

核技术利用项目

扩建 X 射线装置生产、销售、使用场
所项目环境影响报告表

伟杰科技（苏州）有限公司

2023 年 1 月

生态环境部监制

核技术利用项目

扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所项目环境影响报告表

建设单位名称：伟杰科技（苏州）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：中国（江苏）自由贸易试验区苏州片区苏州工业园区
星龙街 428 号苏春工业坊 27-D 单元、24-C 单元、28BC 单元



目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	6
表 3 非密封放射性物质.....	6
表 4 射线装置.....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	9
表 6 评价依据.....	10
表 7 保护目标与评价标准.....	13
表 8 环境质量和辐射现状.....	19
表 9 项目工程分析与源项.....	23
表 10 辐射安全与防护.....	30
表 11 环境影响分析.....	38
表 12 辐射安全管理.....	59
表 13 结论与建议.....	63
表 14 审批.....	69

表 1 项目基本情况

建设项目名称		扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所项目			
建设单位		伟杰科技（苏州）有限公司 (统一社会信用代码: 9132059477641784X2)			
法人代表		■	■	■	■
注册地址		中国（江苏）自由贸易试验区苏州片区苏州工业园区星龙街 428 号苏春工业坊 27-D 单元、24-C 单元、28BC 单元			
项目建设地点		中国（江苏）自由贸易试验区苏州片区苏州工业园区星龙街 428 号苏春工业坊 27-E 单元			
立项审批部门		发改委	项目代码	2208-320571-89-05-966903	
建设项目总投资（万元）		500	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资） 4%
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 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	/			
	<p>项目概述</p> <p>一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来</p> <p>伟杰科技（苏州）有限公司成立于 2005 年 7 月，地址位于苏州工业园区星龙街 428 号苏春工业坊。公司为外商独资企业，主要从事工业用 X 射线探伤装置（整机和部件）的生产和销售，并在设备出厂前对工业用 X 射线探伤装</p>				

置进行开机调试。

伟杰科技（苏州）有限公司拟在苏春工业坊 27-E 单元扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所，在 27-E 厂房内新增 11 种射线装置（包括 10 台 VJT-90 型工业用 X 射线探伤装置、10 台 VJT-110 型工业用 X 射线探伤装置、13 台 Vertex130 型工业 CT 装置、5 台 VJT-130 型工业用 X 射线探伤装置、20 台 VJT-160 型工业用 X 射线探伤装置、20 台 VJT-200 型工业用 X 射线探伤装置、5 台 VJT-225 型工业用 X 射线探伤装置、5 台 VJT-320 型工业用 X 射线探伤装置、5 台 VJT-450 型工业用 X 射线探伤装置、15 台 VJT-XQUIK II 型工业用 X 射线探伤装置、15 台 VJT-XQUIK III 型工业用 X 射线探伤装置），每台装置调试工作时间约为 10h，具体见表 1-1。

《伟杰科技（苏州）有限公司无损探伤检测设备组装扩建项目》已在江苏省投资项目在线审批监督平台进行备案，项目代码为 2208-320571-89-05-966903。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目须进行环境影响评价；依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部部令第 16 号），本项目扩建生产、销售、使用场所项目属于“172 核技术利用建设项目”中的“生产、使用 II 类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。

受伟杰科技（苏州）有限公司的委托（委托书见附件 1），南京瑞森辐射技术有限公司承担了该公司“扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所项目”的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。

表 1-1 本次扩建 X 射线装置情况一览表

序号	射线装置名称及型号	数量 (台/年)	射线装 置类别	最大管电压/最大管电流	性质	活动 种类	环评 情况
1	VJT-90 型工业用 X 射线探伤装置	10	II 类	90kV/0.160mA	新增	生产、 销售、	本次 环评

2	VJT-110型工业用X射线探伤装置	10	II类	110kV/0.250mA	新增	使用
3	Vertex130型工业CT装置	13	II类	130kV/0.3mA	新增	
4	VJT-130型工业用X射线探伤装置	5	II类	130kV/0.500mA	新增	
5	VJT-160型工业用X射线探伤装置	20	II类	160kV/4.1mA	新增	
6	VJT-200型工业用X射线探伤装置	20	II类	200kV/2.5mA	新增	
7	VJT-225型工业用X射线探伤装置	5	II类	225kV/8mA	新增	
8	VJT-320型工业用X射线探伤装置	5	II类	320kV/6.25mA	新增	
9	VJT-450型工业用X射线探伤装置	5	II类	450kV/10mA	新增	
10	VJT-XQUICK II型工业用X射线探伤装置	15	II类	70kV/3.5mA	新增	
11	VJT-XQUICK III型工业用X射线探伤装置	15	II类	60kV/3mA	新增	

二、项目选址情况

伟杰科技（苏州）有限公司位于中国（江苏）自由贸易试验区苏州片区苏州工业园区星龙街428号苏春工业坊，苏春工业坊位于苏州工业园区，东侧及南侧均为河道，西侧为星龙街、龙潭路、青丘街，北侧为现代大道。

本项目位于原有X射线装置项目所在27-D厂房南侧的27-E厂房内，其东侧、南侧为道路，西侧为凯斯库汽车部件（苏州）有限公司，北侧为27-D厂房。伟杰科技（苏州）有限公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图2。

X射线装置调试区位于27-E厂房内部，其四周皆为过道或厂房外。

本项目拟建址周围50m评价范围内无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目涉及的辐射工作人员、厂区内其他工作人员、其他工业企业工作人员及周围其他公众等，项目选址可行。

三、原有核技术利用项目许可情况

公司已取得辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证（E1113），种类和范围为“生产、销售、使用II类、III类射线装置”，有效期至：2027年7月4日。公

司原有核技术利用项目部分已履行环保手续，2022年4月27日由苏州市生态环境局批复的《伟杰科技（苏州）有限公司新增生产、销售、使用 X 射线装置及 X 射线发生器项目环境影响报告表》内容未建设。公司现有辐射安全许可证见附件 3。公司原有核技术利用项目情况见表 1-2。

表 1-2 伟杰科技（苏州）有限公司原有核技术利用项目基本情况一览表

序号	装置名称	装置数量 (台/年)	射线 种类	活动种类	环评、验收 及许可情况
1	VJX-160 型工业用 X 射线探 伤发生器	325	II 类	生产、销售、使用	已许可
2	VJX-200 型 X 射线 行李包检 查发生器	1500	III 类	生产、销售、使用	已许可
3	VJX-160 型 X 射线 行李包检 查发生器	2000	III 类	生产、销售、使用	已许可
4	VJX-100 型 X 射线 测厚检测 发生器	100	III 类	生产、销售、使用	已许可
5	VJX-100 型口腔外 X 射线发 生器	1875	III 类	生产、销售、使用	已许可
6	VJX-120 型工业用 X 射线探 伤发生器	100	II 类	生产、销售、使用	已验收
7	VJX-120 型 X 射线测密度检 测发生器	2000	III 类	生产、销售、使用	已许可
8	VJX-200 型工业用 X 射线探 伤发生器	2100	II 类	生产、销售、使用	已验收
9	Xquik 型 X 射线测数量检测 装置	30	III 类	生产、销售、使用	已许可
10	Vertex-130 型工业用 X 射线 计算机断层扫描 (CT) 装置	25	II 类	生产、销售、使用	已验收
11	VJT-450 型工业用 X 射线计 算机断层扫描 (CT) 装置	10	II 类	生产、销售、使用	已验收
12	VJT-320 型工业用 X 射线探 伤装置	10	II 类	生产、销售、使用	已验收
13	VJT-225 型工业用 X 射线探 伤装置	10	II 类	生产、销售、使用	已验收
14	VJT-200 型工业用 X 射线探 伤装置	20	II 类	生产、销售、使用	已验收
15	VJT-160 型工业用 X 射线计 算机断层扫描 (CT) 装置	20	II 类	生产、销售、使用	已验收

四、实践正当性

本项目建成后，有利于提升公司产品产量，具有良好的社会效益和经济效益。在落实本次环评辐射防护和辐射安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，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、“三线一单”相符性分析

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，根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图4。

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已经产生的中子流强度 (n/s)

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA)/剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (台/年)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业用 X 射线探伤装置	II	10	VJT-90	90	0.160	生产、销售、使用	27-E X 射线装置调试区	主束竖直向上
2	工业用 X 射线探伤装置	II	10	VJT-110	110	0.250	生产、销售、使用		主束竖直向上
3	工业 CT 装置	II	13	Vertex130	130	0.3	生产、销售、使用		主束水平向右
4	工业用 X 射线探伤装置	II	5	VJT-130	130	0.500	生产、销售、使用		主束竖直向上
5	工业用 X 射线探伤装置	II	20	VJT-160	160	4.1	生产、销售、使用		主束竖直向下
6	工业用 X 射线探伤装置	II	20	VJT-200	200	2.5	生产、销售、使用		主束竖直向下
7	工业用 X 射线探伤装置	II	5	VJT-225	225	8	生产、销售、使用		主束水平向右

8	工业用 X 射线探伤装置	II	5	VJT-320	320	6.25	生产、销售、使用		主束水平向右
9	工业用 X 射线探伤装置	II	5	VJT-450	450	10	生产、销售、使用		主束水平向右
10	工业用 X 射线探伤装置	II	15	VJT-XQUIK II	70	3.5	生产、销售、使用		主束竖直向下
11	工业用 X 射线探伤装置	II	15	VJT-XQUIK III	60	3	生产、销售、使用		主束竖直向下
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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)	用途	工作场所	操作方式			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	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过厂房内内排风装置排出厂房，臭氧在空气中 50 分钟可自动分解为氧气
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》(2014 年修订本), 国家主席令第九号, 2015 年 1 月 1 日起实施;</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》(修正版), 中华人民共和国主席令第二十四号, 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》, 国家主席令第六号, 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 年修订版), 国务院令第六百八十二号, 2017 年 10 月 1 日施行;</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 国务院令第四百四十九号, 2005 年 12 月 1 日施行; 2019 年修改, 国务院令第七百零九号, 2019 年 3 月 2 日施行;</p> <p>(6) 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 年第六十六号, 2017 年 12 月 5 日起实施;</p> <p>(7)《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, 环发〔2006〕145 号, 2006 年 9 月 26 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 年版), 生态环境部部令第一百六十六号, 自 2021 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(9)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正本), 生态环境部部令第二十号, 2021 年 1 月 8 日起施行;</p> <p>(10)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令第一百八十八号, 2011 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(11)《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修改本), 江苏省人大常委会公告第二号, 2018 年 5 月 1 日施行;</p> <p>(12)《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 日发布;</p>
------------------	---

