

编号

核技术利用建设项目

江苏新美星包装机械股份有限公司 新增使用、销售灭菌电子加速器项目 环境影响报告表

(公示本)

江苏新美星包装机械股份有限公司

2024年1月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江苏新美星包装机械股份有限公司 新增使用、销售灭菌电子加速器项目 环境影响报告表

建设单位名称：江苏新美星包装机械股份有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：江苏省苏州市张家港经济开发区南区新泾东路

邮政编码

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	- 17 -
表 9 项目工程分析与源项	- 21 -
表 10 辐射安全与防护	- 33 -
表 11 环境影响分析	- 47 -
表 12 辐射安全管理	- 62 -
表 13 结论与建议	- 66 -
表 14 审批	- 72 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		江苏新美星包装机械股份有限公司新增使用、销售灭菌电子加速器项目			
建设单位		江苏新美星包装机械股份有限公司			
法人代表		■	联系人	■	联系电话
注册地址		江苏省苏州市张家港经济开发区南区新泾东路			
项目建设地点		江苏省苏州市张家港经济开发区南区新泾东路江苏新美星包装机械股份有限公司厂区内新灌装车间			
立项审批部门		■		批准文号	■
建设项目总投资 (万元)		■	项目环保总投资 (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 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	/			
<p>项目概述</p> <p>一、建设单位简介</p> <p>江苏新美星包装机械股份有限公司(统一社会信用代码:913205007539426414,以下简称“公司”)是一家专注于液态产品智能工厂集成解决方案的股份制上市公司,公司致力于为液态产品智能工厂提供产存一体化整体解决方案的总集成总承包服务。长期以来,公司始终坚持“创新驱动发展、品质赢得市场”的理念,在饮料、乳品、酒类、调味品和日化品五大领域精耕细作,为全球用户提供水处理、前调配、吹瓶、灌装、二次包装、搬运机器人、智能立体仓库等成套智能装备及全面解决方案。</p>					

二、项目由来

为了顺应产业领域内发展的潮流，促进辐照加工技术的发展与应用，拓展公司业务范围，提高行业竞争优势，江苏新美星包装机械股份有限公司拟于其厂区内新灌装车间西部新建一处电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线（以下简称“生产测试线”），该生产测试线主要用于公司内部电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备的研发与测试，该一体化成套设备由 1 套吹瓶机、1 台工业电子加速器、1 套灌装机及传输机械装置组成，通过工业电子加速器产生的电子束对被辐照物料进行辐照，受辐射物品产生化学效应及生物学效应，达到同时去除毒性有机物和杀灭微生物的作用效果（即消毒灭菌）。

江苏新美星包装机械股份有限公司计划年销售电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备 5 套，每套一体化成套设备均配备一台 DGwz0.5/60 型工业电子加速器用于 PET 塑料瓶消毒灭菌，该工业电子加速器为中广核达胜加速器技术有限公司生产的自屏蔽设备，最大电子射线束能量 0.5MeV，束流强度 60mA，属 II 类射线装置。由于辐射灭菌的瓶型多种多样，包含瓶的材料、花纹、高度、直径、壁厚以及材料中是否添加色母等，这些因素都影响着杀菌效果，为满足商业无菌的工艺要求同时满足部分客户提出的工厂验收测试要求，本项目每套一体化成套设备出厂前均需在公司内新灌装车间西部电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线内进行调试并验证杀菌效果，以确定最终辐照参数，减少客户现场的调试周期，同时也为公司后续发展积累辐照杀菌参数。

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设单位江苏新美星包装机械股份有限公司需对该项目进行环境影响评价。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）的规定，本项目属于“第 172 条 核技术利用建设项目”中“生产、使用 II 类射线装置的”应编制环境影响报告表，并在完善本项目环评及相关手续后及时申领辐射安全许可证。

为此，江苏新美星包装机械股份有限公司委托南京瑞森辐射技术有限公司对该项目开展环境影响评价工作（委托书见附件 1）。南京瑞森辐射技术有限公司接受委托

后，通过现场勘察、收集资料并结合现场监测等工作的基础上，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制了本项目环境影响报告表。

本项目核技术应用项目见表 1-1。

表 1-1 新增使用、销售灭菌电子加速器项目情况一览表

射线装置								
序号	射线装置名称	型号	数量	类别	电子束最大能量	最大束流强度	用途	工作场所
1	工业电子加速器	DGwz0.5/60	5套/年	II类	0.5MeV	60mA	使用、销售	新灌装车间本次新建的电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线内

二、本项目选址情况及周边保护目标情况

江苏新美星包装机械股份有限公司位于江苏省苏州市张家港经济开发区南区新泾东路。公司厂区东侧为南园路，南侧为新泾东路，西侧为东南大道，北侧为棋杆路。本项目地理位置示意图见附图 1，江苏新美星包装机械股份有限公司周围环境示意图见附图 2。

本项目电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线位于厂区内新灌装车间，该新灌装车间为地上一层建筑，其东侧依次为室外道路、金工车间及精密车间，南侧依次为室外道路及吹瓶车间，西侧依次为室外通道及钣金车间，北侧依次为室外道路及公司厂界。江苏新美星包装机械股份有限公司平面布置见附图 2。新灌装车间平面布置示意图见附图 3。

本项目电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线位于厂区内新灌装车间西部，其东侧为装配区，南侧为依次为走道、装配区及车间办公区，北侧依次为走道及库房，西侧为室外道路，上方及下方均无建筑。本项目电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线由吹瓶区、电子束灭菌区及灌装区组成，3 个区域相邻分布，由北至南依次为吹瓶区、电子束灭菌区及灌装区，本项目工业电子加速器位于电子束灭菌区内，其控制台位于设备南侧。本项目电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线平面布置示意图见附图 4。

本项目 50m 评价范围均位于公司厂区范围内，公司周边主要以市政道路及其他生产企业为主，评价范围内无学校、居民区等环境敏感目标，项目运行后的主要环境保护目标为本项目的辐射工作人员、厂内其他工作人员及 50m 评价范围内其他公众。

三、“三线一单”相性分析

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）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1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；根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题；本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图7。

四、实践正当性分析

江苏新美星包装机械股份有限公司新增使用、销售灭菌电子加速器项目的实施，符合公司发展的定位与要求，顺应产业领域内发展的潮流，能够促进辐照加工技术的发展与应用。项目建成投运后，有利于公司产能迅速扩大，带动当地经济发展。在落实本报告提出的辐射安全与防护管理措施后，本项目所产生的环境影响能够得到有效控制，项目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。

五、原有核技术利用项目许可情况

江苏新美星包装机械股份有限公司系首次开展核技术利用项目，因此江苏新美星包装机械股份有限公司须完善本项目的环评及相关手续后，及时向发证机关申请辐射安全许可证。

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》(GB18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂 量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	工业电子加 速器	II类	5套/年	DGwz0.5/60	电子	0.5MeV	60mA	使用、销售	新灌装车间内电子束灭菌 吹灌旋一体生产测试线	自屏蔽设备

(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 (μ A)	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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	/	微量	微量	不暂存	臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。臭氧在排入大气 50min 后自动分解。

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>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），国家主席令第9号公布，2015年1月1日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正版），中华人民共和国主席令第24号公布，2018年12月29日发布施行；</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日起实施；</p> <p>(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年修正，国务院令709号，2019年3月2日施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第20号，2021年1月8日起施行；</p> <p>(6) 《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>(7) 《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>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，（2021版），生态环境部第16号令，自2021年1月1日起施行；</p> <p>(9) 《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>(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》原国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日起实施；</p> <p>(11) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，国家发展和改革委员会，2023年第7号令，2024年2月1日起施行；</p> <p>(12) 《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，2019年部令第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(13) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法〉配套文件的公告》，生态环境部，公告2019年第38号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(14) 《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日起启用。</p>
------------------	---

	<p>(15) 《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>(16) 《生态环境部关于进一步优化辐射安全考核的公告》，生态环境部，公告2021年第9号，2021年3月15日起施行</p> <p>(17) 《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号公告公布，2018年5月1日起实施；</p> <p>(18) 《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），江苏省人民政府，2018年6月9日发布；</p> <p>(19) 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），江苏省人民政府，2020年1月8日发布；</p> <p>(20)《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（苏政发〔2020〕49号），江苏省人民政府，2020年6月21日发布；</p> <p>(21) 《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环评〔2021〕108号），生态环境部，2021年11月19日发布；</p> <p>(22) 《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，江苏省生态环境厅办公室，2021年5月31日印发；</p> <p>(23) 《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) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(6) 参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）；</p> <p>(7) 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p>

	<p>(9) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ 141-2002) (GBZ 141-2002) (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) 《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T 25306-2010)。</p>
其他	<p>附图:</p> <p>附图 1: 江苏新美星包装机械股份有限公司地理位置示意图</p> <p>附图 2: 江苏新美星包装机械股份有限公司周围环境及平面布局示意图</p> <p>附图 3: 新灌装车间平面布局示意图</p> <p>附图 4: 本项目电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线平面布局示意图</p> <p>附图 5: 本项目工业电子加速器结构示意图</p> <p>附图 6: 本项目工业电子加速器辐射防护屏蔽设计示意图</p> <p>附图 7: 本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系示意图</p> <p>附件:</p> <p>附件 1: 委托书</p> <p>附件 2: 辐射环境现状监测报告</p> <p>附件 3: 营业执照</p> <p>附件 4: 备案证</p> <p>附件 5: 射线装置销售授权书</p> <p>附件 6: 射线装置使用承诺书</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围					
<p>根据本项目的特点并参照《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）中：<u>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</u>；确定本项目评价范围为本次新增工业电子加速器（自屏蔽设备）屏蔽体外周边 50m 范围，评价范围详见附图 2。</p>					
保护目标					
<p>本项目电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线位于厂区新灌装车间内西部，新灌装车间为地上一层建筑，本项目拟建址上方无建筑，下方为土层。本项目周围 50m 评价范围均位于公司厂区内，根据本项目确定的评价范围，项目运行后的主要环境保护目标为本项目的辐射工作人员、厂内其他工作人员及 50m 评价范围内其他公众等，详见表 7-1。</p>					
表 7-1 本项目评价范围内敏感保护目标情况一览表					
保护目标名称	方位		与装置屏蔽体最近距离	规模	备注
辐射工作人员	设备南侧控制台		1m	2 人	工作人员
厂内其他工作人员（不含本项目辐射工作人员）及公众	东侧	电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线内其他区域（吹瓶机及灌装机控制台）	2.5m	约 2 人	监督区之外、50m 范围以内除辐射工作人员以外的其他工作人员、其他公众
		新灌装车间内装配区	8.1m	约 20 人	
	南侧	电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线内其他区域	邻近	约 2 人	
		新灌装车间内走道、装配区及车间办公区	27.5m	约 20 人	
	西侧	钣金车间部分区域	23m	约 20 人	
	北侧	电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线内其他区域	邻近	约 2 人	
		新灌装车间内走道及库房	30.4m	约 10 人	
50m 范围内室外通道等其他公众					

评价标准

一、评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
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： a)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； b)任何一年中的有效剂量，50mSv； c)眼晶体的年当量剂量 150mSv； d)四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 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： a)年有效剂量 6mSv； b)眼晶体的年当量剂量，50mSv； c)四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，150mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值： a)年有效剂量，1mSv； b)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； c)眼晶体的年当量剂量，15mSv； d)皮肤的年当量剂量，50mSv。

公众照射剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：

注册者和许可证持有者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，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中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。

2、参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）：

重点引用：

4.2 辐射防护要求

4.2.1 辐射防护原则

（1）辐射实践的正当性

电子加速器辐照装置的建设立项，必须进行正当性分析，以确定其该项目的正当性。

(2) 辐射防护的最优化

电子加速器辐照装置的设计和建造要求所有照射剂量都保持在规定的限值以内，并在考虑社会和经济因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均应保持在可合理达到的尽量低的水平，即 ALARA (As Low As Reasonably Achievable) 原则。

(3) 个人剂量约束

辐射工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应满足 GB18871 的要求。

在电子加速器辐照装置的工程设计中，辐射防护的剂量约束值规定为：

- a) 辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv；
- b) 公众成员个人年有效剂量为 0.1mSv。

4.2.2 辐射屏蔽设计依据

电子加速器辐照装置的屏蔽设计必须以加速器的最高能量和最大束流强度为依据。

电子加速器辐照装置外人员可到达区域屏蔽体外表面 30cm 处以外区域周围剂量当量率不能超过 2.5 μ Sv/h。如屏蔽体外为社会公众区域，屏蔽设计必须符合公众成员个人剂量约束值规定。

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

5 电子加速器辐照装置的辐射屏蔽

5.1 屏蔽设计原则

电子加速器辐照装置在屏蔽设计时，不仅要考虑最大束流功率时的屏蔽要求，在能量和束流强度可调情况下，还要考虑在最大能量和/或最大束流强度组合下的屏蔽差异。

5.2 屏蔽设计计算

5.2.1 屏蔽设计计算应包括：辐照室和主机室及各自迷道、屋顶、孔洞等。

5.2.2 屏蔽设计和计算结果应在设计文件中加以说明。

5.2.3 电子加速器辐照装置的屏蔽计算方法可参见附录 A。对于专用 X 射线辐照装置，应根据加速器厂商提供的转换靶参数或 X 射线发射率进行计算。对于即可用于电子束辐照也可用于 X 射线辐照的辐照装置，应按照电子加速器辐照装置的屏蔽计算方法计算。

6 电子加速器辐照装置的安全设计

6.1 联锁要求

在电子加速器辐照装置的设计中必须设置功能齐全、性能可靠的安全联锁保护装置，对控制区的出入口门、加速器的开停机和束下装置等进行有效联锁和监控。

安全联锁引发加速器停机时必须自动切断高压。

安全联锁装置发生故障时，加速器不能运行。安全联锁装置不得旁路，维护与维修后必须恢复原状。

6.2 安全设施

(1) 钥匙控制。加速器的主控钥匙开关必须和主机室门和辐照室门联锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器应自动停机。该钥匙必须与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用；

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

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

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

.....

