

核技术利用建设项目

常州市薛巷电讯股份有限公司

新建 1 台自屏蔽电子加速器辐照装置项目

环境影响报告表

常州市薛巷电讯股份有限公司

2024 年 8 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

常州市薛巷电讯股份有限公司

新建 1 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：常州市薛巷电讯股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：武进区横山桥镇星辰村委薛巷村 88 号、88-1 号、88-2 号、88-3 号、88-5 号、88-6 号、88-8 号

邮政编码：213119

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

## 目录

表 1 项目基本概况.....	- 1 -
表 2 放射源.....	- 4 -
表 3 非密封放射性物质.....	- 4 -
表 4 射线装置.....	- 5 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	- 6 -
表 6 评价依据.....	- 7 -
表 7 保护目标与评价标准.....	- 9 -
表 8 环境质量和辐射现状.....	- 13 -
表 9 项目工程分析与源项.....	- 17 -
表 10 辐射安全与防护.....	- 22 -
表 11 环境影响分析.....	- 25 -
表 12 辐射安全管理.....	- 38 -
表 13 结论与建议.....	- 42 -
表 14 审批.....	- 47 -
附图 1 常州市薛巷电讯股份有限公司本项目地理位置图.....	- 48 -
附图 2 常州市薛巷电讯股份有限公司北厂区平面布局及周围环境图.....	- 49 -
附图 3 常州市薛巷电讯股份有限公司 2#车间一 1 层平面布局图.....	- 50 -
附图 4 常州市薛巷电讯股份有限公司 2#车间一 2 层平面布局图.....	- 51 -
附图 5 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置平面布局及分区图.....	- 52 -
附图 6 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置剖面布局及分区图.....	- 53 -
附图 7 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置设计及辐射安全措施图.....	- 54 -
附图 8 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计及计算点位图.....	- 55 -
附件 1 项目委托书.....	- 56 -
附件 2 射线装置使用承诺书.....	- 57 -
附件 3 屏蔽设计参数说明.....	- 58 -
附件 4 本项目辐射环境现状检测报告.....	- 59 -
附件 5 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置参数承诺书.....	- 68 -
附件 6 一般项目《电线电缆、插头电源线、线束技改扩建项目》环评批复复印件.....	- 69 -

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		新建 1 台自屏蔽电子加速器辐照装置项目			
建设单位		常州市薛巷电讯股份有限公司			
法人代表	王建平	联系人		联系电话	
注册地址	武进区横山桥镇星辰村委薛巷村 88 号、88-1 号、88-2 号、88-3 号、88-5 号、88-6 号、88-8 号				
项目建设地点	武进区横山桥镇星辰村委薛巷村 88-6 号 2#车间 1 层南部辐照区				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	1000	项目环保投资（万元）	200	投资比例（环保投资/总投资）	20%
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 <sup>2</sup> ）	519.8
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 用放射性物质		
		<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><b>项目概述</b></p> <p><b>1 建设单位基本情况、项目建设规模及任务由来</b></p> <p><b>1.1 建设单位基本情况</b></p> <p>常州市薛巷电讯股份有限公司成立于 1985 年 04 月 13 日，注册地位于武进区横山桥镇星辰村委薛巷村 88 号、88-1 号、88-2 号、88-3 号、88-5 号、88-6 号、88-8 号。公司目前共有 5 个厂区，包括北厂区、南厂区、西厂区、新厂区、庄平厂区，其中北厂区位于薛巷村 88-6 号，南长区位于薛巷村 88-3 号，西厂区位于薛巷村 88 号、88-2 号及 88-5 号，新厂区位于薛巷村 88-1 号，庄平厂区位于薛巷村 88-8 号。公司主要经营范围包括：电线、电缆制造；电线、电缆经营；机械电气设备制造；机械电气设备销售；塑料制品制造；塑料制品销售；机械零件、零部件加工；有色金属压延加工；喷涂加工。</p>					

公司北厂区一般项目《电线电缆、插头电源线、线束技改扩建项目》环境影响报告表于 2020 年 9 月 18 日取得江苏常州经济开发区管理委员会的批复（见附件 6）。

## 1.2 项目建设规模及任务由来

由于生产检测需要，常州市薛巷电讯股份有限公司拟在薛巷村 88-6 号北厂区 2# 车间 1 层南部辐照区新建 1 台 AB0.8-60/1200 型自屏蔽电子加速器辐照装置，用于对生产的电线电缆进行辐照交联改性。本项目投入运行后，公司计划为本项目配备 3 名辐射工作人员，3 名人员一个班共同操作，每周开机辐照约 40h，加速器年开机运行时间约为 2000h。本项目为公司首次开展核技术应用项目，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	能量 (MeV)	束流 (mA)	射线装置类别	工作场所 名称
1	AB0.8-60/1200 型自屏蔽电子加速器辐照装置	1 台	0.8	60	II	2#车间 1 层南部辐照区

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。受常州市薛巷电讯股份有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环评工作。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

常州市薛巷电讯股份有限公司北厂区位于武进区横山桥镇星辰村委薛巷村 88-6 号，本项目地理位置见附图 1。公司北厂区东侧为星辰村，南侧为红星路、南厂区及常州薛氏电子元件有限公司，西侧为蒋曹路及西厂区，北侧为里巷村、池塘及常州恒干干燥设备有限公司，公司北厂区平面布局及周围环境图见附图 2。

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置拟建于北厂区 2#车间 1 层南部辐照区内，2# 车间南部为一层建筑，北部为两层建筑。辐照区东侧为通道，南侧为 1#车间及厂内道路，西侧为厂内道路、乳化池、配电房、拉丝西车间、辅助用房及蒋曹路，北侧为 2#车间内部区域（包括楼梯间、电梯厅、1 层束丝区及 2 层镀锡区）、厂内道路、

循环水池及粉碎车间，上方无建筑，下方为土层，2#车间 1 层平面布局图见附图 3，2 层平面布局图见附图 4。

根据本项目特点，结合《辐射环境保护管理导则-核技术利用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，确定以本项目自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址边界周围 50m 的范围作为评价范围。根据现场调查分析及附图 2 可知，本项目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加速器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**

本项目为该单位首次开展核技术利用项目。

### **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	II	1台	AB0.8-60/1200型	电子	0.8MeV	60mA	辐照加工	2#车间1层南部辐照区	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	/	/	约 2.5t	约 30t	/	无暂存	排入城市污水管网
生活垃圾	固态	/	/	约 31.25kg	约 375kg	/	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<sup>3</sup>，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<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

**表 6 评价依据**

<p><b>法规 文件</b></p>	<p>(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</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订版), 国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日发布施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修订版), 国务院令第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>(9) 《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</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部公告 2019 年 第 57 号, 2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《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</p> <p>(14) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》, 生态环境部公告 2019 年 第 38 号, 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(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</p>
-------------------------	---

