

核技术利用建设项目  
常州赛锐仪器科技有限公司  
生产、使用和销售电子加速器辐照装置项目  
环境影响报告表

常州赛锐仪器科技有限公司

2023年12月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

常州赛锐仪器科技有限公司

生产、使用和销售电子加速器辐照装置项目

## 环境影响报告表

建设单位名称：常州赛锐仪器科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：常州西太湖科技产业园腾龙路2号3号楼

邮政编码：213149

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

# 目录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	5
表 3 非密封放射性物质 .....	5
表 4 射线装置 .....	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	7
表 6 评价依据 .....	8
表 7 保护目标与评价标准 .....	11
表 8 环境质量和辐射现状 .....	15
表 9 项目工程分析与源项 .....	19
表 10 辐射安全与防护 .....	26
表 11 环境影响分析 .....	31
表 12 辐射安全管理 .....	43
表 13 结论与建议 .....	47
表 14 审批 .....	53
附图 1 常州赛锐仪器科技有限公司地理位置图.....	54
附图 2 常州赛锐仪器科技有限公司厂区周围环境图.....	55
附图 3 3 号楼 1 层平面布局图.....	56
附图 4 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计图 1.....	57
附图 5 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽设计图 2.....	58
附图 6 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置辐射防护措施设计图.....	59
附件 1 项目委托书.....	60
附件 2 射线装置使用情况承诺书.....	61
附件 3 屏蔽设计参数说明.....	62
附件 4 电子加速器辐照装置参数承诺书.....	63
附件 5 厂房租赁合同复印件.....	64
附件 6 辐射安全许可证正副本复印件.....	69
附件 7 本项目辐射环境现状检测报告.....	72
附件 8 现有辐射工作人员核技术利用辐射安全与防护考核合格证书.....	81
附件 9 原有辐射工作场所年度检测报告复印件.....	85
附件 10 个人剂量监测报告复印件.....	91

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		生产、使用和销售电子加速器辐照装置项目			
建设单位		常州赛锐仪器科技有限公司			
负责人姓名	温燕杰	联系人		联系电话	
注册地址		常州西太湖科技产业园腾龙路 2 号 3 号楼			
项目建设地点		常州西太湖科技产业园腾龙路 2 号 3 号楼 1 层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		350	项目环保投资（万元）	80	投资比例（环保投资/总投资） 22.9%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m <sup>2</sup> ）	/
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 checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" 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	/			
	<b>项目概述</b>				
<b>1 建设单位基本情况、项目建设规模及任务由来</b>					
<b>1.1 建设单位基本情况</b>					
常州赛锐仪器科技有限公司成立于 2020 年 07 月 15 日，注册地位于常州西太湖科技产业园腾龙路 2 号 3 号楼。经营范围包括：第二类医疗器械生产；第三类医疗器械生产；第三类医疗器械经营；II、III类射线装置生产；II、III类射线装置销售；技术进出口；货物进出口；进出口代理；消毒器械生产；消毒器械销售等。公司厂房租赁自常州市滨湖生态城建设有限公司，租赁协议见附件 5。					
<b>1.2 项目建设规模及任务由来</b>					
因业务发展需要，常州赛锐仪器科技有限公司拟开展生产、使用和销售电子加速器辐照装置项目，公司拟在 3 号楼 1 层车间西部设置 1 个电子加速器调试区，调试					

区内拟设置 1 个调试位，用于开展 3 种型号（SRA0201 型、SRA0301 型及 SRA0302 型）自屏蔽电子加速器辐照装置的组装及调试。本项目加速器模块（加速管、波导、电子枪）、屏蔽体、机械结构、电气控制均委托外协单位生产后在车间内组装调试。调试时拟将各装置辐照舱样品进出口朝北摆放在调试位内，调试及维修时人员均无法进入装置内部。调试区边界拟设警戒实体栅栏，工作时无关人等不得进入。

公司拟生产、使用、销售的 SRA 型自屏蔽电子加速器辐照装置主要应用于农业育种、医学肿瘤学、生物学等的科研样品辐照。SRA 型自屏蔽电子加速器辐照装置于厂区内调试完毕后直接送订购方，由公司辐射工作人员在客户厂区已许可的使用场所内进行安装和调试，满足要求后交付客户使用。

本项目投入运行后，3 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置年生产、使用和销售总量为 7 台（SRA0201 型 2 台/年、SRA0301 型 2 台/年、SRA0302 型 3 台/年）。SRA 型自屏蔽电子加速器辐照装置在厂区内开机调试时间约为 100h/台，客户厂区开机调试约 8h/台、维修调试约 4h/台。公司现有 7 名辐射工作人员，拟调配 2 名辐射工作人员专职负责本项目自屏蔽电子加速器辐照装置调试工作。调配后剩余 5 名辐射工作人员拟于公司 III 类射线装置调试区及 III 类射线装置调试机房从事 III 类射线装置调试工作，能够满足生态环境部门关于人员配备的要求，平均每名辐射工作人员工作量约为原有工作量的 1.4 倍。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 本次评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称	型号	数量	最大能量 (MeV)	最大束流 (mA)	额定功率 (kW)	射线装置类别	工作场所名称
1	自屏蔽电子加速器辐照装置	SRA0201 型	年生产、使用、销售 2 台	2	0.5	1	II	电子加速器调试区
2	自屏蔽电子加速器辐照装置	SRA0301 型	年生产、使用、销售 2 台	3	0.5	1.5	II	电子加速器调试区
3	自屏蔽电子加速器辐照装置	SRA0302 型	年生产、使用、销售 3 台	3	0.67	2	II	电子加速器调试区

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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《建设项目环境影响评价

分类管理名录》等法律法规的规定，本项目生产、使用、销售的自屏蔽电子加速器辐照装置为II类射线装置，应当编制环境影响评价报告表。受常州赛锐仪器科技有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

## 2 项目周边保护目标及项目选址情况

常州赛锐仪器科技有限公司位于常州西太湖科技产业园腾龙路 2 号 3 号楼，本项目地理位置见附图 1。3 号楼共 2 层，常州赛锐仪器科技有限公司租赁 3 号楼 1 层北部，清研储能科技（常州）有限公司租赁 3 号楼 1 层南部及 2 层。公司厂区东侧为园区道路及江苏东瑞磁材科技有限公司，南侧为清研储能科技（常州）有限公司及园区道路，西侧为园区道路及腾龙大道，北侧为园区道路及常州市嘉驰滚针轴承有限公司，楼上二层为清研储能科技（常州）有限公司，公司厂区周围环境图见附图 2。

本项目电子加速器调试区拟建于公司车间内西部，电子加速器调试区东侧为生产区及园区道路，南侧为III类射线装置调试区及清研储能科技（常州）有限公司，西侧为通道、III类射线装置调试机房、控制室、实验室及园区道路，北侧为通道、办公区、工具间、配电间、卫生间及园区道路，正上方为清研储能科技（常州）有限公司，正下方无建筑，3 号楼 1 层平面布局图见附图 3。

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，确定以本项目电子加速器辐照舱边界周围 50m 范围作为评价范围。根据现场调查分析及附图 2 可知，本次评价项目周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为本项目辐射工作人员及电子加速器辐照舱拟建址周围评价范围内公众。

## 3 原有核技术利用项目

常州赛锐仪器科技有限公司于 2023 年 01 月 17 日取得了常州市生态环境局颁发的辐射安全许可证（苏环辐证[D0472]，见附件 6），有效期至 2026 年 02 月 01 日，许可范围为：生产、销售、使用 III 类射线装置；销售 II 类射线装置。现有核技术利用项目统计见表 1-2。公司III类射线装置调试区位于本项目电子加速器调试区拟建址南侧，与本项目拟建址紧邻；公司III类射线装置调试机房位于本项目电子加速器调试区拟建址西侧约 6.3m 处，目前尚未启用，已完成备案登记，正在办理申领辐射安

全许可手续。

表 1-2 公司原有核技术利用项目一览表

射线装置							
序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类	环评批复及时间	验收时间	许可情况
1	SRDD60100型X射线生物辐照仪	III类	1	生产、销售、使用	已备案	/	已许可
2	SRB100型X射线血液辐照仪	III类	5	生产、销售、使用	已备案	/	已许可
3	SRA1020型电子加速器	II类	3	销售	已备案	/	已许可
4	SRA1010型电子加速器	II类	3	销售	已备案	/	已许可
5	SRA02502型辐照仪	II类	2	销售	已备案	/	已许可
6	SR200型X射线生物辐照仪	III类	10	生产、销售、使用	已备案	/	已许可
7	SR200S型X射线生物辐照仪	III类	2	生产、销售、使用	已备案	/	已许可
8	SR200D型X射线生物辐照仪	III类	3	生产、销售、使用	已备案	/	已许可
9	SR100型X射线生物辐照仪	III类	3	生产、销售、使用	已备案	/	已许可
10	SR100L型X射线生物辐照仪	III类	2	生产、销售、使用	已备案	/	已许可
11	SR100D型X射线生物辐照仪	III类	2	生产、销售、使用	已备案	/	已许可
12	SR080型X射线生物辐照仪	III类	5	生产、销售、使用	已备案	/	已许可

#### 4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加电子加速器调试区及使用场所周围的辐射水平，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。本项目的建设能满足企业的生产需求并提高产品质量，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》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

**表 2 放射源**

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

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (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电子加速器

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	年生产、使用、销售 2 台	SRA0201 型	电子	2MeV	0.5mA	科研样品辐照	电子加速器调试区	/
2	自屏蔽电子加速器辐照装置	II	年生产、使用、销售 2 台	SRA0301 型	电子	3MeV	0.5mA	科研样品辐照	电子加速器调试区	/
3	自屏蔽电子加速器辐照装置	II	年生产、使用、销售 3 台	SRA0302 型	电子	3MeV	0.67mA	科研样品辐照	电子加速器调试区	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	少量	/	不暂存	通过排风管道排至厂房外，臭氧常温下约 50min 即可自行分解成氧气，对环境影响较小。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），国家主席令第 9 号，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 修正版），中华人民共和国主席令第 24 号，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，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 年修正版），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 年修正版），国务院令第 449 号，2005 年 9 月 14 日发布，2019 年 3 月 2 日修订并施行</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），中华人民共和国生态环境部令第 16 号公布，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 5 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) 《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，自 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(11) 《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>(12) 《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>(13) 《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>(14) 《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>(15) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正版），江苏省第十三届人民</p>
------	---

