

核技术利用建设项目

常州多利汽车零部件有限公司
新建 X 射线实时成像检测装置项目

环境影响报告表

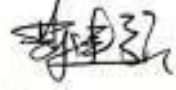


核技术利用建设项目

常州多利汽车零部件有限公司 新建 X 射线实时成像检测装置项目

环境影响报告表

建设单位名称：常州多利汽车零部件有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：常州市金坛区良湖路 1 号

邮政编码：213200

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

打印编号: 1722758007000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	16xx60		
建设项目名称	新建X射线实时成像检测装置项目		
建设项目类别	55-172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称(盖章)	常州多利汽车零部件有限公司		
统一社会信用代码	91320413MACYE3K52K		
法定代表人(签章)			
主要负责人(签字)			
直接负责的主管人员(签字)			
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	江苏翠峰生态环境有限公司		
统一社会信用代码	91320105MA41X28MK6U		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
何萍	2014035320350000003508320552	BH007483	何萍
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
何萍	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH007483	何萍



江苏省企业职工基本养老保险权益记录单 (参保人员)



请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

姓名: 何萍
社会保障号:
现参保单位全称: 江苏翠峰生态环境有限公司

性别: 女
参保状态: 正常
现参保地: 南京市建邺区

共1页 第1页

缴费起止年月	月数	缴费基数 (元)	个人缴费 (元)	单位全称	社会保险经办机构	备注
2024年7月-2024年10月	4	4879	1561.28	江苏翠峰生态环境有限公司	南京市建邺区	
合计	4	--	1561.28	--	--	--

- 备注: 1. 本权益记录单为打印时参保情况, 供参考, 由参保人员自行保管。
2. 本权益单已签具电子印章, 不再加盖鲜章。
3. 本权益单记录单出具后有效期内(6个月), 如需核对真伪, 请使用江苏智慧人社APP, 扫描右上方二维码进行验证(可多次验证)。



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.....	28
表 11 环境影响分析.....	34
表 12 辐射安全管理.....	45
表 13 结论与建议.....	49
表 14 审批.....	53
附图 1 常州多利汽车零部件有限公司地理位置图.....	53
附图 2 常州多利汽车零部件有限公司厂区平面及周边环境示意图.....	53
附图 3 车间一层平面布置图.....	53
附图 4 本项目辐射剂量监测点位图.....	59
附图 5 本项目 X 射线实时成像检测装置防护设计示意图.....	60
附图 6 本项目与常州市生态空间保护区域位置关系图.....	61
附图 7 本项目与金坛区生态空间管控区域（调整后）位置关系图.....	62
附件 1 委托书.....	63
附件 2 射线装置承诺书.....	64
附件 3 辐射屏蔽防护设计说明.....	65
附件 4 厂区立项文件.....	66
附件 5 厂区环评批复.....	67
附件 6 本项目检测报告.....	72
附件 7 本项目 X 射线实时成像检测装置设备说明书.....	80
附件 8 不动产权证.....	87

表 1 项目基本情况

建设项目名称		常州多利汽车零部件有限公司新建 X 射线实时成像检测装置项目			
建设单位		常州多利汽车零部件有限公司			
法人代表		联系人	陆海萍	联系电话	
注册地址		江苏省常州市金坛区鑫城大道 2898 号			
项目建设地点		常州市金坛区良湖路 1 号常州多利汽车零部件有限公司车间内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)		800	项目环保投资(万元)	50	投资比例（环保投资/总投资） 6.3%
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)	/
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 项目概述					
1.1 建设单位基本情况					
<p>常州多利汽车零部件有限公司注册地址为江苏省常州市金坛区鑫城大道 2898 号，本项目建设地点位于常州市金坛区良湖路 1 号常州多利汽车零部件有限公司车间内（不动产权证见附件 8）。公司专业从事汽车零部件及配件制造；汽车零部件研发；汽车零配件批发；汽车零配件零售；模具制造；模具销售；紧固件制造；紧固件销售；通用零部件制造；金属工具制造；金属工具销售；机械零件、零部件加工；机械零件、零部件销售；有色金属铸造；有色金属压延加工等。</p> <p>常州多利汽车零部件有限公司汽车精密零部件及一体化底盘结构件一期项目环</p>					

境影响报告表已于2024年4月22日取得常州市生态环境局的批复(常金坛环审(2024)55号)。本项目为汽车精密零部件及一体化底盘结构件配套的无损检测工序,为生产的汽车精密零部件及一体化底盘结构件进行无损检测,提高产品质量。目前“汽车精密零部件及一体化底盘结构件”已立项备案,并取得江苏金坛经济开发区经济发展局的批复文件(坛开经发备字(2023)186号,见附件5)。

1.2 项目建设规模、目的和任务由来

本项目拟在生产车间内 X 射线检验区新建 2 台 X 射线实时成像检测装置,型号均为 VJT-200 型,最大管电压为 200kV,最大管电流为 6mA,额定功率为 500W。装置铅房体积均为 56m³,正常工作时,人员不可进入;设备检修时,人员可从检修门进入。公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员,每台装置配备 2 名辐射工作人员,拟采取单班制。每台设备年开机曝光时间约为 500 小时。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表 1-1:

表 1-1 常州多利汽车零部件有限公司核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称	型号	数量	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	环评情况及审批时间	辐射安全许可及验收情况	备注
1	X射线实时成像检测装置	VJT-200	2	200	6	II	X射线检验区	未使用	本次环评	未许可	额定功率为500W,主射线定向朝下

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》《建设项目环境影响评价分类管理名录》《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,使用 II 类射线装置的单位应当在申请许可证前编制环境影响评价报告表。受常州多利汽车零部件有限公司委托,江苏翠峰生态环境有限公司承担该项目的环境影响评价工作。环评单位通过资料调研、现场监测和评价分析,确认本项目 X 射线实时成像检测装置属《射线装置分类》中“工业用 X 射线探伤装置”,虽然屏蔽结构为制式自屏蔽,但维修时人员可以进入装置内部。根据部长信箱《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机理解的回复》,界定为“其他工业用 X 射线探伤装置”,按照 II 类射线装置管理,因此编制该项目环境影响报告表。

2 项目周边环境

本项目建设地点位于常州市金坛区良湖路1号生产车间内,本项目拟建车间地理

位置图见附图1。公司厂区东侧为普洛斯常州智慧供应链园区；南侧为江苏凯泰电力设备有限公司及空地；西侧为良湖路；北侧为良常路。厂区周边环境概况图见附图2。

本项目2台X射线数字成像检测装置拟紧邻呈东西布置，从东至西依次为1号装置、2号装置，均位于厂区生产车间中部东侧X射线检验区，该生产车间为地上1层结构，本项目2台X射线数字成像检测装置东侧50m范围内依次为缓冲区及普洛斯常州智慧供应链园区（最近为46m），南侧为生产区，西侧为缓存区，北侧为去毛刺区及生产车间其他工作区。项目厂区总平面布置图详见附图2，生产车间平面布置图详见附图3。

本项目2台X射线实时成像检测装置周围50m范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员、公司内其他工作人员及普洛斯常州智慧供应链园区内工作人员。

3 选址合理性

本项目位于常州市金坛区良湖路1号常州多利汽车零部件有限公司车间内X射线检验区，地理位置图见附图1。2台X射线实时成像检测装置周围50m范围无居民住宅、学校等长期居留的敏感目标，且检测装置拟建址环境辐射环境本底未见异常，故选址合理。

4“三线一单”相符性分析

（1）生态保护红线

对照《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〔2018〕74号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1号），本项目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《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号）、《关于印发常州市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（常环〔2020〕95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和常州市优先保护单元。

（2）环境质量底线

项目建成后，主要污染因子为X射线，无放射性废气、废水、固废产生。通过采取必要的防护措施后，对周围环境造成的电离辐射污染能够达标，不会突破项目所在地环境质量底线。

（3）资源利用上线

本项目新增消耗量较小，电能消耗依托市政供电设施，本项目能耗已在区域规划中统筹考虑，不会超过资源利用上线。

(4) 生态环境准入清单

经对照《市场准入负面清单（2022年版）》，本项目不属于负面清单中禁止事项。同时，本项目也不属于《长江经济带发展负面清单指南（试行2022年版）》中禁止建设类项目，未列入长江经济带发展负面清单。因此本项目符合环境准入负面清单相关要求。

综上所述，本项目建设满足生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，且在环境准入清单中，符合“三线一单”环保要求。

5 实践正当性评价

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加X射线实时成像检测装置周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业对汽车精密零部件及一体化底盘结构件进行内部缝隙缺陷扫描检测，提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

6 公司现有核技术利用项目许可情况

本项目为公司首次开展核技术利用项目，无现有核技术利用项目许可情况。

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
—以下空白—								

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
—以下空白—										

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
—以下空白—										

(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	
1	X 射线实时成像检测装置 (1号装置)	II	1	VJT-200	200	6	对汽车精密零 部件及一体化 底盘结构件进 行内部缝隙缺 陷扫描检测	X 射线 检验区	新建，最大功 率为500W，主 射线朝下	
2	X 射线实时成像检测装置 (2号装置)	II	1	VJT-200	200	6		X 射线 检验区	新建，最大功 率为500W，主 射线朝下	
—以下空白—										

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强 度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注	
										活度 (Bq)	贮存方式	数量		
—以下空白—														

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	气体	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过工件门及通风口排出铅房，排入车间，再通过车间内的通风系统排入外环境，臭氧常温下50分钟可自行分解为氧气，对环境影响较小
—以下空白—								

