

报告编号: LBHJ-2025-DLYS027

励泰（清远）新材料科技有限公司电子加速器辐照
扩建项目（2台EB180型电子加速器辐照装置）
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位:

励泰（清远）新材料科技有限公司（盖章）

编制单位:

广州乐邦环境科技有限公司（盖章）

2026年03月

建设单位法人代表:

编制单位法人代表:

项目负责人: 吴雅婷

填表人: 吴雅婷



(签字)



建设单位	励泰(清远)新材料科技有限公司 (盖章) 4418020195580	编制单位	广州乐邦环境科技有限公司 (盖章)
电话	-----	电话	020-36298507
传真	/	传真	/
邮编	511518	邮编	511436
地址	广东省清远市清城区横荷街道横荷社区狮湖北路12号	地址	广州市番禺区新造镇和平路1号19号仓101

目录

表一	项目基本情况	1
表二	项目建设情况	4
表三	辐射安全与防护设施/措施	15
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	36
表五	验收监测质量保证及质量控制	38
表六	验收监测内容	40
表七	验收监测	44
表八	验收监测结论	48
附件 1	环评批复文件	50
附件 2	辐射安全许可证	53
附件 3	辐射安全管理相关制度	56
附件 4	辐射安全与防护培训合格证	73
附件 5	检测报告	75
附件 6	最新一个季度个人剂量报告	83
附件 7	检定证书	87

表一 项目基本情况

建设项目名称		励泰（清远）新材料科技有限公司电子加速器辐照扩建项目 （2 台 EB180 型电子加速器辐照装置）				
建设单位名称		励泰（清远）新材料科技有限公司				
建设项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建				
建设地点		清远市清城区横荷街道横荷社区狮湖北路 12 号建设单位 C 车间首层				
源项		放射源		/		
		非密封放射性物质		/		
		射线装置		使用 2 台 EB180 型电子加速器辐照装置		
建设项目环评批复时间		2024 年 8 月 1 日	开工建设时间	2024 年 8 月		
取得辐射安全许可证时间		2025 年 12 月 12 日	项目投入运行时间	2025 年 12 月 15 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间		2025 年 12 月 15 日	验收现场监测时间	2026 年 1 月 23 日		
环评报告表审批部门		广东省生态环境厅	环评报告表编制单位	广州乐邦环境科技有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位		美国 PCT	辐射安全与防护设施施工单位	励泰（清远）新材料科技有限公司		
投资总概算（万元）	1700	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）		400	比例	23.53%
实际总概算（万元）	1200	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）		270	比例	22.5%
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 日施行） （2）《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行） （3）《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 253 号令；2017 年 7 月 16 日国务院第 682 号令修订，2017 年 10 月 1 日施行） （4）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（根据 2021 年 1 月 8 日部令第 20 号《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第四次修正）					

	(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日施行；2019 年 3 月 2 日国务院第 709 号令修改） (6) 《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 18 号 2011 年 5 月 1 日施行） (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 日施行） (8) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行） (9) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号 2017 年 11 月 20 日施行） (10) 《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函[2025]313 号) 2.建设项目竣工环境保护验收技术规范 (1) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023，2024-02-01 实施） (2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021，2021-05-01 实施） (3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021，2021-05-01 实施） (4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002，2003 年 4 月 1 日实施） (5) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021，2021-8-1 日实施） (6) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002，2002 年 6 月 1 日实施） (7) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018，2019 年 3 月 1 日实施）
--	--

	3. 建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定 (1) 《励泰(清远)新材料科技有限公司电子加速器辐照扩建项目环境影响报告表》(报告编号: LBHJ-2024-DLHP014, 编制单位: 广州乐邦环境科技有限公司) (2) 《广东省生态环境厅关于励泰(清远)新材料科技有限公司电子加速器辐照扩建项目环境影响报告表的批复》(批复文号: 粤环审【2024】136 号, 2024 年 8 月 1 日)
验收执行标准	1.剂量限值和约束值 (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 附录 B 第 B1.1.1.1 款: 工作人员的职业照射水平不超过“由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv”; 根据第 B1.2.1 款: 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过“年有效剂量, 1mSv”的限值。 (2) 审管部门批复 项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及辐射安全责任, 确保辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年, 公众有效剂量约束值低于 0.1 毫希沃特/年。 由此确定本项目剂量约束值为辐射工作人员有效剂量约束值为 5mSv/a, 公众有效剂量约束值为 0.1mSv/a。 2.周围剂量当量率限值 (1) 根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) 中要求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。 (2) 根据《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002) 中对于 I 类电子束辐照装置距表面 5cm 处的空气比释动能率应不大于 2.5 μGy/h。 确定本次验收标准为: 辐照装置表面、样品出入口以及各贯穿屏蔽体的孔洞外 5cm 处, 周围剂量当量率不超过 2.5μSv/h。

表二 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位概况

励泰集团于 2002 年成立于香港，初期以生产名牌手袋为主，之后积极拓展业务，现已发展成为涂粉技术、家具、零售商店摆设及金属配件的业界先驱。集团在东莞、清远和国外（菲律宾克拉克及柬埔寨金边）多地设立子公司和厂房，产品涵盖手袋及服装的金属配件、皮具、家具装饰品等。作为励泰集团的下属企业，励泰（清远）新材料科技有限公司（以下简称“建设单位”）成立于 2022 年，厂址位于清远市清城区横荷街道横荷社区狮湖北路 12 号，主要从事新材料的研发和生产。建设单位将建成年产 4000 万平方米 EB(EB 固化技术是一种利用低能电子束对材料表面进行精确辐照的先进表面加工技术)电子束辐照固化新材料的生产规模。

建设单位生产具有特种功能的纸张和塑料薄膜（包括皮革离型纸（1650mm~1800mm 宽幅）、家具装饰纸（1220mm~1800mm 宽幅）、装饰塑料（0.1~0.45mm 厚度 PVC、PP、PET 等）膜、光伏（0.1~0.45mm 厚度 PET 等）塑料膜等），预计年产量 4000 万平方米。其表面有液体有机涂料层，为了快速固化，提高生产效率，增强涂层的耐刮擦性、抗冲击性、耐磨性、耐化学性和机械性，同时降低生产过程中的挥发性有机化合物（VOC）含量，建设单位在特种纸张和塑料薄膜生产线中引入了电子束辐照涂层固化工艺，使用电子加速器辐照装置作为辐照源进行辐照交联。

2.1.2 项目建设内容和规模

首期工程建设单位计划建设 4 台电子加速器辐照装置，并已完成相应的环境影响评价手续。其中 A 车间安装 3 台电子加速器（编号为 1~3 号）、F 车间安装 1 台电子加速器（编号为 4 号）。目前，A 车间 3 台电子加速器辐照装置已全部建成，并完成辐射安全许可证及验收工作；F 车间相关装置尚未开工建设。

根据市场需求和发展规划，建设单位在 C 车间首层增加使用 3 台同类型电子加速器辐照装置（编号为 5~7 号电子加速器，原核技术利用项目已申请了编号 1~4 号电子加速器）用于纸张和塑料薄膜的涂层辐照固化，建设单位使用的电子加速器辐照装置均带自屏蔽体。

2024 年，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司编制了《励泰（清远）新材料

科技有限公司电子加速器辐照扩建项目环境影响报告表》（报告编号：LBHJ-2024-DLHP014），该报告表于2024年8月1日经广东省生态环境厅批复，批文号为粤环审[2024]136号，详见附件1。报告评价的主要内容为：在厂区C车间首层内东北侧安装使用3台电子加速器辐照装置(均为EB180型，电子线最大能量0.3兆电子伏，最大束流强度270毫安，设备自带屏蔽体，属Ⅱ类射线装置)用于纸张和塑料薄膜的涂层辐照固化。

2025年12月，计划3台电子加速器辐照装置安装完成后，建设单位向广东省生态环境厅申领辐射安全许可证，并于2025年12月12日取得辐射安全许可证，证书编号为粤环辐证[05081]，许可的种类和范围和使用Ⅱ类射线装置（见附件2）。

建设单位在取得辐射安全许可证后，开始对加速器进行调试和升功率，至2026年1月，已有2台加速器可达到稳定运行状态，另有1台加速器尚未能完成功率调试，为适应公司发展步调，建设单位决定对电子加速器分批次进行验收，本次仅对已达到稳定运行状态的2台装置（编号为5号和6号电子加速器）开展验收工作。

建设单位环评批复与建设情况对照见表2-1。

表 2-1 环评批复与本次验收内容对照分析

项目	环评阶段	建设情况	分析
安装场所	C 车间首层	C 车间首层	一致
安装数量	3 台	3 台	由于 1 台加速器尚未能完成功率调试，本次仅验收 2 台
型号	EB180	EB180	一致
参数	电子线：0.3MeV	电子线：0.3MeV	一致
用途	涂层辐照固化	涂层辐照固化	一致

综上，本次验收为部分验收，验收内容为：在C车间首层安装使用2台EB180型电子加速器辐照装置，加速器均带自屏蔽体。

建设单位后续另外1台电子加速器调试稳定后，应再次组织对项目进行竣工环境保护验收。

2.1.3 项目建设位置和平面布置

建设单位在清远市清城区横荷街道横荷社区狮湖北路12号建设单位厂区C车间首层安装使用2台EB180型电子加速器辐照装置，加速器均带自屏蔽体，详细位置见图2-1，建设单位总平面布置图详见图2-2。加速器安装位置与项目环评规划位置一致，未发生变更。

验收项目 2 台 EB180 型电子加速器辐照装置选址于建设单位厂区内 C 车间首层（C 车间首层平面布局图详见图 2-3），C 车间地上共有 3 层，其中首层主要用于涂层辐照固化生产大厅使用，二层作为仓库使用，无地下室，建设单位为 3 台电子加速器辐照装置设置物理隔断，详见图 2-4 红色虚框。