(7) 急停装置。在控制台上和主机室、辐照室内设置紧急停机装置(一般为拉线开关或按钮),使之能在紧急状态下终止加速器的运行。辐照室及其迷道内的急停装置应采用拉线开关并覆盖全部区域。主机室和辐照室内还应设置开门机构,以便人员离开控制区;

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

(9) 通风联锁。主机室、辐照室通风系统与控制系统联锁,加速器停机后,只有达到预先设定的时间后才能开门,以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值;

(10) 烟雾报警。辐照室应设置烟雾报警装置,遇有火险时,加速器应立即停机并停止通风。

6.3 其他要求

6.3.3 通风系统

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

(2) 臭氧的产生和排放,其计算模式和参数见附录 B。

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

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

3、《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ 141-2002)

4、《粒子加速器辐射防护规定》(GB 5172-1985)

重点引用:

2 剂量当量限值

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 辐射防护设施的设计原则

3.2 辐射屏蔽

3.2.1 加速器的屏蔽体厚度必须根据加速粒子的种类、能量和束流强度以及靶材料等综合考虑;按其可能的最大辐射输出进行设计。

3.2.2 加速器的屏蔽体厚度还应根据相邻区域的类型及其人口数确定,使其群体的集体剂量当量保持在可以合理做到的尽可能低的水平。并必须保证个人所接受的剂量当量不得超过相应的剂量当量限值。

3.3 辐射安全系统

3.3.1 决定加速器产生辐射的主要控制系统应该用开关钥匙控制。

3.3.2 加速器厅、靶厅的门均需安装联锁装置,只有门关闭后才能产生辐射。

3.3.3 在加速器厅、靶厅内人员容易到达的地点,应安装紧急停机或紧急断束开关,并且这种开关应当有醒目的标志。

3.3.4 在加速器厅、靶厅内人员容易看到的地方须安装闪光式或旋转式红色警告灯及音响警告装置;在通往辐射区的走廊,出入口和控制台上须安装工作状态指示灯。

3.3.5 在高辐射区和辐射区,应该安装遥控辐射监测系统。该系统的数字显示装置应安装在控制台上或监测位置。当辐射超过预定水平时,该系统的音响和(或)灯光警告装置应当发出警告信号。

3.3.6 每台加速器必须根据其特点配备其他辐射监测装置，如个人剂量计，可携式监测仪。气体监测仪等。

3.3.7 辐射安全系统的部件质量要好，安装必须坚实可靠。系统的组件应耐辐射损伤。

3、工作场所臭氧的控制水平

根据《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）及《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）规定，工作场所空气中臭氧最高容许浓度为 0.3mg/m³。

二、辐射环境评价标准限值

1、剂量约束值

辐射工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-1985）及《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）等评价标准，确定本项目的剂量约束值：

- a) 辐射工作人员个人年有效剂量不超过 5mSv；
- b) 公众成员个人年有效剂量不超过 0.1mSv。

2、工作场所控制剂量率

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ 141-2002）及参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）等标准，本项目电子加速器辐照装置外人员可到达区域屏蔽体外表面 30cm 处以外区域周围剂量当量率不超过 2.5μSv/h。

三、参考资料

- (1) 《辐射防护导论》，方杰主编。
- (2) 《辐射防护手册》，李德平、潘自强主编。
- (3) 《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。

江苏省原野、道路、建筑物室内 γ 辐射（空气吸收）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
均值±3s	29.4~71.4	10.2~84.0	47.2~131.2

注：1、根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，表内数据不含宇宙射线电离成分；
2、评价时采用测值范围作为辐射环境本底参考范围。

根据上表，本报告取江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果中的测值范围为评价参考范围，即原野 γ 辐射剂量率参考范围取 (33.1~72.6) nGy/h，道路 γ 辐射剂量率参考范围取 (18.1~102.3) nGy/h，室内 γ 辐射剂量率参考范围取 (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、项目地理和场所位置

江苏新美星包装机械股份有限公司位于江苏省苏州市张家港经济开发区南区新泾东路。公司厂区东侧为南园路，南侧为新泾东路，西侧为东南大道，北侧为棋杆路。本项目地理位置示意图见附图 1，江苏新美星包装机械股份有限公司周围环境及平面布局示意图见附图 2。

本项目电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线位于厂区内新灌装车间，该新灌装车间为地上一层建筑，其东侧依次为室外道路、金工车间及精密车间，南侧依次为室外道路及吹瓶车间，西侧依次为室外通道及钣金车间，北侧依次为室外道路及公司厂界。江苏新美星包装机械股份有限公司平面布置见附图 2。新灌装车间平面布置示意图见附图 3。

本项目电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线位于厂区内新灌装车间西部，其东侧为装配区，南侧为依次为走道、装配区及车间办公区，北侧依次为走道及库房，西侧为室外道路，上方及下方均无建筑。本项目电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线由吹瓶区、电子束灭菌区及灌装区组成，3 个区域相邻分布，由北至南依次为吹瓶区、电子束灭菌区及灌装区，本项目工业电子加速器位于电子束灭菌区内，其控制台位于设备南侧。本项目电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线平面布置示意图见附图 4。

本项目拟建址周边环境现状见图 8-1~图 8-6。



图 8-1 本项目拟建址现状

图 8-2 拟建址东侧装配区



图 8-5 拟建址南侧通道及办公区

图 8-4 拟建址西侧室外通道



图 8-5 拟建址北侧通道及库房

图 8-6 新灌装车间北侧室外道路

二、辐射环境现状评价

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)相关方法和要求,在进行环境现场调查时,于本项目拟建址及周围环境进行布点,测量辐射剂量率现状。监测结果见表 8-1,监测点位示意图见图 8-7。

监测单位:南京瑞森辐射技术有限公司(检测单位资质见附件 2)



能量范围:

测量范围:

监测因子:

监测日期:

天气

温度

湿度

监测布点：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。

质量控制：本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件 2），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《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。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy。

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合格证书，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验，监测报告实行校核、由授权签字人签发。

评价方法：参照江苏省天然 γ 辐射剂量水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质量，监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-7。

表 8-1 本项目拟建址周围 γ 辐射剂量率

测点编号	检测点位描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	新增使用、销售灭菌电子加速器项目拟建址东侧		
2	新增使用、销售灭菌电子加速器项目拟建址南侧		
3	新增使用、销售灭菌电子加速器项目拟建址西侧		
4	新增使用、销售灭菌电子加速器项目拟建址北侧		
5	新增使用、销售灭菌电子加速器项目拟建址内		
6	新增使用、销售灭菌电子加速器项目拟建址西侧 车钣金间		



图 8-7 本项目拟建址周围环境 γ 辐射监测点位示意图

由表 8-1 监测结果可知，本项目拟建址周围室内环境 γ 辐射剂量率为 [redacted] nGy/h，室外环境 γ 辐射剂量率 [redacted] 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）可知，江苏省道路 γ 辐射剂量率参考范围取（18.1~102.3）nGy/h，室内 γ 辐射剂量率参考范围取（50.7~129.4）nGy/h。综上所述，本项目拟建址周围环境 γ 辐射剂量率位于江苏省环境天然 γ 辐射剂量率水平涨落范围，属江苏省环境天然 γ 辐射剂量率本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、工程设备

江苏新美星包装机械股份有限公司拟于其厂区内新灌装车间西部新建一处电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线，并在该生产测试线内研发、测试电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备。公司计划年销售电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备 5 套，每套一体化成套设备均配备一台 DGwz0.5/60 型工业电子加速器用于 PET 塑料瓶消毒灭菌，该工业电子加速器为中广核达胜加速器技术有限公司生产的自屏蔽设备，最大电子射线束能量 0.5MeV，束流强度 60mA，属II类射线装置。

为满足商业无菌的工艺要求，同时满足部分客户提出的工厂验收测试要求，本项目每套一体化成套设备出厂前均需在公司内新灌装车间西部电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线内进行调试并验证杀菌效果，以确定最终辐照参数，减少客户现场的调试周期，同时也为公司后续发展积累辐照杀菌参数。设备调试达出厂标准后的设备将外售给使用方，综上所述江苏新美星包装机械股份有限公司每年共计销售、使用 DGwz0.5/60 型工业电子加速器 5 台。

本次新增使用的 DGwz0.5/60 型工业电子加速器设备技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目工业电子加速器技术参数一览表

设备类型	工业电子加速器
型号	
设备生产厂家	
射线装置类别	
工作场所	
最大电子线能量	
束流损失点能量	
最大束流强度	
束流损失率	
电子扫描宽度	
主射束方向	
工作方式	
辐照对象类别	
辐照对象尺寸大小	

辐照对象材质	
年调试使用数量	
年出束时间	
用途	

本项目工业电子加速器设备为自屏蔽设备，主要由控制系统、自屏蔽的电子加速器、进料室、出料室、辐照室、控制系统及外箱体等组成。本项目设备及结构示意图如图 9-1 及图 9-2 所示。



图 9-1 本项目 DG_{wz}0.5/60 型加速器设备模型示意图

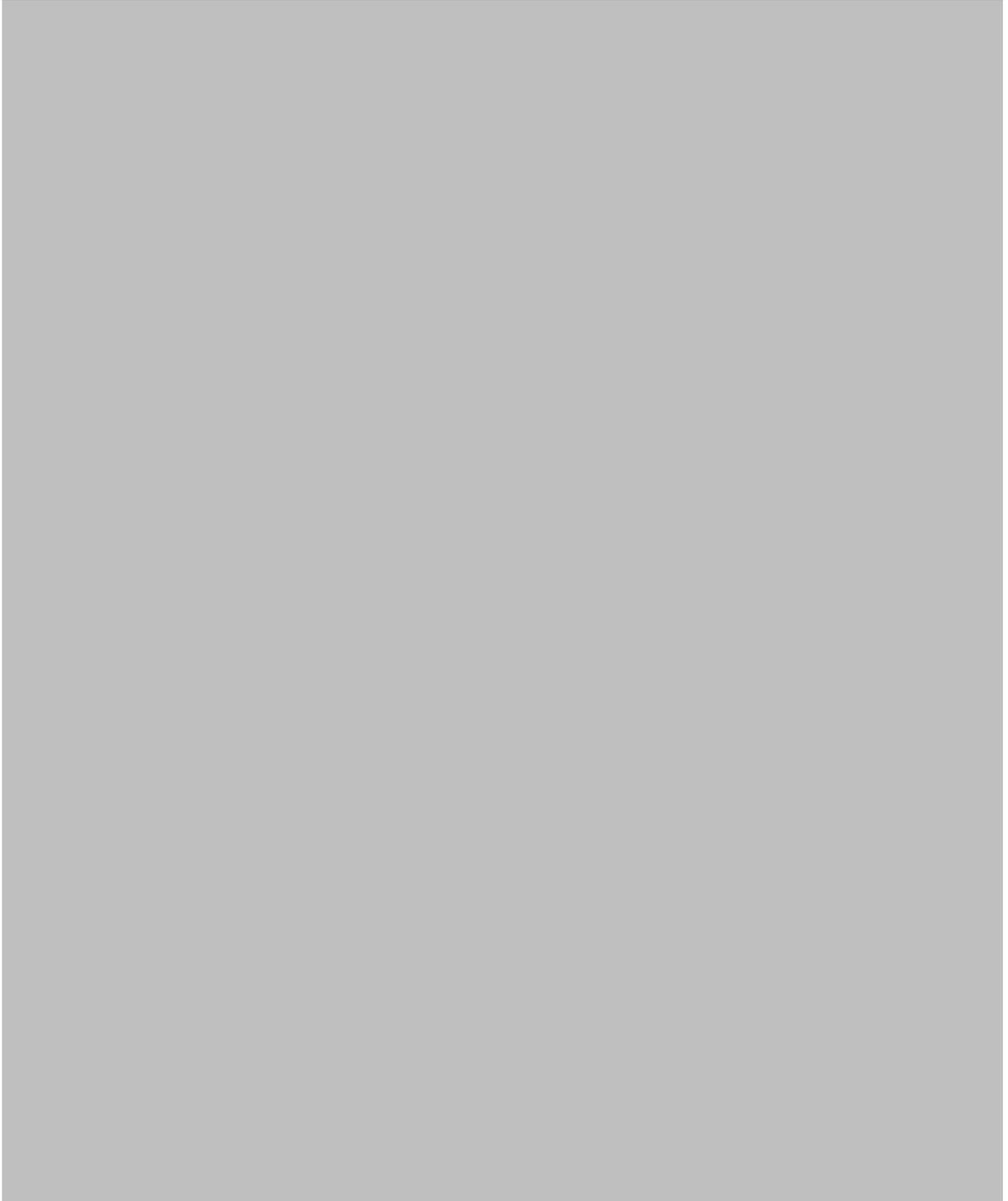


图 9-2 本项目工业电子加速器设备结构示意图

本项目工业电子加速器进料室及出料室位于设备东侧，均为铅-钢结构的屏蔽体，其内部均设置有一套物料传输系统，用于传输被辐照物料；其东侧分别设置有 1 扇检修门（门洞尺寸均为：宽 580mm×高 720mm）用于设备的日常维护及检修；其进料口（宽约 211~321mm）及出料口（宽约 213~287mm）分别位于加速器设备的北侧及南侧，进/出料口外侧分别设计有铅-钢结构的圆弧型屏蔽挡板。拟辐照物料通过进料口进入进料室，随后经环形传输装置传输到辐照室，在辐照室内进行消毒灭菌后，经另一侧传