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), 2015 年 1 月 1 日施行;</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修正), 2018 年 12 月 29 日起施行;</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日施行;</p> <p>(4)《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年修正本(根据 2018 年 10 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议《关于修改〈中华人民共和国野生动物保护法〉等十五部法律的决定》修正));</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修正本), 国务院令 第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起实施;</p> <p>(6)《建设项目环境保护管理条例》国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行;</p> <p>(7)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正版), 生态环境部令 第 20 号) 修正, 2021 年 1 月 4 日起施行;</p> <p>(8)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 中华人民共和国环境保护部 第 18 号令, 2011 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(9)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年修正版), 中华人民共和国生态环境部令 第 16 号令, 2021 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(10)《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>(11)《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》国家环保总局, 环发【2006】145 号, 2006 年 9 月 26 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》, 生态环境部令 第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行;</p> <p>(13)《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>(14)《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;</p>
------------------	--

	<p>(15)《生态环境部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；</p> <p>(16)《关于进一步做好建设项目环境影响评价报告书（表）编制单位监管工作的通知》苏环办（2021）187 号；</p> <p>(17)《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(18)《江苏省自然资源厅关于常州市金坛区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕209 号）；</p> <p>(19)《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日；</p> <p>(20)《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日；</p> <p>(21)《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>(22)《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 日起施行。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；</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》（HJ10.1-2016）；</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》（GB18871-2002）</p> <p>(6)《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其第1号修改单；</p> <p>(7)《职业性外照射个人剂量监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(8)《工业探伤放射防护标准》（ GBZ117-2022）。</p>
<p>其他</p>	<p>报告附件：</p> <p>(1) 委托书（见附件 1）；</p> <p>(2) 射线装置承诺书（见附件 2）；</p>

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">(3) 辐射屏蔽防护设计说明（见附件 3）；(4) 厂区立项文件（见附件 4）；(5) 厂区环评批复（见附件 5）；(6) 本项目检测报告（见附件 6）；(7) 本项目 X 射线实时成像检测装置设备说明书（见附件 7）；(8) 不动产权证（见附件 8）。 |
|--|--|

表 7 保护目标与评价标准

评价范围					
<p>按照 HJ10.1-2016《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》的规定：射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围，确定本项目以 2 台 X 射线实时成像检测装置的自屏蔽铅房实体边界外 50m 作为评价范围（见附图 2）。</p>					
保护目标					
<p>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）、《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）及《江苏省自然资源厅关于常州市金坛区2023年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕209号），本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。本项目与金坛区生态空间管控区域（优化调整后）位置关系图见附图 7。</p> <p>对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。本项目环境保护目标为X射线实时成像检测装置周围活动的辐射工作人员以及公司内的其他非辐射工作人员和公众成员。</p>					
表 7-1 项目 50m 评价范围内环境保护目标分布一览表					
工程名称	环境保护目标		评价范围内敏感目标规模		环境保护要求
			距检测系统最近距离	规模	
新建 X 射线实时成像检测装置项目	辐射工作人员	操作台	南侧 2m	4 人	辐射工作人员年剂量约束值不超过 5mSv
	公众	缓存区工作人员（2 台装置共同的保护目标）	东侧 7m	约 5 人	公众成员年剂量约束值不超过 0.1mSv
		园区道路流动人员（2 台装置共同的保护目标）	东侧 35m	流动人员	
		普洛斯常州智慧供应链园区工作人员（1#装置的保护目标）	东侧 46m	约 5 人	
		生产区工作人员（2 台装置共同的保护目标）	南侧 6m	约 20 人	
		缓存区工作人员（2 台装置共同的保护目标）	西侧 7m	约 10 人	
		去毛刺区工作人员（2 台装置共同的保护目标）	北侧 7m	约 5 人	

	生产车间工作人员（2台装置共同的保护目标）	北侧 20m	约 15 人
	整形区工作人员（2台装置共同的保护目标）	东北侧 9m	约 5 人
	去毛刺区工作人员（2台装置共同的保护目标）	西北侧 22m	约 10 人

评价标准

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

①剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目辐射工作人员及公众的年照射剂量限值，见表 7-2。

表 7-2 辐射工作人员职业照射及公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射剂量限值	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	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

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

②辐射管理分区

6.4.1 控制区

6.4.1.1 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。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 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）

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 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，操作室应避开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。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

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房，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开有用线束的照射的方向。

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管电压下的常用管电流设计屏蔽。

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

综合考虑 GB18871-2002 和 GBZ117-2022，本项目管理目标为：

辐射剂量率控制水平：铅房四周、工件门、维修门表面 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；装置顶上人员可达（装置设置爬梯，用于维修保养），故装置顶上关注点处周围剂量当量率参考控制水平取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

②关注点的周围剂量当量率控制水平：关注点（铅房四侧屏蔽体、工件门、维修门外）的周围剂量当量率参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ 。

③剂量约束值：职业人员年剂量约束值不超过 5mSv ；公众年剂量约束值不超过 0.1mSv 。

5 参考资料

① 《辐射防护导论》，方杰主编

② 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（《辐射防护》1993 年 3 月第 13 卷第二期，江苏省环境监测站）：

表 7-3 江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果（单位： nGy/h ）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 s	7.0	12.3	14.0

注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2]现状评价时,取测值范围数值:即原野为(33.1~72.6) nGy/h; 道路为(18.1~102.3) nGy/h; 室内为(50.7~129.4) nGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

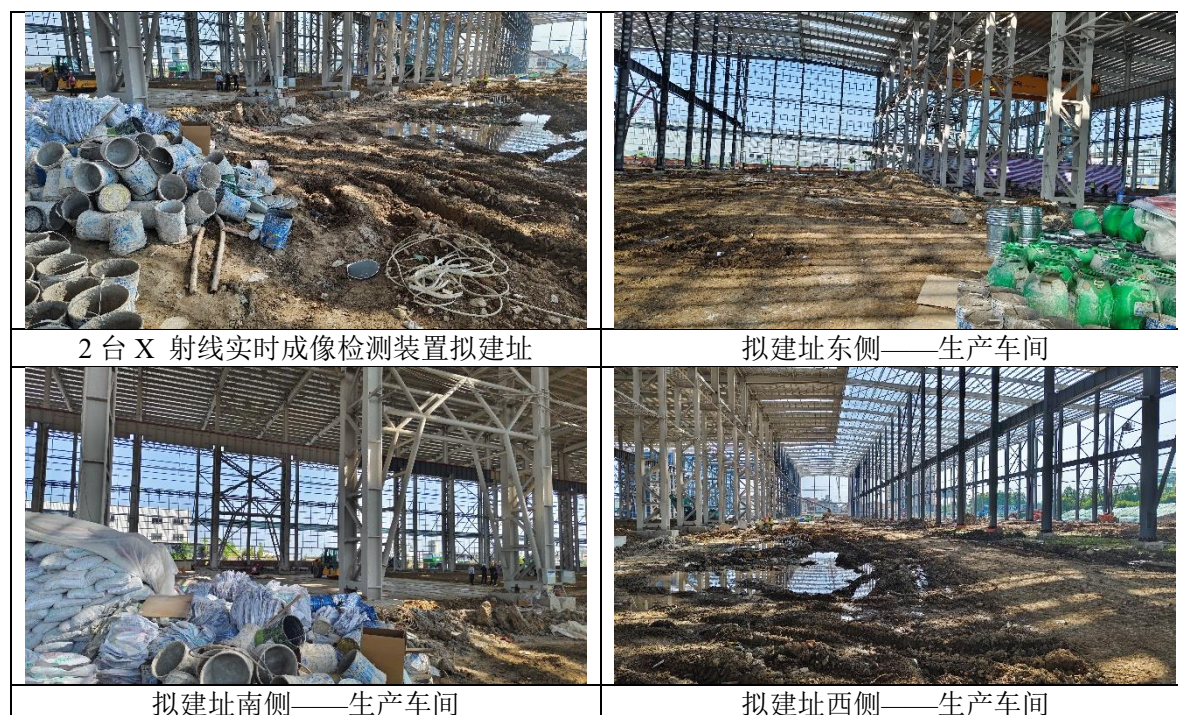
1 项目地理位置、布局及周边环境

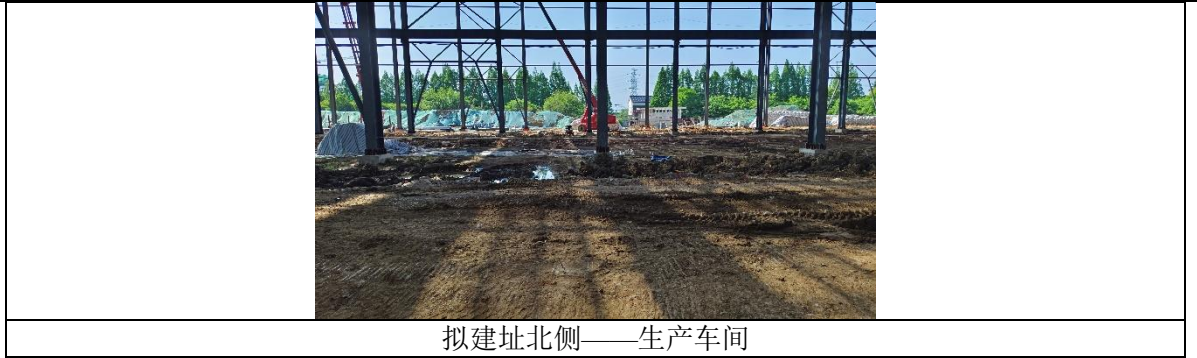
本项目建设地点位于常州市金坛区良湖路 1 号公司车间内，公司地理位置图见附图 1。公司厂区东侧为普洛斯常州智慧供应链园区；南侧为江苏凯泰电力设备有限公司及空地；西侧为良湖路；北侧为良常路。厂区周边环境概况图见附图 2。

