

核技术利用建设项目

苏州天加新材料科技有限公司新建 6 台

自屏蔽工业电子辐照加速器项目

环境影响报告表

(公示稿)

苏州天加新材料科技有限公司

2025 年 12 月

生态环境部监制

编制主持人职业资格证书



江苏省社会保险权益记录单 (参保单位)



请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称： 南京泰坤环境检测有限公司

现参保地： 江北新区

统一社会信用代码： 91320111589445415Q

查询时间： 202512-202512

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	李光琦	230506 :20417	202512 - 202512	1
2	徐钦华	370481 :44276	202512 - 202512	1

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）。



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	16
表 9 项目工程分析与源项	22
表 10 辐射安全与防护	33
表 11 环境影响分析	38
表 12 辐射安全管理	59
表 13 结论与建议	64
表 14 审批	71

附图：

- 附图 1 苏州天加新材料科技有限公司地理位置示意图
- 附图 2 苏州天加新材料科技有限公司平面布置和本项目周围环境示意图
- 附图 3 多层共挤热收缩膜生产车间平面布置示意图
- 附图 4-1 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计立面图（EPD0.2-50 型加速器）
- 附图 4-2 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计立面图（AB0.5-80 型加速器）
- 附图 5-1 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置辐射安全装置和保护措施图（EPD0.2-50 型加速器）
- 附图 5-2 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置辐射安全装置和保护措施图（AB0.5-80 型加速器）

附件：

- 附件 1 本项目环评委托书
- 附件 2 射线装置使用情况承诺书
- 附件 3 屏蔽设计参数说明
- 附件 4 辐射环境本底检测报告及检测单位资质
- 附件 5 苏州天加新材料科技有限公司营业执照及项目备案文件
- 附件 6 苏州天加新材料科技有限公司环评批复及验收意见
- 附件 7 本项目电子加速器辐照装置说明书、图纸及生产厂家资质

表 1 项目基本情况

建设项目名称		苏州天加新材料科技有限公司新建 6 台自屏蔽工业电子辐照加速器项目			
建设单位		苏州天加新材料科技有限公司 (统一社会信用代码: 913205093020493879)			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		苏州市吴江区汾湖高新区(黎里镇)灵猴路 7 号			
项目建设地点		苏州市吴江区汾湖高新区(黎里镇)灵猴路 7 号多层共挤热收缩膜生产车间			
立项审批部门		苏州市吴江区黎里镇人民政府	批准文号	黎政备(2024)78 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	/			
<p>项目概述:</p> <p>一、建设单位情况、项目建设规模、目的和任务的由来</p> <p>1.建设单位基本情况</p> <p>苏州天加新材料科技有限公司(以下简称“公司”)成立于 2014 年 6 月 6 日,是一家以多层共挤薄膜技术为核心,专业从事功能性薄膜材料的研发、生产和销售的新鲜肉包装技术整体解决方案供应商。公司开发研制的高品质三泡法多层共挤高阻隔热收缩膜成套设备,生产出来的高阻隔塑料包材具有优异的阻氧阻水阻异味等特性,</p>					

产品性能达到国际一流水平。

苏州天加新材料科技有限公司建设项目已于 2014 年 12 月 30 日取得了苏州市吴江区环境保护局的批复，批复文号：吴环建〔2014〕981 号，并于 2018 年 11 月 26 日通过了苏州市吴江区环境保护局的竣工环保验收审核，审核意见文号：吴环验〔2018〕82 号，见附件 6。

2.项目建设规模

公司拟在苏州市吴江区汾湖高新区（黎里镇）灵猴路 7 号公司厂区内多层共挤热收缩膜生产车间新建 2 台 EPD0.2-50 型自屏蔽电子加速器辐照装置及 4 台 AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置，用于包装材料塑料薄膜的辐照改性。

本项目 6 台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同车间多台装置值守工作。公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员，负责本项目电子加速器辐照装置操作，采取三班制的工作方式，每班 2 名辐射工作人员，每人负责 3 台装置的值守工作，每班工作 8 小时，年工作 250 天，则本项目每名辐射工作人员年工作时间约为 2000h，每台电子加速器辐照装置年开机总时间约为 6000h。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	射线装置名称及型号	数量 (台)	最大能量	额定电流	射线装 置类别	工作场所名称	备注
1	EPD0.2-50 型自屏蔽 电子加速器辐照装置 (1 号装置)	1	0.2MeV	50mA	II	多层共挤热收缩 膜生产车间	新增
2	EPD0.2-50 型自屏蔽 电子加速器辐照装置 (2 号装置)	1	0.2MeV	50mA	II	多层共挤热收缩 膜生产车间	新增
3	AB0.5-80 型自屏蔽电 子加速器辐照装置 (3 号装置)	1	0.5MeV	80mA	II	多层共挤热收缩 膜生产车间	新增
4	AB0.5-80 型自屏蔽电 子加速器辐照装置 (4 号装置)	1	0.5MeV	80mA	II	多层共挤热收缩 膜生产车间	新增
5	AB0.5-80 型自屏蔽电 子加速器辐照装置 (5 号装置)	1	0.5MeV	80mA	II	多层共挤热收缩 膜生产车间	新增
6	AB0.5-80 型自屏蔽电 子加速器辐照装置 (6 号装置)	1	0.5MeV	80mA	II	多层共挤热收缩 膜生产车间	新增

3.目的和任务的由来

本项目运行过程中可能对周围人员和环境造成一定影响，为保护环境和公众，减少或避免辐射污染，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，苏州天加新材料科技有限公司委托南京泰坤环境检测有限公司对苏州天加新材料科技有限公司新建6台自屏蔽工业电子辐照加速器项目进行环境影响评价工作，项目委托书见附件1。

依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第16号，2021年版），本项目属于“172核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置”项目，确定为编制环境影响报告表。

南京泰坤环境检测有限公司通过现场踏勘和监测、资料调研及项目工程分析等工作，编制了该项目的环境影响评价报告表。

二、项目场址选址及周边保护目标

1.项目场址选址

苏州天加新材料科技有限公司位于苏州市吴江区汾湖高新区（黎里镇）灵猴路7号，公司东侧为灵猴路，南侧为厂外道路及岳一科技有限公司，西侧为厂外道路及苏州铁近机电科技股份有限公司，北侧为东胜路。本项目地理位置示意图附图1，苏州天加新材料科技有限公司平面布置和周围环境示意图附图2。

本项目拟在多层共挤热收缩膜生产车间内新增2台EPD0.2-50型自屏蔽电子加速器辐照装置（1号装置、2号装置）及4台AB0.5-80型自屏蔽电子加速器辐照装置（3号-6号装置），车间内自东向西，自南向北依次为1号装置、2号装置、3号装置、4号装置、5号装置、6号装置。多层共挤热收缩膜生产车间为一层建筑，东侧为办公楼及研发区、厂内道路、绿化及灵猴路，南侧为原料库、预留设备区、绿化、厂内道路、厂外道路及岳一科技有限公司，西侧为装卸货区、绿化、厂内道路、预留设备区（空调外机组）、厂外道路、苏州铁近机电科技股份有限公司，北侧为机加工车间、成品区、厂内道路及东胜路。1~6号装置拟建址四周均为多层共挤热收缩膜生产车间内部区域，车间上方为屋顶，人员不可达，下方为土层，无地下室。多层共挤热收缩膜生产车间平面布局见附图3。

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苏州市吴江区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2024〕439号），本项目拟建址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。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条（一）中的“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。

2.项目周边保护目标

本项目四周 50m 范围内为厂内建筑、厂内道路、厂外道路、岳一科技有限公司生产车间、苏州铁近机电科技股份有限公司生产车间，无学校、居民区等环境敏感目标（详见附图 2）。本项目评价范围内不涉及国家级生态保护红线与生态空间管控区域及“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。运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员、公司内其他工作人员、周围公众。

三、实践正当性分析

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，企业在做好辐射防护措施和管理的基础上，本项目所带来的效益远大于可能对环境造成的影响，因此，该项目符合《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”原则。

四、原有核技术利用项目许可情况

苏州天加新材料科技有限公司为首次使用核技术利用项目，此之前未购置、使用过核技术利用项目，未取得过《辐射安全许可证》。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活度种类	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) /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	EPD0.2-50型	电子	0.2MeV	50mA	辐照加工	多层共挤热收缩膜生产车间	新增
2	自屏蔽电子加速器辐照装置 (2号装置)	II	1	EPD0.2-50型	电子	0.2MeV	50mA	辐照加工	多层共挤热收缩膜生产车间	新增
3	自屏蔽电子加速器辐照装置 (3号装置)	II	1	AB0.5-80型	电子	0.5MeV	80mA	辐照加工	多层共挤热收缩膜生产车间	新增
4	自屏蔽电子加速器辐照装置 (4号装置)	II	1	AB0.5-80型	电子	0.5MeV	80mA	辐照加工	多层共挤热收缩膜生产车间	新增
5	自屏蔽电子加速器辐照装置 (5号装置)	II	1	AB0.5-80型	电子	0.5MeV	80mA	辐照加工	多层共挤热收缩膜生产车间	新增
6	自屏蔽电子加速器辐照装置 (6号装置)	II	1	AB0.5-80型	电子	0.5MeV	80mA	辐照加工	多层共挤热收缩膜生产车间	新增

(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	/	/	5t	60t	/	不暂存	接入市政污水管网由吴江区芦墟污水处理厂处理
生活垃圾	固态	/	/	62.5kg	750kg	/	不暂存	分类收集后将交由城市环卫部门处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015年1月1日起实施； 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日发布施行； 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施； 4. 《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年修改，国务院令709号，2019年3月2日施行； 5. 《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； 6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行； 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； 8. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行； 9. 《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； 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，公告2017年 第66号，2017年12月5日起施行； 11. 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行； 12. 《关于进一步做好建设项目环境影响评价报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187号，2021年5月28日发布； 13. 《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》，生态环境部第 57 号公告，2020 年 1 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 10 月 25 日发布； 15. 《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
------------------	---

	<p>第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>16. 《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>17. 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环办辐射函〔2016〕430号，2016年3月7日起施行；</p> <p>18. 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第2号公告，2018年5月1日起实施；</p> <p>19. 《江苏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日发布；</p> <p>20. 《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>21. 《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>22. 《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域监督管理办法的通知》，苏政办发〔2021〕20号，2021年5月1日起实施；</p> <p>23. 《江苏省自然资源厅关于苏州市吴江区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2024〕439号）；</p> <p>24. 《江苏省辐射事故应急预案》（2020年修订版），苏政办函〔2020〕26号，2020年2月19日发布。</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》（HJ2.1-2016）；</p> <p>2. 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；</p> <p>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）；</p> <p>4. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>5. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>6. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>7. 《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-1985）；</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. 《γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ/T 141-2002）（根据原</p>

	<p>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）；</p> <p>10. 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；</p> <p>11. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>12. 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）（参考）。</p>
其他	<p>设计资料（设计图及设计说明）</p> <p>附图：</p> <p>附图 1 苏州天加新材料科技有限公司地理位置示意图</p> <p>附图 2 苏州天加新材料科技有限公司平面布置和本项目周围环境示意图</p> <p>附图 3 多层共挤热收缩膜生产车间平面布置示意图</p> <p>附图 4-1 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计立面图（EPD0.2-50 型加速器）</p> <p>附图 4-2 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计立面图（AB0.5-80 型加速器）</p> <p>附图 5-1 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置辐射安全装置和保护措施图（EPD0.2-50 型加速器）</p> <p>附图 5-2 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置辐射安全装置和保护措施图（AB0.5-80 型加速器）</p> <p>附件：</p> <p>附件 1 本项目环评委托书</p> <p>附件 2 射线装置使用情况承诺书</p> <p>附件 3 屏蔽设计参数说明</p> <p>附件 4 辐射环境本底检测报告及检测单位资质</p> <p>附件 5 苏州天加新材料科技有限公司营业执照及项目备案文件</p> <p>附件 6 苏州天加新材料科技有限公司环评批复及验收意见</p> <p>附件 7 本项目电子加速器辐照装置说明书、图纸及生产厂家资质</p>

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》（HJ10.1-2016）“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”的要求，结合本项目的特点，确定以本项目 6 台自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址边界周围 50m 的范围作为本项目的的评价范围，详见附图 2。

保护目标

本项目四周 50m 范围内为厂内建筑、厂内道路、厂外道路、岳一科技有限公司生产车间、苏州铁近机电科技股份有限公司生产车间，无学校、居民区等环境敏感目标。本项目评价范围内不涉及国家级生态保护红线与生态空间管控区域及“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）及《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），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，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。本项目利用自屏蔽加速器进行辐照改性，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。运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员、公司内其他工作人员、周围公众。本项目保护目标详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

序号	保护目标名称	方位及最近距离	性质	规模	环境保护要求 (mSv/a)
1	1~3 号自屏蔽电子加速器辐照装置操作位	南, 3m	辐射工作人员	6 名	5
2	4~6 号自屏蔽电子加速器辐照装置操作位	北, 3m	辐射工作人员		
3	多层共挤热收缩车间	四周, 相邻	公众	约 10 人	0.1
4	办公楼及研发区	东, 6m	公众	约 15 人	

5	厂内道路及绿化	东, 6m	公众	流动人员
6	灵猴路	东, 34m	公众	流动人员
7	原料库	南, 4m	公众	约 10 人
8	预留设备区	南, 25m	公众	约 4 人
9	厂内道路及绿化	南, 29m	公众	流动人员
10	厂外道路	南, 32m	公众	流动人员
11	岳一科技有限公司	南, 34m	公众	约 30 人
12	装卸货区	西, 10m	公众	约 10 人
13	绿化及厂内道路	西, 17m	公众	流动人员
14	预留设备区 (空调外机组)	西, 19m	公众	流动人员
15	厂外道路	西, 14m	公众	流动人员
16	苏州铁近机电科技有限公司	西, 31m	公众	约 25 人
17	机加工车间 (成品区)	北, 5m	公众	约 10 人
18	装卸货区	北, 11m	公众	约 10 人
19	厂内道路	北, 25m	公众	流动人员
20	东胜路	北, 35m	公众	流动人员

评价标准

1. 《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

对 象	剂量限值
职业照射 剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制, 使之不超过下述限值: ① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可做任何追溯平均), 20mSv; ② 任何一年中的有效剂量, 50mSv。 对于年龄为 16 岁~18 岁接受涉及辐射照射就业培训的徒工和年龄为 16 岁~18 岁在学习过程中需要使用放射源的学生, 应控制其职业照射使之不超过下述限值: ① 年有效剂量, 6mSv。
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。
剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv/a~0.3 mSv/a) 的范围之内。	

2. 《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985) :

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 5 mSv/a, 公众照射剂量约束值不超过 0.1 mSv/a。