输装置、出料室及出料口传输出去（如图 9-2 所示），整个辐照工艺流程流水线自动操作，工作人员通过控制台处控制系统对设备进行操作。

本项目工业电子加速器辐照室位于设备中部，为一处铅-钢结构的屏蔽体，辐照室与扫描窗室之间通过专用工具进行衔接并设置有相应的开关钥匙及联锁装置，衔接处为 10mm 不锈钢+180mm 铅板+10mm 不锈钢，接缝处均额外设置 10mm 不锈钢+10mm 铅板+10mm 不锈钢屏蔽板，辐照室经钥匙开关开启后可通过专用工具进行拆卸，并通过滑轨移除以供工作人员进行检修作业，辐照室结构如图 9-3 所示。



图 9-3 本项目工业电子加速器辐照室结构示意图

本项目设备电子加速器主机部分由高压发生器、电子束流加速系统、主钢筒、扫描（束流）引出系统等组成，辅机部分由真空抽气系统、水冷却循环装置、辐射安全连锁系统、计算机控制系统及束下运输装置组成。

电子束流加速系统：由加速管和电子枪组成，加速管是电子在其中成束并被加速的部件，加速管的顶端安装电子枪，电子枪采用盘状电极构成，其长度由加速器的能量决定。

钢筒：加速器钢筒内安装电子束流加速系统等加速器主体，为提高绝缘强度，筒体内部充以 0.75MPa 的干燥的六氟化硫（SF₆）气体。

扫描（束流）引出系统：电子束经过加速管出口位置处聚焦透镜聚焦，由位于引出窗入口位置互相垂直的两个交变磁场对其进行扫描，最后穿过钛膜进入空气进行辐照加工。

真空抽气系统：真空抽气系统安装在扫描盒下方，由分子泵、直连旋片式真空

泵、电磁真空带充气阀、电磁真空截止阀和电阻真空规管等组成。

水冷却/恒温系统（水冷机）：加速器水冷却/恒温系统是用于冷却/恒温电子在加速器工作时关键零部件温度的专用设备。全程采用 PLC 加控制面板方式实现自动控制。并与主控制界面建立通讯，同时能在加速器主控制界面上实现显示、控制及故障报警。

辐射安全连锁系统：为防止在加速器开机时发生辐射伤害事故，本项目加速器设置了多重安全连锁保护，包含紧急停止按钮、声光报警装置、剂量探头等设施。

本项目内部电子加速器部分如图 9-4 及图 9-5 所示。

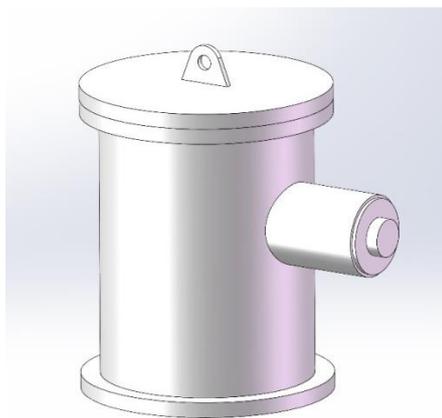


图 9-4 本项目电子加速器钢筒外形

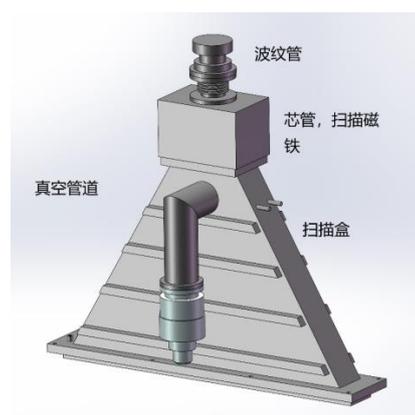


图 9-5 本项目电子加速器扫描引出系统

二、工作原理

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

本项目 DG 型电子加速器是基于空心变压器耦合原理的直流高压加速器。初级线圈由中频电源供电，通过耦合升压在次级线圈上产生交流电压，经倍压整流滤波电路形成直流电压，多个次级整流滤波单元串联后形成加速器所需直流高压。电子束从 LaB6 热阴极表面射出，通过被抽成高真空的加速管，由变梯度和等梯度两部分加速电场进行加速，接着经过加速管出口位置处聚焦透镜聚焦，由位于引出窗入口位置互相垂直的两个交变磁场对其进行扫描，最后穿过钛膜进入空气进行辐照加工。

电子束消毒技术是通过电子加速器产生的电子束对物品进行辐照，是一种独特的高级氧化-还原技术。其作用原理包括高能电子束直接辐射作用、以及电子束激发水分子产生 $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 、 HO_2^{\cdot} 、 e_{aq}^- 、 $\cdot\text{H}$ 等活性粒子的氧化-还原作用。受辐射时，体系会产生化学效应（如有机污染物降解和矿化）和生物学效应（如消毒灭菌），达到同时去除毒性有机物和杀灭微生物的作用效果。

三、工艺流程及产污环节

江苏新美星包装机械股份有限公司拟于其厂区内新灌装车间西部新建一处电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线，并在该生产测试线内研发、测试电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备，每套一体化成套设备均配备一台 DGwz0.5/60 型工业电子加速器用于 PET 塑料瓶消毒灭菌。接到客户订单后，江苏新美星包装机械股份有限公司将向中广核达胜加速器技术有限公司订购该 DGwz0.5/60 型工业电子加速器，加速器设备到货后将对一体化成套设备各部件进行组装，组装完成后进行加速器设备的调试，调试达出厂标准后外售给使用方，并由江苏新美星包装机械股份有限公司及中广核达胜加速器技术有限公司共同负责承担加速器的售后调试和维修服务工作。

本项目工艺流程如下：

(1) 接收用户订单：签订购置协议，向中广核达胜加速器技术有限公司订购该 DGwz0.5/60 型工业电子加速器；

(2) 订购相关装配部件：订购电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备其他相关装配部件；

(3) 设备组装：各装配部件全部到位后，在划定的生产测试线内进行电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备的整机组装，其中加速器设备装配部件的组装及安装调试由中广核达胜加速器技术有限公司完成。组装完成之前加速器无法开机出束，调试时只对加速器整机进行调试，不对单独的加速器零部件进行测试；

(4) 设备调试：本项目工业电子加速器主要用于一体化成套设备 PET 塑料瓶容器消毒灭菌环节，该加速器设备属于自屏蔽设备，加速器设备除了进/出料室内设置有进料口、出料口及检修门外，其余面全部封闭，人员无法进入，调试期间工作人员位于设备控制台进行操作，厂内调试期间电子束出束方向朝向生产测试线东侧，其具体工艺流程如下：

①工作人员巡视工作场所，检查各项安全措施无异常后，对电子束灭菌区内加速器运行参数及束下传输装置传输速度进行调整；

②启动吹瓶机，吹瓶机将加热后的 PET 瓶坯吹制成 PET 瓶，吹制完成后的瓶子通过设备自带星轮传送至电子束灭菌区，并随传输装置传输至工业电子加速器进料口；

③启动辐照装置，PET 塑料瓶通过传输装置从进料口进入辐照室内进行辐照，辐照完成后通过传输装置从出料口传出；

④PET 塑料瓶通过设备自带星轮传送到灌装区，灌装完成后送入旋盖工位并进行旋盖封口，最后通过输送至下货区。

加速器设备调试过程中工作人员将根据不同的瓶型，提高或降低束流强度等参数，从而确定特定瓶型的杀菌参数及杀菌强度，使其达到商业无菌的工艺要求。加速器设备开机出束过程中将产生 X 射线、臭氧及氮氧化物。整个辐照工艺流程流水线自动操作，工作人员在控制台操作。

(5) 设备的包装出厂、外售：将调试完毕的合格产品进行分解拆卸，对各零部件进行包装，产品的包装质量需保证设备在正常的运输及装卸条件下经多次吊运及装卸，直至运到指定的交货地点交货过程中，不会出现因包装不善而产生设备及精度降低、变形、破损、散件和丢失现象；

(6) 售后调试和维修服务：江苏新美星包装机械股份有限公司及中广核达胜加速器技术有限公司共同负责承担加速器的售后调试和维修服务工作，安装调试和维修服务工作中产生的污染物主要为电子线、X 射线、少量臭氧及氮氧化物。

本项目工作流程和主要产污环节如图 9-6 及图 9-7 所示。

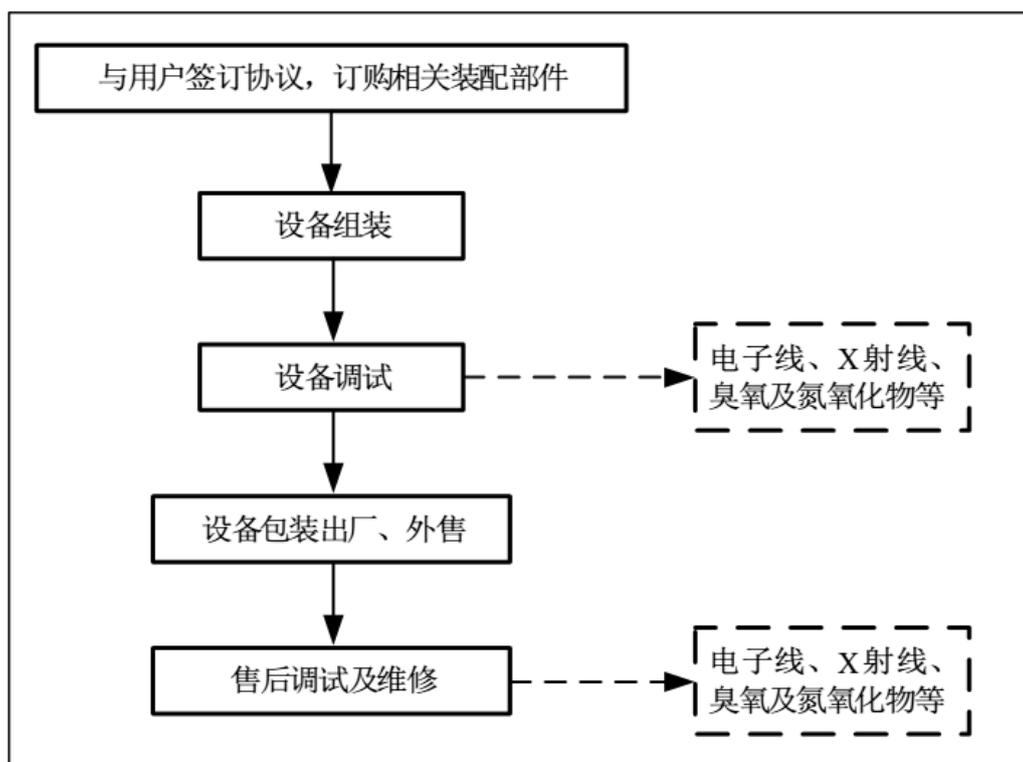


图 9-6 本项目工作流程和主要产污环节示意图



图 9-7 本项目电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备工作流程和主要产污环节示意图

四、人员配置及工作负荷

江苏新美星包装机械股份有限公司在销售电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备（每套一体化成套设备含 1 台加速器设备，该加速器属Ⅱ类射线装置）前，均会确认客户单位是否履行了相关环评手续，凭客户单位相应的项目环评批复出售含加速器设备。

江苏新美星包装机械股份有限公司每套一体化成套设备（含一台 DGwz0.5/60 型工业电子加速器）销售前均须在公司厂区内新灌装车间西部电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线内进行 PET 瓶的杀菌参数及杀菌强度验证及调试。调试达到出厂标准后，公司将调试完毕的合格产品进行分解拆卸，并对各零部件进行包装，运往客户单位。

一体化成套设备到达客户单位后，其中吹瓶机、灌装机、传输机械装置及其辅机的安装、定位、调整、调试及售后培训均由江苏新美星包装机械股份有限公司相关专业人员负责承担；工业电子加速器及其辅机的安装、定位、调整、调试及售后培训由中广核达胜加速器技术有限公司相关专业人员负责承担，江苏新美星包装机械股份有限公司配合设备定位、参与参数调整、工艺验证并参与售后培训。

1、人员配置

江苏新美星包装机械股份有限公司拟为本项目配置 2 名辐射工作人员，该 2 名辐射工作人员将共同承担本项目一体化成套设备（含工业电子加速器）公司厂区内的调试工作及客户安装现场的调试及培训工作。本次拟配备的 2 名辐射工作人员均为新增，人员配置满足公司实际运营要求。