	<p>代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) 《江苏省生态空间管控区域调整管理办法》，苏政办发〔2021〕3 号，2021 年 2 月 1 日起施行</p> <p>(20) 《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》，苏自然资函〔2023〕880 号，2023 年 10 月 10 日起施行</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)</p> <p>(2) 《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) 《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) 《<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>(10) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) (参考)</p>

其他	<p>一、建设单位提供的设计资料；</p> <p>二、报告附件：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>(1) 项目委托书（附件 1）</li><li>(2) 射线装置使用情况承诺书（附件 2）</li><li>(3) 屏蔽设计参数说明（附件 3）</li><li>(4) 电子加速器辐照装置参数承诺书（附件 4）</li><li>(5) 厂房租赁合同复印件（附件 5）</li><li>(6) 辐射安全许可证正副本复印件（附件 6）</li><li>(7) 本项目辐射环境现状检测报告（附件 7）</li><li>(8) 现有辐射工作人员核技术利用辐射安全与防护考核合格证书（附件 8）</li><li>(9) 原有辐射工作场所年度检测报告复印件（附件 9）</li><li>(10) 个人剂量监测报告复印件（附件 10）</li></ul>
----	---

## 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”，确定以本项目电子加速器辐照舱边界周围 50m 范围作为评价范围。

### 保护目标

本项目评价范围内不涉及自然保护区、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。本项目主要进行自屏蔽电子加速器辐照装置的生产、使用及销售，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。

本项目电子加速器辐照舱拟建址周围 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电子加速器辐照舱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

保护目标性质	保护目标名称	方位	最近距离	规模	环境保护要求
辐射工作人员	电子加速器调试区操作位	东北侧	约 2.5m	2 人	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
公众	生产区	东侧	约 3.4m	约 4 人	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
	园区道路		约 30.7m	流动人员	
	III类射线装置调试区*	南侧	约 1m	5 人	
	清研储能科技（常州）有限公司		约 13.2m	约 20 人	
	通道		约 1.5m	流动人员	
	III类射线装置调试机房及控制室	西侧	约 6.3m	待定	
	实验室		约 6.3m	约 2 人	
园区道路	约 12.5m		流动人员		

	通道	北侧	约 3.3m	流动人员
	办公区		约 8.9m	约 10 人
	工具间		约 7.4m	流动人员
	配电间		约 16.5m	流动人员
	卫生间		约 19.3m	流动人员
	园区道路		约 24.3m	流动人员
	清研储能科技（常州）有限公司	楼上	约 2m	约 10 人

\*: III类射线装置调试区人员为建设单位其他项目辐射工作人员

## 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

/	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至 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~0.3 mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

### 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：

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 0.1mSv；

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 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》（GB18871-2002）、《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），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取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年剂量限值的 1/4，公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众照射剂量限值的 10%，即：职业人员年剂量约束值不大于 5mSv/a；公众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**

常州赛锐仪器科技有限公司位于常州西太湖科技产业园腾龙路 2 号 3 号楼，本项目地理位置见附图 1。3 号楼共 2 层，常州赛锐仪器科技有限公司租赁 3 号楼 1 层北部，清研储能科技（常州）有限公司租赁 3 号楼 1 层南部及 2 层。公司厂区东侧为园区道路及江苏东瑞磁材科技有限公司，南侧为清研储能科技（常州）有限公司、园区道路及菱香路，西侧为园区道路及腾龙大道，北侧为园区道路及常州市嘉驰滚针轴承有限公司，楼上二层为清研储能科技（常州）有限公司，公司平面布局及周围环境图见附图 2。

本项目电子加速器调试区拟建于公司车间内西部，电子加速器调试区东侧为生产区及园区道路，南侧为Ⅲ类射线装置调试区及清研储能科技（常州）有限公司，西侧为通道、Ⅲ类射线装置调试机房、控制室、实验室及园区道路，北侧为通道、办公区、工具间、配电间、卫生间及园区道路，正上方为清研储能科技（常州）有限公司，正下方无建筑，3 号楼 1 层平面布局图见附图 3。

本项目电子加速器辐照舱周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为本项目辐射工作人员及电子加速器辐照舱拟建址周围评价范围内公众。本项目电子加速器调试区拟建址及周围环境现状见图 8-1。





图 8-1 本项目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：电子加速器调试位拟建址周围辐射环境

检测因子： $\gamma$  辐射空气吸收剂量率

检测点位：电子加速器调试位拟建址及周围布置监测点位，共计 9 个监测点位

## 3 监测方案、质量保证措施及监测结果

### 3.1 监测方案

检测项目： $\gamma$  辐射空气吸收剂量率

检测布点：电子加速器调试位拟建址及周围进行布点，具体点位见图 8-2

检测时间：2023 年 10 月 11 日

检测仪器：FH40G 型辐射剂量检测仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J2718，检定有效期：2023.05.08~2024.05.07，检测范围：1nSv/h~100 $\mu$ Sv/h，能量响应：48keV~4.4MeV）

天气：晴

温度：22.1 $^{\circ}$ C

湿度：55.0%RH

检测方法：《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 20s，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》（HJ1157-2021），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

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，公司已通过资质认定

检测布点质量保证：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

检测过程质量控制质量保证：本项目检测按照《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

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

### 3.3 监测结果

评价方法：对照江苏省环境天然  $\gamma$  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 7。

表 8-1 本项目拟建址及周围环境辐射水平检测结果

序号	检测点位描述	检测结果 (nGy/h)	备注
1	电子加速器调试位拟建址处	80.5	楼房
2	电子加速器调试位拟建址东侧	80.8	楼房
3	电子加速器调试位拟建址南侧	79.9	楼房
4	电子加速器调试位拟建址西侧	79.8	楼房
5	电子加速器调试位拟建址北侧	80.2	楼房
6	电子加速器调试位拟建址楼上（清研储能科技（常州）有限公司厂房内）	80.4	楼房
7	电子加速器调试位拟建址东侧（江苏东瑞磁材科技有限公司厂房外）	68.4	道路
8	电子加速器调试位拟建址南侧（清研储能科技（常州）有限公司厂房内）	76.2	楼房
9	电子加速器调试位拟建址北侧（常州市嘉驰滚针轴承有限公司厂房外）	66.5	道路

注：检测结果已扣除仪器宇宙响应值。建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子楼房取 0.8，道路取 1。检测时，III类射线装置调试区及III类射线装置调试机房未进行射线装置调试工作。

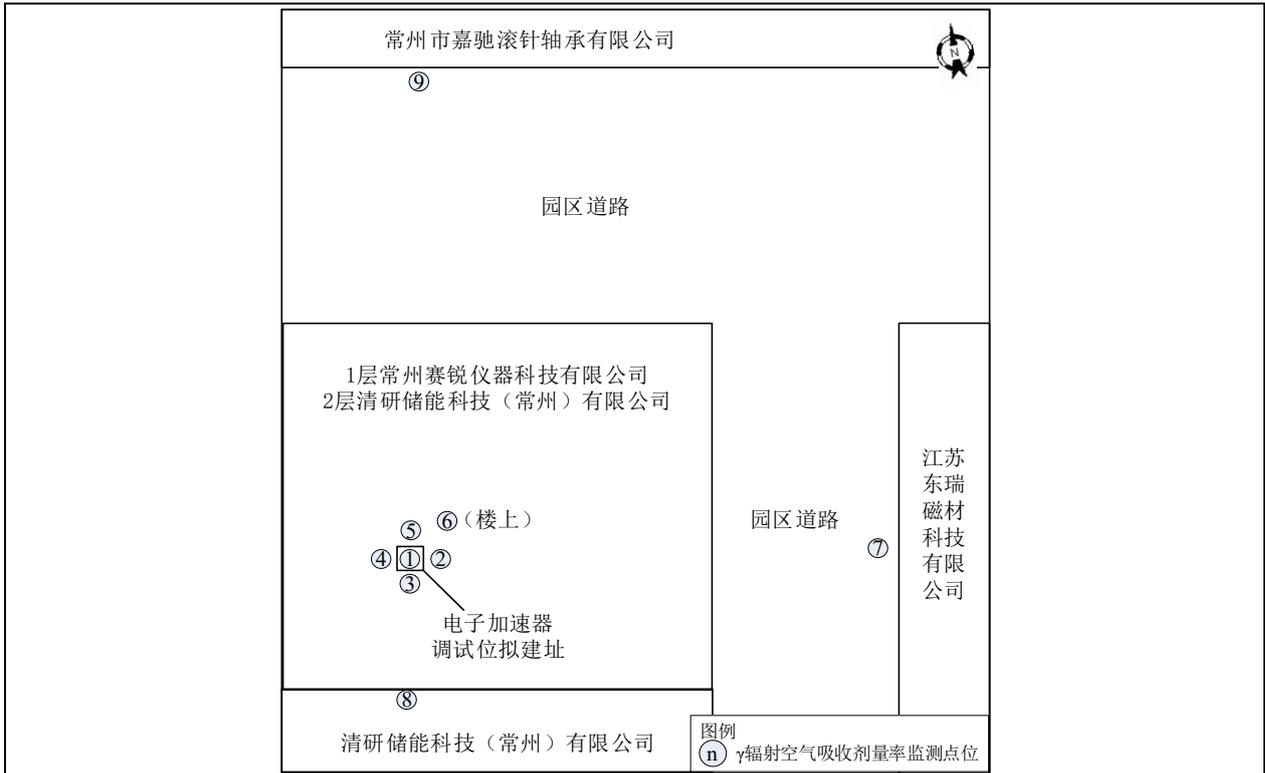


图 8-2 本项目电子加速器调试位拟建址及周围环境检测点位图

4 环境现状调查结果评价

根据检测结果可知，常州赛锐仪器科技有限公司电子加速器调试位拟建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室外道路  $\gamma$  辐射水平为 (66.5~68.4) nGy/h，室内楼房  $\gamma$  辐射水平为 (76.2~80.8) nGy/h，根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室外道路  $\gamma$  辐射水平为 (18.1~102.3) nGy/h，室内  $\gamma$  辐射水平为 (50.7~129.4) nGy/h，可见本项目电子加速器调试位拟建址周围环境各监测点位  $\gamma$  辐射水平处于江苏省环境天然贯穿辐射水平测值范围内。

