

温州申兴辐照技术有限公司
新建辐照加速器项目（1#辐照加速器）
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：温州申兴辐照技术有限公司

编制单位：温州申兴辐照技术有限公司

2026年03月06日

建设单位：温州申兴辐照技术有限公司

建设地址：浙江省温州市平阳县水头镇平阳宠物小镇工业园区

法定代表人：杨永昕

验收组织/报告编制单位：温州申兴辐照技术有限公司

项目负责人：杨学国

联系方式：13868570778

联系地址：浙江省温州市平阳县水头镇平阳宠物小镇工业园区

目 录

前言	1
表一、基本情况表	2
表二、工程建设内容	5
表三、辐射安全与防护设施/措施	11
表四、建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定:	23
表五、验收监测质量保证及质量控制	24
表六、验收项目监测内容	25
表七、验收监测结果	27
表八、验收监测结论	30

前言

温州申兴辐照技术有限公司成立于 2021 年（以下简称“公司”，营业执照见附件 1），位于浙江省温州市平阳县水头镇平阳宠物小镇工业园区，是一家以从事科技推广和应用服务业为主的企业，企业注册资本 4000 万人民币。公司经营范围为：一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；电子（气）物理设备及其他电子设备制造；其他电子器件制造；日用杂品制造；专业保洁、清洗、消毒服务。许可项目：饲料生产。已委托杭州旭辐检测技术有限公司编制《温州申兴辐照技术有限公司新建辐照加速器项目环境影响报告表》，于 2023 年 6 月通过了温州市生态环境局审批（文号：温环辐(2023)10 号）。

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）、生态环境部办公厅《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类>的公告》（公告 2018 年第 9 号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）及《浙江省生态环境保护条例》相关规定和要求，结合本项目实际建设及运营情况，本项目符合先行验收相关条件，特开展先行验收工作。

本项目属于核技术利用类建设项目，配套建设的环境保护设施已全部建成并投入正常运行，各项环保措施已按环评报告及审批要求落实到位。本次先行验收范围为 1#辐照加速器机房及配套环保设施，该机房已完成设备安装调试并达到稳定运行状态，虽项目整体未达到环境影响评价批准文件确定的生产规模，但 1#辐照加速器相关设施已满足国家和省产业政策规定的最低产能及环保验收监测工况要求，符合《浙江省生态环境保护条例》中建设项目先行验收的适用情形，可开展先行验收工作；待项目 2#辐照加速器机房建成投用、整体生产规模达到环境影响评价批准文件确定的规模后，我单位将重新对项目环境保护设施进行全面验收。

依据上述相关法规、标准及建设项目环境影响报告表等有关资料，我单位于 2025 年 10 月 8 日启动自主验收（先行验收）程序，于 2025 年 10 月 9 日委托浙江正安检测技术有限公司在 1#辐照加速器正常运营、配套环保设施稳定运行的工况下，对本项目先行验收范围开展竣工环境保护验收监测工作并出具检测报告。通过对本项目环评报告提出的环保措施实施效果的核查，并依据验收监测结果及相应的国家有关环境标准，我单位编制完成本验收监测报告表（1#辐照加速器，先行验收）。

表一、基本情况表

建设项目名称	温州申兴辐照技术有限公司新建辐照加速器项目（1#辐照加速器）				
建设单位名称	温州申兴辐照技术有限公司				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 迁建				
建设地点	浙江省温州市平阳县水头镇平阳宠物小镇工业园区				
源项	放射源（类别）	非密封放射性物质 （场所等级）	射线装置（类别）	退役项目	
	/	/	II类	/	
建设项目 环评批复时间	2023年6月13日	开工建设时间	2023年5月10日		
取得辐射安全许可证时间	2025年7月28日	项目投入 运行时间	2025年8月1日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025年8月1日	验收现场 监测时间	2025年10月09日		
环评报告表 审批部门	温州市生态环境局	环评报告表 编制单位	杭州旭辐检测技术有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	浙江平源规划建筑设计有限公司	辐射安全与防护 设施施工单位	浙江辰飒建设有限公司		
投资总概算（万元）	11000	辐射安全与防护 设施投资总概算	1200万	比例	10.9%
实际总概算（万元）	7000	辐射安全与防护 设施实际总概算	800万	比例	11.4%
验收依据	<p>一、法律法规</p> <p>1、《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第九号，全国人民代表大会常务委员会，2015年1月1日实施；</p> <p>2、《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6号，2003年10月1日实施；</p> <p>3、《建设项目环境保护管理条例》（2017修改版），中华人民共和国国务院令682号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>4、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订版），国务院令709号，2019年3月2日起施行；</p> <p>5、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正版）生态环</p>				

- 境部令第20号，2021年1月4日起施行；
- 6、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国原环境保护部令第18号公布，2011年5月1日起施行）；
- 7、关于发布《射线装置分类》的公告，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；
- 8、《浙江省辐射环境管理办法》(2011年12月18日浙江省人民政府令第289号公布 2021年2月10日浙江省人民政府令第388号修订 自2012年2月1日起施行)；
- 9、《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评〔2017〕4号，2017年11月22日起施行；
- 10、《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）。

二、建设项目竣工环境保护验收技术规范

- 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、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- 4、《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》，生态环境部2018年第9号公告，2018年5月16日施行；
- 5、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）；
- 6、《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）；
- 7、《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）；
- 8、《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T25306-2010）；
- 9、《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）。

三、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定

- 1、《温州申兴辐照技术有限公司新建辐照加速器项目环境影响报告表》（2023年5月）；
- 2、《关于温州申兴辐照技术有限公司新建辐照加速器项目环境影响报告表审批意见的函》，温环辐(2023)10号。

验收执行标准	<ol style="list-style-type: none">1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；2、《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）；3、《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）；4、《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T25306-2010）；5、《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）；6、项目剂量限值要求。
---------------	---

表二、工程建设内容

2.1 项目概况

温州申兴辐照技术有限公司成立于2021年(以下简称“公司”，营业执照见附件1)，位于浙江省温州市平阳县水头镇平阳宠物小镇工业园区，是一家以从事科技推广和应用服务业为主的企业，企业注册资本4000万人民币。公司经营范围为:一般项目:技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广;电子(气)物理设备及其他电子设备制造;其他电子器件制造;日用杂品制造;专业保洁、清洗、消毒服务。许可项目:饲料生产。

项目在温州市平阳县水头镇平阳宠物小镇工业园区M2-18-1地块温州申兴辐照技术有限公司生产车间内建设2座辐照加速器机房，并在2座辐照加速器机房内各配备型号为DZ-10/20型辐照加速器1台，用于宠物食品的消毒灭菌。该项目于2023年5月委托编制完成《温州申兴辐照技术有限公司新建辐照加速器项目环境影响报告表》并取得温州生态环境局关于本项目的批复温环辐(2023)10号，并于2025年7月取得辐射安全许可证，编号为：浙环辐证[C2775],有效期至2030年7月27日，使用种类和范围：使用II类射线装置。

因目前企业实际仅建设完成1台由中广核达胜加速器技术有限公司（辐射安全许可证编号：苏环辐审准[2020]5633）生产及销售的DZ-10/20型工业电子辐照加速器，故为先行验收，2025年10月，温州申兴辐照技术有限公司承担该项目的先行竣工环境保护验收调查工作。

温州申兴辐照技术有限公司按照验收的要求，对该项目环境影响评价情况、环境保护措施落实和环境管理及现场等情况进行了调查，根据现场调查和监测结果，编制完成《温州申兴辐照技术有限公司新建辐照加速器项目（1#辐照加速器）竣工环境保护验收监测表》。

2.2 地理位置及平面布置

本项目建设地址位于浙江省温州市平阳县水头镇平阳宠物小镇工业园区M2-18-1地块温州申兴辐照技术有限公司生产车间内。目前，公司北侧和东侧均为空地，西侧为浙江汉旅箱包科技有限公司，南侧为金丰西路。项目地理位置示意图见附件8，厂区总平面布置示意图见附件9。

本项目新建的2座辐照加速器机房位于温州申兴辐照技术有限公司生产车间中间，车间共4层（车间1层高7.5m、2层高5.5m、3层和4层高均为5.2m），加速器辐照室位于车间1层，主机室位于车间1层和2层，2层车间除主机室外均为仓储区域，3层和4层车间均为仓储区域。本次验收1#辐照加速器机房50m范围内，北侧为仓储区域和空地，南侧为仓储区域、停车场和综合楼，西侧为仓储区域、停车场和空地，东侧为2#辐照加速器机房（未购置设备投入使用）、仓储区

