

2023-HP-0025

核技术利用建设项目

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司

新增一台 0.15MeV

自屏蔽工业电子辐照加速器项目

环境影响报告表

(公开本)

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司 (盖章)

2023年4月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司

新增一台 0.15MeV

自屏蔽工业电子辐照加速器项目

环境影响报告表

建设单位名称（盖章）：江苏佳饰家新材料集团股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

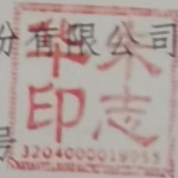
通讯地址：常州市武进区横林镇卫星村南孟路 26 号

邮政编码：213000

电子邮箱：/

联系人 钱锋

联系电话：13616100969



编制单位和编制人员情况表

项目编号	16lb3f		
建设项目名称	江苏佳饰家新材料集团股份有限公司新增一台0.15MeV自屏蔽工业电子辐照加速器项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	江苏佳饰家新材料集团股份有限公司		
统一社会信用代码	9132041255118079XM		
法定代表人 (签章)	朱志华		
主要负责人 (签字)	钱锋	钱锋	
直接负责的主管人员 (签字)	钱锋	钱锋	
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	江苏辐环环境科技有限公司		
统一社会信用代码	913201003393926218		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
符晶晶	2015035320350000003510320304	BH005877	符晶晶
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
符晶晶	表1~表10	BH005877	符晶晶
卢艺	表11~表13	BH040622	卢艺

编制主持人环境影响评价工程师职业资格证书

 HP00017046 符晶晶 持证人签名: Signature of the Bearer 2015035320350000003510320304 管理号: File No.	姓名: Full Name 符晶晶 性别: Sex 女 出生年月: Date of Birth 1984年10月 专业类别: Professional Type 批准日期: Approval Date 2015年05月 签发单位盖章: Issued by 签发日期: 2015 年 10 月 12 日 Issued on
--	---

编制人员最近三个月社保缴费证明

江苏省社会保险权益记录单（参保单位）



参保单位全称: 江苏辐环环境科技有限公司 现参保地: 南京市市本级
统一社会信用代码: 913201003393926218 查询时间: 202301-202303

共1页, 第1页

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险	
缴费总人数				
序号	姓名	公民身份号码(社会保障号)	缴费起止年月	缴费月数
1	符晶晶		202301 - 202303	3
2	卢艺		202301 - 202303	3

说明:

1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息, 单位应妥善保管。
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已签具电子印章, 不再加盖鲜章。
4. 本权益单记录单出具后有效期内(6个月), 如需核对真伪, 请使用江苏智慧人社APP, 扫描右上方二维码进行验证(可多次验证)。



表 1 项目基本情况

建设项目名称		江苏佳饰家新材料集团股份有限公司 新增一台 0.15MeV 自屏蔽工业电子辐照加速器项目			
建设单位		江苏佳饰家新材料集团股份有限公司			
法人代表	朱志华	联系人	/	联系电话	/
注册地址		常州市武进区横林镇卫星村南孟路 26 号			
项目建设地点		江苏佳饰家新材料集团股份有限公司（常州市武进区横林镇卫星村南孟路 29 号）2#车间 3 层南部			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		/	项目环保投资 (万元)	/	投资比例（环保投资/总投资） /
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	约 50
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：				
1.1 建设单位基本情况、项目建设规模及由来					
1.1.1 建设单位基本情况					
<p>江苏佳饰家新材料集团股份有限公司成立于 2010 年，公司营业执照见附件 3。公司目前主要经营负离子除醛纸加工、销售；复合强化地板、钢质地板、装饰纸、防火板、家具、木制品、金属冲压件、灯具、玻璃制品制造，加工；装饰纸、浸渍纸、墙纸压花加工；水性油墨制造，加工，销售；纸制品加工；装饰纸、浸渍纸、彩绘纸、装饰板销售等。</p> <p>江苏佳饰家新材料集团股份有限公司注册地址为常州市武进区横林镇卫星村南孟路 26</p>					

号，公司目前有 2 个厂区，一厂位于常州市武进区横林镇卫星村南孟路 26 号；二厂位于江苏省常州市武进区横林镇卫星村南孟路 29 号，占地面积约 6 万 m²，本项目拟建址位于二厂 2#车间 3 层南部。公司地理位置示意图见附图 1。

1.1.2 项目建设规模及由来

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司系首次开展核技术应用项目。

公司 2#车间共 3 层，1 层为饰面板生产线，2 层为仓库，3 层为 3D 数码打印、辊涂和 EB 电子束生产线等。

为提高公司片材板产品质量，公司正在研究板材电子束固化工艺。市场上现有片材涂料烘干方式存在着速度慢、能耗高、穿透性低的问题。电子束固化是一种新型固化技术，以电子束为辐射源诱导粘合胶液体快速转化变成固体，与传统的固化技术相比，有着速度快、能耗低、穿透性强、无污染等特点。将工业辐照加速器安装在 EB 电子束生产线上，使用电子束固化辊涂后的片材板，省去了用电加热的烘道，节约了生产空间、提高了生产速度、降低了生产成本，为企业增添了效益。

公司拟为该研究项目配置一台 0.15MeV 自屏蔽结构工业电子辐照加速器，放置于 2#车间 3 层南部。本项目为公司首次核技术应用项目，公司核技术应用项目情况见表 1-1。

表 1-1 公司核技术应用项目情况一览表

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)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	备注
1	EBC-ORG-A-8015 型电子辐照加速器	1 台	0.15	300	II	厂区 2#车间 3 层南部	使用	新建项目 本次环评	/

根据江苏佳饰家新材料集团股份有限公司提供的资料，本项目工业辐照加速器拟配备 2 名辐射工作人员。

本项目拟购的一台工业辐照电子加速器，属《射线装置分类》（生态环境部 2017 年第 66 号公告）非医用射线装置栏“工业辐照用加速器”，按照 II 类射线装置管理。本项目为使用 II 类射线装置项目。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》、

《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》等法律法规的规定，江苏佳饰家新材料集团股份有限公司应办理核技术应用项目环境影响评价手续。依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）的分类，使用 II 类射线装置属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置的”范畴，应编制环境影响报告表。

受江苏佳饰家新材料集团股份有限公司委托，江苏辐环环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察、现场检测（委托江苏核众环境监测技术有限公司检测）等工作的基础上，编制了该核技术应用项目环境影响报告表。

1.2 项目周边保护目标及项目选址情况

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司位于江苏省常州市武进区横林镇卫星村南孟路 29 号。公司厂区东侧为道路（道路对面为新昌装饰公司和大棚），南侧为农田，西侧为河流，北侧为卫中路和林地。

本项目加速器拟放置在厂区 2#车间 3 层南部，3 层上方为平顶，3 层下方（2 层）为仓库。2#车间是一栋独立 3 层建筑，其东侧为厂内道路，南侧为厂内道路和办公楼，西侧为厂内道路和#3 车间，北侧为厂内道路和#1 车间。江苏佳饰家新材料集团股份有限公司厂区总平面布置图见附图 2，本项目所在位置、周边环境情况等见附图 3。

加速器拟建址的南侧、西侧和北侧 50m 均在本公司厂区内，东侧 16m 到厂区东侧围墙，围墙外是道路。项目拟建址周围 50m 范围内有过道、生产线、新昌装饰公司厂房、厂区办公楼、厂区内道路、厂区外道路等。环境保护目标包括本项目辐射工作人员、评价范围内的一般工作人员和公众。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018]74 号）和《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020]1 号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。并根据现场监测与环评预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求，见附图 5。

综上所述，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

1.3 实践正当性分析及产业政策相符性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类的“六、核能-6、同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业政策。本项目符合江苏省及常州市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求，不属于《市场准入负面清单（2022 年版）》中负面清单。本项目的建设和运行可提升企业产品质量，其建设和运行对企业或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

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》(GB18871-2002)。

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) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	自屏蔽工业电子辐照加速器	II类射线装置	1台	EBC-ORG-A-8015	电子	0.15MeV	300mA	板材表面涂层固化	厂区 2#车间 3层南部	新增, 自屏蔽结构

(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 (台)	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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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、年排放总量用分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³)和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），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 修改版），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修改版），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），生态环境部部令 第 20 号，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 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》，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》，国家环境保护总局文件，环发[2006] 145 号文；</p> <p>(10) 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 2017 年第 66 号公告，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) 《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 日起施行；</p> <p>(13) 《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 部令 第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 《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 2019 年 第 38 号公告，2019 年 11 月 1 日起施行；</p>
------	--

	<p>(15) 《江苏省辐射污染防治条例》，（2018年修改版），江苏省人大常委会公告第2号，自2018年5月1日起施行；</p> <p>(16) 《江苏省辐射安全许可证办理等工作程序和规范》，苏环规〔2019〕4号，自2019年12月10日起施行；</p> <p>(17) 《江苏省辐射事故应急预案》，苏政办函〔2020〕26号，2020年2月19日起施行；</p> <p>(18) 《江苏省国家级生态保护红线规划》，苏政发〔2018〕74号，2018年6月9日起施行；</p> <p>(19) 《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日起施行；</p> <p>(20) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日起施行；</p> <p>(21) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》，2019年10月30日起施行。</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》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>(6) 《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GBT25306-2010）</p> <p>(7) 《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）</p> <p>(8) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）</p> <p>(9) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）</p>
<p>其他</p>	<p>1. 参考资料：</p> <p>(1) 辐射防护导论，方杰主编。</p> <p>(2) NCRP-51号报告</p> <p>相关附件：</p> <p>(1) 项目委托书（附件1）</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书（附件2）</p>

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">(3) 江苏佳饰家新材料集团股份有限公司营业执照正副本复印件（附件 3）(4) 加速器相关参数说明（附件 4）(5) 本项目辐射环境现状检测报告及检测单位资质（附件 5）(6) 编制主持人现场踏勘照片（附件 6） |
|--|---|

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用 II 类射线装置工业辐照加速器开展板材表面涂层固化。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) 的要求:射线装置应用项目的评价范围,通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。因此,本项目的评价范围以工业辐照加速器自屏蔽外监督区网栏为边界起点,延伸至周围 50m 的范围。见图 7-1~图 7-2。



图 7-1 本项目厂区航拍图



图 7-2 本项目评价范围（50m）示意图

7.2 保护目标

本项目自屏蔽加速器位于江苏佳饰家新材料集团股份有限公司 2#车间 3 层南部，距 2#车间东墙 12m，南墙 6m，西墙 56m，北墙 45m。2#车间为 3 层建筑。该加速器拟建址的南侧、西侧和北侧 50m 均在本公司厂区内，东侧 16m 到厂区东侧围墙，围墙外是道路。项目拟建址周围 50m 范围内有新昌装饰公司厂房和厂区办公楼，对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018]74 号）和《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020]1 号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。

