内周围公众年有效剂量最高为 0.054mSv，厂区外周围公众年有效剂量最高为 6.12×10^{-3} mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中剂量限值要求和本项目剂量约束值

要求（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）。

三、线缆进出口辐射防护及影响分析

本项目各加速器机房辐照室北墙均拟设置独立的线缆通道，通道截面为 100mm×100mm，用于被辐照线缆的进出。加速器机房线缆通道由外至内均为斜坡设计，与地面分别呈 30°、150° 穿过辐照室东侧线缆通道屏蔽外墙、屏蔽内墙，孔洞长度由外至内分别为 936mm 和 1692mm。线缆通道均避开主射线方向，做斜坡设计，射线经几次散射后，线缆进出口处辐射剂量在控制范围内，能够满足辐射防护要求。

四、其他三废影响分析

（一）废气环境影响分析

1、臭氧

臭氧的产生及其防理论估算模式参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）附录 B 相关公式。

（1）臭氧的产生

平行电子束所致臭氧的产生率可以用以下公式进行保守的估算：

$$P = 45dIG \dots\dots \text{公式 11-9}$$

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；本项目为 50mA；

d —电子在空气中的行程（cm），应结合电子在空气中的线阻止本领 $s=2.5\text{keV/cm}$ 和辐照室尺寸选取，取 10cm；

G —空气吸收 100keV 辐射能量产生的臭氧分子数，保守值可取为 10。

（2）辐照室臭氧的平衡浓度

在电子加速器正常运行期间，臭氧不断产生，辐照室空气中臭氧的平衡浓度随辐照时间 t 的变化为：

$$C(t) = \frac{PT_e}{V} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_e}} \right) \dots\dots \text{公式 11-10}$$

式中： $C(t)$ —辐照室空气中在 t 时刻臭氧的浓度，mg/m³；

P —单位时间电子束产生臭氧的质量，mg/h；

T_e —对臭氧的有效清除时间，h；

$$T_e = \frac{T_V \times T_d}{T_V + T_d} \dots\dots \text{公式 11-11}$$

式中： 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。

当长时间辐照时， $T_V \ll T_d$ ，因而 $T_e \approx T_V$ 。当长时间辐照时，辐照室内臭氧平衡浓度为：

$$C_S = \frac{PT_e}{V} \dots\dots\text{公式 11-12}$$

式中： C_S —辐照室内臭氧平衡浓度， mg/m^3 ；

T_e —对臭氧的有效清除时间，h；

V —辐照室的体积， m^3 。

将参数代入以上公式可计算得出工业电子加速器机房辐照室内臭氧平衡浓度 C_S ，其计算结果如下表所示：

表 11-16 本项目工业电子加速器调试机房辐照室内臭氧平衡浓度

参数	1#工业电子加速器机房辐照室	2#工业电子加速器机房辐照室
d (cm)	10	10
I (mA)	33	50
G	10	10
P (mg/h)	1.48×10^5	2.25×10^5
V (m^3)	400	238.5
排风速率 (m^3/h)	17000	12000
T_e (h)	0.023	0.019
C_S (mg/m^3)	8.49	18.3

(3) 臭氧的排放

由表 11-16 计算结果可知，电子加速器长期正常运行期间，不考虑排风机的排风能力，电子加速器停机时，辐照室内臭氧浓度远高于 GBZ 2.1-2019 所规定的工作场所最高容许浓度 (0.3mg/m^3)。因此，当电子加速器停止运行后，人员不能直接进入辐照室，风机必须继续运行，关闭加速器后风机运行的持续时间公式为：

$$T = -T_e \ln \frac{C_0}{C_S} \dots\dots\text{公式 11-13}$$

式中： C_0 —GBZ 2.1 所规定的臭氧的最高容许浓度， 0.3mg/m^3 ；

T —为使室内臭氧浓度低于规定的浓度所需时间，h。

表 11-17 本项目为使辐照室内臭氧浓度低于规定的浓度所需时间

参数	1#加速器机房辐照室	2#加速器机房辐照室
T_e (h)	0.023	0.019
C_0 (mg/m^3)	0.3	0.3
C_S (mg/m^3)	8.49	18.3

<i>T</i> (min)	4.59	4.78
<p>由公式 11-17 及以上参数计算得出，本项目电子加速器停止工作后，辐照室内排风机以通风速率不低于 10000m³/h 继续工作，通过约 5min 的通风排气，辐照室内的臭氧浓度可低于 GBZ 2.1-2019 规定的臭氧最高容许浓度（0.3mg/m³）。为安全起见，本项目制定了相关规定并拟设置通风联锁装置，电子加速器停机后必须继续排风 5min 后，辐射工作人员方可进入辐照室。项目设置的排风口位于 1 号厂房楼顶，排风口高于屋顶，标高 15.3m，厂房为室外道路，人员很少到达，本项目臭氧经自然分解对周边环境影响较小。</p>		
<p>2、氮氧化物</p> <p>根据工程分析可知，氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，根据估算，辐照室内的氮氧化物能满足《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》（GBZ 2.1-2019）的氮氧化物浓度限值（5mg/m³）要求。而按照臭氧设计要求在停机 5min 后，辐照室内的氮氧化物浓度将更小，氮氧化物产生和排放对工作场所大气环境的影响很小。</p> <p>综上所述，本项目运行时所产生的有害气体不会对公众人员造成影响，对周边环境空气影响很小。</p>		
<p>（二）废水、固废和噪声等环境影响分析</p>		
<p>1、废水环境影响分析</p> <p>本项目营运期废水主要为生活污水，项目生活污水经化粪池收集处理达《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）三级标准后接入园区污水管网，进入污水处理厂处理。</p>		
<p>2、噪声影响分析</p> <p>本项目运行时产生噪声主要有离心风机、真空系统、高压系统等，其中离心风机拟设于辐照室外东南侧，真空系统和高压系统均位于二层设备平台。本项目在运行过程中产生的噪声源强最大为 90dB(A)。建设单位拟采取隔声降噪措施，确保设备噪声经过降噪隔音处理后，本项目噪声源排放源强最大值不超过 65dB(A)。</p> <p>根据建设单位平面布局和外环境关系，本项目距离建设单位围墙边界最近距离为 2m，且排风风机设置于室内，建设单位在采取隔声降噪措施和距离衰减后，本项目所在单位厂界噪声能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类区标准限值的要求，对厂界噪声贡献值很小，不会对周围声环境造成明显影响。</p>		

3、固废环境影响分析

本项目营运期产生的固体废物主要为员工生活垃圾，在厂区内设置垃圾桶收集，由环卫部门统一清运处理，对周围环境影响很小。

事故影响分析

本项目是在有实体边界的辐照室内使用射线装置，项目开展期间可能发生的辐射事故及风险主要为人员误入辐照室引起误照射。事故的发生主要是在管理上出问题。辐射工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求做好各种相应的辐射防护措施，并定期检查辐照室的辐射屏蔽和各项辐射安全措施的性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免人员误入正在工作中的辐照室和其它安全事故。

一、可能发生的辐射事故

本项目工业电子加速器属于II类射线装置，工业电子加速器工作时，发出高能电子束，高能电子束轰击各种材料都会产生韧致辐射（X射线），X射线为工业电子加速器辐照装置的主要辐射源，故工业电子加速器可能发生的风险事故中，其风险因子主要为X射线。根据其工作原理分析，考虑可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

1、安全连锁失效，人员可能在防护门未关闭时误入机房，如果这时运行加速器，则可能造成误照事故；

2、机房中仍有其他人员未撤离时，操作人员未严格按照操作规程确认机房中环境便运行加速器，则会造成机房中人员受误照射；

3、加速器设备出现故障时(如直流高压发生器故障)，可能导致加速器的加速管外产生额外的X射线，造成误照事故；

4、设备维护或维修调试过程中，工作人员错误操作，接通电源并出束，则可能造成误照事故。

二、事故处理

1、立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间启动紧急开关，停止射线装置出束。

2、及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人

员就医检查。

3、及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。这样，可缩小事故影响，减少事故损失。

4、事故处理后应收集资料，及时总结报告。建设单位对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的医学检查及结果；采取的纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

三、事故防范措施

上述辐射事故可以通过完善辐射防护安全设施、制定相关管理规章制度和辐射事故应急措施加以防范，将辐射环境风险控制在可以接受的水平。针对在运行过程中可能发生的事故，本次评价提出以下防范措施，尽可能的减小或控制事故的危害和影响，主要体现在以下几个方面：

1、制定工业电子加速器操作规程和安全规章制度，并严格落实操作规程等制度的“制度上墙”要求（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。在操作时，至少有2名操作人员同时在场，操作人员须按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

2、每月检查门灯连锁装置，确保安全连锁装置正常运行；每月对工业电子加速器的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。

3、定期对工业电子加速器采取的安全防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

4、加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留。

5、制定事故应急预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

四、应急措施

假若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效的采取以下应急措施：

(1) 一旦发生人员误照射等辐射事故时，操作人员应立即利用最近的紧急停机开关切断设备电源。同时，事故第一发现者应及时向公司的辐射安全事故应急处理小组及上级领导报告。辐射安全事故应急处理小组在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封闭事故现场，禁止无关人员进入该区域，严禁任何人擅自移动和取走现场物件（紧急救援需要除外）。

(2) 对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查和救治，并在第一时间将事故情况通报当地生态环境主管部门、卫生健康等主管部门。

(3) 迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

(4) 事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

一旦发生辐射事故，公司应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后的2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康行政部门报告。

五、事故综合防范应对措施

建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，避免各辐射工作场所出现人员滞留事故发生；定期检查各辐射工作场所的门机连锁等辐射安全环保设施是否有效，同时应当加强控制区和监督区的管理，避免人员误入事故的发生。

当事故发生时应当立即启动事故应急程序，对于可能发生的各种事故，公司方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

- ①建立安全管理领导小组，组织管理公司的安全工作；
- ②加强人员的辐射安全与防护专业知识的学习，考试（核）合格、持证上岗；
- ③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施；
- ④定期检查辐照室的辐射屏蔽和各项辐射安全措施的性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免人员误入正在工作中的辐照室和可能发生的其它安全事故；
- ⑤制定公司事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准

备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射安全事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、关于辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，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，并以文件形式明确管理人员职责。

长园长通新材料（东莞）有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求成立辐射安全与环境保护管理机构，负责全司辐射安全与环境保护监督管理工作，保障辐射工作人员、社会公众的健康与安全。详见附件6。

在项目建设完成后，建设单位将进一步完善辐射防护管理领导小组。

二、辐射工作人员配置和能力分析

长园长通新材料（东莞）有限公司拟为本项目配备辐射工作人员8人，公司应根据以下要求完善辐射工作人员的管理工作：

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》（生态环境部，公告2019年第57号）：“自2020年1月1日起，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，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。本项目拟配置的辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，考核合格的人员，每5年接受一次再培训考核。

在辐射工作人员上岗前，公司应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。

公司应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

辐射安全管理规章制度

一、档案管理分类

公司应对相关资料进行分类归档放置，建议包括以下八大类：“制度文件”“环

评资料”“许可证资料”“射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“辐射应急资料”，存放在公司相关办公室。

二、建立主要规章制度

公司可根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等要求制定一系列辐射安全规章制度，具体见表 12-1。

