

核技术利用建设项目

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司

新建 1 台工业辐照用加速器项目

环境影响报告表

（公示本）

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司

2026 年 5 月

生态环境部监制

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	5
表 3 非密封放射性物质	5
表 4 射线装置	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	7
表 6 评价依据	8
表 7 保护目标与评价标准	11
表 8 环境质量和辐射现状	15
表 9 项目工程分析与源项	19
表 10 辐射安全与防护	27
表 11 环境影响分析	33
表 12 辐射安全管理	43
表 13 结论与建议	48
表 14 审批	51
附表	52

附图：

附图 1 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司地理位置示意图

附图 2 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司平面布置图

附图 3 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司 2#厂房 1 层平面布置图

附图 4 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司 2#厂房 2 层平面布置图

附图 5 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司与江苏省环境管控区域位置关系示意图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司新建 1 台工业辐照用加速器项目			
建设单位		成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		江苏省苏州市太仓市双凤镇凤南路 9-5 号			
项目建设地点		江苏省苏州市太仓市双凤镇凤南路 9-5 号成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司 2#厂房 2 层 EB 室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		350	项目环保投资（万元）	60	投资比例（环保投资/总投资） 17.1%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ） /
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			

项目概述

一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来

1、建设单位基本情况

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司成立于 2018 年 1 月 25 日，注册地位于江苏省苏州市太仓市双凤镇凤南路 9-5 号。经营范围包括：新型材料的研发；生产、加工、销售轻质建筑材料、展示道具、塑料制品；经销五金制品、电子产品、模具、建材；自营和代理各类商品及技术的进出口业务等。

2、项目建设规模

（1）项目概况

因公司生产发展需求及产品质量的要求，公司拟于中山易必固电子束科技有限公司（许可证编号：粤环辐证[04653]）采购 1 台 EBC-ORG 型工业辐照用加速器（自屏蔽设备），安置于公司 2#厂房 EB 室内，用于公司生产的木制板材涂料固化加工，板材长度通常为 2750mm、宽度在 1220~1850mm 之间，厚度在 9~35mm 之间。公司厂区平面布局图见附图 2。

本项目基本情况见表 1-1。

表 1-1 本项目基本情况一览表

序号	射线装置名称	数量	电子束最大能量 (MeV)	最大束流强度 (mA)	射线装置类别	活动种类范围	工作场所	环评情况	备注
1	EBC-ORG 型电子加速器	1	0.2	150	II	使用	EB 室	本次环评（新建）	/

注：电子束照射方向固定朝下。

（2）人员配置及工作制度

公司拟为本项目共配备2名辐射工作人员，白班制，每天工作8小时。根据建设单位提供的资料，本项目每年计划固化加工板材36万张，每张板材出束扫描时间5s~10s，年出束扫描时间最长为1000h。

3、建设项目由来

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司目前采用 UV（紫外线）对生产的板材进行涂料固化，由于 UV 工艺穿透能力有限，在应对较厚涂层时时常面临固化不均匀的问题，进而可能导致涂层脱落，同时，UV 工艺存在加工时间较长、耗电量高、需要额外加入光引发剂等缺点，因此公司建设 1 台电子加速器对涂料进行固化是有必要的。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染。根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，本项目需要进行环境影响评价。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号），成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司拟配置的电子加速器属于 II 类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“172-核技术利用建设项目”中“使用 II 类射线装置”范畴，应编制环境影响报告表。

受成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司的委托，江苏清全科技有限公司承担

该公司新建 1 台工业辐照用电子加速器项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场勘察、初步分析，并委托江苏海尔森检测技术服务有限公司对项目拟建场址及周围环境进行了辐射环境本底监测，在此基础上编制了本项目环境影响报告表。

二、项目周边保护目标及项目选址情况

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司位于江苏省苏州市太仓市双凤镇凤南路 9-5 号，公司地理位置示意图见附图 1。

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司东北侧为 G204 国道，东南侧为富州不干胶制品有限公司，西南侧为苏州恩力稳密封科技有限公司，西北侧为苏州赛忠食品有限公司、华丰针织服装印花厂、太仓市瑞贝斯金属制品科技有限公司等，公司厂区平面布置及周围环境示意图见附图 2。

本项目拟建加速器位于 2#厂房 2 层 EB 室内，2#厂房共 2 层，无地下室。本项目加速器自带铅屏蔽体（自屏蔽式），其东北侧 50m 范围内为板材表处理区 1#；东南侧 50m 范围内依次为厂区道路、1#厂房、富州不干胶制品有限公司；西南侧 50m 范围内依次为板材表处理区 1#、过道、厂区道路、苏州恩力稳密封科技有限公司；西北侧 50m 范围内依次为板材表处理区 1#、过道、电梯、楼梯、物料周转区、板材表处理区 2#、厂区道路、停车场；加速器正下方为原材料周转区。本项目电子辐照加速器位置及周边环境见附图 3~附图 5。

本项目 50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目环境保护目标主要是本项目辐射工作人员及评价范围内的公众。

三、“生态环境分区管控”符合性分析

对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》第三条（一），本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号）及《江苏省自然资源厅关于太仓市 2021 年度生态空间管控区域优化调整方案的复函》（苏自然资函〔2021〕1587 号）并查询“江苏省生态环境分区管控服务平台”，本项目不进入且评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。本项目与江苏省环境管控区域位置关系图见附图 5。

四、产业政策符合性分析

本项目为使用加速器用于涂料固化测试研究，根据国家发展和改革委员会令第 7

号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，属于该指导目录中鼓励类第六项“核能”中第 4 条“核技术应用：加速器及辐照应用技术开发”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

五、实践正当性评价

本项目在运行期间将会产生电离辐射，会增加加速器周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足相关标准要求。本项目的建设 and 运行可满足企业生产和提高产品质量的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

六、原有核技术利用项目许可情况

本项目为成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司首次开展核技术利用项目。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	电子加速器	II	1	EBC-ORG	电子	0.2	150	辐照加工	EB 室	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

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

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	通过新风系统排出室外，臭氧在常温下约 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小
生活污水	液态	/	/	少量	少量	/	不暂存	经化粪池处理后接入市政污水管网
生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	/	分类收集，暂存垃圾桶	由环卫部门统一清运处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令 第 20 号，自 2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(9) 《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》，原国家环境保护总局文件，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行</p> <p>(10) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，原环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行</p> <p>(11) 关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》的通知，环办〔2013〕103 号，2014 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令 第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法〉配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日发布</p> <p>(15) 《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</p>
-------------	--

	<p>态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(16) 《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 22 日施行）</p> <p>(17) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，国家发展和改革委员会令 第 7 号，2024 年 2 月 1 日施行</p> <p>(18) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订版），江苏省人大常委会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(19) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020 年修订版）（苏政办函〔2020〕26 号）</p> <p>(20) 《江苏省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》（苏环办〔2021〕187 号）</p> <p>(21) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74 号），2018 年 6 月 9 日发布</p> <p>(22) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号），2020 年 1 月 8 日发布</p> <p>(23) 《关于印发<生态环境分区管控管理暂行规定>的通知》（环环评〔2024〕41 号），2024 年 7 月 6 日发布</p> <p>(24) 《江苏省自然资源厅关于太仓市 2021 年度生态空间管控区域优化调整方案的复函》(苏自然资函〔2021〕1587 号)</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>(4) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>(5) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>(7) 《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB 5172-2025）</p> <p>(8) 《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）</p> <p>(9) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）（参考）</p> <p>(10) 《γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ/T 141-2002）</p>

	<p>(11) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)</p>
<p>其他</p>	<p>建设项目设计文件</p> <p>附图：</p> <p>附图 1 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司地理位置示意图</p> <p>附图 2 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司平面布置图</p> <p>附图 3 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司 2#厂房 1 层平面布置图</p> <p>附图 4 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司 2#厂房 2 层平面布置图</p> <p>附图 5 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司与江苏省环境管控区域位置关系示意图</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围						
<p>本项目为使用 II 类射线装置，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》（HJ10.1-2016）中的要求，放射源和射线装置应用项目的的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。本项目评价范围以加速器屏蔽体为边界，外延 50m 的范围。本项目评价范围示意图见附图 2。</p>						
保护目标						
<p>根据公司提供的资料、现场调查及附图 5 可知，本项目 50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目不进入且评价范围内不涉及法定生态保护区、重要生境以及其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域等生态敏感区，不涉及重要物种以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。</p> <p>本项目环境保护目标主要是本项目辐射工作人员及评价范围内的公众。本项目环境保护目标详见表 7-1。</p>						
表 7-1 本项目环境保护目标分布情况						
名称	场所	环境保护目标	方位	距加速器最近距离	规模	环境保护要求
本项目辐射工作人员	EB 室	辐射工作人员	西北侧	/	共 2 名	职业人员年剂量约束值为 5mSv/a
评价范围内公众	板材表处理区 1#	公众	东北侧	紧邻	4 名	公众年剂量约束值为 0.1mSv/a
	厂区道路		东南侧	2.8m	流动人员	
	1#厂房			12.7m	20 名	
	厂区道路			44.0m	流动人员	
	富州不干胶制品有限公司 ^①			47.1m	流动人员	
	板材表处理区 1#		西南侧	3.4m	2 名	
	厂区道路			25.8m	流动人员	
	苏州恩力稳密封科技有限公司			42.3m	5 名	
	板材表处理区 1#		西北侧	4.7m	1 名	
	过道			10.2m	流动人员	
	楼梯/电梯			38.8m	流动人员	
	物料周转区			15.2m	流动人员	
	板材表处理区 2#			15.6m	3 名	

	厂区道路/停车场			38.7m	流动人员
	原材料周转区		正下方	5.9m ^②	流动人员

注：①评价范围内仅涉及富州不干胶制品有限公司部分空地；

②2#厂房层高为7.4m，距正下方距离保守取5.9m（1层地面1.5m高度处，保守未考虑加速器支架高度）。

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

（1）剂量限值

本项目辐射工作人员及公众的年照射剂量限值，见表7-2：

表7-2 照射剂量限值

	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

（2）辐射管理分区

6.4.1 控制区

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。

6.4.2 监督区

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。

2、《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB 5172-2025）

4.3 应结合粒子加速器特点和应用场景合理确定剂量约束值，一般情况下，职业照射剂量约束值不超过5mSv/a，公众照射剂量约束值不超过0.1mSv/a。

3、《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）

8.1.3 辐射防护安全要求如下：

c) 监督区的辐射剂量水平应符合 GB 18871-2002 和 GB 5172-2025 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。

4、《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ/T 141-2002）

3.2 电子束辐照装置

按人员可接近辐照装置的情况分为：

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（见附录 A 图 A.5）。

II类 安装在屏蔽室（EB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 EB 室（见附录 A 图 A.6）。

本项目使用的电子加速器属 I 类电子束辐照装置。

5.1.3 I、III类 γ射线和I类电子束辐照装置外部的辐射水平检测

沿整个辐照装置表面测量距表面 5cm 处的空气比释动能率，应特别注意装源口、样品入口等可能的薄弱部位的测量。测量结果一般应不大于 2.5μGy/h。

5、本项目辐射管理目标

综合考虑以上评价标准，本项目管理目标为：

①**辐射剂量率控制水平**：电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 5cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 2.5μSv/h；

②**辐射剂量约束限值**：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。

6、参考资料

(1) 《辐射防护导论》，方杰主编；

(2) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）

(3) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省环境监测站。

表 7-3 江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

类别	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2

标准差 (s)	7.0	12.3	14.0
---------	-----	------	------

注：测量值已扣除宇宙射线响应值；现状评价时,取测值范围数值：即原野为（33.1~72.6）nGy/h；道路为（18.1~102.3）nGy/h；室内为（50.7~129.4）nGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司位于江苏省苏州市太仓市双凤镇凤南路 9-5 号，公司地理位置示意图见附图 1。

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司东北侧为 G204 国道，东南侧为富州不干胶制品有限公司，西南侧为苏州恩力稳密封科技有限公司，西北侧为苏州赛忠食品有限公司、华丰针织服装印花厂、太仓市瑞贝斯金属制品科技有限公司等，公司厂区平面布置及周围环境示意图见附图 2。

本项目拟建加速器位于 2#厂房 2 层 EB 室内，2#厂房共 2 层，无地下室。本项目加速器自带铅屏蔽体（自屏蔽式），其东北侧 50m 范围内为板材表处理区 1#；东南侧 50m 范围内依次为厂区道路、1#厂房、富州不干胶制品有限公司；西南侧 50m 范围内依次为板材表处理区 1#、过道、厂区道路、苏州恩力稳密封科技有限公司；西北侧 50m 范围内依次为板材表处理区 1#、过道、电梯、楼梯、物料周转区、板材表处理区 2#、厂区道路、停车场；加速器正下方为原材料周转区。本项目电子辐照加速器位置及周边环境见附图 3~附图 5。