加速器为自屏蔽结构，拟建址周围 50m 范围：

东侧依次为 2#车间内过道、厂区内道路、厂区外道路、新昌装饰公司厂房和大棚；

南侧依次为 2#车间内过道，厂区内道路，办公楼；

西侧依次为 2#车间内过道、3D 数码打印生产线、辊涂等。

北侧依次为 2#车间内过道、3D 数码打印生产线、厂区内道路；

顶上为平顶，底下（2层）为仓库，1层为饰面板生产线。

本项目环境保护目标为工业辐照加速器的辐射工作人员及评价范围内的一般工作人员，以及工作场所内、外的公众。详见表 7-1：

表 7-1 本项目保护目标一览表

主要环境保护目标		方位	距离（m）	所在场所	规模
本项目辐射工作人员	加速器辐射工作人员	东侧和西侧	0~3	自屏蔽加速器旁	2人
公众	厂区内一般工作人员	四周及下方	3~50	2#车间、办公楼、周边厂内道路	约 50 人
	厂区外道路行人、大棚劳作人员	东侧	16~26	厂区外道路、大棚	不定
	新昌装饰公司厂房	东北侧	45~50	新昌装饰公司厂房	约 20 人

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018]74号）和《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020]1号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见图5。

7.3 评价标准

（1）江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究。刘明，王承保。辐射防护，1993 年第 13 卷第 2 期。

江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果

单位：nGy/h

项目	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：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值

[2]现状评价时，以“均值 $\pm 3s$ ”作为参考值：原野为（29.4~71.4）nGy/h；道路为（10.2~84）nGy/h；室内为（47.2~131.2）nGy/h。

(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

	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。

(3) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002)

3.2 电子束辐照装置

按照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)。

5.1.3 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。

(4) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) (参考)

HJ979-2018 声明“自屏蔽辐照装置不适用于本标准”, 这是因为自屏蔽辐照装置在运行时人员一般不可能接近这种装置的辐射源部件, 与人员可进入辐照室及主机室的辐照装置有所不同。此外, 对于辐照装置表面辐射水平检测位置, 自屏蔽辐照装置要求是在表面 5cm, 而电子加速器辐照装置机房要求是在人员可达区域屏蔽体外表面 30cm。除此之外, 自屏蔽工业辐照加速器的辐射源项、辐照方式与常规工业电子辐照加速器一致。该标准对于电子加速器辐照装置的屏蔽计算以及辐射安全要求, 对自屏蔽加速器仍有同样的借鉴意义。因此, 本项目自屏蔽加速器参考 HJ979-2018 的屏蔽计算模式以及辐射安

全要求。

4.1.2 辐射工作场所的分区

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。

4.2 辐射防护要求

4.2.1 辐射防护原则

(3) 个人剂量约束

在电子加速器辐照装置的工程设计中，辐射防护的剂量约束值规定为：

a) 辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv ；

b) 公众成员个人年有效剂量为 0.1mSv

4.2.2 辐射屏蔽设计依据

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。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。

本标准适用的能量不高于 10MeV 的电子束和能量不高于 5MeV 的 X 射线，在辐射屏蔽设计中不需要考虑所产生的中子防护问题。

6 电子加速器辐照装置的安全设计

6.1 联锁要求

在电子加速器辐照装置的设计中必须设置功能齐全、性能可靠的安全联锁保护装置，对控制区的出入门、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。

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；

(2) 门机联锁。辐照室和主机室的门必须与束流控制和加速器高压联锁。辐照室门或主机室门打开时，加速器不能开机。加速器运行中门被打开则加速器应自动停机；

(3) 束下装置联锁。电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制必须建立可靠的接口和协议文件。束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器应自动停机；

(4) 信号警示装置。在控制区出入口处及内部应设置灯光和音响警示信号，用于开机前对主机室和辐照室内人员的警示。主机室和辐照室出入口设置工作状态指示装置，并与电子加速器辐照装置联锁；

(5) 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；

(6) 剂量联锁。在辐照室和主机室的迷道内设置固定式辐射监测仪，与辐照室和主机室的出入口门等联锁。当主机室和辐照室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时，主机室和辐照室门无法打开；

6.3.3 通风系统

(1) 主机室和辐照室应设置通风系统，以保证辐照分解产生的臭氧等有害气体浓度满足 GBZ2.1 的规定。有害气体的排放应满足 GB3095 的规定。

(2) 辐照室内臭氧的主排气口应设置在易于排放臭氧的位置，例如扫描窗下方的位置。

(3) 排风口的高度应根据 GB3095 的规定、有害气体排出量和辐照装置附近环境与气象资料计算确定。

(5) 《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)

2.8 从事加速器工作的全体放射性工作人员，年人均剂量当量应低于 5mSv (0.5rem)。

2.10 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 (10mrem)。

3.2 辐射屏蔽

3.2.1 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。

3.2.2 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。并必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。

3.3 辐射安全系统

3.3.1 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。

3.3.2 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。

3.3.3 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。

3.3.4 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。

3.3.5 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。

3.3.6 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，可携式监测仪。气体监测仪等。

3.3.7 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。

3.4 通风系统

3.4.1 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。

3.4.2 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。

3.4.3 通风管道通过屏蔽体时，必须采取措施，保证不得明显地减弱屏蔽体的屏蔽效果。

(6) 《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

辐射防护安全要求如下：

b) 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；

c) 监督区的辐射剂量水平应符合 GB 18871-2002 和 GB 5172-1985 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 5 mSv；公众成员个人年有效剂量限值为 0.1 mSv；

d) 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；

e) 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。

f) 剂量监测设备、个人剂量计等应配置齐备；

g) 其他物理因素安全要求应满足 GBZ 2.2-2007 规定的标准要求（见附录 C）。

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）（参考）、《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）、《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010），确定本项目的年剂量约束值为：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。

本项目加速器为自屏蔽结构，整个辐照装置自屏蔽表面 5cm，包括辐照室顶部 5cm 外辐射剂量率限值，均执行 GBZ141-2002 要求，不得超过 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

8.1.1 项目地理位置、周边环境和选址合理性分析

本项目自屏蔽加速器位于江苏佳饰家新材料集团股份有限公司 2#车间南部，距 2#车间东墙 12m，南墙 6m，西墙 56m，北墙 45m。2#车间为 3 层建筑。加速器拟建址的南侧、西侧和北侧 50m 均在本公司厂区内，东侧 16m 到厂区东侧围墙，围墙外是道路。公司厂区总平面布置图见附图 2，本项目所在位置、周边环境情况等见附图 3。

加速器为自屏蔽结构，拟建址周围 50m 范围：

东侧依次为 2#车间内过道、厂区内道路、厂区外道路、新昌装饰公司厂房；

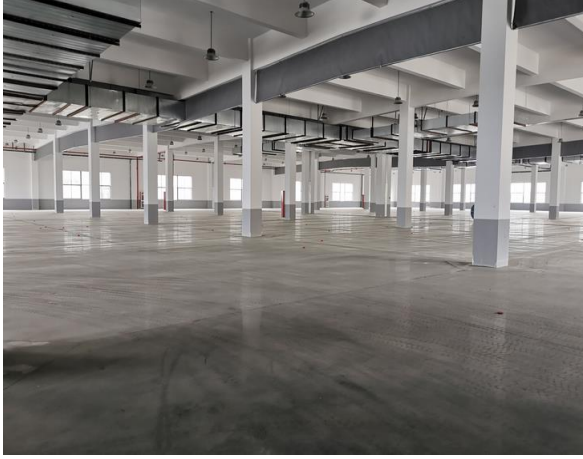
南侧依次为 2#车间内过道，厂区内道路，办公楼；

西侧依次为 2#车间内过道、3D 数码打印生产线、辊涂等。

北侧依次为 2#车间内过道、3D 数码打印生产线、厂区内道路；

顶上为平顶，底下（2 层）为仓库。

本项目加速器拟建址周围 50m 范围有新昌装饰公司厂房和厂区办公楼。本项目周围环境现状见图 8-1。



加速器拟建址



2#车间



2#车间东侧厂区内道路



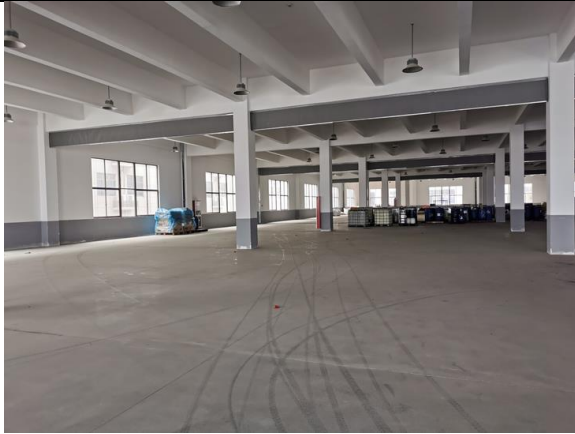
2#车间南侧厂区内道路



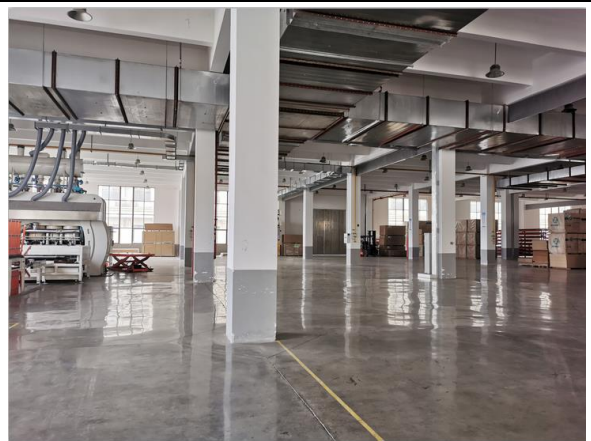
2#车间西侧厂区内道路



2#车间北侧厂区内道路



2#车间 2层



2#车间 1层



2#车间南侧办公楼



新昌装饰公司厂房及厂区外道路

图 8-1 本项目加速器拟建址及周围环境现状照片

8.2 环境现状检测

本项目为新增一台自屏蔽加速器开展电子束固化板材，其活动种类和范围为使用 II 类射线装置。根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线电离辐射污染。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本底辐射水平。

- 1、检测因子、检测方法
- 2、检测点位布设
- 3、检测单位、检测时间和检测仪器
- 4、质量保证措施、检测结果
 - (1) 质量保证措施
 - (2) 检测结果及评价