5.2 辐射工作场所分区

5.2.1 粒子加速器辐射工作场所应分为控制区和监督区。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，主要包括加速器室、束流终端室和放射性废物贮存区域等。与控制区相邻的、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划定为监督区。

5.2.2 控制区、监督区的入口应设置控制区和监督区标识，控制区出入口和其他适当位置还应设置明显的电离辐射警告标志。

5.3 辐射屏蔽

5.3.1 加速器室、束流终端室应设置足够的屏蔽体以达到辐射屏蔽设计目标，并确保人员受照剂量满足 4.3 的要求。

5.3.2 应充分利用周边现有环境条件，综合考虑粒子种类、能量、功率、靶材料、工作负荷和周围环境等因素，按可能达到最大运行工况下的辐射源项进行辐射屏蔽设计，同时应充分考虑各种类型的瞬发辐射对周围邻近场所的影响。

5.3.3 确定辐射源项时不仅要考虑正常运行工况，还应考虑异常工况。

5.3.4 选择屏蔽材料时，应根据辐射防护最优化原则，综合考虑所选材料的结构性能、防护性能和稳定性等因素。

5.3.5 风管、电缆和水管等需要贯穿屏蔽体时，贯穿开口宜避开束流前向和全居留场所，采用 S 型或 U 型等非直通方式，必要时增设局部屏蔽体以达到辐射屏蔽设计目标。

5.4 辐射安全联锁系统

5.4.1 加速器室和束流终端室出入口应设有出入管控措施以防止人员未经授权进入。

5.4.2 粒子加速器主要控制系统应利用开关钥匙或具有类似功能的装置控制，并设置控制系统操作人员的权限，确保开关钥匙或装置处于受控状态。

5.4.3 加速器室和束流终端室出入口的门应设置门-机联锁，某区域联锁门未完全关闭时该区域不能供束。

5.4.4 加速器室和束流终端室内部及其各出入口、控制室/台的显著位置，应设有必要数量的急停装置。急停装置周围应设有醒目标识及文字显示。

5.4.5 粒子加速器出束前应对加速器室和束流终端室内人员可达区域进行清场巡检。对于设置清场巡检按钮的场所，应设定清场巡检的顺序和响应时间，未按规定顺序或超出响应时间的清场无效。对于设置分区清场的情况，各分区出入口门应纳入联锁，确保清场完成且联锁门关闭后相应分区联锁方可生效。

5.4.6 粒子加速器工作场所应设置工作状态指示装置。其中，加速器室、束流终端室内部应设有工作状态指示及警示装置，在加速器准备运行前发出警示信号。加速器室和束流终端室出入口应设置与区域内束流状态联锁的工作状态指示装置并配有中文说明。

5.4.7 加速器室和束流终端室内应设紧急开门装置。

5.4.8 辐射安全联锁系统被触发时（如联锁门被打开），应立即切断联锁被触发区域的束流和可能的暗电流，确保区域安全。

5.4.9 辐射安全联锁系统被触发后，必须按照规程查明原因，复核故障设备或恢复系统功能后并通过控制系统才可重新启动束流。

5.5 区域辐射监测系统

5.5.1 应结合粒子加速器特点和辐射安全与防护需要，设计区域辐射监测系统，遵循的原则如下：

a) 粒子加速器屏蔽体外相邻场所内人员全居留场所且剂量率可能超过辐射屏蔽设计目标的区域应安装固定式区域辐射监测仪。当监测数据超过设定阈值时，发出报警信号。

b) 为了解加速器室和束流终端室内的束流状态和辐射水平，必要时可在束流运行区域内安装固定式区域辐射监测仪。

5.5.2 对于设置多束流终端室的情况，当束流终端室内居留因子较大 ($T \geq 1/2$) 时，考虑相邻束流终端室的影响，可在各束流终端室内设置固定式区域辐射监测仪。

5.6 通风系统

5.6.1 可能产生感生放射性气体或臭氧等有害气体的粒子加速器工作场所应设置通风系统，通风系统的设计应确保气流方向由低污染区流向高污染区，并根据放射性气体或臭氧等有害气体的产生量和工作需要确定换气次数。

5.6.2 应合理布置粒子加速器工作场所内进风口和排风口的位置，室外进风口应避免受到排风的污染。排风口的位置和高度应结合放射性气体或有害气体排放量、周围建筑的高度、当地气象条件等综合考虑后确定，避免设置在门、窗和人流较大的过道等位置。

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

辐射防护安全要求如下：

- a) 辐射屏蔽材料采用混凝土时，其强度等级应高于 C20，密度不应低于 2.35g/cm^3 ；
- 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 GB18871-2002 和 GB5172-1985 中的职业照射剂量限值要求；在工程设计时辐射防护设计的剂量规定为：职业照射个人年有效剂量限值为 5mSv ；公众成员个人年有效剂量限值为 0.1mSv ；
- 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 GBZ2.2-2007 规定的标准要求（见附录 C）。

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。
II类 安装在屏蔽室（辐照室）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辐照室。

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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。

5、本项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）、《粒子加速器辐射防护规定》

(GB5172-1985)，确定本项目的管理目标：

(1) 年剂量约束值

职业人员年有效剂量约束值不超过 5mSv，公众年有效剂量约束值不超过 0.1mSv；

(2) 周围剂量当量率参考控制水平

本项目装置表面外 5cm 处空气比释动能率应不大于 2.5 μ Gy/h（本项目装置为《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ/T 141-2002)中的 I 类电子束辐照装置）。

6、参考资料：

(1) 《辐射防护导论》，方杰主编；

(2) 《辐射防护手册》（第一分册），李德平、潘自强著；

(3) NCRP Report No.51. 《Radiation Protection Design Guidelines For 0.1 ~ 100MeV Particle Accelerator Facilities》；

(4) 《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（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，取测值范围为其评价参考范围，即原野天然 γ 辐射水平参考范围取（33.1-72.6）nGy/h，道路天然 γ 辐射水平参考范围取（18.1-102.3）nGy/h，室内天然 γ 辐射水平参考范围取（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、项目地理位置和场所位置

苏州天加新材料科技有限公司位于苏州市吴江区汾湖高新区（黎里镇）灵猴路 7 号，公司东侧为灵猴路，南侧为厂外道路及岳一科技有限公司，西侧为厂外道路及苏州铁近机电科技股份有限公司，北侧为东胜路。

本项目拟在多层共挤热收缩膜生产车间内新增 2 台 EPD0.2-50 型自屏蔽电子加速器辐照装置（1 号装置、2 号装置）及 4 台 AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置（3 号-6 号装置），车间内自东向西，自南向北依次为 1 号装置、2 号装置、3 号装置、4 号装置、5 号装置、6 号装置。多层共挤热收缩膜生产车间为一层建筑，东侧为办公楼及研发区、厂内道路、绿化，南侧为原料库，西侧为厂内道路、绿化，北侧为机加工车间、成品区。1~6 号装置拟建址四周均为多层共挤热收缩膜生产车间内部区域，车间上方为屋顶人员不可达，下方为土层，无地下室。

本项目四周 50m 范围内为厂内建筑、厂内道路、厂外道路、岳一科技有限公司生产车间、苏州铁近机电科技股份有限公司生产车间，无学校、居民区等环境敏感目标。本项目评价范围内不涉及国家级生态保护红线与生态空间管控区域及“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。

运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员、公司内其他工作人员、周围公众。本项目及周边环境现状见图 8-1~图 8-10。



图 8-1 多层共挤热收缩车间（1~3 号装置拟建址）

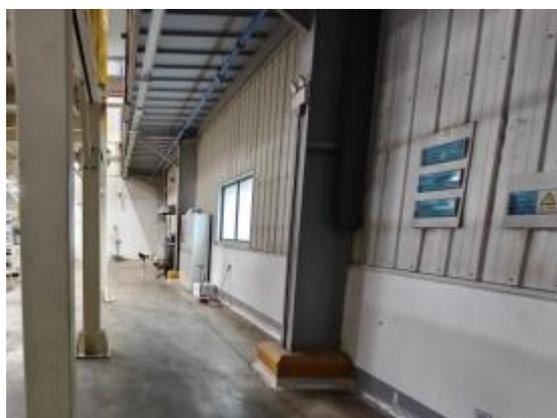


图 8-2 多层共挤热收缩车间（1~3 号装置拟建址东侧）



图 8-3 多层共挤热收缩车间（1~3 号装置拟建址南侧）



图 8-4 多层共挤热收缩车间（1~3 号装置拟建址西侧）



图 8-5 多层共挤热收缩车间（1~3 号装置拟建址北侧）



图 8-6 多层共挤热收缩车间（4~6 号装置拟建址内）



图 8-7 多层共挤热收缩车间（4~6 号装置拟建址东侧）



图 8-8 多层共挤热收缩车间（4~6 号装置拟建址南侧）



图 8-9 多层共挤热收缩车间（4~6 号装置拟建址西侧）



图 8-10 多层共挤热收缩车间（4~6 号装置拟建址北侧）

二、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

环境现状评价的对象本项目拟建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在拟建址周围及环境敏感目标等处进行布点。

三、监测方案、质量保证措施及监测结果

1. 监测方案

监测单位：南京泰坤环境检测有限公司（公司检测资质见附件 9）

检测仪器：FH40G-L10+FHZ672E-10 型 X- γ 辐射监测仪（设备编号：NJTK/YQ041，检定有效期：2024.8.28~2025.8.27，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2024-0089043）

能量响应：40keV~4.4MeV，测量范围：1nSv/h~100 μ Sv/h

监测时间：2024 年 10 月 24 日

监测方法：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）相关方法和要求，在环境现场调查时，于公司加速器装置拟建址周围进行 γ 辐射空气吸收剂量率的测量，监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-11。

数据记录及处理： γ 辐射空气吸收剂量率每个监测点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值，根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）5.5 中公式（1）对数据进行处理。其中，测量仪器校准参考源为 ^{137}Cs ，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取 1.20Sv/Gy，各监测点所在建筑物对宇宙

射线的屏蔽修正因子按楼房 0.8、平房 0.9、原野和道路 1 进行取值。

2.质量保证措施

本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的要求，实施全过程质量控制。监测人员已取得检测资格证书或经能力确认，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核查，监测报告实行三级审核。

3.监测结果

本项目环境现状监测结果见表 8-1，监测报告见附件 4。

表 8-1 本项目拟建址 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

测点 编号	测点描述	测量结果 (nGy/h)	
		γ 辐射空气吸收剂量率	标准差
1	1#装置拟建址东侧（平房，室内）	59.7	0.2
2	1#装置拟建址南侧（平房，室内）	63.5	0.2
3	1#装置拟建址西侧（平房，室内）	57.3	0.2
4	1#装置拟建址北侧（平房，室内）	58.8	0.2
5	1#装置拟建址内（平房，室内）	58.8	0.3
6	2#装置拟建址东侧（平房，室内）	54.8	0.3
7	2#装置拟建址南侧（平房，室内）	57.1	0.2
8	2#装置拟建址西侧（平房，室内）	58.0	0.3
9	2#装置拟建址北侧（平房，室内）	60.2	0.2
10	2#装置拟建址内（平房，室内）	55.9	0.2
11	3#装置拟建址东侧（平房，室内）	52.0	0.5
12	3#装置拟建址南侧（平房，室内）	50.1	0.2
13	3#装置拟建址西侧（平房，室内）	52.5	0.3
14	3#装置拟建址北侧（平房，室内）	51.1	0.2
15	3#装置拟建址内（平房，室内）	50.3	0.3
16	4#装置拟建址东侧（平房，室内）	57.6	0.2
17	4#装置拟建址南侧（平房，室内）	54.2	0.2
18	4#装置拟建址西侧（平房，室内）	58.2	0.4
19	4#装置拟建址北侧（平房，室内）	53.9	0.2

20	4#装置拟建址内（平房，室内）	57.5	0.2
21	5#装置拟建址东侧（平房，室内）	60.1	0.2
22	5#装置拟建址南侧（平房，室内）	61.7	0.3
23	5#装置拟建址西侧（平房，室内）	63.5	0.2
24	5#装置拟建址北侧（平房，室内）	61.5	0.3
25	5#装置拟建址内（平房，室内）	64.2	0.2
26	6#装置拟建址东侧（平房，室内）	63.4	0.3
27	6#装置拟建址南侧（平房，室内）	62.4	0.3
28	6#装置拟建址西侧（平房，室内）	60.3	0.2
29	6#装置拟建址北侧（平房，室内）	60.4	0.3
30	6#装置拟建址内（平房，室内）	61.7	0.2

注：测量结果已依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）扣除宇宙射线响应值（14.4nGy/h）；布点图点位序号与上方检测结果序号一致。本项目拟建址位于多层共挤热收缩膜生产车间内，车间为一层建筑，上方为屋顶人员不可达，下方为土层，无地下室；监测点位见图 8-11。

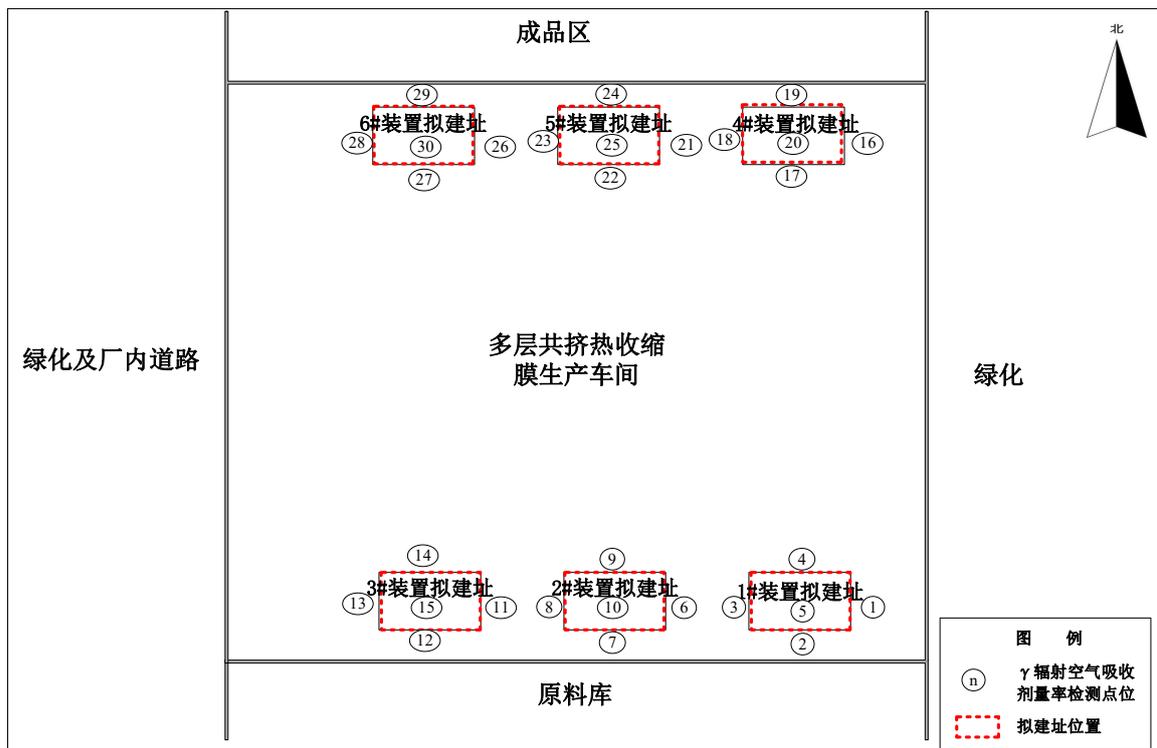


图 8-9 本项目拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图

4.环境现状调查结果评价

评价方法：参照江苏省天然贯穿辐射剂量水平调查结果，评价项目周围的辐射环

境质量。

由表 8-1 监测结果可知，本项目拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（50.1~64.2）nGy/h（测点均位于室内），测量结果已扣除宇宙响应值。本项目 3#装置拟建址及其南侧所测点位 γ 辐射空气吸收剂量率略低于江苏省室内环境天然 γ 辐射，其可能原因为车间内钢材料对 γ 辐射有一定的屏蔽作用，其余所测点位 γ 辐射空气吸收剂量率均位于江苏省环境天然 γ 辐射水平室内评价参考范围（50.7~129.4）nGy/h 区间内。

