

湖北卡倍亿电气技术有限公司
新增电子加速器辐照项目
竣工环境保护验收监测报告表（阶段性）

建设单位：湖北卡倍亿电气技术有限公司

编制单位：湖北卡倍亿电气技术有限公司

编制时间：2025 年 4 月

建设单位法人代表：（签章）林光耀

编制单位法人代表：（签章）林光耀

项 目 负 责 人 ： 程肖

填 表 人 ： 程肖

建 设 单 湖北卡倍亿电气技术有限公
位： 司（盖章）
电 话 ： 13537621970
传 真 ： /
邮 编 ： 438300
地 址 ： 麻城市经济开发区金通大道
西侧

建 设 单 湖北卡倍亿电气技术有
位： 限公司（盖章）
电 话 ： 13537621970
传 真 ： /
邮 编 ： 438300
地 址 ： 麻城市经济开发区金通
大道西侧

目录

表一：建设项目基本情况及验收监测依据.....	1
表二：项目建设情况.....	4
表三：辐射安全与防护设施/措施	13
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.....	25
表五：验收监测质量保证及质量控制.....	31
表六：验收监测内容.....	32
表七：验收监测.....	35
表八：验收监测结论.....	39

附件：

- 附件1 环评批复
- 附件2 辐照加速器操作规程
- 附件3 防护设施维修制度
- 附件4 辐射防护管理制度
- 附件5 辐射防护设施维护维修制度
- 附件6 辐射监测计划
- 附件 7 辐射事故应急预案
- 附件 8 验收检测报告

表一：建设项目基本情况及验收监测依据

建设项目名称	新增电子加速器辐照项目				
建设单位名称	湖北卡倍亿电气技术有限公司				
建设项目性质	☒ 新建 ☐ 改扩建 ☐ 技改 ☐ 迁建				
源项	放射源	不涉及			
	非密封放射性物质	不涉及			
	射线装置	II类射线装置			
建设地点	麻城市经济开发区金通大道西侧				
建设项目环评时间	2023 年 11 月	开工建设时间	2024 年 1 月		
取得辐射安全许可证时间	计划本次验收后申报辐射安全许可证	项目投入运行时间	/		
辐射安全与防护设施投入运行时间	/	验收现场监测时间	2025 年 3 月 10 日		
环评报告表审批部门	黄冈市生态环境局	环评报告表编制单位	中城国创（武汉）科技咨询有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	中广核达胜加速器技术有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	中广核达胜加速器技术有限公司		
投资总概算	1000	辐射安全与防护设施投资总概算	150	比例	15%
实际总概算	660	辐射安全与防护设施实际总概算	100	比例	15%
验收依据	1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度 （1）《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）； （2）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年； （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）； （4）《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 第 682 号）； （5）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国家环境保护部国环规环评[2017]4 号）； （6）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）；				

(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);

(8)《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);

2、建设项目竣工环境保护验收技术规范

(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);

(2)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);

(3)《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);

(4)《核技术利用监督检查技术程序》(2020 年发布版);

(5)《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);

(6)《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979 - 2018);

(7)《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010);

(8)《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)

3、其他相关文件

(1)《湖北卡倍亿电气技术有限公司新增电子加速器辐照项目环境影响报告表》(中城国创(武汉)科技咨询有限公司,2023 年 11 月)。

(2)黄冈市生态环境局《关于湖北卡倍亿电气技术有限公司新增电子加速器辐照项目环境影响报告表的批复》(黄环审[2024]3 号,2024 年 1 月 5 日)。

(3)其他防护设计资料。

验收执行标准

1、约束剂量

据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定,本项目相关限值标准见表 1-1。

表 1-1 职业照射和公众照射年平均有效剂量限值

内容	项目	剂量限值	标准名称
连续五年平均有效剂量限值	辐射工作人员	20mSv	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)
年有效剂量限值	公众成员	1mSv	
辐射防护的剂量约束值	辐射工作人员个人年有效剂量	5mSv/a	《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)
	公众成员个人年有效剂量	0.1mSv/a	
个人年有效剂量限值	职业照射人员	5mSv/a	《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010)
	公众成员	0.1mSv/a	
年人均剂量当量	从事加速器工作的全体放射性职业人员	5mSv/a	《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)
	公众成员	0.1mSv/a	

2、剂量当量控制水平

依据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)中的要求中,本项目相关剂量当量率控制水平采用标准见表 1-2。

表 1-2 本项目相关剂量当量率控制水平

内容	项目	剂量限值	标准名称
周围剂量当量率	电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处以及外区域	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)

3、辐照加工能量

依据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)中的要求,本项目加速器的辐照加工能量适用范围见表 1-3。

表 1-3 本项目辐照加工能量适用范围

内容	本项目	适用范围	标准名称
辐照加工能量	1.5MeV、2.0MeV	$\leq 10\text{MeV}$	《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)

表二：项目建设情况

工程建设内容：

1、建设单位基本情况

项目名称：新增电子加速器辐照项目

建设性质：新建

建设地点：麻城市经济开发区金通大道西侧

建设单位：湖北卡倍亿电气技术有限公司

2、项目建设内容及规模

2023 年 11 月，湖北卡倍亿电气技术有限公司委托中城国创（武汉）科技咨询有限公司编制了《湖北卡倍亿电气技术有限公司新增电子加速器辐照项目环境影响报告表》，并取得了黄冈市生态环境局《关于湖北卡倍亿电气技术有限公司新增电子加速器辐照项目环境影响报告表的批复》（黄环审[2024]3 号），该报告表中评价内容为 3 台电子加速器（1 台 2.0MeV、2 台 1.5MeV），目前由于市场原因，订单需求量未达到环评时期的预期，故实际仅建设 2 台电子加速器（1 台 2.0MeV、1 台 1.5MeV），剩余的 1 台 1.5MeV 加速器待后期订单需求充足后，另行进行验收手续，其不在本次验收范围内。

湖北卡倍亿电气技术有限公司在麻城市经济开发区金通大道西侧的厂区内建设 2 座电子加速器辐照室，使用 1 台 2MeV 电子加速器和 1 台 1.5MeV 电子加速器，用于热缩材料及电线电缆的辐照交联，通过改变聚烯烃基材的内部分子结构，以提高其使用性能，属于Ⅱ类射线装置。

表 1 本项目射线装置一览表

射线装置名称	规格型号	装置类别	数量	设备参数	工作场所
高频高压型电子加速器	DDLH2.0MeV-50mA	Ⅱ类	1 台	电子束最高能量 2.0MeV，束流 50mA	1#加速器机房
高频高压型电子加速器	DDLH1.5MeV-80mA	Ⅱ类	1 台	电子束最高能量 1.5MeV，束流 80mA	2#加速器机房

本项目暂时未取得辐射安全许可证，目前正在同步向黄冈市生态环境局申报辐射安全许可证。

3、项目总平面布置

本项目位于麻城市经济开发区金通大道西侧湖北卡倍亿电气技术有限公司西侧生产车间。3 间辐照车间均位于生产车间东南角，已建设 3 间加速器机房，实际仅使用 2 间加速器机房（1#及 2#机房），具体平面布置图见下。

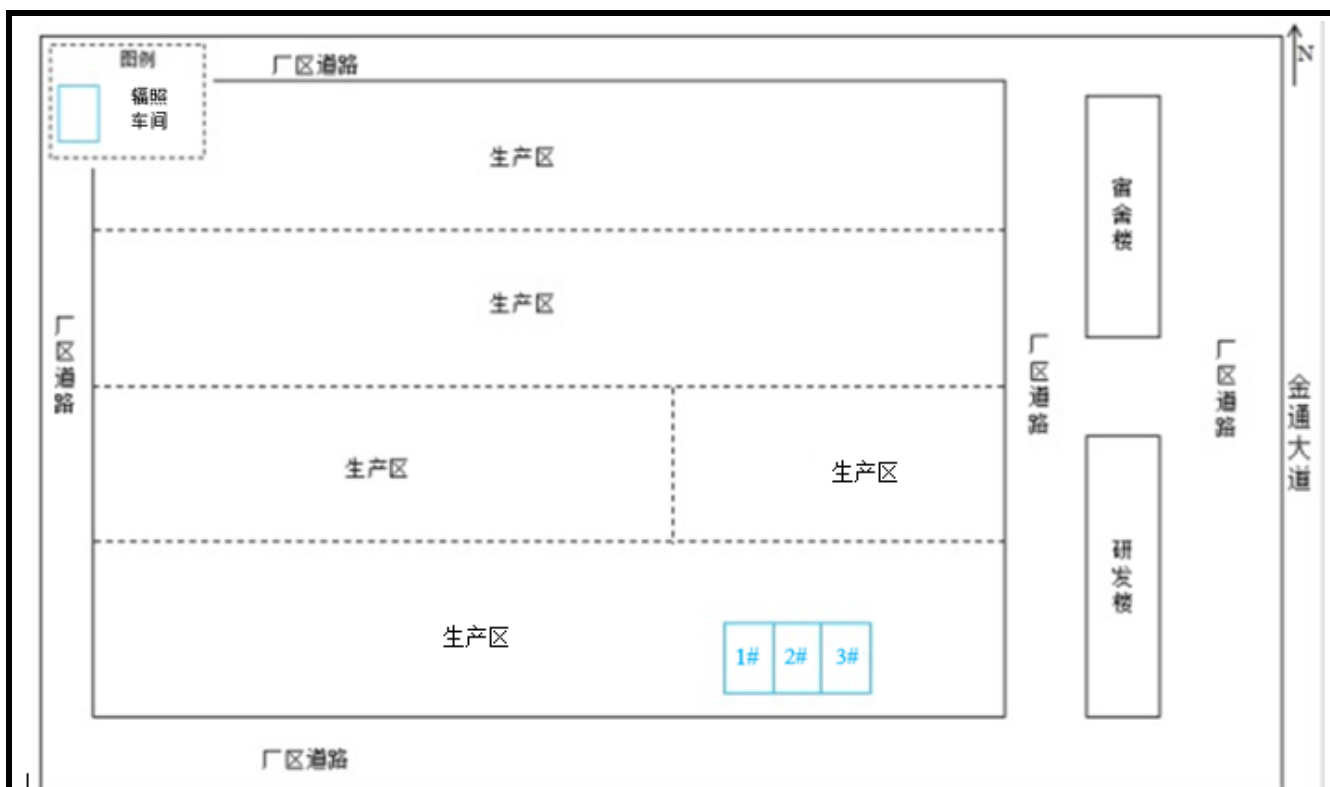


图 2-1 辐照车间所在位置示意图

4、建设地点和周围环境敏感目标分布情况

(1) 建设地点

本项目建设地点位于麻城市经济开发区金通大道西侧湖北卡倍亿电气技术有限公司西侧生产车间。

(2) 周边环境概况及环境敏感目标

本项目辐照车间屏蔽体周边 50m 范围内环境概况及环境敏感目标分布情况见下。

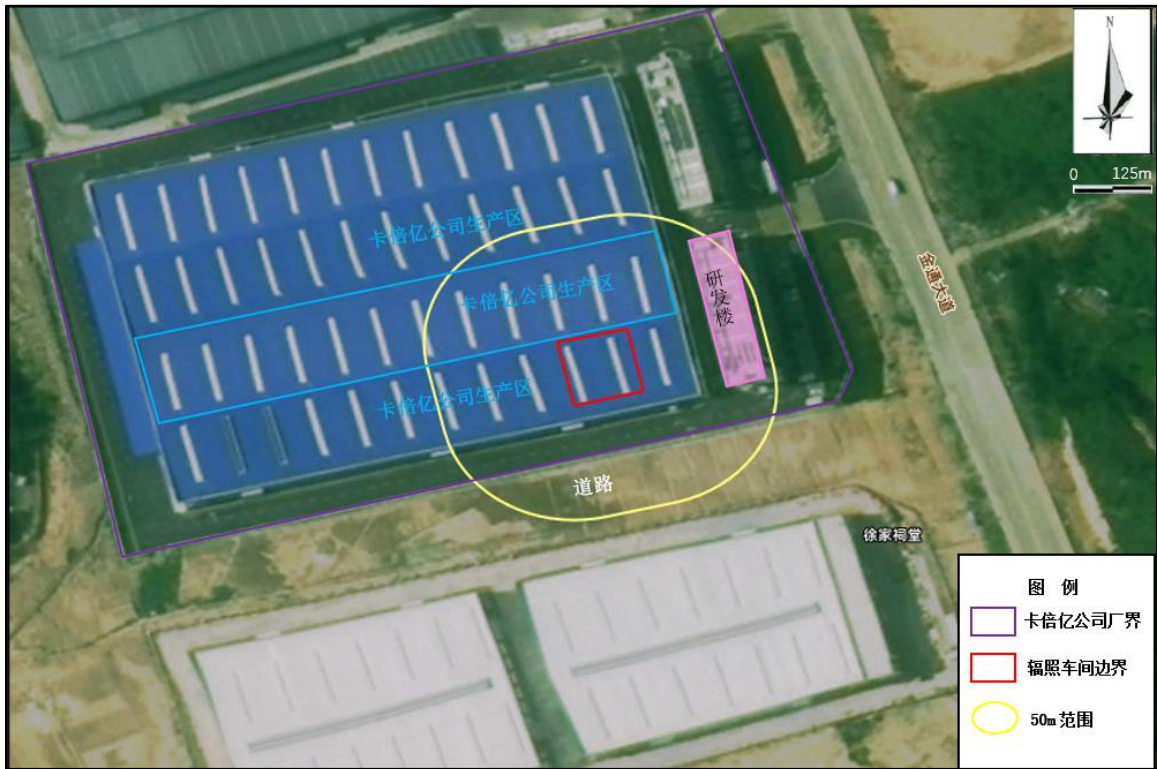


图 2-2 辐照车间周边 50m 环境示意图

本项目周边保护目标为辐照车间屏蔽体边界外 50m 范围内的辐射工作人员及周边公众成员，本项目辐射工作人员为辐照车间操作人员，公众成员为 50m 范围内厂区边界外的其他工作人员。