**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**

因业务发展需要，常州赛锐仪器科技有限公司拟开展生产、使用和销售电子加速器辐照装置项目，公司拟在 3 号楼 1 层车间西部设置 1 个电子加速器调试区，调试区内拟设置 1 个调试位，用于开展 3 种型号（SRA0201 型、SRA0301 型及 SRA0302 型）自屏蔽电子加速器辐照装置的组装及调试。本项目加速器模块（加速管、波导、电子枪）、屏蔽体、机械结构、电气控制均委托外协单位生产后在调试区内组装调试。调试时拟将各装置辐照舱样品进出口朝北摆放在调试位内，调试时人员无法进入装置内部，装置维修时人员可进入。调试区边界拟设警戒实体栅栏，工作时无关人等不得进入。

公司拟生产、使用、销售的 SRA 型自屏蔽电子加速器辐照装置主要应用于农业育种、医学肿瘤学、生物学等的科研样品辐照。SRA 型自屏蔽电子加速器辐照装置于厂区内调试完毕后直接送订购方，由公司辐射工作人员在客户厂区已许可的使用场所内进行安装和调试，满足要求后交付客户使用。

本项目拟生产、使用、销售 3 种型号的自屏蔽电子加速器辐照装置，SRA0201 型装置最大能量为 2MeV，最大束流强度为 0.5mA；SRA0301 型装置最大能量为 3MeV，最大束流强度为 0.5mA；SRA0302 型装置最大能量为 3MeV，最大束流强度为 0.67mA。本项目拟生产、使用、销售的 3 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置采用的屏蔽体、结构均一致，结构示意图见图 9-1。技术参数一览表见表 9-1。本项目装置辐照室尺寸为 0.33m 宽×0.68m 长×0.229m 高。

本项目投入运行后，3 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置年生产、使用和销售总量为 7 台（SRA0201 型 2 台/年、SRA0301 型 2 台/年、SRA0302 型 3 台/年）。加速器在厂区内开机调试时间约为 100h/台，客户厂区开机调试约 8h/台、维修调试约 4h/台。则本项目辐射工作人员年调试时间不超过 784 小时（公司厂区内调试 700h，客户厂区内调试 56h 及维修调试 28h）。公司现有 7 名辐射工作人员，拟调配 2 名辐射工作人员专职负责本项目自屏蔽电子加速器辐照装置调试工作。调配后剩余 5 名辐射工作人员拟于公司 III 类射线装置调试区及 III 类射线装置调试机房从事 III 类射线装置调试工作，能够满足生态环境部门关于人员配备的要求，平均每名辐射工作人员工作量约为原有工作量的 1.4 倍。

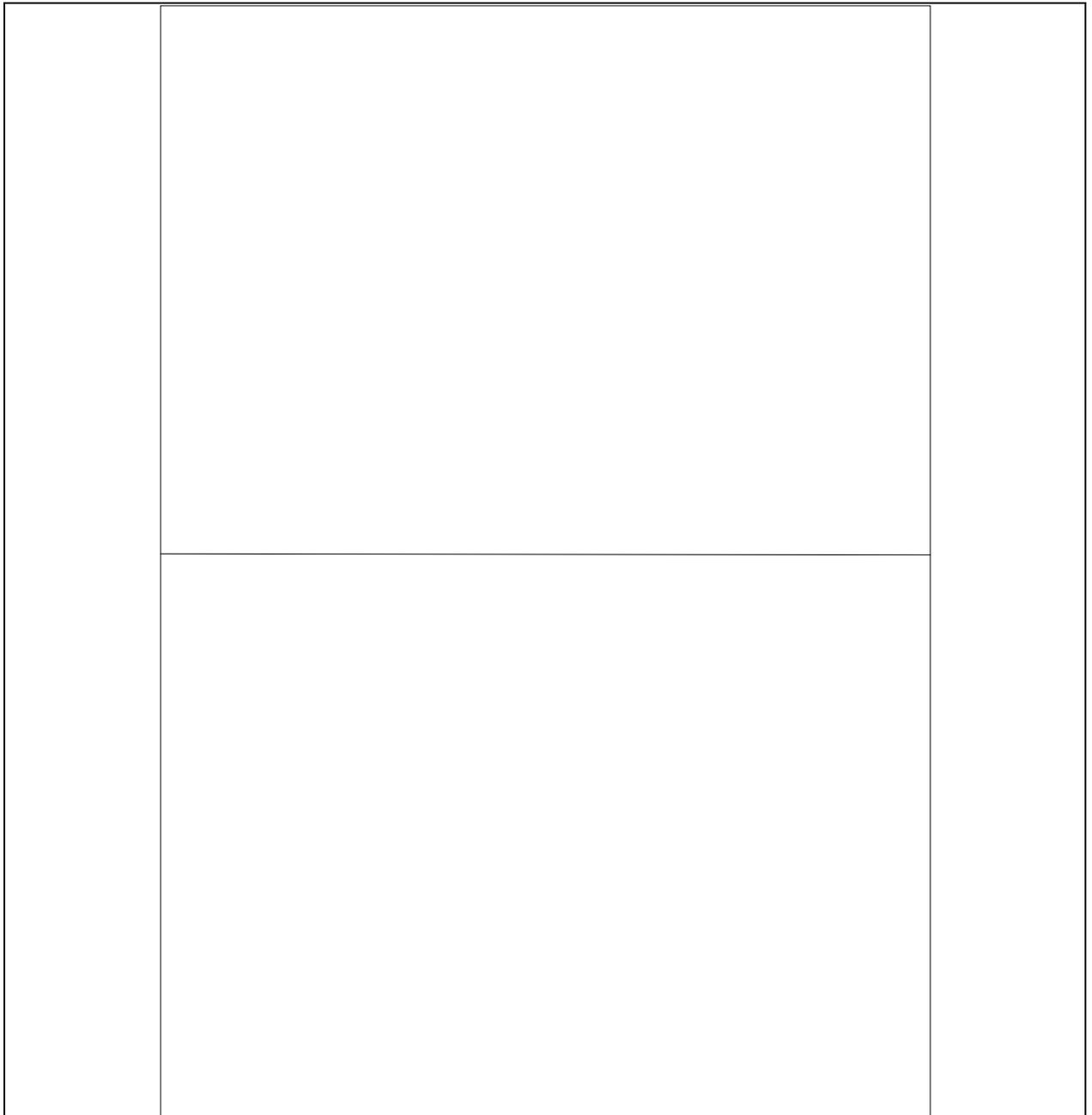


图9-1 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置结构示意图

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

技术指标	参数
型号	
主体尺寸	
最大电子束能量 (MeV)	
最大电子束流强度 (mA)	
最大束流损失率	
最大束流损失点能量 (MeV)	
扫描宽度 (mm)	

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置为立式自屏蔽电子加速器辐照装置，主要结构包括：微波机头、电子枪、加速管、波导窗、扫描磁铁、扫描盒、主机室、辐照室等。

(1) 微波机头：机头主要由磁控管、四方环流器、脉冲变压器、波导、电源、分水器等关键部件组成，主要负责从调制器接收高压脉冲，通过磁控管产生射频微波，并经过波导系统馈入到驻波加速管中，在加速器形成正向波与反向波，二者叠加形成驻波。

(2) 电子枪：二级热阴极枪，是产生电子的器件，当加上枪高压时电子被加速并打入加速管内。

(3) 加速管：是加速电子的谐振腔列，微波功率馈入加速管后建立交替的加速电场，使电子获得持续的加速。

(4) 陶瓷波纹管组件：连接加速管与扫描盒的组件，陶瓷段可以通过电流互感器检测束流。

(5) 波导窗：保证微波功率馈入加速管的同时隔绝加速管内部与外部波导系统。

(6) 波导：传输微波功率的器件。

(7) 钛泵：维持加速管及扫描盒内部的真空。

(8) 扫描磁铁：电子加速器辐照装置都需要一定宽度的电子束，扫描磁铁在三角波电流的控制下产生交替变化的磁场使电子发生偏转，形成扇形电子束。

(9) 扫描盒：提供扇形电子束所需要的真空空间，50 微米厚度的钛窗保证真空的同时能让电子顺利通过。

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置运行时电子束朝向装置底部照射，装置内部结构剖面示意图见图 9-2。

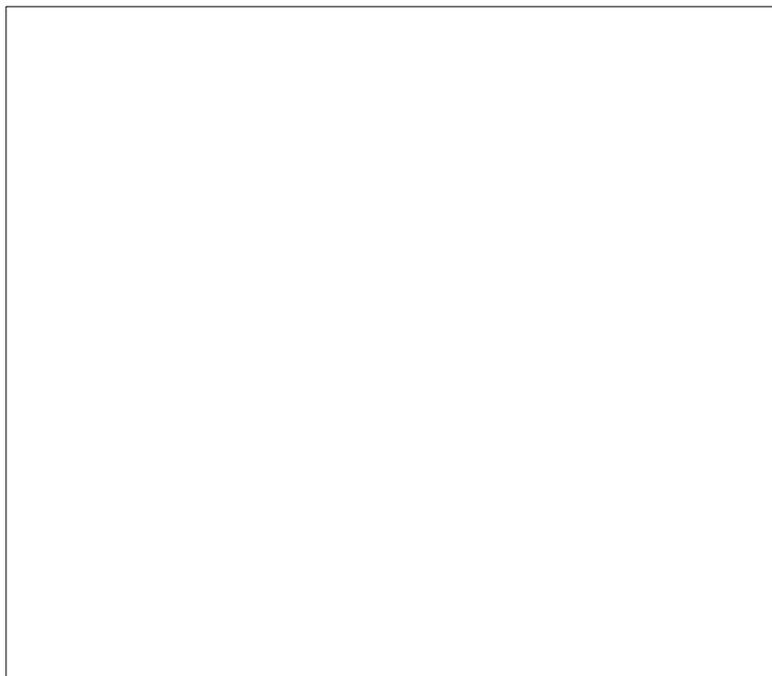


图9-2 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置内部结构剖面示意图

## 2、工作原理

电子加速器辐照装置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。

本项目电子加速器辐照装置工作原理可概括为：脉冲调制器产生的高压脉冲，通过一个脉冲变压器提供给磁控管。磁控管产生的射频微波，经过微波传输系统馈入到驻波加速管中，在加速管中形成正向波与反向波，二者叠加形成驻波。调制器内的电子枪电源产生的高压脉冲通过电子枪前置变压器给加速管的电子枪提供高压脉冲。这些高压脉冲将电子从电子枪的由灯丝加热的阴极上拉出来，并将其加速至加速管的加速腔中。电子与加速腔中的轴向驻波电场相互作用，并从其中吸收能量，不断加速。电子经过加速管进入扫描盒，在扫描磁场作用下形成扇形束，透过钛膜打到样品上，进行辐照处理。利用 X 射线和电子束流驱动样品产生化学反应，探究高能射线下分子间的化学行为。