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

本项目包括 2 台 EPD0.2-50 型自屏蔽电子加速器辐照装置（1 号装置、2 号装置）及 4 台 AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置（3 号~6 号装置），均采用立式自屏蔽钢结构，被辐照的产品主要为薄膜，拟采用连续传输的方式从加速器辐照室入口侧进入，经过辐照后从辐照室出口侧传出，6 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。本项目电子加速器辐照装置参数情况见表 9-1，结构示意图见图 9-1-1 及图 9-1-4。

表9-1 本项目自屏蔽电子加速器装置技术参数一览表

--

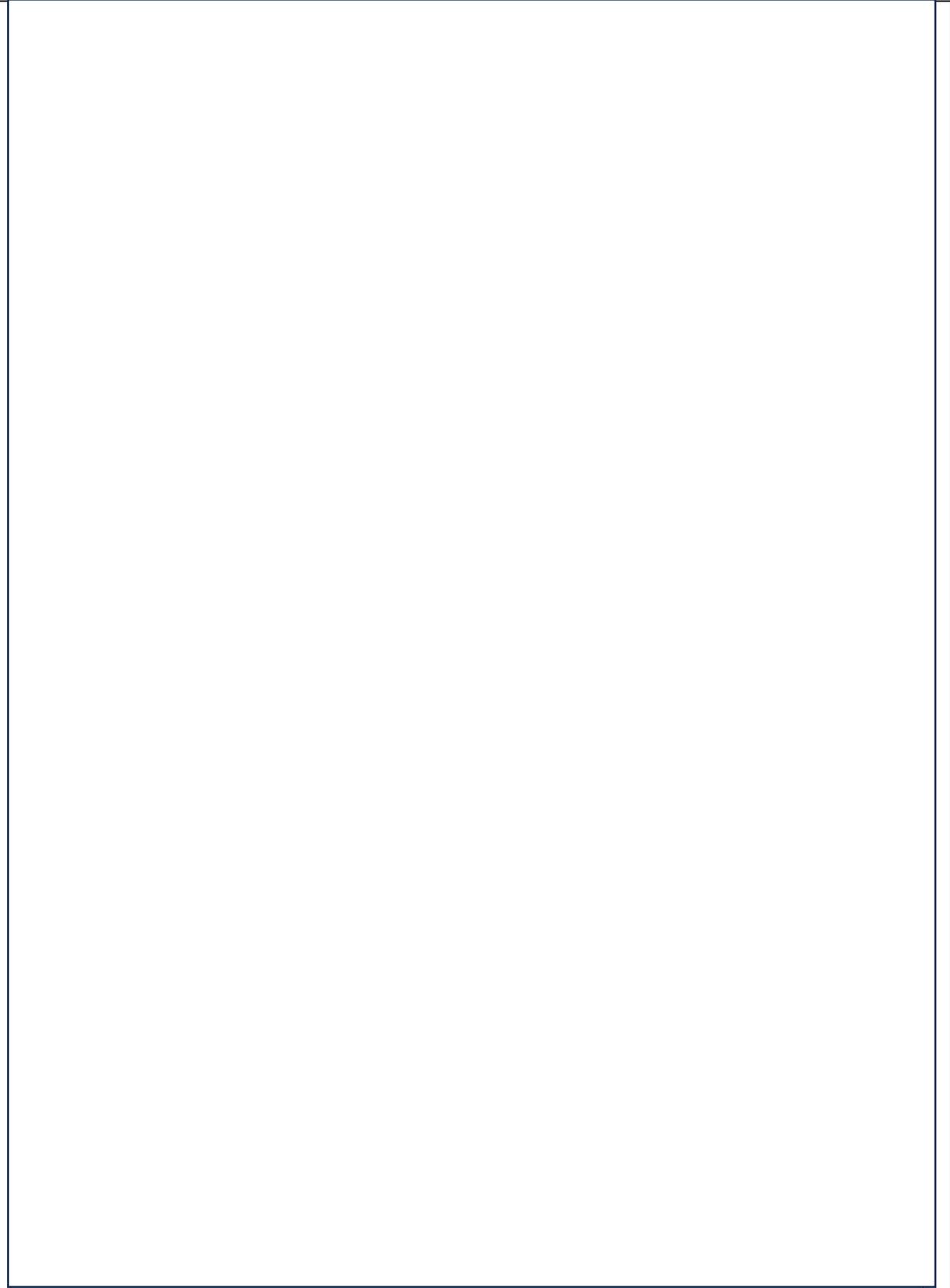


图 9-1-1 本项目 EPD0.2-50 型自屏蔽电子加速器辐照装置结构图

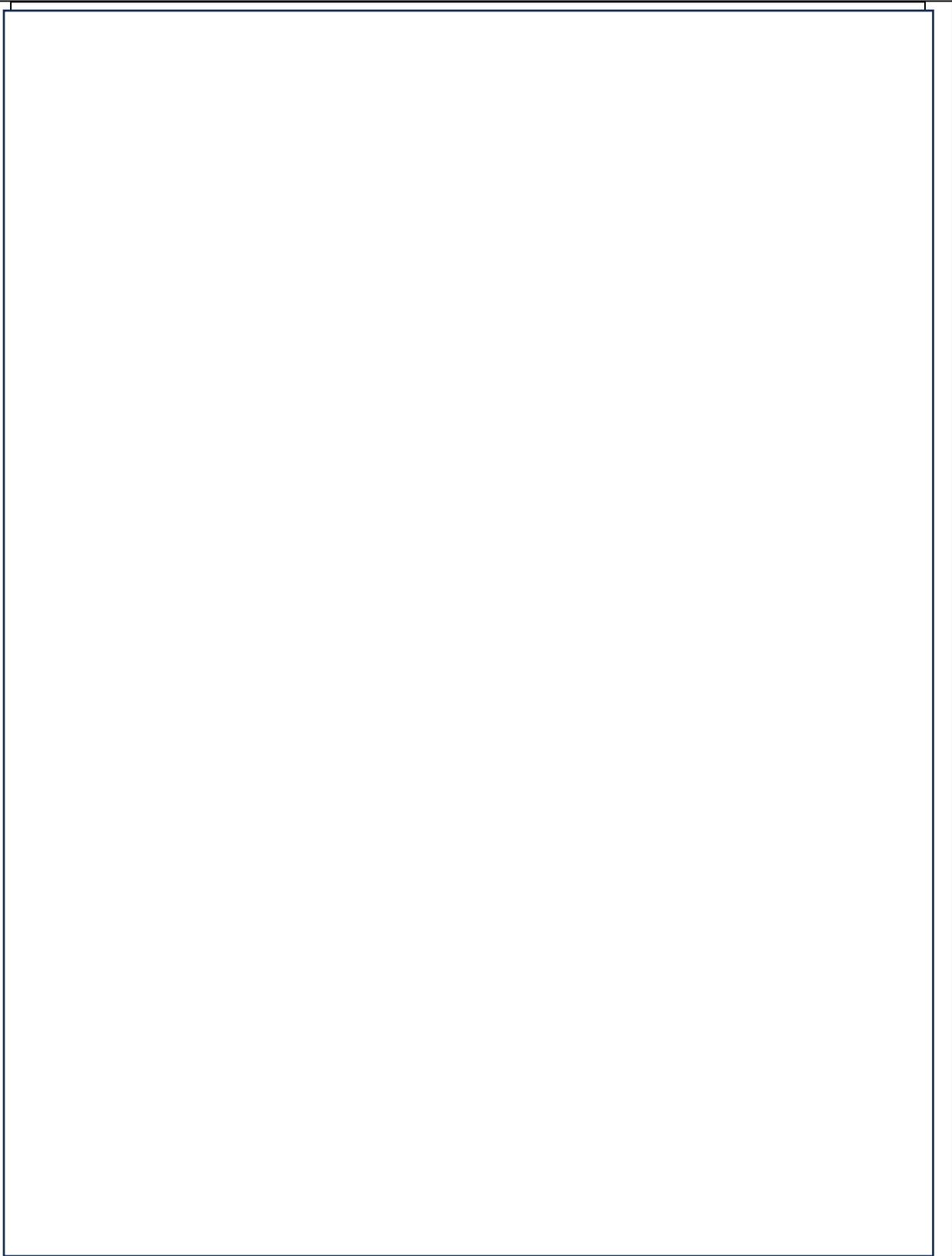


图 9-1-2 本项目 EPD0.2-50 型自屏蔽电子加速器辐照装置结构图

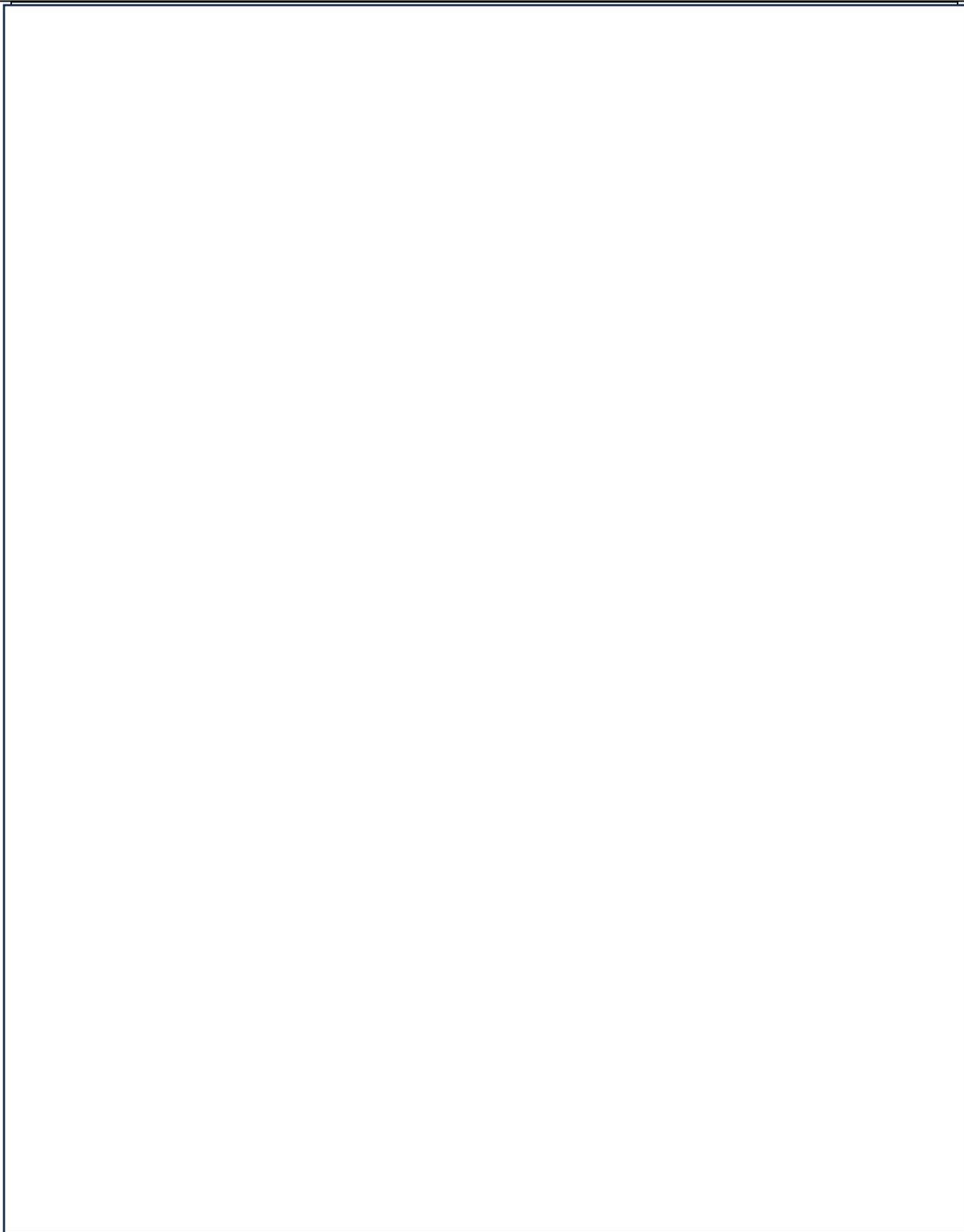


图 9-1-3 本项目 AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置结构图

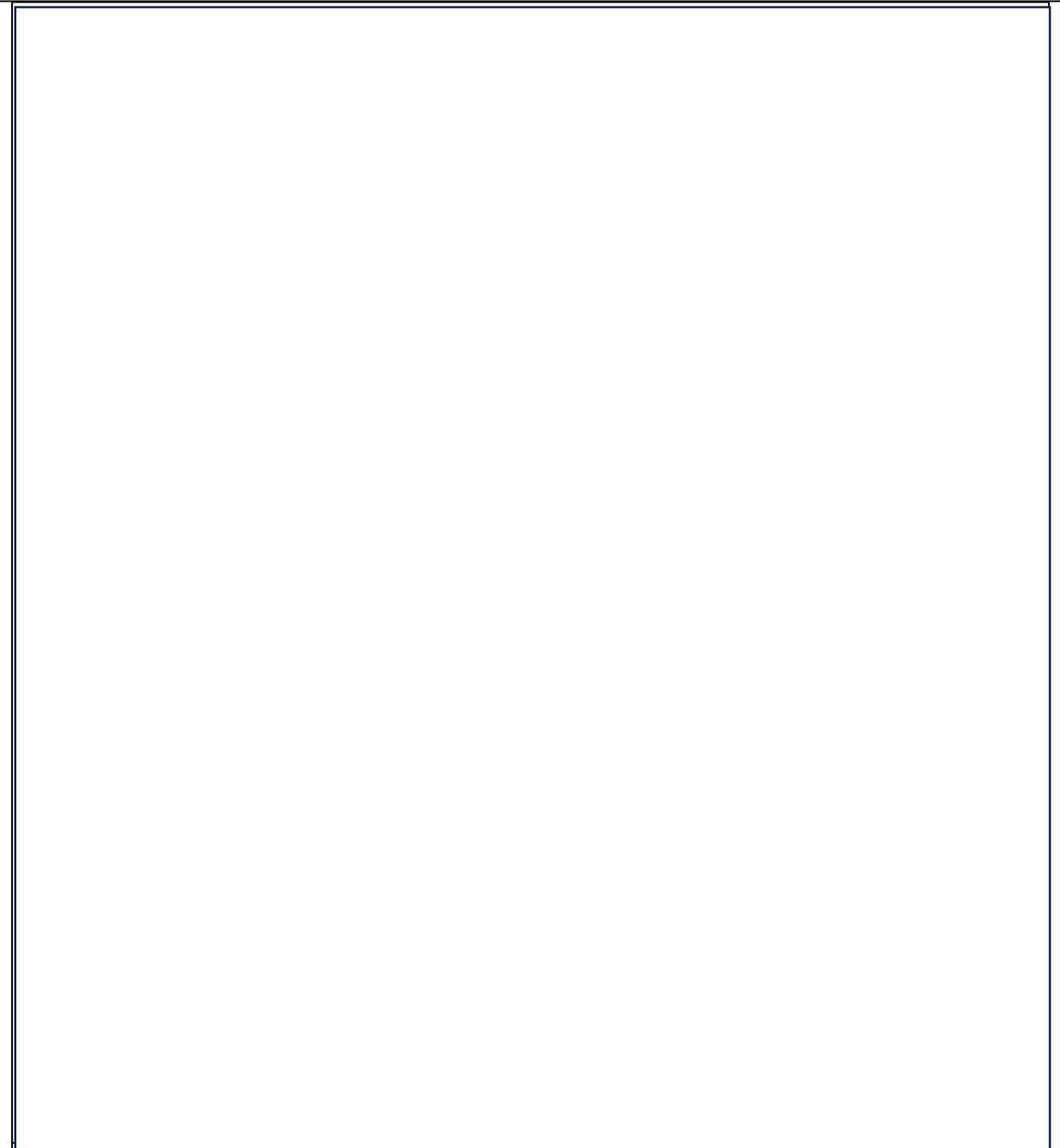


图 9-1-4 本项目 AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置结构图

本项目 6 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加速管正常工作时，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。电子加速器屏蔽防护主要包括两个部分，一个是下方辐照室，另一个是与主机钢筒相连的真空机组室。辐照室设有升降平台，只有升降平台降下才能打开辐照室，该部分设置联锁，只有关机状态下才能降下升降平台。真空机组室设有检修防护门，检修门设置联锁，只有关机状态下才能打开检修门。辐照室升降平台、真空机组室的开启和关闭都由手动操作依靠液压系统完成（真空机组室门仅在停机检修期间人员进入维护），辐照室升降平台为电动控制通过地面轨道滑动开启和关闭（升降平台可将辐照室下边屏蔽体全部降下，方便人员进入辐照室内进行穿薄

膜)。

(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。

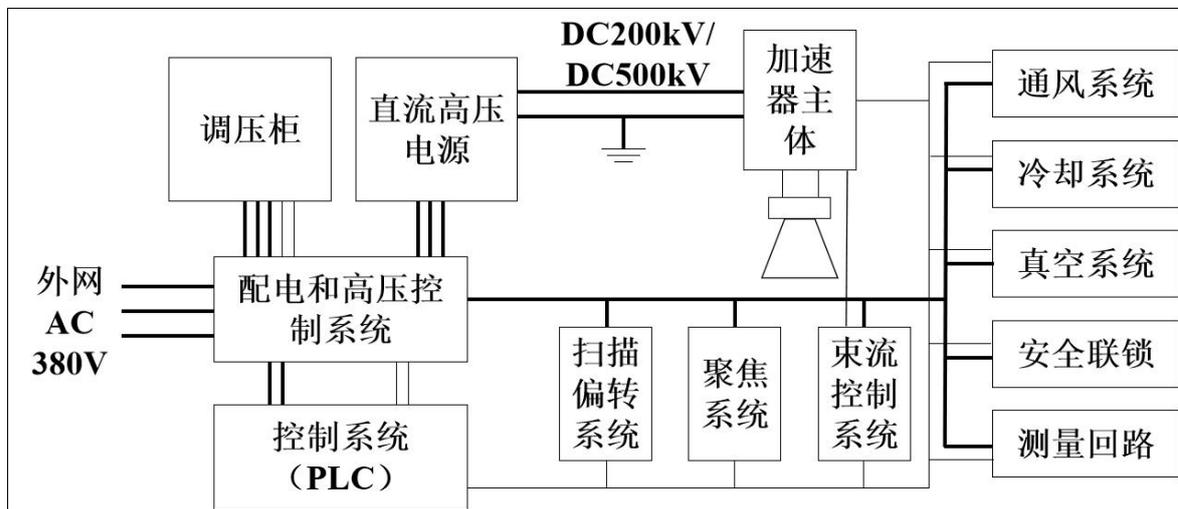


图 9-2 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置系统结构图

二、工作原理及工作流程

(一) 工作原理

(1) 电子加速器工作原理

电子加速器由加速器主体、辅助装置、高压电源、控制系统构成。加速器主体由加速器钢筒、电子发射及加速系统、真空系统、扫描系统、屏蔽体等构成。

电子加速器工作时，高频振荡器的电子管、高频变压器和高频电极及其对钢筒、主体之间形成的电容组成一个高频振荡电路，它在两个射频电极之间产生 190KV 以上的高频电压。这一高频电压通过射频电极与主体上的耦合环之间的电容和主体上的整流盒组成并联耦合串联升压系统，在高压电极上产生极高的负直流高压。电子枪发出的电子流在负直流高压的作用下通过加速管时被加速，成为高能电子。高能电子出加速管后经

过聚焦和磁扫描器在水平方向进行扫描，然后穿出钛窗对产品进行辐照加工。

(2) 膜胚辐照交联工作原理

辐照交联是利用微波电磁场加速电子，带电粒子从加速器的真空区被引出后射向辐照室中的待辐照产品。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高能电子束轰击膜胚，使膜胚聚合单体、聚合物产生引发聚合、交联、接枝及裂解等效应，从而使原来的线性分子结构变成三维网状的分子结构而形成交联，改变其物理性能，增加机械强度，交联后的高聚物其绝缘性、耐高温性、抗张强度等均提高，进而提高其整体技术指标。

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。

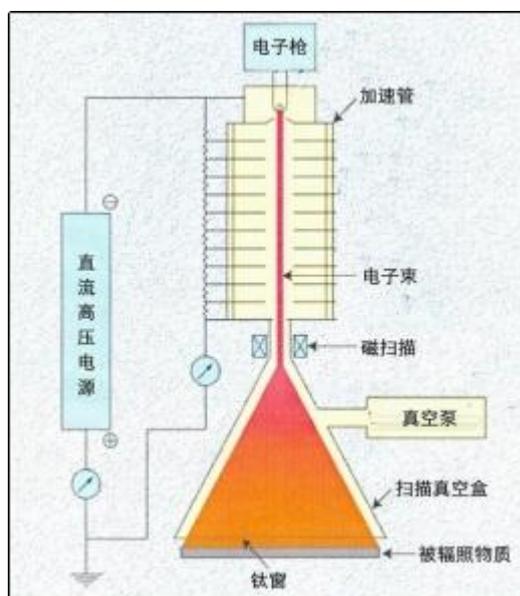


图 9-3 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置工作原理示意图

(二) 工作流程及产污环节

本项目工作流程及产污环节见图 9-4-1 及图 9-4-2。具体工作流程及产污环节如下：

(1) 开机前准备工作流程

①开机前检查设备状态，包括：检查送、排风系统是否正常；钢筒气压正常、钛箔无污染、束流挡板正常；绝缘气体系统、冷却水系统是否正常；供电系统及安全连锁系统是否完好；冷却水泵工作是否正常、水压水温是否正常；设备配备的辐射安全防护设施是否配备完好正常，并做好相应记录。

②开机前工作人员在加速器周围巡查，确认无其他无关人员停留后，加速器才能正常启动。设备检维修工作由生产厂家负责，企业不负责检维修工作。