本项目辐射工作人员配置情况详见表 9-2。

表 9-2 本项目辐射工作人员配置情况一览表

2、工作负荷

(1) 厂内调试

本项目每套一体化成套设备（含一台 DGwz0.5/60 型工业电子加速器）出厂前需在厂区内进行杀菌参数及杀菌强度的验证及调试，调试达到出厂标准后将运往客户单位。

每套工业电子加速器设备在厂内出束调试时间不超过 50h/套，则每名工作人员厂内调试时年受照时间不超过 250h（本项目年销售、使用量约 5 套/年）。

(2) 客户安装现场调试及售后培训

本项目每套工业电子加速器设备到达客户安装现场后，江苏新美星包装机械股份有限公司将全程参与设备的安装、定位、调整、调试及售后培训等工作，客户现场安装调试人员与厂内调试工作人员为同一批次辐射工作人员。

客户安装现场设备产品介绍及理论培训时，加速器设备不出束；只有在设备调试及实操培训时，加速器设备才会开机出束。本项目每套工业电子加速器设备在客户安装现场出束时间不超过 50h/套，则每名工作人员客户安装现场调试时年受照时间不超过 250h（本项目年销售、使用量约 5 套/年）。

综上所述，本项目单名辐射工作人员年受照时间不超过 500h。

五、人流、物流路径规划

本项目生产测试线东侧、南侧及北侧均拟设置实体围栏（西侧利旧原有厂房墙体），并拟在其南侧设置门锁装置。本项目设备属于自屏蔽设备，该设备除了进/出料室内设置有进料口、出料口及检修门外，其余面全部封闭，人员无法进入，调试期间工作人员位于控制台进行操作。

本项目辐射工作人员经生产测试线南侧门禁进入，并对生产测试线区域进行巡检，

检查一系列设备设施情况，确保无人员误留后，于控制台对设备进行操作。本项目 PET 瓶坯经吹瓶机吹制成型后通过设备自带星轮传送至工业电子加速器进料口，经进料口进入辐照室内进行消毒灭菌，通过电子束灭菌后的 PET 瓶再通过星轮传送到灌装区，灌装完成后，通过输送装置送出设备。

上述人流及物流路径规划如图 9-8 所示。



图 9-8 本项目人流、物流路径规划示意图

污染源项描述

一、放射性污染

本次新增调试的 DGwz0.5/60 型工业电子加速器为自屏蔽设备，其最大电子射线束能量为 0.5MeV，束流损失点能量 0.05MeV，束流强度为 60mA，束流损失率 2%（即 1.2mA）。参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018），其前向 0°X 射线发射率常数为 $0.008\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，侧向 90°X 射线发射率常数为 $0.07\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

工业电子加速器在进行辐照时电子枪发射电子，电子经加速管加速并经扫描扩展成为均匀的有一定宽度的电子束，电子束打到屏蔽体及其他高靶物质时会产生韧致 X 射线，X 射线的贯穿能力较强，会对辐照室周围环境造成辐射影响，这部分 X 射线是本项目的主要 X 射线来源。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，产生少量 X 射线，均会对辐照室周围环境造成辐射污染。

由于电子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，在电子加速器开机辐照期间，X 射线辐射为项目主要的污染因素。

当电子能量高于 10MeV 时，由于 (γ, n) 反应产生光致衰变中子，本项目电子加速器最大能量为 0.5MeV，未超过 10MeV，不会产生光核反应，不存在中子和感生放射性问题。

二、非放射性污染

1、废水

本项目运行过程中没有放射性废水产生；电子加速器冷却采用内循环冷却水系统，不外排；本项目辐射工作人员会产生一定量生活污水。

2、废气

本项目运行过程中没有放射性废气产生。但空气在电子束和强 X 射线电离辐射的作用下，会产生一定量的臭氧和氮氧化物。电子加速器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。本项目加速器设备设计有通风系统，臭氧和氮氧化物通过通风系统排出设备。臭氧在大气中短时间可自动分解为氧气，而氮氧化物产量一般为臭氧产量的三分之一，这部分废气对周围环境影响较小。本项目主要考虑辐照室

内产生的臭氧对停机后设备周围人员的影响，需保证其有害气体浓度满足 GB/T 25306-2010 及 GBZ 2.1-2019 规定的有害气体职业接触限值要求。

3、噪声

本项目加速器设备运行期间，噪声源主要为加速器冷却水循环水泵、高频机、风机以及物料传输装置，均集中在新灌装车间。公司拟采用低噪声风机，并在安装上述设备时采取减震及实体隔离等措施后，其对新灌装车间以外的噪声影响较小，不会对周围环境产生明显影响，因此噪声不作为本项目的主要污染评价因子。

4、固体废物

本项目运行过程中没有放射性固废产生；本项目辐射工作人员会产生一定量生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局及辐射防护分区

1、工作场所布局

江苏新美星包装机械股份有限公司拟于其厂区内新灌装车间西部新建一处电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线，并在该生产测试线内研发、测试电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备，每套一体化成套设备内含 1 台 DGwz0.5/60 型工业电子加速器用于 PET 塑料瓶的消毒灭菌。

本项目拟于电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线对 DGwz0.5/60 型工业电子加速器进行调试，该生产测试线位于新灌装车间西部，为一处独立的物理空间，其东侧为装配区，南侧为依次为走道、装配区及车间办公区，北侧依次为走道及库房，西侧依次为车间厂房墙体及室外道路，上方及下方均无建筑；该生产测试线由吹瓶区、电子束灭菌区及灌装区组成，3 个区域相邻分布，由北至南依次为吹瓶区、电子束灭菌区及灌装区。

本项目 DGwz0.5/60 型工业电子加速器位于生产测试线中部电子束灭菌区内，该设备为自屏蔽设备，其屏蔽体外设置有外箱体，人员无法进入。受场地面积限制，生产测试线内每次仅生产、调试 1 台加速器设备，不存在同时生产、调试 2 台及以上加速器设备的情况。加速器设备工作时，辐射工作人员位于工业电子加速器设备南侧控制台进行机器参数设置并监控加速器运行情况，本项目布局合理可行。

2、辐射防护分区

(1) 控制区与监督区划分

本项目 DGwz0.5/60 型工业电子加速器为自屏蔽设备，为加强辐射防护管理和职业照射控制，本项目拟将加速器设备的屏蔽体作为辐射防护控制区边界；拟将加速器设备的屏蔽体外 1m 范围、控制台及电控柜等周围辅助设施区域划分为监督区，为方便管理，将屏蔽体周围长 8.4m、宽 5.2m 的矩形范围内除控制区外的区域划分为监督区（如图 10-1 所示）。

本项目生产测试线周围拟设置实体围栏及门锁装置，除生产测试线工作人员外，其他人员严格限制进入。由于生产工艺要求，工业电子加速器设备与吹瓶机及灌装机为一体化设备，各区域之间设置有自动化流水线传输装置，致使加速器外部无法设置实体围栏，根据本报告表 11-1 内容可知，加速器设备外表面 30cm 处剂量率小于

2.5 μ Sv/h，故本项目拟于监督区边界设置拉线围栏（围栏边界处距离远大于设备外表面30cm），并在地面明显处粘贴警示线，在醒目位置处张贴当心电离辐射警告标志，加速器开机工作过程中，除本项目辐射工作人员外，其他人员禁止靠近或进入监督区范围区域。

综上所述，本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目辐射防护分区如图 10-1 所示。



图 10-1 本项目工作场所辐射防护分区示意图

(2) 控制区与监督区的防护手段与安全措施:

①控制区与监督区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志(如图 10-2);



图 10-2 当心电离辐射警告标志

②本项目设备属于自屏蔽设备,控制区边界为屏蔽体边界,该设备除了进/出料室内设置有 211~321mm 宽的进料口、213~287mm 宽的出料口及检修门(门洞尺寸均为:宽 580mm×高 720mm)外,其余面全部封闭,人员无法进入;

③运用行政管理程序(如进入监督区的工作许可制度)和实体屏障(包括在生产测试线周围设置实体围栏及门锁装置,监督区边界设置拉线围栏),在地面明显处粘贴警示线,在入口处张贴当心电离辐射警告标志,限制无关人员进入监督区。

二、辐射防护屏蔽设计

本项目工业电子加速器设备为自屏蔽设备,主要由控制系统、自屏蔽的电子加速器(含高压发生器、主钢筒、加速管、真空系统、水冷机组、扫描盒及扫描窗室等)、辐照室(自带屏蔽)、进料室(自带屏蔽)、出料室(自带屏蔽)、控制系统及外箱体等组成。本项目工业电子加速器辐射防护屏蔽设计见表 10-1 及图 10-3。

表 10-1 本项目工业电子加速器设备防护屏蔽设计一览表

设备型号	设备辐射防护屏蔽设计
DGwz0.5/60	



注：1.厂内调试期间电子束朝向生产测试线东侧（水平）；
2.本项目铅的密度不低于 11.3g/cm^3 。



图 10-3 本项目工业电子加速器辐射防护屏蔽设计示意图

三、辐射安全和防护措施

为防止在加速器开机时发生辐射伤害事故，本项目工业电子加速器设置了多重安全联锁保护，开机前必须检查加速器周围无人才能开机。

(1) 钥匙控制：本项目的加速器设有控制台，控制台上设计有电子加速器的钥匙开关，只有该钥匙就位后才能开启电源，启动电子加速器进行出束作业；钥匙开关未闭合状态时，电子加速器无法开机出束。

同时，电子加速器的开关钥匙也是该加速器辐照室与扫描窗室之间屏蔽体的开关钥匙，当工作人员需要开启屏蔽体进行检修时，该工作人员必须携带该电子加速器的开关钥匙。因此，电子加速器在开机出束时，由于没有开关钥匙，设备屏蔽体无法打开；在设备屏蔽体打开的情况下，由于开关钥匙在设备屏蔽体上，此情况下电子加速器必然无法开机出束。

江苏新美星包装机械股份有限公司拟为本项目辐射工作人员配备 2 台个人剂量报警仪，其中 1 台个人剂量报警仪与加速器的开关钥匙相连，加速器的开关钥匙是唯一的且由工作人员保管使用。

(2) 门机联锁：本项目加速器设备与进/出料室检修门均设置有连锁装置（即限位开关），当检修门打开时，限位开关处于“未关闭”状态，该限位开关与控制系统联锁，此时加速器无法出束，工作人员可在物料室内进行检修；当检修门关闭时，限位开关处于“闭合”状态，只有当控制系统监测到限位开关“闭合”时才可以允许开机，否则加速器将无法启动；加速器运行过程中，若检测到限位开关被打开或出现故障，将立即切断加速器高压，加速器立即停止出束。

(3) 屏蔽体联锁：本项目加速器设备辐照室与扫描窗室之间拟设置钥匙开关及连锁装置（即限位开关），只有该开关钥匙可开启屏蔽体（该钥匙同时也是加速器设备开关钥匙）。辐照室与扫描窗室经钥匙开关开启后可通过专用工具进行拆卸，并通过滑轨移除，当辐照室移除时，限位开关处于“未关闭”状态，该限位开关与控制系统联锁，此时加速器无法出束，工作人员可进行检修作业；当辐照室与扫描窗室衔接到位时，限位开关处于“闭合”状态，只有当控制系统监测到限位开关“闭合”时才可以允许开机，否则电子加速器将无法启动。本项目工业电子加速器辐照室如图 10-4 所示。

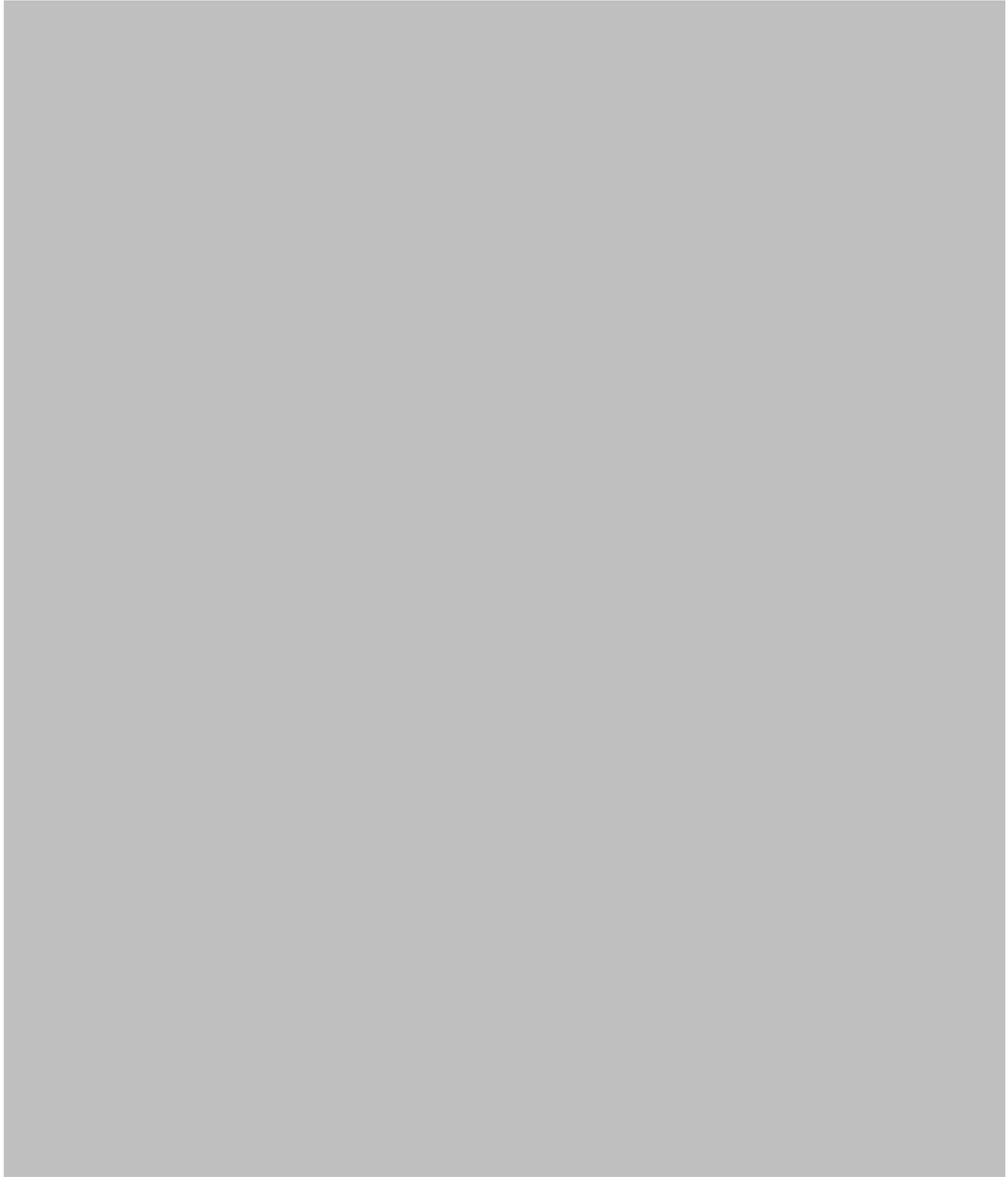


图 10-4 本项目工业电子加速器辐照室结构示意图

(4) 束下连锁装置：本项目工业电子加速器与物料输送装置之间设计有连锁装置，当传输系统出现故障时，将不能启动电子加速器进行出束作业；在电子加速器正常出束作业情况下，当传输系统出现故障，将立即切断加速器电源，使得电子加速器立即停止出束。