表 2-2 环境保护目标一览表

序号	点位描述	环境保护对象	方位及距离	人数	剂量限值
1	辐照车间	/	/	2 人	5mSv/a
2	西侧生产区	公众人员	西侧，0-50m	5 人	0.1mSv/a
3	北侧生产区		北侧，0~50m	10 人	
5	南侧厂区道路		南侧，3-21m	流动人员	
6	规划道路		南侧，21-50m	流动人员	
7	东侧预留区域		东侧，0~22m	流动人员	
8	东侧厂区道路		东侧，22~38m	流动人员	
9	研发楼		东侧，38-50m	约 20 人	

4、项目与环评报告及批复内容变化情况

本项目与环评报告及批复中内容变动情况见下表。

表 2-3 本项目环评与实际建设情况对比一览表

类别	环评及批复内容	实际建设	变动情况
建设性质	新建	新建	无
建设地点	麻城市经济开发区金通大道西侧湖北卡倍亿电气技术有限公司现有厂区内	麻城市经济开发区金通大道西侧湖北卡倍亿电气技术有限公司现有厂区内	无
建设规模	配置 3 台电子加速器，加速器能量分别为 2MeV、1.5MeV、1.5MeV	配置 2 台电子加速器，加速器能量分别为 2MeV、1.5MeV	实际减少一台 1.5 MeV 加速器

设备参数	电子束最高能量 2.0MeV	束流 50mA	电子束最高能量 2.0MeV	束流 50mA	实际减少 一台 1.5 MeV加速 器
	电子束最高能量 1.5MeV	束流 80mA	电子束最高能量 1.5MeV	束流 80mA	
	电子束最高能量 1.5MeV	束流 80mA			
工艺	辐照交联热缩材料及电线电缆		辐照交联热缩材料及电线电缆		无

源项情况：

本项目电子加速器相关参数信息见下。

表 2-4 电子加速器参数一览表

射线装置名称	规格型号	装置类别	数量	设备参数	工作场所
高频高压型电子加速器	DDLH2.0MeV-50mA	II类	1 台	电子束最高能量 2.0MeV，束流 50mA	1#加速器 机房
高频高压型电子加速器	DDLH1.5MeV-80mA	II类	1 台	电子束最高能量 1.5MeV，束流 80mA	2#加速器 机房

工程设备与工艺分析：

1、设备组成

本项目电子辐照加速器它的主体部分由直流高压发生系统（包括高频振荡器、高频变压器、高频电极、电晕环、整流硅堆、高压球帽等）、电子束加速系统（E-beam acceleration system）、扫描引出系统（Beam scan and output system）、钢筒（Pressure Vessel）组成；辅助系统包括计算机控制系统、真空系统（Vacuum Pumping System）、六氟化硫（SF₆）气体处理系统（SF₆Gas Handling System）、水冷却系统（Water Cooling System）、辐射防护安全联锁及监测系统、束下传输系统（Under Beam Conveyor）等。其工作方式为：首先，将工频低压电能，用高频振荡器变成高频电能，再通过高频耦合方式给由二极管和空间电容组成的倍压整流电路并联供电，串联后得到极高的直流电压，用它加速电子，获得所需要的高能强流电子射线。照射电缆是电动传输方式进行传输。

电子加速器需要建设工业辐照专用的辐照车间，以屏蔽加速器装置运行时的辐射影响，保证加速器机房外工作人员的安全。加速器工作时，设备操作人员位于控制室内设置机器参数并监控加速器运行情况，装卸货物的工人位于辐照室外装卸货区。加速器出束时，主机室及辐照室内均无人员停留。

2、工作原理

高频电极与耦合电极（电晕环）之间的构成耦合电容 C_{se} ，整流硅堆（主要元件为二极管）本身及与其并联的分布电容为 C_{ac} ，电路的负载为电子束加速系统。所有一侧的耦合电容 C_{se} 形成并联电路，耦合电容间通过整流硅堆连接。高频振荡器从电网取电后产生的低压高频电压馈入 LC 谐振回路后，经由高频变压器升压后传送到两块半圆弧形电极板（高频电极）上，两

个高频电极的电位交替变化，通过耦合电容和整流硅堆，从一侧电晕环向另一侧电晕环充电，位于一侧的各级耦合电容同时充电，由于整流硅堆的单向导电性，充电只能向一个方向前行，这样在电路中的每个 C_{ac} 上可获得的直流高压 V_0 ，并从低电位逐级升高直至整流硅堆链的端部高压球帽处，可以获得 NV_0 (N 为电路中整流硅堆的数量) 的直流高压，这也决定了电子束加速系统的最终能把电子束流加速到多大能量。

电子加速器在辐射时，射束集中，能量利用率高，且在停机状态下没有辐射危害。电线电缆绝缘材料有机高分子聚合物在电子束的作用下可使大分子之间发生化学键搭桥，形成三维网状结构（辐射交联），从而显著改善绝缘材料的化学稳定性和热稳定性。

加速器在运行过程中不产生放射性废水、放射性固体废物和放射性废气。

加速器运行过程中产生的 X 射线致空气电离会产生一定量的臭氧和氮氧化物等非放射性废气，3 个加速器室均安装排风机，风机在加速器开机时一直处于开启状态，直至停机后 10 分钟，可将辐照过程中产生的少量臭氧和氮氧化物排出辐照室。

本项目采用的六氟化硫（ SF_6 ）气体处理系统位于二层平台，六氟化硫为惰性气体、无毒、不燃、无腐蚀性，电子束会与六氟化硫相互作用，产生大量的离子，这些离子通过探测器的测量可以更加准确地监测电子加速器的能量。六氟化硫具有良好的热稳定性和化学稳定性，可以确保在较长时间内稳定地工作，从而保证加速器的性能。

3、工艺流程

（1）电子加速器操作流程

- 1) 开机前必须检查送、排风系统、冷冻、冷却水系统、供电系统以及安全联锁系统等是否完好，确保接通。
- 2) 每次开机前必须检查辐照室设置的各项安全防护设施是否运行正常，并作好相应记录。
- 3) 开机前必须检查辐照室是否有人，确保无人时才能开机。
- 4) 开机并确认加速器是否运行正常。
- 5) 当运行正常时，调节加速器参数至被辐照物所需要的参数，并开启束下系统，对被辐照物进行辐照加工。

（2）辐照交联工艺流程

加速器用于热缩材料及电线电缆的辐照交联加工，电子束照射电缆线和热缩材料，使电缆线和热缩材料中的聚乙烯、聚烯烃、聚氯乙烯由线型结构转变为三维网状体型结构，从而改变电缆结构。

拟辐照的电缆放到待辐照区，连接放线机，电缆通过牵引机由产品走线地坑穿墙进入辐照

室，缠绕到束下辊筒，经电子束辐照后由产品走线地坑穿墙出辐照室，然后收到收线机上。

（3）电缆传输路径

电缆被缠放在双工位放线机→储线架→张力架→过线轮→地坑过线轮（电缆从迷道外墙经约 60°斜向下穿过墙体进入迷道，再由迷道墙斜向上约 60°进入辐照室）→内牵引机（经过加速器辐照）→地坑过线轮→过线轮→张力架→储线架→双工位收线机。