通过现场调查并与环评文件对照，建设单位首期实际建设地点、建设情况与环评情况一致。

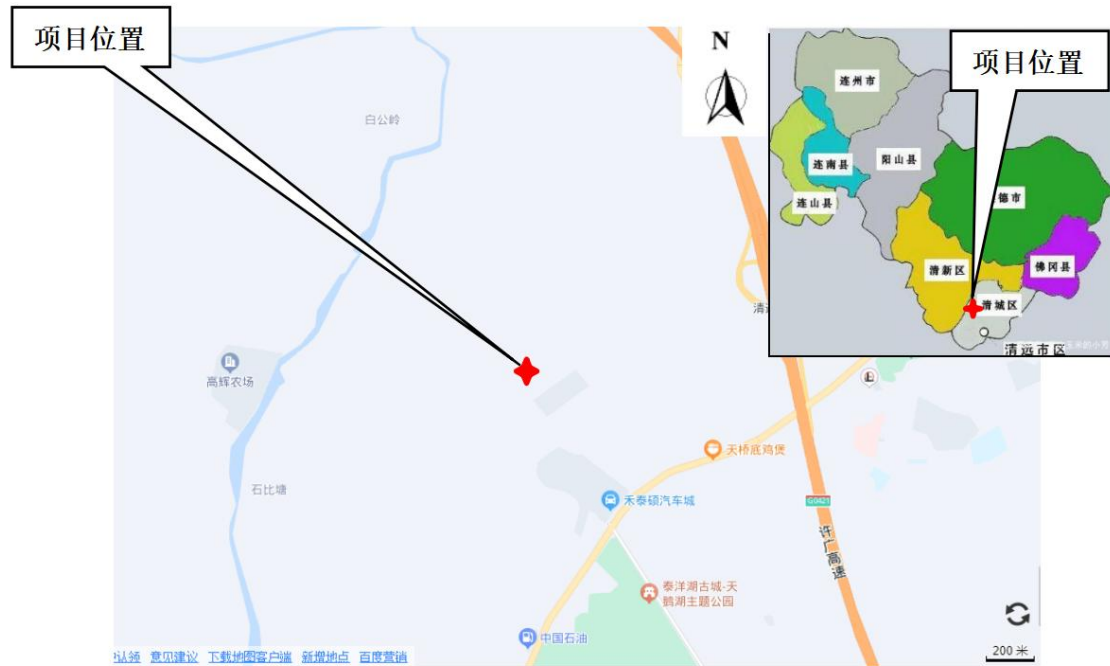


图 2-1 验收项目地理位置图

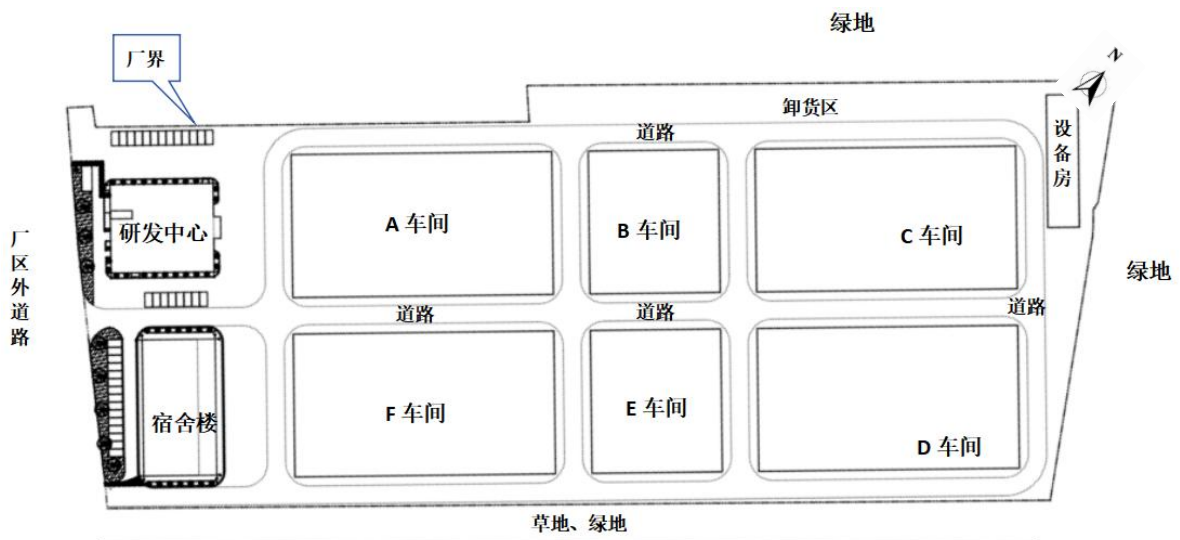


图 2-2 建设单位总平面布局图

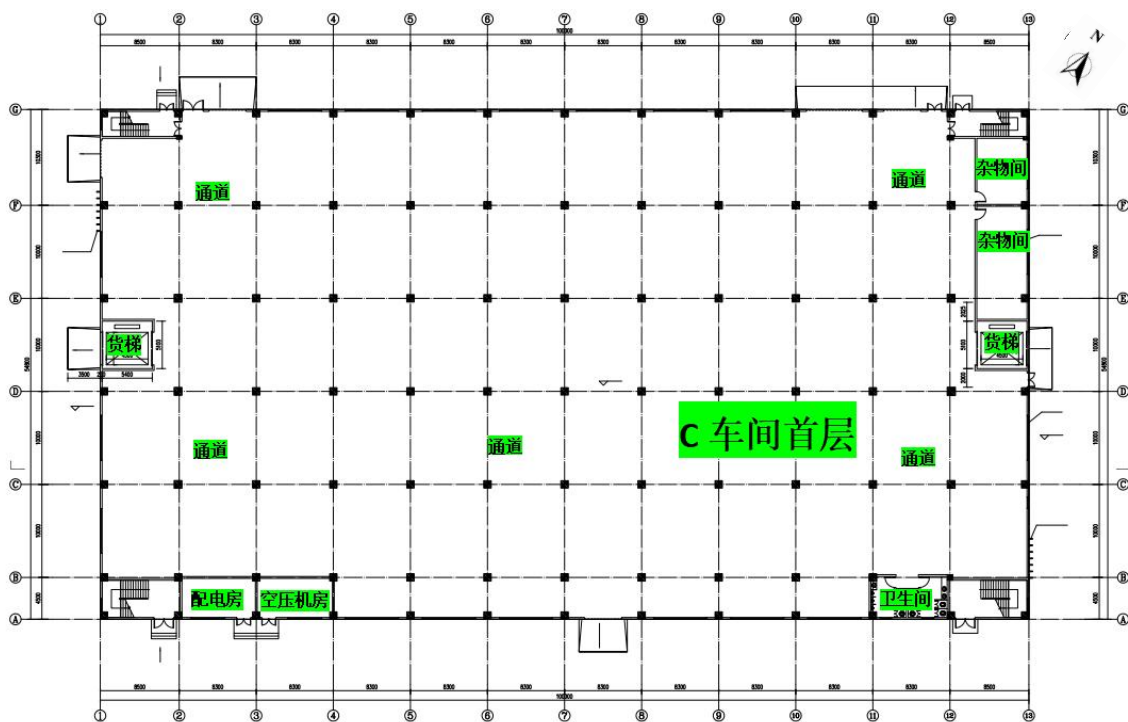


图 2-3 C 车间平面布局图

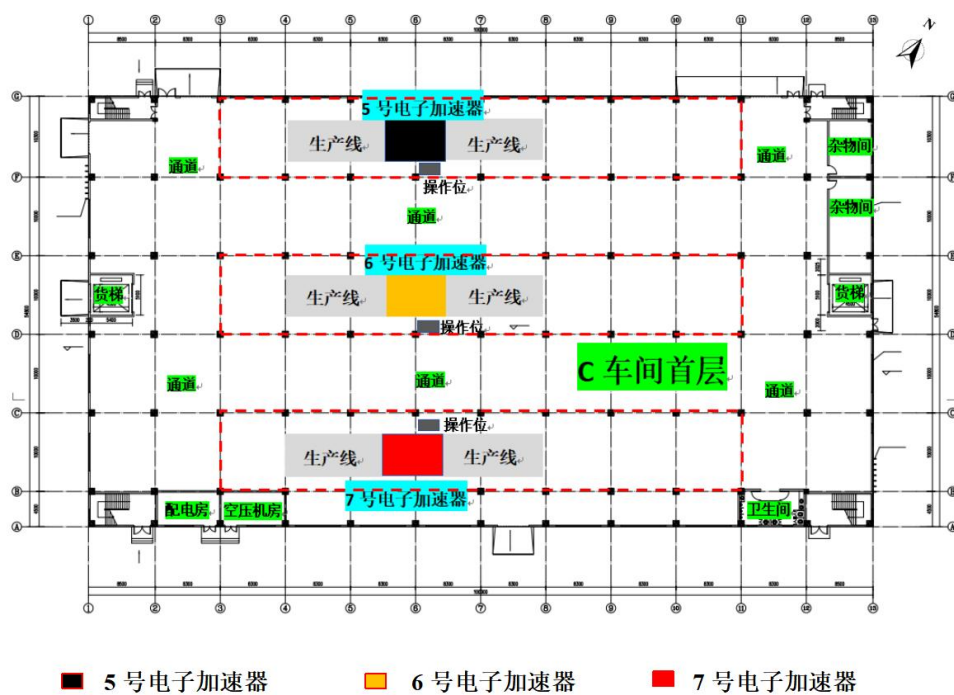


图 2-4 电子加速器所在位置四至图

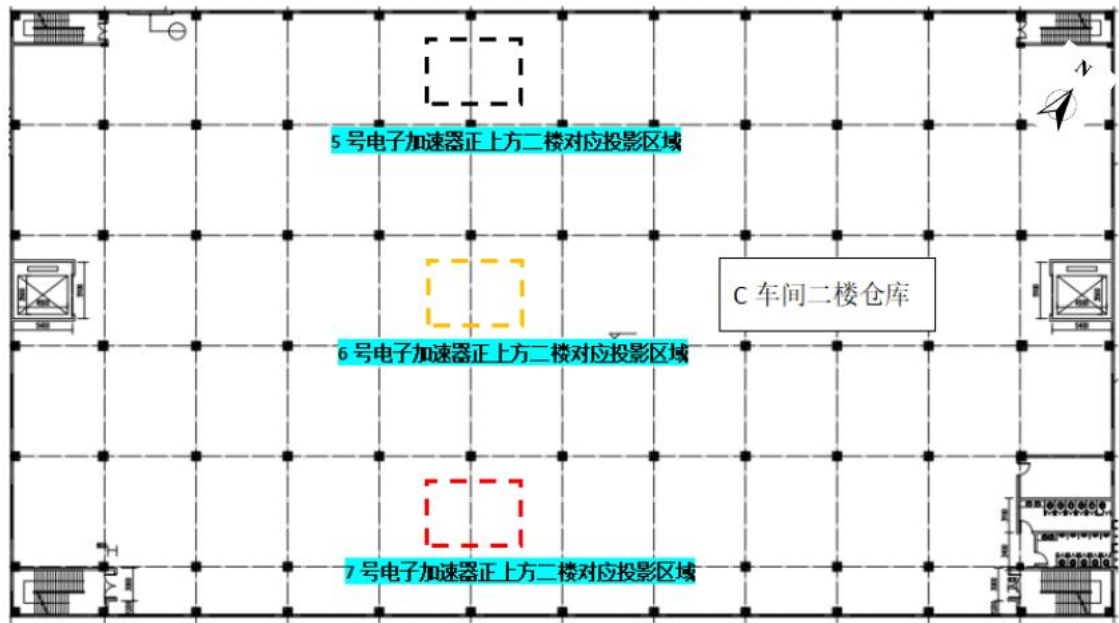


图 2-5 本项目 C 车间二楼仓库示意图

2.1.4 环境保护目标

《励泰（清远）新材料科技有限公司电子加速器辐照扩建项目环境影响报告表》中根据《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) 确定，本项目 50m 评价范围主要为 C 车间内货物间、货梯、配电房间与空压机房、卫生间，D 车间，厂区内部道路。

验收项目周边 50m 范围关系图如图 2-6 所示，本项目 5 号电子加速器 50m 范围内主要包括西北侧约 15m 处的卸货区、东北侧约 48m 处的杂物间及货梯、西南侧约 35m 处的货梯和约 42m 处的配电房与空压机房以及建设单位厂区内部道路等环境；本项目 6 号电子加速器 50m 范围内主要包括西北侧约 38m 处的卸货区、东北侧约 48m 处的杂物间、西南侧约 30m 处的货梯、约 30m 处的配电房与空压机房、东南侧约 40m 处的卫生间、东南侧约 42m 处的 D 车间以及建设单位厂区内部道路等环境。

根据以上分析，验收项目与环境影响评价阶段相比，保护目标未变，本项目环境保护目标见表 2-2。

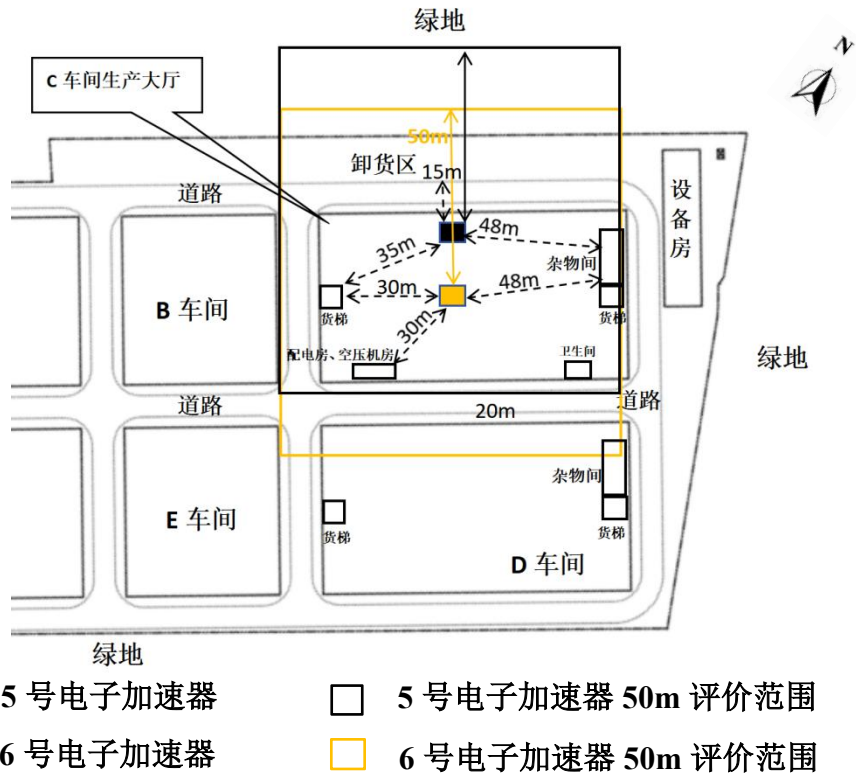


图 2-6 周边环境关系图（50m）

表 2-2 周围环境保护目标一览表

环境保护目标	位置		方位及距离范围	人数	居留方式	保护目标
5号电子加速器						
辐射工作人员	操作位		5号电子加速器东南侧 1m~3m	1	全居留	辐射工作人员剂量约束值 5mSv/年
公众	C 车间首层生产大厅	杂物间及货梯	东北侧水平距离约 48m~50m	1	部分居留	公众剂量约束值 0.1mSv/年
		卫生间	东南侧水平距离约 55m	1	部分居留	
		配电房、空压机房	西南侧水平距离 42m~50m	1	部分居留	
		货梯	西南侧水平距离 35m~40m	1	部分居留	
	C 车间二层、三层厂房（均为仓库）		上方垂直距离约 8m	4	部分居留	
	C 车间室外西北侧卸货区		西北侧水平距离约 15m~25m	2	部分居留	
6号电子加速器						
辐射工作人员	操作位		6号电子加速器东南侧 1m~3m	1	全居留	辐射工作人员剂量约束值 5mSv/年
公众	C 车间	杂物间	东北侧水平距离约	1	部分居留	公众剂量约束值

	首层生产大厅		48m~50m			0.1mSv/年
		卫生间	东南侧水平距离 40m~45m	1	部分居留	
		配电房、空压 机房	西南侧水平距离 30m~40m	1	部分居留	
		货梯	西南侧水平距离 30m~35m	1	部分居留	
	C 车间二层、三层厂房 (均为仓库)		上方垂直距离约 8m	4	部分居留	
	D 车间(暂无规划用途)		东南侧水平距离 42m~50m	10	部分居留	

2.1.5 环境影响评价文件及批复对照分析

现对本项目实际建设内容与环境影响评价文件和批复进行对照分析，详见表 2-3。

表 2-3 验收项目与环评阶段设计的建设内容对照表

环评文件及批复	实际建设内容
在厂区 C 车间首层内东北侧安装使用 3 台电子加速器辐照装置(均为 EB180 型,电子线最大能量 0.3 兆电子伏,最大束流强度 270 毫安,设备自带屏蔽体,属 II 类射线装置)用于纸张和塑料薄膜的涂层辐照固化。	在厂区 C 车间首层内东北侧安装使用 2 台电子加速器辐照装置(均为 EB180 型,电子线最大能量 0.3 兆电子伏,最大束流强度 270 毫安,设备自带屏蔽体,属 II 类射线装置)用于纸张和塑料薄膜的涂层辐照固化。

对照《核技术利用建设项目重大变动清单(试行)》(环办辐射函〔2025〕313 号)相关规定,核技术利用建设项目构成重大变动的情形包括:射线装置数量增加、类别升高、选址变更、屏蔽措施弱化、不利环境影响加重等。

根据以上分析,本次验收项目的实际建设内容,在规模、选址、屏蔽措施方面,均严格执行了环境影响评价文件及批复要求,且均在环境影响评价文件及批复审批范围之内,未发生重大变动,满足竣工环保验收的要求。

2.2 源项情况

2.2.1 设备结构组成

本次验收项目使用的 2 台 EB180 型电子加速器均带自屏蔽体,设备主要由高压电源柜、主机室、辐照室、辐照材料引入和引出系统、设备底座等组成(见图 2-7)。高压电源柜是加速器产生高压的设备,主要部件有直流高压发生器等;主机室是产生高能电子的设备,主要部件有束流加速系统、扫描引出系统等;除此之外,为了能正常运行,加速器还配套有辅助系统,如真空系统,氮气填充系统等。本次验收项目电子

加速器设备结构组成与环评一致。

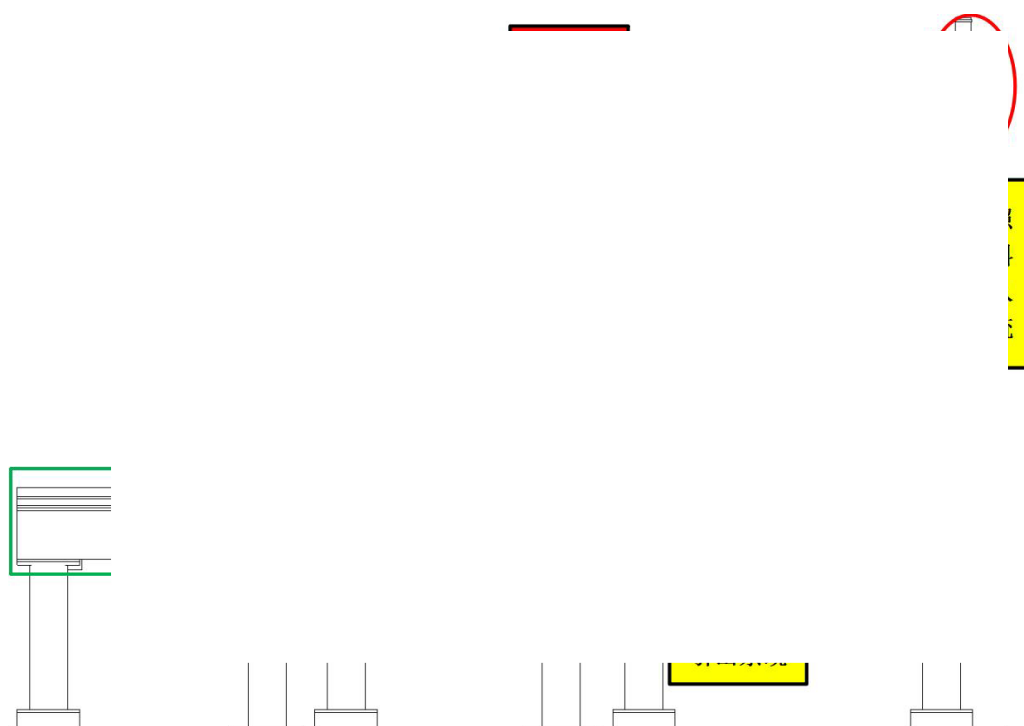


图 2-7 电子加速器装置示意图

2.3 操作流程及产污环节

本项目在电子加速器开机出束进行辐照交联固化时，辐射工作人员位于屏蔽体外的操作位进行设备操作。出束进行辐照交联固化时，设备的自屏蔽体可为辐射工作人员以及屏蔽体外停留或通过的人员提供足够的屏蔽防护。

本项目使用电子加速器进行辐照交联固化的操作流程如下，流程图详见图 2-8：

- (1) 检查相关记录，确认机器无异常故障记录。
- (2) 插入钥匙，打开电源，开启辅助系统，如真空系统、氮气填充系统等。
- (3) 启动辐照材料引入和引出系统，确认辐照材料已到达出口处后，进行下一步。
- (4) 确认相关辅助系统运行正常并再次确认无异常情况，按下加速器的出束按钮。此时，生产线将全自动对纸张和塑料薄膜进行涂层辐照交联固化：辐照前的材料通过全自动引入系统导入屏蔽体内，辐照材料将不间断的进行辐照，辐照后的材料通过全自动收卷机收集。若在辐照过程中，出现辐照材料断裂等情况，导致束下没有辐照材料时，加速器将自动停止出束。