(5) 信号警示装置：本项目加速器外箱体外（顶部）设有工作状态指示灯；外箱体四周拟设置醒目的当心电离辐射警告标志。工作状态指示灯与加速器连锁，当加速器启动时，指示灯将亮起并发出闪烁信号，音响警示装置启动伴有蜂鸣，以提醒周围人

员勿靠近。

(6) 急停装置：本项目设备属于自屏蔽设备，辐照室容积较小且人员无法进入，故未在辐照室内设置紧急停机开关。本项目加速器设备控制台及物料室中部均设置紧急停机开关，紧急停机开关拟设置明显的标志，供应急停止使用。当出现紧急情况时，只需按下紧急停机开关，则加速器将立即切断高压，停止出束。在紧急情况、事故处理完毕后，需将紧急停机开关复位后，加速器才能重新启动。

(7) 剂量联锁：本项目加速器设备辐照室两侧、物料室及控制台均拟设置固定式辐射剂量监测探头，显示面板位于控制台操作面板，固定式辐射剂量监测仪与控制系统联锁，当剂量超过阈值时，控制系统将立即切断加速器高压，加速器立即停止出束，同时发出警告信号。通过固定式辐射监测系统，辐射工作人员可以及时了解加速器的工作情况以及工作场所周围的辐射水平。

(8) 通风装置：本项目拟设置排风机及控制系统联锁，当设备排风机正常工作后，电子加速器才能出束；在排风机未正常工作时，电子加速器将无法进行出束作业。在电子加速器正常运行过程中，当排风机发生故障时，电子加速器将立即停止出束作业。加速器的控制软件设计有正常停机后排风机延迟关闭系统，即：电子加速器正常停止出束后，排风机将继续工作至少 1min，在 1min 内，即使对排风机发出停止工作指令，排风机仍将有效工作 1min，且在达到此预设时间之前，防护门将不能被开启。若电子加速器非正常停止出束，排风系统的运行不受限制。

(9) 实时摄像监视：建设单位拟在电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线内设置摄像监视系统，监控图像实时显示在监控电视上，工作人员可清楚地观察到加速器的工作情况，如发生意外情况可及时处理。

(10) 其他辅助安全设施：

①实体围栏及门锁装置：本项目生产测试线东侧、南侧及北侧均拟设置实体围栏（西侧利旧原有厂房墙体），并拟在其南侧设置门锁装置，除生产测试线工作人员外，其他人员严格限制进入；

②拉线围栏：由于生产工艺要求，工业电子加速器设备与吹瓶机及灌装机为一体化设备，各区域之间设置有自动化流水线传输装置，致使加速器外部无法设置实体围栏。根据本报告表 11-1 内容可知，加速器设备外表面 30cm 处剂量率小于 2.5 μ Sv/h，故本项目拟于监督区边界设置拉线围栏（围栏边界处距离远大于设备外表面 30cm），并

在地面明显处粘贴警示线，并在醒目位置处张贴当心电离辐射警告标志，加速器开机工作过程中，除本项目辐射工作人员外，其他人员禁止靠近或进入监督区范围区域；

③进/出料口屏蔽挡板：根据本报告表 11-1 内容，加速器设备进、出料口处辐射剂量率分别为 $(2.44E-02) \mu\text{Sv/h}$ 及 $(2.03E-02) \mu\text{Sv/h}$ ，均满足相关标准要求，本项目拟在进料口及出料口处设置圆弧形铅-钢板进行屏蔽遮挡，经铅-钢板遮挡后加速器设备进、出料口周围辐射剂量率将远小于上述值，进一步确保了辐射工作人员及公众安全。进/出料口屏蔽挡板结构如图 10-5 所示。



图 10-5 本项目进/出料口屏蔽挡板结构示意图

(11) 电离辐射警告标志：本项目设备属于自屏蔽设备，该设备除了进/出料室内设置有 211~321mm 宽的进料口、213~287mm 宽的出料口及检修门（尺寸均为宽 580mm × 高 720mm）外，其余面全部封闭，进料口、出料口洞孔小，内部设置有传送带，传输装置孔径为弯道，人员无法进入屏蔽体或辐照室内。本项目拟在加速器外箱体四周、设备机身及监督区边界设置醒目的电离辐射警示牌。

综上所述，本项目工业电子加速器为自屏蔽设备，自屏蔽辐照装置不适用于 HJ 979-2018，因此本项目拟设置的辐射安全装置和保护措施参考（非执行）《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）中的相关要求，在落实相关辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

本项目工业电子加速器辐射安全装置见图 10-6 及图 10-7。

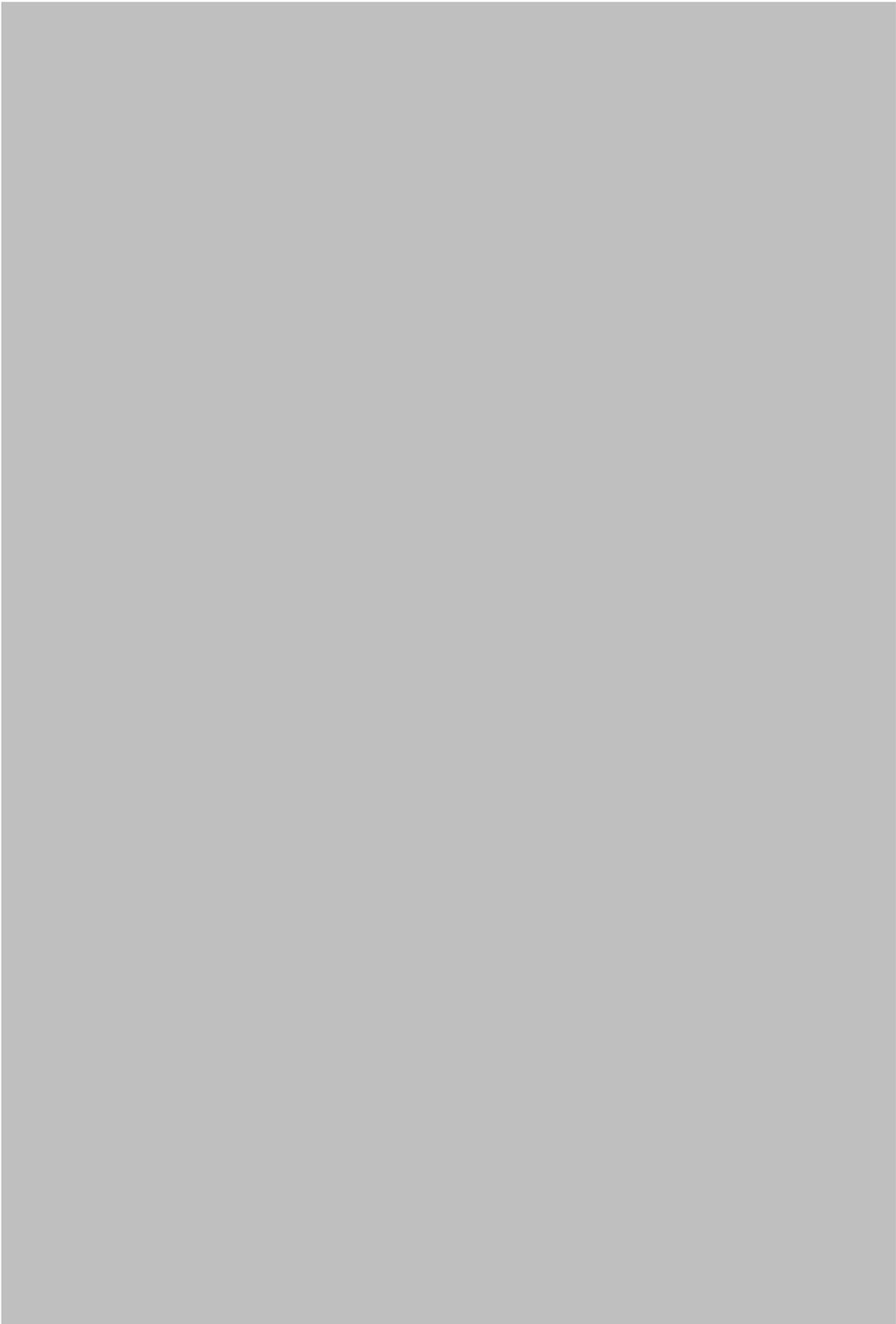


图 10-6 电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线监控及门禁装置位置示意图

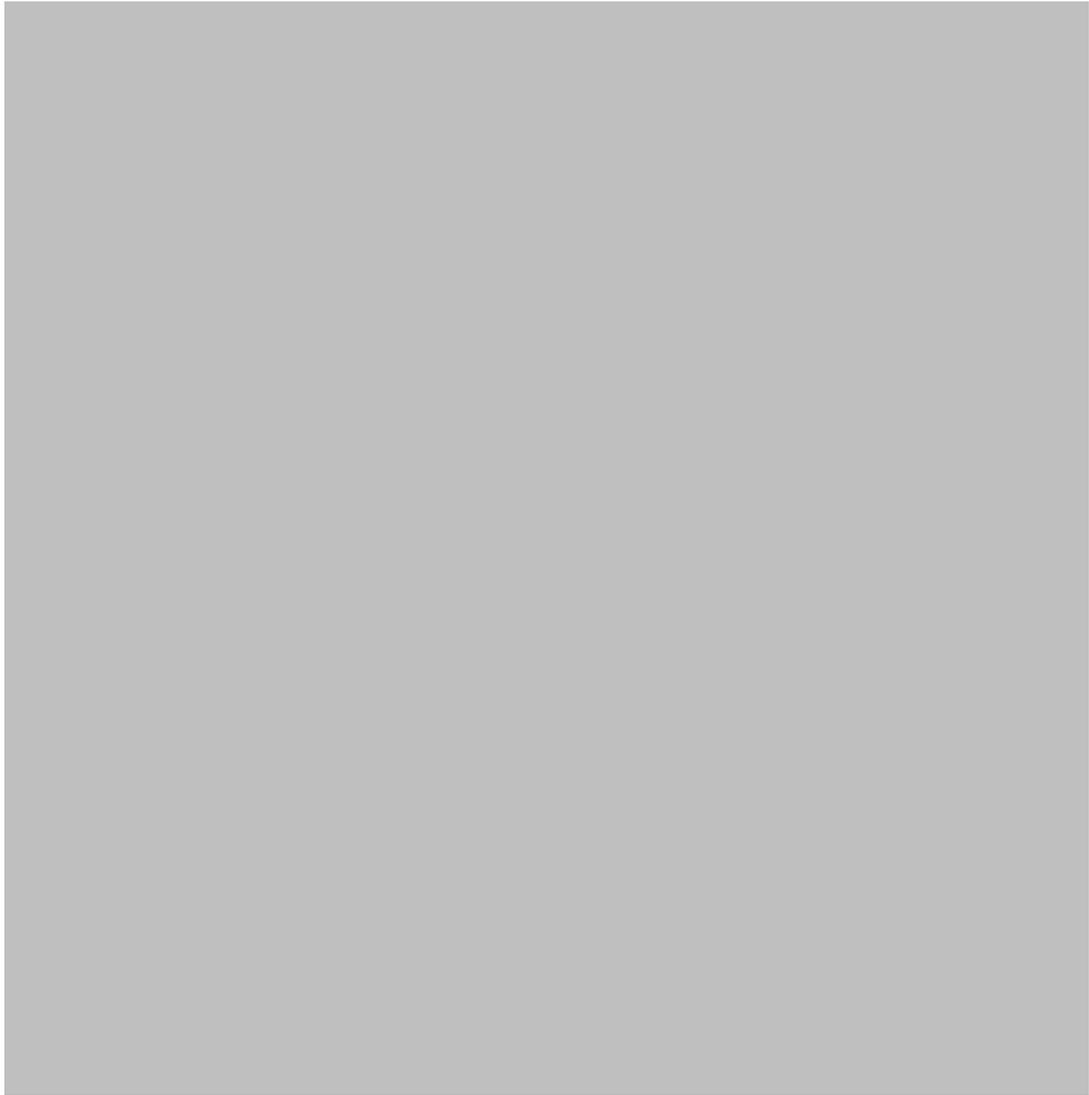


图 10-7 本项目工业电子加速器设备辐射安全装置示意图

表 10-3 DGwz0.5/60 型工业电子加速器辐射安全装置配置对照一览表

辐射安全措施	配置数量	安装位置	备注
钥匙控制	1	加速器控制台	/
屏蔽体开关	1	加速器设备机身（与加速器设备钥匙开关为同一套钥匙）	/
剂量联锁	4	加速器控制台上（1处）、辐照室外两侧（2处）、物料室外（1处）	/
急停装置	2	加速器控制台上、物料室外	/
信号警示装置	1	加速器外箱体上方	/
门机联锁（限位开关）	4	进/出料室检修门（2处）、辐照室与扫描窗室屏蔽体接缝处（2处）	/

