2025-F-094

核技术利用建设项目

升辉新材料股份有限公司

扩建 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置项目

环境影响报告表

升辉新材料股份有限公司

2025 年 9 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

升辉新材料股份有限公司

扩建 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置项目

环境影响报告表

建设单位名称：升辉新材料股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江阴市长泾镇工业集中区通港路 2 号

邮政编码：215300　　联系人：

电子邮箱：　　联系电话：

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） 8
表 6 评价依据 9
表 7 保护目标与评价标准 12
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 25
表 11 环境影响分析 29
表 12 辐射安全管理 42
表 13 结论与建议 46
表 14 审批 51

附图 1 升辉新材料股份有限公司地理位置图 52
附图 2-1 升辉新材料股份有限公司厂区平面布局及周围环境图 53
附图 2-2 升辉新材料股份有限公司厂区局部平面布局图 54
附图 3 仓库一层平面布局及两区划分示意图 55
附图 4 仓库二层平面布局图 56
附图 5 仓库三层平面布局图 57
附图 6 本项目 2 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置二层两区划分示意图 58
附图 7 本项目 CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计及计算点位示意图 59
附图 8 本项目 CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置辐射安全措施示意图 60
附图 9 本项目 CEB200-40 型自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计及计算点位示意图 61
附图 10 本项目 CEB200-40 型自屏蔽电子加速器辐照装置辐射安全措施示意图 62
附图 11 本项目与江苏省生态环境分区管控单元相对位置关系图 63

附件 1 项目委托书 64
附件 2 射线装置使用情况承诺书 65

附件 3 屏蔽设计参数说明 66
附件 4 辐射安全许可证复印件 67
附件 5 现有核技术利用项目环评批复及竣工环保验收意见复印件 73
附件 6 辐射环境现状检测报告复印件 94
附件 7 本项目电子加速器辐照装置参数说明 104
附件 8 辐射工作人员培训情况一览表 105
附件 9 年度环保检测报告复印件 106
附件 10 验收检测报告复印件 128
附件 11 个人剂量监测报告复印件 137
附件 12 《迁扩建自屏蔽电子加速器辐照装置项目》环评报告复印件 145

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">升辉新材料股份有限公司扩建 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">升辉新材料股份有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>宋建新</td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">江阴市长泾镇工业集中区通港路 2 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">江阴市长泾镇工业集中区通港路 2 号仓库 1 层</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td></td><td>项目环保投资（万元）</td><td></td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">□新建 □改建■扩建□其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□制备 PET 用放射性物质</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>■使用</td><td colspan="5">■II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述

1 建设单位基本情况、项目建设规模及任务由来

1.1 建设单位基本情况

升辉新材料股份有限公司成立于 2004 年 05 月 14 日，注册地位于江阴市长泾镇工业集中区通港路 2 号。公司曾用名为升辉新材料有限公司、江阴升辉包装材料有限公司，于 2021 年 2 月 8 日更名为升辉新材料股份有限公司。经营范围包括新型高档多功能复合膜及其制袋的研究、开发、制造、加工、销售；包装装潢印刷品印刷；再生塑料粒子的回收；自营和代理各类商品及技术的进出口业务，但国家限定企业经营或禁止进出口的商品和技术除外。

1.2 项目建设规模及任务由来

由于公司规划调整需要，拟将原成品仓库及辅机房拆除，在原址建设 1 座 3 层

仓库，并在仓库 1 层扩建 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置（6 台 CEB200-75 型及 2 台 CEB200-40 型），用于包装材料塑料薄膜的辐照改性。本项目自屏蔽电子加速器辐照装置均为在线全自动运行装置，生产期间 1 名辐射工作人员可承担 1 台装置的操作与值守工作。公司现有 16 名辐射工作人员，拟新增 16 名辐射工作人员负责本项目电子加速器辐照装置操作，拟采取两班制的工作方式，每班 8 名辐射工作人员，每台装置配备 1 名辐射工作人员，每班工作 12 小时，年工作 200 天，则本项目每名辐射工作人员年工作时间约为 2400h，每台电子加速器辐照装置年开机总时间约为 4800h。本项目核技术应用项目基本情况见下表：

表 1-1 本项目核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称	数量	最大能量（MeV）	额定电流（mA）	射线装置类别	工作场所名称	备注
1	CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置（1 号装置）	1	0.2	75	II	仓库一层南部东	/
2	CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置（2 号装置）	1	0.2	75	II	仓库一层南部中	/
3	CEB200-40 型自屏蔽电子加速器辐照装置（3 号装置）	1	0.2	40	II	仓库一层南部中	/
4	CEB200-40 型自屏蔽电子加速器辐照装置（4 号装置）	1	0.2	40	II	仓库一层南部中	/
5	CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置（5 号装置）	1	0.2	75	II	仓库一层南部中	/
6	CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置（6 号装置）	1	0.2	75	II	仓库一层南部西	/
7	CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置（7 号装置）	1	0.2	75	II	仓库一层北部东	/
8	CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置（8 号装置）	1	0.2	75	II	仓库一层北部西	/

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》《建设项目环境影响评价分类管理名录》和《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，本项目使用 II 类射线装置，应当编制环境影响评价报告表。受升辉新材料股份有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项

目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

升辉新材料股份有限公司厂区位于江阴市长泾镇工业集中区通港路 2 号，公司地理位置见附图 1。公司厂区东侧为新泾河，南侧为居民楼，西侧为通港路，北侧为兴园路，公司厂区平面布局及周围环境图见附图 2。

本项目拟在仓库一层新增 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置，6 台位于仓库一层南部，自东向西依次为 1 号装置、2 号装置、3 号装置、4 号装置、5 号装置、6 号装置，2 台位于仓库一层北部，自东向西依次为 7 号装置、8 号装置。8 台装置拟建址东侧为仓库内部区域、厂内道路及综合仓库，南侧为仓库内部区域、升辉大道及厂内空地，西侧为仓库内部区域、厂内道路、制冷机房、分切区、办公区及制袋区，北侧为仓库内部区域、厂内道路、西吹膜车间及共挤一部车间，正上方二层、三层均为仓储区。仓库一层、二层、三层平面布局见附图 3、附图 4 及附图 5。

根据本项目特点，结合《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）的相关规定，保守将本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽体周围 50m 范围的外圈作为本项目的评价范围。根据现场调查分析及附图 2 可知，本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等敏感点。因此，本项目保护目标主要为本项目辐射工作人员及 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围评价范围内的公众人员。

3 原有核技术利用项目

升辉新材料股份有限公司目前已申领无锡市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证【B0477】”，种类和范围为“使用V类放射源；使用 II 类射线装置”，有效期至 2030 年 7 月 4 日，许可使用 16 枚 V 类放射源、11 台 II 类射线装置（电子加速器），公司现有 10 枚放射源及 11 台自屏蔽电子加速器辐照装置，公司辐射安全许可证正副本复印件详见附件 4。公司现有核技术应用项目均已履行相关环保手续，环评批复及竣工环保验收意见复印件见附件 5，现有核技术应用项目情况一览表见表 1-2。

表 1-2 公司现有核技术利用项目清单

放射源

序号	放射源名称	数量	放射源额定活度（Bq）	放射源类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况
1	^{85}Kr	8	1.48×10^{10}	V 类	吹膜车间	使用	已备案	已许可
2	^{85}Kr	1	9.9×10^{9}	V 类	吹膜车间	使用	已备案	已许可
3	^{137}Cs	1	3.0×10^{5}	V 类	吹膜车间	使用	已备案	已许可

射线装置

序号	装置名称型号	最大能量（MeV）	最大束流（mA）	类别	工作场所名称	活动种类	环评及审批时间	验收、许可情况
1	EC250 电子加速器	0.25	165	II 类	收缩膜车间	使用	锡行审投许[2018]90 号	已许可已验收 2019.3
2	EC200 电子加速器	0.2	150	II 类	收缩膜车间	使用		
3	AB500 电子加速器	0.5	55	II 类	吹膜车间	使用		
4	CEB200-40 电子加速器	0.2	40	II 类	收缩膜车间	使用	锡行审投许[2021]162 号	已许可已验收 2022.1
5	CEB200-40 电子加速器	0.2	40	II 类	收缩膜车间	使用		
6	CEB200-40 电子加速器	0.2	40	II 类	收缩膜车间	使用		
7	CEB500-120 电子加速器	0.5	120	II 类	吹膜车间	使用		
8	EB200-75 电子加速器	0.2	75	II 类	综合仓库一层	使用	锡行审投许[2024]47 号	已许可已验收 2025.5
9	EB200-100 电子加速器	0.2	100	II 类	综合仓库一层	使用		
10	CEB200-40 电子加速器	0.2	40	II 类	综合仓库一层	使用		
11	CEB200-40 电子加速器	0.2	40	II 类	综合仓库一层	使用		