本项目正常情况下，电子加速器会长时间处于开启状态。本项目的涂层辐照固

化为生产线上的一个环节，建设单位的生产线为全自动控制。在进行辐照交联过程中，工作人员只需在操作位密切关注相关仪表的参数，无需进其它操作。

在开机出束进行辐照交联的过程中，会产生高能电子，高能电子韧致辐射会产生 X 射线，由于加速器带自屏蔽体，韧致辐射产生的 X 射线经屏蔽体的屏蔽防护后，X 射线基本被屏蔽在屏蔽体中，可能仍有一定的射线透射到屏蔽体外，对附近的辐射工作人员和周围的公众产生辐射影响。由于本项目的加速器的屏蔽体内，会进行氮气填充，氮气比例要求大于 99%，因此，本项目在正常运行过程中，不会产生臭氧、氮氧化物等有害气体。产污环节示意图见图 2-9。

(5) 辐照工作结束，关闭加速器。

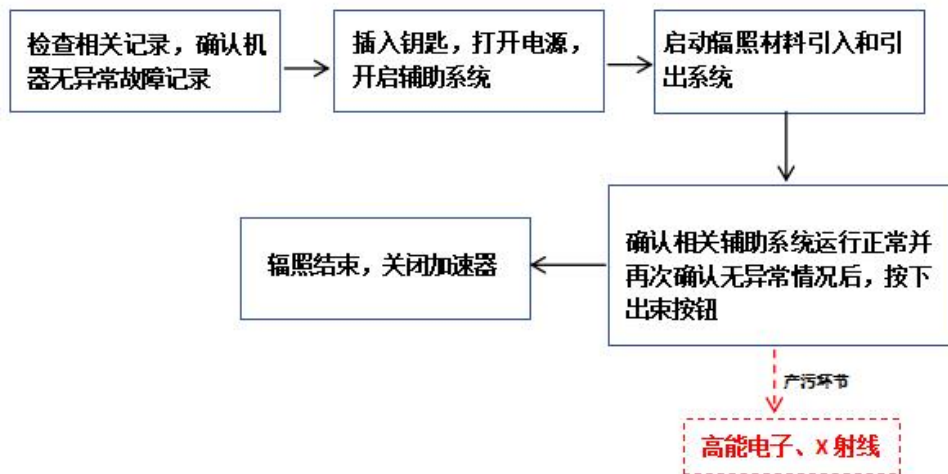


图 2-8 本项目工艺流程示意图

辐照前

填充氮

辐照后

图 2-9 电子加速器辐照装置进行辐照交联的主要产污环节示意图

本项目是生产线中的一个环节，建设单位的生产线为全自动控制，本项目电子加速器辐照装置在使用时，工作人员只需在操作位密切关注相关仪表的参数，无需进其它操作。

本项目 C 车间生产大厅整体人流以及物流情况，详见下图 2-10。

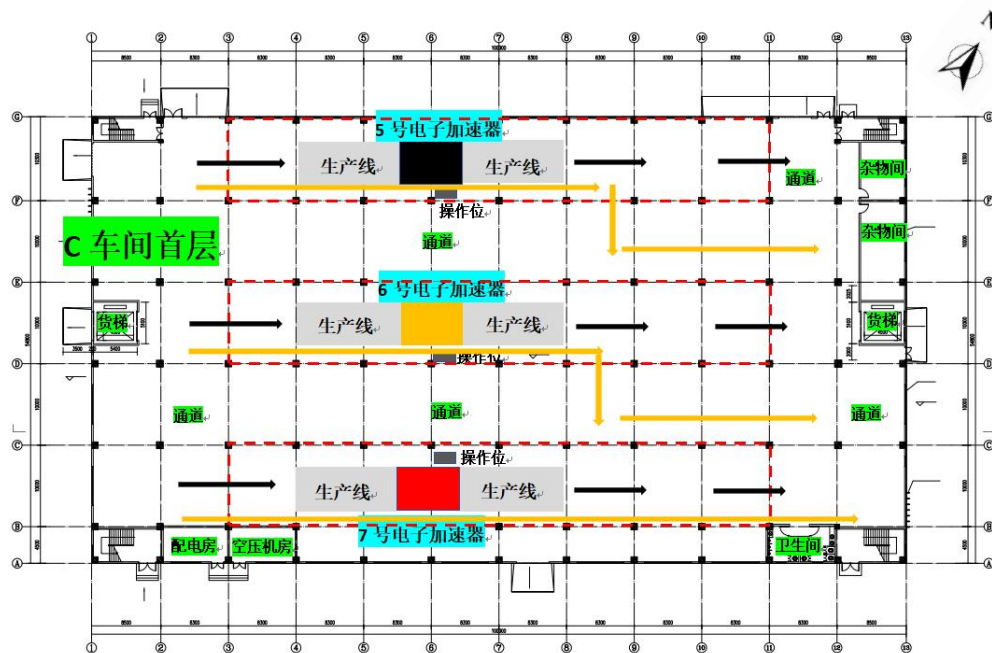


图 2-10 建设单位 C 车间人流及物流情况示意图

（图中黑色箭头为物流路径，橙色箭头为人流路径）

2.4 人员配置及工作负荷

环评情况：本项目使用 3 台电子加速器进行纸张和塑料薄膜涂层辐照固化。建设单位预计，每台加速器每天开机出束最多 8 小时，全年开机出束最多 250 天。

每台加速器均设有操作位，辐射工作人员（即加速器操作员）需在操作位上进行设备操作。建设单位拟为每台加速器配备 1 名操作员，另配备 1 名值班长，总计配备 3 名加速器操作人员和 1 名值班长。建设单位预计每名操作人员每天操作加速器时间最多为 8 小时，全年工作 250 天。

验收情况：建设单位原有 6 名辐射工作人员负责 A 车间的辐射工作，本项目于 C 车间新增 2 台电子加速器辐照装置，并根据实际需求新增了 3 名辐射工作人员负责 C 车间的辐射工作，建设单位预计每名操作人员每天操作加速器时间最多为 8 小时，全年工作 250 天。

2.5 主要污染源

通过环评论证，本项目是使用电子加速器产生的电子束，进行纸张和塑料薄膜的涂层辐照固化。电子束的穿透能力较弱，通过轫致辐射会产生高能 X 射线，因此只需考虑所产生的 X 射线的屏蔽。为了保证涂层固化的质量，进行辐照交联固化时，需对屏蔽体内填充氮气，确保氮气的浓度大于 99%，因此本项目不会产生臭氧、氮氧化物等有害气体。

电子加速器辐照装置在正常工况和非正常工况下的污染源项分别如下：

（1）正常工况

由电子加速器辐照装置的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，会产生高能电子束，高能电子束通过轫致辐射将产生高能 X 射线。这些电子束和 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。

辐照作业是在专用屏蔽体中进行，在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，屏蔽体外的辐射工作人员及公众受到的射线照射可以满足标准要求。

（2）事故工况

①电子加速器辐照装置出现故障时（如直流高压发生器故障），可能导致加速器的加速管外的周围剂量当量率超过控制水平，造成误照事故。

②剂量联锁失效，电子加速器辐照装置可能无法及时停止出束，造成误照事故。

③设备维护或维修调试过程中，工作人员错误操作，接通电源并出束，则可能造成误照事故。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所布局和分区管理

3.1.1 工作场所布局

本项目为厂区 C 车间首层安装使用 2 台 EB180 型电子加速器辐照装置(编号为 5 号和 6 号电子加速器)，5 号电子加速器西北侧位通道，东北侧为生产线，西南侧为生产线，东南侧为通道和操作位；6 号电子加速器西北侧位通道，东北侧为生产线，西南侧为生产线，东南侧为通道和操作位。其相邻环境状况见表 3-1。

表 3-1 电子加速器辐照装置相邻环境状况

设备	西北侧	西南侧	东南侧	东北侧	上方	下方
5 号电子加速器	通道	生产线	通道和操作位	生产线	仓库	无
6 号电子加速器	通道	生产线	通道和操作位	生产线	仓库	无

3.1.2 辐射安全分区

环评要求：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求，建设单位对电子加速器辐照装置的工作场所进行分区管理，具体如下：

（1）控制区：以屏蔽体为界的加速器内部划为控制区，该区域通过实体屏蔽以及各项辐射安全措施进行控制。

（2）监督区：将加速器屏蔽体外 0.3m 处以及操作位划为监督区。建设单位在监督区边界的地面上，标示警戒线以警示无关人员进入。

落实情况：本次验收项目，以屏蔽体为界的加速器内部划为控制区；将加速器屏蔽体外 0.3m 处以及操作位划为监督区。详见图 3-1~图 3-2。

本项目辐射工作场所分区情况可以满足环评文件以及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求。

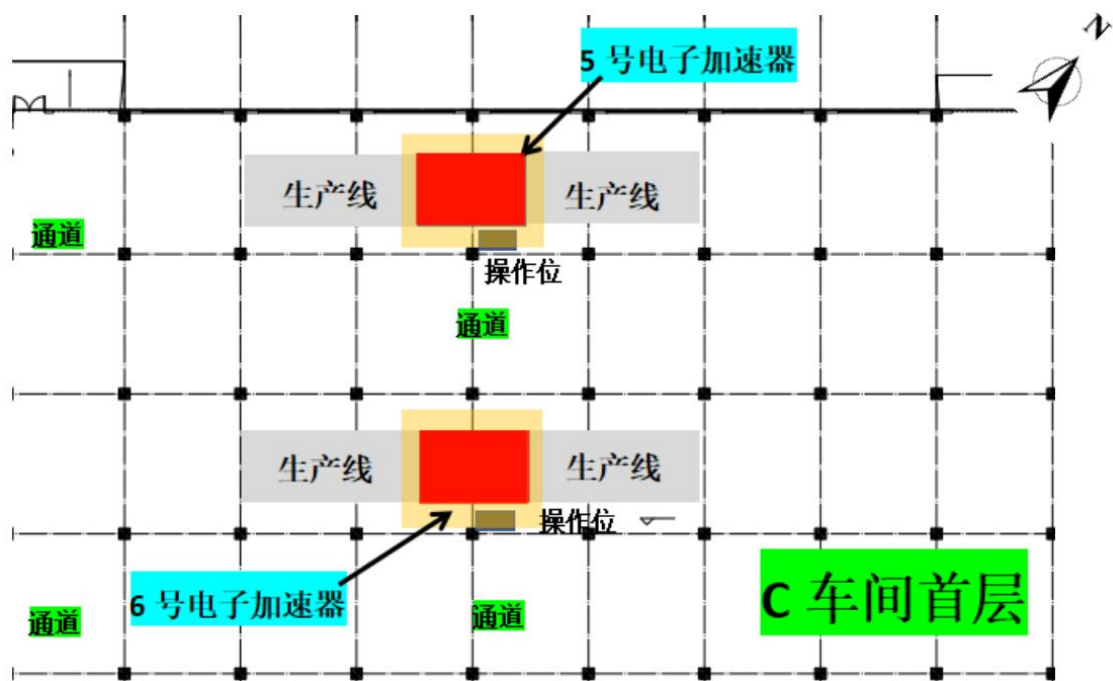


图 3-1 辐射工作场所分区图（红色为控制区，黄色为监督区）

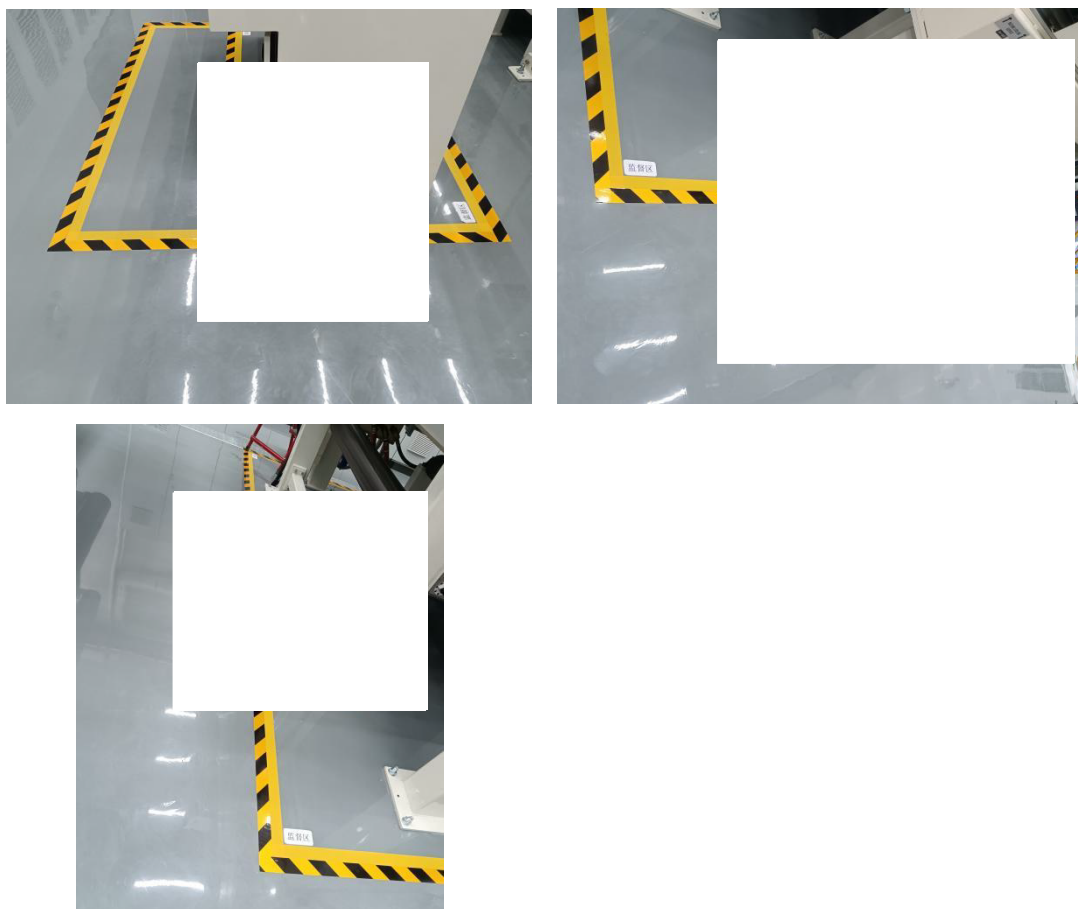


图 3-2 分区现状示意图

3.2 屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

3.2.1 辐射屏蔽设计

本项目安装的 2 台 EB180 电子加速器辐照装置均带自屏蔽体：电子加速器主机室的屏蔽材料为 35mmPb+20mmFe，辐照室的屏蔽材料为 45mmPb+30mmFe，加速器扫描宽度为 1.80m（水平方向）；所有电子加速器的辐照物品的传输方式均采用滚轮传输。电子加速器屏蔽设计情况与环评阶段一致，电子加速器辐射屏蔽情况见图 3-3~图 3-5。

根据表 7 中监测结果表明，2 台电子加速器屏蔽体外周围剂量当量率最大为 333nSv/h，可以满足本次验收确定的辐照装置表面、样品出入口以及各贯穿屏蔽体的孔洞外 5cm 处，周围剂量当量率不超过 2.5μSv/h 的要求。