③加速器运行前还必须开启以下设备：透镜电源、扫描电源、驾驭电源、并工作在调试给出的数值上，钢筒风扇、钛窗风机和靶室冷却水打开，加速器钢筒和辐照室安全盒复位、门关闭，光电开关联锁保护动作，各联锁指示灯均变绿。

(2) 薄膜辐照改性工艺流程

①第一次开机时，加速器升降平台降下，工作人员从辐照室穿膜以膜胚的形式通过辐照设备的薄膜进口，由工作人员进入辐照室通过滚轮引到膜胚从出口穿出，将升降平台升起，关闭辐照室。更换薄膜规格需按上述步骤重新穿膜，运营后膜胚连续进入辐照设备内。

②根据辐照工艺要求，设定加速器运行参数，调整束下传输装置传输速度，待辐照的膜胚放置于传输系统上，调整收、放系统的位置。

③启动加速器电源，开启传输系统运行开关，膜胚通过放卷系统经滚筒通过薄膜入口进入辐照室接受辐照处理，收卷系统进行产品收放，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、臭氧（O₃）、氮氧化物（NO_x）等废气以及噪声。

④辐照后的薄膜从装置下端的薄膜出口传出，收卷辐照后的薄膜。

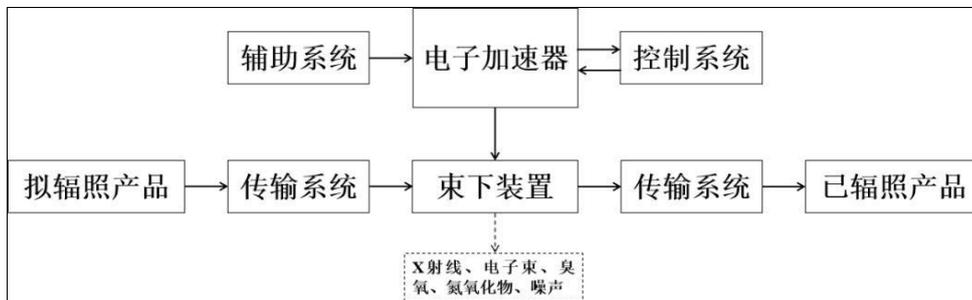


图 9-4-1 本项目辐照加工工艺流程和主要产污环节流程图

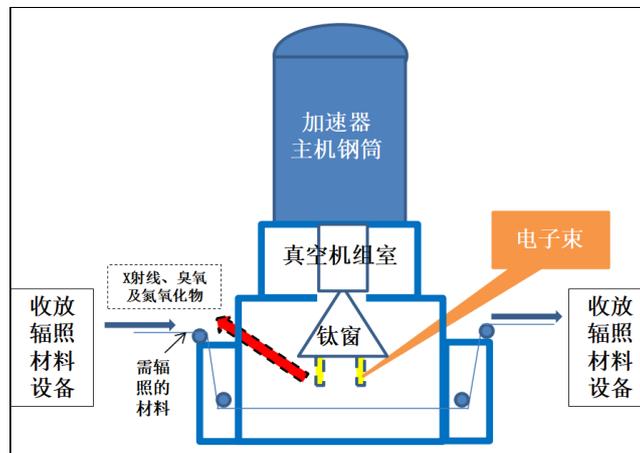


图 9-4-2 本项目辐照加工工艺流程和主要产污环节示意图

三、人员组成及工作负荷

本项目 6 台自屏蔽电子加速器辐照装置均为在线全自动运行装置，生产期间每 1 名辐射工作人员可承担同车间同侧 3 台装置值守工作，工作期间主要位于控制柜正面的操作位处进行巡视操作。公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员，负责本项目电子加速器辐照装置操作，采取三班制的工作方式，每班 2 名辐射工作人员，每人负责 3 台装置的值守工作，每班工作 8 小时，值守巡视时在每台装置操作位工作时间保守按 160 分钟计算（人员移动时间忽略不计），年工作 250 天，则本项目每名辐射工作人员年工作时间约为 2000h，每台电子加速器辐照装置年开机总时间约为 6000h。

污染源项描述

1、辐射污染源

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，电子束打在机头及其他高Z物质时会产生高能X射线，其贯穿能力极强，会对辐照室周围环境辐射造成辐射污染。

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。因此，在加速器开机辐照期间，X射线辐射为项目主要的污染因素。

本项目拟使用装置根据厂家无锡爱邦辐射技术有限公司提供的资料，EPD0.2-50 型装置最大能量为 0.2MeV，最大束流强度为 50mA；AB0.5-80 型装置最大能量为 0.5MeV，最大束流强度为 80mA。

参考《辐射防护导论》（方杰编）图 3.3（P71）及NCRP51 号报告图E.1（P95），0.2MeV入射电子在距靶 1m处 90°方向的X射线发射率保守取 $0.01\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，0°方向上的X射线发射率保守取 $0.001\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中表A.1，0.5MeV入射电子能量 90°方向的X射线发射率取 $0.07\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，0°方向上的X射线发射率取 $0.008\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

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

本项目加速器冷却水循环装置使用去离子水，对加速器零部件进行循环冷却，冷却水设备内循环，不外排。

加速器开机过程中，产生的X射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。其中，臭氧的危害大，产额高，毒性大，而氮氧化物的产率仅为臭氧产率的三分之一，因此，在考虑有害气体的影响时主要考虑臭氧及氮氧化物的影响。加速器辐照室在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧在常温下可自行分解为氧气。

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。本项目拟配备 6 名辐射工作人员，每名人员生活用水约 50L/d，年工作按 250 天计，则辐射工作人员生活用水量为 75t/a，污水产生系数取 0.8，则生活污水产生量约 60t/a。生活垃圾按每人每天 0.5kg计，产生量约为 750kg/a。辐照过程中产生的废薄膜，与生产过程产生的不合格薄膜一起收集后进行资源化回收利用。

加速器在运行过程中风机产生的噪声较小，对周围环境几乎无影响，因此噪声不作為本项目的主要污染评价因子。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局、分区

