

核技术利用建设项目
新建 1 座固定式 X 射线探伤铅房项目
环境影响报告表

无锡斯考尔自动控制设备有限公司

2026 年 5 月

生态环境部监制

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	7
表 3 非密封放射性物质	7
表 4 射线装置	8
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	18
表 9 项目工程分析与源项	26
表 10 辐射安全与防护	31
表 11 环境影响分析	37
表 12 辐射安全管理	48
表 13 结论与建议	52
表 14 审批	58

附图目录

附图 1 无锡斯考尔自动控制设备有限公司地理位置示意图.....	59
附图 2 无锡斯考尔自动控制设备有限公司周边影像关系图.....	60
附图 3 无锡斯考尔自动控制设备有限公司总平面布置图.....	61
附图 4 X 射线探伤铅房辐射安全与防护措施分布图.....	63
附图 5 本项目与江苏省生态空间管控区域相对位置关系图.....	64
附图 6 工程师现场踏勘图.....	65

附件目录

附件 1 委托书.....	66
附件 2 相关材料真实性、合法性承诺函.....	67
附件 3 危险废物委托处置的承诺函.....	68
附件 4 公司营业执照.....	69
附件 5 不动产权证.....	70
附件 6 辐射环境现状监测.....	76
附件 7 现场踏勘记录.....	84
附件 8 备案证明.....	85
附件 9 厂区内现有项目环评批复、验收意见.....	86
附件 10 探伤机说明书.....	107

发；通用设备制造（不含特种设备制造）；信息技术咨询服务（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

无锡斯考尔自动控制设备有限公司现有厂区建设的“无锡斯考尔2万台高端控制阀国产化项目”已于2025年3月26日取得无锡市数据局出具的批复文件（锡数环许〔2025〕7048号），已建成并于2025年8月8日通过了自主竣工环境保护验收，生产规模为年产20000台高端控制阀、年研发高端控制阀50批次。

1.2 现有项目概况

无锡斯考尔自动控制设备有限公司无其他核技术利用项目应用，本次属首次开展核技术利用建设项目。

1.3 拟建项目概况

为满足生产需求，保证生产产品的质量，无锡斯考尔自动控制设备有限公司拟在生产车间一层毛坯库内新建1座X射线探伤铅房，操作台位于探伤铅房西南侧，拟购置1台X射线探伤机，用于探伤检测；并在生产车间夹层中部利用现有备用间改造后设置“暗室”和“评片室”2个房间，分别用于X射线探伤机及其他辐射防护设施洗片、评定照片等，本项目产生的危险废物依托公司现有危废仓库进行暂存。

X射线探伤铅房主要用于探伤公司部分小口径阀门工件（直径为600mm~800mm，最长为1m，壁厚最大约为30mm），材质为碳钢、不锈钢。该探伤铅房由探伤铅房（曝光室）、操作台、暗室、评片室等组成，铅房内径尺寸为2m×2m×2m，四周屏蔽墙、顶部、地板、防护门及维修门均采用14mmPb+4mmFe；门洞尺寸为1m宽×2m高，铅房门尺寸为1.2m宽×2m高。

本项目拟配备2名辐射工作人员，本项目X射线探伤机每周累计曝光时间不超过1h，每年最多工作40周，则X射线探伤机年开机曝光时间约40h。

X射线探伤机不使用时暂存于探伤铅房内。探伤机在贮存、使用及管理过程应满足以下要求：

1、贮存管理

（1）探伤机优先存放于探伤室内专用固定位置，干燥通风、防潮防尘，避免与胶片、显定影液、化学品混放，防止部件受潮腐蚀。

（2）存放区域设置防护围栏或专用柜，配备防盗、防火措施，无关人员不得随意靠近、搬动。

(3) 机头、高压电缆、控制器分类摆放整齐，电缆盘绕规范不弯折挤压，长期存放时定期检查绝缘与接头状态。

(4) 建立设备台账，做到入库、领用、归还、盘点可追溯，做到账物相符。

2、使用管理

(1) 作业人员必须经辐射安全培训合格、持证上岗，佩戴个人剂量计，严格按操作规程作业。

(2) 探伤作业必须在专用探伤室或划定控制区内进行，设置明显辐射警示标志、警戒线，安排专人警戒，严禁无关人员进入。

(3) 作业前检查设备外观、电缆、接头、控制显示是否正常，严禁设备带故障运行。

(4) 曝光时人员必须在屏蔽室外或安全距离外，不得在无屏蔽情况下近距离开机，防止误照射。

(5) 作业后及时关闭电源，整理设备，清洁机头及配件，归位存放并记录使用情况。

3、安全与日常管理

(1) 实行专人负责、专人操作制度，明确设备管理责任人，落实岗位安全职责。

(2) 定期对探伤机进行维护保养、性能校验及辐射泄漏检测，确保辐射泄漏量符合国家标准。

(3) 制定辐射事故应急预案，定期开展应急演练，发生异常立即停机、撤离人员并上报。

(4) 严格执行辐射安全相关法规，规范作业记录、剂量监测记录、设备维护记录，留存备查。

(5) 报废、停用设备按规定进行去功能化处置，不得擅自转让、丢弃或违规使用。

依据主管部门关于射线装置的分类管理办法，拟购置的X射线探伤机属于II类射线装置，详见表1-1。

表 1-1 本次评价涉及的 X 射线探伤机情况一览表

序号	射线装置名称	型号	意向生产厂家	最大管电压	最大管电流	辐射角度	数量	最大穿透A3钢厚度	备注
1	X射线探伤机	XXG-2505	丹东亚业射线仪器有限责任公司	250kV	5mA	40.1°	1台	40mm	定向向下

经现场勘查，目前X射线探伤机尚未购置，探伤铅房现状为毛坯库。

2 目的和任务的由来

随着国内装备制造、石油化工、电力、冶金等行业对工业控制阀、调节阀、压力容器及压力管道元件产品质量与安全运行要求不断提高，产品在制造、焊接、装配过程中产生的内部气孔、夹渣、未焊透、裂纹等隐蔽性缺陷，直接影响设备运行安全性和使用寿命。

为保证公司生产产品的质量，公司拟配套开展新建1座固定式X射线探伤铅房项目，通过X射线探伤机通电产生的X射线在穿透物体过程中与物质发生相互作用，缺陷部分和完好部分的透射强度不同，底片上相应部分会呈现黑度差，评片人员根据黑度变化判断探件是否存在缺陷以及缺陷类型等，及时将检测结果进行反馈，使工作人员调整生产工艺参数等，从而确保公司生产产品的质量。

本项目拟购置的X射线探伤机将来使用过程中可能对探伤铅房周围环境和人员产生一定的辐射影响。为了保护环境和公众利益，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》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的有关规定，无锡斯考尔自动控制设备有限公司委托我单位对该公司新建1座固定式X射线探伤铅房项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021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—使用II类射线装置”，因此，需编制环境影响报告表。接受委托后，在进行现场勘察、充分收集和分析有关资料、实地辐射环境监测以及预测估算等基础上，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》（HJ10.1-2016），编制了本项目的环境影响报告表。

3 项目周边保护目标及项目选址情况

无锡斯考尔自动控制设备有限公司位于江苏省无锡市新吴区江溪街道锡贤路80号，其东侧为协新工业园，南侧为锡贤路，西侧为新风路，北侧为无锡市同心集团。无锡斯考尔自动控制设备有限公司地理位置示意图见附图1，周边影像关系见附图2，厂区平面布置示意图见附图3。

探伤铅房拟设置于毛坯库北侧，其东西长2m、南北长2m，其东侧为车间内生产区域，南侧为车间内生产区域、门厅/车库/办公楼；西侧为楼梯间、厂区道路、新风路；北侧为

车间内生产区域、厂区道路、无锡市同心集团；上方为机加工区域。

暗室、评片室南北相邻，拟设置于生产车间夹层中间位置，其面积均为东西长3.0m、南北长5.0m、高6.5m。本项目产生的危险废物依托现有危废仓库进行暂存，其位于公司生产车间南侧，其东西长6.0m、南北长5.0m、高2.8m。

在设计阶段充分考虑，本项目通过探伤铅房等防护设施和措施，将本项目工作场所与周围环境相对独立起来；经下文分析，本项目探伤铅房周围辐射水平可满足国家相关要求，且X射线探伤机运行过程对周围辐射工作人员和公众人员的辐射影响较小。

公司购置土地20201.8m²建设现有厂区，为工业用地，本项目铅房、暗室、评片室、危废仓库均在现有厂区内，不新增用地，项目建设符合用地规划。综上所述，本项目选址合理可行。

4 项目与产业政策符合性分析

本项目为利用X射线探伤探伤机进行探伤检测，对照《产业结构调整指导目录(2024年本)》，不属于鼓励类、限制类和淘汰类项目，属允许建设项目，不违背国家产业政策。

本项目于2026年1月15日在江苏省投资项目在线审批监管平台备案，项目代码为2512-320214-89-02-105558。

对照《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)、《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)，本项目不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域。

对照《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)、《关于印发无锡市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》(锡环委办〔2020〕40号)可以确定，本项目位于“无锡市新区江溪街道工业集中区”范围内，属重点管控单元，环境管控单元编码：ZH32021420170，不涉及优先保护单元；建设不在该文件的负面清单之内，符合重点管控要求。

本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》第三条中环境敏感区。本项目的建设符合江苏省及无锡市“三线一单”(生态保护红线环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单)要求。本项目与江苏省生态保护红线和生态空间管控区域相对位置关系见附图4。

5 实践正当性

无锡斯考尔自动控制设备有限公司拟新建1座X射线探伤铅房，利用X射线探伤机检测生产产品是否存在缺陷。项目投入使用后，可以更好地满足公司高质量的探伤检测要求，提高公司对生产产品的探伤检测能力；在评判生产产品好坏的同时提高产品的质量，为公司创造更大的经济和社会效益；虽然在探伤过程中，X射线探伤机的应用可能会对周围环境、辐射工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在按照国家、省、市相关辐射防护要求下正确使用和管理X射线探伤机，根据下文预测分析，探伤铅房周围及人员受照剂量能满足相应标准要求。

