核技术利用建设项目

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司
扩建固定式 X 射线探伤项目
环境影响报告表

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司（公章）

2025 年 **5** 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司
扩建固定式 X 射线探伤项目
环境影响报告表

建设单位名称：江苏永瀚特种合金技术股份有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 11 号

邮政编码：214000 联 系 人：

电子邮箱： 联系电话：

目录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 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） 8
表 6 评价依据 9
表 7 保护目标与评价标准 13
表 8 环境质量和辐射现状 16
表 9 项目工程分析与源项 21
表 10 辐射安全与防护 27
表 11 环境影响分析 32
表 12 辐射安全管理 40
表 13 结论与建议 44
表 14 审批 48
辐射污染防治措施“三同时”措施一览表 49

附图：

附图 1 江苏永瀚特种合金技术股份有限公司地理位置图

附图 2 江苏永瀚特种合金技术股份有限公司厂区平面及周围环境示意图

附图 3 江苏永瀚特种合金技术股份有限公司 102#厂房平面图

附图 4 102#厂房 X、γ射线室平面布置图

附图 5 本项目探伤房平面及剖面布置图

附图 6-1 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

附图 6-2 本项目与江苏省生态环境分区管控综合服务系统进行管控区相对位置关系图

附图 7 编制主持人踏勘现场图

附件：

附件 1 委托书

附件 2 承诺书

附件 3 工业废物回收处置合同

附件 4 营业执照及土地证

附件 5 辐射安全许可证正副本

附件 6 原有核技术利用项目环评批复及验收材料

附件 7 辐射工作人员证书

附件 8 年度检测报告

附件 9 个人剂量检测报告

附件 10 本底检测报告

附件 11 本项目探伤机技术参数说明

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">扩建固定式 X 射线探伤项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">江苏永瀚特种合金技术股份有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>曹阳</td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 11 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 11 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资(万元)</td><td>35</td><td>项目环保投资(万元)</td><td>25</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>71.4%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☐新建 ☐改建 ☑扩建 ☐其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>约 35</td></tr>
<tr><td rowspan="8">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>☐销售</td><td colspan="5">☐I类 ☐II类 ☐III类 ☐IV类 ☐V类</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="5">☐I类（医疗使用） ☐II类 ☐III类 ☐IV类 ☐V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="5">☐乙 ☐丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述：

1. 建设单位基本情况、项目建设规模和任务由来

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司成立于 2011 年 10 月 14 日，注册地位于无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 11 号，法定代表人为曹阳。经营范围包括合金材料及制品的技术开发、技术转让、技术服务；模具、工具夹具、金属工具的设计、制造；汽车、摩托车零部件的制造、加工；发动机进气增压器、轻型燃气轮机、涡轮叶轮、等轴晶、定向、单晶叶片的制造、加工；自营和代理各类商品和技术的进出口业务（国家限定企业经营

或禁止进出口的商品和技术除外）。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。一般项目：有色金属铸造；黑色金属铸造（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）。公司营业执照及土地证见附件 4。

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司因业务发展，工件无损检测需要，拟在公司 102#厂房北侧 X、γ射线室内扩建 1 座固定式 X 射线探伤房（7 号探伤房），并配备 1 台 X 射线探伤机。拟在公司现有辐射工作人员中调配 2 名管理本项目探伤房，项目运行后每周开机曝光时间不超过 10h，年工作 50 周，年曝光总时间不超过 500h。本项目核技术利用项目详见下表 1-3。

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司目前已开展核技术利用项目。在用 6 座探伤房（1 号、2 号、3 号、4 号、5 号、6 号探伤房），并已申领辐射安全许可证。本项目 7 号探伤房位于 3 号与 4 号探伤房中间，共用 3 号探伤房东墙和 4 号探伤房西墙。2018 年 7 月建设 4 号探伤房时，7 号探伤房混凝土主体与 4 号探伤房同时建成，后续一直仅作为仓库使用，内部未安装各项辐射防护措施，未开展探伤作业活动。

表 1-1 江苏永瀚特种合金技术股份有限公司本项目核技术利用项目一览表

射线装置										
序号	装置名称、型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	类别	工用场所	活动种类	环评情况	许可情况	备注
1	X 射线探伤机（iXRS-450）	1	450	15	II	7 号探伤房	使用	本次环评	未许可	额定功率 4.5kW

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，本项目需进行环境影响评价，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），本项目为使用 X 射线探伤机进行无损检测，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受江苏永瀚特种合金技术股份有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2. 项目周边保护目标及项目选址情况

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司位于无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 11 号。公司东侧为无锡云波有色金属新材料有限公司；南侧为金桂东路；西侧为刘闾路；北侧为合欢路。公司地理位置示意图见附图 1，公司平面布置图及周围环境示意图见附图 2。

本项目7号探伤房拟建设于公司102#厂房北侧X、γ射线室内。X、γ射线室东、南、西侧为102#厂房工作区；北侧为变电站及厂区道路。本项目7号探伤房东侧为4号探伤房；南侧为X、γ射线室过道以及5、6号探伤房；西侧为2、3号探伤房、劳厄检测室及暗室；北侧为变电站。7号探伤房设置有曝光室、操作台，操作台位于曝光室南侧。本项目7号探伤房为一层建筑，上方102#厂房顶棚，下方为土层。

本项目曝光室周围50m范围内涉及①102#厂房，②厂区道路，③污水站，④空压机房，⑤二期B厂房，⑥变电站。本项目周围环境保护目标主要为从事X射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。

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》和《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，本项目评价范围内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，本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图6。

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。

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。

3. 实践正当性

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司因工件无损检测需要，拟扩建1座固定X射线探伤房并计划购买1台X射线探伤机对生产工件进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，探伤机的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，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。

4. 原有核技术利用项目许可情况

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司目前已开展核技术利用项目。公司于2012年12月31日通过原江苏省环保厅审批，取得《新建固定式X射线探伤项目》批复（苏环

辐(表)审[2012]420 号），批准使用 3 座 X 射线探伤房（1 号、2 号、3 号探伤房），每个探伤房各配备 1 台 X 射线探伤机。2015 年 1 月 26 日原无锡市环保局对该项目进行了行政验收。

2018 年 5 月 22 日通过原江苏省环保厅审批，取得《扩建固定式 X、γ射线探伤项目》批复（苏环辐（表）审[2018]011 号）。批准使用 1 座γ射线探伤房（4 号探伤房），配备 1 台 ^{192}Ir γ射线探伤机；使用 2 座 X 射线探伤房（5 号、6 号探伤房），每个探伤房各配备 1 台 X 射线探伤机。于 2019 年 5 月 16 日委托江苏省苏核辐射科技有限责任公司对该项目 4 号、5 号探伤房进行了环保自主验收；6 号探伤房目前完全建成，于 2025 年 4 月 8 日通过江苏省生态环境厅许可，后期将尽快安排验收。环评批复及验收材料见附件 6。公司目前在用 2 台III类射线装置，已填写登记表，并已申领辐射安全许可证。

公司现辐射安全许可证编号为苏环辐证[01365]，种类和范围为“使用II类放射源，使用II类、III类射线装置”，有效期至 2029 年 10 月 15 日，发证机关为江苏省生态环境厅。辐射安全许可证正副本见附件 5。

表 1-2 江苏永瀚特种合金技术股份有限公司已有核技术利用项目一览表

放射源									
序号	放射源名称	数量	单枚出厂活度（Bq）	类别	工作场所	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况
1	γ射线探伤机（^{192}Ir）	1	3.7×10^{12}	II	4 号探伤房	使用	已环评	已许可	已验收
射线装置									
序号	装置名称、型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	类别	工用场所	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况
1	X 射线探伤机 (ERESCO160MF/4-RW)	1	160	3.7	II	1 号探伤房	使用	已环评	已许可	已验收
2	X 射线探伤机（ISOVOLT320/7）	1	320	7	II	2 号探伤房	使用	已环评	已许可	已验收
3	X 射线探伤机 (ISOVOLT450M1/25-55)	1	450	10	II	3 号探伤房	使用	已环评	已许可	已验收
4	X 射线探伤机（YMG452）	1	450	10	II	5 号探伤房	使用	已环评	已许可	已验收
5	X 射线探伤机（ISOVOLT 450M2/10）	1	450	10	II	6 号探伤房	使用	已环评	已许可	未验收
6	X 射线荧光分析仪（XL3t 980）	1	50	0.2	III	劳厄检测室	使用	已填登记表	已许可	已验收
7	X 射线衍射晶向分析仪（S017）	1	50	40	III	劳厄检测室	使用	已填登记表	已许可	已验收

公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规，成立了辐射安全管理小组，并制定相关辐

射安全管理制度。辐射安全与环境保护管理小组负责辐射防护与安全工作的领导工作，包括制定了相关辐射防护与安全制度、辐射安全与防护措施的定期检查、设备仪器自检、组织辐射工作人员定期参加辐射防护与安全知识考核、定期职业健康体检、个人剂量计送检并管理好辐射工作人员个人剂量及职业健康档案、委托有资质单位对建设单位辐射工作场所进行年度检测。

公司现有辐射工作人员均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，人员均已委托常州环宇信科环境检测有限公司开展个人剂量检测。现有辐射工作人员均已进行职业健康体检，均为可从事放射工作。

表1-3 公司现有辐射工作人员名单

序号	姓名	性别	培训证书		职业健康检查		
			证书编号	有效期至	末次体检日期	体检单位	体检结果
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							