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	制度名称
1	辐射防护安全责任制
2	辐射工作设备操作规程
3	辐射工作人员管理规章制度
4	辐射工作人员个人剂量管理制度
5	辐射安全和防护设施维护维修制度
6	场所分区管理规定
7	仪器设备管理规定（购买、领用、保管和盘存）
8	辐射事故应急预案
9	监测仪表使用与校验管理制度
10	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案
11	辐射工作人员岗位职责
12	射线装置台账管理制度
13	辐射工作人员培训制度

公司目前已制定部分规章制度，详见附件 6，待项目建成后建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

一、工作场所监测

年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

二、个人监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人

员需佩戴个人剂量片，监测周期为 1 次/季。

(1) 当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

(2) 个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

(3) 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），就本项目而言，辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前。

(4) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。公司应当将个人剂量档案保存终生。

三、自我监测

公司应定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为 1~2 次/年。

四、监测内容和要求

(1) 监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

(2) 监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-2）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-2 工作场所监测计划建议

场所或设备	监测内容	监测布点位置
工业电子加速器	X- γ 辐射剂量率	1、通过巡测发现的辐射水平异常高的位置，并进行重点监测； 2、加速器机房屏蔽体外 30cm 处，距离地面 1m 处进行监测； 3、防护门外及门缝四周 30cm 处； 4、操作室，线缆穿墙孔外侧和通风管道外侧

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测频次：每年 1~2 次

(5) 监测质量保证

a、制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与公司监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

b、采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构

出具的监测报告中的方法；

c、制定辐射环境监测管理制度。

此外，公司需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

五、年度监测报告情况

公司应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。公司必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

装置的维护与维修

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018），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）工业电子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。

一、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）辐照装置安全连锁控制显示状况；
- （3）个人剂量报警仪和便携式辐射监测仪器工作状况。

二、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。

三、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

辐照装置营运单位必须建立与项目有关的运行及维修维护记录制度。本项目工业电子加速器由建设单位长园长通新材料（东莞）有限公司负责运行使用，设备的维修由生产厂家负责。

辐射事故应急

一、事故应急预案内容

为了应对生产运行中的事故和突发事件，公司已制订辐射事故应急预案，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，待项目建设完成后公司应完善辐射事故应急方案，明确以下几个方面：

①应急机构和职责分工；

②应急的具体人员和联系电话；

③应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；

⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

二、应急措施

若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效采取以下应急措施：

(1) 一旦发现射线装置被盗或者丢失，及时向公安部门、生态环境主管部门和卫生健康部门报告。

(2) 发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，立即撤出调试机房，关闭调试机房防护门，同时向公司主管领导报告。

(5) 公司根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

(6) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

(7) 最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

三、其他要求

(1) 辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

(2) 在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：长园长通新材料（东莞）有限公司新增 2 台工业电子加速器项目

项目性质：新建

建设单位：长园长通新材料（东莞）有限公司

建设地点：东莞市谢岗镇稔子园村谢岗工业园区谢西路与建设一路交叉口

建设内容与规模：

长园长通新材料（东莞）有限公司拟在公司厂区 1 号厂房一层生产车间西南侧建设 2 座工业电子加速器机房，2 座机房呈东西向并排布置，于机房内配备 2 台工业电子加速器，本次拟新增的工业电子加速器型号分别为：**AB3.0/33-1400**（电子最大能量为 3.0MeV，最大束流为 33mA，立式结构，无锡爱邦辐射技术有限公司生产）1 台，**DDLH2.0/50-1600**（电子最大能量为 2.0MeV，最大束流为 50mA，卧式半自屏蔽结构，中广核达胜加速器技术有限公司生产）1 台，均属于Ⅱ类射线装置，用于对公司生产的热缩带等产品进行辐照加工。

二、项目产业政策符合性结论

本项目系核技术应用项目在工业领域内的运用。根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于鼓励类中第六项“核能”的第 4 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，是目前国家鼓励发展的新技术应用项目。本项目辐照加工过程中产生的电离辐射经屏蔽体防护及距离衰减后，其所致的周围职业人员和公众的年剂量符合本次评价所确定的剂量约束值要求。因此，本项目属于国家鼓励发展的新技术应用项目，符合国家有关法律法规和当前产业政策。

三、实践正当性

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当性的。

本项目的开展，在给企业带来利益同时，对工作人员和公众的外照射引起的年有效剂量低于根据最优化原则设置的项目剂量约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

四、项目选址合理性结论

长园长通新材料（东莞）有限公司选址于东莞市谢岗镇稔子园村谢岗工业园区公司厂区内，不额外新增用地，项目所在地的用地性质为工业用地。从周边外环境关系可知，厂区周边规划为工业园区和市政道路，周边无自然保护区等生态环境保护目标，无大的环境制约因素。拟建的辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射通过采取相应的治理措施后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

五、区域环境质量现状

根据监测结果，本项目拟建位置周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测值在（72~113）nGy/h之间，与中华人民共和国生态环境部《2022年全国辐射环境质量报告》中广东省 γ 辐射空气吸收剂量率范围：（65.4~143.3）nGy/h 相较，本项目拟建址区域周围辐射环境监测值与广东省天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

六、环境影响分析结论

1、施工期环境影响分析

本项目施工工程量一般，施工时间短，但随着施工结束后影响即可消除。

2、营运期正常工况下辐射环境影响

（1）辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员年剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的辐射剂量限值要求，同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求（职业照射 5mSv/a、公众照射 0.1mSv/a）。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

（2）水环境影响分析

本项目工作人员工作时仅产生少量的生活废水，经厂区污水处理设施处理后纳入市政污水管网。

（3）固体废物影响分析

本项目营运期间，产生的固体废物主要为生活垃圾和不合格产品。工作人员产生

的生活垃圾经收集后，统一交由当地环卫部门处理；运营过程中不合格的产品进行重新辐照后仍然不合格的，作为一般固体废物处理。

(4) 噪声

项目噪声源为辐照室排风系统，该排风系统噪声值低于 90dB(A)，经建筑物墙体隔声及公司场址内的距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3 类标准要求。

(5) 大气环境影响分析

开机出束期间产生的 X、 γ 射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧(O₃)和氮氧化物。臭氧(O₃)和氮氧化物经排风系统抽取后排放，对周围大气环境影响轻微。

3、事故工况下环境影响

经分析，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故或较大辐射事故。环评认为，针对本项目可能发生的辐射事故，长园长通新材料（东莞）有限公司须按相关规定完善《辐射事故应急预案》后能够有效控制并消除事故影响。

七、射线装置使用与安全管理的综合能力

长园长通新材料（东莞）有限公司拟配置专业的辐射工作人员和拟建立完善的辐射安全管理机构，有符合国家环境保护标准和安全防护要求的场所、设施和设备；拟建立较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在制定《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》等相关管理制度后，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对射线装置的使用和安全管理能力。

八、项目环境可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众所受照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的剂量限值和本环评提出的剂量约束值。评价认为，从辐射安全与防护以及环境影响角度分析，本项目建设是可行的。

建议和承诺

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、公司应加强管理，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>）学习辐射安全和防护知识并进行考试，以取得辐射安全培训合格证，今后培训时间超过5年的辐射工作人员，需进行再培训，详见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>）。

3、公司应于每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传。

4、经常检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

5、公司须重视控制区和监督区的管理。

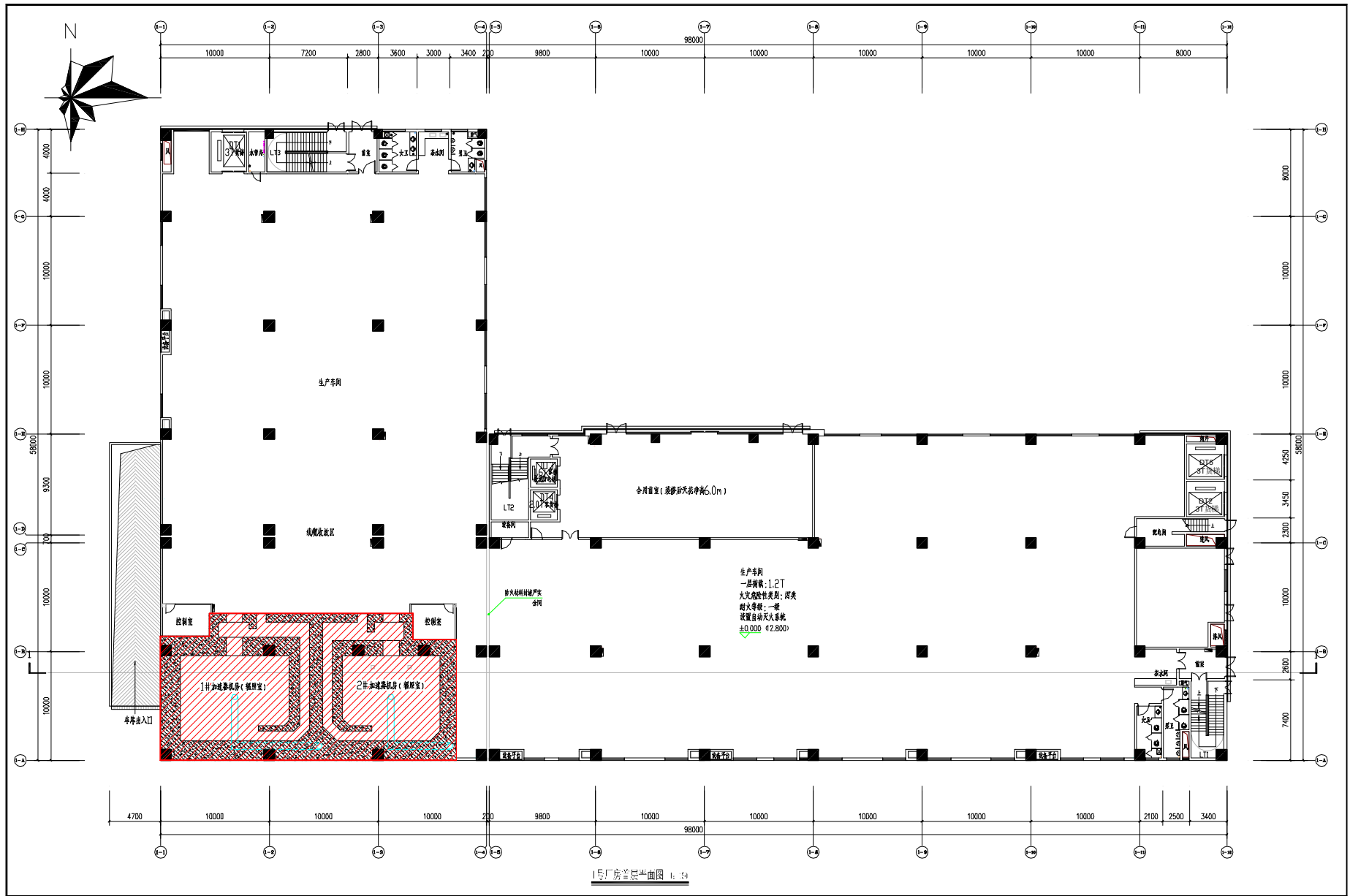
6、公司今后在更换辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对相关信息进行修改。