本项目加速器拟建址周围环境现状见图 8-1。

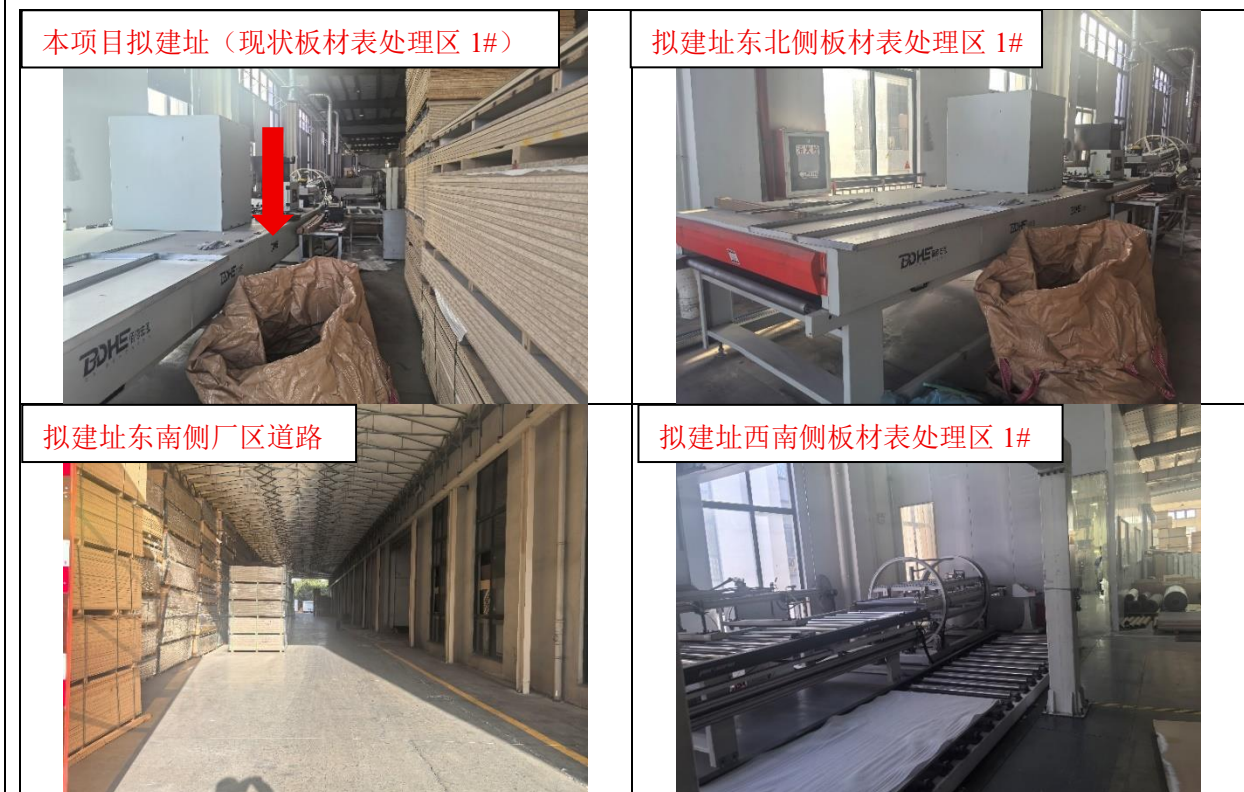




图 8-1 加速器拟建址周围环境现状图

二、环境现状检测

本项目加速器位于 EB 室内，项目在进行现状调查时，主要调查本项目加速器拟建址及周围环境的辐射水平。

1、检测因子、检测方法

检测因子：X- γ 辐射剂量率

检测方法：按照相关标准要求进行，检测时仪器探头水平距离地面 1m，每组读 10 个数据，取算术平均值计算结果。

2、检测点位布设

本项目共计布点 6 个，重点调查本项目加速器机房拟建址及周围环境的 X- γ 辐射剂量率，具体点位见图 8-2。

3、检测单位、检测时间和检测仪器

检测单位：江苏海尔森检测技术服务有限公司

检测时间：2026 年 4 月 23 日

检测天气：阴，温度 15°C，相对湿度 63%

仪器型号：FH40G 型 X- γ 辐射剂量率仪

探头型号：FHZ672E-10

仪器编号：HES053

量程范围：1nSv/h~100 μ Sv/h

能量响应范围：48keV~6MeV

检定单位：中国计量科学研究院

检定证书编号：DLj12025-12855

检定有效期：2025.10.9~2026.10.8

校准参考辐射源： ^{137}Cs

4、质量保证措施

①委托的检测机构已通过资质认定（证书编号：231020341602，证书见附件 4），具备有相应的检测资质和检测能力；

②委托的检测机构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委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查。

5、检测结果及评价

本项目加速器拟建址及周围环境的辐射水平检测结果见表 8-1，检测点位见图 8-2，详细检测结果见附件 4。

表 8-1 本项目加速器拟建址及周围环境辐射剂量率检测结果

序号	检测点位	测量结果* (nGy/h)	标准差	备注
1	加速器拟建址	76.5	0.2	楼房
2	加速器拟建址西南侧（板材表处理区 1#）	69.4	0.2	楼房
3	加速器拟建址西北侧（过道）	77.5	0.2	楼房
4	加速器拟建址东北侧（板材表处理区 1#）	91.0	0.2	楼房
5	加速器拟建址正下方（原材料周转区）	121	2	楼房
6	加速器拟建址东南侧（厂区道路）	111	2	平房
7	1#厂房 1 层西北侧（厂区道路）	122	2	平房
8	富州不干胶制品有限公司西北侧	122	2	道路
9	苏州恩力稳密封科技有限公司东北侧	128	2	道路

注*：测量结果已根据 HJ 1157-2021 进行计算：仪器校准因子为 1.17、效率因子取 1；测量结果已扣除仪器宇宙射线响应值（15.0nGy/h），并进行建筑物修正（其中楼房取 0.8，平房取 0.9，道路取 1）；仪器使用 ^{137}Cs 作为校准源，换算系数取 1.20Sv/Gy；测点 6、7 为厂区道路，两侧有楼房、上方有顶棚，故视为平房。

根据检测结果可知，本项目加速器拟建址及周围环境辐射水平在 69.4nGy/h~128nGy/h 范围内。

其中室内环境 γ 辐射剂量率检测结果为 69.4nGy/h~122nGy/h，处于江苏省室内环境天然 γ 辐射水平涨落范围内；道路环境 γ 辐射剂量率检测结果为 122nGy/h~128nGy/h，略高于江苏省道路环境天然 γ 辐射水平涨落范围。

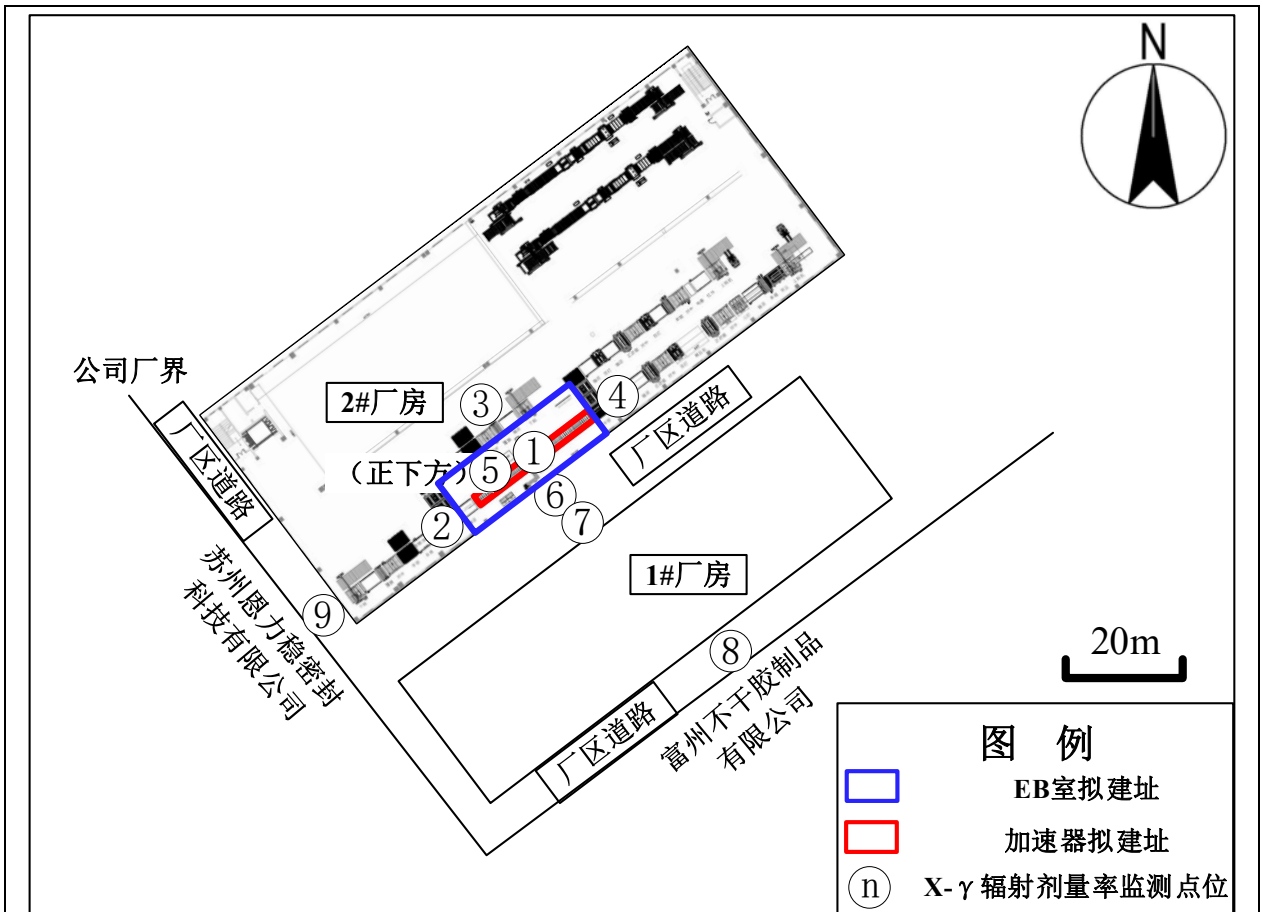


图8-2 本项目加速器拟建址及周围环境 X-γ辐射监测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、工程设备

因公司生产发展需求及产品质量的要求，成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司拟在公司 2#厂房 2 层 EB 室内新建 1 台 EBC-ORG 型电子加速器（自屏蔽），用于涂料固化测试研究。本项目加速器自屏蔽体尺寸为 2.7m（长）×0.8m 宽×0.8m（高），含传输系统的整体尺寸为 27.1m（长）×2.7m（宽）×0.4m（高）。本项目电子加速器技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目加速器主要技术参数

指标	技术参数
名称、型号	EBC-ORG 型电子加速器
生产厂家	中山易必固电子束科技有限公司
最大能量	0.2MeV
最大束流强度	150mA
主射束方向	朝向下方
辐照对象及材质	木质板材

注：加速器主要技术参数由设备厂商提供。

本项目拟配备的电子加速器为自屏蔽结构，主要由电子束发生系统（高压电源和电子束引擎）、控制系统（计算机、操作面板等）、真空系统、冷却系统、氮气保护系统、安全连锁系统、运输系统及屏蔽外罩（包括检修门，检修门位于加速器自屏蔽体后侧）。本项目工业电子加速器的外观图见图 9-1、图 9-2，内部结构图见图 9-3。



图 9-1 本项目工业电子加速器外观图

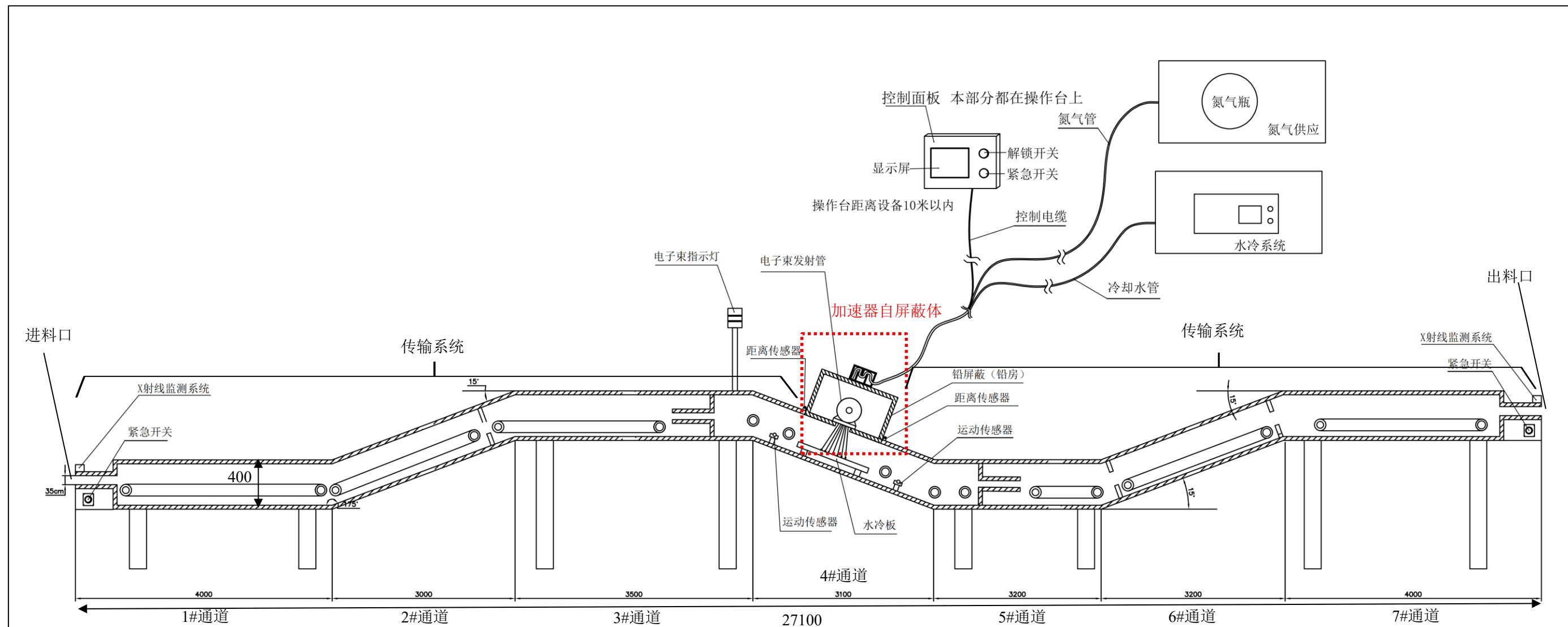


图 9-2 本项目工业电子加速器结构总图 (含进料、出料通道)