域、停车场和空地，上方为2层仓储区域、3层仓储区域和4层仓储区域。公司周围环境示意图见附图3，项目50m 评价范围平面区域示意图见附件9。

2.3 建设内容

本项目验收阶段实际建设内容与环评设计内容对照情况见下表。

表 2-1 实际建设内容与环评设计情况对照表

验收内容	环评审批情况		实际建设情况		是否一致
工程规模	2 台工业电子辐照加速器		1 台工业电子辐照加速器		仅建设 1 台，先行验收
设备技术参数	型号	DZ-10/20	型号	DZ-10/20	一致
	最大能量	10MeV	最大能量	10MeV	一致
	额度电流	2mA	额度电流	2mA	一致
工作场所	生产车间		生产车间		仅建设 1 台，先行验收

表 2-2 1#辐照加速器主要参数一览表

序号	名称及型号	类别	数量	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA)	用途	工作场所
1	DZ-10/20 工业电子辐照加速器	II 类射线装置	1 台	10	2	辐照加工	生产车间

2.4 辐射工作人员情况及年工作时间

本项目加速器辐照装置工作采用两班制，每班10小时，平均每天工作（出束）20h，平均年运行时间为300天。全年辐照装置出束为6000h。本项目配备辐射工作人员共4人（操作工2名，产品运输员2名，负责产品辐照加工与物料运输，确保产品顺利快速周转），均为新增辐射工作人员，实行两班轮流制，每名辐射工作人员年受照时间为3000h。

辐射工作人员均已参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，并已取得辐射安全与防护培训合格证书（均在有效期内），本项目辐射工作人员名单见表2-3。

表 2-3 本项目辐射工作人员名单及培训情况表

序号	姓名	工作岗位	辐射安全与防护培训证书号	有效期
1	兰娟	辐射安全管理	FS25ZJ1600042	2025 年 06 月 09 日至 2030 年 06 月 09 日
2	何壮	辐射工作人员	FS23HN1600018	2023 年 04 月 24 日至 2028 年 04 月 24 日
3	苏玲玲	辐射工作人员	FS25ZJ1600105	2025 年 10 月 14 日至 2030 年 10 月 14 日
4	吴总	辐射工作人员	FS25ZJ1600043	2025 年 06 月 09 日至 2030 年 06 月 09 日

2.5 项目工程变动情况

根据现场踏勘及收集资料，企业目前实际建设情况较环评变化情况如下：

①因企业目前实际只新购1台电子加速器于1#辐照加速器机房内使用，2#辐照加速器机房现暂时闲置中，根据企业计划后期会为2#辐照加速器机房新购1台加速器用于宠物食品的消毒灭菌。现投入使用的加速器设备类别、最大能量、额定电流等参数跟环评一致，仍为II类射线装置，最大能量为10MeV，额定电流2mA，功率20kW；

②企业严格按照报告表提出的要求建设和运行加速器机房的屏蔽、排风系统，设置加速器安全连锁系统、巡检按钮、紧急停机按钮或拉绳、光电报警装置、实时监控装置、剂量监测系统、辐射警示标志等防护措施，因软件设计周期较长，剂量检测系统暂未正常投入使用，后续待软件开发成功后再投入使用。

③企业建立了辐射防护管理机构，明确各成员职责；制定完善各项辐射安全管理规章制度、操作规程、监测计划和辐射事故应急方案；严格落实各项辐射管理规章制度，跟环评报告表一致。

④企业加强了射线装置的安全管理。检修和使用情况有详细记录；严格执行各项管理制度和操作规程，从事辐照作业前，必须仔细检查辐照装置的性能、门机联锁装置及报警系统的有效性、警告标志的状态、辐照区域人员等情况，落实风险防范措施，确保射线装置使用安全，跟环评报告表一致。

⑤企业做好人员安全防护和管理工作。操作人员必须经辐射安全和防护知识培训合格后上岗；现场配备剂量监测仪，剂量报警仪，佩戴个人剂量计，个人剂量计每3个月到有资质的单位检测一次，建立个人剂量档案；做好职业健康检查并建立职业健康监护档案，跟环评报告表一致。

以上变动均不会导致不利环境影响情况增加，且不属于《关于印发<污染影响类建设项目重大变动清单（试行）>的通知》（环办环评函〔2020〕688号文）中重大变动情况，可纳入本次验收范围。

2.6 源项情况

2.6.1 辐射污染源

加速器利用电子束对产品进行辐照，电子在加速器过程中，部分电子丢失，它们打在加速管壁上，产生X射线。此外，电子束打到高原子序数物质时也会产生高能X射线。由于X射线的贯穿能力极强，对周围环境辐射造成辐射污染，但该X射线影响关机后即消失加速器在运行时产生的高能电子束，因其贯穿能离远弱于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，在加速器开机的时间内，电子束产生的物致X射线为主要污染因素。

表 2-4 本项目辐射工作人员名单及培训情况表

名称、型号	DZ-10/20 工业电子辐照加速器
最大能量	10meV
额定电流	2mA
最大束流功率	20kW
电子束能量不稳定性	≤5%
束流不稳定性	≤5%
扫描宽度	600~900mm

2.6.2 非辐射污染源

废水：本项目1台辐照加速器配套冷却水系统均使用自来水，冷却水循环使用，不外排。

废气：项目运营期产生的废气主要为加速器在工作过程中产生的臭氧和氮氧化物，加速器运行期间及停机后一直保持运行，辐照室内保持负压状态，臭氧和氮氧化物等废气不会泄漏至车间内。且2台加速器辐照室北侧均有地下U型通风管道，各配备排风机1台，排风机排风量设计为不低于12000m³/h，2台辐照加速器机房辐照室体积均约为227m³。加速器停机后，辐照室内的排风机继续工作，2台辐照加速器的辐照室经过约3min的通风，辐照室内臭氧浓度可达到《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ2.1-2007）控制要求（最高容许浓度为0.3mg/m³）。辐照室排风口通过地下风道连接到排气口，臭氧和氮氧化物通过排风管道排放至室外，通过15米高排放口排放。辐照室进风为自然进风，未设置独立的进风管道。主机室臭氧排风通道为扫描盒安装孔，臭氧产生后沉积于该孔处，下流至辐照室扫描盒附近后通过风机排走，进风口为迷道入口顶部百叶窗，见图附图4。加速器运行期间及停机后一段时间风机一直保持运行，辐照室内保持负压状态，臭氧和氮氧化物等废气通过排风管道排出，对周围影响较小。

2.7 工程设备与工艺分析

2.7.1 工程设备

本次环保验收的辐照加速器机房为地上二层混凝土结构，辐照室位于一层，主机室位于二层，加速器机房布局合理可行。1#辐照加速器机房控制室位于二层主机室东南侧，水冷室位于二层主机室西侧，加速器机房辐照室及主机室入口处均设有迷道。

本项目加速器为中广核达胜加速器技术有限公司生产的DZ-10/20型电子加速器，主要部件包括：中央控制计算机；加速器主体（包括加速管及配件：电子枪、行波加速管、波导传输线、真空陶瓷窗、真空系统、加速管冷却水套、聚焦磁铁、充气系统、扫描磁铁、扫描盒、支撑架等。）；主配电柜；电源柜；速调管及脉冲变压器油箱；调制器柜；安全连锁系统；恒温水

冷柜；水管、电缆线组成的互联系统；束下装置一套；屏蔽厂房及相关辅助设备。

2.7.2工作原理

电子直线型加速器的基本工作原理为：电子枪产生的电子通过电子枪高压电位差作用下进入线性的加速结构构成的加速管，在传输的过程中，当加速结构的谐振频率与速调管产生的射频（RF）振荡频率匹配时，脉冲微波功率将无反射地由加速管前部的耦合器输入。微波高频电磁场使电子束加速结构不断获得微波电磁能而使电子束得到聚束和加速，最后加速的高能、高功率的电子束从加速器出口输出，进入扫描空间，利用磁场力将成束的电子扫开成一定的宽度，从薄的金属膜构成的输出窗引出，对运动的被照物品进行辐照，从而达到消毒灭菌的目的，而且被辐照后的物品还不会残留任何放射性。