	<p>(13)《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1号，2020年1月8日发布；</p> <p>(14)《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日发布；</p> <p>(15)《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告2019年第39号，2019年10月25日发布；</p> <p>(16)《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部部令第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(17)《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>(18)《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年修正本），2018年10月26日国家主席令第16号公布，自公布之日起施行；</p> <p>(19)《江苏省大气污染防治条例》（2018年第二次修正本），江苏省人民代表大会常务委员会关于修改《江苏省湖泊保护条例》等十八件地方性法规的决定，2018年11月23日公布实施；</p> <p>(20)《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，2019年12月24日印发，2020年1月1日起施行。</p> <p>(21)《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>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)《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>(3)《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(4)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p>

	<p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015);</p> <p>(7) 参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022);</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)。</p>
其他	<p>附图：</p> <p>(1) 本项目地理位置图；</p> <p>(2) 伟杰科技（苏州）有限公司周围环境关系图；</p> <p>(3) 本项目 27-E 厂房平面布置示意图；</p> <p>(4) 本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图。</p> <p>附件：</p> <p>(1) 项目委托书；</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书；</p> <p>(3) 辐射安全许可证；</p> <p>(4) 本项目本底检测报告与公司检测资质；</p> <p>(5) 本项目 X 射线装置结构示意图；</p> <p>(6) 项目立项文件。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)中“放射源和线装置应用项目的评价范围,通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求,本项目的生产过程中,仅调试阶段产生辐射,因而本项目评价范围确定为调试装置屏蔽体边界外周围 50m 范围内区域,评价范围详见附图 2。

保护目标

本项目拟建址周围 50m 评价范围内无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、厂区内其他工作人员及周围其他公众等。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

序号	保护目标	环境保护目标	方位	距离	人口规模
1	27-E 厂房	辐射工作人员	/	0~50m	30 人
2		厂区内其他工作人员	项目拟建址周围	0~10m	约 10 人
3	27-D	公众	北侧	0~40m	约 25 人
4	凯斯库汽车部件(苏州)有限公司		西侧	0~30m	约 100 人
5	28-B、马赫托特阳极(苏州)有限公司		东侧	0~50m	约 80 人
6	厂区外		四周	0~50m	流动人员

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，根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

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： ① 由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量，20mSv ② 任何一年中的有效剂量，50mSv
公众照射 剂量限值	实践使公众中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，1 mSv； ② 特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。 ③ 眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④ 皮肤的年当量剂量，50mSv。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv~0.3mSv）的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

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、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022):

本标准规定了 X 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600 kV 及以下的 X 射线探伤机进行的探伤工作(包括固定式探伤和移动式探伤),工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全,操作室应避免有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理,分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足:

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平,对放射工作场所,其值应不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$,对公众场所,其值应不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$;

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时,探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3;

b) 对没有人员到达的探伤室顶,探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置,应在门(包括人员进出门和探伤工件进出门)关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中,防护门被意外打开时,应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时,每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯

和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”

信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。

测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置,如准直器和附加屏蔽,把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前,操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下,才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作,如工件过大等特殊原因必须开门探伤的,应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014):

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽,不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时,通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射,当它们的屏蔽厚度相差一个半值层厚度(TVL)或更大时,采用其中较厚的屏蔽,当相差不足一个 TVL 时,则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度(HVL)。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室,可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外,控制室和人员门应避免有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中,应考虑缝隙管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时,按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间,常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

4、项目管理目标限值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)和《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)确定本项目的管理目标,职业人员取国家标准的 1/4 作为剂量约束值,即年有效剂量不超过 5mSv;公众取国家标准的 1/10 作为剂量约束值,即年有效剂量不超过 0.1mSv; X 射线装置调试装置屏蔽体外四周、底部 30cm 处剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h (测试过程中,辐射工作人员有可能接触设备顶部,故顶部 30cm 处剂量率保守取 2.5 μ Sv/h)。关注点的周剂量当量参考控制水平,职业人员不大于 100 μ Sv/周,公众不大于 5 μ Sv/周。

5、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》,江苏省环境监测站。

江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 (单位: nGy/h)

	道路	室内
范围	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	47.1	89.2
标准差 (s)	12.3	14.0
(均值 \pm 3s) *	10.2~84.0	47.2~131.2

*: 评价时采用“均值 \pm 3s”作为辐射环境本底参考范围。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

伟杰科技（苏州）有限公司位于中国（江苏）自由贸易试验区苏州片区苏州工业园区星龙街 428 号苏春工业坊，苏春工业坊位于苏州工业园区，东侧及南侧均为河道，西侧为星龙街、龙潭路、青丘街，北侧为现代大道。

27-E 厂房东侧、南侧为道路，西侧为凯斯库汽车部件（苏州）有限公司，北侧为 27-D 厂房。

X 射线装置调试区位于 27-E 厂房内部，其四周皆为过道或厂房外。

本项目拟建址周围 50m 评价范围内无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目涉及的辐射工作人员、厂区内其他工作人员、其他工业企业工作人员及周围其他公众等，项目选址可行。

本项目拟建址及周围环境现状见图 8-1~图 8-4。



图 8-1 27-E 厂房东侧（道路）

图 8-2 27-E 厂房南侧（道路）



图 8-3 27-E 厂房西侧（凯斯库汽车部件（苏州）有限公司）

图 8-4 27-E 厂房北侧（27-D 厂房）

二、辐射环境现状调查

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,在伟杰科技(苏州)有限公司扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所项目拟建址周围环境进行布点,测量辐射现状剂量率,监测结果见表 8-1,监测点位示意图见图 8-5。

监测单位:南京瑞森辐射技术有限公司。

检测仪器:6150AD6/H+6150AD-b/H 型 X- γ 辐射监测仪(设备编号: NJRS-126, 检定有效期:2021 年 11 月 11 日~2022 年 11 月 10 日, 检定单位:江苏省计量科学研究院, 检定证书编号: Y2021-0106289)

能量响应:20keV~7MeV

测量范围:1nSv/h~99.9 μ Sv/h

监测日期:2022 年 6 月 23 日

监测因子: γ 辐射剂量率

天气:多云

温度:35 $^{\circ}$ C

湿度:49%

监测布点质量保证:根据《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)有关布点原则进行布点。

监测过程质量控制质量保证:检测机构(南京瑞森辐射技术有限公司)已通过 CMA 计量认证,具备相应的检测资质和检测能力,见附件 5。本项目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,手持仪器或将仪器固定在三脚架上。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。

伟杰科技（苏州）有限公司扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所项目周围 γ 辐射剂量率见表 8-1。

表 8-1 本项目周围 γ 辐射剂量率检测结果

编号	位置	检测点位	测量结果 (nGy/h)
1	27-E	X 射线装置调试区东侧 (室内)	71
2		X 射线装置调试区南侧 (室内)	71
3		X 射线装置调试区西侧 (室内)	72
4		X 射线装置调试区北侧 (室内)	73
5	27-D 厂房内部		76
6	27-E 西侧凯斯库汽车部件 (苏州) 有限公司 (道路)		68
7	27-E 北侧道路		65

注：测量结果已扣除宇宙射线响应值。

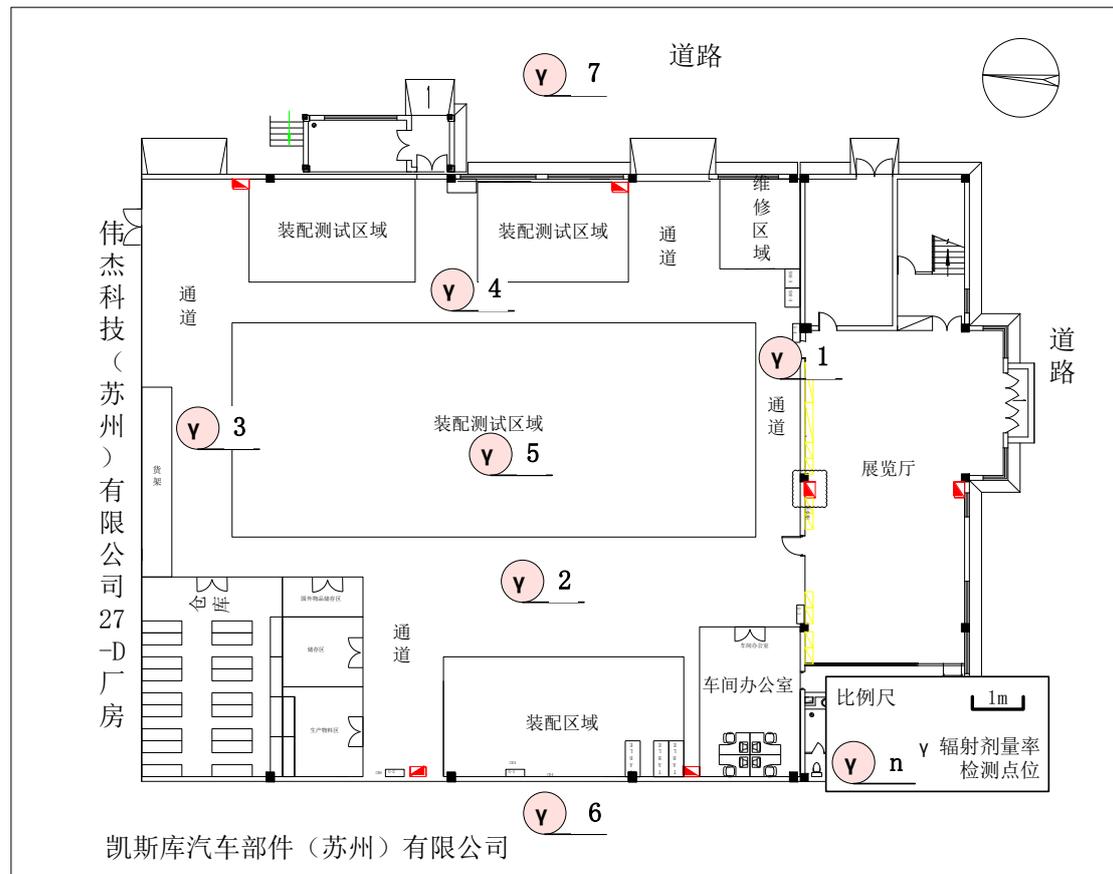


图 8-5 X 射线装置调试区 (27-E) γ 辐射剂量率检测点位

由表 8-1 监测结果可知，伟杰科技（苏州）有限公司扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所项目周围环境 γ 辐射剂量率在 65nGy/h~76nGy/h 之间，处于江苏省环境天然 γ 辐射本底水平涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、工程设备