	<p>表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>(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</p>
<p><b>技术 标准</b></p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)</p> <p>(2) 《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》(HJ 61-2021)</p> <p>(5) 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)</p> <p>(6) 《粒子加速器辐射防护规定》(GB 5172-1985)</p> <p>(7) 《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T 25306-2010)</p> <p>(8) 《<math>\gamma</math> 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)</p> <p>(9) 参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)</p>
<p><b>其他</b></p>	<p>报告附件：</p> <p>(1) 项目委托书（附件 1）</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书（附件 2）</p> <p>(3) 屏蔽设计参数说明（附件 3）</p> <p>(4) 本项目辐射环境现状检测报告（附件 4）</p> <p>(5) 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置参数承诺书（附件 5）</p> <p>(6) 一般项目《电线电缆、插头电源线、线束技改扩建项目》环境影响报告表批复复印件（附件 6）</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”，确定以本项目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。

### 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）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加速器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	辐照区	四周	紧邻	3 人	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
公众	通道	东侧	约 34m	流动人员	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
	1#车间	南侧	约 6m	约 20 人	
	厂内道路		约 42m	流动人员	
	厂内道路	西侧	约 7m	流动人员	
	拉丝西车间		约 14m	约 10 人	
	乳化池、配电房、辅助用房		约 8m	流动人员	
	蒋曹路	北侧	约 39m	流动人员	
	楼梯间、电梯厅		约 0.5m	流动人员	
	1 层束丝区及 2 层镀锡区		约 0.5m	约 10 人	
	厂内道路		约 26m	流动人员	
	循环水池		约 31m	流动人员	
	粉碎车间		约 38m	约 6 人	

## 评价标准

### 1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)

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。

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~0.3mSv) 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。

### 2 《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)

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

2.10 加速器产生的杂散辐射、放射性气体和放射性废水等, 对关键居民组中的个人造成的有效剂量当量应低于每年 0.1mSv (10mrem)。

### 3 《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<sup>3</sup>;

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 5 mSv; 公众成员个人年有效剂量限值为 0.1 mSv;

d) 控制区必须设有功能齐全、性能可靠的安全联锁系统和监控、紧急停机开关等设置;

e) 控制区和监督区及其入口处应设置显示电子加速器装置运行状态的灯光信号和其他警示标志。

f) 剂量监测设备、个人剂量计等应配置齐备；

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

#### 4 《 $\gamma$ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）

##### 3.2 电子束辐照装置

按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 $\gamma$ 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 $\mu$ Gy/h。

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

#### 6 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）及《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985），并参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018），确定本项目的管理目标：

（1）本项目职业人员年剂量约束值不大于 **5mSv/a**；公众活动区域相关人员年剂量约束值不大于 **0.1mSv/a**。

（2）本项目装置表面外 5cm 处空气比释动能率应不大于 **2.5 $\mu$ Gy/h**（本项目装置为《 $\gamma$ 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）。

#### 7 参考资料：

《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  $\gamma$  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

常州市薛巷电讯股份有限公司北厂区位于武进区横山桥镇星辰村委薛巷村 88-6 号，本项目地理位置见附图 1。公司北厂区东侧为星辰村，南侧为红星路、南厂区及常州薛氏电子元件有限公司，西侧为蒋曹路及西厂区，北侧为里巷村、池塘及常州恒干燥设备有限公司，公司北厂区平面布局及周围环境图见附图 2。

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置拟建于北厂区 2#车间 1 层南部辐照区内，2#车间南部为一层建筑，北部为两层建筑。辐照区东侧为通道，南侧为 1#车间及厂内道路，西侧为厂内道路、乳化池、配电房、拉丝西车间、辅助用房及蒋曹路，北侧为 2#车间内部区域（包括楼梯间、电梯厅、1 层束丝区及 2 层镀锡区）、厂内道路、循环水池及粉碎车间，上方无建筑，下方为土层，2#车间 1 层平面布局图见附图 3，2 层平面布局图见附图 4。

本项目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加速器拟建址周围评价范围内的公众人员。本项目拟建址及周围环境现状见图 8-1。







本项目拟建址处

图 8-1 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置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： $\gamma$  辐射空气吸收剂量率

监测点位：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 5 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

监测项目： $\gamma$  辐射空气吸收剂量率

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

监测时间：2024 年 7 月 9 日

监测仪器：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：2023.10.17~2024.10.16，检测范围： $1\text{nSv/h}\sim 100\mu\text{Sv/h}$ ，能量响应： $48\text{keV}\sim 4.4\text{MeV}$ ）

天气：晴

温度： $32^{\circ}\text{C}$

湿度：60%RH

监测方法：《环境  $\gamma$  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  $\gamma$  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  $^{137}\text{Cs}$  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，所有监测仪器均经过计量部门检定，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  $\gamma$  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 4。

表 8-1 本项目拟建址及周围环境辐射水平检测结果

测点编号	测点位置描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	加速器拟建址处	57.0	平房
2	加速器拟建址东侧	60.8	平房
3	加速器拟建址南侧	62.4	平房
4	加速器拟建址西侧	58.3	平房
5	加速器拟建址北侧	56.2	平房

注：上表数据已扣仪器宇宙射线响应值。建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子平房取 0.9。

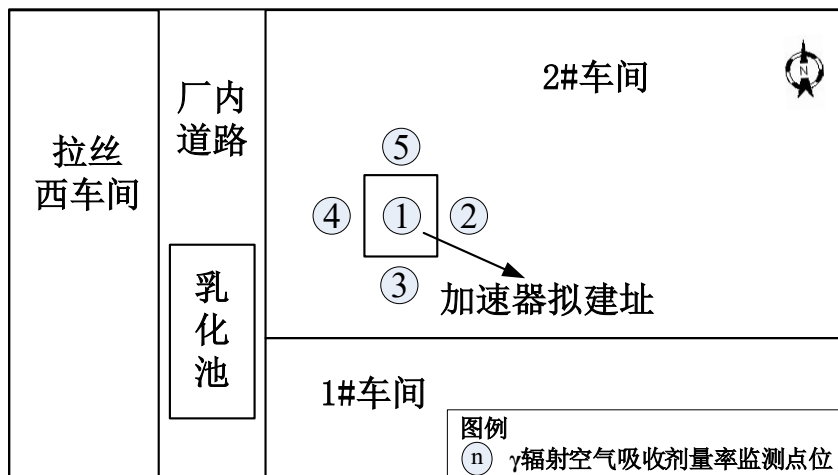


图 8-2 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测点位示意图

## 4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目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内  $\gamma$  辐射水平为（56.2~62.4）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内  $\gamma$  辐射水平为 (50.7~129.4) nGy/h, 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址周围  $\gamma$  辐射水平处于江苏省环境天然  $\gamma$  辐射水平室内测值范围内, 属于正常辐射水平。

## 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

公司因业务发展需要，拟在北厂区 2#车间 1 层南部辐照区内新建一台自屏蔽电子加速器辐照装置，主要用于对公司生产的电线电缆进行辐照加工。公司计划为本项目配备 3 名辐射工作人员，其年开机工作时间约为 2000h。

