

中创辐电科技（浙江）有限公司

电子加速器高端制造项目

竣工环境保护验收监测报告表

（阶段性）

建设单位：中创辐电科技（浙江）有限公司

编制单位：浙江环安检测有限公司

二〇二五年四月

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	9
2.1 项目建设内容	9
2.2 源项情况	16
2.3 工程设备与工艺分析	17
表 3 辐射安全与防护设施/措施	23
3.1 场所布局	23
3.2 辐射安全及防护措施	25
3.3 放射性三废的处理	25
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	29
表 5 验收监测质量保证及质量控制	43
5.1 监测分析方法	43
5.2 监测仪器	43
5.3 监测人员能力	43
5.4 实验室认可认证	43
表 6 验收监测内容	44
6.1 监测因子及频次	44
6.2 监测布点	44
表 7 验收监测	47
7.1 验收监测期间运行工况记录	47
7.2 验收监测结果	47
7.3 剂量监测和估算结果	49
表 8 验收监测结论	51
8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况	51
8.2 污染物排放监测结果	51
8.3 工程建设对环境的影响	51
8.4 辐射安全防护、环境保护管理	52
附件 1：环境影响报告表审批意见	53

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中创辐电科技（浙江）有限公司电子加速器高端制造项目			
建设单位名称		中创辐电科技（浙江）有限公司			
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建			
建设地点		浙江省湖州市南浔区富园路 338 号			
源项		放射源		-	
		非密封放射性物质		-	
		射线装置		在浙江省湖州市南浔区富园路 338 号中创辐电科技（浙江）有限公司 4#厂房的一层建设 1 间 1#加速器生产调试机房，年生产、销售、使用 15 台工业电子加速器，电子束最大能量 2.5MeV，属于 II 类射线装置。	
建设项目环评批复时间		2025 年 02 月 06 日	开工建设时间		2025 年 02 月 10 日
取得辐射安全许可证时间		2025 年 03 月 04 日	项目投入运行时间		2025 年 04 月 01 日
辐射安全与防护设施投入运行时间		2025 年 04 月 01 日	验收现场监测时间		2025 年 04 月 14 日
环评报告表审批部门		湖州市生态环境局	环评报告表编制单位		浙江亿达检测技术有限公司
辐射安全与防护设施设计单位		/	辐射安全与防护设施施工单位		/
投资总概算（万元）	1000	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）		200	比例 20.0%
实际总概算（万元）	980	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）		200	比例 20.4%

<p>验收依据</p>	<p>(1) 《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 81 号(2017 年 11 月 5 日第三次修正并施行)；</p> <p>(2) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，1998 年 11 月 29 日；国务院令第 682 号，2017 年 6 月 21 日修正，2017 年 7 月 16 日发布，2017 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日；中华人民共和国国务院令第 709 号，《国务院关于修改部分行政法规的决定》修正，2019 年 3 月 2 日修订，2019 年 3 月 18 日发布并实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 修正版），国家环境保护部令第 3 号，2008 年 12 月 6 日；环境保护部令第 47 号，2017 年 12 月 20 日修改并实施；生态环境部令第 7 号，2019 年 8 月 22 日修改并实施；</p> <p>(5) 《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；</p> <p>(6) 《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），国家环境保护总局，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(7) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评[2017]4 号，中华人民共和国环境保护部，2017 年 11 月 20 日；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），中华人民共和国生态环境部第 16 号令，2020 年 11 月 30 日公布，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 1 日起施行；</p>
-------------	--

<p>验收依据</p>	<p>(10) 《浙江省辐射环境管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第388号，2021年2月1日起施行；</p> <p>(11) 《浙江省环保局建设项目环境保护“三同时”管理办法》（浙环发[2007]12号文），浙江省环境保护局，2007年；</p> <p>(12) 《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）；</p> <p>(13) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(14) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(15) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(16) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ 141-2002）；</p> <p>(17) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）；</p> <p>(18) 《中创辐电科技（浙江）有限公司电子加速器高端制造项目环境影响报告表》，浙江亿达检测技术有限公司，2025年1月；</p> <p>(19) 《湖州市生态环境局关于中创辐电科技（浙江）有限公司电子加速器高端制造项目环境影响报告表的审批意见》，湖环辐管〔2025〕2号，湖州市生态环境局，2025年2月6日。</p>
-------------	--

<p>验收执行标准</p>	<p>(一) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)</p> <p>(1) 剂量限值和剂量约束值</p> <p>职业照射：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；本项目取其四分之一即 5mSv/a 作为职业照射剂量约束值；</p> <p>公众照射：实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过 1mSv；本项目取其十分之一即 0.1mSv/a 作为公众照射剂量约束值。</p> <p>(2) 辐射管理分区</p> <p>6.4.1 控制区</p> <p>6.4.1.1 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>6.4.2 监督区</p> <p>6.4.2.1 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>(二)《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)</p> <p>4.2 辐射防护要求</p> <p>4.2.1 辐射防护原则</p> <p>(1) 辐射实践的正当性</p> <p>电子加速器辐照装置的建设立项，必须进行正当性分析，以确定其该项目的正当性。</p> <p>(2) 辐射防护的最优化</p> <p>电子加速器辐照装置的设计和建造要求所有照射剂量都保持在规定限值以内，并在考虑社会和经济因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均应保持在可合理达到的尽量低的水平，即 ALARA 原则。</p>
---------------	--

<p>验收执行标准</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 GB 18871 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> <ul style="list-style-type: none">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。 <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达区域屏蔽体外表面 30cm 处及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>本标准适用的能量不高于 10MeV 的电子束和能量不高于 5MeV 的 X 射线，在辐射屏蔽设计中不需要考虑所产生的中子防护问题。</p> <p>6 电子加速器辐照装置的安全设计</p> <p>6.1 联锁要求</p> <p>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。</p> <p>安全联锁引发加速器停机时必须自动切断高压。</p> <p>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。</p> <p>6.2 安全设施</p> <p>(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 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运行值班长使用；</p>
---------------	--

<p>验收执行标准</p>	<p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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。</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(10) 烟雾报警。辐照室应设置烟雾报警装置，遇有火灾时，加速器应立即停机并停止通风。</p>
---------------	---

<p>验收执行标准</p>	<p>6.3 其他要求</p> <p>6.3.1 电气系统</p> <p>(1) 必须按加速器装置及厂房建设和公用工程的供电条件设计，确保电压电流的稳定度。</p> <p>(2) 主机室、辐照室、控制室应设置应急照明系统。</p> <p>(3) 各供电系统及相关设备应有可靠的接地系统。</p> <p>(4) 凡有高压危险的部位，应设置高压联锁、高压放电保护装置。</p> <p>6.3.2 给水系统</p> <p>(1) 应根据加速器装置总用水要求，提供有一定裕量的水流量和水压。</p> <p>(2) 根据加速器装置和束下装置等设备工艺要求的水质、水温、热交换负荷进行设计。</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，以保证辐照分解产生的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>6.3.4 防火系统</p> <p>辐照室和主机室的耐火等级应不低于二级，并设置火灾报警装置和有效的灭火设施。</p>
---------------	---

<p>验收执行标准</p>	<p>(三) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ 141-2002)</p> <p>3 辐照装置分类</p> <p>3.2 电子束辐照装置</p> <p>按人员可接近辐照装置的情况分为:</p> <p>I类 配有联锁装置的整体屏蔽装置,运行期间人员实际上不可能接近这种装置的辐射源部件。</p> <p>II类 安装在屏蔽室(辐照室)内的辐照装置,运行期间借助于入口控制系统防止人员进入辐照室。</p> <p>5 检测方法与评价</p> <p>5.1 外照射泄漏辐射水平检测</p> <p>5.1.4 II、IV类γ射线辐照装置和II类电子束辐照装置辐照室外的辐射水平检测</p> <p>5.1.4.1 空气比释动能率的测量位置如下:</p> <p>(2) 距辐照室各屏蔽墙和出入口外30cm处。</p> <p>(3) 对于单层建筑的辐照装置,过辐射源中心垂直于辐照室屏蔽墙的任一垂线上,自屏蔽墙外表面至距其20m范围内人员可以到达的区域。</p> <p>(4) 对于单层建筑的辐照装置,当距其50m内建有高层楼房且高层位于辐射源照射位置至辐照装置室顶所张的立体角区域内时,在辐照装置室顶和(或)相应的建筑物高层测量。</p>
---------------	---

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位简介

中创辐电科技（浙江）有限公司成立于2024年8月11日，注册地址位于浙江省湖州市南浔区东迁街道东马路1000号，经营范围主要包括技术服务、技术转让；核子及核辐射测量仪器制造；机械电气设备制造；机械电气设备销售；电子元器件与机电组件设备制造；电子（气）物理设备及其他电子设备制造等。

该公司生产的 ZCM 型电子加速器技术原理来自俄罗斯，由清华大学核技术团队改进，是清华大学工程物理系科研成果孵化，ZCM 型加速器的国产化，达到最优设备指标，经过严格的测试，部分零部件的性能优于进口产品，除 CPU 等计算机用件除外所有设备实现了国产化。

2.1.2 项目建设目的和任务由来

该公司租赁广能智能装备（浙江）有限公司 4# 厂房的一层和二层，计划作为工业电子加速器的生产、研发基地。本项目加速器成品系统部件均委外加工定制，公司购买后仅在厂房内进行组装。此外，公司计划在租赁的 4# 厂房的一层建设 2 间辐照加速器生产调试机房，年生产、销售 30 台工业电子加速器，公司生产、销售的工业电子加速器主要用于电线电缆的橡胶、热缩材料、管道防腐包覆片、交联发泡聚乙烯、交联聚乙烯、木塑复合材料等材料的改性、聚四氟乙烯的降解、橡胶辐射硫化、橡胶再生图层固化、粮食辐照、废水废气处理及其它辐照加工。该项目已于 2024 年 10 月 30 日在浙江政务服务网投资在线平台工程审批系统中备案，项目代码为 2410-330503-04-01-921023。

本项目仅进行工业电子加速器的生产、调试、销售，不进行辐照加工作业，也不接受委外辐照业务。根据中华人民共和国相关法律法规要求，公司委托浙江亿达检测技术有限公司于 2025 年 1 月编制完成了《中创辐电科技（浙江）有限公司电子加速器高端制造项目环境影响报告表》，2025 年 2 月 6 日，湖州市生态环境局对该项目环境影响报告表予以批复（湖环辐管〔2025〕2 号）。

续表 2 项目建设情况

本次验收规模为：在浙江省湖州市南浔区富园路 338 号中创辐电科技（浙江）有限公司 4#厂房的一层建设 1 间 1#加速器生产调试机房，年生产、销售、使用 15 台工业电子加速器，电子束最大能量 2.5MeV，属于 II 类射线装置。

2025 年 03 月 04 日，该公司首次申领了《辐射安全许可证》（浙环辐证[E2628]），许可种类和范围为：生产、销售、使用 II 类射线装置，有效期至：2030 年 03 月 03 日。

根据《建设项目环境保护管理条例》的规定，建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。建设单位需自行组织验收。为此，该公司委托浙江环安检测有限公司对中创辐电科技（浙江）有限公司电子加速器高端制造项目开展竣工环境保护验收监测，编制竣工环境保护验收监测表。

受该公司的委托，浙江环安检测有限公司于 2025 年 04 月 14 日开展该项目竣工环境保护验收监测工作。在现场检查核实、辐射监测的基础上，并编制项目竣工环境保护验收监测表。

2.1.3 地理位置及平面布置

中创辐电科技（浙江）有限公司本项目地址位于浙江省湖州市南浔区富园路 338 号，为租赁广能智能装备（浙江）有限公司厂区内 4#厂房的一层和二层；广能智能装备（浙江）有限公司厂区东侧为富园路、路对过为欣馨家园小区，南侧为乐虹智能科技（浙江）有限公司，西侧为南浔上元产业港，北侧为强华西路、路对过为浙江优科控制技术有限公司；中创辐电科技（浙江）有限公司租赁的 4#厂房为地上四层建筑，位于厂区的西北角，其东侧为厂区内篮球场、景观水池及绿化，东南侧为厂区道路及绿化、1#车间，南侧为厂区道路及绿化、2#车间，西侧为厂区道路及绿化、厂区围墙，北侧为厂区道路及绿化、厂区围墙。该公司地理位置图见图 2-1，该公司平面布局及周围环境示意图见图 2-2，该公司 4#厂房平面布局及周围环境示意图见图 2-3，该公司 1#加速器生产调试机房主机室平面布局示意图见图 2-4，该公司 1#加速器生产调试机房辐照室平面布局示意图见图 2-5，该公司 1#加速器生产调试机房剖面图见图 2-6。