注：III类射线装置辐射工作人员已由建设单位自主考核，并进行了职业健康体检。

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）	年最大操作量 （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	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	1	iXRS-450	450	15	无损检测	7 号探伤房	定向机额定功率 4.5kW
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气。
废显（定）影剂	液态	/	/	约 60kg	约 720kg	/	集中收集后暂存于危废库	收集贮存危废库后委托有危险废物经营资质的单位（无锡中天固废处置有限公司）回收处理。
一次、二次冲洗废水	液态	/	/	约 120kg	约 1440kg	/	集中收集后暂存危废库	收集贮存危废库后委托有危险废物经营资质的单位（无锡中天固废处置有限公司）回收处理。
三次及以上冲洗废水	液态	/	/	约 360kg	约 4320kg	/	不暂存	进入公司污水处理管道最终进入污水处理厂处理。
废胶片	固态	/	/	约 0.83kg	约 10kg	/	集中收集后暂存于危废库	收集贮存危废库后委托有危险废物经营资质的单位（无锡中天固废处置有限公司）回收处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m^3，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/l 或 Bq/kg 或 Bq/m^3)和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行； 4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年修订本），中华人民共和国2020年主席令第43号，自2020年9月1日起施行； 5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行； 6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令2011年第18号公布，自2011年5月1日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行； 8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国2021年生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，2020年11月30日生态环境部令2020年第16号公布，自2021年1月1日起施行； 10) 《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行； 11) 《国家危险废物名录》（2025年版），2024年11月26日生态环境部、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号公布，自2025年1月1日起施行； 12) 《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部部令第23号，自2022年1月1日起施行； 13) 《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年4月29日印发； 14) 《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年9月24日印发； 15) 《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年12月31日印发； 16) 《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年10月14日印发； 17) 《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》国家环保总局，环发[2006]145号，2006年9月26日印发； 18) 《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，自2018年5月1日起施行； 19) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行； 20) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行； 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》，江苏省人民政府办公厅苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21日起施行； 22) 《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，自2019年11月1日起施行；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，自2019年11月1日起施行； 23) 《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》，江苏省生态环境厅苏环办〔2021〕187号，2021年5月31日印发； 24) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》（生态环境部公告第39号，2019年10月25日印发）； 25) 《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年1月1日起施行； 26) 《放射工作人员职业健康管理办法》，中华人民共和国卫生部令第55号，2007年11月1日起施行。

技术标准	1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016） 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） 3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022） 7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单 8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019） 9) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020） 10）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18579-2023）
其他	**附图：** 附图 1 江苏永瀚特种合金技术股份有限公司地理位置图 附图 2 江苏永瀚特种合金技术股份有限公司厂区平面及周围环境示意图 附图 3 江苏永瀚特种合金技术股份有限公司 102#厂房平面图 附图 4 102#厂房 X、γ射线室平面布置图 附图 5 本项目探伤房平面及剖面布置图 附图 6-1 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图 附图 6-2 本项目与江苏省生态环境分区管控综合服务系统进行管控区相对位置关系图 附图 7 编制主持人踏勘现场图 **附件：** 附件 1 委托书 附件 2 承诺书 附件 3 工业废物回收处置合同 附件 4 营业执照及土地证 附件 5 辐射安全许可证正副本 附件 6 原有核技术利用项目环评批复及验收材料 附件 7 辐射工作人员证书

	附件 8 年度检测报告 附件 9 个人剂量检测报告 附件 10 本底检测报告 附件 11 本项目探伤机技术参数说明

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目使用 X 射线探伤机进行无损探伤，X 射线探伤机属于II类射线装置。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本项目探伤房曝光室边界外 50m 区域。本项目 50m 评价范围见附图 2。

保护目标

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》和《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，本项目评价范围内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，本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图6。

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。

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。对照江苏省生态环境分区管控综合服务系统进行管控区，生态影响评价范围内不涉及生态保护红线，与城镇开发边界不冲突，与江苏省“三区三线”要求相符。

根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：

1、本项目探伤房辐射工作人员。

2、本项目探伤房曝光室周围公众。

表7-1 本项目保护目标情况一览表

序号	保护目标名称		方位	最近距离（m）	人员数量	剂量约束值
1	7 号探伤房辐射工作人员	操作台	南侧	相邻	2 人	5mSv/a
2	其他辐射工作人员	X、γ射线室内	南侧	相邻	20 人	
3	周围公众	102#厂房	东、南、西侧	相邻	约 20 人	0.1mSv/a
4		厂区道路	东、北侧	2	流动人员	
5		污水站	北侧	40	1 人	
6		空压机房	东侧	37	流动人员	
7		二期 B 厂房	北侧	15	约 10 人	
8		变电站	北侧	相邻	流动人员	

评价标准

1）工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类别	剂量限值
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），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。

2）剂量约束值：

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“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。”的要求，职业人员按年剂量限值1/4取值，公众按照其年剂量限值的1/10取值，确定本项目剂量约束值如下：

A）职业照射的年剂量约束值不超过5mSv/a;

B）公众照射的年剂量约束值不超过0.1mSv/a。

3）固定探伤时职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“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100μSv/周，对公众场所，其值应不大于5μSv/周”的要求，确定本项目职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平如下；

A）职业人员每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 100μSv/周，

B）公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 5μSv/周；

4）固定探伤时曝光室外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：b)屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h。”以及“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100μSv/h。”的要求确定本项目关曝光室外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下：

A)本项目曝光室屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h。

B）曝光室顶外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于100μSv/h（曝光室上方无建筑，旁邻近建筑物不在自辐射源点到顶部内表面边缘所张立体角区域内；曝光室顶部无需人员到达）