7、本次环评射线装置工作场所，日后如有变化，应另作环境影响评价。

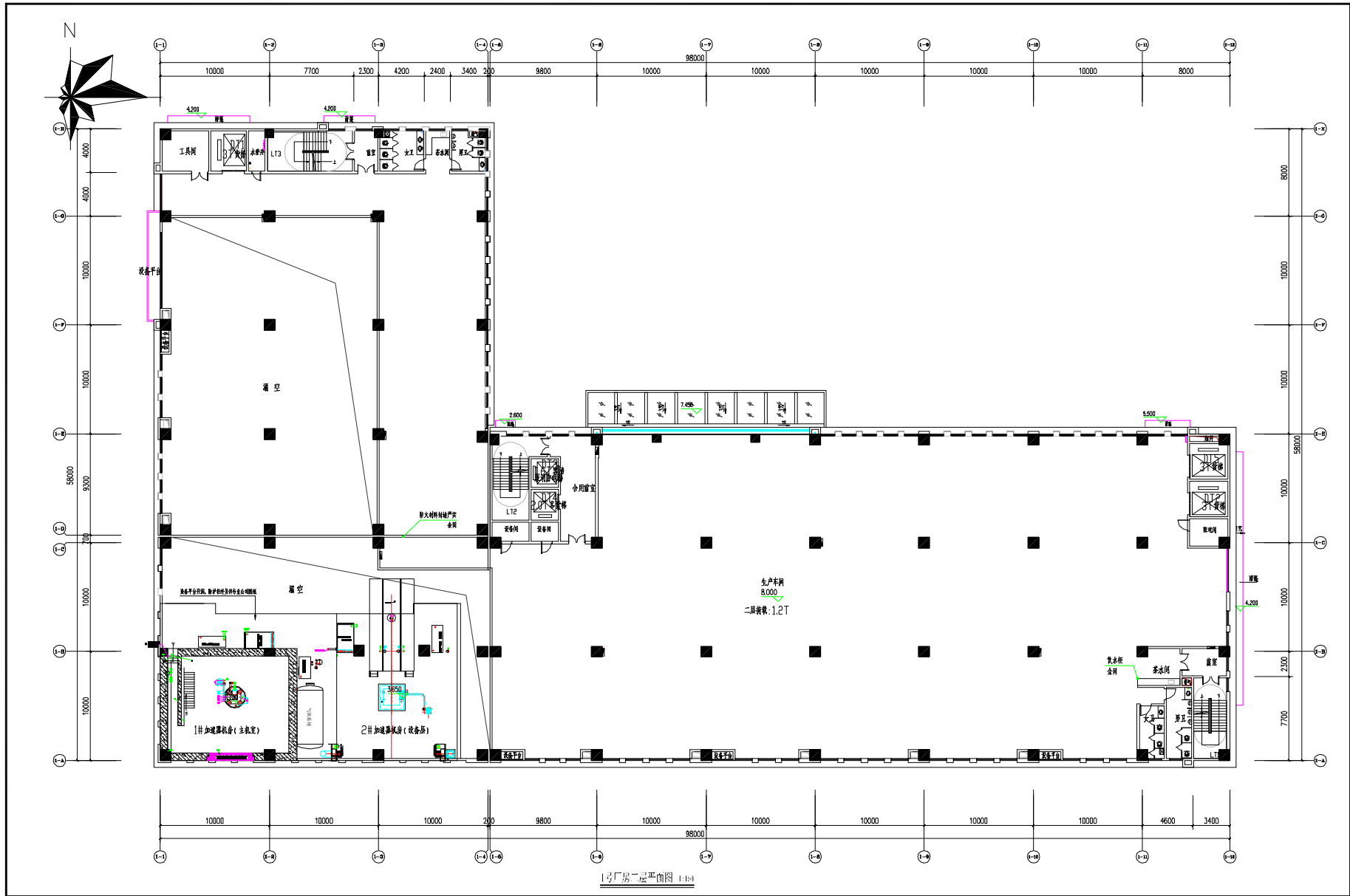
8、根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》以及《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023），建设单位应当按照办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。

“三同时” 验收一览表

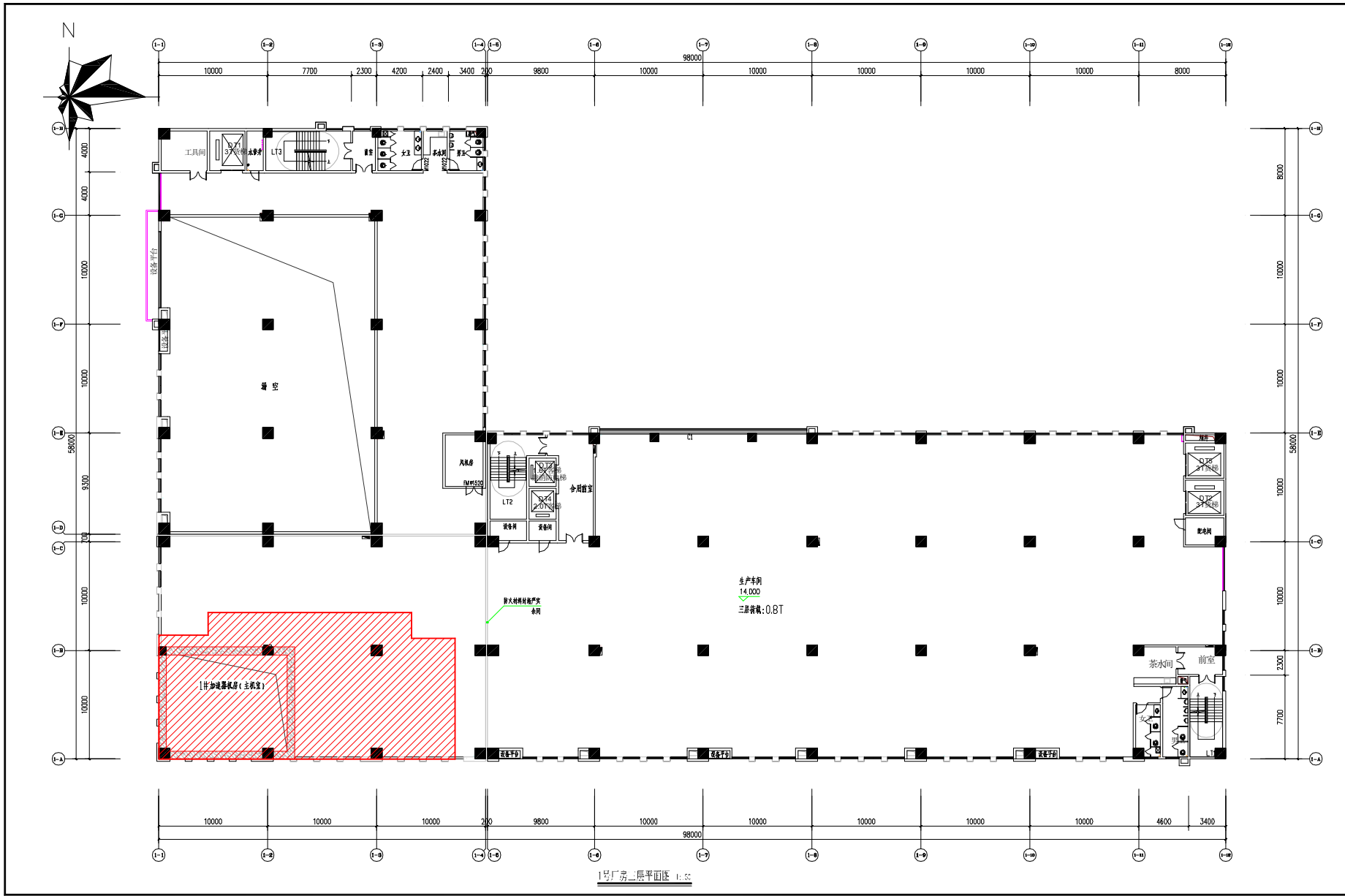
项目	“三同时” 措施	预期效果
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：本项目工业电子加速器机房四侧墙体及顶部均采用混凝土等材料进行辐射防护，详见表10-2	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求
	控制区出入口处设置当心电离辐射警告标志，射线装置机房防护门上方设置工作状态指示灯、门机联锁、配备钥匙开关、巡检装置、光电系统、剂量联锁、监控系统、门禁系统、通风系统等	设置后可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等的要求
人员配备	拟配备8名辐射工作人员。辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立辐射工作人员职业健康档案	
监测仪器和防护用品	配备辐射巡测仪1台、固定式报警仪2台，个人剂量报警仪4台	设置后可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等的要求
辐射安全管理制度	制定操作规程、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、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	满足《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《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关要求。