本项目工艺流程见图 2-1，电子加速器系统示意图 2-2~2-3，电缆进入辐照室示意图见 9-4。

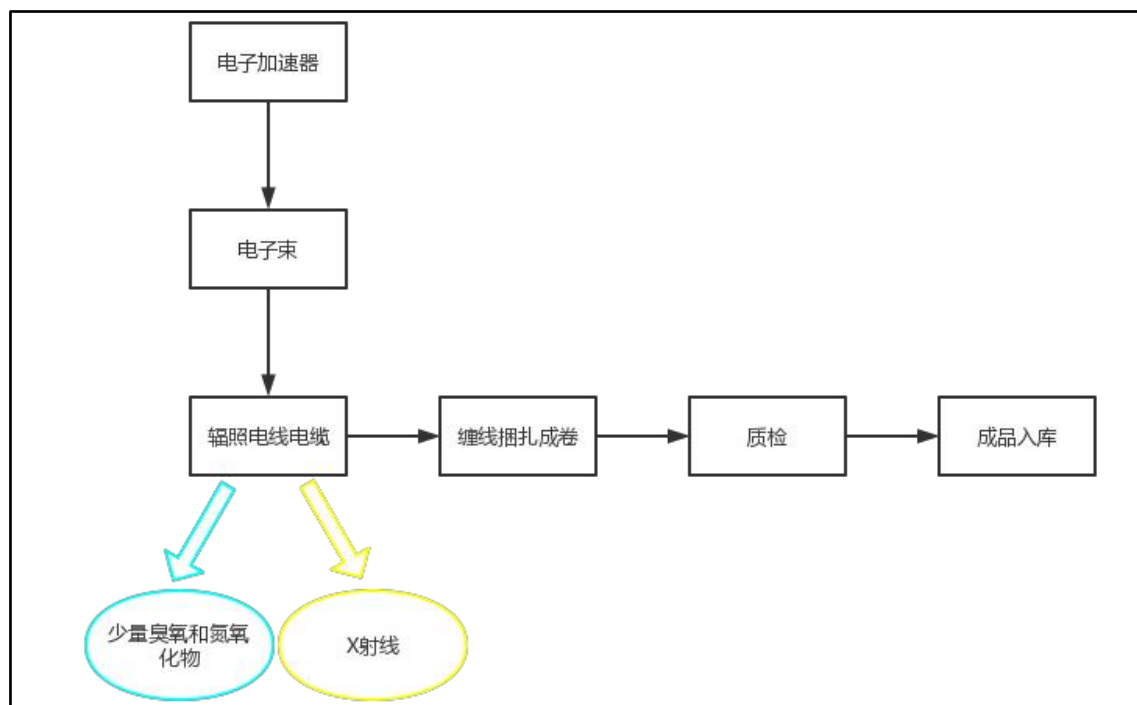


图 2-3 电线电缆辐照工作流程及产污环节示意图

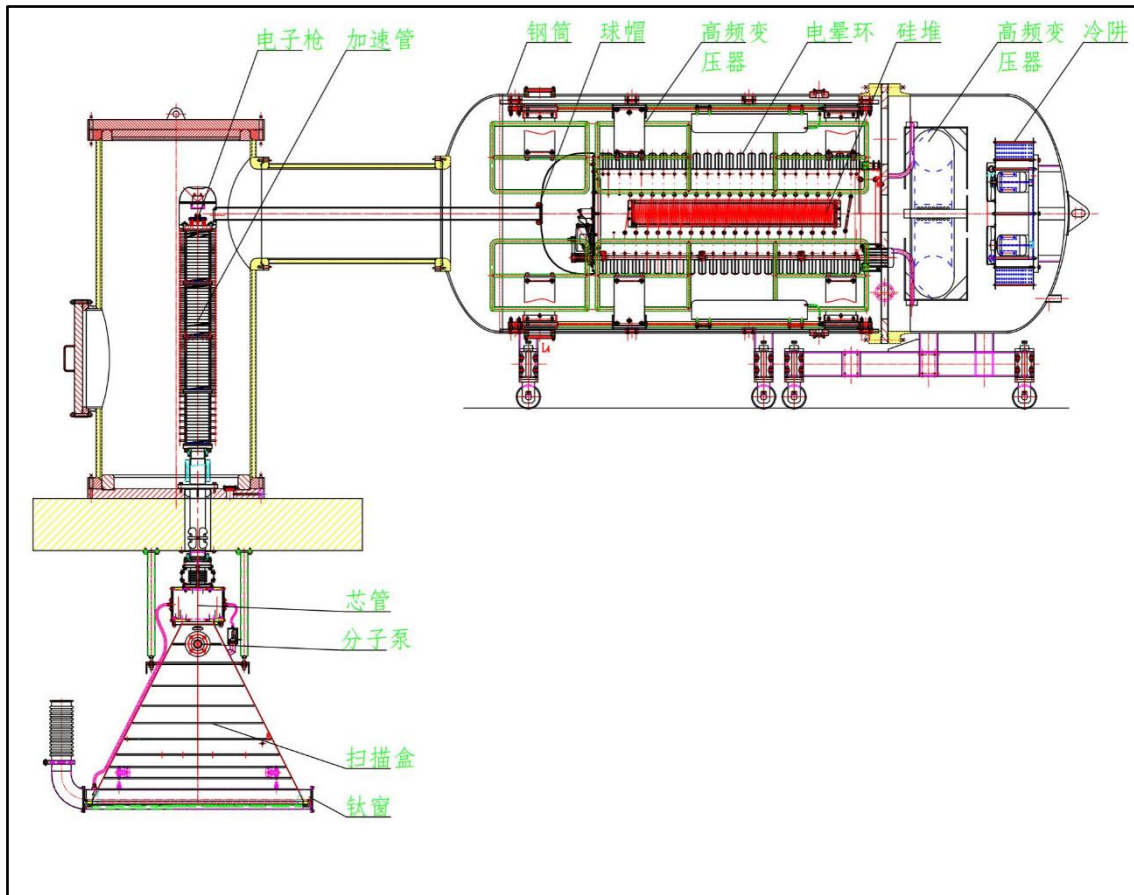


图 2-4 电子辐照加速器整体结构示意图

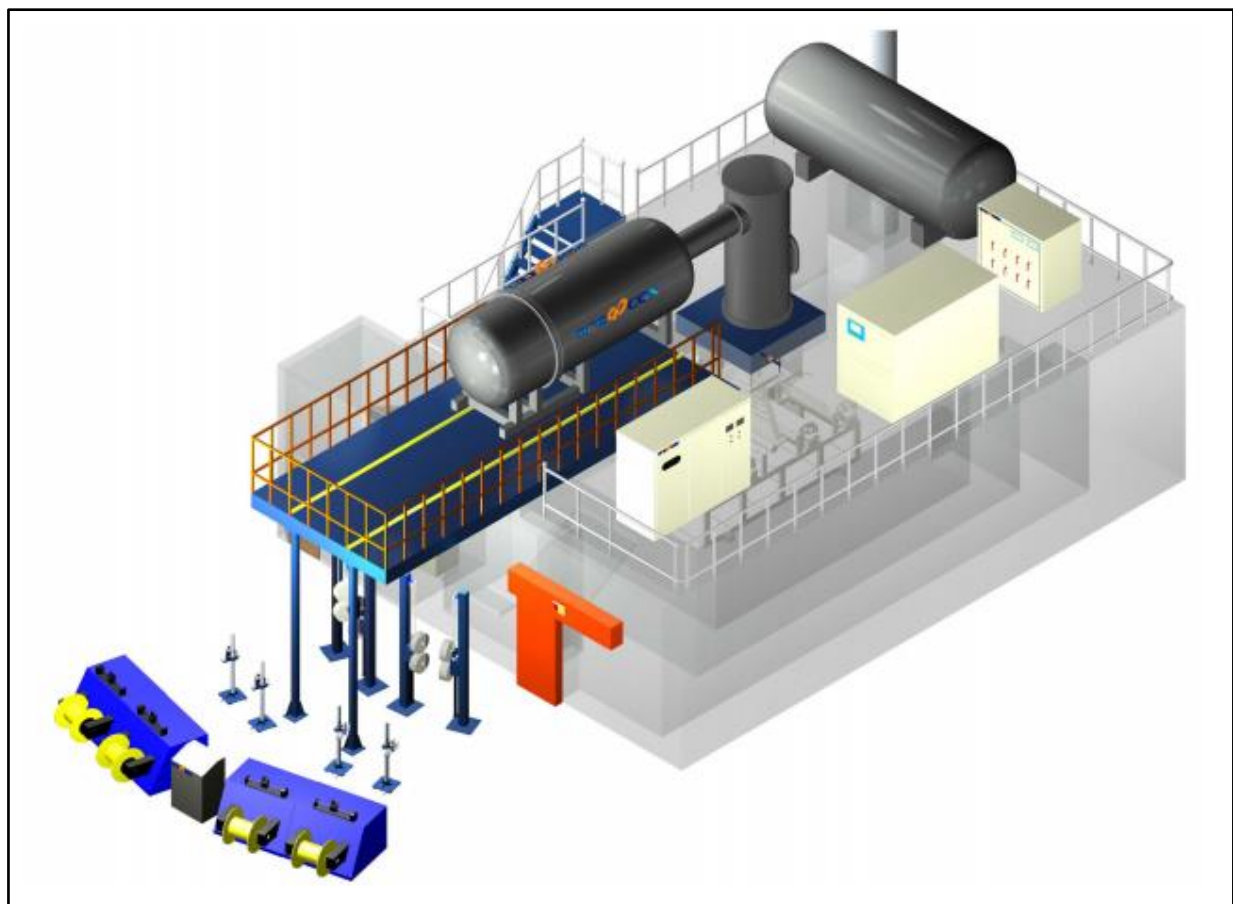


图 2-5 安装在屏蔽室内的加速器辐照装置示意图

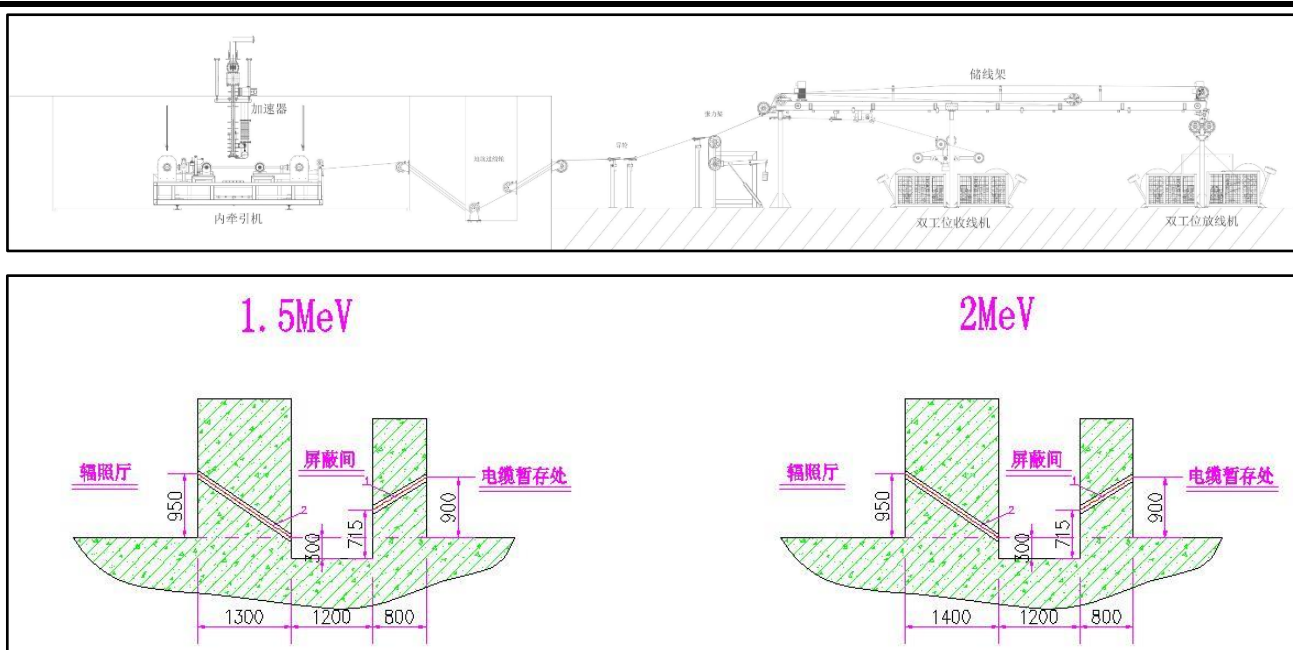


图 2-6 电缆进入辐照室示意图

4、人员配备及工作时间

本项目配备 2 名辐射工作人员负责辐照车间操作，2 名工作人员均已通过核技术利用辐射安全与防护考核并取得成绩单（编号分别为：FS24HB2200148、FS24HB2200144），本项目每台设备运行时间为 300 天/年，每天按最大累积出束 8/小时计算，每年工作时间约 2400 小时。

5、可能产生的放射性废物或可能存在潜在放射性影响的工艺环节

（1）X 射线

加速器运行期间，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。高能电子束与靶物质及其他结构材料相互作用时将产生 X 射线。绝大部分 X 射线被产品吸收，极少量的 X 射线经屏蔽体入射面的吸收，屏蔽体厚度按两倍的安全系数进行设计，经有效的安全防护措施后，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量标准限值要求。X 射线瞬时辐射在加速器运行时产生，关机后即消失。

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018），不需要考虑中子防护问题，仅考虑瞬时辐射。

（2）电子束

电子束加速器运行产生的高能电子束，绝大部分电子束射线被产品吸收，极少量的电子束射线经屏蔽体入射面的吸收，屏蔽体厚度按两倍的安全系数进行设计，经有效的安全防护措施后，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量标准限值要求。

（3）非放射性污染因子

氧气分子受到电子或 X 射线束照射时，会分解成原子。氧原子的不稳定性极强，极易与其他物质发生反应。如与氧气、氮气反应时，就形成了臭氧和氮氧化物，氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3。本项目辐照室运行时无人进入，但是停机后工作人员需等待 10 分钟后方可进入辐照室。

本项目加速器自带冷却水循环系统，其使用的冷却水为纯净水，不会在管壁结垢也不会腐蚀设备，该冷却水循环使用，需定时补充纯净水，无废水外排，因此运行阶段不产生废水。

表三：辐射安全与防护设施/措施

1、工作场所的布局和分区管理

(1) 布局

本项目 1#、2#辐照车间内分别放置 1 台电子加速器，3#辐照车间目前空置。

本项目实际使用的 2 间辐照车间均位于生产车间东南角，加速器机房东侧为预留区域、厂区道路及研发楼，西侧为生产区、厂区道路，南侧为厂区道路及场外规划道路，北侧为生产区域和厂区道路，生产车间地下及上方均无其他建筑，其中：2#加速器机房位于辐射工作场所的中部，加速器机房为双层结构，一层为辐照室、控制室，二层为平台（包括加速器主机、冷却水循环系统、气体系统）；1#加速器机房位于辐射工作场所的西侧，机房为双层结构，加速器机房为双层结构，一层为辐照室、控制室，二层为平台（包括加速器主机、冷却水循环系统、气体系统）。