因此，本项目从利益和代价方面分析，其对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度×枚数	类别	活动种类	用途	适用场所	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》(GB18871-2002)

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各类型加速器

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 射线探伤机，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 射线探伤机	II 类	1	XXG-2505	250	5	无损检测	探伤铅房	拟购置，定向，固定向下
	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)	贮存情况	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
废显(定)影液	液态	/	/	/	12kg	/	危废暂存间内专用废物桶	交由有相应资质的危废处理单位处置
洗片冲洗废水	液态	/	/	/	120kg	/	危废暂存间内专用废物桶	
废胶片	固态	/	/	/	12kg	/	危废暂存间内专用收纳箱	
专用废物桶/专用收纳箱	固态	/	/	/	2 个	/	危废暂存间内	
非放射性气体	气态	O ₃ 、NO _x	/	少量	少量	/	/	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、年排放总量分别用活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法 规 文 件	<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. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(中华人民共和国主席令第 43 号, 2020. 9. 1) 5. 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017. 10. 1) 6. 《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) 7. 《国家危险废物名录(2025 年版)》(生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号, 2025 年 1 月 1 日) 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. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原环境保护部令第 31 号, 2006. 1. 18; 生态环境部令第 20 号第四次修订, 2021. 1. 4) 10. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环境保护部令第 18 号, 2011. 5. 1) 11. 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(国家发展和改革委员会令第 7 号, 2024. 2. 1) 12. 《关于发布<射线装置分类>的公告》(原环境保护部、原国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号, 2017. 12. 5) 13. 《危险废物转移管理办法》(生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号, 2022. 1. 1) 14. 《建设项目危险废物环境影响评价指南》(原环境保护部公告 2017 年第 43 号, 2017. 10. 1) 15. 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(原国家环境保护总局、公安部、原卫生部, 环发〔2006〕145 号, 2006. 9. 26) 16. 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物贮存规范化管理专项整治行动方案的通知》(苏环办(2019)149 号) (2019. 4. 29)
------------------	---

17. 《省生态环境厅关于进一步加强危险废物污染防治工作的实施意见》(苏环办(2019)327号)(2019.9.24)
18. 《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》(苏环办(2020)401号)(2020.12.31)
19. 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物集中收集体系建设工作方案(试行)的通知》(苏环办(2021)290号)(2021.10.14)
20. 《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》(环发(2006)145号)(国家环保总局,2006.9.26)
21. 《江苏省辐射污染防治条例》(2018年修正本)(江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号,2018.5.1)
22. 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》(苏政发(2018)74号)(江苏省人民政府,2018.6.9)
23. 《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)(江苏省人民政府,2020.1.8)
24. 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(苏政发(2020)49号)(江苏省人民政府办公厅,2020.6.21)
25. 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(中华人民共和国生态环境部2021年部令第9号,2019.11.1);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(中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号,2019.11.1)
26. 《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,2021.5.31)
27. 《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》(中华人民共和国生态环境部公告2019年第57号,自2020.1.1)

<p style="text-align: center;">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项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016) 2. 《环境γ辐射剂量率测定规范》(HJ1157-2021) 3. 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 4. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 5. 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 6. 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)及其修改单 7. 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) 8. 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) 9. 《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012) 10. 《环境保护图形标志固体废物贮存(处置)场》(GB15562.2-1995)修改单(2023版) 11. 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ1276-2022) 12. 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003) 13. 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021) 14. 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020)
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 无锡斯考尔自动控制设备有限公司新建1座固定式X射线探伤铅房项目环境影响评价委托书 2. 无锡斯考尔自动控制设备有限公司提供的有关技术资料

表 7 保护目标与评价标准

7.1 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》（HJ10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为X射线探伤铅房边界外50m区域。

7.2 保护目标

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）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1号），本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。

对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。本项目利用X射线进行无损检测，占用资源少，不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。

本项目探伤区域评价范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及评价范围内的公众人员，使其接受的辐射水平低于国家规定的标准限值及本项目的管理剂量约束值。评价范围内保护目标详见表7-1。

表7-1 评价范围内保护目标情况一览表

保护目标	保护目标名称	方位	最近距离	规模（人数）	环境保护要求
辐射工作人员	操作位辐射工作人员	西南侧	紧邻	2	5mSv/a
公众成员	一层生产车间生产区域工作人员	四周	紧邻	180	0.1mSv/a
	生产车间夹层机加工区工作人员	上方	9m,	5	
	公司厂区内门厅/车库/办公楼工作人员	南侧	48m	30	
	无锡市同心集团生产车间工作人员	北侧	32m	160	
	楼梯间行人	西侧	9m	流动人员	
	厂区道路行人	四周	19m	流动人员	
	新风路行人	西侧	27m	流动人员	

7.3 评价标准

7.3.1 职业照射和公众照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录B中对“剂量限值”要求如下:

一、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(但不可作任何追溯性平均), 20mSv;
2. 任何一年中的有效剂量, 50mSv。

二、公众照射剂量限值

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。

综上所述, 本次评价以5.0mSv作为辐射工作人员年剂量约束值, 以0.1mSv作为公众人员年剂量约束值。

7.3.2 探伤铅房现场剂量率参考控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 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 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平:

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

- (2) 探伤铅房墙外和工件门外30cm处最高周围剂量当量率参考控制水平不大于

2.5 μ Sv/h。

(3) 本项目固定式X射线探伤铅房顶部二层车间人员能够可达，外表面30cm处的剂量率参考控制水平不大于2.5 μ Sv/h。

7.3.3 其他要求

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)有关要求如下：

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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于5 μ Sv/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 μ Sv/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 μ Sv/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。

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

7.3.4 辐射环境质量现状检测评价参考值

根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(辐射防护第13卷第2期，1993年3月，江苏省环境监测站)确定本项目拟建址的辐射环境贡量现状检测评价参考值如下：

表7-2 江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

监测内容	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差(s)	7.0	12.3	14.0

*现状评价时，参考“测值范围”数值进行评价。表格中数据已扣除宇宙响应值。

7.3.5 参考资料

方杰，辐射防护导论[M].北京：原子能出版社，1991

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

无锡斯考尔自动控制设备有限公司位于江苏省无锡市新吴区江溪街道锡贤路80号，生产厂房内划分为生产区域、原辅料仓库、成品仓库等不同的功能区域。生产厂房一层中部、西部主要布置机加工生产线和测试区，东部布置成品库，南部布置零部件半成品库和检修区等，北部布置喷砂区、喷漆房以及清洗工序。生产厂房二层为夹层，用于机加工和产品展示厅。办公楼一层为架空层，二~四层作为办公区，五层作为办公备用区。企业东侧为协新工业园、丰西路，西侧为新风路，南侧为锡贤路，北侧为无锡市同心集团。

本项目探伤铅房位于生产车间内北侧毛坯库内，暗室、评片室拟设置于公司生产车间夹层中部；危险废物依托现有危废仓库暂存，位于公司生产车间南侧。

本项目评价范围内均无居民楼、学校等敏感点，因此，本项目保护目标主要为辐射工作人员、厂内评价范围内其他工作人员以及周边公众等。本项目探伤铅房、暗室、评片室周围场所有关情况详见表8-1。

表 8-1 探伤铅房周围场所有关情况一览表

名称	方位	场所
探伤铅房	东侧	车间内生产区域
	南侧	车间内生产区域、门厅/车库/办公楼
	西侧	楼梯间、厂区道路、新风路
	北侧	车间内生产区域、厂区道路、无锡市同心集团
	正上方	机加工区域
	正下方	土层

本项目踏勘现场时，探伤铅房、暗室、评片室、危废仓库及其周围现状图片见图 8-1。





生产车间二层现状(暗室、评片室现状)



生产车间二层现状



企业生产车间照片



企业生产车间照片



厂内生产车间南侧-厂区道路现状



厂内生产车间西侧现状



图 8-1 探伤铅房、暗室、评片室、危废仓库及其周围现状图

8.2 辐射环境现状调查

为了解本项目拟建区域的辐射环境现状，青山绿水（江苏）检验检测有限公司对探伤铅房及周围的辐射环境现状进行检测。

1. 监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率。

2. 监测点位：根据本项目平面布置和周围环境情况，共设 26 个辐射环境现状调查监测点位，点位编号 1~26，监测点位描述见表 8-2，监测布点见图 8-1。

3. 质量保证措施：

(1) 监测设备

监测设备名称：环境监测用 X- γ 辐射剂量率仪，设备型号：FH40G+FHZ672E-10，设备编号：QSLs-FS-004，能量响应：40keV~4.4MeV，测量范围：1nSv/h~100 μ Sv/h。经江苏省计量科学研究院检定合格，检定证书编号：Y2025-0044202，检定有效期：2025 年 5 月 14 日-2026 年 5 月 13 日。

(2) 监测人员

本次由两名监测人员共同进行现场监测，均为持证上岗。

(3) 监测依据

《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)

《环境 γ 辐射剂量率测定规范》(HJ1157-2021)

(4) 监测布点、监测过程及监测结果质量保证

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《环境 γ 辐射剂量率测定规范》(HJ1157-2021)有关布点原则进行布点；同时按照上述技术规范要求，实施全过程质量控制；监测报告实行三级审核。