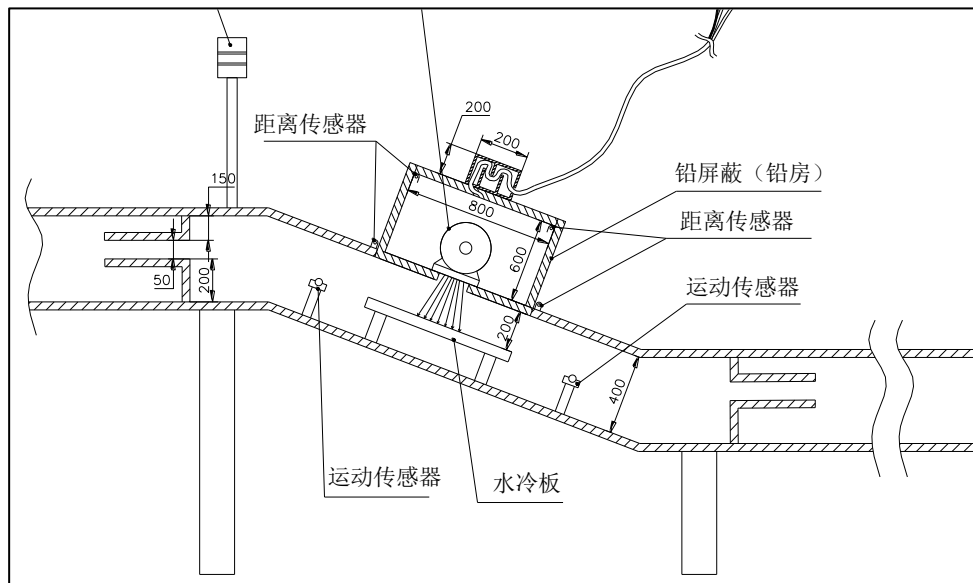


图 9-3 本项目加速器设备内部构造图

1、电子束发射系统

电子束发射系统由高压电源和电子束引擎组成，本项目加速器属于电子帘加速器，主体是一个带铅屏蔽的不锈钢柱型筒（真空室），中间有一根长灯丝（即电子枪阴极），灯丝外是束流控制部件，它们都处于负高压。电子被高压加速，形成电子帘。电子束能量由 80keV 到 200keV，圆筒下侧开有一个长条形窗口，上面蒙有钛膜，电子束由加热的灯丝发出，由阴极与阳极之间的加速电场加速后通过钛膜引出。本项目电子束固化是以电子束（EB）为辐射源来实现的。常见电子束引擎见图 9-4。



图 9-4 常见电子束引擎

2、控制系统

根据系统功能要求和自屏蔽工业电子加速器的特点，系统采用可编程控制系统（PLC）、工业计算机、工业触摸屏来控制。主要由 PLC 组成的主控制器单元、高压控制单元、束流控制单元、测量单元、安全联锁单元和辅助设备控制单元组成。

3、真空系统

主要用于维持电子束发射管（电子束引擎）的真空状态，控制系统设有真空度的传感器。在电子束发射管的一侧设置有用加速器正常工作时，维持真空的机械泵、分子泵、闸板阀和真空阀等。

4、冷却系统

加速器水冷却系统是用于冷却/恒温电子在加速器工作时关键零部件温度的专用设备。全程采用 PLC 加控制面板方式实现自动控制。并与主控制界面建立通讯，同时能在加速器主控制界面上实现显示、控制及故障报警。

5、氮气保护系统

主要用于屏蔽体内的绝氧状态，通过氮气填充，排出屏蔽体的氧气。同时控制系统设有氧气测量装置（不高于 200ppm）。

6、安全联锁系统

主要包括检修门联锁、急停按钮、电子束指示灯、氧气测量装置等组成。主控制器执行数据采集并控制加速器设备各项功能。

7、运输系统

主要用作辐照对象的传输。

二、工作原理

电子束固化是以电子束（EB）为辐射源，诱导经特殊配制的 100%反应性液体快速转变成固体的过程。低能电子束辐照装置正常工作时，该设备的电子束发生器（电子束引擎）通电后产生电子，通过电场作用将电子从发生器的钛窗口导出并照射目标材料，电子与目标材料的大分子等物质相互作用，辐照后能够使产品固化彻底、色彩饱和，提高产品的钢化硬度、抗老化性等。

本项目使用电子束引擎为电子帘加速器，是一种高压型加速器，但没有加速管和扫描装置，体积小、外形规整、结构十分简单。主体是一个带铅屏蔽的不锈钢柱型筒（真空室），中间有一根长灯丝（即电子枪阴极），灯丝外是束流控制部件，它们都

处于负高压。电子被高压加速，形成电子帘。圆筒下侧开有一个长条形窗口，上面蒙有钛膜，窗下面是一个包有铅皮的处理箱。高能电子束流穿过钛窗膜进入处理箱的大气环境中，射到受照物质上从而实现辐照固化。本项目加速器工作示意图见图 9-5。

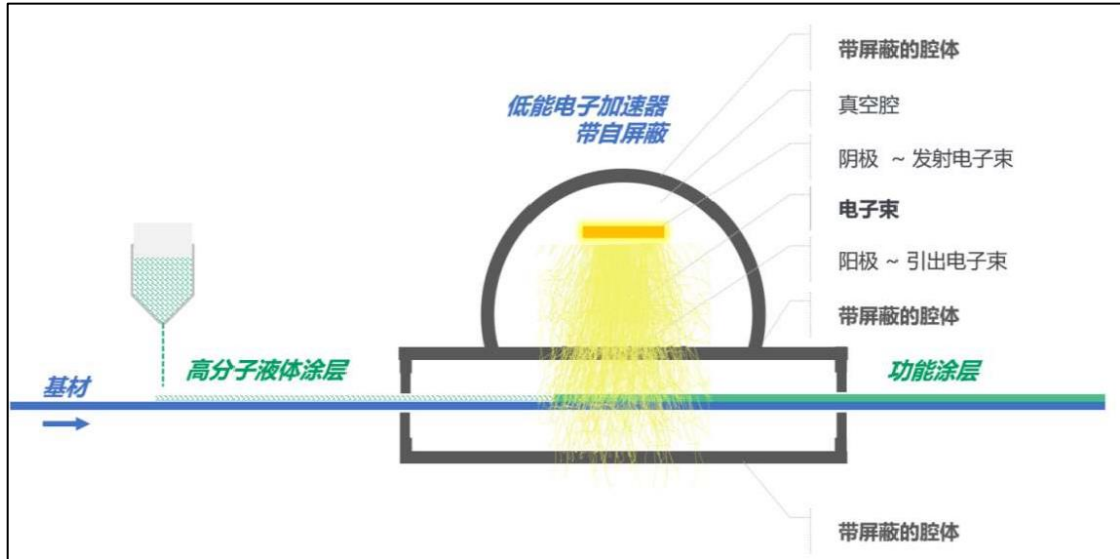


图 9-5 本项目电子加速器工作示意图

三、工作流程及产污环节

本项目加速器主要对涂料进行辐照固化测试。辐射工作人员操作辊道将板材由进料口送入加速器屏蔽体内，接受电子束辐照，辐照完成后通过再由辐射工作人员操作辊道经出料口输出至下一工序，期间不需要人为摆放板材。对辐照加工工艺流程简述如下：

- ①辐射工作人员对 EB 室清场，确认 EB 室内无人；确认门机联锁、紧急停机等辐射安全系统及装置无异常；
- ②辐射工作人员操作辊道输入待辐照板材；
- ③调整好加速器运行参数，打开水冷和氮气注入装置，设备预热，机器准备运行处理；
- ④待辐照板材通过运输单元自动通过电子束下方，经传感器感知后电子束自动出束开始辐照，当传感器未捕捉到对象时，电子束不出束，辐照完成后通过运输单元自动送至舱口进入下一工序。

本项目辐照加速器在开机辐照过程中主要的辐射污染为 X 射线及电子束污染，因本项目设有氮气保护系统，辐照过程中产生的臭氧和氮氧化物极少量，可忽略不计。本项目辐照加工工艺流程和主要产污环节如图 9-6 所示。

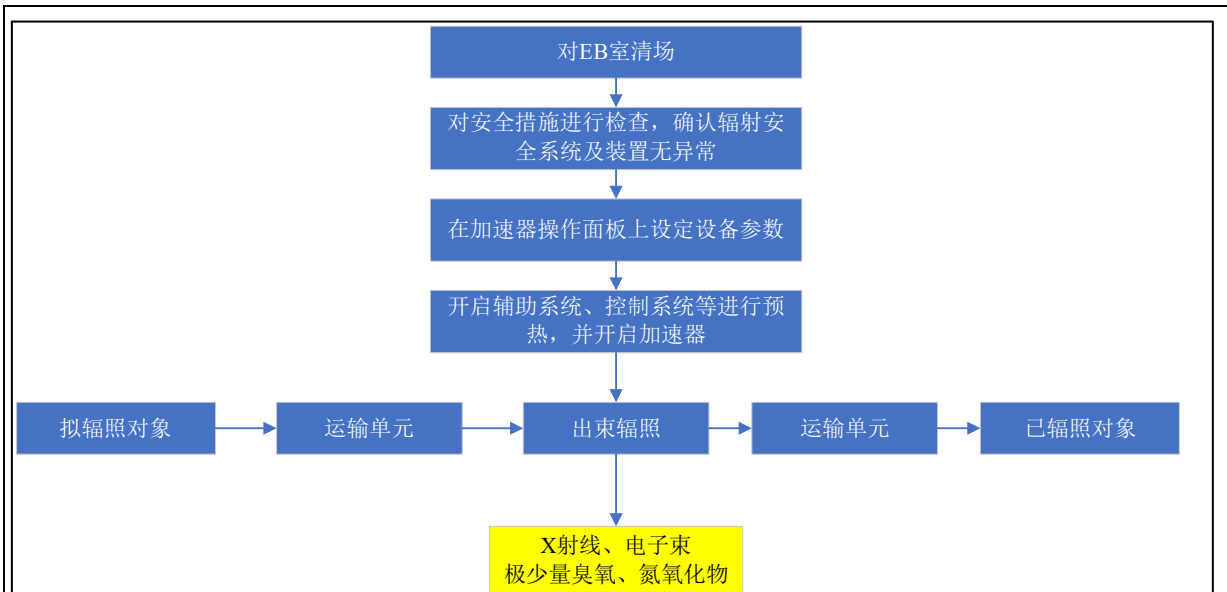


图 9-6 本项目辐照固化工艺流程及产污环节示意图

公司拟为本项目共配备2名辐射工作人员，白班制，每天工作8小时。根据建设单位提供的资料，本项目每年计划固化加工板材36万张，每张板材出束扫描时间5s~10s，年出束扫描时间最长为1000h。

污染源项描述

1、放射性污染

本项目电子加速器最大能量为 0.2MeV，加速器在进行辐照时电子枪发射电子，电子束打到机头及其他高 Z 物质时会产生高能 X 射线。X 射线的贯穿能力极强，会对屏蔽体周围环境造成辐射污染。

本项目加速器为电子帘加速器，没有加速管和扫描装置，电子束由加热的灯丝发出，由阴极与阳极之间的加速电场加速后通过钛膜直接引出。且电子束引擎内部为真空状态，在真空度良好的情况下，其束流损失可忽略不计。

加速器在运行时产生的高能电子束，其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018），能量不高于 10MeV 的电子束在辐射屏蔽设计中不需要考虑所产生的中子防护问题，本项目电子加速器最大能量为 0.2MeV，因此本项目不需要考虑中子防护的问题。