5）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质量现状检测评价参考值如下：

表7-3 江苏省全省环境天然γ辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

项目	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。

6）参考资料

方杰，辐射防护导论[M].北京：原子能出版社，1991。

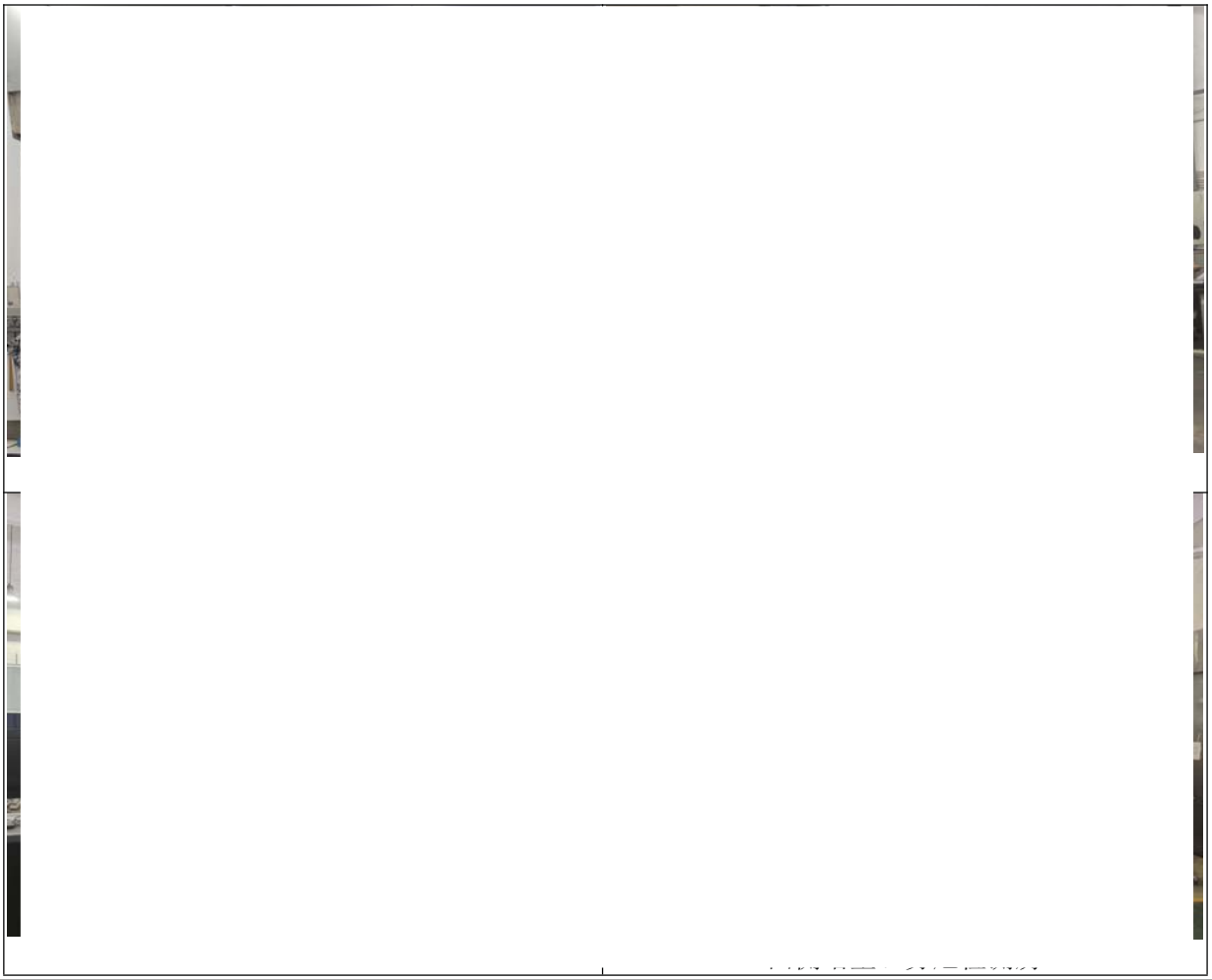
表 8 环境质量和辐射现状

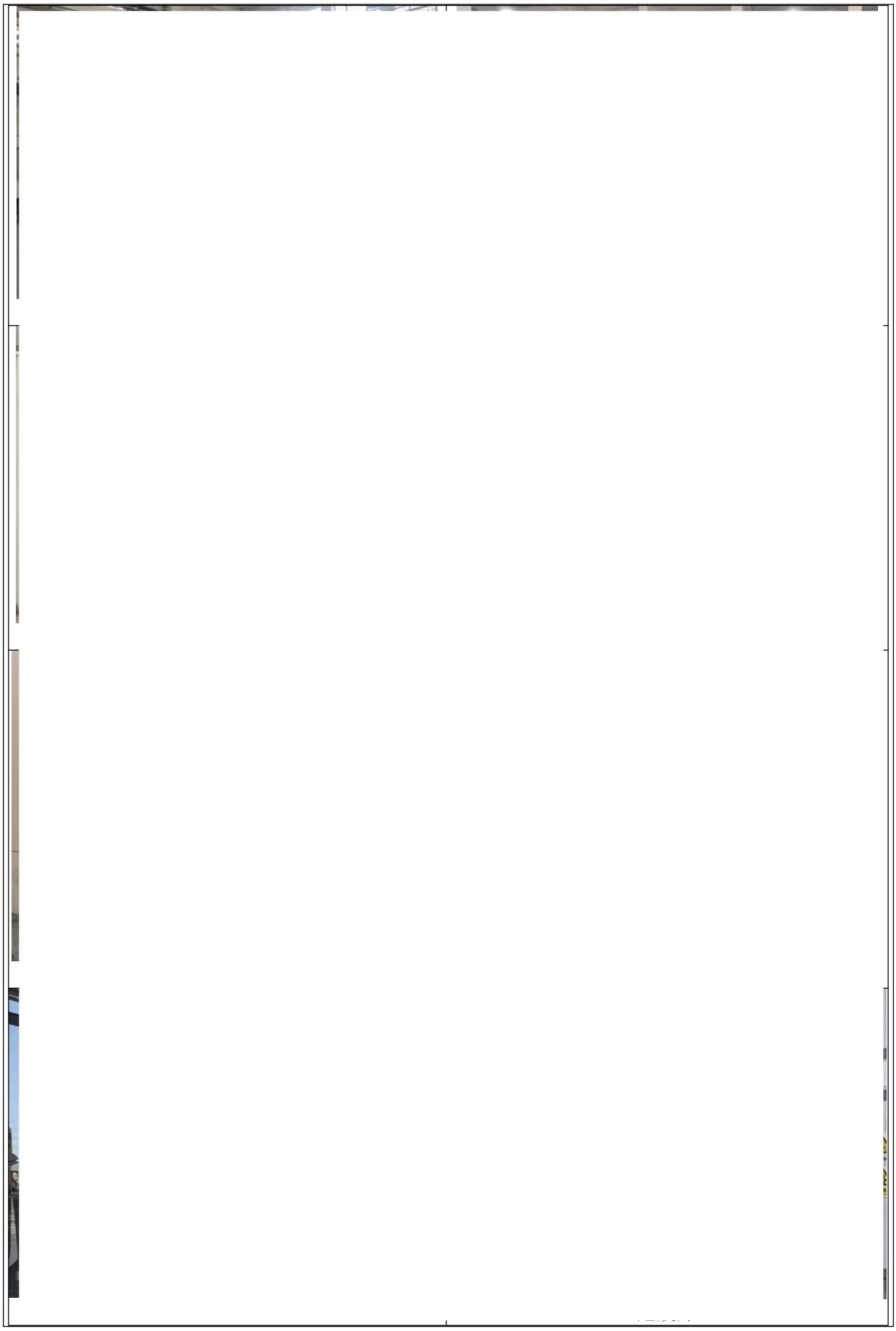
1. 项目地理和场所位置

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司位于无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 11 号。公司东侧为无锡云波有色金属新材料有限公司；南侧为金桂东路；西侧为刘闾路；北侧为合欢路。公司地理位置示意图见附图 1，公司平面布置图及周围环境示意图见附图 2。

本项目 7 号探伤房拟建设于公司 102#厂房北侧 X、γ射线室内。X、γ射线室东、南、西侧为 102#厂房工作区；北侧为变电站及厂区道路。本项目 7 号探伤房东侧为 4 号探伤房；南侧为 X、γ射线室过道以及 5、6 号探伤房；西侧为 2、3 号探伤房、劳厄检测室及暗室；北侧为变电站。7 号探伤房设置有曝光室、操作台，操作台位于曝光室南侧。本项目 7 号探伤房为一层建筑，上方 102#厂房顶棚，下方为土层。

本项目曝光室周围 50m 范围内涉及①102#厂房，②厂区道路，③污水站，④空压机房，⑤二期 B 厂房，⑥变电站。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。本项目探伤房拟建址周围环境现状见图 8-1。





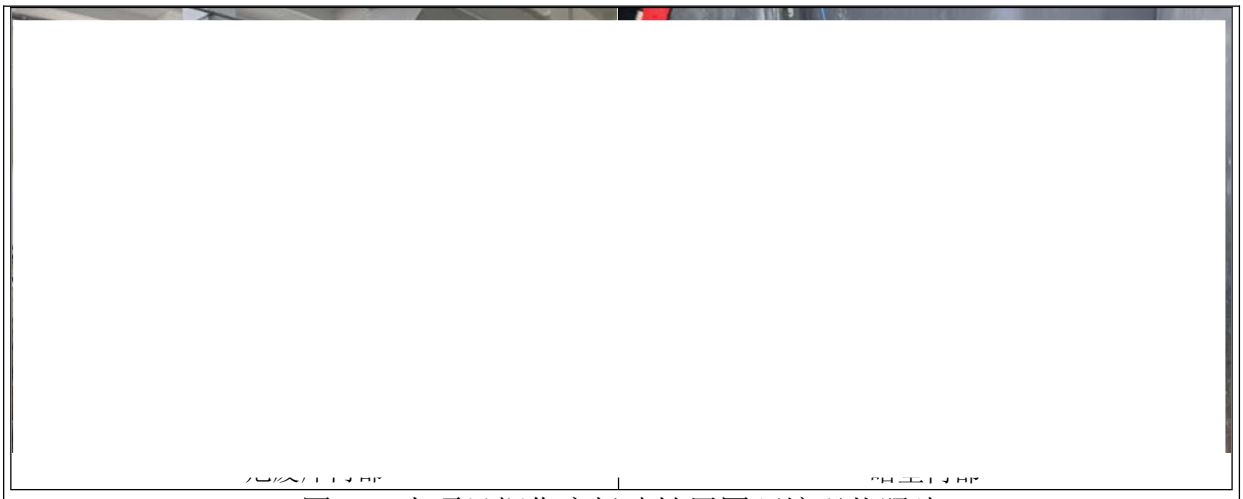


图 8-1 本项目探伤房拟建址周围环境现状照片

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目 7 号探伤房周围辐射环境。

监测因子：本项目 7 号探伤房周围环境γ辐射剂量率。

监测点位：本项目 7 号探伤房周围布设 11 个监测点位，分别位于探伤房四周及保护目标处。

3. 监测方案、质量保证措施

监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在探伤房周围布设监测点位，对探伤房周围环境γ辐射剂量率进行检测。

质量保证措施：江苏睿源环境科技有限公司已通过检验检测机构资质认定，合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性，同时满足相关标准要求。检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和公司《质量体系文件》的要求，实施全过程质量控制。检测人员均经过考核并持有合格证书，检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测报告实行三级审核制度，检测时仪器使用前后检查是否正常。

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

监测仪器：BG9512P 型 X-γ辐射监测仪（仪器编号：RY-J018）

测量范围：10nGy/h~200μGy/h

能量响应范围：主机：48keV~1.5MeV；外置探头：25keV~3MeV

校准有效日期：2025.2.24-2026.2.23

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

检定证书编号：2025H21-10-5756103001

监测日期：2025 年 3 月 7 日

环境条件：天气：晴；温度：9℃；相对湿度：50％

评价方法：参考表 7-3 江苏省全省环境γ辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目拟建址周围环境辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 10），监测点位示意图见图 8-2。

数据记录及处理：仪器读数稳定后，以约 10s 的间隔读取 10 个数据，记录在原始记录表，同时记录海拔、经纬度。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中公式进行修正并扣除宇宙射线响应值，同时处理出标准偏差。