伟杰科技（苏州）有限公司拟在 27-E 单元扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所，在该厂房内新增 11 种 X 射线装置，见表 9-1。

本项目 X 射线装置由 X 射线发生器、平板（影像接收器）、电脑主机、显示器、操控台、铅房及相应电气件等组成，X 射线装置仅在完成组装后进行整机调试。设备根据客户需求定制，11 种设备组成除工件进出口（铅帘或者铅门）、内部组成（有机器人或有五轴机构，见图 9-2）不同外，其他基本相同。

X 射线装置示意图见图 9-1~图 9-8。

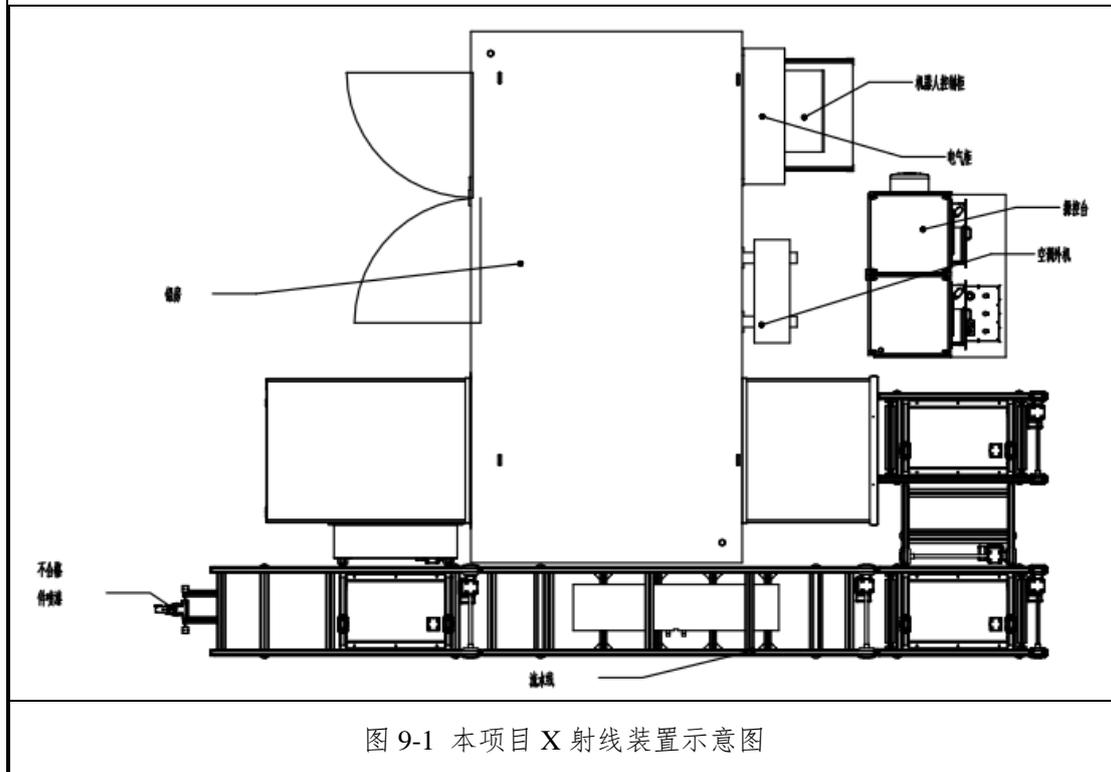


图 9-1 本项目 X 射线装置示意图

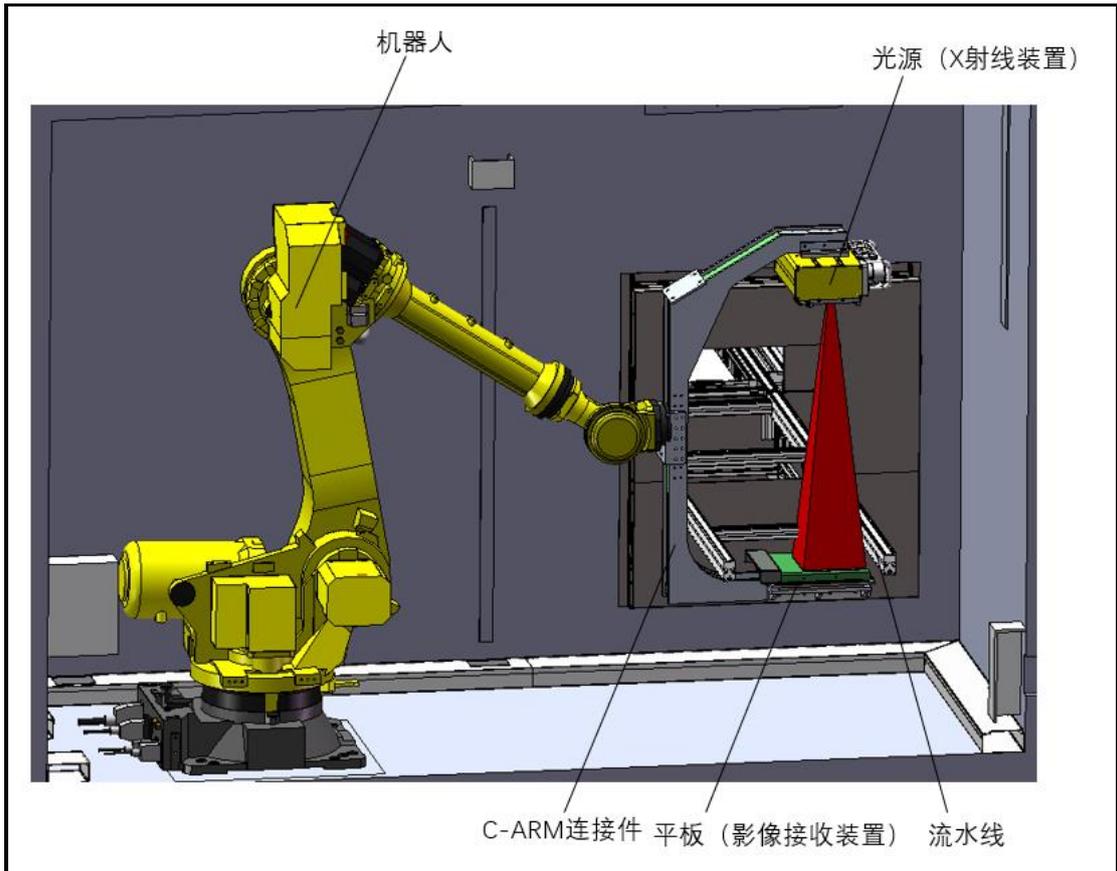


图 9-2 本项目 X 射线装置内部情况示意图



图 9-3 Vertex-130 型工业 CT 装置外观图



图 9-4 VJT-225 型、VJT-320 型工业用 X 射线探伤装置外观图

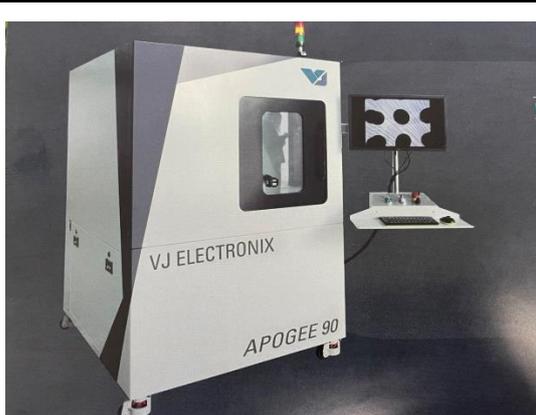


图 9-5 VJT-90 工业用 X 射线探伤装置外观图



图 9-6 VJT-160 工业用 X 射线探伤装置外观图



图 9-7 VJT-200 型工业用 X 射线探伤装置外观图



图 9-8 VJT-450 型工业用 X 射线探伤装置外观图

表 9-1 X 射线装置技术参数

序号	射线装置名称及型号	最大管电压/最大管电流	主射线束方向	备注
1	VJT-90 型工业用 X 射线探伤装置	90kV/0.160mA	竖直向上	X 射线装置管电压 \leq 200kV, 滤过为 0.2mmCu, 管电压 $>$ 200kV, 滤过为 0.5mmCu
2	VJT-110 型工业用 X 射线探伤装置	110kV/0.250mA	竖直向上	
3	Vertex130 型工业 CT 装置	130kV/0.3mA	水平向右	
4	VJT-130 型工业用 X 射线探伤装置	130kV/0.500mA	竖直向上	
5	VJT-160 型工业用 X 射线探伤装置	160kV/4.1mA	竖直向下	
6	VJT-200 型工业用 X 射线探伤装置	200kV/2.5mA	竖直向下	
7	VJT-225 型工业用 X 射线探伤装置	225kV/ 8mA	水平向右	

8	VJT-320 型工业用 X 射线探伤装置	320kV/6.25mA	水平向右
9	VJT-450 型工业用 X 射线探伤装置	450kV/10mA	水平向右
10	VJT-XQUIK II 型工业用 X 射线探伤装置	70kV/3.5mA	竖直向下
11	VJT-XQUIK III 型工业用 X 射线探伤装置	60kV/3mA	竖直向下