综上，在加速器开机辐照期间，X 射线为本项目主要的辐射污染因素。

本项目电子束可能轰击的物质有屏蔽体底部的铅钢结构、电子束引擎下方的传输

辊道（不锈钢材料），故0°方向修正系数保守取0.7，90°方向修正系数保守取0.5；参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018），拟合得侧向90°发射率。本项目源项参数见表9-2。

表 9-2 本项目加速器源项参数一览表

入射电子能量（MeV）	侧向 90°发射率（修正后） （Gy·m ² ·mA ⁻¹ ·min ⁻¹ ）	0°发射率（修正后） （Gy·m ² ·mA ⁻¹ ·min ⁻¹ ）
0.2	0.001	<0.0014

2、非放射性污染

（1）废气

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，产生量最大，不仅对人体产生危害，同时能使辐照材料加速老化。

本项目为涂料固化。因辐射固化工艺需求，固化过程需在隔绝氧气的条件下进行（固化过程为自由基聚合反应，易受氧气阻聚）。本项目通过不间断充入氮气，使屏蔽体内处于正压状态，空气无法进入（氧含量低于200ppm，臭氧和氮氧化物的产生量极少，可忽略不计），且人员无需进入屏蔽体内，因此未设计通风系统，极少量的臭氧和氮氧化物通过室内新风系统排出室外，臭氧在常温下50min可自行分解为氧气，对周围环境和工作人员影响很小。

（2）废水

当电子能量高于10MeV时，高能光子与靶会发生（ γ, n ）光核反应，生成中子，同时加速器运行时须用循环水进行冷却处理，冷却水也可能被活化而产生感生放射性。本项目电子加速器最大能量为0.2MeV，因此不考虑中子和感生放射性问题。

本项目循环水冷却消耗水量很小，采用自动补水方式，正常运行时不存在废水排放问题。事故或检修状况下加速器的循环冷却水按照普通废水处理。辐射工作人员产生的生活污水依托已有化粪池处理后，纳入市政污水管网。

（3）固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾，由环卫部门统一清运处理。

（4）噪声

本项目电子加速器运行期间，噪声源主要来自冷却水循环水泵等。公司在对上述

设备采取安装减震及实体隔离等措施后，其对外界的噪声影响较小，不会对周围环境产生明显影响，因此噪声不作为本项目的主要污染评价因子。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作场所布局与分区

1、工作场所布局

本项目电子加速器采用自屏蔽结构（人员无法进入屏蔽体内部），电子束照射方向朝向地面。主要包括电子束发生系统（高压电源和电子束引擎）、控制系统（计算机、触摸板等）、真空系统、冷却系统、氮气保护系统、安全联锁系统、运输系统及自屏蔽外罩。

本项目加速器位于 EB 室中部，辐射工作人员在加速器操作面板前设置、监控加速器各项指标运行参数，操作面板位于加速器前侧。同时拟在 EB 室设置门禁，非辐射工作人员禁止入内。本项目加速器工作场所布局合理。本项目辐射工作场所平面布置示意图附图 4。

2、工作场所分区

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

公司拟将加速器自屏蔽体（含传输系统）以内区域作为辐射防护控制区，加速器工作过程中，任何人均无法进入控制区。

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

公司拟将 EB 室除控制区之外的区域作为监督区。公司拟在边界处设置电离辐射警示标识以及中文警示说明，并在监督区入口处设立表明监督区的标识牌。加速器工作时，除本项目辐射工作人员外，其余工作人员均不允许进入控制区和监督区。

表 10-1 本项目两区划分与管理要求

现场探伤	控制区	监督区
两区划分范围	加速器自屏蔽体内（含传输系统）	EB室（除控制区外）
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，加速器工作过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c) 在控制区的进出口及其他适当位	加速器工作时，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督

置处设立醒目的、符合附录F规定的警告标志。区的标牌。

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）及《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB 5172-2025）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目辐射防护分区示意图 10-1。

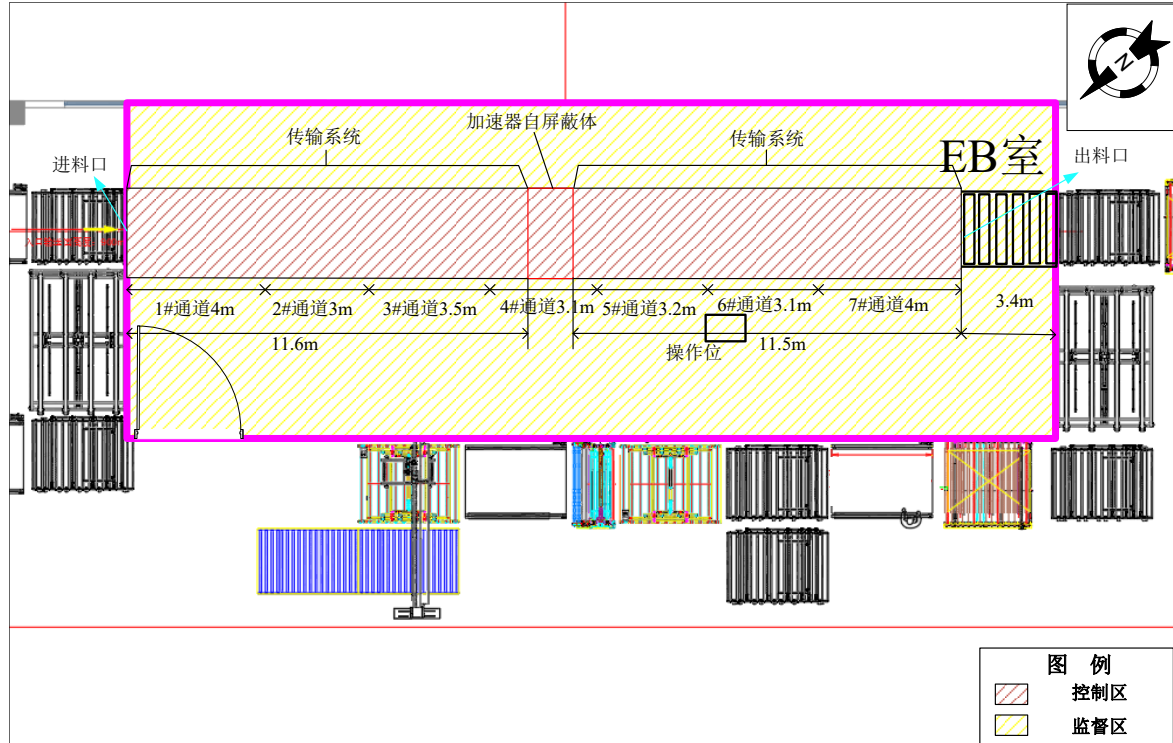


图 10-1 本项目加速器控制区和监督区划分示意图

二、辐射防护屏蔽设计

本项目加速器为自屏蔽结构，加速器自屏蔽外罩全部采用钢+铅结构进行辐射防护屏蔽。屏蔽结构及检修门均采用铅螺丝固定，并在表面覆盖一层安全漆，防止螺丝被拧下，非专业维修人员不得拆除。

本项目加速器自屏蔽体尺寸为 2.7m（长）×0.8m 宽×0.8m（高），含传输系统的整体尺寸为 27.1m（长）×2.7m（宽）×0.4m（高）。进行涂料固化时，物料由进料口进入，依次经过 1#通道（4m）后一次折弯（15°）、2#通道（3m）后二次折弯（折弯 15°）、3#通道（3.5m）后三次折弯（15°）后，进入 4#通道（3.1m）到达束下进行固化加工，随后四次折弯（15°），进入 5#通道（3.2m）后五次折弯（15°）、进入 6#通道（3.2m）后六次折弯（15°）、最后经 7#通道（4m）由出料口输出至下一工序。

本项目电子加速器屏蔽参数见表 10-2，屏蔽结构见图 10-2~图 10-3。

表 10-2 本项目加速器屏蔽防护设计一览表

屏蔽系统位置		屏蔽防护设计
加速器	前侧	14mm铅+8mm钢
	后侧	14mm铅+8mm钢
	左侧	14mm铅+8mm钢
	右侧	14mm铅+8mm钢
	顶部	14mm铅+8mm钢
	底部	14mm铅+8mm钢
	检修门（后侧）	14mm铅+8mm钢
通道	进料通道	14mm铅+8mm钢
	出料通道	14mm铅+8mm钢
	通道内补偿屏蔽 （位于3#、5#通道内）	14mm铅+8mm钢

注：主射线朝向地面。

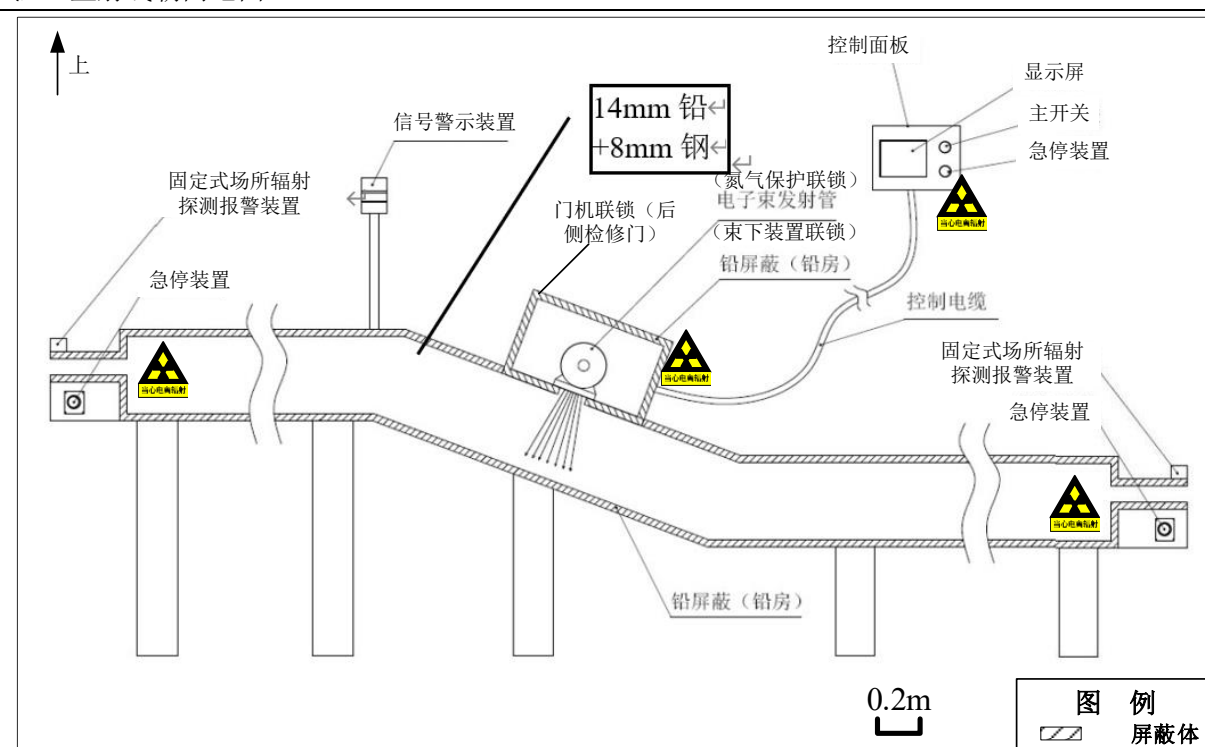


图 10-2 本项目工业电子加速器屏蔽结构图

三、辐射安全和防护措施分析

本项目将按照《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB 5172-2025）的规定，并参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018），设置以下相应的辐射安全装置和防护措施：

（1）主开关。设备后侧设置有主电源开关，操作面板设置有登录密码，仅辐射工作人员持有。

(2) 门机联锁。本项目加速器后侧设有 1 扇检修门，检修门与加速器高压联锁。检修门打开时，不能开机。加速器运行中门被打开则加速器自动断开高压，停止出束。

(3) 束下装置联锁。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。

(4) 信号警示装置。本项目在加速器顶部设置 1 个电子束指示灯（声光报警），并与电子加速器辐照装置联锁，绿灯表示加速器进入运行模式，红灯表示加速器正在出束；加速器四周设置 LED 信号灯，开机后，LED 灯显示蓝色并从左向右移动，并保持蓝色，待满足安全要求正常运行，显示绿色，如出现故障，显示脉冲红色，以提醒周围工作人员勿靠近。

(5) 急停装置。在操作台处、进/出样品舱口设置 1 个急停按钮，紧急情况下按下急停按钮，立即停止出束。紧急停机按钮旁拟设置中文标签并标明使用方法。

(6) 氮气保护联锁。加速器氮气保护系统与控制系统联锁（设有氧气测量装置），屏蔽体内氧气浓度降不到预设浓度，加速器无法开机，以保证屏蔽体内的无氧环境。

(7) 固定式场所辐射探测报警装置。EB 室内拟安装固定式场所辐射探测报警装置，显示装置位于操作台处。

(8) 警告标志。加速器屏蔽体外四周表面、EB 室外及周围醒目处设置醒目的“当心电离辐射”警告标志，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(9) 门禁系统。拟在 EB 室设置门禁系统，禁止非辐射工作人员进入。

