

核技术利用建设项目
2 台自屏蔽工业电子加速器应用项目
环境影响报告表

山东喜来宝新材料有限公司

2024 年 11 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
2 台自屏蔽工业电子加速器应用项目
环境影响报告表

建设单位名称：山东喜来宝新材料有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：山东省泰安市宁阳县华丰镇泰龙路东 200 米

邮政编码：271413

联系人：杨水红

电子邮箱：527207443@163.com

联系电话：18757561228



营业执照

(副本)

1-1

统一社会信用代码
913701026846887493



扫描二维码登录
国家企业信用信息公示系统
了解更多登记、许可、监
管信息

名称 山东丹波尔环境科技有限公司
类型 有限责任公司(自然人投资或控股)
法定代表人 苏冬梅
经营范围 环保技术咨询服务;受委托开展环境监测服务(凭资质证经营)。(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动)

注册资本 叁佰万元整
成立日期 2009年04月24日
住所 山东省济南市历下区燕子山西路58号2号楼1-101



登记机关

2022年09月15日

国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

表 1 项目基本情况

建设项目名称	2台自屏蔽工业电子加速器应用项目				
建设单位	山东喜来宝新材料有限公司				
法人代表	杨水红	联系人	杨水红	联系电话	18757561228
注册地址	山东省泰安市宁阳县华丰镇泰龙路东200米				
项目建设地点	山东省泰安市宁阳县华丰镇泰龙路东200米， 公司生产车间内东侧中间位置				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	5000	项目环保投资 (万元)	100	投资比例 (环保投资/总投资)	2%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)	42
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			

1.1 概述

1.1.1 公司概况

山东喜来宝新材料有限公司成立于2021年01月13日，注册地位于山东省泰安市宁阳县华丰镇泰龙路东200米，法定代表人为杨水红。经营范围包括一般项目：新型膜材料制造；合成材料制造（不含危险化学品）；新型膜材料销售；合成材料销售；塑料制品销售；人造板销售；橡胶加工专用设备销售；日用杂品销售；日用木制品销售；木竹材加工机械销售；建筑材料销售；生物基材料销售；国内贸易代理；货物进出口。

公司地理位置示意图见图1-1，周边影像关系见图1-2，总平面布置示意图见图1-3。

1.1.2 本次评价项目概况

为满足公司生产需求，公司拟购置使用2台CEB-200型电子加速器，安装于公司生产车间内东侧中间位置，两台加速器南北并列放置，间隔约6m。加速器带自屏蔽体，无需建设辐照室和主机室。加速器与屏蔽体为一个整体，为一体化设备，加速器生产厂家为四川智

研科技有限公司，电子最大能量为0.2MeV，最大束流强度为300mA，用于公司EB纸（PETG膜）的涂层辐照固化。本项目拟购置加速器的技术参数见表1-1。

本次属公司首次开展核技术利用建设项目，核技术利用类型属使用II类射线装置。

表1-1 本次评价涉及的射线装置参数表

名称	类别	数量	型号	加速粒子	电子能量 (MeV)	电子束流 (mA)	工作场所	照射方向
工业电子加速器	II类	2台	CEB-200	电子	0.2	300	生产车间内东侧中间位置	固定向东照射

1.1.3 目的和任务的由来

公司拟利用工业电子加速器对PETG膜进行辐照加工，加速器在工作过程中会对环境产生一定的辐射影响。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172 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。

为保护环境和公众利益，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定，山东喜来宝新材料有限公司委托我公司对其2台自屏蔽工业电子加速器应用项目进行核技术利用项目环境影响评价。接受委托后，在进行现场调查与核实、辐射环境现状检测、收集和分析有关资料、预测估算等基础上，依照《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》（HJ 10.1-2016），编制完成了该项目的环境影响报告表。

1.2 选址合理性分析

公司租赁位于山东省泰安市宁阳县华丰镇泰龙路东200米的山东力盛新能源科技有限公司一生产车间和两座办公楼用于PETG膜的生产（租赁合同见附件三），公司于2022年6月委托编制了《山东喜来宝新材料有限公司年产1000万米PETG膜项目环境影响报告表》，该项目于2022年7月22日取得了泰安市生态环境局宁阳分局的批复（泰宁环境影响报告表〔2022〕23号），批复见附件四。

公司东侧为湖村小区，南侧为山东力盛新能源科技有限公司院内空地、生产车间，西侧为山东省清风木业有限公司，北侧为华晟路、西故城小区。根据项目所在厂区不动产权证（见附件五），用途为工业用地，根据泰安市国土空间规划，该处位于工业用地控制线内（见附件六）。

本项目为公司年产1000万米PETG膜项目的质保辅助项目，加速器拟安装于公司生产车

间内东侧中间位置，无新增用地，项目用地符合规划。加速器东侧为车间内部区域、院内空地，南侧为肤感车间、院内空地，西侧为车间内半成品区，北侧为车间内原材料区域、院内道路、办公楼，项目选址便于上下生产工序的衔接。经现场勘察，加速器周围无关人员较少，周围50m范围内有一处环境保护目标，为车间北侧约40m处的办公楼，邻接无不利因素，综上所述，项目的选址是合理的。

1.3 产业政策符合性分析

本项目属于使用加速器进行辐照产品的加工，经查《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目不属于鼓励类、限制类和淘汰类，属于国家允许建设的项目，符合产业政策。

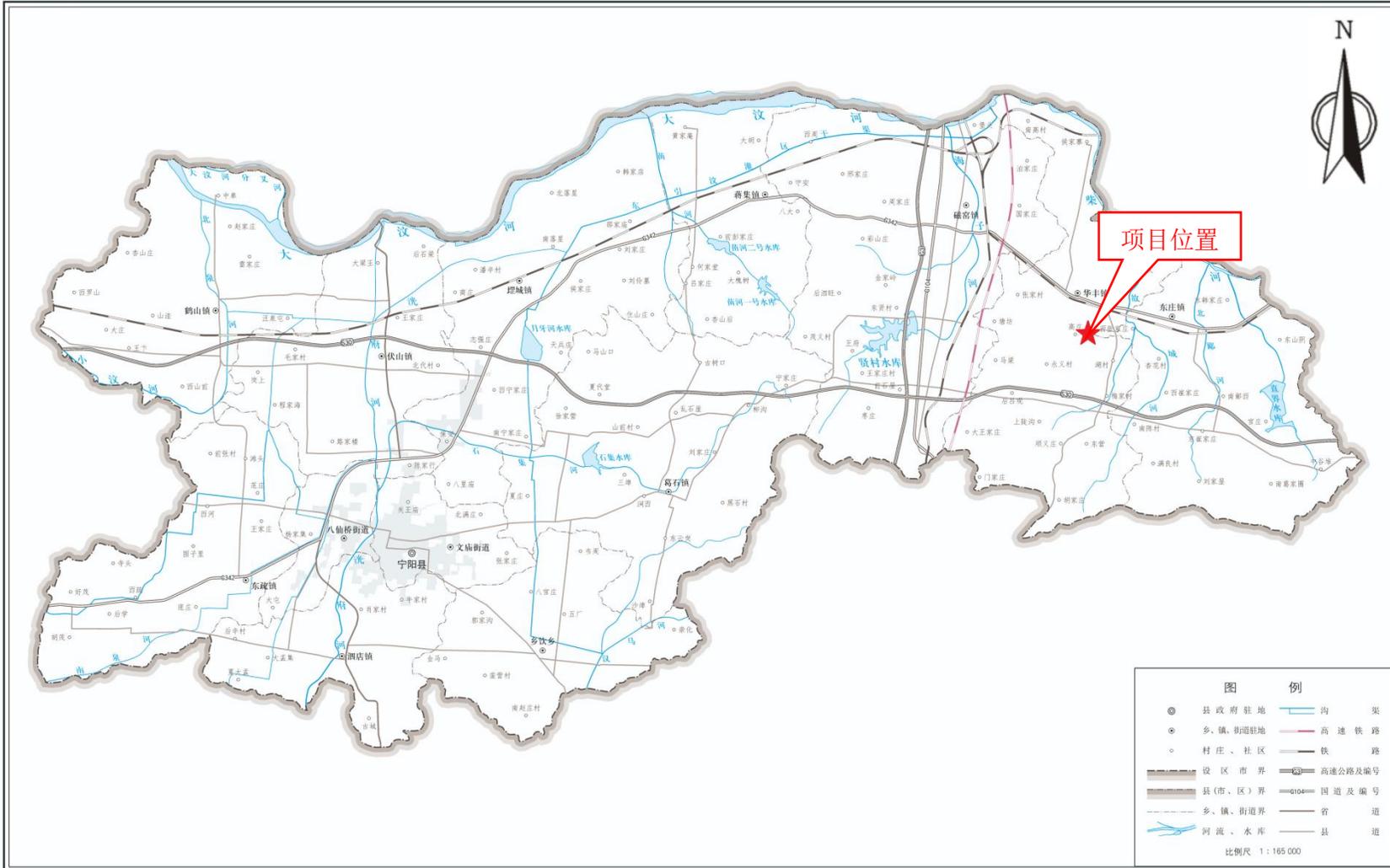
1.4 实践正当性分析

本项目使用加速器进行公司PETG膜的辐照加工，有利于提高公司的生产技术和产品质量，具有良好的经济效益。同时根据下文分析，本项目采取的辐射防护措施能保证加速器外剂量率和人员受照水平控制在标准范围内，加速器运行过程中产生的辐射影响可以满足国家有关要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB1 8871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

宁阳县地图

山东省标准地图

县(市、区)·基本要素版



审图号：鲁S6(2023)026号

山东省自然资源厅监制 山东省地图院编制

图 1-1 本项目地理位置示意图（比例尺 1：16500）



图 1-2 项目周边影像关系图

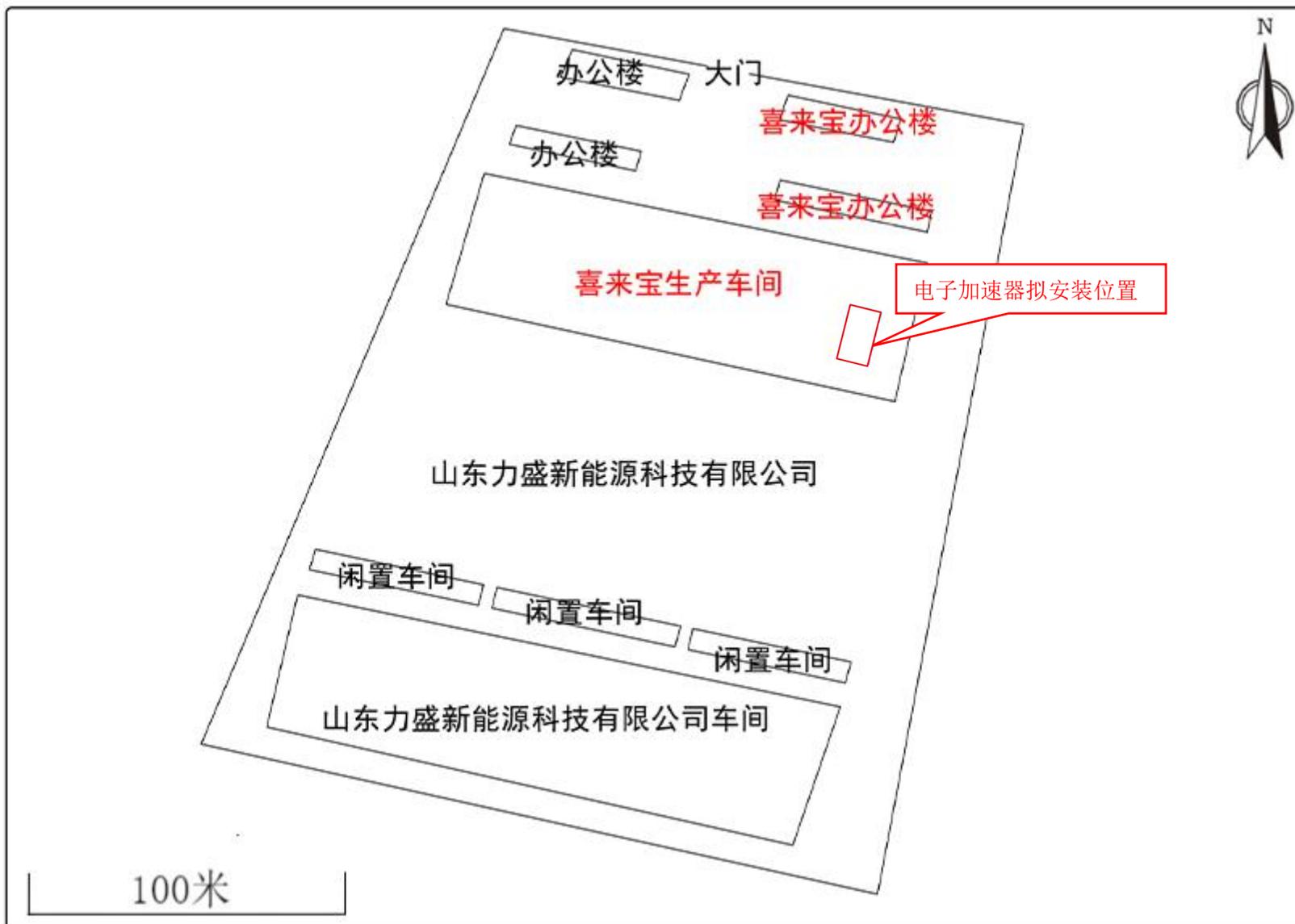


图 1-3 公司平面布置示意图

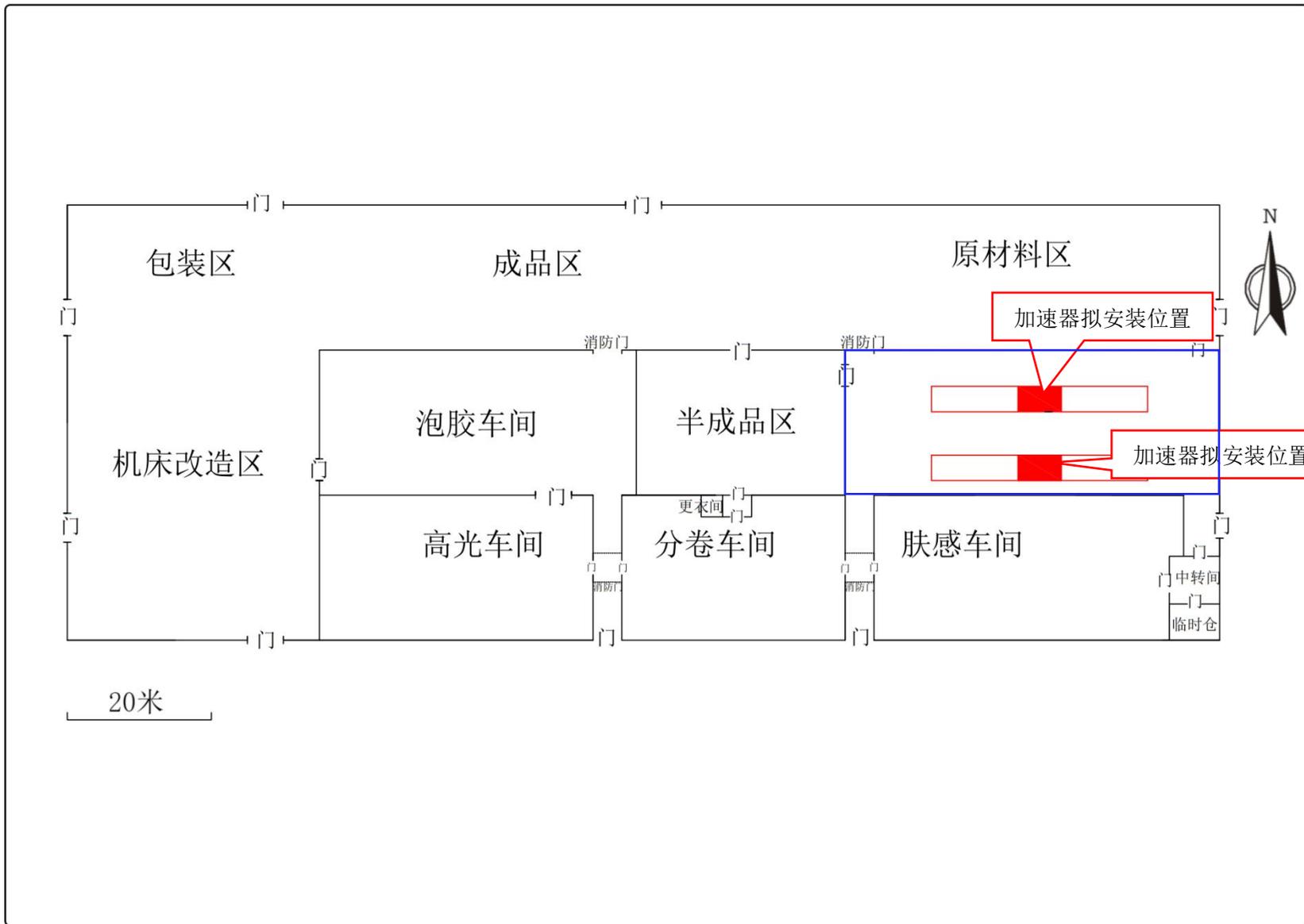


图 1-4 生产车间平面布置示意图

表 2 射线装置

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1#	自屏蔽工业电子加速器	II类	2	CEB-200	电子	0.2	300mA	辐照加工	生产车间内东侧中间位置	定向向东