本项目 2 台 X 射线数字成像检测装置拟紧邻呈东西布置，从东至西依次为 1 号装置、2 号装置，均位于厂区生产车间中部东侧 X 射线检验区，该生产车间为地上 1 层结构，本项目 2 台 X 射线数字成像检测装置东侧 50m 范围内依次为生产车间及普洛斯常州智慧供应链园区（最近为 46m），南侧、西侧、北侧均为生产车间。项目厂区总平面布置图详见附图 2，生产车间平面布置图详见附图 3。

本项目 2 台 X 射线实时成像检测装置周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员、公司内其他工作人员及普洛斯常州智慧供应链园区内工作人员。

本项目 2 台 X 射线实时成像检测装置拟建址周围环境现状见图 8-1。





拟建址北侧——生产车间

图 8-1 本项目 2 台 X 射线实时成像检测装置拟建址及周围环境现状照片

2 项目所在地环境现状评价

江苏翠峰生态环境有限公司（环境影响评价单位）于 2024 年 6 月 14 日委托南京泰坤环境检测有限公司（监测单位），对常州多利汽车零部件有限公司 X 射线实时成像检测装置拟建址及周边环境进行辐射环境质量现状监测，监测结果详见表 8-1（监测结果均已扣除宇响值），监测报告详见附件 6。

1) 评价对象

项目周边环境辐射环境现状水平。

2) 监测因子

γ 辐射剂量率

3) 监测点位布置

在本项目拟建址周围布置，具体监测点位见附图 4。

4) 监测方法

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）

5) 质量保证措施

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- ②监测方法采用国家有关部门颁布标准，监测人员经考核持有合格证书上岗。
- ③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格方可使用。
- ④每次测量前后均检查仪器的工作状态是否正常。
- ⑤由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- ⑥检测报告严格实行审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人签发。

6) 监测仪器

表 8-1 测量仪器参数一览表

监测仪器	仪器设备	能量相应及测量范围	检定证书编号	有效日期	检定单位
	FH40G-L10+FHZ672E-10 型 X、 γ 辐射监测仪	能量响应范围：40keV~4.4MeV； 测量范围：1nSv/h~100 μ Sv/h	Y2023-0099189	2023.8.22~2024.8.21	江苏省计量科学研究院
监测方法	《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》(HJ 1157-2021)。				

7) 数据记录及处理

环境 γ 辐射剂量率测量结果按照下列公式计算：

$$D_{\gamma} = k_1 \times k_2 \times R_{\gamma} - k_3 \times D_C$$

式中：

D_{γ} ——测点处环境辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

k_1 ——仪器检定/校准因子；

k_2 ——仪器检验源效率因子[$k_2=A0/A$ （当 $0.9 \leq k_2 \leq 1.1$ 时，对结果进行修正；当 $k_2 < 0.9$ 或 $k_2 > 1.1$ 时，应对仪器进行检修，并重新检定/校准），其中 $A0$ 、 A 分别是检定/校准时和测量当天仪器对同一检验源的净响应值（需考虑检验源衰变校正）；如仪器无检验源，该值取 1]；本次取 1；

R_{γ} ——仪器测量读数值均值（空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG 393，使用 ^{137}Cs 和 ^{60}Co 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20 Sv/Gy 和 1.16 Sv/Gy），Gy/h；监测单位使用 ^{137}Cs 作为检定辐射源，系数取 1.20 Sv/Gy；

k_3 ——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1；

D_C ——测点处宇宙射线响应值（由于测点处海拔高度和经纬度与宇宙射线响应测量所在淡水水面不同，需要对仪器在测点处对宇宙射线的响应值进行修正，具体计算和修正方法参照 HJ 61），Gy/h。

3、检测结果及评价

监测结果见表 8-2。

表 8-2 X 射线实时成像检测装置周围辐射剂量率监测结果

序号	检测点位置	检测结果 (nGy/h)
1	1#X 射线实时成像检测系统拟建址处 (平房室内)	53.2
2	2 台 X 射线实时成像检测系统拟建址处 (平房室内)	53.2
3	1#X 射线实时成像检测系统拟建址东侧 (平房室内)	53.1
4	1#X 射线实时成像检测系统拟建址南侧 (平房室内)	53.4
5	2#X 射线实时成像检测系统拟建址南侧 (平房室内)	53.8
6	2#X 射线实时成像检测系统拟建址西侧 (平房室内)	53.5
7	2#X 射线实时成像检测系统拟建址北侧 (平房室内)	53.9
8	1#X 射线实时成像检测系统拟建址北侧 (平房室内)	52.8
9	办公区 (平房室内)	51.4
10	普洛斯常州智慧供应链园区西侧 (道路)	51.6

注：上表所列检测值均已扣除宇响值 (14.4 nGy/h)，并已进行修正。

根据表 8-2 的监测结果可知，本项目实时成像装置周围室内环境 γ 辐射水平在 (51.4~53.9) nGy/h 范围内，道路环境 γ 辐射水平为 51.6nGy/h，均处于江苏省天然辐射水平涨落范围内 (道路为 (18.1~102.3) nGy/h；室内为 (50.7~129.4) nGy/h)。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1 设备组成及工作方式

常州多利汽车零部件有限公司新增 2 台 X 射线数字成像检测装置，型号规格、屏蔽措施、安装布局及技术参数均完全一致，200kV(受功率限制，此时管电流为 2.5mA)，最大管电流为 6mA(受功率限制，此时管电压为 83.3kV)，额定功率为 500W，工作时主射线朝下照射，不会朝向其他方向旋转，用于公司生产的汽车精密零部件及一体化底盘结构件内部缺陷扫描检测。

本项目装置由铅房、2 扇工件门、2 扇检修门、主控制柜、机器人电控柜、一体式 X 射线源(一体式高压发生器、X 射线源控制器和热交换器)、探测器、高压电缆、机械传动装置(载物台及滑轨运动装置)、机器人操控系统、光栏系统及计算机控制台(图像获取与分析软件)等组成。2 台装置均拟将工件门朝南北方向摆放在 X 射线检测区内。本项目 X 射线实时成像检测装置示意图见图 9-1。

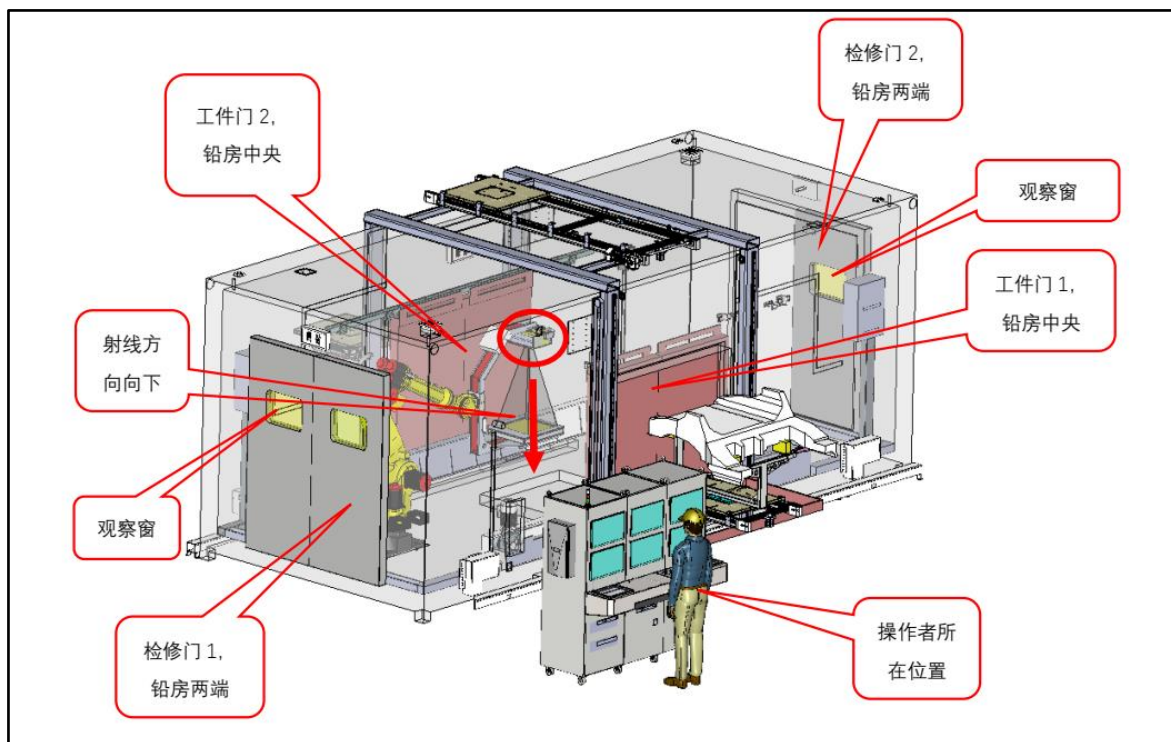


图 9-1 本项目 X 射线实时成像检测装置示意图

根据设备厂家提供资料(附件 7)，X 射线实时成像检测装置相关参数如下：

- 1、最大管电流：6.0mA；

2、最大管电压：200KV；

3、最大额定功率：500W；

4、过滤片：0.5 毫米铜片；

5、主射线出束角为 26° ；

6、当电压和功率达到最大值时，软件中则自动将电流设置为 2.5mA，以达到软件保护的作用。

本项目 X 射线实时成像检测装置射线管可在东西方向、南北方向及上下方向移动，其东西方向移动范围为 3000mm，距东侧、西侧最近距离均为 2200mm；其南北方向移动范围为 2190mm，距南侧、北侧最近距离均为 455mm；其上下方向移动范围为 900mm，距顶部最近距离为 370mm，距底部最近距离为 1526mm。X 射线管照射范围见图 9-2。