4 实践正当性

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围的辐射水平，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标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，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》（GB 18871-2002）“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	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
1	自屏蔽电子加速器辐照装置（1 号装置）	II	1 台	CEB200-75 型	电子	0.2MeV	75mA	辐照加工	仓库一层南部东	/
2	自屏蔽电子加速器辐照装置（2 号装置）	II	1 台	CEB200-75 型	电子	0.2MeV	75mA	辐照加工	仓库一层南部中	/
3	自屏蔽电子加速器辐照装置（3 号装置）	II	1 台	CEB200-40 型	电子	0.2MeV	40mA	辐照加工	仓库一层南部中	/
4	自屏蔽电子加速器辐照装置（4 号装置）	II	1 台	CEB200-40 型	电子	0.2MeV	40mA	辐照加工	仓库一层南部中	/
5	自屏蔽电子加速器辐照装置（5 号装置）	II	1 台	CEB200-75 型	电子	0.2MeV	75mA	辐照加工	仓库一层南部中	/
6	自屏蔽电子加速器辐照装置（6 号装置）	II	1 台	CEB200-75 型	电子	0.2MeV	75mA	辐照加工	仓库一层南部西	/
7	自屏蔽电子加速器辐照装置（7 号装置）	II	1 台	CEB200-75 型	电子	0.2MeV	75mA	辐照加工	仓库一层北部东	/
8	自屏蔽电子加速器辐照装置（8 号装置）	II	1 台	CEB200-75 型	电子	0.2MeV	75mA	辐照加工	仓库一层北部西	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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（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
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	/	/	不暂存	通过排风系统排至车间外，臭氧常温下约 50min 即可自行分解成氧气，对环境影响较小
生活污水	液态	/	/	/	/	/	无暂存	排入城市污水管网
废改性薄膜	固态	/	/	/	234t	/	暂存于一般固废堆场	利用造粒机回收利用
生活垃圾	固态	/	/	/	/	/	无暂存	交由垃圾处理站处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m^3，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/ m^3）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），国家主席令第 9 号公布，2015 年 1 月 1 日施行 （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订版），2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号公布实施，2018 年 12 月 29 日修订，2018 年 12 月 29 日起施行 （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第 6 号公布，2003 年 10 月 1 日起施行 （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 日发布施行 （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修订，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行 （6）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行 （7）《关于发布射线装置分类的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号，2017 年 12 月 6 日起施行 （8）《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，2021 年 1 月 4 日起施行 （9）《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 （10）《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》国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日起施行 （11）《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 （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 （13）《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 11 月 1 日起施行 （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》，生态环境部公告 2019 年 第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行 （15）《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行 （16）《江苏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 （17）《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 （18）《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 （19）《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，2021 年 11 月 9 日 （20）《江苏省自然资源厅关于江阴市生态空间管控区域调整方案的复函》，苏自然资函（2025）164 号，2025 年 3 月 28 日
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016） （2）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022） （3）《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） （4）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） （5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） （6）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） （7）《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-1985） （8）《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）（根据原国家卫生计生委国卫通[2016]24 号公告，该标准于 2016 年 12 月 28 日转为推荐性标准） （9）《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010） （10）参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）

其他	报告附件： （1）项目委托书（附件 1） （2）射线装置使用情况承诺书（附件 2） （3）屏蔽设计参数说明（附件 3） （4）辐射安全许可证复印件（附件 4） （5）现有核技术利用项目环评批复及竣工环保验收意见复印件（附件 5） （6）辐射环境现状检测报告复印件（附件 6） （7）本项目电子加速器辐照装置参数说明（附件 7） （8）辐射工作人员培训情况一览表（附件 8） （9）年度环保检测报告复印件（附件 9） （10）验收检测报告复印件（附件 10） （11）个人剂量监测报告复印件（附件 11） （12）《迁扩建自屏蔽电子加速器辐照装置项目》环评报告复印件（附件 12）

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和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”，保守将本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽体周围 50m 范围的外圈作为本项目的评价范围。

保护目标

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）、《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）及《江苏省自然资源厅关于江阴市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函（2025）164 号），本项目评价范围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及江阴市生态空间管控区域，本项目与江苏省生态环境分区管控单元相对位置关系图见附图 11。

对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区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。

本项目利用自屏蔽电子加速器辐照装置进行辐照改性，占用资源少，不会降低项目周边的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目环境保护目标主要为辐射工作人员及 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围评价范围内的公众人员。本项目 50m 评价范围内保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 本项目 8 台装置拟建址评价范围内保护目标情况一览表

保护目标名称	保护目标位置	方位	最近距离	规模	环境保护要求
辐射工作人员	1 号~8 号自屏蔽电子加速器辐照装置操作位	/	紧邻	16 人	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
公众	仓库一层	四周	约 2m	约 10 人	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
	厂内道路	东侧	约 23m	流动人员	
	综合仓库		约 10m	约 20 人	
	综合仓库一层现有 4 台加速器操作位*		约 25m	约 4 人	
	升辉大道	南侧	约 9m	流动人员	
	厂内空地		约 35m	流动人员	

	厂内道路	西侧	约 8m	流动人员	
	制冷机房		约 32m	流动人员	
	分切区、办公区、制袋区		约 12m	约 30 人	
	厂内道路	北侧	约 9m	流动人员	
	西吹膜车间		约 32m	约 10 人	
	共挤一部车间		约 21m	约 30 人	
	仓库二层仓储区	楼上	约 2m	约 10 人	
	仓库三层仓储区		约 8m	约 10 人	

*：综合仓库一层现有 4 台加速器操作人员为建设单位其他项目辐射工作人员

评价标准

1 剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 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。

2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中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～0.3 mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

（1）辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年剂量限值的1/4，即职业人员年剂量约束值不大于**5mSv/a**；

（2）公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射剂量限值的10%，即公众年剂量约束值不大于**0.1mSv/a**。

3 辐射剂量率控制水平

根据**《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）**

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。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平：

本项目装置表面外 5cm 处空气比释动能率应不大于 **2.5μGy/h**（本项目装置为《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）中的 I 类电子束辐照装置）。

4 辐射环境质量现状检测评价参考值

参考《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辐射水平（单位：nGy/h）

	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，选取测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

升辉新材料股份有限公司厂区位于江阴市长泾镇工业集中区通港路 2 号，公司地理位置见附图 1。公司厂区东侧为新泾河，南侧为居民楼，西侧为通港路，北侧为兴园路，公司厂区平面布局及周围环境图见附图 2。

本项目拟在仓库一层新增 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置，6 台位于仓库一层南部，自东向西依次为 1 号装置、2 号装置、3 号装置、4 号装置、5 号装置、6 号装置，2 台位于仓库一层北部，自东向西依次为 7 号装置、8 号装置。8 台装置拟建址东侧为仓库内部区域、厂内道路及综合仓库，南侧为仓库内部区域、升辉大道及厂内空地，西侧为仓库内部区域、厂内道路、制冷机房、分切区、办公区及制袋区，北侧为仓库内部区域、厂内道路、西吹膜车间及共挤一部车间，正上方二层、三层均为仓储区。仓库一层、二层、三层平面布局见附图 3、附图 4 及附图 5。

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址边界外 50m 范围内无居民区、学校等敏感点。因此，本项目保护目标主要为本项目辐射工作人员及 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围评价范围内的公众人员。本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置所在仓库拟建址及周围环境现状见图 8-1。

仓库东侧（综合仓库）

仓库南侧（升辉大道）

仓库西侧（办公区）

仓库北侧（共挤一部车间）

仓库拟建址处

图 8-1 本项目电子加速器辐照装置所在仓库拟建址及周围环境现状图

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

环境现状评价对象：本项目自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址及周围辐射环境

监测因子：γ辐射空气吸收剂量率

监测点位：本项目自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围布置监测点位，共计 40 个监测点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测仪器：FH40G 型辐射剂量检测仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J0317，检定有效期：2024.10.23~2025.10.22，检测范围：1nSv/h～100μSv/h，能量响应：48keV～4.4MeV）

监测时间：2025 年 6 月 9 日

环境条件：天气：阴 温度：21.5℃ 湿度：75.5%RH

监测项目：γ辐射空气吸收剂量率

监测布点：在本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测方法：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 HJ 1157-2021 中 5.5，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，公司已通过资质认定

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有检测上岗证，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检定，监测报告实行三级审核。

3.3 监测结果

评价方法：对照江苏省环境天然γ辐射水平调查结果进行评价，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 6。

表 8-1 本项目拟建址及周围环境辐射水平检测结果

序号	检测点位描述	检测结果（nGy/h）	备注
1	1 号装置（CEB200-75 型）拟建址处	65.7	道路
2	1 号装置（CEB200-75 型）拟建址东侧	62.9	道路
3	1 号装置（CEB200-75 型）拟建址南侧	61.9	道路
4	1 号装置（CEB200-75 型）拟建址西侧	61.9	道路
5	1 号装置（CEB200-75 型）拟建址北侧	62.4	道路
6	2 号装置（CEB200-75 型）拟建址处	62.4	道路
7	2 号装置（CEB200-75 型）拟建址东侧	62.3	道路
8	2 号装置（CEB200-75 型）拟建址南侧	63.7	道路
9	2 号装置（CEB200-75 型）拟建址西侧	64.0	道路
10	2 号装置（CEB200-75 型）拟建址北侧	65.9	道路
11	3 号装置（CEB200-40 型）拟建址处	66.6	道路
12	3 号装置（CEB200-40 型）拟建址东侧	66.4	道路
13	3 号装置（CEB200-40 型）拟建址南侧	66.7	道路
14	3 号装置（CEB200-40 型）拟建址西侧	66.6	道路
15	3 号装置（CEB200-40 型）拟建址北侧	65.4	道路
16	4 号装置（CEB200-40 型）拟建址处	66.8	道路
17	4 号装置（CEB200-40 型）拟建址东侧	65.0	道路
18	4 号装置（CEB200-40 型）拟建址南侧	67.0	道路
19	4 号装置（CEB200-40 型）拟建址西侧	63.1	道路
20	4 号装置（CEB200-40 型）拟建址北侧	63.6	道路
21	5 号装置（CEB200-75 型）拟建址处	63.1	道路
22	5 号装置（CEB200-75 型）拟建址东侧	64.7	道路
23	5 号装置（CEB200-75 型）拟建址南侧	62.9	道路
24	5 号装置（CEB200-75 型）拟建址西侧	65.4	道路
25	5 号装置（CEB200-75 型）拟建址北侧	66.8	道路
26	6 号装置（CEB200-75 型）拟建址处	68.1	道路

27	6 号装置（CEB200-75 型）拟建址东侧	63.9	道路
28	6 号装置（CEB200-75 型）拟建址南侧	65.8	道路
29	6 号装置（CEB200-75 型）拟建址西侧	65.0	道路
30	6 号装置（CEB200-75 型）拟建址北侧	63.9	道路
31	7 号装置（CEB200-75 型）拟建址处	67.7	道路
32	7 号装置（CEB200-75 型）拟建址东侧	62.3	道路
33	7 号装置（CEB200-75 型）拟建址南侧	63.1	道路
34	7 号装置（CEB200-75 型）拟建址西侧	61.5	道路
35	7 号装置（CEB200-75 型）拟建址北侧	64.1	道路
36	8 号装置（CEB200-75 型）拟建址处	62.9	道路
37	8 号装置（CEB200-75 型）拟建址东侧	63.5	道路
38	8 号装置（CEB200-75 型）拟建址南侧	65.9	道路
39	8 号装置（CEB200-75 型）拟建址西侧	61.5	道路
40	8 号装置（CEB200-75 型）拟建址北侧	63.9	道路