表 3 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
非放射性气体	气态	氮气	/	少量	少量	/	/	废气经排风系统排至车间外环境

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 4 评价依据

<p>法 规 文 件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第 9 号, 2015. 1. 1); 2. 《中华人民共和国环境影响评价法》(中华人民共和国主席令第 24 号, 2018. 12. 29); 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第 6 号, 2003. 10. 1); 4. 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017. 10. 1); 5. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号, 2005. 12. 1 施行; 国务院令第 709 号第二次修订, 2019. 3. 2); 6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部令第 31 号, 2006. 3. 1; 生态环境部令第 20 号修订, 2021. 1. 4); 7. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号, 2011. 5. 1); 8. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(生态环境部令第 16 号, 2021. 1. 1); 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. 12. 5); 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》(国家环境保护总局、公安部、原卫生部, 环发〔2006〕145 号, 2006. 9. 26); 11. 《山东省环境保护条例》(山东省人大常委会公告第 41 号修订, 2019. 1. 1); 12. 《山东省辐射污染防治条例》(山东省人大常委会公告第 37 号, 2014. 5. 1)。
<p>技 术 标 准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《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); 2. 《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T25306-2010); 3. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); 4. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021); 5. 《电子加速器辐照装置辐射安全与防护》(HJ979-2018); 6. 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021); 7. 《氧气站设计规范》(GB 50030-2013); 8. 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。

<p>其他</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 项目环境影响评价委托书； 2. 《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989年）； 3. 《辐射防护导论》（方杰主编）； 4. 《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》（原子能出版社，李德平等）； 5. 建设单位提供的有关技术资料。
	<p style="text-align: center;">/</p>

表 5 保护目标与评价标准

5.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）规定要求：“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”。根据本项目特点，确定本项目评价范围为 2 台加速器屏蔽体外周围 50m 区域。本项目 50m 评价范围见图 1-2。

5.2 保护目标

本项目保护目标为评价范围内活动的职业人员和公众成员。其中职业人员为操作本项目加速器的辐射工作人员，公众成员主要为本项目所在生产车间内及周围的其他工作人员以及偶然经过的其他公众。保护目标情况见表5-1。

表5-1 本项目周围主要保护目标情况

保护目标		人数	方位	距离	特征
辐射工作人员	操作位	3人	南侧加速器北侧，北侧加速器南侧	约1m	--
公众成员	加速器辐照装置所在生产车间内其他工作人员	20人	加速器辐照装置周围	<50m	单层建筑，高约8m
	公司办公楼	10人	加速器辐照装置北侧	约40m	单层建筑，高约3m
	其他偶然经过的公众	--	加速器辐照装置周围	<50m	--

5.3 评价标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准中附录B规定：

B1 剂量限值：

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 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；

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有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;

2. 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)

4.2.1 辐射防护原则

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达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。如屏蔽体外为社会工作区域, 屏蔽体设计必须符合公众成员个人剂量约束值规定。

3. 《氧气站设计规范》(GB50030-2013)

6.0.13 氧气站的氧气、氮气等放散管和液氧、液氮等排放管均应引致室外安全处, 放散管口距地面不得低于 4.5m。

综上所述, 本次评价采用 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为加速器四周剂量率目标控制值; 取 5.0mSv 作为职业工作人员的年管理剂量约束值、0.1mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值。

4. 环境天然辐射水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查, 泰安市环境天然 γ 空气吸收剂量率见表 5-2。

表 5-2 泰安市环境天然辐射水平 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

监测内容	范围	平均值	标准差
原野	2.99~14.23	6.55	1.93
道路	1.84~16.74	5.30	2.67
室内	4.63~21.84	10.36	2.62

表 6 环境质量和辐射现状

6.1 项目地理和场所位置

本项目涉及 2 台 CEB-200 型自屏蔽工业电子加速器，拟安装于公司生产车间东侧中间位置。生产车间为地上一层结构，东西长约 160m，南北宽约 60m。加速器安装后公司拟将加速器所在区域隔成一个辐照车间，与车间其他区域隔开（图 1-4 中蓝色边框区域），辐照车间东西长约 50m，南北宽约 20m，两台加速器在辐照车间内南北并列放置，南侧加速器距离肤感车间约 1m，东侧距离车间边界约 22m，两台加速器南北间距约 6m，本项目加速器拟安装区域四周情况详见表 6-1。现场勘查情况见图 6-1。

表6-1 本项目加速器拟安装区域周围 50m 范围环境一览表

方向	场所名称
南侧	肤感车间、厂区内空地
西侧	生产车间内部区域半成品区
北侧	生产车间内部区域、厂区内道路、公司办公楼
东侧	生产车间内部区域、厂区内空地
下方	土层



加速器拟安装区域现状



加速器拟安装区域东侧现状



加速器拟安装区域南侧现状



加速器拟安装区域西侧现状



加速器拟安装区域北侧现状



车间北侧办公楼



车间西南角排气筒

/

/

图 6-1 项目拟建区域及周围环境现场照片（拍摄于 2024 年 7 月）

6.2 辐射环境现状调查

为了解本项目拟建区域及周围的辐射环境现状，山东丹波尔环境科技有限公司对本项目拟建区域辐射环境现状进行检测。

1. 检测因子： γ 辐射剂量率

2. 检测点位：根据项目平面布置和周围环境情况，共设 7 个辐射环境现状调查检测点位，点位编号 1#~7#。

3. 质量保证措施：

(1) 监测单位

山东丹波尔环境科技有限公司，已通过生态环境认证，证书编号 221512052438。

(2) 检测设备

检测仪器名称：便携式 X- γ 剂量率仪，仪器型号：FH40G+FHZ672E-10，内部编号：JC01-09-2013，系统主机测量范围：10nGy/h~1Gy/h，探测器测量范围：1nGy/h~100 μ Gy/h，系统主机能量范围：36keV~1.3MeV，探测器能量范围：30keV~4.4MeV，相对固有误差：-11.9%（相对于 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源），检定单位：山东省计量科学研究院，检定证书编号：Y16-20232972，检定有效期至：2024 年 12 月 19 日，校准因子：1.14。

(3) 检测人员

本次由两名检测人员共同进行现场检测，两人均为持证上岗。

(4) 检测方法

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

(5) 其他保证措施

本次由两名检测人员共同进行现场检测，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。检测时获取足够的数量，以保证检测结果的统计学精度。建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、检测布点图、测量原始数据、统计处理记录等全部保留，以备复查。检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，最后由技术负责人审定。

4. 检测时间与条件：2024 年 7 月 12 日，天气：晴，温度：31.2℃，相对湿度：55.3%。

5. 检测结果

检测结果见表 6-2，检测布点见图 6-2。

表 6-2 加速器拟安装区域及周围 γ 辐射剂量率检测结果

序号	点位描述	检测结果 (nGy/h)	
		剂量率	标准偏差
1#	自屏蔽工业电子加速器拟建区域中间位置	67	1.6
2#	自屏蔽工业电子加速器拟建区域东侧	64	0.9
3#	自屏蔽工业电子加速器拟建区域西侧	64	1.0
4#	自屏蔽工业电子加速器拟建区域南侧	65	0.9
5#	自屏蔽工业电子加速器拟建区域北侧	66	1.0
6#	厂区内道路	68	0.8
7#	车间北侧办公楼南墙外 1m 处	64	1.0

注：1. 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h，宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野和道路为 1，平房取 0.9；

2. 点位 1#~5#位于室内，检测时为水泥地面；点位 6#-7#位于室外，检测时为水泥地面。

根据表 6-2 中检测数据，本项目拟建区域及周围 γ 辐射剂量率现状值为 (64~68)nGy/h [(6.4~6.8) $\times 10^{-8}$ Gy/h]；其中室内检测点位的 γ 辐射剂量率为 (6.4~6.7) $\times 10^{-8}$ Gy/h，处于泰安市环境天然放射性水平范围内 [室内 (4.63~21.84) $\times 10^{-8}$ Gy/h]，室外检测点位的 γ 辐射剂量率为 (6.4~6.8) $\times 10^{-8}$ Gy/h，处于泰安市环境天然放射性水平范围内 [道路 (1.84~16.74) $\times 10^{-8}$ Gy/h]。

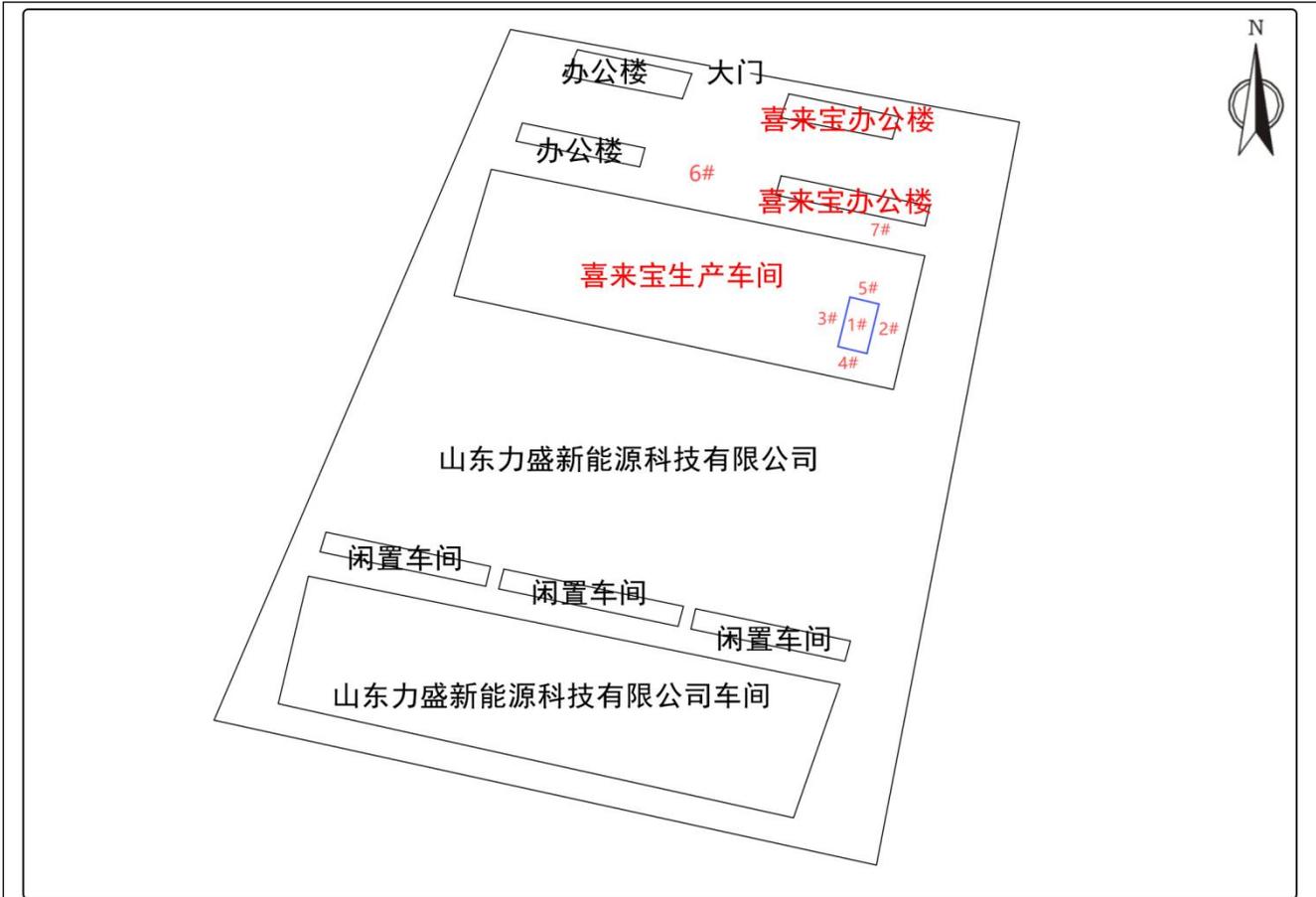


图 6-2 检测布点示意图

表 7 项目工程分析与源项

7.1 施工期工艺流程简述

本项目施工期内容主要在生产车间内东侧中间位置安装2台加速器，以及PETG膜辐照前后的处理装置安装，加速器以及处理装置均为外购设备，现场需设备固定、管线铺设等，建设内容较少。施工期可能的污染因素主要为常规环境要素，主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水及固体废物。

施工期工艺流程及产污环节见图7-1。

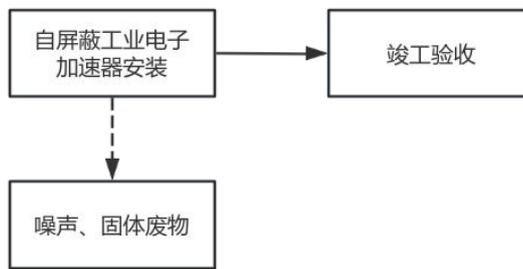


图7-1 施工期工艺流程及产污环节图

7.2 营运期工艺流程简述

7.2.1 设备总体结构

根据企业提供资料，本项目 CEB-200 型工业电子加速器为平卧式自屏蔽电子加速器，其主要结构包括：加速器钢筒、真空系统、扫描盒、屏蔽室、物料出入口、传输设备、安全设施、控制系统等。

系统采用可编程控制系统（PLC）来控制，主要由 PCL 组成的主控制器单元、扫描偏转单元、聚焦单元、束流控制单元、测量单元、安全连锁单元和辅助设备控制单元组成，监测与控制系统采用分布式结构。加速器外观如图 7-2 所示。具体的系统构成如图 7-3 所示。