图 9-2 本项目 X 射线实时成像检测装置 X 射线管照射范围示意图

本设备共设计有 4 道铅门，工件进出各设置 1 道工件门（轨道平开门，南、北两侧各一道），设备东、西两侧各设置 1 道检修门，其中工件门均为自动门，检修门正常情况下处于关闭状态，只有设备发生故障时，由专业的维修厂家通过专用工具开启检修门。工件经两侧工件门进出铅房，设定曝光参数后，实现工件自动检测。防护门具体位置图 9-3。

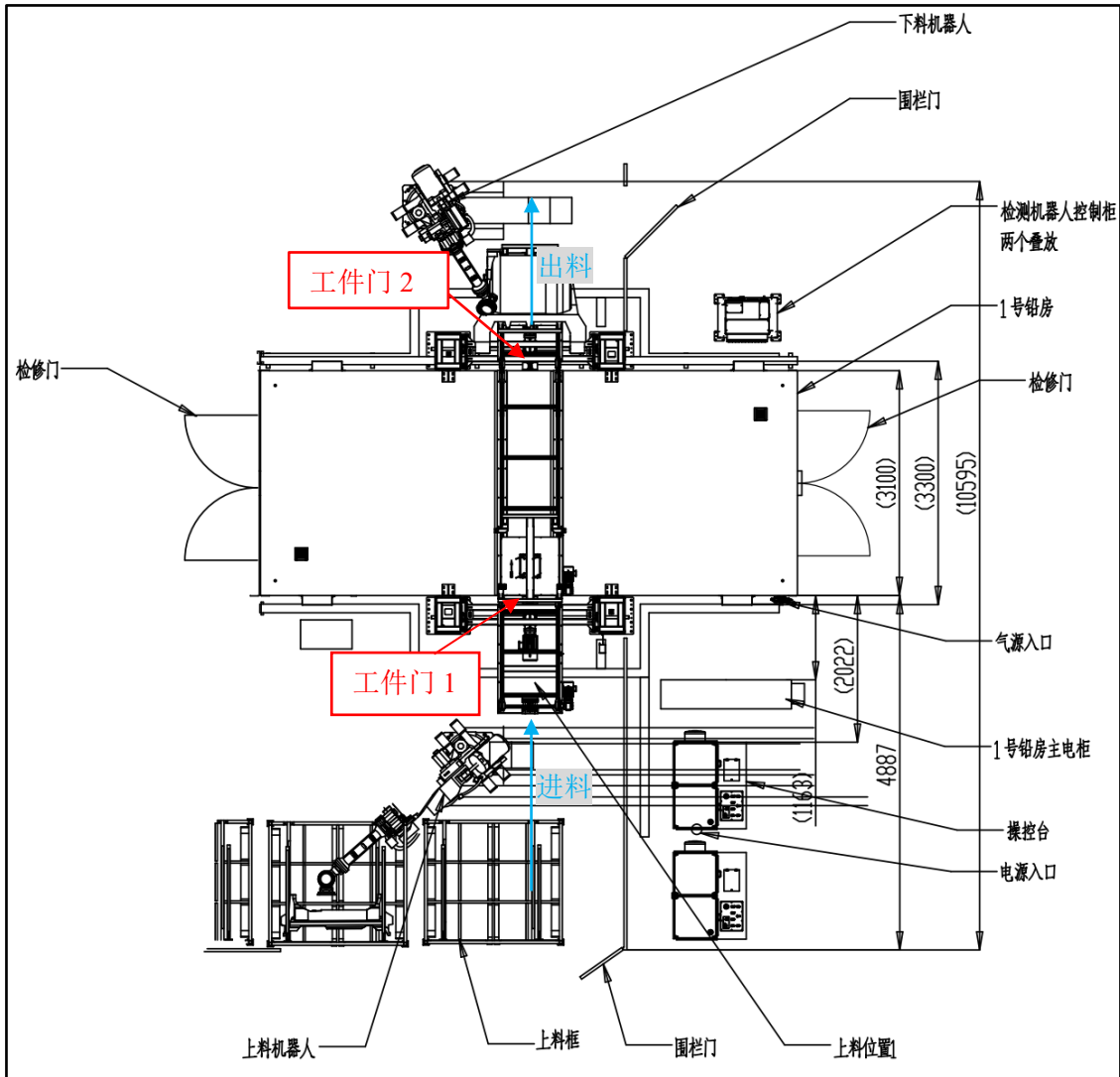


图 9-3 工件传输示意图

2 工作原理

1) 射线产生工作原理

X 射线由 X 射线机产生，X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成，其中 X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线管示意图如图 9-4 所示。X 射线管阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产

生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能（其中的 1%）会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特性辐射。

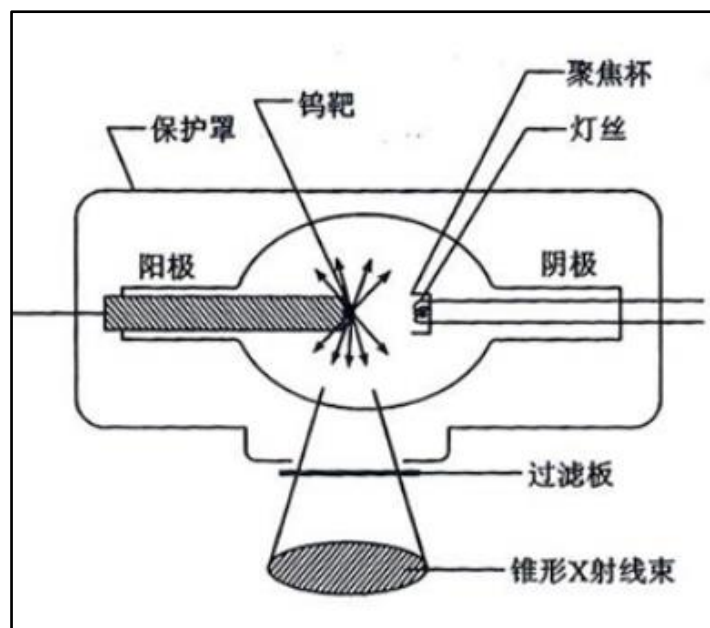


图 9-4 X 射线管示意图

从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线机产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以 X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

2) 无损检测工作原理

X 射线实时成像检测装置以实时成像的技术，取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减，由平板探测器接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测

结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测的目的。

射线源提供扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的图象重建。与射线源紧密相关的直准器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 X 射线扫描时试件的旋转或平移，以及射线源、试件、探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图象重建。

计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图象重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护，一般小型设备自带屏蔽设施。

3 工艺流程及产污环节

本项目 X 射线实时成像检测装置工作时被检测工件放置在载物台后通过工件门 1 自动传输至屏蔽体内进行自动检测，其工作流程如下：

- 1) 开启设备电源及钥匙开关；
- 2) 进行曝光前辐射安全措施交叉检查，主要检查内容包括门机联锁、工作指示灯及固定式场所辐射探测报警装置等安全设施是否正常；
- 3) 打开操作软件、设备自检；
- 4) 由上料机器人把工件放到进料托盘上，工件门 1 自动开启后，工件随托盘进入铅房；
- 5) 设定参数；
- 6) 工作人员开启 X 射线实时成像检测装置进行无损检测，开机会发出 X 射线，并产生少量臭氧及氮氧化物；
- 7) 设备按照预设程序由 X 射线源对工件进行自动采集扫描，X 射线源执行检测工作，自动完成检测，并保存检测数据；
- 8) 完成检测后工件门 2 自动打开，工件随托盘流到铅房出料门口，卸料机器人进行卸料，卸料完成给完成信号，托盘随流水线向上运行到铅房顶部，然后继续运行由上料架接收空托盘到进料口，进行下一轮检测。