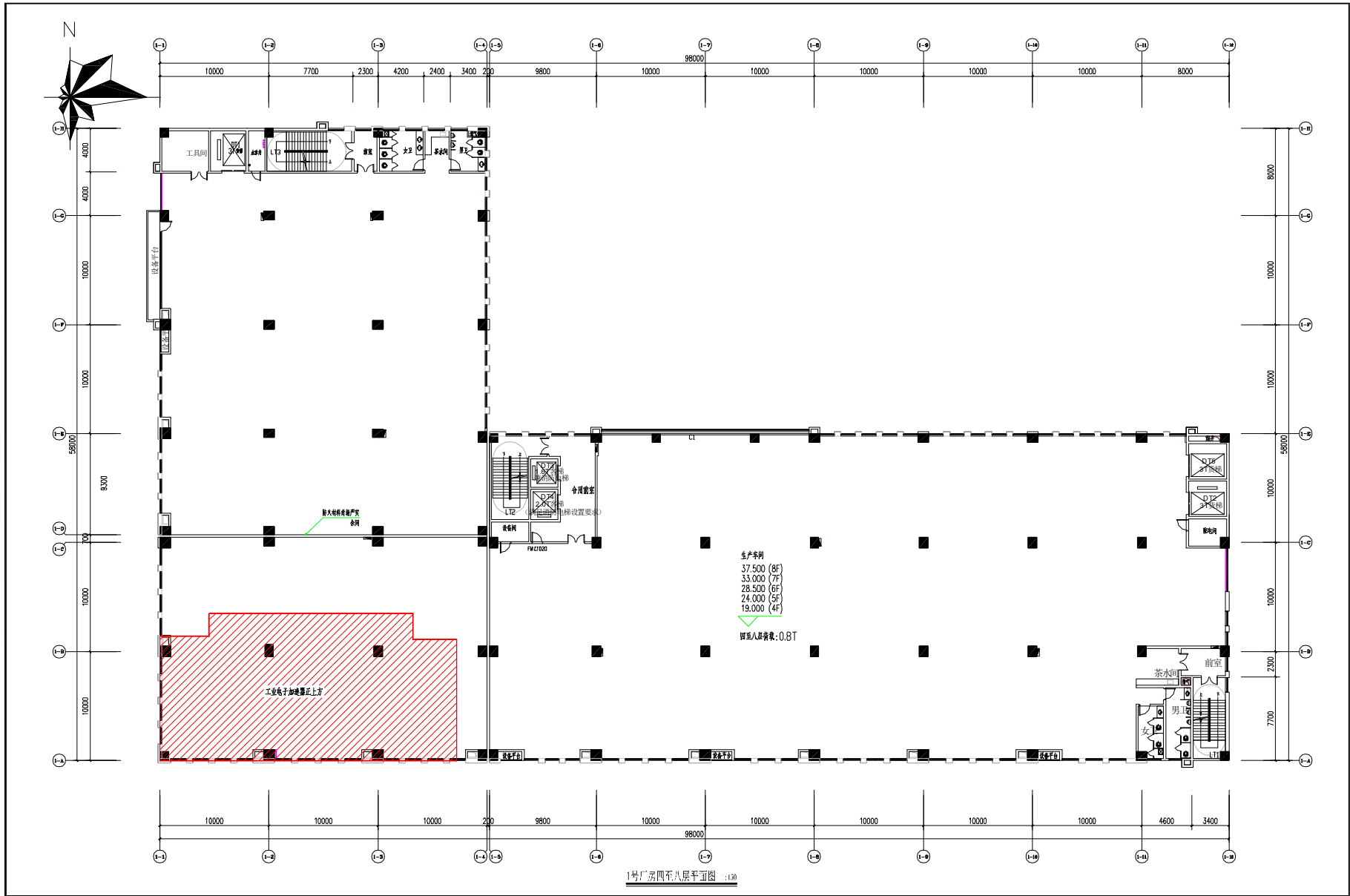
附图1 公司厂区1号厂房一层平面布局示意图



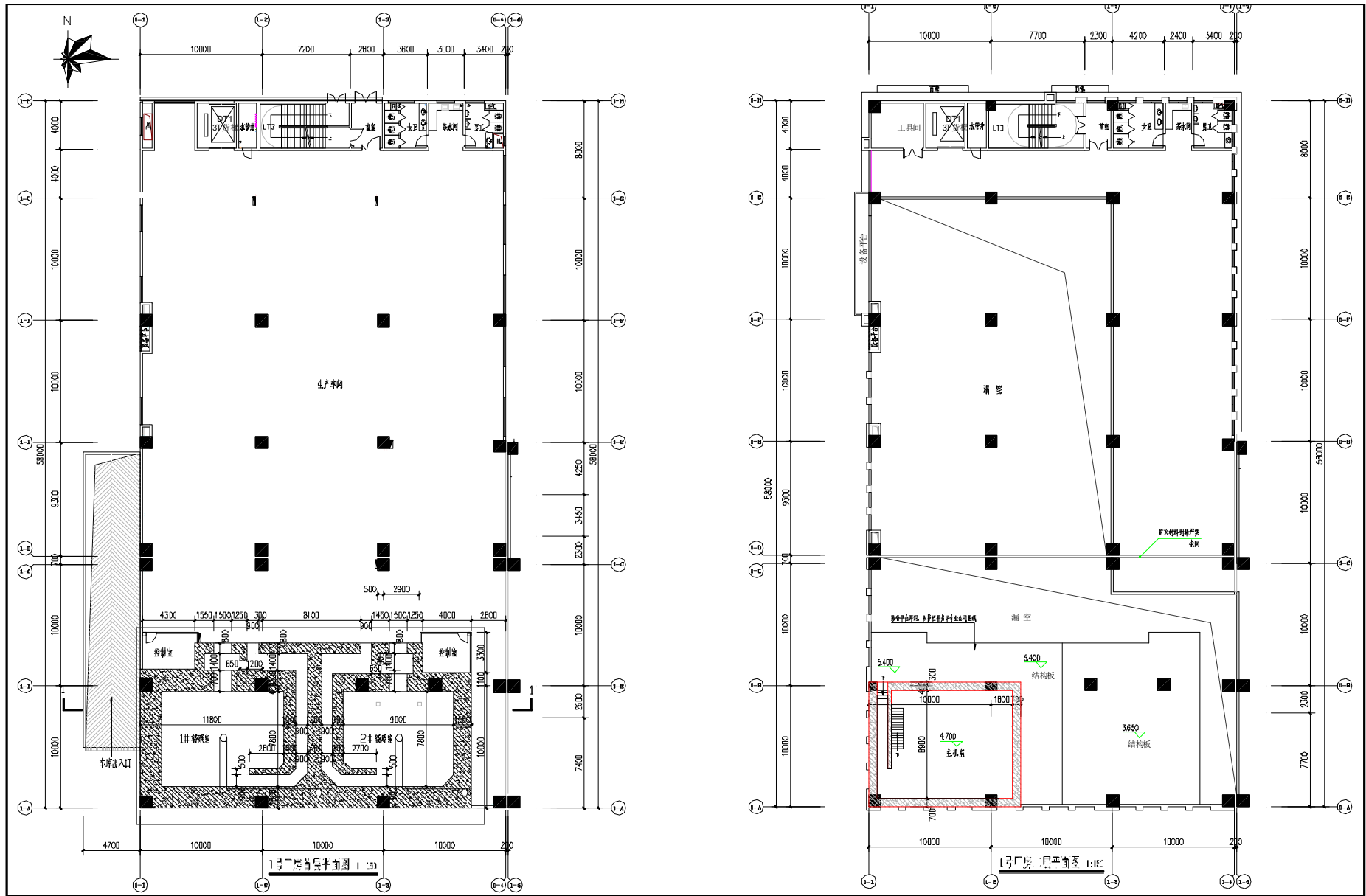
附图 2 公司厂区 1 号厂房二层平面布局示意图



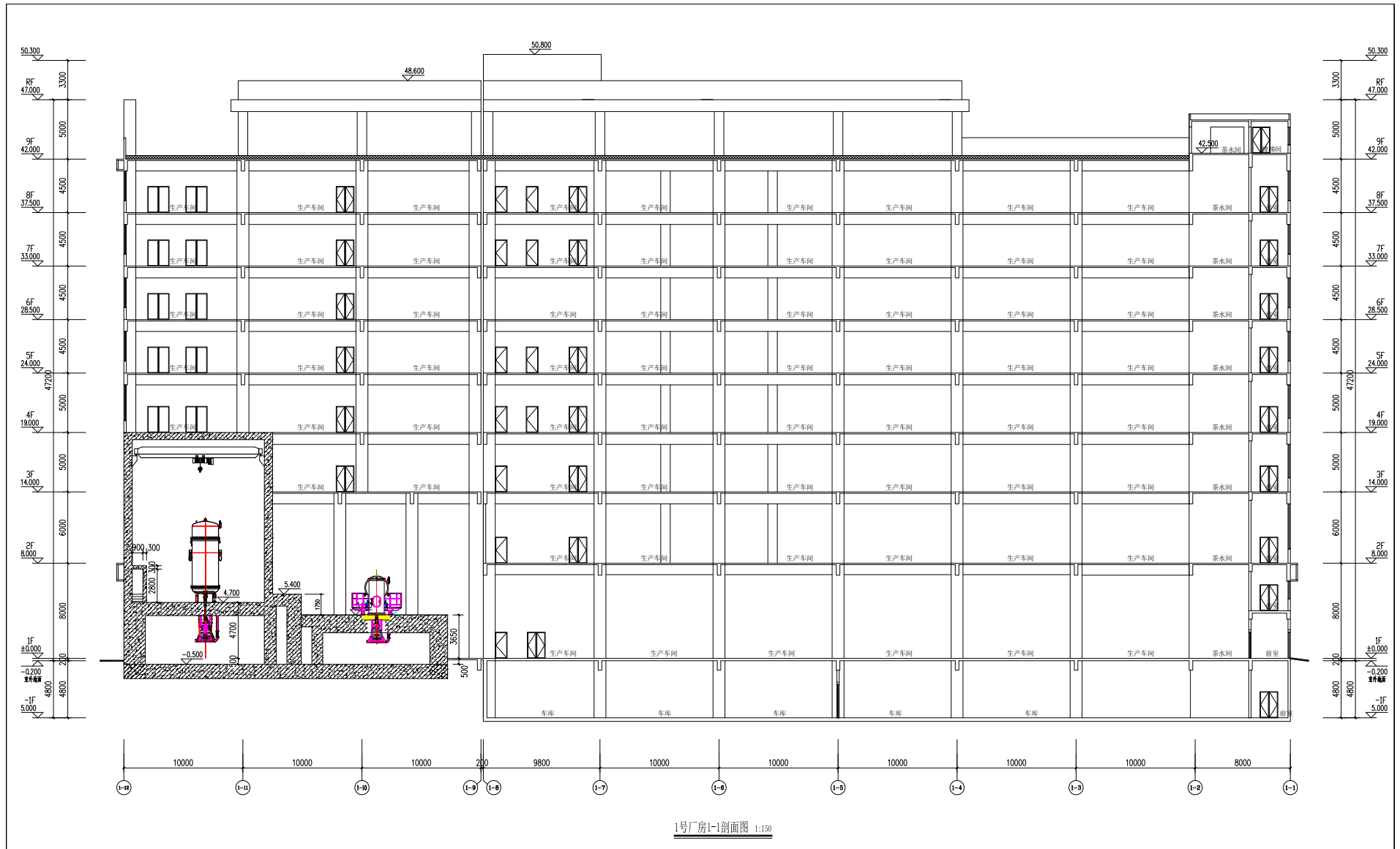
附图3 公司厂区1号厂房三层平面布局示意图



附图4 公司厂区1号厂房四层平面布局示意图



附图 5 工业电子加速器机房结构示意图



附图 6 工业电子加速器机房剖面图 (1-1 面)

附件 1：委托书

委托书

南京瑞森辐射技术有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护分类管理名录》等法律法规的要求，现委托贵单位对长园长通新材料（东莞）有限公司新增 2 台工业电子加速器使用项目进行环境影响评价工作，望接此委托后尽快开展工作。

委托方：长园长通新材料（东莞）有限公司

日期：2023 年 11 月 15 日



附件 2：企业营业执照及项目立项文件

* 4 4 1 4 2 8 8 8 9 *



营 业 执 照

(副 本)(1-1)

统一社会信用代码
91441900MAC0PB1B1W

 扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息

名 称	长园长通新材料(东莞)有限公司	注册 资本	人民币伍仟万元
类 型	有限责任公司(非自然人投资或控股的法人独资)	成 立 日 期	2022年10月24日
法定 代表 人	曹斌	住 所	广东省东莞市谢岗镇上寸路2号201室

经 营 范 围 一般项目：合成材料制造(不含危险化学品)；新型膜材料制造；塑料制品制造；电子专用材料制造；高性能纤维及复合材料制造；橡胶制品制造；工程塑料及合成树脂制造；新材料技术研发；电子专用材料研发；玻璃纤维增强塑料制品制造；玻璃纤维及制品制造；建筑防水卷材产品制造；涂料制造(不含危险化学品)；合成材料销售；涂料销售(不含危险化学品)；防腐材料销售；工程管理服务；软件开发；工程技术服务(规划管理、勘察、设计、监理除外)；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；土石方工程施工；物联网应用服务；专用仪器制造；专用设备制造(不含许可类专业设备制造)；劳务服务(不含劳务派遣)；物业管理；停车场服务；非居住房地产租赁；机械设备租赁；运输设备租赁服务。(除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动)


登记机关
2022 年 10 月 24 日

请于每年6月30日前报送年度报告，逾期将受到信用惩戒和处罚。
途径：登陆企业信用信息公示系统，或“东莞市场监管”微信公众号。

国家企业信用信息公示系统网址：<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

广东省技术改造投资项目备案证

项目代码: 2402-441900-04-01-431314

项目名称: 长园长通新材料(东莞)有限公司新增2台工业电子加速器项目 申请单位名称: 长园长通新材料(东莞)有限公司


项目建设地点: 东莞市谢岗镇东莞市谢岗镇稔子园村谢岗工业园区谢西路与建设一路交叉口 申请单位经济类型: 有限责任公司

项目主要内容: 项目规划总用地面积1500平方米,总建筑面积3000平方米,建成两个电子加速器车间;购买工业高频高压型电子加速器设备,主要用于新材料、新技术的研发,高分子材料、新材料的辐射改性生产及加工,产能:8000吨/年。

项目总投资: 2000 万元 项目资本金: 2000 万元
其中: 固定资产投资: 2000.0 万元
设备和技术投资: 1500 万元 进口设备用汇: 0 万美元