图 7-2 本项目加速器基本结构示意图

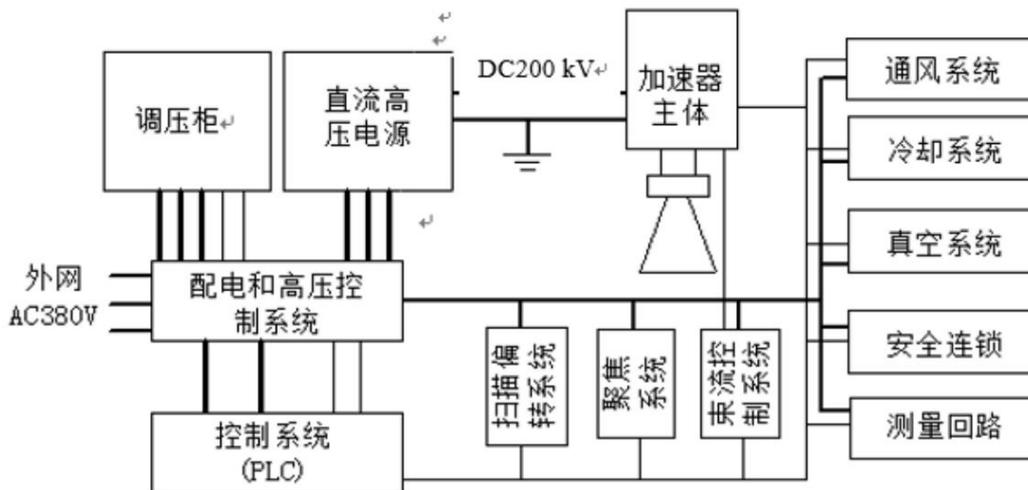


图 7-3 本项目加速器系统构成示意图

一、加速器主要部件或功能单元的结构、作用及其工作原理如下：

(1) 高压控制系统：通过PLC的控制信号控制调压柜输出电压，可以使直流高压电源输出高压与触摸屏操作画面设定的高压电压相同。即接通高压操作开关，PLC的高压设定信号输出就会按照事先设定的时间函数上升高压到设定值。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。

(2) 束流控制系统：通过PLC的控制信号对束流控制系统的控制，通过对电子枪灯丝电压的控制，可以使电子枪灯丝输出电流值和设置值相同。即当允许引出电子束流后，PLC的

电子束流值设定信号输出给束流控制系统，电子枪就会输出按照事先设定的时间函数上升的电子束流。

(3) 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”，使其电子束与物料传输方向其呈直角方向扫描。电子束扫描的“Y扫描线圈”，使其电子束与物料传输方向其呈平行方向扫描。它们都安装在扫描盒顶部的漂移管上。扫描偏转电源由控制柜内的扫描控制电源和扫描控制器提供。分别产生X方向扫描的电流波形和Y方向扫描的波形。

(4) 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管正常工作时，维持真空的机械泵、分子泵、离子泵、闸板阀和真空规管等。

(5) 安全连锁系统：主要包括屏蔽室的防护门连锁，紧急按钮、在线辐射剂量监测连锁和故障报警指示组成。主要对射线防护的监测、供电系统进行监控。

(6) 主控制器：主控制器由西门子S7-1500PLC和IO模块组成，PLC是整个控制系统的核心部分。PLC执行数据采集并控制电子加速器设备各项功能。

(7) 人机界面：人机界面是一台西门子多功能TP1200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。还包括SD存储卡扩展功能，现场总线和工业以太网通等接口。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。

(8) 辅助装置的功能：辅助设备控制主要包括排风机、送风机。排风机主要排除屏蔽室内溢出的氦气气体，送风机主要对加速器引出窗钛膜进行冷却。

二、电子加速部分

电子加速部分由加速钢筒以及设在加速钢筒内的电子枪、电子枪加热电源、加速管、电子流检测等部分组成。

1、电源钢筒和加速钢筒

电源钢筒与加速钢筒通过高压传输线相连，钢筒内充有压力约为0.5~0.6MPa的绝缘气体SF₆（高纯SF₆，不低于99.96%）。

在加速钢筒里设有加速管的管电流输出端子以及电子枪加热控制电缆输出口。在电源钢筒侧面设有测量、监视气体压力与温度的仪表、电源钢筒顶部设有安全排气阀。

2、电子枪

电子枪安装在加速管顶部，“电子枪阴极”通电加热产生电子。由于电子枪阴极有使用

寿命，需要定期更换电子枪阴极。

3、加速管

加速管是由陶瓷和加速电极相互叠层连接而成，其内部和扫描盒及漂移管连接在一起并保持高真空。

在加速管的周围设有将直流高压的分压电压送给各加速电极的“柱形电阻”，提供用于电子发射、加速的电场。

图7-4所示为电子枪、加速管部件构成。

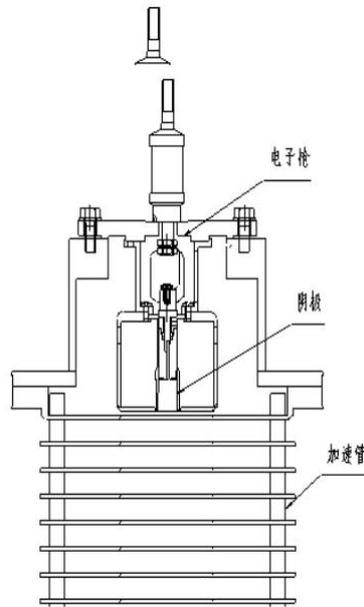


图7-4 电子枪、加速管

7.2.2 工业电子加速器工作原理

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。

7.2.3 设备技术参数

根据建设单位提供的资料，本项目加速器主要技术参数见表7-1。

表7-1 主要技术参数

型号	CEB-200
生产厂家	四川智研科技有限公司
电子束能量	0.2MeV
最大束流功率	20kW
电子束流强度	0-300mA
扫描长度	1400mm
扫描偏转	不均匀性≤5%
能量不稳定性	≤2%
束流不稳定性	≤2%
主射束方向	向北
泄漏剂量	<2.5 μ Sv/h
真空度	好于 8.0×10^{-5} Pa

7.2.4 工作流程

工艺流程说明：

- 1、辐射工作人员将待辐照的PETG膜运至放卷区；
- 2、调整加速器运行参数，调整传输装置的传输速度；
- 3、将待辐照的PETG膜放置于传输系统上，调整收、放系统位置；
- 4、确定加速器的安全联锁装置、氮气填充系统、排风系统、冷却系统等工作正常；
- 5、启动加速器，PETG膜通过传输装置从加速器屏蔽室上侧进入，通过束下传输装置从

屏蔽室下侧送出，收卷系统进行产品收放。在开机出束进行辐照交联的过程中，电子韧致辐射会产生 X 射线。

由于本项目的加速器的屏蔽体内，会进行氮气填充，氮气比例要求大于 99%，因此，本项目在正常运行过程中，不会产生臭氧、氮氧化物等有害气体。产污环节示意图见图 7-4。

- 6、辐照工作结束，关闭加速器。

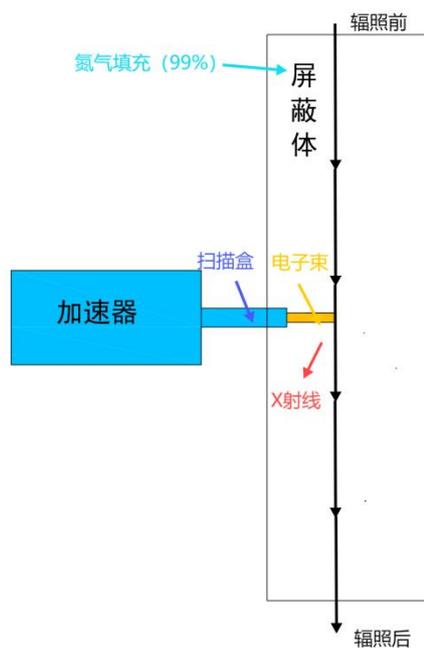


图 7-4 加速器工作流程及产污环节示意图

7.2.5 人员配备及工作负荷

根据建设单位提供资料，公司拟配备 4 名辐射工作人员，其中 1 名辐射安全管理人员，3 名操作人员。

根据建设单位提供资料，加速器辐照产品 PETG 膜宽 1.25 米、厚 0.5-1.5mm，每卷 PETG 膜的辐照时间依据其长度而定。每台加速器每天出束时间不超过 7h，年工作 250 天，每台加速器年出束时间不超过 1750h。

7.3 污染源项描述

7.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

本项目建设阶段的污染源项主要是加速器以及 PETG 膜处理装置安装调试过程中产生的施工扬尘、施工噪声、废水、固体废物等。

1. 施工扬尘

本项目在建设阶段需进行装置固定、管线布置等，施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘。

2. 施工噪声

施工噪声主要来自建筑材料运输过程中的交通噪声，另外还有突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

3. 废水

废水主要是施工废水和施工人员产生的生活废水。

4. 固体废物

固体废物主要是建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。

综上所述，本项目建设阶段环境影响评价的评价因子主要为施工扬尘、施工噪声、施工废水和生活污水、生活垃圾和建筑垃圾。

7.3.2 营运期污染因素分析与评价因子

1、X 射线

电子加速器在进行辐照时电子枪发射电子，经加速管加速，在横向扫描磁场的作用下，扫描扩展，成为均匀扫描宽度的电子束，利用电子束对产品进行辐照。电子加速过程中，部分电子会丢失，打在加速管壁上，可产生 X 射线。此外，电子束打到高原子序数物质时也会产生高能 X 射线。由于 X 射线的贯穿能力极强，可对周围环境辐射造成辐射污染，但关机后 X 射线影响即消失。在加速器运行过程中，除了由电子束在靶上产生的韧致辐射外，还可能由于其他原因产生某些次级辐射如泄漏辐射、散射、反流电子引起的韧致辐射等。

建设单位使用的辐照加速器结构所用材料中最主要的元素为不锈钢，另外电子辐照加速器装置可能对水（考虑核素 O）产生活化。本评价项目的辐照加速器的能量最高为 0.2MeV，根据《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》（原子能出版社，李德平等）给出评价项目主要涉及核素的（ γ ，n）反应阈能可知，设备运行期间，无需考虑循环水中核素活化问题和感生放射性问题。

2、电子束

电子加速器在运行时可产生高能电子束，因其贯穿能力远弱于 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。

3、放射性废物

本项目不产生放射性废气和放射性固体废物。

加速器设备中设计有冷却水循环系统，这部分水可能由于活化而含有较强的放射性。冷却水中被活化而形成的放射性核素主要为 ^{15}O 、 ^{16}N ，它们的半衰期分别为 2.1min 和 7.3s，半衰期很短，只需放置一定时间其活度就可以衰减到较低的水平。本项目加速器一次冷却水为内循环去离子水，正常运行时在内部不断循环，不外排，在排放前将提前放置一段时间，水中的放射性核素很快即可衰减至可忽略的水平，经市政污水管网排放至污水处理厂处理。当内循环水量低于水位时冷却水系统即自动报警，工作人员可及时补充去离子水，保证系统的

正常运行。

4、固体废物

本项目去离子水直接外购、不在厂区内制备，本项目不产生离子交换树脂等固体废物。

5、非放射性污染因素分析

为了保证涂层固化的质量，进行辐照交联固化时，需对屏蔽体内填充氮气，确保氮气的浓度大于 99%，因此本项目不会产生臭氧、氮氧化物等有害气体。但是有氮气的排放问题。

加速器设计有排风管道，排风口设在加速器屏蔽室物料进出口两侧，溢出屏蔽室内的氮气通过排风管道排至生产车间西南角外环境。

6、噪声影响分析

本项目主要噪声源为风机、泵等机械设备运转产生的噪声，噪声值范围为 70dB (A) ~ 80dB (A)。

综上所述，本次环境影响评价的评价因子为 X 射线，电子束，噪声，放射性废水，同时考虑氮气的排放问题。其中 X 射线为评价重点。

表 8 辐射安全与防护

8.1 项目安全与防护

8.1.1 项目分区与屏蔽设计

1. 项目分区

本项目分区参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中规定，“电子加速器辐照装置的工作场所分为：控制区，如主机室和辐照室及各自出入口以内的区域；监督区，如设备操作室、未被划入控制区的电子加速器辐照装置辅助设施区和其他需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域”。

加速器拟安装于公司生产车间内东侧中间位置，加速器安装后公司拟将加速器所在区域隔成一个辐照车间，与车间内其他区域隔开，辐照车间东西长约 50m，南北宽约 20m，两台加速器在辐照车间内南北并列安装，南侧加速器距离肤感车间约 1m，东侧距离车间边界约 22m，两台加速器南北间距约 6m。加速器东侧为辐照前 PETG 膜处理装置，加速器西侧为辐照后 PETG 膜处理装置。PETG 膜的整个辐照工艺长度约为 30m，辐照车间的平面布置见图 8-1。辐照车间内日常没有无关人员进入，项目布局合理。

本项目拟将加速器装置划为控制区，加速器周围的区域划为监督区。本项目拟在控制区边界设置电离辐射警告标志，在地面使用醒目的黄色警戒线划出监督区范围，并在边界上合适的位置悬挂清晰可见的“非辐射工作人员禁止进入工作场所”标牌。加速器开机运行时由上下货人员做好监督工作，禁止非工作人员进入监督区范围内，防止无关人员进入加速器工作区域。本项目分区示意图见图 8-1。

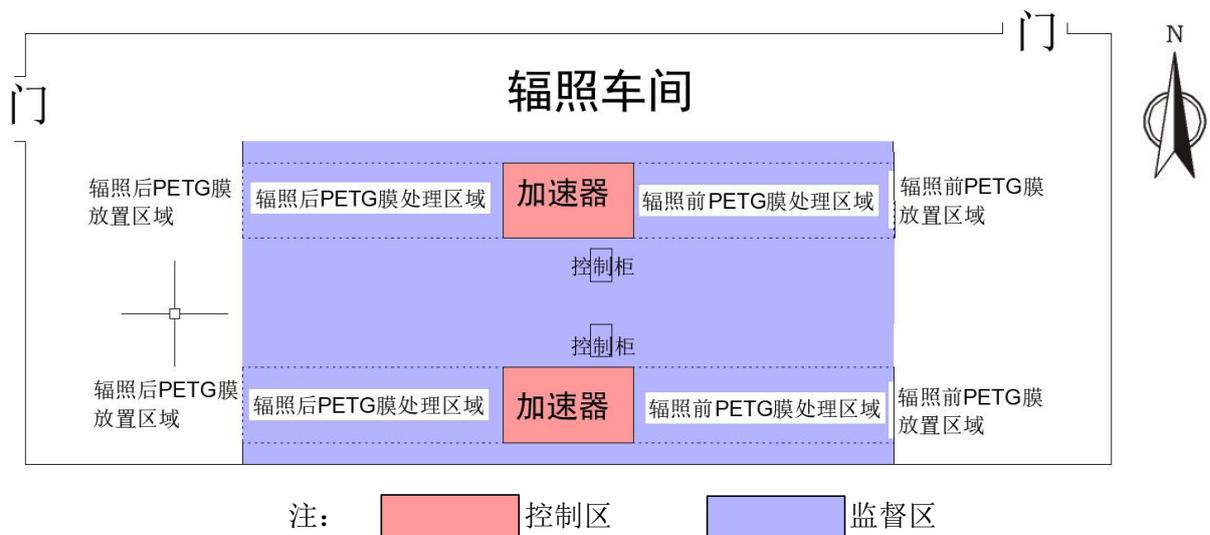


图 8-1 辐照车间平面布置及分区示意图

2. 整体布局

本项目 2 台加速器拟安装于公司生产车间内东侧中间位置，两座加速器南北并排布置，加速器主射束方向均向东照射，两座加速器中间间隔 6m，控制柜位于两座加速器中间位置。加速器主要由电源柜、控制柜、电源钢筒、加速钢筒、屏蔽室、增压泵、机械泵、分子泵、氮气分析仪、电动推杆等组成。本项目电子加速器辐照物品的传输方式采用不锈钢滚轮传输。