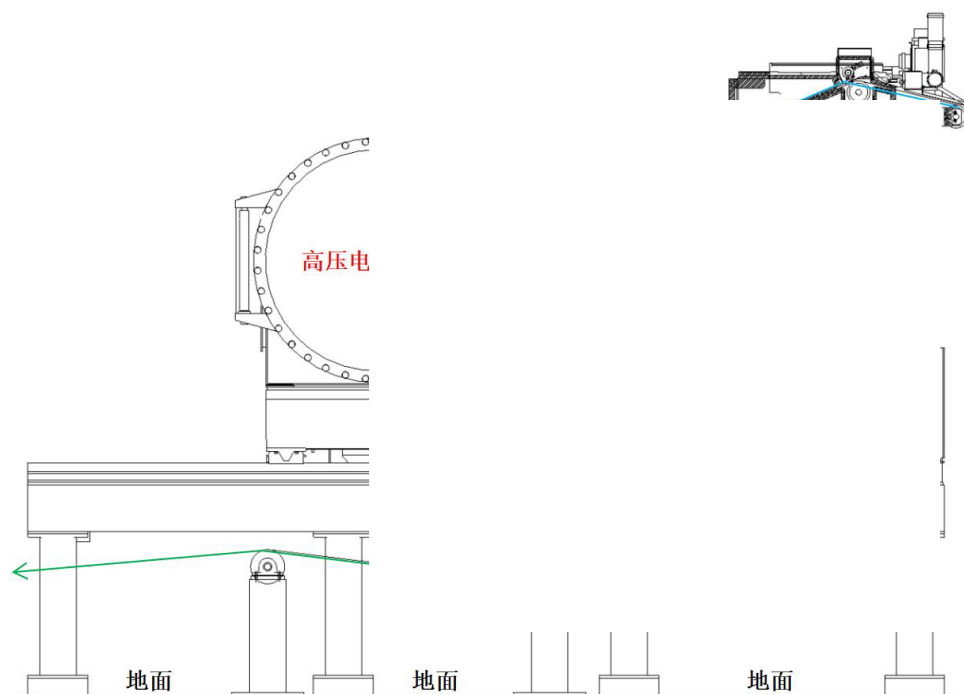


图 3-3 电子加速器辐照装置的剖面图

（蓝色为辐照前材料路径，绿色为辐照后材料路径）

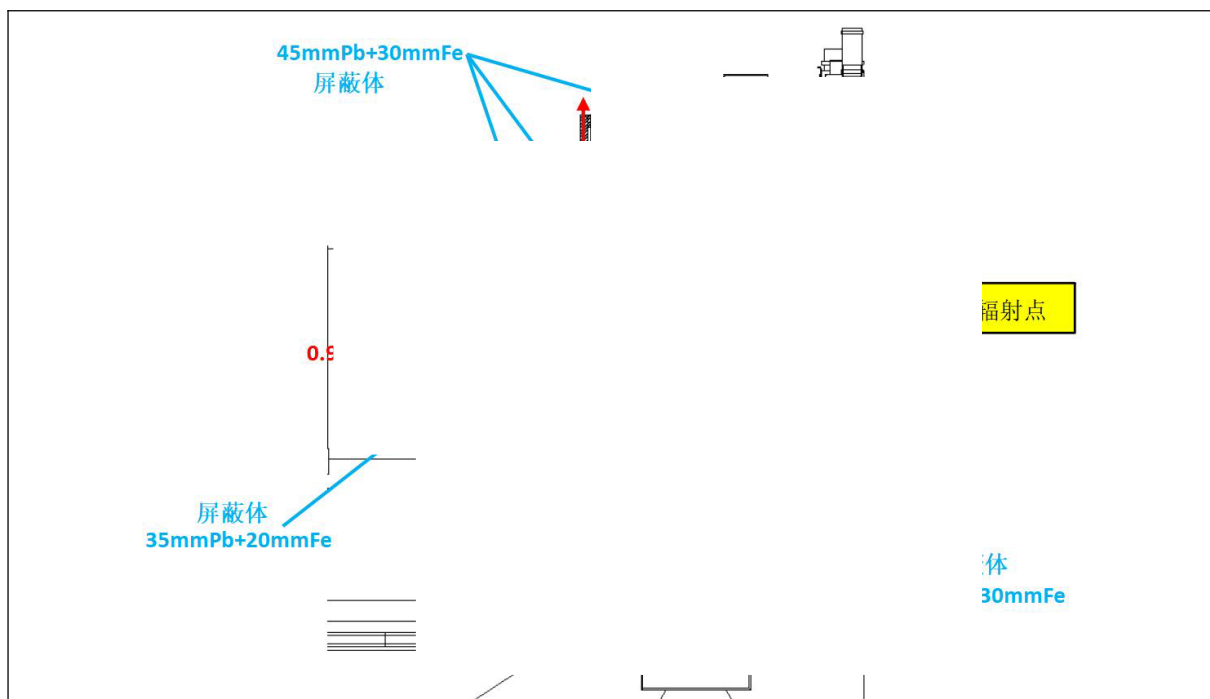


图 3-4 电子加速器辐照装置的剖面图——屏蔽体材料和靶点位置

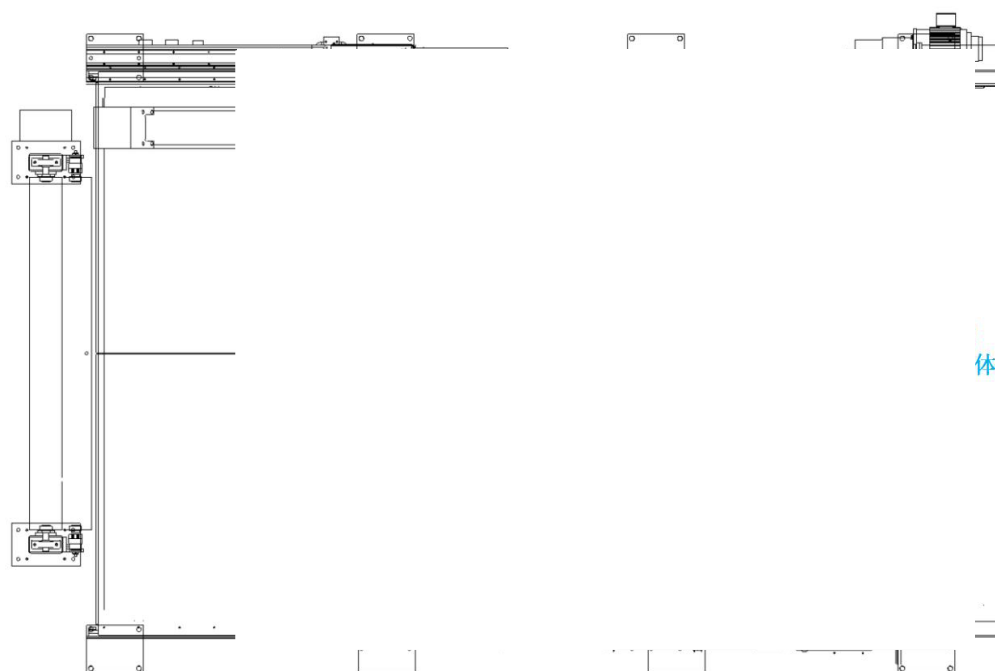


图 3-5 电子加速器辐照装置俯视图

3.2.2 屏蔽体搭接

环评要求：电子加速器辐照装置的屏蔽体在设计时，要求所有屏蔽体的搭接宽度至少为 10cm，由于屏蔽体在搭接时需严丝合缝，因此可以保证屏蔽体的搭接宽度至少为缝隙的 10 倍以上。

落实情况：电子加速器辐照装置所有屏蔽体在搭接时严丝合缝，因此可以保证屏蔽体的搭接宽度至少为缝隙的 10 倍以上。

3.2.3 控制线缆

环评要求：本项目电子加速器辐照装置的控制线缆穿过屏蔽体的位置均位于辐照室的侧面，在穿过屏蔽体时，均采用了多次折叠的路径设计，通过增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

落实情况：本项目电子加速器辐照装置的控制线缆穿过屏蔽体的位置均位于辐照室的侧面，在穿过屏蔽体时，整体均采用了多次折叠的路径设计，以防止射线泄漏并保证屏蔽墙体的屏蔽效果。经现场核查，实际控制线缆与环评阶段设计一致，电子加速器辐照装置的控制线缆穿过屏蔽体图见图 3-6，电子加速器辐照装置氮气管道穿过屏蔽体见图 3-7。



图 3-6 电子加速器辐照装置的控制线缆穿过屏蔽体图

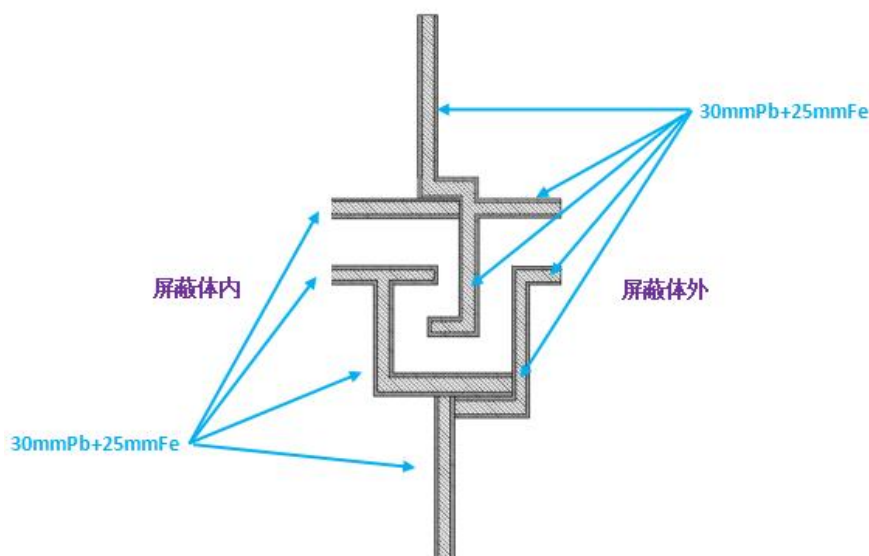


图 3-7 电子加速器辐照装置的氮气管道穿过屏蔽体图

3.2.4 辐照材料进出口

环评要求：建设单位拟辐照交联的物品，从屏蔽体的上方穿过屏蔽体（孔洞宽度为 2mm），经滚轮多次变更方向后，到达辐照区域。经电子辐照后，从屏蔽体的下方穿过屏蔽体（孔洞宽度为 2mm），经滚轮多次变更方向后，离开屏蔽体。通过多次折返的穿越屏蔽体的设计，增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果

落实情况：本项目辐照交联的物品，从屏蔽体的上方穿过屏蔽体，经滚轮多次变更方向后，到达辐照区域。经电子辐照后，从屏蔽体的下方穿过屏蔽体，经滚轮多次变更方向后，离开屏蔽体，以防止射线泄漏并保证屏蔽墙体的屏蔽效果。经现场核查，实际辐照材料进出口与环评阶段设计一致，电子加速器辐照装置辐照材料入口处示意图见图 3-8，电子加速器辐照装置辐照材料出口处示意图见图 3-9。

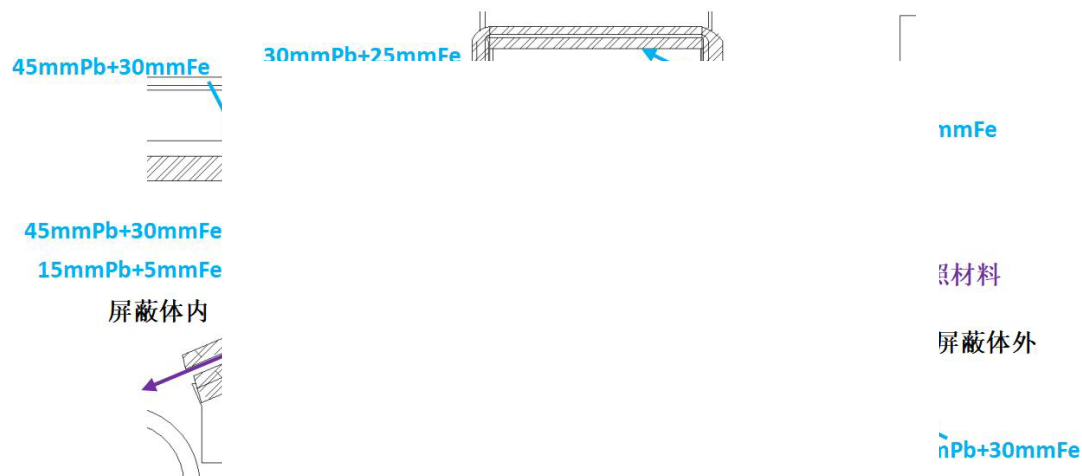


图 3-8 电子加速器辐照装置辐照材料入口处示意图

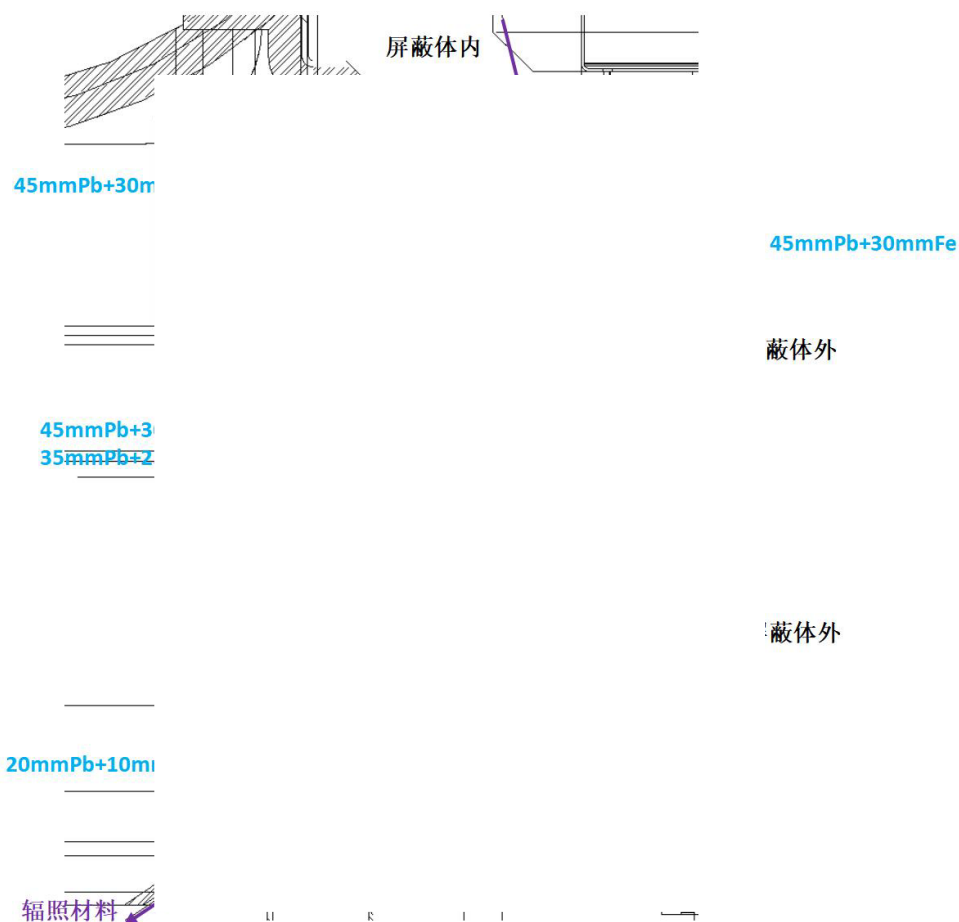


图 3-9 电子加速器辐照装置辐照材料出口处示意图

3.3 辐射安全与防护措施

本项目安装的 2 台电子加速器辐照装置在使用期间将一直处于出束状态，为了保证涂层固化的质量，进行辐照交联固化时，需确保氮气的浓度大于 99%，因此，本项目 2 台电子加速器辐照装置均不会产生臭氧和氮氧化物，屏蔽体没有机械排风系统。