续表 2 项目建设情况



图 2-1 该公司地理位置图

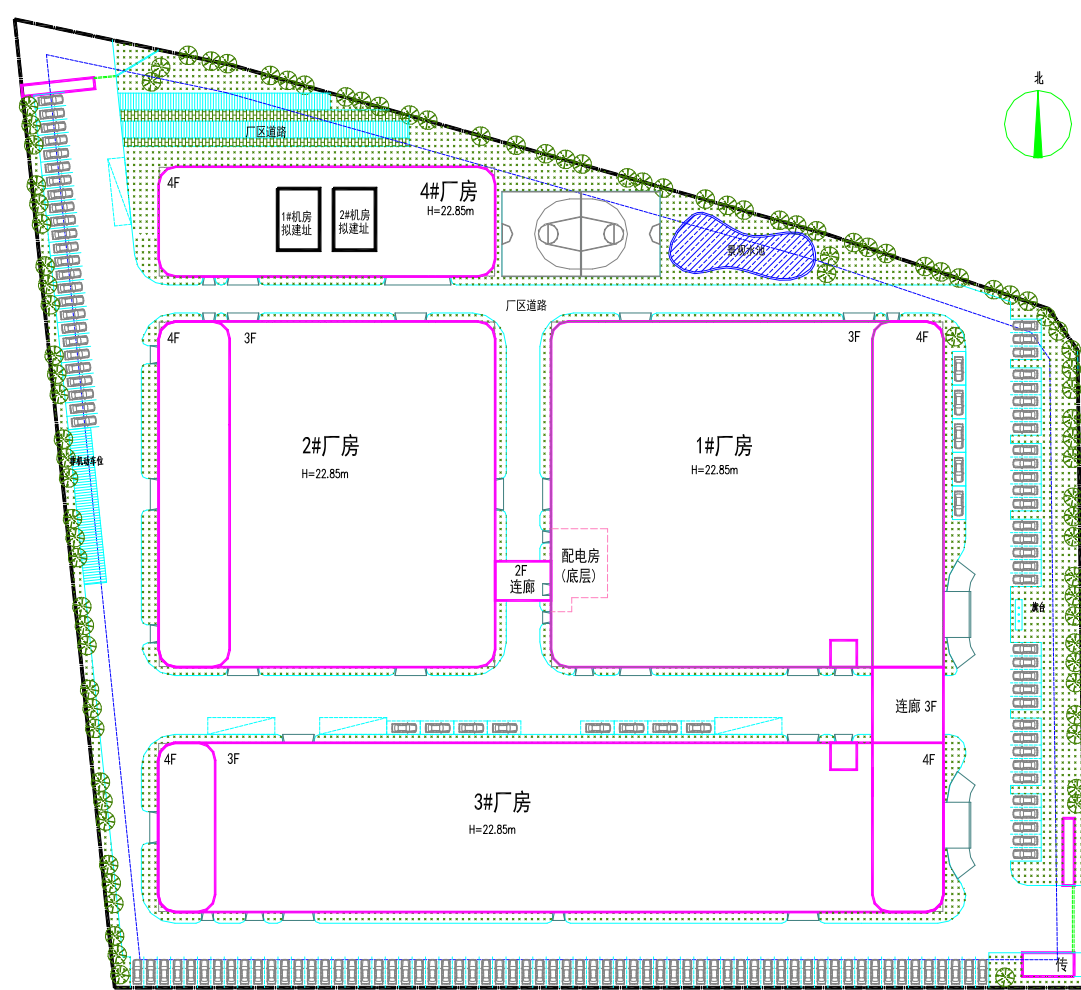


图 2-2 该公司平面布局及周围环境示意图

续表 2 项目建设情况

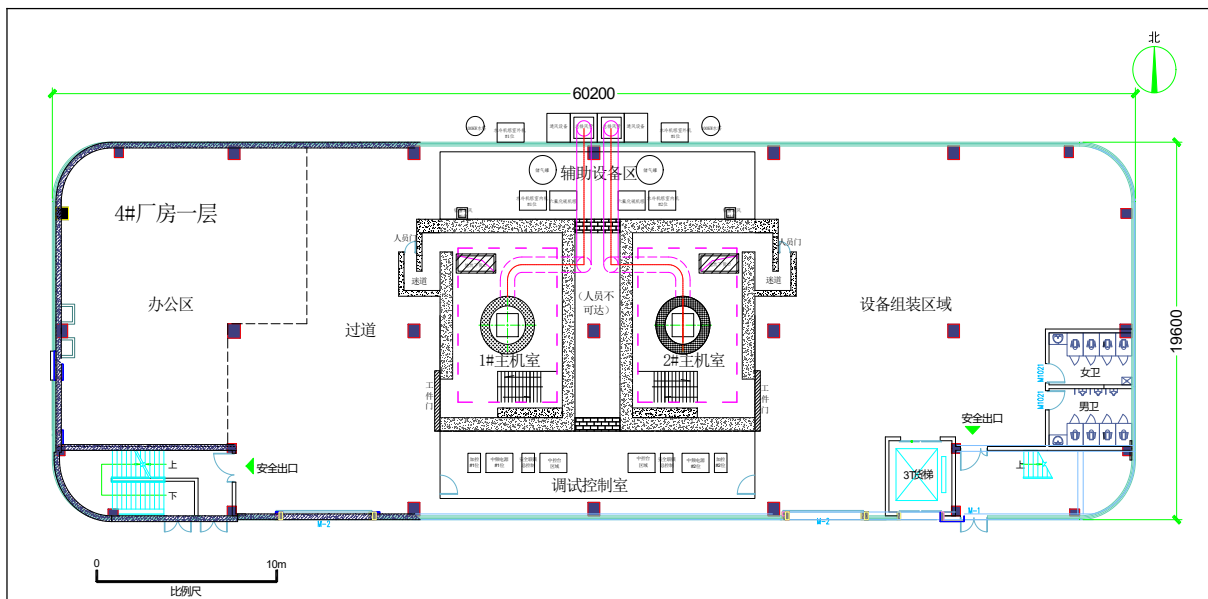


图 2-3 该公司 4# 厂房平面布局及周围环境示意图

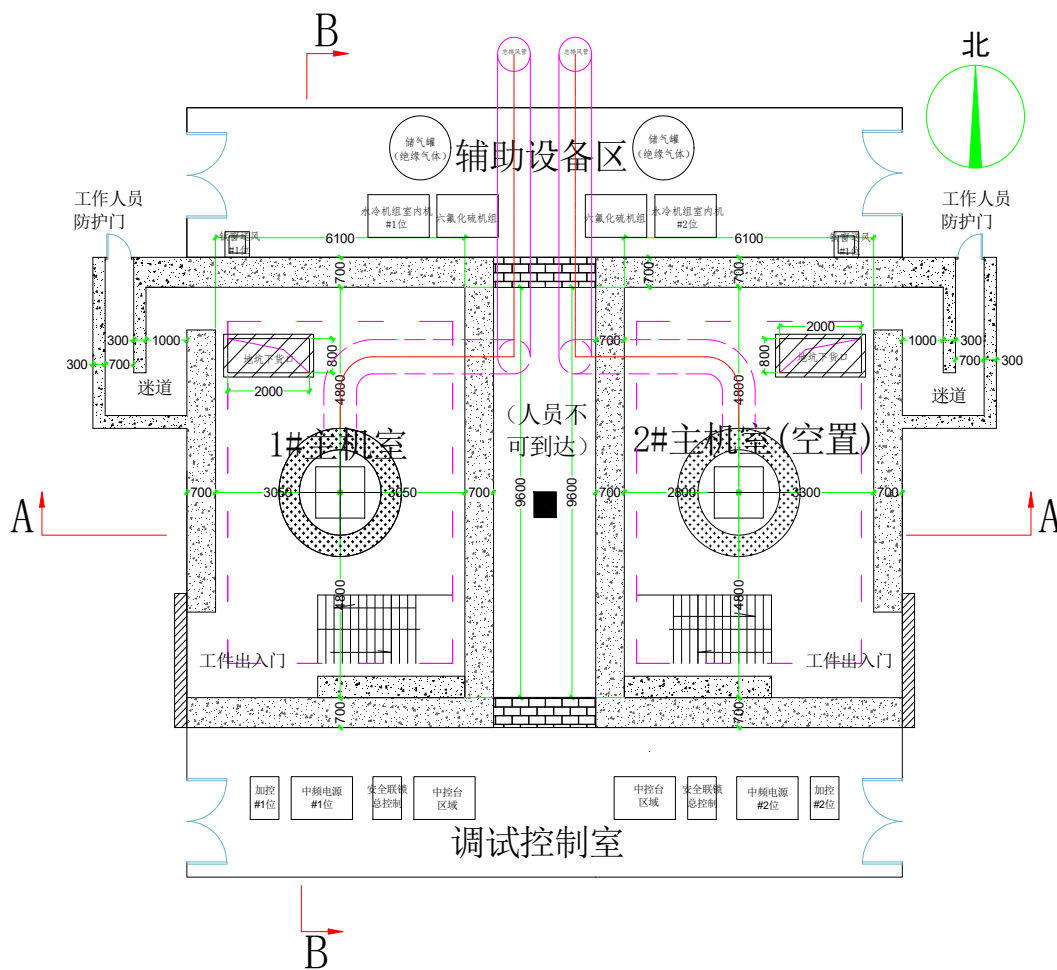


图 2-4 该公司 1# 加速器生产调试机房主机室平面布局示意图

续表 2 项目建设情况

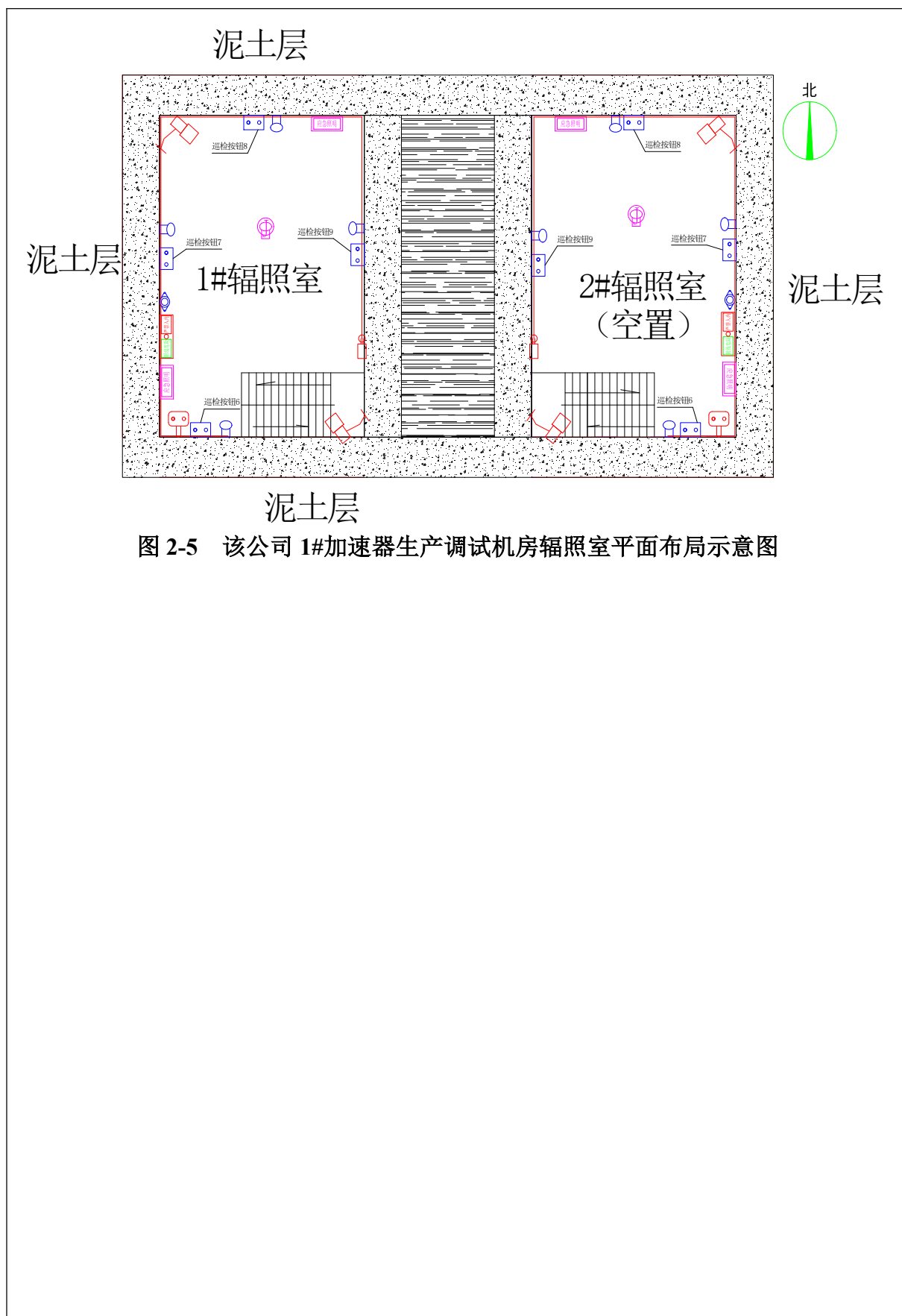


图 2-5 该公司 1#加速器生产调试机房辐照室平面布局示意图

续表 2 项目建设情况

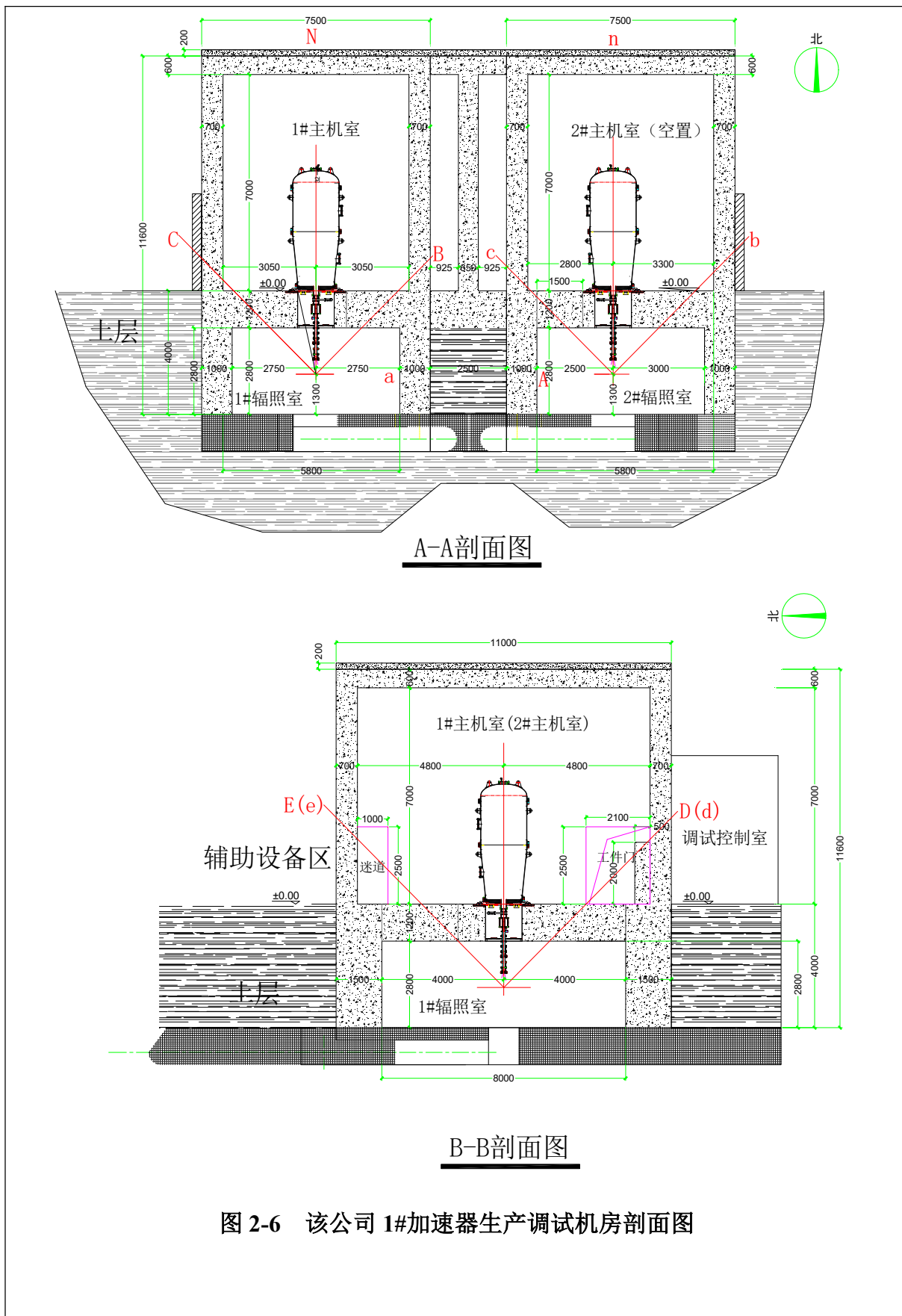


图 2-6 该公司 1#加速器生产调试机房剖面图

续表 2 项目建设情况

2.1.4 项目变动情况

医院本次环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表见表 2.1；由表 2.1 可知，本次验收实际建设内容在环评及其批复建设内容范围内。