本项目加速器正视图、侧视图及俯视图见图 8-2。

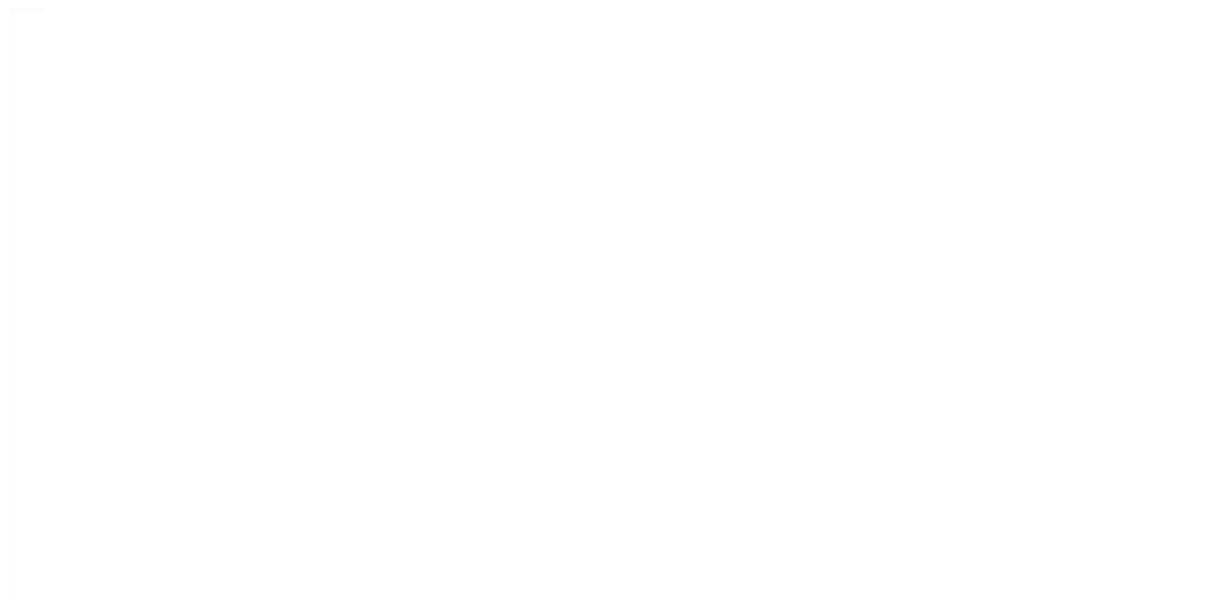


图 8-2 (a) 本项目加速器正视图

图 8-2 (b) 本项目加速器侧视图

图 8-2 (c) 本项目加速器俯视图

3. 屏蔽设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目加速器的主要设计参数如下：

本项目加速器安装方向为加速器主射束向东照射，屏蔽室东侧屏蔽体为 20mm 铅板+22mm 钢板，东侧防护门材质为 20mm 铅板+22mm 钢板，其他西、南、北侧，以及顶部和底部的屏蔽体为 15mm 铅板+22mm 钢板，物料进出口的屏蔽体均为 15mm 铅板+22mm 钢板，加速器钢筒四周屏蔽体为 10mm 铅板+9mm 钢板，西侧屏蔽体为 5mm 铅板+28mm 钢板，扫描盒四周为 10mm 铅板 9mm 钢板，进出料部位设有迷道，屏蔽室上下侧设有滚筒装置，需要辐照物料时，将辐照物料按要求穿过滚筒，用外设收放卷装置带动辐照物料运动。束下辐照材料后，设有束靶装置，用于屏蔽透射电子束。

表 8-1 本项目加速器屏蔽参数一览表

型号	位置	位置	屏蔽材料及厚度
CEB-200	屏蔽室	东侧、防护门	20mm 铅板+22mm 钢板
		西、南、北侧	15mm 铅板+22mm 钢板
		顶部、底部	15mm 铅板+22mm 钢板
		迷道	迷道两侧为 5mm 铅板+2mm 钢板
	加速器钢筒	四周	10mm 铅板+9mm 钢板

	西侧	5mm 铅板+28mm 钢板
	扫描盒四周	10mm 铅板+9mm 钢板

4. 安全防护设施

(1) 钥匙控制

本项目的电子加速器在操作位设计有主控台，在主控台上设计有钥匙开关。只有该钥匙就位后才能开启电源，启动加速器，加载高压并出束作业。钥匙开关未闭合状态时，加速器无法加载高压和出束作业。加速器出束运行过程中，从主控台上取出该钥匙，加速器将自动停机切断束流并切断高压。

(2) 工作状态指示灯

本项目加速器在设备主机屏蔽体的顶部设计有工作状态指示灯，工作状态指示灯与加速器高压联锁，在加速器出束时，指示灯将亮起并发出闪烁信号，以提醒周围人员勿靠近。

(3) 急停装置

在操作位的主控台上，安装有急停按钮，急停按钮有明显的标志，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，加速器将立即断高压，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，加速器才能重新启动。由于本项目加速器屏蔽体内的空间很小，不存在人员滞留屏蔽体内情况，因此在屏蔽体内没有安装急停按钮。

(4) 剂量联锁

本项目设计有固定式实时周围剂量当量率监测系统，测量探头位于辐照材料进口处和出口处，显示面板位于操作位主控台上。当显示面板上的周围剂量当量率大于预设值时(预设值为 $1.0 \mu\text{Sv/h}$)，加速器将立即断高压，停止出束。

(5) 电离辐射警示

在加速器设备主机屏蔽体外的 4 个侧面，均拟张贴电离辐射警示标志和警示牌，可以确保加速器周围各个方向的人员均能明显看到，以提醒周围人员勿靠近。

(6) 各控制信号、束下传送系统和冷却水循环系统的联锁

电子加速器将与加速器的各控制信号、束下传送系统和冷却水循环系统进行联锁。在加速器未加载高压时，只有当所有控制信号、束下传送系统和冷却水循环系统均正常时，加速器方可启动进行高压加载；在加速器正常运行后，将对各控制信号、束下传送系统和冷却水循环系统实时监控，若任意控制信号、束下传送系统和冷却水循环系统出现异常，则系统将立即切断加速器高压，使得加速器断高压无法出束。

电子加速器有多重安全联锁设计，可以确保使用安全，电子加速器的安全联锁设计图见图 8-3。所有安全联锁装置均需正常使用，所有安全联锁装置不得旁路。当设备进行维修维护后，所有安全联锁必须恢复原状。

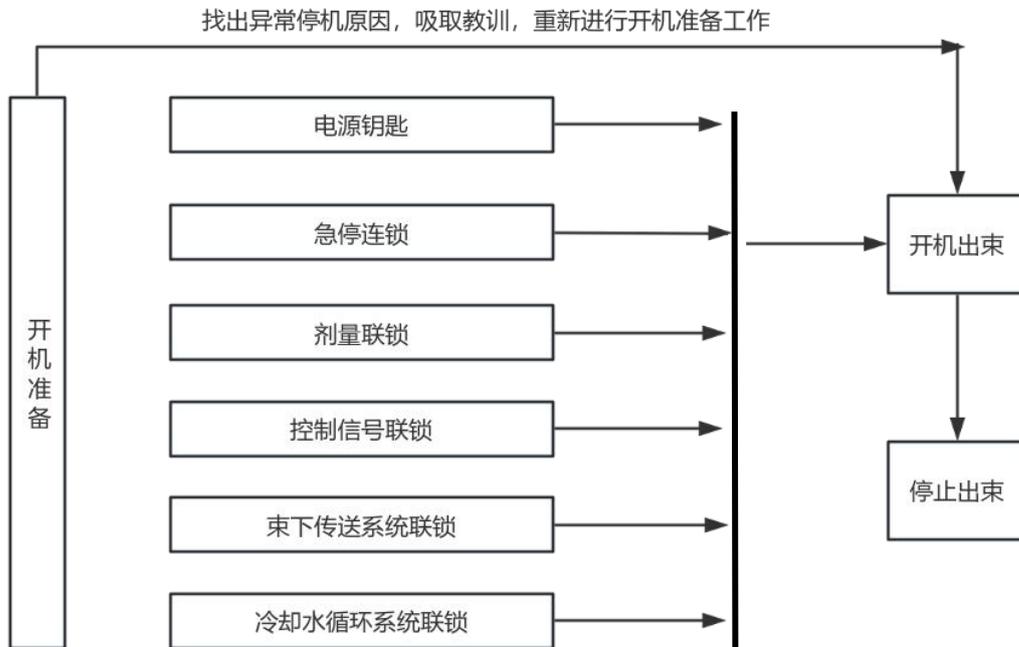


图 8-3 电子加速器的安全联锁设计图

8.1.2 其他安全环保措施

除防护屏蔽室硬件安全防范措施外，公司还将完善和加强以下几个方面的措施：

1、根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第3号，2008）中第十六条第五款要求，企业配备的防护用品和监测仪器需满足电子加速器辐照工作的要求。对从事与放射性和射线装置有关的职业人员要求随身佩戴个人剂量计，以监督个人剂量的变化情况，控制接受剂量，保证职业人员的健康水平。公司拟配备1台辐射巡检仪及3部个人剂量报警仪，拟再配备个人剂量计3支（由个人剂量检测单位配发）。

2、建立工作人员个人剂量档案。委托有资质的单位对操作人员个人剂量每三个月进行检测，建立放射性职业人员个人剂量档案，一人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量档案应当终生保存。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

3、定期为工作人员健康查体，建立工作人员健康档案。

4、参照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中的要求，公司拟对

电子加速器辐照系统进行日检查、月检查及半年检查，做好日常检修（管理）及记录。

8.2 三废的治理

本项目为工业电子加速器应用，在加速器运行过程中不产生放射性废气和放射性固体废物。

加速器设备中设计有冷却水循环系统，这部分水可能由于活化而含有较强的放射性。本项目电子加速器冷却水中被活化而形成的放射性核素主要为¹⁵O、¹⁶N，它们的半衰期分别为2.1min和7.3s，半衰期很短，只需放置一定时间其活度就可以衰减到较低的水平。本项目加速器一次冷却水为内循环水，正常运行时不外排，在排放前将提前放置一段时间，水中的放射性核素很快即可衰减至可忽略的水平，经市政污水管网排放至污水处理厂处理。当内循环水量低于水位时冷却水系统即自动报警，工作人员可及时补充离子水，保证系统的正常运行。本项目去离子水直接外购、不在厂区内制备，本项目不产生离子交换树脂等废物。

在加速器开机运行时，屏蔽室内填充氮气，溢出屏蔽室的氮气通过排风管道排至车间西南角外环境，最终经15m高排气筒排放。

本项目设备布置在室内，对机械设备产生的噪声，采用减震、隔音等措施，本项目噪声对周围环境影响较小。

表 9 环境影响分析

9.1 建设阶段对环境的影响

1、声环境影响分析

本项目施工期噪声主要来自加速器以及PETG膜处置装置安装过程中产生的突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声，不使用高噪声设备且安装耗时较短，此外本项目施工过程在生产车间内进行，经隔声和距离衰减后，对周边环境影响较小。

2、固体废物影响分析

施工期产生的包装废弃物，经收集后进行分类。回收可再生利用的，外卖至废品回收站；不可利用的固体废物送至厂区内固定废物收集点，一并进行外运处理。经采取以上措施，固体废物对周围环境影响较小。

综上所述，本项目施工期对周围环境影响较小。

9.2 运行阶段对环境的影响

9.2.1 电子束对周围环境的影响

当电子能量高于10MeV时，由于（ γ 、n）反应产生光致衰变中子，辐照射线作用于空气以及次级辐射等因素，可产生臭氧和气载放射性物质；并且根据《辐射防护导论》P127页“带电粒子穿过物质时，主要通过激发、电离过程损失能量。带电粒子在物质中沿其入射方向所穿过的最大直线距离，称为带电粒子在该物质中的射程。只要物质层的厚度大于等于带电粒子在其中的射程，那么，所有入射的带电粒子都将被吸收”。

本项目辐射电子加速器最大能量为0.2MeV，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。

9.2.2 X射线对周围环境的影响

本项目加速器主屏蔽体辐射防护屏蔽评价，采用《辐射防护导论》（方杰主编）P101 3.50公式的修正，即考虑沿与电子束入射方向为90°的初级X射线的屏蔽计算。

参考点的剂量当量指数公式为：

$$H_{I,r}(d) = \frac{I \times \delta_{\alpha(90^\circ)} \times \eta_x \times q}{1.67 \times 10^{-2} \times r^2} \quad (\text{式9-1})$$

式中：

$I \times \delta_{\alpha(90^\circ)}$ ——距离辐射源（即靶）1m处90°方向的吸收剂量指数率， $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

I ——电子束流强度，mA；

$\delta_{\alpha(90^\circ)}$ ——加速器X射线的发射率常数，因X射线的品质因数 $Q=1$ ，所以，以 $\text{Gy} \cdot \text{min}^{-1}$ 为单位的吸收剂量指数率与以 $\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ 为单位的剂量当量率在数值上相等；

1.67×10^{-2} ——与1min相当的小时数；

q ——居留因子，本项目取1；

r ——参考点至辐射源的距离，m；

η_x —— 90° 方向上的X射线在屏蔽层中的透射比，可用十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10,1}$ 方法计算，其计算方法为：

$$\eta_x = \frac{1}{10^n} \quad (\text{式9-2})$$

$$n = (d - \Delta_{1/10,1}) / \Delta_{1/10,e} + 1 \quad (\text{式9-3})$$

式中：

d ——屏蔽层厚度（cm）；

$\Delta_{1/10,1}$ ——靠近辐射源第一个十倍减弱厚度（cm）；

$\Delta_{1/10,e}$ ——第一个十倍减弱厚度之后的十倍减弱厚度（cm）。

本项目加速器辐照装置开机运行时，加速器的出束方向朝屏蔽室东侧照射，屏蔽室采用钢板及铅板进行防护，本项目选取屏蔽室不锈钢板为轰击靶来进行辐射防护评价。由于加速器的出束方向朝东，不直射向其他侧的屏蔽体，因此加速器四周及西侧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，东侧则考虑与电子束入射方向呈 0° 的初级X射线辐射影响。

为保守计算，加速器钢筒西侧辐射防护屏蔽评价，仅考虑屏蔽体内与入射电子束成 105° 到 180° 方向的韧致辐射初级X射线对主屏蔽体上半部分考察点的影响。为安全起见， 105° 到 180° 方向的发射率常数保守取 90° 方向的发射率常数。

当电子束入射到低 Z 厚靶材料上时，向垂直方向和向前方向出射的X射线的发射率常数 δ' ，可以利用对于高 Z 厚靶的 δ 值乘以表9-1中给出的修正因子给予粗略地估计。

表9-1 近似估计低 Z 靶或结构材料的X射线发射率所用的修正因子

靶或结构材料	原子序数 Z	向前方向即（ 0° 方向）	垂直方向（即 90° 方向）
铜或铁	26或29	0.7	0.5
铝和混凝土	13	0.5	0.3

根据《辐射防护导论》（方杰编）图 3.3（图 9-1），0.2MeV 入射电子在距靶 1m 处侧向 90° 方向上的发射率常数 $\delta_a(90^\circ) = 0.005 \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ 。本项目被辐照的靶材料为不锈钢板，因此，根据表 9-1，90° 方向的修正系数 f_a 取 0.5，进行修正后 0.2MeV 入射电子的 $\delta_a(90^\circ) = 0.0025 \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ 。