（1）钥匙控制

环评要求：本项目的电子加速器辐照装置在操作位均设计有主控台，在主控台上设计有钥匙开关。只有该钥匙就位后才能开启电源，启动加速器，加载高压并出束作业。钥匙开关未闭合状态时，加速器无法加载高压和出束作业。

落实情况：2 台电子加速器辐照装置均在操作位的主控台上设置了钥匙开关，只有该钥匙就位后才能开启电源，启动加速器，加载高压并出束作业。钥匙开关未闭合状态时，加速器无法加载高压和出束作业。当开机出束时，若取下钥匙，加速器将立即断高压，停止出束。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-10。



图 3-10 钥匙控制

(2) 工作状态指示灯

环评要求：本项目加速器在操作位操作台处设计有工作状态指示灯，工作状态指示灯与加速器高压联锁。

落实情况：本次验收的 2 台电子加速器中，操作位主控台均设置了工作状态指示灯，电子加速器顶部同时加装了工作状态警报灯，二者均与加速器高压实现关联。在加速器启动前，指示灯与警报灯同时亮起，提醒周围人员勿靠近。相较于环评阶段，本次实际建设在电子加速器顶部增加了警报灯，进一步提升了安全预警功能，实际落实情况优于环评设计，详见图 3-11。

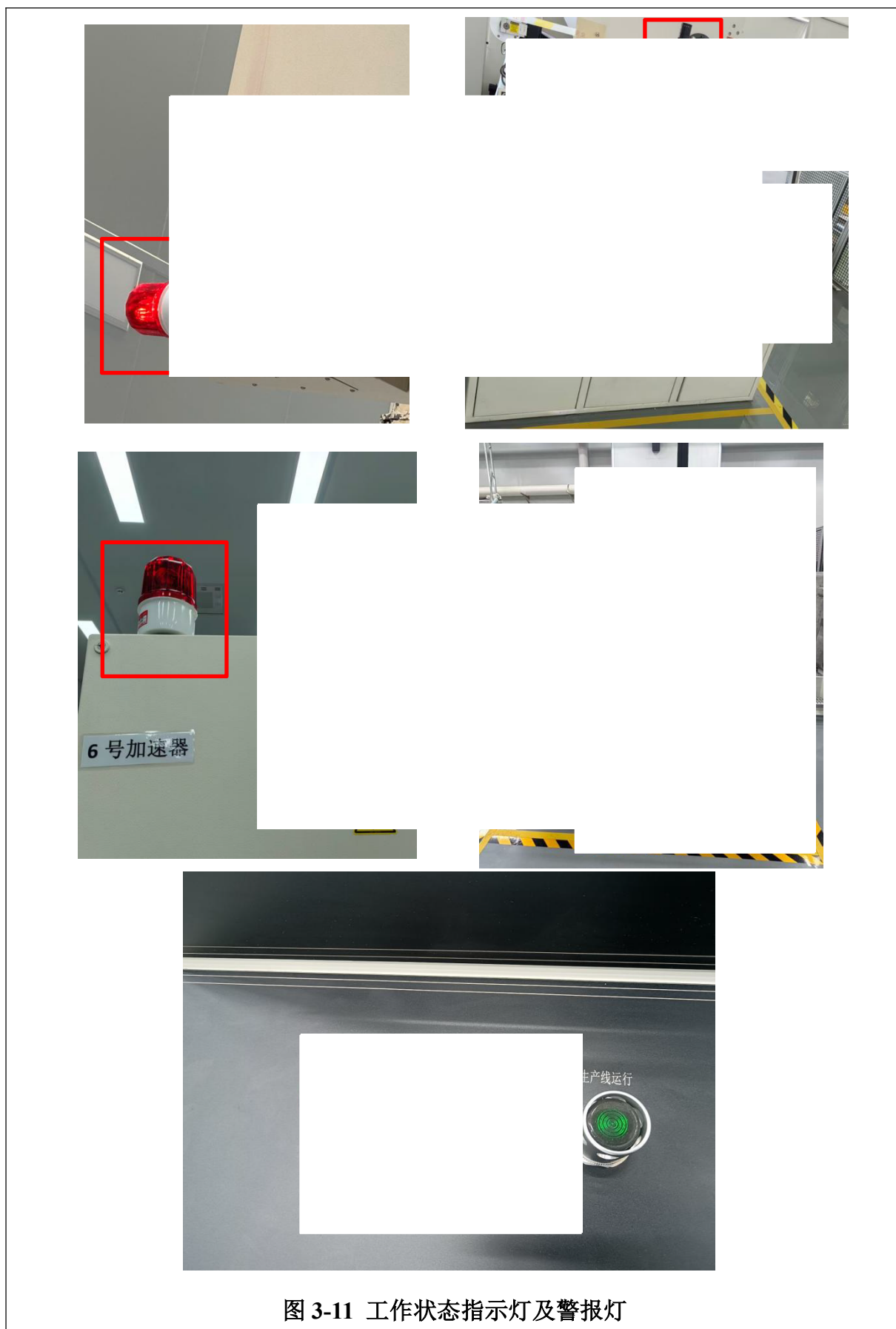


图 3-11 工作状态指示灯及警报灯

（3）急停按钮

环评要求：在操作位的主控台上安装有 1 个急停按钮，急停按钮有明显的标志，供应急停止使用，当出现紧急情况时，只需按下紧急停机开关，加速器将立即断高压，停止出束。在紧急情况、事故处理完毕后，需将紧急停机开关复位，加速器才能重新启动。

落实情况：2 台电子加速器的主控台上，各安装了 1 个带有明显标识的急停按钮，用于紧急情况下立即断高压、停止出束。当紧急情况、事故处理完毕后，需将紧急停机开关复位，加速器才能重新启动，该设置与环评阶段一致，详见图 3-12。



图 3-12 急停按钮

（4）剂量联锁

环评要求：本项目拟安装固定式实时周围剂量当量率监测系统，测量探头位于设备屏蔽体外，显示面板位于操作位主控台上。当显示面板上的周围剂量当量率大于预设值时，加速器将立即断高压，停止出束。

落实情况：本项目在 2 台电子加速器四周均固定安装了 6 个剂量当量检测传感器，

传感器信号接入 2 个控制电路板实时监控。这 2 块电路板的触点分别串联在安全电路中，只有在安全电路正常情况下，才能实现设备的运行。

在设备正常运行期间，操作台触摸屏可实时显示当前的剂量值与束流数据，数据来源于机器内部监测系统，外部的辐射检测则通过连接至电路板实现，电路板上的触点串联在安全电路中。一旦传感器检测到辐射剂量率超过预设值，电路板触点即会脱扣，导致安全电路就失效，从而迅速切断高压与束流。

该设置可满足环评设计中提出的剂量联锁要求：当显示面板上的周围剂量当量率大于预设值时，加速器将立即断高压，停止出束的要求。

（5） 视频监视系统

环评要求：本项目拟在每台电子加速器辐照装置安装位置西南侧以及东北侧各安装 1 个视频监视摄像头，视频图像位于操作位旁，确保辐射工作人员可以随时掌握加速器周围环境状况。

落实情况：本项目在 2 台电子加速器辐照装置的西南侧以及东北侧各安装 1 个视频监视摄像头，视频图像位于操作位旁，确保辐射工作人员可以随时掌握加速器周围环境状况。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-13。

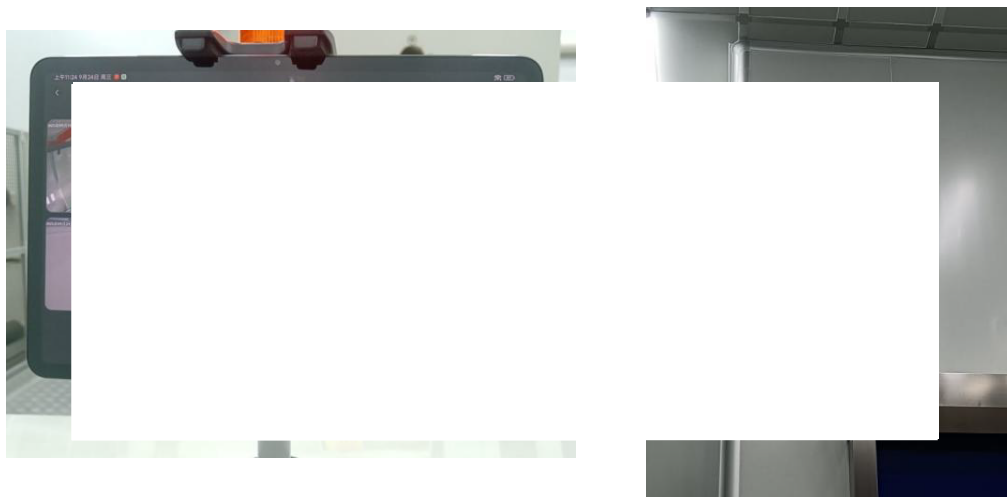


图 3-13 视频监控系统

（6） 电离辐射警示

环评要求：拟在设备屏蔽体外的 4 个侧面、检修门处、辐照材料进出口位置张贴电离辐射警示标志，可以确保加速器周围各个方向的人员均能明显看到，以提醒周围

人员勿靠近。

落实情况：本项目均在 2 台电子加速器的屏蔽体的四个侧面、检修门处以及辐照材料进出口位置，均张贴了电离辐射警示标志，确保加速器周围各个方向的人员均能明显看到，以提醒周围人员勿靠近。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-14。

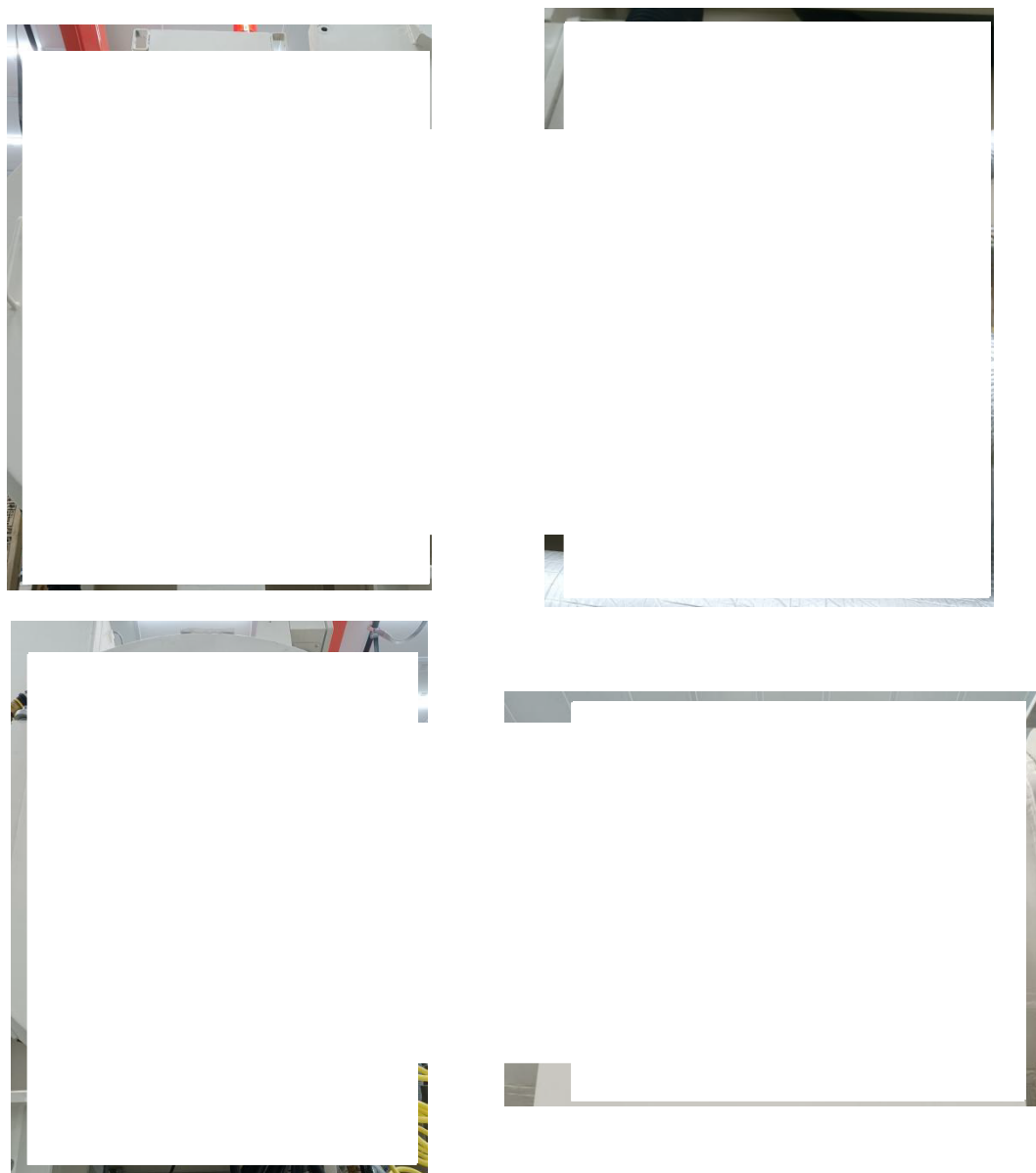


图 3-14 电离辐射警示标识

(7) 电子加速器辐照装置的控制信号联锁

环评要求：电子加速器辐照装置将与生产线物料传输系统控制信号进行联锁。在电子加速器辐照装置未加载高压时，只有当控制信号正常时，电子加速器辐照装置方可启动进行高压加载；在电子加速器辐照装置正常运行后，将对控制信号实时监控，

若控制信号出现异常，则系统将立即切断该台电子加速器辐照装置高压，使其无法出束，传输系统设置有测速装置，仅当物料传输系统正常运行时，电子加速器辐照装置才能开启出束。

落实情况：本项目 2 台电子加速器辐照装置均与生产线物料传输系统控制信号实现联锁。在电子加速器未加载高压时，仅当控制信号正常，方可启动进行高压加载；在正常运行后，系统对控制信号进行实时监控，一旦信号出现异常，将立即切断该台电子加速器辐照装置高压，使其无法出束。此外，传输系统设置有测速装置，仅当物料传输系统正常运行时，电子加速器辐照装置才能开启出束。实际落实情况与环评阶段一致。

（8）氮气、冷却水系统联锁

环评要求：本项目电子加速器辐照装置氮气及冷却水控制系统位于主控台，电子加速器辐照装置设有测量内部压强的压力开关，用于检测冷却水和氮气流量的开关，这些开关以串联形式形成互锁电路，只要有任何一个装置不处于安全状态，互锁电路就会检测到报警情况，进而阻止系统启动或自动关闭。

落实情况：本项目两台电子加速器辐照装置氮气及冷却水控制系统均位于主控台，电子加速器设有压力开关用于测量内部压强，并设有流量开关用于检测冷却水和氮气流量的开关，各开关以串联形式形成互锁电路，只要任一装置未处于安全状态，互锁电路即触发报警，进而阻止系统启动或自动关闭，该设置与环评阶段一致。

（9）安全联锁逻辑

本项目两台电子加速器均设置有束下装置联锁，真空系统、控制信号等设备联锁，所有安全联锁装置均需正常使用，所有安全联锁装置不得旁路。当设备进行维修维护后，所有安全联锁必须恢复原状。具体安全联锁逻辑图见 3-15。