电子加速器辐照装置工作原理示意图见图 9-3。

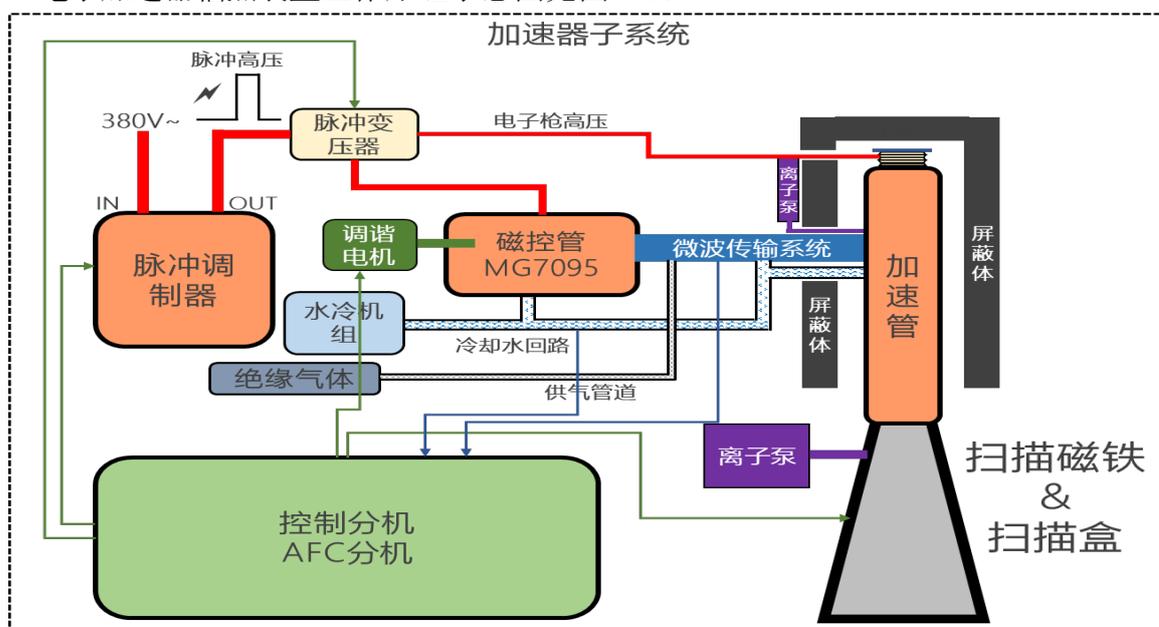


图 9-3 电子加速器辐照装置工作原理示意图

## 3 工作流程及产污环节

### 3.1 生产、使用、销售工作流程及产污环节

根据建设单位提供资料，本项目加速器模块（加速管、波导、电子枪）、屏蔽体、机械结构、电气控制均委托外协单位生产，完成生产后运至公司车间内组装调试。本项目加速器销售流程见图 9.4，生产、调试流程见图 9.5。



图 9-4 电子加速器辐照装置销售流程

①客户下订单后，外协加速器相关部件。

②在电子加速器调试区内首先对加速器模块（加速管、波导、电子枪）进行组装，然后分别对屏蔽主体、加速器模块、电控系统、安全联锁系统、高压系统等进行装配并检验。

③整机组装完成后，首先检查整机通电情况，然后依次对束流、小束流梯度辐射防护剂量检测、安全联锁系统进行测试，最后完成整机满功率运行测试，测试完毕后运输到客户现场已许可场所安装调试。该环节会产生 X 射线、电子（ $\beta$  射线）等辐射影响， $O_3$ 、 $NO_x$  等废气以及噪声。

小束流梯度防护剂量检测：将束流按 20%、40%、60%、80%、100%逐级增加，每级运行 10 分钟。每级运行期间，对设备表面 5cm 处的点位剂量进行检测，如果出现异常报警，立即停止出束。同时排查漏点并整改完成后重新进行小束流梯度辐射防护剂量检测。直到最后达到 100%功率时，也无异常报警。

④交付客户，由公司辐射工作人员在客户厂区已许可的使用场所内进行安装和调试，满足要求后交付客户使用。该环节会产生 X 射线、电子（ $\beta$  射线）等辐射影响， $O_3$ 、 $NO_x$  等废气以及噪声。

⑤客户涉及售后维修服务的，由公司辐射工作人员到客户现场进行维修。

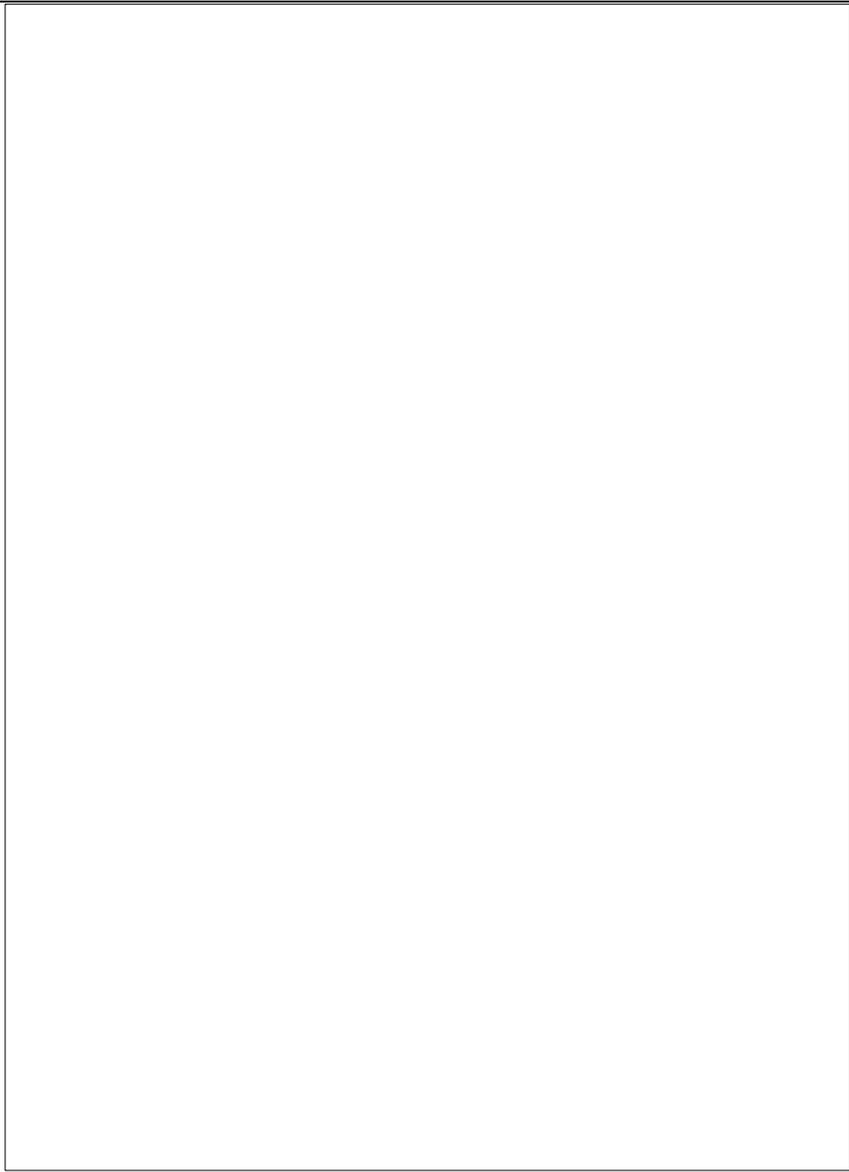


图 9-5 电子加速器辐照装置生产、调试流程及产污环节示意图

## 污染源项描述

### 1 辐射污染源分析

电子加速器辐照装置在进行辐照时电子枪发射电子，电子经加速管加速并经扫描扩展成为均匀的有一定宽度的电子束。电子束打到机头及其他高 Z 物质时会产生高能 X 射线，X 射线的贯穿能力极强，会对电子加速器辐照装置屏蔽体周围环境造成辐射污染。电子加速器辐照装置在运行时产生的高能电子束，其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。此外，电子在加速过程中，部分电子会丢失，它们打在加速管壁上，产生 X 射线，对电子加速器辐照装置屏蔽体周围产生一定的辐射影响。因此，在电子加速器辐照装置开机调试期间，X 射线辐射为项目主要的污染因素。

本项目拟生产、使用、销售 3 种型号的自屏蔽电子加速器辐照装置，分别为 SRA0201 型自屏蔽电子加速器辐照装置、SRA0301 型自屏蔽电子加速器辐照装置、SRA0302 型自屏蔽电子加速器辐照装置。SRA0201 型装置最大能量为 2MeV，最大束流强度为 0.5mA，最大束流损失点能量为 1MeV，最大束流损失率约 2%（即 10 $\mu$ A）；SRA0301 型装置最大能量为 3MeV，最大束流强度为 0.5mA，最大束流损失点能量为 1MeV，最大束流损失率约 2%（即 10 $\mu$ A）；SRA0302 型装置最大能量为 3MeV，最大束流强度为 0.67mA，最大束流损失点能量为 1MeV，最大束流损失率约 2%（即 13.4 $\mu$ A）。参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》中表 A.1，2MeV 入射电子能量 90° 方向的 X 射线发射率取 1.6Gy·m<sup>2</sup>·mA<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>，0° 方向上的 X 射线发射率取 3.3Gy·m<sup>2</sup>·mA<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>，3MeV 入射电子能量 90° 方向的 X 射线发射率取 3.2Gy·m<sup>2</sup>·mA<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>，0° 方向上的 X 射线发射率取 14.0Gy·m<sup>2</sup>·mA<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>。

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	
最大电子束能量 (MeV)	
最大电子束流强度 (mA)	
0° 方向的 X 射线发射率 (Gy·m <sup>2</sup> ·mA <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	
90° 方向的 X 射线发射率 (Gy·m <sup>2</sup> ·mA <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	
最大束流损失率	
最大束流损失点能量 (MeV)	
扫描宽度 (mm)	

## 2 非辐射污染源分析

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。

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置在调试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 3 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置在调试过程中，会使空气在强电离辐射的作用下，产生一定量的臭氧和氮氧化物。自屏蔽电子加速器辐照装置输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。其中臭氧的毒性最大，产额最高，不仅对人体产生危害，同时能使橡胶等材料加速老化。