本项目拟设置的辐射安全装置和保护措施符合《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB 5172-2025）和《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）中有关安全联锁、工作指示灯、警告标志、急停开关等安全设施的要求，项目设计安全可行。

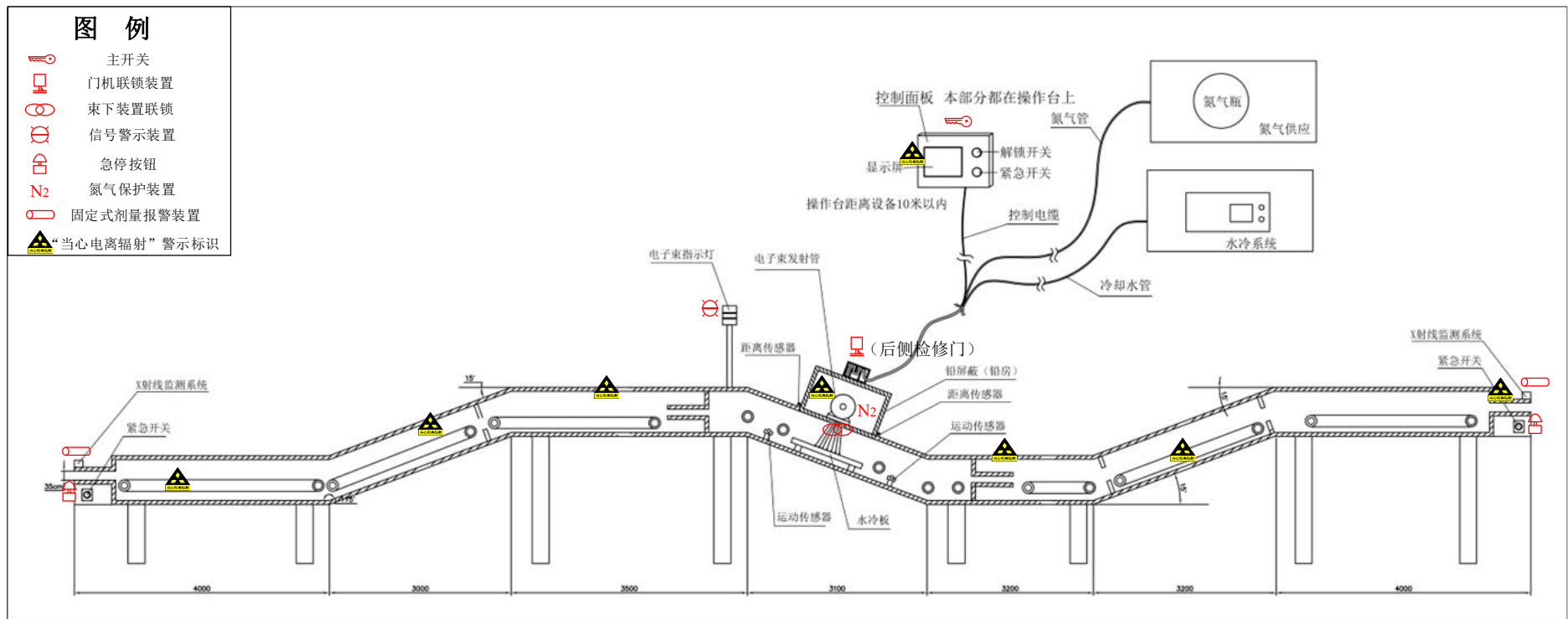


图 10-3 本项目加速器辐射安全措施布置示意图

三废的治理

1、废气治理措施

电子加速器在工作状态时，产生的 X 射线会使自屏蔽体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生量越大。

本项目采用氮气填充法，臭氧和氮氧化物的产生量极少（可忽略不计），对周围环境和工作人员影响很小。

2、固体废物治理措施

项目运行期产生的固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾，将由环卫部门统一收集处理。

3、废水治理措施

项目运行期产生的废水主要为辐射工作人员产生的生活污水，依托已有化粪池处理后接入市政污水管网。

当电子能量高于 10MeV 时，高能光子与靶会发生 (γ, n) 光核反应，生成中子，同时加速器运行时须用循环水进行冷却处理，冷却水也可能被活化而产生感生放射性。本项目电子加速器最大能量为 0.2MeV，不考虑中子和感生放射性问题。

本项目循环水冷却消耗水量很小，采用自动补水方式，正常运行时不存在废水排放问题。事故或检修状况下加速器的冷却水按照普通废水处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为采用自屏蔽铅钢结构的电子加速器，加速器各部件由设备供应商整体运送至公司 2#厂房 2 层 EB 室内，然后进行固定安装调试，期间房间改造及设备安装会产生一定量的废水、废气、固废及噪声，但由于本项目施工时间短、施工场所位于公司厂房内部，施工期产生的环境影响较小。

设备安装调试阶段对环境的影响

本项目设备的安装与调试均由设备厂家专业人员负责进行，建设方不得自行拆卸、安装设备，安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。设备安装调试过程中主要污染因子包括设备的包装废物和调试时产生的 X 射线。安装过程中产生的包装废物（如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等）分类收集后交由城市环卫部门统一处理，设备的安装调试由设备厂家 ([专业人员] 进行，调试时加强加速器周围的巡视工作，禁止无关人员在加速器周围逗留，调试期间相关工作人员佩戴个人剂量报警仪及个人剂量计。

本项目射线装置辐射源只有在通电运行过程中才会产生 X 射线，其产生的射线随机器的开、关而产生和消失。由于本项目加速器为自屏蔽式，设有各项屏蔽措施与安全防护措施，具有足够的辐射屏蔽能力，经过设备自屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

加速器运行时，电子束轰击靶、各结构材料和辐照产品都会产生韧致辐射（X 射线），X 射线是电子加速器辐照装置运行过程中的主要污染物。

本项目加速器电子束出束方向朝下，在屏蔽体内电子束可能轰击的物质有 3 种：

- ①屏蔽体底部的铅钢结构；
- ②电子束引擎下方的传输辊道（不锈钢材料）；
- ③辐照对象主要为公司生产的木制板材。

不同能量电子束轰击不同物料时，其韧致辐射（X 射线）发射率不同。对同一种靶材料，不同方向上韧致 X 射线的发射率也不相同。本项目被轰击物质中钢 Z 值最大，X 射线发射率最高，因此本模式选取钢为轰击靶，来进行辐射防护评价。本项目

选取加速器机房各侧人员可达最近处作为关注点，关注点选取见表 11-1。

表 11-1 本项目加速器关注点的辐射环境影响情况

关注点位置	各关注点需屏蔽的辐射源
加速器右侧屏蔽体外 5cm 处 A	初级 X 射线
加速器左侧屏蔽体外 5cm 处 B	初级 X 射线
加速器顶部屏蔽体外 5cm 处 C	初级 X 射线
加速器底部屏蔽体外 5cm 处 D	初级 X 射线
加速器前侧屏蔽体外 5cm 处 E	初级 X 射线
加速器后侧屏蔽体外 5cm 处 F	初级 X 射线

本项目关注点示意图见图 11-1~图 11-2。

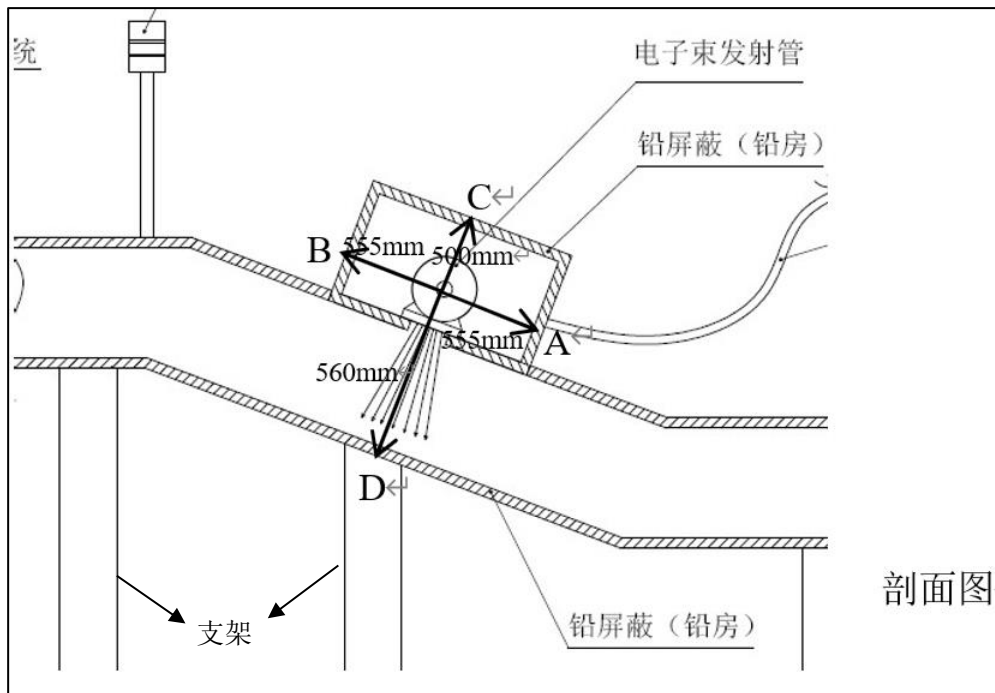


图 11-1 关注点示意图 1 (正视图)

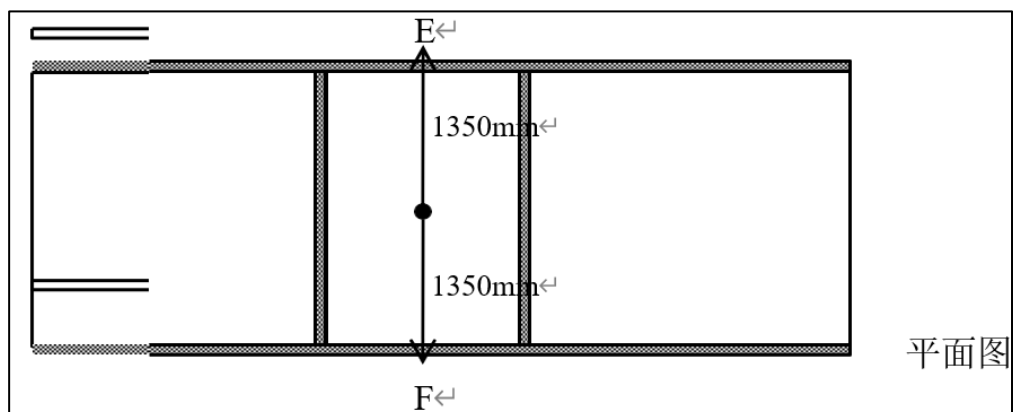


图 11-2 关注点示意图 2 (俯视图)

1、加速器四周屏蔽体、顶部及底部辐射影响评价

1.1 预测模式

本项目加速器电子束朝下，不直射向四周屏蔽体，因此加速器四周屏蔽体辐射影响主要考虑韧致辐射所致、与电子束入射方向呈 90°的初级 X 射线；顶部屏蔽体辐射影响主要考虑屏蔽体内与入射电子束成 105°到 180°方向的韧致辐射初级 X 射线。为安全起见，计算时，保守按照 90°方向的初级 X 射线计算。

加速器的辐射防护屏蔽评价，采用《辐射防护导论》（方杰主编）P101 3.50 公式的修正，参考点的剂量当量指数公式为：

$$H_{l,r(d)} = \frac{I \cdot \delta_{\alpha} \cdot \eta_X \cdot q}{1.67 \times 10^{-2} \cdot r^2} \dots\dots (1)$$

式中：

$\dot{H}_{l,r(d)}$ —经过厚度为 d 的屏蔽层后，在参考点上初级 X 射线束的剂量当量指数率，Sv/h；

$I \cdot \delta_{\alpha}$ —设置屏蔽层前距离辐射源（即靶）1m 处 0°或 90°方向的吸收剂量指数率，Gy·m²·min⁻¹；

I—电子束流强度，mA；

δ_{α} —加速器 X 射线在 0°或 90°方向上的发射率常数，由于 X 射线的品质因数=1，所以以 Gy·min⁻¹ 为单位的吸收剂量指数率与以 Sv·min⁻¹ 为单位的剂量当量率在数值上相等；

q—居留因子，本项目计算时保守取 1；

r—参考点至辐射源的距离，m；

η_X —0°或 90°方向上的 X 射线在屏蔽层中的透射比，可用十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10,1}$ 方法计算，其计算方法为：

$$\eta_X = \frac{1}{10^n} \dots\dots\dots (2)$$

$$n = (d - \Delta_{1/10,1}) / \Delta_{1/10,e} + 1$$

式中：

d—屏蔽层厚度（cm）；

$\Delta_{1/10,1}$ —靠近辐射源第一个十倍减弱厚度（cm）；

$\Delta_{1/10,e}$ —第一个十倍减弱厚度之后的十倍减弱厚度（cm）

1.2 计算参数选取及计算结果

鉴于本项目电子加速器最大能量为 0.2MeV，参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018），利用表 A.1 中低能量段所列数据（0.5MeV~1.5MeV），绘制入射