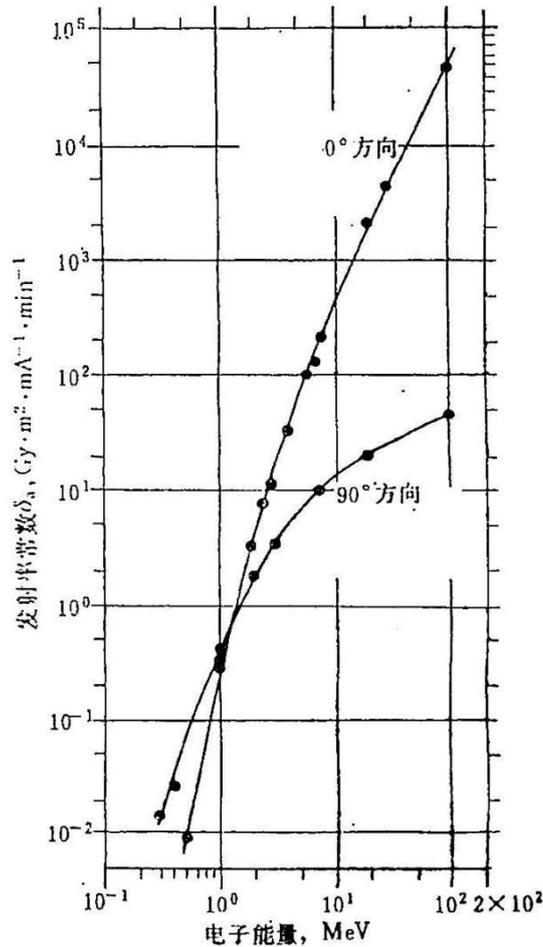


图9-1 电子束垂直投射高Z (>73) 厚靶上产生的X射线发射率常数

根据《辐射防护导论》（方杰编）图 3.25（图 9-2），0.2MeV 电子 90° 方向等效入射电子能量约为 0.15MeV。在 0.15MeV 能量下，根据图 3.23（图 9-3），钢的十倍减弱厚度约为 0.9cm，根据图 3.24（图 9-4），铅的十倍减弱厚度约为 0.1cm，则 10mm 铅板约等效为 90mm 钢板。在 0.2MeV 能量下，钢的十倍减弱厚度约为 1.5cm，铅的十倍减弱厚度约为 0.2cm，则 10mm 铅板约等效为 75mm 钢板。查《辐射防护导论》（方杰编）图 3.23，钢对电子能量 0.15MeV 的第一个十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10, 1} = 0.9 \text{ cm}$ ，第一个十倍减弱厚度之后的十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10, e} = 0.9 \text{ cm}$ 。

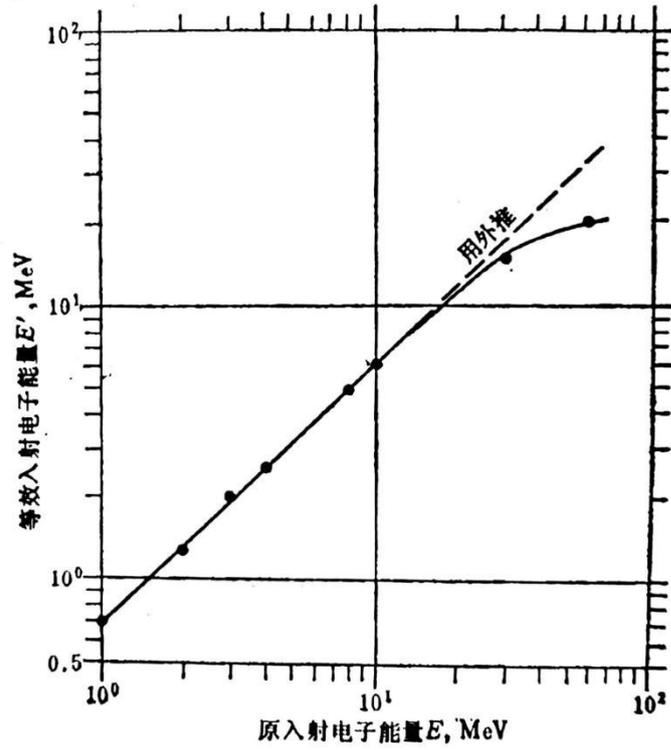


图9-2 等效入射电子能量 E' 与原入射电子能量 E 的关系

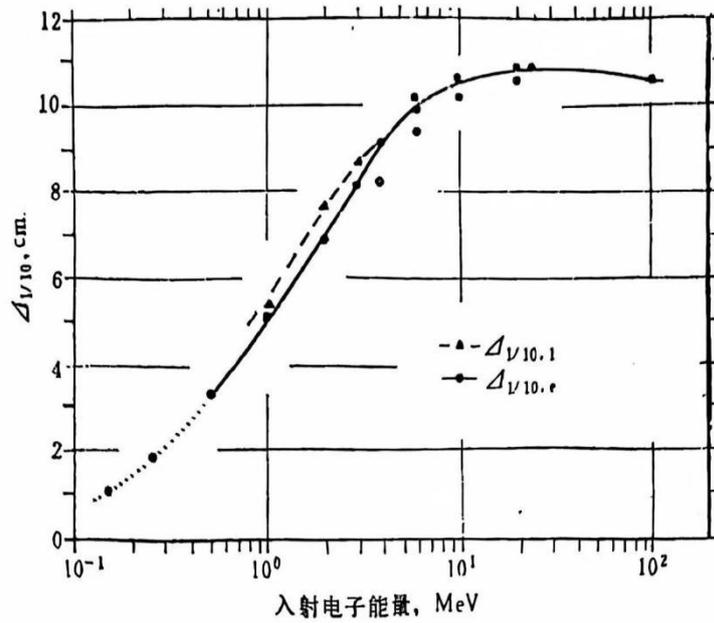


图9-3 钢对宽束X射线的剂量当量指数的十倍减弱厚度

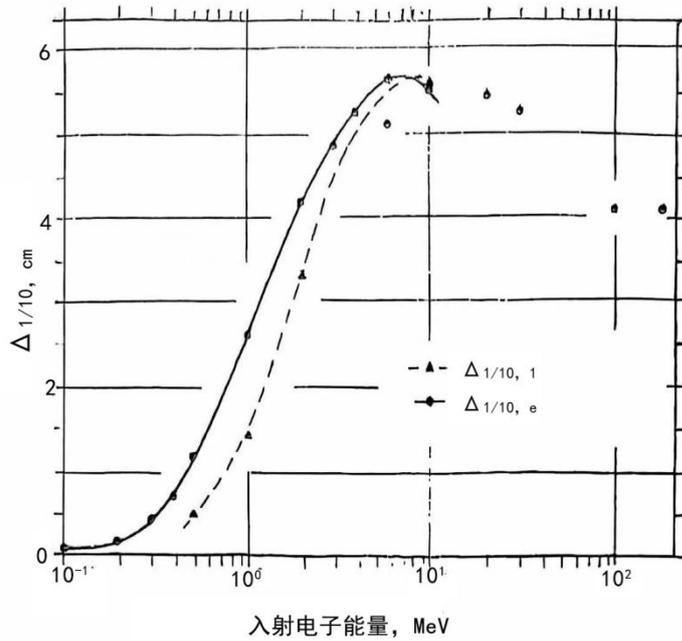


图9-4 铅对宽束X射线的剂量当量指数的十倍减弱厚度

对于主射线方向屏蔽体外参考点，根据《辐射防护导论》（方杰编）图 3.3，0.2MeV 入射电子在距靶 1m 处 0° 方向上的发射率常数保守取 $\delta_a(0^\circ) = 0.0001 \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ 。

本项目被辐照的靶材料为不锈钢板，因此 0° 方向的修正系数 f_e 取 0.7。查《辐射防护导论》（方杰编）图 3.23，钢对电子能量 0.2MeV 的第一个十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10, 1} = 1.3 \text{ cm}$ ，第一个十倍减弱厚度之后的十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10, e} = 1.3 \text{ cm}$ 。

本项目加速器主屏蔽体外关注点位见图 9-5。

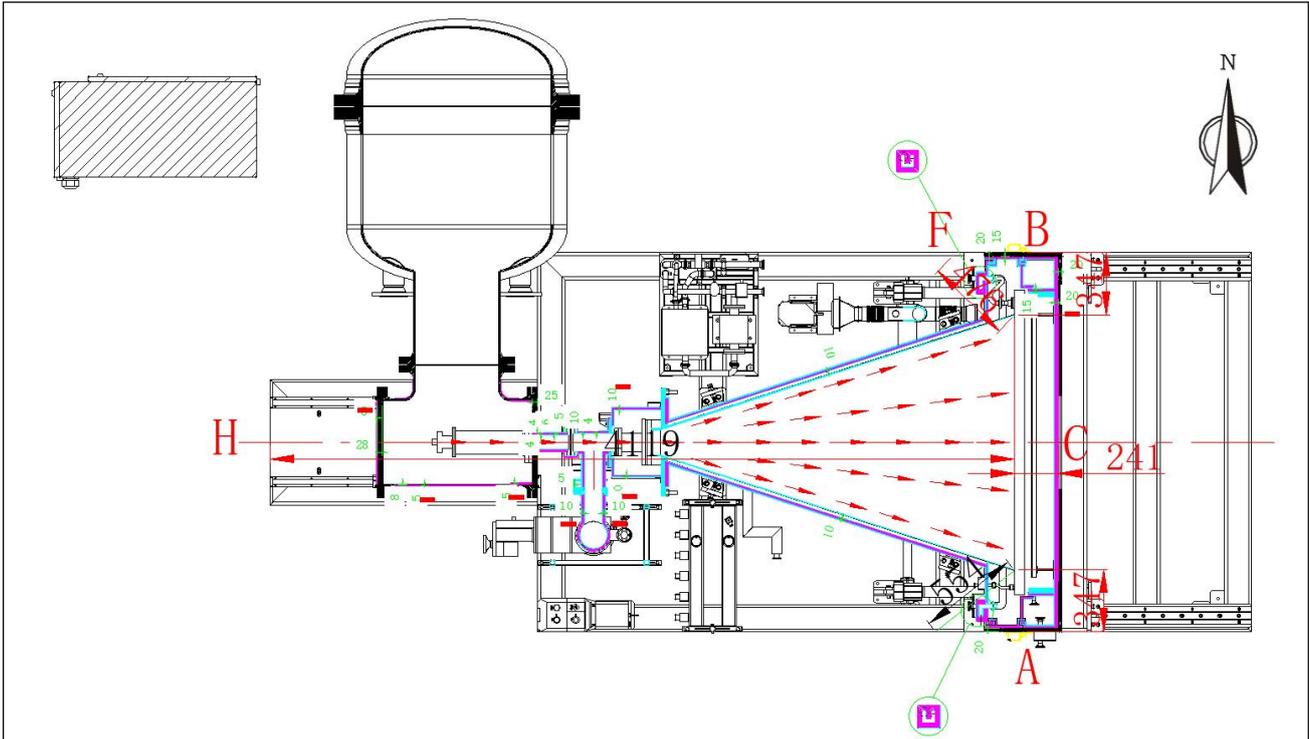


图 9-5 (a) 加速器主屏蔽体外关注点位示意图

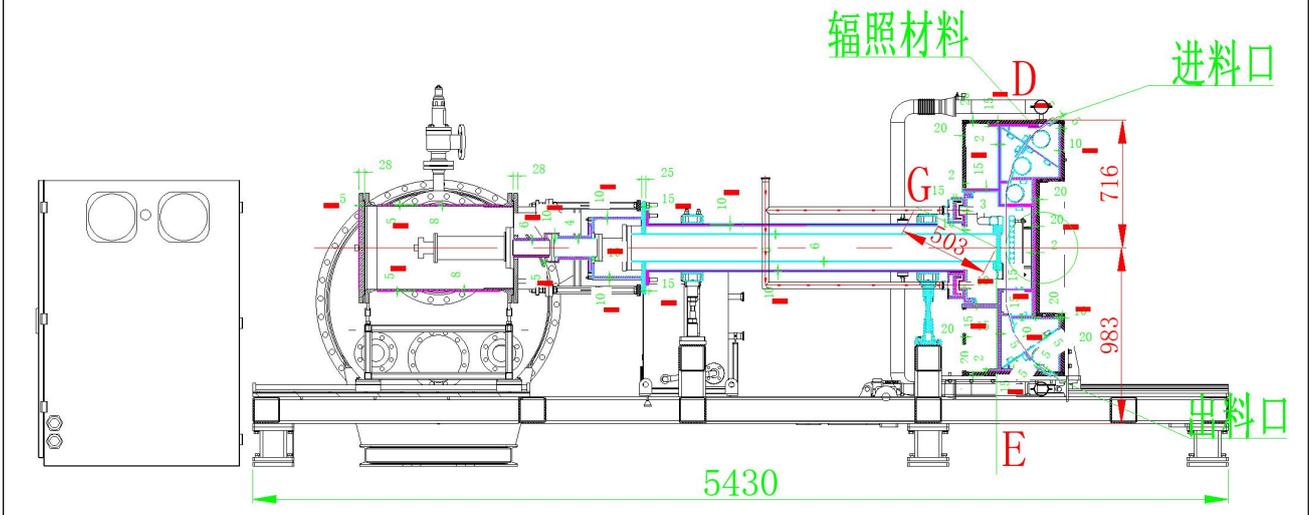


图 9-5 (b) 加速器主屏蔽体外关注点位示意图

将相关参数带入公式9-1~公式9-3, 本项目加速器屏蔽室屏蔽体外参考点处辐射剂量核算结果见表9-2。

1. 电子加速器屏蔽室屏蔽计算

表9-2 加速器屏蔽室周围预测点辐射剂量率一览表

计算点位	A: 屏蔽室南侧	B: 屏蔽室北侧	C: 屏蔽室东侧	D: 屏蔽室顶部	E: 屏蔽室底部
δ_a (Gy·m ² /mA·min)	0.0025	0.0025	0.00007	0.0025	0.0025

I (mA)	300	300	300	300	300
屏蔽材料及厚度d (cm)	15mm铅板+22mm钢板	15mm铅板+22mm钢板	20mm铅板+22mm钢板	15mm铅板+22mm钢板	15mm铅板+22mm钢板
$\Delta_{1/10, i}$	0.9	0.9	1.3	0.9	0.9
$\Delta_{1/10, e}$	0.9	0.9	1.3	0.9	0.9
η_x	3.59×10^{-18}	3.59×10^{-18}	2.89×10^{-16}	3.59×10^{-18}	3.59×10^{-18}
r (m)	0.647	0.647	0.541	1.016	1.283
$H_{r,d}$ (μ Sv/h)	3.86×10^{-10}	3.86×10^{-10}	1.24×10^{-9}	1.56×10^{-10}	9.80×10^{-11}
屏蔽体外周围剂量当量控制率 (μ Gy/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价结果	满足	满足	满足	满足	满足

注： r_A =靶点到屏蔽室南侧屏蔽体外的距离 0.347m+参考点 0.3m=0.647m；
 r_B =靶点到屏蔽室北侧屏蔽体外的距离 0.347m+参考点 0.3m=0.647m；
 r_C =靶点到屏蔽室东侧屏蔽体外的距离 0.241m+参考点 0.3m=0.541m；
 r_D =靶点到屏蔽室顶部屏蔽体外的距离 0.716m+参考点 0.3m=1.016m；
 r_E =靶点到屏蔽室底部屏蔽体外的距离 0.983m+参考点 0.3m=1.283m。