表 2.1 医院本次环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表

环评建设内容	环评批复建设内容	验收实际建设内容
<p>公司拟在租赁的 4#厂房的一层建设 2 间辐照加速器生产调试机房，年生产、销售 30 台工业电子加速器，公司生产、销售的工业电子加速器主要用于电线电缆的橡胶、热缩材料、管道防腐包覆片、交联发泡聚乙烯、交联聚乙烯、木塑复合材料等材料的改性、聚四氟乙烯的降解、橡胶辐射硫化、橡胶再生图层固化、粮食辐照、废水废气处理及其它辐照加工。</p>	<p>在浙江省湖州市南浔区富园路 338 号中创辐电科技（浙江）有限公司 4#厂房的一层建设 2 间辐照加速器生产调试机房，年生产、销售、使用 30 台工业电子加速器，电子束最大能量 2.5MeV，属于 II 类射线装置。</p>	<p>在浙江省湖州市南浔区富园路 338 号中创辐电科技（浙江）有限公司 4#厂房的一层建设 1 间 1#加速器生产调试机房，年生产、销售、使用 15 台工业电子加速器，电子束最大能量 2.5MeV，属于 II 类射线装置。</p>

续表 2 项目建设情况

2.2 源项情况

该公司本次环评及验收规模的基本情况见表 2.2。本次验收为调试的 1 台工业电子加速器。

表 2.2 该公司本次环评及验收设备参数一览

环评情况						验收情况						
序号	射线装置名称	数量	最大技术指标	活动种类	工作场所名称	设备名称	型号	数量	生产厂家	数量	主要参数	安置场所
1	ZCM-2500/100 型工业电子加速器	30 台/年	2.5MeV、40mA	生产、销售、使用	1#、2#加速器生产调试机房	工业电子加速器	ZCM-2500/100	15 台/年	中创辐电科技（浙江）有限公司	1 台	2.5MeV、40mA	1#加速器生产调试机房

备注：本次验收实际建设内容在环评建设内容范围内。

续表 2 项目建设情况

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 工程设备

1、设备组成

该公司生产、销售的ZCM-2500/100型工业电子加速器的主要组成部分有：

(1) 高压整流部分。高压整流器是加速器的高压来源，且充当升变压器和感应耦合的级联高压发生器的功能。

(2) 加速管部分。加速管是加速器的重要核心部件，由电子枪和加速管组成。电子枪是加速器的电子源，它产生一定能量，流强和形状要求的电子束，并进入加速管进行加速。电子在加速管中成束并被加速。加速管需要在高真空环境中稳定可靠地建立一个均匀的高梯度直流加速电场。加速管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。

(3) 引出系统。引出系统由带膜片的滑动阀门、聚焦透镜、高频扫描磁铁、低频扫描磁铁、引出室及相应的供电电源组成。电子束经加速管加速后，在加速管出口处的聚焦磁铁聚焦，在扫描引出窗的入口处行程聚集的电子束，调节聚集线圈的电源，使电子束无损地进入扫描引出窗入口；同时，高频磁铁产生沿扫描窗宽度方向上的交变磁场、低频磁场产生沿扫描窗长度方向上的交变磁场，使电子束沿磁场方向扫描，从而均匀的从钛箔引出。

(4) 高压整流器、加速管、引出系统、离子泵、扫描盒联接起来组成一体便是加速器。加速器操作所需辅助设备包括电源系统、控制系统、气体系统、真空系统和冷却系统。

该公司生产、销售的 ZCM-2500/100 型工业电子加速器技术参数见表 2.3，加速器钢桶部分高约 4.074m、半径最大约 0.86m，加速器系统结构见图 2-7。

表 2.3 本项目电子加速器技术参数一览表

加速器 技术指标	工业电子加速器
产品型号	ZCM-2500/100
电子束最大能量	2.5MeV
电子束最大流强	40mA
最大束流功率	100kW
扫描宽度	1600mm
扫描窗冷却	提供风冷、水冷配套系统
束流损失率	1%（即电子束流强度为 0.4mA）
束流损失点能量	0.25MeV
电子束照射方向	垂直向下

续表 2 项目建设情况

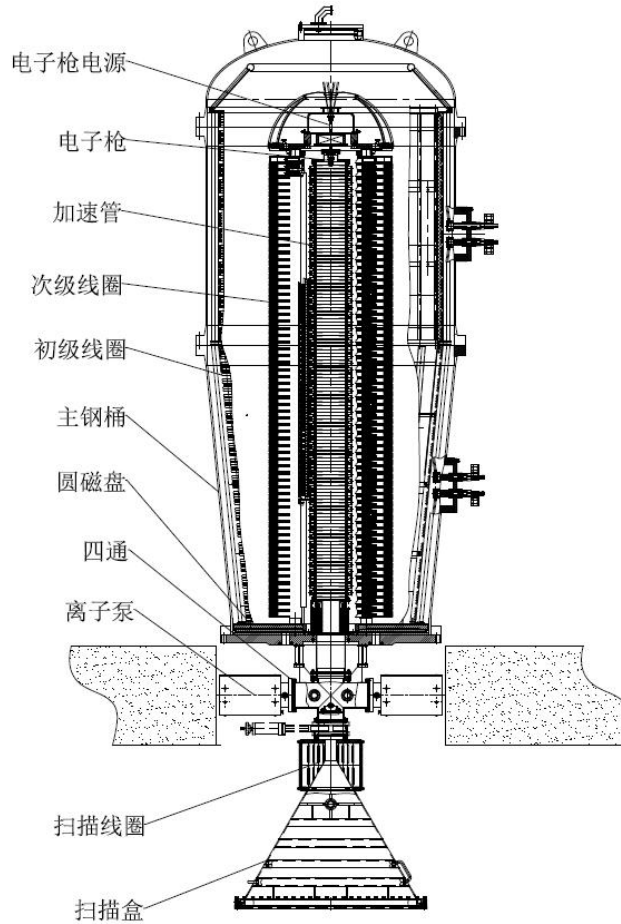


图 2-7 该公司生产、销售的 ZCM-2500/100 型工业电子加速器系统结构图

2、工作方式

本项目仅外购加速器成品系统部件，在生产调试机房内组装工业电子加速器，并对组装后的加速器进行调试，不进行辐照加工作业。

本项目辐射工作人员负责设备产品在生产调试机房的组装、调试以及在客户单位的安装、调试以及售后维修维护。

本项目加速器调试工作场所拟设置相应的生产调试机房和调试控制室，调试控制室与生产调试机房分开设置，辐射工作人员在调试控制室内通过控制系统对加速器进行出束调试，其采取的是隔室操作的工作方式。在客户单位进行出束调试时，辐射工作人员位于控制室内，采取的也是隔室操作的工作方式。

2.3.2 工作原理、工艺流程及产污环节

1、工作原理

工业电子加速器是使电子在高真空场中受磁场力控制，电场力加速而获得高能量的

续表 2 项目建设情况

特种电磁、高真空装置，是人工产生各种高能电子束的设备，其工作原理为：电子束从电子枪阴极发射，通过加速管中的高压电场获得加速，最终从扫描引出装置对扫描窗下的货物进行辐照加工。辐射加工技术是利用电离辐射与物质相互作用产生的物理学、化学和生物学效应，对物质和材料进行加工处理的一种核技术。辐射加工是一种高效的加工技术，具有穿透性强、可在常温下进行、节能、无残毒、无废物、易于控制等特点，因而在传统行业改造，功能材料开发，实现微细加工及三废处理中都具有重要作用，其应用具有重大的经济效益和社会效益。

电子束辐照加工，主要用于医疗用品的灭菌消毒、食品保藏以及高分子材料的改性。其中辐照灭菌消毒是利用电子束电离辐射穿透力强、能耗低、无毒物残留不污染环境，速度快、操作安全、加工易于控制，且常温下可行的优点，目前在灭菌消毒行业已占据大部分市场份额。食品辐照保鲜技术是指食品在电离辐射作用下，产生物理、化学、生物效应，使之抑制发芽、杀虫灭菌、控制寄生虫感染，以延长货架期，提高卫生质量的方法。

2、工艺流程及产污环节

本项目加速器的生产、销售工艺流程及产污环节具体如下：

(1) 生产阶段工艺流程及产污环节分析

a、设备系统部件的购买、组装

公司购买加速器成品系统部件，暂存至 4#厂房的二层仓库，购买的各系统部件在品检室经测试合格后，在一层的设备组装区进行部分组装，组装好后，运至生产调试机房。

b、设备的调试

- ①将加速器安装在机房内固定位置，检查并连接调试控制系统和辅助设备；
- ②启动上电开关按钮，主控台电脑自行启动，打开加速器软件，检查软件上的显示是否正常；
- ③确认水路阀门打开，检查水冷机组水位正常，启动水冷机组，检查各水路压力及有无漏水情况；
- ④携带便携式剂量报警仪巡检机房，检查生产调试机房的工作状态指示灯、门-机联锁装置、紧急停机按钮等辐射安全装置和措施是否正常，并按序按下巡检按钮；
- ⑤清场、确认无人员滞留后关闭防护门，再次检查软件上的显示是否正常，在主控电脑主界面依次点击“启动变频器”→“启动扫描”→“启动开机报警”，变频器、排

续表 2 项目建设情况

风机、钛膜风机开始启动，在此过程中可观察启动前后显示状态的变化，查看监控内有无异常；

⑥在主界面有能量(MeV)、束流(mA)、HF 扫描宽度(%)、LF 扫描宽度(mm)、LSU 聚焦强度(%) 5 个数值输入框，根据需要输入数值，调节能量与束流等，在升能量与束流过程中观察主界面参数情况及离子泵真空，温度等情况，并不断调整加速器参数，采集相关数据，完成调试作业，开机出束调试期间会产生电子线、X 射线、少量的臭氧和氮氧化物；

⑦调试结束后，在操作主控电脑，逐步降低能量与束流强度，降低后，依次点击关闭加速器、关闭变频器、退出，将加速器软件退出；

⑧依次关闭主控电脑，关闭配电柜、水冷机组、束下传输装置电源，操作结束，10-15 分钟后，关闭排风机。

c、辐照实验

①打开加速器的控制界面，检查各相关参数是否正常；

②根据需要对实验材料进行辐照实验，将实验材料放置在扫描盒下方的束下传输装置上；

③对加速器生产调试机房进行安全巡检，确认无人员滞留后关闭防护门，开机出束辐照，达到实验材料所需要的加速器指标(能量、束流)后，关闭加速器，10-15min 后，进入辐照室取出实验材料，并对辐照后的实验材料进行分析，开机出束期间会产生电子线、X 射线、少量的臭氧和氮氧化物；

④当天调试工作结束后，未调试完的加速器放置在生产调试机房内，设备断电并关闭生产调试机房的防护门，控制台钥匙和生产调试机房钥匙由专人保管；

⑤加速器最终调试结束，关机，切断电源，拆机运至仓库。

本项目加速器生产阶段工艺流程及产污环节见图 2-8。

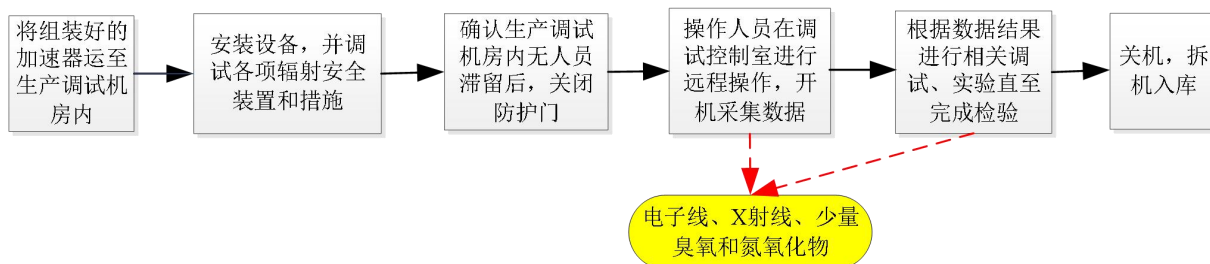


图 2-8 本项目加速器生产阶段工艺流程及产污环节

续表 2 项目建设情况

(2) 销售阶段工艺流程及产污环节分析

- ①客户提出购买本项目加速器意向，本项目辐射工作人员与客户一起进行技术指标确认并进行商务谈判，确认技术附件及价格等商务条款，确认后签订购买协议；
- ②公司生产、备货，加速器在生产调试期间会产生电子线、X射线、少量的臭氧和氮氧化物；
- ③客户具备装机条件后，公司委托运输机构将加速器运抵客户单位指定场地，客户单位进行书面签收；
- ④本项目辐射工作人员进入客户单位加速器机房，进行加速器的安装；
- ⑤安装完毕待满足开机调试条件后，本项目辐射工作人员佩戴个人剂量计并携带个人剂量报警仪等辐射监测仪器，对机房开机调试条件进行确认，经确认机房屏蔽和相关辐射安全措施满足环境影响评价文件和批复文件要求后，辐射工作人员通过加速器操作系统，进行加速器的相关调试，调试内容主要包括：通电调试、束流调试等，开机出束调试期间会产生电子线、X射线、少量的臭氧和氮氧化物；
- ⑥调试完成，加速器可正常运行后，经客户验收合格后交付给客户；
- ⑦对客户单位加速器辐射工作人员进行技术培训，并定期对客户的加速器进行维护和维护。