建设起止年限: 2024年06月至2025年06月

备案证编号: 241027292237411

备案机关:  (盖章)
备案时间: 2024年02月27日

- 1、项目两年内未开工建设且未办理延期的,备案证自动失效。项目在备案证有效期内开工建设的,备案证长期有效。
- 2、根据国家《企业投资项目核准和备案管理办法》规定,实行备案管理的项目,项目单位在开工建设前还应当根据相关法律法规规定办理其他相关手续。

附件 3：规划许可证明

建设单位（个人）	长园长通新材料（东莞）有限公司
建设项目名称	谢岗长园长通新材料产业园1号厂房
建设位置	东莞市谢岗镇稔子园村
建设规模	1幢9层总建筑面积为30619.88平方米
附图及附件名称	详见《建设工程规划许可证》附件及附图。

遵守事项

- 一、本证是经自然资源主管部门依法审核，建设工程符合国土空间规划要求的法律凭证。
- 二、未取得本证或不按本证规定进行建设的，均属违法建设。
- 三、未经发证机关许可，本证的各项规定不得随意变更。
- 四、自然资源主管部门依法有权查验本证，建设单位（个人）有责任提交查验。
- 五、本证所需附图与附件由发证机关依法确定，与本证具有同等法律效力。

中华人民共和国


建设工程规划许可证

建字第 4419002023GG1295355号
编号：2023-21-0056

根据《中华人民共和国城乡规划法》第四十条规定，经审核，本建设工程符合国土空间规划要求，颁发此证。

发证机关

日期



建设工程规划许可证附件

建字第4419002023GG1295352号

项目概况	本地编号	2023-21-0056		
	用地单位	长园长通新材料（东莞）有限公司		
	项目名称	谢岗长园长通新材料产业项目1号厂房		
	建设位置	东莞市谢岗镇稔子园村		
	《建设用地规划条件》编号	2023-21-1008		
建设规模	1. 建筑占地面积	3782.64平方米		
	2. 总建筑面积	30619.88平方米		
	3. 建筑总层数	9层		
	建筑物高度（至女儿墙顶或檐口）	48.8米	地下室层数	层
	地下室面积	0平方米	裙房层数	层
	塔楼层数	层	幢数	1
	4. 首层室内地坪标高	±0.000	室外地坪标高	-0.200
	5. 其他			
主要功能	<input type="checkbox"/> 商业 <input type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 办公 <input checked="" type="checkbox"/> 工业			
	<input type="checkbox"/> 其他			
公共服务设施配套用房				
备注	1. 加盖《建设工程规划许可证》附图章的建设工程设计方案图纸图册一套。			
注意事项	1. 本附件与《建设工程规划许可证》一并使用，与《建设工程规划许可证》同具法律效力。 2. 建设单位（个人）必须按《建设工程规划许可证》附图和本附件的规定进行建设。			



附件 4：环境现状监测报告



221020340350

南京瑞森辐射技术有限公司
检测报告

编号：瑞森（综）字（2024）第 0058 号

检测类别： 委托检测

项目名称： 环境现状检测

委托单位： 长园长通新材料（东莞）有限公司



南京瑞森辐射技术有限公司

地址：南京市鼓楼区建宁路 61 号中央金地广场 1 幢 1317 室 邮编：210018
传真：025-86633719 电话：025-86633196
Email: ruiseng@126.com

检测报告说明

- 一、对检测报告如有异议，请于收到报告之日起十日内以单位公函形式向本公司提出申诉，逾期不予受理。
- 二、送样委托检测，仅对送检样品检测数据负责，不对样品来源负责。
- 三、本公司仅对检测报告原件负责，未经本公司书面批准不得部分复制检测报告（全文复制除外）。
- 四、未经本公司同意，本检测报告及检测机构名称不得用于广告、商业宣传和评优等。
- 五、检测报告无本公司检测报告专用章（公章）及骑缝章无效。
- 六、本检测报告涂改、增删无效。

检测报告

委托单位	长园长通新材料(东莞)有限公司		
被检单位	长园长通新材料(东莞)有限公司		
被检单位地址	东莞市谢岗镇稔子园村谢岗工业园区谢西路与建设一路交叉口		
联系人	刘玉亮	联系方式	██████████
项目名称	辐射环境现状检测	检测目的	辐射环境现状水平
检测类别	委托检测	检测日期	2024年1月19日
检测内容	1. 检测对象: 新增工业电子加速器工作场所及其周围辐射环境 2. 检测项目: γ 辐射剂量率 3. 检测布点: 在工作场所及其周围环境布设检测点, 检测点位见附图		
检测依据	1. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 2. 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)		
检测环境条件	天气: 晴 温度: 19℃ 湿度: 88%RH		
检测仪器			
序号	仪器名称	仪器型号	主要技术指标
1	X- γ 辐射监测仪	6150 AD 6/H+6150AD- b/H	NJRS-126 能量响应: 20keV~7MeV 测量范围: 1nSv/h~99.9 μ Sv/h 检定证书编号: Y2023-0173796 检定有效期限: 2023.10.30-2024.10.29
被检设备(场所)信息			
序号	场所名称	场所地址	
1	工业电子加速器拟建址	1号厂房一层	
备注	/		

检测结果:

表 1. 工业电子加速器拟建址周围 γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	测点描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	厂区东侧空地	79 \pm 2	室外
2	厂区东侧空地	80 \pm 1	室外
3	厂区南侧空地	79 \pm 1	室外
4	厂区南侧空地	81 \pm 1	室外
5	厂区西侧道路(建设一路)	101 \pm 2	室外
6	厂区西侧道路(建设一路)	103 \pm 2	室外
7	厂区西侧宿舍楼 E5-1 楼下	106 \pm 2	室外

8	厂区西侧宿舍楼 E5-2 楼下	113±1	室外
9	厂区北侧空地	79±2	室外
10	厂区北侧空地	80±1	室外
11	厂区西南角加速器拟建址	73±1	室外
12	厂区西南角加速器拟建址	72±1	室外
13	厂区内中部	96±2	室外
14	厂区内中部	94±2	室外

注: 1.测量结果已扣除宇宙射线响应值;
2.检测点位见附图 1。

结论:

由检测结果可知,长园长通新材料(东莞)有限公司工业电子加速器拟建址及其周围环境 γ 辐射剂量率为72nGy/h~113nGy/h。

—————以下无正文—————

编制: 王 焯

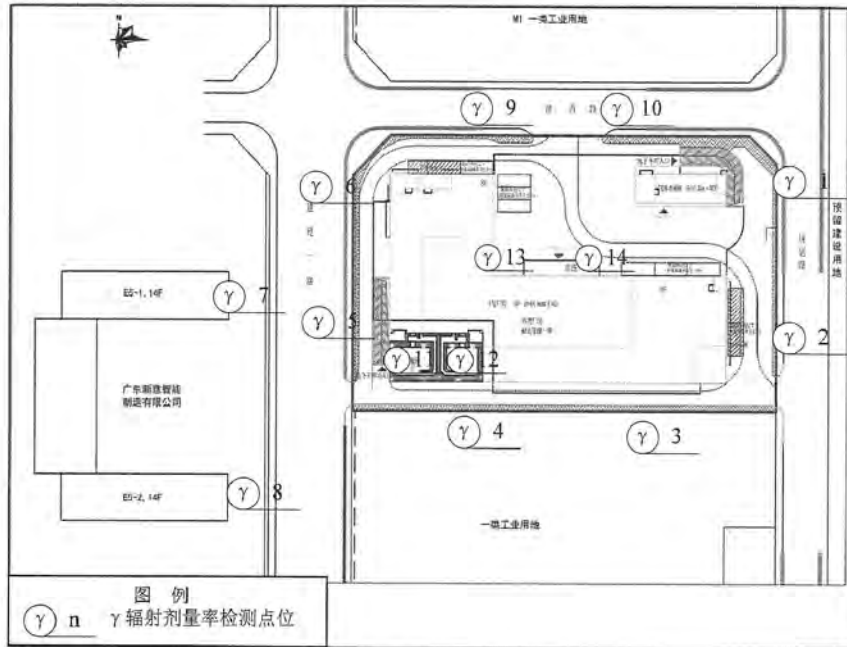
审核:

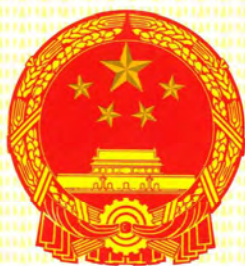
南京瑞森辐射技术有限公司(章)

2024年2月26日



附图1:长园长通新材料(东莞)有限公司工业电子加速器拟建址及其周围环境现场检测点位示意图





检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 221020340350

名称: 南京瑞森辐射技术有限公司

地址: 江苏省南京市鼓楼区建宁路61号中央金地广场1幢13层
1317室(210018)

经审查,你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力,现予批准,可以向社会出具具有证明作用的数据和结果,特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律 responsibility,由南京瑞森辐射技术有限公司承担。

许可使用标志



221020340350

发证日期: 2022年06月30日

有效期至: 2028年05月30日

发证机关:



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制,在中华人民共和国境内有效。

2002331

检验检测机构 资质认定证书附表



221020340350

检验检测机构名称：南京瑞森辐射技术有限公司

批准日期：2022年05月31日(复查换证（扩项、检测标准、方法变更）)

有效期至：2028年05月30日

批准部门：江苏省市场监督管理局



国家认证认可监督管理委员会制

二、批准南京瑞森辐射技术有限公司非食品检验检测的能力范围

证书编号: 221020340350

机构(省中心)名称: 南京瑞森辐射技术有限公司

第1页共 15页

场所地址: 江苏省-南京市-鼓楼区-建宁路61号中央金地广场1幢13层1317室

序号	类别(产品/项目/参数)	产品/项目/参数		依据的标准(方法)名称及编号(含年号)	限制范围	说明
		序号	名称			
一	放射卫生					
1	外照射剂量率	1	X, γ 辐射剂量率	CT方舱放射防护要求 T/WSJD 6-2020		
				X射线行李包检查系统卫生防护标准 GBZ 127-2002		
				核医学辐射防护与安全要求 HJ 1188-2021		扩项
				X射线衍射仪和荧光分析仪卫生防护标准 GBZ 115-2002		
				γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范 GBZ 141-2002		
				核医学放射防护要求 GBZ120-2020		标准变更
				含密封源仪表的卫生防护要求 GBZ 125-2009		
				密封放射源及密封γ放射源容器的放射卫生防护标准 GBZ 114-2006		
				工业X射线探伤放射防护要求 GBZ 117-2015		
				工业γ射线探伤放射防护标准 GBZ 132-2008		
				放射性物品安全运输规程 GB 11806-2019		
				放射治疗放射防护要求 GBZ 121-2020		
				放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分: γ射线源放射治疗机房 GBZ/T 201.3-2014		
				放射治疗机房的辐射屏蔽规范第4部分: 钨-252中子后装放射治疗机房 GBZ/T 201.4-2015		
				放射治疗机房的辐射屏蔽规范第5部分: 质子加速器放射治疗机房 GBZ/T 201.5-2015		
				放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分: 电子直线加速器放射治疗机房 GBZ/T 201.2-2011		
				放射治疗机房的辐射屏蔽规范第一部分: 一般原则 GBZ/T 201.1-2007		
				放射诊断放射防护要求 GBZ 130-2020		
				油气田测井放射防护要求 GBZ 118-2020		
				环境γ辐射剂量率测量技术规范 HJ 1157-2021		