本项目拟配置的 6 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。加速器周围布置高频振荡器、控制柜等辅助设施。1~3#、6#装置控制柜拟设于各装置东侧，4~5#装置控制柜拟设于各装置西侧。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。加速器工作前，设备操作人员站立控制柜前设置各个系统相应参数，加速器正常出束时，辐照室内及二层设备平台均无人员停留。

公司拟将 1~6 号自屏蔽电子加速器辐照装置（包括一层辐照室和二层平台）划为控制区，运行时任何人员无法进入；拟将 1~6 号装置周围相邻的区域（含加速器控制柜、震荡柜）中除控制区外的区域划为监督区。由于多层共挤热收缩膜生产车间为开放工作场所，有部分非辐射工作人员，考虑到非辐射工作人员可能受到非必要的附加照射，将监督区外延 10m（监督区和控制区划分如图 10-1-2），即 1~3 号装置周围 43.5m×15m 的区域（含加速器控制柜、震荡柜）、4~6 号装置周围 43.5m×15m 的区域（含加速器控制柜、震荡柜）。外延后，监督区东侧利用现有车间墙体，其他方向监督区设置采用 2m 高的简易墙进行物理隔断（拟对加速器采取的物理隔断设置情况示意照片见图 10-1-1），简易墙围成区域为封闭区域，设置专门的门，钥匙由当班辐射工作人员保管，同时设地面警戒线及监督区标牌，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。

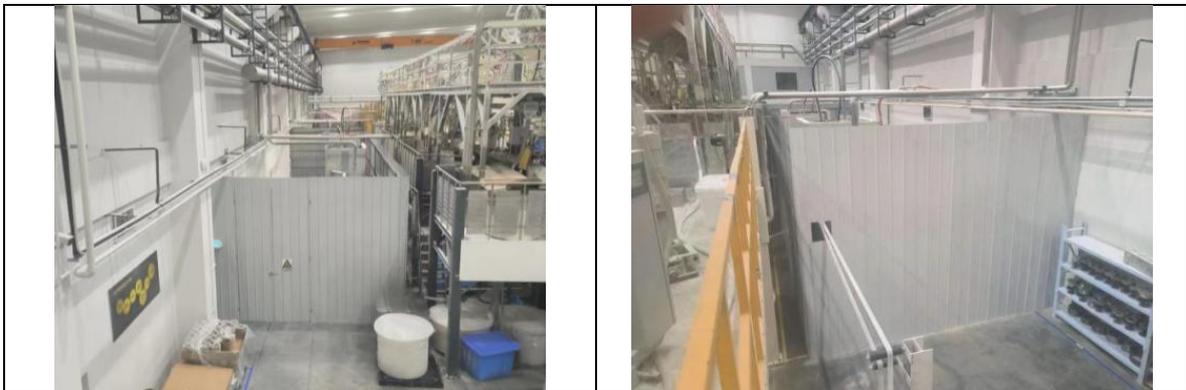


图 10-1-1 建设单位拟对加速器采取的物理隔断设置情况示意照片

本项目布置、分区示意图见图 10-1-2。



图 10-1-2 本项目平面布置、分区示意图

二、辐射防护屏蔽设计

加速器自屏蔽防护系统的屏蔽材料均采用多层钢板组合拼接结构，门与墙板、各钢板交接处设计为阶梯接口，各管道进出口、风口、薄膜进出口均设计为迷道式。根据厂家提供的资料，本项目工作场所辐射防护屏蔽设计情况见表 10-1 及表 10-2。

表 10-1 EPD0.2-50 加速器（1 号、2 号装置）自屏蔽防护系统屏蔽参数表

--

表 10-2 AB0.5-80 加速器（3 号~6 号装置）自屏蔽防护系统屏蔽参数表

--

三、工作场所辐射安全与防护措施

本项 6 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。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.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.控制柜均设计有一个紧急停机按钮，当紧急情况发生时，触发急停按钮，加速器立即断开高压，停止出束。

3.6 台装置均设有门机联锁，加速器真空室检修防护门均与加速器束流控制和加速器高压联锁，当任一门打开时，自屏蔽电子加速器辐照装置不能开机出束，如果自屏蔽电子加速器辐照装置运行中门被打开则电子加速器辐照装置应自动断开高压；辐照室设有升降平台，只有升降平台降下才能打开辐照室，该部分设置联锁，只有关机状态下才能降下升降平台；同时装置辐照室顶部均设有围栏，在围栏爬梯上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。

4.6 台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.装置辐照室顶部均设计有工作状态指示灯，与电子加速器联锁，包括设备运行状态及设备停机状态指示，用于开机前对加速器周围人员的警示。监督区入口门上方拟设置显示电子加速器装置运行状态的工作状态指示灯，监督区边界拟粘贴电离辐射警示标识及中文警示说明，并在监督区入口处设立表明监督区的标牌。

6.6 台装置均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 个检测探头，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.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.拟将 1~6 号自屏蔽电子加速器辐照装置划为控制区,运行时任何人员无法进入;拟将 1~3 号装置周围 43.5m×15m的区域(含加速器控制柜、震荡柜)、4~6 号装置周围 43.5m×15m的区域(含加速器控制柜、震荡柜)中除控制区外的区域划为监督区,拟在监督区东侧利用现有车间墙体,其他监督区边界设地面警戒线,运行时无关人员不得进入。

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。

三废治理

1.废水

本项目工作人员产生的生活污水接入市政污水管网由吴江区芦墟污水处理厂处理。

2.废气

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。

每台加速器辐照室设置机械通风系统,室内排风口位于辐照室近地面,加速器运行期间及停机后一段时间通风系统一直保持运行,辐照室内保持负压状态,臭氧、氮氧化物不会泄漏至车间内,室内臭氧、氮氧化物可通过通风系统排出辐照室,然后通过排气管道排入车间外大气中迅速扩散,外排放口高于本厂房建筑楼顶。排放的气体经自然分解和稀释后,对环境影响较小。

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。

3.固体废物

本项目工作人员产生的生活垃圾分类收集后,将交由城市环卫部门处理,对周边环境影响较小。辐照过程中产生的废薄膜,与生产过程产生的不合格薄膜一起收集后进行资源化回收利用。

加速器在运行过程中风机产生的噪声较小,对周围环境几乎无影响,因此噪声不作为本项目的主要污染评价因子。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 6 台自屏蔽电子加速器辐照装置均通过自带屏蔽体进行屏蔽防护，为制式一体化产品，整体到货安装，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《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）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

一、辐射环境影响分析

(一) 计算模式选择

本项目拟采用最大能量及最大束流进行预测。本项目电子加速器辐照装置的辐照室均拟设于装置底部，装置从上至下依次为加速器钢筒、真空室及辐照室，为立式电子加速器辐照装置。

加速器开机运行时，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，被辐照的靶材料有辐照室底部（钢板）及辐照产品（产品膜）。因在以上几种轰击物质中钢板Z值最大，X射线发射率最高，本项目选取辐照室底部钢板为轰

击靶来进行辐射防护评价。

由于6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，因此本次项目主屏蔽体四周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，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。为简化计算，主屏蔽体顶部辐射防护屏蔽评价，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射线对主屏蔽体顶部考察点的影响。为安全起见，105°到180°方向的发射率常数保守取90°方向的发射率常数。

本项目中同型号装置的技术参数和屏蔽参数均相同，因此计算过程分别按两种型号进行预测。

本项目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）附录A中提供的计算模式及相关参数计算。

屏蔽体外剂量预测可参考以下公式：

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

$$B_X = 10^{-\left\{1 + \left[\frac{S-T_1}{T_e}\right]\right\}} \quad (\text{公式 11-2})$$

式中： H_M ：屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

D_{10} ：辐射源距离标准参考点1m处的吸收剂量率， Gy/h ；

d ：X射线源与关注点的距离， m ；

B_X ：屏蔽墙对X射线的屏蔽透射比；

T_1 、 T_e —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， T_e 取值参考附录A表A.3；

S ：屏蔽体的厚度， mm ；

D_{10} —距离X射线辐射源1m处的吸收剂量率， Gy/h ；

$$D_{10} = 60 \times Q \times I \times f_e \quad (\text{公式 11-3})$$

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

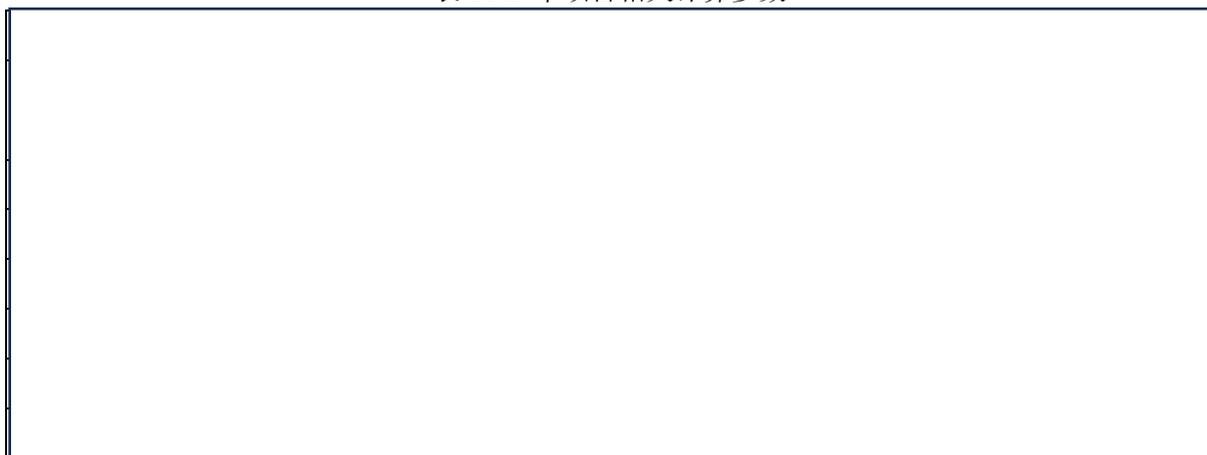
I ：电子束流强度， mA ；

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。

本项目两种型号的自屏蔽电子加速器辐照装置，参考《辐射防护导论》（方杰编）

图 3.3 (P71), 0.2MeV入射电子在距靶 1m处 90°方向的X射线发射率取 $0.01\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, 0°方向上的X射线发射率取 $0.001\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》中表A.1, 0.5MeV入射电子能量 90°方向的X射线发射率取 $0.07\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, 0°方向上的X射线发射率取 $0.008\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。本项目相关计算参数见表 11-1。

表 11-1 本项目相关计算参数



(二) EPD0.2-50 型自屏蔽电子加速器辐照装置主屏蔽体屏蔽影响分析

(1) 辐照室屏蔽计算结果

本项目EPD0.2-50 型自屏蔽电子加速器辐照装置基本参数见表 11-1, 代入公式 11-3 进行修正后 $D_{10}(90^\circ)=15\text{Gy/h}$, $D_{10}(0^\circ)=2.1\text{Gy/h}$ 。根据《辐射防护导论》(方杰编)图 3.25 (P105), 0.2MeV电子 90°方向等效入射电子能量约为 0.14MeV。查《辐射防护导论》(方杰编)图 3.23 (P103)、图 3.24 (P104), 钢对电子能量 0.2MeV的第一个十分之一值层厚度 $T_1=1.3\text{cm}$, 平衡时的十分之一值层厚度 $T_e=1.3\text{cm}$, 铅对电子能量 0.2MeV的第一个十分之一值层厚度 $T_1=0.16\text{cm}$, 平衡时的十分之一值层厚度为 0.16cm; 钢对电子能量 0.14MeV的第一个十分之一值层厚度 $T_1=0.9\text{cm}$, 平衡时的十分之一值层厚度 $T_e=0.9\text{cm}$ 。铅对电子能量 0.14MeV的第一个十分之一值层厚度 $T_1=0.1\text{cm}$, 平衡时的十分之一值层厚度为 0.1cm。本项目EPD0.2-50 型计算点位示意图见图 11-1。

由表 11-2 可知，本项目EPD0.2-50 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 $0.160\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ/T 141-2002）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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的要求。

（2）加速器真空室四周屏蔽影响分析

本项目EPD0.2-50 型自屏蔽电子加速器辐照装置真空室位于辐照室上方，其辐射影响主要考虑加速器辐照室顶部透射线对真空室外参考点的辐射影响，即初级 X 射线经辐照室顶部屏蔽后对参考点的影响，依然采用公式（11-1）计算。

为简化计算，考虑主屏蔽体内与入射电子束成 105° 到 180° 方向的韧致辐射初级X射线经过辐照室顶部屏蔽后对周围参考点的影响。为安全起见， 105° 到 180° 方向的发射率常数保守取 90° 方向的发射率常数。

根据上述的计算公式及有关参数，真空室四周的屏蔽核算结果见表 11-3。

表 11-3 EPD0.2-50 型加速器真空室对 105° 到 180° 方向韧致辐射初级X射线屏蔽效果核算表

--

由表 11-2 可知，本项目EPD0.2-50 型自屏蔽电子加速器辐照装置真空室外参考点处的辐射剂量率均小于 $0.001\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ/T 141-2002）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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的要求。

(3) 加速器钢筒四周屏蔽影响分析

本项目加速器钢筒内的辐射场主要由三部分叠加：①主屏蔽体内的 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，通过主屏蔽体顶上的孔洞直接照射入加速器钢筒内形成的散射辐射场；②辐照室内与入射电子束成 105°到 180°方向的韧致辐射初级X射线，经过辐照室顶部不完全屏蔽的贯穿辐射场；③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器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 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（主屏蔽体顶和加速钢筒）后，对加速钢筒外的环境影响很小。

对于加速器主体束流加速系统内的束流损失，当加速管内真空度良好的时候，可以忽略不计，根据厂家提供材料，即使在不利工况下，束流损失最大不超过 0.5mA，最大束流损失点能量为 0.1MeV，查NCRP51号报告，对于 0.10MeV能量电子束，其 90°方向X射线发射剂量率常数保守取为 $0.01\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{min}$ ，由于电子是打在铁靶上，这里X射线发射率 90°方向的修正系数为 0.5。当束流强度为 0.5mA时，根据公式真空腔及真空系统距离X射线辐射源 1m处的标准参考点的吸收剂量率为： $D_{10}(90^\circ) = 60 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.5 = 0.15\text{Gy/h}$ 。0.1MeV电子在侧向屏蔽能量取相应等效能量为 0.07MeV，根据《辐射防护导论》（方杰主编）0.07MeV能量电子束对铁的十分之一值层约为 0.4cm。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。