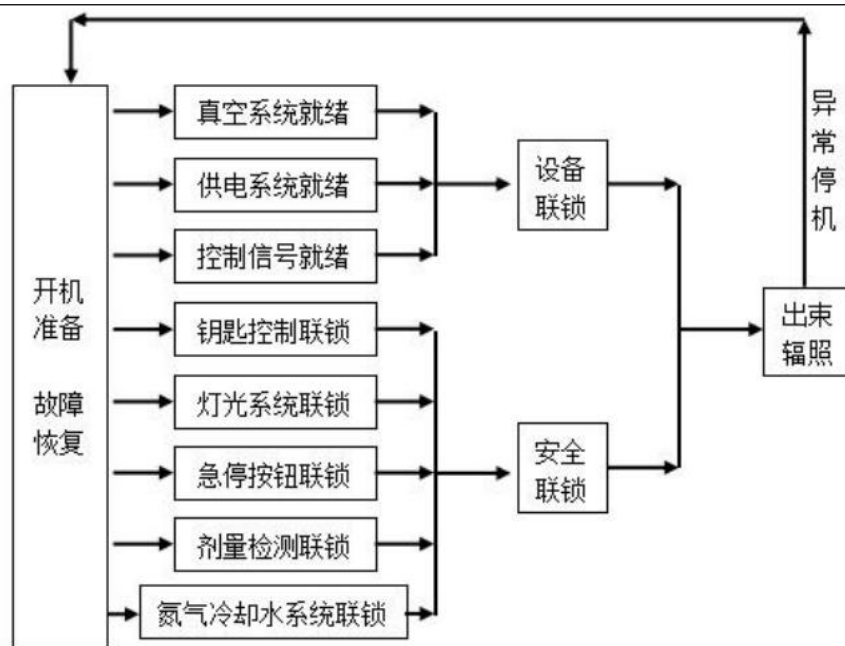


图 3-15 电子加速器辐照装置安全联锁逻辑图

3.3.1 设备日常检查和维修维护防护措施

在设备出现故障，或对设备进行维护检修时，需请专业的维修维护人员前来进行维修维护操作，并且需严格执行下述步骤：

1. 提前制定维修维护计划，并及时告知辐射工作人员；
2. 维修维护人员与辐射工作人员确认无异常情况，可以开始维修维护；
3. 维修维护人员按下主控台的急停按钮；
4. 维修维护人员携带开关钥匙；
5. 维修维护人员佩戴处于开启状态下运行良好的个人剂量报警仪和个人剂量计；
6. 在执行完上述步骤后，维修维护人员方可进行设备维修维护。

建设单位在设备的维修维护过程中，需严格执行上述步骤，杜绝维修维护过程中，由于辐射工作人员不知情，维修维护人员未执行安全措施，导致加速器加载高压或出束导致误照射的事故。

安全联锁装置不得旁路，维护与维修后必须恢复原状，并对安全联锁装置进行验证，确保安装联锁装置可以正常使用。维修维护结束后，急停按钮需复位后，加速器才能正常启动。

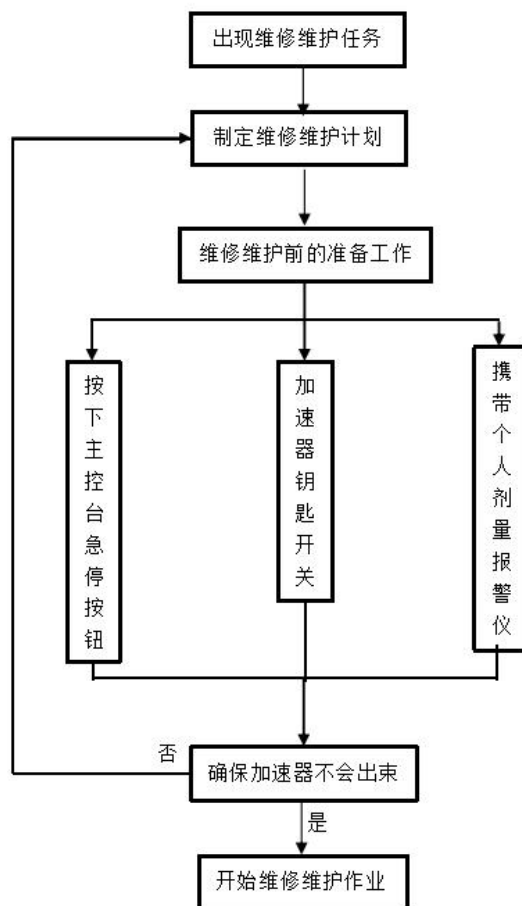


图 3-16 加速器维修维护流程图

3.4 辐射安全与防护设施分析小结

建设单位已按照环境影响评价文件设置辐射安全措施，现对照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）各项具体要求，对本项目具体的辐射防护设施及措施与标准对照分析，详见表 3-2。

表 3-2 辐射安全设施与环评和标准对照分析

HJ979-2018 要求	环评设计方案	实际落实情况	变动情况
4.1.2 按照 GB18871 的规定，电子加速器辐照装置的工作场所分为：控制区，如主机室和辐照室及各自出入口以内的区域；监督区，如设备操作室、未被划入控制区的电子加速器辐照装置辅助设施区和其他需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。	建设单位拟分别对 3 台 EB180 型电子加速器辐照装置进行分区管理，将屏蔽体为界的加速器内部划为控制区，将整个加速器所在物理隔断区域划为监督区。	建设单位分别对 2 台 EB180 型电子加速器辐照装置进行分区管理，将屏蔽体为界的加速器内部划为控制区，将整个加速器所在物理隔断区域划为监督区。	无变动
4.1.3 在控制区出入口处和其它必要的地方，应设立醒目的、符合 GB18871 规定的警告标志。	拟在电子加速器辐照装置屏蔽体外的 4 个侧面、主机室检修门处、辐照材料进出口位置张贴电离辐射警示标志，可以确保加速器周围各个方向的人员均能明显看到，以提醒周围人员勿靠近。	本项目均在 2 台电子加速器的屏蔽体的四个侧面、检修门处以及辐照材料进出口位置，均张贴了电离辐射警示标志，确保加速器周围各个方向的人员均能明显看到，以提醒周围人员勿靠近。	无变动
4.2.2 辐射屏蔽设计 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。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。	本项目电子加速器辐照装置自带屏蔽体结构可满足要求。通过进一步估算可知，辐射工作人员和公众年受照剂量可满足评价报告设定的剂量约束值。	本项目 2 台电子加速器辐照装置均自带屏蔽体。根据表 7 中监测结果表明，2 台电子加速器屏蔽体外周围剂量当量率可以满足本次验收确定的辐照装置表面、样品出入口以及各贯穿屏蔽体的孔洞外 5cm 处，周围剂量当量率不超过 2.5μSv/h 的要求。	无变动
6.1 联锁要求 在电子加速器辐照装置的设计中必须设置	电子加速器辐照装置将与生产线物料传输系统控制信号以及氮气、冷却水系统进行联锁。	电子加速器辐照装置与生产线物料传输系统控制信号以及氮气、冷却水系统	无变动

功能齐全、性能可靠的安全联锁保护装置，对控制区的出入口门、加速器的开停机和束下装置等进行有效联锁和监控。 安全联锁引发加速器停机时必须自动切断高压。 安全联锁装置发生故障时，加速器不能运行。安全联锁装置不得旁路，维护与维修后必须恢复原状。		进行联锁。	
6.2 安全设施			
(1) 钥匙控制。加速器的主控钥匙开关必须和主机室门和辐照室门联锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器应自动停机。该钥匙必须与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用。	本项目的电子加速器辐照装置在操作位均设计有主控台，在主控台上设计有钥匙开关。只有该钥匙就位后才能开启电源，启动加速器，加载高压并出束作业。钥匙开关未闭合状态时，加速器无法加载高压和出束作业。当开机出束时，若取下钥匙，加速器将立即断高压，停止出束。	2 台电子加速器辐照装置均在操作位的主控台上设置了钥匙开关，只有该钥匙就位后才能开启电源，启动加速器，加载高压并出束作业。钥匙开关未闭合状态时，加速器无法加载高压和出束作业。当开机出束时，若取下钥匙，加速器将立即断高压，停止出束。	无变动
(2) 束下装置及信号警示装置联锁。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；	电子加速器辐照装置将与生产线物料传输系统控制信号进行联锁。在电子加速器辐照装置未加载高压时，只有当控制信号正常时，电子加速器辐照装置方可启动进行高压加载；在电子加速器辐照装置正常运行后，将对控制信号时时监控，若控制信号出现异常，则系统将立即切断该台电子加速器辐照装置高压，使其无法出束，传输系统设置有测速装置，仅当物料传输系统正常运行时，电子加速器辐照装置才能开启出束。	电子加速器辐照装置与生产线物料传输系统控制信号进行联锁。在电子加速器辐照装置未加载高压时，只有当控制信号正常时，电子加速器辐照装置方可启动进行高压加载；在电子加速器辐照装置正常运行后，将对控制信号时时监控，若控制信号出现异常，则系统将立即切断该台电子加速器辐照装置高压，使其无法出束，传输系统设置有测速装置，仅当物料传输系统正常运行时，电子加速器辐照装置才能开启出束。	无变动
(3) 信号警示装置。在控制区出入口处及	本项目加速器在操作位操作台处设计有工	本次验收的 2 台电子加速器中，操作	实际落实

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连锁;	作状态指示灯, 工作状态指示灯与加速器高压连锁。当加速器启动前, 指示灯亮起, 提醒周围人员勿靠近。	位主控台均设置了工作状态指示灯, 电子加速器顶部同时加装了工作状态警报灯, 二者均与加速器高压实现关联。在加速器启动前, 指示灯与警报灯同时亮起, 提醒周围人员勿靠近。	情况优于环评设计
(4) 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;	本项目在操作位的主控台上安装有 1 个急停按钮, 急停按钮有明显的标志, 供应急停止使用, 当出现紧急情况时, 只需按下紧急停机开关, 加速器将立即断高压, 停止出束。	2 台电子加速器的主控台上, 各安装了 1 个带有明显标识的急停按钮, 用于紧急情况下立即断高压、停止出束。当紧急情况、事故处理完毕后, 需将紧急停机开关复位, 加速器才能重新启动。	无变动
(5) 剂量连锁。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连锁。当主机室和辐照室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时, 主机室和辐室门无法打开;	本项目设备安装有固定式实时周围剂量当量率监测系统, 测量探头位于设备屏蔽体外, 显示面板位于操作位主控台上。当显示面板上的周围剂量当量率大于预设值时, 加速器将自动断高压, 停止出束。	本项目在 2 台电子加速器四周均固定安装了 6 个剂量当量检测传感器, 传感器信号接入 2 个控制电路板实时监控。这 2 块电路板的触点分别串联在安全电路中, 只有在安全电路正常情况下, 才能实现设备的运行。	无变动
通过以上对本项目辐射防护设施实际建成情况的分析, 可知本项目已落实的辐射屏蔽设施、防护措施较环评阶段更为完善。本项目已依法取得辐射安全许可证, 纳入辐射安全监管体系进行管理, 不存在重大变动的内容。			

3.5 三废治理

(1) 液体污染物处理方案

该电子加速器辐照装置在正常运行过程中，不会产生液体污染物。

(2) 固态污染物处理方案

该电子加速器辐照装置在正常运行过程中，不会产生固态污染物。

(3) 气态污染物处理方案

为了保证涂层固化的质量，进行辐照交联固化时，需对屏蔽体内填充氮气，确保氮气的浓度大于 99%（制氮机自动控制浓度且主控台可以显示参数），因设备屏蔽体内填充的氮气量大于 99%，含氧量不足，基本上不会产生含氧元素的单质或化合物，因此基本上可忽略因高能电子电离产生的臭氧和氮氧化物的影响。因此，本项目正常运行时，无需考虑臭氧和氮氧化物的影响。

3.6 辐射安全管理

(1) 辐射安全与环境管理机构的设置

环评要求：根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年第四次修改）的相关规定，建设单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

实际落实情况：公司成立了辐射防护小组负责辐射安全与环境保护管理工作，明确各相关责任人及其职责。辐射防护小组的主要任务是确保辐射实践安全，避免或减少辐射事故的发生，统筹辐射安全实践安全管理。辐射防护小组成员如下：

委员会主任：陈有功

辐射安全负责人：林燕兵

成 员：张玉华、卢国瑞、潘少虹

公司已明确辐射防护安全管理机构及职责，详见附件 3。

(2) 辐射安全管理制度

环评要求：有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

实际落实情况：公司已制定了健全的制度，包括《辐射防护和安全保卫制度》《辐

射安全培训制度》《加速器操作规程》《辐射工作剂量监测方案》《电子加速器日常检查规定》《辐射工作人员岗位职责》《加速器操作人员健康管理办法》《加速器维维护规定》《射线装置事故应急预案》（见附件3）。建设单位辐射安全管理制度体系能有效避免对环境和人员的危害，保证辐射工作人员和公众的安全。建设单位已对操作规程，辐射安全防护管理制度，应急处理预案均已上墙，见图3-17。



图 3-17 制度上墙

（3）辐射工作人员的培训

环评要求：建设单位原有辐射工作人员4名，本项目拟新配备4名辐射工作人员（3名加速器操作人员，1名值班长），目前，建设单位拟新配备的辐射工作人员名单尚未落实。建设单位承诺，在辐射工作人员落实后，将安排辐射工作人员在生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名学习并参加考核，保证项目建设完成后辐射工作人员能凭考核合格后的成绩单上岗。

实际落实情况：建设单位原有6名辐射工作人员负责A车间的辐射工作，根据实际需求为本项目新增了3名辐射工作人员负责C车间电子加速器辐照装置的辐射工作，其中值班长由原有辐射工作人员中调配。所有辐射工作人员均已通过辐射培训考核，相关辐射工作人员的辐射防护与安全培训证明详见附件4。后期有新辐射工作人员入职后，建设单位将组织其参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，并按要求在上岗前通过考核。

（4）辐射工作人员个人剂量监测

环评要求：评价项目投入运营后，拟为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案，终身存档。

实际落实情况：根据建设单位现有个人剂量监测报告，所有辐射工作人员均已配备个人剂量。根据建设单位提供的近四个季度的个人剂量检测报告，年有效剂量最大值为0.11mSv，低于辐射工作人员剂量约束值（5mSv/a）。

（5）工作场所辐射监测

环评要求：建设单位现有4台个人剂量报警仪和2台X- γ 辐射剂量率仪，本项目拟新配备3台个人剂量报警仪和1台X- γ 辐射剂量率仪，C车间每台电子加速器辐照装置各1台个人剂量报警仪，X- γ 辐射剂量率仪用于C车间日常自行检测使用。

实际落实情况：建设单位针对本次验收项目，将沿用原有辐射监测仪器，并新增2台RG1000型个人剂量报警仪。可满足本项目日常的使用要求。

在首期项目的原环评规划中，仅配备1台X- γ 辐射剂量率仪，在购置期间，考虑到后续扩建项目的实际需要，建设单位在原有规划基础上额外增配了1台X- γ 辐射剂量率仪，目前该仪器的配置数量已能够满足整个项目的实际需求，因此本项目不再增配X- γ 辐射剂量率仪。辐射监测仪器照片详见图3-18，监测仪器检定证书详见附件7。