二、批准南京瑞森辐射技术有限公司非食品检验检测的能力范围

证书编号: 221020340350

机构(省中心)名称: 南京瑞森辐射技术有限公司

第2页共 15页

场所地址: 江苏省-南京市-鼓楼区-建宁路61号中央金地广场1幢13层1317室

序号	类别(产品/项目/参数)	产品/项目/参数		依据的标准(方法)名称及编号(含年号)	限制范围	说明
		序号	名称			
				电子加速器辐照装置辐射安全和防护 HJ 979-2018		
				电子直线加速器工业CT辐射安全技术规范 HJ 785-2016		
				货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求 GBZ 143-2015		
				辐射环境监测技术规范 HJ 61-2021		
				进口可用作原料的废物放射性污染检验规程 SN/T0570-2007		
				高活度钴60密封放射源 GB/T 7465-2015		
				放射治疗辐射安全与防护要求 HJ 1198-2021		
		2	中子剂量当量率	油气田测井放射防护要求 GBZ 118—2020		
				辐射防护仪器中子周围剂量当量(率)仪 GB/T 14318-2019		
2	个人剂量	3	X、 γ 射线外照射个人剂量(累积剂量)	个人和环境监测用热释光剂量测量系统 GB/T 10264-2014		
				职业性外照射个人监测规范 GBZ 128-2019		
				外照射个人剂量系统性能检验规范 GBZ 207-2016		
3	放射性表面污染	4	α 、 β 表面污染	核医学放射防护要求 GBZ120-2020		
				核医学辐射防护与安全要求 HJ 1188—2021		
				表面污染测定 第1部分 β 发射体 (E_{β} 最大 $>0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体 GB/T14056.1-2008		
				职业性皮肤放射性污染个人监测规范 GBZ 166-2005		
				医用电子直线加速器质量控制检测规范 WS 674-2020		
				X射线方形照射野的均整度		
				X射线方形照射野的对称性		
				电子线照射野的均整度		
				医用电子直线加速器质量控制检测规范 WS 674-2020		
				医用电子直线加速器质量控制检测规范 WS 674-2020		
				医用电子直线加速器质量控制检测规范 WS 674-2020		
				医用电子直线加速器质量控制检测规范 WS 674-2020		

附件 5: 类比检测报告



南京瑞森辐射技术有限公司 检测报告

编号: 瑞森(综)字(2022)第0485号

检测类别: 委托检测

项目名称: 辐射环境现状检测

委托单位: 江苏金润峰新材料科技有限
公司



南京瑞森辐射技术有限公司

地址: 南京市鼓楼区建宁路 61 号中央金地广场 1 幢 1317 室 邮编: 210018
传真: 025-86633719 电话: 025-86633196
Email: ruiseng@126.com

第1页 共11页

检测报告说明

- 一、对检测报告如有异议，请于收到报告之日起十日内以单位公函形式向本公司提出申诉，逾期不予受理。
- 二、送样委托检测，仅对送检样品检测数据负责，不对样品来源负责。
- 三、本公司仅对检测报告原件负责，未经本公司书面批准不得部分复制检测报告（全文复制除外）。
- 四、未经本公司同意，本检测报告及检测机构名称不得用于广告、商业宣传和评优等。
- 五、检测报告无本公司检测报告专用章（公章）及骑缝章无效。
- 六、本检测报告涂改、增删无效。

检测报告

委托单位	江苏金润峰新材料科技有限公司				
被检单位	江苏金润峰新材料科技有限公司				
被检单位地址	江苏省东台市五烈镇镇中居委会东廉公路北侧				
联系人	陶玉峰	联系方式	████████		
项目名称	医用射线装置防护	检测目的	验收检测		
检测类别	委托检测	检测日期	2022年5月30日		
检测内容	1. 检测对象: 工业电子加速器的工作场所及其周围环境 2. 检测项目: X-γ辐射剂量率 3. 检测布点: 在工作场所及其周围环境布设检测点, 检测点位见附图				
检测依据	1. 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 2. 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 3. 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ 141-2002) 4. 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)				
评价依据	1. 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ 141-2002) 2. 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)				
检测环境条件	天气: 多云 温度: 21℃ 湿度: 75%RH				
检测仪器					
序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	主要技术指标	
1	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-107	能量响应: 15keV~10MeV 测量范围: 50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号: Y2022-0014547 检定有效期限: 2022.3.5~2023.3.4	
被检设备(场所)信息					
序号	名称	型号	设备参数	检测工况	使用场所
1	工业电子加速器	DD2.0/50-1600型	2.0MeV/50mA	1.82MeV/43.5mA	加速器1#机房
1	工业电子加速器	DD2.0/50-1600型	2.0MeV/50mA	1.79MeV/44.8mA	加速器2#机房
备注	/				

检测结果:

表 1. 加速器 1#机房周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	仓库内	0.10	关机
2	东门外 30cm 处(左缝)	0.11	开机
3	东门外 30cm 处(中间)	0.11	开机
4	东门外 30cm 处(右缝)	0.13	开机
5	东门外 30cm 处(上缝)	0.12	开机
6	东门外 30cm 处(下缝)	0.13	开机
7	东墙外 30cm 处	0.10	开机
8	控制室	0.12	开机
9	南墙外 30cm 处	0.13	开机
10	南墙外 30cm 处	0.14	开机
11	西墙外 30cm 处	0.14	开机
12	西墙外 30cm 处	0.13	开机
13	北墙外 30cm 处	0.11	开机
14	北墙外 30cm 处	0.12	开机

注: 1. 测量结果未扣除本底值;

2. 1#机房加速器运行时, 机房四周检测点位见附图 1。

结论:

本次检测, 当 1#机房内工业电子加速器(型号: DD2.0-50-1600)正常工作(工况: 能量: 1.82MeV)时, 机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为(0.10~0.14)

$\mu\text{Sv/h}$ ，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)、《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ 141-2002)的标准要求。

表 2. 加速器 2#机房周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	仓库内	0.10	关机
2	东门外 30cm 处 (左缝)	0.12	开机
3	东门外 30cm 处 (中间)	0.11	开机
4	东门外 30cm 处 (右缝)	0.12	开机
5	东门外 30cm 处 (上缝)	0.12	开机
6	东门外 30cm 处 (下缝)	0.13	开机
7	东墙外 30cm 处	0.11	开机
8	控制室	0.12	开机
9	南墙外 30cm 处	0.11	开机
10	南墙外 30cm 处	0.12	开机
11	西墙外 30cm 处	0.12	开机
12	西墙外 30cm 处	0.14	开机
13	北墙外 30cm 处	0.14	开机
14	北墙外 30cm 处	0.13	开机

注：1.测量结果未扣除本底值；

2.2#机房加速器运行时，机房四周检测点位见附图 2。

结论：

本次检测，当 2#机房内工业电子加速器（型号：DD2.0-50-1600）正常工作（工况：能量：1.79MeV）时，机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.10~0.14）

$\mu\text{Sv/h}$ ，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)、《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ 141-2002)的标准要求。

表 3. 两台加速器同时运行机房周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	仓库内	0.10	关机
2	1#机房控制室	0.12	开机
3	1#机房东墙外 (电缆人员工位)	0.11	开机
4	1#和 2#机房东墙外 (电缆人员工位)	0.12	开机
5	2#机房东墙外 (电缆人员工位)	0.12	开机
6	2#机房控制室	0.13	开机
7	2#机房南墙外 30cm 处	0.11	开机
8	2#机房西墙外 30cm 处	0.12	开机
9	1#和 2#机房西墙外 30cm 处	0.11	开机
10	1#机房西墙外 30cm 处	0.12	开机
11	1#机房北墙外 30cm 处	0.13	开机
12	机房二楼控制区入口处	0.12	开机

注：1.测量结果未扣除本底值；

2.两台加速器运行时，机房四周检测点位见附图 3，机房二楼检测点位见附图 4。

结论：

本次检测，当两台工业电子加速器（型号均为：DD2.0-50-1600）同时工作时（工况：1#加速器能量：1.82MeV，2#加速器能量：1.79MeV），机房周围的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.10~0.14） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)、《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ 141-2002)的标准要求。