二、工作原理及工作流程

1、工作原理

本项目 X 射线装置包括曝光箱控体和操作台，工业用 X 射线探伤装置一般由 X 射线管、图像增强器和摄像机等组成。工业用 X 射线探伤装置核心是 X 射线管，它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。

在使用工业用 X 射线探伤装置进行无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，投射 X 射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至监视器，在监视器上实时显示，可迅速对工件缺陷位置和被检样品内部的细微结构进行判别。

2、工作流程及产污环节

1) 从标准件供应商处购买 X 射线发生器、平板（影像接收器）、连接线缆、电脑主机、显示器、操控台及相应电气件等，从加工件供应商处购买铅房、连接件、支架等，生产部门同事根据机械电气图纸完成 X 射线设备的组装。

2) 设备组装完成后上电，将被检工件（客户提供）放进设备中，确认无人后关上防护门，电气工程师调试设备使其满足运转需求（模拟实际工作中机器运行状态），然后进行 X 射线开光操作，平板接收到清晰的影像，显示器上

显示结果，如果工件影像满足要求，按操作台上的 **PASS** 按钮，判定工件合格，如果影像不满足要求，按 **FAIL** 按钮，判定工件不合格，如果有争议的地方，按 **NO TEST**，工件是否合格待定。此过程发出 X 射线，产生臭氧、氮氧化物通过自屏蔽装置的自然排风及车间的排风排出测试车间。

3) 设备调试完毕后可拆机包装，运输到客户现场，生产、工程、售后同事到客户现场完成设备的组装及调试运行。

工作流程和产污环节如下图 9-9 中所示。

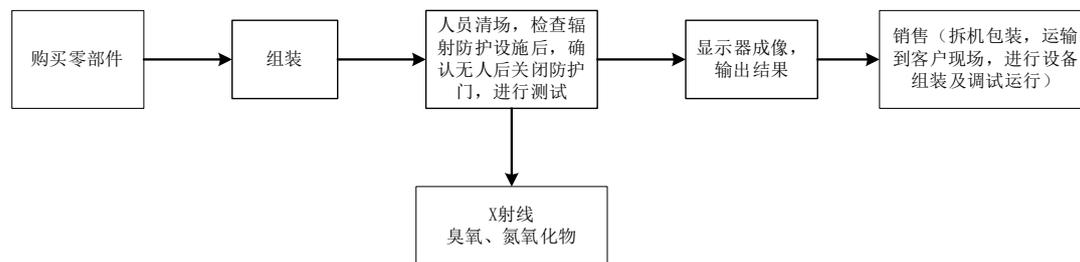


图 9-9 X 射线探伤装置测试工作流程和产污环节示意图

本项目拟配备 30 名辐射工作人员，包括 5 名电气装配技术员，4 名机械装配技术员，3 名管理技术人员，18 名操作人员，人员一天工作 8 小时，年工作时间为 250 天。本项目每台装置调试工作时间约为 10h，公司年产量为 123 台，车间测试区内可同时测试 4 台设备。

污染源项描述

一、放射性污染（X 射线）

（1）有用线束源项

参考《辐射防护导论》中附图 3、附图 4 中的取值，本项目 X 射线装置管电压 $\leq 200\text{kV}$ 时，为 0.2mmCu 过滤片（根据密度 0.2mmCu 约为 0.66mmAl ，保守取 0.5mmAl ）；管电压 $> 200\text{kV}$ 时，为 0.5mmCu 过滤片，过滤片参数为企业提供。本项目 X 射线装置主线束方向 1m 处剂量率见表 9-2。

表 9-2 X 射线装置主线束源项参数表

序号	射线装置名称	最大管电压/最大管电流	主线束方向 1m 处发射率	备注
1	VJT-90 工业用 X 射线探伤装置	90kV/0.160mA	$19 \times 60 \times 10^3$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{h}$)	/

2	VJT-110 工业用 X 射线探伤装置	110kV/0.250mA	$22 \times 60 \times 10^3$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA h}$)	/
3	Vertex130 型工业 CT 装置	130kV/0.3mA	$27 \times 60 \times 10^3$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA h}$)	/
4	VJT-130 工业用 X 射线探伤装置	130kV/0.500mA	$27 \times 60 \times 10^3$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA h}$)	/
5	VJT-160 工业用 X 射线探伤装置	160kV/4.1mA	$32 \times 60 \times 10^3$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA h}$)	/
6	VJT-200 型 工业用 X 射线探伤装置	200kV/2.5mA	$37 \times 60 \times 10^3$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA h}$)	/
7	VJT-225 型 工业用 X 射线探伤装置	225kV/ 8mA	$14 \times 60 \times 10^3$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA h}$)	/
8	VJT-320 型 工业用 X 射线探伤装置	320kV/6.25mA	$28 \times 60 \times 10^3$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA h}$)	/
9	VJT-450 型 工业用 X 射线探伤装置	450kV/10mA	$60 \times 60 \times 10^3$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA h}$)	/
10	VJT-XQUIK II 型 工业用 X 射线探伤装置	70kV/3.5mA	$14 \times 60 \times 10^3$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA h}$)	/
11	VJT-XQUIK III 型 工业用 X 射线探伤装置	60kV/3mA	$12 \times 60 \times 10^3$ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA h}$)	/

2) 漏射线源项

X 射线装置工况下的射线泄漏率，本报告参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的取值，具体见表 9-3。

表 9-3 X 射线装置漏射线源项参数表

序号	射线装置名称	最大管电压/最大管电流	GBZ/T250-2014 泄漏剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	VJT-90 工业用 X 射线探伤装置	90kV/0.160mA	1.0×10^3	/
2	VJT-110 工业用 X 射线探伤装置	110kV/0.250mA	1.0×10^3	/
3	Vertex130 型 工业 CT 装置	130kV/0.3mA	1.0×10^3	
4	VJT-130 工业用 X 射线探伤装置	130kV/0.500mA	1.0×10^3	
5	VJT-160 工业用 X 射线探伤装置	160kV/4.1mA	2.5×10^3	/
6	VJT-200 型 工业用 X 射线探伤装置	200kV/2.5mA	2.5×10^3	/
7	VJT-225 型 工业用 X 射线探伤装置	225kV/ 8mA	5×10^3	/
8	VJT-320 型 工业用 X 射线探伤装置	320kV/6.25mA	5×10^3	/
9	VJT-450 型	450kV/10mA	5×10^3	/

	工业用 X 射线探伤装置			
10	VJT-XQUIK II 型 工业用 X 射线探伤装置	70kV/3.5mA	1.0×10^3	/
11	VJT-XQUIK III 型 工业用 X 射线探伤装置	60kV/3mA	1.0×10^3	/

3) 散射线源项

根据 GBZ/T 250-2014, 本项目 X 射线装置的初始 X 射线能量取值见表 9-4。

表 9-4 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值

原始 X 射线/kV	散射辐射/kV
$150 \leq kV \leq 200$	150
$200 < kV \leq 300$	200
$300 < kV \leq 400$	250
450	250

根据《辐射防护手册（第一分册）》P448 的能量散射公式计算一次散射能量与初级射线能量的比值，公式如下：

$$\frac{E}{E_0} = \frac{1}{1 + \frac{E_0}{0.511}(1 - \cos\theta)} = \frac{1}{1 + \frac{E_0}{0.511}(1 - 0)} = \frac{0.511}{0.511 + E_0}$$

450kV 射线经过一次散射后的射线能量约为 239.3kV，故本项目散射线保守按 250kV 进行计算。

二、非放射性污染

废气：X 射线装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），测试车间通风良好，少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风排至车间外部，测试车间体积 8000m³，换气次数不小于 3 次/h，故车间排风量不小于 24000m³/h。臭氧在空气中 50 分钟可自动分解为氧气。

X 射线装置接通高压后发射 X 射线，产品测试期间无废水、固体废物产生。

固废：本项目工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后，定期交由城市环卫部门处理。

废水：本项目工作人员产生的生活污水，通过生活污水管网排入园区污水处理厂。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、项目工作场所布局及分区

27-E 厂房东侧、南侧为道路，西侧为凯斯库汽车部件（苏州）有限公司，北侧为 27-D 厂房。X 射线装置调试区位于 27-E 厂房内部，其四周皆为过道或厂房外。本项目位于公司 27-E 厂房内，为了加强管理，做好辐射安全防护工作，公司按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求在辐射工作场所内划定控制区和监督区。本项目 X 射线装置为自屏蔽设备。

在 27-E 厂房内公司拟以 X 射线装置自带屏蔽体内作为控制区（本项目射线装置在装置测试区域内，所在位置不固定，故本报告暂时以装置测试区域为控制区），以测试车间的建筑边界作为监督区边界（见附图 3）。

控制区管理：每台 X 射线检测装置铅房安装门机联锁，装置显著位置设置电离辐射警告标志，装置铅房顶部设置工作状态指示灯，开机调试期间任何人不得打开铅房防护门，一旦防护门被打开，将立即触发联锁装置，使设备停机。

监督区管理：加强辐射工作场所监督区入口管理，设置门禁系统，工业用 X 射线探伤装置生产车间禁止公众进入。辐射工作人员进入监督区必须携带个人剂量计和合格的个人剂量报警仪。

本项目辐射防护分区的划分符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中关于辐射工作场所的分区规定，企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的，可有效加强辐射安全管理。

二、辐射防护屏蔽设计

本项目 X 射线装置的尺寸与屏蔽厚度根据客户的需求定制，故选取公司目前制作的同型号 X 射线装置中尺寸最小，防护参数最小进行计算。

表 10-1 本项目 X 射线装置屏蔽设计参数

序号	设备名称及型号	铅房关注位置	屏蔽材料及厚度
1	VJT-90 型	正面	3.5mm 铅板
	工业用 X 射线探伤装置	防护门	3.5mm 铅板

	(1360*1200*1720)	背面	3.5mm 铅板
		左面	3.5mm 铅板
		右面	3.5mm 铅板
		顶面	3mm 铅板
		底面	1mm 铅板
2	VJT-110 型 工业用 X 射线探伤装置 (1360*1200*1720)	正面	5mm 铅板
		防护门	3.5mm 铅板
		背面	3.5mm 铅板
		左面	3.5mm 铅板
		右面	3.5mm 铅板
		顶面	3mm 铅板
		底面	1mm 铅板
3	Vertex130 型 工业 CT 装置 (1300*1200*1900)	正面	4mm 铅板
		防护门	5.4mm 铅板
		背面	4mm 铅板
		左面	4mm 铅板
		右面	4mm 铅板
		顶面	4mm 铅板
		底面	4mm 铅板
4	VJT-130 型 工业用 X 射线探伤装置 (1360*1200*1720)	正面	4mm 铅板
		防护门	5.4mm 铅板
		背面	4mm 铅板
		左面	4mm 铅板
		右面	4mm 铅板
		顶面	4mm 铅板
		底面	4mm 铅板
5	VJT-160 型 工业用 X 射线探伤装置 (4435*3000*2750)	正面	9mm 铅板
		防护门	9mm 铅板
		背面	9mm 铅板