本项目加速器拟建址及周围环境辐射水平检测结果见表 8-1，检测点位见图 8-2，原

始检测报告见附件 5。

根据检测报告的检测结果可知，本项目加速器拟建址及周围环境辐射水平为 83.3nSv/h~93.1nSv/h，换算系数取 1.20Sv/Gy，因此本项目加速器拟建址及周围环境辐射水平为 69.4nGy/h~77.6nGy/h，本项目加速器拟建址及周围环境辐射剂量率处于《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果》中给出的江苏省环境天然 γ 辐射剂量率正常涨落范围内。

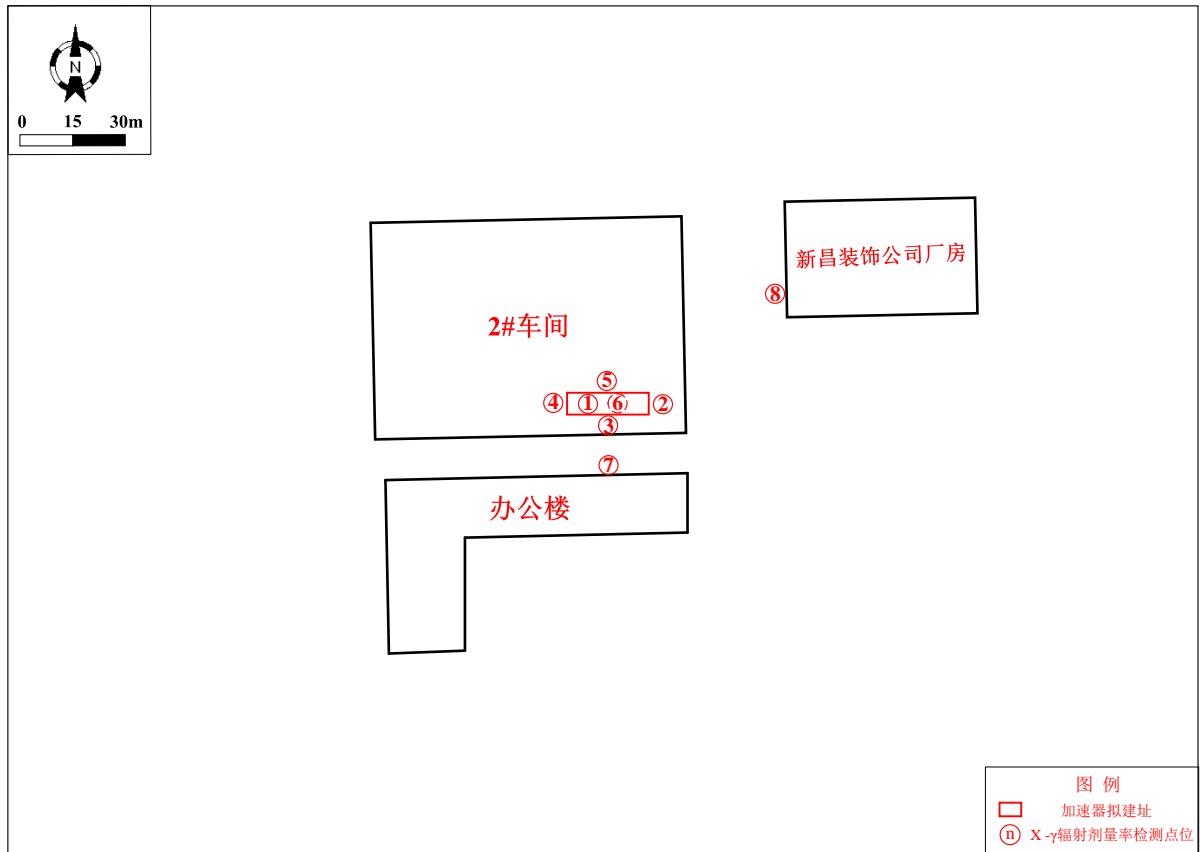


图 8-2 本项目 X- γ 辐射剂量率检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成及工作方式

本项目加速器由电子束发射系统、屏蔽系统、控制系统、高压控制系统束流控制系统、真空系统、安全连锁系统、主控制器、人机界面组成。

(1) 电子束发射系统：由高压电源和电子束发射管组成，本项目使用电子束发射管属于电子帘加速器，主体是一个不锈钢柱型筒（真空室），中间有一根或多根长灯丝（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。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。

(2) 屏蔽系统：屏蔽外壳紧贴电子束发射管及物料传输通道，形成狭窄紧凑、与电子束发射管一体化的物料迷宫通道，来屏蔽由电子束所产生的 X 射线。设备屏蔽外壳由一定厚度的铅板和钢板组成，屏蔽厚度为：14mm 铅+8mm 钢。

(3) 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、安全连锁单元和辅助设备控制单元组成。

(4) 高压控制系统：通过 PLC 的控制信号控制调压器输出电压，可以使直流高压输出高压与触屏操作画面而设定的高压相同。高压是通过测量系统设在直流高压装置内部的分压电阻中的电流计算出来的，在 PLC 内比较实测值和设定值，通过输出控制，保证两者差值在稳定的范围来控制。

(5) 束流控制系统：通过 PLC 的控制信号对束流控制系统的控制，通过对电子枪灯丝电压的控制，并可以使电子枪灯丝输出电流值和设置值相同。

(6) 真空系统：主要用于维持电子束发射管的真空状态，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用于加速器正常工作时，维持真空的机械泵、分子泵、闸板阀和真空规等。

(7) 安全连锁系统：主要包括屏蔽装置的安全连锁、紧急开关、剂量监测连锁和故障报警指示组成。

(8) 主控制器：主控制器执行数据采集并控制加速器设备各项功能。

(9) 人机界面：人机界面可根据客户需求，为 1 台工业计算机，或工业触摸屏。除了实现人机交互作用外，还用来存储数据资料，操作人员可以通过对计算机的操作来控制加速器设备和显示设备的运行参数、状态等。

根据设备厂家提供的参数，列表如下：

表 9-1 本辐照装置基本参数

项目	参数	备注
最大能量	0.15MeV	/
额定电流	300mA	/
束流损失率	60%	/
束流损失点能量	5~30kV	/
加工速度	10~30m/min	超哑工艺≤20m/min
加速电压	150kV	/
束流宽度	1370mm	/
剂量不均匀度	≤±8%	/
束流方向	下照	/
氮气用量	80~150m ³ /h	视加工速度而定，氮气作用仅为防止 O ₃ 浓度过高导致设备损坏或减少设备使用寿命
氧气浓度	<100ppm	固化区域
工作水冷	150L/min	出水压力 0.5MPa，制冷量 5kW
待机水冷	5L/min	出水压力 0.5MPa，制冷量 3.5kW
设备额定功率	100kW	实际工作<60kW
设备重量	约 32t	/
工作环境	-10℃~40℃	/
适合基材	板材类	/
安全性	/	自动检测，可联锁报警及自动停机

9.1.2 工作原理及工艺流程

电子束固化是以电子束（EB）为辐射源，诱导经特殊配制的百分之百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，该设备的电子束发射管通电后产生电子，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，以达到材料改性处理的目的。

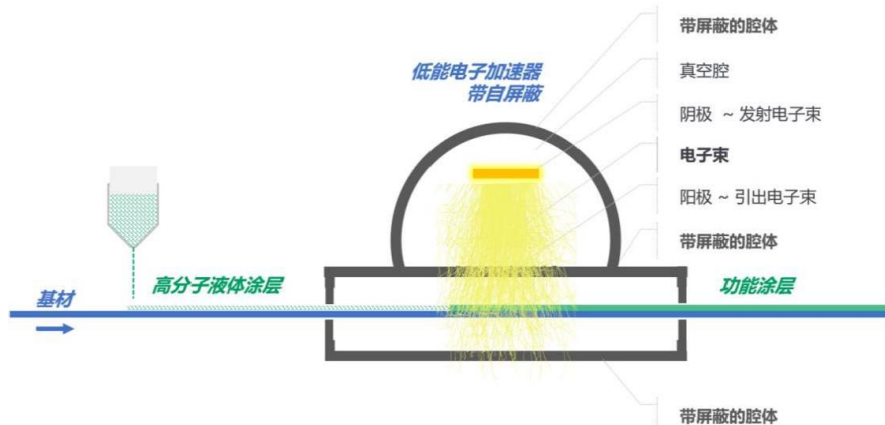


图 9-3 电子束对物质作用示意图

9.1.3 工作流程及产污环节分析

本项目是将工业辐照加速器安装在生产线上，使用电子束固化板材。其工艺流程具体如下：

(1) 板材加工生产流程

1) 原材料切片

将原材料按照客户要求规格进行剪切。

2) 3D 数码打印

将剪切后的板材采用数码喷印技术，在板材表面使用水性墨水进行高速图案印刷。整个过程图案由计算机进行控制和输出，全自动运行，无需换辊和调色等工作。

3) 电热烘干

印刷图案后的板材自动进入一段电加热烘道进行加热烘干。

4) 辊涂

前述通过对板材进行涂层打底和数码打印图案后，最后在工件表面辊涂覆盖一层 EB 涂层，使工件具有雾面温润触感、耐刮擦、不黄变、环保抗菌等优点。

(2) EB 电子束固化流程

1) EB 固化

辊涂设备与加速器的入口连接，辊涂后涂有涂料的板材，由滚轴自动传输至加速器的入口进入加速器内部进行辐照固化，由加速器出口输出成品。经工业辐照加速器的电

子束辐照，使涂料与板材表面牢固的结合，板材在电子束固化设备内行进速度为 10~30m/min，电子束固化设备工作时电子束能量为 0.15MeV，电子束功率是 45kW，电子束流强为 300mA。

2) 检验

利用取样器、甲醛检测仪等自动化检测设备对成品质量进行质检筛查。

3) 包装

将检验合格的成品包装入库，检验不合格的产品作为一般固废回收处理。

加速器在进行辐照时电子枪发射电子，电子经加速管加速并经扫描扩展成为均匀的有一定宽度的电子束，利用电子束对板材进行辐照。电子在加速过程中，部分电子会丢失，它们打在真空加速管壁上，产生 X 射线，是加速器主机钢筒的辐射来源。此外，电子束打到钢铁制成的束下装置等高原子序数物质时，由于韧致辐射也会产生高能 X 射线，X 射线的贯穿能力极强，若未完全屏蔽，会对钢板辐照室周围环境造成辐射污染。