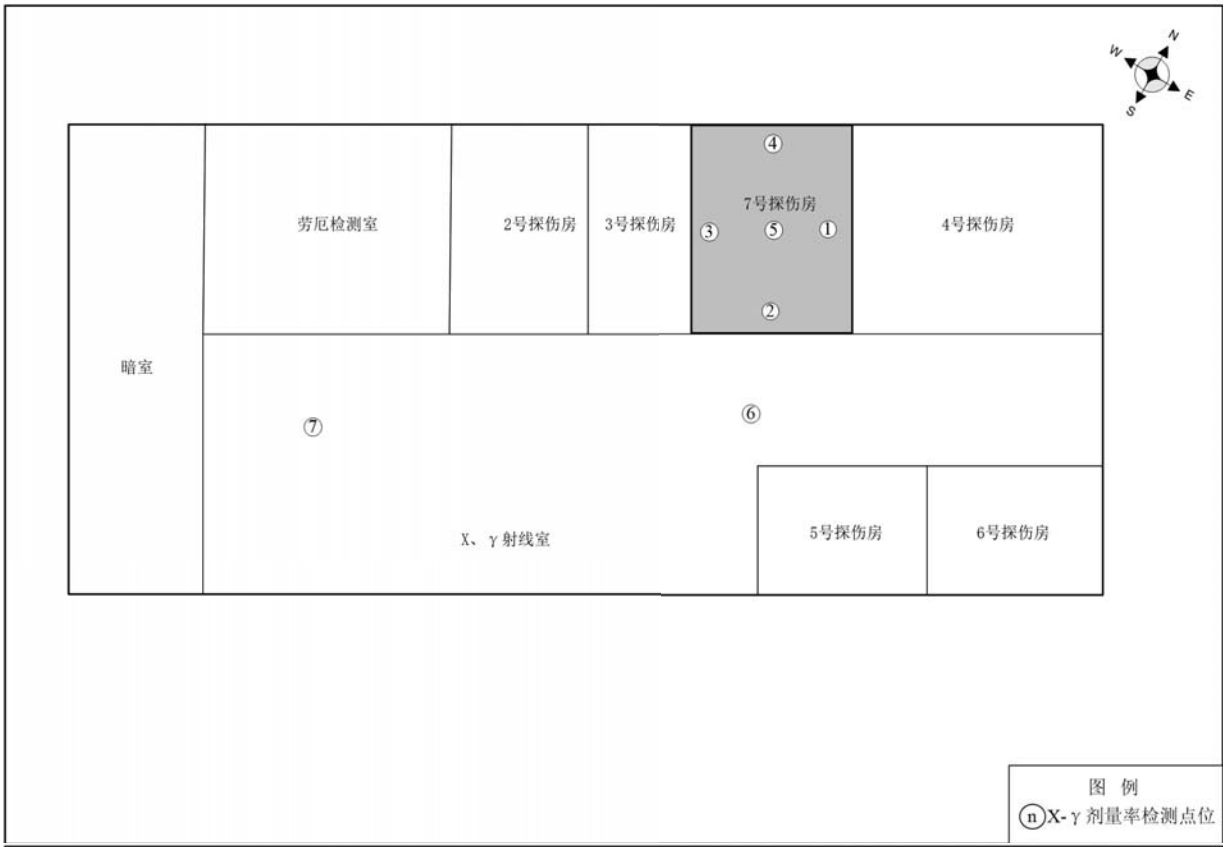
表 8-1 本项目探伤房拟建址周围环境γ辐射水平

序号	检测点位	检测结果（nGy/h）	备注
1	7 号探伤房内部东侧	80	室内
2	7 号探伤房内部南侧	78	室内
3	7 号探伤房内部西侧	80	室内
4	7 号探伤房内部北侧	79	室内
5	7 号探伤房内部中部	79	室内
6	X、γ射线室东侧	74	室内
7	X、γ射线室西侧	73	室内
8	102#厂房	71	室内
9	空压机房西侧	55	道路
10	污水站西侧	54	道路
11	二期 B 厂房南侧	55	道路

注：①X-γ辐射监测仪检定使用 ^{137}Cs 辐射源。建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1，上述结果为已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为 11nGy/h）并进行了建筑物屏蔽修正后的结果。

②检测时 X、γ射线室内其他探伤房未开机。

根据表 8-1 的监测结果可知，本项目 7 号探伤房周围环境γ辐射剂量率在（54～80）nGy/h 范围内，其中道路环境γ辐射剂量率在（54～55）nGy/h 范围内，处于江苏省道路天然γ辐射剂量率测值范围内；室内环境γ辐射剂量率为（71～80）nGy/h，处于江苏省室内天然γ辐射剂量率测值范围内。



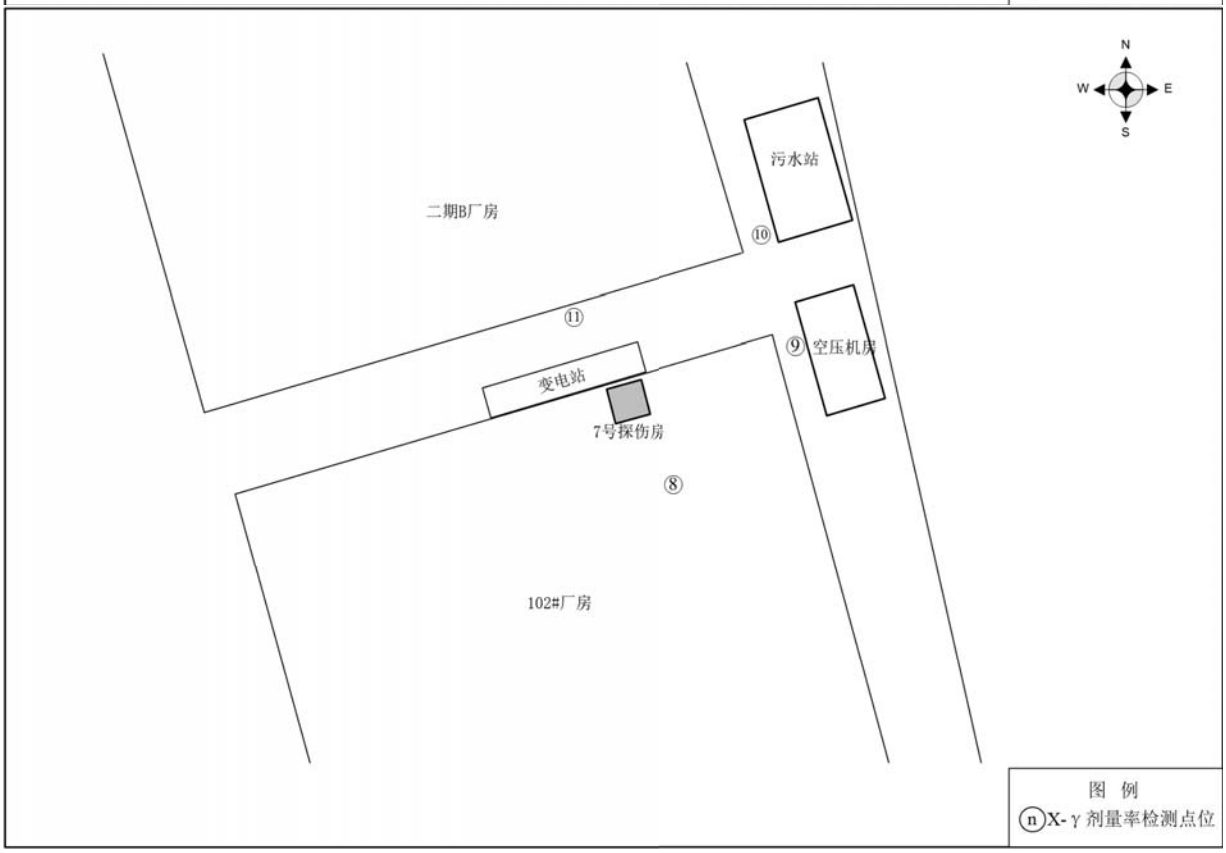


图 8-2　X-γ辐射剂量率检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、工程设备

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司因本公司生产的工件无损检测需要，拟扩建 1 座固定式 X 射线探伤房，并配备 1 台 iXRS-450 型 X 射线探伤机，最大管电压 450kV，最大管电流 15mA，额定功率 4.5kW。当管电压 450kV 时，管电流最大为 10mA，当管电压 15mA 下时，管电压最大为 300kV。本项目 iXRS-450 型探伤机使用瑞士 comet 的 MXR-451/26 型 X 射线管，相关参数见下表。

表9-1本项目探伤机主要设备参数

参数	iXRS-450 型定向 X 射线探伤机
最大管电压	450kV
最大管电流	15mA
额定功率	4.5kW
最大管电压下管电流	10mA
主射线辐射角	40°×30°
过滤窗口	5.0mm Be
有用线束辐射输出量	2320μGy·m²/（mA·s）
工作方式	间歇式工作 1:1，工作 5 分钟休息 5 分钟。