2.7.3工艺流程

辐照加工是根据辐照加工产品品种、性质、体积、辐照要求，制定辐照区辐照位置、辐照剂量和辐照时间等技术措施，辐照完成后，经标记包装、质量检验和用户签收等工序或发货或入库暂存。公司主要对生产的宠物食品进行消毒灭菌，现对辐照加工工艺流程简述如下：

①调整好加速器运行参数，调整束下传输装置传输速度；

②将电线电缆等产品放置传输系统上，调整收、放系统的位置；

③工作人员车间内巡视加速器周边、控制室、放卷处等处，主要由电线电缆传输系统开始巡视，再进入加速器室内进行巡视，巡视确定辐照室及主机室内无人且观察加速器室外视频装置确定无人后按下主机室及辐照室内巡视按钮，再启动加速器；加速器操作人员与巡视人员为同一人，操作人员按照规章制度进行巡视可确保加速器启动前巡视工作安全；

④工作人员现场检查各项安全措施无异常，并通过视频装置再次查看室内情况，确保无人逗留；

⑤启动辐照装置，通过传输装置从加速器辐照室货物进口输送进入加速器辐照室，辐照对象通过束下传输装置从加速器辐照室产品出口传送出，收卷系统进行产品收放，见图2-1。辐照过程中会产生X射线、臭氧及氮氧化物。整个辐照工艺流程流水线自动操作，工作人员在加速器机房控制室内操作加速器，另有工作人员在辐照室外上料、卸料区或线缆收放区对产品进行收放。本项目电子加速器辐照线缆的工作流程和主要产污环节如图2-2所示。

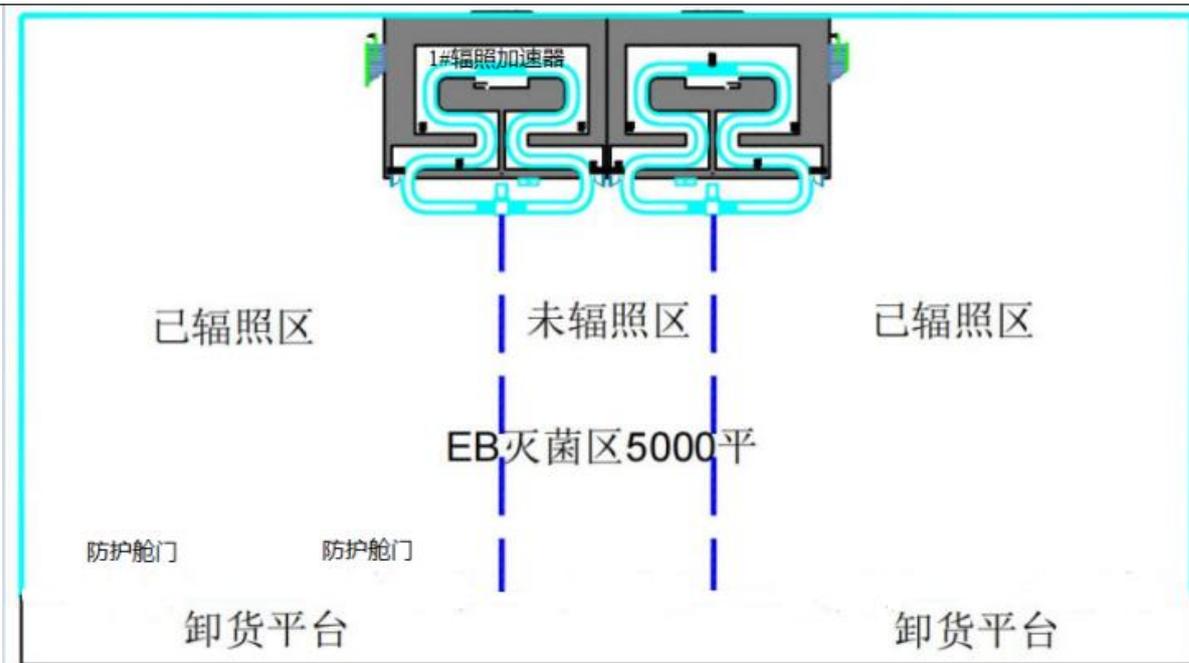


图2-1 辐照室规划图

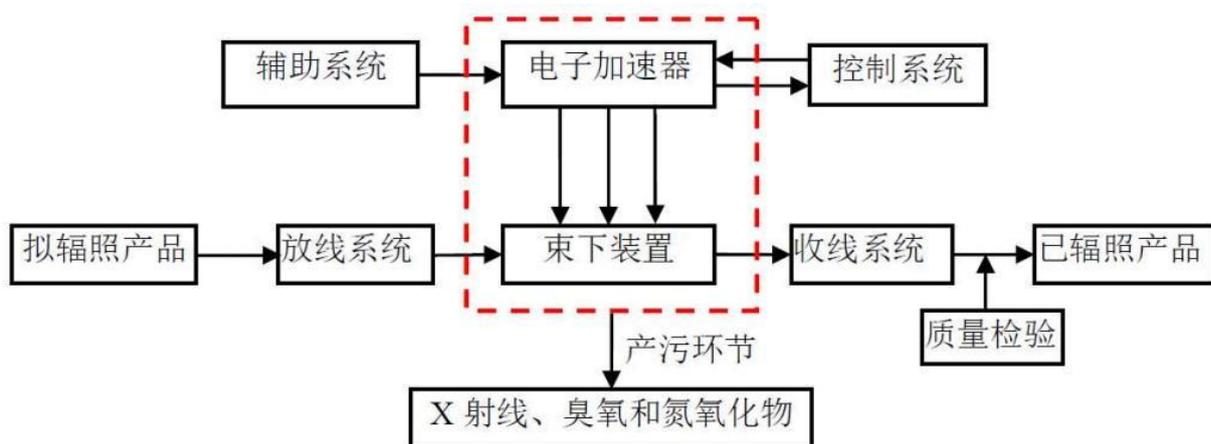


图2-2 辐照工艺流程图及产污位置图

2.7.4 人员配置及工作时间

公司配备有4名辐射工作人员（操作工2名，产品运输员2名，负责产品辐照加工与物料运输，确保产品顺利快速周转），工作采用两班制，每班10小时，平均每天工作（出束）20h，平均年运行时间为300天。每名辐射工作人员年受照时间为3000h，全年辐照装置出束为6000h。

表三、辐射安全与防护设施/措施

3.1 项目工作场所布局和分区

（1）工作场所布局

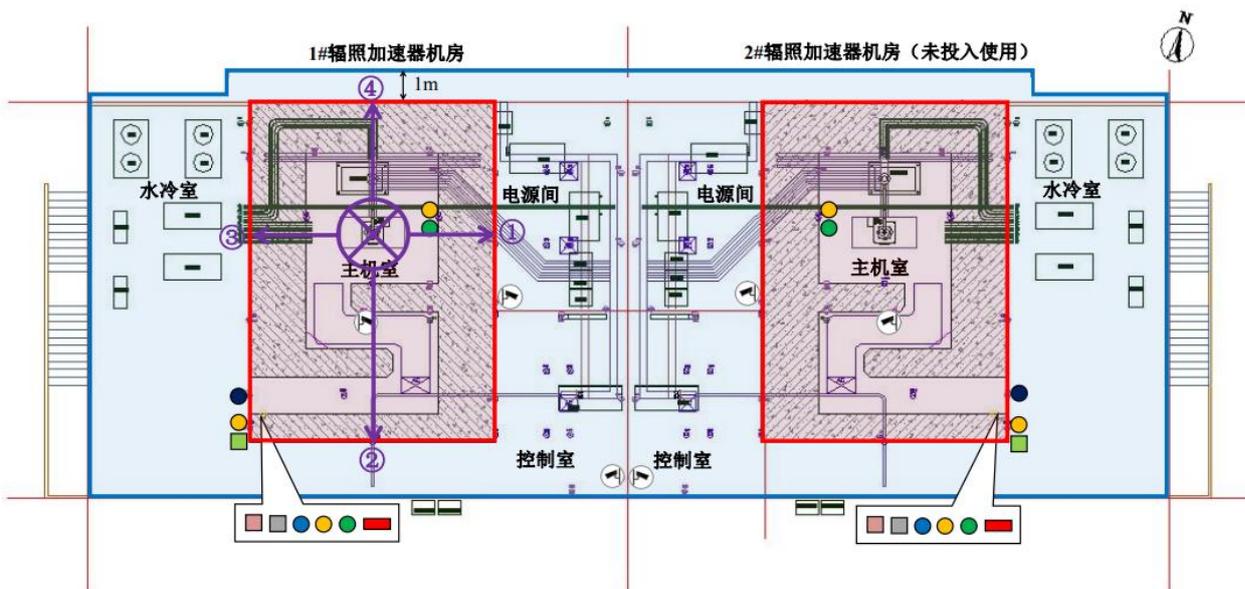
本次验收的辐照加速器机房为地上两层混凝土结构，一层包括辐照室、辐照输送系统（即从迷道自动进出的货物链式传送带），二层包括主机室、控制室、水冷室、电源室，1#辐照加速器机房控制室位于二层主机室东南侧，水冷室位于二层主机室西侧，电源室位于二层主机室西侧。其中一楼辐照室设置有供循环传送链进出的敞开式迷道，为加强对进出迷道口的辐射安全管理，在进出迷道口传送链的外侧加装了安全装置，各设置了一扇带有电磁安全锁及联锁装置的巡检小门，供巡检人员单向巡检一进一出使用。二楼主机室迷道入口也设置有迷道门供人员巡检，同进同出。辐照加速器工作时，加速器操作人员在控制室内负责设置并监控加速器运行参数，并通过监控视频等观察加速器机房内外及周边情况，其中一人为运行值班长，掌控主机钥匙。装卸货工作人员在循环链式传送带的上下货工位对辐照产品进行上下货、翻面工作。加速器出束时，辐照室、主机室内均无人员停留。