4. 监测时间与条件

监测时间：2026 年 3 月 31 日，天气：晴，温度：10~16 $^{\circ}$ C，相对湿度：64%~74%。

5. 监测结果

监测结果见表 8-2。

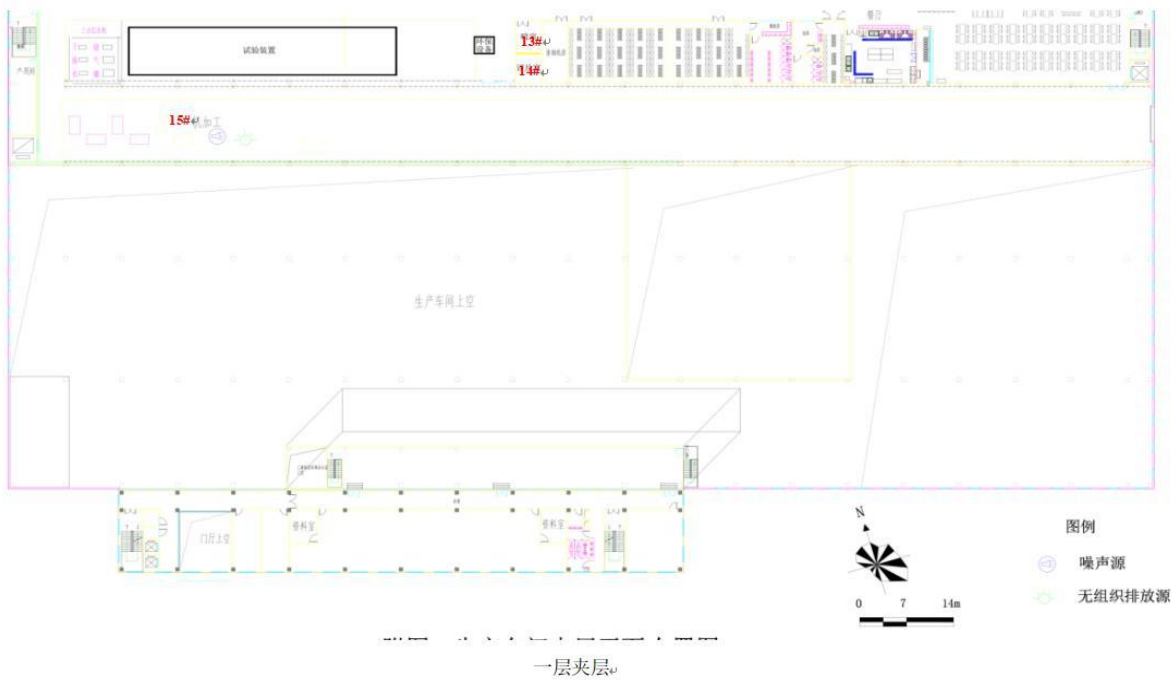
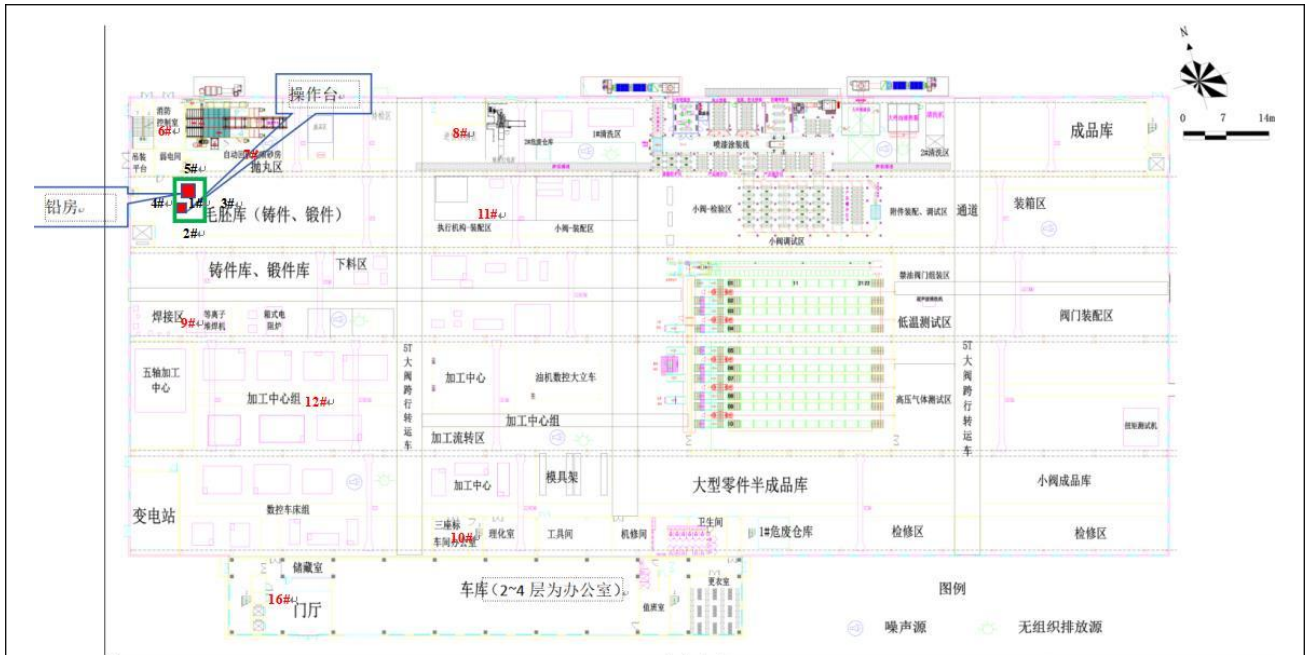
表 8-2 本项目拟建区域周围 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	点位描述	检测结果(nGy/h)	
		剂量率	标准偏差
1#	铅房拟建位置	125	1
2#	铅房南侧	113	2
3#	铅房东侧	99	2

4#	铅房西侧	102	1
5#	铅房北侧	106	1
6#	生产车间一层-消防控制室	121	2
7#	生产车间一层-抛丸区	126	2
8#	生产车间一层-进货检验区	103	3
9#	生产车间一层-焊接区	106	2
10#	生产车间一层-车间办公室	101	2
11#	生产车间一层-装配区	117	1
12#	生产车间一层-加工中心组	125	2
13#	生产车间夹层-暗室	99	1
14#	生产车间夹层-评片室	127	2
15#	生产车间夹层-机加工区	98	1
16#	办公楼一层	100	2
17#	办公楼二层	97	1
18#	办公楼三层	102	2
19	办公楼四层	101	1
20	车间北侧-厂区内部道路	98	2
21	车间西侧-厂区内部道路	101	1
22	车间南侧-厂区内部道路	99	1
23	无锡市同心集团生产车间(公司厂区北侧围墙外)	98	1
24	厂区西侧-新风路	102	2
25	无锡瑞昇精密制造有限公司(公司厂区西侧森义工业园)	98	1
26	无锡四纬测控技术有限公司(公司厂区西侧森义工业园)	96	1

注：序号 1~19 为室内监测点位，其余为室外监测点位。

根据表8-2中监测数据，本项目铅房、序号2~19、25~26监测点的 γ 辐射空气吸收剂量率现状值为96~127nGy/h，处于表5-2江苏省环境天然放射性水平范围内[室内50.7~129.4nGy/h]；本项目序号20~24的 γ 辐射空气吸收剂量率现状值为98~102nGy/h，处于表5-3江苏省环境天然放射性水平范围内[道路18.1~102.3nGy/h]。



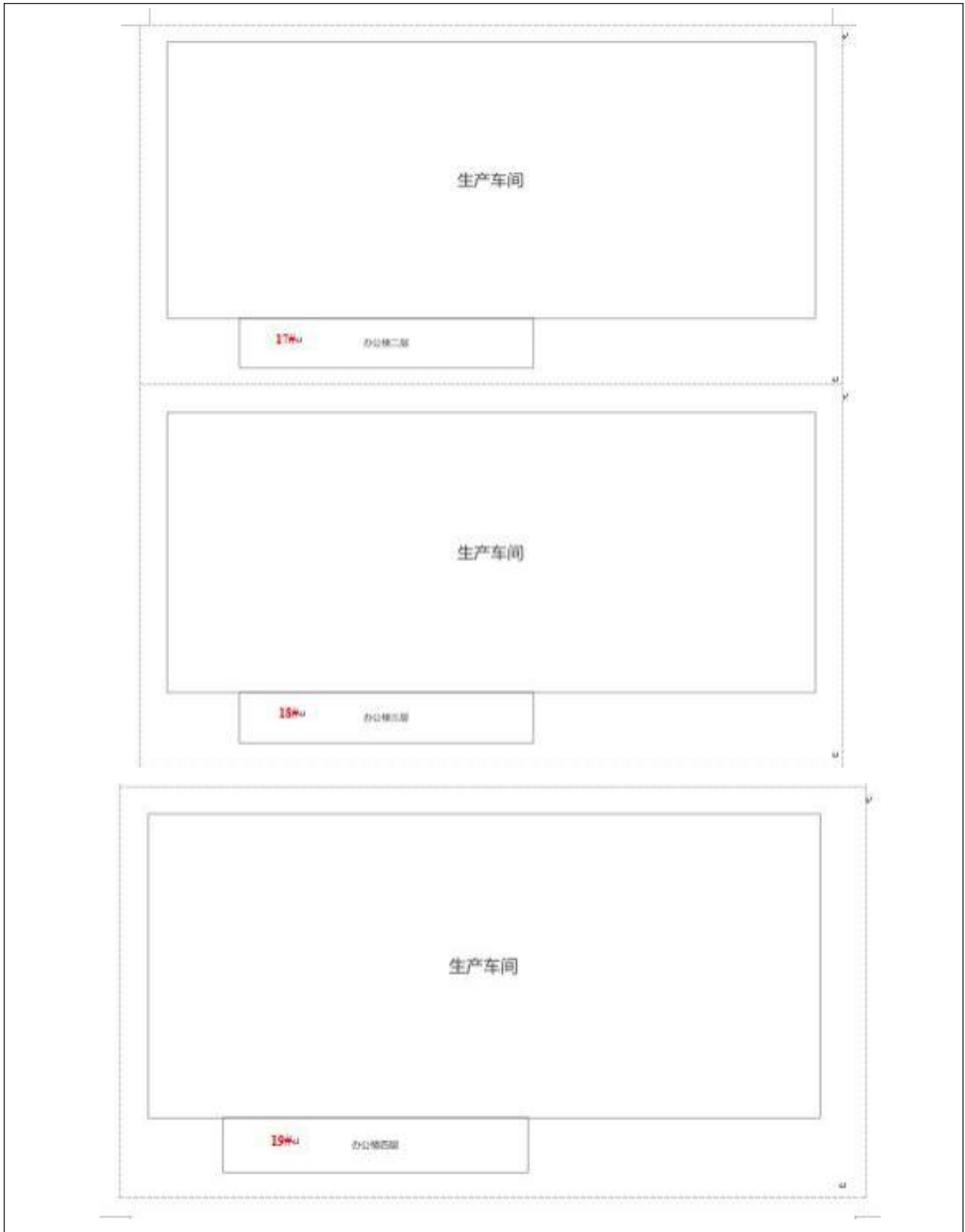


表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1. 工程设备

公司拟购置的1台X射线探伤机主要技术参数详见表1-1，控制器与高压发生器间连接电缆均大于20m。

本项目拟配备1台X射线探伤机，用于探伤公司部分小孔径阀门工件（直径为600mm~800mm，最长为1m，壁厚最大约为30mm），材质为碳钢、不锈钢；将待检工件送入探伤铅房内探伤，曝光结束后辐射工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等，底片需保留存档后提供给客户。