本项目 AB0.8-60/1200 型自屏蔽电子加速器辐照装置最大能量为 0.8MeV，最大束流强度为 60mA，其技术参数一览表见表 9-1。本项目 AB0.8-60/1200 型电子加速器为立式自屏蔽电子加速器辐照装置，其设备主要包括：水冷却器、加速器钢筒、射频电极、真空室、扫描盒、辐照室、移门、真空室旋转门、产品室、产品室门、二层平台护栏、顶部平台护栏、收放线传输设备等。公司使用的电子加速器结构示意图见图 9-1。本项目被辐照产品为电线电缆，被辐照的电线电缆拟采用连续传输的方式从加速器东侧产品室进入，经过辐照后从东侧产品室传出，加速器运行时电子束朝向装置底部照射。

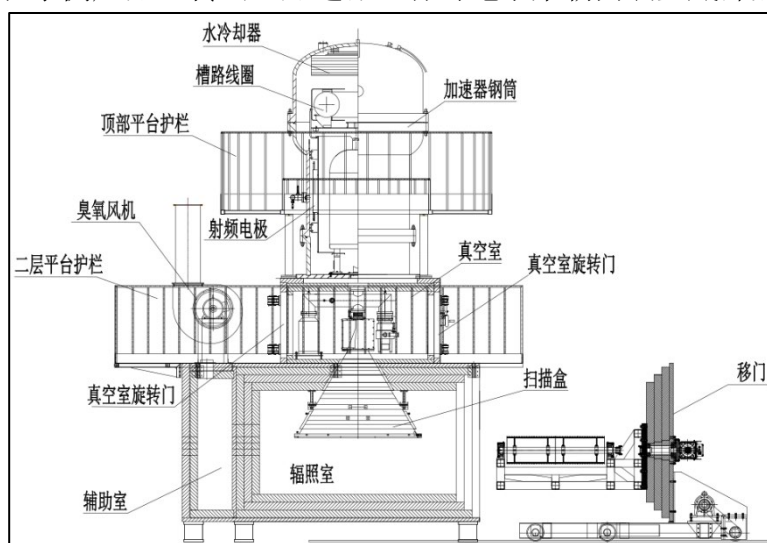


图 9-1 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置结构示意图

表 9-1 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置技术参数一览表

设备厂商	无锡爱邦辐射技术有限公司
产品型号	AB0.8-60/1200 型
主体尺寸	5.27m×4.75m×6.665m
最大电子束能量 (MeV)	0.8
最大电子束流强度 (mA)	60
扫描宽度 (m)	1.2
工作方式	连续

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置主要系统包括：高压控制系统、束流控制系统、真空系统、安全联锁系统、人机交互系统、辅助系统等。系统结构图见图 9-2。

**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。**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。

**真空系统：**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器正常工作时，维持真空的机械泵、分子泵、闸板阀和真空硅等。

**安全连锁系统：**主要包括辐照室的防护门连锁、紧急停机按钮、剂量监测连锁和故障报警指示组成。**主控制器：**主控制器执行数据采集并控制加速器设备各项功能。

**人机界面：**人机界面是台触摸屏面板，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。

**辅助装置的功能：**辅助设备控制主要包括排风机、送风机。排风机主要排除装置内产生的臭氧，送风机主要对加速器引出窗进行冷却。

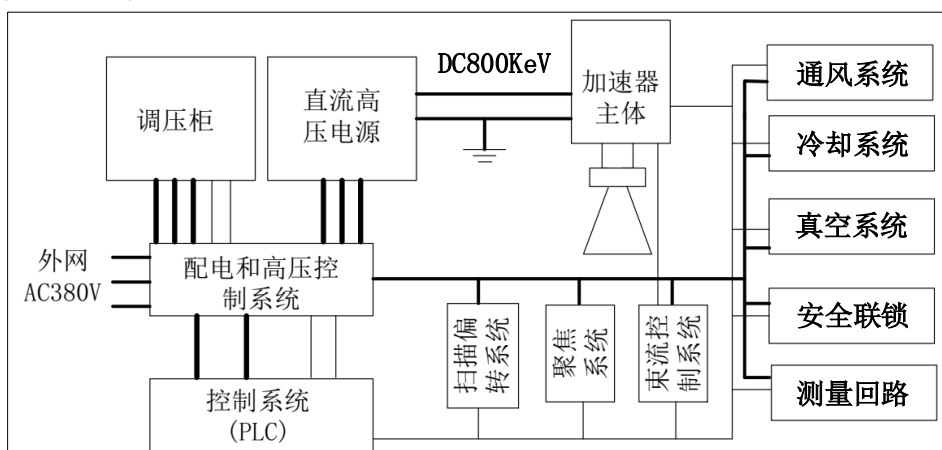


图 9-2 常用电子加速器系统结构图

## 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：首先，将低压工频电能，用高频振荡器变成高频电能，输送给高压发生器；经过高压发生器内高频变压器的作用，变成升压的高频电压；再将此升压的高频电压加在空间耦合电容上，通过该耦合电容分别加到主体上的各个整流盒上，此时每一个耦合环上得到几十千伏的直流高压，由于各级串联，电压叠加，从而在高端获得很高的电压。加速器电子枪中的灯丝产生的电子云，引入到加了高压的加速管，最终形成一定能量的电子束，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。

本项目被辐照的产品为电线电缆。利用电子束辐照可使 PTFE（聚四氟乙烯）分子的碳链发生断裂，导致 PTFE 发生裂解，通过控制辐射剂量并结合研磨或气流粉碎法可制备 PTFE 超细粉；利用电子束辐照高分子材料发生辐射交联反应可改变材料性质，如电线电缆被辐照后，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。

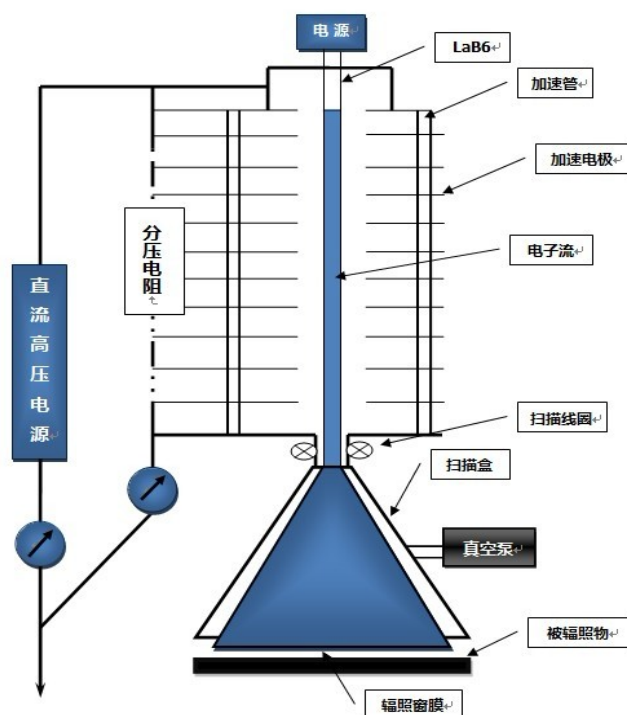


图 9-3 电子加速器工作原理示意图

### 3 工作流程及产污环节

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置辐照的产品为电线电缆，辐照加工工作流程如下，其产污环节示意图见图 9-4。