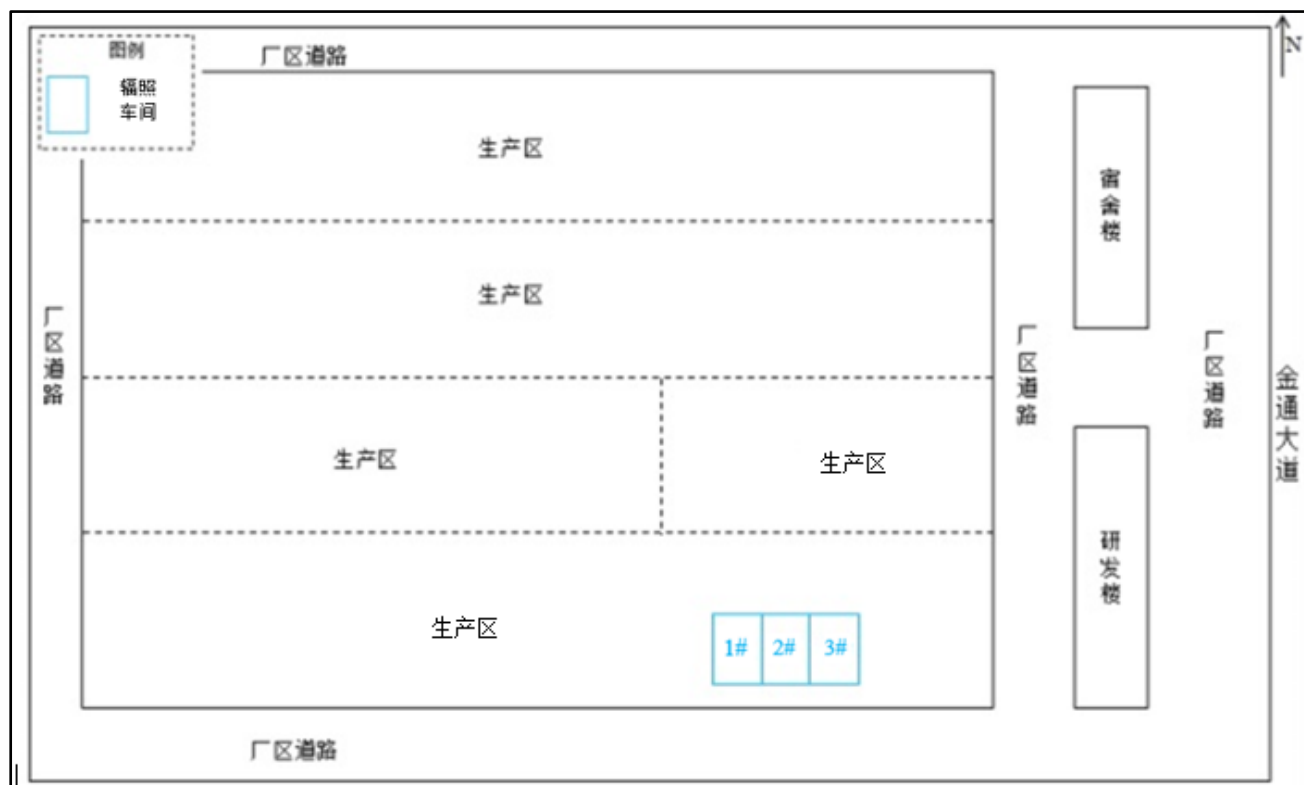


图 3-1 辐照车间布置示意图

(2) 分区管理

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求，对辐射工作场所进行分区管理。结合本项目辐射防护以及环境情况的特点，将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；将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分为监督区。

基于以上分区原则，将本项目检测室分为以下控制区及监督区。

表 3-1 本项目控制区、监督区划分一览表

控制区	监督区
下图中红色区域	下图中黄色区域

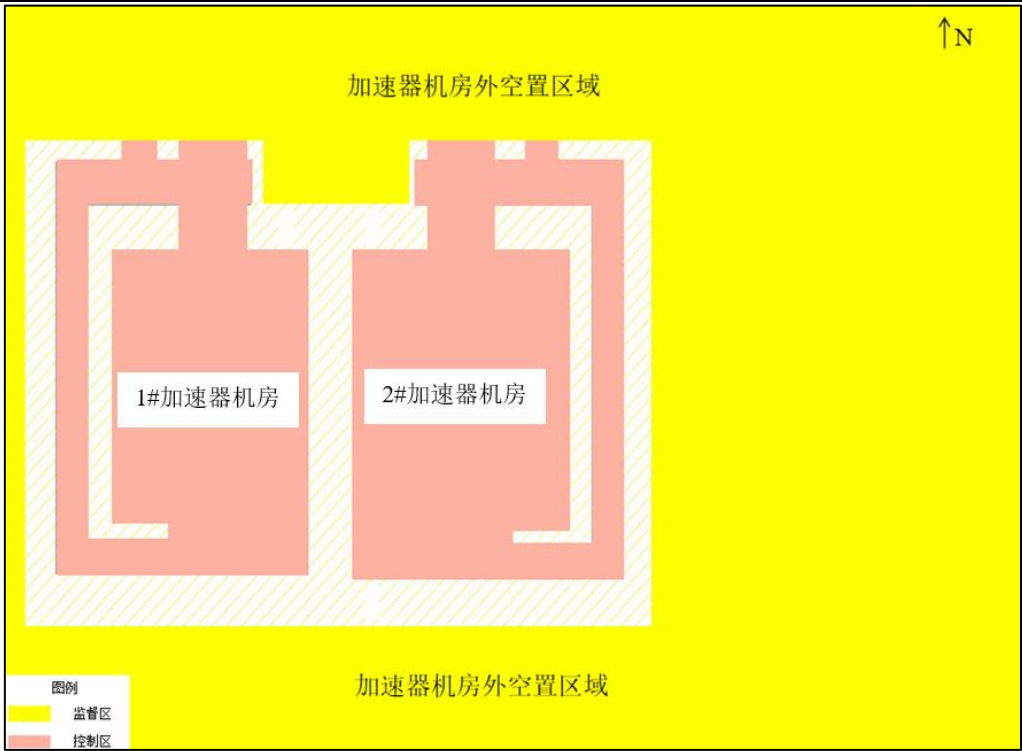


图 3-2 辐照车间一层分区图

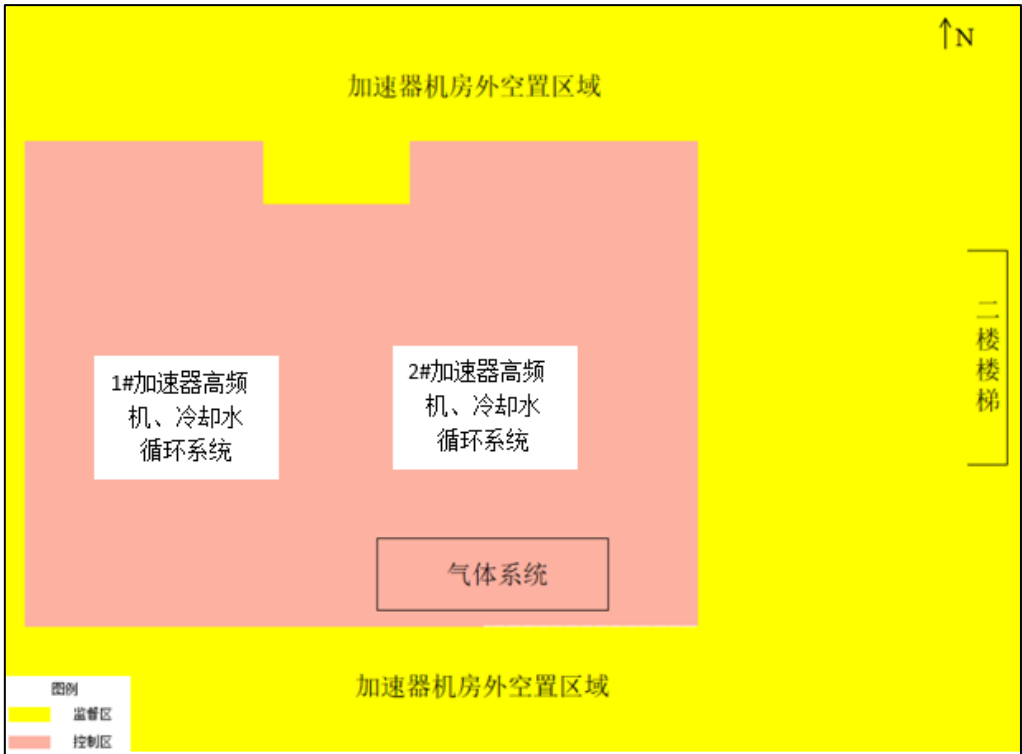


图 3-3 辐照车间二层分区图

2、屏蔽设施建设情况及屏蔽效能

本项目辐照车间屏蔽设施建设情况及屏蔽效能见下表。

表 3-2 本项目屏蔽设施建设情况一览表

辐照 车间	屏蔽体名称		设计结果
1.5MeV (2#辐 照室)	辐照 室	辐照室规格(净 空尺寸)	9000mm×6500mm×2400mm (高); 体积 140.4m ³ 。
		墙体混凝土厚 度	南侧防护墙+迷道墙: 1400mm+500mm; 南侧副防护墙 1400mm; 北 侧主防护墙+迷道墙: 1300mm+800mm; 北侧副防护墙: 1400mm; 西侧防护墙(与 1#辐照室共用): 1500mm; 东侧防护墙(与 3#辐照 室共用)+迷道墙: 1000mm+800mm; 顶棚: 1400mm。
		出入口防护门	尺寸: 1300mm×2100mm (高), 材料: 10mm 铅, 上搭接 100mm, 左搭接 200mm, 右搭接 200mm。
		产品引出坑	采用多折回方式通过屏蔽体, 第一次折回高度为 950mm, 第二次折 回高度为 900mm。
		过线窗口	过线窗口位于辐照室东侧, 距地面高约 0.95m 处设有线缆进出口, 线缆进出线从迷道外墙经约 60°角斜向下穿过墙体进入迷道, 再由迷 道墙斜向上约 60°角到达外墙后, 最终引出至收线、放线机。不锈钢 管大小依次为 φ80×3×1800、φ80×3×1100。
		通风口	通风采用臭氧风机进行排风, 排风管采用地下 U 型通过屏蔽体, 辐 照室内的排气口设置在扫描窗正下方, 外排风口位于厂房屋顶上方 3m。
	主机	钢筒自屏蔽	钢筒顶部 60mm 铅板+105mm 钢板, 钢筒外壁 30mm 铅板+15mm 钢 板, 钢筒底部 90mm 钢板; 接管筒体外壁: 30mm 铅板+13mm 钢板。 顶棚与自屏蔽主机连接处: 430mm 钢板。
2.0MeV (1#辐 照室)	辐照 室	辐照室规格(净 空尺寸)	8800mm×5900mm×2300mm (高); 体积 119.416m ³ 。
		墙体混凝土厚 度	南侧防护墙+迷道墙: 1500mm+500mm; 南侧副防护墙 1500mm; 北 侧主防护墙+迷道墙: 1400mm+800mm; 北侧副防护墙: 1400mm; 东侧防护墙(与 2#辐照室共用): 1500mm; 西侧防护墙+迷道墙: 1000mm+900mm; 顶棚: 1500mm。
		出入口防护门	尺寸: 1300mm×2100mm (高), 材料: 10mm 铅, 上搭接 100mm, 左搭接 200mm, 右搭接 200mm。
		产品引出坑	采用多折回方式通过屏蔽体, 第一次折回高度为 950mm, 第二次折 回高度为 900mm。
		过线窗口	过线窗口位于辐照室东侧, 距地面高约 0.95m 处设有线缆进出口, 线缆进出线从迷道外墙经约 60°角斜向下穿过墙体进入迷道, 再由迷 道墙斜向上约 60°角到达外墙后, 最终引出至收线、放线机。不锈钢 管大小依次为 φ102×3×1700、φ102×3×940。
		通风口	通风采用臭氧风机进行排风, 排风管采用地下 U 型通过屏蔽体, 辐 照室内的排气口设置在扫描窗正下方, 外排风口位于厂房屋顶上方 3m。
	主机	钢筒自屏蔽	钢筒顶部 60mm 铅板+110mm 钢板, 钢筒外壁 30mm 铅板+15mm 钢 板, 钢筒底部 80mm 钢板; 接管筒体外壁: 30mm 铅板+13mm 钢板。 顶棚与自屏蔽主机连接处: 450mm 钢板。

二层平台	平台	平台规格	13700mm×29000mm, 辐照室整体建在厂房内, 厂房顶棚材料为彩钢板, 厂房侧面材料为砖瓦墙和彩钢板。加速器发生装置在二层平台上, 二层平台无其他防护屏蔽墙, 平台设防护围栏防止工作人员跌落。二层平台从一层辐照室南侧楼梯进入, 楼梯口设有门锁, 该门锁钥匙和控制台钥匙绑在一起, 由班组负责人保管。门内设有固定式剂量率仪, 门外安装工作状态指示灯, 并在一层楼梯口设置重力感应装置。
------	----	------	--