本项目拟将探伤铅房工件门朝南摆放在毛坯库内，操作台位于探伤铅房西南侧；本项目探伤铅房内净尺寸为2.0m长×2.0m宽×2.0m高，体积为8m³；X射线探伤机活动范围处于探伤铅房中央位置，东西长1m、南北长0.5m。

2. 工作原理

X射线探伤机主要由X射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成。X射线发生器为组合式，X射线管、高压变压器与绝缘体一起封装在桶装套内；X射线发生器一端装有风扇和散热器，并配备探伤机系统表征工作状态的警示灯。控制器采用了先进的微机控制系统，可控硅规模快速调压，主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路，工作稳定性好，运行可靠。

X射线的产生是利用X射线管中高速度电子去撞击阳极靶，从而产生X射线。X射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来。聚焦杯的作用是使这些电子聚焦成束，直接向阳极中的靶体射去。高压加在X射线管两极之间，使电子在射到靶体之前被加速到很高的速度。靶体一般用高原子序数的难熔金属，如钨或铂等制成。当电子到达靶原子核附近时，在原子核库仑场的作用下，运动突然受阻，其能量以电磁波(X射线)的形式释放。为减少无用的低能光子的照射，常用适当厚度的过滤片把低能光子滤掉。

X射线探伤机在工作过程中，通过X射线对受检工件进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，根据曝光强度的差异判断焊接质量等。如有焊接质

量等问题，在显影后的胶片上产生较强的图像显示裂缝所在的位置，X射线探伤机据此实现探伤的目的。

X射线管示意图见图9-2。



图9-1 典型X射线探伤机内部及外型示意图

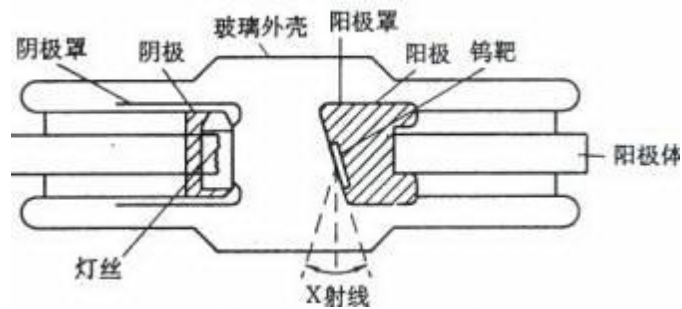


图9-2 X射线管示意图

3. 工作流程

一、铅房探伤工作流程

3.1 铅房X射线探伤工作流程

- (a) 将被探伤工件通过工件门运至曝光室内固定，并在检测部位贴上感光胶片；
- (b) 关闭曝光室工件门，将X射线探伤机放置在合适的位置；
- (c) 检查曝光室内人员滞留情况，确定无人后，辐射工作人员通过迷道门离开曝光室，并关闭迷道门；
- (d) 辐射工作人员于操作室内控制台处设置探伤所需的电压及曝光时间，然后开启X射线探伤机进行无损检测，此过程会产生X射线、少量氮氧化物及臭氧；
- (e) 达到预定照射时间后关闭X射线探伤机，工作人员取下胶片，曝光结束；
- (f) 辐射工作人员从工件上取下胶片，将工件运出曝光室。

(g) 工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊缝的焊接质量、缺陷等，此过程会产生显影定影废液。

X射线探伤机进行探伤主要工作流程及产污环境如图9-3所示。

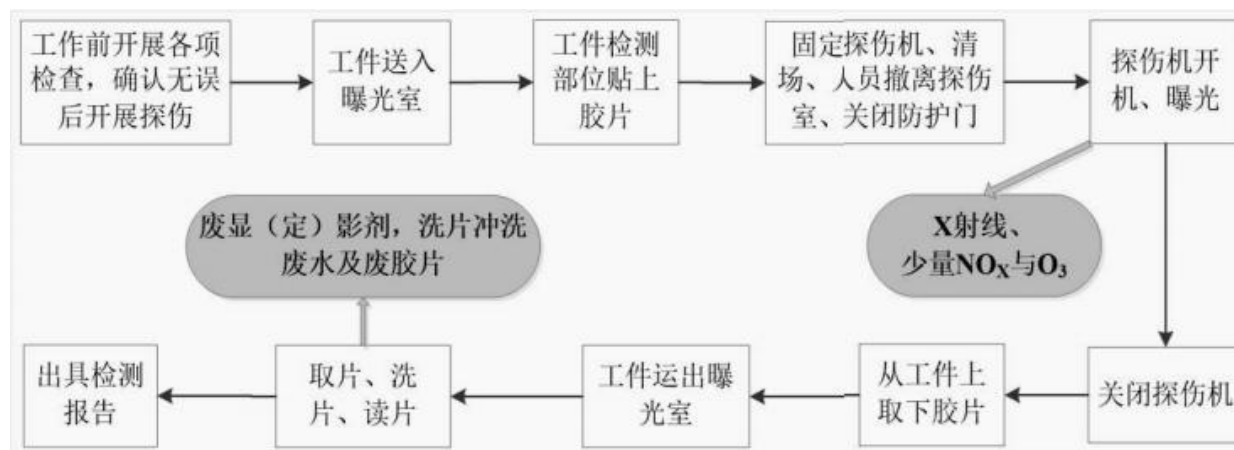


图9-3 X射线探伤机进行探伤工作流程及产污环节示意图

二、训机过程

X射线探伤机存在长时间不用或初次使用等情况，需要先进行训机，其目的是提高X射线管真空度，如果真空度不良，会击穿射线管，导致故障，甚至报废；初次使用探伤机之前需制作相应的曝光曲线，每年至少对曝光曲线进行校验一次，大修后的设备应重新制作曝光曲线；训机过程会产生X射线、O₃和NO_x。

训机和曝光曲线制定过程在探伤铅房进行，不在暗室、评片室、危废仓库等场所内进行。

三. 洗片、评片详细过程

(1) 胶片显影：把曝光后的胶片用镊子浸入显影液中，显影5~15min，不停用镊子搅动胶片使得胶片不粘在显影池上。显影液定期更换，更换时产生废显影液。

(2) 初次冲洗：显影后，取出胶片把显影液控干，再将胶片放入初次冲洗池中，冲洗掉显影液。初次冲洗池中的冲洗废水含有显影液。

(3) 胶片定影：将胶片从冲洗池中取出，浸入定影液中，定影5~10min，不停用镊子搅动胶片使得胶片不粘在定影池上。定影液定期更换，更换时产生废定影液。

(4) 二次冲洗：胶片定影后，将定影液控干后放入二次冲洗池中，把定影液冲洗掉即可取出胶片。二次冲洗池中的冲洗废水(含定影液)与初次冲洗废水(含显影液)一同收集。

(5) 评片存档：对冲洗后的胶片进行评片，确认无误后进行存档，每年定期集中进行

处置。

4. 工作负荷及辐射工作人员配备

一、工作负荷

根据公司提供的资料，拟采取单班 8 小时工作制。X 射线探伤机每周累计曝光时间不超过 1h, 每年最多工作 40 周, 则拟购置的 1 台 X 射线探伤机年累计总曝光时间不超过 40h。

二、辐射工作人员

根据公司提供的资料，公司拟招录 2 名辐射工作人员，从事 X 射线探伤机探伤检测相关工作；探伤检测时间不超过 40h。

污染源分析

1. 辐射污染源分析

一、X射线探伤

本项目 1 台 X 射线探伤机。X 射线探伤机有用线束输出量根据 X 射线管滤过条件、管电压从《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 B.1 查取。X 射线探伤机泄漏辐射剂量率参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 表 1 中数值。

表 9-1 本项目X探伤机设备参数

序号	射线装置	型号	有用线束辐射输出量 $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	距靶点 1m 处的泄露辐射 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射能量 (Kv)
1	X 射线 探伤机	XXG-2505	16.5	5×10^3	200

由X射线探伤机工作原理可知，探伤机只有在开机并处于出束状态时(曝光状态)才会发出X射线，对曝光室外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此探伤机在开机曝光期间，本项目的辐射源项主要包括X射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。

2. 非辐射污染源分析

本项目运行阶段不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，运行阶段的污染源项主要是X射线、非放射性有害气体和危险废物。

1. X射线

X射线探伤机在进行探伤检测或训机过程中，均会产生X射线，对周围环境及人员将产生辐射影响。X射线随着射线装置的开、关而产生和消失。

2. 非放射性有害气体

在X射线探伤机进行探伤检测或训机过程中产生的X射线照射下，空气吸收辐射能量并通过电离作用可产生少量非放射性有害气体，主要为臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)。

3. 危险废物

本项目运营时会产生废显（定）影剂、洗片冲洗废水和废胶片。废显（定）影剂、废胶片均属于《国家危险废物名录》（2025年）中危险废物，废物类别为HW16，废物代码为900-019-16，危险特性为毒性，产废周期为每次洗片、评片结束，贮存周期为半年、最长不超过一年。第一、二次冲洗废水中的定（显）影液含量较高，因此当作危废处理。

企业每月预计产生废显（定）影剂1kg，每年预计产生废显影液、定影液12kg；每月预计产生冲洗废水10kg，每年预计产生冲洗废水120kg；每月预计产生废胶片1kg，每年预计产生废胶片12kg。