注：上表数据已扣仪器宇响值。由于厂房主体尚未建设，各点位按道路考虑。建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子道路取 1。

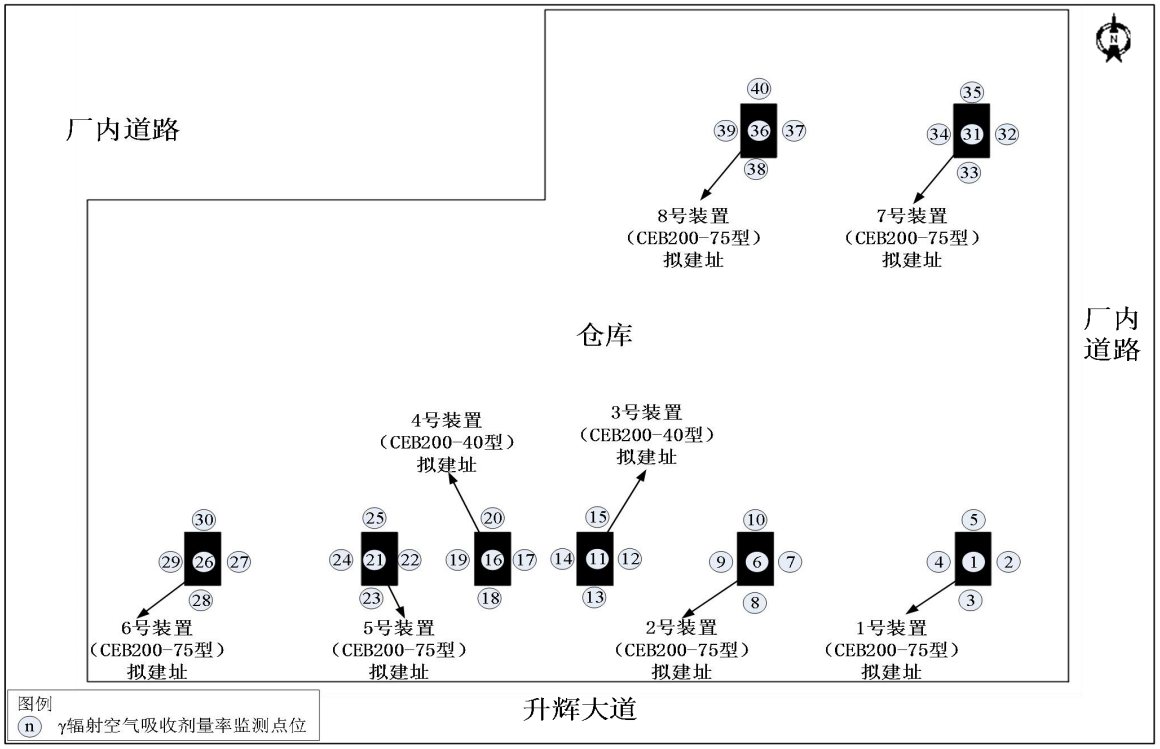


图 8-2 本项目 1~8 号装置拟建址周围环境γ辐射空气吸收剂量率监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

根据检测结果可知，升辉新材料股份有限公司扩建 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室外道路γ辐射水平为（61.5~68.1）nGy/h，根据《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），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室外道路γ辐射水平为（18.1～102.3）nGy/h，本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围环境各监测点位γ辐射水平处于江苏省环境天然γ辐射水平室外道路测值范围。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1 工程设备

由于公司规划调整需要，拟将原成品仓库及辅机房拆除，在原址建设 1 座 3 层仓库，并在仓库 1 层扩建 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置（6 台 CEB200-75 型及 2 台 CEB200-40 型），用于包装材料塑料薄膜的辐照改性。设备参数情况见表 9-1。

表 9-1 本项目自屏蔽电子加速器装置技术参数一览表

本项目 2 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置外观图见图 9-1。被辐照的薄膜拟采用连续传输的方式从加速器薄膜入口进入，经过辐照后从薄膜出口传出，8 台自屏蔽电子加速器辐照装置运行时电子束均朝向装置底部照射。

图 9-1 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置外观图

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置均由电子束产生及加速系统、控制系统、射线屏蔽装置、物料传输装置、高压电源系统、辅助系统等。系统结构图见图 9-2。

（1）电子束产生及加速系统包括电子枪、加速管、真空系统和扫描系统。

电子枪：主要由六硼化镧和钨丝组成，作用是产生电子束。

加速管：由陶瓷和金属焊接成，作用是产生电子束加速的高压电场。

真空系统：主要由真空密封器件（扫描盒、真空管道等）和真空产生器件（机械泵、分子泵等）组成，作用是形成电子束运行所需真空环境。

扫描系统：主要由聚焦系统和扫描系统组成，作用是引导并约束电子束。

（2）控制系统包括高压控制系统、束流控制系统、真空控制系统、安全联锁系统、人机界面和扫描偏转系统。

高压控制系统：通过 PLC 的控制信号控制调压器输出电压，可以使直流高压电源输出高压与触摸屏操作画面设定的电压相同。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。

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

真空控制系统：主要用于维持加速管和扫描盒内的高真空状态，控制系统设有监测真空度的传感器。在扫描漂移管的一侧设置有用于加速器正常工作时，维持真空的机械泵、分子泵、闸板阀和真空规管等。

安全联锁系统：主要包括屏蔽室的防护门联锁、紧急按钮、剂量监测联锁、钥匙联锁、束下装置联锁和故障报警指示。

人机界面：人机界面是触摸屏面板，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触摸屏的操作来控制加速器设备和显示设备的运行参数、状态等。

扫描偏转系统：扫描线圈由沿着照射范围进行电子束扫描的“X 扫描线圈”，与其呈直角方向扫描，并将通过钛箔的电子束进行分散的“Y 扫描线圈”组成。扫描偏转电源由控制柜内的扫描控制电源机箱和扫描控制器提供，分别产生 X 方向扫描的电流波形和 Y 方向扫描的波形。

（3）射线屏蔽装置包括主体屏蔽、加速钢筒屏蔽及其他挡板等，作用是屏蔽吸收设备运行时产生的有害射线、降低噪音等。

（4）物料传输装置包括束下辊筒和链网，作用是尽量减少物料形变尺寸情况下进行辐照。

（5）高压电源系统包括高压电源、绝缘气体及管道，高压传输装置。

高压电源由高压发生装置和电子枪电源装置组成，作用是产生电子束加速所需高压及电子枪产生电子束所需功率。

绝缘气体及管道包括绝缘气体、高压电源罐和高压传输管道。作用是对产生和传输的高压进行绝缘。

高压传输装置包括高压传输线和电子枪加热线，作用是传导高压和电子枪功率。

（6）辅助系统包括排风机和送风机。排风机主要排除辐照室内产生的臭氧。送风机主要对加速器引出窗进行冷却。

图 9-2 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置系统结构图

2 工作原理

电子加速器是使电子在高真空场中受磁场力控制，电场力加速而获得高能量的特种电磁、高真空装置，是人工产生各种高能电子束或 X 射线的设备。

工作原理可概括为：通过对电子枪加热，使得电子枪表面溢出电子，再利用直流高压电源(变压器升压整流得到的直流高压)产生的电场力引出电子枪表面电子并对电子加速到一定能量，引出的电子通过电磁聚焦和电磁扫描进入扫描盒，使得电子在引出窗口均匀分布，再照射在被照物上。

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置主要利用电子加速器产生的电子束作用于薄膜上，使塑胶聚合单体、聚合物产生聚合、交联、裂解等效应，从而改变其物理性能，增加机械强度，并使之更加耐热、耐寒、耐老化。

公司使用的自屏蔽电子加速器辐照装置工作原理示意图见图 9-3。

图 9-3 电子加速器工作原理示意图

3 工作流程及产污环节

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置辐照的产品均为薄膜，辐照加工工作流程如下，其产污环节示意图见图 9-4。

（1）通过吹膜机将待辐照薄膜运至放卷区；

（2）将待加工的薄膜经装置下端薄膜进口输送进入辐照室内，固定于传输系统；

（3）确定所有安全联锁装置、臭氧排风系统、加速器冷却系统等工作正常；

（4）启动加速器电源，调节到所需束流强度和电子束能量后，开启传输系统运行开关，调节运行速度至工艺要求的速度，薄膜从加速器辐照室东侧或西侧物料进口进入辐照室并匀速前进进行薄膜的辐照加工；该环节会产生 X 射线、电子束等辐射影响、O_3、NO_X等废气以及噪声。

（5）辐照后的薄膜从装置下端的薄膜出口传出，至收卷系统进行产品收放。该环节会产生废薄膜。

图 9-4 本项目辐照加工工艺流程和主要产污环节图

4 工作机制

公司现有 16 名辐射工作人员，拟新增 16 名辐射工作人员负责本项目电子加速器辐照装置操作，拟采取两班制的工作方式，每班 8 名辐射工作人员，每台装置配备 1 名辐射工作人员，每班工作 12 小时，年工作 200 天，则本项目每名辐射工作人员年工作时间约为 2400h，每台电子加速器辐照装置年开机总时间约为 4800h。

5 原有工艺不足和改进情况分析

公司在用 10 枚放射源及 11 台自屏蔽电子加速器辐照装置，已有项目已履行相关环保手续。已有项目工艺流程合理，采取的辐射安全与防护措施切实可行，原有项目不存在工艺不足情况。

污染源项描述

1 辐射污染源分析

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。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，会对加速器屏蔽体周围环境造成辐射污染。电子加速器辐照装置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。此外，电子在加速过程中，部分电子会丢失，它们打在加速管壁上，产生X射线，对加速器屏蔽体周围产生一定的辐射影响。因此，在电子加速器辐照装置开机辐照期间，X 射线辐射为项目主要的污染因素。

本项目拟使用 2 种型号的自屏蔽电子加速器辐照装置，分别为 CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置及 CEB200-40 型自屏蔽电子加速器辐照装置。CEB200-75 型装置最大能量为 0.2MeV，最大束流强度为 75mA；CEB200-40 型装置最大能量为 0.2MeV，最大束流强度为 40mA。