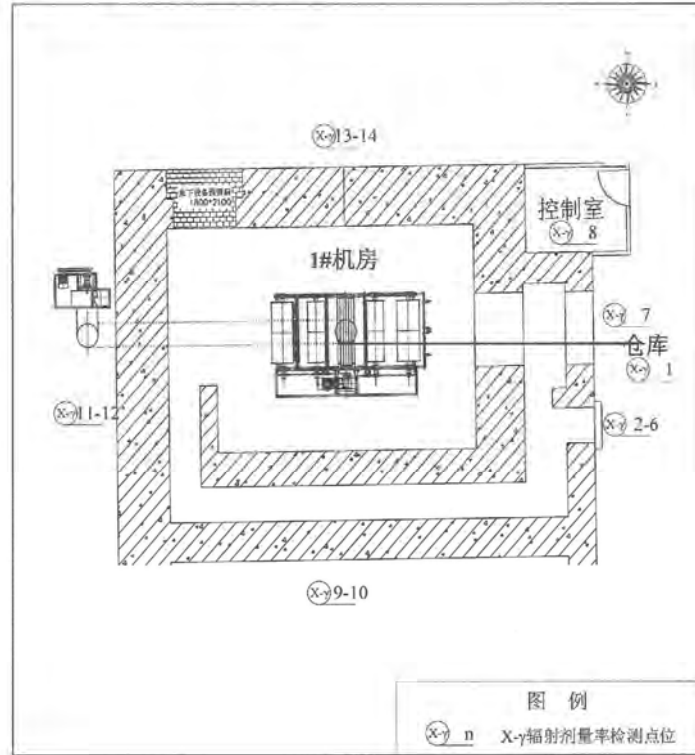
以下无正文

编制: 张晋

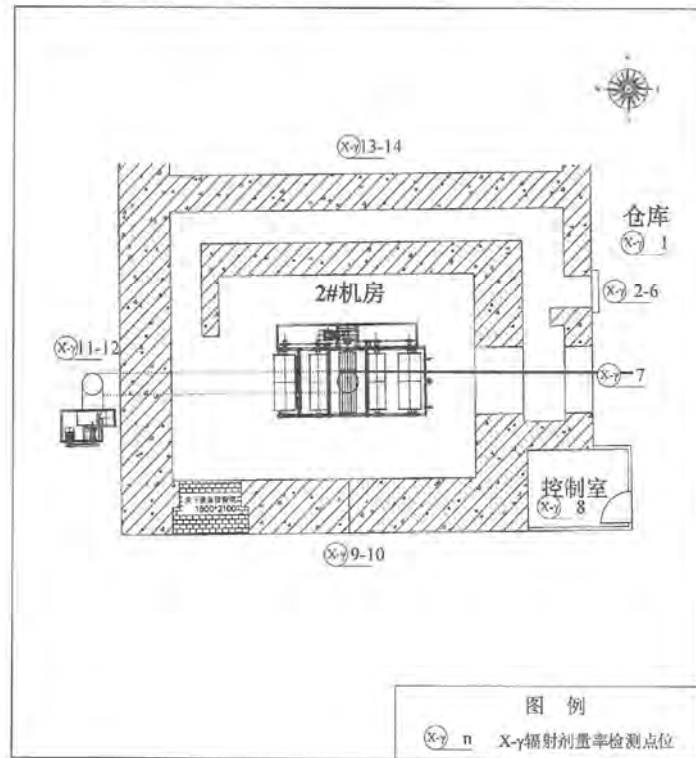
审核: 宋双全



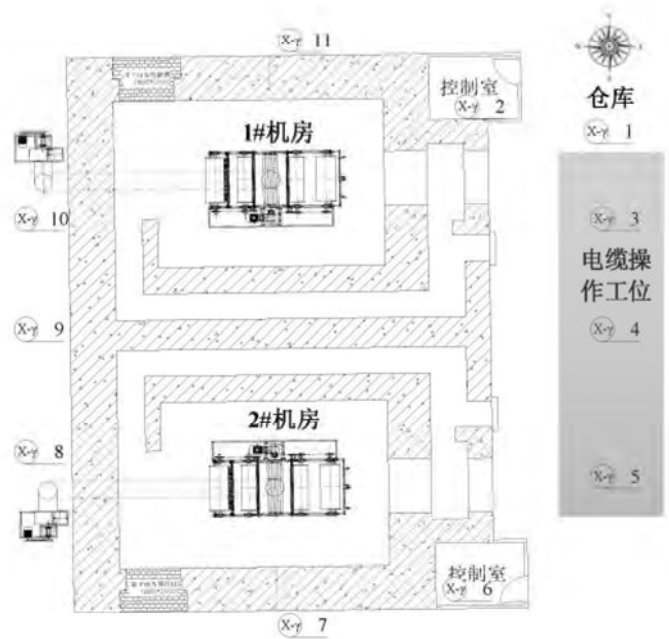
附图 1: 1#机房四周检测点位示意图



附图 2: 2#机房四周检测点位示意图



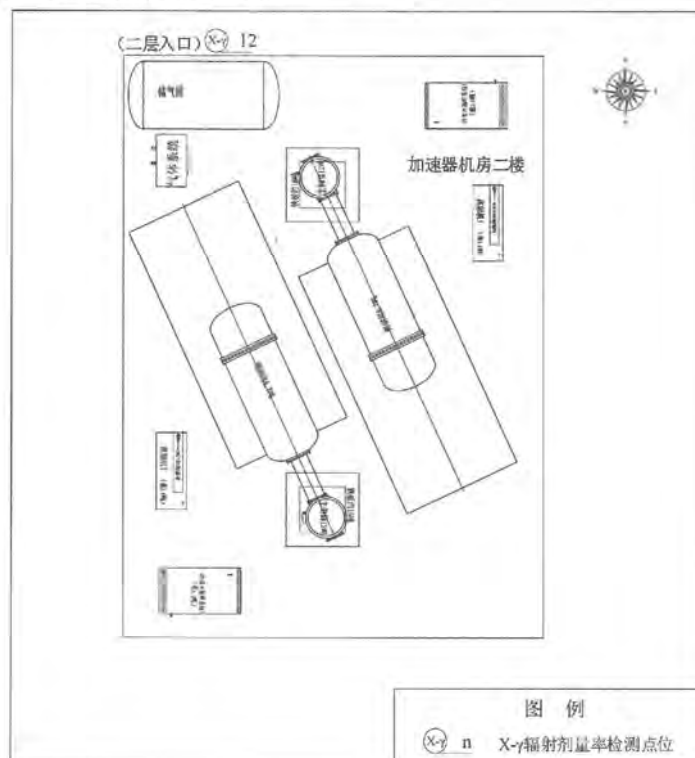
附图3: 1#和2#机房四周检测点位示意图



图例

$\textcircled{X-\gamma} n$ X- γ 辐射剂量率检测点位

附图4：机房二楼检测点位示意图



长园长通新材料（东莞） 有限公司

长字〔2024〕002号

长园长通新材料（东莞）有限公司

关于成立辐射安全与环境保护管理领导小组的通知

公司各部门：

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规及安全管理工作的需要，结合公司领导分工及职能部门负责情况，我司拟成立辐射安全与环境保护管理领导小组，具体成员如下：

一、辐射安全与环境保护管理领导小组

组 长：曹 斌

副组长：徐焕辉 张 力

成员：刘玉亮 谢绍鹏 李永艺 邓建志

辐射安全与环境管理领导小组办公室设在辐照部办公室，负责处理全公司辐射安全与环境保护的有关事项及具体工作。

二、辐射安全与环境保护管理领导小组职责分工

（一）领导小组职责

1、认真贯彻执行《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规以及各级环境保护部门的规定。

2、制定和完善公司辐射安全与防护管理的各项规章制度、应急预案、操作规程、辐射工作场所日常监测方案等，并严格落实。

3、按照环境保护部门安排，组织辐射工作人员和管理人员积极参加辐射安全与防护教育培训，组织单位日常辐射安全法规知识学习，开展辐射安全事故应急演练，并做好各种记录。

4、加强辐射工作场所声光报警设置、警示告示提示标志、个人剂量防护用具、门灯联锁的监管和日常监测工作，做好辐射安全监管基础性经常性工作，确保辐射工作场所环境安全和人员安全。

5、根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，强化辐射安全许可管理，加强与环保部门联系和沟通，进行辐射安全监管专业性指导。

6、加强档案文件记录报告资料管理，建立健全个人剂量档案、职业



健康监护档案、辐射安全隐患整改记录档案,保管好辐射环评和验收文件、射线装置年度检测报告,编制辐射安全和防护状况年度评估报告于每年1月31日之前上报至全国核技术利用申报系统。


(二) 部门职责

- 1、对相关科室辐射安全与环境保护工作负责。
- 2、遵守放射性同位素或射线装置各项规章制度,严格执行其操作规程,坚持原则,制止使用违章操作等行为。
- 3、检查、督促部门人员正确使用放射性安全防护用品,做好辐射安全防护设备设施的管理及日常维护保养工作。
- 4、检查工作设备及辐射安全生产情况,落实预防辐射事故安全措施。发现隐患及时组织整改,暂时不能整改的应采取防范措施,并立即向上级报告。
- 5、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。

长园长通新材料(东莞)有限公司



〇二四年一月二日

	长园长通新材料（东莞）有限公司 辐射防护和安全制度	文件编号	CY/CT-ST-PR2-007
		版本/修订状态	A1/0
		页码	第 2 页 共 5 页

一、目的

依国家法律法规要求及本公司规章制度，规范辐照部辐射安全及相关工作，确保辐照加工全过程实现安全有序，保障人员安全与健康，设备设施和环境免受损坏。

二、适用范围

与辐照部生产及辐射防护和安全相关工作

三、职责

3.1 本公司建设从事辐射交联的辐照部，采用高频高压型工业电子加速器作为射线发生装置，公司成立以总经理直接领导行政部门监督辐照部负责人和班长执行的辐射安全防护小组，负责辐射防护和安全工作，职责如下：

3.1.1 认真学习和贯彻执行国家对射线装置管理的法律、法规，以及本公司安全生产管理的规章制度，依法建设加速器辐射加工设施。

3.1.2 建立健全的辐射防护和安全保卫制度、操作规程、岗位职责、设备检修维修制度、加速器运行记录、人员培训计划、监测方案等规章，制度完善的辐射事故应急措施，取得辐射安全许可证，依法生产运作。

3.1.3 对本公司射线装置安全和辐射防护状况进行年度评估并向主管机构报告，发现安全隐患的应当立即进行整改。

3.1.4 主动接受、积极配合上级辐射防护与安全管理部门的监督检查，对监督检查中提出的问题及时处理和解决。

3.2 辐照部设立专职或兼职安全员，负责日常辐射安全监督和环境辐射剂量监测，发现异常及时报告，并及时采取安全正确的处理措施。安全员认为不能满足辐射安全的情况下，有权依规章停止射线装置运作。


3.3 行政部门负责辐照部相关人员辐射安全培训、个人剂量和健康管理档案等管理工作。

四、场所的安全与防护

1、场所区域划分

控制区：辐照部加速器混凝土屏蔽墙以内的辐照室和主机室。区域入口设置明显的电离辐射警告标志牌及声光报警状态指示装置。

控制区警示标示颜色为红色。辐照装置工作时，控制区内具有强烈射线，可能具

	长园长通新材料（东莞）有限公司 辐射防护和安全制度	文件编号	CY/CT-ST-PR2-007
		版本/修订状态	A1/0
		页码	第 3 页 共 5 页

有高于正常大气浓度的臭氧和氮氧化物等有害气体，严格禁止人员进入。

区域内的安全联锁装置等安全设施不得带病运行，由辐射防护安全员定期检查试验，确保安全联锁功能正常才可以进行射线装置运行。

因工作需要进出控制区的人员及物品严格按照控制区进入管理规定执行；

①控制区内严禁任何人员吸烟、饮食及嬉闹，并保持清洁。

②严禁易燃、易爆、腐蚀性或易污染物品进入控制区。凡进出控制区的物品均需检查确保安全性。

③确因工作需要进入控制区的，现场工作人员必须有两个以上（含二人），同行其中一人必须是班长或安全员，工作人员必须佩戴个人剂量计。

④外来人员不得进入控制区，如因特殊情况需要进入必须经公司领导批准，由值班班长带领进入，全程陪同。

人员进出控制区必须遵循下列程序：

①当班班长停止装置运行，拔出装置运行钥匙（此钥匙与巡检控制箱上防护门开关钥匙共为一把），保持臭氧风机继续运行 5 分钟以上。

②认真核查控制台显示信号（特别是剂量监测信号），确认控制区已处于安全状态。

③控制区入口通道上方警示灯显示“停机”，插入巡检控制箱上巡检钥匙开关内，打开控制区防护门和通道内照明灯。

④值班班长携带“剂量报警仪”进入通道，按下“急停”按钮。


⑤工作完毕撤离时，值班班长应确认无人员滞留后，一人在门口看护（防止他人跟随进入）另一人进行巡检操作，完成后关闭防护门，拔下巡检钥匙。

⑥在二层平台的楼梯口设置安全门，安全门平时上锁，只有在设备停机检修的时候才打开，允许检修人员进入，该楼梯为二楼平台的唯一通道，安全门上设置电离辐射警示标志。

2、监督区：射线装置控制室、二层平台高频机、水处理、SF6 气体处理系统、束下收放线设备摆放区域、辐照操作等区域为监督区

监督区标示颜色为黄色。区内设明显的电离辐射警告标志。本公司辐照操作工人方可在该区域停留，其余人员未经值班人员批准，不得进入该区域。

3、安全和防护管理办法

	长园长通新材料（东莞）有限公司 辐射防护和安全制度	文件编号	CY/CT-ST-PR2-007
		版本/修订状态	A1/0
		页码	第 4 页 共 5 页

①根据区域划分，按照有关规定设置明显可识别的射线警示标志，设置安全和防护设施及安全连锁报警装置；射线装置的生产调试和使用场所，采取安全连锁等有效措施，防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射。

②生产现场闲人免进，采取可靠有效的防火、防水、防盗、防破坏、防射线泄漏等安全措施，防止故障并避免故障导致次生危害；辐照部所属区域内严禁吸烟，配备必要的消防器材。控制室等关键部位无人时应关窗锁门，钥匙由专人保管，严防丢失。

③配备适宜的监测仪器，按照国家环境监测规范进行辐射监测和记录，并对数据的真实性、可靠性负责，委托和接受环境监测机构监督监测，每年至少一次。

④安全人员保持对射线装置安全和防护状态的日常检查，发现安全隐患应立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业并上报，直至报告环境主管部门；经检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

⑤由专业人员保持对射线装置的安全与防护状况进行年度评估，并与每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关递交上年度评估报告；评估报告应当包括内容参见《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（2011 环保部部令第 18 号）第 12 条。年度评估过程中发现安全隐患的，应当立即整改。