综上所述，本项目运行阶段环境影响评价的评价因子主要为X射线、非放射有害气体和危险废物。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局及分区

无锡斯考尔自动控制设备有限公司新建的固定式X射线探伤铅房位于公司生产车间毛坯库内，本项目探伤铅房内X射线机运行时，主射线固定朝下照射，操作台位于探伤铅房西南侧，避开了有用线束照射方向。本项目固定式X射线探伤铅房布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室避开有用线束方向及操作室与探伤室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

本项目拟将固定式X射线探伤铅房作为本项目的辐射防护控制区，在探伤铅房表面及工件门外明显位置处设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入放射工作场所”标牌，工作时任何人不得进入；将毛坯库内除探伤铅房以外的区域（含操作台）均作为辐射防护监督区，毛坯库作为边界，拟在监督区周边设置警戒围栏，在东侧设置出入口，悬挂“无关人员禁止入内”警告牌及表明监督区的标牌，工作时无关人等不得进入。

本项目探伤铅房平面布局及分区图见图10-1，其中红色区域表示控制区，蓝色区域表示监督区。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。



图 10-1 本项目探伤铅房平面布局及分区图

10.1.2 辐射屏蔽设计

本项目固定式X射线探伤铅房屏蔽防护设计见表10-1。

表 10-1 本项目X射线探伤铅房屏蔽设计参数一览表

规格尺寸	屏蔽材料及厚度
探伤铅房东侧、西侧及北侧墙体	探伤铅房东侧、西侧及北侧墙体均采用 14mmPb+4mmFe
工件门、门洞	探伤铅房门洞尺寸为 1m 宽×2m 高，铅房拟设置手动移门，铅房门尺寸为 1.2m 宽×2m 高，采用 14mmPb+4mmFe。
通风口（顶部）	探伤铅房顶部拟设置一个通风口，顶部、通风口铅防护罩均拟采用 14mmPb+4mmFe。
电缆口（北侧）	拟在探伤铅房北侧设置电缆孔铅防护罩，洞口四周预埋钢框，内衬铅板；拟采用 14mmPb+4mmFe

10.1.3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障X射线机安全运行，拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）设计相应的辐射安全装置和保护措施。

10.1.4 辐射安全防护措施

（1）安装门机联锁装置。探伤铅房工件门拟设置门机联锁装置，只有当工件门完全关闭后才能开机检测。在检测过程中，工件门被意外打开时，X射线机应能立刻停止出束。在探伤铅房内东北侧墙体处拟设置紧急开门开关，以方便探伤铅房内部的人员在紧急情况下离开。

（2）安装指示灯和声音提示装置。拟在工件门上方及探伤铅房内设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，X射线机工作时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近铅房或在铅房外做不必要的逗留。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤铅房内人员安全离开，“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。

（3）探伤铅房拟设置照射状态指示装置与X射线机进行联锁。

（4）探伤铅房工件门上方及内部醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。

（5）探伤铅房工件门外及表面醒目位置处拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。

（6）安装紧急停机按钮。拟在探伤铅房内设置1个紧急停机按钮，操作台处设置1个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，使辐射工作人员处在探伤铅房内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。紧急停机按钮应当带有标签，标明使用方

法。

(7) 操作台处拟设置钥匙开关，钥匙唯一，只有在打开操作台钥匙开关后，X射线机才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(8) 拟在探伤铅房内东北侧设置1个固定式辐射探测报警装置，操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面。

(9) 拟在探伤铅房内、工件门口各设置1个视频监控，以便辐射工作人员在操作台处可观察到探伤铅房内情况。

本项目X射线探伤铅房辐射安全与防护措施分布图见附图4。

10.1.5 X射线探伤机存放安全防护措施

(1) 在铅房内划定专用固定存放区，设置设备存放标识，探伤机主机、高压电缆、控制器等部件有序摆放，远离通道、门窗及主射线直射区域，避免碰撞、挤压和受潮。

(2) 铅房防护门设置机械锁+电子门禁，实行专人负责、双人双锁管理；建立人员进出登记制度，严禁无关人员进入铅房，杜绝非操作人员擅自接触、启动设备。

(3) 铅房内保持通风、干燥、无腐蚀性气体，必要时配置除湿装置，防止高压部件绝缘下降。设备长期存放时切断总电源，电缆规范盘绕，插头插座做好防尘防潮保护。

(4) 铅房内固定式辐射剂量报警装置保持正常投用，与防护门实现门机联锁：一旦设备误开机产生 X 射线，立即声光报警并锁定防护门，防止人员误入受照。

(5) 铅房设置防盗、监控措施，防止设备被盗或人为损坏；室内严禁堆放易燃易爆物品，配备相应灭火器材，保持消防通道畅通；定期清理杂物，保持环境整洁。

(6) 建立设备台账与巡检制度，定期检查设备外观、绝缘、接地及连接部件，按规范开展辐射泄漏检测和设备性能校验，确保设备始终处于安全可控状态。

(7) 铅房入口及设备存放处设置辐射警示、当心触电、闲人免进等警示标志；制定误操作、人员误入、设备故障等应急预案，明确应急停机、撤离、上报流程。

10.1.6 操作防护措施

(1) 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中5.1.2要求对本项目固定式X射线探伤铅房进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员正常使用探伤铅房时拟检查工件门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

(3) 辐射工作人员在进入探伤铅房时，除佩戴常规个人剂量计外，还拟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，辐射工作人员立即退出探伤铅房，同时防止其他人进入，并立即向辐射防护负责人报告。

(4) 辐射工作人员拟定期测量固定式X射线探伤铅房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。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(5) 使用便携式X- γ 剂量率仪前，拟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，则不开始检测工作。

(6) 在每一次照射前，操作人员都应确认固定式X射线探伤铅房内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，才能开始检测工作。

(7) 公司拟对使用的X射线机维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

10.1.7 X射线探伤机退役要求

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.3 探伤设施的退役要求，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。

射线装置报废去功能化方法：需先彻底断电放电，重点物理破坏X射线球管、击碎管芯与靶面，剪断高压电缆并拆除高压发生器，破坏控制及驱动系统，排空并规范收集废绝缘油等危废，经辐射检测确认无额外辐射且设备完全不可恢复使用，再按要求分类处置废弃物并留存全过程记录。

10.1.8 辐射安全防护和环保设施

建设单位探伤项目拟采取的辐射安全防护和环保设施一览表见下表。

表 10-2 本项目拟配备的辐射安全防护和环保设施一览表

项目	环保设施	数量
辐射防护与安全措施	探伤室辐射屏蔽防护	墙体、防护门屏蔽防护、门-机联锁、紧急停机、紧急开门、机械排风装置等
	X- γ 剂量率巡检仪	1 台
	个人剂量计	2 套
	个人剂量报警仪	2 台

	固定式场所辐射探测报警装置	1套
	操作人员防护用品	2套铅衣、铅眼镜等
	警戒绳	1套
	其他	监控系统、警告标志、工作状态指示灯、人员培训等

10.2 三废的治理

1. 本项目X射线探伤机在工作状态时，产生的X射线将会使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。产生的臭氧和氮氧化物可通过自然通风排入外环境，臭氧常温下50min可自行分解为氧气，对环境影响较小。

2. 本项目评片和洗片过程可能会产生废显(定)影剂、洗片冲洗废水和废胶片。在产生废显(定)影剂和洗片冲洗废水后立即用废液桶收集，并在每日洗片结束后运至厂区危废库中废显(定)影剂和洗片冲洗废水存放区域；每日产生废胶片在工作结束后收集运至厂区危废库中废胶片存放区域；废显(定)影剂、洗片冲洗废水和废胶片入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

危废依托公司危废库进行暂存。危废库已按照《危险废物贮存污染控制标准 GB18597-2023》相关要求建设，能够做到“防雨淋、防渗漏、防流失”危废库内设消防设施，防止出现火灾。企业按照《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023版）要求，危废库门上张贴环保标识牌，并依据《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）等规定明确危险废物种类，规定设置危险废物识别标志并进行分区管理。建设单位需制定危废库管理制度，危废库由专人管理，做好危险废物情况的记录，注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、使用量等登记工作。

项目依托现有厂区内危废仓库，危废仓库面积为30m²。现有项目危险废物主要为废拉丝油、含油抹布、废羊毛毡、废过滤棉、废活性炭、含油废液、除尘灰、油桶、其他沾染有毒有害物质的废包装桶、直接冷却废水，根据企业提供资料，现有项目危废总占用面积为20m²；本项目危险废物产生量较少，现有危废仓库可以满足存放要求。

建设单位已与有资质单位签订危废废物收集处置协议书处理本项目危废。危废库内划定的废胶片及洗片废液存放区域要能够满足本项目废显(定)影剂、洗片冲洗废水和废胶片

存放。建设单位应定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

建设单位将按照《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》等管理规定，制定危险废物管理计划、建立危险废物管理台账，在全生命周期系统中实时申报危险废物的产生、贮存、转移等相关信息，在系统中打印的危废标志标识按规范要求张贴，实施对危险废物的规范化管理。

3、辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水经化粪池处理后接管至梅村水处理厂，一般生活垃圾由环卫部门统一清运处置，对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目固定式X射线探伤铅房建设阶段涉及的主要施工程序为X射线机的安装、固定及探伤铅房的拼装等，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各种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，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：a. 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b. 车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c. 施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（2）噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将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》

（GB12523-2011）的标准，尽量使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，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，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。

该单位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公司局部区域，对周围环境影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

本项目探伤铅房曝光室通过铅屏蔽墙、铅屋顶和铅防护门对X射线进行防护，探伤房曝光时仅开启1台X射线探伤机，X射线探伤机有用射束方向为固定向下，探伤铅房下方为土层，有用射束不会照射东侧、南侧、西侧及北侧，故计算时不考虑有用线束的照射；其他方向均按照非有用射束照射进行估算。

表11-1 探伤铅房关注点及其需要防护的射线一览表

序号	关注点	需要屏蔽的辐射源	剂量率控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)
①	探伤铅房	东墙外30cm	2.5
②		南墙外30cm	2.5
③		西墙外30cm	2.5
④		北墙外30cm	2.5
⑤		工件门外30cm	2.5
⑥		顶部表面外30cm	2.5