3、辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况

(1) 本项目与《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985) 的相符性分析

表 3-3 本项目与《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985) 的相符性分析

类别	文件要求	本项目实际建设	是否符合要求
人员	从事加速器工作的全体放射性职业人员, 年人均剂量当量应低于 5mSv。	根据剂量估算结果, 本项目工作人员年人均剂量当量低于 5mSv	符合
	加速器产生的杂散辐射、放射性气体和放射性废水等, 对关键居民组中的个人造成的有效剂量当量应低于每年 0.1mSv。	根据影响分析章节, 周边公众人员年有效剂量小于 0.1mSv。	符合
辐射屏蔽	加速器的屏蔽体厚度必须根据加速粒子的种类、能量和束流强度以及靶材料等综合考虑; 按其可能的最大辐射输出进行设计。	根据防护检测报告, 本项目辐射车间周边 X-γ 剂量率满足要求	符合
	加速器的屏蔽体厚度还应根据相邻区域的类型及其人口数确定, 使其群体的集体剂量当量保持在可以合理做到的尽可能低的水平。并须保证个人所接受的剂量当量不得超过相应的剂量当量限值。	根据剂量估算结果, 本项目工作人员、周边公众人员年人均剂量当量满足剂量当量限值要求	符合
辐射安全系统	决定加速器产生辐射的主要控制系统应该用开关钥匙控制。	本项目使用开关钥匙控制的加速器产生辐射的主要控制系统	符合
	加速器厅、靶厅的门均需安装联锁装置, 只有门关闭后才能产生辐射。	加速器厅门的连锁装置符合要求, 且只有门关闭后才产生辐射	符合
	在加速器厅、靶厅内人员容易到达的地点, 应安装紧急停机或紧急断束开关, 并且这种开关应当有醒目的标志。	本项目已安装紧急停机开关并将配置醒目标志	符合
	在加速器厅、靶厅内人员容易看到的地方须安装闪光式或旋转式红色警告灯及音响警告装置; 在通往辐射区的走廊, 出入口和控制台上须安装工作状态指示灯。	本项目警告装置和工作状态指示灯位于醒目位置	符合
	在高辐射区和辐射区, 应该安装遥控辐射监测系统。该系统的数字显示装置应安装在控制台上或监测位置。当辐射超过预定水平时, 该系统的音响和(或)灯光警告装置应当发出警告信号。	本项目已安装遥控辐射监测系统并将显示在控制台上, 当辐射超出预设数值时将发出警告信号	符合
	每台加速器必须根据其特点配备其他辐射监测装置, 如个人剂量计、可携带式监测仪、气体监测仪等。	每个辐照工作人员配备个人剂量计和可携带式监测仪	符合
通风	辐射安全系统的部件质量要好, 安装必须坚实可靠。系统的组件应耐辐射损伤。	根据防护检测结果, 本项目辐照室各系统均满足国家标准要求且耐辐射损伤	符合
	为排放有毒气体(如臭氧)和气载放射性物质, 加速器设施内必须设有通风装置。	本项目每个辐照室已安装风机, 风机风量 14974m³/h	符合

系 统	通风系统的排风速率应根据可能产生的有害气体的数量和工作需要而定。通风系统的进气口应避免受到排出气体的污染。	本项目通风系统的换风频率和换风风量均满足标准要求	符合
--------	---	--------------------------	----

(2) 本项目与《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010) 中有关辐射防护安全要求的相符性分析

表 3-4 本项目与《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010) 的相符性分析

序号	文件要求	本项目情况	是否符合要求
1	辐射屏蔽材料采用混凝土时，其强度等级应高于 C20，密度不应低于 2.35g/cm ³ 。	本项目屏蔽材料采用的混凝土，强度等级高于 C20，密度为 2.35g/cm ³ 。	符合
2	屏蔽结构及预埋件应满足设备供应商提供的土建工艺指导数据。	本项目施工期已严格按照设备供应商提供的土建工艺指导数据进行	符合
3	监督区的辐射剂量水平应符合 GB18871-2002 和 GB5172-1985 中的职业照射剂量限值要求；在工程设计时辐射防护设计的剂量规定为：职业照射个人年有效剂量限值为 5mSv；公众成员个人年有效剂量限值为 0.1mSv。	根据剂量估算结果，本项目工作人员、周边公众人员年人均剂量当量满足剂量当量限值要求	符合
4	控制区必须设有功能齐全、性能可靠的安全联锁系统和监控、紧急停机开关等设置。	本项目控制区配备功能齐全、性能可靠的安全联锁系统和监控、紧急停机开关等设置	符合
5	控制区和监督区及其入口处应设置显示电子加速器装置运行状态的灯光信号和其他警示标志。	控制区和监督区及其入口处已设置显示电子加速器装置运行状态的警示标志	符合
6	剂量监测设备、个人剂量计等应配置齐备。	每个辐照工作人员已配备个人剂量计和可携带式监测仪。	符合

(3) 本项目与《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》有关安全和防护的相符性分析

表 3-5 本项目与《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相符性分析

序号	文件要求	本项目情况	是否符合要求
1	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	本项目已建立辐射工作人员培训制度，工作人员已通过考核	符合
2	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。	本项目辐照工作人员配备个人剂量监测仪，并定期进行职业健康检查，并个人剂量档案和职业健康监护档案	符合
3	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对本单	本项目建立辐射安	符合

	位的放射性同位素、射线装置的安全和防护状况进行年度评估。	全管理制度和设备检修维护制度，将定期对辐照装置的安全和防护状况进行日、月及半年检查和评估	
4	生产、销售、使用、贮存放射性同位素和射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。 放射性同位素的包装容器、含放射性同位素的设备和射线装置，应当设置明显的放射性标识和中文警示说明；放射源上能够设置放射性标识的，应当一并设置。运输放射性同位素和含放射源的射线装置的工具，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志或者显示危险信号。	本项目辐照室入口处已设置安全和防护设施以及防护安全联锁、报警装置	符合
5	放射性同位素应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时，应当进行登记、检查，做到账物相符。对放射性同位素贮存场所应当采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施。	本项目不涉及放射性同位素，防射线泄漏的安全措施均将按照设计图纸设置	符合
6	辐射防护器材、含放射性同位素的设备和射线装置，以及含有放射性物质的产品和伴有产生 X 射线的电器产品，应当符合辐射防护要求。不合格的产品不得出厂和销售。	本项目使用的辐照装置符合辐射防护要求	符合

辐照车间防护设施现场照片：

	
生产管理制度上墙	辐射车间防护门及门口标识



安全控制箱



钥匙控制及急停按钮



辐照车间内摄像头 1



辐照车间内摄像头 2



辐照车间内摄像头 3



辐照车间内摄像头 4



辐照车间内摄像头 5



辐照车间内摄像头 6



辐照车间内摄像头 7



辐照车间内急停按钮 1



辐照车间内急停按钮 2



辐照车间内急停按钮 3



辐照车间内光电开关 4



辐照车间内急停按钮 5



辐照车间内安全拉线开关



辐照车间内光电开关、急停按钮 6



辐照车间内强制开门按钮



辐射监测仪



辐照车间排风管



辐照车间排放管至车间顶部

4、放射性三废处理设施的建设

加速器在运行过程中不产生放射性废水、放射性固体废物、放射性废气。

加速器运行过程中产生的 X 射线致空气电离会产生一定量的臭氧和氮氧化物等非放射性废气，2 个加速器室均安装排臭氧风机，风量均为 $14974\text{m}^3/\text{h}$ ，排风机在加速器开机时一直处于开启状态，直至停机后 10 分钟，可将辐照过程中产生的少量臭氧和氮氧化物排出辐照室。

本项目采用的六氟化硫（ SF_6 ）气体处理系统位于二层平台，电子束会与六氟化硫相互作用，产生大量的离子，这些离子通过探测器的测量可以更加准确地监测辐射剂量。六氟化硫具有良好的热稳定性和化学稳定性，可以确保在较长时间内稳定地工作，从而保证加速器的性能。六氟化硫用量为 960 千克，六氟化硫为惰性气体、无毒、不燃、无腐蚀性。气体泄漏应急处理：迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入；建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服，尽可能切断泄漏源。

5、辐射安全管理情况

①辐射安全与环境保护管理领导小组

湖北卡倍亿电气技术有限公司目前已成立了专门的辐射安全与环境保护管理领导小组，负责公司的辐射安全与环境保护管理工作，领导小组组长由法人担任，具体如下：

组 长：林光耀

副组长：程肖

组 员：曾俊、汪宏坤等辐射工作人员

领导小组职责：

（1）办理申请、续发、变更辐射安全许可证的行政审批许可工作。

（2）射线装置设备的引入和场地的新建、改建、扩建均先上报各行政主管部门，组织安排环境影响评价工作，并在取得相应级别行政审批后，方可购入或施工。

(3) 组织安排辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，在通过考核后方可安排辐射工作人员正式上岗。

(4) 负责个人剂量牌的收发工作，并送有资质单位开展个人剂量检测，同时安排辐射工作人员参加职业健康检查，建立人员职业健康档案。

(5) 定期委托有资质单位对辐射工作场所开展年度监测，并取得相应的监测报告。

(6) 领导辐射事故应急处理工作，协调各部门的工作，为应急工作提供资金保障，并向当地生态环境主管部门报告。定期对辐射事故进行应急处理演练，针对演练不足进行持续改进。

(7) 负责辐射安全防护工作的指导、监督、检查和管理，每年 12 月 31 日前对辐射工作场所进行年度评估，并编制年度评估报告，上交管理部门备案。

②相关规章制度

湖北卡倍亿电气技术有限公司已建立《安全操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保护制度》、《设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射事故应急预案》等安全管理制度，具体内容见附件。

6、项目变动情况

项目重大变动界定参考《核技术利用建设项目重大变动清单》（征求意见稿），项目实际建设过程中变化情况、变化原因及是否属于重大变动界定情况见下表。

表3-6 项目建设过程中变化情况、变化原因及是否属于重大变动界定一览表

类别	《核技术利用建设项目重大变动清单》（征求意见稿）重大变动清单内容	变化情况	变化原因	是否属于重大变动
性质	活动种类发生变化，包括增加环评批复外生产、销售、使用活动种类中任何一种	本项目射线装置种类为Ⅱ类，与环评一致	/	否
	活动范围发生变化，包括放射源、射线装置类别或非密封放射性物质工作场所级别升高；放射性核素种类发生变化，包括增加环评批复文件外任一类别的放射源、非密封放射性物质；射线装置的射线种类发生变化	本项目射线装置种类为Ⅱ类，与环评一致	/	否
地点	项目重新选址；在原厂址附近调整辐射工作场所位置导致评价范围内出现新的环境保护目标；新增辐射工作场所	本项目选址与环评一致	/	否
规模	放射源的总活度或放射源数量增加 30%及以上的；非密封放射性物质工作场所核素日等效最大操作量增加或核素日最大操作量增加 30%及以上的；射线装置参数（电压、粒子能量、束流强度/功率）增大 30%及以上的	本项目射线装置数量减少，射线装置参数未发生变化	/	否
	放射源的总活度或放射源数量增加、非密封放射性物质工场所核素日等效最大操作量增加或核素日最大操作量增加、射线装置参数（电压、粒子能量、束流强度/功率）增大，符合以下情形： 1.新增放射性废物种类； 2.放射性废物产生/排放量增加 10%及以上的（满足标准控制水平的情况下）；或放射性废物产生/排放量超过标准控制水平； 3.工作场所辐射剂量率增加 10%及以上的（满足标准控制水平的情况下）；或辐射剂量率超过标准	本项目射线装置参数未发生变化，未导致上述情形	/	否

	控制水平； 4.工作人员或公众受照剂量增加 10%及以上的（满足剂量约束值的情况下）；或受照剂量超过剂量约束值。			
工艺流程	新增产品品种或生产工艺（含主要生产装置、设备及配套设施）、主要原材料变化、核素物理状态变化、操作方式变化、辐射工作方式变化、工作原理变化，导致第（五）条中所列情形之一的	本项目生产工艺、操作方式、辐射工作方式、工作原理等均未变化，未导致第（五）条中所列情形	/	否
辐射安全防护措施	屏蔽体厚度或材料等变化引起屏蔽效能弱化；增加影响屏蔽效能的孔道；增加线缆穿屏蔽墙孔道	本项目屏蔽设施与环评一致	/	否
	辐射安全联锁系统发生改变导致联锁功能弱化	本项目安全联锁系统未发生改变	/	否
	场所功能变化导致新增控制区或监督区的；非密封放射性物质工作场所布局变化或人流、物流、气流路径发生变动	本项目场所功能未发生变化，不涉及非密封放射性物质工作场所	/	否
	新增放射性废液排放口；改、扩建放射性废水贮存衰变池导致出现新的环境保护目标	不涉及	/	否
	新增放射性废气主要排放口；主要排放口排气筒高度降低 10%及以上的	不涉及	/	否