综上所述，本项目辐照加速器机房的布局合理可行。

（2）工作场所分区

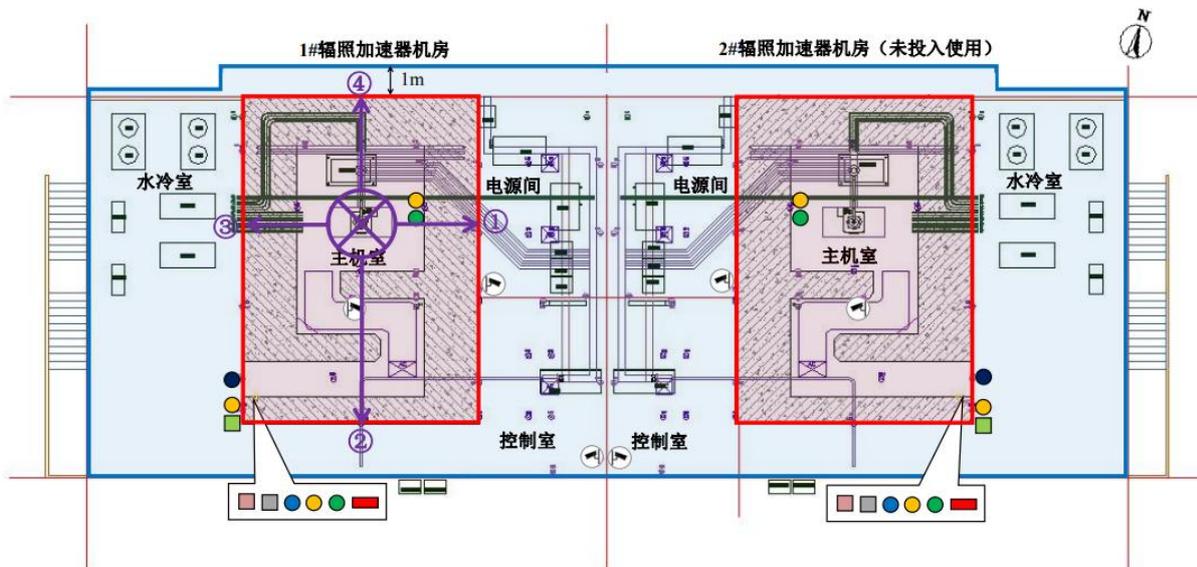
公司将辐照加速器机房的辐照室、主机室及其迷道作为控制区。在辐照室巡检小门外、链式传送带门洞外、主机室门外及辐照室周围醒目位置处粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明，加速器工作时任何人不得进入；将控制室、周围辅助用房以及上下货操作区域作为监督区，加速器工作时无关人员不得进入。辐照加速器机房的辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

本次环保验收仅针对生产车间1#辐照加速器机房，2#机房主体工程已建成，但设备未进场。1#辐照加速器机房布局分区示意图见图 3-1 、图 3-2和图3-3。



图例：
 [Blue Box] 监督区 [Red Box] 控制区 [Yellow Circle] 急停按钮 [Speaker] 监控 [Green Circle] 巡检按钮 [Blue Circle] 声光报警装置 [Dark Blue Circle] 工作指示灯 [Grey Square] 固定式辐射监测仪
 [Green Square] 钥匙开关 [Pink Square] 限位开关&电磁锁 [Red Line] 低、中、高位光电 [Purple Arrow] 预测辐照路线

图3-1 1#辐照加速器机房一层控制区与监督区划分示意图



图例：
 [Blue Box] 监督区 [Red Box] 控制区 [Yellow Circle] 急停按钮 [Speaker] 监控 [Green Circle] 巡检按钮 [Blue Circle] 声光报警装置 [Dark Blue Circle] 工作指示灯 [Grey Square] 固定式辐射监测仪
 [Green Square] 钥匙开关 [Pink Square] 限位开关&电磁锁 [Red Line] 低、中、高位光电 [Purple Arrow] 预测辐照路线