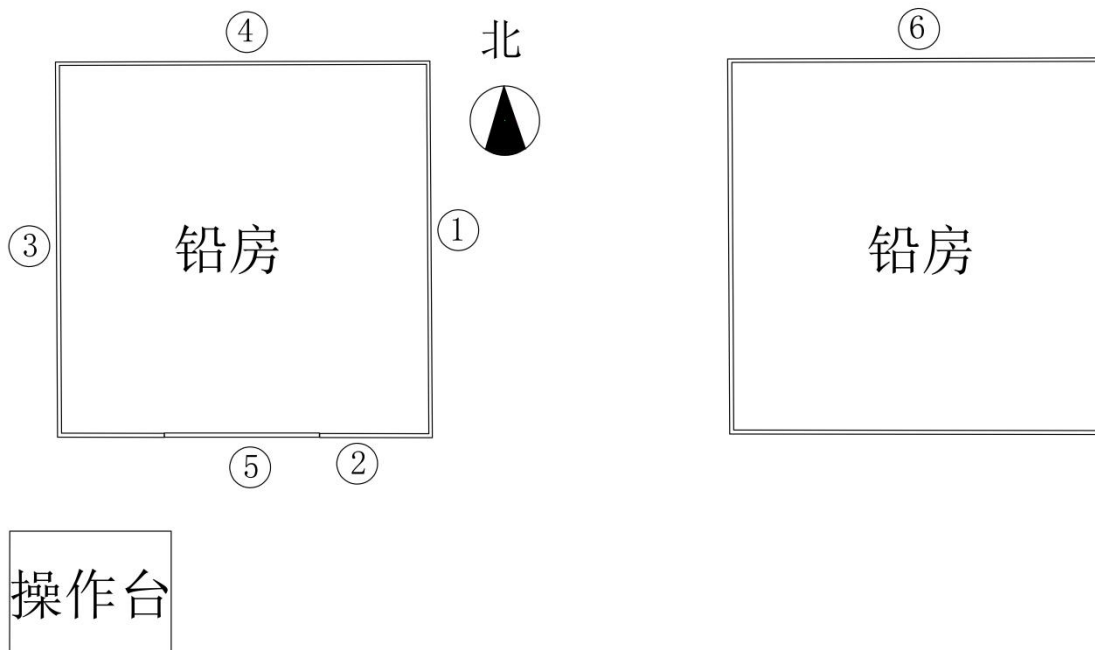


图 11-1 本项目探伤铅房计算点位示意图

(一) 计算公式选取

本次评价公式参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)及其修改单，详见公式11-1~公式11-4。

1. 有用线束在关注点处的剂量率计算公式：

$$H=I \times H_0 \times B \div R^2 \quad (\text{公式 9-1})$$

式中:

H	有用线束在关注点处的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$
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, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4
B	屏蔽透射因子
R	辐射源点(靶点)至关注点的距离, m

2. 屏蔽透射因子计算公式:

$$B=10^{-X/TVL} \quad (\text{公式 9-2})$$

式中:

B	屏蔽透射因子
X	屏蔽物质厚度
TVL	X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度

3. 泄漏辐射在关注点处的剂量率计算公式

$$H_1=H_l \times B \div R^2 \quad (\text{公式 9-3})$$

式中:

H_1	泄漏辐射在关注点处的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$
H_l	距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$
B	屏蔽透射因子
R	辐射源点(靶点)至关注点的距离, m

4. 关注点的散射辐射剂量率计算公式

$$H_2=I \times H_0 \times B \times F \times \alpha \div (R_s^2 \times R_0^2) \quad (\text{公式 9-4})$$

式中:

H_2	关注点的散射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$
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, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4
B	屏蔽透射因子
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
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

(二)主要预测参数选取

1. 本项目拟购置的X射线探伤机的最大管电压为250kV，最大管电流为5mA。X射线探伤机活动范围处于探伤铅房中央位置，东西长1m、南北长0.5m。X射线探伤机有用射束方向为固定向下，探伤铅房下方为土层，有用射束不会照射东侧、南侧、西侧、北侧及顶部，则周边及顶部均为泄漏辐射和散射辐射。

根据GBZ/T250-2014及其修改单可知，X射线管电压为250kV，0.5mm铜滤过条件下X射线输出量为 $16.5\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

根据GBZ/T250-2014及其修改单可知，X射线管电压为250kV时，距靶点1m处的泄漏辐射剂量率取 $5000\mu\text{Sv/h}$ 。

根据GBZ/T250-2014及其修改单可知，原始X射线能量为250kV或300kV时，X射线 90° 散射辐射最高能量为200kV。

根据GBZ/T250-2014及其修改单中附录B.4散射因子可知，B.4.2 当X射线装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，4.2.3式(9)的 $R_0^2/(F\cdot\alpha)$ 因子的值： $50(200\text{kV}\sim 400\text{kV})$ 。

2.根据GBZ/T250-2014及其修改单，X射线管电压为250kV时，X射线在铅中半值层厚度为2.9mm；X射线管电压为200kV时，X射线在铅中半值层厚度为1.4mm。

(三)预测结果

1. 非有用射束辐射影响分析

表11-2 非有用射束屏蔽效果预测表

参考点		东墙	南墙	西墙	北墙	工件门	顶部
设计厚度		14mmPb	14mmPb	14mmPb	14mmPb	14mmPb	14mmPb
泄 漏 辐 射	B_1	$10^{-4.83}$	$10^{-4.83}$	$10^{-4.83}$	$10^{-4.83}$	$10^{-4.83}$	$10^{-4.83}$
	$H_L (\mu\text{Sv/h})$	5000	5000	5000	5000	5000	5000
	$R (m)$	0.9	1.15	0.9	1.15	1.15	1.4
	$H_1 (\mu\text{Sv/h})$	0.0913	0.0559	0.0913	0.0559	0.0559	0.0377
散 射 辐 射	散射后射线能量	200kV					
	B_2	10^{-10}	10^{-10}	10^{-10}	10^{-10}	10^{-10}	10^{-10}
	$I (mA)$	5	5	5	5	5	5
	$H_0 (\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$	$16.5\times 6\times 10^4$	$16.5\times 6\times 10^4$	$16.5\times 6\times 10^4$	$16.5\times 6\times 10^4$	$16.5\times 6\times 10^4$	$16.5\times 6\times 10^4$
	$R_0^2/(F\cdot\alpha)$	50	50	50	50	50	50
	$R_s (m)$	0.9	1.15	0.9	1.15	1.15	1.4

	H₂ (μSv/h)	0.0000122	0.0000074 9	0.0000122	0.0000074 9	0.0000074 9	0.0000050 5
	泄漏辐射和散射辐射的符合作用 (μSv/h)	0.0913	0.0559	0.0913	0.0559	0.0559	0.0377
	剂量率参考控制水平 (μSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：曝光时，探伤机距离东、西墙0.5m，距离南、北墙0.75m，距离地面1m，距离铅房顶部1m；取墙厚0.1m。

从表11-2预测结果可以看出，本项目探伤房以XXG2505型探伤机满功率运行时，曝光室四周屏蔽墙、顶部及工件门外30cm处剂量率最大值为0.0913 μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中曝光室辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

2、天空反散射影响分析

由表11-4可知，本项目探伤铅房内X射线机满功率运行时，由于顶部屏蔽体上方30cm处的最大辐射剂量率为0.0377 μSv/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，因此其天空反散射能够满足《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)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 μSv/h”的要求。

3、通风、电缆管道辐射影响分析

本项目探伤房电缆管道使用铅防护罩进行屏蔽，利用散射降低管道口的辐射水平，避免X射线直接照射电缆口，X射线进入电缆管道后散射示意图如图11-2，散射路径为O→A→E→F→G，X射线需至少经过三次散射才能到达管道口；本项目探伤房通风管道使用铅防护罩进行屏蔽，通风口使用铅百叶窗进行屏蔽，X射线进入管道后散射示意图如图11-2，散射路径为O→A→B→C→D，X射线需至少经过三次散射才能到达管道口。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”，本项目探伤房通风、电缆管道设计能够满足辐射防护要求。