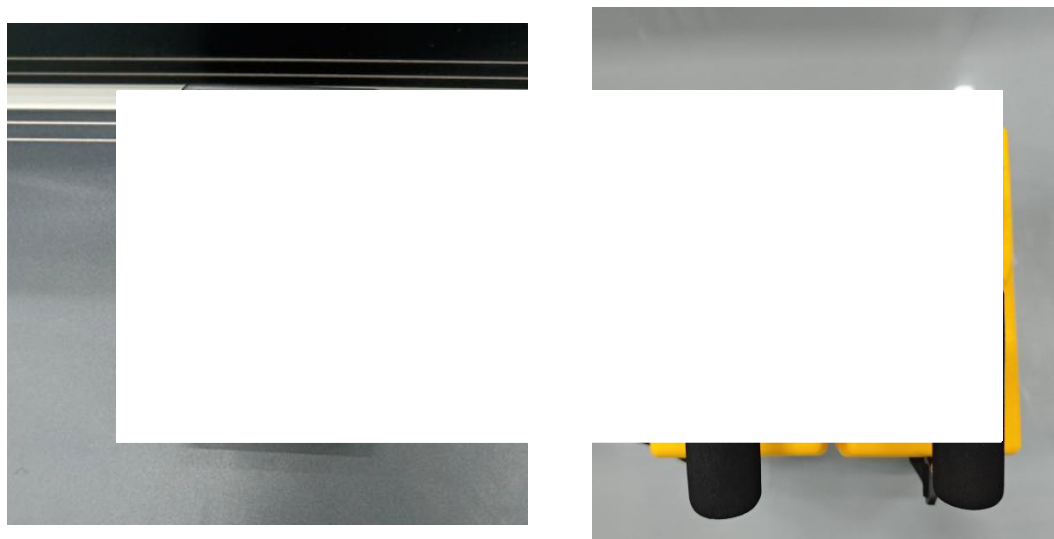


图 3-18 辐射监测仪器

通过以上对照分析，建设单位按照环评文件对辐射安全管理方面的要求，设置了辐射安全与环境管理机构，制定了相应的辐射安全管理规章制度和监测计划，落实了个人剂量监测制度等环评要求。

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 建设项目环境影响评价报告表主要结论的落实情况

对照项目环境影响评价报告表，对本项目落实情况进行分析，详见表 4-1

表 4-1 项目环境影响评价报告表主要结论落实情况

环评	落实情况	评价
电子加速器辐射屏蔽设施	2 台电子加速器均已按环评设计落实相应的辐射屏蔽设施，详细分析见本报告 3.2	已落实
电子加速器辐射屏蔽设施辐射安全与防护措施	2 台电子加速器均已按环评设计落实各项安防措施，详细分析见报告 3.3	已落实
辐射安全分区	设置了监督区和控制区，详细分析见本报告 3.1	已落实
三废治理	电子加速器辐照装置在正常运行过程中，不产生液体和固体污染物。在进行辐照交联固化时，屏蔽体内需填充浓度大于 99% 的氮气，由于含氧量极低，基本不会因高能电子电离产生臭氧和氮氧化物，因此无需考虑气态污染物的影响，详细分析见本报告 3.5	已落实
辐射安全与环境管理机构	设置了专门的辐射安全管理机构	已落实
辐射安全管理规章制度	已制定健全的规章制度，并严格按照规定执行	已落实
辐射工作人员培训	现有辐射工作均已取得辐射安全与防护培训合格证	已落实
辐射工作人员个人剂量监测	所有辐射工作人员均配备个人剂量进行监测	已落实
工作场所辐射监测	已配备监测设备并制定监测计划，按照监测计划进行监测。	已落实

分析结论：本项目已严格按照环境影响评价报告表对辐射防护设施方面的要求，落实了相应的辐射防护与安全设施，建立了规范的辐射安全管理、辐射剂量检测及应急响应体系。同时，项目建立了专职辐射安全管理机构，制定了完善的规章制度，并确保所有辐射工作人员持证上岗、全员接受个人剂量监测与工作场所辐射监测。各项环保措施均按环评要求有效落实，确保项目正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求。

4.2 审批部门审批决定的相关执行情况

本项目对环评批复要求的执行情况见表 4-2

表 4-2 环评批复落实情况分析

环评批复要求	实际落实情况
项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施，确保辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众	本项目将严格按照环评报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任，根据表 7 中人员受照剂量计算结果，辐射工作人

有效剂量约束值低于 0.1 毫希沃特/年。	员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众有效剂量约束值低于 0.1 毫希沃特/年
项目建设应严格执行配套的辐射安全与防护设施和射线装置同时设计、同时安装、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序申请辐射安全许可证。	建设单位严格执行配套的辐射安全与防护设施和“三同时”制度，已申领辐射安全许可证（详见附件 2）。
通过以上对照分析，建设单位按照环评批复的要求，落实了污染防治和辐射防护措施，人员受照剂量可满足给出的剂量约束值，已严格执行环保“三同时”制度，同步建成环保设施并依法取得辐射安全许可证。项目污染防治与辐射防护体系完整有效，满足环评批复要求。	

表五 验收监测质量保证及质量控制

为确保本次核技术利用项目竣工环境保护设施验收监测工作的科学性、规范性和可追溯性，严格要求开展监测质量保证与控制工作，执行《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等国家现行标准，全面落实各项监测控制环节，确保监测结果的真实性、代表性和有效性。

5.1 质量保证体系总体要求

在本次验收监测中，质量保证体系以合法性、独立性和规范性为原则开展，涵盖检测机构资质、技术路线、监测方案、监测过程、数据审核等全流程。项目开展前已由检测单位制定了检测方案，明确监测对象、监测点位、方法依据和异常数据的处置流程，确保监测工作的有序进行。检测机构依法取得的计量认证（CMA）资质（证书编号：202019114880），其监测行为在全过程中保持独立性，检测工作严格按照质量体系文件要求实施。

5.2 质量保证措施

（1）机构与人员资质控制

在人员资质方面，参与验收监测的技术人员均接受过电离辐射相关知识的专业培训，并取得检测培训合格证，所有人员严格落实持证上岗制度。同时，检测人员均具备核技术利用项目和辐射环境监测相关的工作经验，熟悉相关技术标准和监测方法，能够独立进行数据判断与分析。

（2）检测仪器管理

本次验收监测使用的主要仪器包括 X- γ 辐射剂量率仪（6150AD 6H+6150AD-b/H）经具备资质的法定计量检定机构校准，处于检定有效期内，符合国家标准在响应时间、量程覆盖等方面的技术要求。在实际操作中，监测人员严格执行《质量手册》《程序文件》及仪器操作规程，确保设备在检测前后均处于良好运行状态。

（3）检测过程控制

在监测点位布设方面，依据目的实际布局，科学合理设置测量点，重点覆盖辐射剂量可能达到最大值的位置及公众可能接触的范围。为保证测量的环境条件适宜，监测需在气象条件良好时进行，要求环境温度在-10℃至 40℃之间，相对湿度不超过 95%（35℃工况）。如现场环境超出允许范围，则暂停监测并如实记录。

在测量过程中，操作人员按照事先制定的监测方案执行各项检测任务，探头摆放

符合技术规范，读数稳定后连续采集 10 个数据；如测量值超过本底值 3 倍以上，则采集 3 个稳定读数。所有读数均经统计校正后计算平均值和标准偏差。仪器使用前必须进行预热，确保设备功能正常，数据采集真实可靠。

（4）数据溯源

为保证数据可追溯性，本项目在实验室分析环节建立完善的档案管理机制，所有监测数据及相关文件资料均保留原始记录，包括仪器校准说明书、监测点位布图、原始测量数据、统计程序代码等，资料保存期不低于 30 年，以满足未来的复查和技术审计要求。

5.3 质量控制关键环节

在数据记录方面，原始数据详实，包括监测点位位置图、检测环境参数（如温湿度、气压）以及检测过程中仪器状态的各项检查记录。数据审核采用三级审核制度，由监测人员负责原始数据的完整性核对与签名，技术负责人对逻辑性与标准一致性进行评审，最终由授权签字人审核并签发正式监测报告，确保报告内容合规、结论准确。

5.4 建设单位与检测单位的协同确认

在检测实施前，建设单位项目负责人联合检测单位技术人员共同完成对检测仪器参数的确认工作，确保各项检测因子、量程范围和能量响应等指标满足本次验收监测的技术需求。同时，双方对检测现场的气象条件和操作环境进行了核实，确认满足相关检测仪器的运行要求。通过现场协同验证和条件确认，进一步提升监测工作的科学性和有效性。

表六 验收监测内容

6.1 监测项目

项目名称：励泰（清远）新材料科技有限公司 C 车间使用 2 台电子加速器项目周围剂量当量率检测

项目地址：清远市清城区横荷街道横荷社区狮湖北路 12 号

监测因子：周围剂量当量率

测量目的：为估算辐射源在环境中产生的辐射对关键人群组或公众成员所致外照射剂量提供资料。

辐射源类型：详细情况见表 6-1。

表 6-1 设备参数一览表

设备名称	型号	电子束最大能量	最大束流	备注
电子加速器	EB180	0.3MeV	270mA	5 号电子加速器
电子加速器	EB180	0.3MeV	270mA	6 号电子加速器

6.2 监测点位

现场监测的布点参照 HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》的相关规定，先沿电子加速器屏蔽体外 5cm 处人员可到达的位置进行辐射剂量率巡测，然后再对常规点进行重点检测。常规点包括：

- （1）电子加速器屏蔽体外 5cm 处；
- （2）样品出入口处、操作位等；
- （3）周边环境关注点。

根据以上布点原则，结合本验收项目的实际情况，在电子加速器屏蔽体外及相邻工作场所共布设了 49 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-1~图 6-4。