(1) 将待加工的电线电缆经东侧放线装置输送至装置东侧产品室进线口，固定于传输系统；

(2) 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；

(3) 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，匀速前进进行电线电缆的辐照加工；该环节会产生 X 射线、电子束等辐射影响，O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub> 等废气以及噪声。

(4) 辐照后的电线电缆从装置东侧产品室出线口传出至东侧收线装置。

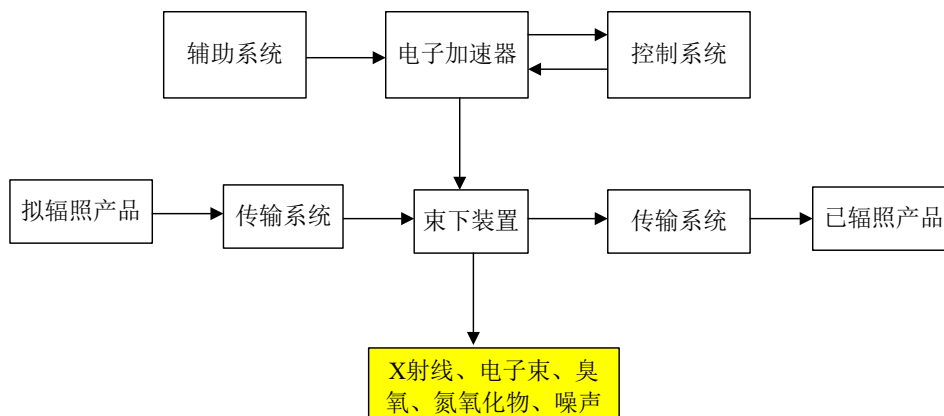


图 9-4 本项目辐照加工工艺流程和主要产污环节图

#### 4 工作机制

本项目投入运行后，公司计划为本项目配备 3 名辐射工作人员，3 名人员一个班共同操作，每天开机辐照约 8 小时，每周开机辐照约 40h，自屏蔽电子加速器辐照装置年开机运行时间约为 2000h。

#### 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。

根据厂家无锡爱邦辐射技术有限公司提供资料（见附件 5），本项目自屏蔽电子加速器辐照装置电子束最大能量为 0.8MeV、最大束流强度为 60mA，参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）表 A.1 数据拟合可得，0.8MeV 入射电子在距靶 1m 处侧向 90°方向的 X 射线发射率为 0.236Gy·m<sup>2</sup>·mA<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>，0° 方向上的 X 射线发

射率为  $0.065\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

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。对于加速器主体束流加速系统内的束流损失，根据厂家无锡爱邦辐射技术有限公司提供资料（见附件 5），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 100pA，最大束流损失点能量为 0.08MeV。

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

技术指标	参数
型号	AB0.8-60/1200 型
最大电子束能量 (MeV)	0.8
最大电子束流强度 (mA)	60
0° 方向的 X 射线发射率 ( $\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )	0.065
90° 方向的 X 射线发射率 ( $\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )	0.236
最大束流损失 (pA)	<100
束流损失点能量 (MeV)	0.08

## 2 非辐射污染源分析

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。

本项目自屏蔽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。

空气在强电离辐射的作用下，会产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。其中臭氧的毒性最大，产额最高，不仅对人体产生危害，同时能使橡胶等材料加速老化。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。

自屏蔽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。

本项目辐射工作人员会产生一定量的生活废水和生活垃圾。本项目拟配备 3 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 37.5t/a，污水产生系数取 0.8，则生活污水产生量约 30t/a。生活垃圾按每人每天 0.5kg 计，产生量约为 375kg/a。



**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**

公司拟在北厂区 2#车间 1 层南部辐照区内建设 1 台自屏蔽电子加速器辐照装置，自屏蔽电子加速器辐照装置的进出料口拟朝向东侧摆放，加速器控制柜及束下控制柜拟设于加速器的西南侧，水冷机组及震荡柜设于加速器西侧，收放线机设于加速器东侧。整个辐照工艺流程流水线为自动运行，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，在收放线机区域进行系统设置、收放电线电缆等工作，本项目自屏蔽电子加速器辐照装置布局合理可行。

公司拟将自屏蔽电子加速器辐照装置（含 2 层及 3 层平台）划为控制区（附图 5、附图 6 中红色阴影区域），在装置表面醒目位置设置电离辐射警告标志，运行时任何人员无法进入；拟将辐照区（45.2m×11.5m）除自屏蔽电子加速器辐照装置外的区域（含东侧收放线机，西南侧加速器控制柜及束下控制柜、西侧水冷机组及振荡柜）划为监督区（附图 5 中蓝色阴影区域），拟在监督区东侧及北侧边界设围栏（南侧、西侧利用现有车间墙体），在辐照区东侧货物进出门及西侧人员进出门设置监督区标牌，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 AB0.8-60/1200 型自屏蔽电子加速器辐照装置拟采用自屏蔽方式。本项目自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计图见附图 8，屏蔽设计参数见表 10-1。

**表 10-1 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计表**

部 位		总屏蔽厚度 (mm)
1	加速器钢筒	四周、顶部、底部
2	真空室	四周、顶部
		底部
3	产品室（采用由内至外的屏蔽设计）	西侧（插入辐照室内）
		东侧、顶部
		南侧、北侧、底部
4	辐照室	四周、顶部、底部
5	辅助室（采用由内至外的屏蔽设计）	南侧（插入辐照室内）
		东侧、西侧、北侧、顶部
		底部

### 3 辐射安全和防护措施分析

为保障本项目安全运行，本项目设计有相应的辐射安全装置和保护措施，见附图7。主要有：

(1) 加速器控制柜上配备钥匙开关，钥匙开关和辐照室移门、真空室旋转门、产品室门联锁。如从控制柜上取出该钥匙，自屏蔽电子加速器辐照装置能自动断开高压，停止出束。该钥匙与一台辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一且只能由运行班长使用。

(2) 加速器控制柜、震荡柜、辐照室南侧及二层平台护栏拟各设 1 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) 自屏蔽电子加速器辐照装置设有门机联锁，辐照室移门、真空室旋转门、产品室门及二层平台人员门均与束流控制和加速器高压联锁，当任一防护门打开时，加速器不能开机出束，如果加速器运行中任一防护门被打开则加速器自动断开高压，停止出束。

(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，束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器自动断开高压，停止出束。

(5) 加速器辐照室二层平台拟设计声光报警装置，用于开机前对人员进行警示。二层平台拟设计工作状态指示灯，并与自屏蔽电子加速器辐照装置联锁，其中红色指示设备处于出束运行状态，绿色表示设备上电待机，黄色表示设备升高压。