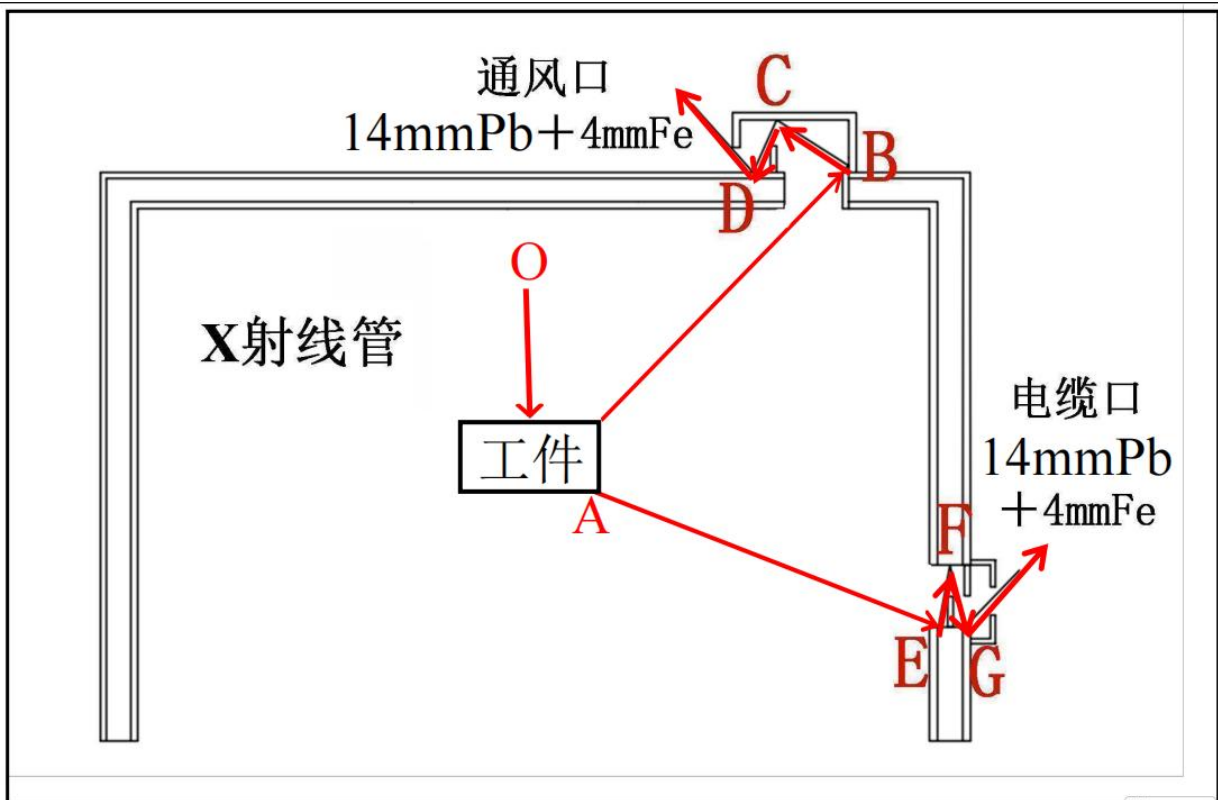


图11-2 电缆管道、通风管道射线路径示意图

11.2.2 人员所受辐射剂量估算与评价

一、计算公式选取

参考点的周剂量及年有效剂量水平估算

$$H_c = H_{c,d} \times t \times U \times T \quad (\text{公式 9-4})$$

式中：

H_c	参考点的周剂量水平/年剂量水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ， $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；
$H_{c,d}$	参考点处剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；
t	探伤装置周/年照射时间， $\text{h}/\text{周}$ ， $\text{h}/\text{年}$ ；
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

二、居留因子

参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)及其修改单选取，具体数值见表 11-6。

表 11-6 居留因子的选取

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
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

三、估算结果及评价

表 11-5 评价范围内保护目标处辐射剂量率一览表

位置	居留因子	使用因子	墙表面外 30cm 处辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	位置	关注点处辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	周剂量估算值 ($\mu\text{Sv/周}$)	目标管理值 ($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量估算 (mSv/年)	目标管理值 (mSv/年)
操作台	1	1	0.0559	南侧、紧邻	0.0559	0.0559	100	2.24×10^{-3}	5
一层生产车间	1	1	0.0913	四周、紧邻	0.0913	0.0913	5	3.65×10^{-3}	0.1
楼梯间	1/8	1/8	0.0913	西侧、9m	7.55×10^{-4}	7.55×10^{-4}		3.78×10^{-6}	
生产车间夹层机加工区	1	1	0.0377	上方、9m	7.55×10^{-4}	7.55×10^{-4}		3.02×10^{-5}	
公司厂区内门厅/车库/办公楼	1	1	0.0559	南侧、48m	3.06×10^{-5}	3.06×10^{-5}		1.22×10^{-6}	
无锡市同心集团生产车间	1	1	0.0559	北侧、32m	6.73×10^{-5}	6.73×10^{-5}		2.69×10^{-6}	
厂区道路	1/8	1/8	0.0559	四周、17m	2.25×10^{-4}	2.25×10^{-4}		1.13×10^{-6}	
新风路	1/8	1/8	0.0913	西侧、30m	7.62×10^{-5}	7.62×10^{-5}		3.81×10^{-7}	

由上表可知，辐射工作人员周有效剂量最大为 $0.0559 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $2.24 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，周围公众周有效剂量最大为 $0.0913 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $3.65 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中剂量限值要求和本项目管理目标中对职业工作人员和公众剂量约束值要求。

11.2.3 非放射有害气体环境影响分析

本项目X射线探伤机在工作状态时，产生的X射线将会使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。产生的臭氧和氮氧化物可通过自然通风排入外环境，臭氧常温下50min可自行分解为氧气，对环境影响较小。

11.2.4 危险废物环境影响分析

本项目评片和洗片过程可能会产生废显(定)影剂、洗片冲洗废水和废胶片。在产生废显(定)影剂和洗片冲洗废水后立即用废液桶收集，并在每日洗片结束后运至厂区危废库中废显(定)影剂和洗片冲洗废水存放区域；每日产生废胶片在工作结束后收集运至厂区危废库中废胶片存放区域；废显(定)影剂、洗片冲洗废水和废胶片入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

11.3 事故影响分析

11.3.1 X射线探伤铅房内X射线探伤潜在辐射事故

(1) 由于安全联锁装置失灵，防护门未关闭时辐射工作人员开机工作，致使周围人员受到误照射；

(2) 探伤时未进行清场，曝光室内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射；

(3) 机器调试、检修时误照射。探伤房内的X射线探伤机在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射；

(4) 二人作业，配合失误受照。两个人一起作业时，一人放置待测工件而另一人却仍误开机导致人员受到误照射。

11.3.2 辐射事故处置方法

(1) 当发生误照射/辐射超标时：

①紧急停机：立即按下探伤机“急停按钮”，切断设备总电源，终止射线发射；

②人员撤离：指挥铅房内及周边无关人员迅速撤离至安全距离外（铅房外上风方向50m以外）；

③报警与上报：立即启动应急预案，上报单位负责人、辐射安全管理部门，必要时向生态环境部门报告；

④现场管控：封锁铅房及辐射污染区域，设置警戒带、警示标识，禁止无关人员进入；

⑤检测与恢复：由专业人员用辐射剂量仪检测周边剂量，确认无持续辐射后，排查联锁、屏蔽、设备故障，修复合格后方可恢复作业。

(2) 当探伤机设备故障（触电/打火/短路）时

①断电止损：第一时间切断铅房总电源，禁止带电触碰故障部位；

②人员防护：作业人员穿戴绝缘手套、绝缘鞋，防止触电；

③故障排查：专业技术人员检查高压电缆、插头、控制器，更换破损部件，测试绝缘性能；

④记录与修复：记录故障时间、原因、处理过程，修复后经辐射检测、绝缘测试合格方可使用。

(3) 人为违规/误入事故处置

①立即终止作业：停止探伤机运行，关闭射线源，确认无辐射输出；

②人员安置：将误入人员带至铅房外安全区域，安抚情绪并初步评估身体状况；

③剂量检测：对误入人员、现场环境进行辐射剂量检测，记录数据；

④医疗与上报：若有疑似辐射暴露，及时送医检查，同步上报生态环境、应急管理部门，开展后续评估与处理。

11.3.3 辐射事故预防措施

(1)曝光室内拟设置紧急停机按钮及开门开关，若人员误入曝光室可及时按下急停按钮，停止探伤机曝光。

(2)辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保安全措施完好。确保在所有防护门关闭后，X射线探伤机才能进行照射；定期认真地对本单位射线装置安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，定期对探伤机进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

(3)X射线探伤时辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。

(4)修编X射线探伤机操作规程。凡涉及对X射线探伤机进行操作，必须按操作规程

执行，探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(5) 辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。

(6) 公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对 X 射线探伤机进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，每次探伤前检查曝光室门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测曝光室的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

11.3.4 事故风险防范措施

1. 制定自检制度，定期对探伤机进行维护，现场探伤时，先进行清场，控制区边界悬挂“禁止进入射线工作区”警告牌，监督区边界设置“无关人员禁止入内”警告牌、设置专人警戒巡逻。并在控制区边界设置“预备”和“照射”状态的工作信号灯；

2. 制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，禁止未经过培训的操作人员操作探伤机；辐射工作人员进行探伤作业时，个人剂量剂佩戴于左胸前，穿戴个人防护用品，携带个人剂量报警仪。如发现超剂量，应进行调查，或改善防护条件或措施；

3. 加强探伤机在贮存、使用现场的管理，同时储存室设置防盗门和防盗窗，防盗门加锁，实行双人双锁管理，设计红外高清视频监控和入侵报警装置，防止探伤机被盗、丢失发生；一旦发生此类事件，公司应立即按规定启动本单位《辐射事故应急预案》，并及时报告当地生态环境主管部门；

4. 加强对危险废物暂存、处置等过程的管理，对危险废物实行联单管理和台账管理，定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质的单位处置。

11.3.3 辐射事故处置方法

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江

《江苏省辐射污染防治条例》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目X射线探伤拟使用的X射线探伤机属于II类射线装置，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，本项目X射线探伤可能发生的事故主要为一般辐射事故。万一发生事故后：

- (1) 辐射工作人员应第一时间停止放射源或射线装置操作，然后启动应急预案；
- (2) 立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；
- (3) 对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》，当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后1小时内向所在地生态环境和公安部门报告，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，还应当同时向卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构设置

本项目开展工业X射线探伤使用的设备为X射线机，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》的要求，使用Ⅱ类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，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。辐射工作人员均应通过生态环境部组织的“X射线探伤”类、辐射防护负责人应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类考核，通过考核后方可上岗。

无锡斯考尔自动控制设备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2名辐射工作人员，2人中1人负责探伤机出束，另1人负责曝光室内探伤机摆位、贴片取片、巡视清场等工作，定期轮换；拟配备的2名辐射工作人员均应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核，辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后，应当通过生态环境部培训平台进行学习，考核通过后方可上岗。

12.2 辐射安全管理规章制度

本项目为新建项目，无锡斯考尔自动控制设备有限公司拟按照《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》中相关要求制定一系列辐射安全管理制度，包括探伤操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度和事故应急预案等。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

探伤操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求，明确X射线机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确X射线机操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

岗位职责：明确管理人员、操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。辐射防护和安全保卫制度；根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是对X射线探伤机的管理、维修等均要落实到个人。

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

是探伤铅房X射线探伤机的运行和维修时辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确曝光室各项安全联锁装置、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。明确每个月对X射线探伤机及配件和辐射监测设备进行检查、维护，每3个月对X射线探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修确保探伤机、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

人员培训计划：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。

监测方案：明确监测频次和监测项目，主要包括个人剂量监测和工作场所监测，监测方式由企业自主监测与有资质单位开展的年度监测。监测结果妥善保存，定期上报生态环境主管部门。此外，使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。