自屏蔽电子加速器辐照装置在调试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。

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

公司拟生产、使用、销售的自屏蔽电子加速器辐照装置主要通过自带屏蔽体进行屏蔽防护，公司拟在 3 号楼 1 层车间西部设置 1 个电子加速器调试区，调试区内拟设置 1 个调试位，拟于调试区边界设置警戒实体栅栏，对调试区出入口进行管控，严禁非辐射工作人员进入调试区。操作位拟设于调试位东北侧约 2.5m 处。自屏蔽电子加速器辐照装置在调试区内开机调试时，公司拟将电子加速器辐照舱划为控制区，调试时人员不得进入；拟将电子加速器调试区边界划为监督区边界，在监督区边界外醒目位置处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。公司调试区的分区管理能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目电子加速器调试区平面布局及分区图见图 10-1。

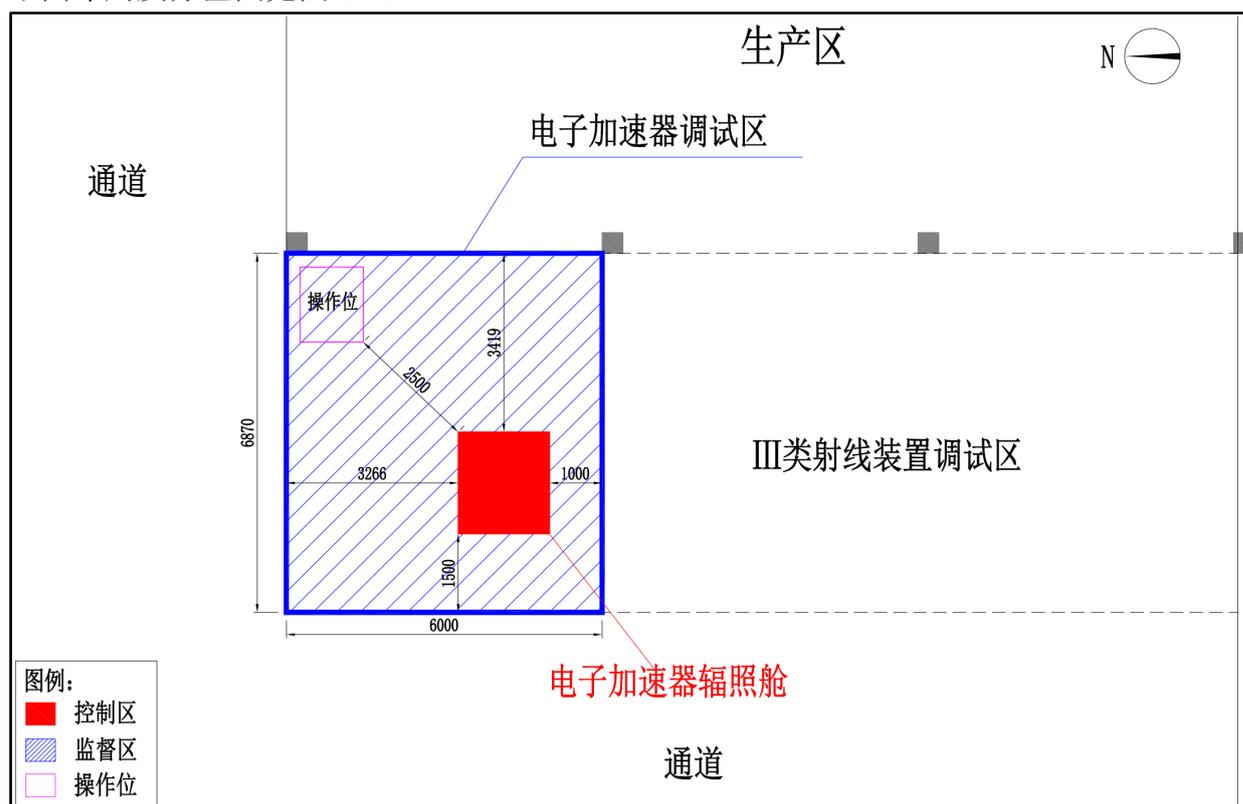


图 10-1 本项目电子加速器调试区平面布局及分区图

2 屏蔽防护设计

公司拟生产、使用、销售的 3 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置拟采用自屏蔽体方式，屏蔽设计及结构均一致。根据建设单位提供的资料，本项目自屏蔽加速器屏蔽设计图见附图 4、附图 5，屏蔽设计参数见表 10-1。

**表 10-1 本项目自屏蔽加速器屏蔽体屏蔽设计表**

型号	外径尺寸	屏蔽部位	屏蔽材料及厚度
SRA0201 型 /SRA0301 型 /SRA0302 型			

### 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 3 种型号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防护措施，见图 10-2 及附图 6。

#### 3.1 电子加速器辐照装置

(1) 电子束控制台上配备钥匙开关，钥匙开关控制加速器系统的运行，钥匙开关为未闭合状态时电子加速器辐照装置无法开机。电子加速器辐照装置开机钥匙由专人负责保管，确保他人不能随意开启设备。

(2) 电子加速器辐照装置辐照舱北部及操作位处拟各设置 1 个急停按钮，当紧急情况发生时，触发急停按钮，电子加速器辐照装置立即断开高压。

(3) 电子加速器屏蔽移门及辐照舱的维修门拟设限位开关，均与束流控制和加速器高压联锁，当任一门打开时，电子加速器辐照装置不能开机，如果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。

(4) 电子加速器主屏蔽体设计有束流联锁以及排风联锁等电子联锁装置，当加速器的束流超出预先设定范围，或排风系统出现故障时，各联锁装置启动，加速器自动断开高压，停止出束。

(5) 电子加速器辐照舱北部顶端拟设置 1 个工作状态指示灯，其中红色指示设备处于出束运行状态，绿色表示设备上电，黄色表示安全联锁就绪。工作状态指示灯与电

子加速器联锁。辐照舱东部拟设置 1 个蜂鸣器，用于安全联锁就绪预警。

(6) 电子加速器辐照装置的控制与束下装置联锁，样品盒在小板链带动下往复运动。束下装置中的驱动部分接入联锁系统，当束下装置出现异常动作时，加速器自动断开高压，停止出束。

(7) 电子加速器辐照装置主屏蔽体设计有冷却水温度及流量传感器，当加速器的冷却水温度或流量不达标，加速器自动断开高压，停止出束。

(8) 电子加速器辐照装置设计有辐射监测系统与剂量联锁装置，辐照舱样品进出口处拟设置 1 个检测探头，显示装置设于控制柜上，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。

(9) 拟在加速器辐照舱外醒目位置设置电离辐射警告标志，防止无关人等进入调试区域。

(10) 本项目电子加速器辐照装置辐照室尺寸为 0.33m 宽×0.68m 长×0.229m 高，辐射工作人员无法进入辐照室内部，故辐照室内未设置巡检按钮及急停装置；本项目辐照室密封，内部材质均为钢板+铅板，属于不可燃物质，故未设置烟雾报警装置。

### 3.2 电子加速器调试区

(1) 电子加速器调试区边界拟设置警戒实体围栏，悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。

(2) 电子加速器调试区拟设辐射监测系统与剂量联锁装置，人员操作位处拟设置 1 个检测探头，显示装置设于控制柜上，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。



图10-2 本项目辐射安全措施平面布局示意图

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

## 三废的治理

### 1 臭氧和氮氧化物处置措施

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

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置拟采用机械排风，排风口拟从辐照舱南侧引出，通过外接管道引至楼顶，风机拟设于车间外部，电子加速器辐照室拟设置排风量约  $1000\text{m}^3/\text{h}$  及进风量约  $204\text{m}^3/\text{h}$ ，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。进风机通过进风管道将风输送至扫描盒；排风机将装置内臭氧和氮氧化物通过排气管引至楼顶排放，排气口高于楼顶 2 米，高于周围其它建筑物，能够满足《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）中关于排风口高度的要求。本项目电子加速器辐照装置的屏蔽体净体积均约为  $0.2\text{m}^3$ ，通风换气次数每小时可达 500 次以上。排风系统布设示意图见图 10-2。

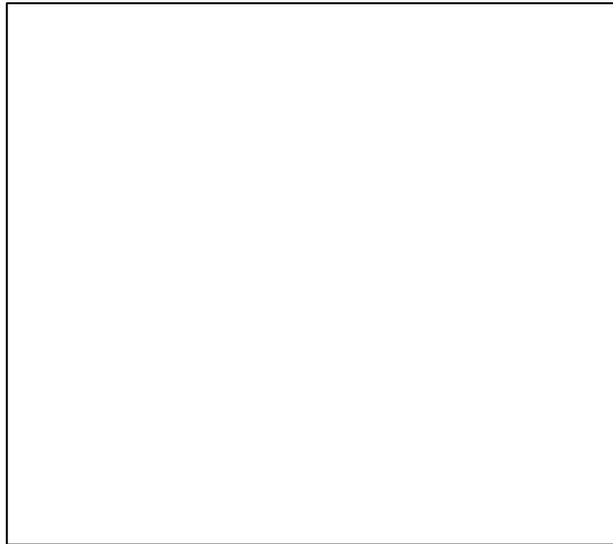


图10-2 本项目排风系统布设示意图

根据臭氧产生率计算公式  $P=45dIG$ （P：单位时间电子束产生  $\text{O}_3$  的质量，单位取  $\text{mg}/\text{h}$ ；d：电子在空气中的行程，单位取  $\text{cm}$ ；I：电子束流强度，单位取  $\text{mA}$ ；G：空气吸收  $100\text{eV}$  辐射能量产生的  $\text{O}_3$  分子数，保守取 10）可知，臭氧的产生主要与电子在空气中的行程及电子束流强度有关。本项目电子加速器辐照装置辐照室体积小，人员无法进入辐照室内，电子在空气中的行程最大约  $3\text{cm}$ ，电子束流强度最大约为  $0.67\text{mA}$ ，由此可见本项目电子加速器辐照装置电子在空气中的行程很短，电子束流强度很小，可推知臭氧产额很小（仅  $904.5\text{mg}/\text{h}$ ），其在屏蔽体内作用产生的臭氧及氮氧化物浓度较小，因此未对电子

加速器辐照装置屏蔽体内臭氧浓度进行计算。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，安装于车间外，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园区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**

常州赛锐仪器科技有限公司拟在 3 号楼 1 层车间西部设置 1 个加速器调试区，调试区内拟设置 1 个调试位，由于公司生产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，本项目加速器模块、屏蔽体、机械结构、电气控制均委托外协单位生产，因此，本项目不存在施工期环境影响。