表 11-4 EPD0.2-50 型加速器钢筒屏蔽效果核算表

--

由表 11-4 可知, 本项目 EPD0.2-50 型自屏蔽电子加速器辐照装置钢筒外参考点处的辐射剂量率最大值约为 $0.179\mu\text{Sv/h}$, 能够满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ/T 141-2002) 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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的要求。

(三) AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置主屏蔽体屏蔽影响分析

(1) 辐照室屏蔽计算结果

本项目 AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置基本参数见表 11-1, 代入公式 11-3 进行修正后 $D_{10}(90^\circ) = 168\text{Gy/h}$, $D_{10}(0^\circ) = 26.88\text{Gy/h}$ 。

根据《辐射防护导论》(方杰编) 图 3.25 (P105), 根据外推法, 拟合得出 0.5MeV 电子 90° 方向等效入射电子能量约为 0.3MeV 。参考《辐射防护导论》(方杰编) 图 3.23 及图 3.24 (P103-P104), 钢对电子能量 0.5MeV 的第一个十分之一值层厚度 $T_1 = 3.2\text{cm}$, 平衡时的十分之一值层厚度 $T_e = 3.2\text{cm}$; 钢对电子能量 0.3MeV 的第一个十分之一值层厚度 $T_1 = 2.2\text{cm}$, 平衡时的十分之一值层厚度 $T_e = 2.2\text{cm}$ 。

本项目 AB0.5-80 型计算点位示意图见图 11-2。

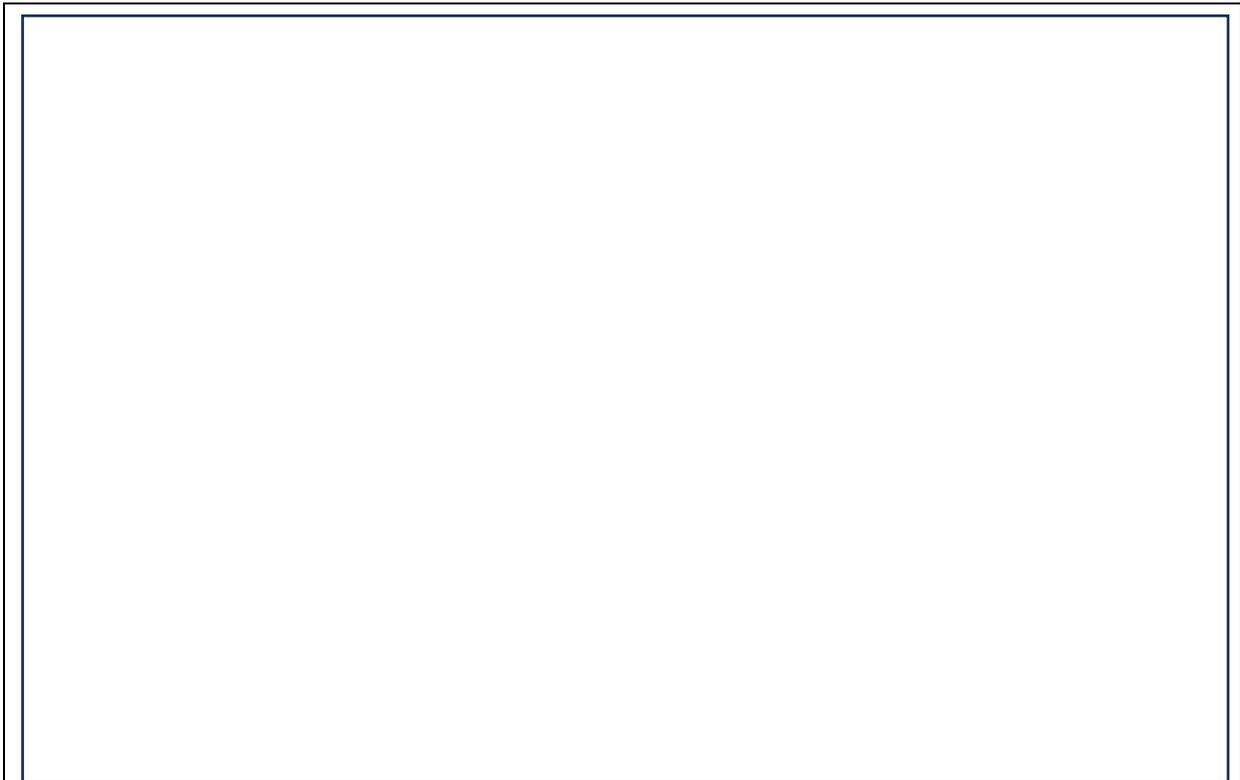


图 11-2 本项目AB0.5-80 型计算点位示意图

将相关参数代入公式 11-1，本项目AB0.5-80 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 11-5：

表 11-5 AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室屏蔽效果核算

参数	东侧 (A2)	南侧 (B2)	西侧 (C2)	北侧 (D2)	底侧 (E2)
S(mm)	280 钢板	290 钢板	280 钢板	290 钢板	440 钢板
T_l (cm)	2.2	2.2	2.2	2.2	3.2
T_e (cm)	2.2	2.2	2.2	2.2	3.2
B_x	1.87E-13	6.58E-14	1.87E-13	6.58E-14	1.78E-14
d(m)	1.35	1.00	1.35	1.00	0.35
D_{10} (Gy/h)	168	168	168	168	26.88
H_M (μ Sv/h)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
控制值 (μ Sv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足

注：①d即靶点与参考点之间的距离，均为CAD中直接测量距离+至参考点外 0.05m；

②辐照室顶部位于真空室内，人员无法到达。

由表 11-2 可知，本项目AB0.5-80 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 $<0.001\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ/T 141-2002）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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的要求。

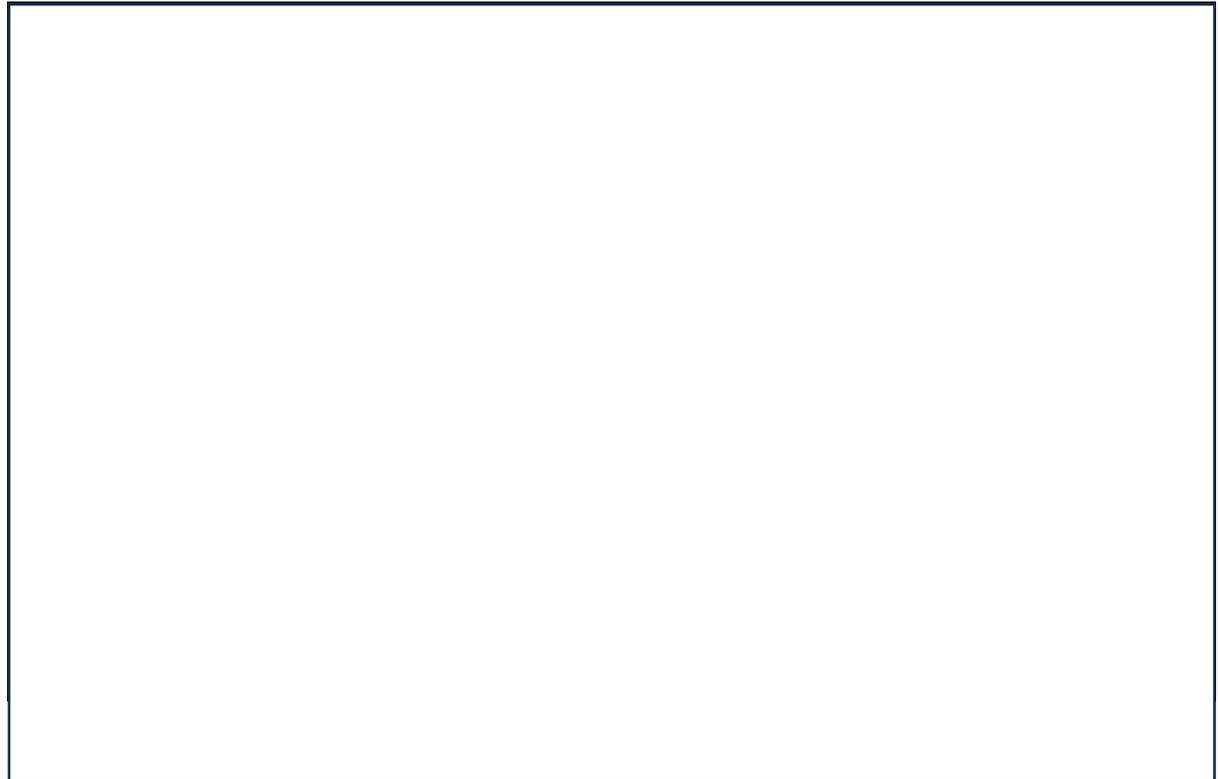
（2）加速器真空室四周屏蔽影响分析

本项目AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置真空室位于辐照室上方，其辐射影响主要考虑加速器辐照室顶部透射线对真空室外参考点的辐射影响，即初级 X 射线经辐照室顶部屏蔽后对参考点的影响，依然采用公式（11-1）计算。

为简化计算，考虑主屏蔽体内与入射电子束成 105° 到 180° 方向的韧致辐射初级X射线经过辐照室顶部屏蔽后对周围参考点的影响。为安全起见， 105° 到 180° 方向的发射率常数保守取 90° 方向的发射率常数。

根据上述的计算公式及有关参数，真空室四周的屏蔽核算结果见表 11-6。

表 11-6 AB0.5-80 型加速器真空室对 130° 到 180° 方向韧致辐射初级X射线屏蔽效果核算表



由表 11-6 可知，本项目AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置真空室外参考点处的辐射剂量率均小于 $0.001\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ/T 141-2002）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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的要求。

(3) 加速器钢筒四周屏蔽影响分析

本项目AB0.5-80型加速管位于加速器钢筒内，本项目AB0.5-80型加速器束流损失最大不超过0.4mA，束流损失点能量为0.15MeV，查NCRP51号报告，对于0.15MeV能量电子束，其90°方向X射线发射剂量率常数保守取为 $0.01\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ ，由于电子是打在铁靶上，这里X射线发射率90°方向的修正系数为0.5。当束流强度为0.4mA时，根据公式真空腔及真空系统距离X射线辐射源1m处的标准参考点的吸收剂量率为： $D_{10}(90^\circ)=60\times 0.01\times 0.4\times 0.5=0.12\text{Gy/h}$ 。0.15MeV电子在侧向屏蔽能量取相应等效能量为0.1MeV，根据《辐射防护导论》（方杰主编）0.1MeV能量电子束对铁的十分之一值层约为0.5cm。加速钢筒辐射防护屏蔽评价，105°到180°方向的发射率常数保守取90°方向的发射率常数，依然采用公式（11-1）计算。

表 11-7 AB0.5-80 型加速器钢筒屏蔽效果核算表

--

由表 11-7 可知，本项目AB0.5-80型自屏蔽电子加速器辐照装置钢筒外参考点处的

辐射剂量率均小于 $0.001\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ/T 141-2002）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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的要求。

（四）天空反散射辐射影响分析

本项目EPD0.2-50 型及AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置上部的辐射剂量率均 $<0.001\mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ/T 141-2002）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 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的要求，因此可不考虑天空反散射影响。

（五）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，由图可知辐照室内 X射线至少经过 3 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。

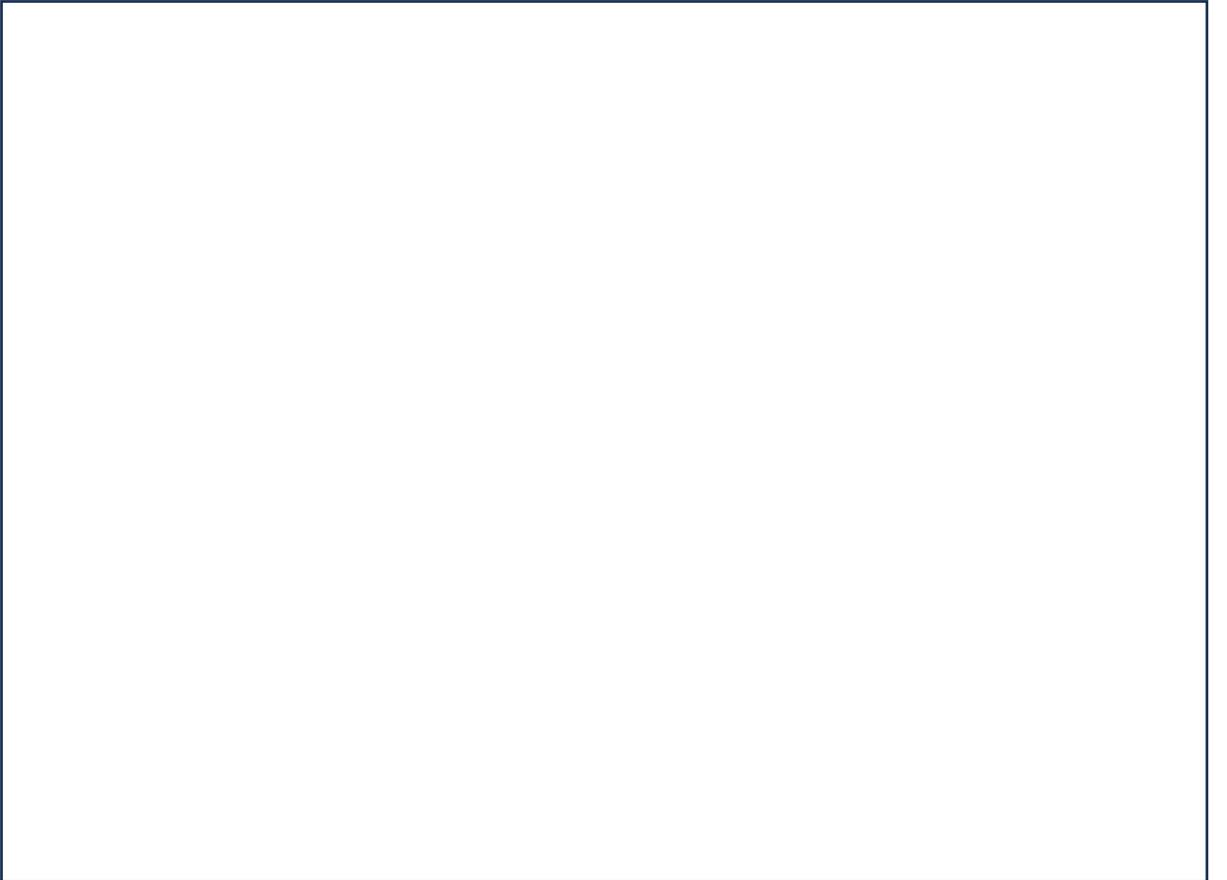


图 11-4 AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置辐照室薄膜出口射线路径示意图

(六) 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，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。