表 9-2 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置源项参数一览表

2 非辐射污染源分析

本项目电子加速器辐照装置工作时采用内循环冷却水系统，冷却水循环使用，不外排，损失主要来自于自然蒸发。

本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生。

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。电子加速器辐照装置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，产额最高，不仅对人体产生危害，同时能使橡胶等材料加速老化。

电子加速器辐照装置在运行过程中风机会产生噪声，对周围声环境产生一定的影响。

收卷后的薄膜产品中会产生部分废改性薄膜，年产生量约为 234t。

本项目辐射工作人员会产生一定量的生活污水和生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1 工作场所布局与分区

本项目拟配置的 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置均采用立式自屏蔽钢结构，均为两层结构，一层为辐照室，二层为设备平台，一层设有楼梯可以到达二层。二层布置有加速器钢筒及风机。装置一层周围布置控制柜等辅助设施。1~6 号装置控制柜拟设于各装置一层西南侧，7-8 号装置控制柜拟设于装置一层东北侧。装置东侧或西侧设有收放卷区，整个辐照工艺流程流水线为自动运行，辐射工作人员在加速器控制柜前设置、监控加速器各项指标运行参数。自屏蔽电子加速器辐照装置出束时，辐照室内及二层设备平台均无人员停留，本项目自屏蔽电子加速器辐照装置工作场所布局合理。

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置在运行时，公司拟将 1~8 号自屏蔽电子加速器辐照装置（包括一层辐照室及二层设备平台）划为控制区（附图 3、附图 6 中红色阴影区域），加速器工作过程中，任何人不得进入控制区；拟将 1、2 及 6 号装置周围 11.4m×6.45m 区域、3~5 号装置周围 7.3m×6.45m 区域、7~8 号装置周围 11.78m×6.52m 的区域（含加速器控制柜、楼梯及收放卷区）（附图 3、附图 6 中蓝色阴影区域），拟在监督区边界设围栏及监督区标牌，运行时无关人员不得进入。该分区管理能够满足《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。

2 屏蔽防护设计

本项目 2 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置拟采用自屏蔽体方式，屏蔽设计图见附图 7 及附图 9，屏蔽设计参数见表 10-1。

表 10-1 本项目 2 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计表

注：CEB200-75 型以 1 号装置为例，高压钢筒朝向北侧摆放；CEB200-40 型以 3 号装置为例，高压钢筒朝向北侧摆放

3 辐射安全和防护措施分析

为保障本项目安全运行，本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置均设计有相应的辐射安全装置和保护措施，见附图 8 及附图 10。由于正常运行时，辐射工作人员无法进入本项目辐照装置辐照室内部，故辐照室内部未设置巡检按钮、急停装置等安全防护措施。本项目配备的辐射安全装置和保护措施主要有：

（1）8 台自屏蔽电子加速器辐照装置控制柜均配备钥匙开关，钥匙开关控制加速器系统的运行。如取出该钥匙，加速器能自动停机。该钥匙与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用（运行值班长为当班辐射工作人员）。

（2）8 台自屏蔽电子加速器辐照装置控制柜均设计有一个紧急停机按钮，当紧急情况发生时，触发控制柜上紧急停机按钮，加速器立即断开高压，停止出束。8 台自屏蔽电子加速器辐照装置对应产线上设有多个紧急停机按钮，当紧急情况发生时，触发产线上紧急停机按钮，可断开产线上所有设备高压（含自屏蔽电子加速器辐照装置），加速器停止出束。

（3）8 台自屏蔽电子加速器辐照装置均设计有束下屏蔽室与束上屏蔽室，两者闭合形成辐照室，辐照室可通过电动推杆系统上下移动。辐照室可到达的最高位置为上限位，最低位置为下限位，加速器上限位拟设置行程开关，只有当辐照室处于上限位时，加速器才能开机出束，当辐照室离开上限位时，安全联锁装置启动，加速器自动断开高压，停止出束。

（4）8 台自屏蔽电子加速器辐照装置均设置有束下装置联锁，电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制建立可靠的接口和协议文件。束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器应自动断开高压，停止出束。

（5）8 台自屏蔽电子加速器辐照装置控制柜顶部均设计有工作状态指示灯，与电子加速器联锁，用于开机前对加速器周围人员的警示。

（6）8 台自屏蔽电子加速器辐照装置设计有辐射监测系统与剂量联锁装置，辐照室两侧薄膜进出口均设有 1 个剂量探头，显示装置均设于控制柜上，检测辐射泄漏剂量大于设定阈值时，设备将自动断开高压，停止出束。

（7）8 台自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室通风系统均与控制系统联锁，通风系统出现故障时，设备将自动断开高压，停止出束。

（8）8 台自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室顶部均设有围栏，在围栏爬梯二层入口安装安全门并设置联锁保护开关，当安全门打开时，联锁开关启动，加速器自动断开高压，停止出束。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废的治理

1 臭氧和氮氧化物处置措施

电子加速器辐照装置在工作状态时，产生的 X 射线会使屏蔽体内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。电子加速器辐照装置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。由于氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，且以臭氧的毒性最高，所以本项目主要考虑臭氧对环境的影响。

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置均采用机械排风，进排风口均拟从辐照室顶部引出。①CEB200-75 型装置二层设备平台拟设置 1 台排风机（风量约 1700m^3/h）及 1 台进风机（风量约 1100m^3/h），CEB200-75 型装置辐照室净体积均约为 0.27m^3，通风换气次数每分钟均可达 105 次以上；②CEB200-40 型装置二层设备平台拟设置 1 台排风机（风量约 1080m^3/h）及 1 台进风机（风量约 180m^3/h），辐照室净体积均约为 0.2m^3，通风换气次数每分钟均可达 90 次以上。本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室内部始终处于负压状态，臭氧和氮氧化物不会从薄膜进出口等溢出，不会对工作场所产生影响。排风机将装置内臭氧和氮氧化物通过排风管连接至车间屋顶，排气口高 25m，高于车间顶部 2m，高于周围其它建筑物。

由于本项目运行过程中，辐射工作人员无法进入辐照室内，且本项目电子能量很低，臭氧产额小，其在辐照室内作用产生的臭氧及氮氧化物浓度较小，臭氧通过排风系统排放至外环境，在常温下 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小。

2 噪声处理

公司拟采用低噪声风机，安装于各装置二层设备平台，并在安装时设置减震抑噪措施，排风系统噪声对周围环境影响较小。

3 废改性薄膜处理

本项目收卷后的薄膜产品中会产生部分废改性薄膜，按一般工业固体废物处理，拟暂存于一般固废堆场，定期利用造粒机回收利用。

4 生活污水和办公垃圾处置措施

本项目运行期间辐射工作场所内产生的常规污染物主要是办公过程产生的少量生活污水和办公垃圾，该两种污染物的处置依托公司的生活污水处理系统和保洁措施，统一收集后进入城市污水管网及垃圾处理站集中处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目拟扩建 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置，在车辆运输和拆卸、安装过程中，将产生施工噪声、扬尘和生活垃圾污染，建设施工时对环境会产生如下影响：

（1）大气：本项目机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：a.及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b.施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘；c.对施工机械和车辆燃油造成的废气排放污染应引起重视，应要求其燃用符合国家标准的高热值清洁燃料，安装尾气净化器，尽量减少废气污染物的排放。

（2）噪声：整个装置安装阶段，拆卸、安装设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

（3）固体废物：安装人员在安装过程中将产生办公垃圾及生活垃圾，拟收集后交由城市环卫部门处理。

（4）废水：安装人员在安装过程中将生活污水，拟排入城市污水管网。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

1　辐射环境影响分析

1.1 计算模式选择

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置开机运行时，电子束出束方向均朝辐照室底部照射，辐照室主要采用钢板及铅板进行防护。本项目加速器电子束可能轰击的靶材料有传送装置滚轴（铁）、塑料薄膜（PVC、PE）、辐照室底部（铁），因此本项目选取钢板为轰击靶来进行辐射防护评价。由于 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置电子束朝下，不直射向其他侧的屏蔽体，因此本次项目评价时四周及顶部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，底部则考虑与电子束入射方向呈 0°的初级 X 射线辐射影响。

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室屏蔽体辐射防护屏蔽评价，参考《电子加速

器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中提供的计算模式及相关参数计算，考虑沿与电子束入射方向为90°的初级X射线的屏蔽计算。

参考点的剂量当量率公式为：

屏蔽体外剂量预测可参考以下公式：

$$H_M = \frac{B_X D_{10}}{d^2}(1\times10^6) \qquad （11\text{-}1）$$

$$B_X = 10^{-\left\{1+\left[\frac{S-T_1}{T_e}\right]\right\}}$$

式中：H_M—参考点周围剂量当量率，μSv/h；

B_x—屏蔽体对应的透射因子；

d—X射线源与参考点之间的距离，m；

S—屏蔽体的厚度，cm；

T_1、Te—分别为第一个十分之一值层厚度和平衡时的十分之一值层厚度，cm；T_1取值参考附录A表A.2，Te取值参考附录A表A.3。

D_{10}—距离X射线辐射源1m处的吸收剂量率，Gy/h；

$$D_{10}=60\cdot Q\cdot I\cdot f_e \qquad （11\text{-}2）$$

式中：Q—X射线发射率，$Gy\cdot m^2\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$；

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。

本项目CEB200-75型及CEB200-40型自屏蔽电子加速器辐照装置最大能量为0.2MeV。

1.2 CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置主屏蔽体屏蔽影响分析

1.2.1 辐照室屏蔽计算结果

本项目 CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置最大能量为 0.2MeV，最大束流强度为 75mA，本项目被辐照的靶材料为钢板，90°方向的修正系数 f_e 取 0.5，0°方向的修正系数 f_e 取 0.7，进行修正后 D_{10}（90°）=11.25Gy/h，D_{10}（0°）=1.26Gy/h。将相关参数代入公式（11-1），以 1 号装置为例进行计算，核算结果见表 11-1。

表 11-1 CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室屏蔽效果核算

由表 11-1 可知，本项目 CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室外参考点处的辐射剂量率最大值约为 1.71E-2μSv/h，能够满足《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外 5cm 处空气比释动能率应不大于 2.5μGy/h 的要求。