其工作流程及产污环节示意图见图 9-5：

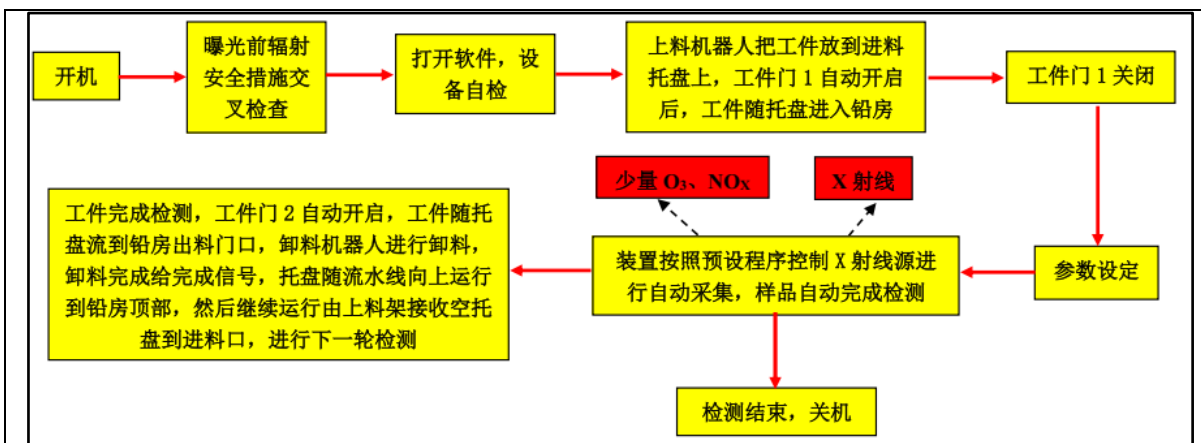


图 9-5 工艺流程及产污环节图

4 劳动定员和工作负荷

公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，每台装置配备 2 名辐射工作人员，拟采取单班制，每班工作 8 小时，年工作时间 300 天。每台设备单批次曝光时间为 1h，年最大检测批次为 500 批次，则全年每台设备开机出束时间为 500h，一年工作 50 周，每周开机出束时间为 10h。4 名辐射工作人员实行单班制，每班每人年受照时间为 500h。

污染源项描述

1 放射性源项

该项目使用的 X 射线实时成像检测装置，只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对 X 射线实时成像检测装置周围工作人员和公众产生一定外照射主要为 X 射线有用线束、泄漏辐射、散射辐射、天空反散射等，因此 X 射线实时成像检测装置在开机曝光期间，本项目主要污染物为 X 射线有用线束、泄漏辐射、散射辐射。

表 9-1 X 射线实时成像检测装置主要放射性源项参数信息表

装置名称	最大管电压	最大管电流	滤过条件	X 射线输出量*	漏射线剂量率	辐射出束角范围	主射线方向
X 射线实时成像检测装置 VJT-200	200kV	6 mA	0.5 mm 铜	10mGy·m ² /(mA·min)	2.5×10 ³ μSv/h	20°	朝下照射

*注：查辐射防护导论附图 4，取 0.5mm 铜滤过条件下，200kV 管电压 X 射线离靶 1m 处的发射率为 10mGy·m²/(mA·min)。

2 非放射性源项

公司 X 射线实时成像检测装置工作时的最大管电压、管电流分别为 200kV、6mA，依据 0.6kV 以上的 X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，因此该项目 X 射线实时成像检测装置在运行时将产生少量的臭氧和氮氧化物。

本项目为 X 射线实时成像检测装置，无洗片废水产生。

辐射工作人员所产生的少量生活垃圾分类收集由环卫部门定期清理，不外排，不会对周围的环境造成影响。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施:

1工作场所布局及分区

常州多利汽车零部件有限公司拟在公司生产车间中部东侧X射线检测区新建2台X射线实时成像检测装置，2台装置主射线均朝下照射。每台X射线实时成像检测装置均包括铅房和操作台等，2台X射线实时成像检测装置操作台均位于1号铅房东南侧，2台X射线实时成像检测装置布局设计均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开”的要求，本项目布局设计合理。

本项目拟将 2 台 X 射线实时成像检测装置铅房作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色阴影区域），在铅房表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将 2 台 X 射线实时成像检测装置操作台及上料区、下料区、机器人控制柜等作为辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色阴影区域），监督区边界采用实体围栏等实体边界，在监督区出入口处的适当地点设立表明监督区的标牌及警示标志，工作时无关人等不得靠近。

本项目 2 台 X 射线实时成像检测装置平面布局及分区图见图 10-1，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》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

2 辐射安全场所屏蔽设计方案

(1) 铅房屏蔽防护设计

本项目 2 台 X 射线实时成像检测装置型号均为 VJT-200 型，铅房屏蔽防护设计见表 10-1，防护设计示意图见附图 4。

表 10-1 本项目 X 射线实时成像检测装置铅房屏蔽设计参数一览表

X 射线检测装置型号	墙体	屏蔽材料及厚度	铅房尺寸参数 (内径)	主射线方向
VJT-200 型	东侧屏蔽体	4mm 钢板+8mm 铅板	7.2m(长)×2.8m (宽)×2.796m (高)	朝下
	南侧屏蔽体	4mm 钢板+10mm 铅板		
	西侧屏蔽体	4mm 钢板+8mm 铅板		
	北侧屏蔽体	4mm 钢板+10mm 铅板		
	工件门	4mm 钢板+10mm 铅板		
	检修门	4mm 钢板+8mm 铅板		
	观察窗(检修门上)	铅当量 8mm		
	顶部屏蔽体	4mm 钢板+8mm 铅板		
	底部屏蔽体(主射线方向)	4mm 钢板+10mm 铅板		

本项目 X 射线数字成像检测系统检测铅房的门洞大小为 1800mm(宽)×1365mm

(高), 工件门大小为1886mm(宽)×1475mm(高), 工件门与各侧屏蔽体搭接宽度不小于50mm, 工件门门缝间隙的设计宽度不大于5mm, 工件门与屏蔽体搭接宽度不小于门缝间隙的10倍。

(2) 铅房电缆孔屏蔽防护设计

本项目2台X射线实时成像检测装置铅房的南侧屏蔽体均设计有电缆孔, 电缆孔处设有4mm钢板+8mm铅板的铅防护罩进行屏蔽, 确保电缆孔不破坏铅房的整体防护效果。

(3) 铅房排风口屏蔽防护设计

本项目2台X射线实时成像检测装置铅房的顶部均安装有机械排风装置, 排风口洞处设有4mm钢板+8mm铅板的铅防护罩进行屏蔽, 确保排风口洞不破坏铅房的整体防护效果。

3 辐射安全和防护措施

本项目2台X射线实时成像检测装置型号一致, 其采取的辐射安全装置和保护措施如下, 示意图见图10-2:

3.1 辐射防护措施

(1) X射线实时成像检测装置铅房南侧拟设置操作台, 操作台处拟设置钥匙开关, 只有在打开操作台钥匙开关后, 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) 铅房防护门(2扇检修门及2扇工件门)均拟设置门-机联锁装置。只有当防护门及检修门完全关闭后X射线才能出束, 在探伤过程中, 防护门被意外打开时, 立即停止X射线照射。

(3) X射线实时成像检测装置的铅房顶部外拟设置2个三色工作状态指示灯, 拟在铅房内、铅房外东侧及西侧设置声光报警仪, 并与X射线管联锁。装置工作时, 警示灯开启, 警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。三色工作指示灯分别为绿色、橙色和红色, 其中绿色灯亮代表设备电源已开启, 橙色灯亮代表X射线源预开启, 红色灯亮代表X射线源打开并处于照射中。企业拟在醒目的位置处张贴“绿色”、“橙色”及“红色”信号意义的说明。出束情况下, 工作指示灯将闪动并发出蜂鸣进行警示, 并与设备联锁。

(4) 铅房外拟设置 1 个视频监控, 铅房内拟设置 2 个视频监控, 以监视辐射工作人员活动及设备运行情况, 监控显示屏位于操作台处。

(5) 工件门及检修门表面张贴符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志及中文警示说明, 提醒无关人员勿靠近该铅房。

(6) 拟在铅房内设置 2 个急停按钮, 操作台处设置 1 个急停按钮, 并标明使用方法, 一旦发生意外, 立即按下靠近的急停按钮, X 射线机的高压即被切断, 可有效的保证人员的安全。

(7) 操作台处拟设置固定式辐射剂量报警仪 (探头位于铅房内侧, 显示屏位于操作台处)。

3.2 操作防护措施

(1) 定期检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

(2) 工作人员工作时, 佩戴常规个人剂量计外, 还应携带个人剂量报警仪, 当剂量率达到设定的报警阈值报警时, 应立即停止检测工作, 并立即向辐射防护负责人报告。

(3) 定期测量铅房外周围区域的辐射剂量率水平, 包括操作位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, 应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 使用便携式 X- γ 剂量率仪前, 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, 则不应开始检测工作。

(5) 在每一次照射前, 工作人员都必须确认铅房内部没有人员驻留并关闭工件门。只有在工件门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下, 才能开始检测工作。

3.3 探伤设备退役措施

当 X 射线数字成像检测系统不再使用时, 应实施退役程序:

(1) X 射线数字成像检测系统的 X 射线发生器应处置至无法使用, 或经监管机构批准后, 转移给其他已获许可机构。

(2) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

本项目采取上述辐射安全措施后, 能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中固定式 X 射线探伤辐射安全的需要。

三废的治理

本项目的 X 射线实时成像检测装置在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生臭氧 (O^3) 和氮氧化物 (NO_x)，产生的少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风装置排出检测铅房，最终通过车间自然排风排入外环境，臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，

对周围环境空气质量影响较小。

本项目为 X 射线实时成像检测装置，无洗片废水产生。

辐射工作人员所产生的少量生活垃圾分类收集由环卫部门定期清理，不外排，不会对周围的环境造成影响。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线实时成像检测装置是由铅房和操作台等组成的一体式设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，没有土建部分，故施工期环境影响可忽略不计。