本项目加速器销售阶段工艺流程及产污环节见图 2-9。

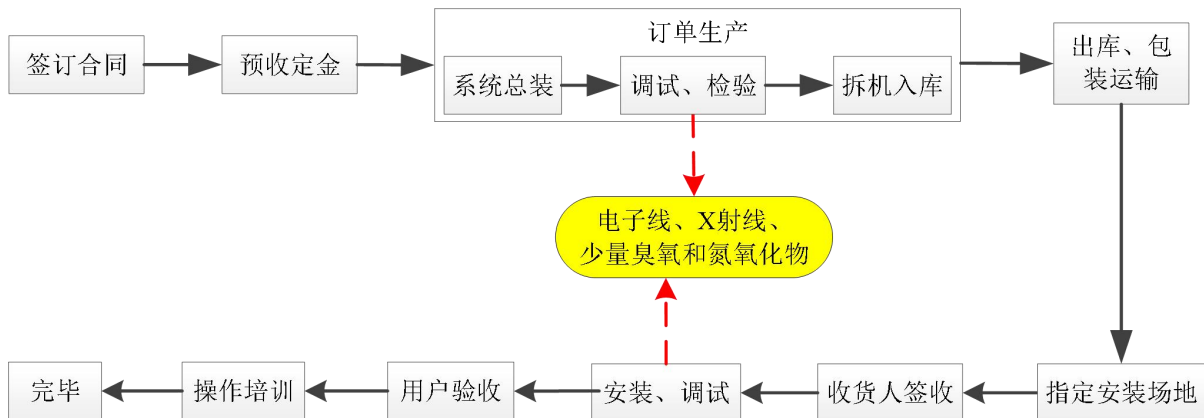


图 2-9 本项目加速器销售阶段工艺流程及产污环节

续表 2 项目建设情况

2.3.3 劳动定员和工作负荷

1、劳动定员

公司配备 1 名辐射安全防护专职管理人员,并为本项目共配备 3 名辐射工作人员(即加速器调试工作人员),本项目 1#加速器生产调试机房至少配备 2 名辐射工作人员,每次生产调试时,至少 2 名辐射工作人员同时在场。

公司生产、销售的工业电子加速器在公司厂区内调试完成后,将拆除各系统装箱发往客户单位,在客户单位进行安装、调试,并对客户单位工作人员进行相关操作培训。本项目辐射工作人员除负责加速器在客户单位的安装、调试外,还负责客户现场的售后维修维护工作,加速器调试人员与客户现场调试人员为同一批工作人员,公司生产的加速器在客户单位进行安装、调试时,客户单位的加速器机房应已通过环境影响评价,且该机房的屏蔽防护能力能满足相关标准要求。

本项目每名辐射工作人员每年在客户单位现场安装、调试加速器数量不超过 30 台,每台加速器开机调试出束时间不超过 1 小时,开机出束调试期间辐射工作人员位于控制室内;每名辐射工作人员每年在客户单位现场售后维修期间的总开机出束时间不超过 100 小时,开机出束期间辐射工作人员位于控制室内。

2、工作制度

每天工作 8 小时,每年工作 300 天。

3、工作负荷

本项目加速器年生产、销售基本情况见表 2.4。

表 2.4 本项目加速器年生产、销售基本情况一览表

序号	射线装置名称	单台在生产调试机房总调试时间	单台在生产调试机房开机出束调试最大时间	单台在客户单位开机出束调试时间	每名人员在客户单位售后维修开机出束调试时间	产能
1	工业电子加速器	约 20 天	100 小时	1 小时	≤100 小时/年	年生产、销售约 15 台

本项目在 4#厂房的一层建设 1 间 1#加速器生产调试机房,1#加速器生产调试机房生产、调试工业电子加速器不超过 15 台,则每名辐射工作人员年受照时间不超过 1615h。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 场所布局

3.1.1 辐射工作场所布局合理性分析

中创辐电科技（浙江）有限公司本项目位于浙江省湖州市南浔区富园路 338 号，本项目 1 间 1#加速器生产调试机房位于 4#厂房一层，为半地下式混凝土结构，地下为辐照室，地上包括主机室、调试控制室、辅助设备区。其中主机室设有工件门和人员门，工件门用于加速器系统部件的进出，人员门用于生产、调试期间人员的进出；辐照室无防护门，辐照室和主机室之间设有楼梯和地坑下货口，加速器系统部件通过地坑下货口运进辐照室，人员通过主机室的楼梯进入辐照室。本项目工业电子加速器在生产、调试时，调试人员在调试控制室内负责调试加速器运行参数，并通过监控视频等观察机房内外及周边情况，其中一人为值班长，掌控主机钥匙。加速器调试出束时，辐照室及主机室内均无人员停留。综上所述，本项目加速器生产调试机房的布局合理可行。

表 3.1 1#加速器生产调试机房四周及临层一览

机房名称	机房四周情况				上层	下层
	东侧	南侧	西侧	北侧		
1#加速器生产调试机房	1#加速器生产调试机房（空置）	调试控制室	4#厂房	4#厂房、辅助设备区	仓库（空置）	土层

3.1.2 辐射工作场所分区管理

本项目对 1#加速器生产调试机房进行分区管理，本项目将 1#加速器生产调试机房的辐照室、主机室作为控制区，在主机室工件出入门和工作人员防护门外及机房周围醒目位置粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明，加速器出束调试期间任何人不得进入；将调试控制室、辅助设备区（辅助设备区四周设置实体围栏）、工件出入门外一米区域（地面粘贴地标）作为监督区，并设置监督区标识，加速器出束调试期间无关人员不得进入。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。本项目 1#加速器生产调试机房布局与分区示意图见图 3-1 及图 3-2。

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

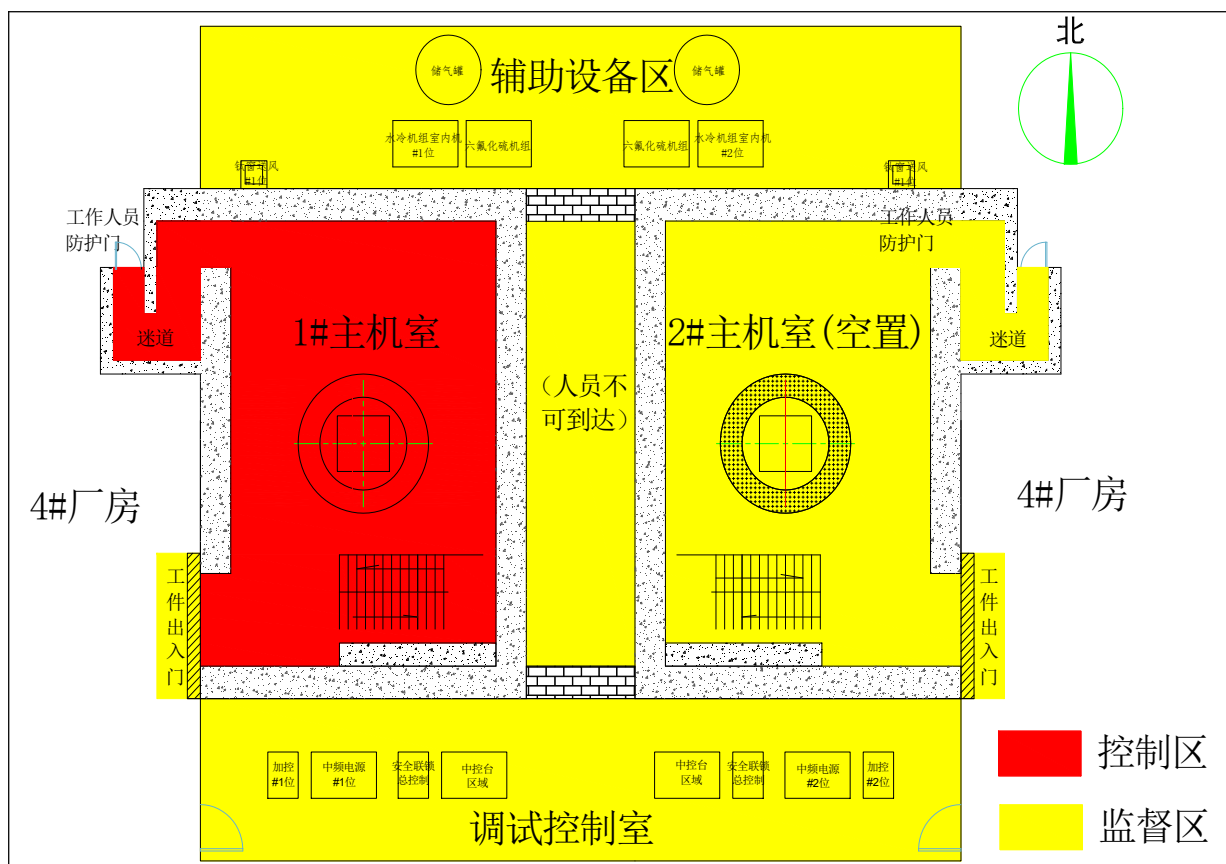


图3-1 本项目1#加速器生产调试机房布局分区示意图（平面图）

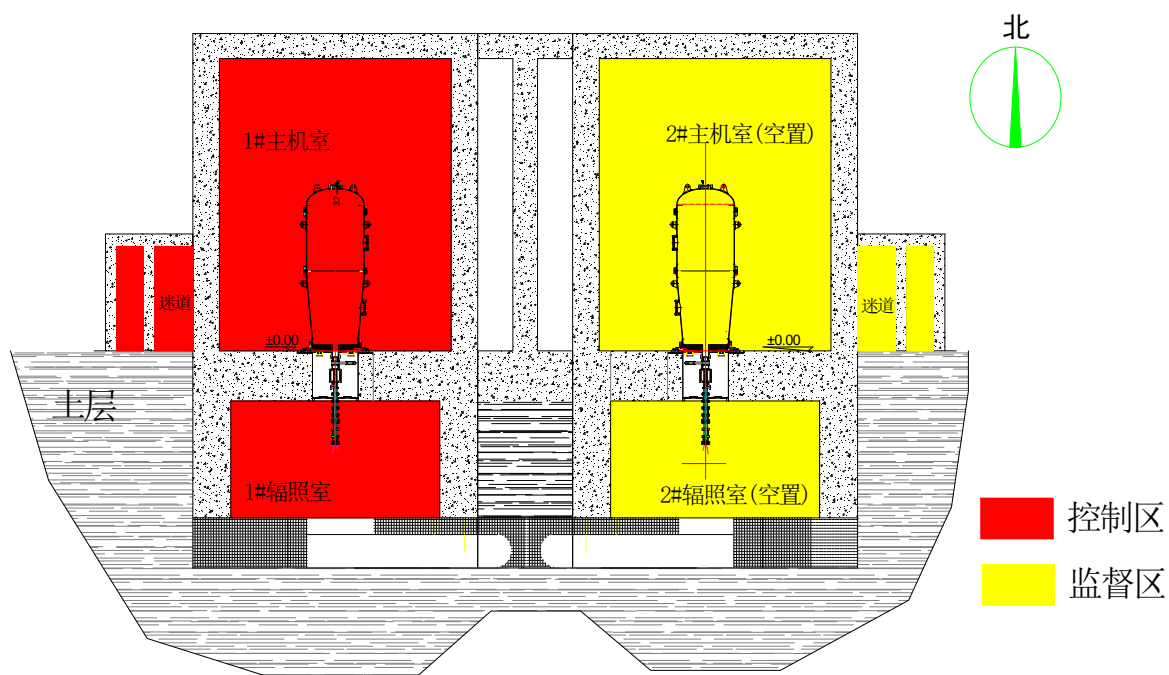


图3-2 本项目1#加速器生产调试机房布局分区示意图（剖面图）

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.2 辐射安全及防护措施

本项目 1#加速器生产调试机房屏蔽设计参数与环评要求基本一致，详见表 3.2。经监测，本项目 1#加速器生产调试机房周围环境辐射水平均符合相关标准要求。

表3.2 本项目1#加速器生产调试机房屏蔽设计参数

屏蔽体	环评阶段屏蔽材料及厚度	验收阶段屏蔽材料及厚度	
1#加速器生产调试 机房辐照室 (内尺寸: 9.6m× 6.1m×7m)	东墙、西墙	1000mm 砼	1000mm 砼
	南墙、北墙	1500mm 砼	1500mm 砼
	顶部	1200mm 砼	1200mm 砼
1#加速器生产调试 机房主机室 (内尺寸: 8m× 5.5m×2.8m)	四周墙体	700mm 砼	700mm 砼
	迷道墙	300mm 砼	300mm 砼
	顶部	600mm 砼	600mm 砼
	防护门	工件门: 200mm 钢门、 人员门: 普通防盗门	工件出入门: 200mm 钢门、 工作人员防护门: 普通防盗门
1#加速器生产调试机房主机室 地坑下货口	100mm 滑移钢盖板	100mm 滑移钢盖板	

注: ①砼密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$, 钢的密度为 $7.6\text{g}/\text{cm}^3$ 。

②一层层高为 7.8m, 二层层高为 5.1m, 加速器主机室高 7.6m, 主机室顶与一层楼板浇筑在一起, 一层楼板厚度为 200mm 砼。

3.3 放射性三废的处理

根据工艺流程及产污环节可知, 本项目运行过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。本项目主要污染物如下:

1、放射性污染

本项目电子加速器电子束最大能量为 2.5MeV, 最大束流强度为 40mA, 最大束流功率为 100kW, 根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)附表 A.1, 2.5MeV 侧向 90° 方向的 X 射线发射率为 $2.5\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。电子加速器在加速过程中的束流损失率为 1% (即电子束流强度为 0.4mA), 束流损失点的能量为 0.25MeV, 根据《辐射防护导论》(方杰编)图 3.3 可查得, 0.25MeV 入射电子在距靶 1 米处侧向 90° 的 X 射线发射率为 $0.01\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