束下装置联锁	1	传输系统于加速器连锁	/
防人误入装置	/	/	人员无法进入
通风联锁	1	排风机安装于加速器屏蔽体外	/
烟雾报警	/	/	依托新灌装车间烟雾报警系统
拉线围栏	1	加速器屏蔽体外长 8.4m×宽 5.2m 矩形范围	/
实时摄像监视	2	电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线南侧及北侧	/

四、监测仪器和防护用品

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，开展工业辐照的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

江苏新美星包装机械股份有限公司拟为本项目新增配备辐射巡测仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台。辐射工作人员工作时将佩带个人剂量计，以监测累积受照情况。公司拟定期组织辐射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

三废的治理

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。

1、废水

本项目工作人员产生的生活污水，由厂内原有污水处理设施统一处理后接入市政污水管网，对周围环境影响较小。

2、废气

本项目电子加速器在工作状态时，高能电子束产生的韧致辐射（X 射线）会使辐照室内空气电离从而产生一定量的臭氧和氮氧化物。

本项目自屏蔽加速器设计有专用的臭氧排风管道，并配置有独立的排风机，辐照室内的臭氧及氮氧化物可通过排风机经臭氧排风管道排出，为防止射线泄漏，设备电缆及风道外均拟设置 80mm 铁板进行包裹。本项目加速器设备排风管道与生产测试线的排风管道进行汇总合并，最终排至西侧室外。

本项目加速器设备排风系统设计如图 10-8 及图 10-9 所示。

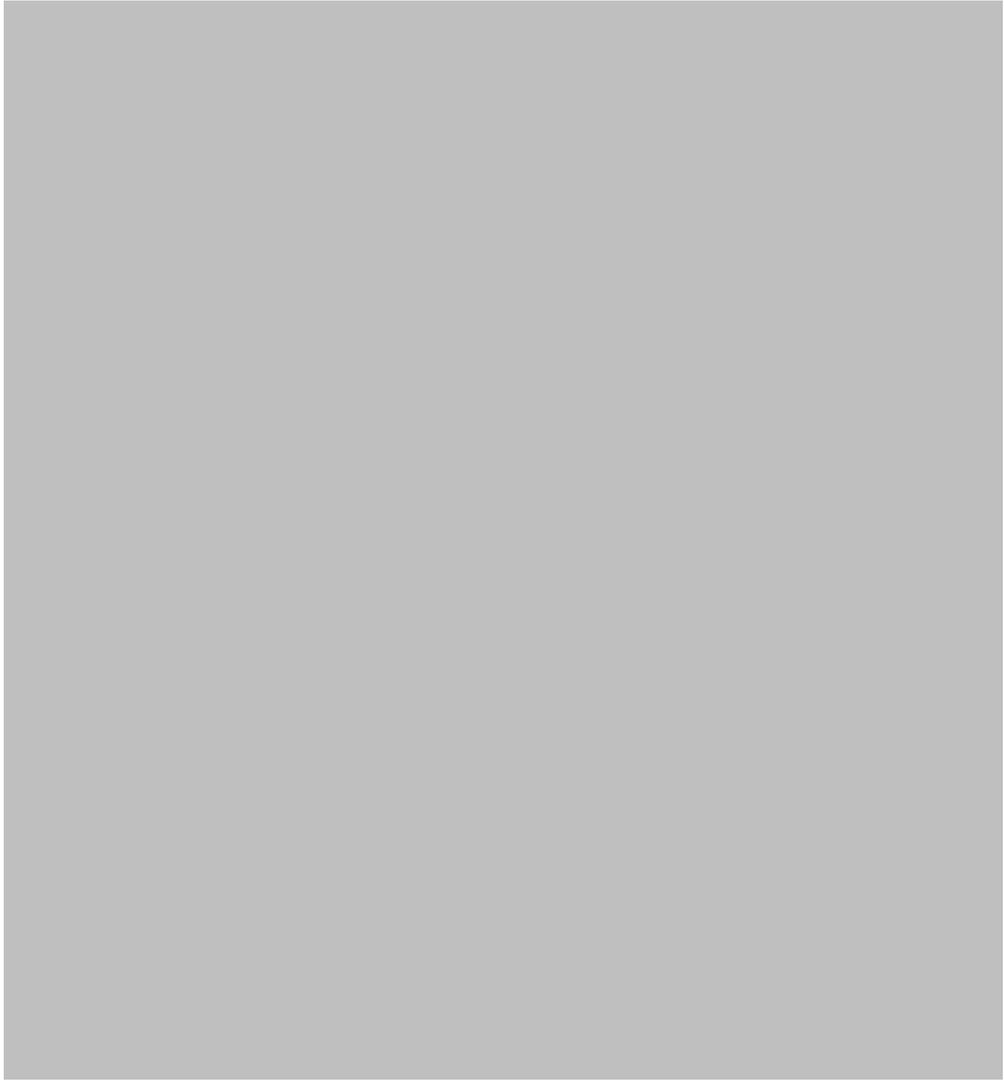


图 10-8 本项目工业电子加速器设备排风系统设计示意图



图 10-9 本项目工业电子加速器排风管道布局示意图

3、噪声

本项目加速器设备运行期间，噪声源主要为加速器冷却水循环水泵、高频机、风机以及物料传输装置，公司在对上述设备采取安装减震及实体隔离等措施后，其对外界的噪声影响较小，不会对周围环境产生明显影响，因此噪声不作为本项目的主要污染评价因子。

4、固体废物

本项目工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工阶段

本项目工业电子加速器设备属于自屏蔽设备，不涉及建设工程，本项目电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线位于厂区内新灌装车间，该新灌装车间为公司原有建筑，因此不存在建设阶段环境影响。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目工业电子加速器设备属于自屏蔽设备，设备装配部件的组装及安装调试由中广核达胜加速器技术有限公司完成。本项目射线装置在安装调试阶段会产生 X 射线（开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，关机不会产生 X 射线），造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生，均依托公司已有环保设施处理。

在射线装置安装及调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，在工作场所周围设立当心电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时运输设备的车辆和工作场所应上锁并派人看守。

本项目工业电子加速器属于自屏蔽设备，经过屏蔽体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

江苏新美星包装机械股份有限公司拟于其厂区内新灌装车间西部新建一处电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线，并在该生产测试线内研发、测试电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备，每套一体化成套设备内含 1 台 DGwz0.5/60 型工业电子加速器用于 PET 塑料瓶的消毒灭菌。本次新增使用的 DGwz0.5/60 型工业电子加速器为自屏蔽设备，最大电子射线束能量为 0.5MeV，束流强度为 60mA，属 II 类射线装置，其技术参数见表 9-1。本项目生产测试线内每次仅调试 1 台加速器设备，不存在同时调试 2 台及以上加速器设备的情况。

本项目厂内调试期间电子束出束方向朝向生产测试线东侧，辐照室内电子束可能

轰击的物质有 3 种：

- ①辐照室钢-铅结构屏蔽体
- ②电子扫描窗下方的不锈钢阻挡板
- ③辐照产品：PET 塑料瓶容器

当电子与物质相互作用时产生致辐射（X 射线），其发射率随靶材料的原子序数和电子能量的增加而增加，由于电子与不锈钢、铅相互作用发生韧致辐射产生光子的概率远远大于 PET 材料，出于偏安全保守估计考虑，本项目选择无塑料瓶的场景（即加速器出束电子直接轰击不锈钢材料）进行模拟计算。本项目工业电子加速器模型构建和剂量计算均基于蒙特卡罗软件 PHITS 3.32 进行，根据 MatWeb 数据库，将加速器模型中主要材料 304 不锈钢密度设置为 8g/cm^3 ，铅密度设置为 11.34g/cm^3 。

（一）电子束环境影响分析

本项目电子加速器运行过程中产生的电离辐射包括有：电子、X 射线。由于电子在物质中的射程是有限的，屏蔽比较容易，只要所选择的物质厚度大于带电粒子在该物质的射程，就可以将其完全吸收。根据《辐射防护手册 第三分册》（原子能出版社）中 2.5 章节内容，物质的质量射程可用如下公式估算：

$$R = \frac{1}{2} E_{max} \dots \dots \text{公式 11-1}$$

$$d = \frac{R}{\rho} \dots \dots \text{公式 11-2}$$

其中：

R ——最大射程，单位 g/cm^2 ；

E_{max} ——电子的最大能量，单位 MeV，本项目电子加速器最大电子能量为 0.5MeV；

ρ ——材料的密度，单位 g/cm^3 ，根据《辐射防护手册 第三分册》表 2.8，钢的常见密度为 $7.1\sim 7.9\text{g/cm}^3$ ，本项目分别选取 7.1g/cm^3 和 7.9g/cm^3 计算；铅的常见密度为 11.34g/cm^3 ；

d ——防护厚度，单位 cm。

根据上述公式，可计算得出电子在钢中射程为 $0.032\text{cm}\sim 0.035\text{cm}$ ，在铅中射程为 0.022cm ，本项目设备屏蔽体最小屏蔽厚度 75mm 铁板，本项目设备屏蔽体设计结构和屏蔽厚度足以屏蔽电子线，因此加速器在运行中电子线对周围辐射环境影响很少。

(二) X 射线辐射环境影响分析

1、调试期间辐射环境影响分析

本项目工业电子加速器模型构建和剂量计算均基于蒙特卡罗软件 PHITS 3.32 进行，PHITS (Particle and Heavy Ion Transport code System) 是由日本原子能机构联合其他单位共同开发的蒙特卡罗粒子输运程序，主要应用于加速器设计、转换靶的设计、放射医学以及天文学等邻域，可以在较广的能量范围内模拟包括中子、质子、光子、电子、介子和重带电粒子在内的几乎所有粒子的输运问题。



根据建设单位提供的 CAD 图纸进行仿真建模 (如图 11-1 所示，图中编号为剂量计算点，位置均设置为设备外表面 30cm 处)，根据 MatWeb 数据库，将加速器模型中主要材料 304 不锈钢密度设置为 8g/cm^3 ，铅密度设置为 11.34g/cm^3 ，PHITS 加速器建模如图 11-2 所示，PHITS 构建模型 3D 视图如图 11-3 所示。