根据表 9-2，本项目加速器屏蔽室外参考点处的辐射剂量率最大值约为 $1.24 \times 10^{-9} \mu$ Gy/h，考虑两台加速器同时运行时对周围环境的叠加影响，因两台加速器距离较近，忽略距离的衰减，将两台加速器开机运行时的剂量率叠加， $1.24 \times 10^{-9} \times 2 = 2.48 \times 10^{-9} \mu$ Gy/h，能够满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）4.2.2 中“电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 2.5μ Sv/h”的规定。

2. 电子加速器钢筒屏蔽计算

加速钢桶内的辐射场由三部分叠加：主屏蔽体内与入射电子束成 105° 到 180° 方向的韧致辐射初级 X 射线，经过主屏蔽体不完全屏蔽的**贯穿辐射场**；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 X 射线，通过主屏蔽体上的孔洞直接照射入加速钢桶内形成的**散射辐射场**；尚未加速到最高能量的电子在加速过程中束流损失而与加速钢桶作用产生的**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，受到加速钢桶的屏蔽后，对加速钢桶外的环境影响很小；对于加速器主体束流加速系统内的束流损失，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，束流损失最大为 0.1%（0.03mA）左右，其产生的辐射剂量很少，再经过钢桶的进一步屏蔽后，束流损失对钢桶外的辐射影响很小。因此，本次电子加速钢桶辐射防护屏蔽评价，仅考虑电子加速器主屏蔽体内**贯穿辐射场**的影

响。

电子加速器主屏蔽体内透射线对加速钢筒外参考点的辐射影响，即初级 X 射线经二次屏蔽（主屏蔽体和加速钢筒）对考察点的影响，依然采用公式 9-1 计算。

表9-3 加速器钢筒周围预测点辐射剂量率一览表

计算点位	F: 加速器钢筒北侧	G: 加速器钢筒上侧	H: 加速器钢筒西侧
δ_a (Gy · m ² /mA · min)	0.0025	0.0025	0.0025
I (mA)	300	300	300
屏蔽材料及厚度d (cm)	10mm铅板+9mm钢板	10mm铅板+9mm钢板	5mm铅板+28mm钢板
$\Delta_{1/10, i}$ (cm)	0.9	0.9	0.9
$\Delta_{1/10, e}$ (cm)	0.9	0.9	0.9
η_x	1.00×10^{-11}	1.00×10^{-11}	7.74×10^{-9}
r (m)	0.776	0.803	4.419
$H_{r, r}$ (d) (μSv/h)	7.46×10^{-4}	6.96×10^{-4}	1.78×10^{-2}
屏蔽体外周围剂量当量控制率 (μSv/h)	2.5	2.5	2.5
评价结果	满足	满足	满足

注: (1) r_F =靶点到加速器钢筒屏蔽体北侧的距离 0.476m+参考点 0.3m=0.776m;
 (2) r_G =靶点到加速器钢筒屏蔽体上侧的距离 0.503m+参考点 0.3m=0.803m;
 (3) r_H =靶点到加速器钢筒屏蔽体西侧的距离 4.119m+参考点 0.3m=4.419m。
 (4) 靶点至加速器钢筒屏蔽体东西两侧和上下两侧的距离一致，且防护能力相同。

根据表 9-3，本项目加速器钢筒外参考点处的辐射剂量率最大值约为 $1.78 \times 10^{-2} \mu Gy/h$ ，考虑两台加速器同时运行时对周围环境的叠加影响，因两台加速器距离较近，忽略距离的衰减，将两台加速器开机运行时的剂量率叠加， $1.78 \times 10^{-2} \times 2 = 3.56 \times 10^{-2} \mu Gy/h$ ，能够满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）4.2.2 中“电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5 \mu Sv/h$ ”的规定。

3. 进、出料口辐射防护屏蔽分析

本项加速器屏蔽室设有迷道式物料进口与出口，由图 9-6 可知，加速器屏蔽室内 X 射线至少经过 4 次以上散射方能到达物料进出口（图 9-6 中红色线）。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，本项目加速器屏蔽室物料进出口设计能够满足辐射防护的要求。

图9-6 加速器物料进口处X射线散射示意图（进出口路径一致）

4. 保护目标处剂量率计算

加速器50m范围内存在一处保护目标，为生产车间北侧办公楼，距离加速器约40m，根据公式9-1~公式9-3，考虑两台加速器同时运行时的叠加影响，计算得办公楼处的辐射剂量率为 $1.95 \times 10^{-13} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）4.2.2中“电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面30cm处及以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的规定。

9.2.3 有害气体对周围环境的影响

为了保证涂层固化的质量，进行辐照交联固化时，需对屏蔽体内填充氮气，确保氮气的浓度大于99%。物料进出口外侧设置有排风管道，管道从加速器所在位置向南在肤感车间与生产车间的排风管道连接，排风管道在车间内经过肤感车间、分卷车间、高光车间，最终通至生产车间外西南角，经15m高排气筒排放，排风管道的排放高度参照“《氧气站设计规范》（GB50030-2013）6.0.13中‘氧气站的氧气、氮气等放散管和液氧、液氮等排放管均应引致室外安全处，放散管口距地面不得低于4.5m’的规定”，满足排放要求。通风管道在车间内路径示意图见图9-7。

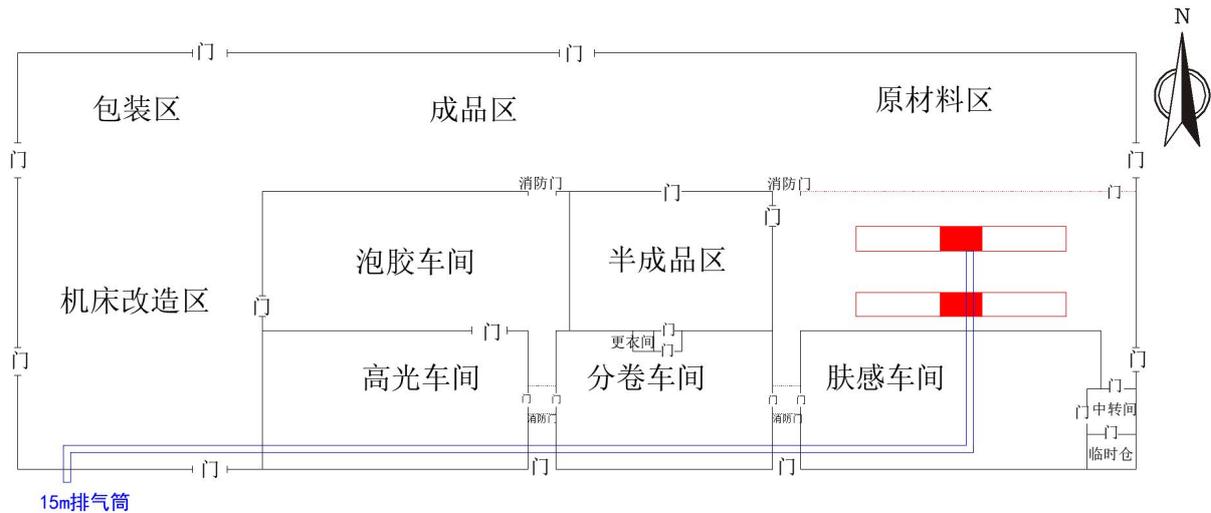


图9-7 通风管道路径示意图

9.2.4 人员所受辐射剂量估算与评价

一、计算公式

$$H=D_r \times T \quad (\text{式 } 9-4)$$

式中：

H	年有效剂量, Sv/a
D_r	X 剂量当量率, Sv/h
T	年受照时间, h

二、照射时间确定

根据上文 7.2.5 小节，本项目每台加速器年出束时间不超过 1750h，拟配备 3 名操作人员专职操作本项目加速器，每位操作人员的年受照时间约为 $1750 \times 2 \div 3 \approx 1167\text{h}$ 。

三、居留因子

参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)，具体数值见表 9-4。

表 9-4 居留因子的选取

场所	居留因子 T	停留位置	本项目停留位置
全居留	1	控制室、暗室、办公室、临近建筑物中的驻留区	控制柜、办公楼、车间
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间	--
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道	--

四、辐射工作人员的年有效剂量

加速器控制柜放置在两座加速器中间位置，辐射工作人员主要在控制柜进行操作，南

侧加速器控制柜位于加速器北侧，北侧加速器控制柜位于加速器南侧，根据表 9-1，加速器南北侧的辐射水平为 $7.46 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，两台加速器同时运行时，剂量率叠加计算为 $7.46 \times 10^{-4} \times 2 = 1.49 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，辐射工作人员年受照时间为 1167h，根据式 9-4，年有效剂量为：

$$1.49 \times 10^{-3} \times 1167 \times 1 \approx 1.74 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$$

以上可知，本项目加速器辐射工作人员所受年有效剂量为 $1.74 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的辐射工作人员 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的辐射工作人员 5.0mSv/a 的管理剂量约束值。

五、公众成员的年有效剂量

(1) 加速器周围公众成员

加速器周围的公众成员主要考虑加速器辐照车间外侧生产车间内的其他工作人员，以及辐照车间内工作人员，公众成员距离加速器的最近距离超过 1m，根据表 9-1、9-2，加速器四周辐射水平最大为 $3.56 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，保守按照该剂量率进行计算，居留因子取 1，受照时间取 1750h，根据式 9-4，年有效剂量为：

$$3.56 \times 10^{-2} \times 1750 \times 1 \approx 0.062 \text{mSv/a}$$

(2) 保护目标办公楼内公众成员

根据前文计算，办公楼处的辐射剂量率为 $1.95 \times 10^{-13} \mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，受照时间取 1750h，根据式 9-4，年有效剂量为：

$$1.95 \times 10^{-13} \times 1750 \times 1 \approx 3.41 \times 10^{-13} \text{mSv/a}$$

以上可知，本项目加速器周围公众成员所受年有效剂量最大为 0.062mSv/a ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的公众成员 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的公众成员 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

9.3 事故影响分析

1、可能发生的辐射事故

(1) 辐照装置防护门安全联锁发生故障，工作人员在不知情下开机出束辐照，造成误照射。

(2) 辐照工作结束后，射线尚未关闭就打开辐照装置防护门，而操作人员未能使用合适的测量仪器进行测量或未佩戴个人剂量报警仪，进而造成误照射。

2、辐射事故防范措施

(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、公安部门等有关管理部门，并做好辐射事故档案记录。对造成或可能造成人员超剂量照射的，还应当同时报告卫生健康部门；

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

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

(4) 对发生事故的加速器装置，请有关供货单位或相关的检测部门进行检测或维修，分析事故发生的原因，提出改进意见，并保存记录。

公司应强化管理，严格要求辐射工作人员按照操作规范进行作业，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，加强职工辐射防护知识培训，尽可能避免辐射事故的发生。

表 10 辐射安全管理

10.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

10.1.1 管理机构

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中对使用射线装置单位的要求，山东喜来宝新材料有限公司拟签订辐射工作安全责任书，法定代表人为辐射安全工作第一责任人，拟设置辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全与环境保护。

辐射安全与环境保护管理机构工作职责：

负责建立辐射环境管理台账，日常监测记录档案和个人剂量检测档案；负责各项辐射安全管理制度的编写；负责辐射安全管理的协调工作；监督执行各项管理规章制度和辐射环境监测工作；负责协调配合公司具体的辐射安全与环境保护管理工作。

10.1.2 职业工作人员

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》的规定：从事辐射工作的人员必须通过核技术利用辐射安全和防护考核。

公司拟配备4名辐射工作人员，其中1名辐射安全管理人员，3名操作人员，公司将安排辐射工作人员参加全国核技术利用辐射安全和防护考核；考核不合格的，不得上岗。

10.2 辐射安全管理规章制度

为认真贯彻执行国家有关法律法规及行业行政主管部门的要求，加强公司内部管理，公司将制定一系列的辐射管理制度，包括《辐射防护和安全保卫制度》《工业电子加速器安全操作规程》《辐射安全岗位职责》《工业电子加速器检修维护制度》《辐射安全防护设施检修维护制度》《工业电子加速器使用登记制度》、《辐射工作人员培训计划》《自行检查与年度评估制度》《辐射监测方案》《辐射事故应急预案》等。

上述制度不仅考虑了辐射设备的使用和安全防护，而且考虑了辐射设备使用的实践合理性，具有一定的可操作性，适用于本项目。同时，公司还将在项目运行过程中，根据实际情况不断对上述辐射制度进行完善，以确保相关制度能够得到有效运行。

10.3 辐射监测

10.3.1 个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关要求，山东喜来宝新材料有限公司拟安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，为辐射工

作人员配备1支个人剂量计，并委托有资质的检测机构每三个月检测一次，检测数据填入个人剂量档案。个人剂量档案内包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案终生保存。当1季度个人剂量监测结果超过0.5mSv，应调查其原因，采取改进措施。

10.3.2 工作场所辐射水平监测

山东喜来宝新材料有限公司拟制定《辐射监测方案》，拟配备1台辐射巡检仪，辐射监测方案按照以下几方面内容进行：

1. 监测因子：X- γ 辐射剂量率。

2. 监测点位：

(1) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；

(2) 自屏蔽工业电子加速器防护门外30cm离地面高度为1m处，门的左、中、右侧3个点和门缝四周各1个点；

(3) 自屏蔽工业电子加速器屏蔽体外30cm，每个屏蔽体至少测3个点；

(4) 自屏蔽工业电子加速器物料进出口外30cm处；

(5) 人员经常活动的位置，主要包括控制柜及其他人员能到达的位置。

3. 监测频率：

定期监测：正常情况下，每年进行1~2次例行监测。

应急监测：工作场所如发现异常情况或怀疑有异常情况，应对工作场所和环境进行应急监测。

年度监测：每年委托有资质单位对加速器周围的辐射剂量率进行检测，出具年度检测报告，并随年度评估报告上报生态环境部门。

验收检测：加速器安装完成后应进行验收检测。

10.4 辐射事故应急

公司根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规的要求，拟制定《辐射事故应急预案》。一旦发生风险事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。该预案应包括以下内容：

1、辐射事故应急处理机构与职责

(1) 公司应成立辐射事故（事件）应急处理领导小组，组织开展风险事件的应急处理工作。应急预案中应明确应急处理领导小组名单及联系方式。

(2) 应急处理领导小组职责

- a. 发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；
- b. 事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；
- c. 负责向生态环境部门及卫生行政部门及时报告事故情况；
- d. 负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；
- e. 人员受照时，要迅速估算受照人员的受照剂量；
- f. 负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

2、辐射事故应急原则

《辐射事故应急预案》中应明确辐射事故应急原则，一般包括以下原则：

- a. 迅速报告原则；
- b. 主动抢救原则；
- c. 生命第一的原则；
- d. 科学施救，防止事故扩大的原则；
- e. 保护现场，收集证据的原则。

3、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故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。

1、特别重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

2、重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

3、较大辐射事故，是指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

4、一般辐射事故，是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

4、辐射事故应急预案的启动及应急行动的终止

《辐射事故应急预案》中须明确应急预案的启动程序和应急行动的终止程序。

（1）应急预案的启动

- a. 明确应急预案的启动条件，如出现人员受照事故、人员个人剂量超标、辐射剂量率超

标、设备无法关机等情况时及时启动应急预案；

b. 当发生辐射事故时，由专人向公司辐射事故应急行动负责人报告，并由指定人员及时向卫生、公安、生态环境部门报告，应急预案中须明确内部联系人员及卫生、公安、生态环境部门的联系方式。