1.2.2 加速器钢筒辐射环境影响分析

加速钢筒内的辐射场由三部分叠加：主屏蔽体内与入射电子束成 160°到 180°方向的韧致辐射初级 X 射线，经过屏蔽室顶部不完全屏蔽的**贯穿辐射场**；屏蔽室内的 0°方向上产生的韧致辐射初级 X 射线，经 180°方向散射后的次级 X 射线，通过屏蔽室顶上的孔洞直接照射入加速钢筒内形成的**散射辐射场**；尚未加速到最高能量的电子在加速过程中束流损失而与加速钢筒作用产生的**束流损失辐射场**。

由于沿与电子束入射方向 160°到 180°方向的次级 X 射线能量较低，加速器主屏蔽透射线受到加速钢筒的屏蔽，即初级 X 射线经二次屏蔽（加速钢筒）后，对加速钢筒外的

环境影响很小，可以忽略不计。

对于加速器主体束流加速系统内的束流损失，根据生产厂家提供材料（附件 7），当加速管内真空度良好的时候，可以忽略不计，即使在不利工况下，束流损失最大不超过 75pA，其产生的辐射剂量很少。经过钢筒的进一步屏蔽后，束流损失对钢筒外的辐射影响很小。

因此，为简化计算，加速钢筒辐射防护屏蔽评价，仅考虑加速器主屏蔽体内 180°方向**贯穿辐射场**的影响，依然采用公式（11-1）计算。

表 11-2 CEB200-75 型装置加速钢筒对 180°方向轫致辐射初级 X 射线屏蔽效果核算表

由表 11-2 可知，本项目 CEB200-75 型自屏蔽电子加速器辐照装置钢筒顶部外参考点处的辐射剂量率为 5.21E-3μSv/h，能够满足《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外 5cm 处空气比释动能率应不大于 2.5uGy/h 的要求。

1.3 CEB200-40 型自屏蔽电子加速器辐照装置主屏蔽体屏蔽影响分析

1.3.1 辐照室屏蔽计算结果

本项目 CEB200-40 型自屏蔽电子加速器辐照装置最大能量为 0.2MeV，最大束流强度为 40mA，本项目被辐照的靶材料为钢板，90°方向的修正系数 f_e 取 0.5，0°方向的修正系数 f_e 取 0.7，进行修正后 D_{10}（90°）=6Gy/h，D_{10}（0°）=0.672Gy/h。将相关参数代入公式（11-1），以 3 号装置为例进行计算，本项目 EB200-40 型自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室外参考点处辐射剂量核算结果见表 11-3。

表 11-3 CEB200-40 型自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室屏蔽效果核算

由表 11-3 可知，本项目 CEB200-40 型自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室外参考点处的辐射剂量率最大值约为 6.12E-8μSv/h，能够满足《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外 5cm 处空气比释动能率应不大于 2.5μGy/h 的要求。

1.3.2 加速器钢筒辐射环境影响分析

由于沿与电子束入射方向 160°到 180°方向的次级 X 射线能量较低，加速器主屏蔽透射线受到加速钢筒的屏蔽，即初级 X 射线经二次屏蔽（加速钢筒）后，对加速钢筒外的环境影响很小，可以忽略不计。

对于加速器主体束流加速系统内的束流损失，根据生产厂家提供材料（附件 7），当加速管内真空度良好的时候，可以忽略不计，即使在不利工况下，束流损失最大不超过 40pA，其产生的辐射剂量很少。经过钢筒的进一步屏蔽后，束流损失对钢筒外的辐射影响很小。

因此，为简化计算，加速钢筒辐射防护屏蔽评价，仅考虑加速器主屏蔽体内 180°方向**贯穿辐射场**的影响。计算结果见表 11-4。

表 11-4 CEB200-40 型装置加速钢筒对 180°方向轫致辐射初级 X 射线屏蔽效果核算表

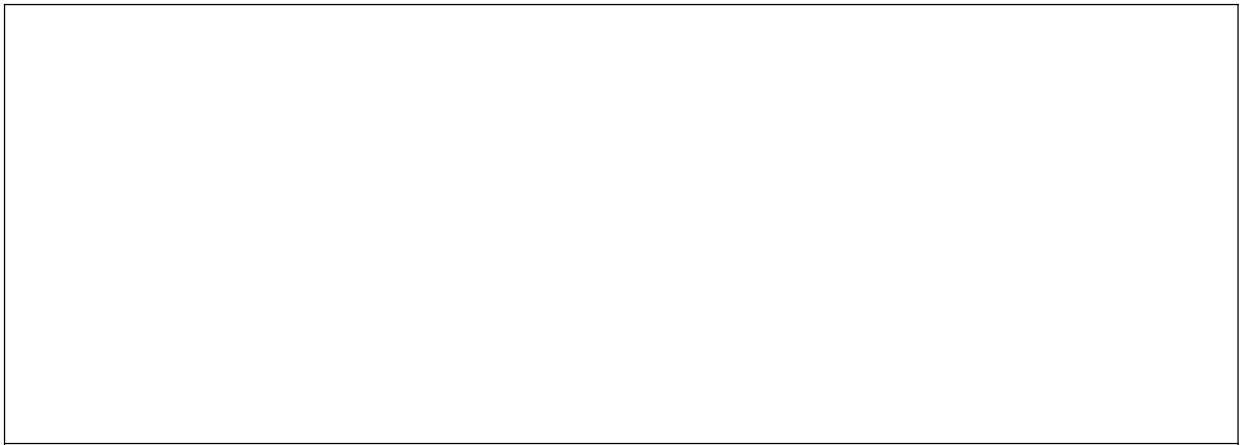
由表 11-4 可知，本项目 CEB200-40 型自屏蔽电子加速器辐照装置钢筒顶部外参考点处的辐射剂量率为 9.09E-5μSv/h，能够满足《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）中 I 类电子束辐照装置表面外 5cm 处空气比释动能率应不大于 2.5uGy/h 的要求。

1.4 天空反散射辐射影响分析

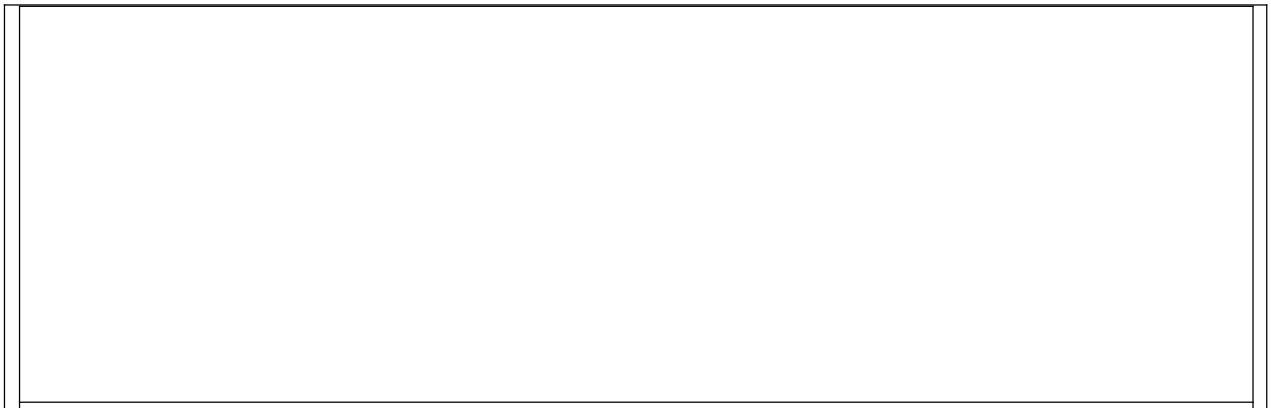
本项目各型号装置上部的辐射剂量率最大约为 5.21E-3μSv/h，穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，保守取天空反散射对地面关注点处的辐射剂量率为加速器装置顶部屏蔽体外 5cm 处剂量率 5.21E-3μSv/h，则天空反散射的剂量率与穿出辐照室屏蔽体的透射辐射在相应关注点的剂量率总和最大约为 5.21E-3+1.51E-07≈5.21E-03μSv/h，能够满足《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）中 I 类电子束辐照装置表面外 5cm 处空气比释动能率应不大于 2.5μSv/h 的要求。

1.5 物料进出口辐射防护分析

本项目各型号加速器辐照室均设有迷道式薄膜进口与出口（见图 11-1），由图 11-1 可知辐照室内 X 射线至少经过 4 次散射方能到达物料进出口。根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189 指出：“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，可推断本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室薄膜进出口设计能够满足辐射防护的要求。