电子加速器在进行调试时电子枪发射电子, 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, 对加速器生产调试机房外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, 会对加速器生产调试机房周围环境造成辐射污染。加速器在调试时产生的高能电子束, 其贯穿能

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

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，在加速器开机出束期间，X 射线为本项目主要的污染因素。

2、非放射性污染

(1) 机房内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。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，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。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，臭氧在常温下可自行分解为氧气。

本项目主要考虑辐照室内产生的臭氧对停机后进入机房的工作人员的影响，需保证其有害气体职业接触限值满足《工作场所有害因素职业接触限值·化学因素》（GBZ 2.1-2019）中的要求。

(2) 本项目辐射工作人员会产生一定量的生活废水和生活垃圾。

(3) 加速器配备的水冷系统位于机房北侧的辅助设备区，冷却水均为去离子水，直接外购，不在厂区内制备，正常生产调试情况下冷却水系统循环使用，不外排；维修、事故情况下会外排少量的冷却水。

(4) 本项目电子加速器在调试过程中风机会产生噪声，对周围声环境产生一定的影响。

3、三废的治理

(1) 废气处置措施

本项目运行过程中无放射性废水、废气及放射性固体废物产生。电子加速器在出束状态时，产生的 X 射线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。氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，臭氧的毒性最高，且辐照场所氮氧化物容许浓度比臭氧容许浓度高，因此本项目主要考虑辐照室内臭氧的产生和排放影响。

本项目 1#加速器生产调试机房的新风采用自然送风的方式，排风采用机械排风的方式，排臭氧风机放置在机房的北侧，风机排风速率为 14702m³/h，并采用埋地排风管道，管道位于辐照室下方 400mm，管道内径为 800mm，室内吸风口位于辐照室扫描窗下方的地面处，排风管道从辐照室地下穿过，从两间生产调试机房中间的腔体穿出，最后从 4#厂房的北墙外穿出，经排臭氧烟囱于 4#厂房的楼顶排放，排放口不低

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

于 20m，并高于厂房周边建筑。本项目 1#加速器生产调试机房内产生的臭氧和氮氧化物通过排风系统排入外环境，臭氧在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小；氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，对环境影响较小。

本项目排风管道采用埋地设计以及在有一定防护能力的密闭腔体内布管，最后从 4#厂房的北墙外穿出，辐照室内的 X 射线至少经过 3 次散射才能到达室外排风口（见图 3-3），根据《辐射防护导论》P189“实例证明，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”可知，本项目排风管道的设计未破坏加速器生产调试机房的整体屏蔽防护效果，满足辐射防护的要求。

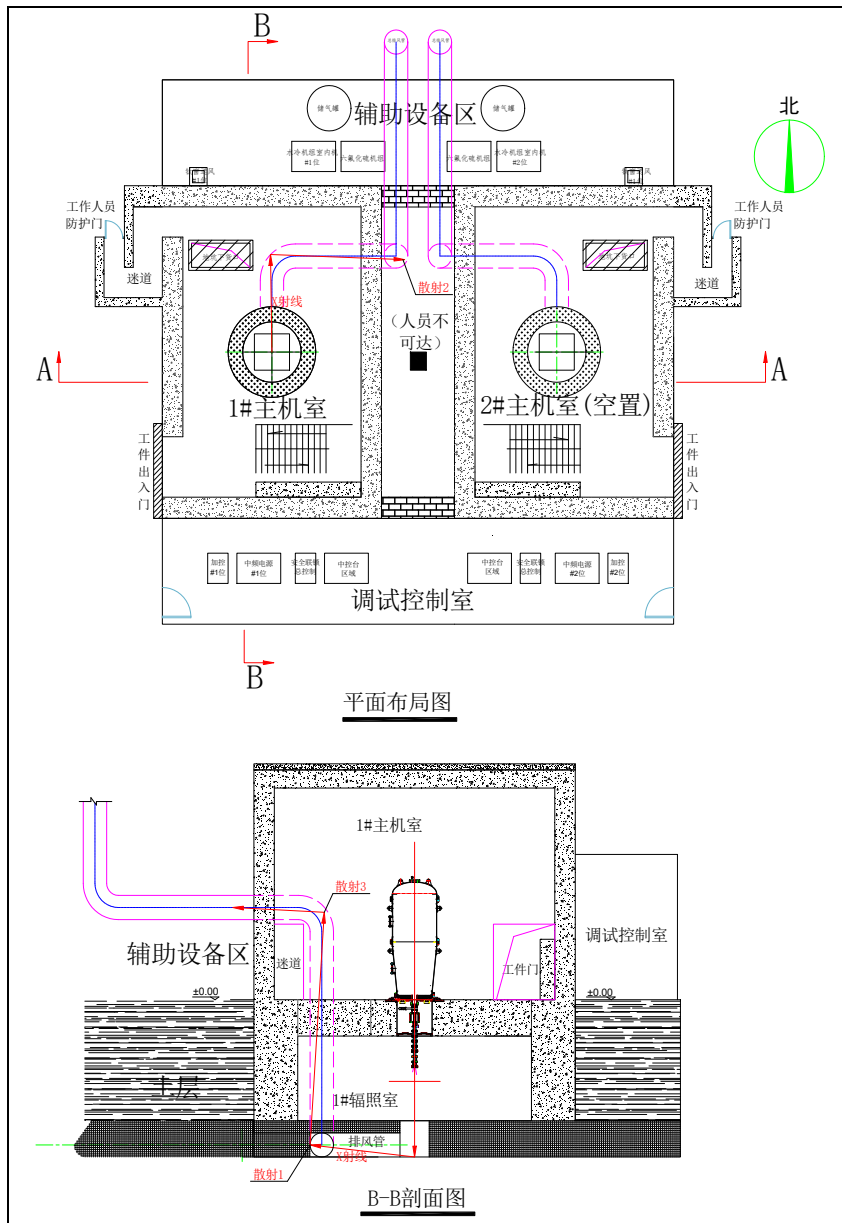


图3-3 X射线在排风管道内散射路径图

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

此外，机房的控制电缆采用埋地电缆沟设计，钛窗风管（内径 150mm）采用埋地设计，水管（内径 40mm）、气管（内径 40mm）、线管（内径 80mm）均采用斜穿墙设计，且水管、气管、线管的管道内径较小，不会破坏加速器生产调试机房的整体屏蔽防护效果。本项目生产调试机房的水管、气管、线管平面布设见图 3-4。

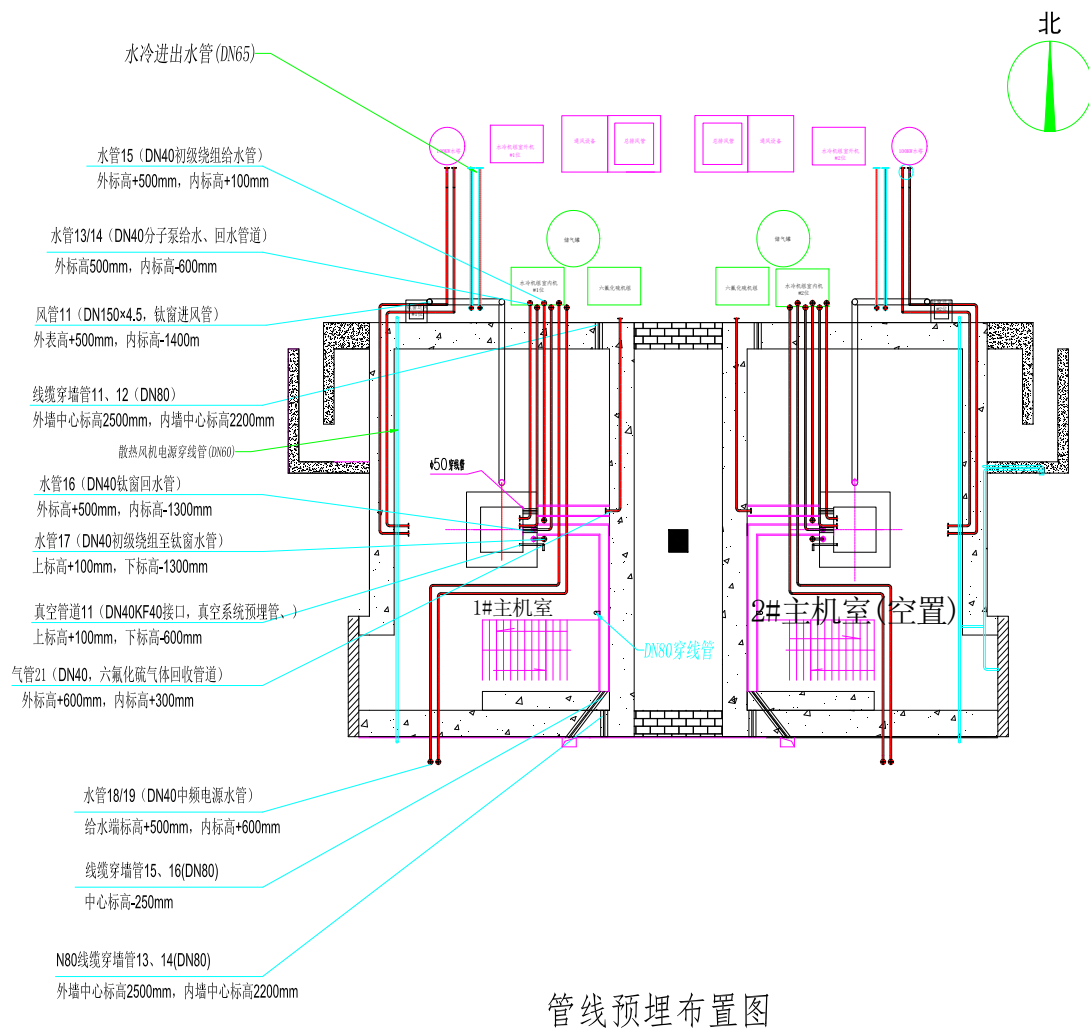


图3-4 本项目生产调试机房水管、气管、线管平面布设示意图

(2) 废水处理措施

本项目辐射工作人员产生的生活污水经厂区化粪池处理后排至市政污水管网，满足相关环保要求。维修、事故情况下外排的冷却水收集后倒回至水冷系统，不对外排放，对周围环境影响很小。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

本次验收项目：环评文件《中创辐电科技（浙江）有限公司电子加速器高端制造项目环境影响报告表》由浙江亿达检测技术有限公司编制，2025 年 2 月 6 日，湖州市生态环境局对该项目进行批复，审批文号为：湖环辐管〔2025〕2 号。

（1）环境影响报告表的主要结论

本项目环境影响评价文件《中创辐电科技（浙江）有限公司电子加速器高端制造项目环境影响报告表》由浙江亿达检测技术有限公司于 2025 年 1 月完成编制。该项目环评结论：

a. 产业政策符合性和实践正当性评价

结合国家发展和改革委员会第7号令《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于第六项“核能”中第4款的核技术应用：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，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策的要求。

本项目生产、销售的工业电子加速器可用于电线电缆的橡胶、热缩材料、管道防腐包覆片、交联发泡聚乙烯、交联聚乙烯、木塑复合材料等材料的改性、聚四氟乙烯的降解、橡胶辐射硫化、橡胶再生图层固化、粮食辐照、废水废气处理及其它辐照加工服务，具有良好的社会效益和经济效益。在做好辐射防护的基础上，本项目的建设 and 运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

b. 选址、布局合理性评价

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，也不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等环境敏感区，周围无环境制约因素，项目选址合理。

本项目 2 间加速器生产调试机房为半地下式混凝土结构，地下为辐照室，地上包括主机室、调试控制室、辅助设备区。其中主机室设有工件门和人员门，工件门用于加速器系统部件的进出，人员门用于生产、调试期间人员的进出；辐照室无防护门，辐照室和主机室之间设有楼梯和地坑下货口，加速器系统部件通过地坑下货口运进辐照室，人员通过主机室的楼梯进入辐照室。加速器调试出束时，辐照室及主机室内均无人员停留。本项目加速器生产调试机房的布局合理可行。

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

本项目拟将加速器生产调试机房的辐照室、主机室作为控制区，在主机室工件门和人员门外及机房周围醒目位置粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明，加速器出束调试期间任何人不得进入；拟将调试控制室、辅助设备区（辅助设备区四周设置实体围栏）、工件门外一米区域（地面粘贴地标）作为监督区，并设置监督区标识，加速器出束调试期间无关人员不得进入。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》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

c.辐射防护措施评价

本项目加速器生产调试机房采用混凝土结构屏蔽电子束和 X 射线，其采取的是实体屏蔽方式。根据理论预测可知，本项目加速器生产调试机房的屏蔽厚度均能满足防护要求，场所周围辐射剂量率满足相应剂量率管理限值要求。

d.辐射安全措施评价

本项目加速器生产调试机房拟采取的辐射安全措施主要有：钥匙控制、门机联锁、束下装置联锁、信号警示装置、巡检按钮、防人误入装置、急停装置、剂量联锁、通风联锁、烟雾报警、警告标志、监控系统、照明系统等。本项目拟采取的辐射安全装置和保护措施符合《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。

本项目调试过程拟采取的辐射安全措施主要有：辐射工作人员参加辐射安全和防护培训以及专业技能培训；出束调试前，工作人员携带便携式剂量报警仪巡检机房，确保机房的辐射安全装置和措施正常；调试时，2 名辐射工作人员必须同时在场，并佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

本项目在销售过程拟采取的辐射安全管理措施主要有：建立生产、销售台账，并定期上报生态环境管理部门；在销售过程中，应按辐射安全许可证规定的种类和范围从事销售活动，并按销售台账记录表格进行记录。满足相关辐射安全管理要求。

本项目在客户单位维修维护过程拟采取的辐射安全和防护措施主要有：辐射工作人员佩戴个人剂量计和辐射监测仪器，清场后方可对加速器进行维修维护；对加速器进行维修维护时，确保加速器不能出束，防止误出束照射；维修维护时在机房门口设置警戒线和警戒牌，禁止无关人员进入，必要时设专人监管；辐射工作人员维修维护过程中穿戴专用工作服、口罩、橡胶手套及鞋套等防护用品。满足相关辐射安全管理要求。