电子能量侧向 90°发射率的拟合曲线，拟合曲线见附件 5。由拟合曲线查取（或由拟合曲线表达式计算）能量为 0.2MeV 时相应的侧向 90°的发射率，根据《辐射防护导论》图 3.3 可知，一般当电子能量低于 1MeV 时，发射光子的最大发射率方向倾向于与电子束入射方向垂直，0° 方向的发射率小于 90° 方向，本项目取拟合 90° 方向发射率，并根据辐照靶材料进行修改，修改后的发射率值见表 11-2。

表 11-2 0.2MeV 入射电子能量对应的前向 0° 和侧向 90° 发射率（修正）

入射电子能量 (MeV)	侧向 90°发射率 (修正后) (Gy·m ² ·mA ⁻¹ ·min ⁻¹)	0°发射率 (修正后) (Gy·m ² ·mA ⁻¹ ·min ⁻¹)
0.2	0.001	<0.0014

注：0° 方向修正因子取 0.7，90° 方向修正因子取 0.5。

根据《辐射防护导论》（方杰编）图 3.23 和图 3.24 可查得钢、铅对 0.2MeV 入射电子能量或相应等效入射电子能量的第一个十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10,1}$ 和十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10,e}$ ；根据表 11-2 拟合电子束 90°方向投射高 Z (>73) 厚靶上产生的 X 射线发射率常数 δ_{α} ，后对靶进行修正得到电子束 90°方向投射低 Z (Z=26) 厚靶上产生的 X 射线发射率常数 $\delta_{\alpha(90^\circ)}$ ，相应计算参数取值见表 11-3。

表 11-3 本项目加速器屏蔽体计算参数一览表

参数		铅	钢
0°方向	等效入射电子能量 (MeV)	0.2MeV	
	$\Delta_{1/10,1}$ (cm)	0.2	1.5
	$\Delta_{1/10,e}$ (cm)	0.2	1.5
	高 Z 厚靶 X 线发射率常数 $\delta_{\alpha(0^\circ)}$ (Gy·m ² ·mA ⁻¹ ·min ⁻¹)	0.002	
	修正因子	0.7	
	修正后 $\delta_{\alpha(0^\circ)}$ (Gy·m ² ·mA ⁻¹ ·min ⁻¹)	0.0014	
	I (mA)	150	
	$I \cdot \delta_{\alpha(0^\circ)}$ (Gy·m ² ·min ⁻¹)	0.021	
90°方向	等效入射电子能量 (MeV)	0.2MeV	
	$\Delta_{1/10,1}$ (cm)	0.2	1.5
	$\Delta_{1/10,e}$ (cm)	0.2	1.5
	高 Z 厚靶 X 线发射率常数 $\delta_{\alpha(90^\circ)}$ (Gy·m ² ·mA ⁻¹ ·min ⁻¹)	0.002	
	修正因子	0.5	
	修正后 $\delta_{\alpha(90^\circ)}$ (Gy·m ² ·mA ⁻¹ ·min ⁻¹)	0.001	
	I (mA)	150	
	$I \cdot \delta_{\alpha(90^\circ)}$ (Gy·m ² ·min ⁻¹)	0.015	

注：本项目下方传输带为钢材质，故 0°方向修正因子保守取 0.7，90°方向修正因子保守取 0.5；0°方向的发射率保守取 90°方向计算。

将加速器相关参数及拟合、查表、图所得技术参数代入上述公式，各侧屏蔽体取最薄弱处，可估算得出屏蔽体周围辐射水平，计算结果见表 11-4。

表 11-4 加速器四周屏蔽效果核算表

参数	加速器右侧屏蔽体外 5cm 处 (东北) A	加速器左侧屏蔽体外 5cm 处 (西南) B	加速器顶部屏蔽体外 5cm 处 C	加速器底部屏蔽体外 5cm 处 D	加速器前侧屏蔽体外 5cm 处 (西北) E	加速器后侧屏蔽体外 5cm 处 (东南) F
屏蔽厚度 (d, cm)	1.4 铅+0.8 钢	1.4 铅+0.8 钢	1.4 铅+0.8 钢	1.4 铅+0.8 钢	1.4 铅+0.8 钢	1.4 铅+0.8 钢
等效入射电子能量 (MeV)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
$\Delta 1/10, l$ (cm)	0.2 铅+1.5 钢	0.2 铅+1.5 钢	0.2 铅+1.5 钢	0.2 铅+1.5 钢	0.2 铅+1.5 钢	0.2 铅+1.5 钢
$\Delta 1/10, e$ (cm)	0.2 铅+1.5 钢	0.2 铅+1.5 钢	0.2 铅+1.5 钢	0.2 铅+1.5 钢	0.2 铅+1.5 钢	0.2 铅+1.5 钢
η_x 计算结果	2.93×10^{-8}	2.93×10^{-8}	2.93×10^{-8}	2.93×10^{-8}	2.93×10^{-8}	2.93×10^{-8}
I (mA)	150	150	150	150	150	150
δ_a ($\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$)	0.001	0.001	0.001	0.0014	0.001	0.001
r (m) *	0.605	0.605	0.550	0.610	1.400	1.400
q	1	1	1	1	1	1
$\dot{H}_{L,r(d)}$ 计算结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	7.19×10^{-1}	7.19×10^{-1}	8.70×10^{-1}	9.90×10^{-1}	1.34×10^{-1}	1.34×10^{-1}

注*: 靶点到屏蔽体外侧距离+参考点 0.05m, 距离详见图 11-1~图 11-2。

由表 11-4 估算结果可知，加速器装置四周、顶部外 5cm 处及底部表面外的辐射剂量率最大为 $9.90 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足本项目辐射环境剂量率控制水平：电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 5cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的控制限值要求。

2、本项目电缆口、氮气口、冷却水进出口的辐射防护分析

电缆、冷却水管、氮气管均采用同一迷宫式设计，内部均为 14mm 铅+8mm 钢的铅钢板错落设置使管线多次弯曲，屏蔽房外部是 14mm 铅+8mm 钢的铅钢板，射线至少经 3 次散射才能到达装置外（散射路径见图 11-3），利用散射降低管线进出口的辐射水平，最大程度上避免射线泄漏，根据《辐射防护导论》P189 页可知：如果一个迷道能使辐射至少散射三次以上，其能够保证迷道口工作人员的安全从，迷道口也只需要采用普通门。因此本项目加速器电缆、冷却水管、氮气管的设置能满足辐射防护的要求。

本项目加速器装置主体结构采用铅板和钢板防护，以保证防护的完整性，检修门与主体间的缝隙宽度小于 1mm，搭接宽度不小于 10mm，门与屏蔽主体的搭接宽度不小于门缝大小的 10 倍，能够满足标准要求。

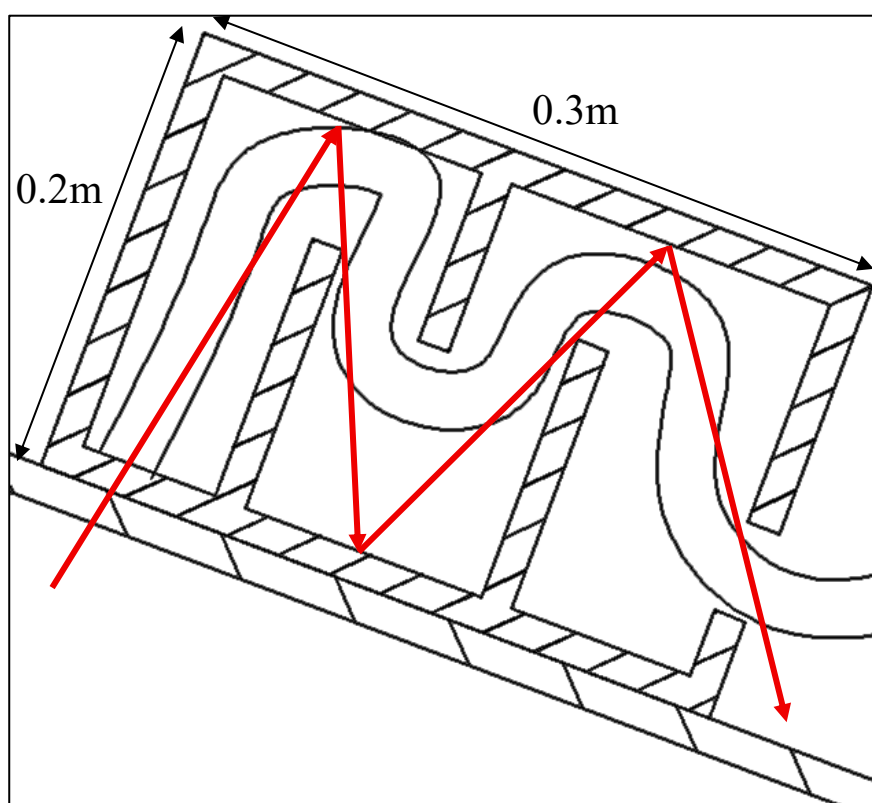


图 11-3 防护罩内的散射路径示意图

3、本项目进出料口的辐射防护分析

本项目加速器辐照室外进出料口的铅屏蔽体各设置 3 个连续的折弯，可以确保 X 射线至少经过 5 次散射才能到达进出料口处，根据《辐射防护导论》P189 页可知：如果一个迷道能使辐射至少散射三次以上，其能够保证迷道口工作人员的安全从，迷道口也只需要采用普通门。因此本项目加速器电缆、冷却水管、氮气管的设置能满足辐射防护的要求。X 射线在铅屏蔽体内的散射路径见图 11-4。

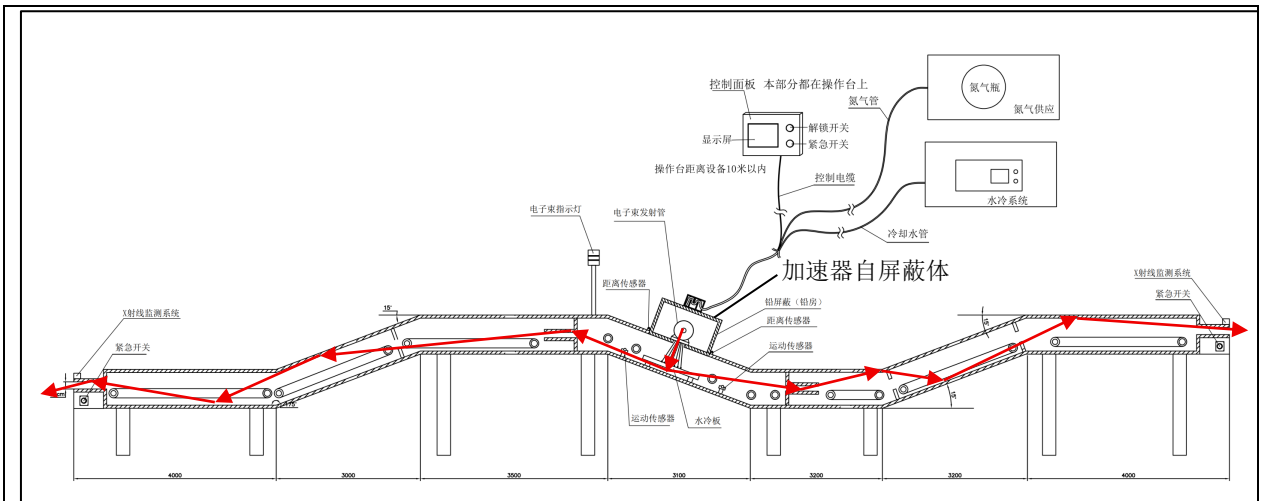


图 11-4 铅屏蔽体内的散射路径示意图

二、辐射工作人员和公众剂量估算及评价

辐射工作人员和公众年有效剂量的年有效剂量由公式（3）进行估算：

$$E = \dot{H} \cdot t \cdot T \cdot U \dots \dots (3)$$

式中： \dot{H} —参考点处辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t —辐照装置年照射时间，单位 h；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

U —辐照装置向关注点方向照射的使用因子，本项目 U 取 1。

(1) 辐射工作人员剂量估算及评价

公司拟为本项目共配备 2 名辐射工作人员，根据建设单位提供的资料，本项目每年固化板材 360000 张，每张板材出束扫描时间 5s~10s，年出束扫描时间最长为 1000h。

表 11-5 本项目辐射工作人员及公众年有效剂量

保护目标	位置	距离	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子 T	年有效剂量率 (mSv/a)	管理目标 (mSv/a)	评价结果
辐射工作人员	加速器四周	/	9.90×10^{-1}	1	9.90×10^{-1}	5	满足
周围公众	板材表处理区 1# (东北)	11.6m	1.78×10^{-3}	1	1.78×10^{-3}	0.1	满足
	厂区道路 (东南)	2.8m	1.53×10^{-2}	1/16	9.56×10^{-4}	0.1	满足
	板材表处理区 1# (西南)	14.9m	1.10×10^{-3}	1	1.10×10^{-3}	0.1	满足
	板材表处理区 1# (西北)	4.7m	7.19×10^{-3}	1	7.19×10^{-3}	0.1	满足
	原材料周转区 (正下方)	5.9m	1.53×10^{-2}	1	1.53×10^{-2}	0.1	满足