CEB200-75 型

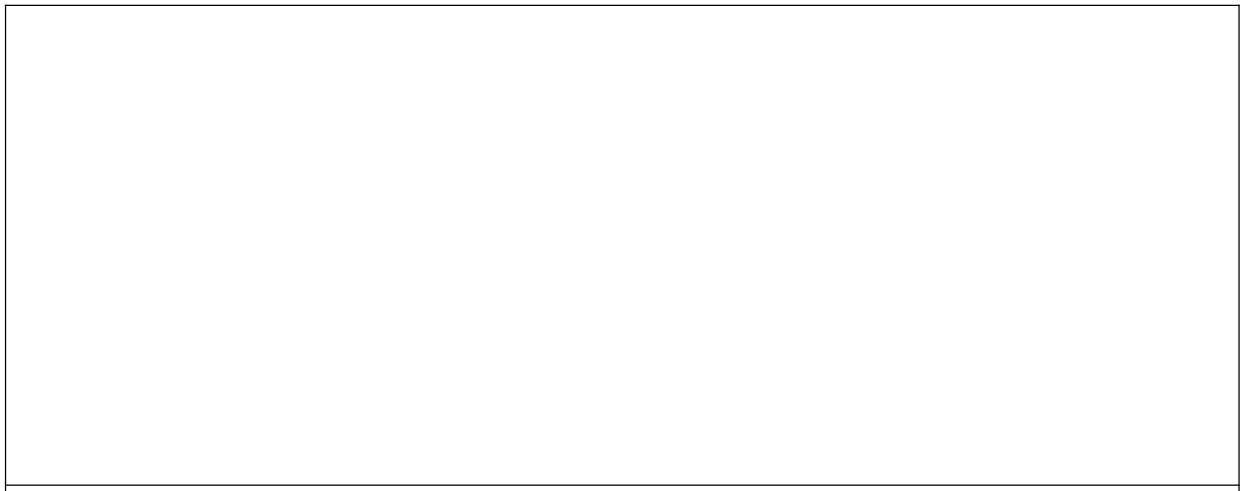


CEB200-40 型

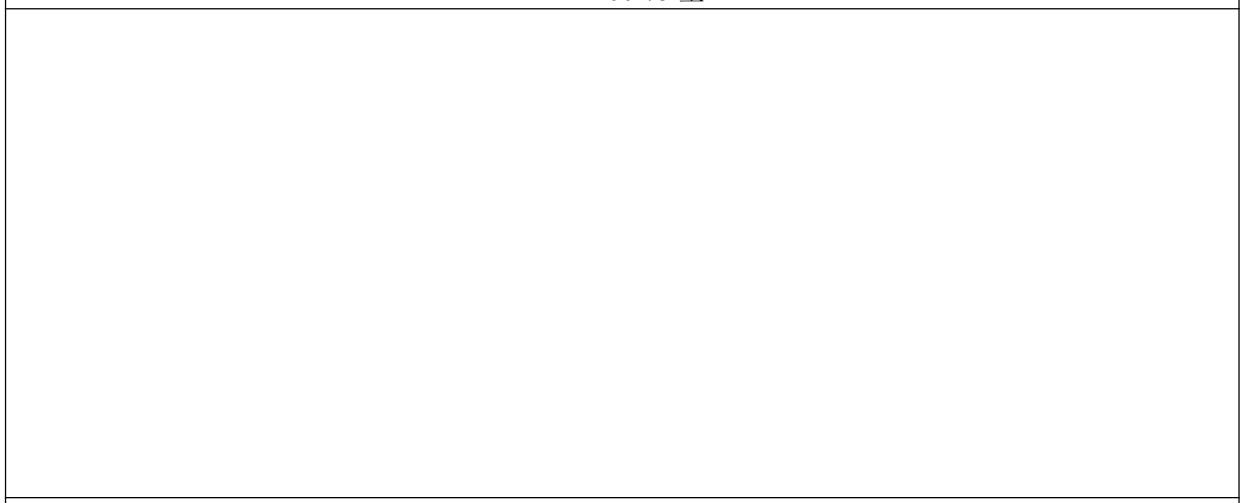
图 11-1 本项目 2 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置薄膜进出口处 X 射线散射示意图

1.6 通风管道辐射防护分析

本项目各型号加速器屏蔽体内的 X 射线至少经过 3 次散射后方能到达出风口（见图 11-2），且 CEB200-75 型装置风管管道外包 15mmPb，CEB200-40 型装置内设 10mmPb 挡板，可推断本项目各型号自屏蔽电子加速器辐照装置通风系统设计能够满足辐射防护的要求。



CEB200-75 型



CEB200-40 型

图 11-2 本项目 2 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置通风管道散射示意图

1.7 臭氧的环境影响分析

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置在工作状态时，产生的 X 射线会使辐照室内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。由于本项目自屏蔽电子加速器辐照装置运行过程中，辐射工作人员无需进入辐照室内，且本项目自屏蔽电子加速器辐照装置电子能量很低（电子束最大能量为 0.2MeV），臭氧产额小，其在辐照室内作用产生的臭氧及氮氧化物浓度较小，本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置顶部均拟设置排风机及进风机，使加速器辐照室内部始终处于负压状态，臭氧和氮氧化物不会从薄膜进出口等溢出，不会对工作场所产生影响。本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置的通风换气次数每分钟均可达 90 次以上，臭氧通过排风系统排放至车间外，在常温下 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小。

根据公司现有自屏蔽电子加速器辐照装置运行情况及原环评报告（见附件 12）臭氧分析可知，CEB200 型自屏蔽电子加速器辐照装置臭氧产额小，其在辐照室内作用产生的臭氧及氮氧化物浓度较小，通过排风系统排放至车间外，在常温下 50min 可自行分解为氧气，对工作场所和周围环境影响较小。

2 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（11-3）进行估算：

$$E_{eff} = \dot{D} \cdot t \cdot T \cdot U \ldots\ldots （11\text{-}3）$$

式中：E_{eff}—人员年有效剂量，μSv/年；

D—参考点处辐射剂量率，μSv/h；

t—年工作时间，单位 h；

T—居留因子；

U—使用因子，本项目 U 取 1。

2.1 辐射工作人员年有效剂量评价

本项目拟采取两班制的工作方式，每班 8 名辐射工作人员，每台装置配备 1 名辐射工作人员，每班工作 12 小时，年工作 200 天，则本项目每名辐射工作人员年工作时间约为 2400h，每台电子加速器辐照装置年开机总时间约为 4800h。辐射工作人员位于控制柜处操作，根据前文理论预测结果，保守选取装置四周屏蔽体外 5cm 处最大辐射剂量率进行计算。

表 11-5 本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置周围辐射工作人员年有效剂量计算表

注：本项目加速器辐射工作人员均按照 2 班制进行预测，单名辐射工作人员年工作时间约为 2400h。

根据表 11-5 计算结果可知，本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置周围辐射工作人员年有效剂量最大约为 3.62E-07mSv，能够满足辐照职业工作人员年剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求。

2.2 公众年有效剂量评价

本项目拟将各装置周围 6.2m×7.0m 的区域作为辐射防护监督区，在自屏蔽电子加速器辐照装置正常运行过程中，无关人员不得进入监督区。公众人员年有效剂量拟按照监督区边界处的辐射剂量率取值计算，本项目 8 台装置各侧监督区边界外的辐射剂量率保守按照装置各侧屏蔽体外 5cm 处的辐射剂量率取值。将相关参数代入公式（11-3），得到本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置周围公众人员年有效剂量。

表 11-6 本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置周围公众人员年有效剂量计算表

注：本项目周围公众（工作人员）每天工作 8h，年工作 300 天，则年工作时间约为 2400h。

根据表 11-6 计算结果可知，本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置周围公众的年有效剂量最大约为 3.13E-03mSv，能够满足公众年剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。

对于本项目评价范围内的其他工作人员，在经过车间的屏蔽和距离的进一步衰减后，对其他人员的辐射影响很小，可湮没在本底辐射中。

3 叠加辐射影响分析

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置均拟建于仓库一层，评价范围存在重叠区域，并且 8 台装置可能同时运行，需考虑 8 台装置剂量叠加影响。本项目辐射工作人员所受最大叠加剂量率均保守取 8 台装置四周屏蔽体外 5cm 处的最大剂量率相加，即：1.51E-7μSv/h×6+6.31E-11μSv/h×2=9.06E-07μSv/h，则各装置周围辐射工作人员所受叠加年有效剂量为 9.06E-07μSv/h×2400h=2.17E-06mSv；本项目周围公众所受最大叠加剂量率均保守取 8 台装置顶部屏蔽体外 5cm 处的最大剂量率相加，即：5.21E-3μSv/h×6+9.09E-5μSv/h×2=3.14E-02μSv/h，则各装置周围公众所受叠加年有效剂量为 3.14E-02μSv/h×2400h×1/4=1.89E-02mSv，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。

公司现有 10 枚放射源及 11 台自屏蔽电子加速器辐照装置，其中综合仓库内 4 台自屏蔽电子加速器辐照装置位于本项目评价范围内，需考虑剂量叠加影响。根据附件 10 检测报告结果可知，综合仓库内 4 台自屏蔽电子加速器辐照装置扣除本底后表面 5cm 处最

大剂量率约为0.56μSv/h，其距本项目8台自屏蔽电子加速器辐照装置最近距离约为25m，经过距离衰减后可湮没在本底辐射中，可推断本项目评价范围内的职业人员及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）剂量限值和本项目剂量约束值的要求。

公司10枚放射源及其他7台自屏蔽电子加速器辐照装置距本项目距离较远，在经过车间的屏蔽和距离的进一步衰减后，对职业人员及公众的辐射影响很小，可湮没在本底辐射中。

4 声环境影响分析

公司拟采用低噪声风机，安装于各装置二层设备平台，并在安装时设置减震抑噪措施，排风系统噪声对周围环境影响较小。

5 三废治理措施评价

本项目8台自屏蔽电子加速器辐照装置均采用机械排风，进排风口均拟从辐照室顶部引出。本项目8台自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室内部始终处于负压状态，臭氧和氮氧化物不会从薄膜进出口等溢出，不会对工作场所产生影响。排风机将装置内臭氧和氮氧化物通过排风管连接至车间屋顶，排气口高于车间顶部，高于周围其他建筑物。臭氧通过排风系统排放至外环境，在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目收卷后的薄膜产品中会产生部分废改性薄膜，按一般工业固体废物处理，拟暂存于一般固废堆场，定期利用造粒机回收利用。

本项目运行期间辐射工作场所内产生的常规污染物主要为办公过程中产生少量的生活污水和办公垃圾，该两种污染物的处置依托公司现有的生活污水处理系统和保洁措施，统一收集后进入城市污水管网及垃圾处理站集中处理，对外环境影响较小。

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前生态环境保护管理的要求。

事故影响分析

1 潜在事故分析

自屏蔽电子加速器辐照装置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。本项目装置为自屏蔽式，工作时人员无法进入辐照室，因此本项目可能发生的事故主要为：

（1）辐射工作人员误操作或者运行时设备安全联锁装置失灵造成射线泄漏至自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽体外，发生人员超剂量照射事故。

（2）维修时设备安全联锁装置失灵以及自屏蔽体损坏等情况，造成射线泄漏至自屏

蔽电子加速器辐照装置屏蔽体外，发生人员超剂量照射事故。

2 辐射事故预防措施

升辉新材料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操作，并在实际工作中定期对装置周围的辐射水平进行监测，定期检查设备安全联锁装置是否能正常使用，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。针对可能发生的辐射事故，公司拟采取以下预防措施：

（1）在每次开启自屏蔽电子加速器辐照装置前，严格按照操作流程检查各项安全联锁装置的有效性，同时做好个人的防护，佩戴个人剂量报警仪及个人剂量计。

（2）定期监测自屏蔽电子加速器辐照装置周围的辐射水平，确保工作安全有效运转。

（3）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。

（4）凡涉及对自屏蔽电子加速器辐照装置进行操作，必须有明确的操作规程，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。