		左面	9mm 铅板
		右面	9mm 铅板
		顶面	9mm 铅板
		底面	9mm 铅板
6	VJT-200 型 工业用 X 射线探伤装置(4435*2140*2600)	正面	靠近球管：10mm 铅板 远离球管：4mm 铅板
		防护门	4mm 铅板
		背面	靠近球管：10mm 铅板 远离球管：4mm 铅板
		左面	靠近球管：10mm 铅板 远离球管：12mm 铅板
		右面	4mm 铅板
		顶面	靠近球管：6mm 铅板 远离球管：4mm 铅板
		底面	靠近球管：6mm 铅板 远离球管：2mm 铅板
7	VJT-225 型 工业用 X 射线探伤装置(2800*1850*2100)	正面	10mm 铅板
		防护门	10mm 铅板
		背面	10mm 铅板
		左面	10mm 铅板
		右面	12mm 铅板,
		顶面	靠近球管：12mm 远离球管：10mm 铅板
		底面	10mm 铅板
	VJT-225 型 工业用 X 射线探伤装置(4380*3270*2850)	正面	靠近球管：15mm 铅板 远离球管：9mm 铅板
		防护门	13mm 铅板
		背面	靠近球管：15mm 铅板 远离球管：9mm 铅板
		左面	9mm 铅板
		右面	15mm 铅板
		顶面	9mm 铅板
		底面	靠近球管：15mm 铅板 远离球管：9mm 铅板
8	VJT-320 型 工业用 X 射线探伤装置(3000*2100*2850)	正面	22mm 铅板
		防护门	22mm 铅板

		背面	22mm 铅板
		左面	22mm 铅板
		右面	40mm 铅板
		顶面	21mm 铅板
		底面	21mm 铅板
9	VJT-450 型 工业用 X 射线探伤装置 (4800*2420*2870)	正面	28mm 铅板
		防护门	28mm 铅板
		背面	28mm 铅板
		左面	28mm 铅板
		右面	45mm 铅板
		顶面	28mm 铅板
		底面	28mm 铅板
10	VJT-XQUIK II 型 工业用 X 射线探伤装置 (1200*750*1150)	正面	2.5mm 铅板
		防护门	2.5mm 铅板
		背面	2.5mm 铅板
		左面	2mm 铅板
		右面	2mm 铅板
		顶面	2mm 铅板
		底面	3mm 铅板
11	VJT-XQUIK III 型 工业用 X 射线探伤装置 (1000*1060*2400)	正面	1.5mm 铅板
		防护门	1.5mm 铅板
		背面	1.5mm 铅板
		左面	1.5mm 铅板
		右面	1.5mm 铅板
		顶面	1.5mm 铅板
		底面	2mm 铅板

三、辐射安全和防护措施

1、对于体积较小（最大管电压为 130kV 以下的 X 射线装置），人员无法进入的 X 射线装置采取如下措施：

(1) 每台 X 射线装置应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束，钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(2) 每台 X 射线装置顶部均设计有工作状态指示灯，并与 X 射线管联锁，开机调试时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。

(3) 每台 X 射线装置的防护门均设计有门机联锁装置，只有当所有防护门均完全关闭后 X 射线管才能出束。操作期间，误打开任何一扇防护门时立即停止 X 射线出束，关上门不能自动开始 X 射线出束。

(4) 每台 X 射线装置醒目位置均设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。

(5) 每台 X 射线装置操作台上均安装急停开关，确保在使用 X 射线检测装置或检修时因需断开联锁装置而出现紧急事故时能立即停止照射。

(6) 加强辐射工作场所所在车间入口管理，X 射线装置调试工作区入口处设置门禁系统，X 射线装置调试工作区禁止公众进入。辐射工作人员进入监督区必须携带个人剂量计和合格的个人剂量报警仪。

2、对于体积较大（最大管电压大于等于 130kV 的 X 射线装置），人员可进入的 X 射线装置采取如下措施：

(1) 每台 X 射线装置应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束，钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(2) 每台 X 射线装置顶部、内部均设计有工作状态指示灯，并与 X 射线管联锁，开机调试时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。

(3) 安装门机联锁装置。防护门拟设置门机联锁装置，即 X 射线管头组装体上的接口和与防护门联锁，只有当防护门完全关闭后 X 射线才能出束，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

(4) 每台 X 射线装置醒目位置均设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。

(5) 设计安装指示灯和声音提示装置。每台 X 射线装置防护门上方、内部

拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，X射线装置工作时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近或在X射线装置外做不必要的逗留。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保装置内人员安全离开，“预备信号”和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

(6) X射线装置内、外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。

(7) 安装紧急停机按钮。每台X射线装置操作台上及装置内均设置紧急停机按钮，确保在使用X射线装置或检修时，出现紧急事故能立即停止照射。按钮的安装，应使人员处在装置内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。紧急停机按钮应设置标明使用方法的标签。