**运行阶段对环境的影响**

**1 辐射环境影响分析**

**1.1 电子加速器辐照室辐射环境影响分析**

**1.1.1 计算模式选择**

本项目拟生产、使用、销售的 3 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置采用的屏蔽设计及结构均一致，3 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置的最大能量为 3MeV，最大束流为 0.67mA，本项目拟选取 SRA0302 型电子加速器辐照装置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为立式电子加速器辐照装置，自屏蔽电子加速器辐照装置开机调试时，电子束出束方向朝下，不直射向四周屏蔽体，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。

本项目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，考虑沿与电子束入射方向为 90°的初级 X 射线的屏蔽计算。

参考点的剂量当量率公式为：

屏蔽体外剂量预测可参考以下公式：

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

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

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， $\text{m}$ ；

$S$ —屏蔽体的厚度， $\text{cm}$ ；

$T_1$ 、 $T_e$ —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。

### 1.1.2 电子加速器辐照室屏蔽计算结果

本项目 SRA0302 型自屏蔽电子加速器辐照装置开机运行时，电子束出束方向朝辐照室底部照射，辐照室主要采用钢板及铅板进行防护。由于加速器滚轴及样品盒为铁质材料，因此本项目选取钢板为轰击靶来进行辐射防护评价。

本项目 SRA0302 型电子加速器辐照装置，最大能量为 3MeV，最大束流强度为 0.67mA。根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》表 A.1，3MeV 入射电子在距靶 1m 处侧向  $90^\circ$  方向上的 X 射线发射率  $Q(90^\circ) = 3.2 Gy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ 。又本项目被辐照的靶材料为钢板，因此  $90^\circ$  方向的修正系数  $f_e$  取 0.5，则  $D_{10}(90^\circ) = 64.32 Gy/h$ 。

参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)表 A.4，3MeV 电子  $90^\circ$  方向等效入射电子能量约为 1.9MeV。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 1.9MeV 的第一个十分之一值层厚度  $T_1 = 7.55 cm$ ，平衡时的十分之一值层厚度  $T_e = 6.88 cm$ 。铅对电子能量 1.9MeV 的第一个十分之一值层厚度  $T_1 = 3.2 cm$ ，平衡时的十分之一值层厚度为 4.13cm。

对于主射线方向屏蔽体外参考点，参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》表 A.1，3MeV 入射电子在距靶 1m 处  $0^\circ$  方向上的 X 射线发射率保守取  $Q(0^\circ) = 14 Gy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ 。又本项目被辐照的靶材料为钢板，因此  $0^\circ$  方向的修正系数  $f_e$  取 0.7，则对 3MeV 入射电子， $D_{10}(0^\circ) = 393.96 Gy/h$ 。查《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》表 A.3，钢对电子能量 3MeV 的第一个十分之一值层厚度  $T_1 = 8.7 cm$ ，平衡时的十分之一值层厚度  $T_e = 8.2 cm$ ，铅对电子能量 3MeV 的第一个十分之一值层厚度  $T_1 = 4.5 cm$ ，平衡时的十分之一值层厚度为 4.9cm。

将相关参数带入公式 (11-1)，SRA0302 型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。计算点位示意图见附图 4、附图 5。

表 11-1 SRA0302 型电子加速器辐照装置屏蔽室屏蔽效果核算

参数	东侧 (A)	西侧 (B)	南侧 (C)	北侧 (D)	顶部 (E)	底部 (F)	东北侧操作位
S (cm)							
T <sub>1</sub> (cm)							
Te (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)							
评价							

由表 11-1 可知，SRA0302 型电子加速器屏蔽室外参考点处的辐射剂量率最大值约为 1.607μSv/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 主机室屏蔽计算

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置主机室内的辐射场由三部分叠加：辐照室内韧致辐射产生初级 X 射线，经过辐照室不完全屏蔽的强贯穿辐射场；辐照室内的 0°方向上产生的韧致辐射初级 X 射线，经底部 180°方向散射后的次级 X 射线，通过辐照室屋顶后照射入主机室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管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°方向的次级散射 X 射线能量较低，受到屏蔽体的屏蔽后，其产生辐射剂量较少。

为简化计算，主机室辐射防护屏蔽评价，仅考虑电子加速器辐照装置加速过程中束流损失辐射场的影响及辐照室内与入射电子束成 120°到 180°方向的韧致辐射初级 X 射线经过辐照室屏蔽对辐照舱外考察点的影响。为安全起见，120°到 180°方向的发射率常数保守取 90°方向的发射率常数。

#### 1.2.1 束流损失辐射场辐射屏蔽计算

本项目 SRA0302 型自屏蔽电子加速器辐照装置加速管为铜，参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018），被辐照的靶材料为“铁、铜”时，90°方向的修正系数  $f_e$  为 0.5；根据建设单位提供数据，SRA0302 型自屏蔽电子加速器辐照装置在加速过程中的束流损失率为 2%（即电子束流强度为 0.0134mA），束流损失点的能量为 1MeV，参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）表 A.1，其 90°方向的 X 射线发射率为  $0.4\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，进行修正后得到  $D_{10}(90^\circ)=0.1608\text{Gy/h}$ 。

参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）表 A.4 可知 1MeV 入射电子能量 90°方向的初级 X 射线等效能量为 0.7MeV，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 0.7MeV 的第一个十分之一值层厚度  $T_1=4.53\text{cm}$ ，平衡时的十分之一值层厚度  $T_e=4.03\text{cm}$ 。铅对电子能量 1.9MeV 的第一个十分之一值层厚度  $T_1=0.88\text{cm}$ ，平衡时的十分之一值层厚度为 1.82cm。采用公式 11-1 计算，预测点位见附图 4 及附图 5，估算结果见表 11-2。

表 11-2 束流损失辐射场对主机室周围的辐射影响计算结果

参数	东侧 (G)	西侧 (H)	南侧 (I)	北侧 (J)	顶部 (E)
S (cm)					
$T_1$ (cm)					
$T_e$ (cm)					
$B_x$					
$d^{①}$ (m)					
$D_{10}$ (Gy/h)					
$H_M$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )					
控制值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )					
评价					

### 1.2.2 辐照室屏蔽体贯穿辐射屏蔽计算

为安全起见，120°到 180°方向的发射率常数保守取 90°方向的 X 射线发射率。预测点位见附图 4 及附图 5，估算结果见表 11-3。

表 11-3 贯穿辐射场对主机室周围的辐射影响计算结果

参数	东侧 (G)	西侧 (H)	南侧 (I)	北侧 (J)
$S^{①}$ (cm)				
$T_1$ (cm)				
$T_e$ (cm)				
$B_x$				

$d^{\circ}$ (m)				
$D_{10}$ (Gy/h)				
$H_M$ ( $\mu$ Sv/h)				
控制值 ( $\mu$ Sv/h)				
评价	满足	满足	满足	满足

①：屏蔽体厚度 S 为 CAD 中直接测量所得，各侧 Fe 厚度保守均取 2cm；

②：X 射线源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 4 及附图 5。

### 1.2.3 主机室贯穿辐射场与束流损失场叠加影响

主机室贯穿辐射场与束流损失场叠加影响计算见表 11-4。

表 11-4 加速器主机室四周及顶部关注点处贯穿辐射场与束流损失场叠加影响

关注点位置	剂量率 ( $\mu$ Gy/h)		
	第一部分 <sup>[1]</sup>	第二部分 <sup>[2]</sup>	叠加值
G 东侧			
H 南侧			
I 西侧			
J 北侧			
E 顶部			

注：[1] 电子加速过程中偏离束流主方向的电子束（束流损失）照射到加速管后产生韧致 X 辐射在主机室四周及顶部外关注点处的剂量率。

[2] 辐照室内与入射电子束成  $120^{\circ}\sim 180^{\circ}$  的韧致辐射初级 X 射线穿透辐照室的贯穿辐射场在主机室四周及顶部外关注点处的剂量率。

由表 11-4 可知，主机室外参考点处的辐射剂量率最大值约为  $1.229\mu\text{Sv/h}$ ，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。

### 1.3 通风管道、电缆管道、防护门缝隙处辐射防护分析

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽体内通风管道及电缆管道拟采用迷道式设计（见图 11-1），根据散射路径可知自屏蔽电子加速器辐照装置屏蔽体内 X 射线至少经过 4 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，可推知本项目自屏蔽电子加速器辐照装置各管道设计能够满足辐射防护的要求。

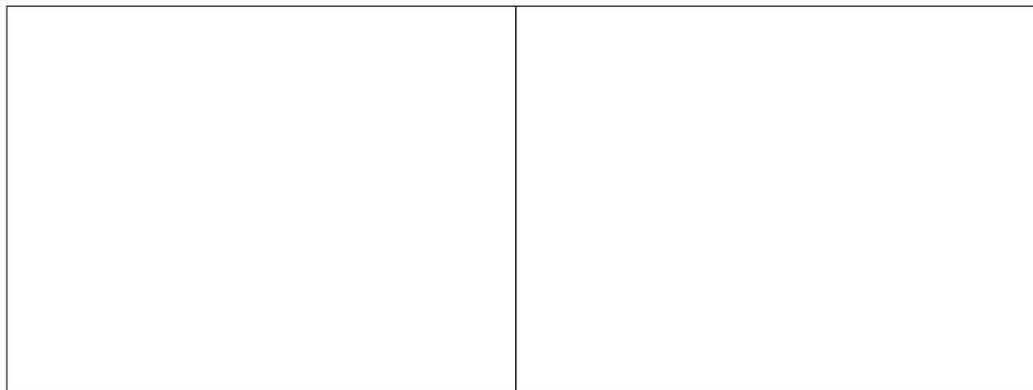


图 11-1 本项目自屏蔽电子加速器辐照装置通风管道、电缆管道散射示意图

本项目辐照室屏蔽移门门洞 0.33m 宽×0.229m 高，屏蔽移门 0.93m 宽×0.825m 高；屏蔽移门左右各搭接 0.3m，上方搭接 0.3m，下方搭接 0.296m；屏蔽移门与屏蔽体缝隙宽度小于 2mm；防护门与墙体重叠部分不小于防护门与墙体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断屏蔽移门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