注：[1]表中距离为关注点到加速器自屏蔽体的距离；
[2]关注点剂量率根据距离平方成反比进行推算；
[3]居留因子均保守取 1。

根据理论估算结果可知，本项目加速器运行后，本项目辐射工作人员受到的年有效剂量最大值为 $9.90 \times 10^{-1} \text{mSv}$ 、周围公众受到的年有效剂量最大值为 $1.53 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，50m 评价范围内其他公众距本项目相对较远，经距离的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中。

综上所述，本项目辐射工作人员及周围公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

三、三废治理措施评价

（1）废气

工业电子加速器在工作状态时，产生的 X 射线会使自屏蔽体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生量越大。

本项目采用氮气填充，臭氧和氮氧化物的产生量极少（可忽略不计），对周围环境和工作人员影响很小。

（2）废水

当电子能量高于 10MeV 时，高能光子与靶会发生（ γ, n ）光核反应，生成中子，同时加速器运行时须用循环水进行冷却处理，冷却水也可能被活化而产生感生放射性。本项目电子加速器最大能量为 0.2MeV，不考虑中子和感生放射性问题。

本项目循环水冷却消耗水量很小，采用自动补水方式，正常运行时不存在废水排放问题。事故或检修状况下加速器的冷却水按照普通废水处理。

（3）固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后，交由城市环卫部门处理。

事故影响分析

1、潜在事故分析

工业电子加速器只有在开机工作时才产生电子及 X 射线，因此，其潜在事故多为开机误照射事故，主要为：

（1）门机联锁失效或者门未完全关闭，导致射线泄漏，造成工作人员受到不必要的照

射；

(2) 辐射工作人员误操作或设备安全联锁装置失灵，因放、取辐照对象时，造成辐射工作人员手部或头部误入或滞留在高辐射区内，发生人员超剂量照射事故；

(3) 辐照加速器发生故障状况下，X 射线无法停止照射，造成人员超剂量照射事故。

(4) 加速器屏蔽结构受损，导致屏蔽效果减弱，造成工作人员受到额外照射。

2 辐射事故预防措施

(1) 在每次辐照作业前检查各项安全联锁装置的有效性，每次开启加速器前严格对 EB 室进行巡查，定期监测加速器周围的辐射水平，确保工作安全有效运转。

(2) 定期认真地对本公司加速器的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

(3) 凡涉及对电子加速器进行操作，必须有明确的操作规程，辐照作业时至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(4) 每日对电子加速器辐照装置的常用安全设备进行检查，包括安全联锁控制显示状况，辐照装置安全联锁控制显示状况，个人剂量报警仪和便携式辐射监测仪器工作状况等，发现异常情况时必须及时修复。

(5) 每月对电子加速器辐照装置的安全设备或安全程序进行检查，发现异常情况时必须及时修复或改正。

(6) 每 6 个月对电子加速器辐照装置的安全状况进行检查，包括配合年检修的检测，全部安全设备和控制系统运行情况，发现异常情况必须及时采取改正措施。

(7) 发生异常情况的修复、改正期间，不得开展辐照工作。

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善；加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。

3、辐射事故处置方法

本项目拟使用的电子加速器属于 II 类射线装置，根据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在发生事故后：

(1) 事故情况下立即切断加速器高压控制开关的电源，组织人员保护现场，迅速报告公司安全和保卫部门进行事故处理，在 1 小时内上报生态环境、公安等有关管理部门，并做好辐射事故档案记录；

(2) 发生人员受照事故时，迅速安排受照人员接受医学检查和救治，建立并保存相应的医疗档案；

(3) 辐射事故发生后，积极配合生态环境、公安等管理机关做好事故调查和善后处理；

(4) 对发生事故的加速器装置，请有关供货单位或相关的检测部门进行检测或维修，分析事故发生的原因，提出改进意见，并保存记录。

当发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要的防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康行政部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《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》等法律法规要求，使用射线装置、放射性同位素的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

公司拟按上述规定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管理职责。

本项目运行后，将配备2名辐射工作人员和1名辐射安全管理人员（专职管理人员），为满足本项目要求（工业辐照用加速器，II类射线装置），拟配备的辐射工作人员及辐射管理人员均应当及时通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mec.gov.cn>）报名参加辐射安全和防护专业知识培训，自主学习并报名参加与本项目相关的考核，通过考核后，方能从事辐射工作。其中辐射安全管理人员报考类别为“辐射安全管理”，辐射工作人员报考类别为“电子加速器辐照”。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关要求，使用射线装置的单位要“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，并有完善的辐射事故应急措施”。公司应针对本次核技术利用项目制定辐射安全管理制度，主要有《辐射防护和安全保卫制度》《加速器操作规程》《岗位职责》《设备检修维护制度》《人员培训计划》《监测方案》《台账管理制度》及《辐射事故应急预案》。公司制定的辐射安全管理规章制度应具有一定的针对性和可操作性，满足本次核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求，同时在实际工作中还应不断对其进行补充和完善。

现对公司各项管理制度提出如下建议：

辐射防护和安全保卫制度：结合公司的具体情况制定加速器辐射防护和安全保卫制度，重点是加速器的运行和维修时辐射安全管理，并在加速器工作场所周围显著位置设置电离辐射警告标志及中文说明。

操作规程：明确加速器辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及具体操作步骤。重点是：

①确保开展辐射工作时所有辐射安全措施均已到位，严格按照操作流程操作，防止发生辐射事故；

②从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。本项目拟为 2 名辐射工作人员各配备 1 枚个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测。

岗位职责：明确加速器操作人员及辐射安全管理人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

设备检修维护制度：明确加速器以及辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保加速器以及辐射监测设备等仪器设备保持良好工作状态。

台账登记制度：建立加速器使用登记台账，重点是：加速器的使用情况等由专人负责登记、专人形成台账、每月核对，确保使用情况与登记相符，并做好存档记录。

人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。

监测方案：明确监测频次和监测项目，主要包括个人剂量监测和工作场所监测，其中工作场所监测方式为企业自主监测及定期委托有资质单位开展的年度监测。监测结果妥善保存，定期上报生态环境行政主管部门。发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告；个人剂量监测由企业委托有资质单位开展，发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。此外，根据 18 号令，使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

辐射事故应急预案：成立辐射事故应急指挥小组，明确各小组成员的职责与分工，以及应急事故处理相关的联系方式。在演练过程中发现问题能够及时解决，并在日常工作中对职工进行辐射防护知识的培训和安全意识教育，不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生。制定应急人员的组织、培训和应急方案，辐射事故分类与应急响应的措施。当发生辐射事故时，应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造

成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康行政部门报告。同时，在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。

监测异常报告制度：明确按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测；当发现辐射工作场所及周围环境监测出现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告；当发现个人剂量监测结果异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康行政部门调查处理。

辐射监测

1、监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

公司拟配备 1 台便携式辐射巡测仪、2 台个人剂量报警仪及 1 台固定式剂量监测仪，用于日常辐射工作过程中瞬时辐射剂量的报警，配备后将能够满足辐射监测仪器配置要求。

2、监测方案

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司应根据辐射管理要求，制定如下监测方案：

（1）请有资质单位定期对辐射工作场所周围环境辐射水平进行监测，每年 1~2 次；

（2）定期请有资质的单位对产生辐射的仪器设备进行防护监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年 1~2 次；

（3）辐射工作人员佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（不少于 1 次/三个月）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案；

（4）所有辐射工作人员上岗前进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立个人职业健康档案；

（5）利用自配备的辐射监测仪器对公司的辐射工作场所定期进行自主监测，并记录档案。

公司应对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交了上一年度的评估报告。

本项目监测计划见表 12-1。

表 12-1 本项目监测计划一览表

监测项目	监测类型	监测因子	监测点位和监测频次	监测点位
工作场所监测	竣工环保验收监测	X-γ 辐射剂量率	请有资质单位监测，项目建设后试运行 3 个月内	①通过巡测发现辐射水平异常高的位置； ②加速器四周（重点为辐照室 2 侧及进出料通道折弯处）、周围公众活动频繁处。
	年度监测	X-γ 辐射剂量率	请有资质单位监测，不少于 1 次/年	
	日常监测	X-γ 辐射剂量率	请有资质单位监测或自主监测，建议不少于 1 次/季度	
个人剂量监测	/	职业性外照射个人剂量	定期送有资质部门进行监测，不少于 1 次/3 个月	/

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全的要求。

辐射事故应急

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

针对可能发生的事故风险，公司拟针对辐照加速器项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容主要包括：

- (1) 应急机构、组成人员以及职责分工；
- (2) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (3) 应急人员的组织、培训及联系方式；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 应急演练计划。

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司拟根据《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》的要求，明确人员职责分工，加强应急人员的组织、培训，并拟在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，确保辐射工作安全有效运转。

发生辐射事故时，应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康行政部门报告。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

因生产发展需要及产品质量的要求，成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司拟在公司 2#厂房 2 层 EB 室内新建 1 台 EBC-ORG 型工业辐照电子加速器，用于板材涂料固化加工。本项目加速器为 II 类射线装置。

2、产业政策符合性分析

本项目为使用加速器辐照固化，根据国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，属于该指导目录中鼓励类第六项“核能”中第 4 条“核技术应用：加速器及辐照应用技术开发”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

3、实践正当性评价

本项目的建设和运行可满足企业生产和提高产品质量的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

4、选址、布局合理性评价

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司位于江苏省苏州市太仓市双凤镇凤南路 9-5 号，本项目加速器位于公司 2 层厂房 2 层 EB 室内。50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目环境保护目标主要是本项目辐射工作人员及评价范围内的公众。

公司拟将加速器屏蔽体内部作为辐射防护控制区，以其屏蔽外壳为控制区边界，辐照加速器工作时，控制区内无人停留；

公司拟将 EB 室内除了控制区之外的区域作为监督区，加速器工作时，仅监督区内有辐射工作人员。本项目加速器工作场所布局合理。

5、辐射防护措施评价

本项目电子加速器采用自屏蔽铅钢结构，其采取的是实体屏蔽方式。根据理论预测和分析可知，本项目加速器自屏蔽体的厚度均能满足辐射防护要求；管道穿屏蔽体设置合理可行，均未破坏加速器自屏蔽体的屏蔽效果，该公司辐射防护措施满足当前的管理要求。

6、辐射安全措施评价

本项目加速器机房拟设置相应的辐射安全装置和保护措施，主要包括：门机联锁、束下装置联锁、信号警示装置、急停装置、固定式场所辐射探测报警装置、警告标志等。本项目拟设置的辐射安全装置和保护措施符合《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB 5172-2025）和《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）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。

在落实以上措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护要求。

7、保护目标剂量评价

根据理论估算，本项目投入运行后，辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目剂量约束值（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）的剂量限值要求。

8、通风措施评价

本项目不间断充入氮气，使屏蔽体内处于正压状态，空气无法进入屏蔽体内，臭氧和氮氧化物的产生量极少（氧含量低于 200ppm），极少量的臭氧和氮氧化物通过室内新风系统排出室外，臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境和工作人员影响很小。

9、辐射防护监测仪器

公司拟为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪、2 台个人剂量报警仪及 1 台固定式剂监测仪，用于辐射工作过程中瞬时辐射剂量的报警，配备后将能够满足辐射监测仪器配置要求。

10、辐射安全管理评价

成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，以文件形式明确各成员的管理职责。公司辐射安全专职管理人员和辐射工作人员均应参加并通过辐射安全和防护的培训及考核。

本项目拟为 2 名辐射工作人员各配备 1 枚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，建立个人剂量档案及职业健康档案。公司还应根据本项目具体情况制定各项管理制度，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。

采取上述措施后，将满足生态环境保护管理要求。

总结论：

综上所述，成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司新建 1 台工业辐照用加速器项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，将具备其所从事的辐射活动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。

建议与承诺

（1）该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

（2）公司应定期或不定期对加速器装置的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查，确保装置的完好和措施有效。

（3）公司应认真保管好加速器装置的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。

（4）本项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，在 3 个月内对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入使用。