图3-2 1#辐照加速器机房二层控制区与监督区划分示意图

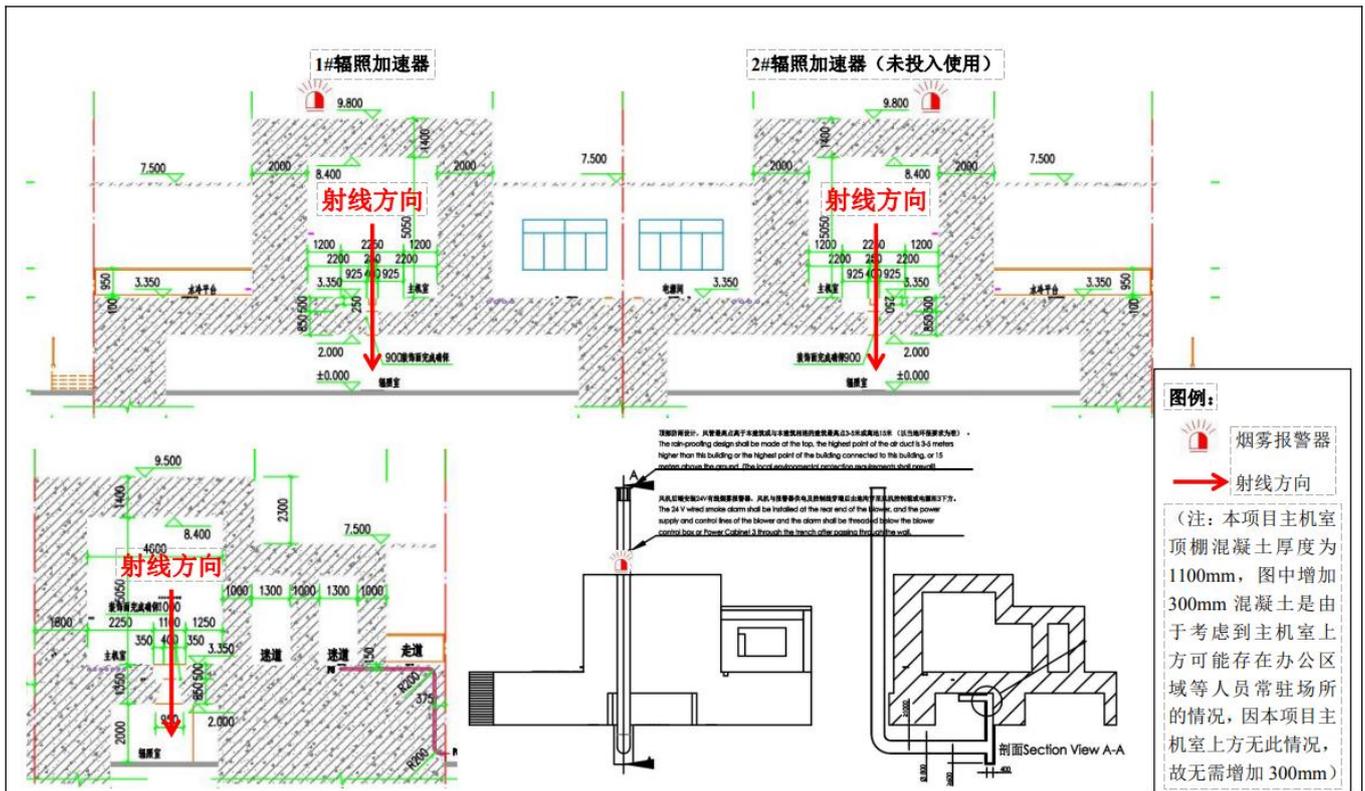


图3-3 辐照加速器剖面图

3.2 屏蔽防护设施

表 3-1 加速器自屏蔽防护系统屏蔽参数表

屏蔽防护部位		屏蔽材料及屏蔽厚度	变动情况
1#加速器机房辐照室	东侧墙	1600mm 钢筋混凝土	与环评一致
	南侧墙	2850mm 钢筋混凝土	与环评一致
	西侧墙	2600mm 钢筋混凝土	与环评一致
	北侧墙	2600mm 钢筋混凝土	与环评一致
	迷道屏蔽墙	1000mm 厚混凝土墙	与环评一致
	顶棚厚度	1350mm 混凝土	与环评一致
	迷道口 辐照室人员巡检门	辐照室迷道进出口各1扇 普通防火门	与环评一致

3.3 辐射安全与防护措施

企业环评设计辐射安全与防护措施落实情况详见下表3-2。

表 3-2 企业环评设计辐射安全与防护措施落实情况表

安全与防护措施	环评设计	落实情况
	钥匙控制：加速器的主控钥匙开关必须和主机室门、辐照室门连锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器自动停机。该钥匙必须与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用；	已落实

安全与防护措施	门机连锁：主机室、辐照室的防护门必须与束流控制和加速器高压连锁。主机室、辐照室的防护门打开时，加速器不能开机。加速器运行中门被打开则加速器自动停机；	已落实
	束下装置连锁：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。束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器自动停机；	已落实
	信号警示装置：在控制区出入口处及内部均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连锁；	已落实
	巡检按钮：主机室和辐照室内均设置“巡检按钮”，并与控制台连锁。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；	已落实
	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连锁装置(一般采用光电装置)，并与加速器的开、停机连锁；	已落实
	急停装置：控制台和主机室、辐照室内均设置紧急停机装置(辐照室设置拉线开关和急停按钮的双重紧急停机装置；主机室仅设置急停按钮)，使之能在紧急状态下终止加速器的运行。主机室和辐照室内均设置开门装置，以便人员离开控制区；本项目辐照室西墙已设置急停按钮、巡检按钮，相较于在辐照室北墙位置设置更易走管至地沟；	已落实
	剂量连锁：在辐照室和主机室的迷道内共设置了6台固定式辐射监测仪，均与辐照室和主机室的出入口门等连锁。当主机室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时，主机室门无法打开；	已落实
	通风连锁：主机室、辐照室通风系统与控制系统连锁。加速器停机后，只有达到预先设定的时间后主机室才能开门，以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值；	已落实
	辐照室产品传送带出入口设置有防护门，并须张贴电离辐射标注及中文警示标志，防止人员进入；	已落实
应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》建立健全辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、人员培训计划、检测方案等，并有完善的辐射事故应急措施	企业在从事辐射操作前，必须成立辐射防护安全管理机构，并以文件的形式明确各成员的管理职责。公司须制定《辐射安全管理机构成立文件》、《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《使用场所安全措施》、《岗位职责》、《操作规程》、《使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《辐射事故应急预案》等相关规章制度。	

（1）辐射安全管理机构及管理制度

温州申兴辐照技术有限公司在从事辐射操作前，已成立辐射防护安全管理机构，并以文件的形式明确各成员的管理职责。公司须制定《辐射安全管理机构成立文件》、《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《使用场所安全措施》、《岗位职责》、《操作规程》、《使用登

记制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《辐射事故应急方案》等相关规章制度。

（2）辐射工作人员辐射安全培训、健康管理与剂量监测

本项目4名辐射工作人员均已参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核，并已取得考核合格证书；均配有个人剂量计，个人剂量计每3个月送有资质的单位检测一次，并建立个人剂量档案；辐射工作人员已参加上岗前的职业健康检查，检查结果为可继续从事放射性工作，并建立职业健康监护档案。

（3）辐射监测仪器

本项目4名辐射工作人员每人均配备1枚个人剂量计和1台个人剂量报警仪，开展辐射加工工作时随身佩戴。本项目配备1台辐射巡测仪，经现场检查辐射巡测仪可正常可用，见图3-4。

环评设计情况	
每名辐射工作人员配备1枚个人剂量计和个人剂量报警仪，开展辐照加工工作时随身佩戴。公司内配备1台辐射巡测仪，定期自检，保存检测记录。	
实际情况	
	
个人剂量计/个人移动式报警仪	辐射巡测仪

图3-4 辐射监测仪器

（4）钥匙开关

本项目加速器的主控钥匙开关和主机室门、辐照室门联锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器自动停机。该钥匙与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用。



图3-5 主控钥匙开关

(5) 急停装置

本项目在控制台和主机室、辐照室内均设置紧急停机装置(辐照室设置拉线开关和急停按钮的双重紧急停机装置；主机室仅设置急停按钮)，使之能在紧急状态下终止加速器的运行。按钮上方均贴有“急停按钮”标识。

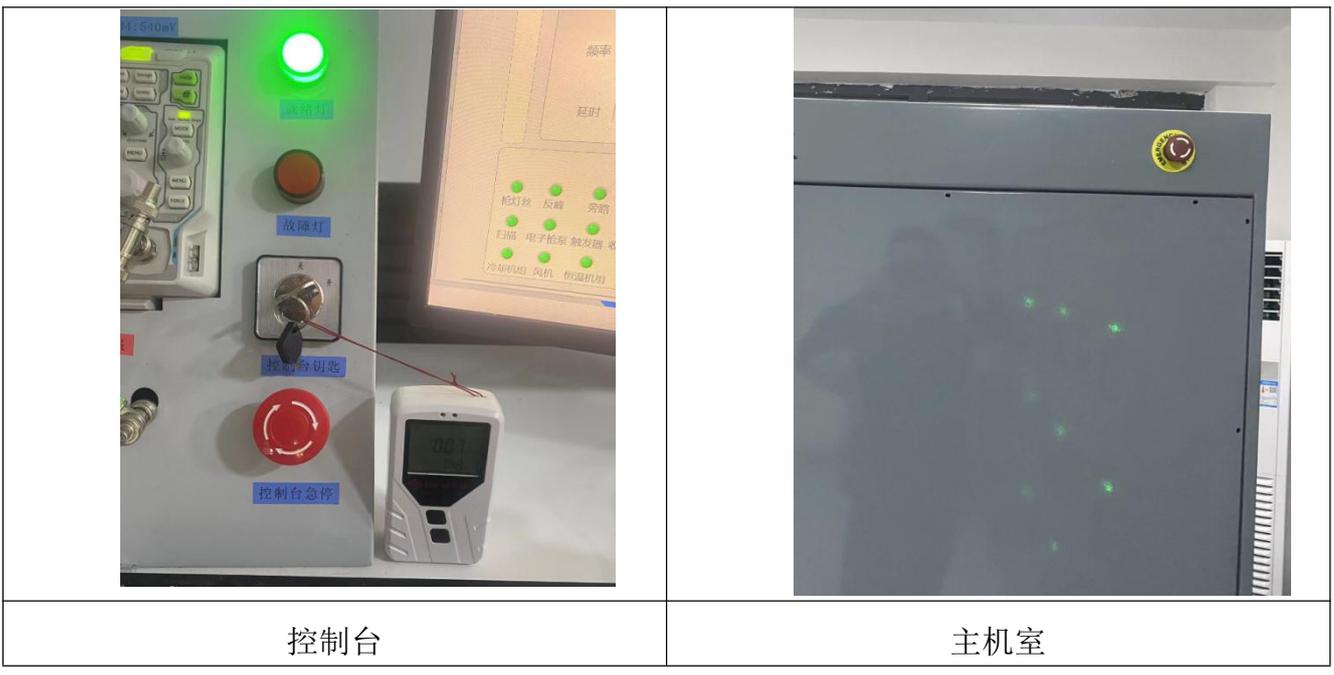




图3-6 急停按钮

(6) 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自动停机。



图3-7 主机室门机联锁

(7) 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建立可靠的接口。束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器自动停机。