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；随着电子能量增高，最大发射率方向越来越偏向于入射电子束方向。本项目使用的 0.15MeV 电子加速器，发射光子的最大发射率方向倾向于与入射电子束方向垂直的 90°侧向。本项目电子加速器利用电子束进行辐照加工，加速器电子束流向下，电子的射程较短，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。这里需要防护的是高能电子束作用于被辐照物及束下传送装置而产生的韧致辐射，其中又以侧向为重点防护方向（90°方向）。韧致辐射（X 射线）是随加速器的开关而产生和消失。

本项目电子加速器输出 X 射线的最大能量为 0.15MV，根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018），对于能量不高于 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。

本项目板材辐照加工工作流程见图 9-4。

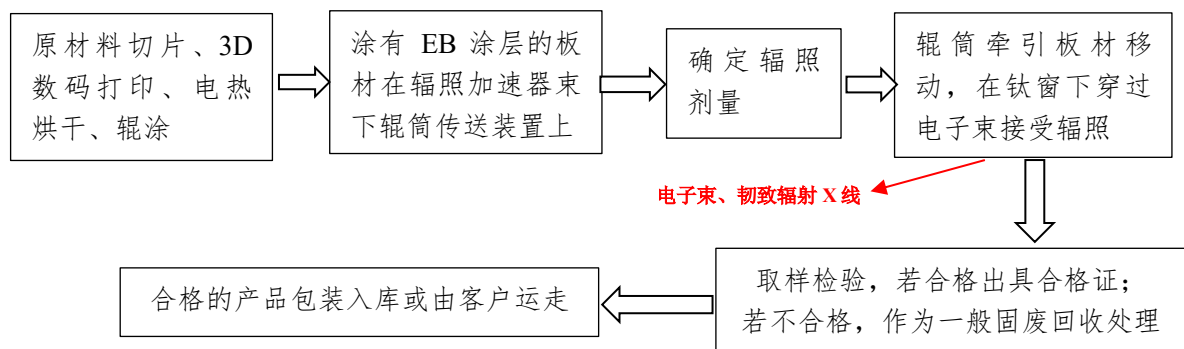


图 9-4 本项目自屏蔽加速器辐照加工工艺流程示意图

根据中江苏佳饰家新材料集团股份有限公司提供的材料，公司拟为本项目加速器暂定配备 2 名辐射工作人员，采取单班制，负责操作操作台，年开机时间不超过 2000h。加速器工作时，辐射工作人员在加速器旁的操作台柜前设置机器参数，并观察自屏蔽加速器及周边情况，设一人为运行值班长，掌控主机钥匙。

9.2 污染源项描述

9.2.1 施工期

本项目系在江苏佳饰家新材料集团股份有限公司 2#车间 3 层南部安装自屏蔽工业辐照加速器。辐照加速器为成品，由相关公司负责生产、运输至江苏佳饰家新材料集团股份有限公司 2#车间 3 层 EB 电子束生产线并安装及调试。不涉及土建施工。仅加速器安装过程中可能产生源强不超过 70dB (A) 的工业噪声，影响范围可控制在江苏佳饰家新材料集团股份有限公司 2#车间内，且随着施工期的结束，对环境的影响自行消除。

9.2.2 运行期

由上述工程原理及工艺流程可知，本项目运行后主要产生以下污染：

(1) 电离辐射污染

电子加速器通电后，电子束发射管产生电子，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。电子束固化设备工作时电子束能量为 0.15MeV，电子束功率是 45kW，电子束流强为 300mA。电子束在辐照过程中，电子被物质阻挡产生韧致辐射，即 X 射线，X 射线具有较强的贯穿能力，若未完全屏蔽，可能对加速器自屏蔽体外工作人员和公众产生一定外照射，X 射线是本项目主要污染物。

事故工况下污染物与污染途径与正常工况下相同。

(2) 非电离污染

①本项目自屏蔽加速器装置内氮气瓶自动充氮，不会电离空气，因此运行过程中不会产生臭氧和氮氧化物。

②本项目加速器内部氮气通过氮气瓶供应，运行时不产生噪声。根据加速器生产厂家提供的资料，其加速器配套的水冷系统等均选用低噪声环保设备或加装隔音罩设备，运行时，叠加噪声不超过 80dB (A)，影响范围可控制在江苏佳饰家新材料集团股份有限公司 2#车间内。

③加速器配备的水冷系统，其冷却水循环冷却初级线圈、钛窗、电容器组、分子泵。冷却水定期补充，产生的冷却水直接外排。加速器运行过程中产生的不合格的板材作为一般固废回收处理。

④加速器工作人员产生的生活污水及生活垃圾，依托厂区现有生活污水处理设施及生活垃圾处理设施处置。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

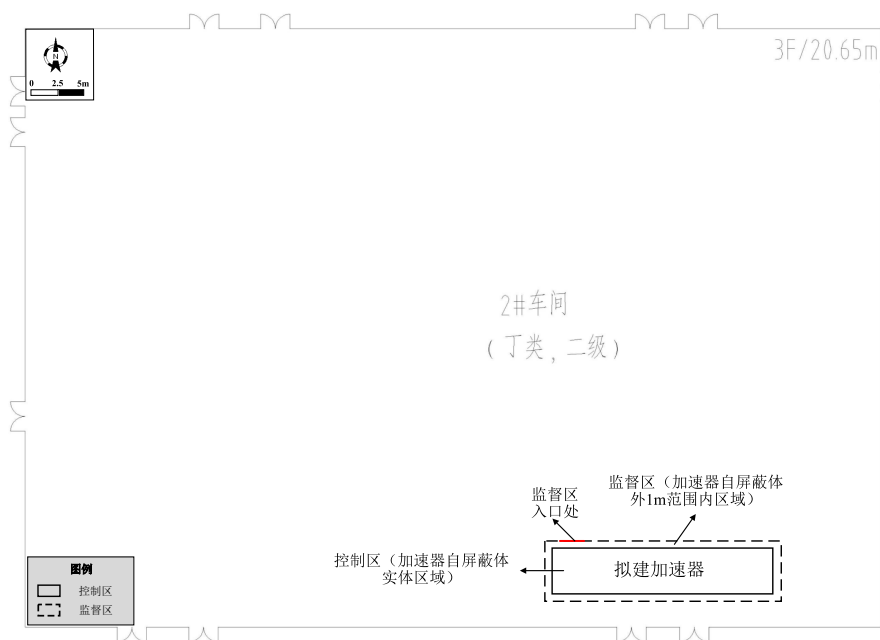
10.1.1 工作场所布局合理性及两区划分合理性分析

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司新增一台 0.15MeV 自屏蔽工业电子辐照加速器拟放置在厂区 2#车间 3 层南部。加速器在 2#车间 3 层内的摆放位置见附图 2。

本项目辐照加速器为自屏蔽结构，重约 30 吨。外部尺寸为 24m（长）×2.1m（宽）×2.5m（高），本项目电子束辐照装置为自屏蔽，把辐照装置自屏蔽体实体区域划为控制区，将辐照装置自屏蔽体外 1m 范围区域划分为监督区。加速器操作台也划分为监督区，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定，分区示意图见图 10-1。

本项目自屏蔽加速器内部构造图和外观图见图 9-1 和 9-2。

辐照加速器工作时，控制人员位于辐照加速器旁的操作台前，设置加速器参数并监控加速器运行情况。公司拟在加速器屏蔽体醒目处张贴电离辐射警示标志，自屏蔽加速器外 1m 范围（操作台布置在自屏蔽体外 1m 内）设置一圈实体网栏并悬挂电离辐射警示标示以及“非辐射工作人员禁止进入工作场所”标牌，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，避免车间内无关人员靠近加速器，定期对监督区进行巡测。综上，本项目加速器布局合理可行。



10.1.2 辐射工作场所辐射防护屏蔽设计

本项目拟使用的 EBC-ORG-A-8015 型电子加速器是由相关厂家生产，加速器设备带有屏蔽，采用铅、钢等材料进行辐射防护屏蔽，主机室和辐照室的屏蔽厚度均为 14mm 铅+8mm 钢，具体屏蔽参数见下表。

表 10-1 本项目加速器屏蔽参数

屏蔽体部位	屏蔽材料及厚度
主机室	14mm 铅+8mm 钢
辐照室	14mm 铅+8mm 钢

10.1.3 辐射安全措施评价

根据相关厂家提供的资料，本项目加速器辐射安全系统设计包括：

(1) 钥匙控制：加速器的解锁开关是一种钥匙开关，在开启加速器进行调试或辐照生产时，插入钥匙并旋动，解锁设备。它是加速器启动的先决条件，该钥匙由专人（持证人员）看管，钥匙与一台便携式辐射监测报警仪始终串联在一块。如从控制台上取出该钥匙，加速器自动停机。

(2) 联锁装置：

屏蔽结构联锁：本加速器采用封闭柜体结构，加速器安装有距离检测传感器用于安全联锁，当加速器的设备检修窗口和检修门未关好，距离传感器会报错，此时加速器无法启动。

束下联锁：当束下传动停止，或者当束下机构错误，则停止加速器出束。

(3) 信号警示装置：设备安装有双重报警模式（声光、计算机报警系统），保证操作人员安全。

(4) 急停按钮：设备设三个急停按钮，分别在进口、出口和设备操作台上。紧急情况下按下急停按钮，加速器立即停止出束。

(5) X 射线监测系统：加速器内安装两套 X 射线监测系统，分别设于物料进、出口用于检测 X 射线泄漏情况。设定：在物料进出口处，当读数大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 时，报警，立即停机由厂家进行维修、整改，维修、整改合格后方可重新投入使用。

另外，自屏蔽加速器所在车间内设置通风系统。另外该加速器工作时，将向加速器内部区域充氮气，无臭氧和氮氧化物的产生，车间内设置烟雾报警装置。

根据厂家提供的资料，本项目加速器设计的辐射安全装置和保护措施与《电子加速

器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)的对比评价见表 10-2:

表 10-2 本项目加速器设计的辐射安全装置和保护措施评价

辐射安全装置及措施	HJ979-2018 (参考)	本项目自屏蔽加速器	对比结论
(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。	本加速器为自屏蔽结构, 加速器出束时自屏蔽外壳不具备人员进入的条件, 没有主机室门和辐照室门。加速器控制台上设计有唯一主机钥匙, 仅由运行值班长掌握并使用。该钥匙控制加速器系统的运行, 如果钥匙拔出, 则加速器自动报故障并停机。该钥匙与一台便携式辐射监测报警仪始终串联在一块。	满足
(2) 门机联锁	辐照室和主机室的门必须与束流控制和加速器高压联锁。辐照室门或主机室门打开时, 加速器不能开机。加速器运行中门被打开则加速器应自动停机。	加速器的自屏蔽体无辐照室门, 仅有主机室门, 该门为维修门, 人员无法进入, 加速器运行中该门被打开则加速器自动停机。	满足
(3) 束下装置联锁	电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制必须建立可靠的接口和协议文件。束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时, 加速器应自动停机。	当束下传动停止, 或者当束下机构错误, 则停止加速器出束。	满足
(4) 信号警示装置	在控制区出入口处及内部应设置灯光和音响警示信号, 用于开机前对主机室和辐照室内人员的警示。主机室和辐照室出入口设置工作状态指示装置, 并与电子加速器辐照装置联锁。	在加速器上部安装与加速器联锁的红色电子束指示灯, 在加速器启动高压时, 操作台显示“开机”, 红色电子束指示灯亮起, 同时报警铃发出声音报警。 由于加速器自屏蔽体在闭合状态下的空间不可能容纳误留人员, 因此加速器自屏蔽体内无需设置信号警示装置。	满足
(5) 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。	在加速器物料进、出口处和操作台上分别设置一个急停按钮, 共计 3 个实体急停按钮, 以便在紧急状态时启动急停按钮可以终止加速器运行。	满足
(6) 剂量联锁	在辐照室和主机室的迷道内设置固定式辐射监测仪, 与辐照室和主机室的出入口门等联锁。当主机室和辐照室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时, 主机室和辐照室门无法打开	加速器物料进、出口处设置有 X 射线监测系统, 当检测位置辐射水平高于固定式辐射监测仪设定的阈值 2.5 μ Sv/h 时, 固定式辐射监测仪传送电信号给控制系统, 切断高压和束流运行。	满足

(7) 通风联锁	主机室、辐照室通风系统与控制系统联锁，加速器停机后，只有达到预先设定的时间后才能开门，以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值。	加速器内部充有氮气，不会产生臭氧等有害气体。	/
----------	---	------------------------	---

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司拟采购的自屏蔽加速器在落实以上措施后，能够满足《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）中对于“开关钥匙控制、门机联锁、带醒目标志的紧急停机开关、辐照室主机室内音响警告装置、入口和控制台上的工作状态指示灯、遥控辐射监测系统”等辐射安全系统的要求；能够满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）的安全设施要求。

10.2 三废的治理

本项目工业辐照加速器的冷却水为封闭循环模式，冷却水定期补充，产生的冷却水直接外排。加速器运行过程中产生的不合格的板材作为一般固废回收处理。由于加速器内部充有氮气，因此不产生臭氧和氮氧化物等。

10.3 其他污染物的治理

本项目工作人员产生的生活污水及生活垃圾，依托厂区现有生活污水处理设施及生活垃圾处理设施处置。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

根据建设单位提供的资料，本项目系在江苏佳饰家新材料集团股份有限公司在 2#车间 3 层南部安装自屏蔽工业辐照加速器。辐照加速器为成品，由相关厂家负责生产、运输至公司，并在 2#车间 3 层 EB 电子束生产线安装及调试。不涉及土建施工。仅加速器安装过程中可能产生源强不超过 70dB (A) 的安装噪声，可控制在江苏佳饰家新材料集团股份有限公司 2#车间内，且随着施工期的结束，对环境的影响自行消除。辐照加速器安装时不通电源，不会对周围环境产生 X 射线辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 本项目辐射环境影响分析

辐照加速器运行时，电子束从真空钛窗出来后，运动方向朝下，在辐照室内电子束可能轰击的物质有 3 种：

(1) 钛膜下方的格栅窗。对于 500kV 及以下的加速器，其钛窗的钛膜厚度仅为 20 μ m，以降低钛膜上电子损失，保证电子的穿透率。但在钛窗这种高真空度下，钛膜过薄会造成强度不够，因此在钛膜下方有一个无氧铜制成的丝直径 1mm 的格栅，用于加强钛膜结构强度。

(2) 辐照产品，主要为有机分子材料的板材，厚度约为 0.15mm。

辐照室的固定屏蔽体屏蔽产生的韧致辐射 X 射线，确保辐照室外表面辐射水平达标。

(3) 传输通道的底层

在上述 3 种轰击物质中，在上述 3 种轰击物质中，Cu、Fe 的 Z 值最大，X 射线发射率最高。因此本章节选取以 Cu 和 Fe 为韧致辐射轰击靶，来进行辐射防护评价。

(1) 加速器侧向自屏蔽的计算

①X 射线发射率

HJ979-2018 给出的 X 射线发射率计算公式如下：

D_{10} —距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率 ($\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$)

$$D_{10}=60 \cdot Q \cdot I \cdot f_e \quad (\text{A-1})$$

式中:

Q—X 射线发射率 ($\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)

I—电子束流强度 (mA)

f_e —X 射线发射率修正系数

被辐照的靶材料为“铁、铜”时, 0° 方向的修正系数 f_e 为 0.7, 90° 方向的修正系数 f_e 为 0.5。

➤ 辐照室内 X 射线发射率

辐照室内, 加速器电子束恒定朝下, 不直射向四周屏蔽体。此处计算的是 X 射线侧向屏蔽。由于 HJ979-2018 附录 A 的表 A.1 无 0.15MeV 的电子束对应的 X 射线发射率常数, 根据《辐射防护导论》(方杰编) P71 图 3.3 (见图 11-1), 可查得不同能量在距靶 1m 处对应的 X 射线发射率, 由于本项目拟使用的电子加速器最大能量为 0.15MeV, 因此取距靶 1m 处 0° 的 X 射线发射率 $0.001\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 侧向 90° 的 X 射线发射率 $0.01\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。由于辐照的靶材料不是高 Z 材料, X 射线发射率需乘以对应能量的 X 射线发射率修正系数进行修正, 由于电子是打在 Cu 和 Fe 靶上, 本项目 0° 主线束方向的修正系数取 0.7, 90° 主线束方向的修正系数取 0.5。

当束流强度为 300mA, 则根据公式 (A-1), 辐照室内距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率为: $D_{10}(0^\circ) = 60\text{min/h} \times 0.001\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 300\text{mA} \times 0.7 = 12.6\text{Gy/h}$; $D_{10}(90^\circ) = 60\text{min/h} \times 0.01\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 300\text{mA} \times 0.5 = 90\text{Gy/h}$ 。其余各角度 D_{10} 均小于该值。

由于附录 A 表 A.4 无 0.15MeV 电子在 90° 侧向的相应等效能量, 因此 0.15MeV 电子在 90° 侧向的相应等效能量保守取 0.15MeV。其余各角度等效能量均小于该值。

➤ 真空系统束流损失所致 X 射线

根据厂商提供的资料, 主机室束流损失率为 60%, 束流损失点能量为 5~30kV, 且主机室四周屏蔽材料与厚度与辐照室相同, 束流损失强度为 180mA, 束流损失点能量最大取 30kV, 30keV 入射电子能量对应的 T_1 和 T_e 值取值均为 0.05cm; $D_{10}(0^\circ) = 60\text{min/h} \times 0.001\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 180\text{mA} \times 0.7 = 7.56\text{Gy/h}$ 。根据计算, 主机室自屏蔽体两侧外关注点 (图 11-2 中 A、B 点) 的剂量率能够满足要求, 因此真空系统束流损失所致

射线在屏蔽体外关注点也能满足要求。

②自屏蔽体设计屏蔽厚度的透射比 B_x 的计算

已知加速器自屏蔽厚度，这里采用 HJ979-2018 里的公式 (A-2) 计算自屏蔽材料的透射比 B_x 。

$$B_x = 10^{-n} \text{ 或 } n = \log_{10} (1/B_x) \quad (\text{A-2})$$

计算屏蔽体厚度，可以保守地估算为：

$$S = T_1 + (n-1) T_e \quad (\text{A-3})$$

式中， n 为十分之一层的个数。

S ——屏蔽体厚度 (cm)

T_1 ——在屏蔽厚度中，朝向辐射源的第一个十分之一值层 (cm)

T_e ——平衡十分之一值层，该值近似于常数 (cm)

n ——为十分之一值层的个数

本项目自屏蔽体铅厚度为 14mm，根据 NCRP 51 号报告中图 E.14 可查得铅对 0.15MeV 入射电子能量对应的 T_1 和 T_e 值取值均为 0.05cm，代入式 A-3 得到 $n=28$ ，因此 $B_x = 10^{-28}$ 。

③侧向自屏蔽体外关注点处辐射剂量率的计算

加速器侧向自屏蔽体外的辐射防护屏蔽评价，参考 HJ979-2018 中直射 X 射线的屏蔽公式计算。

$$B_x = (1 \times 10^{-6}) (H_M d^2 / D_{10} T) \quad (\text{A-4})$$

式中，

B_x —X 射线的屏蔽透射比，指在屏蔽体入射面的吸收剂量率，经屏蔽厚度按该透射比减弱，使屏蔽体的出射面剂量率达到所要求的水平；

H_M —参考点最大允许周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)

d —X 射线源与参考点之间的距离 (m)

T —居留因子，当参考点位置为人员全居留时取值 1，部分居留时可取 1/4，偶然居留时可取 1/16。

常数 1×10^{-6} 为单位转换系数。

公式 (A-4) 变形如下：

$$H = D_{10} \times 10^6 \times B_x \times T / d^2$$

该公式中，H 为所求的侧向屏蔽体外 5cm 处关注点的辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ；

B_x 为自屏蔽体设计屏蔽厚度的透射比，见上一页计算内容；

T 为居留因子，在计算辐射剂量率时，居留因子均按 1 取值；

其余参数意义和单位同公式 (A-4)。

加速器侧向屏蔽体外关注点辐射剂量率计算结果见表 11-1，关注点位置见图 11-2。

具体计算结果见表 11-1，由表 11-1 可知，本项目自屏蔽辐照加速器侧向屏蔽均满足本项目“整个辐照装置自屏蔽表面 5cm 辐射剂量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。”的限值要求。

(2) 顶部自屏蔽体外关注点的计算

由 NCRP51 号报告 E.15 图中可知，单能 X 射线入射混凝土、铁及铅的反射系数，当垂直入射时，反射系数为 0.02。而对于 0.15MeV 的电子束，其 0° 方向 X 射线发射率常数为 $0.001\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，由 0.15MeV/300mA 电子束产生的 0° 入射发射率 $D_{10} = 60\text{min/h} \times 300\text{mA} \times 0.001\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} \times 0.7 = 12.6\text{Gy/h}$ ，所以 180° 方向 X 线发射率 $12.6\text{Gy/h} \times 0.02 = 0.252\text{Gy/h}$ 。