（5）每日对自屏蔽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。

（6）每月对自屏蔽电子加速器辐照装置的安全设备或安全程序进行定期检查，包括操作台及其他所有紧急停止按钮的有效性等，验证安全联锁功能的有效性，发现异常情况时必须及时修复或改正。

（7）每 6 个月对自屏蔽电子加速器辐照装置的安全状况进行定期检查，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。

（8）自屏蔽电子加速器辐照装置遇到故障时，公司将联系自屏蔽电子加速器辐照装置厂家人员进行维修。公司不自行维修，维修人员维修前取下钥匙开关，以防发生辐射事故。

（9）设立故障及异常情况下的安全保障控制程序：

a）停电情况下，全部安全联锁系统失去作用。这时，加速器不能加高压，不能开

机。

b）计算机控制程序故障，系统能自动停机。

c）人员开启自屏蔽电子加速器辐照装置时，佩戴个人剂量报警仪，一旦报警仪报警，应立即按下急停开关。

通过定期检查确保辐射安全措施正常运行，如有失效必须及时修理，不能“带病作业”。通过日常自行检测及委托年度检测，及时发现辐射异常区域并查明原因进行整改，避免自屏蔽电子加速器辐照装置周边人员受到异常照射或超剂量照射。

3 辐射事故处置方法

本项目拟使用的自屏蔽电子加速器辐照装置属于 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》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。

升辉新材料股份有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司现有16名辐射工作人员（其中1名兼职辐射防护负责人），辐射工作人员均通过生态环境部培训平台上的线上考核（见附件8），兼职辐射防护负责人还应同时通过科目为“辐射安全管理”的线上考核。拟新增16名辐射工作人员专职负责本项目自屏蔽电子加速器辐照装置操作，新增辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上科目为“工业辐照电子加速器”的线上考核方可上岗。辐射工作人员及辐射防护负责人持有的辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可再次上岗。

辐射安全管理规章制度

本项目为扩建项目，升辉新材料股份有限公司已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定了一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射安全和防护管理制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度、事故应急预案等，公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司相关制度均已落实且严格执行，公司各项辐射安全管理制度执行情况良好。

公司还应针对本项目，对已有辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度要点完善提出如下建议：

操作规程：明确操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步骤，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

岗位职责：明确管理人员、操作人员、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，层层落实。

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是对电子加速器辐照装置的安全防护和维修要落实到个人。

设备检修维护制度：明确电子加速器辐照装置各项安全联锁装置及设施在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保电子加速器辐照装置的辐射安全设施有效地运转。明确定期对电子加速器辐照装置和辐射监测设备进行检查、维护，包括日检查、月检查和半年检查，并建立维修维护记录制度，对运行及维修维护期间进行日志记录；发现问题应及时维修，确保电子加速器辐照装置、安全设施、辐射监测仪器等仪器设备保持良好工作状态。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

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，内外结合，加强对培训档案的管理，做到有据可查。

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，监测方式包括企业自主监测和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。发现个人剂量异常的，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部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，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。公司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。

台账管理制度：建立健全的电子加速器辐照装置使用台账登记制度，并在日常工作中落实到位，对公司电子加速器辐照装置的使用时间、使用工况及使用人员等信息均需记录在台账上，做到有据可查。

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。定期组织应急人员进行应急演练，在演练过程中发现问题能够及时解决。明确应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备，明确辐射事故分类与应急响应的措施。

辐射监测

1 监测仪器

根据《粒子加速器辐射防护规定》中“每台加速器必须根据其特点配备其他的辐射监测装置，如个人剂量计、可携式监测仪”以及当前辐射管理要求，升辉新材料股份有

限公司应配备与辐射类型相适应的防护用品和监测仪器。

升辉新材料股份有限公司已配备 1 台 XY6000 型辐射巡检仪和 16 台 XY1100 型个人剂量报警仪，本项目拟新增 1 台辐射巡检仪并新增 8 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

2 监测方案

公司现有核技术利用项目已委托南京瑞森辐射技术有限公司开展年度环保检测（检测报告见附件 9）、委托江苏玖清玖蓝环保科技有限公司开展验收（验收检测报告见附件 10），由检测结果可知，公司现有射线装置在以检测工况运行时，装置外周围剂量当量率均能满足相应标准中参考控制水平的要求。公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并每三个月送南京瑞森辐射技术有限公司进行个人剂量监测，根据公司 2023 年~2024 年 4 个季度辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件 11），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常。

公司已于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

本项目运行后，公司拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测；在进行检测作业时，公司拟定期对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（1 个月/次，最长不超过 3 个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。同时公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。公司还拟对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

辐射监测方案见表 12-1。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期	监测点位
8 台自屏蔽电子加速器辐照装置	周围剂量当量率	竣工验收监测，委托有资质的单位进行	1 次	①四周屏蔽体外 5cm 处； ②薄膜进出口外 5cm 处； ③电缆口外 5cm 处； ④操作位处； ⑤监督区周围； ⑥评价范围内其他保护目标处。
		场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	
		定期自行开展辐射监测	1 次/月	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	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《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，升辉新材料股份有限公司已针对核技术利用项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急方案，应急方案内容应包括：

（1）应急机构和职责分工；

（2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

（3）辐射事故分级与应急响应措施；

（4）辐射事故调查、报告和处理程序；

（5）辐射事故信息公开、公众宣传方案。

公司已依据《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》的要求制定了辐射事故应急预案，明确建立了应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事故应急预案，采取必要防范措施，在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，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

升辉新材料股份有限公司厂区位于江阴市长泾镇工业集中区通港路 2 号。公司厂区东侧为新泾河，南侧为居民楼，西侧为通港路，北侧为兴园路。

本项目拟在仓库一层新增 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置，6 台位于仓库一层南部，自东向西依次为 1 号装置、2 号装置、3 号装置、4 号装置、5 号装置、6 号装置，2 台位于仓库一层北部，自东向西依次为 7 号装置、8 号装置。8 台装置拟建址东侧为仓库内部区域、厂内道路及综合仓库，南侧为仓库内部区域、升辉大道及厂内空地，西侧为仓库内部区域、厂内道路、制冷机房、分切区、办公区及制袋区，北侧为仓库内部区域、厂内道路、西吹膜车间及共挤一部车间，正上方二层、三层均为仓储区。

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址边界外 50m 范围内无居民区、学校等敏感点。因此，本项目保护目标主要为本项目辐射工作人员及 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围评价范围内的公众人员。

1.2 实践正当性评价

本项目的建设将满足企业的需求，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。

1.3 项目布局及分区

本项目拟配置的 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置均采用立式自屏蔽钢结构，均为两层结构，一层为辐照室，二层为设备平台，一层设有楼梯可以到达二层。二层布置有加速器钢筒及风机。1~6 号装置控制柜拟设于各装置西南侧，7-8 号装置控制柜拟设于装置东北侧。装置东侧或西侧设有收放卷区。整个辐照工艺流程流水线为自动运行，辐射工作人员在加速器控制柜前设置、监控加速器各项指标运行参数。自屏蔽电子加速器辐照装置出束时，辐照室内及二层设备平台均无人员停留，本项目自屏蔽电子加速器辐照装置工作场所布局合理。

公司拟将 1~8 号自屏蔽电子加速器辐照装置（包括一层辐照室及二层设备平台）划为控制区，加速器工作过程中，任何人不得进入控制区；拟将 1、2 及 6 号装置周围 11.4m×6.45m 区域、3~5 号装置周围 7.3m×6.45m 区域、7~8 号装置周围 11.78m×6.52m

的区域（含加速器控制柜、楼梯及收放卷区），拟在监督区边界设围栏及监督区标牌，运行时无关人员不得进入。该分区管理能够满足《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。

1.4 辐射安全措施

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置均拟设置以下辐射安全措施：①加速器控制柜配备钥匙开关，控制加速器系统的运行，加速器开机钥匙由专人负责保管；②加速器控制柜设计有一个紧急停机按钮，产线设有多个紧急停机按钮；③加速器上限位拟设置行程开关；④设有束下装置联锁；⑤控制柜顶部设计有工作状态指示灯，与电子加速器联锁；⑥设计有辐射监测系统与剂量联锁装置，辐照室两侧薄膜进出口均设有 1 个剂量探头，显示装置设于控制柜上；⑦通风系统与控制系统联锁；⑧辐照室顶部均设有围栏，在围栏爬梯二层入口安装安全门并设置联锁保护开关。

在落实以上措施后，本项目辐射安全措施能够满足辐射安全防护要求。

1.5 辐射安全管理

升辉新材料股份有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。公司拟根据相关法律条例及本报告提出的要求完善辐射安全管理制度。公司现有 16 名辐射工作人员（其中 1 名兼职辐射防护负责人），拟新增 16 名辐射工作人员专职负责本项目自屏蔽电子加速器辐照装置操作，辐射工作人员在上岗前应通过生态环境部培训平台上的线上考核。

公司已配备 1 台辐射巡检仪和 16 台个人剂量报警仪，本项目拟新增 1 台辐射巡检仪并新增 8 台个人剂量报警仪，方能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

公司拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并委托资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立完整的个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

根据理论预测可知，本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室及加速器钢筒等的辐射防护设计均能满足防护要求；通风管道的设置合理可行，未破坏加速器屏蔽体的屏蔽效果，辐射屏蔽设计能够满足《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外 5cm 处空气比释动能率应不大于 2.5μGy/h 的要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论分析预测，本项目辐射工作人员及公众年受照剂量均能够满足《电离辐射

防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求（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）。

2.3 三废处理处置

本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置均采用机械排风，进排风口均拟从辐照室顶部引出。本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室内部始终处于负压状态，臭氧和氮氧化物不会从薄膜进出口等溢出，不会对工作场所产生影响。排风机将装置内臭氧和氮氧化物通过排风管连接至车间屋顶，排气口高于车间顶部，高于周围其它建筑物。臭氧通过排风系统排放至外环境，在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目收卷后的薄膜产品中会产生部分废改性薄膜，按一般工业固体废物处理，拟暂存于一般固废堆场，定期利用造粒机回收利用。

本项目运行期间辐射工作场所内产生的常规污染物主要为办公过程中产生少量的生活污水和办公垃圾，该两种污染物的处置依托公司现有的生活污水处理系统和保洁措施，统一收集后进入城市污水管网及垃圾处理站集中处理，对外环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，升辉新材料股份有限公司扩建 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置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）该项目运行后，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）各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