(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，用于检测物料进出口、排风口及真空室等处的辐射剂量水平，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) 自屏蔽电子加速器辐照装置通风系统与控制系统联锁，通风系统出现故障时，设备将自动断开高压，停止出束。

(8) 加速器辐照室东侧醒目位置拟设置电离辐射警告标志，警示无关人员勿靠近。

(9) 拟将辐照区（45.2m×11.5m）除自屏蔽电子加速器辐照装置外的区域（含东侧收放线机，西南侧加速器控制柜及束下控制柜、西侧水冷机组及振荡柜）划为监督区，拟在监督区东侧及北侧边界设围栏（南侧、西侧利用现有车间墙体），在辐照区东侧货物进出口及西侧人员进出口设置监督区标牌，运行时无关人员不得进入。

(10) 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置正常运行时，人员无法进入装置内部，故装置内未设置巡检按钮、防人误入装置、急停装置、摄像监控、烟雾报警等措施。

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

加速器在工作状态时，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。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。

公司拟使用的自屏蔽电子加速器辐照装置采用机械排风，进风口及排风口均拟从辐照室北侧引出，并安装一台排风机（风量 8489m<sup>3</sup>/h）和一台进风机（风量 2295m<sup>3</sup>/h），使加速器辐照室内部始终处于负压状态，防止臭氧和氮氧化物溢出。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西侧顶部外，排风口高 15m，高于车间顶部 2m，高于周围其它建筑物。本项目自屏蔽电子加速器装置净体积约为 7.6m<sup>3</sup>，通风换气次数每小时可达 1116 次。

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，安装于装置二层平台，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 生活废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废水和办公垃圾，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

由于公司本项目的自屏蔽电子加速器辐照装置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。设备安装过程中会产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。设备安装期间拟采用低噪声机械设备，控制设备噪声源强；拟设置围挡，削弱噪声传播；严禁夜间进行强噪声作业。建设单位将设备安装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 加速器辐照室四周及顶部屏蔽影响分析

(1) 计算模式选择

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置的最大能量为 0.8MeV，最大束流为 60mA，本项目拟采用最大能量及最大束流进行预测。

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置的辐照室拟设于装置底部，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，电子束出束方向朝下，被辐照的靶材料有传送装置（钢板）、辐照室底部（钢板）及辐照产品（电线电缆等）。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，本项目选取传送装置钢板为轰击靶来进行辐射防护评价。由于自屏蔽电子加速器辐照装置电子束朝下，不直射向四周屏蔽体，因此本次项目评价时四周屏蔽体主要考虑韧致辐射所致、与电子束入射方向呈 90°的韧致辐射初级 X 射线辐射影响，顶部屏蔽体考虑屏蔽体内与入射电子束成 130°到 180°方向的韧致辐射初级 X 射线辐射影响，底部屏蔽体则考虑与电子束入射方向呈 0°的韧致辐射初级 X 射线辐射影响。

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置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。

屏蔽体外剂量预测可参考以下公式：

$$H_M = \frac{B_X D_{10}}{d^2} (1 \times 10^6) \quad (11-1)$$
$$B_X = 10 \left\{ 1 + \left[ \frac{S-T_e}{T_e} \right] \right\}$$

式中： $H_M$ —参考点周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$B_x$ —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；

$T_1$ 、 $T_e$ —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。

$D_{10}$ —距离 X 射线辐射源 1m 处的吸收剂量率，Gy/h；

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

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， $0^\circ$  方向的修正系数  $f_e$  为 0.7， $90^\circ$  方向的修正系数  $f_e$  为 0.5。

由于本项目自屏蔽电子加速器辐照装置电子束固定朝下，不直射向四周外壳，因此辐照室四周及顶部考虑对以垂直地面的电子束轰击钢材料在  $90^\circ$  方向上产生的 X 射线的屏蔽防护，参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）表 A.1 数据拟合可得，0.8MeV 入射电子在距靶 1m 处侧向  $90^\circ$  方向的 X 射线发射率为  $0.236 Gy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ，本项目被辐照的靶材料为钢板， $90^\circ$  方向的修正系数  $f_e$  取 0.5，进行修正后  $Q(90^\circ) = 0.118 Gy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ，则  $D_{10}(90^\circ) = 424.8 Gy/h$ 。

参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）表 A.4 数据拟合可得，0.8MeV 电子  $90^\circ$  方向等效入射电子能量约为 0.58MeV。参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）表 A.2、表 A.3 数据拟合可得到，钢对电子能量 0.58MeV 的第一个十分之一值层厚度  $T_1 = 4.1cm$ ，平衡时的十分之一值层厚度  $T_e = 3.6cm$ 。

对于辐照室底部 E 点，参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）表 A.4 数据拟合可得，0.8MeV 入射电子在距靶 1m 处  $0^\circ$  方向上的 X 射线发射率  $Q(0^\circ) = 0.065 Gy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ，本项目被辐照的靶材料为钢板， $0^\circ$  方向的修正系数  $f_e$  取 0.7，进行修正后  $Q(0^\circ) = 0.0455 Gy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ，则  $D_{10}(0^\circ) = 163.8 Gy/h$ 。参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）表 A.2、表 A.3 数据拟合可得到，钢对电子能量 0.8MeV 的第一个十分之一值层厚度  $T_1 = 4.87cm$ ，平衡时的十分之一值层厚度  $T_e = 4.37cm$ 。

## (2) 计算结果

根据上述公式及有关参数，自屏蔽电子加速器辐照装置主屏蔽体外参考点处辐射剂量

核算结果见表 11-1。计算点位见附图 8。

表 11-1 加速器辐照室屏蔽效果计算

参数	东侧产品 室外 (A1)	东侧 (A2)	西侧 (B)	南侧 (C)	辅助室 北侧 (D)	底部 (E)	顶部 (F)
S (cm)							
T <sub>1</sub> (cm)							
Te (cm)							
Bx							
d <sup>①</sup> (m)							
D <sub>10</sub> (Gy/h)							
H <sub>M</sub> (μSv/h)							
控制值 (μSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

由表 11-1 可知，加速器辐照室外参考点处的辐射剂量率最大值约为 1.578μSv/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 加速器真空室四周屏蔽影响分析

### (1) 计算模式选择

本项目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。

本项目加速管位于加速器钢筒内，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 (附件 5)，即使在不利工况下，束流损失最大不超过 100pA，最大束流损失点能量为 0.08MeV，其产生的辐射剂量很少，对真空室影响很小，可忽略不计。

### (2) 计算参数选取

为简化计算，考虑主屏蔽体内与入射电子束成 130°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，130°到 180°方向的发射率常数保守取 90°方向的发射率常数。

### (3) 计算结果

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 11-2。计算点位见附图 8。

表 11-2 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

参数	东侧 (G 点)	南侧 (H 点)	西侧 (I 点)	北侧 (J 点)
S (cm)				
T <sub>1</sub> (cm)				
T <sub>e</sub> (cm)				
B <sub>x</sub>				
d <sup>①</sup> (m)				
D <sub>10</sub> (Gy/h)				
H <sub>M</sub> (μSv/h)				
控制值 (μSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足