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

e.保护目标剂量评价

根据理论估算结果，本项目在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员和公众年受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目管理目标（职业人员年受照剂量不超过 5mSv，公众年受照剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。

f.辐射防护监测仪器评价

公司应配备 1 台便携式辐射监测仪，并为每名辐射工作人员配备 1 台个人剂量报警仪（共 4 台个人剂量报警仪）。以上监测仪器按要求配备后，能够满足本项目的仪器配备要求。

g.臭氧对环境影响评价

本项目加速器生产调试机房拟设置机械通风系统，风机排风速率设计为 14400m³/h，最终排放口不低于 20m，并高于 4#厂房屋顶。机房内产生的臭氧和氮氧化物通过排风系统排入外环境，臭氧在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小，氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，对环境影响较小。

在加速器停止出束后，辐照室内通风系统继续工作，通过约 3.2min 的通风排气，辐照室内的臭氧浓度可低于 GBZ2.1 规定的臭氧的最高容许浓度（0.3mg/m³），此时工作人员进入辐照室是安全的。本项目辐照室内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，公司拟采取的通风联锁装置预先设定的时间应不少于 4min。

h.辐射安全管理评价

中创辐电科技（浙江）有限公司应成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员的管理职责。公司应组织辐射安全和防护专职管理人员以及本项目辐射工作人员参加并通过辐射安全和防护的培训及考核，并为辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，建立个人剂量监测档案及职业健康监护档案。公司应针对本项目具体情况制定辐射安全管理规章制度，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。公司在落实上述各项辐射防护措施及管理要求后，将具备从事本项目辐射活动的综合能力。

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

i.可行性结论

综上所述，中创辐电科技（浙江）有限公司电子加速器高端制造项目在落实本报告所提出的各项污染防治和管理措施后，该单位具备与其所从事的辐射活动相适应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。

(2) 项目环评批文审批决定

本项目环评批复决定和环评相关要求落实情况见表 4-1~4-2。由表 4-1~4-2 可见，本项目基本落实了环评及其批复提出的要求。

表 4.1 环评文件要求及落实情况

环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>1、生产调试机房辐射安全和防护措施：</p> <p>(1) 钥匙控制：调试控制室主控台上配备钥匙开关，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；加速器的主控钥匙开关和主机室的所有防护门连锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器自动停机；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值班长使用。</p> <p>(2) 门机连锁：主机室的人员门和工件门均与束流控制和加速器高压连锁。任一扇门打开时，加速器不能加高压且束流装置不能出束流；加速器运行中任一扇门被打开则加速器自动停机。门机连锁装置必须性能可靠，其引发加速器停机时必须自动切断高压，门机连锁装置发生故障时，加速器不能运行。门机连锁装置不得旁路，维护与维修后必须恢复原状。</p>	<p>1、生产调试机房辐射安全和防护措施落实情况：</p> <p>(1) 钥匙控制：已落实。本项目 1#加速器生产调试机房的调试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；加速器的主控钥匙开关和主机室的所有防护门连锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器自动停机；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值班长使用。</p> <p>(2) 门机连锁：已落实。本项目主机室的工作人员防护门和工件出入门均与束流控制和加速器高压连锁。任一扇门打开时，加速器不能加高压且束流装置不能出束流；加速器运行中任一扇门被打开则加速器自动停机。门机连锁装置引发加速器停机时会自动切断高压，门机连锁装置发生故障时，加速器不能运行。要求门机连锁装置不得旁路，维护与维修后必须恢复原状。</p>

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

续表 4.1 环评文件要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>(3) 束下装置联锁：电子加速器辐照装置的控制可与束下装置的控制建立可靠的接口和协议文件，若束下传输系统发生故障，将通过 PLC 反馈至主机，主机束流将自动停止、加速器自动停机。</p> <p>(4) 信号警示装置：主机室人员门和工件门外、辐照室和主机室内安装红绿信号工作状态指示灯和警铃，并与电子加速器辐照装置联锁，加速器开机升高压前警铃响、红灯亮，同时提示“开机禁止入内”，提醒滞留控制区的工作人员迅速撤离现场，关机后绿灯亮并提示“关机允许进入”。</p> <p>(5) 巡检按钮：在辐照室、主机室的四周墙壁和迷道墙上均设置“巡检按钮”，并与控制台联锁。加速器开机前，操作人员从人员门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，巡检完成后，原路返回退出机房，加速器才能开启高压。</p> <p>(6) 防人误入装置：在主机室人员门和工件门的内侧分别设置一套防人误入装置，并与加速器的开、停机联锁。在加速器调试过程中，若人员误入，该装置将发出光电报警，并自动切断加速器电源。</p> <p>每套防人误入装置均由三道（高度分别为 0.3m、0.8m、1.2m，且不在同一垂直面）防人误入的光电联锁装置组成，建议三道防人误入光电联锁装置从不同的厂家购买，确保其不会因同一机械故障导致光电联锁装置全部失灵。</p>	<p>(3) 束下装置联锁：已落实。本项目电子加速器辐照装置的控制可与束下装置的控制建立可靠的接口和协议文件，若束下传输系统发生故障，将通过 PLC 反馈至主机，主机束流将自动停止、加速器自动停机。</p> <p>(4) 信号警示装置：已落实。本项目主机室工作人员防护门和工件出入门外、辐照室和主机室内均已安装红绿信号工作状态指示灯和警铃，并与电子加速器辐照装置联锁，加速器开机升高压前警铃响、红灯亮，同时提示“开机禁止入内”，提醒滞留控制区的工作人员迅速撤离现场，关机后绿灯亮并提示“关机允许进入”。</p> <p>(5) 巡检按钮：已落实。本项目在辐照室、主机室的四周墙壁和迷道墙上均设置“巡检按钮”，并与控制台联锁。加速器开机前，操作人员从工作人员防护门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，巡检完成后，原路返回退出机房，加速器才能开启高压。</p> <p>(6) 防人误入装置：已落实。本项目在主机室工作人员防护门和工件出入门的内侧分别设置一套防人误入装置，并与加速器的开、停机联锁。在加速器调试过程中，若人员误入，该装置将发出光电报警，并自动切断加速器电源。每套防人误入装置均由三道（高度分别为 0.3m、0.8m、1.2m，且不在同一垂直面）防人误入的光电联锁装置组成。</p>

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

续表 4.1 环评文件要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>(7) 急停装置：在控制台上及辐照室、主机室的四周墙壁和迷道墙上均设置急停按钮，并在辐照室、主机室内设置急停拉线开关并覆盖室内全部区域，紧急状态下，拉下急停拉线开关或按下急停按钮，即终止加速器的运行，拉线开关拉动后或急停按钮按下后需要手动复位。</p> <p>急停按钮和急停拉线开关必须性能可靠，并有中文标识和使用说明。主机室工件门和人员门内侧的急停按钮带有紧急开门功能，以便在事故工况下人员离开控制区。</p> <p>(8) 剂量联锁：在调试控制室内以及辐照室内、主机室的迷道内口处安装固定式辐射监测探头，系统数字显示装置安装在调试控制室内，以监测电子加速器运行时周围环境辐射剂量；固定式辐射剂量监测系统与主机室所有防护门联锁，当任一监测点处的辐射剂量率超过设定的阈值时，固定式辐射剂量监测系统会报警，并将信号传送到控制系统，主机室防护门无法从外部打开。</p> <p>(9) 通风联锁：生产调试机房排风系统与控制系统联锁，当通风系统出现故障或停止运行时，加速器不能启动工作；加速器停机后，只有达到预先设定的时间（环评建议至少 4min）后才能开门，以保证机房内的臭氧等有害气体浓度低于允许值。</p>	<p>(7) 急停装置：已落实。本项目在控制台上及辐照室、主机室的四周墙壁和迷道墙上均设置急停按钮，并在辐照室、主机室内设置急停拉线开关并覆盖室内全部区域，紧急状态下，拉下急停拉线开关或按下急停按钮，即终止加速器的运行，拉线开关拉动后或急停按钮按下后需要手动复位。</p> <p>急停按钮和急停拉线开关有中文标识和使用说明。主机室工件出入门和工作人员防护门内侧的急停按钮带有紧急开门功能，以便在事故工况下人员离开控制区。</p> <p>(8) 剂量联锁：已落实。本项目在调试控制室内以及辐照室内、主机室的迷道内口处安装有固定式辐射监测探头，系统数字显示装置安装在调试控制室内，以监测电子加速器运行时周围环境辐射剂量；固定式辐射剂量监测系统与主机室所有防护门联锁，当任一监测点处的辐射剂量率超过设定的阈值时，固定式辐射剂量监测系统会报警，并将信号传送到控制系统，主机室工件出入门和工作人员防护门无法从外部打开。</p> <p>(9) 通风联锁：已落实。本项目 1#加速器生产调试机房排风系统与控制系统联锁，当通风系统出现故障或停止运行时，加速器不能启动工作；加速器停机后，只有达到预先设定的时间（要求至少 4min）后才能开门，以保证机房内的臭氧等有害气体浓度低于允许值。</p>

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

续表 4.1 环评文件要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>(10) 烟雾报警: 辐照室、主机室内设置烟雾报警装置, 遇有火险时, 烟雾报警装置自动发出报警, 加速器能立即停机并停止通风。</p> <p>(11) 警告标志: 在主机室人员门和工件门上以及机房周围醒目位置粘贴醒目的、符合 GB18871 规定的“当心电离辐射”警告标志, 提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。</p> <p>(12) 监控系统: 在辐照室内、主机室内、调试控制室内、辅助设备区内、机房人员门和工件门处安装监控探头, 监控器设置在调试控制室主控台上, 可覆盖监控整个生产调试区域情况以及人员进出机房情况。</p> <p>(13) 应急照明系统: 辐照室、主机室内设置应急照明系统。</p> <p>(14) 其他安全措施: 主机室人员门和工件门处设置钥匙开关, 插上钥匙才能打开门, 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值班长使用。</p> <p>(15) 给水系统</p> <p>a. 应根据加速器装置总用水要求, 提供有一定裕量的水流量和水压。</p> <p>b. 根据加速器装置和束下装置等设备工艺要求的水质、水温、热交换负荷进行设计。</p>	<p>(10) 烟雾报警: 已落实。本项目辐照室、主机室内设置烟雾报警装置, 遇有火险时, 烟雾报警装置可以自动发出报警, 加速器能立即停机并停止通风。</p> <p>(11) 警告标志: 已落实。本项目在主机室工作人员防护门和工件出入门上以及机房周围醒目位置粘贴醒目的、符合 GB 18871 规定的“当心电离辐射”警告标志, 提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。</p> <p>(12) 监控系统: 已落实。本项目在辐照室内、主机室内、调试控制室内、辅助设备区内、工作人员防护门和工件出入门处均安装有监控探头, 监控器设置在调试控制室主控台上, 可覆盖监控整个生产调试区域情况以及人员进出机房情况。</p> <p>(13) 应急照明系统: 已落实。本项目 1# 加速器生产调试机房的辐照室、主机室内已设置应急照明系统。</p> <p>(14) 其他安全措施: 已落实。本项目主机室工作人员防护门和工件出入门处设置钥匙开关, 插上钥匙才能打开门, 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值班长使用。</p> <p>(15) 给水系统</p> <p>已落实。本项目电子加速器辐照装置配备有水冷机组, 冷却水系统循环使用, 并配备 100KW 的水塔, 可确保一定裕量的水流量和水压。</p>

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

续表 4.1 环评文件要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>(16) 通风系统</p> <p>a.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 GBZ 2.1 的规定。有害气体的排放应满足 GB 3095 的规定。</p> <p>b.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>c.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>(17) 防火系统</p> <p>辐照室和主机室的耐火等级应不低于二级，并设置火灾报警装置和有效的灭火设施。</p> <p>2、调试过程辐射安全措施：</p> <p>(1) 辐射工作人员应参加相应科目的辐射安全和防护的培训和考核，通过考核后方可上岗；在上岗前还应参加各类专业技能培训，培训内容主要包括工业电子加速器的原理及其应用、工业电子加速器的辐射安全防护、工业电子加速器的安装调试流程等内容，确保辐射工作人员具备完成设备安装调试的工作能力。</p> <p>(2) 在出束调试前，工作人员应携带便携式剂量报警仪巡检机房，检查生产调试机房的工作状态指示灯、门-机联锁装置、紧急停机按钮等辐射安全装置和措施是否正常，并按序按下巡检按钮进行清场，确保机房内无人员滞留后方可出束调试。</p>	<p>(16) 通风系统</p> <p>已落实。本项目 1#加速器生产调试机房已设置机械通风系统，风机排风速率为 14702m³/h，室内吸风口位于辐照室扫描窗下方的地面处，排风管道从辐照室地下穿过，埋地 400mm，管道内径为 800mm，从两间生产调试机房中间的腔体穿出，最后从 4#厂房的北墙外穿出，经排臭氧烟囱于 4#厂房的楼顶排放，排放口不低于 20m，并高于厂房周边建筑。</p> <p>(17) 防火系统</p> <p>已落实。本项目 1#加速器生产调试机房由混凝土浇筑，配备有烟雾报警装置和灭火器。</p> <p>2、调试过程辐射安全措施落实情况：</p> <p>(1) 已落实。本项目 3 名辐射工作人员均已参加工业辐照电子加速器的辐射安全与防护的培训和考核，成绩合格；在上岗前已参加各类专业技能培训，培训内容主要包括工业电子加速器的原理及其应用、工业电子加速器的辐射安全防护、工业电子加速器的安装调试流程等内容，确保辐射工作人员具备完成设备安装调试的工作能力。</p> <p>(2) 已落实。该公司在工业电子加速器出束调试前，要求辐射工作人员携带便携式剂量报警仪巡检机房，检查生产调试机房的工作状态指示灯、门-机联锁装置、紧急停机按钮等辐射安全装置和措施是否正常，并按序按下巡检按钮进行清场，确保机房内无人员滞留后方可出束调试。</p>