通过对照《核技术利用建设项目重大变动清单》（征求意见稿）内容，结合项目实际建设情况，本项目的性质、地点、规模、工艺流程和辐射安全防护措施等五个因素均未发生变动，故本项目不存在重大变动情况。

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

摘录环境影响报告表中对辐射安全与防护设施/措施的要求、工程建设对环境的影响及要求、其他在验收中需要考核的内容。

一、环评及批复中相关要求

1、环评报告表中相关要求

(1) 辐射安全与防护措施要求

表 4-1 辐照车间屏蔽措施要求

辐照车间	屏蔽体名称		设计结果
东侧 1.5MeV (3#辐照室)	辐照室	辐照室规格(净空尺寸)	9000mm×6500mm×2400mm (高); 体积 140.4m ³ 。
		墙体混凝土厚度	南侧防护墙+迷道墙: 500mm+1400mm; 南侧副防护墙 1400mm; 北侧主防护墙+迷道墙: 1300mm+800mm; 北侧副防护墙: 1400mm; 东侧防护墙: 1400mm; 西侧防护墙(与 2#辐照室共用)+迷道墙: 1000mm+800mm; 顶棚: 1400mm。
		出入口防护门	尺寸: 1300mm×2100mm (高), 材料: 10mm 铅, 上搭接 100mm, 左搭接 200mm, 右搭接 200mm。
		产品引出坑	采用多折回方式通过屏蔽体, 第一次折回高度为 950mm, 第二次折回高度为 900mm。
		过线窗口	过线窗口位于辐照室东侧, 距地面高约 0.95m 处设有线缆进出口, 线缆进出线从迷道外墙经约 60°角斜向下穿过墙体进入迷道, 再由迷道墙斜向上约 60°角到达外墙后, 最终引出至收线、放线机。不锈钢管大小依次为 φ80×3×1800、φ80×3×1100。
		通风口	通风采用臭氧风机进行排风, 排风管采用地下 U 型通过屏蔽体, 辐照室内的排气口设置在扫描窗正下方, 外排风口位于厂房屋顶上方 3m。
	主机	钢筒自屏蔽	钢筒顶部 60mm 铅板+105mm 钢板, 钢筒外壁 30mm 铅板+15mm 钢板, 钢筒底部 90mm 钢板; 接管筒体外壁: 30mm 铅板+13mm 钢板。顶棚与自屏蔽主机连接处: 430mm 钢板。
中间 1.5MeV (2#辐照室)	辐照室	辐照室规格(净空尺寸)	9000mm×6500mm×2400mm (高); 体积 140.4m ³ 。
		墙体混凝土厚度	南侧防护墙+迷道墙: 500mm+1400mm; 南侧副防护墙 1400mm; 北侧主防护墙+迷道墙: 1300mm+800mm; 北侧副防护墙: 1400mm; 西侧防护墙(与 1#辐照室共用): 1500mm; 东侧防护墙(与 3#辐照室共用)+迷道墙: 1000mm+800mm; 顶棚: 1400mm。
		出入口防护门	尺寸: 1300mm×2100mm (高), 材料: 10mm 铅, 上搭接 100mm, 左搭接 200mm, 右搭接 200mm。
		产品引出坑	采用多折回方式通过屏蔽体, 第一次折回高度为 950mm, 第二次折回高度为 900mm。
		过线窗口	过线窗口位于辐照室东侧, 距地面高约 0.95m 处设有线缆进出口, 线缆进出线从迷道外墙经约 60°角斜向下穿过墙体进入迷道, 再由迷道墙斜向上约 60°角到达外墙后, 最终引出至收线、放线机。不锈钢

			管大小依次为 $\phi 80 \times 3 \times 1800$ 、 $\phi 80 \times 3 \times 1100$ 。
		通风口	通风采用臭氧风机进行排风，排风管采用地下 U 型通过屏蔽体，辐照室内的排气口设置在扫描窗正下方，外排风口位于厂房屋顶上方 3m。
		主机 钢筒自屏蔽	钢筒顶部 60mm 铅板+105mm 钢板，钢筒外壁 30mm 铅板+15mm 钢板，钢筒底部 90mm 钢板；接管筒体外壁：30mm 铅板+13mm 钢板。顶棚与自屏蔽主机连接处：430mm 钢板。
西侧 2.0MeV (1#辐照室)	辐照室	辐照室规格(净空尺寸)	8800mm×5900mm×2300mm (高)；体积 119.416m ³ 。
		墙体混凝土厚度	南侧防护墙+迷道墙：500mm+1500mm；南侧副防护墙 1500mm；北侧主防护墙+迷道墙：1400mm+800mm；北侧副防护墙：1500mm；东侧防护墙(与 2#辐照室共用)：1500mm；西侧防护墙+迷道墙：1000mm+900mm；顶棚：1500mm。
		出入口防护门	尺寸：1300mm×2100mm (高)，材料：10mm 铅，上搭接 100mm，左搭接 200mm，右搭接 200mm。
		产品引出坑	采用多折回方式通过屏蔽体，第一次折回高度为 950mm，第二次折回高度为 900mm。
		过线窗口	过线窗口位于辐照室东侧，距地面高约 0.95m 处设有线缆进出口，线缆进出线从迷道外墙经约 60°角斜向下穿过墙体进入迷道，再由迷道墙斜向上约 60°角到达外墙后，最终引出至收线、放线机。不锈钢管大小依次为 $\phi 102 \times 3 \times 1700$ 、 $\phi 102 \times 3 \times 940$ 。
		通风口	通风采用臭氧风机进行排风，排风管采用地下 U 型通过屏蔽体，辐照室内的排气口设置在扫描窗正下方，外排风口位于厂房屋顶上方 3m。
	主机	钢筒自屏蔽	钢筒顶部 60mm 铅板+110mm 钢板，钢筒外壁 30mm 铅板+15mm 钢板，钢筒底部 80mm 钢板；接管筒体外壁：30mm 铅板+13mm 钢板。顶棚与自屏蔽主机连接处：450mm 钢板。
二层平台	平台	平台规格	13700mm×29000mm，辐照室整体建在厂房内，厂房顶棚材料为彩钢板，厂房侧面材料为砖瓦墙和彩钢板。加速器发生装置在二层平台上，二层平台无其他防护屏蔽墙，平台设防护围栏防止工作人员跌落。二层平台从一层辐照室南侧楼梯进入，楼梯口设有门锁，该门锁钥匙和控制台钥匙绑在一起，由班组负责人保管。门内设有固定式剂量率仪，门外安装工作状态指示灯，并在一层楼梯口设置重力感应装置。

(2) 辐射安全防护设施要求

①辐照室采用防护门、防护墙等实体屏蔽措施，保证辐照室周围墙体、屋顶外和防护门外 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，辐射工作人员和公众的受照剂量满足剂量约束要求。

②健全电离辐射防护制度，建立定期巡检制度、各相关岗位工作制度和事故应急预案。

③从事辐射工作人员经过生态环境部门组织的核技术利用辐射安全与防护培训考核，考核合格后从事辐射工作。

④辐射工作人员每 1-2 年(不得超过 2 年)进行一次职业健康体检，并建立职业健康监护档案。

⑤辐射工作人员每人配备一支个人剂量计，个人剂量计每 1-3 个月送检一次，并建立个人剂量档案。

⑥钥匙控制。加速器的主控钥匙开关和辐照室门连锁。加速器开机时的重要控制部分用钥匙开关控制（并与便携式辐射监报警仪相连），从控制台上取出该钥匙时，加速器自动停机；当停机（或检修）需开门进入辐照室及二层平台时，该开关钥匙由操作班组的班长随身携带。

⑦门机连锁。辐照室门采用电子锁，并与束流控制和加速器高压连锁。辐照室门打开时，加速器不能开机。加速器运行中门被打开时加速器自动停机。防护门关闭到位后加速器才能开高压，当加速器高压开启后防护门不能打开。

⑧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，加速器自动停机。束下传输系统与加速器束流联动，当束下传输系统发生故障时切断高压停止出束。

⑨信号警示装置。在控制区出入口处及内部设置灯光和音响警示信号，用于开机前对辐照室内人员的警示。辐照室及二层平台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，其指示状态为加速器当前工作状态。辐照室内安装语音报警装置，开机前进入巡检时触发（并发出灯光及语音）提示人员撤离。

⑩巡检按钮。辐照室及迷道内设有 8 个设置“巡检按钮”，3 个辐照室共设有 24 个巡检按钮并与控制台连锁。加速器开机前，操作人员进入辐照室按照设定流程进入检查确认无人后，按顺序按下对应的巡更按钮才能巡检成功，巡检成功后方可启动加速器。

⑪防人误入装置。在辐照室的人员出入口通道内设置 3 道防人误入的安全连锁装置（光电感应器），并与加速器的开、停机连锁。光电感应距地面约 1.3m，当有人员误入时人身体把红外线挡住后加速器就会停机。

⑫急停装置。在控制台上设置紧急停机按钮，在辐照室及其迷道内采用拉线开关作为急停装置并覆盖全部区域，当有人员停留时，使之能在紧急状态下终止加速器的运行。辐照室内还设置开门机构（强制开门按钮），以便人员离开控制区。

⑬剂量连锁。在辐照室的迷道内设置固定式辐射监测仪，当辐射水平超过预定水平时，门不能打开，并发出报警提示信号。

⑭通风连锁。辐照室通风系统与控制系统连锁，加速器停机后 10 分钟后才能开门，以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值。在加速器运行中当臭氧风机发生故障时，将立即反馈加速器控制台通知加速器停机检修。辐照室内的排风口设置在扫描窗下方的位置，外排风口位于厂房屋顶上方 3m。

⑮烟雾报警。辐照室应设置烟雾报警装置，当内部发生火灾，引发火灾报警仪动作时切

断风机电源迫使风机停机，切断燃烧所需要的氧气使燃烧停止，并通知加速器立即停机。

⑯在防护门外张贴“当心电离辐射”警示标识牌，在电缆进出口处设立警戒区。

⑰在辐照室内设置监控系统，每座辐照室及迷道内安装 8 个摄像头，对辐照室的状况进行实时监控并且无死角。

⑱在进入一层辐照室的迷道内和二层平台楼梯内设置重力感应装置并与加速器联锁；加速器运行时，有人经过重力感应装置时，加速器停机。

⑲辐照室、二层平台和控制室设置应急照明系统，各供电系统及相关设备设有可靠的接地系统，在高压危险部位设置高压联锁、高压放电保护装置。

⑳每年至少进行一次对辐照用加速器机房周围环境进行辐射监测，建立监测数据档案，监测数据定期上报省、市生态环境部门备案。

2、人员培训及监测要求

为保证工作人员人身安全，建设单位制定了专门的辐射工作监测方案，用于辐射环境安全的日常监督和管理，主要如下：

（1）个人剂量监测

建设单位规定辐射操作人员工作时必须佩戴个人剂量计，监测周期一般为 1 个月，最长不得超过 3 个月的频率送其个人剂量计至有资质的部门进行剂量监测统计，并按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）要求建立个人剂量档案，且按规定保存。

建设单位需为本项目 2 名辐射工作人员配备个人剂量计，将其个人剂量计送至有资质的部门进行剂量监测，监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月，并按要求建立和保管个人剂量监测档案。另外辐照车间拟配备 1 台个人剂量报警仪。

（2）辐射工作人员培训与职业健康体检工作

建设单位拟组织 13 名辐射工作人员参加全国辐射安全培训平台的学习与考核，并取得合格证书。建设单位已制定辐射安全与防护培训计划，明确了辐射安全与防护培训内容和规程，建设单位应尽快组织所有辐射工作人员参加有资质单位组织的辐射安全与防护知识培训，做到持证上岗。

（3）工作场所监测

①辐射工作场所外环境监测

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中的相关规定，项目正常运行后，建设单位委托具有检测机构资质认证的环境监测机构进行监测。

具体监测方案如下：

监测内容：对该建设单位辐射工作场所四周环境(人员流动较多的地方)进行辐射水平监测。

监测频度：项目正常运行后进行监测，每年委托有资质单位进行一次年度监测。

监测范围：主要对辐射工作场所周围的环境进行监测，重点对辐射工作场所周围的人员流动较多的地方进行监测。

监测项目：X-γ 辐射空气吸收剂量率。

②加速器机房防护监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 3 号）和《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）中的相关要求，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托具有检测机构资质认证的环境监测机构进行监测。