本项目顶部反射的 X 射线能量保守按照 0.15MeV 计算，根据 NCRP 51 号报告中图 E.14 可查得铅对 0.15MeV 入射电子能量对应的 T1 和 Te 值取值均为 0.05cm，根据计算，本项目自屏蔽加速器顶部关注点剂量率为 $3.5 \times 10^{-23}\mu\text{Sv/h}$ ，详见表 11-1。

综上所述，本项目加速器顶部也满足本项目“整个辐照装置自屏蔽表面 5cm 辐射剂量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。”的限值要求。

(3) 底部自屏蔽体外关注点的计算

由 NCRP51 号报告 E.15 图中可知，单能 X 射线入射混凝土、铁及铅的反射系数，当垂直入射时，反射系数为 0.02。而对于 0.15MeV 的电子束，其 0° 方向 X 射线发射率常数为 $0.001\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，由于辐照的靶材料不是高 Z 材料，X 射线发射率需乘以对应能量的 X 射线发射率修正系数进行修正，由于电子是打在 Cu 和 Fe 靶上，本项目 0° 主线束方向的修正系数取 0.7。

当束流强度为 300mA，则根据公式 (A-1)，辐照室内距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率为： $D_{10}(0^\circ) = 60\text{min/h} \times 0.001\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} \times 300\text{mA} \times 0.7 = 12.6\text{Gy/h}$ 。

对于能量为 0.15MeV 的 X 线，根据 NCRP 51 号报告中图 E.14 可查得铅对 0.15MeV

入射电子能量对应的 T1 和 Te 值取值均为 0.05cm，根据计算，本项目自屏蔽加速器底部关注点剂量率为 $2.7 \times 10^{-20} \mu\text{Sv/h}$ 。详见表 11-1。

综上所述，本项目加速器底部也满足本项目“整个辐照装置自屏蔽表面 5cm 辐射剂量率不能超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。”的限值要求。

(4) 加速器进出口的散射计算

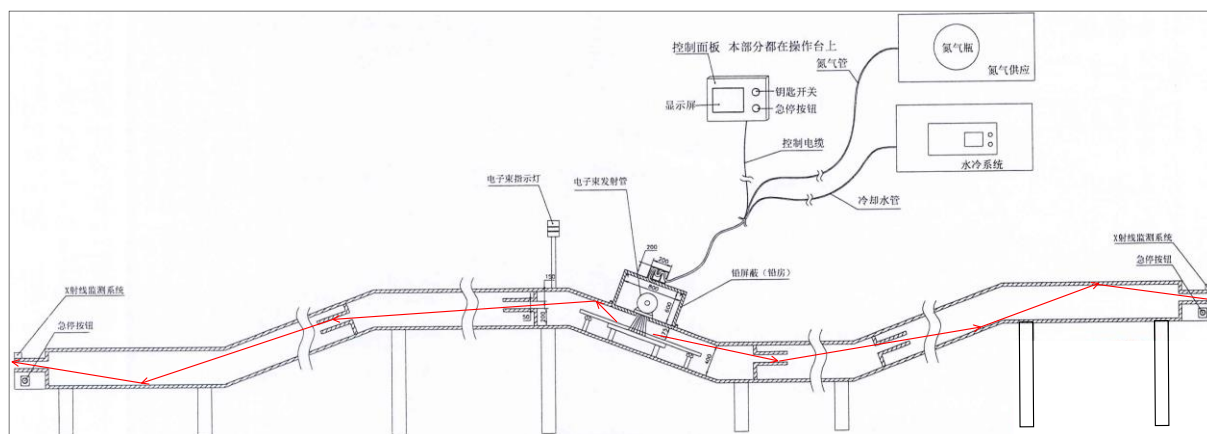


图 11-3 辐照室出束时散射线路径示意图

为减少射线散射，厂家将加速器设计为多次散射结构，韧致辐射 X 射线均需经过多次散射方能由 EB 电子束固化设备进出口逸出，图 11-3 所示红色折线代表韧致辐射 X 射线出射路径，可看到从韧致辐射点开始，至少需要散射 3 次才会到达外环境。根据《辐射防护导论》（方杰主编）中 P189：“迷道的屏蔽计算是比较复杂的。一种简易的安全的估算方法，是使辐射在迷道中至少经过三次以上散射才能到达出口处。实例也证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全。”因此，加速器主屏蔽体进出通道的设计能够满足辐射防护的要求。

11.2.2 辐射工作人员和公众剂量估算及评价

关注点人员的有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式算出：

$$D_{\text{Eff}} = \dot{K}_\alpha \cdot t \cdot T \cdot U \quad \dots\dots \text{公式 11-1}$$

上式中： D_{Eff} —关注点人员有效剂量（Sv）；

\dot{K}_α —关注点的辐射剂量率（ $\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ）；

t—关注点处年曝光时间（h）；

T—居留因子，取值在 1/16~1，典型值：全部居留 T=1，部分居留 T=1/4，偶尔居留 T=1/16；

U—使用因子，本项目取 1；

简化估算：1mGy 近似为 1mSv。

根据 11.2.1 章节预测的自屏蔽加速器外各关注点处辐射剂量率，结合单班人员工作时间 2000h，辐射工作人员和公众停留概率，即可得到本项目自屏蔽加速器外各关注点处公众及辐射工作人员的年受照剂量，见表 11-2。

考虑本项目辐射工作人员既负责操作台，并在加速器周边活动，本项目辐射工作人员年有效剂量最大值也不超过 10^{-19} mSv/a。

由于加速器周边一圈 1m 范围有实体网栏避免车间内公众靠近，即使按关注点辐射剂量率最高 5.2×10^{-20} μSv/h 估算，居留因子按 1/16 计，公众年有效剂量为 6.5×10^{-21} mSv/a。

辐射工作人员和公众均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求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。

11.2.3 三废治理措施评价

本项目自屏蔽加速器装置内充有氮气，运行过程中不会产生臭氧和氮氧化物，因此不会对大气环境造成影响。

11.2.4 其他污染物治理评价

本项目工作人员产生的生活污水及生活垃圾，依托厂区现有生活污水处理设施及生活垃圾处理设施处置，加速器运行过程中产生的不合格的板材作为一般固废回收处理，不会对周围环境造成影响。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故分析

本项目中的工业辐照电子直线加速器属于Ⅱ类射线装置，是一种将电能转换成电子线的工业设备，受开机和关机的控制，关机时无射线产生，正常检修时，加速器断电且人员不进入加速器内部，因此正常情况下检修作业是安全的。加速器正常工作时，加速器内部的 X 射线监测系统可以实时监测加速器进出口处的辐射剂量率，若读数大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，则报警、立即停机，由厂家维修整改，维修整改合格后重新投入使用；同时公司为加速器配备有辐射巡测仪，辐射工作人员配备有个人剂量报警仪，当加速器周围辐射剂量率异常时可发出警报，确保工作人员周围环境辐射剂量率是安全的。

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与报告制度的通知》（环发<2006>145 号）之规定，Ⅱ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。加速器自屏蔽体采用一体式封闭结构，因此项目开展期间可能

发生的事故主要为设备检修时，未采取可靠的断电措施导致意外出束引起的误照射。

11.3.2 辐射事故预防措施及处置方法

为杜绝事故隐患，预防上述辐射事故，单位采取如下预防措施：

(1) 定期检查辐照装置的的联锁装置、紧急停机开关等安全设施及其它各项辐射安全与防护设施，保证各项辐射安全与防护设施的正常运行。相关辐射安全与防护设施出现故障或失效时，应停止辐照装置的运行并及时维修，严禁设备带故障运行；

(2) 做好设备的保养维护工作，定期进行维护维修，维修时佩戴个人剂量报警仪；

(3) 日常工作要关注辐射监测剂量率仪的显示值，当监测的辐射水平高于仪器设定的阈值时，加速器停止运行；

(4) 制定详细的安全管理制度和安全操作规程，严格按照操作规程进行作业，确保安全。

(5) 加强辐射工作人员的辐射安全教育和培训，确保辐射工作人员具备良好的辐射安全文化素质和专业知识。

针对以上可能发生的事故风险，江苏佳饰家新材料集团股份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加速器作业，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，定期检查加速器各联锁装置、声光报警器及辐射监测仪器的性能，发现问题及时解决。上述辐射防护措施的有效性和检查结果，可在单位年度评估报告中予以落实并确认。通过上述措施，能够有效避免辐射事故的发生或尽量减轻辐射事故的后果。

参考《江苏省辐射事故应急预案》（苏政办函〔2020〕26号），根据事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，把辐射事故分为特别重大、重大、较大和一般 4 个等级。考虑本项目为使用Ⅱ类射线装置，事故时可以使受到照射的人员产生较严重放射损伤，其安全与防护要求较高，参考前述可能发生的辐射事故风险分析，本项目可能发生的辐射事故多为人员超剂量受照的一般辐射事故（四级）。

针对以上可能发生的事故风险，单位应根据发生辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围，制定辐射事故应急方案。若发生上述辐射事故时，现场辐射工作人员应立刻采取下列措施：

(1) 切断电源，确保加速器停止出束；

(2) 立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

(3) 对可能受到大剂量照射的人员，及时送专业医院检查和治疗。

根据《江苏省辐射污染防治条例》要求，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，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，同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》上报。造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向当地卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

12.1 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》等法律法规要求，使用 II 类射线装置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。

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构并以单位文件形式明确各成员职责。本项目拟定 2 名辐射工作人员。根据《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》的要求，自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，考核合格者可取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单，报告单全国有效，有效期 5 年。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。江苏佳饰家新材料集团股份有限公司应确保招聘的辐射工作人员在培训平台自主学习并报名对应专业科目的考核，成绩合格方可上岗。根据《核技术利用电离辐射安全与防护考核大纲》的要求，结合本项目特点，本项目辐射工作人员，专业科目应选择“电子加速器辐照”类别。

12.2 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许可管理办法》要求，使用 II 类射线装置的单位，应建立健全的操作规程、岗位职责、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训制度、台帐管理制度和监测方案、事故应急制度；根据《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）的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统（<http://rr.mee.gov.cn>）提交上一年度的评估报告（含监测报告）。

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司尚未制定相关辐射安全管理制度，其应在开展辐射工作前及时制定辐射安全管理制度以指导单位辐射安全管理工作。结合《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》的《电子辐照加速器监督检查技术程序》相关要求，结合本项目实际情况，环评建议其制度涵盖如下内容：