(8) 控制台应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

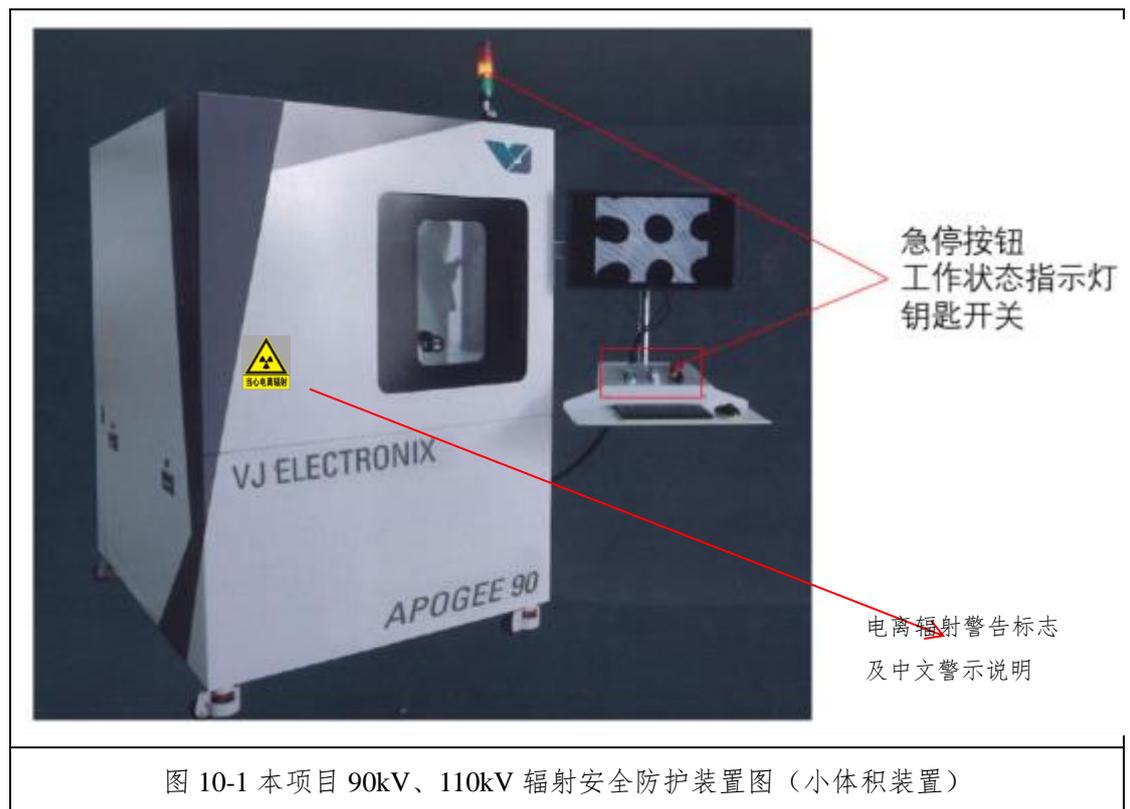


图 10-1 本项目 90kV、110kV 辐射安全防护装置图（小体积装置）

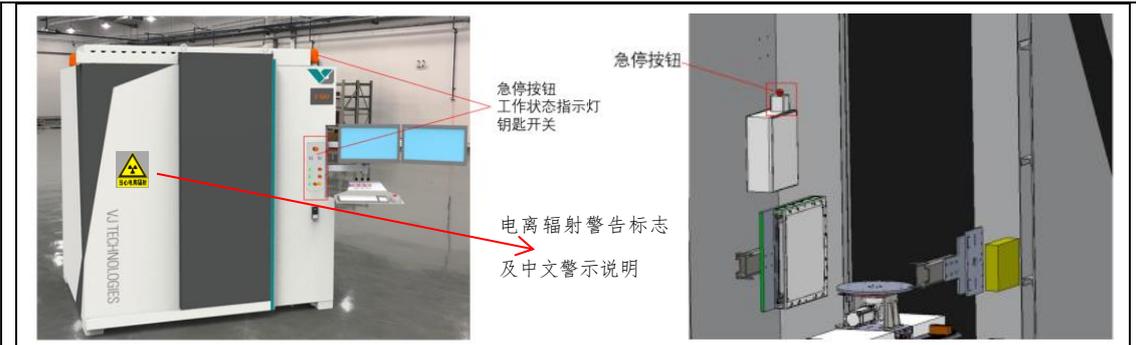


图 10-2 本项目 160kV、225kV 辐射安全防护装置图（大体积装置）

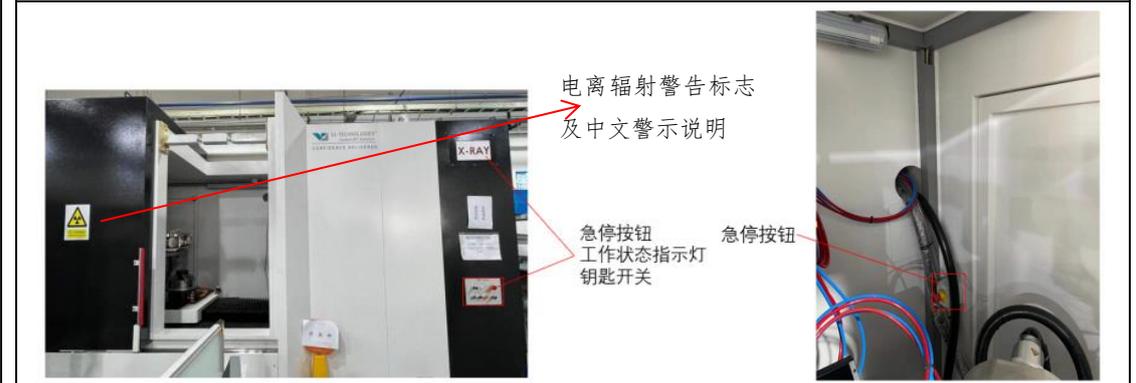


图 10-3 本项目 450kV 辐射安全防护装置图（大体积装置）

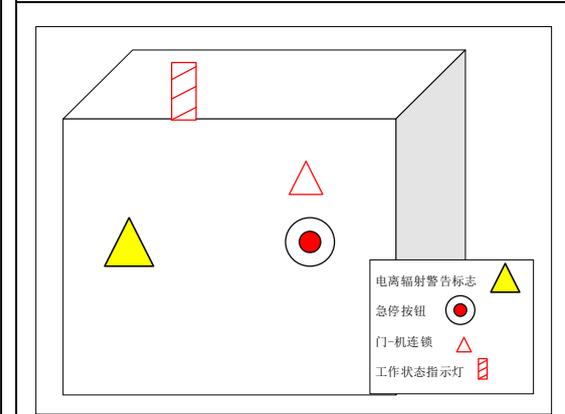


图 10-4 小体积装置辐射安全防护设施图

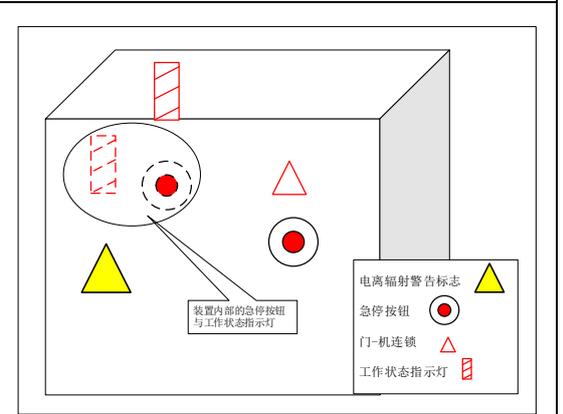


图 10-5 大体积装置辐射安全防护设施图

(9) 每台 X 射线装置四周或铅防护门门口均应设红色警示线，测试时在其周围拉起红色警戒线，禁止非辐射工作人员靠近。

3、本项目车间测试区入口处醒目位置设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。

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。辐射工作场所采用上述辐射安全设计，符合《工业 X 射线探伤放射防护要

求》(GBZ 117-2015)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中有关安全联锁、工作指示灯、警示标志、急停开关等安全设施的要求。

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,开展工业探伤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。

伟杰科技(苏州)有限公司拟配备辐射巡测仪4台、个人剂量报警仪22台(本项目共有18名操作人员,可满足当班人员全部配齐的要求)。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。公司已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放射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

三废处理

①废气: X射线装置在工作状态时,会使空气电离产生微量的臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x),少量臭氧和氮氧化物可通过厂房内内排风装置排出厂房,臭氧在空气中50分钟可自动分解为氧气。

②废水:主要是工作人员产生的生活污水,将进入公司污水处理系统,处理达标后排入城市污水管网。

③固体废物:主要是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。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本次伟杰科技（苏州）有限公司扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所项目拟建址建设属于厂区基础建设的部分工程。测试区建设时主要工作为地基、墙体隔断与内饰装潢，将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，建设施工时对环境会产生如下影响：

1、大气：本项目在建设施工期需进行的地基、墙体隔断等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，设立围挡，并保持施工场地一定的湿度。

2、噪声：整个建筑施工阶段，如地基、墙体拆除、墙体连接等施工中都产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准，尽量采用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

3、固体废物：项目施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托由有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

4、废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

工厂在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在厂区内，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

本项目 X 射线装置按照管电压分类有 11 种，每种 X 射线装置尺寸与屏蔽参数随客户需求定制，本项目选取装置尺寸最小来进行计算，最大管电压 <150kV 时，其散射电压按照最大管电压进行计算，本报告所列 TVL 值见《辐射安全手册》中图 6.4。本项目 VJT-90、VJT-110、VJT-130、VJT-XQUIK II、VJT-XQUIK III 型工业用 X 射线探伤装置球管位于装置的正中间进行测试，且

主束方向竖直向上（VJT-XQUIK II、VJT-XQUIK III 型主束方向竖直向下）；Vertex130、VJT-225、VJT-320、VJT-450 型工业用 X 射线探伤装置球管位于装置正中间偏左约 1/3 处进行测试，主束方向水平向右，X 射线装置球管测试情况示意图见图 11-1~图 11-5（主束方向、球管测试位置相同的装置图中不予重复给出）。

本项目测试区域辐射剂量叠加保守按照公司一年生产的 123 台设备的剂量进行叠加计算。

1、参考点辐射水平估算模式选取

本项目采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式及相关参数估算装置表面外 30cm 处的辐射水平，估算模式如下：

（1）有用线束

有用线束所致参考点辐射剂量率利用公式 11-1 计算：

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-1}$$

式中：I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B—屏蔽透射因子，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 中图 B.1 中取值，见表 11-1；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

（2）非有用线束

① 泄漏辐射

$$H = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-2}$$

式中：H---关注点泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B—屏蔽透射因子；

$$B = 10^{-X/TVL} \quad \text{公式 11-3}$$

式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—《辐射安全手册》中图 6.4，什值层取值见表 11-2；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

H_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 1，小于 150kV 时取 $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ，X 射线管电压大于 150kV 小于 200kV 时取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；大于 200kV 时取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

② 散射辐射所致装置外剂量率利用公式 (11-4) 计算：

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{公式 11-4}$$

式中： B —屏蔽透射因子，散射能量与什值层取值见表 11-3；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

$F \cdot \alpha / R_0^2$ ：参考 GBZ/T 250-2014，取 1/50；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米 (m)。