具体监测方案如下：

检测内容：对该建设单位加速器机房外进行常规监测。

监测频度：项目建成运行后应进行项目的验收监测，同时以后每年委托有资质单位进行一次年度监测。

监测范围：主要对辐射工作场所及周围进行监测，重点对设备屏蔽体外、防护门及缝隙处、操作台等处进行监测。

监测项目：X-γ 辐射空气吸收剂量率。

③个人剂量监测

建设单位应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，为辐射工作人员配备个人剂量计，并进行个人剂量监测（每季度开展一次）和职业健康体检（每两年开展一次），建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为辐射工作人员长期保存职业照射记录。建设单位应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。

2、审批部门决定

2024 年 1 月 5 日，黄冈市生态环境局对《湖北卡倍亿电气技术有限公司新增电子加速器辐照项目环境影响报告表》进行了批复，批复内容如下：

黄冈市生态环境局关于湖北卡倍亿电气技术有限公司
新增电子加速器辐照项目环境影响报告表的批复

黄环审[2024]3 号

湖北卡倍亿电气技术有限公司：

你公司关于报请审批《湖北卡倍亿电气技术有限公司新增电子加速器辐照项目环境影响报告表》(以下简称《报告表》)的材料已收悉。经研究,提出审批意见如下:一、项目基本情况

本项目建设地点:黄冈市麻城市经济开发区金通大道西侧湖北卡倍亿电气技术有限公司现有厂区内。建设内容:在现有厂区内新建三间电子加速器辐照室,配置使用 3 台电子加速器,加速器的能量分别为 2MeV、1.5MeV、1.5MeV,用于热缩材料及电线电缆的辐照交联。项目辐射工作种类和范围为使用II类射线装置。

二、在该项目建设及运行期间,应严格落实以下要求:

(一)落实辐射安全相关措施及设施。电子加速器辐照室的设计、建设应根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)、《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)和《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010)的相关要求实施。建设期间应严格落实辐射防护屏蔽参数有关要求,配备信号指示装置及警告标志、联锁装置、紧急停机按钮、视频监控装置、巡检按钮、通风装置、监测及报警仪器等辐射安全及防护设施,确保项目运行后满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)等相关标准要求。

(二)进一步加强生态环境保护工作,明确辐射管理机构和职责,强化射线装置的安全监管及日常辐射安全管理,落实主体责任,确保辐射环境安全。

(三)配备相应的防护用品和监测仪器,开展自行监测及委托监测。完善并严格执行各项辐射安全管理规章制度、操作规程和监测计划,定期开展辐射事故应急演练,防范辐射事故风险。

(四)加强辐射安全和防护知识的培训,开展辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查,建立个人剂量档案和职业健康监护档案。定期检查各种安全防护设施设备,确保其正常运行。

三、你公司应于每年 1 月 31 日前编写辐射安全和防护状况年度评估报告,送生态环境行政主管部门备案。

四、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目竣工后,你公司必须按规定开展自主环境保护竣工验收,验收合格后,项目方可投入正式使用,

五、本批复自下达之日起 5 年内有效。5 年内项目未开工建设或项目性质、建设地点、生产规模、生产工艺以及污染防治措施等发生重大变更时应按照法律法规的规定,重新履行相关审批手续。本批复下达后,国家相关法规、政策、标准有新变化的,按新要求执行。

六、你公司应在收到本批复 20 个工作日内,将批准后的环境影响评价文件送至黄冈市生态环境局麻城市分局,并按规定接受生态环境部门的监督检查。

专此批复。

表五：验收监测质量保证及质量控制

说明实施质量保证和控制措施方案。

本次监测单位为湖北省中安南方环境技术有限公司，具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定计量认证证书，并在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

- (1) 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；
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- (3) 监测仪器按规定定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- (4) 监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，确保监测数据的准确性和可比性；
- (5) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好；
- (6) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- (7) 监测报告实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

表六：验收监测内容

叙述监测项目、监测点位（附监测布点图）、监测仪器和监测分析方法。

1、监测仪器及分析方法

本次监测方法和仪器参数见表下。

表 6-1 监测仪器参数与规范

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 5/H（主机）+6150 AD-b/H（探头）
出厂编号	179377（主机）+176685（探头）
检定有限期限	2025 年 01 月 08 日~2026 年 01 月 07 日
证书编号	2025YD039600010
能量响应范围	45KeV~2.6MeV（主机）；20KeV~7MeV（探头）
测量范围	1 μ Sv/h~1000mSv/h（主机）；50 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h（探头）
分析方法	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

2、监测因子

根据项目污染源特征，本次竣工环保验收监测因子为 X- γ 辐射剂量率。

3、监测点位

结合本项目实际情况，本次验收监测在辐照车间布设监测点，具体监测点位见下表及布点示意图。

表 6-2 监测点位一览表

检测对象	序号	具体检测点位描述
1#辐照室 (2.0MeV 加速器) 周围	1	人员进出防护门左侧门缝外 30cm 处
		人员进出防护门下侧门缝外 30cm 处
		人员进出防护门外中部 30cm 处
		人员进出防护门上侧门缝外 30cm 处
		人员进出防护门右侧门缝外 30cm 处
	2	辐照室北墙外 30cm 处（左侧）
		辐照室北墙外 30cm 处（下侧）
		辐照室北墙外 30cm 处（中部）
		辐照室北墙外 30cm 处（上侧）
		辐照室北墙外 30cm 处（右侧）
	3	辐照室西墙外 30cm 处（左侧）
		辐照室西墙外 30cm 处（下侧）
		辐照室西墙外 30cm 处（中部）
		辐照室西墙外 30cm 处（上侧）
		辐照室西墙外 30cm 处（右侧）
	4	辐照室南墙外 30cm 处（左侧）
		辐照室南墙外 30cm 处（下侧）
		辐照室南墙外 30cm 处（中部）
		辐照室南墙外 30cm 处（上侧）
		辐照室南墙外 30cm 处（右侧）
	5	辐照室东墙外 30cm 处（左侧）

		辐照室东墙外 30cm 处（下侧）
		辐照室东墙外 30cm 处（中部）
		辐照室东墙外 30cm 处（上侧）
		辐照室东墙外 30cm 处（右侧）
	6	电缆线进出孔处
	7	主机室防护体西侧外 30cm 处
	8	操作位
	9	主机室防护体北侧外 30cm 处
	10	主机室防护体东侧外 30cm 处
	11	排风管道口 30cm 处
	12	辐照室顶部墙体外 30cm 处（偏西）
		辐照室顶部墙体外 30cm 处（中间）
		辐照室顶部墙体外 30cm 处（偏东）
	13	主机室防护体顶面外 30cm 处
2#辐照室 （1.5MeV 加速器）周围	14	人员进出防护门左侧门缝外 30cm 处
		人员进出防护门下侧门缝外 30cm 处
		人员进出防护门外中部 30cm 处
		人员进出防护门上侧门缝外 30cm 处
		人员进出防护门右侧门缝外 30cm 处
	15	辐照室北墙外 30cm 处（左侧）
		辐照室北墙外 30cm 处（下侧）
		辐照室北墙外 30cm 处（中部）
		辐照室北墙外 30cm 处（上侧）
		辐照室北墙外 30cm 处（右侧）
	16	辐照室东墙外 30cm 处（左侧）
		辐照室东墙外 30cm 处（下侧）
		辐照室东墙外 30cm 处（中部）
		辐照室东墙外 30cm 处（上侧）
		辐照室东墙外 30cm 处（右侧）
	17	辐照室南墙外 30cm 处（左侧）
		辐照室南墙外 30cm 处（下侧）
		辐照室南墙外 30cm 处（中部）
		辐照室南墙外 30cm 处（上侧）
		辐照室南墙外 30cm 处（右侧）
	18	辐照室西墙外 30cm 处（左侧）
		辐照室西墙外 30cm 处（下侧）
		辐照室西墙外 30cm 处（中部）
		辐照室西墙外 30cm 处（上侧）
		辐照室西墙外 30cm 处（右侧）
	19	操作位
	20	电缆线进出孔处
	21	排风管道口 30cm 处
	22	辐照室顶部墙体外 30cm 处（偏西）
		辐照室顶部墙体外 30cm 处（中间）
		辐照室顶部墙体外 30cm 处（偏东）