表 12-1 工业电子辐照加速器管理制度要点

序号	项目	检查项目	制度要点
1	A 综合	辐射安全管理规定	<p>岗位职责：明确本项目管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。</p> <p>辐射防护和安全保卫制度：根据加速器操作的具体情况制定相应的辐射防护和安全保卫制度。重点是：①开展日检查、月检查、半年检查，并做好运行及维修维护记录。定期检查相关的声光报警器、安全联锁、急停按钮等辐射安全装置及辐射检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全装置及辐射检测仪器等保持良好工作状态；②辐射工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护。</p>
2		安全防护设施的维护与维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）	<p>设备维修制度：明确辐照加速器、水冷系统、辐射产品运输系统等在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保设施安全有效运转。</p>
3	B 场所	场所分区管理规定	<p>辐射操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中应采取的具体防护措施，重点是：工作时必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪。</p> <p>将整个自屏蔽加速器自屏蔽体实体区域划为控制区，将加速器外 1m 范围设置的实体网栏作为监督区边界。并在监督区边界上合适的位置悬挂清晰可见的“非辐射工作人员禁止进入工作场所”标牌。</p> <p>射线装置使用登记制度：针对本项目具体情况，对辐照加速器台帐登记管理制度进行完善，重点是辐照加速器的购买、使用、报废情况等由专人负责登记、专人形成台帐、定期核对，确保正确无误，账物相符。</p>
4		加速器操作规程	
5	C 监测	监测方案	<p>监测方案：购置满足辐照加速器检测要求的辐射监测仪器，制定监测方案。辐射监测主要包括环境监测、场所监测以及个人剂量监测及相关记录档案等内容，该单位辐射环境监测方案应包括上述内容，并明确监测频次、监测项目等。具体内容可参考本报告“12.3.2 监测方案”内容制定。根据环保部十八号令要求，使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统（http://rr.mec.gov.cn）提交上一年度的评估报告（含监测报告）。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。</p>
6		监测仪表使用与校验管理制度	
7	D 人员	辐射工作人员培训/再培训制度	<p>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。取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单的人员，报告单全国有效，有效期 5 年。到期前应重新考核。</p>
8		辐射工作人员个人剂量管理制度	具体内容见“监测方案”

9	E 应急	辐射事故应急预案	<p>事故应急预案：针对辐照加速器使用时可能产生的辐射事故制定辐射事故应急方案或应急措施，该方案或措施中要明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。并附上各联系部门及联系人的联系方式。单位还需定期开展应急演练，并向全体员工宣贯核安全文化。</p> <p>当发生辐射事故时，单位应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，并在1小时内向当地生态环境部门和公安部门报告，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时，还应同时报告当地卫生健康部门。</p>
10	F 三废	放射性“三废”管理规定	<p>本项目不涉及放射性废气、废液和固体废物，无臭氧排放。</p>

该单位还需结合实际工作需要，在工作中落实各制度的执行，并根据新的法律法规和行业标准，不断对规章制度进行补充和修订。

12.3 辐射监测

12.3.1 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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，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、固定式和便携式辐射监测等设备。”，“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。”

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司应配置 **1 台环境辐射剂量巡测仪**（其能量响应及量程应适用于本项目辐照加速器），用于厂区内加速器辐射工作场所的定期自行检测；**配备 2 台个人剂量报警仪**，供辐射工作人员用于日常辐射工作过程中瞬时辐射剂量的报警。

本项目辐射工作人员招聘到岗后，公司还应委托有资质单位开展辐射工作人员个人剂量监测，并建立个人剂量档案；委托有资质单位开展职业健康监护，开展辐射工作人员上岗前职业健康体检，排除职业禁忌，并定期（不少于 1 次/2 年）安排辐射工作人员职业健康体检并建立职业健康监护档案。根据个人剂量监测结果和职业健康体检结果，以确保辐射工作人员可继续从事辐射工作。

12.3.2 监测方案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，使用射线装置的单位，应制定完善的监测计划和监测方案，对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度

评估，并于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统 (<http://rr.mee.gov.cn>) 提交上一年度的评估报告 (含监测报告)。辐射监测主要包括环境监测、场所监测以及个人剂量监测及相关记录档案等内容，故本环评对该单位监测方案提出如下建议：

1) 环境辐射巡测：公司配备一台环境辐射巡测仪，将该环境辐射巡测仪用于辐射工作区域周围环境的巡测，及时发现辐射水平异常的区域。周期：1~2 次/季度。

2) 辐射工作场所年度检测及年度评估：请有资质的单位定期对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，周期：1~2 次/年。监测结果连同单位的年度辐射安全评估报告一起，在次年的 1 月 31 日之前，上报全国核技术利用辐射安全申报系统 (<http://rr.mee.gov.cn>) 备案。历年辐射安全评估报告齐全是后续辐射安全许可证五年到期延续的必要条件。辐射工作场所的监测内容见表 12-2。

表 12-2 本项目辐射工作场所周围环境监测内容

设备名称	监测因子	监测点位	监测工况	监测限值
工业辐照电子直线加速器	X-γ 辐射剂量率	根据 GBZ141-2002 的定期测量固定检测点位要求，参考 HJ979-2018 屏蔽设计要求，检测位置应在本项目加速器自屏蔽体外表面 5cm 处人员可达区域，以及监督区实体围栏外。	根据 HJ979-2018 和 GB/T25306-2010 的要求，应在电子加速器装置最高能量和最大束流强度的最大功率运行情况下进行监测。	2.5μSv/h

3) 个人剂量检测：本项目所有辐射工作人员均应佩戴个人剂量计，定期 (不少于 1 次/季度) 送有资质部门进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案。

4) 职业健康监护：本项目所有辐射工作人员，上岗前均应进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，应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。

6) 竣工环保验收：辐射工作场所正式投入运行前，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。可参考《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》及《建设项目竣工环境保护验收技术指南-污染影响类》。

7) 关键参数改变监测：加速器更换与出束有关的部件或大修后，均应使用环境辐射巡测仪对辐射工作场所和周围环境进行全面辐射检测和辐射安全评价。

本项目运行后，公司应认真落实以上监测方案，妥善保管监测档案，方满足辐射监测管理要求。

12.4 辐射事故应急

依照国家环保总局的《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号文）中的有关要求，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大事故、较大事故和一般辐射事故。本项目使用Ⅱ类射线装置，多可能发生“射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射”的一般辐射事故。

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司还需为本项目工业辐照加速器制定辐射事故应急方案，应急方案内容应包括：

- (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；
- (4) 应急监测和应急物资的准备
- (5) 应急演习计划。

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司应根据本项目辐射事故特点（详见表 11“事故影响分析”章节）制定完善的辐射事故应急方案，使之可行且具有较好的操作性。单位应加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，积极开展辐射应急演习，发现问题及时解决，尽可能避免辐射事故的发生。

根据《江苏省辐射污染防治条例》要求，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，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，同时，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》上报。造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向当地卫生健康部门报告。

表 13 结论与建议

13.1 结论

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司在公司 2#车间 3 层南部放置一台 0.15MeV 自屏蔽结构工业电子辐照加速器，使用电子束固化板材。本项目属使用 II 类射线装置项目。

1、辐射安全与防护分析结论

(1) 实践正当性：

本项目投入使用能够提升产品质量、节约了生产空间、提高了生产速度、降低了生产成本，在做好辐射防护的基础上，本项目的建设和运行对公众和社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

(2) 选址、布局及两区划分合理性：

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司位于江苏省常州市武进区横林镇卫星村南孟路 26 号。本项目加速器拟放置在厂区 2#车间 3 层南部。本加速器拟放置位置的南侧、西侧和北侧 50m 均在本公司厂区内，东侧 16m 到厂区东侧围墙，围墙外是道路。项目拟建址周围 50m 范围内有新昌装饰公司厂房、厂区办公楼。环境保护目标包括本项目辐射工作人员、评价范围内的一般工作人员和公众。本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。根据现场监测与环评预测，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。因此，本项目周围无环境制约因素。

本项目电子束辐照装置为自屏蔽结构，公司拟将辐照装置自屏蔽体实体区域划为控制区，拟将加速器自屏蔽体外 1m 范围设置的实体网栏作为监督区边界，避免车间内无关人员靠近加速器。此外，加速器操作台也划分为监督区。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定，布局合理。

(3) 辐射防护措施评价：

本项目自屏蔽工业辐照加速器通过加速器外部的铅板、钢板屏蔽射线，具体屏蔽厚度为：14mm 铅+8mm 钢。根据理论预测，自屏蔽体外各关注点辐射剂量率最大值为 $6.0 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足本项目辐射剂量率控制水平“整个辐照装置自屏蔽表面 5cm 辐射剂量率不能超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的限值要求。

(4) 保护目标剂量评价：

根据理论估算结果，辐射工作人员和公众均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求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。

(5)主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施评价：

本项目辐照加速器运行时的主要污染因子是 X 射线的外照射。

本项目加速器通过钥匙控制、联锁装置、信号警示装置、急停按钮、X 射线监测系统、通风、烟雾报警以及加速器外 1m 范围的监督区实体网栏，保证本项目加速器运行时的辐射安全。能够满足《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）的辐射安全设施要求。

(6) 辐射安全管理评价：

江苏佳饰家新材料集团股份有限公司拟成立辐射安全管理机构，并以单位文件形式明确各成员管理职责；还需制定满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的完善的辐射安全管理制度；本项目 2 名辐射工作人员还应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上完成自主学习及考核，成绩合格方可上岗从事辐射工作。

(7)通风装置评价：

本项目自屏蔽加速器装置内充有氮气，因此运行过程中不会产生臭氧和氮氧化物。

(8)辐射防护监测仪器评价：

本项目辐射工作人员招聘到岗后，还需开展个人剂量监测并建立个人剂量档案，还需开展职业健康监护以排除职业禁忌，并建立职业健康档案。除加速器自带的固定式辐射监测仪外，公司还需为本项目加速器配备 1 台辐射巡测仪，2 台个人剂量报警仪，方能满足 II 类射线装置辐射监测仪器的配置要求。

2、辐射安全与防护分析结论

(1) 建设期环境影响评价：

本项目系在江苏佳饰家新材料集团股份有限公司 2#车间 3 层南部安装自屏蔽工业辐照加速器。辐照加速器为成品，由生产厂家负责生产、运输并在 2#车间 3 层 EB 电子束生产线安装及调试。不涉及土建施工。仅加速器安装过程中可能产生工业噪声，并可控制在公司 2#车间内，且随着施工期的结束，对环境的影响自行消除。

(2) 运行期环境影响评价：

本项目加速器为自屏蔽结构。根据理论预测可知，在最大工况下，自屏蔽外表面关注点的辐射剂量率均能够满足本项目辐射剂量率控制水平要求。辐射工作人员及周围公

众的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)和本项目制定的管理目标的要求。项目投入运行后对项目工作场所及周围环境辐射影响较小。