注：①靶点与参考点之间的距离 r 均为 CAD 中直接测量叠加参考点 0.05m，详见附图 8

由表 11-2 可知，真空室外参考点处的辐射剂量率均小于 0.001μSv/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 加速器钢筒屏蔽影响分析

根据本项目加速器辐照装置的结构图可知，本项目加速器钢筒与辐照室之间由带屏蔽的真空室隔开，因此，辐照室内与入射电子束成 130°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大部分均可由带屏蔽的真空室屏蔽掉，本项目加速器钢筒内的辐射场主要由两部分叠加：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**；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成 180°方向的次级 X 射线能量较低，受到加速器钢筒 50mmFe 屏蔽后，对加速器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（附件 5），即使在不利工况下，束流损失最大不超过 100pA，最大束流损失点能量为 0.08MeV，其产生的辐射剂量很少。再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。估算时采用公式（11-1）及公式（11-2）进行估算，加速器钢筒束流损失屏蔽效果估算结果见表 11-3，计算点位见附图 8。参

考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)表 A.1 数据拟合可得, 0.08MeV 入射电子在距靶 1m 处侧向 90°的 X 射线发射率取  $0.0015\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)表 A.2、表 A.3 数据拟合可得到, 钢对电子能量 0.08MeV 的第一个十分之一值层厚度  $T_1=2.06\text{cm}$ , 平衡时的十分之一值层厚度  $Te=1.41\text{cm}$ 。

表 11-3 加速器钢筒束流损失屏蔽效果计算

预测点位	筒身 (K 点)	上筒盖 (F 点)
S (cm)		
$T_1$ (cm)		
Te (cm)		
$B_x$		
$d^*$ (m)		
$D_{10}$ (Gy/h)		
$H_M$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )		

注: ①靶点与参考点之间的距离 r 均为 CAD 中直接测量叠加参考点 0.05m, 详见附图 8

由表 11-3 可知, 加速器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《 $\gamma$  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  $2.5\mu\text{Gy/h}$  的要求。

#### 1.4 天空反散射辐射影响分析

根据上述本项目装置上部的辐射剂量率小于  $0.001\mu\text{Sv/h}$ , 能够满足《 $\gamma$  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  $2.5\mu\text{Gy/h}$  的要求, 因此可不考虑天空反散射影响。

#### 1.5 物料进出口辐射防护分析

本项目加速器物料进出口拟采用迷道式产品室进行防护 (见图 11-1), 由图 11-1 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, 可推断加速器物料进出口设计能够满足辐射防护的要求。



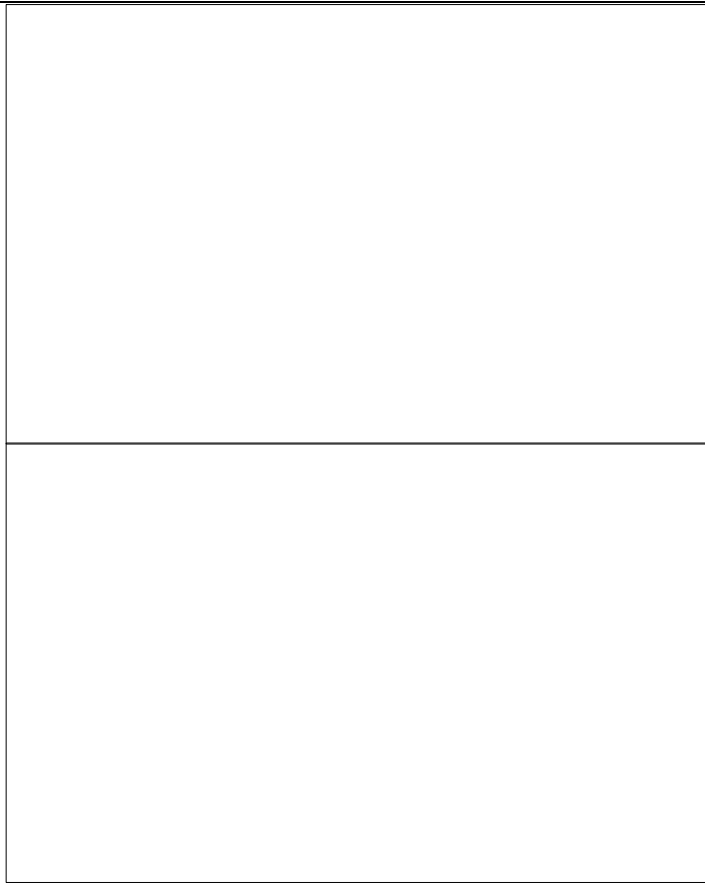


图 11-1 物料进出口处 X 射线散射示意图

### 1.6 通风管道、电缆管道、水冷管道辐射防护分析

本项目加速器辐照室通风管道、电缆管道及水冷管道拟采用迷道式辅助室进行防护（见图 11-2），根据散射路径可知辐照室内 X 射线至少经过 3 次散射方能到达管道出口处。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，可推断加速器辐照室各管道设计能够满足辐射防护的要求。

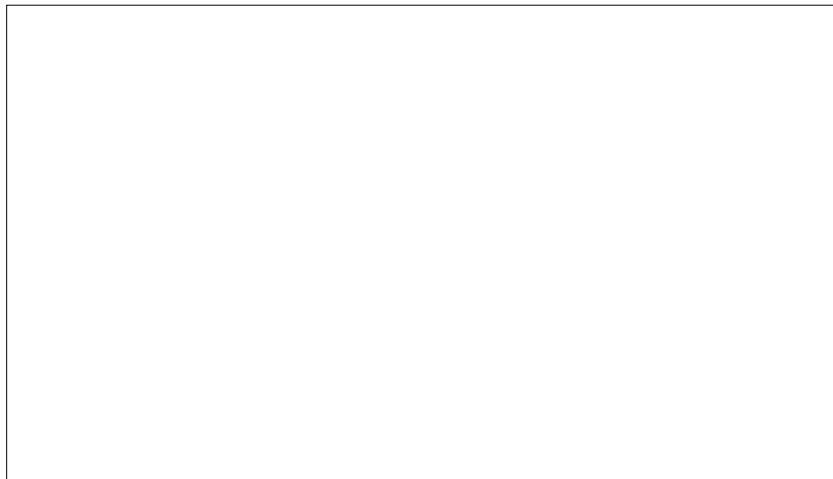


图 11-2 通风管道及水冷管道散射示意图

## 2 辐射工作人员和公众剂量估算及评价

本项目辐射工作人员主要位于加速器控制柜及线缆收放区处进行操作，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。公众主要为自屏蔽电子加速器辐照装置拟建址外 50m 范围内其他人员，本项目拟将装置周围 45.2m×11.5m 的区域划为监督区，工作时无关人等不得进入。因此公众人员年有效剂量拟按照监督区边界外 30cm 处的辐射剂量率取值计算。