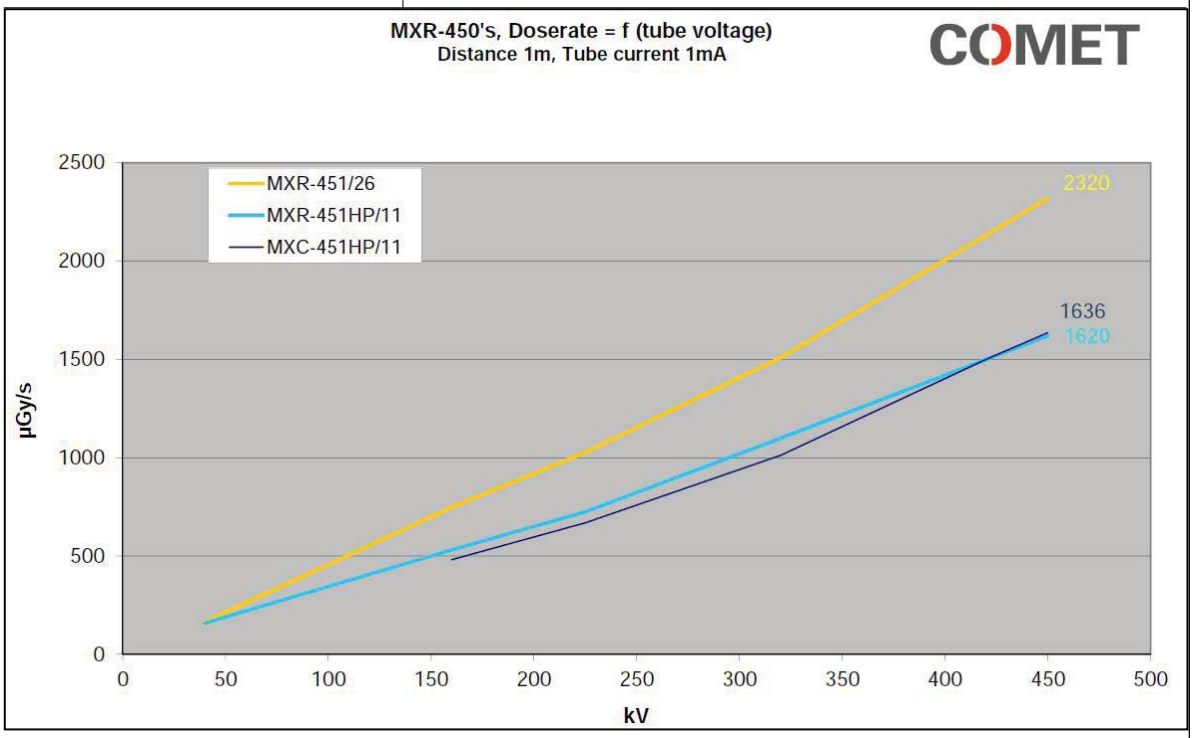


图 9-1 MXR-451/26 型 X 射线管有用线束辐射输出量曲线图（生产厂家提供）

X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于

调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与 X 射线发生器。X 射线发生器用于在控制器设置条件进行曝光探伤。X 射线发生器的核心部件是 X 射线管。X 射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成。X 射线管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。



1	预报警灯，蓝色或红色	6	钥匙开关
2	X 射线开启指示灯，红色或黄色	7	控制旋钮
3	就绪指示灯，绿色	8	预留
4	高压开 按钮	9	触摸屏 PC
5	高压关 按钮	10	控制面板

图9-2　本项目X射线探伤机控制台



图 9-3 本项目 X 射线探伤机外观图及连接电缆

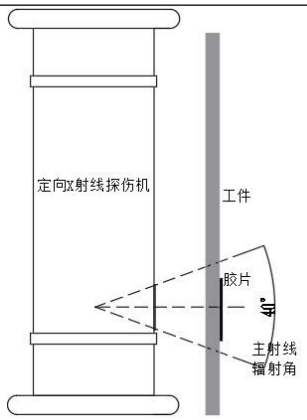


图 9-4 常见 X 射线探伤机照射工件示意图

2、X 射线探伤机工作原理

X射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对X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，底片感光量就小。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，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部细微结构等。

射线检测方法是利用射线穿透物体时，会发生吸收和散射的特性，通过测量材料中因缺陷存在而影响射线的吸收来探测缺陷，以胶片作为记录信息器材的无损检测方法。把被检物体放在离射线装置 0.25m-0.5m 的位置处，把胶片紧贴在被检工件焊缝背后，用 X 射线对工件照射后，透过工件的射线使胶片感光，同时工件内部的真实情况就反映到胶片的乳胶上，对感光后的胶片在暗室中进行显影、定影、水洗和干燥，将干燥的底片放在观片的显示屏上观察，根据底片的黑度和图像来判断工件有无缺陷以及缺陷的种类。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定材料或制品的质量，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。

3、工件信息

本项目探伤房主要用于对本公司生产的工件焊接部分进行无损检测。工件长度为 1-2.6m，直径最大 0.5m，厚度为 20-50mm 钢。

4、工作流程及产污环节分析

X射线探伤时辐射工作人员将工件从防护门运至曝光室内，在操作台进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

1）辐射工作人员工作前需要开展各项检查，重点检查曝光室防护门-机联锁装置、

照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。进入曝光室时，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。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。

2）将工件从防护门运至曝光室内，清场，无关人员撤离曝光室，工作人员在曝光室固定工件并在检测部位贴上感光胶片；

3）将X射线探伤机固定到在合适的位置；

4）检查曝光室内人员滞留情况，再次确定无人后探伤工作人员从防护门离开曝光室，并关闭防护门；

5）探伤工作人员开启X射线探伤机进行无损检测；

6）达到预定照射时间和曝光量后关闭X射线探伤机，工作人员打开防护门，进入曝光室取下胶片；

7）完成所有检测工作后，将工件由防护门运出曝光室；

8）探伤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。

固定式X射线探伤工作流程及产污环节见下图9-5。

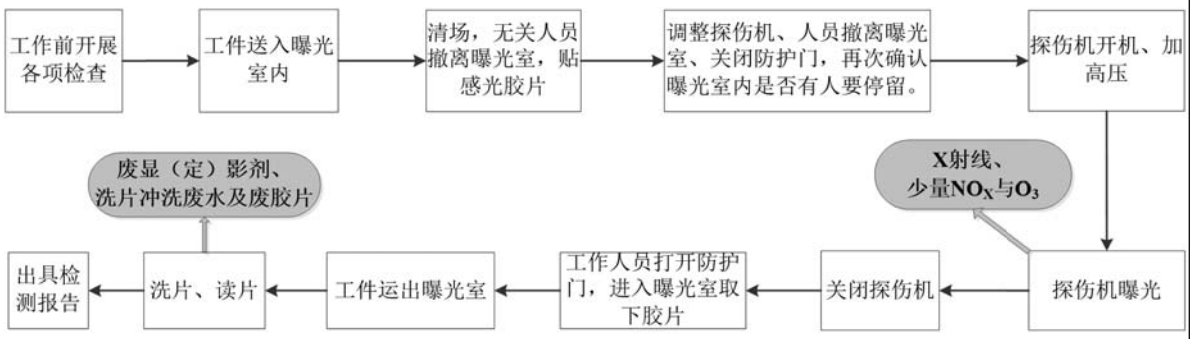


图9-5本项目探伤工作流程及产污环节

由图 9-5 可知，本项目营运中产生的主要污染物如下

（1）探伤机出束过程中产生的 X 射线；

（2）X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；

（3）当定影、显影剂在使用至无法起效时产生的废显（定）影剂；

（4）胶片冲洗过程产生洗片冲洗废水（包括一次、二次洗片废水，三次及以上洗片废水）；

（5）探伤工作中可能产生废胶片；

此外，在探伤机首次到厂或超过1周未使用等情况下，在开始探伤工作前，需要

对探伤机进行训机，训机工作流程及产污环节为：

（1）清场、关门：检查探伤室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员离开探伤室并关闭防护门，启动‘预备’信号；

（2）训机：辐射工作人员在操作室内操作控制箱，按下训机键，进入训机状态，语音提示“训机开始”，从低千伏值一点一点地往高训。按下训机键后，X射线探伤机将产生X射线污染，同时X射线将使探伤室内的空气电离产生少量臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x）；

（3）训机结束：当训到最高千伏值后，X射线探伤机自动关闭，同时在训机过程中，也可以通过“高压关”键来随时终止。

5.人员配置及工作制度

工作制度：本项目辐射工作人员实行白班单班制，每个工件每次探伤时间平均约为 3min，根据建设单位预估，每日最多探伤约 40 个工件，则每日最大曝光不超过 2h，每周工作 5 天，每周最大曝光不超过 10h，每年工作 50 周，预计探伤房曝光室内年曝光时间不超过 500h（以上时间包含训机）。

人员配置：建设单位拟为本项目配备 2 名辐射工作人员。本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况。

6. 辐射工作场所人流及物流路径

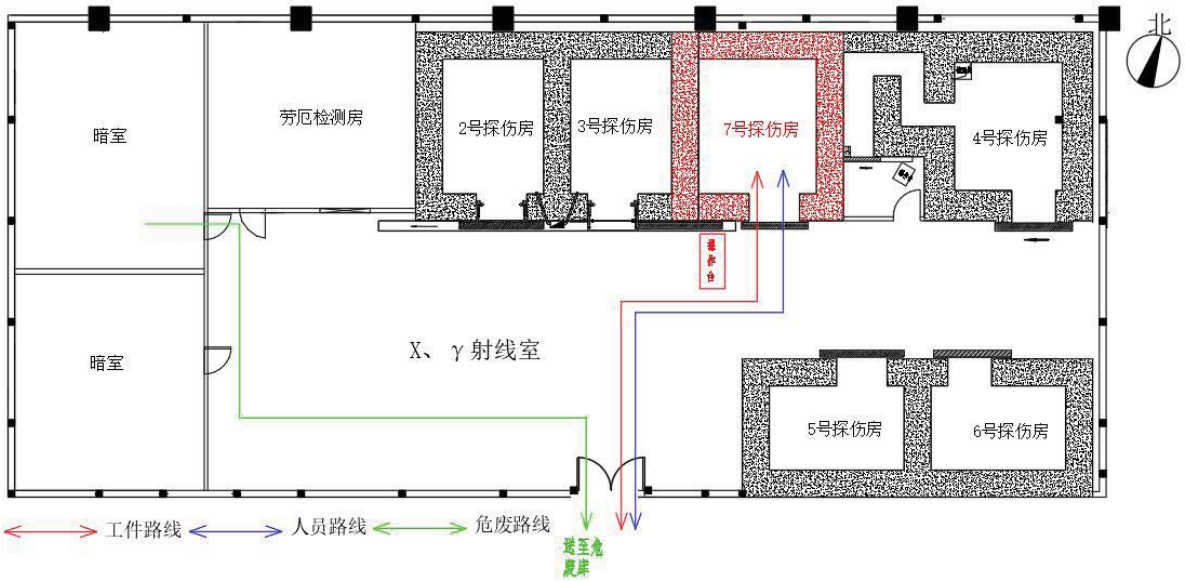


图 9-6 本项目辐射工作场所人流及物流路径

人流：本项目辐射工作人员由从防护门进入曝光室进行工件摆放、贴胶片等准备工作，准备工作完成后返回至操作台，确认曝光室内无人员停留后关闭防护门，开始

探伤工作。探伤任务结束后，辐射工作人员在曝光室取下胶片进入暗室进行洗片工作。一天的工作结束后，辐射工作人员离开 X、γ射线室。

物流：本项目工件由辐射工作人员经防护门运至曝光室内进行探伤检测工作，检测完成后，工件由防护门运出曝光室。

本项目每日产生危废由暗室送危废库内进行暂存。

污染源项描述

1.辐射污染源分析

污染源强：本项目拟配备 1 台 X 射线探伤机。本项目 X 射线探伤机有用线束输出量根据厂家提供数值，泄漏辐射输出量参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1 中数值。