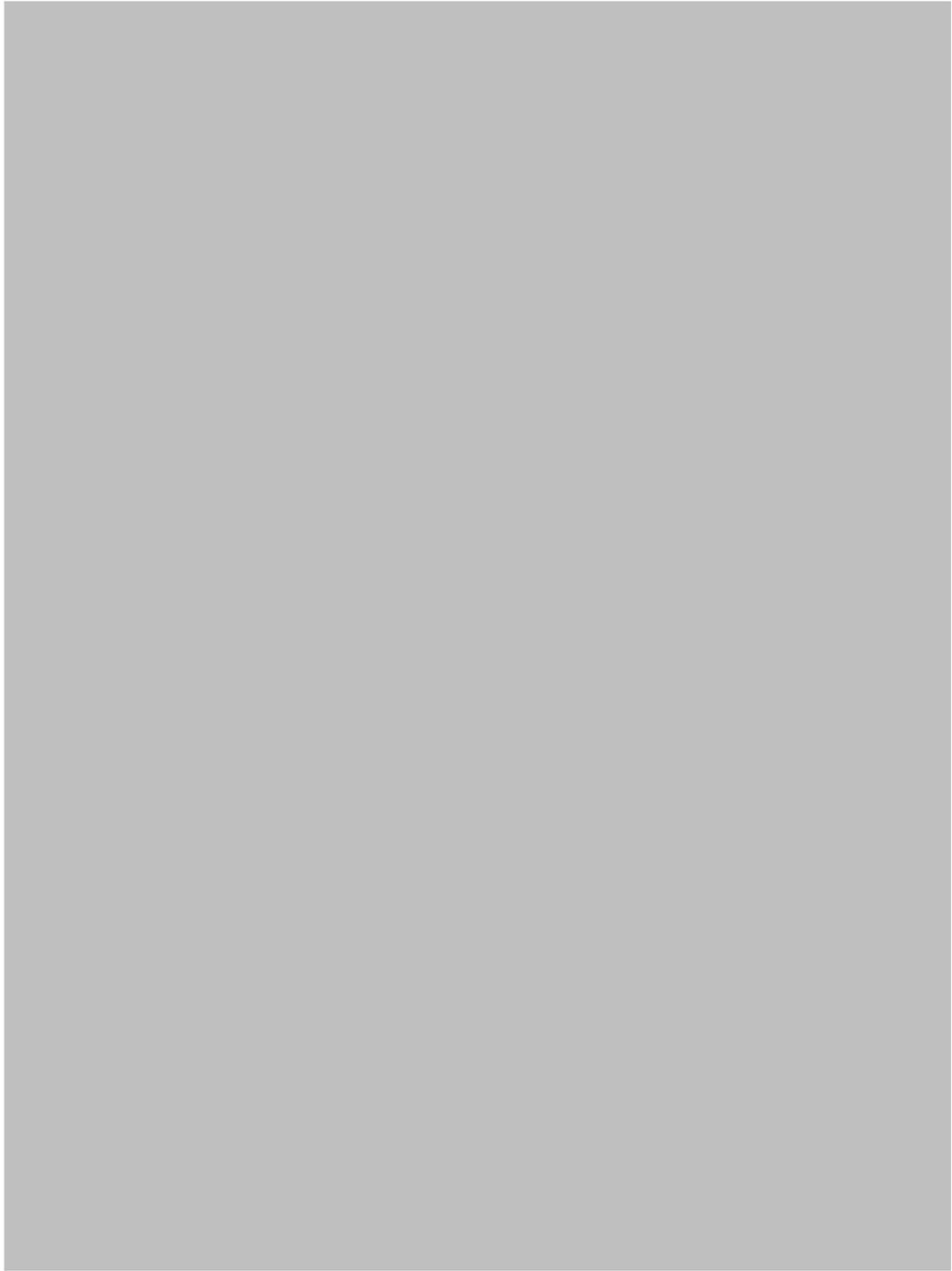


图 11-1 本项目工业电子加速器结构及本次关注点位示意图



图 11-2 本项目工业电子加速器模型示意图

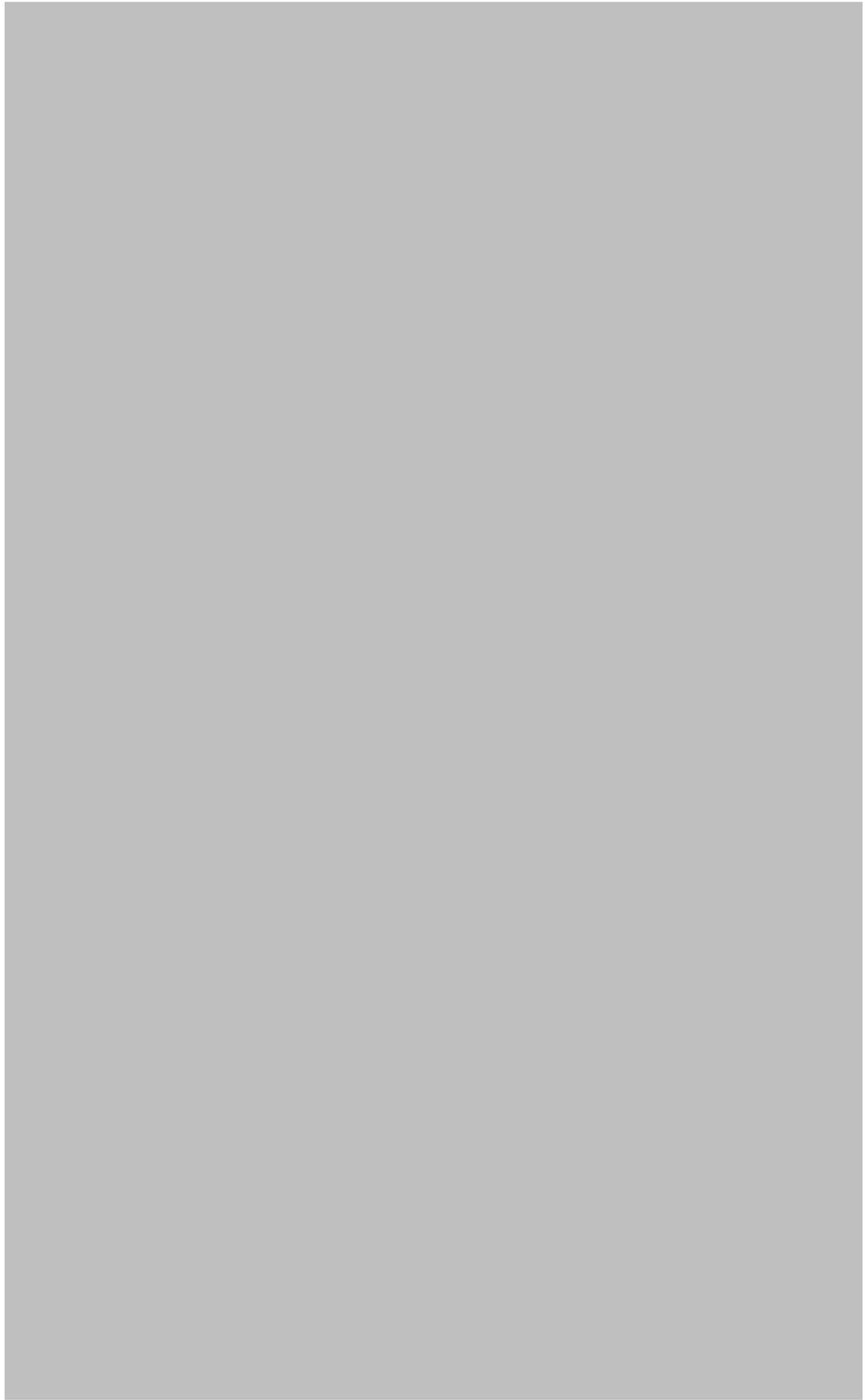


图 11-3 本项目工业电子加速器加速器 3D 模型图

模拟剂量分布如图 11-4 所示，模拟计算结果如表 11-1 所示。



图 11-4 模拟剂量分布图

表 11-1 本项目设备关注点处辐射剂量率核算结果

序号	关注点位	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

本项目进料口及出料口处拟设置圆弧形铅-钢板进行屏蔽遮挡，经铅-钢板遮挡后加速器设备进、出料口周围辐射剂量率将小于表 11-1 内值。

综上所述，根据表 11-1 计算结果，本项目工业电子加速器运行时(500keV, 60mA)，设备关注点（屏蔽体外 30cm 处）辐射剂量率最大为 (2.44E-02) $\mu\text{Sv/h}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）等标准要求（本项目参考执行 HJ979-2018 标准要求：“电子加速器辐照装置外人员可到达区域屏蔽体外表面 30cm 处以外区域周围剂量当量率不能超过 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”）。

2、销售、售后安装调试过程中的辐射环境影响分析

江苏新美星包装机械股份有限公司在销售电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备（每套一体化成套设备含 1 台加速器设备，该加速器属 II 类射线装置）前，均会确认客户单位是否履行了相关环评手续，凭客户单位相应的项目环评批复出售加速器设备，同时对销售的加速器设备去向负责，建立销售台账。公司销售的电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备（含加速器设备）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，在设备运输和安装过程中，加速器不通电不会产生电离辐射；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。在销售过程中，不会对加速器设备通电，不开机，电子束装置不出束，因此不会产生辐射影响。

在设备销售后，由江苏新美星包装机械股份有限公司及中广核达胜加速器技术有限公司同时安排辐射工作人员到客户单位进行安装和调试，根据表 11-1 可知，本项目自屏蔽电子加速器在客户单位进行开机调试时，屏蔽体外关注点处辐射剂量率满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）等标准要求（本项目参考执行 HJ979-2018 标准要求：“电子加速器辐照装置外人员可到达区域屏蔽体外表面 30cm 处以外区域周围剂量当量率不能超过 2.5μSv/h”）。

二、保护目标有效剂量评价

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \dots \dots \text{公式 11-1}$$

式中： H_c —参考点的年剂量水平，μSv/a；

$\dot{H}_{c,d}$ —参考点处剂量率，μSv/h；

t —辐照装置年照射时间，单位为 h/a；

U —辐照装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子。

本项目运行后的环境保护目标主要为工作场所内的辐射工作人员、其他工作人员和本项目周围其余公众。

本项目每套工业电子加速器设备在厂内出束调试时间不超过 50h/套（本项目年销售、使用量约 5 套/年），客户安装现场出束调试时间不超过 50h/套，则每名工作人员年受照时间不超过 500h。

1、辐射工作人员所受年有效剂量分析

考虑周围辐射工作人员的居留因子，根据表 11-1、公式 11-1 估算辐射工作人员的年有效剂量，计算结果见表 11-2。

表 11-2 本项目辐射人员年有效剂量

参考点位置	周围剂量当量率 (μSv/h)	参考点所在场所	居留因子	时间 (h)	人员可达处年有效剂量 (mSv/a)	目标管理值 (mSv/a)	结论
东侧屏蔽体					1.25E-07	5	满

外 30cm 处					足
西侧屏蔽体外 30cm 处				4.25E-07	
南侧屏蔽体外 30cm 处				2.54E-03	
南侧屏蔽体外 30cm 处				6.00E-05	
北侧屏蔽体外 30cm 处				3.05E-03	
顶部屏蔽体外 30cm 处				7.56E-05	

本项目拟进料口及出料口处拟设置圆弧形铅-钢板进行屏蔽遮挡，经铅-钢板遮挡后加速器设备进、出料口周围辐射工作人员所受年有效剂量将小于表 11-2 内值。

综上所述，根据表 11-2 核算结果，本项目辐射工作人员所受年有效剂量最大为 (3.05E-03) mSv，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。

2、公众所受年有效剂量分析

(1) 生产测试线周围公众所受年有效剂量分析

本项目工业电子加速器设备厂内出束调试时间不超过 50h/套（本项目年销售、使用量约 5 套/年），考虑电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线周围公众的居留因子，根据表 11-1、公式 11-1 估算公众的年有效剂量，计算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目工业电子加速器周围公众年有效剂量

参考点方位	与射线装置屏蔽体最近距离	周围剂量当量率 (μSv/h)	居留因子	时间 (h)	人员可达处年有效剂量 (mSv/a)	目标管理值 (mSv/a)	结论
电子束灭菌区东侧吹瓶机控制台					3.60E-09	0.1	满足
电子束灭菌区东侧灌装装机控制台					1.56E-09		
生产测试线东侧外 30cm 处装配区					3.19E-10		
生产测试线南侧外 30cm 处走道					5.91E-07		

生产测试线西侧外 30cm 处室外通道		3.23E-10	
生产测试线北侧外 30cm 处走道		5.82E-07	

注：生产测试线走位走道处人员居留因子保守取 1。

本项目拟进料口及出料口处拟设置圆弧形铅-钢板进行屏蔽遮挡，经铅-钢板遮挡后加速器设备进、出料口周围公众所受年有效剂量将小于表 11-3 内值。

根据表 11-3 核算结果，本项目工业电子加速器正常运行时，其周围公众所受年有效剂量最大为 (5.91E-07)mSv，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。

本项目周围 50m 范围均位于公司厂区内，50m 范围内环境保护目标距生产测试线区域较远（远大于表面 30cm），根据表 11-3，生产测试线区域周围公众所受最大的年有效剂量为 (5.91E-07) mSv/a（生产测试线南侧外 30cm 处走道），本项目 50m 环境保护目标范围内公众所受的辐射剂量将小于上述理论计算值。

(2) 客户安装调试工作场所周围公众所受年有效剂量分析

江苏新美星包装机械股份有限公司在销售本项目加速器设备(属II类射线装置)前，均会确认客户单位是否履行了相关环评手续，凭客户单位相应的项目环评批复出售加速器设备，同时对销售的加速器设备去向负责，建立销售台账。

在设备销售后，由江苏新美星包装机械股份有限公司及中广核达胜加速器技术有限公司安排辐射工作人员到客户单位进行安装和调试（维修），根据表 11-1 可知，本项目工业电子加速器运行时（500keV，60mA），设备屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率最大为 (2.44E-02) μ Sv/h，客户安装现场出束调试时间不超过 50h/套（本项目年销售量约 5 套），保守考虑客户安装调试工作场所周围公众在安装调试过程中受照时间最大为 250h，公众居留因子保守取 1，则其公众在安装调试过程中所受年有效剂量最大不超过 (6.10E-03) mSv（公众距设备屏蔽体距离远大于表面 30cm），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。

综上所述，本项目工业电子加速器正常运行时，其环境保护目标范围内辐射工作人员及周围公众所受年有效剂量均满足《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。

三、非辐射环境影响分析

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。工作人员产生的普通生活污水，由厂内污水处理设施统一处理后接入市政污水管网。工作人员产生的一般生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

电子加速器工作时产生的电子线、X 射线电离空气会产生臭氧和氮氧化物等有害气体。氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，臭氧的毒性最高，且辐照场所氮氧化物容许浓度比臭氧容许浓度高，因此本项目主要考虑臭氧的产生及其处理方式。

1、通风系统设置

本项目自屏蔽加速器设计有专用的臭氧排风装置，辐照室内的臭氧及氮氧化物可通过排风机经臭氧排风管道排出，排风装置设计排风量为 1980~2340m³/h。加速器排风管道与生产测试线的排风管道进行汇总合并，最终排至西侧室外。本项目加速器设备排风管道设计如图 11-5 所示。