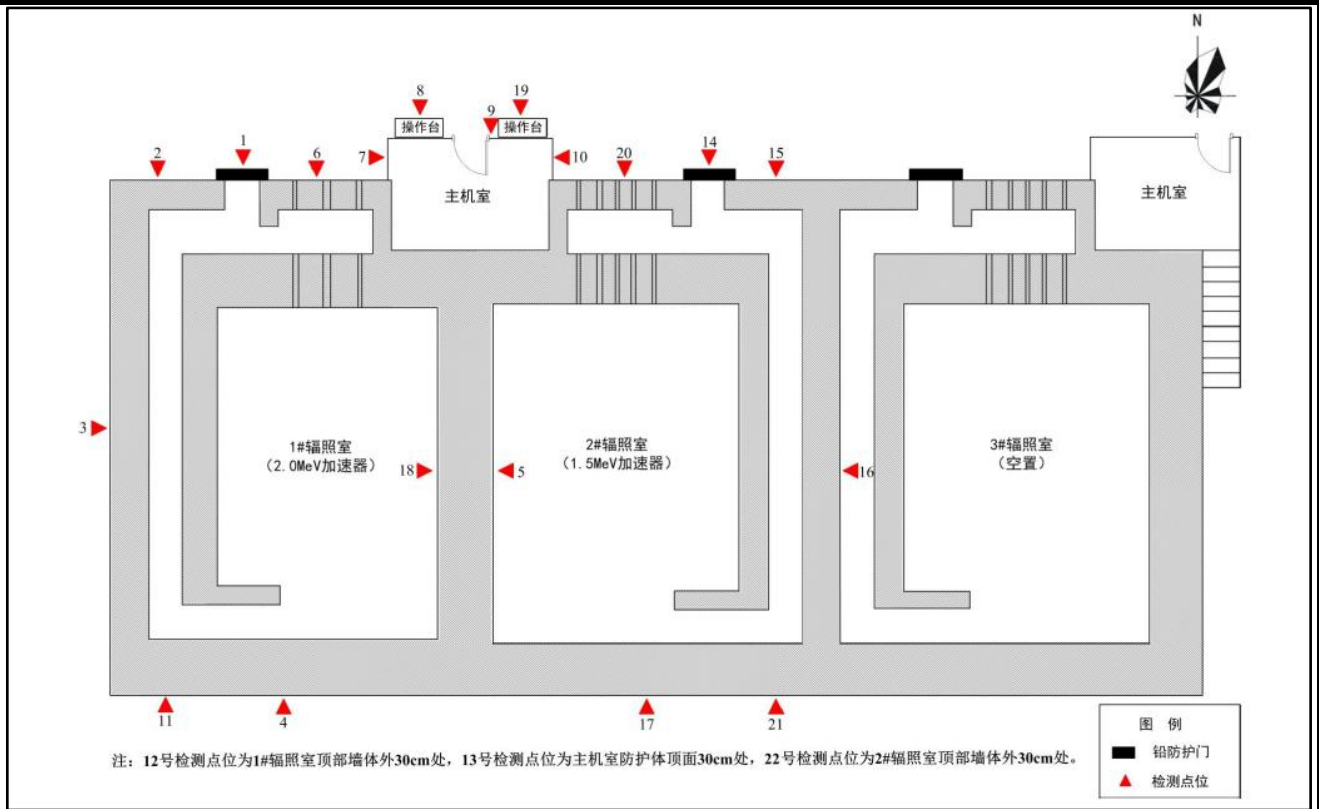


图 6-1 监测点位示意图

4、测量方法

测量时仪器探头灵敏体距地面 1m 高、距屏蔽防护体外 30cm 处，每个测量点连续测量 10 个数值，每个数值的时间间隔为 10 秒。

表七：验收监测

验收监测期间运行工况记录

验收监测期间项目辐照车间正常工作，监测日期为 2025 年 3 月 10 日。验收监测期间环保设备和环保设施正常运转。

验收监测结果

(1) 监测结果

本次验收监测见下表。

表 7-1 监测结果一览表

检测对象	序号	具体检测点位描述	检测结果 (μGy/h)
1#辐照室 (2.0MeV 加速器) 周围	1	人员进出防护门左侧门缝外 30cm 处	0.07
		人员进出防护门下侧门缝外 30cm 处	0.08
		人员进出防护门外中部 30cm 处	0.07
		人员进出防护门上侧门缝外 30cm 处	0.06
		人员进出防护门右侧门缝外 30cm 处	0.07
	2	辐照室北墙外 30cm 处 (左侧)	0.10
		辐照室北墙外 30cm 处 (下侧)	0.09
		辐照室北墙外 30cm 处 (中部)	0.08
		辐照室北墙外 30cm 处 (上侧)	0.09
		辐照室北墙外 30cm 处 (右侧)	0.09
	3	辐照室西墙外 30cm 处 (左侧)	0.10
		辐照室西墙外 30cm 处 (下侧)	0.09
		辐照室西墙外 30cm 处 (中部)	0.10
		辐照室西墙外 30cm 处 (上侧)	0.08
		辐照室西墙外 30cm 处 (右侧)	0.09
	4	辐照室南墙外 30cm 处 (左侧)	0.12
		辐照室南墙外 30cm 处 (下侧)	0.10
		辐照室南墙外 30cm 处 (中部)	0.10
		辐照室南墙外 30cm 处 (上侧)	0.09
		辐照室南墙外 30cm 处 (右侧)	0.09
	5	辐照室东墙外 30cm 处 (左侧)	0.15
		辐照室东墙外 30cm 处 (下侧)	0.14
		辐照室东墙外 30cm 处 (中部)	0.15
		辐照室东墙外 30cm 处 (上侧)	0.14
		辐照室东墙外 30cm 处 (右侧)	0.16
	6	电缆线进出孔处	0.09
	7	主机室防护体西侧外 30cm 处	0.09
	8	操作位	0.07
	9	主机室防护体北侧外 30cm 处	0.07
	10	主机室防护体东侧外 30cm 处	0.09
	11	排风管道口 30cm 处	0.09
	12	辐照室顶部墙体外 30cm 处 (偏西)	0.11
		辐照室顶部墙体外 30cm 处 (中间)	0.06
		辐照室顶部墙体外 30cm 处 (偏东)	0.13
	13	主机室防护体顶面外 30cm 处	0.06

2#辐照室 (1.5MeV 加速器) 周围	14	人员进出防护门左侧门缝外 30cm 处	0.08
		人员进出防护门下侧门缝外 30cm 处	0.07
		人员进出防护门外中部 30cm 处	0.05
		人员进出防护门上侧门缝外 30cm 处	0.06
		人员进出防护门右侧门缝外 30cm 处	0.07
	15	辐照室北墙外 30cm 处 (左侧)	0.10
		辐照室北墙外 30cm 处 (下侧)	0.11
		辐照室北墙外 30cm 处 (中部)	0.10
		辐照室北墙外 30cm 处 (上侧)	0.08
		辐照室北墙外 30cm 处 (右侧)	0.09
	16	辐照室东墙外 30cm 处 (左侧)	0.18
		辐照室东墙外 30cm 处 (下侧)	0.16
		辐照室东墙外 30cm 处 (中部)	0.17
		辐照室东墙外 30cm 处 (上侧)	0.17
		辐照室东墙外 30cm 处 (右侧)	0.16
	17	辐照室南墙外 30cm 处 (左侧)	0.11
		辐照室南墙外 30cm 处 (下侧)	0.12
		辐照室南墙外 30cm 处 (中部)	0.12
		辐照室南墙外 30cm 处 (上侧)	0.11
		辐照室南墙外 30cm 处 (右侧)	0.11
	18	辐照室西墙外 30cm 处 (左侧)	0.14
		辐照室西墙外 30cm 处 (下侧)	0.15
		辐照室西墙外 30cm 处 (中部)	0.15
		辐照室西墙外 30cm 处 (上侧)	0.14
		辐照室西墙外 30cm 处 (右侧)	0.14
	19	操作位	0.08
	20	电缆线进出孔处	0.09
	21	排风管道口 30cm 处	0.13
	22	辐照室顶部墙体外 30cm 处 (偏西)	0.07
		辐照室顶部墙体外 30cm 处 (中间)	0.07
		辐照室顶部墙体外 30cm 处 (偏东)	0.07

备注：检测结果已扣除宇宙射线响应值

(2) 监测结果评价

由上表可知，本项目电子加速器在正常运行时，1#辐照室四周 X-γ 辐射剂量率监测结果为 (0.06~0.17) μSv/h，2#辐照室四周 X-γ 辐射剂量率监测结果为 (0.06~0.18) μSv/h，满足《电子加速器辐照装置辐射安全与防护》(HJ 979-2018) 中规定的“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”的要求。

(3) 个人剂量结果评价

①监测结果估算

本项目辐射工作人员及周边公众人员的年有效剂量估算，按照联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) -2000 年报告附录 A 中的公式进行估算：

$$D=t*T*H/100$$

式中：

D—年受外照的剂量，mSv；

H—照射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t—工作时间，h/a·人；

T—居留因子。

a.照射剂量率 H 取值

辐射工作人员及周边公众人员照射剂量率 H 取值见下表。

表 7-2 H 取值一览表

对象	取值位置	照射剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$)
操作位工作人员	监测点位 4，1#辐照室南墙外监测最大值	0.10
辐照室外放线工作人员及厂区内其他工作人员	监测点位 15，2#辐照室北侧监测最大值	0.11
辐照室内设备检修人员	监测点位 5，辐照室内监测最大值	0.16

b.年照射时间 T 取值

本项目每台设备运行时间为 300 天/年，每天按最大累积出束 8 小时计算，则操作台工作人员每年时间约 2400 小时。

c.居留因子取值

本项目整个辐照工艺流程流水线自动操作，操作人员在操作台处内操作加速器，控制室内居留因子保守取 1，辐照室外区域公众主要为厂区内其他工作人员、收放线的工作人员及设备巡检人员等，设备巡检人员可能会不定期进入辐照室内进行巡检，其居留因子取 1/4；放线工作人员将需要进行辐照的电线电缆摆放完成后便即离开，辐照室方才开始出束，出束结束后，工作人员方才回到出线口并将电线电缆收回，放线工作人员居留因子保守取 1/8；辐照室在开机出束期间，辐照室四周区域内无公众长期居留，偶尔有厂区内其他工作人员路过，其他工作人员居留因子取 1/16。

表 7-3 辐射剂量估算结果

评价对象		剂量率计算值 (μSv/h)	年工作时间 (h/a)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
辐射工作人员		0.10	2400	1	0.240
公众人员	放线工作人员	0.11	2400	1/4	0.066
	设备巡检人员	0.16	2400	1/8	0.048
	其他工作人员	0.11	2400	1/16	0.017

由以上结果可知，在正常工况时，辐射工作人员的年有效剂量最大值为 0.240mSv，放线工作人员的年有效剂量最大值为 0.066mSv，设备巡检人员的年有效剂量最大值为 0.048mSv，其他工作人员的年有效剂量最大值为 0.017mSv，因此本项目辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值

1mSv 的要求，同时满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)中辐射工作人员的剂量约束值 5mSv/a 和公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求，以及满足《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)中“从事加速器工作的全体放射性职业人员，年人均剂量当量应低于 5mSv，对关键居民组中的个人造成的有效剂量当量应低于每年 0.1mSv”和《辐照加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010)中“职业照射个人年有效剂量限值为 5mSv，公众成员个人年有效剂量限值为 0.1mSv”的要求。

表八：验收监测结论

1、验收项目情况

湖北卡倍亿电气技术有限公司在麻城市经济开发区金通大道西侧的厂区内建设 2 座电子加速器辐照室，使用 1 台 2MeV 电子加速器和 1 台 1.5MeV 电子加速器，用于热缩材料及电线电缆的辐照交联，通过改变聚烯烃基材的内部分子结构，以提高其使用性能。其中电子加速器用于辐照交联热缩材料及电线电缆，属于Ⅱ类射线装置。

2、屏蔽设施效果验收结论

根据验收监测结果可知，本项目电子加速器在正常运行时，1#辐照室四周 X-γ 辐射剂量率监测结果为 $(0.06 \sim 0.17) \mu\text{Sv/h}$ ，2#辐照室四周 X-γ 辐射剂量率监测结果为 $(0.06 \sim 0.18) \mu\text{Sv/h}$ ，满足《电子加速器辐照装置辐射安全与防护》（HJ 979-2018）中规定的“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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

根据估算结果，辐射工作人员受到的剂量最大值为 0.240mSv/a ，满足《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010)、《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(H979-2018)、《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)等标准中规定的辐射工作人员 5mSv/a 的要求；公众人员受到的剂量最大值为 0.066mSv/a ，满足《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010)、《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(H979-2018)、《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)等标准中规定的公众人员 0.1mSv/a 的要求。

综上，本项目辐射工作人员及公众人员剂量率可满足相关标准要求，本项目设置的屏蔽防护设施可行。

3、辐射安全管理及防护措施验收结论

本项目 2 名辐射工作人员均已通过核技术利用辐射安全与防护考核并取得成绩单（编号分别为：FS24HB2200148、FS24HB2200144），在辐照车间上醒目位置设置了“当心电离辐射”的警示标识，辐照车间内设有门机联锁装置，操作台处设有紧急停机按钮，同时建设单位制定了安全操作规程、岗位职责、辐射事故应急预案等规章制度，为辐射工作人员配备了剂量牌、铅衣、铅帽、便携式 X-γ 剂量率监测仪等，在辐照车间设置了机械排风系统。

综上，本项目落实了国家对建设项目环境保护“三同时”制度，在项目建设过程中做到辐射防护环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

4、环评批复要求落实情况

表 8-1 环评批复要求落实情况

环评批复要求内容	本项目建设内容	落实情况
落实辐射安全相关措施及设施。电子加速器辐照室的设计、建设应根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)、《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)和《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010)的相关要求实施。建设期间应严格落实辐射防护屏蔽参数有关要求,配备信号指示装置及警告标志、联锁装置、紧急停机按钮、视频监控装置、巡检按钮、通风装置、监测及报警仪器等辐射安全及防护设施,确保项目运行后满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)等相关标准要求	本项目已落实辐射防护和安全设施与主体工程同时设计同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度,根据验收监测结果、剂量估算结果、工作人员剂量检测报告可知,辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求	已落实
进一步加强生态环境保护工作,明确辐射管理机构和职责,强化射线装置的安全监管及日常辐射安全管理,落实主体责任,确保辐射环境安全	本项目已建立《安全操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保护制度》、《设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射事故应急预案》等管理制度,由专职人员负责辐射安全管理工作	已落实
配备相应的防护用品和监测仪器,开展自行监测及委托监测。完善并严格执行各项辐射安全管理规章制度、操作规程和监测计划,定期开展辐射事故应急演练,防范辐射事故风险	已配备便携式 X- γ 剂量率监测仪,后续每年委托有资质的单位对项目周围辐射水平进行监测,每年进行辐射事故应急演练	已落实
加强辐射安全和防护知识的培训,开展辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查,建立个人剂量档案和职业健康监护档案。定期检查各种安全防护设施设备,确保其正常运行	本项目已建立《安全操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保护制度》、《设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射事故应急预案》等管理制度,由专职人员负责辐射安全管理工作	已落实
你公司应于每年 1 月 31 日前编写辐射安全和防护状况年度评估报告,送生态环境行政主管部门备案。	计划每年年底编制辐射安全年度并上报黄冈市生态环境局备案	长期进行
项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目竣工后,你公司必须按规定开展自主环境保护竣工验收,验收合格后,项目方可投入正式使用	项目已落实环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度,正在进行自主环境保护竣工验收	正在进行

综上,本项目落实了环评批复中提出的相关要求。

5、结论

本项目的建设符合《湖北卡倍亿电气技术有限公司新增电子加速器辐照项目环境影响报告表环境影响报告表》及批复的要求,建设单位成立了辐射安全与环境保护管理机构,负责全单位的辐射安全管理工作;制定了辐射事故应急方案,具备了处理辐射事故的能力;完成了辐射防护及环保设施的建设,制定了相应的辐射安全管理制度,辐射工作人员均参加了有关辐射安全与防护培训并经考核合格后上岗,掌握了安全防护知识和技能,具备了安全操作电子加速器

的能力。综上，符合环境保护竣工验收条件。

6、建议

- （1）加强对放射设备的维护保养和规范操作，以确保其正常运转；
- （2）定期组织辐射事故应急处理相关培训及演练，根据演练情况完善辐射事故应急预案；
- （3）定期组织辐射工作人员进行健康体检（体检周期不超过 2 年）。