表9-2本项目探伤机输出量参数

射线装置	有用线束辐射输出量	距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率
iXRS-450 型 X 射线探伤机	8.352E+06μGy·m^2/（mA·h）	5×10^{3}μSv/h

注：本项目探伤机散射线能量根据报告公式（4）求得 450kV 射线散射能量 90° 下最大为 239kV，保守参考 250kV。

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（如以 0º入射探伤工件的 90º散射辐射、天空反散射、曝光室内各类射线的散射辐射等）。

2.非辐射污染源分析

（1）固废

本项目运营时会产生废显（定）影剂、一次、二次冲洗废水和废胶片。废显（定）影剂、一次、二次冲洗废水和废胶片属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16，废物代码为 900-019-16。

（2）废水

本项目洗片时会产生一定量三次及以上冲洗废水。

（3）废气

X 射线探伤机在工作状态时，会使曝光室内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1.工作场所布局及分区

本项目 7 号探伤房设计有曝光室、操作台。本项目操作台位于曝光室南墙外；洗片共用原有暗室。探伤房曝光室外墙无可攀爬的设施，探伤房顶部人员不可到达；本项目探伤机为定向机，工作时有用线束朝东西墙出束照射，可避免朝操作台照射。因此本项目工作场所布局设计合理。

本项目7号探伤房将曝光室作为本项目控制区，将X、γ射线室中非探伤房曝光室区域作为本项目监督区，在监督区入口门张贴警示说明（“监督区”标牌）以作警示。在防护门外设置当心电离辐射警告标志及中文警示说明。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。两区划分示意见图10-1。

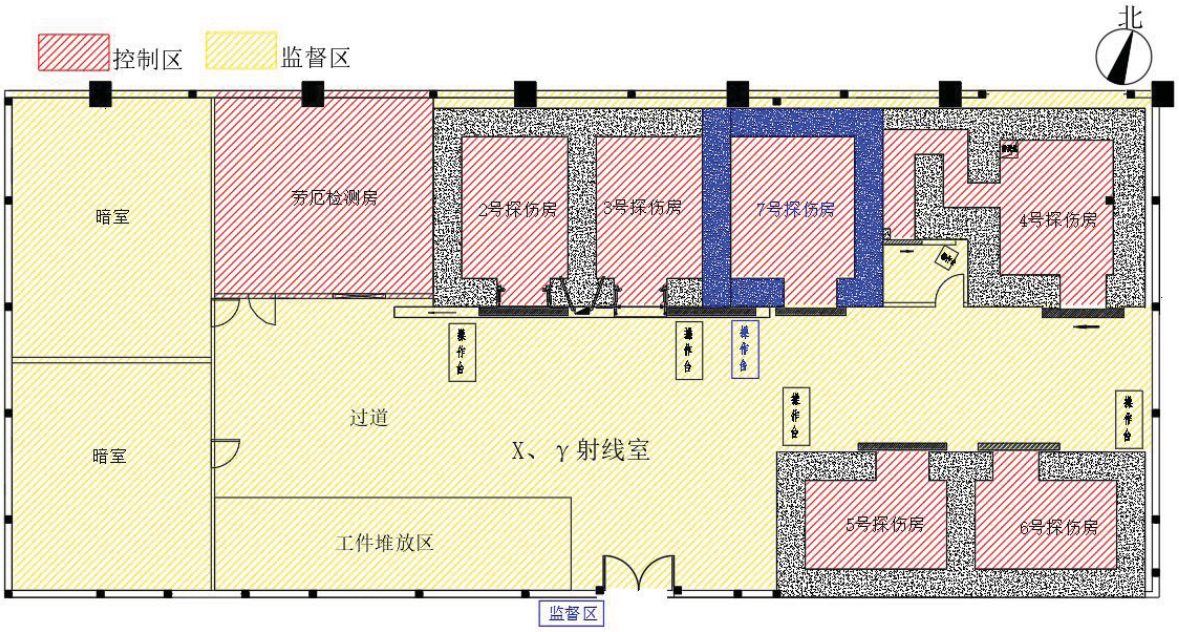


图 10-1 本项目探伤房两区划分示意图

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	7 号探伤房曝光室	X、γ射线室中非探伤房曝光室区域
划分依据	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1“注册者或者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”。 6.4.2.2 a)“采取适当的手段划出监督区的边界”。

分区管理措施	对控制区进行严格控制，曝光室内在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为辐射工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。
辐射防护措施	防护门门外粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明。	X、γ射线室入口门外粘贴监督区标牌。

2.工作场所辐射屏蔽设计

本项目 7 号探伤房曝光室内部长宽高尺寸为 4m×3.5m×3.1m，曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对 X 射线进行防护。四周墙为 800mm 混凝土，顶部为 600mm 混凝土，防护门内嵌 60mm 铅板。防护门门洞宽高为 1.5m×2m，防护门设计宽高为 2.5m×2.45m。防护门左右两侧搭接 500mm，上方搭接 250mm，下方设置沟槽搭接 200mm。防护门与墙体缝隙小于 10mm。该设计能够满足防护门与墙体重叠部分不小于防护门与墙体缝隙宽度的 10 倍的要求。

本项目曝光室西北角上方设置 1 个直径Φ300mm 的 Z 型通风管道穿墙至曝光室顶部，管道接至车间北墙外。拟安装的轴流风机排风量约为 200m^3/h，探伤机曝光作业时全程开启风机。本项目曝光室南墙下方设置 2 个直径Φ100mm 电缆管道，均使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下。

表 10-2 本项目工作场所屏蔽设计情况一览表

工作场所名称	屏蔽防护体	材质及厚度设计
曝光室	四周墙体	800mm混凝土
	屋顶	600mm混凝土
	防护门	60mm铅板
	电缆管道	直径Φ100mm，采用U型过墙方式埋于地坪300mm以下
	排风管道	直径Φ300mm，采用Z型通风管道穿墙至曝光室顶部

3.辐射安全与防护设施和措施

（1）**门机联锁及开门按钮：**本项目曝光室防护门拟设置门-机联锁装置，在防护门关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便曝光室内部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。同时防护门内门口处设置紧急开门按钮，确保曝光室内部的人员在紧急情况下离开曝光室。

（2）**指示灯和声音提示装置：**本项目防护门上方及曝光室内部均拟设置显示“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”信号设置持续

足够长的时间，以确保曝光室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。同时在醒目的位置设有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

（3）**视频监控：**本项目曝光室内拟安装监视装置，在操作室的操作台设有专用的监视器，可监视曝光室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

（4）**警告标志：**防护门外表面拟设置符合要求的“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明。

（5）**急停按钮：**本项目操作台及曝光室内部四周墙壁上均拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮安装位置使人员处在曝光室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮带有标签，标明有使用方法。

（6）**通风：**本项目曝光室内拟配置机械通风，有效通风换气次数不小于 3 次/小时。排风管道外口无人员活动密集区。

（7）**固定式剂量率仪：**曝光室内拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

（8）**规章制度：**公司已成立辐射防护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，工作过程中严格执行相应规章制度，避免发生误照射事故。