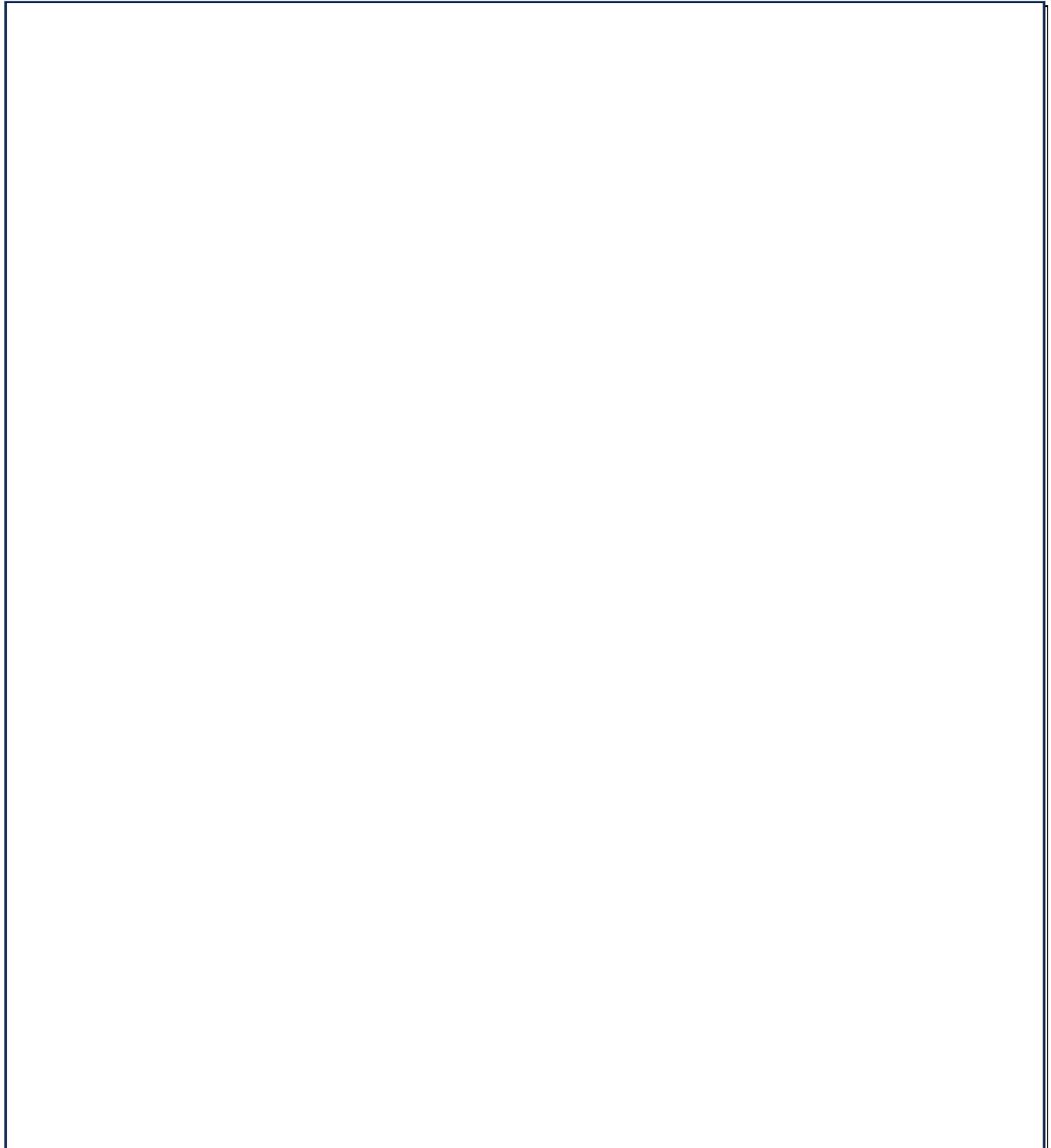


图 11-5-1 EPD0.2-50 型风管穿墙射线路径

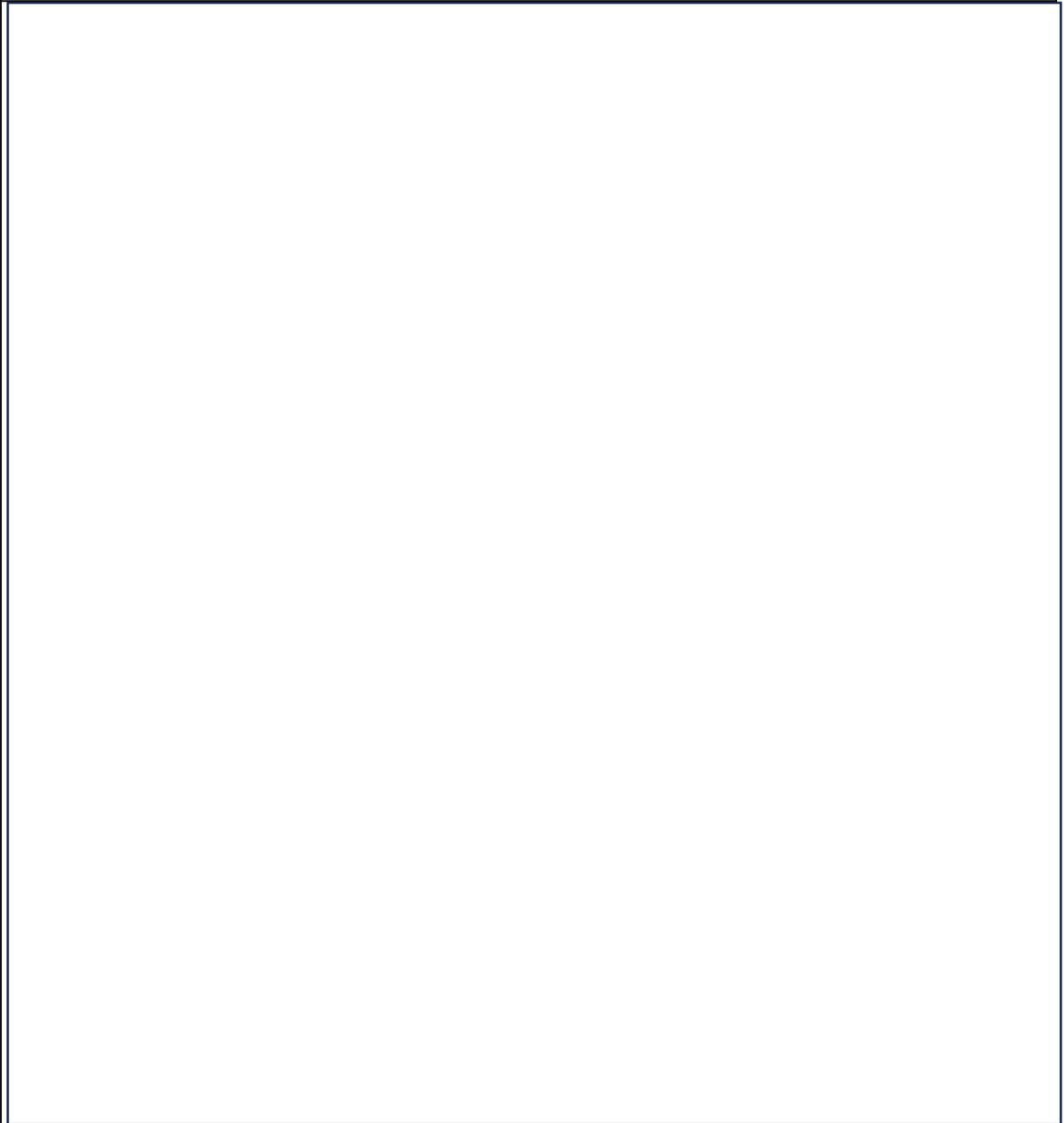


图 11-5-2 AB0.5-80 型风管穿墙射线路径

(七) 臭氧的环境影响分析

(1) 臭氧的产生

本项目 6 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。根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中附录B，臭氧产额估算方法如下：

单位时间（每小时）内电子束生成的 O_3 的量（P）为：

$$P = 45 \times d \times I \times G \quad (\text{公式 11-3})$$

式中： P ：单位时间电子束产生 O_3 的质量，mg/h；

I ：电子束流强度，mA；

d ：电子在空气中的行程，cm，EPD0.2-50 型加速器出束口至底部屏蔽体距离为 20cm，AB0.5-80 型加速器出束口至底部屏蔽体距离为 15cm；

G ：空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 分子数，保守值可取为 10；

由上式计算结果可得，本项目 EPD0.2-50 型加速器所致 O_3 的产生率为 4.5×10^5 mg/h，AB0.5-80 型加速器所致 O_3 的产生率为 5.4×10^5 mg/h。

(2) 辐照室臭氧的平衡浓度

照射时间很长（即照射时间 t 远远大于 O_3 的有效清除时间 \bar{T} ）情况下 O_3 饱和浓度：

$$C_s = \frac{PT_e}{V} \quad (\text{公式 11-4})$$

式中， C_s —辐照室内臭氧平衡浓度，mg/m³；

P —单位时间电子束产生 O_3 的质量，mg/h；

V —辐照室体积，m³；

T_e —臭氧的有效清除时间，h，按公式（11-5）计算。

$$T_e = \frac{T_v \times T_d}{T_v + T_d} \quad (\text{公式 11-5})$$

式中， T_d —臭氧的有效分解时间，h，约 50min（0.83h）；

T_v —辐照室通风换气周期，h；

本项目 EPD0.2-50 型加速器配备 1 台风量 2281m³/h 的风机，辐照室容积约 0.47m³，辐照室换气一次所需最长时间 T_v 约为 0.012min；AB0.5-80 型加速器配备 1 台风量 5468m³/h 的风机，辐照室容积约 1.42m³，辐照室换气一次所需最长时间 T_v 约为 0.016min。将上述参数代入公式 11-4，本项目 EPD0.2-50 型加速器辐照室内臭氧平衡浓度为 191.4mg/m³，AB0.5-80 型加速器辐照室内臭氧平衡浓度为 101.4mg/m³。

本项目加速器长期正常运行期间，室内臭氧达到饱和平衡浓度，根据计算结果可知，辐照室内臭氧平衡浓度大大高于 GBZ 2.1-2019 所规定的工作场所最高容许浓度 0.3mg/m³。因此，当加速器停止运行后，人员不能直接打开辐照室，风机必须继续运行。

(3) 臭氧的排放

关闭电子加速器辐照装置后风机运行的持续时间为：

$$T = -T_e \ln \frac{C_0}{C_s} \quad (\text{公式 11-6})$$

式中， C_0 —GBZ2.1 规定的臭氧的最高容许浓度， $C_0=0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ；

T —为使室内臭氧浓度低于规定的浓度所需时间，h；

代入公式 11-6 计算得出，EPD0.2-50 型电子加速器停机后通风条件下辐照室内臭氧浓度低于规定浓度所需时间为 0.08min，因此建议电子加速器停机后，至少进行 0.08min 通风，再允许关闭风机；AB0.5-80 型电子加速器停机后通风条件下辐照室内臭氧浓度低于规定浓度所需时间为 0.09min，因此建议电子加速器停机后，至少进行 0.09min 通风，再允许关闭风机。实际工作过程中，本项目的电子加速器设备在退高压和完全开启升降平台打开辐照室时间约 1min（退高压已无臭氧产生），在此时间内排风机持续运行，已满足通风时间的要求。

本项目 6 台自屏蔽电子加速器辐照装置顶部均拟设置机械通风装置，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。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。



图 11-6-1 EPD0.2-50 型加速器排风机示意图

图 11-6-2 AB0.5-80 型加速器排风机示意图

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（11-7）进行估算：

$$E_{eff} = \dot{D} \cdot t \cdot T \cdot U \quad (\text{公式 11-7})$$

式中：

E_{eff} —人员年有效剂量， $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；

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

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。

（一）辐射工作人员年有效剂量评价

根据表9中工作负荷内容，生产期间每班2名辐射工作人员，每1名辐射工作人员可承担同车间同侧3台装置值守工作，工作期间主要位于控制柜正面的操作位处进行巡视操作，每班工作8小时，值守巡视时在每台装置操作位工作时间保守按160分钟计算（人员移动时间忽略不计），值守人员不操作时位于加速器附近，年工作250天，则本项目每名辐射工作人员年工作时间约为2000h。

辐射工作人员年有效剂量拟保守取加速器屏蔽体外最大辐射剂量率进行计算。本项目6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见表11-8。

表 11-8 本项目辐射工作人员年有效剂量

--

根据表 11-8 计算结果可知，本项目 6 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 0.716mSv，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。

(二) 公众年有效剂量评价

拟将1~3号装置周围43.5m×15m的区域、4~6号装置周围43.5m×15m的区域中除控制区外的区域划为监督区，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。因此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。

根据剂量率与距离的平方成反比公式可得到各点位的辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (\text{公式11-8})$$

式中：H₁—距射线源点 R₁处的剂量率，μSv/h；

H₂—距射线源 R₂处的剂量率，μSv/h；

R₁—装置屏蔽体外关注点处距射线源的距离，m；

R₂—监督区外各点位距射线源的距离，m。

将有关参数代入公式11-8，估算辐照装置监督区外各点位剂量率，见表11-9。

表 11-9 本项目辐照装置监督区外各点位剂量率预测表

注：R₂按照图10-1进行参考取值，H₁取加速器装置屏蔽体外周围剂量率最大值。

将表11-1~表11-7、表11-9计算结果代入公式（11-7），得到本项目6台自屏蔽电子加速器辐照装置周围公众人员年有效剂量。

根据表 11-10 计算结果可知,本项目 6 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 0.012mSv, 能够满足公众年剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。

(三) 叠加辐射影响分析

本项目1~6号装置均拟建于多层共挤热收缩车间内,评价范围存在重叠区域,并且6台装置可能同时运行,需考虑6台装置剂量叠加影响。生产期间每班2名辐射工作人员,每1名辐射工作人员可承担同车间同侧3台装置值守工作,工作期间主要位于控制柜正面的操作位处进行巡视操作。根据前文计算结果可知,保守将所有操作位处的年有效剂量叠加计算,可得到1~6号装置周围评价范围内辐射工作人员年有效剂量最大约为 $0.716+0.006=0.722\text{mSv}$,周围公众的年有效剂量不超过 $0.012+0.01+4\times 0.001=0.026\text{mSv}$,能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)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。

对于本项目评价范围内的其他公众,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,无需考虑叠加辐射影响。

三、“三废”治理评价

1.废水

本项目工作人员产生的生活污水,接入市政污水管网由吴江区芦墟污水处理厂处理,对周围环境影响较小。

2.废气

本项目 6 台自屏蔽电子加速器辐照装置均采用机械排风,拟从辐照室顶部引出,其中 EPD0.2-50 型加速器配备 1 台风量 $2281\text{m}^3/\text{h}$ 的风机,每小时通风次数超过 4800 次,AB0.5-80 型加速器配备 1 台风量 $5468\text{m}^3/\text{h}$ 的风机,每小时通风次数超过 3850 次,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引至车间外排放，外部排风口拟设于车间顶部外，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 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小。