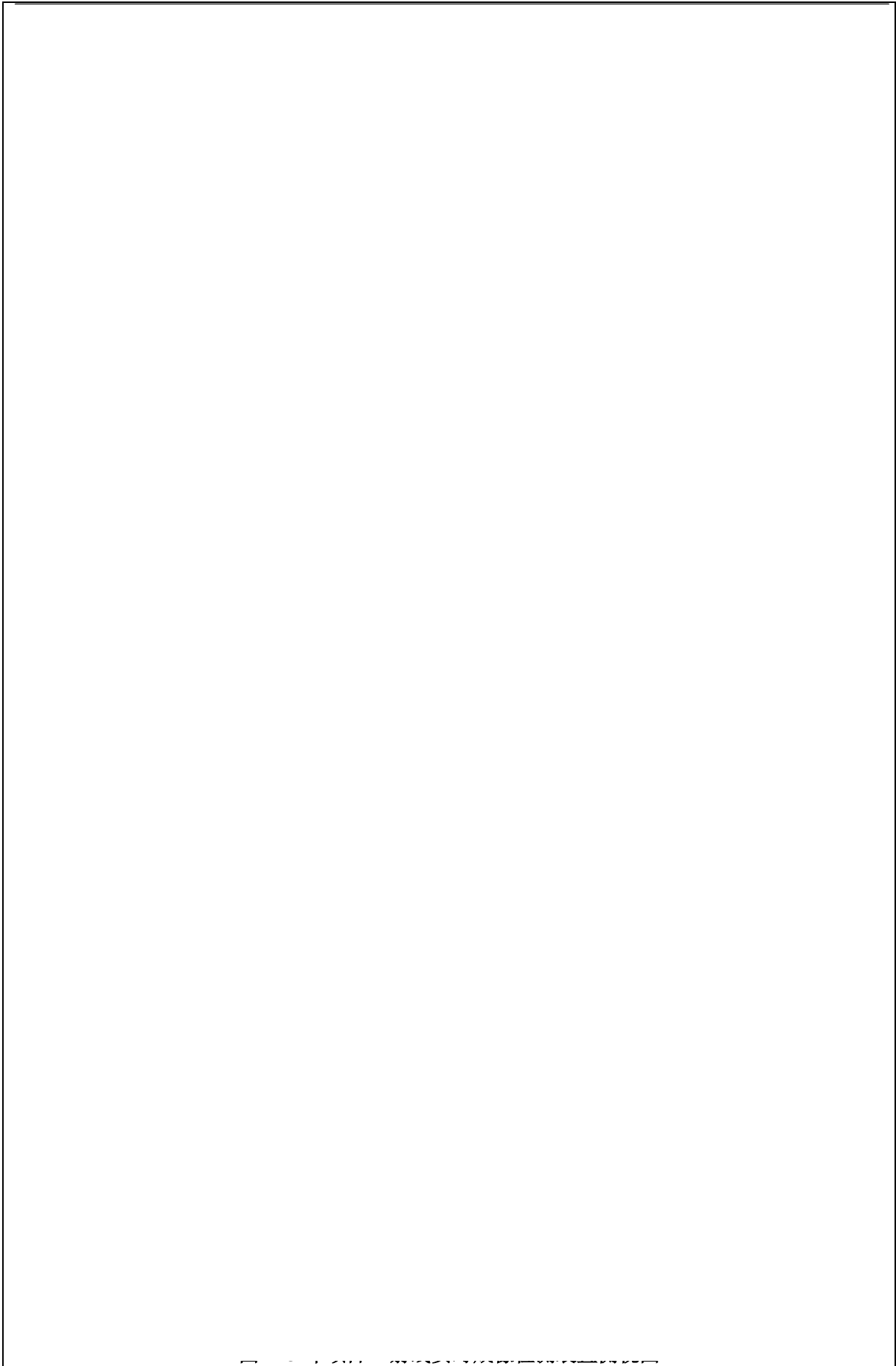
运行阶段对环境的影响

1 运行期环境辐射水平估算

本项目每台 X 射线实时成像检测装置投入运行后每周平均开机曝光时间约 10 小时，年曝光时间为 500 小时。2 台 X 射线实时成像检测装置型号一致，最大管电压均为 200kV，最大管电流均为 6mA，额定功率为 500W，主射线朝下照射。本次评价选取 1 台 X 射线实时成像检测装置满功率运行时的工况进行预测。连续 X 射线的总强度与管电压的平方成正比，与管电流成正比。因此，管电压对辐射源强影响更大，最大工况应是最高管电压的工况。本项目 X 射线管最大管电压为 200kV，受功率限制，此时最大管电流为 2.5mA，将以此参数计算 X 射线铅房的辐射防护屏蔽。

因本项目 X 射线实时成像检测装置运行时主射线朝下照射（主射线出束角为 26° ，X 射线管与底板之间最长距离为 2.626m，可知主射束在底板投影范围 3.39m，超过底板最窄尺寸 2.8m，因此将铅房底部、南侧及北侧均按有用线束照射进行预测计算），故计算时将铅房底部、南侧、北侧屏蔽体、工件门、通风口铅罩均按照有用线束照射进行预测计算，将东侧、西侧及顶部屏蔽体、电缆口铅罩、维修门、观察窗均按照非有用线束照射进行预测计算。本项目预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。

本项目 X 射线实时成像检测装置射线管可在东西方向、南北方向及上下方向移动，其东西方向移动范围为 3000mm，距东侧、西侧最近距离均为 2200mm；其南北方向移动范围为 2190mm，距南侧、北侧最近距离均为 455mm；其上下方向移动范围为 900mm，距顶部最近距离为 370mm，距底部最近距离为 1726mm，计算示意图 11-1、图 11-2 及图 11-3。



1.1 有用射束方向屏蔽效果预测公式

铅房预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中有用线束屏蔽估算的计算公式:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-1)$$

式中: \dot{H} : 关注点处剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

I : X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, mA;

H_0 : 距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的附录表 B.1;

R : 辐射源点(靶点) 至关注点的距离, m。

B —屏蔽透射因子, 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中的附录 B.1 曲线(即图 B.1), 但本项目屏蔽材料厚度超出了图 B.1 中相对应的曲线的范围, 故取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的表 B.2, 在 200kV 下铅的 TVL 为 1.4mm, 按公式(11-2) 计算得出:

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-2)$$

式中: X —屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL —屏蔽材料的什值层厚度。

1.2 非有用线束屏蔽效果预测公式

非有用线束方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中非有用线束屏蔽估算的计算公式:

① 泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (11-3)$$

式中: \dot{H} : 关注点处剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

\dot{H}_L : 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$, 取值参考工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的表 1;

R : 辐射源点(靶点) 至关注点的距离, m。

B : 屏蔽透射因子, 由公式(11-2) 计算得出;

② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-4)$$

式中： \dot{H} ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的附录表 B.1；

B ：屏蔽透射因子，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中表 2 确定 90°散射辐射的射线能量，然后由公式 (11-2) 计算得出；

F ： R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ：散射因子，入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以用水的 α 值保守估计，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的附录 B 表 B.3；