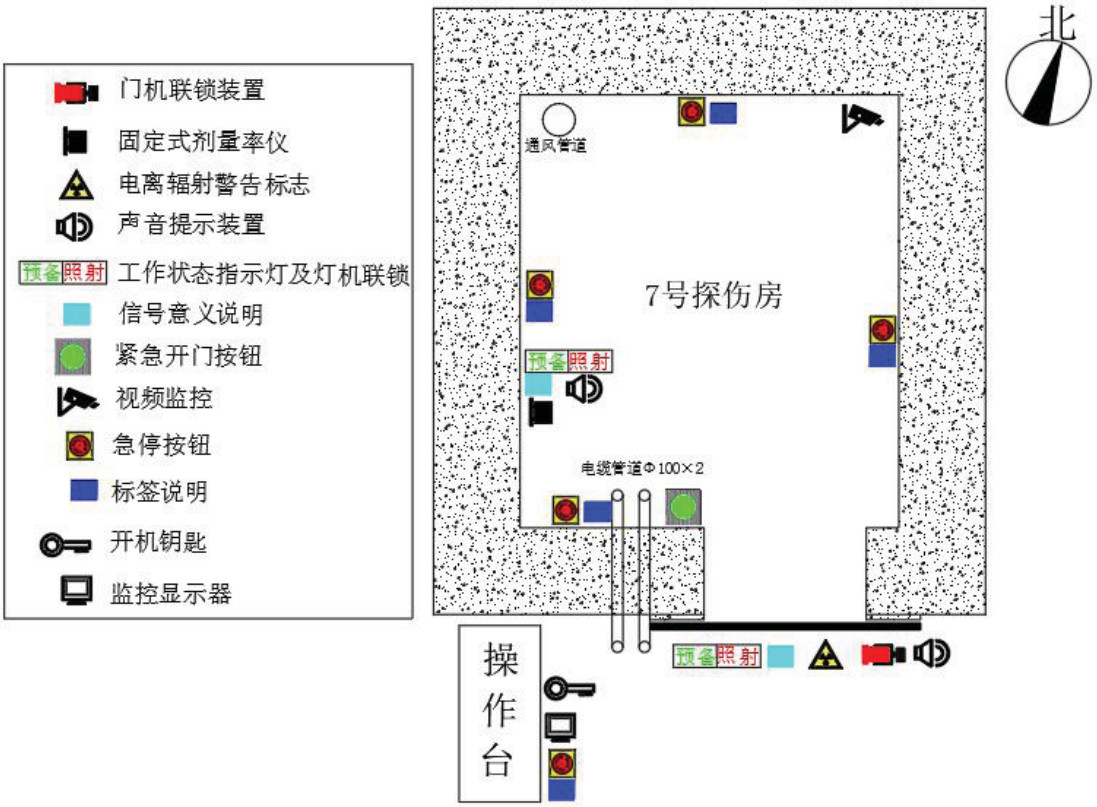


图 10-2 本项目辐射安全与防护措施分布图

三废的治理

1. 固废

本项目评片和洗片过程可能会产生废胶片、洗片冲洗废水及废显（定）影剂。在产生洗片冲洗废水及废显（定）影剂后立即用废液桶收集，并在探伤工作结束后运至建设单位危废库中洗片冲洗废水及废显（定）影剂存放区域；每日探伤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；废胶片、洗片冲洗废水及废显（定）影剂入库时在危险废物管理台账中如实记录。

本项目危废库位置见附图 2。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，确保做到“防雨淋、防渗漏、防流失”，地面为防渗水泥。危废库内设消防设施，防止出现火灾。建设单位参照《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023 版）《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）和《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）规定设置危险废物识别标志并在不同贮存分区之间采取隔离措施。隔离措施根据危险废物特性采用隔板形式。使用耐腐蚀容器暂存废显（定）影剂、冲洗废水。

存放装载废显（定）影剂及胶片洗片废水的容器的贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等采用坚固的材料建造，表面无裂缝。贮存设施地面与裙脚采取表面防渗措施；表面防渗材料采用抗渗混凝土。上述容器置于架子上，不直接接触地面。存放装载废显（定）影剂、冲洗废水的容器的贮存分区具有液体泄漏堵截设施，堵截设施最小容积不低于对应贮存区域最大液态废物容器容积；设渗滤液收集设施，收集设施容积预计满足渗滤液的收集要求。

建设单位日常将危废分类存储并做好标记标志，不可混入其他杂物。危废库门上张贴环保标识牌，明确危险废物种类。危废库由专人管理，按照要求根据危险废物情况进行记录，并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。建设单位严格执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）8.2 贮存设施运行环境管理要求。

建设单位已与有资质单位签订危险废物处置合同（附件 3）。危废库内已划定的废胶片、一次、二次洗片冲洗废水及废显（定）影剂存放区域确保满足本项目的存放需求。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，在江苏省固体废物管理信息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。

2. 废水

本项目洗片时会产生一定量三次及以上冲洗废水，该部分废水进入公司污水管网，最终进入污水处理厂处理。

3. 废气

X 射线探伤机在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。曝光室设置有通风设施，可通过西北角通风管道将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室。本项目探伤房曝光室不设置进风口，通过防护门进气，通风管道穿墙至曝光室顶部，管道接至车间北墙外，排风口处无人员聚集。曝光室内体积 43.4m^3，如需达到每小时有效换气次数 3 次以上，需要达到的排风量为 130.2m^3/h，公司拟安装风量为 200m^3/h 的风机，拟安装的风机能够满足每小时有效换气次数 3 次以上需求。且每次更换工件都将打开工件门，也可实现通风。臭氧和氮氧化物直接排入大气，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

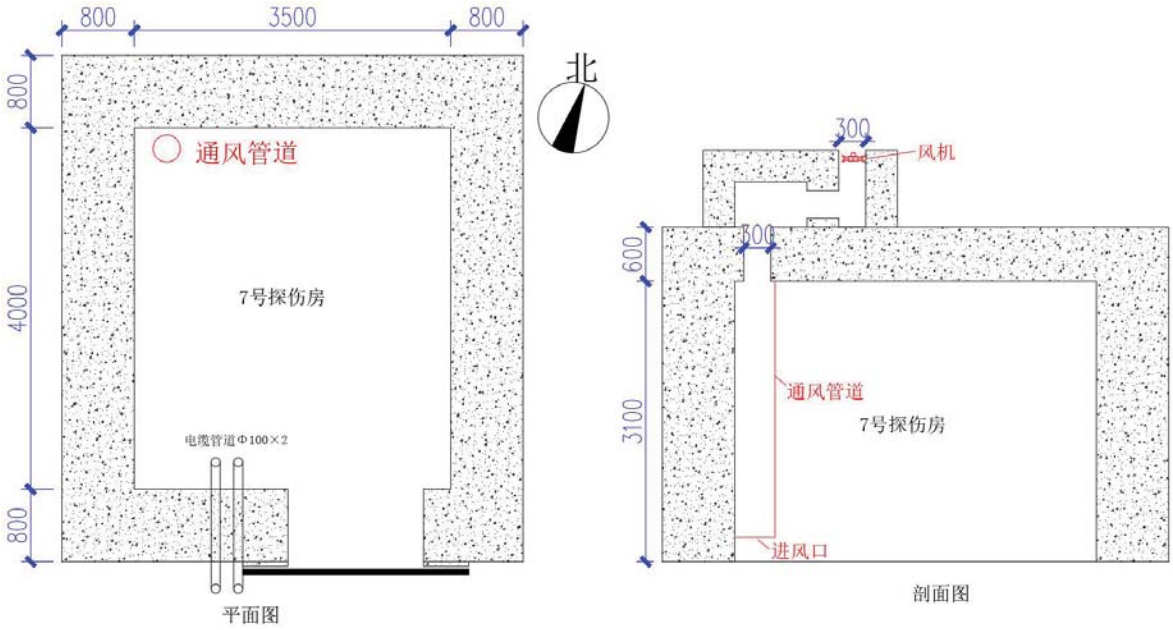


图 10-2 本项目探伤房通风示意图

4.探伤设施的退役

本项目探伤房及 X 射线探伤机当不使用时应按《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 要求进行退役。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为在公司内扩建一座探伤房。本项目探伤房主体已建成，需对探伤房内部安装各项辐射防护措施，会产生噪声、废水、固废等。具体如下所述：

①噪声

防护措施在安装过程中会产生少量的设备安装组装噪声，本项目位于公司厂区内部，设备安装组装噪声远远小于厂区内部生产经营产生的生产噪声，因此施工噪声对周围环境影响较小。

②固体废物

防护措施在按照过程中，会拆除一定的包装材料，包装材料为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集处置，对周围环境影响较小。

③废水

安装人员会产生少量的生活污水，经厂区污水管网，最终进入污水处理站处理，对周围环境影响较小。该单位在施工期间认真搞好组织工作，文明施工，切实落实各种环保措施，将施工期的影响控制在公司内局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目探伤房曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对 X 射线进行防护。探伤时仅开启 1 台 X 射线探伤机。本项目探伤工作时探伤机有用线束朝东墙、西墙出束照射。

本次评价拟将曝光室东、西墙按照有用线束照射进行估算，南墙、北墙、顶部以及防护门按照非有用线束照射进行估算。本项目 X 射线探伤机保守以满功率（最大管电压 450kV 下时管电流为 10mA）运行对探伤房四周墙壁、顶部、防护门辐射环境影响进行预测。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。

1、屏蔽效果预测

（1）有用线束

$$\dot{H}=\frac{I\cdot H_0\cdot B}{R^2}$$ ……公式（1）

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/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，μSv·m²/(mA·h)，取值参考表 9-2；

B：屏蔽透射因子；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

（2）泄漏辐射

$$\dot{H}=\frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \qquad \text{……公式（2）}$$

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_L$：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，μSv/h，取值参考表 9-2；

B：屏蔽透射因子；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

（3）散射辐射

$$\dot{H}=\frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^{\,2}} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^{\,2}} \qquad \text{……公式（3）}$$

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；

I：X 射线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，μSv·m²/(mA·h)，取值参考表 9-2；

B：屏蔽透射因子；

$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^{\,2}}$：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.4.2 取值 0.02；