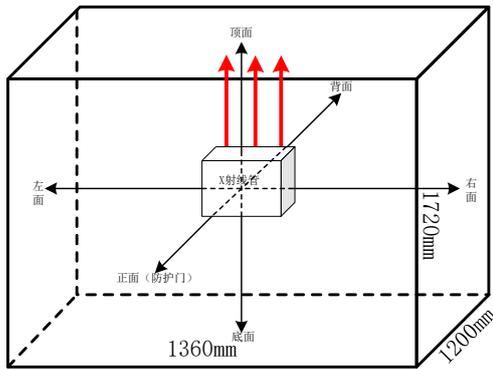


图 11-1 VJT-90 工业用 X 射线探伤装置测试示意图

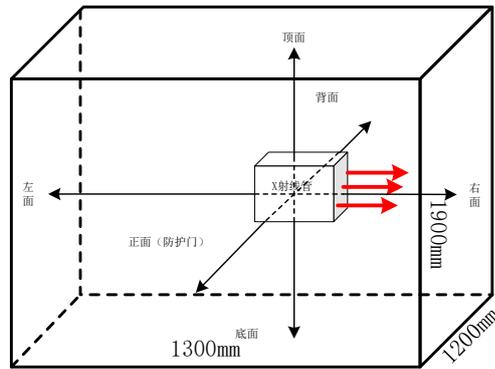


图 11-2 Vertex130 型工业 CT 装置测试示意图

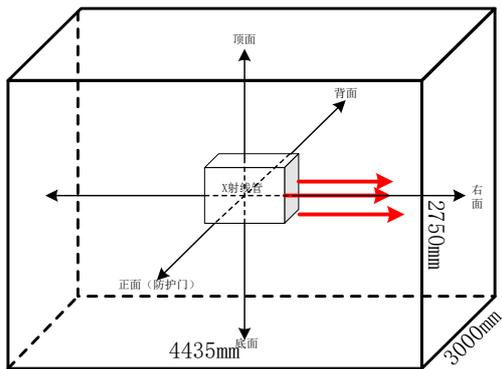


图 11-3 VJT-160 工业用 X 射线探伤装置测试示意图

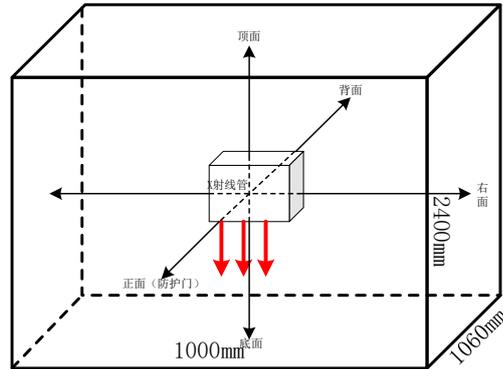


图 11-4 VJT-XQUICK III 型工业用 X 射线探伤装置测试示意图

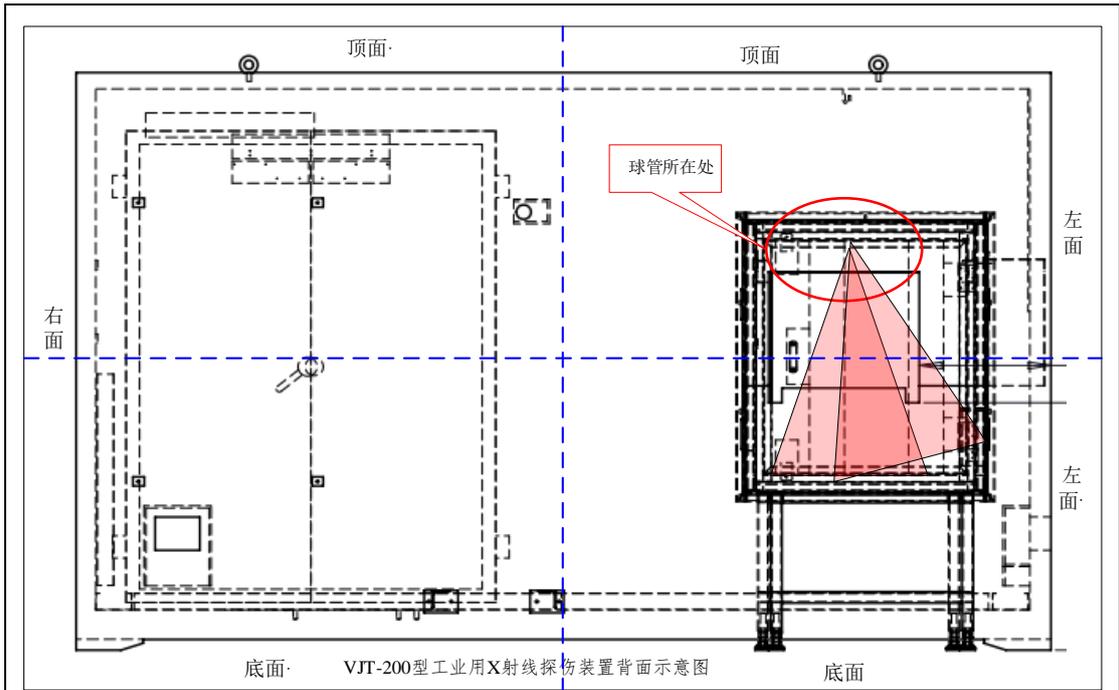


图 11-5 VJT-200 型工业用 X 射线探伤装置球管测试情况示意图

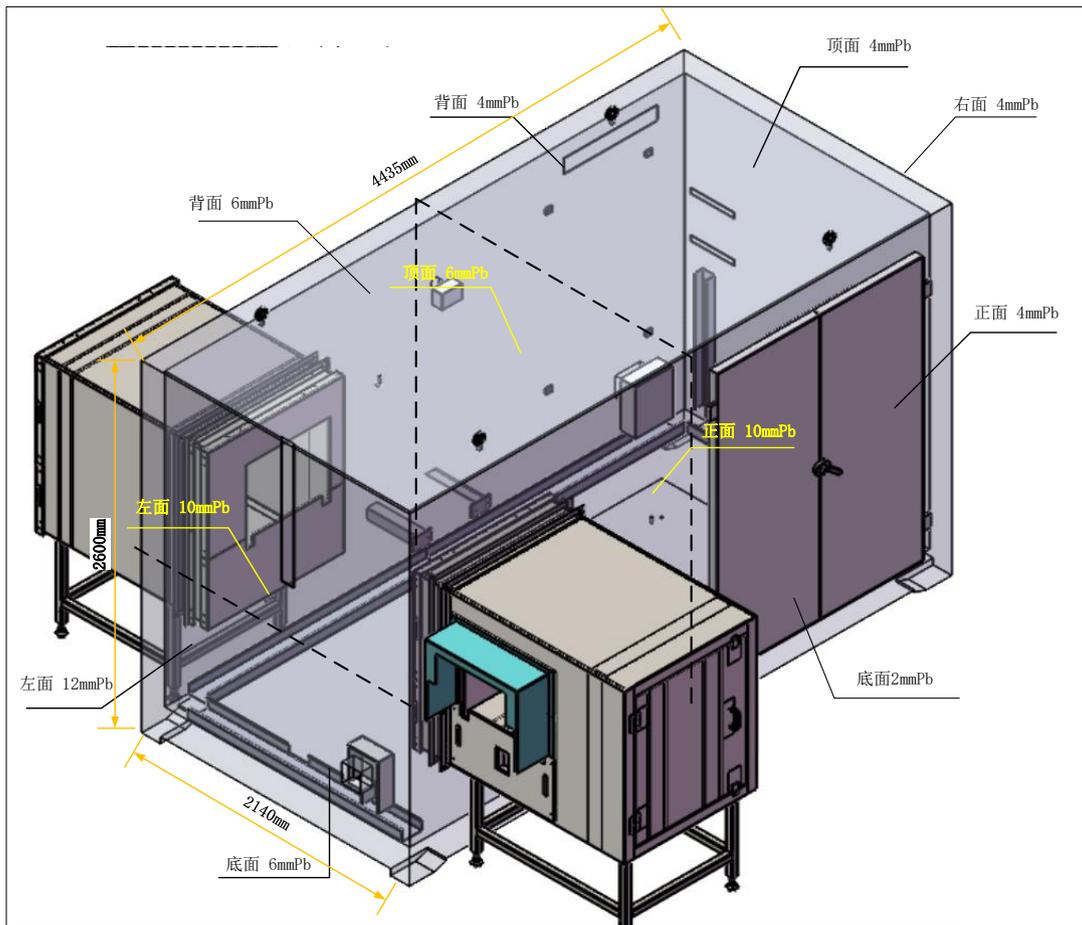


图 11-6 VJT-200 型工业用 X 射线探伤装置尺寸图 (球管在靠左侧 1/4, 靠正面 1/2, 靠顶面 3/1 处)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

注： VJT-200 型工业用 X 射线探伤装置主束方向垂直向下，装置贴地放置，故不考虑地面有用线束方向剂量的影响。

2) 漏射辐射

表 11-2 X 射线装置泄漏辐射剂量率

I									
II									
III									

注：远离球管处的参考点以某面[#]表示

3) 散射辐射

表 11-3 X 射线装置外散射辐射剂量率

注：1、本项目 VJT-110 型工业用 X 射线探伤装置贴地放置，故不考虑装置底部的剂量率影响；

2、以 160 kV X 射线装置为例；

$R_{\text{正面}}$ =被检工件至屏蔽体内壁距离 1.5m+参考点 0.3m=1.8m；

$R_{\text{防护门}}$ =被检工件至屏蔽体内壁距离 1.5m+参考点 0.3m=1.8m；

$R_{\text{背面}}$ =被检工件至屏蔽体内壁距离 1.5m+参考点 0.3m=1.8m；

$R_{\text{左面}}$ =被检工件至屏蔽体内壁距离 2.218m+参考点 0.3m=2.518m；

$R_{\text{右面}}$ =X 光管至屏蔽体内壁距离 2.218m+参考点 0.3m=2.518m；

$R_{\text{顶面}}$ =被检工件至屏蔽体内壁距离 1.375m+参考点 0.3m=1.675m。

表 11-4 X 射线装置辐射剂量率计算结果汇总

		■	■			■	■	■
		■		■	■	■	■	■
■	■	■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■	■			■	■	■
■	■	■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■	■			■	■	■
		■		■	■	■	■	■
■	■	■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■		■	■	■	■	■
		■	■			■	■	■

[REDACTED]							
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						
[REDACTED]							
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						
[REDACTED]							
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						
	[REDACTED]						

注：1、*取表 11-3、表 11-4 中同侧点位最大值进行剂量估算；

2、本项目在调试 VJT-200 型工业用 X 射线探伤装置时，辐射工作人员在靠近球管的一侧工作。

由表 11-4 结果可知，X 射线装置外 30cm 处周围剂量当量率最大 1.63μSv/h，能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的标准要求及本项目“工业 X 射线发生器屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h”的管理目标限值要求。

二、辐射工作人员和公众剂量估算

$$H_c = H_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T$$

公式 11-5

式中： H_c ：年受照剂量，mSv/a；

$H_{c,d}$ ：参考点处辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T ：居留因子，无量纲，根据 GBZ/T250-2014 中附录 A，工作人员在装置正面进行操作，正面与防护门点位取 1，其他点位取 1/4 或 1/16。

t ：年受照时间，每台装置调试工作时间约为 10h。

U ：探伤装置向关注点方向照射的使用因子，根据 GBZ/T250-2014 保守取 1。

人员受照剂量估算结果见表 11-5。

表 11-5 单台 X 射线装置人员年受照剂量计算结果

序号	姓名	性别	出生日期	身份证号	工种	岗位	受照时间 (h)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	使用因子	年受照剂量 (mSv/a)	
											估算值	限值
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]							
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]							
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
3	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]							
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
							[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

量 $<0.01\text{mSv/a}$ 。

3) 天空反散射辐射影响分析:

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中“3.1.2 b) 1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的辐射在相应关注点的剂量率总和, 应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 $H(\mu\text{Sv/h})$ 加以控制。

根据表 11-5, 本项目自屏蔽装置顶部外 30cm 处辐射剂量率为 $1.63\mu\text{Sv/h}$, 经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于 $1.63\mu\text{Sv/h}$, 能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

4) 缝隙管孔和薄弱环节的防护效果分析

每台 X 射线装置均设置电缆孔, 电缆孔处设有铅挡板防护, 每个自屏蔽装置薄弱处的辐射剂量率不大于各参考点的最大辐射剂量率, 故薄弱处的年有效受照剂量及周剂量率也满足上述要求。

本项目自屏蔽装置是非标设备, 根据客户需求进行定制, 公司定制的设备尺寸皆不小于本报告所列尺寸, 铅厚不小于本报告所列屏蔽厚度, 则其屏蔽满足相关要求。

由于其实际工作中 X 射线装置曝光及操作时间的不确定性, 辐射工作人员需要依靠佩戴个人剂量计进行跟踪性监测才能准确的测定其受照剂量的大小, 按照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019) 要求进行佩戴, 工厂应加强对辐射工作人员的个人剂量监测管理, 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、卫生健康部门调查处理。

综上所述, 本项目 X 射线装置屏蔽设计能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求及本项目“工业 X 射线发生器屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的管理目标限值要求。本项目所用 X 射线装置、X 射线发生器辐射防护能够满足《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有