#### 1.4 臭氧的环境影响分析

本项目 SRA0302 型自屏蔽电子加速器辐照装置在工作状态时，产生的 X 射线会使屏蔽体内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。根据臭氧产生率计算公式  $P=45dIG$ （P：单位时间电子束产生 O<sub>3</sub> 的质量，单位取 mg/h；d：电子在空气中的行程，单位取 cm；I：电子束流强度，单位取 mA；G：空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O<sub>3</sub> 分子数，保守取 10）可知，臭氧的产生主要与电子在空气中的行程及电子束流强度有关。本项目电子加速器辐照装置辐照室体积小，人员无法进入辐照室内，电子在空气中的行程最大约 3cm，电子束流强度最大约为 0.67mA，由此可见本项目电子加速器辐照装置电子在空气中的行程很短，电子束流强度很小，可推知臭氧产额很小（仅 904.5mg/h），其在屏蔽体内作用产生的臭氧及氮氧化物浓度较小，因此未对电子加速器辐照装置屏蔽体内臭氧浓度进行计算。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。

#### 1.5 安装调试和维修过程辐射环境影响评价

常州赛锐仪器科技有限公司销售电子加速器辐照装置前，均会确认客户单位是否履行了相关环评手续，凭客户单位相应的电子加速器辐照装置环评批复出售装置，同时对销售的电子加速器辐照装置去向负责，建立销售台账。

公司生产、销售的自屏蔽电子加速器辐照装置在公司厂区内调试完成后，将装箱发往客户，在客户单位进行安装、调试；同时对客户单位辐射工作人员进行相关操作培训等，并负责日后设备的维修工作。根据表 11-1~表 11-4 理论预测结果，自屏蔽电子加速器辐照装置在客户单位进行开机调试时，其自带屏蔽体的屏蔽能够满足《γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）中辐射防护要求。

## 2 辐射工作人员和公众剂量估算及评价

### 2.1 计算模式

本项目辐射工作人员和公众年有效剂量由公式（11-3）进行估算：

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

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。

公司在进行自屏蔽电子加速器辐照装置调试时，操作位位于调试位东北侧，辐射工作人员主要位于操作位处进行调试，根据表 11-1 中的预测结果可知，操作位处的辐射剂量率约 0.032μSv/h，辐射工作人员在客户厂区内调试及维修时，保守取 SRA0302 型电子加速器辐照装置四周屏蔽体外参考点处的辐射剂量率最大值约 0.664μSv/h。

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置在进行调试时，电子加速器调试区内禁止公众进入，公众人员年有效剂量拟按照调试区边界外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：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (11-4)$$

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>—自屏蔽电子加速器辐照装置辐照舱外 5cm 处距射线源的距离，m；

R<sub>2</sub>—调试区边界外各点位距射线源的距离，m。

各点位辐射剂量率计算结果见表 11-5。

表 11-5 各点位剂量率预测表

点位	H <sub>1</sub> (μSv/h)	R <sub>1</sub> (m)	R <sub>2</sub> * (m)	H <sub>2</sub> (μSv/h)
电子加速器调试区东侧边界处				
电子加速器调试区南侧边界处				
电子加速器调试区西侧边界处				
电子加速器调试区北侧边界处				
电子加速器调试区正上方清研储能科技（常州）有限公司仓库				
电子加速器调试区南侧清研储能科技（常州）有限公司厂房				

\*R<sub>2</sub>取自表7-1及图10-1

人员受照时间见表 11-6。

表 11-6 辐射工作人员及公众受照时间一览表

/	公司厂区内调试时间	客户厂区调试时间	客户厂区维修时间
单台装置	100h	8h	4h
7台装置	700h	56h	28h

## 2.2 辐射工作人员剂量估算及评价

本项目 3 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置年生产、使用和销售总量约为 7 台，保守均按 SRA0302 型自屏蔽电子加速器辐照装置考虑。公司每台自屏蔽电子加速器辐照装置开机调试时间总共约为 112 小时（调试区调试 100h+客户现场调试 8h、维修调试 4h），则每名辐射工作人员年调试曝光时间不超过 784 小时（公司厂区内调试 700 小时，客户厂区内调试 56h 及维修调试 28h）。将相关参数带入公式（11-3）计算得到辐射工作人员年有效剂量见表 11-7。

表 11-7 辐射工作人员年有效剂量计算结果一览表

/		D (辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$ )	t (年工作时间, h)	T (居留因子)	U (使用因子)	年剂量估算值 ( $\text{mSv/a}$ )	
						-	合计
本项目辐射工作人员	公司厂区调试						
	客户厂区调试						
	客户厂区维修调试						

由表 11-7 可知，本项目辐射工作人员年有效剂量最大约为 0.078mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值中职业人员的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv。

## 2.3 公众人员剂量估算及评价

### (1) 电子加速器调试区周围公众人员年有效剂量估算

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置在进行调试时，电子加速器调试区内禁止公众进入，公众年受照时间取 700 小时。将表 11-5 参数带入公式（11-3）计算得到公众年有效剂量值见表 11-8。

表 11-8 电子加速器调试区周围公众人员年受照有效剂量结果评价

预测点位/人员	D (辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$ )	t (年工作时间, h)	T (居留因子)	U (使用因子)	$E_{\text{eff}}$ (年有效剂量, mSv)
电子加速器调试区东侧					
电子加速器调试区南侧					
电子加速器调试区西侧					
电子加速器调试区北侧					
电子加速器调试区正上方					

从表 11-8 中预测结果可知，本项目电子加速器调试区拟建址周围及楼上二层公众年

有效剂量最大约为 0.076mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值中公众人员的要求：公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

本项目电子加速器调试区拟建址周围其他公众距调试区相对较远，经距离的进一步衰减后，其有效剂量将更低，可推断电子加速器调试区拟建址周围评价范围内公众年有效剂量能够满足公众年剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

## （2）客户厂区调试场所周围公众人员年有效剂量估算

当本项目自屏蔽电子加速器辐照装置在客户厂区许可场所内安装调试时，每台设备调试约 8h、维修调试约 4h，设备四周最大辐射剂量率约为 0.664 $\mu$ Sv/h，设备调试、维修期间禁止无关人员靠近，客户厂区周围公众居留因子保守取 1，则客户厂区调试场所周围公众人员所受年有效剂量约为 0.008mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值中公众人员的要求：年有效剂量不超过 0.1mSv。

## 2.4 叠加剂量影响分析

由于本项目电子加速器调试区与现有III类射线装置调试区毗邻，可能同时进行调试，需考虑叠加影响。

### （1）辐射工作人员

根据公司 2022-2023 年 4 个季度个人剂量检测报告（附件 10）可知，公司现有 7 名辐射工作人员年有效剂量最大值约为 0.171mSv（景小华），工作量增加至 1.4 倍后，年有效剂量最大值约为 0.239mSv，叠加表 11-8 中III类射线装置调试区工作人员理论预测年有效剂量最大值 0.076mSv 后，所受年有效剂量最大值约为 0.315mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值中职业人员的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv。

### （2）公众

公众主要考虑本项目电子加速器调试区与现有III类射线装置调试区、III类射线装置调试机房（2 座调试机房不同时使用）之间通道处及东侧生产区的叠加影响。叠加剂量时，电子加速器调试区保守取边界处剂量率值（见表 11-5），现有III类射线装置调试区根据剂量率与距离的平方成反比公式（11-4）计算得到边界处剂量率值（见表 11-9），III类射线装置调试机房保守取附件 9 中III类射线装置表面剂量率检测结果最大值（0.226 $\mu$ Sv/h）。叠加点位示意图见图 11-2，叠加辐射剂量率计算结果见表 11-9。

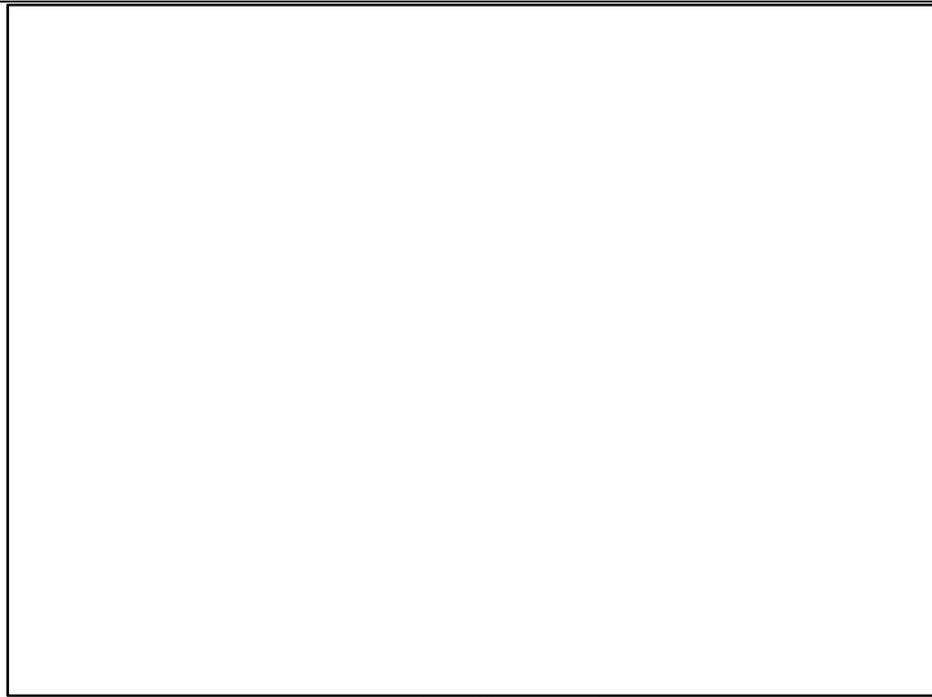


图11-2 叠加计算点位示意图

表 11-9 叠加剂量计算表

点位	H <sub>1</sub> (μSv/h)	R <sub>1</sub> * (m)	R <sub>2</sub> (m)	H <sub>2</sub> (μSv/h)

从表 11-9 中的计算结果可以看出，当公司 3 个调试区域同时运行时，本项目电子加速器调试区西侧通道位置处叠加后剂量率最大约为 0.243μSv/h，将其代入公式（11-3）计算得到该点位处公众的年有效剂量最大约为 0.021mSv，电子加速器调试区东侧生产区处叠加后剂量率最大约为 0.009μSv/h，计算得到该点位处公众的年有效剂量最大约为 0.006mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本项目剂量约束值要求：公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

### 3 三废治理措施评价

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置拟采用机械排风，排风口拟从辐照舱南侧引出，通过外接管道引至楼顶，风机拟设于车间外部，电子加速器辐照室拟设置排风量约 1000m<sup>3</sup>/h 及进风量约 204m<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。进风机通过进风管道将风输送至扫描盒；排风机将装置内臭氧和氮氧化物通过排气管引至楼顶排放，排气口高于楼顶 2 米，高于周围其它建筑物，能够满足《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）中关于排风口高度的要求。本