3.固体废物

本项目工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周边环境影响较小。辐照过程中产生的废薄膜，与生产过程产生的不合格薄膜一起收集后进行资源化回收利用。

公司拟采用低噪声风机，安装于各装置设备平台，并在安装时设置减震抑噪措施，风机产生的噪声较小，对周围环境几乎无影响，因此噪声不作为本项目的主要污染评价因子。

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，工作时人员无法进入辐照室，因此辐照作业的实际情况，可能发生的事故工况如下：

(1) 安全联锁装置或报警系统发生故障的情况下，人员误将正在运行的加速器辐照室门打开，受到误照射。

(2) 工作人员进行检修时，设备安全联锁装置失灵以及自屏蔽体损坏等情况，受到误照射。

2 辐射事故预防措施

为防止事故的发生，公司在购置设备时要注意安全联锁设施的可靠性与稳定性的设计水平，同时加强管理，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) 自屏蔽电子加速器辐照装置操作人员必须严格按照射线装置操作程序进行操作，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射。

(2) 在每次开启自屏蔽电子加速器辐照装置前，严格遵守操作规程，检查各项安全联锁系统，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，发现加速器联锁装置、安全报警系统等存在问题，必须立即维修，坚决不允许“带病”开机运行。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。

(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) 保证工作人员持证上岗，定期进行辐射防护知识教育。

(6) 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，加速器不能开机。

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。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。公司应根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》（原国家环保总局，环发〔2006〕145号）、《江苏省辐射污染防治条例》《江苏省辐射事故应急预案》等要求，辐射事故责任单位或责任人发现辐射事故后，必须立即向所在地生态环境、公安、卫生健康部门报告，并启动本单位辐射事故应急方案，采取必要的先期应急处置措施。在事故发生后1小时内向所在地生态环境和公安部门报告，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部门报告；并在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，造成或可能造成人员超剂量照射的，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

本项目属于使用 II 类射线装置，根据《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，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，并以文件形式明确管理人员职责。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，应对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核，考核不合格的，不得上岗。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》（生态环境部第 57 号公告）的要求，从事辐射工作的人员及辐射防护负责人均应通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核。

苏州天加新材料科技有限公司拟成立辐射安全领导小组，以文件形式明确管理人员职责，并拟根据本项目制定相关文件，明确与本项目相关的辐射安全与环境保护管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入全公司的辐射安全管理工作中。

公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员，辐射防护负责人另行单独配备，辐射工作人员考核类别为电子加速器辐照，辐射防护负责人考核类别为辐射安全管理，辐射工作人员及辐射防护负责人均拟通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护知识及相关法律法规，考核合格后方可上岗。

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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用放射源和射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。

公司拟为本项目制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射安全和防护管理制度、设备维修检修制度、人员培训计划、监测方案等，并在以后的实际工作中对各种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。现对其提出相应的建议和要求：

1) 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，辐射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。

2) 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。

3) 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，重点是对自屏蔽电子加速器辐照装置的安全防护和维修要落实到个人。

4) 设备检修维护制度：明确自屏蔽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，确保加速器的辐射安全设施有效地运转。明确定期对加速器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，确保加速器、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。

5) 人员培训计划和健康管理制：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，辐射安全管理人员、辐射安全防护负责人及所有辐射工作人员均拟通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护知识及相关法律法规，辐射工作人员考核类别为电子加速器辐照，辐射防护负责人考核类别为辐射安全管理，考核合格后方可上岗，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。公司拟对辐射工作人员开展职业健康监护，定期安排其在有相应资质单位进行职业健康体检，并建立职业健康档案。

6) 台账管理制度：建立健全的射线装置使用台账登记制度，并在日常工作中落实到位，对公司加速器的使用时间、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。

7) 监测方案：为了确保辐射安全，公司拟制定相应的监测方案，内容包括：

①明确监测项目和频次；

②拟根据辐射工作人员个人剂量监测数据建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正），在日常检测中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、卫生健康部门调查处理；

③对发生辐射事故处理进行全程监测；

④定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的单位进行监测，发现异常情况的，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；

⑤委托有资质监测单位对本单位的放射源和射线装置的安全和防护状况进行年度检测，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

8) 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.环境监测方案

苏州天加新材料科技有限公司拟根据本项目特点制定如下辐射监测方案：

1) 公司自行对辐射工作场所进行辐射水平监测，并保留记录，监测点位及频次如下表 12-1；

2) 委托有资质的单位定期对项目所在场所周围环境X-γ辐射剂量率进行监测，监测频次不少于 1 次/年；

3) 辐射工作人员开展个人剂量监测（1 次/季），监测数据异常时，及时进行调查，建立个人剂量档案；

4) 如出现外照射事故，将立即采取应急措施，并在 1 小时之内向当地生态环境局报告。

辐射监测方案见表 12-1。

表 12-1 辐射监测方案

检测对象	检测项目		监测周期	监测点位
自屏蔽电子加速器辐照装置	周围剂量当量率	委托有资质的单位进行	a) 首次开展工作时; b) 每年抽检一次; c) 发现个人季度剂量(3个月)可能超过 1.25 mSv; d) 验收监测。	①四周屏蔽体外 5cm 处; ②电缆口、通风口外 5cm 处; ③监督区周围; ④人员操作位(控制柜)处; ⑤评价范围内其他保护目标处。
		建设单位自测	1 次/3 个月	
辐射工作人员	个人剂量监测	委托有资质的单位进行	1 次/3 个月	/

公司拟根据上述监测计划，每年开展年度监测，每次探伤进行日常监测，并进行记录。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，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况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前将上一年度的评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

2.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，苏州天加新材料科技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。

苏州天加新材料科技有限公司拟为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪和 2 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。

辐射事故应急

公司拟根据现有核技术利用项目可能发生的辐射事故风险，制定辐射事故应急处理预案，明确人员职责和应急响应措施。按照《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）等相关规定，辐射事故应急预案拟明确以下几个方面：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急的具体人员和联系电话；
- ③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；

④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；

③ 辐射事故调查、报告和处理程序。

公司拟根据上述要求及本项目特点制定相应的辐射事故应急方案，拟配备辐射和环境监测等应急物资，每年定期开展应急培训和演练（每年不少于1次），形成记录并保存，使应急人员熟悉事故处置程序，有效执行应急响应、协同配合，以提高辐射事故应急处置能力。公司拟根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，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，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主管部门报告；并在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，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政主管部门报告。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

苏州天加新材料科技有限公司位于苏州市吴江区汾湖高新区（黎里镇）灵猴路 7 号。公司拟在多层共挤热收缩膜生产车间内新增 2 台 EPD0.2-50 型自屏蔽电子加速器辐照装置（1 号装置、2 号装置）及 4 台 AB0.5-80 型自屏蔽电子加速器辐照装置（3 号-6 号装置）。

二、产业政策符合性评价

本项目利用自屏蔽电子加速器辐照装置对薄膜产品进行辐照，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的相关规定，本项目属于“鼓励类一六、核能-4. 核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发”，不属于限制类、淘汰类，故本项目符合国家产业政策要求。

三、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。

四、项目选址及布局合理性评价

苏州天加新材料科技有限公司位于苏州市吴江区汾湖高新区（黎里镇）灵猴路 7 号，公司东侧为灵猴路，南侧为厂外道路及岳一科技有限公司，西侧为厂外道路及苏州铁近机电科技股份有限公司，北侧为东胜路。

本项目拟配置的 6 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。加速器周围布置高频振荡器、控制柜等辅助设施。1~3#、6#装置控制柜拟设于各装置东侧，4~5#装置控制柜拟设于各装置西侧。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 1~6 号自屏蔽电子加速器辐照装置划为控制区，运行时任何人员无法进

入；拟将 1~2 号装置周围 9m×5m 的区域（含加速器控制柜、震荡柜）、3~6 号装置周围 14m×5m 的区域（含加速器控制柜、震荡柜）中除控制区外的区域划为监督区，拟在监督区边界设地面警戒线及监督区标牌，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。

五、辐射环境现状评价

本项目拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（50.1~64.2）nGy/h（测点均位于室内），测量结果已扣除宇宙响应值。本项目 3#装置拟建址周围所测点位 γ 辐射空气吸收剂量率略低于江苏省室内环境天然 γ 辐射剂量率，其余所测点位 γ 辐射空气吸收剂量率均位于江苏省环境天然 γ 辐射水平室内评价参考范围（50.7~129.4）nGy/h 区间内。

六、环境影响分析评价

根据理论预测可知，本项目 6 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》（GBZ/T 141-2002）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 2.5 μ Gy/h 的要求，在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，本项目投入运行后辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众年有效剂量限值要求以及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）。

七、“三废”治理评价

公司本次自屏蔽电子加速器辐照装置拟采用机械排风，电子加速器辐照室内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，装置排风口拟接通风管道引至车间外排放，外部排风口拟设于车间顶部外，高于周围其他建筑物；臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小。

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，统一收集后接入市政污水管网由吴江区芦墟污水处理厂处理，对外环境影响较

小。加速器在运行过程中风机产生的噪声较小，对周围环境几乎无影响，因此噪声不作为本项目的主要污染评价因子。

八、辐射安全措施评价

本项目拟设置以下辐射安全措施：①加速器控制柜配备钥匙开关；加速器开机钥匙由专人负责保管；②加速器控制柜、震荡柜、辐照室及二层平台护栏拟各设 1 个紧急停机按钮；③设有门机联锁，真空室检修门、升降平台及辐照室顶部围栏均与束流控制和加速器高压联锁；④加速器装置控制与束下装置的控制拟建立可靠的接口和协议文件；⑤辐照室二层平台拟设计声光报警装置及工作状态指示灯；⑥加速器拟设辐射监测系统与剂量联锁装置，拟设 3 个检测探头；⑦加速器通风系统与控制系统联锁；⑧加速器辐照室东侧醒目位置拟设置电离辐射警告标志；⑨拟将辐照区除自屏蔽电子加速器辐照装置外的区域划为监督区，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。

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。

九、辐射安全管理评价

苏州天加新材料科技有限公司拟设定专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，并以公司内部文件形式明确其管理职责。公司拟制定相应的辐射安全管理制度。本项目拟配备的辐射工作人员及辐射防护负责人在上岗前拟参加并通过辐射安全与防护知识的培训，拟对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并建立职业健康档案和个人剂量档案。

十、辐射防护监测仪器评价

苏州天加新材料科技有限公司拟为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，拟为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，在工作时随身携带，符合要求。

综上所述，本项目选址及布局合理，拟采取的辐射安全与防护措施适当，在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该项目的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，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1.该项目运行中，辐射工作人员应严格遵守操作规程等辐射安全制度，公司应加强对辐射工作人员的操作技能培训和辐射防护安全的宣教。

2.保证各项安全措施及辐射防护设施正常运行，严格按国家有关规定及要求进行操作。

作，确保项目运行安全可靠。

3.定期对辐射工作场所进行检查和监测，及时发现并排除事故隐患。

4.取得本项目环境批复后，应及时申领辐射安全许可证，并按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，在3个月内完成竣工环境保护验收工作，需对环境保护设施进行调试或整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。

辐射污染防治“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	管理机构：公司拟设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，并以文件形式明确管理人员职责。	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应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	/
	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、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	
辐射防护措施	<p>屏蔽措施：</p> <p>EPD0.2-50 加速器：一层辐照室：（南侧和北侧屏蔽体）外侧屏蔽体为 40mm 钢板，内侧屏蔽体为 40mm 钢板+5mm 铅板外包 3mm 不锈钢；（东侧和西侧屏蔽体）屏蔽体由 80mm 钢板组合而成；（底板）屏蔽体由 80mm 厚钢板组合而成，主防护区增加 3mm 铅板；（顶部）由厚度为 75mm 钢板组合而成。二层真空机组室：四周屏蔽体为 40mm 钢板+8mm 铅板外包 3mm 不锈钢；顶部屏蔽体为 40mm 钢板。二层加速器钢筒：加速器钢筒壁厚 30mm，加速器钢筒上顶盖厚 55mm。</p> <p>AB0.5-80 加速器：一层辐照室：（南侧和北侧屏蔽体）外侧为薄膜进出屏蔽体：由两层钢板组合而成，厚度分别为 50mm 和 80mm；内侧屏蔽体：由两层钢板组合而成，厚度分别为 80mm 和 80mm；（东侧和西侧屏蔽体）屏蔽体由四层钢板组合而成，厚度分别为 40mm、80mm、80mm 和 80mm；（底板）主防护屏蔽体由四层钢板组合而成，厚度分别为 40mm、80mm、80mm 和 80mm；次防护屏蔽体厚度由二层钢板组合而成，厚度分别为 80mm 和 80mm；（顶部）由三层钢板组合而成，厚度分别为 60mm、80mm 和 80mm。二层真空机组室四周由两层钢板组合而成，厚度分别为 50mm 和 80mm；</p>	<p>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》（GBZ/T 141-2002）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。</p>	80

	顶部屏蔽体为一层厚度为 100mm 钢板。二层加速器钢筒：加速器钢筒壁厚 60mm，加速器钢筒上顶盖平均厚 40mm。		
辐射安全措施	本项目 6 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电子束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电子束控制柜设计有一个紧急停机按钮；③设有门机联锁，真空室检修门、升降平台及辐照室顶部围栏均与加速器束流控制和加速器高压联锁；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 个检测探头，显示装置设于控制柜上；⑦通风系统与控制系统联锁；⑧拟在监督区边界设地面警戒线及监督区标牌，运行时无关人员不得进入。	满足相关标准中关于辐射安全设施的相关要求。	8
人员配备	拟配备6名辐射工作人员，辐射安全管理人员和辐射工作人员均拟通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗。	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。	1
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	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。	
	辐射工作人员定期（不少于 2 年 1 次）进行职业健康体检，并建立放射工作人员职业健康档案。	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。	
监测仪器和防护用品	监测仪器：拟为本项目配备 1 台辐射巡测仪及 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》对辐射监测仪器的配备要求。	1
辐射安全管理制度	公司拟根据相关标准要求，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	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	5

	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	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。	
三废治理措施	<p>1.废水 本项目工作人员产生的生活污水，接入市政污水管网由吴江区芦墟污水处理厂处理，对周围环境影响较小。</p> <p>2.废气 本项目 6 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。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。</p> <p>3.固体废物 本项目工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周边环境影响较小。辐照过程中产生的废薄膜，与生产过程产生的不合格薄膜一起收集后进行资源化回收利用。</p>	满足相关标准中关于三废治理的相关要求。	5
总计	/	/	100

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。