台账管理制度：对X射线探伤机使用情况进行登记，记载探伤设备名称、型号、电压、电流、来源和去向等，同时对探伤装置的说明书建档保存，对X射线探伤机进出进行严格管理。

事故应急预案：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预案，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。

12.3 辐射监测

公司使用的X射线机属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》，本项目应配置至少1台环境辐射剂量巡测仪，以满足射线装置日常运行时，对探伤铅房周围X射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司拟配备1台便携式X- γ 剂量率巡检仪及2台个人剂量报警仪，方能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。监测仪器还应定期送至计量部门检定校准。公司拟每年委托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；

在开展探伤作业时，拟定期对探伤铅房周围的辐射水平进行监测，并做相关记录；本

项目辐射工作人员拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（每1个月/次，最长不超过3个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。

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。公司拟每年对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。

本项目辐射监测方案见表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
探伤铅房	X-γ 周围剂量当量率	验收监测	1 次	①探伤铅房周围各关注点处，如四周、顶部、底部防护墙、工件门外 30cm 处；特别是通风口、电缆口等位置； ②辐射工作人员操作位处； ③周围环境保护目标处；
		工作场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	
辐射工作人员	个人剂量当量	定期自行开展辐射监测	每 3 个月/次	/
		委托有资质的单位进行	每 1 个月/次，最长不超过 3 个月/次	

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，无锡斯考尔自动控制设备有限公司拟针对项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容应包括：

- (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。

无锡斯考尔自动控制设备有限公司拟依据《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。在日后的运行管理过程中，公司拟根据实际辐射工作情况和管理要求，及时对辐射事故应急预案进行更新完善。同时公司拟根据本单位实际情况，每年至少开展

一次综合或单项的应急演练，应急演练前拟编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景，演练参与人员等。

此外，公司应加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应经常监测辐射工作场所及周围环境的辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

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

表 13 结论与建议

13.1 结论

1. 项目概述

为满足生产需求，保证生产产品的质量，无锡斯考尔自动控制设备有限公司拟在生产车间一层毛坯库内新建1座X射线探伤铅房，操作台位于探伤铅房西南侧，拟购置1台X射线探伤机，用于探伤检测；并在生产车间夹层中部利用现有备用间改造后设置“暗室”和“评片室”2个房间，分别用于X射线探伤机及其他辐射防护设施洗片、评定照片等，本项目产生的危险废物依托公司现有危废仓库进行暂存。

X射线探伤机不使用时暂存于探伤铅房内。依据主管部门关于射线装置的分类管理办法，拟购置的1台X射线探伤机属于II类射线装置。

本项目符合“实践正当性”原则，符合国家产业政策。

2. 辐射环境现状

由现状检测结果表明：本项目区域周围环境 γ 空气吸收剂量率现状值处于江苏省环境天然放射性水平范围内。

3. 辐射安全与防护

本项目探伤铅房工件门拟设置门机联锁装置，在探伤铅房内东南侧墙体处拟设置紧急开门开关；拟在工件门上方及探伤铅房内设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并均与X射线机进行联锁；探伤铅房工件门外及探伤铅房内醒目位置处均拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；探伤铅房工件门外及表面醒目位置处拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在探伤铅房内设置1个紧急停机按钮，操作台处设置1个紧急停机按钮；操作台处拟设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用；拟在探伤铅房内西北侧设置1个固定式辐射探测报警装置，操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面；拟在探伤铅房内、工件门口均设置1个视频监控。

辐射工作人员在开展检测工作前应按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中5.1.2要求对本项目固定式探伤铅房及X射线机进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常；辐射工作人员正常使用X射线机时应检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；应定期测量探伤铅房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；当班使用便携式X- γ 剂量

率仪前，应检查是否能正常工作；在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤铅房内部没有人员驻留并关闭防护门；公司应对X射线机的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

当X射线机不再使用时，应实施退役程序。X射线机的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；退役时应清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

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。

4. 环境影响分析

(1) 根据对本项目工作场所预测计算，本项目铅房拟采取的屏蔽措施能满足屏蔽要求，在使用已确定型号X射线探伤机的条件下，对环境是安全的。经理论计算，该项目曝光室周围X- γ 辐射剂量率最大值为0.0913 μ Sv/h，符合《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中4.1.2款规定：探伤室屏蔽墙外30cm处辐射剂量率不大于2.5 μ Sv/h的要求。本评价要求企业在探伤室周围设置警告标志，禁止非工作人员在探伤室周围区域活动。

(2) 人员年有效剂量

辐射工作人员所受年有效剂量，满足本评价采用的辐射工作人员年剂量约束值 5.0mSv的管理要求。

探伤铅房周围驻留的公众人员以及保护目标处驻留公众人员所受年辐射剂量均满足本评价采用的公众年剂量约束值不超过0.1mSv的管理要求。

(4) 非放射有害气体环境影响分析

本项目X射线探伤机在工作状态时，产生的X射线将会使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。产生的臭氧和氮氧化物可通过自然通风排入外环境，臭氧常温下50min可自行分解为氧气，对环境影响较小。

(5) 危险废物环境影响分析

本项目评片和洗片过程可能会产生废显(定)影剂、洗片冲洗废水和废胶片。在产生废显(定)影剂和洗片冲洗废水后立即用废液桶收集，并在每日洗片结束后运至厂区危废库中废显(定)影剂和洗片冲洗废水存放区域；每日产生废胶片在工作结束后收集运至厂区危废库中废胶片存放区域；废显(定)影剂、洗片冲洗废水和废胶片入库时在危险废物管理台账

中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

5. 辐射安全管理

公司将成立辐射安全与防护管理机构，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，由辐射安全与防护管理机构全面负责公司辐射安全与防护各项工作。

公司拟新招录2名辐射工作人员，从事X射线探伤机探伤检测相关工作。本次环评要求，公司应尽快组织辐射工作人员到国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行培训并通过考核，均需具备生态环境主管部门规定的文化及受教育要求，具备从事X射线无损检测的技术能力。在此情况下，可满足人员配备要求。此外，公司还应组织本项目工作人员按时进行再培训。

公司将为辐射工作人员人手配备1支个人剂量计，并委托有资质的单位每三个月对个人剂量进行检测，还将定期组织工作人员进行健康查体；将建立个人健康档案和个人剂量档案，每人一档，检测结果归入档案，由专人负责管理，档案应终生保存。满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求。

本项目设施较为简单，环境风险因素单一，在根据本次评价要求进一步完善各项风险防范措施的前提下，环境风险是可控的。

综上所述，无锡斯考尔自动控制设备有限公司新建1座固定式X射线探伤铅房项目，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。

13.2 建议和承诺

一、建议

1. 建议公司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”。

2. 探伤机安全使用期限为10年，不得超期使用。

二、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部门申领辐射安全许可证；

按照环境影响评价文件及审批文件要求同步进行主体工程和环保设施的建设，落实各项环保措施和辐射环境管理措施。

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. 公司将加强探伤设备的安全管理工作，严格落实探伤设备使用登记制度，建立使用台账；做好探伤设备的安全保卫工作，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. 公司将及时组织辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台网上培训，考核合格后上岗。建立健全辐射防护工作档案，对工作人员的辐射防护培训、个人剂量检测、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参与探伤的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. 加强对废显(定)影液、冲洗废水和废胶片等危险废物的日常管理，暂存在耐腐蚀的专用容器内；建立管理台帐，严控环境风险。

6. 制定辐射安全管理规章制度，严格执行监测计划，发现问题及时处理。

7. 根据辐射建设项目实际情况，编制辐射事故应急预案；按照辐射事故应急方案和报告制度，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。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资
辐射安全管理机构	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。	根据《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》成立安全管理机构。	/
辐射防护措施	本项目探伤铅房内净尺寸为2m长×2m宽×2m高，探伤铅房东、南、西、北侧防护墙及顶部拟采用14mmPb+4mmFe，工件门拟采用14mmPb+4mmFe，通风口外、电缆口外拟采用14mmPb+4mmFe防护罩。	探伤铅房表面外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）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 μSv/h及探伤铅房顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平不大于2.5 μSv/h”的要求	13
	本项目探伤铅房工件门拟设置门机连锁装置，在探伤铅房内东北侧墙体处拟设置紧急开门开关；拟在工件门上方及探伤铅房内设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并均与X射线机进行连锁；探伤铅房工件门外及探伤铅房内醒目位置处均拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；探伤铅房工件门外及表面醒目位置处拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在探伤铅房内四周墙体处各设置1个紧急停机按钮，操作台处设置1个紧急停机按钮；操作台处拟设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用；拟在探伤铅房内西北侧设置1个固定式辐射探测报警装置，操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面；拟在探伤铅房内、工件门口各设置1个视频监控。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）。	
人员配备	公司拟为本项目配备2名辐射工作人员，其中1名辐射工作人员兼职辐射防护负责人，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	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求	定期投入
	公司拟委托有资质的单位对2名辐射工作人员开展个人剂量检测（1个月/次，最长不超过3个月/次），并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案		
	公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过2年）组织2名辐射工作人员进行职业健康体检，按相关要求建立辐射工作人员职业健康监护档案		
检测仪器和防	拟购置1台便携式X-γ辐射剂量率仪、2台个人剂量计、2台个人剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品	2.0

护用品		和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	
辐射安全管理	公司拟根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射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、台账管理制度以及辐射事故应急预案等制度	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急预案	/
污染防治措施	废气：X射线探伤机工作时发出的X射线电离空气分子会使周围的空气产生少量臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物直接进入大气中，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。	本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对环境的影响较小。	/
	本项目拍片、洗片过程中产生的危险废物，即废胶片、废显(定)影液，分别暂存于洗片室和评片室内专用小废物桶和专用小收纳箱，定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质的单位处置。	本项目拍片、洗片过程中产生的危险废物，即废胶片、废显(定)影液，分别暂存于洗片室和评片室内专用小废物桶和专用小收纳箱，定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质的单位处置。	/

表 14 审批

下一级生态环境部门意见	
经办人	公 章
	年 月 日
审批意见	
经办人	公 章
	年 月 日