（8）工作状态指示灯和警示标志

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。



主机室警示灯



辐照室警示灯

图3-8 警示灯

（9）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（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）时，主机室和辐照室门无法打开，并发出报警提示信号，确保员工及周围环境的安全。



图3-9 固定式辐射监测仪

(10) 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。



图3-10 巡检按钮

（11）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。

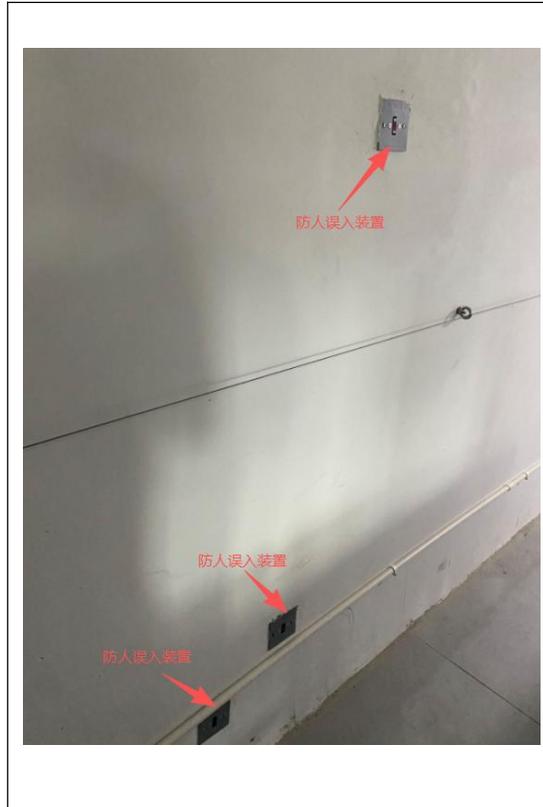


图3-11 巡检按钮

本次验收项目加速器采取的辐射安全与防护措施与环评报告表设计及批复一致，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中安全设施的要求，项目设计安全可行。

3.4 非放射性三废处理措施

（1）废气处理装置

本项目辐照加速器在工作状态时，高能电子束产生的韧致辐射(X射线)会使辐照室内空气电离从而产生一定量的臭氧和氮氧化物。

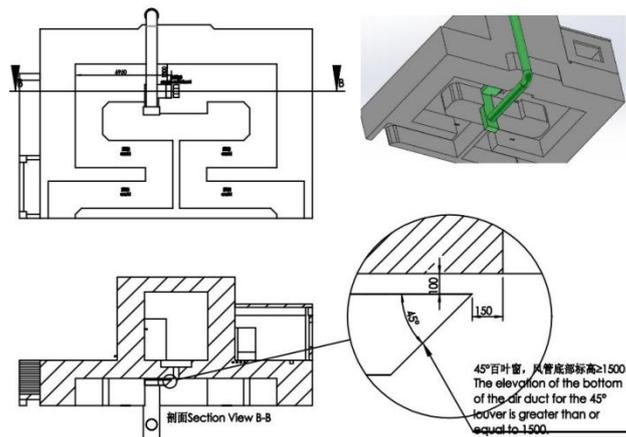
本项目1#加速器辐照室北侧均有地下U型通风管道，各配备排风机1台，排风机排风量设计为14000m³/h，1#辐照加速器机房辐照室体积均约为113.5m³。加速器停机后，辐照室内的排风机继续工作，1#辐照加速器的辐照室经过约3min的通风，辐照室内臭氧浓度可达到《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》(GBZ2.1-2007)控制要求(最高容许浓度为0.3mg/m³)。辐照室排风口通过地下风道连接到排气口，臭氧和氮氧化物通过排风管道排放至室外。辐照室进风为自然进风，未设置独立的进风管道。主机室臭氧排风通道为扫描盒安装孔，臭氧产生后沉积于该孔处，下流至辐照

室扫描盒附近后通过风机排走，进风口为迷道入口顶部百叶窗。加速器运行期间及停机后一段时间风机一直保持运行，辐照室内保持负压状态，臭氧和氮氧化物等废气通过排风管道排出，对周围影响较小。



通风设备

臭氧治理设备



通风管道布置示意图

图3-12 废气处理措施情况

(2) 废水处理装置

本项目辐照加速器冷却水系统均使用自来水，冷却水循环使用，不外排。

(3) 固体废弃物

本项目加速器运行过程中无放射性固体废物产生。

本次验收项目采取的非放射性三废处置措施与环境影响评价报告及批复一致，满足相关环保要求。

(4) 环保设施投资及“三同时”落实情况

本项目实际投资约323.3万元，其中环保设施投资320万元，环保设施投资占总投资99%，该项目环保设施投资一览表见表 3-3。

表 3-3 建设项目环保设施投资一览表

序号	项目	投资（万元）	完成时间
1	机房辐射防护施工、辐射安全装置和通风装置安装等	320	2025年8月1日
2	辐射监测仪器	1.2	
3	辐射监测仪器、个人防护用品等	0.8	
4	辐射安全与防护培训、职业健康体检、辐射安全管理规章制度制定及竣工环保验收等	1.3	
合计		323.3	

表四、建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定：**4.1 建设项目环境影响报告表主要结论**

温州申兴辐照技术有限公司新建辐照加速器项目符合实践正当性原则，采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合。《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施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，项目可行。

4.2 审批部门决定

温州市生态环境局对该项目进行了审批，审批文号：温环辐[2023]10号。

表 4-1 审批意见及落实情况一览表

序号	审批要求	落实情况
1	严格按照报告表提出的要求建设和运行加速器机房的屏蔽、排风系统，设置加速器安全连锁系统、巡检按钮、紧急停机按钮或拉绳、光电报警装置、实时监控装置、剂量监测系统、辐射警示标志等防护措施，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中的相关要求。确保辐射工作人员和其他人员受到的剂量低于各自管理限值，严防辐射事故发生。	根据现场踏勘，企业对本项目建设的1#辐照加速器机房配备了相应的辐射安全装置和保护措施。
2	加强射线装置的安全管理。检修和使用情况有详细记录；严格执行各项管理制度和操作规程，从事辐照作业前，必须仔细检查辐照装置的性能、门机连锁装置及报警系统的有效性、警告标志的状态、辐照区域人员等情况，落实风险防范措施，确保射线装置使用安全。	
3	建立辐射防护管理机构，明确各成员职责；制定完善各项辐射安全管理规章制度、操作规程、监测计划和辐射事故应急预案；严格落实各项辐射管理规章制度。	本项目已全面落实环境验收审批中关于辐射防护的各项要求，辐射防护管理机构运行高效，规章制度体系完善，各项措施执行到位。后续将持续优化辐射防护管理，定期修订相关制度，增加应急演练频次，确保辐射安全长期稳定可控。
4	做好人员安全防护和管理工作。操作人员必须经辐射安全和防护知识培训合格后上岗；配备剂量监测仪，剂量报警仪，佩戴个人剂量计，个人剂量计每3个月到有资质的单位检测一次，建立个人剂量档案；做好职业健康检查并建立职业健康监护档案。	企业针对本项目建设的1#辐照加速器机房配备了4名辐射工作人员，并为工作人员配备了个人剂量计和个人剂量报警仪，并于浙江正安检测技术有限公司签订个人剂量监测协议，定期委托监测，定期进行放射性职业病健康体检，并建立职业健康监护档案。
5	自行检查评估，发现安全隐患立即整改，每年年底应当编写射线装置安全与防护状况年度评估报告，并报当地生态环境部门。	根据收集资料，本项目尚未满一个完整运营年度，暂未达到年度评估报告编制节点，相关工作已按审批要求提前规划。

表五、验收监测质量保证及质量控制

5.1 监测分析方法

浙江正安检测技术有限公司已通过检验检测机构资质认定（CMA证书编号：231112341398）。监测方法采用资质认定计量认证证书附表内相应的方法，具体见表 5-1。