根据剂量率与距离的平方呈反比公式可得到各点位的辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (11-3)$$

式中：H<sub>1</sub>—距射线源点 R<sub>1</sub> 处的剂量率，μSv/h；

H<sub>2</sub>—距射线源 R<sub>2</sub> 处的剂量率，μSv/h；

R<sub>1</sub>—加速器屏蔽体外 5cm 处距射线源的距离，m；

R<sub>2</sub>—监督区边界外 30cm 处及操作位距射线源的距离，m。

各点位辐射剂量率计算结果见表 11-4。

表 11-4 监督区外各点位剂量率预测表

序号	点位	H <sub>1</sub> (μSv/h)	R <sub>1</sub> (m)	R <sub>2</sub> * (m)	H <sub>2</sub> (μSv/h)
1	监督区东侧边界外	0.036	1.751	35.501	<0.001
2	监督区南侧边界外	0.042	1.620	7.500	0.002
3	监督区西侧边界外	0.064	1.315	8.015	0.002
4	监督区北侧边界外	<0.001	2.320	2.72	<0.001

\*R<sub>2</sub>取值参考附图 5

辐射工作人员和公众年有效剂量的年有效剂量由公式 (11-4) 进行估算：

$$E_{eff} = D \cdot t \cdot T \cdot U \dots \dots (11-4)$$

式中：E<sub>eff</sub>—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。

将表 11-4 计算结果代入公式 (11-4)，得到自屏蔽电子加速器辐照装置周围辐射工作人员及公众年有效剂量。

表 11-5 加速器周围辐射工作人员及公众年有效剂量计算结果一览表

预测点位/人员	D (μSv/h)	T (h)	T	U	E <sub>eff</sub> (mSv)
加速器操作位 (辐射工作人员)	0.064	2000	1	1	0.128
线缆收放区操作位 (辐射工作人员)	0.036	2000	1	1	0.072
监督区东侧 (公众)	<0.001	2000	1/8 (通道)	1	<0.001
监督区南侧 (公众)	0.002	2000	1/4 (1#车间)	1	0.001
监督区西侧 (公众)	0.002	2000	1/8 (厂内道路)	1	0.001
监督区北侧 (公众)	<0.001	2000	1 (束丝区)	1	0.002

根据表 11-5 计算结果可知, 本项目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 0.128mSv, 周围公众的年有效剂量最大约为 0.002mSv。

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, 本项目对其他人员的辐射影响很小, 可湮没在本底辐射中。

综上所述, 本项目工作人员及周围公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中剂量限值要求和本项目剂量约束值要求: 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。

### 3 臭氧的环境影响分析

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置在工作状态时, 产生的电子束会使辐照室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, 因此报告表内主要考虑辐照室臭氧的产生和排放影响, 如果臭氧的环境影响能够满足要求, 则可推断氮氧化物的环境影响也能满足要求。

#### 3.1 辐照室臭氧浓度计算

##### (1) 臭氧的产生

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<sub>3</sub> 的量 (P) 为:

$$P=45 \times d \times I \times G \quad (11-5)$$

式中, P—单位时间电子束产生 O<sub>3</sub> 的质量, mg/h;

I—电子束流强度, mA;

G—空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O<sub>3</sub> 分子数, 保守值可取为 10;

d—电子束在空气中的行程, cm, 本项目 d=5cm。

由上式计算结果可得辐照室臭氧产额为  $1.35 \times 10^5 \text{mg/h}$ 。

### (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  $\text{O}_3$  的有效清除时间  $T$ ）情况下  $\text{O}_3$  饱和浓度：

$$C_s = \frac{PT_e}{V} \quad (11-6)$$

式中， $C_s$ —辐照室内臭氧平衡浓度， $\text{mg/m}^3$ ；

$P$ —单位时间电子束产生  $\text{O}_3$  的质量， $\text{mg/h}$ ；

$V$ —辐照室体积， $\text{m}^3$ ，辐照室体积为  $7.6 \text{m}^3$ ；

$T_e$ —臭氧的有效清除时间， $\text{h}$ ，按公式（11-7）计算。

$$T_e = \frac{T_v \times T_d}{T_v + T_d} \quad (11-7)$$

式中， $T_d$ —臭氧的有效分解时间， $\text{h}$ ，约为  $0.83 \text{h}$ ；

$T_v$ —辐照室通风换气周期， $\text{h}$ ，辐照室通风换气周期为  $0.0009 \text{h}$ ；

由上式计算结果可得辐照室内臭氧平衡浓度为  $15.89 \text{mg/m}^3$ 。

### (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：

$$T = -T_e \ln \frac{C_0}{C_s} \quad (11-8)$$

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

$T$ —为使室内臭氧浓度低于规定的浓度所须时间， $\text{h}$ ；

经计算得本项目自屏蔽电子加速器辐照装置停止工作后，辐照室内通风系统以通风速率  $8489 \text{m}^3/\text{h}$  继续工作，通过  $1 \text{min}$  的通风排气，辐照室内的臭氧浓度可低于 GBZ2.1 规定的最高容许浓度： $0.3 \text{mg/m}^3$ 。本项目辐照室采用排风装置通过排气管道向外界排放，辐照室处于负压状态，辐照室内的含臭氧气体不会通过防护门、线缆收放口扩散到外部区域。臭氧通过高空排放，比较容易扩散，且臭氧常温下约  $50 \text{min}$  可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

## 3.2 臭氧对大气环境的影响分析

自屏蔽电子加速器辐照装置在运行过程中，在不断产生臭氧的同时，臭氧又通过自身的分解和强制通风排出室外而减少，长时间运行后，辐照室内空气中臭氧的浓度会达到稳定饱和值。

本项目辐照室内臭氧长期稳定的排放速率  $Q$  ( $\text{g/s}$ )，由辐照室空气中臭氧的平衡浓度  $C_s$  和风机排风量  $L$  决定。本项目  $Q=C_s \times L/3600=37.47 \text{mg/s}$ 。在分析臭氧排放对周围环

境的影响时，以此排放速率预测臭氧落地浓度。

排放的臭氧造成的最大落地浓度增量，采用《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）推荐的估算模式 AERSCREEN 计算（点源，高斯扩散模型）。将加速器机房排气筒的臭氧排放速率、排放浓度，以及排气筒参数分别代入大气估算模式 AERSCREEN 程序，计算结果见表 11-6。

表 11-6 本项目加速器辐照室臭氧排放的计算参数及结果

参数	辐照室
排气筒臭氧稳定排放速率 Q (mg/s)	
排气筒高度 (m)	
排气筒内径 (m)	
机房风机排风量 (m <sup>3</sup> /h)	
臭氧排放流速 (m/s)	
最大 1h 落地浓度 (μg/m <sup>3</sup> )	
最大落地浓度点与点源之间距离	