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

续表 4.1 环评文件要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>(3) 在调试时, 2 名辐射工作人员必须同时在场, 并佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。</p> <p>3、销售过程辐射安全管理措施:</p> <p>(1) 建立生产、销售台账, 并定期上报生态环境管理部门。在与用户签订合同前, 应告知用户使用该电子加速器应进行环境影响评价, 履行相应的环保手续。</p> <p>(2) 在销售过程中, 应按辐射安全许可证规定的种类和范围从事销售活动, 并按销售台账记录表格进行记录, 记载销售时间、采购商名称、购买台数、记录人、记录时间、审核人、审核日期等事项, 接受生态环境部门的检查。</p> <p>4、在客户单位维修维护过程辐射安全和防护措施:</p> <p>(1) 在开展维修维护工作前, 本项目辐射工作人员佩带个人剂量计并携带直读式个人剂量报警仪、便携式 γ 剂量率仪等辐射监测仪器, 对机房辐射安全措施进行确认, 经确认满足环境影响评价文件和批复文件要求, 且能正常工作, 并对现场进行清场, 确保机房内无人员逗留后, 方对加速器进行维修维护, 同时确认操作台留有客户单位辐射工作人员; 无法确认相关辐射安全措施是否有效时, 应断电维修。</p>	<p>(3) 已落实。在电子加速器调试时, 该公司要求至少 2 名辐射工作人员必须同时在场, 并佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。</p> <p>3、销售过程辐射安全管理措施落实情况:</p> <p>(1) 已落实。该公司已建立生产、销售台账, 并要求定期上报生态环境管理部门。在与用户签订合同前, 要求告知用户使用该电子加速器前应进行环境影响评价, 履行相应的环保手续。</p> <p>(2) 已落实。该公司在销售过程中, 要求按辐射安全许可证规定的种类和范围从事销售活动, 并按销售台账记录表格进行记录, 记载销售时间、采购商名称、购买台数、记录人、记录时间、审核人、审核日期等事项, 接受生态环境部门的检查。</p> <p>4、在客户单位维修维护过程辐射安全和防护措施落实情况:</p> <p>(1) 已落实。在开展维修维护工作前, 该公司要求辐射工作人员佩带个人剂量计并携带直读式个人剂量报警仪、便携式 γ 剂量率仪等辐射监测仪器, 对机房辐射安全措施进行确认, 经确认满足环境影响评价文件和批复文件要求, 且能正常工作, 并对现场进行清场, 确保机房内无人员逗留后, 方对加速器进行维修维护, 同时确认操作台留有客户单位辐射工作人员; 无法确认相关辐射安全措施是否有效时, 应断电维修。</p>

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

续表 4.1 环评文件要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>(2) 在加速器通电情况下进行维修维护时，打开机房防护门，按下急停按钮，控制加速器出束的钥匙由维修人员保管，待维修维护工作结束后，交还给相关负责人，防止误出束照射。</p> <p>(3) 维修维护时在机房门口设置警戒线和警戒牌，禁止无关人员进入，必要时设专人监管。</p> <p>(4) 辐射工作人员维修维护过程中穿戴专用工作服、口罩、橡胶手套及鞋套等防护用品。</p>	<p>(2) 已落实。该公司要求在电子加速器通电情况下进行维修维护时，打开机房防护门，按下急停按钮，控制加速器出束的钥匙由维修人员保管，待维修维护工作结束后，交还给相关负责人，防止误出束照射。</p> <p>(3) 已落实。该公司要求在电子加速器维修维护时在机房门口设置警戒线和警戒牌，禁止无关人员进入，必要时设专人监管。</p> <p>(4) 已落实。该公司要求辐射工作人员维修维护过程中穿戴专用工作服、口罩、橡胶手套及鞋套等防护用品。</p>

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

表 4.2 环评批复要求及落实情况	
环评批复要求	环评批复要求落实情况
<p>一、根据你公司委托浙江亿达检测技术有限公司编制的《报告表》结论，原则同意你公司按照《报告表》中拟选场所、规模建设，具体建设内容为：在浙江省湖州市南浔区富园路 338 号中创辐电科技（浙江）有限公司 4#厂房的一层建设 2 间辐照加速器生产调试机房，年生产、销售、使用 30 台工业电子加速器，电子束最大能量 2.5MeV，属于 II 类射线装置。《报告表》所提出的对策建议可作为该项目的辐射环境保护管理依据。</p> <p>二、你公司必须认真落实《报告表》提出的各项污染防治措施和辐射环境管理的有关要求，加强射线装置的安全和防护管理，确保项目运行对周围环境造成的影响能符合辐射环境保护的要求。</p> <p>三、严格执行建设项目环境保护“三同时”制度，项目建成后应按法律法规要求及时进行辐射环保设施竣工验收，经验收合格后方可投入正式运行。</p> <p>四、需按有关要求申领辐射安全许可证。</p>	<p>一、已落实。目前该公司在浙江省湖州市南浔区富园路 338 号中创辐电科技（浙江）有限公司 4#厂房的一层建设 1 间 1#加速器生产调试机房，年生产、销售、使用 15 台工业电子加速器，电子束最大能量 2.5MeV，属于 II 类射线装置。本次验收实际建设内容在环评及其批复建设内容范围内。</p> <p>二、已落实。该公司已落实《报告表》要求的相关污染防治措施和辐射环境管理要求，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射；由监测结果可知，该公司 1 台 ZCM-2500/100 型工业电子加速器在相应的曝光工作条件下，其工作人员操作位及周围环境的辐射水平均符合《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ 141-2002）和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）的相关要求。</p> <p>三、已落实。本项目的性质、规模、地点及污染防治措施均未发生重大变动，已严格执行环保“三同时”制度，目前正在按规定程序申请竣工验收。</p> <p>四、已落实。2025 年 03 月 04 日，该公司首次申领了《辐射安全许可证》（浙环辐证[E2628]），许可种类和范围为：生产、销售、使用 II 类射线装置，有效期至：2030 年 03 月 03 日。</p>

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

图 4-1~4-10 为部分环保和环保措施落实情况图



图4-1 1#加速器生产调试机房工业电子加速器



图4-2 1#加速器生产调试机房电离辐射警示标志及工作状态指示灯

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定



图4-3 1#加速器生产调试机房巡检按钮、拉绳开关、急停按钮、工作状态指示灯及固定剂量探头



图4-4 1#加速器生产调试机房巡检按钮及拉绳开关



图4-5 1#加速器生产调试机房应急照明



图4-6 1#加速器生产调试机房烟雾报警

续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

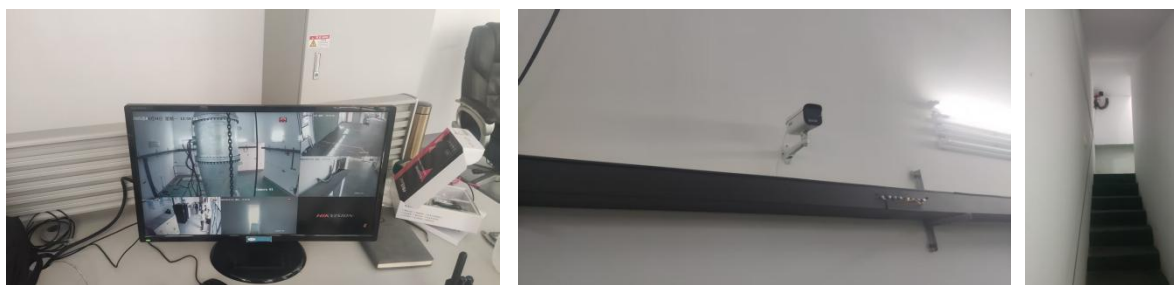


图4-7 1#加速器生产调试机房监控显示器及监控探头



图4-8 规章制度上墙及设备使用台账

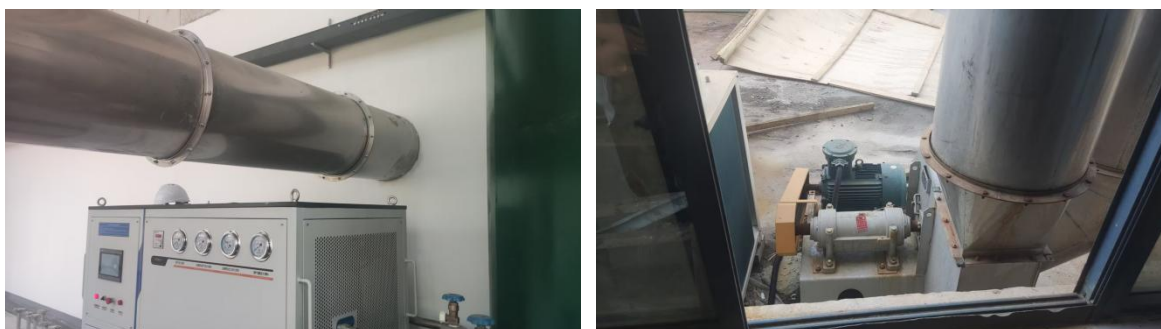


图 4-9 排风管及风机



图4-10 固定式辐射监测仪、个人剂量计、辐射巡测仪及个人剂量报警仪

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 监测分析方法

监测布点和测量方法选用目前国家和行业有关规范和标准。本次验收监测方法依据的规范、标准：

《辐射环境监测技术规范》，HJ 61-2021；

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，GB 18871-2002。

5.2 监测仪器

监测仪器参数及检定/校准情况见表 5-1。

表 5-1 监测仪器参数及检定/校准情况

监测仪器	X、 γ 辐射剂量率仪
型号/编号	AT1121/2018003
检定/校准证书编号	2024H21-10-5588250002
检定/校准机构	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定/校准证书有效期	2024.11.06~2025.11.05
有效量程	50nSv/h~10Sv/h、10nSv~10Sv
能量响应	25keV~10MeV
检出限	9nSv/h

5.3 监测人员能力

参加本次现场监测的人员，均经过培训机构的监测技术培训，并经考核合格，持证上岗。监测报告审核人员均经授权。

5.4 实验室认可认证

验收监测单位浙江环安检测有限公司建立了质量管理体系，通过了浙江省计量认证。验收监测工作遵循本单位质量手册、程序文件、实施细则、操作规程。制定并组织实施年度监测质量保证和质量控制计划。监测报告实行审查制度。

表 6 验收监测内容

6.1 监测因子及频次

为掌握该公司 1#加速器生产调试机房及厂区周围环境辐射水平，浙江环安检测有限公司于 2025 年 04 月 14 日对该公司 1#加速器生产调试机房及厂区周围环境进行了监测。