表 5-1 监测分析方法一览表

项目	分析方法
X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

5.2 监测仪器

本项目监测所采用仪器参数见表5-2，本项目电子加速器束流最高能量为10MeV，在仪器能量响应范围内。

表 5-2 仪器参数

仪器名称	X、γ辐射监测仪	仪器型号	AT1123
设备编号	W120	能量响应	60keV~10MeV
量程	50nSv/h~10Sv/h	检定证书编号	NJYF-20250951741
检定单位	浙江省质量科学研究院	检定有效期	2025.9.29~2026.9.28

5.3 人员能力

监测人员已通过专业的技术培训和考核。监测由专业人员按操作规程操作仪器，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好，并做好现场记录。

5.4 质量保证和质量控制

（1）监测单位已通过资质认定，具备有相应的检测资质和检测能力，其资质认定证书及附表见附件2；

（2）监测单位制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

（3）本次监测所采用的监测仪器已通过计量部门检定合格，并在检定有效期内；

（4）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

（5）监测方法采用国家有关部门颁布的标准；

（6）监测报告严格实行三级审核制度。

表六、验收项目监测内容

6.1 验收监测内容

监测因子：X-γ辐射剂量率；

监测点位：在1#电子加速器开机情况下对电子加速器辐照室和机房四周屏蔽体外30cm、防护门外30cm、操作位等处进行X-γ辐射剂量率监测，监测点位具体见图 6-1~3；

监测频次：开机工况下：每个监测点位测量三次；

监测时间：2025年10月09日；

监测天气：阴

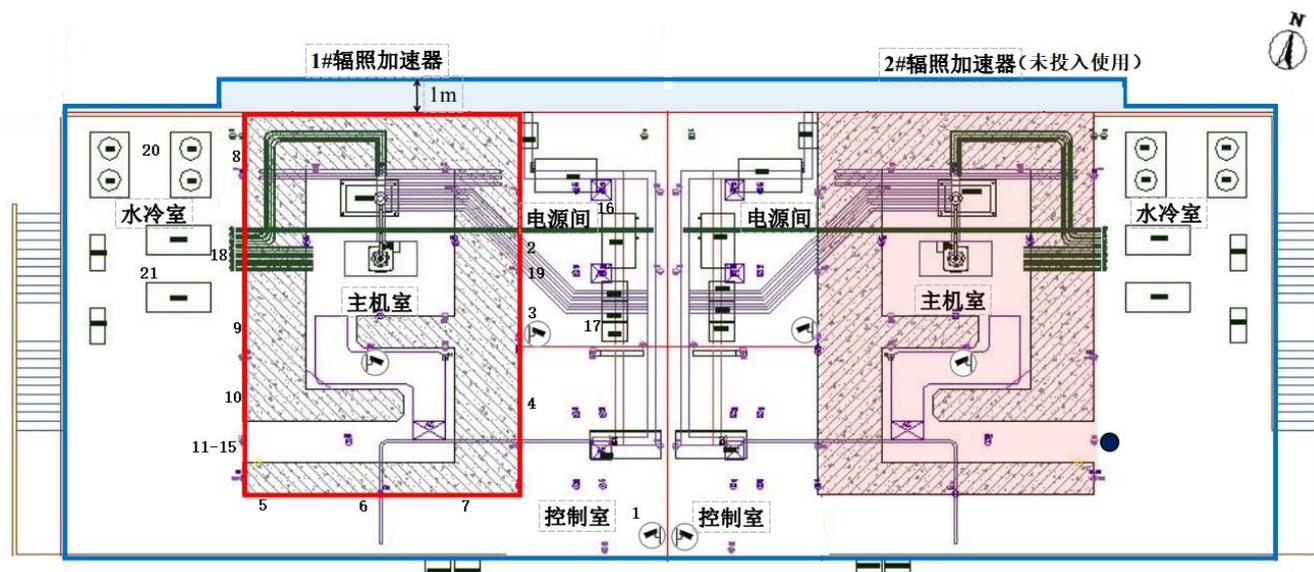


图6-1 本项目验收监测点位图（二楼）

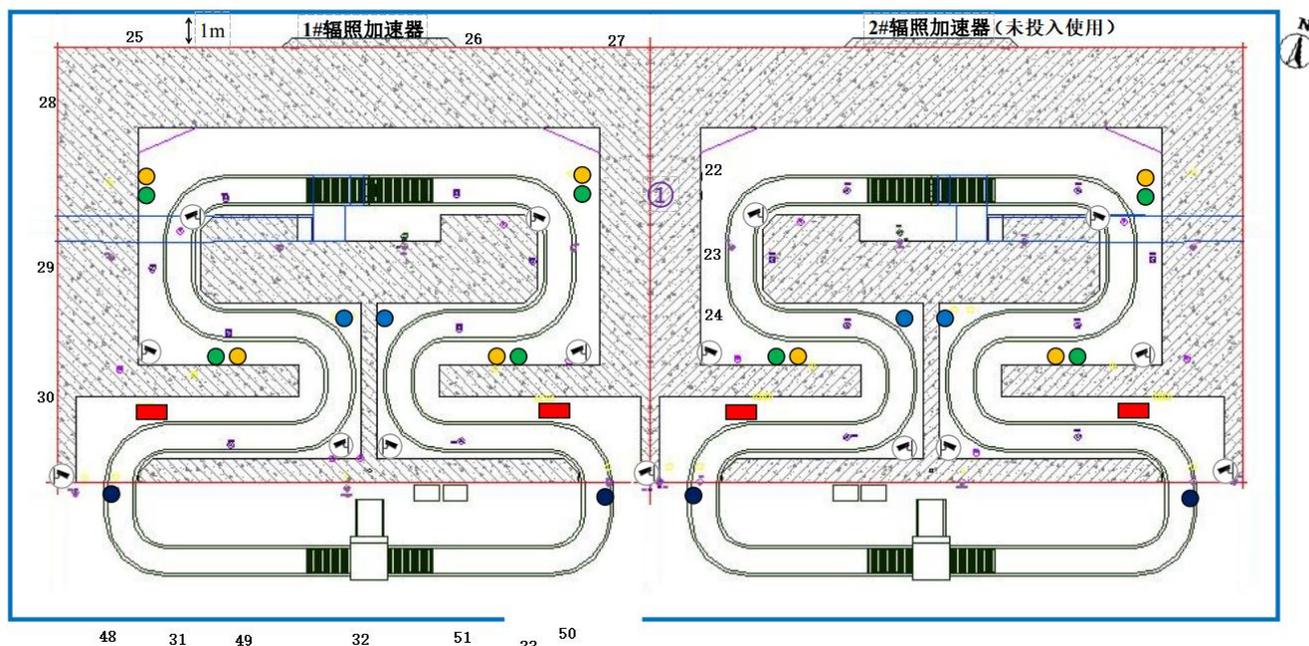


图6-2 本项目验收监测点位图（一楼）

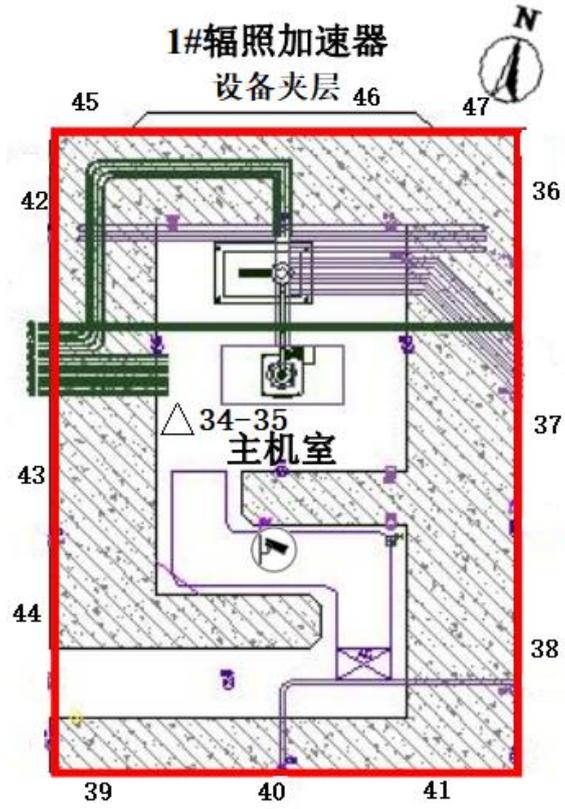


图6-3 本项目验收监测点位图（设备夹层）

表七、验收监测结果

7.1 验收监测期间生产工况记录

本项目验收监测期间，生产设备及处理设备正常运行。验收检测期间生产工况如下表所示。

表 7-1 监测期间工况调查结果

验收内容	工作场所	最大工况	验收工况
1#工业辐照加速器	生产车间	电子束最大能量：10MeV， 最大束流强度：2mA	电子束能量：10MeV， 束流强度：2mA