通过使用 AERSCREEN 估算模式计算得到本项目加速器排放的臭氧最大 1h 落地浓度为 12.35μg/m<sup>3</sup>，其最大落地点浓度与排风管道之间距离约为 202m。由于臭氧在常温下约 50min 即可自行分解成氧气，因此本项目臭氧排放对周围大气环境的影响较小。

#### 4 三废治理措施评价

本项目拟使用的自屏蔽电子加速器辐照装置采用机械排风，进风口及排风口均拟从辐照室北侧引出，并安装一台排风机（风量 8489m<sup>3</sup>/h）和一台进风机（风量 2295m<sup>3</sup>/h），使加速器辐照室内部始终处于负压状态，防止臭氧和氮氧化物溢出。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西侧顶部外，排风口高 15m，高于车间顶部 2m，高于周围其它建筑物。本项目自屏蔽电子加速器装置净体积约为 7.6m<sup>3</sup>，通风换气次数每小时可达 1116 次。

由于本项目运行过程中，辐射工作人员无法进入屏蔽体内，且本项目电子能量很低，臭氧产额小，其在屏蔽体内作用产生的臭氧及氮氧化物浓度较小。本项目自屏蔽电子加速器辐照装置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物料进出口等溢出，不会对工作场所产生影响。本项目自屏蔽电子加速器装置通风换气次数每小时可达 1116 次，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。

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产生少量的生活废水和办公垃圾，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。本项目为自屏蔽电子加速器辐照装置，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

常州市薛巷电讯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自屏蔽电子加速器辐照装置的安全和防护措施、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行操作，必须有明确的操作规程，辐照作业时至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(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，包括加速器控制柜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，公司将联系加速器厂家人员进行维修。公司不自行维修自屏蔽电子加速器辐照装置，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，自屏蔽电子加速器辐照装置不能加高压，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自屏蔽电子加速器辐照装置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) 对发生事故的自屏蔽电子加速器辐照装置，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。

常州市薛巷电讯股份有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟为本项目配备3名辐射工作人员（其中1名兼职辐射防护负责人），辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核。

### 辐射安全管理规章制度

本项目为新建项目，常州市薛巷电讯股份有限公司拟按照《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：

**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。

**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。

**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。

**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。

**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，常州市薛巷电讯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。

常州市薛巷电讯股份有限公司拟为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪和 3 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

常州市薛巷电讯股份有限公司应定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所周围的辐射水平进行监测；在开展调试作业时，公司应定期对辐射工作场所及周围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应佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（每 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。同时公司应定期（不超过 2 年/次）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。公司应对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前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
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	1次	①四周屏蔽体外5cm处； ②防护门外5cm处及门缝隙处； ③物料进出口外5cm处； ④电缆口、通风口外5cm处； ⑤操作位处； ⑥监督区周围； ⑦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	每3个月/次	/

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，常州市薛巷电讯股份有限公司拟针对本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。

公司拟依据《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》的要求制定辐射事故应急预案，建立应急机构，明确人员职责分工，加强应急人员的组织、培训，同时做好与所在市、（县区）辐射事故应急预案和实施程序的衔接，完善辐射事故分类与应急响应措施，并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练，落实相关要求。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事故应急方案，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**

常州市薛巷电讯股份有限公司北厂区位于武进区横山桥镇星辰村委薛巷村 88-6 号。公司北厂区东侧为星辰村，南侧为红星路、南厂区及常州薛氏电子元件有限公司，西侧为蒋曹路及西厂区，北侧为里巷村、池塘及常州恒干干燥设备有限公司。

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置拟建于北厂区 2#车间 1 层南部辐照区内，2#车间南部为一层建筑，北部为两层建筑。辐照区东侧为通道，南侧为 1#车间及厂内道路，西侧为厂内道路、乳化池、配电房、拉丝西车间、辅助用房及蒋曹路，北侧为 2#车间内部区域（包括楼梯间、电梯厅、1 层束丝区及 2 层镀锡区）、厂内道路、循环水池及粉碎车间，上方无建筑，下方为土层。

本项目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**

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置的进出料口拟朝向东侧摆放在北厂区 2#车间 1 层南部辐照区内，加速器控制柜及束下控制柜拟设于加速器的西南侧，水冷机组及震荡柜设于加速器西侧，收放线机设于加速器东侧。整个辐照工艺流程流水线为自动运行，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，在收放线机区域进行系统设置、收放电线电缆等工作，本项目自屏蔽电子加速器辐照装置布局合理可行。

本项目拟将自屏蔽电子加速器辐照装置（含 2 层及 3 层平台）划为控制区，在装置表面醒目位置设置电离辐射警告标志，运行时任何人员无法进入；拟将辐照区（45.2m×11.5m）除自屏蔽电子加速器辐照装置外的区域（含东侧收放线机，西南侧加速器控制柜及束下控制柜、西侧水冷机组及振荡柜）划为监督区，拟在监督区东侧及北

侧边界设围栏（南侧、西侧利用现有车间墙体），在辐照区东侧货物进出门及西侧人员进出门设置监督区标牌，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、辐照室南侧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，辐照室移门、真空室旋转门、产品室门及二层平台人员门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（45.2m×11.5m）除自屏蔽电子加速器辐照装置外的区域（含东侧收放线机，西南侧加速器控制柜及束下控制柜、西侧水冷机组及振荡柜）划为监督区，拟在监督区边界设围栏（或利用现有车间墙体）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。

#### **1.5 辐射安全管理**

常州市薛巷电讯股份有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。公司拟根据相关法条例及本报告提出的要求制定辐射安全管理制度。公司计划为本项目配备 3 名辐射工作人员，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。

公司拟为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪和 3 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。

公司应定期（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，本项目加速器辐照室、真空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、电缆、水冷管道的设置合理可行，均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 2.5 $\mu$ Gy/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

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西侧顶部外, 排风口高 15m, 高于车间顶部 2m, 高于周围其它建筑物; 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产生少量的生活废水和办公垃圾, 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, 常州市薛巷电讯股份有限公司新建 1 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, 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	公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责	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		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	180
	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、辐照室南侧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，辐照室移门、真空室旋转门、产品室门及二层平台人员门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(45.2m×11.5m)除自屏蔽电子加速器辐照装置外的区域(含东侧收放线机，西南侧加速器控制柜及束下控制柜、西侧水冷机组及振荡柜)划为监督区，拟在监督区边界设围栏(或利用现有车间墙体)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	18
人员配备	公司拟为本项目配备3名辐射工作人员，辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核后方可上岗	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	定期投入



	<p>本项目拟配备的 3 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</p>	<p>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</p>	
	<p>本项目拟配备的 3 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</p>		
监测仪器和防护用品	<p>公司拟为本项目配备 1 台环境辐射剂量巡测仪以及 3 台个人剂量报警仪</p>	<p>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</p>	2
辐射安全管理制度	<p>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</p>	<p>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。</p>	/

以上措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

**表 14 审批**

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章  
年 月 日

审批意见

经办人

公章  
年 月 日