监测因子：X 射线剂量率， γ 射线剂量率。

监测频次：在正常工况下测量一次，每次读 10 个数，取其平均值的校正值作为监测结果。

6.2 监测布点

根据现场条件，进行全面、合理布点；重点考虑工作人员长时间工作的场所和其他公众可能到达的场所。监测点布置平面图见图6-1~图6-2。

续表 6 验收监测内容

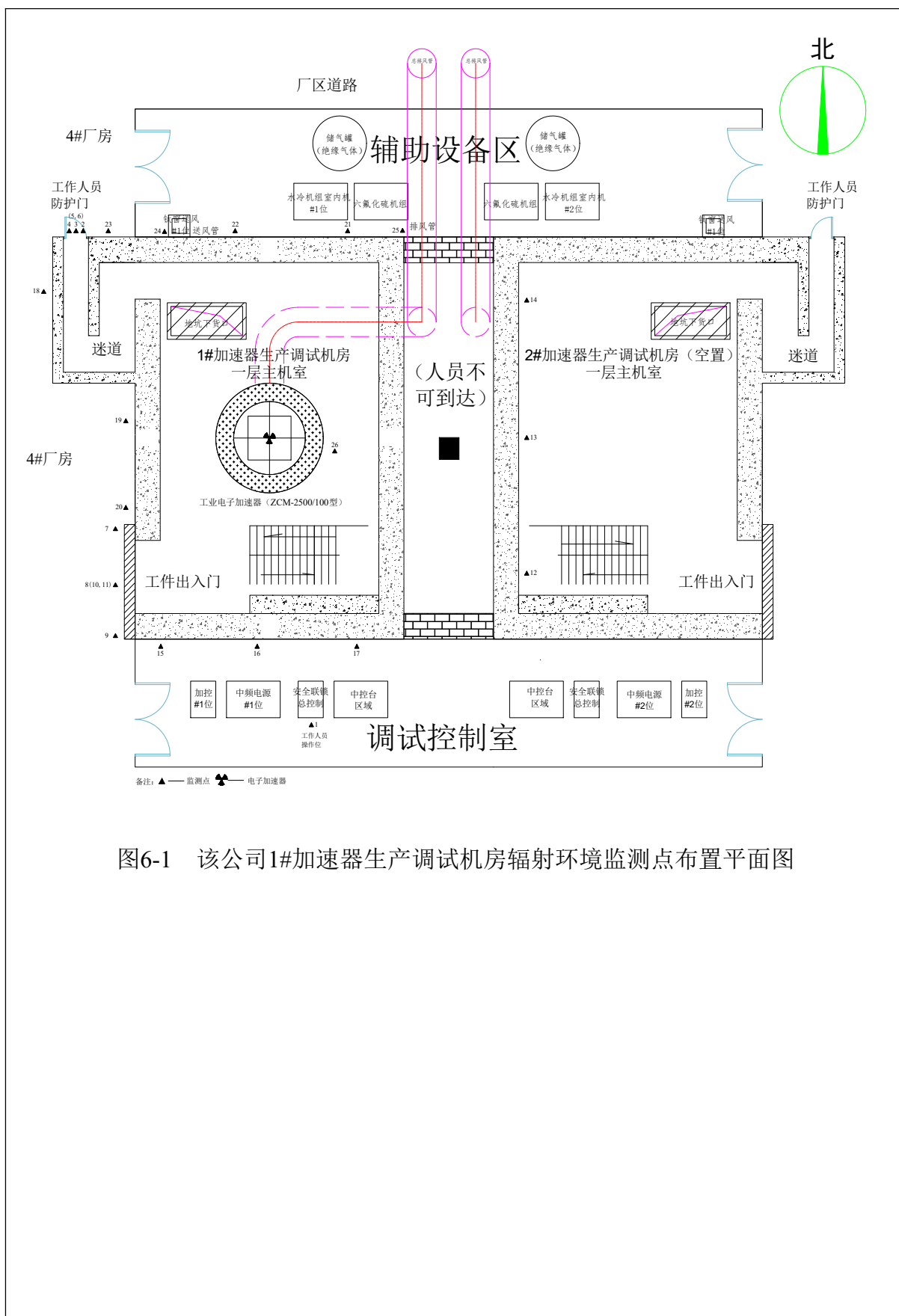


图6-1 该公司1#加速器生产调试机房辐射环境监测点布置平面图

续表 6 验收监测内容

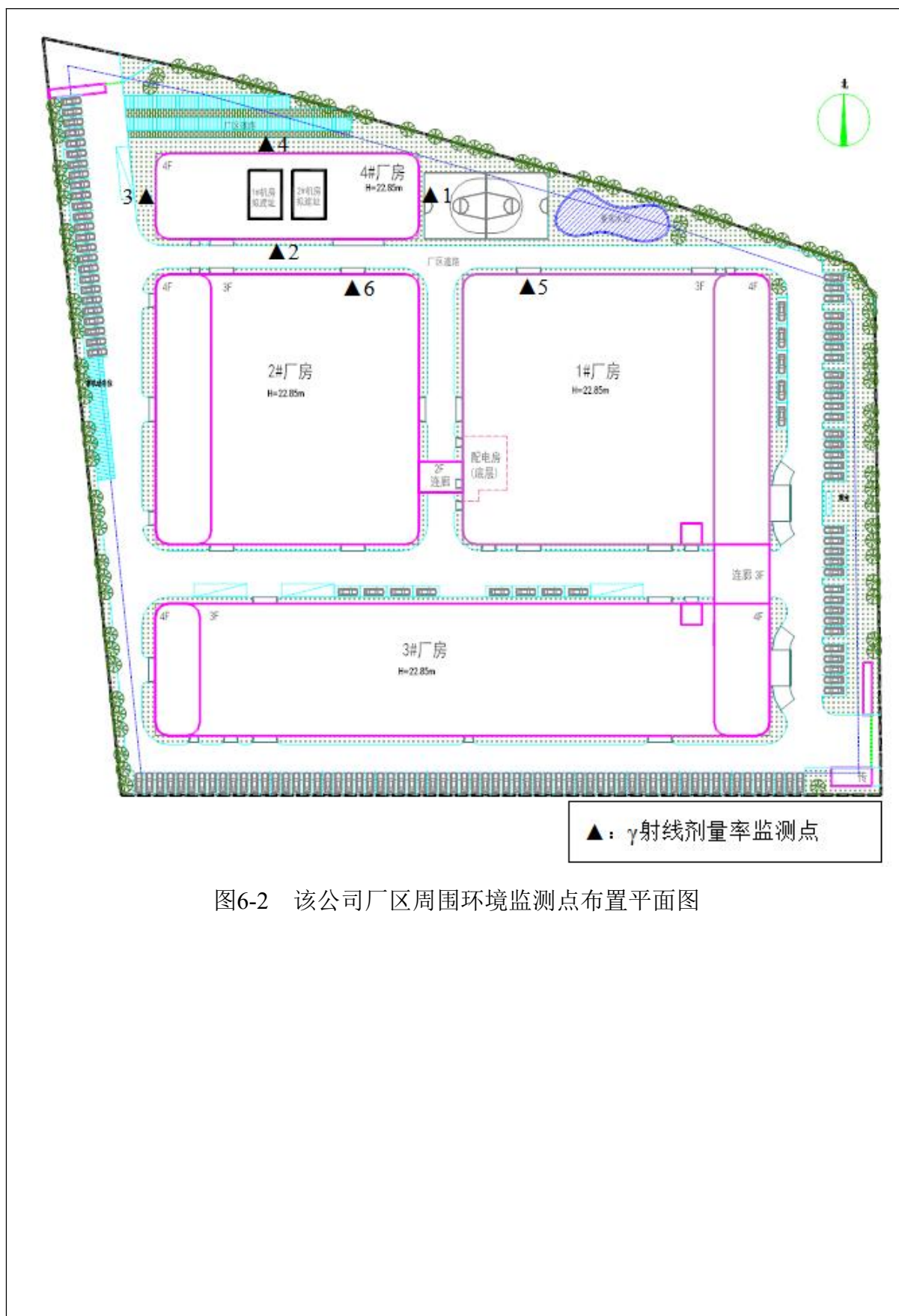


图6-2 该公司厂区周围环境监测点布置平面图

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况记录

浙江环安检测有限公司于 2025 年 04 月 14 日对该公司 1#加速器生产调试机房及厂区周围环境辐射水平进行监测。

本项目 1#加速器生产调试机房 ZCM-2500/100 型工业电子加速器的核定容量：2.5MeV、40mA；射线装置运行时验收监测条件：2.5MeV、40mA。

7.2 验收监测结果

本项目验收监测结果见表 7.1~7.2，由表 7.1 及表 7.2 该公司 1#加速器生产调试机房及厂区周围环境辐射水平监测结果可知：该公司 1 台 ZCM-2500/100 型工业电子加速器在相应的曝光工作条件下，其工作人员操作位及周围环境的辐射水平均符合《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ 141-2002）和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）的相关要求。

续表 7 验收监测

表 7.1 该公司 1#加速器生产调试机房周围环境监测结果

(1) X、 γ 射线剂量率监测结果:

射线装置运行时监测条件: 2.5MeV、40mA

点号	监测点位置	监测结果 (nSv/h)			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
1	工作人员操作位	150	2	151	2
2	工作人员防护门(左部)外表面 30cm	152	2	228	2
3	工作人员防护门(中部)外表面 30cm	150	2	234	2
4	工作人员防护门(右部)外表面 30cm	153	2	222	2
5	工作人员防护门(上部)外表面 30cm	154	2	0.57×10^3	0.02×10^3
6	工作人员防护门(下部)外表面 30cm	153	2	205	2
7	工件出入门(左部)外表面 30cm	152	2	153	2
8	工件出入门(中部)外表面 30cm	151	2	151	2
9	工件出入门(右部)外表面 30cm	153	2	155	2
10	工件出入门(上部)外表面 30cm	152	2	154	2
11	工件出入门(下部)外表面 30cm	154	2	156	2
12	一层主机室东墙(左侧)外表面 30cm	152	2	156	2
13	一层主机室东墙(中部)外表面 30cm	153	3	154	2
14	一层主机室东墙(右侧)外表面 30cm	155	2	153	2
15	一层主机室南墙(左侧)外表面 30cm	153	2	157	2
16	一层主机室南墙(中部)外表面 30cm	154	2	156	2
17	一层主机室南墙(右侧)外表面 30cm	155	2	154	2
18	一层主机室西墙(左侧)外表面 30cm	155	2	158	3
19	一层主机室西墙(中部)外表面 30cm	156	2	160	2
20	一层主机室西墙(右侧)外表面 30cm	154	2	157	2
21	一层主机室北墙(左侧)外表面 30cm	153	2	158	2
22	一层主机室北墙(中部)外表面 30cm	156	2	159	3
23	一层主机室北墙(右侧)外表面 30cm	155	2	241	2
24	送风管外表面 30cm	154	2	159	2
25	排风管外表面 30cm	155	2	156	2
26	一层主机室楼上(二层)距地坪 30cm	152	2	218	2

注: 以上监测结果均未扣除宇宙射线的响应值。

续表 7 验收监测

表 7.2 该公司厂区周围环境监测结果

(1) γ 射线剂量率监测结果:

监测点号	监测点位置	监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		校正值	标准差
1	4#厂房东侧篮球场处	155	2
2	4#厂房南侧厂区道路处	154	2
3	4#厂房西侧厂区道路处	153	2
4	4#厂房北侧厂区道路处	156	2
5	1#厂房一层西北侧入口处 (厂房内)	150	2
6	2#厂房一层东北侧入口处 (厂房内)	152	2

注: 以上监测结果均未扣除宇宙射线的响应值。

7.3 剂量监测和估算结果

按照 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按下列公式计算

$$H_{Er} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} (\text{mSv}) \quad (1)$$

其中:

 H_{Er} : X- γ 射线外照射人均年有效剂量, mSv; D_r : X- γ 射线空气吸收剂量当量率, nGy/h; t : X- γ 照射时间, 小时;

0.7: 剂量换算系数, Sv/Gy。

由于本项目所用仪器已经通过其内置的测量常数将 X- γ 射线空气吸收剂量率 D_r 转化为光子剂量当量率 $H^*(10)$ 的显示读数, 因此计量评估公式 (1) 可以简化为运行实用量 $H^*(10)$ 来保守评估计算 H_{Er} :

$$H_{Er} = H^*(10) \times t \times 10^{-6} (\text{mSv}) \quad (2)$$

其中:

 $H^*(10)$: 周围剂量当量率, nSv/h。

7.3.1 由监测数据估算

(1) 该公司 1#加速器生产调试机房辐射工作人员剂量估算:

辐射工作人员以 1#加速器生产调试机房一层主机室南墙 (左侧) 外表面 30cm 处为参考点, 辐射剂量率最高为 157nSv/h, 辐射工作人员每年调试工业电子加速器最大

续表 7 验收监测

调试时间以 1500h 计算（每年 1#加速器生产调试机房生产、调试工业电子加速器台数最大为 15 台，单台工业电子加速器在 1#加速器生产调试机房开机出束调试最大时间为 100h，按预计的最大工作量计算），则辐射工作人员在调试工业电子加速器过程中接受的附加年有效剂量约为：0.24mSv。

公众以工作人员防护门（上部）外表面 30cm 为参考点，辐射剂量率最高为 0.57 μ Sv/h，保守估计每天停留 1h，每年单台工业电子加速器在 1#加速器生产调试机房总调试时间约为 20 天，每年 1#加速器生产调试机房生产、调试工业电子加速器台数最大为 15 台（按预计的最大工作量计算），公众居留因子取 1/4，则根据监测结果和公式（2）可以保守计算出公众接受的附加年有效剂量约为：0.043mSv。

由以上监测数据的估算结果可知，本项目辐射工作人员接受的附加年有效剂量最大约为 0.24mSv，公众接受的附加年有效剂量最大约为 0.043mSv，以上受照剂量远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的相应年剂量限值 20mSv 和 1mSv，也低于本评价的管理目标值 5mSv/a 和 0.1mSv/a。

7.3.2 由辐射工作人员个人剂量监测结果估算

该公司 3 名辐射工作人员个人剂量由浙江环安检测有限公司进行监测，每季度监测一次，目前佩戴还未满第一个周期，还未出具个人剂量监测报告。

根据现场监测结果，结合该公司现场实际情况，开机后 1#加速器生产调试机房周围严禁无关人员靠近，操作人员在调试控制室工作人员操作位操作，操作位开机前后 X- γ 辐射剂量率几乎没有变化，所以工作人员附加年有效剂量可以忽略不计，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关要求。

7.3.3 公众附加剂量

本项目新建的 1#加速器生产调试机房位于浙江省湖州市南浔区富园路 338 号 4# 厂房一层，因该公司有严格的辐射管理制度，并在工作人员防护门和工件出入门外设置了电离辐射警示标志及中文警示说明，1#加速器生产调试机房处于相对独立区域，非辐射工作人员一般不进入该区域内。另工作管理人员到工作场所检查指导工作的时间较短，因此公众成员所接受的附加年有效剂量可忽略不计。

表 8 验收监测结论

8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况

项目建设落实了安全防护、环境保护“三同时”制度。有关工作场所安全防护设计、个人防护用品配置、监控系统配置等按相关标准规范要求进行设计、建设，并与主体工程同时投入使用；环境影响评价文件及其审批文件中要求的防护安全和环境保护措施已落实。

8.2 污染物排放监测结果

(1) 据现场监测和检查结果，本项目在正常运行工况下，辐射工作人员接受的附加年有效剂量远低于辐射工作人员职业照射的剂量管理限值（5mSv），公众所受辐射照射远低于公众的剂量管理限值（0.1mSv），均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关要求。

(2) 本项目运行过程中无放射性废水、废气及放射性固体废物产生。电子加速器在出束状态时，产生的 X 射线会使机房内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。本项目 1#加速器生产调试机房的新风采用自然送风的方式，排风采用机械排风的方式，排臭氧风机放置在机房的北侧，风机排风速率为 14702m³/h，并采用埋地排风管道，管道位于辐照室下方 400mm，管道内径为 800mm，室内吸风口位于辐照室扫描窗下方的地面处，排风管道从辐照室地下穿过，从两间生产调试机房中间的腔体穿出，最后从 4#厂房的北墙外穿出，经排臭氧烟囱于 4#厂房的楼顶排放，排放口不低于 20m，并高于厂房周边建筑。本项目 1#加速器生产调试机房内产生的臭氧和氮氧化物通过排风系统排入外环境，臭氧在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小；氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，对环境影响较小。

(3) 本项目辐射工作人员产生的生活污水经厂区化粪池处理后排至市政污水管网，满足相关环保要求。维修、事故情况下外排的冷却水收集后倒回至水冷系统，不对外排放，对周围环境影响很小。

8.3 工程建设对环境的影响

由现场监测结果估算，辐射工作人员接受的附加年有效剂量远低于辐射工作人员职业照射的剂量管理限值（5mSv），公众所受辐射照射远低于公众的剂量管理限值（0.1mSv）。因此该项目所致的工作人员职业照射和公众照射年有效剂量符合《电离

续表 8 验收监测结论

辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的职业照射和公众照射年有效剂量限值要求。

8.4 辐射安全防护、环境保护管理

（1）该公司落实了中创辐电科技（浙江）有限公司电子加速器高端制造项目环境影响评价制度，该项目环评报告及其批复中的要求已基本落实。

（2）目前本项目运行正常，辐射工作场所屏蔽防护能力符合标准要求。电离辐射标志和中文警示说明均张贴于相应辐射工作场所处，工作指示灯已安装，门机联锁装置运行正常。

（3）现场检查结果表明：该公司落实了辐射工作人员的辐射防护培训、个人剂量监测和职业健康检查工作，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

（4）该公司已成立辐射防护安全管理委员会，管理组织机构健全，并制定了相应的各项辐射防护管理制度和操作规程，辐射事故应急处置预案基本完善。同时，该公司落实了辐射环境监测和年度评估工作。

综上所述，中创辐电科技（浙江）有限公司电子加速器高端制造项目基本符合相关规定，具备竣工验收条件。