验收监测结果：

项目环境X-γ辐射剂量率监测结果见表7-2。

表 7-2 公司辐照加速器机房周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果

1#电子加速器 电子束能量 10MeV、束流强度2mA			
监测点编号	监测地点		监测结果（μSv/h）
1	操作位		0.27
2	主机室东墙外30cm	左侧	0.26
3		中心	0.26
4		右侧	0.27
5	主机室南墙外30cm	左侧	0.26
6		中心	0.26
7		右侧	0.27
8	主机室西墙外30cm	左侧	0.26
9		中心	0.26
10		右侧	0.26
11	主机室防护门外30cm	左缝	0.25
12		中部	0.23
13		右缝	0.44
14		上方缝	0.34
15		门底缝	0.45
16	电源室距地面30cm	北部	0.24
17		南部	0.24
18	风机过墙孔外30cm		0.35
19	穿线孔外30cm		0.26

20	水冷室备距地面30cm	北侧	0.24
21		南侧	0.24
22	1#辐照室迷道东墙外30cm	左侧	0.24
23		中心	0.24
24		右侧	0.24
25	1#辐照室北墙外30cm	左侧	0.24
26		中心	0.24
27		右侧	0.24
28	1#辐照室西墙外30cm	左侧	0.24
29		中心	0.23
30		右侧	0.23
31	南侧围栏外30cm	左侧	0.24
32		中心	0.24
33		右侧	0.24
34	主机室顶部外30cm	北侧	0.25
35		南侧	0.25
36	主机室设备夹层东墙外30cm	左侧	0.24
37		中心	0.24
38		右侧	0.24
39	主机室设备夹层南墙外30cm	左侧	0.24
40		中心	0.23
41		右侧	0.23
42	主机室设备夹层西墙外30cm	左侧	0.23
43		中心	0.24
44		右侧	0.24
45	主机室设备夹层北墙外30cm	左侧	0.24
46		中心	0.24
47		右侧	0.24
48	货物入口围栏外		0.24
49	上货区		0.24
50	货物出口围栏外		0.24
51	下货区		0.24

注：上表数据未扣除检测仪器宇宙射线响应值。

根据表7-2可知，当工业电子加速器以常用最大工况运行时，辐照加速器机房周围X-γ辐射剂量率为（0.23~0.45）μSv/h，满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）中加速器机房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超过2.5μSv/h的要求。

7.2 辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据表7-2监测结果可知，在验收监测工况下，操作人员操作位处辐射剂量率最高为0.45μSv/h，每名辐射工作人员年曝光时间最大为3000h，可估算得出辐射工作人员年附加有效剂量。

辐射工作人员及公众年有效剂量可通过下式进行估算：

$$H=H_c \cdot t \cdot U \cdot T$$

式中：H：关注点人员年有效剂量水平，mSv/年；

H_c：关注点处剂量率，μSv/h；

t：年照射时间，h/a；

U：向关注点方向照射的使用因子，保守取1；

T：人员在相应关注点驻留的居留因子，选取参照H979 中附录A，人员全居留取1，部分居留取1/4，偶尔居留取1/16。

根据表7-2监测结果，本次竣工环保验收项目辐射工作人员及周围公众年有效剂量估算结果分别见表7-3。

表7-3 公司辐照工作人员及周围公众年有效剂量估算结果

保护目标	参考点位置	参考点处辐射剂量率 (μSv/h)	使用因子	居留因子	年照射时间 (h)	年有效剂量 (mSv)
加速器操作人员	操作位	0.27	1	1	3000	0.810
	下货区	0.24	1	1		0.720
	上货区	0.24	1	1		0.720
加速器机房周围公众	主机室东墙外 30cm（右）	0.27	1	1/16		0.050
	主机室南墙外 30cm（右）	0.27	1	1/16		0.050
	主机室西墙外 30cm（中）	0.26	1	1/16	0.048	
	主机室防护门 外 30cm（右 缝）	0.44	1	1/16	0.082	
	主机室防护门 外 30cm（门底 缝）	0.45	1	1/16	0.084	

加速器机房周围公众	1#辐照室北外墙 30cm（北侧）	0.24	1	1/16	3000	0.045
	1#辐照室西外墙 30cm（左侧）	0.24	1	1/16		0.045
	南侧围栏外 30cm（中心）	0.24	1	1/16		0.045
	电源室距地面 30cm（北侧）	0.24	1	1/16		0.045
	主机室顶部外 30cm（南侧）	0.25	1	1/16		0.046
	水冷室设备距地面（北侧）	0.24	1	1/16		0.045
	货物入口围栏外	0.24	1	1/16		0.045
	货物出口围栏外	0.24	1	1/16		0.045

根据表7-3可知，在1#加速器开机运行时，辐射工作人员年有效剂量最大为0.810mSv，公众年有效剂量最大为0.084mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求及该项目剂量约束值要求，即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，符合环评文件及批复要求。

表八、验收监测结论

8.1 工程概况

本次验收监测项目为新建辐照加速器项目先行验收。先行验收监测内容为温州中兴辐照技术有限公司生产车间新建的1#工业电子辐照加速器机房，并配备1台由中广核达胜加速器技术有限公司生产及销售的DZ-10/20型工业电子辐照加速器，最大电子束能量为10MeV、最大束流强度为2mA，属于II类射线装置。

8.2 验收监测结果

现场监测结果表明：在验收工况下，辐照加速器机房周围X- γ 辐射剂量率为（0.23~0.45） $\mu\text{Sv/h}$ ，满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）中加速器机房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超过2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求，机房的屏蔽防护效果良好。

8.3 保护目标剂量

根据理论计算，本次环保验收项目辐射工作人员和公众的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求及该项目剂量约束值要求，即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，符合环评文件及批复要求。

8.4 辐射安全措施

本次验收的1#辐照加速器机房设置有相应的辐射安全装置和保护措施，主要包括：钥匙控制、门机连锁、束下装置连锁、信号警示装置、巡检按钮、防人误入装置、急停装置、剂量连锁、通风连锁、烟雾报警、安全警示标识、电视监视系统等。本次环保验收项目采取的辐射安全与防护措施与环境影响评价文件及批复一致，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中安全设施的要求，项目设计安全可行。

8.5 废气治理措施

本次竣工环保验收的辐照加速器机房设置有机械排风装置，风机将辐照室内废气由排风口抽出至屏蔽体外的排风管中，汇入生产车间外地面臭氧治理设施处理后通过15m排气筒排放。辐照室内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。

8.6 辐射安全管理

公司已成立了辐射安全与防护领导小组，并明确了各成员管理职责，已制定了一系列较完善的辐射安全管理规章制度。公司配备了4名辐射工作人员，其中1名为辐射管理人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，且合格证书在有效期内；公司已为本项目配备了1台辐射监测仪和4台个人报警仪；已为4名辐射工作人员配备了个人剂量计，开展了个人剂量监测，并建立了辐射工作人员个人剂量监测档案；定期对4名辐射工作人员进行职业健康体检，并建立有职业健康监护档案；此外，企业于2023年6月依据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（国务院第449号令）、《

放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《浙江省辐射环境管理办法》的要求编制并发布了《温州申兴辐照技术有限公司加速器运行辐射事故应急预案》。综上所述，温州申兴辐照技术有限公司新建辐照加速器项目（阶段性验收1#加速器）竣工环境保护验收监测结果满足环境影响报告表的审批意见以及环评报告中辐射安全管理要求，建议该项目通过竣工环境保护验收。

建议

（1）公司应定期或不定期针对X射线装置的各种管理、操作、安全措施的实施情况进行检查，确保仪器的完好和有效使用；

（2）公司应认真保管好各种档案资料以及定期的测试报告，做到各种数据有据可查。