项目电子加速器辐照装置的屏蔽体净体积均约为 0.2m<sup>3</sup>，通风换气次数每小时可达 500 次以上。臭氧通过排风系统排放至外环境，在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目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

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，工作人员无法进入屏蔽体内，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调试运行时设备安全联锁装置失灵造成射线泄漏至加速器屏蔽体外，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，造成射线泄漏至加速器屏蔽体外，发生人员超剂量照射事故。

### 2 辐射事故预防措施

常州赛锐仪器科技有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中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。

(1) 企业内部加强辐射安全管理，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

(2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。在进行电子加速器辐照装置调试前，检查确认各项安全措施的有效性，严禁在安全设施故障的情况下开机调试。

(3) 辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。

### 3 辐射事故处置方法

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，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般

辐射事故四个等级。本项目拟生产、使用、销售的自屏蔽电子加速器辐照装置属于 II 类射线装置，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。通常情况下属于一般辐射事故。在发生事故后：

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

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

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

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。

常州赛锐仪器科技有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，明确了辐射防护负责人，并以文件形式明确了相关管理人员职责。公司现有7名辐射工作人员（其中1名兼职辐射防护负责人），均通过生态环境部培训平台上的线上考核（见附件8），拟调配2名辐射工作人员专职负责本项目自屏蔽电子加速器辐照装置调试工作。辐射工作人员持有的辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可再次上岗。

**辐射安全管理规章制度**

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

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

**操作规程：**明确生产、调试人员的资质条件要求、调试过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。公司还应补充自屏蔽电子加速器辐照装置调试过程中采取的具体防护措施及步骤。

**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：**根据具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，明确自屏蔽电子加速器辐照装置生产、调试过程中的安全防护负责人员。

**设备检修维护制度：**明确加速器、各项安全联锁装置、照射信号指示器在日常调试过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。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。此外，根据 18 号令，生产、使用和销售射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

**台账管理制度：**建立台账制度，公司应在日常工作中落实到位，对公司生产、调试和销售的电子加速器辐照装置的型号、规格、数量、去向及日期等均需记录在台账上，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，常州赛锐仪器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。

常州赛锐仪器科技有限公司目前已配有 1 台 RP6000 型辐射巡检仪和 7 台 RG1000 型个人剂量报警仪，本项目拟共用现有 1 台辐射巡检仪并调配 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。

### 2 监测方案

公司现有核技术利用项目已委托常州环宇信科环境检测有限公司开展年度环保检测（年度环保检测报告见附件 9），由检测结果可知，公司现有射线装置在以检测工况运行时，装置外周围剂量当量率均能满足相应标准中参考控制水平的要求。公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并每三个月送常州环宇信科环境检测有限公司进行个人剂量监测，根据公司 2022 年~2023 年 4 个季度辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件 10），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常。公司已定期安排已有辐射工作人员进行职业健康体检（体检周期不超过 2 年），并建立了职业健康档案。公司每年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。

本项目建成投产后，公司应定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对本项目辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测；在开展调试工作时，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。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屏蔽门外 5cm 处及门缝隙处； ③电缆口、通风口外 5cm 处； ④操作位处； ⑤调试区周围。
		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	每 3 个月/次	
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	/

本项目运行后，公司应认真落实个人剂量监测及职业健康体检方案，安排本项目辐射工作人员定期进行个人剂量测量（1 个月/次，最长不超过 3 个月/次）以及职业健康体检（两次检查的时间间隔不应超过 2 年），并妥善保管监测档案。

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，常州赛锐仪器科技有限公司已针对核技术利用项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容主要包括以下内容：

- (1) 应急机构和职责分工；

- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

公司已依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定了辐射事故应急预案，明确建立了应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位事故应急方案，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**

常州赛锐仪器科技有限公司位于常州西太湖科技产业园腾龙路 2 号 3 号楼。3 号楼共 2 层，常州赛锐仪器科技有限公司租赁 3 号楼 1 层北部，清研储能科技（常州）有限公司租赁 3 号楼 1 层南部及 2 层。公司厂区东侧为园区道路及江苏东瑞磁材科技有限公司，南侧为清研储能科技（常州）有限公司及园区道路，西侧为园区道路及腾龙大道，北侧为园区道路及常州市嘉驰滚针轴承有限公司，楼上二层为清研储能科技（常州）有限公司。

本项目电子加速器调试区拟建于公司车间内西部，电子加速器调试区东侧为生产区及园区道路，南侧为Ⅲ类射线装置调试区及清研储能科技（常州）有限公司，西侧为通道、Ⅲ类射线装置调试机房、控制室、实验室及园区道路，北侧为通道、办公区、工具间、配电间、卫生间及园区道路，正上方为清研储能科技（常州）有限公司，正下方无建筑。

本项目电子加速器辐照舱拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等敏感点。因此，本项目保护目标主要为本项目辐射工作人员及电子加速器辐照舱拟建址周围评价范围内公众。

**1.2 实践正当性评价**

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

**1.3 项目布局及分区**

本项目拟生产、使用、销售的自屏蔽电子加速器辐照装置主要通过自带屏蔽体进行防护，公司拟将电子加速器辐照舱划为控制区，调试时人员不得进入；拟将电子加速器调试区边界划为监督区边界，监督区边界拟设置警戒实体栅栏，并在醒目位置处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。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

本项目每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电子束控制系统配备钥匙开关，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电子加速器辐照装置辐照舱北部及操作位处拟各设置 1 个急停按钮；③电子加速器屏蔽移门及辐照舱的维修门拟设限位开关，均与束流控制和加速器高压联锁；④电子加速器主屏蔽体设计有束流联锁以及排风联锁等电子联锁装置；⑤电子加速器辐照舱北部拟设置 1 个工作状态指示灯，辐照舱东部拟设置 1 个蜂鸣器，用于安全联锁就绪预警；⑥电子加速器辐照装置的控制与束下装置联锁；⑦电子加速器辐照装置主屏蔽体设计有冷却水温度及流量传感器，加速器的冷却水温度或流量不达标，加速器自动断开高压，停止出束；⑧电子加速器辐照装置设计有辐射监测系统与剂量联锁装置，辐照舱样品进出口处拟设置 1 个检测探头；⑨拟在加速器辐照舱外醒目位置设置电离辐射警告标志。

本项目电子加速器调试区边界拟设置警戒实体围栏，悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入；电子加速器调试区拟设辐射监测系统与剂量联锁装置，人员操作位处拟设置 1 个检测探头。

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

常州赛锐仪器科技有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。公司拟根据相关法条例及本报告提出的要求完善辐射安全管理制度。公司现有 7 名辐射工作人员（其中 1 名兼职辐射防护负责人），均通过生态环境部培训平台上的线上考核，拟调配 2 名辐射工作人员专职负责本项目自屏蔽电子加速器辐照装置调试工作。

公司已配备 1 台辐射巡检仪和 7 台个人剂量报警仪，本项目拟共用现有 1 台辐射巡检仪并调配 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。

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

## 2 环境影响分析结论

### 2.1 辐射防护影响预测

根据理论预测可知，本项目 3 种型号自屏蔽电子加速器辐照装置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《 $\gamma$ 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。

## 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  $5\text{mSv}$ ，公众年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ ）。

## 2.3 三废处理处置

本项目自屏蔽电子加速器辐照装置拟采用机械排风，排风口拟从辐照舱南侧引出，通过外接管道引至楼顶，风机拟设于车间外部，电子加速器辐照室拟设置排风量约  $1000\text{m}^3/\text{h}$  及进风量约  $204\text{m}^3/\text{h}$ ，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。进风机通过进风管道将风输送至扫描盒；排风机将装置内臭氧和氮氧化物通过排气管引至楼顶排放，排气口高于楼顶 2 米，高于周围其它建筑物，能够满足《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）中关于排风口高度的要求。本项目电子加速器辐照装置的屏蔽体净体积均约为  $0.2\text{m}^3$ ，通风换气次数每小时可达 500 次以上。臭氧通过排风系统排放至外环境，在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目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，常州赛锐仪器科技有限公司生产、使用和销售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，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

## 建议与承诺

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

(2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

(3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

(4) 项目建设完成后，企业应及时申领辐射安全许可证。

(5) 项目建成后企业应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定，在3个月内完成环境保护验收，需对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。

本项目辐射安全措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，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		加速器机房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）剂量限值和本项目管理目标限值的要求：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>本项目每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电子束控制系统配备钥匙开关，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电子加速器辐照装置辐照舱北部及操作位处拟各设置1个急停按钮；③电子加速器屏蔽移门及辐照舱的维修门拟设限位开关，均与束流控制和加速器高压连锁；④电子加速器主屏蔽体设计有束流连锁以及排风连锁等电子连锁装置；⑤电子加速器辐照舱北部拟设置1个工作状态指示灯，辐照舱东部拟设置1个蜂鸣器，用于安全连锁就绪预警；⑥电子加速器辐照装置的控制与束下装置连锁；⑦电子加速器辐照装置主屏蔽体设计有冷却水温度及流量传感器，加速器的冷却水温度或流量不达标，加速器自动断开高压，停止出束；⑧电子加速器辐照装置设计有辐射监测系统与剂量连锁装置，辐照舱样品进出口处拟设置1个检测探头；⑨拟在加速器辐照舱外醒目位置设置电离辐射警告标志。</p> <p>本项目电子加速器调试区边界拟设置警戒实体围栏，悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入；电子加</p>	满足相关标准中关于辐射安全设施的相关要求	80

	速器调试区拟设辐射监测系统与剂量联锁装置，人员操作位处拟设置1个检测探头		
人员 配备	公司现有7名辐射工作人员（其中1名兼职辐射防护负责人），拟调配2名辐射工作人员专职负责本项目自屏蔽电子加速器辐照装置调试工作，辐射工作人员持有的辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可再次上岗	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求	定期投入
	本项目拟配备的2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，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案		
	本项目拟配备的2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，并建立职业健康监护档案		
监测仪 器和防 护用品	公司目前已配有1台辐射巡检仪和7台个人剂量报警仪，本项目拟共用现有1台辐射巡检仪并调配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》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	/
辐 射 安 全 管 理 制 度	公司已根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射安全和防护管理制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度、事故应急预案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求，对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。	/

以上措施必须在项目运行前落实。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见

公 章  
经办人

年 月 日

审批意见

公 章  
经办人

年 月 日