(2) 应急行动的终止

a. 明确应急行动的终止条件，如实现受照人员得到救治、现场辐射水平降低至规定限值以下、设备修复完成等情况，且得到行政主管部门批准后，可终止本次应急行动；

b. 指定专人发布应急行动的终止，并由辐射事故应急处理机构对当次辐射事故应急行动进行总结和反思，及时收集与事故有关的物品和资料，做好调查研究工作，认真分析事故原因，并采取妥善措施，尽量减少事故发生。

5、辐射事故应急处理程序

《辐射事故应急预案》中须明确应急处理程序，可参照以下内容进行制订：

a. 事故发生后，当事人应立即切断电源，同时通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报辐射事故应急处理领导小组；

b. 应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

c. 事故处理必须在应急处理领导小组的领导下，在有经验的工作人员和辐射防护人员的参与下进行；

d. 各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

总之，为减少事故发生，必须加强管理力度，提高职业人员的技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，并加强设备检查和维修，减少故障发生，提高单位应急能力。

10.4.2 应急培训与演练计划

1、培训

结合公司具体情况，制定辐射事故应急培训计划和方案，每年对辐射事故应急响应有关人员至少进行一次培训。

2、演练

结合公司具体情况，根据辐射事故应急预案，每年至少有计划、有组织地开展一次辐射事故应急演练。演练结束后，应及时总结评估辐射事故应急预案的可行性，必要时，对应急预案做出修改和完善。

表 11 结论与建议

11.1 结论

1. 为满足公司生产需求，山东喜来宝新材料有限公司拟购置2台CEB-200型自屏蔽工业电子加速器（属于Ⅱ类射线装置），加速器电子能量为0.2MeV，电子束流为300mA，加速器拟安装于生产车间内东侧中间位置，用于PETG膜的辐照固化；自屏蔽工业电子加速器自带防护单元。

2. 本项目符合国家产业政策，符合“实践正当性”原则。

3. 由现状检测结果表明：本项目拟建区域及周围环境 γ 辐射剂量率现状值处于泰安市环境天然放射性水平范围内。

4. 本项目两座加速器南北并列安装，间隔约6m，加速器主射束向东照射，屏蔽室东侧屏蔽体为20mm铅板+22mm钢板，东侧防护门材质为20mm铅板+22mm钢板，其他西、北、南侧，以及顶部和底部的屏蔽体为15mm铅板+22mm钢板，物料进出口的屏蔽体均为15mm铅板+22mm钢板，加速器钢筒四周屏蔽体为10mm铅板+9mm钢板，西侧屏蔽体为5mm铅板+28mm钢板，扫描盒四周为10mm铅板9mm钢板，进出料部位设有迷道，屏蔽室设有滚筒装置，需要辐照物料时，将辐照物料按要求穿过滚筒，用外设收放卷装置带动辐照物料运动。

公司拟为辐射工作人员配置个人剂量计3支（由个人剂量检测单位配发），拟配备3部个人剂量报警仪，拟配备1台辐射巡检仪。

5. 经估算，加速器进行探伤作业时，加速器周围辐射剂量率最大为 $3.56 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

加速器周围辐射工作人员及公众成员所受年辐射剂量分别满足辐射工作人员及公众成员 5.0mSv/a 和 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

6. 公司将成立辐射安全与环境保护管理机构，签订辐射安全工作责任书，法人代表为辐射安全工作第一责任人，并制定各项辐射安全管理规章制度。在运行过程中须将各项安全防护措施落实到位，在此条件下，可以确保工作人员、公众的安全，并有效应对可能的突发事故（事件）。

7. 公司拟配备4名辐射工作人员，其中1名辐射安全管理人员，3名操作人员，公司将安排辐射工作人员参加核技术利用辐射安全和防护考核；考核不合格的，不得上岗。

本项目在实际工作中存在一定的辐射环境风险，公司将按照报告表有关内容及时完善《辐射安全事故应急预案》，并严格执行制定的风险防范措施，定期演习辐射事故应急方

案，对发现的问题及时整改，可使项目环境风险影响降至最低。

综上所述，山东喜来宝新材料有限公司2台自屏蔽工业电子加速器应用项目，在切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施，严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，该项目对辐射工作人员和公众人员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

11.2 建议和承诺

一、承诺

1、项目环境影响评价文件取得环评批复后，公司将及时向生态环境主管部门申请辐射安全许可证；项目建成后，公司将按最新环保管理要求开展竣工环境保护验收。

2、公司将加强工业电子加速器的安全管理工作，严格落实射线装置使用登记制度，建立使用台账；做好射线装置的安全保卫工作，防止丢失或被盗。

按照相关规定划定控制区和监督区，各区严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求进行管理。

3、建立健全辐射防护工作档案，对工作人员的辐射防护培训、个人剂量监测、健康查体和辐射防护检测等资料要分开保管并长期保存。

4、公司将辐射工作人员的工作时间和次数进行记录。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。

5、按照辐射事故应急预案和报告制度，根据各类可能出现辐射事故的情形编制应急演练脚本，定期开展应急演练，分析、总结存在的问题，并不断完善应急预案。

二、建议

1、在项目运行过程中，进一步完善各项规章制度。

2、进一步加强对辐射工作人员的辐射防护知识宣传教育，使其熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众人员和自身所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。

表 12 审 批

下一级环保部门意见

经办人

公 章
年 月 日

审批意见

经办人

公 章
年 月 日

附件一 委托书

建设项目环境影响评价工作

委 托 书

山东丹波尔环境科技有限公司：

我单位拟开展山东喜来宝新材料有限公司2台自屏蔽工业电子加速器应用项目。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》、《建设项目环境保护管理条例》等环保法律、法规的规定，本项目必须执行环境影响报告审批制度，编制环境影响评价文件。为保证项目建设符合上规定，特委托贵单位承担本项目的环境影响评价工作。

请接收委托，并按规范尽快开展工作。

委托单位（公章）：山东喜来宝新材料有限公司

日期：2024年7月

附件二 承诺函

承 诺 函

我单位承诺：我方提供的《山东喜来宝新材料有限公司 2 台自屏蔽工业电子加速器应用项目》的相关材料均为真实、合法的。

我单位委托山东丹波尔环境科技有限公司编制《山东喜来宝新材料有限公司 2 台自屏蔽工业电子加速器应用项目环境影响报告表》，经我方对报告内容认真核对，我单位确认报告中相关技术资料及支撑性文件均为我方提供，并由我方承担因提供资料的真实性、合法性引起的法律责任。

我单位将严格按照环境影响报告中所列内容进行建设，如出现实际建设内容与报告及审批内容不一致的情况，我单位愿承担全部责任。

特此承诺！

建设单位（公章）：山东喜来宝新材料有限公司

日期：2024 年 11 月

租赁合同

出租人（甲方）：山东力盛新能源科技有限公司 合同签订日期：2023年11月7日

信用代码：91370921MA3F07RA9K

承租人（乙方）：泰安市喜来宝新材料有限公司 合同签订地点：宁阳县华丰镇

信用代码：91370902MA2UUIET24

根据国家有关法律、法规和本市有关规定，甲乙双方在平等、自愿的基础上，就房屋租赁的有关事宜达成协议如下：

第一条 房屋基本情况

（一）房屋坐落 于山东力盛新能源科技公司院内

1. 车间建筑总面积 10000 平方米。租赁面积为 10000 平方米。

第二条 房屋租赁情况

（一）租赁用途：办公、PETG 膜生产

第三条 租赁期限

（一）房屋租赁期自 2024 年 2 月 1 日至 2027 年 1 月 31 日，共计 三 年。甲方在乙方交付租金后于 2024 年 2 月 1 日前将房屋交付给乙方使用。

《房屋交割清单》（见附件一）经甲乙双方交验签字盖章并移交房门钥匙后视为交付完成。

（二）租赁期满或合同解除后，甲方有权收回房屋，乙方应按照原状返还房屋及其附属物品、设备设施，同时乙方在承租期间在甲方车间建设安装的建筑物及变压器等设施设备无偿转让给甲方。甲乙双方应对房屋和附属物品、设备设施及水电使用等情况进行验收，结清乙方应当承担的费用。

（三）乙方继续承租的，应提前 30 日向甲方提出续租请求，协商一致后，双方重新签订房屋租赁合同。

（四）租赁期内，甲方需提前收回房屋的或乙方需提前退租的，应提前 60 日通知对方，在乙方投资建设 1500 平米净化车间的前提下，如因甲方原因需要提前收回出租房屋，甲方按第一年出租车间年租金的 50% 退还，第 2 年按出租车间年租金的 30% 退还。如因乙方原因需要提前退租房屋，甲方房屋租金不退。

第四条 租金及押金

（一）租金标准及支付方式：

名称	面积 (平米)	单价 (元/平米/天)	金额 (元)	说明
车间	10000		300000.00	含税
合计：300000.00（人民币大写：叁拾万元整）				

支付方式： 现金

(二) 押金：人民币 壹拾万元整 元整 (¥: 100000.00 元)。押金不可以用作抵押房屋租金，租赁期满或合同解除后，房屋租赁押金除抵扣应由乙方承担的违约责任外，剩余部分甲方如数返还给乙方。

(三) 乙方应于承租期内每年 2 月 1 日前交付房屋租金，每退迟一天支付住房租金给甲方，则甲方有权按月租金的 10% 收取滞纳金，如超过 15 天不支付房屋租金，则视为乙方违约甲方有权解除合同收回租赁房屋并没收乙方的房屋押金，并且有权让乙方立即搬离。

第五条 其他相关费用的承担方式

(一) 租赁期内的下列费用中由乙方承担：

(1) 水费：500 元/月

(2) 电费：以电业局开具的电费发票为准，在甲方未生产前全部由乙方承担。

(3) 物业管理费：1500 元/月

(4) 网络维护费：3500 元/年

(5) 门卫管理费：2000 元/月

第六条 乙方的义务

(一) 乙方在租赁期限内保证在该租赁房屋内的所有活动均符合中国的法律及该地点管理规定，不从事任何非法活动（包括传销），不非法使用或存放危险品、非法物品，若乙方违约乙方应负全部经济赔偿和法律责任，甲方将没收乙方住房押金、解除租赁合同及收回房屋。

(二) 乙方在租赁期间内保证在该租赁房屋内组织的生产经营活动各项手续齐全合规合法，不损害公共利益，不妨碍他人正常工作、生活，乙方在租赁期间应积极配合政府相关职能部门审查，对于政府职能部门提出的问题均由乙方负责，与甲方无关。乙方生产经营活动必须符合合同约定的租赁用途，未经甲方同意变更用途甲方将解除合同没收乙方住房押金及收回房屋。

(三) 未经甲方同意，乙方不得擅自将承租的房屋全部或者部分出租、出借或者变以其他方式由他人使用，否则甲方有权解除合同收回房屋并没收乙方住房押金。

(四) 未经甲方书面同意，乙方不能改变或损坏所租赁房屋的结构装修。乙方应爱护使用租赁的房屋及房内设备，如因乙方的过失或过错使房屋受到损坏，乙方需负责修复并赔偿损失；因人为原因造成办公设备和电器损坏的，乙方必须负责修复完好，如不能修复甲方按价扣除租房押金。租赁期满后，乙方必须负责清理干净房屋，如不清理干净甲方有权扣房屋押金作为清洁费。

(五) 租赁期间，乙方一切安全问题由乙方自己负责，乙方必须做到安全第一和服从甲方监督检查，以免发生火灾、高空坠物（比如没关好窗子造成刮风时玻璃碎落伤了人）、入室盗窃等恶性事件，如因乙方疏忽大意导致安全事故发生，由乙方承担全部责任。

第七条 维修养护责任

(一) 租赁期间，甲方对房屋及其附着设施进行检查、修缮，乙方应予积极协助，不得阻挠施工。正常的房屋大修费用由甲方承担；日常的房屋维修如照明、排水管道等由乙方承担。因乙方管理使用不善造成房屋及其相连设备的损失和维修费用，由乙方承担责任并赔偿损失。

第八条 合同解除

(一) 经甲乙双方协商一致，可以解除本合同。

(二) 租赁期满后，乙方应及时将承租的房屋交还甲方，如有留置的任何物品，在未征得甲方的同意之下，均视为放弃，可任凭甲方处置。

第九条 有下列情形之一造成合同解除的，双方免责

(一) 房屋因不可抗力（如特大自然灾害、地震等）原因导致毁损和造成甲乙双方损失的、双方互不承担责任。

(二) 该房屋经房屋安全鉴定单位鉴定为危险房屋不能继续使用。

(三) 因国家政策需要对房屋进行拆迁或改造。

第十条 其他约定事项

1. 乙方应遵守甲方公司管理制度，未经允许禁止进入租赁车间、房屋以外的甲方车间，违约一次扣除乙方 10000 元保证金 2. 乙方使用甲方价值（含）50000 元以上的附属设备需给与甲方设备价值 20 % 的折旧费用（每年）乙方严格按照设备的使用要求进行维护保养及维修，甲方有权利和义务监督设备的运行状态及保养 3. 乙方使用的甲方办公设施一年内免费使用，第 2 年由乙方按双方评估价值金额补偿甲方

本合同经双方签字盖章后生效。本合同（及附件）一式 4 份，其中甲方执 2 份，乙方执 2 份。本合同项下发生的争议，由双方当事人协商解决；协商不成的，依法向有管辖权的人民法院起诉，或按照另行达成的仲裁条款或仲裁协议申请仲裁。

本合同生效后，双方对合同内容的变更或补充应采取书面形式，作为本合同的附件。附件与本合同具有同等的法律效力。

出租人（甲方）签章：

法定代表人签字：

电话：

2023年11月14日

承租人（乙方）签章：

法定代表人签字：

电话：

2023年11月14日

附件四 年产 1000 万米 PETG 膜项目环评批复

审批意见:

泰宁环境申报表(2022)23号

山东喜来宝新材料有限公司年产 1000 万米 PETG 膜项目,位于华丰镇山东力盛新能源科技有限公司闲置厂房内,总投资 3000 万元(其中环保投资 35 万元),占地 10374.9m²,包括生产车间、办公室等,主要以 PETG、APET 为原料,通过上料、加热挤出、拉伸、冷却、涂布、固化、覆膜、分卷打包等工序生产 PETG 塑料膜。生产规模为年产 1000 万米 PETG 塑料膜。

项目已在山东省投资项目在线审批监管平台备案(项目代码 2203-370921-04-01-496451)。在全面落实环境影响报告表的各项生态保护和污染防治措施前提下,该项目对环境的不利影响能够得到缓解和控制。我局原则同意环境影响报告表中所列建设项目的性质、规模、地点和拟采取的环境保护措施。

一、项目建设及运营过程中应做好以下工作:

1. 本项目租赁现有厂房,施工期仅涉及设备安装和调试。

2. 落实废气收集处理措施。加热挤出、拉伸、冷却、涂布、固化工序产生的 VOCs,由集气罩收集后经干式过滤-活性炭吸附-脱附催化燃烧设备处理,处理后废气经 1 根 15m 高排气筒 DA001 排放;VOCs 须满足《挥发性有机物排放标准第 6 部分:有机化工行业》(DB37/2801.6-2018)表 1 中 II 时段标准、《合成树脂工业污染物排放标准》(GB31572-2015)表 4 标准要求。

落实无组织控制措施。本项目无组织废气主要为车间加热挤出、拉伸、冷却、涂布、固化等工序未收集的有机废气。提高集气罩收集效率,减少无组织排放,厂界非甲烷总烃排放浓度须满足《挥发性有机物排放标准第 6 部分:有机化工行业》(DB 37/2801.6-2018)表 3 厂界监控点浓度限值、《合成树脂工业污染物排放标准》(GB 31572-2015)表 9 企业边界大气污染物浓度限值。减少无组织恶臭排放,厂界臭气浓度须满足《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表 1 二级标准要求。