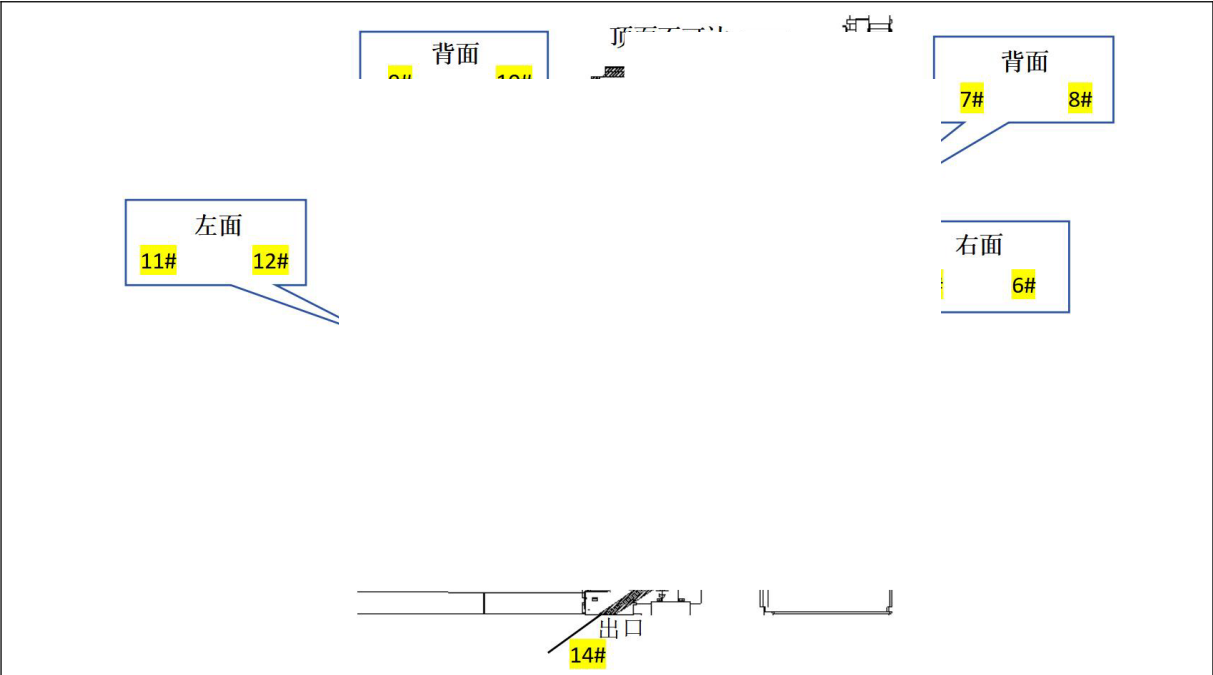


图 6-1 5 号电子加速器检测立面布点示意图

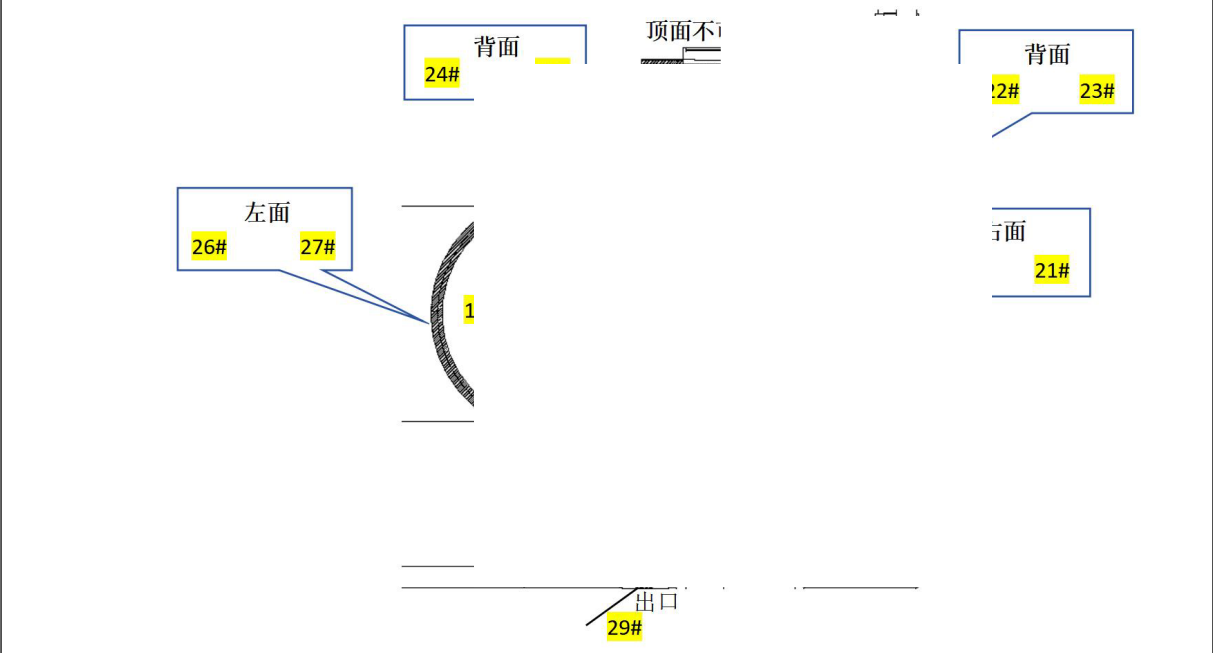


图 6-2 6 号电子加速器检测立面布点示意图

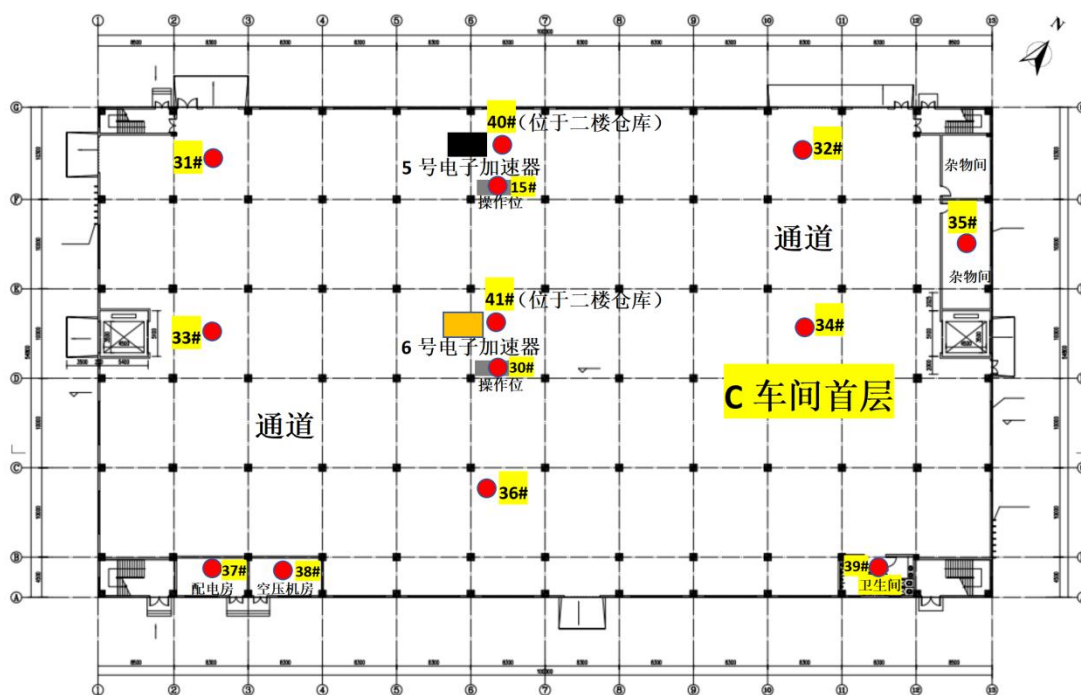


图 6-3 C 车间内检测布点示意图

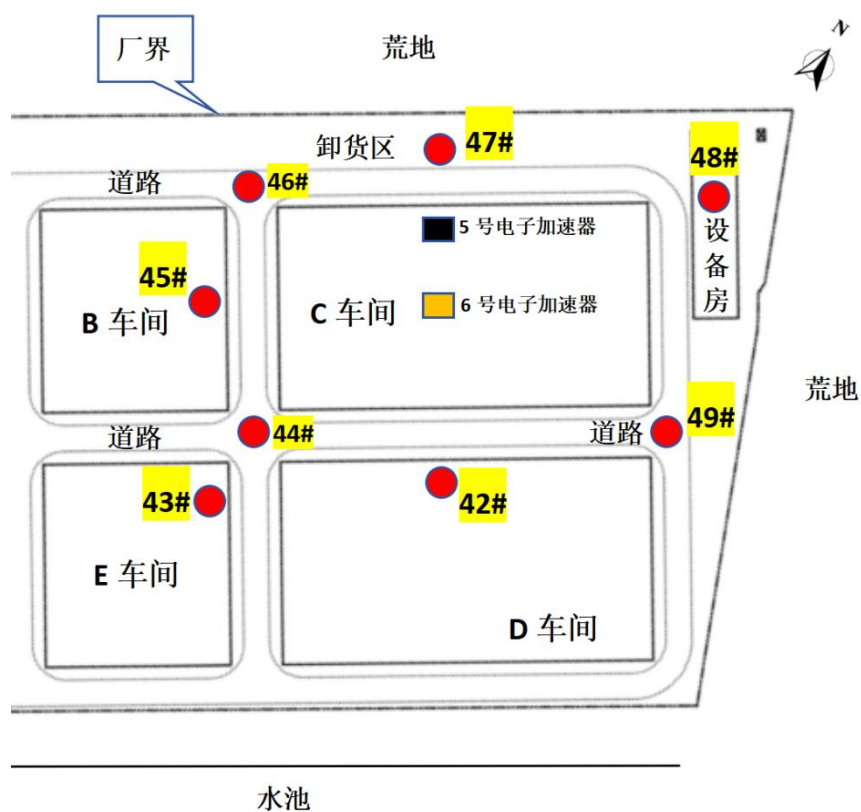


图 6-4 周边环境检测布点示意图

6.3 监测仪器

本项目的验收检测因子为周围剂量当量率，检测仪器采用 X-γ辐射剂量率仪，仪

器型号为 6150AD 6H+6150AD-b/H，仪器编号为 171412（主机）+176695（探头），检测仪器的相关信息见表 6-2。

表 6-2 检测仪器相关信息

仪器名称	X-γ辐射剂量率仪	仪器型号	6150AD 6H+6150AD-b/H
生产厂家	AUTOMESS	仪器编号	171412（主机）+176695（探头）
测量范围	1nSv/h~99.9μSv/h	能量响应	38keV~7MeV
检定单位	广东省辐射剂量计量检定站		
证书编号	GRD（1）20250228		
检定日期	2025 年 08 月 05 日	有效期	1 年

6.4 监测分析方法

为验证本项目正常运行过程中对周围环境的辐射影响，对验收项目进行周围剂量当量率水平检测，并通过现场检测结果与相关技术标准、环评文件及其批复文件的要求进行对比，该项目投入运行后，确认本项目满足《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）中 I 类电子束辐照装置表面 5cm 处、样品出入口的辐射水平检测结果一般不大于 2.5μSv/h 的要求。

表七 验收监测

7.1 验收监测期间工况

本次验收 2 台 EB180 型电子加速器，其最大能量均为 0.3MeV，最大束流均为 270mA。我公司技术人员于 2026 年 01 月 23 日至项目现场开展验收监测。现场检测过程中，设备运行工况为:①5 号电子加速器运行工况为：能量 0.24MeV，束流 216mA；②6 号电子加速器运行工况为：0.25MeV，束流 250mA。

根据建设单位提供资料，本项目 2 台设备的日常最大使用工况为 0.22MeV，100mA。现场监测时，两台电子加速器的管电压和功率均超过最大工况的 80%，稳定运行，且远大于建设单位日常最大使用工况。

7.2 验收监测结果和数据分析

现场验收监测结果具体见表 7-1，检测报告见附件 5。

7-1 电子加速器辐照项目周围剂量当量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果（nSv/h）			
		背景值		装置出束时	
		平均值	标准差	平均值	标准差
1	5 号电子加速器正面（主机室左侧）	180	1	197	2
2	5 号电子加速器正面（主机室右侧）	173	2	208	2
3	5 号电子加速器正面（辐照室左侧）	182	2	216	2
4	5 号电子加速器正面（辐照室右侧）	188	2	225	2
5	5 号电子加速器右面左侧	180	2	209	2
6	5 号电子加速器右面右侧	175	1	208	2
7	5 号电子加速器背面（辐照室左侧）	181	1	215	1
8	5 号电子加速器背面（辐照室右侧）	172	2	199	2
9	5 号电子加速器背面（主机室左侧）	172	1	191	2
10	5 号电子加速器背面（主机室右侧）	167	1	179	2
11	5 号电子加速器左面左侧	109	2	110	1
12	5 号电子加速器左面右侧	104	1	112	1
13	5 号电子加速器辐照产品入口	112	2	113	2
14	5 号电子加速器辐照产品出口	123	2	149	2
15	5 号电子加速器操作位	164	1	167	2
16	6 号电子加速器正面（主机室左侧）	180	1	187	1
17	6 号电子加速器正面（主机室右侧）	173	2	198	1
18	6 号电子加速器正面（辐照室左侧）	199	2	333	2

19	6号电子加速器正面（辐照室右侧）	208	2	225	2
20	6号电子加速器右面左侧	180	2	216	2
21	6号电子加速器右面右侧	172	1	202	1
22	6号电子加速器背面（辐照室左侧）	181	1	282	1
23	6号电子加速器背面（辐照室右侧）	174	2	209	1
24	6号电子加速器背面（主机室左侧）	116	1	199	1
25	6号电子加速器背面（主机室右侧）	112	1	117	2
26	6号电子加速器左面左侧	105	2	110	1
27	6号电子加速器左面右侧	103	1	109	2
28	6号电子加速器辐照产品入口	100	2	104	2
29	6号电子加速器辐照产品出口	131	2	147	2
30	6号电子加速器操作位	164	1	170	2
31	5号电子加速器西南侧（C车间通道）	173	2	191	2
32	5号电子加速器位置东北侧(C车间通道)	167	2	187	2
33	6号电子加速器西南侧约（C车间通道）	170	2	207	2
34	6号电子加速器东北侧（C车间通道）	165	2	192	2
35	电子加速器东北侧（杂物间）	157	1	172	2
36	7号电子加速器拟放位置	158	2	191	2
37	电子加速器位置西南侧（C车间配电房）	167	2	199	2
38	电子加速器位置西南侧（C车间空压机房）	162	2	190	2
39	电子加速器位置东南侧（C车间卫生间）	166	2	200	2
40	5号电子加速器位置正上方二楼仓库	157	1	213	2
41	6号电子加速器位置正上方二楼仓库	159	2	223	1
42	电子加速器位置东南侧（D车间首层大厅）	166	2	172	2
43	电子加速器位置西南侧（E车间首层大厅）	173	2	184	2
44	电子加速器西南侧（道路）	189	2	197	2
45	电子加速器西南侧(B车间首层大厅)	172	2	182	2
46	电子加速器西南侧(道路)	181	1	191	2
47	电子加速器西北侧(卸货区)	175	2	181	1
48	电子加速器东北侧(设备房)	183	2	188	2
49	电子加速器东北侧(道路)	201	3	206	2

注：1、检测时仪器中心垂直于屏蔽体/电子加速器所在方向；

2、5号电子加速器运行工况为：能量 0.24MeV，束流 216mA；6号电子加速器运行工况为：0.25MeV，束流 250mA；

3、1~14 号、16~29 号测点测量时，仪器探头垂直于屏蔽体外表面 5cm 处；其余测点测量时，仪器探头朝向电子加速器，仪器探头距离地面 100cm；

4、每个测点测量 10 个读数，出束状态测量值未扣除环境背景值，所有测量值均未扣除检测仪器对宇宙射线的响应。

从表 7-1 中的现场监测数据可见，2 台 EB180 型电子加速器同时出束时：5 号电子加速器屏蔽体外和样品出入口处周围剂量当量率为 110nSv/h~225nSv/h，6 号电子加速器屏蔽体外和样品出入口处周围剂量当量率为 104nSv/h~333nSv/h，2 台电子加速器周边环境的周围剂量当量率为 172nSv/h~223nSv/h。

综上，电子加速器辐照装置在正常运行时，机房周围剂量率均低于 2.5μSv/h，满足《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）中确定的 I 类电子束辐照装置表面 5cm 处、样品出入口的辐射水平检测结果一般不大于 2.5μSv/h 的要求。

本项目的运行所引起周围环境关注点的周围剂量率的变化在标准要求范围以内，验收监测结果与环评结论相符，且满足相关的技术标准要求。

7.3 人员受照剂量分析

7.3.1 辐射工作人员受照剂量理论估算

本项目正常开展后，每台加速器每天开机出束最多 8 小时，全年开机出束最多 250 天。为了保守估算，本次选取 2 台电子加速器在同时开机运行时现场检测贡献值最大处进行辐射工作人员个人受照剂量估算，具体的计算参数及结果详见表 7-2。

表 7-2 辐射工作人员受照剂量估算的相关技术参数及结果

环境性质	居留性质	贡献值， nSv/h	受照时间		有效剂量， mSv/a	合计， mSv/a
			计算时间 h	居留因子		
5 号电子加速器辐射工作人员	全居留	37	2000	1	0.074	0.342
6 号电子加速器辐射工作人员	全居留	134	2000	1	0.268	

注：表中的贡献值以贡献值最大的点位（5 号电子加速器正面（辐照室右侧）、6 号电子加速器正面（辐照室左侧）），出束状态测量值减去环境背景值得出贡献值。

从表 7-2 可见，辐射工作人员的年受照有效剂量最大不超过 0.342mSv，低于本次验收确定的辐射工作人员的职业年照射剂量约束值（不超过 5mSv/a）。

7.3.2 公众受照剂量估算

验收项目周边环境保护目标与环评阶段基本一致，周围剂量当量率取加速器对周边环境周围剂量当量率的贡献值。公众所受照时间取 2000h，对周边保护目标有效剂量进行估算见表 7-3。

表 7-3 周边公众年有效剂量

保护目标		贡献值 (nSv/h)	居留时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv)
C 车间 首层生 产大厅	杂物间及货梯	15	2000	1/16	1.88×10^{-3}
	卫生间	34	2000	1/16	4.25×10^{-3}
	配电房、空压机房	32	2000	1/16	4.0×10^{-3}
	货梯	2	2000	1/16	2.5×10^{-4}
C 车间二层、三层厂房 (均为仓库)		64	2000	1/16	8.0×10^{-3}
C 车间室外西北侧卸货区		6	2000	1/16	7.5×10^{-4}
D 车间 (暂无规划用途)		6	2000	1/16	7.5×10^{-4}

根据以上分析可知，电子加速器辐照装置周边公众的年受照有效剂量不超过 $8.0 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，低于验收报告设定的公众年有效剂量约束值（不超过 0.1mSv/a ）。

综上所述，本项目采取的辐射防护措施，实际运行对环境的辐射水平满足国家标准要求，人员受照剂量也满足本项目剂量管理目标值。

表八 验收监测结论

8.1 验收内容

本次验收内容为励泰（清远）新材料科技有限公司在清远市清城区横荷街道横荷社区狮湖北路 12 号建设单位 C 车间首层安装使用 2 台 EB180 型电子加速器，电子最大能量为 0.3MeV，最大束流为 270mA，用于纸张和塑料薄膜的涂层辐照固化。

8.2 辐射环境监测结果分析

受建设单位委托，2026 年 1 月 23 日广州乐邦环境科技有限公司对本期验收项目进行验收监测。现场监测 EB180 型电子加速器时运行工况如下：

EB180 型电子加速器（5 号电子加速器）：能量 0.24MeV，束流 216mA；

EB180 型电子加速器（6 号电子加速器）：能量 0.25MeV，束流 250mA。

从现场监测数据可见，2 台 EB180 型电子加速器同时出束时：5 号电子加速器屏蔽体外和样品出入口处周围剂量当量率为 110nSv/h~225nSv/h，6 号电子加速器屏蔽体外和样品出入口处周围剂量当量率为 104nSv/h~333nSv/h，2 台电子加速器周边环境的周围剂量当量率为 172nSv/h~223nSv/h，均低于 2.5 μ Sv/h，满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）中给出的 I 类电子束辐照装置表面 5cm 处、样品出入口的辐射水平检测结果一般不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

通过进一步对验收项目周围环境中辐射工作人员和公众受照剂量的估算，辐射工作人员年受照有效剂量不超过 0.342mSv，低于本次验收确定的辐射工作人员的职业年照射剂量约束值（不超过 5mSv/a）；而公众的年受照有效剂量不超过 8.0×10^{-3} mSv，低于本次验收确定的公众的个人年有效剂量约束值（不超过 0.1mSv/a）。

8.3 环境管理

通过现场调查分析，本验收项目符合环评文件论证，该项目电子加速器采取了辐射屏蔽，充分考虑周围场所的人员防护与安全，并落实了相应的各项辐射安全设施和个人防护措施。该验收项目实际运营过程中满足环境影响评价报告表提出各项要求，符合《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）等法规标准中的相关防护设施的技术要求。

建设单位已按照环评文件和环评批复对辐射安全管理方面的要求，设置了辐射安全与环境管理机构，制定了相应的辐射安全管理规章制度和辐射监测计划，落实了辐

射工作人员的培训和个人剂量监测制度等环评要求。

8.4 结论

本次验收的励泰（清远）新材料科技有限公司电子加速器辐照扩建项目（2 台 EB180 型电子加速器辐照装置）落实了工程设计、环境影响评价及批复文件对项目的环境保护要求，符合国家环保相关标准，建议该项目通过竣工环境保护验收。

8.5 承诺落实的辐射安全与防护措施

针对该项目实际情况，建设单位承诺将落实以下的辐射安全与防护措施：

1. 本项目分期投入使用，建设单位应分期对已完工的设备进行验收监测。
2. 严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《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》的相关要求，落实辐射工作人员的辐射安全培训工作。培训有效期满前，或者有新辐射工作人员上岗前，做好重新培训及考核的工作安排。
3. 严格执行辐射监测计划，使用辐射监测仪做好辐射工作场所的常规辐射水平自行检测，确认其辐射水平处在合理的正常水平范围内，并将巡测应记录存档。
4. 每年委托有相关资质的第三方辐射监测机构对辐射工作场所进行监测。年度监测数据将作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期按时上报生态环境部门。