图 11-5 本项目工业电子加速器排风管道布局示意图

2、臭氧的产生及其防护

臭氧的产生及其防理论估算模式参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)附录 B 相关公式。

(1) 臭氧的产生

平行电子束所致臭氧的产生率可以用以下公式进行保守的估算：

$$P = 45dIG \dots\dots \text{公式 11-2}$$

式中： P —单位时间电子束产生臭氧的质量，mg/h；

I —电子束流强度，mA；本项目为 60mA；

d —电子在空气中的行程（cm），应结合电子在空气中的线阻止本领 $s=2.5\text{keV/cm}$ 和辐照室尺寸选取；

G —空气吸收 100keV 辐射能量产生的臭氧分子数，保守值可取为 10。

(2) 辐照室臭氧的平衡浓度

在电子加速器正常运行期间，臭氧不断产生，辐照室空气中臭氧的平衡浓度随辐照时间 t 的变化为：

$$C(t) = \frac{PT_e}{V} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_e}} \right) \dots\dots \text{公式 11-3}$$

式中： $C(t)$ —辐照室空气中在 t 时刻臭氧的浓度，mg/m³；

P —单位时间电子束产生臭氧的质量，mg/h；

T_e —对臭氧的有效清除时间，h；

$$T_e = \frac{T_V \times T_d}{T_V + T_d} \dots\dots \text{公式 11-4}$$

式中： T_V —辐照室换气一次所需时间，h；

T_d —臭氧的有效化学分解时间（h），约为 50 分钟。

当长时间辐照时， $T_V \ll T_d$ ，因而 $T_e \approx T_V$ 。当长时间辐照时，辐照室内臭氧平衡浓度为：

$$C_S = \frac{PT_e}{V} \dots\dots \text{公式 11-5}$$

式中： C_S —辐照室内臭氧平衡浓度，mg/m³；

T_e —对臭氧的有效清除时间，h；

V —辐照室的体积，m³。

将参数代入以上公式计算得出，本项目加速器辐照室内臭氧平衡浓度 C_S 如下表所

示：

表 11-4 本项目加速器设备辐照室内臭氧平衡浓度

参数	DGWZ0.5/60 型工业电子加速器辐照室
d (cm)	
I (mA)	
G	
P (mg/h)	
V (m ³)	
排风速率 (m ³ /h)	
T_e (h)	
C_s (mg/m ³)	

本项目加速器设备正常运行过程中，进料口、出料口处于负压状态，辐照室内的臭氧不会从进料口、出料口泄漏至调试车间工作场所及销售后的现场安装调试场所。

(3) 臭氧的排放

由表 11-4 计算结果可知，电子加速器长期正常运行期间，不考虑排风机的排风能力，电子加速器停机时，辐照室内臭氧浓度远高于 GBZ2.1-2019 所规定的工作场所最高容许浓度 (0.3mg/m³)。因此，当电子加速器停止运行后，风机必须继续运行，关闭加速器后风机运行的持续时间公式为：

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

式中： C_0 —GBZ2.1 所规定的臭氧的最高容许浓度，0.3mg/m³；

T —为使室内臭氧浓度低于规定的浓度所需时间，h。

表 11-5 本项目为使辐照室内臭氧浓度低于规定的浓度所需时间

参数	DGWZ0.5/60 型工业电子加速器辐照室
T_e (h)	
C_0 (mg/m ³)	
C_s (mg/m ³)	
T (min)	0.6

由公式 11-6 及以上参数计算得出，本项目电子加速器停止工作后，辐照室内排风机以通风速率不低于 1980m³/h 继续工作，通过约 0.6min 的通风排气，辐照室内的臭氧浓度可低于 GBZ2.1-2019 规定的臭氧最高容许浓度 (0.3mg/m³)。为安全起见，本项目

制定了相关规定并拟设置通风联锁装置，加速器停机后通风系统将连续排风 1min。本项目设置的排风口位于新灌装车间西部室外，厂房周边人员很少到达，本项目臭氧对周边环境的影响较小。氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，对环境的影响较小。

3、噪声

本项目加速器设备运行期间，噪声源主要为加速器冷却水循环水泵、高频机、风机以及物料传输装置。公司在对上述设备采取安装减震及实体隔离等措施后，其对外界的噪声影响较小，不会对周围环境产生明显影响，因此噪声不作为本项目的主要污染评价因子。

4、固体废物

本项目工作人员产生的办公垃圾及生活垃圾，经分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境的影响较小。

事故影响分析

本项目电子加速器只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此，X 射线辐照事故多为开机误照射事故。本项目为自屏蔽辐照装置，工作人员无法进入辐照室，因此本项目可能发生的事故主要为工作人员误操作、运行时设备安全联锁装置失灵、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。

预防措施：

①定期检查维护设备的联锁装置、紧急停机开关等各项辐射安全设施及设备，定期对个人剂量报警仪和固定式剂量监测系统维护、保养，保证各项辐射安全与防护设备及设施的正常运行，相关辐射安全与防护设备及设施出现故障或失效时，应停止辐照装置的运行并及时维修，严禁设备带故障运行；

②做好设备的保养维护工作，定期进行维护；

③制定详细的安全管理制度和安全操作规程，严格按照操作规程进行作业，确保安全；

④加强辐射工作人员的辐射安全教育和培训，确保辐射工作人员具备良好的辐射安全文化素质和专业知识。

同时，针对以上可能发生的事故风险，江苏新美星包装机械股份有限公司应制定

辐射事故应急预案，依照《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）和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故时，应立即启动事故应急预案，采取必要防范措施，在事故发生后1小时之内向所在地生态环境行政主管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。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地人民政府生态环境行政主管部门报告，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 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许可管理办法》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。

江苏新美星包装机械股份有限公司系首次开展核技术利用项目，公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并明确辐射防护负责人及其职责，并将项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。

公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。本项目拟配置的辐射防护负责人和辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗，考核合格的人员，每 5 年接受一次再培训考核。

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”。

江苏新美星包装机械股份有限公司应按照相关法律法规制定辐射安全与防护管理制度，如《辐射事故应急预案》《辐射安全操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《辐射防护管理人员岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》等辐射安全管理规章制度及《操作规程》等，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。现对各项

制度的制定提出相应的建议和要求：

辐射防护和安全保卫制度：根据公司的具体情况制定辐射防护和保卫制度，重点是电子加速器的运行和维修时辐射安全管理。

操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、电子加速器操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确电子加速器操作步骤以及辐照过程中必须采取的辐射安全措施。

设备维修制度：明确电子加速器和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保电子加速器、安全措施（急停按钮、联锁装置、警示标志、工作状态指示灯等）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。检维修期间在未确认电子加速处于安全受控状态，不得进行检修。

岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

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，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《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》，辐射防护负责人和辐射工作人员均可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。公司应组织辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

台账管理制度：公司应建立电子加速器台账管理制度，规范电子加速器的台账管理，并在日常工作中落实到位，对公司销售、使用的加速器的型号、规格、数量、去向及日期等均记录在台账上，公司还应将使用的加速器的时间、使用情况及使用人员等信息等记录在台账上，做到有据可查。

监测方案：明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。为了确保射线装置的辐射安全，该公司应制定监测方案，重点是：

①明确监测项目和频次；

②辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案，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，应当对有关人员采

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、卫健部门调查处理；

③对发生辐射事故处理进行全程监测；

④公司应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测，发现异常情况的，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行政主管部门报告；

⑤委托有资质监测单位对本公司的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。

辐射监测

一、工作场所监测

根据辐射管理要求，江苏新美星包装机械股份有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪1台和个人剂量报警仪2台，用于辐射防护监测和报警，同时结合本项目实际情况，已制定如下监测计划：

1) 委托有资质的单位定期对项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行监测，周期：1~2次/年；

2) 公司应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测，发现异常情况的，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行政主管部门报告。

江苏新美星包装机械股份有限公司系首次开展核技术利用项目，待项目建成后应根据上述监测计划，明确监测项目，定期（不少于1次/季）使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录，每年委托有资质的单位定期对项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行监测，监测结果上报生态环境行政主管部门。

二、个人剂量监测

江苏新美星包装机械股份有限公司应为辐射工作人员配备个人剂量计，并组织辐射工作人员进行个人剂量监测（1次/季）和职业健康体检（1次/2年），并建立职业健康监护及个人剂量监测档案。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）：“常规监测的周期应综

合考虑辐射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月”。

三、年度辐射安全评估制度

江苏新美星包装机械股份有限公司系首次开展核技术利用项目，待项目建成后，应每年编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，报告应包括放射性同位素与射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容，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。

辐射事故应急

江苏新美星包装机械股份有限公司应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，建立辐射事故应急预案，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- 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、辐射应急演练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；
- ⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

对于在公司定期监测或委托监测时发现异常情况的，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》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在 1 小时之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。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地人民政府生态环境主管部门报告，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 13 结论与建议

结论

一、项目概况

江苏新美星包装机械股份有限公司拟于其厂区内新灌装车间西部新建一处电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线，并在该生产测试线内研发、测试电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备。公司计划年销售电子束灭菌吹灌旋一体化成套设备 5 套，每套一体化成套设备均配备一台 DGwz0.5/60 型工业电子加速器用于 PET 塑料瓶消毒灭菌，该工业电子加速器为中广核达胜加速器技术有限公司生产的自屏蔽设备，最大电子射线束能量 0.5MeV，束流强度 60mA，属 II 类射线装置。

为满足商业无菌的工艺要求，同时满足部分客户提出的工厂验收测试要求，本项目每套一体化成套设备出厂前均需在公司内新灌装车间西部电子束灭菌吹灌旋一体生产测试线内进行调试并验证杀菌效果，以确定最终辐照参数，减少客户现场的调试周期，同时也为公司后续发展积累辐照杀菌参数。设备调试达出厂标准后的设备将外售给使用方，综上所述江苏新美星包装机械股份有限公司每年共计销售、使用 DGwz0.5/60 型工业电子加速器 5 台。

二、产业政策相符性分析

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合当前国家产业政策。

三、实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，在采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效控制。本项目工业电子加速器将应用于被辐照物料的消毒灭菌，创造较大的经济效益和社会效益，经落实辐射安全与防护管理措施后，对环境的影响较小，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。

四、选址合理性

江苏新美星包装机械股份有限公司位于江苏省苏州市张家港经济开发区南区新泾东路。本项目 50m 评价范围均位于公司厂区范围内，评价范围内无学校、居民区等环境敏感目标。本项目的环境保护目标主要为从事本项目的辐射工作人员、评价范围内其他工作人员及周围其他公众等。

为加强辐射防护管理和职业照射控制，本项目拟将加速器设备的屏蔽体作为辐射

防护控制区边界；拟将加速器设备的屏蔽体外 1m 范围、控制台及电控柜等周围辅助设施区域划分为监督区，为方便管理，将屏蔽体周围长 8.4m、宽 5.2m 的矩形范围内除控制区外的区域划分为监督区，并在边界设置拉线围栏，在地面明显处粘贴警示线，在入口处张贴当心电离辐射警告标志，电子加速器开机工作过程中，除辐射工作人员外，其他人员严格限制进入。项目工作场所分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

五、辐射环境现状评价

本项目拟建址周围环境 γ 辐射剂量率位于江苏省环境天然 γ 辐射剂量率水平涨落范围，属江苏省环境天然 γ 辐射剂量率本底水平。

六、环境影响评价

根据理论估算结果，江苏新美星包装机械股份有限公司新增使用、销售灭菌电子加速器项目在做好防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及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）。

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。工作人员产生的生活污水，由厂内污水处理设施统一处理后接入市政管网。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，对周围环境影响较小。

本项目工业电子加速器设置有排风装置，设备运行过程中产生的臭氧及氮氧化物经排风装置排至室外，经稀释，对环境影响较小。

七、辐射安全措施评价

本项目工业电子加速器设备均拟设置相应的辐射安全装置和保护措施，主要包括：钥匙控制、门机联锁、屏蔽体联锁、束下装置联锁、信号警示装置、急停装置、剂量联锁、通风装置、实时摄像监视及电离辐射警告标志等。

本项目工业电子加速器为自屏蔽设备，因此本项目拟设置的辐射安全装置和保护措施参考（非执行）《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）中的相关要求，在落实相关辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

八、辐射安全管理评价

江苏新美星包装机械股份有限公司应按规定成立辐射安全管理机构，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。公司应制定可行的辐射安全管理制度，并在以后的实际工作中不断对各管理制度进行补充和完善。本项目辐射防护负责人和辐射工作人员均应在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。

江苏新美星包装机械股份有限公司需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。江苏新美星包装机械股份有限公司需为本项目配备辐射巡测仪 1 台和个人剂量报警仪 2 台。

综上所述，江苏新美星包装机械股份有限公司新增使用、销售灭菌电子加速器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、公司应严格落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度，在项目运行中，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、公司应加强管理，安排辐射工作人员及辐射防护负责人在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习并参加考核，考核合格后方可上岗。

3、公司应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、公司须重视控制区和监督区的管理。

5、本次环评射线装置工作场所，日后如有重大变化，应另作环境影响评价。

6、公司应于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）

个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传。

7、本项目建成后，公司应严格按照原国家环境保护部（现国家生态环境部）“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评〔2017〕4号）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。

“三同时”验收一览表

“三同时”验收一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。公司拟设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。	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。	
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：本项目工业电子加速器屏蔽防护措施详见表 10-1。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关要求。	
			
人员配备	辐射防护负责人和辐射工作人员均应通过生态环境部“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》等相关要求。	
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		
辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立辐射工作人员职业健康档案。			
监测仪器和防护用品	配备辐射巡测仪1台，个人剂量报警仪2台		

辐射安全管理制度	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：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。		/
总计	/	/	