4、人员的安全与防护

①从事加速器辐照加工操作的生产人员以及辐射防护负责人，应当参与国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的学习，并取得考核合格证书；考核不合格的，不得上岗。

②取得辐射安全与防护培训合格证书的人员，每五年接受一次再培训学习考核，内容包括核技术利用辐射安全法律法规、电离辐射安全与防护基础、工业辐照电子加速器的安全与防护知识。

③按照法律法规以及职业卫生标准，对加速器操作人员进行个人剂量监测和定期体检等健康管理，并建立个人剂量和职业健康监护档案；发现个人剂量监测异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关；公司档案室保存个人剂量监测档案至加速器操作人员年满七十五周岁或停止辐照工作三十年。

④辐照部现场工作人员，均应熟练掌握辐射防护原理和实践操作要领，熟系本辐照装置的机构及维护要领，认真学习严格执行辐射安全法律法规和公司安全生产制度及规定，熟系工作相关区域内安全设施及各类声光信号位置、意义和处理程序，具有高度安全意

	长园长通新材料（东莞）有限公司 辐射防护和安全制度	文件编号	CY/CT-ST-PR2-007
		版本/修订状态	A1/0
		页码	第 5 页 共 5 页

识和相应安全工作能力。


⑤辐照加工现场实行值班长制，由值班班长负责装置日常运行的现场指挥和管理。现场工作人员均必须对工作高度负责，坚守岗位，严格履行岗位职责。所有进入现场的人员，包括外来人员，均必须遵守国家有关射线防护的法律法规、遵守本公司规章制度。

五、相关文件

- 1、《中华人民共和国放射性污染防治法》2003年6月28日；
- 2、《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；
- 3、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》国家环保总局令第31号，2006年03月；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，环保总局令第3号，2008年12月；
- 4、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中华人民共和国环境保护部令第18号，2011年5月1日；

六、相关记录

- 1、电子加速器运行记录；
- 2、工作现场辐射监测记录；
- 3、工作人员辐射监测记录；
- 4、辐射装置安全和辐射防护状况年度评估报告；

	长园长通新材料（东莞）有限公司 辐照部人员培训管理制度	文件编号	CY/CT-ST-PR2-008
		版本/修订状态	A1/0
		页码	第 2 页 共 3 页

一、目的

提高辐照部全体员工辐射防护知识水平，增强电子加速器工作人员综合素质和业务能力，杜绝安全事故，确保人员、设备和产品安全，稳定和提高辐照加工质量，为此特制定本培训管理制度。

二、范围

辐射加工和辐射防护专业培训，覆盖辐照部主管领导及所有员工，按照培训计划和生产需要相结合、“理论知识与实际操作相结合”原则，提高技术水平和操作技能，增强岗位职责履行能力，确保生产安全。

三、职责

1、辐照部主管负责每年度人员培训计划的制订和实施，总经理批准，并报公司行政部备案。

2、辐照部主管人员负责根据培训对象实际情况组织培训内容，并支持完成辐射加工和辐射防护培训，必要时组织指定人员参加委外培训。

四、内容

1、培训方法

岗前培训与再培训结合，授课与实操培训相结合，内部培训与委外培训相结合，分期分批安排各级人员参加培训。

2、培训组织

2.1 委外培训：

①参加生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核；

②参加行业协会或大专院校组织的辐射防护与核安全培训班（上岗培训和再培训），或卫生部门组织的辐射工作人员安全防护知识与职业健康培训；


③参加加速器供应商等组织的使用和操作培训、维护维修技术培训。

2.2 内部培训：

①辐照部新进员工入职培训；

②内部调岗培训；

③根据实际运行状况的针对性强化培训；

	长园长通新材料（东莞）有限公司 辐照部人员培训管理制度	文件编号	CY/CT-ST-PR2-008
		版本/修订状态	A1/0
		页码	第 3 页 共 3 页

④注意日常工作引导和不断纠正之培训培养作用。

2.3 培训内容

安全生产应知应会。射线的危害与基本的防护方法、辐射安全防护专业标准、规范及相关法律法规（新颁布或修订动态），国际国内辐射安全事故分析等；


电子加速器束下辐照装置与辐照工艺简介，加速器辐照装置使用和维护知识简介，辐照部相关管理制度和操作规程；

2.4 培训时间

一般首次培训时间累计不得少于 4 天，再培训间隔时间不超过 2 年且不少于 2 天；具体以岗前培训合格、在岗考核通过为准。

2.5 培训考核

外培以培训班要求为准，内部培训根据培训对象和培训内容设置考卷或以实际操作训练为考核内容。

	长园长通新材料（东莞）有限公司 辐射工作人员个人剂量管理制度	文件编号	CY/CT-ST-PR2-012
		版本/修订状态	A1/0
		页码	第 2 页 共 3 页

1、目的

依国家法律法规要求及本公司规章制度，规范辐照部辐射安全及相关工作，确保辐照加工全过程实现安全有序，保障从业人员安全与健康。

2、适用范围

与辐照部生产及辐射防护和安全相关工作人员必须接受个人剂量监测，并建立个人剂量监测档案。

3、个人剂量监测管理

3.1 个人剂量监测应遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）相关规定执行，

3.1.1 公司应聘请具备资质的外照射剂量监测单位对从业人员和场所进行剂量监测并出具报告。

3.1.2 建立个人剂量监测档案，并终身保存，允许加速器从业人员随时查阅、复印本人的个人剂量监测档案（个人剂量档案应包括日常检监测报告、和职业健康检查报告）。

3.1.3 正确佩戴个人剂量计：与辐照部生产及辐射防护和安全相关工作人员工作期间必须佩戴个人剂量计，还应当携带个人剂量报警仪，外照射个人剂量监测周期最长为 90 天。

3.1.4 发现个人剂量监测异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关；公司档案室终身保存个人剂量监测档。


3.1.5 辐照部安全员必须按照《辐照部辐射监测方案》每月进行场所日常监测。

3.1.6 由专业监测单位对射线装置的安全与防护状况进行年度评估，并与每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关递交上年度评估报告；评估报告应当包括内容参见《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（2011 环保部部令第 18 号）第 12 条。年度评估过程中发现安全隐患的，应当立即整改。

4、职业健康管理

4.1 公司应当组织辐射从业人员到具有资质的医院进行职业健康检查，职业健康检查报告编入个人剂量档案。

4.2 与辐照部生产及辐射防护和安全相关工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的方可上岗，公司不得安排未进行职业健康检查或

	长园长通新材料（东莞）有限公司 辐射工作人员个人剂量管理制度	文件编号	CY/CT-ST-PR2-012
		版本/修订状态	A1/0
		页码	第 3 页 共 3 页

不符合辐射职业健康标准的人员从事辐射工作。

4.3 上岗后的辐射从业人员应定期进行在岗职业健康检查，两次检查时间间隔不超过两年，对健康检查不能满足辐射从业人员健康要求的应立即安排脱离辐射岗位，并妥善安置，对需要复查和医学随访观察的应当及时予以安排。

4.4 辐射从业人员脱离辐射岗位时，公司应当安排其进行离职职业健康检查，告知检查结果，给予检查报告复印件。

4.5 辐射从业人员有权查阅、复印本人的所有职业健康检查报告，公司应当如实，及时的提供不得阻拦。

4.6 取得辐射安全与防护培训合格证书的人员，每五年接受一次再培训学习考核，内容包括核技术利用辐射安全法律法规、电离辐射安全与防护基础、工业辐照电子加速器的安全与防护知识。

4.7 辐照加工现场实行值班长制，由值班班长负责装置日常运行的现场指挥和管理。现场工作人员均必须对工作高度负责，坚守岗位，严格履行岗位职责。所有进入现场的人员，包括外来人员，均必须遵守国家有关射线防护的法律法规、遵守本公司规章制度。

5、相关文件

- 5.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）
- 5.2 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）
- 5.3 《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（2011 环保部部令第 18 号）第 12 条

6、相关记录

- 6.1 职业性外照射个人剂量监测报告；
- 6.2 工作现场辐射监测记录；
- 6.3 辐射装置安全和辐射防护状况年度评估报告；

长园长通新材料（东莞） 有限公司

长字（2024）003号

长园长通新材料（东莞）有限公司 辐射事故预防措施及应急处理预案

一、编制目的

为了预防、控制和消除辐射事故的危害，最大限度地降低事故危害程度，保护工作人员的健康和生命安全，根据国家有关法律法规，结合我司实际情况，制定本预案。

二、适用范围

本预案适用于我司发生的辐射事故防控工作。

三、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

1.特别重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

2.重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ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2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

3.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）急性重度放射病、局部器官残疾。

4.一般辐射事故，是指Ⅳ类、Ⅴ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人员受到超过年剂量限值的照射。

四、辐射事故的预防

辐射事故多数是人为因素造成的责任事故，严格放射防护管理，做好预防工作，是防止辐射事故发生的关键环节。

1、健全放射防护管理体制和规章制度，加速器使用落实到人，纪律要严肃，奖惩要分明。

2、组织放射防护知识培训，不准无证上岗，严格操作规程。

3、定期检查放射防护设施，发现问题，及时检修。

五、应急组织机构与职责

(一) 成立公司辐射事故应急领导小组

组长：曹斌

副组长：徐焕辉 张力

成员：刘玉亮 谢绍鹏 李永艺 邓建志

(二) 职责

1、应急处理领导小组职责

(1) 组织制定公司辐射事故应急处理预案；

(2) 负责指挥和协调事故现场抢救工作。

2、应急办公室的职责

(1) 按照辐射事故应急处理预案的要求，落实应急处理的各项日常工作；

(2) 组织辐射事故应急人员的培训及组织应急救援演练；

(3) 负责与技术专家组、现场处置组的联络工作；

(4) 负责与行政主管部门、环保、公安、卫生等相关部门的联络、报告应急处理工作；

(5) 负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作；

(6) 完成应急处理领导小组交办的其它工作。

六、辐射事故的报告

公司职工对发生和可能发生突发事件及其潜在隐患均应在发现情况后立即报告公司相关部门。

总经办：徐焕辉

张力

报告时间最迟不得超过 2 小时。

七、公司应急处理程序

严格遵守放射工作各项规章制度，规范加速器的使用，严格执行辐照操作规范。

发生辐射事故时：

1. 立即终止原辐照操作，关闭操作电源，切断继续泄露可能。
2. 封锁现场，切断一切可能扩大污染范围的环节。
3. 迅速撤离有关人员，对事故受照射人员进行及时的检查、救治和医学观察。
4. 实行现场警戒，划定紧急隔离区。保护事故现场，保留导致事故的材料，设备和工具等。
5. 及时报告公司辐射应急领导小组，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，及时报告环境保护部门、公安部门和卫生行政部门。

6.根据放射事故的性质，配合有关部门，积极采取相应的措施。

(三) 应急预案的启动：

领导小组接到事故发生报告后，立即启动应急预案，并及时向区、市生态环境局及省生态环境厅报告。

1. 东莞市生态环境局：0769—22455599
2. 广东省环保热线：12369
3. 广东省职业病防治院：020—34063460

(五) 应急预案的解除：

当发生辐射事故的射线装置修复后，经环保部门监测安全合格，应急预案尚可解除。要及时收集与事故有关的物品和资料，做好调查研究工作，认真分析事故原因，并采取妥善措施，尽量减少事故发生，保护国家财产及公众的安全。

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。

附件：辐射事故应急处理流程图

长园长通新材料（东莞）有限公司

二〇二四年一月二日

附件：

辐射事故应急处理流程图