（3）定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

（4）项目建设完成后，企业应及时办理辐射安全许可证。

（5）项目投产运行后，企业应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，最长不超过 12 个月。

本项目辐射安全措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	投资（万元）
辐射安全管理机构	公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确其管理职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，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的要求。	/
辐射安全和防护措施	本项目 8 台加速器均为自屏蔽装置，屏蔽设计见表 10-1	加速器屏蔽体周围参考点的辐射剂量率均能够满足《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外 5cm 处空气比释动能率应不大于 2.5μGy/h 的要求；同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：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	
	本项目 8 台自屏蔽电子加速器辐照装置均拟设置以下辐射安全措施：①加速器控制柜配备钥匙开关，控制加速器系统的运行，加速器开机钥匙由专人负责保管；②加速器控制柜设计有一个紧急停机按钮，产线设有多个紧急停机按钮；③加速器上限位拟设置行程开关；④设有束下装置联锁；⑤控制柜顶部设计有工作状态指示灯，与电子加速器联锁；⑥设计有辐射监测系统与剂量联锁装置，辐照室两侧薄膜进出口均设有 1 个剂量探头，显示装置设于控制柜上；⑦通风系统与控制系统联锁；⑧辐照室顶部均设有围栏，在围栏爬梯二层入口安装安全门并设置联锁保护开关	满足相关标准中关于辐射安全设施的相关要求	
人员配备	公司拟为本项目新增 16 名辐射工作人员，新增辐射工作人员均应通过辐射安全知识考核后方可上岗	满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求	定期投入
	本项目新增的 16 名辐射工作人员均拟开展个人剂量监测，送检周期最长不超过 3 个月/次，并拟建立辐射工作人员个人剂量监测档案		
	本项目新增的 16 名辐射工作人员均拟定期进行职业健康体检，体检周期不超过 2 年/次，并拟建立职业健康监护档案		

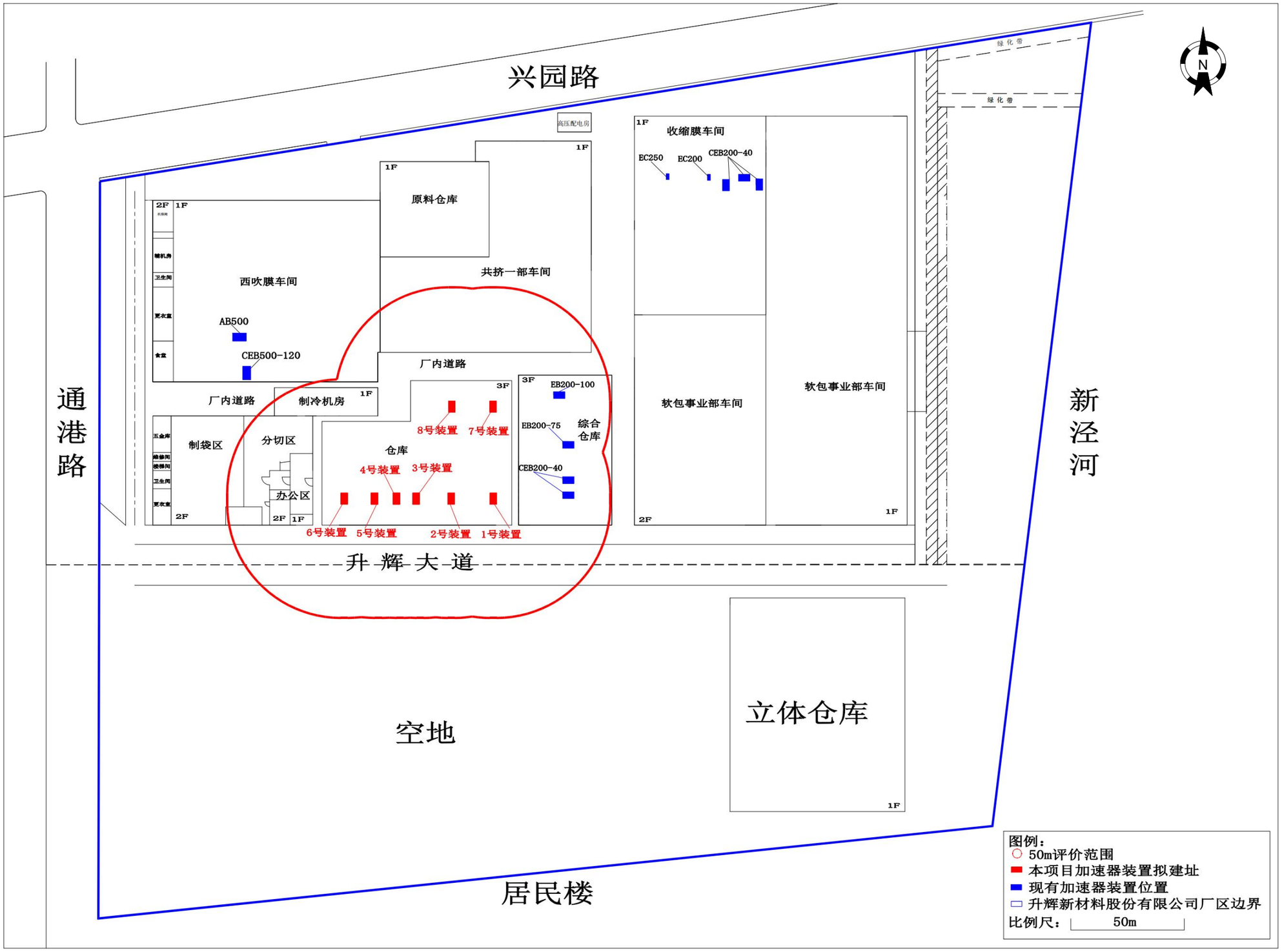
监测仪器和防护用品	公司已配备 1 台辐射巡检仪和 16 台个人剂量报警仪，本项目拟新增 1 台辐射巡检仪并新增 8 台个人剂量报警仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	
辐射安全管理制度	公司已根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐照装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性	满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案	/

以上措施必须在项目运行前落实。

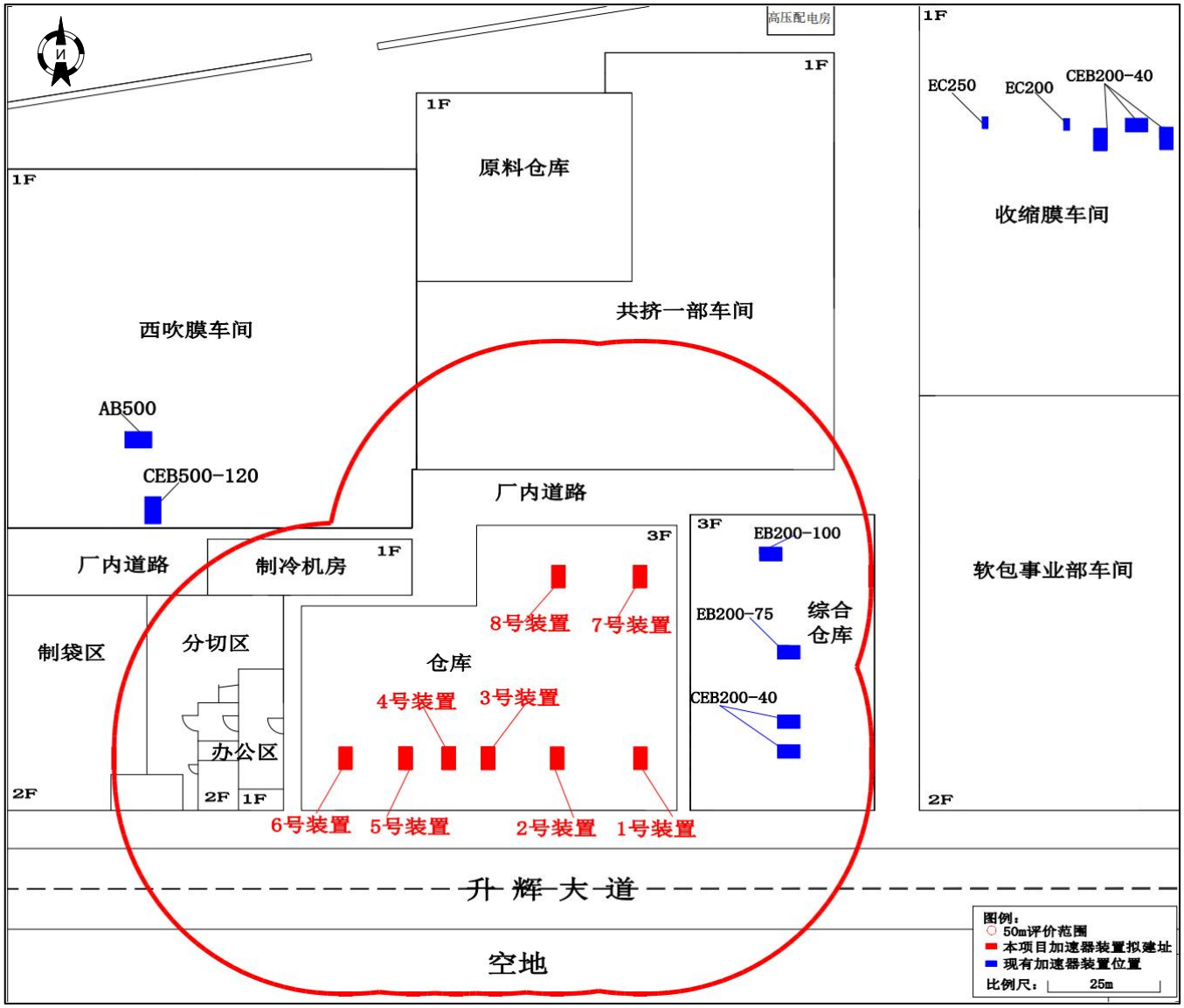
表 14 审批

下一级环保部门预审意见：   公 章 经办人　　年　月　日
审批意见   公 章 经办人　　年　月　日

附图 1 升辉新材料股份有限公司地理位置图



附图 2-1 升辉新材料股份有限公司厂区平面布局及周围环境图



附图 2-2 升辉新材料股份有限公司厂区局部平面布局图