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

1.3 参考点的年剂量水平估算公式

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (11-5)$$

式中： H_c ：参考点的年剂量水平， mSv/a ；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

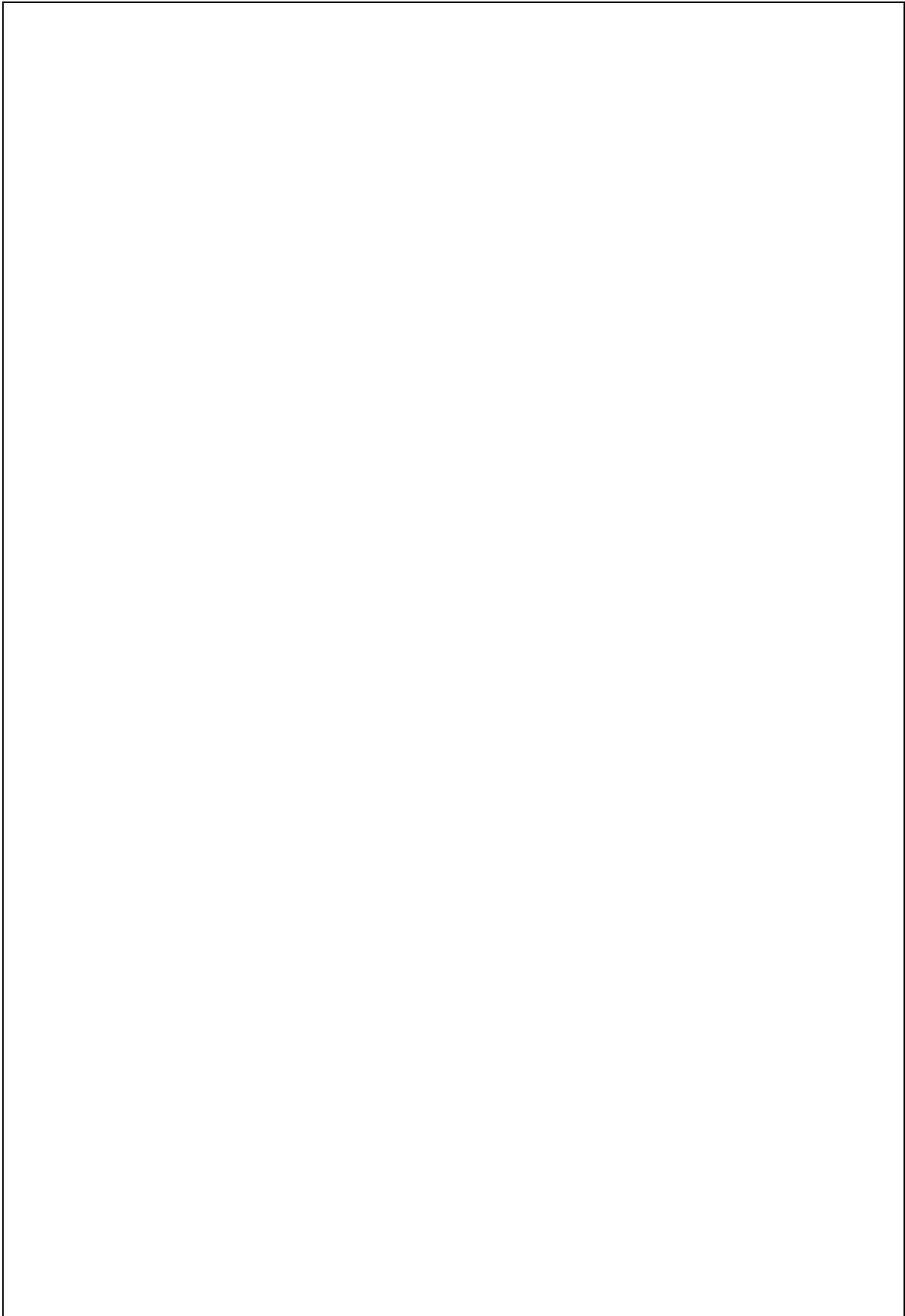
t ：探伤装置年照射时间， h/a ；

U ：探伤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。

2 屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果



由表 11-1 及 11-2 可知：本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时，X 射线实时成像检测装置铅房四周屏蔽体、顶部、底部、防护门、观察窗外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 $0.189\mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足《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“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.2 反散射影响分析

(1) 天空反散射

根据表 11-2 可知，本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时，顶部屏蔽体上方 30cm 处最大辐射剂量率为 $0.011\mu\text{Sv/h}$ ，穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，对关注点地面公众的辐射剂量率贡献不大，因此叠加穿出 X 射线装置的辐射后关注点处辐射剂量率也能够满足评价标准要求。

(2) 底部反散射

根据表 11-1 可知，本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时，底部屏蔽体外的最大辐射剂量率为 $0.046\mu\text{Sv/h}$ ，穿透底部屏蔽体后的 X 射线在经地面散射返回装置周围的辐射剂量率将更低，因此其地面反散射能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.3 电缆口、通风口及门缝隙处辐射防护分析

本项目工件门与屏蔽体重叠部分不小于门与屏蔽体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断工件门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

本项目 X 射线实时成像检测装置铅房南侧及顶部拟分别设置电缆口及通风口，电缆口与通风口处拟设置 10mm 铅防护罩及 8mm 铅防护罩，确保电缆口与通风口不破坏铅房的整体防护效果。从表表 11-2 中预测结果可知，电缆口铅防护罩表面 30cm 处的剂量率小于 $0.189\mu\text{Sv/h}$ ，通风口铅防护罩表面 30cm 处的剂量率为 $0.011\mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

X 射线到电缆口、通风口的散射示意图如图 11-4。X 射线均至少经过三次散射才能到达电缆口及通风口，根据《辐射防护导论》P189“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。这时，迷道口也只需采用普通门”，可推断本项目电缆口及通风口辐射剂量率均能够满足标准要求。

2.4 年有效剂量计算

本项目辐射工作人员为 X 射线实时成像检测装置操作人员，公众主要为 X 射线实时成像检测装置铅房拟建址周围 50m 范围内其他人员。

2.4.1 辐射工作人员年有效剂量计算

本项目 X 射线实时成像检测装置辐射工作人员正常工作时主要位于装置南侧，因此取装置南侧最大剂量率值估算辐射工作人员周/年有效剂量。每台设备年开机曝光时间约为 500 小时。辐射工作人员周/年有效剂量估算结果见表 11-3。

2.4.2 公众年有效剂量计算

公众周/年有效剂量估算结果见表 11-4。

注：①根据剂量率与距离的平方成反比计算。

从表 11-3 及 11-5 中预测结果可以看出，本项目辐射工作人员所受周有效剂量为 $0.47\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量小于 0.02mSv ；公众所受周有效剂量最大为 $0.05\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量均小于 0.01mSv ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：辐射工作人员周有效剂量不超过 $100\mu\text{Sv}$ ，

公众周有效剂量不超过 $5\mu\text{Sv}$ ，辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.1mSv 。

2.5 剂量叠加影响

由于本项目 2 台 X 射线实时成像检测装置均位于生产车间内，评价范围存在重叠区域，并且 2 台装置可能同时运行，需考虑 2 台装置剂量叠加影响，叠加计算点位见图 11-5。

(1) 辐射工作人员年有效剂量叠加

由表 11-1 及剂量率与距离的平方成反比可知，1 号 X 射线实时成像检测装置到 1 号操作台处辐射剂量率为 $0.047\mu\text{Sv/h}$ ，2 号 X 射线实时成像检测装置到 1 号操作台处辐射剂量率为 $0.005\mu\text{Sv/h}$ ，考虑 2 台装置剂量叠加影响，1 号操作台处叠加辐射剂量率为 $0.052\mu\text{Sv/h}$ ，将其代入公式 (11-5) 计算得到 1 号操作台处辐射工作人员年受照有效剂量为 0.03mSv ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 剂量限值和本项目剂量约束值的要求：辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv 。

(2) 公众年有效剂量叠加

由表 11-4 可知，1 台 X 射线实时成像检测装置到公众辐射剂量率最大为 $0.005\mu\text{Sv/h}$ ，考虑 2 台装置剂量叠加影响，2 台 X 射线实时成像检测装置到公众辐射剂量率最大为 $0.01\mu\text{Sv/h}$ ，将其代入公式 (11-5) 计算得到公众年受照有效剂量最大为 0.01mSv ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 剂量限值和本项目剂量约束值的要求：公众年有效剂量不超过 0.1mSv 。

3、非放射性环境影响分析

本项目 X 射线数字成像检测系统设置有机排风装置，排风口位于铅房的顶部，拟安装一台轴流风机（通风量为 175m³/h）进行机械通风，产生的少量臭氧和氮氧化物可通过通风口及工件门排出铅房。排出铅房的臭氧和氮氧化物经排至车间内。车间设有通风系统，排出的臭氧和氮氧化物经车间通风系统排至外环境。臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目X射线数字成像检测系统铅房的容积约为56m³，铅房排风装置的设计通风量为175m³/h，可使铅房每小时通风换气3次，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于3次的要求。

本项目为X射线实时成像检测装置，无洗片废水产生。

事故影响分析

1 最大可信事故

本项目最大可信事故是：

1) 运行过程中X射线实时成像检测装置的门机联锁失效，门未关严即出束，导致射线泄漏；探伤过程中防护门被意外打开，致使辐射工作人员和周边公众受到误照射。

2) X射线实时成像检测装置检修时，检修人员误留X射线铅房内，导致发生误照射。

3) 设备进行维修时，检修门、工件门均未关闭，发生意外出束，造成工作人员和周边公众受到额外的照射。

2 事故后果

本项目中的X射线实时成像检测装置属于II类射线装置，事故时可以使受到照射的人员产生较严重放射损伤，其安全与防护要求较高。

3 事故预防措施

分析事故发生的原因，大多数是由于忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事件。为有效预防各类辐射事件发生，建议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，警钟长鸣，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

(2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每天开展检测工作前，检查确认辐射安全联锁、急停开关、X射线实时成像检测装置完好性等各项安全措施的有效性，避免联锁失灵等设施设备事故。

(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。若辐射工作人员

按照规定进入检查装置周围时携带有效的个人剂量报警仪，当报警仪发出报警声时，人员可立即知晓情况并按下急停开关，设备可停止出束，此时人员不会受到大剂量照射，同时企业需制定有关管理制度来限制工作人员出入检查装置周围。

（4）检测作业开机前注意装置周围清场，检测期间不得脱岗。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和国家环境保护总局环发【2006】145号文件及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，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方案，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2小时内填写《辐射事故初始报告表》。

因此，该公司应按相关规定，完善和加强管理，使射线装置始终处于监控状态。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目开展工业 X 射线探伤使用的设备为 X 射线实时成像检测装置，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》和《江苏省辐射污染防治条例》等文件要求，从事辐射防护安全管理的人员应接受辐射安全知识培训，进行专业管理，定期组织对企业辐射安全防护制度执行情况、辐射工作档案台账、辐射防护用品和仪器等进行检查，每年组织对企业辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 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。同时根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用Ⅱ类射线装置的，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，并以文件形式明确管理人员职责，从事辐射防护管理的人员（辐射防护负责人）和辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

常州多利汽车零部件有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，其中 1 名人员兼职辐射防护负责人，统筹管理整个企业的辐射安全工作。

辐射安全与环境保护管理工作人员和辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，辐射安全专职管理人员报考类别为“辐射安全管理”，辐射工作人员报考类别为“X 射线探伤”；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，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，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（五年有效期）。

辐射安全管理规章制度

本项目为新建项目，常州多利汽车零部件有限公司拟按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》针对本项目制定一系列辐射安全管理制度，包括作规程、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、台账管理制度、辐射事故应急预案等。在实际工作中公司还应不断对其进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、设备操作流程及操作过程中应采取的具体辐射安全措施。

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线实时成像装置的运行和维修时辐射安全管理。

人员培训计划：制定人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

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。

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。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部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告。

设备检修维护制度：明确 X 射线实时成像装置工作各项安全联锁装置、照射信号指示器在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

辐射事故应急措施：依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》的要求，必须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。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告。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部门报告。