效剂量限值要求以及本项目管理目标要求(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)。

三、三废影响分析

①废气：X 射线装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，少量臭氧和氮氧化物可通过厂房内内排风装置排出厂房，臭氧在空气中 50 分钟可自动分解为氧气。本项目测试车间通风换气次数应不小于 3 次/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

②废水：主要是工作人员产生的生活污水，将进入公司污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网。

③固体废物：主要是工作人员产生的一般生活垃圾，经分类收集后，将交由城市环卫部门处理。

事故影响分析

1. 最大可信辐射事故

本项目 X 射线检测装置只有在开机调试时才产生 X 射线，因此，X 射线检测事故多为开机误照射事故，主要有：

(1) 由于安全联锁装置失灵，X 射线检测装置在开机调试时防护门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到检测调试装置外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

(2) 维护、检修误照。X 射线检测装置在调试过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

2. 事故后果

本项目中的 X 射线装置属于 II 类射线装置，为中危险射线装置。当发生门机联锁失灵导致意外照射事故工况下，人员若按规定佩戴了合格的报警仪，人员可立即知晓并按下急停开关，设备可立即停止出束，有效减少人员受照时间和受照剂量。短时间照射，可能造成人员受照剂量偏高或者超剂量约束值或者超剂量限值照射后果。长时间、大剂量照射可能引起急性放射性损伤，甚至导致死亡。

3. 事故预防措施

分析事故发生原因，此类事故大都是人为因素，由于忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事故。为预防辐射事故发生，企业采取以下事故预防措施：

(1) 企业内部加强辐射安全管理，辐射安全管理人员定期监督检查。

(2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每天设备开机运行前，检查确认安全联锁、急停开关、工作指示灯等各项安全措施的有效性，杜绝联锁装置旁路情况下开机操作。

(3) 辐射工作人员注意佩戴好个人剂量计、报警仪等监测仪表。辐射工作人员操作时携带有效的个人剂量报警仪。

(4) X 射线装置开机测试期间，至少 2 人或以上共同作业，开机状态下人员不得脱岗。

(5) 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 1 小时内向当地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，还应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

本项目涉及的 X 射线装置属 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用 II 类射线装置的单位，应当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，并对辐射防护负责人进行辐射安全培训。

伟杰科技（苏州）有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司已建立的辐射安全管理制度：《X-ray 设备操作安全作业指导书》《X-ray 岗位职责制度》《X-ray 检测人员辐射防护培训制度》《X-ray 设备维修维护制度》《X-ray 检测使用情况表（使用登记制度）》《X-ray 检测人员培训计划》《X-ray 放射工作监测作业指导书》《X-ray 事故应急制度》《X 射线装置使用管理制度》。公司应根据本次扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所项目修订相关文件，明确公司相关辐射项目的管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。本项目辐射管理人员与辐射工作人员需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，考核合格后方可上岗；同时如有辐射培训证书到期人员还应及时参加生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。本项目拟配备的辐射工作人员为公司原有工作人员，已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的考核，取得辐射安全培训证书。

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”。

企业应根据本项目的特点及以下内容制定并完善相关制度，并落实到实际工

作中，严格执行，加强辐射安全管理。

1) 操作规程：针对本项目 X 射线装置制定操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作时必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

2) 岗位职责：明确与本项目内容相关的管理人员、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，并层层落实。

3) 辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责实时 X 射线装置项目防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查。

4) 设备维修制度：明确 X 射线装置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，并做好记录。确保射线装置、安全措施（警示标志、工作状态指示灯）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

5) 人员培训计划和健康管理制：明确本项目的培训对象、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》，辐射工作人员均须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。企业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。

6) 监测方案：制订辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。对辐射工作人员进行个人剂量监测并建立个人剂量档案，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、卫生健康部门调查处理；企业应当按照有关标准、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。

辐射监测

1. 环境监测方案

企业已制定了辐射环境监测方案和个人剂量监测管理制度，内容主要是：

（1）个人剂量监测

所有辐射工作人员配备个人剂量计，开展辐射工作时随身佩戴，定期（每3个月）委托有资质单位开展个人外照射剂量监测。本项目 X 射线装置运行时，需保证至少 2 名辐射工作人员在现场，现场配备 22 台移动式报警仪。如果个人外照射剂量超过 5mSv/a，立即查明原因，采取改进措施，暂停辐射工作；并在接到职业人员个人剂量监测报告之日起 5 日内上报生态环境、卫生健康行政主管部门调查处理，剂量值超过国家标准年限值（20mSv/a），则视情况对受照人给予及时送医检查和治疗。

（2）环境监测

企业每年委托有资质单位对设备开机时环境辐射水平进行一次年度监测。企业内配备巡检仪，企业定期自我进行环境水平检测，并保留记录。在年度检测和企业自我检测时发现异常情况，立即采取应急措施，并在 1 小时之内向县（市、区）或者设置区的市生态环境行政主管部门报告。

2. 环境监测仪器配备

企业为每个辐射工作人员配备 1 枚个人剂量计，开展辐射工作时随身佩戴。企业配备 4 台辐射巡检仪，22 台个人剂量仪，定期自检。

辐射事故应急

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，伟杰科技（苏州）有限公司已制定辐射事故应急预案，明确建立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。并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练。

对于在企业定期监测或委托监测时发现异常情况的，企业应根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》（原国家环保总局，环

发〔2006〕145号）和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急预案，采取必要防范措施，并在事故发生后1小时内向所在地生态环境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；并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境行政主管部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政主管部门报告。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

伟杰科技（苏州）有限公司拟在苏春工业坊 27-E 单元扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所，在 27-E 厂房内新增 11 种射线装置（包括 10 台 VJT-90 型工业用 X 射线探伤装置、10 台 VJT-110 型工业用 X 射线探伤装置、13 台 Vertex130 型工业 CT 装置、5 台 VJT-130 型工业用 X 射线探伤装置、20 台 VJT-160 型工业用 X 射线探伤装置、20 台 VJT-200 型工业用 X 射线探伤装置、5 台 VJT-225 型工业用 X 射线探伤装置、5 台 VJT-320 型工业用 X 射线探伤装置、5 台 VJT-450 型工业用 X 射线探伤装置、15 台 VJT-XQUIK II 型工业用 X 射线探伤装置、15 台 VJT-XQUIK III 型工业用 X 射线探伤装置），每台装置调试工作时间约为 10h。

二、项目建设的必要性及产业政策符合性

本项目的运行，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修正）和《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年本）》（2013 年修订），不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家和江苏省现行的产业政策。

三、实践正当性

本项目建成投运后，将有利于提升公司产品产量，增加经济效益，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

伟杰科技（苏州）有限公司位于中国（江苏）自由贸易试验区苏州片区苏州工业园区星龙街 428 号苏春工业坊，苏春工业坊位于苏州工业园区，东侧及南侧均为河道，西侧为星龙街、龙潭路、青丘街，北侧为现代大道。

27-E 厂房东侧、南侧为道路，西侧为凯斯库汽车部件（苏州）有限公司，北侧为 27-D 厂房。

X 射线装置调试区位于 27-E 厂房内部，其四周皆为过道或厂房外。

本项目拟建址周围 50m 评价范围内无居民区和学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目涉及的辐射工作人员、厂区内其他工作人员、其他工业企业工作人员及周围其他公众等，项目选址可行。

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，根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

本项目测试装置与操作位分开，区域划分明确，选址及布局合理。

五、辐射环境现状

伟杰科技（苏州）有限公司扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所项目拟建址周围环境 γ 辐射剂量率在 65nGy/h~76nGy/h 之间，与江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果相比较，均未见异常。

六、环境影响评价

根据理论估算结果，伟杰科技（苏州）有限公司扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所项目在做好个人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的目标管理值要求（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）。

调试 X 射线装置过程中会使装置内的空气电离产生臭氧和氮氧化物，通过排风系统排出车间外，进入大气中。臭氧常温下 50 分钟可以自行分解为氧气。

七、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

本项目在测试车间的入口处和 X 射线装置的醒目位置均设置“电离辐射”警示标志,射线装置顶部安装工作指示灯,防护门和 X 射线出束实现门机联锁,操作台上安装急停开关。上述安全设施满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)、《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》(GBZ 117-2022)中有关门机联锁、急停开关、安全警示标识等安全措施要求。

八、辐射安全管理评价

伟杰科技(苏州)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。公司拟将本项目纳入公司的辐射日常管理工作,并针对本项目具体情况对各管理制度进行修订完善。公司还应在以后的实际工作中持续对各管理制度进行补充和完善。

伟杰科技(苏州)有限公司拟为本项目配置 30 名辐射工作人员,公司需为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。伟杰科技(苏州)有限公司拟配备辐射巡测仪 4 台、个人剂量报警仪 22 台。

综上所述,伟杰科技(苏州)有限公司扩建 X 射线装置生产、销售、使用场所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。

建议与承诺

1、该项目运行中,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、定期进行辐射工作场所的检查及监测,及时排除事故隐患。

3、公司取得本项目环评批复,本项目在建设完成投入使用前,应及时重

新申请换领辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作。环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，需要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。

辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全 管理机构	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。公司已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	本项目 X 射线装置的四周屏蔽体、防护门及顶部和底部均采用铅板或铅板加钢板进行屏蔽，具体屏蔽设计参数见表 10-1。	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目标管理值要求。	10
	本项目测试车间在入口处醒目位置设置“电离辐射”警示标志，射线装置顶部安装工作指示灯，防护门和 X 射线出束实现门机联锁，操作台上安装急停开关，射线装置四周或铅防护门门口设红色警示线，对于体积较大，人员可进入的装置，设计安装指示灯和声音提示装置。	满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。	
人员配 备	本项目辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，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》要求。	2
	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），并建立放射工作人员职业健康档案。		
监测仪 器和防 护用品	拟配备辐射巡测仪 4 台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	8
	拟配备个人剂量报警仪 22 台。		
辐射安 全管理 制度	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	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	/

	可操作性的辐射安全规章制度。	性同位素与射线装置 安全和防护管理办法》 有关要求。	
总计	/	/	20

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人签字：

公章

年 月 日

审批意见：

经办人签字：

公章

年 月 日