本项目竣工环保验收“三同时”检查内容见附表。

附表

“三同时”措施一览表

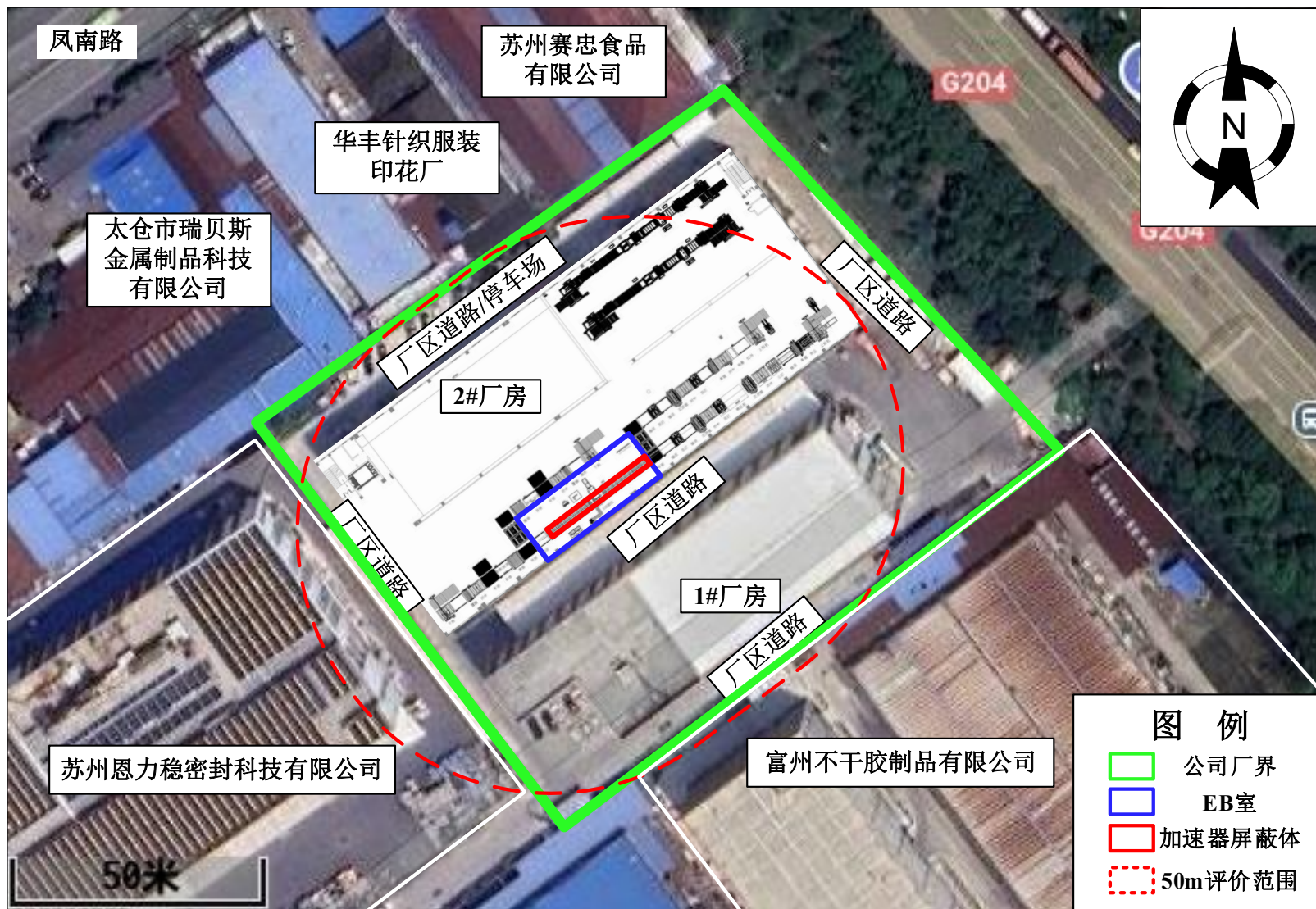
项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员的管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素和射线装置的单位需设置辐射安全与环境保护管理机构，或者指定专职人员负责辐射安全与环境保护管理工作的要求。	/
辐射安全和防护措施	<p>屏蔽措施： 本项目辐射屏蔽措施为：加速器四周、顶部、底部、检修门均采用14mm铅+8mm钢。</p>	<p>电子加速器自屏蔽体周围辐射剂量率应满足项目辐射环境剂量率控制水平：电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 5cm 处以及外区域周围剂量当量率不能超过 2.5μSv/h，辐射工作人员和周围公众年受照剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。</p>	52.0
	<p>安全措施：主要包括门机联锁、束下装置联锁、信号警示装置、急停装置、固定式场所辐射探测报警装置、警告标志等。</p>	<p>符合《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB 5172-2025）和《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T25306-2010）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。</p>	
通风措施	屏蔽体内设置有氮气口，不间断充入氮气，使屏蔽体内处于正压状态，空气无法进入屏蔽体内，臭氧和氮氧化物的产生量极少（氧含量低于 200ppm），极少量的臭氧和氮氧化物通过室内新风系统排出室外，臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境和工作人员影响很小。	通风管道应不破坏屏蔽体整体防护效果，室内臭氧和氮氧化物通过新风系统排入外环境，臭氧在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小；氮氧化物产量甚微，对环境影响较小。	

人员配备	辐射防护与安全培训： 本项目拟配备 2 名辐射工作人员和 1 名辐射管理人员，辐射工作人员及管理人员在上岗前参加辐射安全与防护培训，通过考核后才能上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核的管理要求。	2.0
	个人剂量监测： 本项目拟为新增的 2 名辐射工作人员配备个人剂量计，每 3 个月定期送检，并建立辐射工作人员个人剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测的管理要求。	1.0
	人员职业健康监护： 本项目辐射工作人员均应定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展职业健康体检的管理要求。	2.0
监测仪器和防护用品	拟配备 1 台辐射巡测仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中监测仪器配备要求。	3.0
	拟配备 2 台个人剂量报警仪。		
	拟配备 1 台固定式剂监测仪。		
辐射安全管理制度	拟制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施、监测异常报告制度等辐射安全管理制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素和射线装置的单位需具备健全的辐射安全管理制度的管理要求。	/

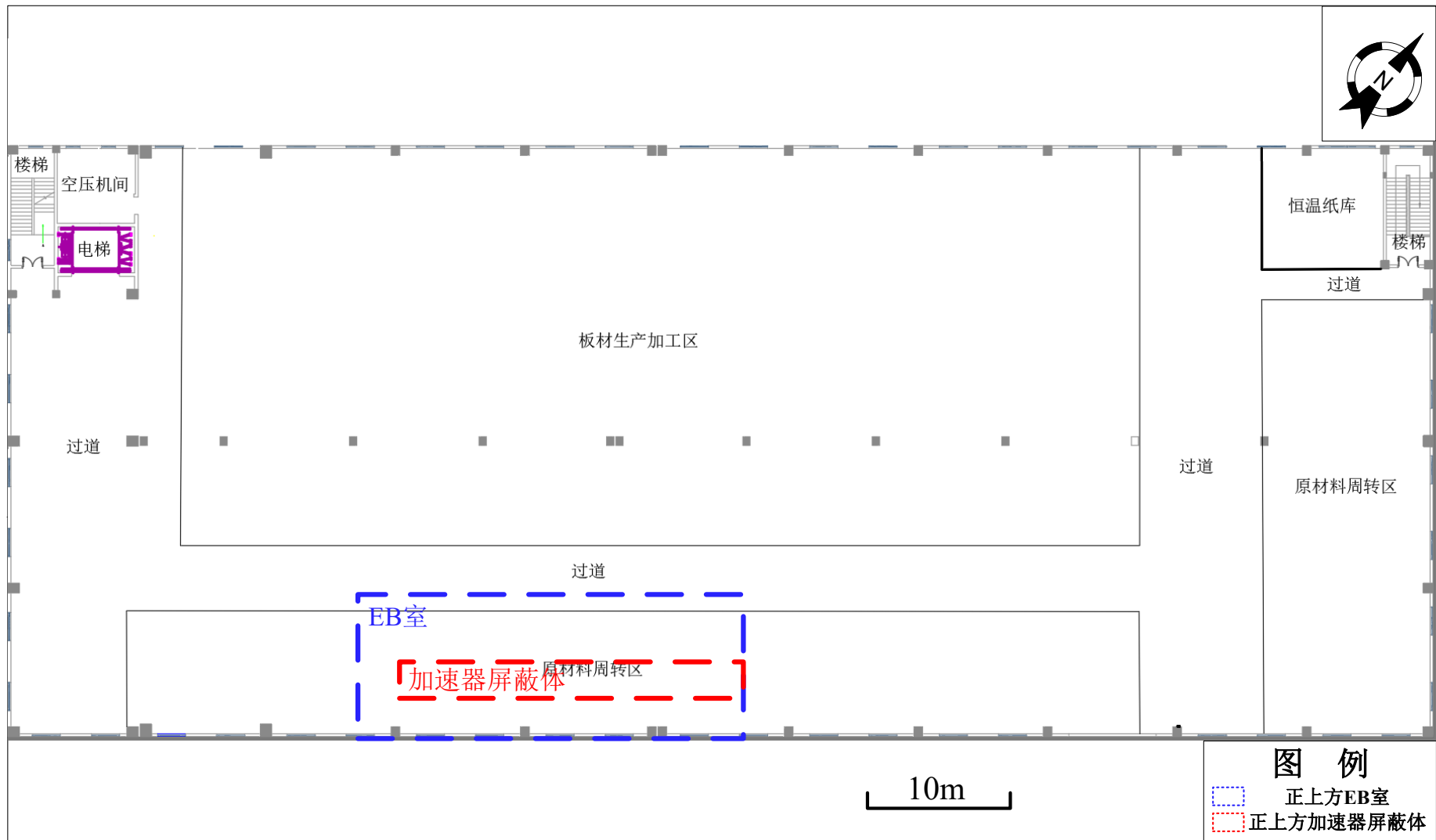
注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。



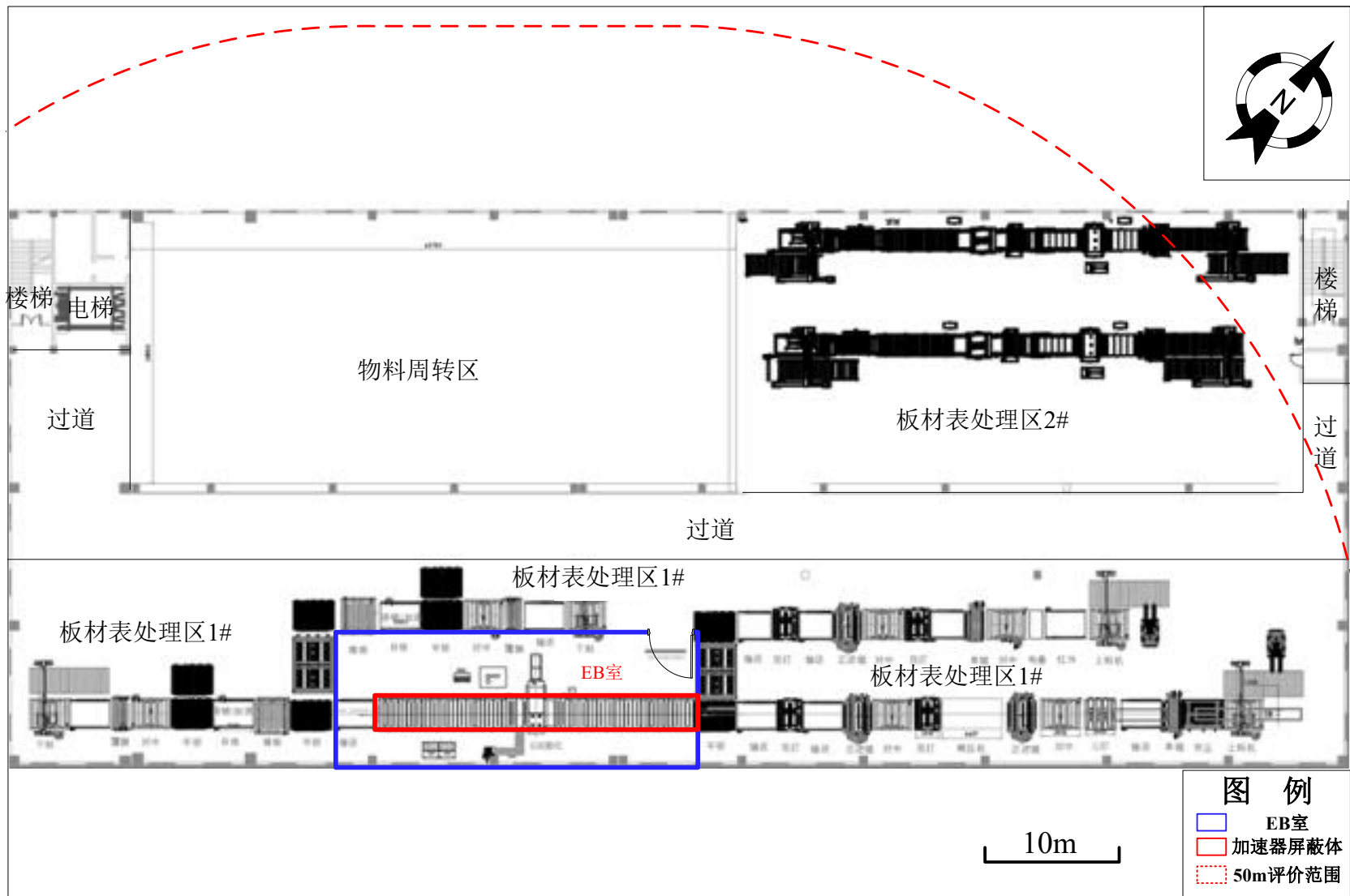
附图1 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司地理位置示意图



附图2 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司平面布置图



附图3 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司2#厂房1层平面布局图



附图4 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司 2#厂房 2层平面布局图



附图 5 成煜（苏州）新型装饰材料科技有限公司与江苏省环境管控区域位置关系示意图