辐射监测

公司使用的 X 射线实时成像检测装置属 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》，本项目须配置至少 1 台辐射巡测仪，以满足射线装置日常运行时，对装置周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司拟为本项目配备 1 台环境辐射剂量巡测仪及 4 台个人剂量报警仪，公司的仪器配备能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

本项目调试运行后，公司拟委托有资质的验收监测单位开展验收监测；正式投入使用后，公司拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的

辐射水平进行监测；在日常运行过程中时，公司拟定期（1次/季度）对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并做好相关记录。

本项目辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（1次/三个月）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。同时公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过2年）安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。公司还拟对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全的要求。公司辐射监测方案见表12-1。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期	监测点位
X射线实时成像检测装置	周围剂量当量率	竣工验收监测	1次	①四周屏蔽体及观察窗30cm处； ②防护门外30cm处及门缝隙处； ③操作位处； ④通风口、电缆口外； ⑤监督区周围。
		场所年度监测，委托有资质的单位进行	1次/年	
		定期自行开展辐射监测	1次/季度	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	1次/三个月	/

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全的要求。

辐射事故应急

1. 辐射事故应急响应机构、预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，常州多利汽车零部件有限公司拟针对无损检测项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急方案，应急方案内容应包括：

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

常州多利汽车零部件有限公司拟依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定辐射事故应急预案，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。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事故应急方案，采取必要防范措施，在 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

常州多利汽车零部件有限公司注册地址为江苏省常州市金坛区鑫城大道2898号，本项目建设地点位于常州市金坛区良湖路1号常州多利汽车零部件有限公司车间内。本项目拟建车间地理位置图见附图1。厂区东侧为普洛斯常州智慧供应链园区；南侧为江苏凯泰电力设备有限公司及空地；西侧为良湖路；北侧为良常路。

本项目 2 台 X 射线数字成像检测装置拟紧邻呈东西布置，从东至西依次为 1 号装置、2 号装置，均位于厂区生产车间中部东侧 X 射线检验区，该生产车间为地上 1 层结构，本项目 2 台 X 射线数字成像检测装置东侧 50m 范围内依次为缓冲区及普洛斯常州智慧供应链园区（最近为 46m），南侧为生产区，西侧为缓存区，北侧为去毛刺区及生产车间其他工作区。

本项目 2 台 X 射线实时成像检测装置周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。保护目标主要为辐射工作人员、公司内其他工作人员及普洛斯常州智慧供应链园区内工作人员。

1.2 实践正当性评价

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

1.3 项目分区及布局

本项目拟将 2 台 X 射线实时成像检测装置铅房作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色阴影区域），在铅房表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将 2 台 X 射线实时成像检测装置操作台及上料区、下料区、机器人控制柜等作为辐射防护监督区，监督区边界采用实体围栏等实体边界，在监督区出入口处的适当地点设立表明监督区的标牌及警示标志，工作时无关人等不得靠近。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》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

1.4 辐射安全措施

本项目 2 台 X 射线实时成像检测装置型号一致，其采取的辐射安全装置和保护措施如下：①操作台处拟设置钥匙开关；②铅房防护门拟设置门-机联锁装置；③铅房顶部外拟设置 2 个工作状态指示灯，拟在铅房内、铅房外东侧及西侧设置声光报警仪，并与 X 射线管联锁；④铅房外拟设置 1 个视频监控，铅房内拟设置 2 个视频监控；⑤铅房表面张贴符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志及中文警示说明；⑥拟在铅房内设置 2 个急停按钮，操作台处设置 1 个急停按钮，并标明使用方法；⑦操作台处拟设置固定式辐射剂量报警仪。

本项目无损检测时拟采取如下放射防护要求：①定期检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；②工作人员工作时，佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪；③定期测量铅房外周围区域的辐射剂量率水平；④使用便携式 X- γ 剂量率仪前，检查是否能正常工作；⑤在每一次照射前，工作人员都必须确认铅房内部没有人员驻留并关闭工件门。

当 X 射线数字成像检测系统不再使用时，应实施退役程序：①X 射线数字成像检测系统的 X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。②清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

落实以上辐射安全和防护措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护要求。

1.5 辐射安全管理

公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，其中 1 名人员兼职辐射防护负责人，辐射安全与环境保护管理工作人员和辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，辐射安全专职管理人员报考类别为“辐射安全管理”，辐射工作人员报考类别为“X 射线探伤”；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，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，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（五年有效期）。公司应对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司拟为本项目配备 1 台环境辐射剂量巡测仪及 4 台个人剂量报警仪，公司的仪器配备能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理要求。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

本项目 2 台 X 射线实时成像检测装置铅房内径尺寸均为 7.2m(长)×2.8m(宽)×2.796m(高)，东侧、西侧、顶部屏蔽体、检修门、底部均拟采用 8mmPb+4mmFe，南侧、北侧、底部屏蔽体、工件门均拟采用 10mmPb+4mmFe，观察窗拟采用铅当量 8mm 铅玻璃，电缆口、通风口铅罩均拟采用 8mmPb+4mmFe。

根据理论预测结果，公司配备的 2 台 X 射线实时成像检测装置满功率运行时铅房各侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)的剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众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有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求：职业人员周有效剂量不超过 100 μ Sv，公众周有效剂量不超过 5 μ Sv；职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

2.3 三废处理处置

本项目无放射性三废产生。本项目 X 射线实时成像检测装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过工件门及通风口排入车间，最终通过车间自然排风排入外环境，臭氧在空气中 50min 可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对环境影响较小。

辐射工作人员所产生的少量生活垃圾分类收集由环卫部门定期清理，不外排，不会对周围的环境造成影响。

3 可行性分析结论

综上所述，常州多利汽车零部件有限公司新建 X 射线实时成像检测装置项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活

动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺：

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

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

4) 建设单位在该工程竣工后，应根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定由建设单位开展自主验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公 章

经办人

年 月 日

审批意见:

公 章

经办人

年 月 日

项目防护措施三同时验收一览表

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	内容	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	辐射防护管理	公司拟成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责	建立辐射安全与环境 保护管理机构，统筹 管理整个企业的辐射 安全工作	/
辐射安全防护措施	屏蔽措施 防护门	本项目2台X射线实时成像检测装置铅房内径尺寸均为7.2m(长)×2.8m(宽)×2.796m(高)，东侧、西侧、顶部屏蔽体、检修门、底部均拟采用8mmPb+4mmFe，南侧、北侧、底部屏蔽体、工件门均拟采用10mmPb+4mmFe，观察窗拟采用铅当量8mm铅玻璃，电缆口、通风口铅罩均拟采用8mmPb+4mmFe。	四周及顶部、操作位 均小于关注点的剂量 率参考控制水平，满 足《工业探伤放射防 护标准》(GBZ117- 2022)及《工业X射 线探伤室辐射屏蔽规 范》(GBZ/T250-2014) 的要求。	44
	安全措施(联 锁装置、警告 标志、急停按 钮、工作指示 灯等)	<p>本项目2台X射线实时成像检测装置型号一致，其采取的辐射安全装置和保护措施如下：①操作台处拟设置钥匙开关；②铅房防护门拟设置门-机联锁装置；③铅房顶部外拟设置2个工作状态指示灯，拟在铅房内、铅房外东侧及西侧设置声光报警仪，并与X射线管联锁；④铅房外拟设置1个视频监控，铅房内拟设置2个视频监控；⑤维修门及工件门表面张贴符合GB18871要求的电离辐射警告标志及中文警示说明；⑥拟在铅房内设置2个急停按钮，操作台处设置1个急停按钮，并标明使用方法；⑦操作台处拟设置固定式辐射剂量报警仪。</p> <p>本项目无损检测时拟采取如下放射防护要求：①定期检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；②工作人员工作时，佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪；③定期测量铅房外周围区域的辐射剂量率水平；④使用便携式X-γ剂量率仪前，检查是否能正常工作；⑤在每一次照射前，工作人员都必须确认铅房内部没有人员驻留并关闭工件门。</p> <p>当X射线数字成像检测系统不再使用时，应实施退役程序：①X射线数字成像检测系统的X射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。②清除所有电离辐射警告标志和安全告知。</p>	符合《工业探伤放射 防护标准》(GBZ117- 2022)和《工业X射 线探伤室辐射屏蔽规 范》(GBZ/T250- 2014)中有关安全联 锁、工作指示灯、警 示标志、钥匙开关、 急停开关等安全设施 的设置要求。	

人员配备	辐射防护与安全培训和考核	公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核	符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中有关人员配备、检测仪器、防护用品的要求	2
	个人剂量监测	拟委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，送检周期 3 个月/次，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案		
监测仪器 防护用品	环境辐射剂量 巡测仪 个人剂量报警 仪	公司拟配备 1 台辐射巡测仪和 4 台个人剂量报警仪		2
	个人剂量计	委托有资质的单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案		0.5
职业健康 监护	人员职业健康 监护	定期组织辐射工作人员参加职业健康检查（包括岗前、岗中，两次检查的时间间隔不应超过 2 年），并建立个人健康档案。在本公司从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位前也要进行职业健康体检。	符合《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的有关要求	0.5
通风情况	通风口以及排 风量	铅房内配有轴流风机，风量约 175m ³ /h，铅房内容积最大为 56m ³ ，通风次数不少于 3 次/h	符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中有关通风次数的要求	1
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，射线装置 使用登记和台 帐管理制度， 人员培训 计 划，监测方 案，辐射事故 应急措施	公司拟根据相关标准要求，针对本项目制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射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、台账登记制度、辐射事故应急预案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》	每年投入

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行使用