3. 落实水污染防治措施。实施雨污分流、一水多用。冷却水循环使用,不外排;职工生活污水排入厂区化粪池后,由环卫部门抽运。做好分区防渗工作,对危废暂存间、UV 光油库等区域采取重点防渗,防止污染地下水和土壤。

4. 厂区合理布局,优先选用低噪声设备,对空压机、风机等高噪声设备,采取隔声、降噪、减振等治理措施,确保厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准要求。

5. 落实各类固废的收集处置和综合利用措施。下脚料、不合格产品、废包装袋集中收集后外售;废转运膜由厂家回收,一般固体废物暂存须满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)要求;废润滑油,废润滑油桶,废气治理产生的废活性炭、废催化剂、废过滤棉,涂布工序产生的废 UV 灯管,破损的废 UV 光油桶等均属于危险废物,暂存危废暂存间,须委托有相应处理资质的单位处置,危险废物暂存须符合《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其修改单要求。职工生活垃圾集中收集后,委托环卫部门定期清运。

6. 落实总量控制要求。本项目投产后,VOCs 排放量须控制在 2.09t/a 以内。

7. 报告表界定的生产车间的卫生防护距离为 50m。目前,该范围内无环境敏感目标,你公司应与政府部门做好沟通,该距离范围内不得新建学校、医院、居民区等环境敏感建筑。

8. 落实各项风险防范措施。制定应急预案并定期演练,切实加强事故应急处理及防范能力。落实各项生态保护措施,加强绿化和增加植被面积,防止水土流失。

二、若该项目的性质、地点、规模、生产工艺或污染防治措施等发生重大变动,应按照法律法规的规定,重新履行相关审批手续。自环境影响报告表批复文件批准之日起,如超过 5 年方决定开工建设的,环境影响报告表应报我局重新审核。

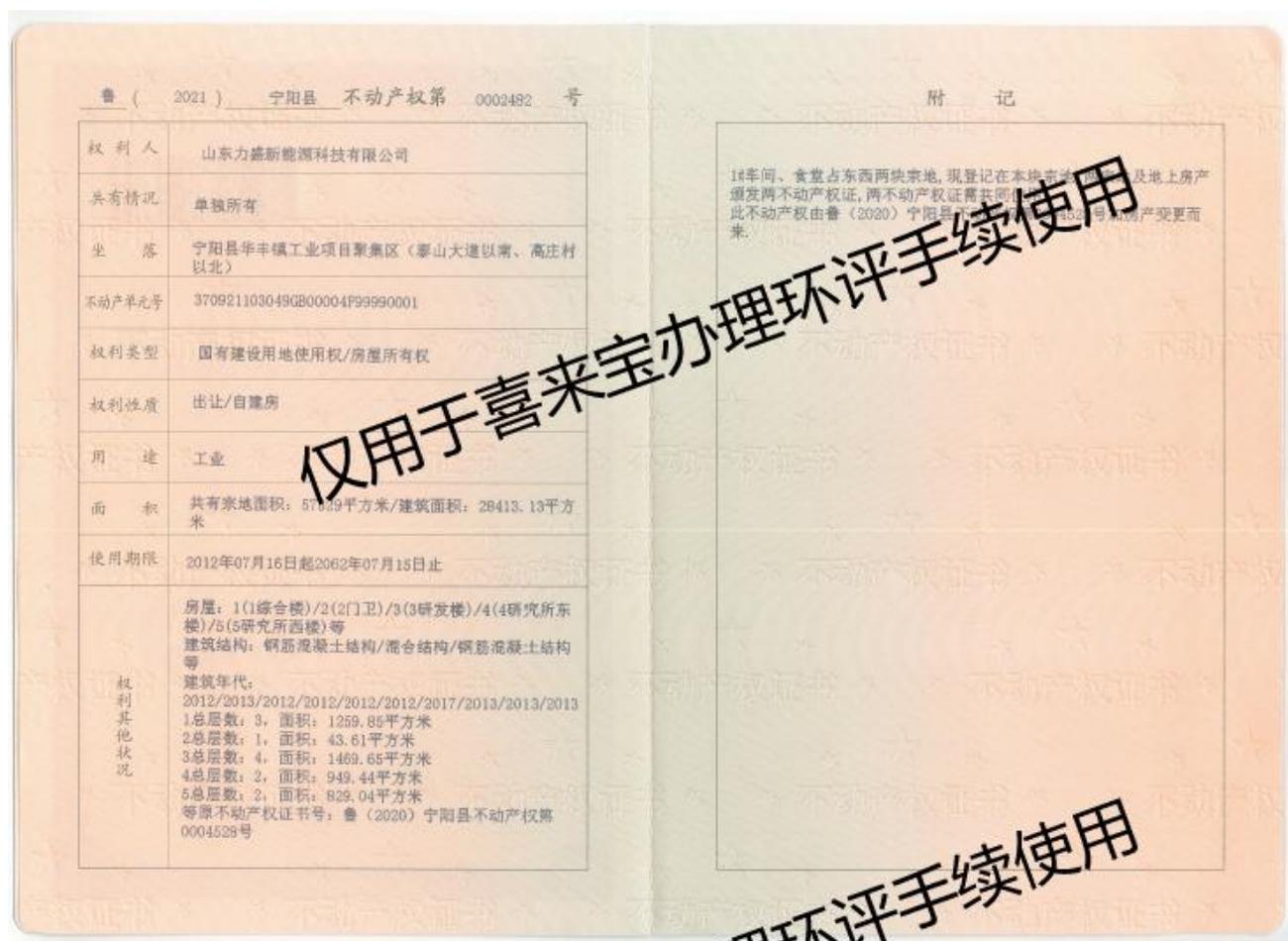
三、项目建设必须严格执行配套的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的“三同时”制度。项目竣工后,你公司应当按照规定的标准和程序,对配套建设的环境保护设施进行验收,验收合格后方可正式投入生产。

四、自批复之日起 10 个工作日内,你公司须将批准后的环境影响报告表送当地人民政府(街道办事处或园区),并按规定接受各级环境保护行政主管部门的监督检查。

经办人:

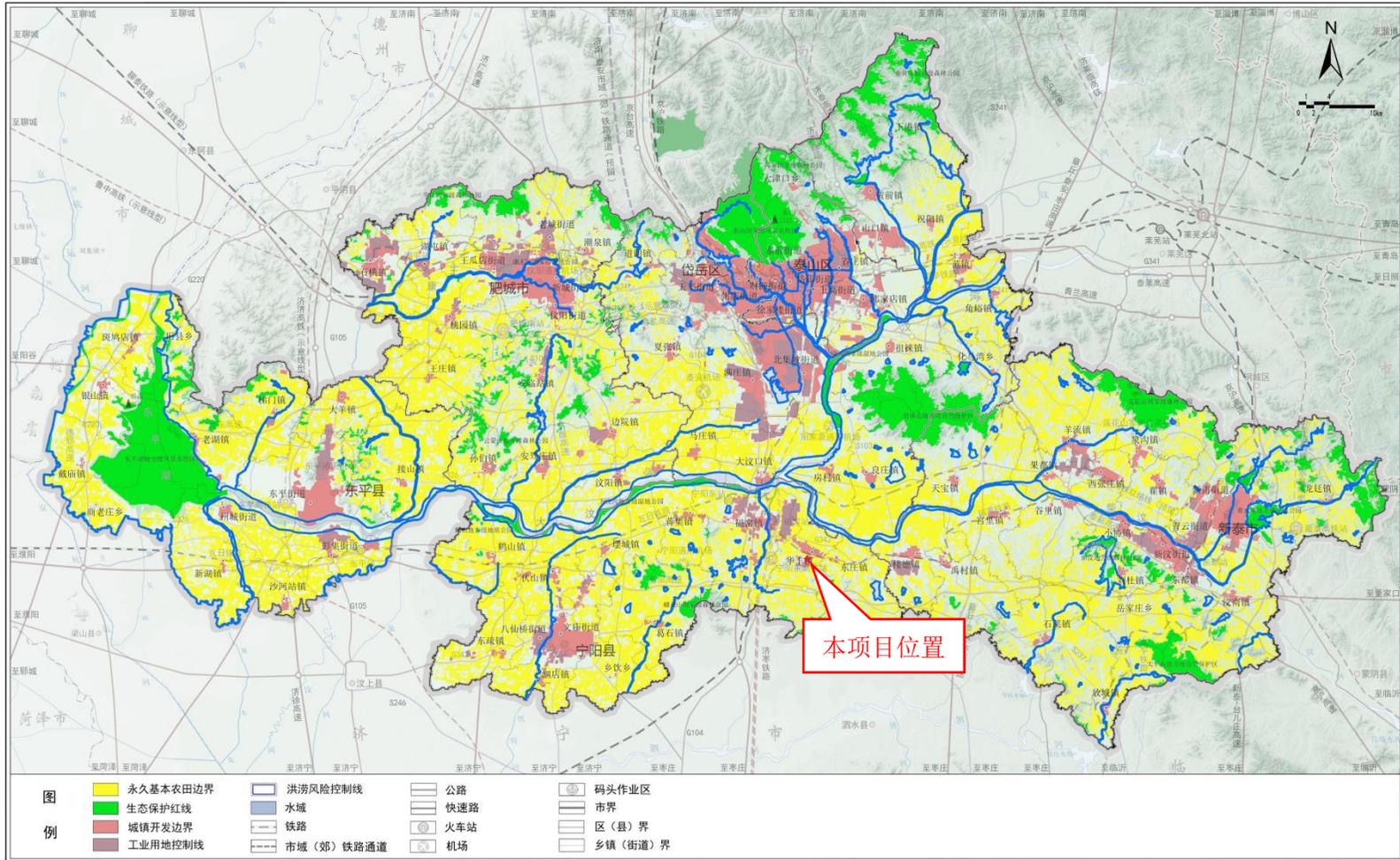


附件五 项目所在地不动产权证



泰安市国土空间总体规划（2021—2035年）

04 市域国土空间控制线规划图



泰安市人民政府 编制
2023年9月

泰安市自然资源和规划局
中国城市规划设计研究院
北京师范大学 泰安市规划设计院 制图



检测报告

丹波尔辐检[2024]第 443 号

项目名称：2 台自屏蔽工业电子加速器应用项目

委托单位：山东喜来宝新材料有限公司

检测单位：山东丹波尔环境科技有限公司



报告日期：2024 年 9 月 25 日

说 明

1. 报告无本单位检测专用章、骑缝章及  章无效。
2. 未经本【检测机构】书面批准,不得复制(全文复制除外)检测报告。
3. 自送样品的委托检测,其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目,结果仅对采样(或检测)所代表的时间和空间负责。
4. 对检测报告如有异议,请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出,逾期不予受理。

山东丹波尔环境科技有限公司

地址: 济南市历下区燕子山西路 58 号 2 号楼 1-101

邮编: 250013

电话: 0531-61364346

传真: 0531-61364346

山东丹波尔环境科技有限公司
检测章

检测报告

检测项目	γ 辐射剂量率		
委托单位、联系人及联系方式	山东喜来宝新材料有限公司 杨水红 18757561228		
检测类别	委托检测	检测地点	加速器拟安装区域及周围
委托日期	2024 年 7 月 11 日	检测日期	2024 年 7 月 12 日
检测依据	1. HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》 2. HJ1157-2021 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》		
检测设备	检测仪器名称: 便携式 X-γ 剂量率仪; 仪器型号: FH40G+FHZ672E-10; 内部编号: JC01-09-2013; 系统主机测量范围: 10nGy/h~1Gy/h; 探测器测量范围: 1nGy/h~100 μGy/h; 系统主机能量范围: 36KeV~1.3MeV; 探测器能量范围: 30KeV~4.4MeV; 相对固有误差: -11.9%(相对于 ¹³⁷ Cs 参考 γ 辐射源); 检定单位: 山东省计量科学研究院; 检定证书编号: Y16-20232972; 检定有效期至: 2024 年 12 月 19 日; 校准因子: 1.14。		
环境条件	天气: 晴	温度: 31.2℃	湿度: 55.3%
解释与说明	为满足公司生产需求, 公司拟购置使用 2 台 CEB-200 型电子加速器, 安装于公司生产车间内东侧中间位置, 加速器的使用会对周围环境产生影响, 依据相关标准对加速器拟安装区域及周围进行辐射环境现状检测。 检测结果见第 2 页, 检测点位示意图及现场照片见附图。		

检测
 010

检 测 报 告

表 1 加速器拟安装区域及周围 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

序号	点位描述	检测结果 (nGy/h)	
		剂量率	标准偏差
1#	自屏蔽工业电子加速器拟建区域中间位置	67	1.6
2#	自屏蔽工业电子加速器拟建区域东侧	64	0.9
3#	自屏蔽工业电子加速器拟建区域西侧	64	1.0
4#	自屏蔽工业电子加速器拟建区域南侧	65	0.9
5#	自屏蔽工业电子加速器拟建区域北侧	66	1.0
6#	厂区内道路	68	0.8
7#	车间北侧办公楼南墙外 1m 处	64	1.0
范 围		64~68	

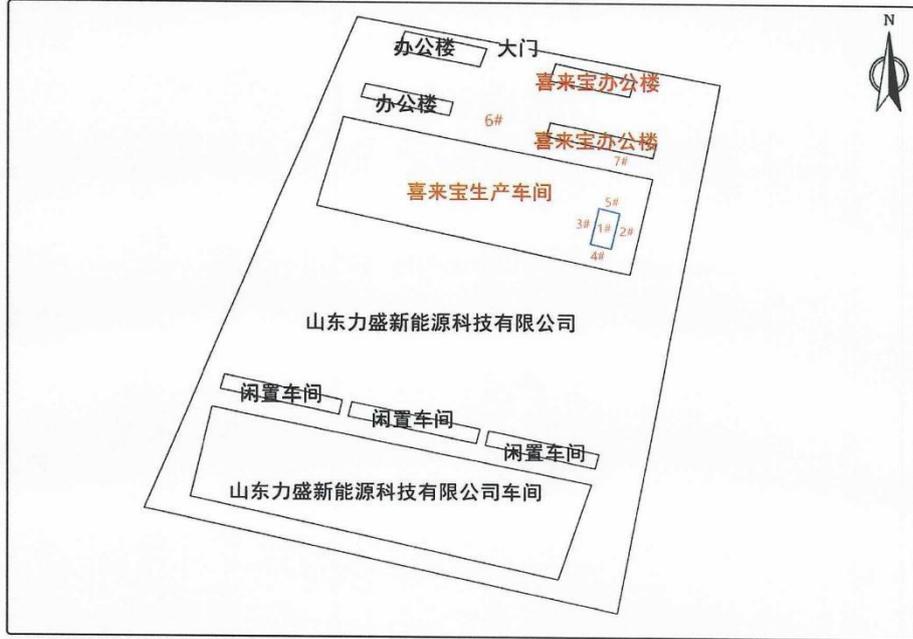
注: 1. 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h, 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子, 原野和道路为 1, 平房取 0.9;

2. 点位 1#~5#位于室内, 检测时为水泥地面; 点位 6#-7#位于室外, 检测时为水泥地面。



检测报告

附图 1: 检测布点示意图



检测公司
用章

检测报告

附图 2: 现场照片



以 下 空 白

中
国
核
工
业
第
二
研
究
院

检测人员 何雪 核验人员 韩明华 批准人 刘会强

编制日期 2024.9.25 核验日期 2024.9.25 批准日期 2024.9.25