本项目自屏蔽加速器装置内充有氮气,运行过程中不会产生臭氧和氮氧化物,因此不会对大气环境产生影响。

3、总结论

综上所述,江苏佳饰家新材料集团股份有限公司新增一台 0.5MeV 自屏蔽工业电子辐照加速器项目在确保施工质量、落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后,该单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施,其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求,从辐射环境保护角度论证,该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议和承诺

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,对配套建设的环境保护设施进行验收,编制验收报告。验收期限一般不超过3个月;需要对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。

建设单位应公开相关验收信息,向发放辐射安全许可证的生态环境主管部门报送相关信息,并接受监督检查,确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时使用。验收报告公示期满后5个工作日内,建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台,填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息。本项目竣工环保验收“三同时”检查内容见附表。

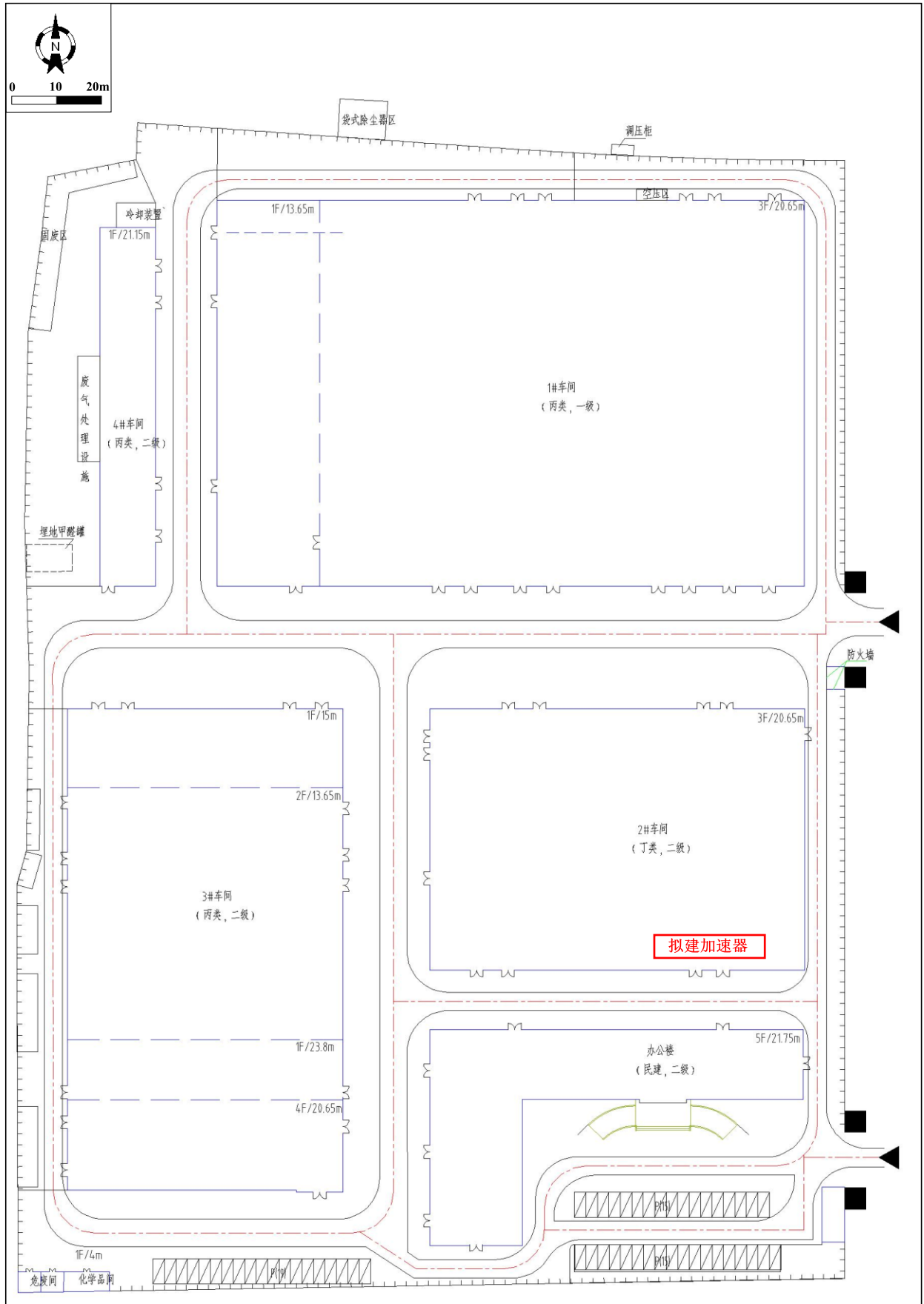
附表 三同时措施一览表

结合本环评报告建议，江苏佳饰家新材料集团股份有限公司应严格落实“三同时”制度：建设项目中辐射防护和安全措施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。该单位应完成的“三同时”措施见下表。

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射防护措施	屏蔽措施：本项目自屏蔽加速器屏蔽材料及厚度需满足本报告表中厂家所提供的参数：屏蔽厚度为 14mm 铅+8mm 钢。	加速器自屏蔽体外关注点辐射水平符合《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002)“整个辐照装置自屏蔽表面 5cm 辐射剂量率不能超过 2.5μSv/h”的限值要求。 辐射工作人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及本项目剂量约束值管理目标(职业照射有效剂量不超过 5mSv/a, 公众有效剂量不超过 0.1mSv/a)。	/
辐射安全措施	本项目加速器通过唯一主机钥匙、屏蔽结构联锁、联锁装置、信号警示装置、急停按钮、X 射线监测系统、通风、烟雾报警以及加速器外 1m 范围的监督区实体网栏，保证本项目加速器运行时的辐射安全。	《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)的辐射安全设施要求。	/
	监测仪器：除加速器自带的固定式辐射监测仪外，还需配备 1 台环境辐射剂量仪、2 台个人剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对 II 类射线装置辐射监测仪器的配备要求。	/
辐射安全管理	管理机构：还需成立辐射安全管理小组负责辐射安全与环境保护管理工作，并以单位文件形式任命其管理职责。	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对管理机构和辐射工作人员持证上岗的要求。	/
	持证上岗：本项目 2 名辐射工作人员招聘到位后，还应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上完成自主学习及考核，成绩合格方可上岗从事辐射工作。		
	管理制度：建立操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训计划、监测方案、并有完善的辐射事故应急措施。	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对管理制度的要求。	
	个人剂量和职业健康：为辐射工作人员配备个人剂量计并建立个人剂量档案；建立人员职业健康档案，定期进行辐射工作人员体检。	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对个人剂量和职业健康监护的要求。	



附图1 本项目地理位置示意图



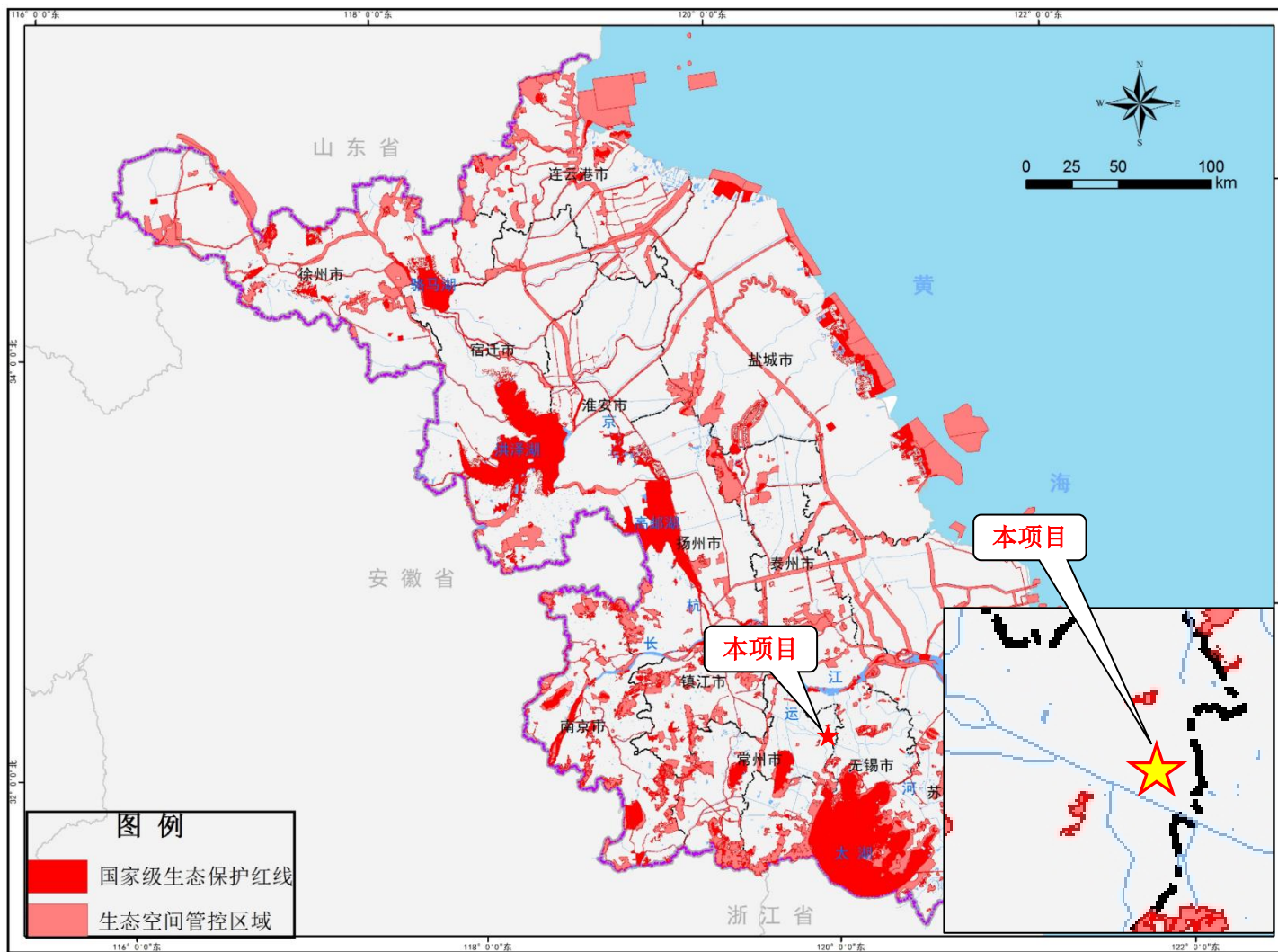
附图2 本项目厂区总平面布置图



附图 3 本项目所在位置、周边环境情况示意图



附图4 本项目厂区2#车间3层平面布局图



附图 5 本项目与江苏省生态空间保护区域相对位置关系示意图