R_s：散射体至关注点的距离，m；

（4）散射能量衰减公式

$$E=\frac{E_0}{1+\frac{E_0(1-\cos\theta)}{0.511}} \qquad \text{……公式（4）}$$

式中：E：散射后射线能量，MV；

E_0：散射前射线能量，MV；

θ：散射角度，90°≤θ≤180°；

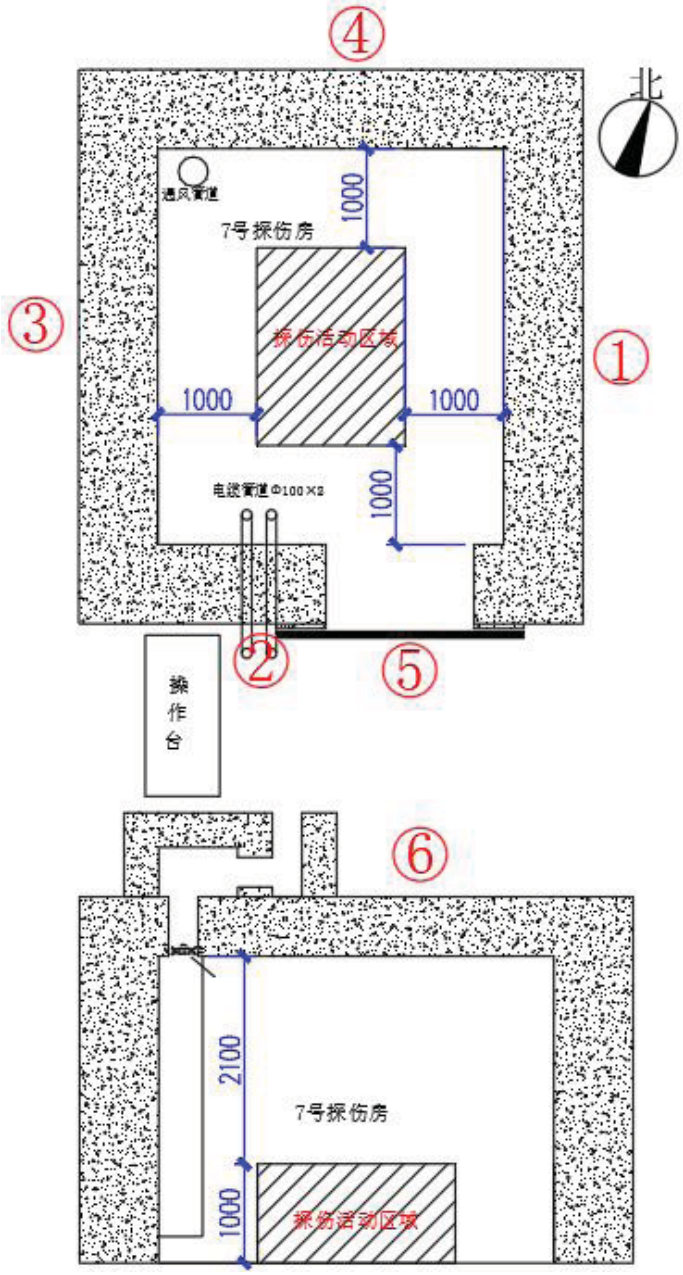


图 11-1 本项目探伤房计算点位示意图（单位：mm）

表 11-1 探伤房关注点需要防护的射线及控制水平

序号	关注点	需要屏蔽的辐射源	剂量率控制水平
①	东墙外30cm	有用线束	2.5μSv/h
②	南墙外30cm	漏射线、散射线	2.5μSv/h
③	西墙外30cm	有用线束	2.5μSv/h
④	北墙外30cm	漏射线、散射线	2.5μSv/h
⑤	工件门外30cm	漏射线、散射线	2.5μSv/h
⑥	顶部表面外30cm	漏射线、散射线	100μSv/h

表 11-2 本项目探伤房曝光室有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	I（mA）	H_0 μSv·m²/(mA·h)	B	R（m）	$\dot{H}$（μSv/h）	周围剂量当量率参考控制水平(μSv/h)	评价
东墙①	800mm 混凝土						2.5	满足
西墙③	800mm 混凝土						2.5	满足

注：①探伤机距曝光室东西墙最近 1m，离地面 1m，取墙外 30cm 为关注点。

东、西墙 R=离墙距离 1m+墙厚 0.8m+墙外 0.3m=2.1m

②根据《辐射防护导论》（方杰）P98 表 3.5 中 450kV 混凝土什值层为 109.5mm（根据 400kV 与 500kV 混凝土什值层数值内插求得），求得 800mm 混凝土透射因子 B 值为 4.94E-08。

表 11-3 本项目探伤房曝光室非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		南墙②	北墙④	屋顶⑥	防护门⑤
设计厚度					
泄漏辐射	B				
	$\dot{H}_L$ (μSv /h)				
	R（m）				
	$\dot{H}$ (μSv /h)				
散射辐射	散射后射线能量				
	B				
	I（mA）				
	H_0 (μSv·m²/(mA·h))				
	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$				
	R_s（m）				
	$\dot{H}$ (μSv /h)				
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 (μSv/h)					
周围剂量当量率参考控制水平 (μSv/h)		2.5	2.5	100	2.5
评价		满足	满足	满足	满足

注：①探伤机距曝光室东西墙最近 1m，离地面 1m，取墙外 30cm 为关注点。

南、北墙 R=离墙距离 1m+墙厚 0.8m+墙外 0.3m=2.1m

工件门 R=离墙距离 1m+墙厚 0.8m+墙外 0.3m=2.1m

顶部 R=离墙距离 2.1m+墙厚 0.6m+墙外 0.3m=3.0m

②根据《辐射防护导论》（方杰）P98 表 3.5 中 450kV 混凝土什值层为 109.5mm，铅什值层为 9.25mm（根据 400kV 与 500kV 什值层数值内插求得），求得 800mm 混凝土透射因子 B 值为 4.94E-08。600mm 混凝土透射因子 B 值为 3.32E-06。60mm 铅透射因子 B 值为 3.26E-07。

③根据公式（4）求得 450kV 射线散射能量 90°下最大为 239kV，保守参考 250kV 什值层。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2 中 250kV 混凝土什值层为 90mm，求得 800mm 混凝土透射因子 B 值为 1.29E-09。600mm 混凝土透射因子 B 值为 2.15E-07。250kV 铅什值层为 2.9mm，求得 60mmPb 透射因子 B 值为 2.04E-21。

从表 11-2、11-3 预测结果可以看出，当本项目 7 号探伤房以配备 X 射线探伤机满功率（450kV/10mA）运行时，探伤房曝光室四周屏蔽墙及防护门外 30cm 处周围剂量当量率为 9.36E-01μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中曝光室辐射屏蔽周围剂量当量率参考控制水平要求。

3、天空反散射影响分析

根据表 11-3，本项目 7 号探伤房 X 射线探伤机满功率开机曝光时屋顶外 30cm 处辐射剂量率为 4.18E-02μSv/h，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于 4.18E-02μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

4、通风管道、电缆孔辐射影响分析

本项目 7 号探伤房通风管道、电缆管道利用散射降低管道口的辐射水平。X 射线进入通风管道、电缆孔后散射示意图如图 11-2、11-3。X 射线进入通风管道、电缆管道均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”，本项目探伤房通风管道、电缆孔设计能够满足辐射防护要求。

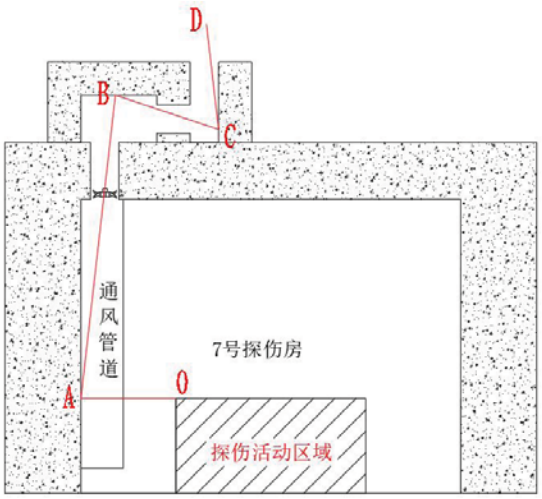


图 11-2 本项目通风管道散射示意图

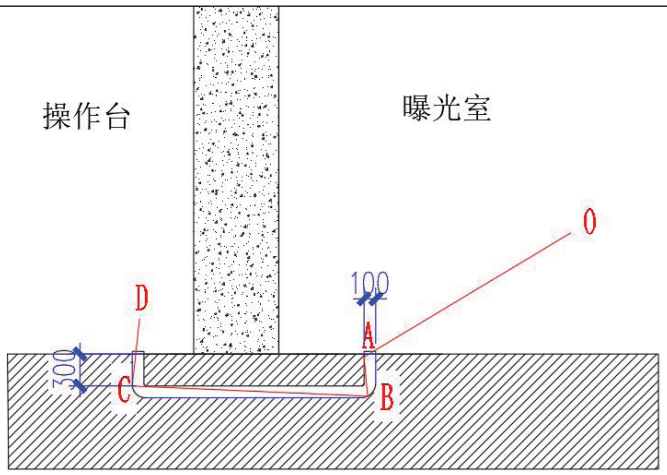


图 11-3 本项目电缆管道散射示意图

5、人员周/年有效剂量评估

参考点的周/年有效剂量水平估算:

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \qquad \text{……公式（6）}$$

式中： H_c：参考点的参考点的周剂量水平/年剂量水平，μSv；

$\dot{H}_{c,d}$:参考点处周围剂量当量率，μSv/h；

t：装置照射时间，h；

U：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。

表 11-4 本项目保护目标辐射影响理论估算结果表

位置	居留因子	墙外30cm处周围剂量当量率（μSv/h）	距离(m)	关注点处周围剂量当量率(μSv/h）	周剂量估算值(μSvh/周)	目标管理值(μSv/周)	年剂量估算值(mSv/年)	目标管理值(mSv/年)
								)

注：①本项目 X 射线探伤机周曝光时间最大约为 10h，年工作 50 周，年曝光时间最大为 500h；

②使用因子取 1。

根据表11-7，本项目辐射工作人员周有效剂量最大为5.45E-03μSv，年有效剂量最大为2.73E-04mSv；周围公众周有效剂量最大为4.05E-01μSv，年有效剂量最大为2.02E-02mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标限值要求。

6、叠加辐射影响分析

本项目7号探伤房位于厂区102#厂房X、γ射线室内，X、γ射线室内现有2号、3号、4号、5号、6号探伤房和2台III类射线装置，1号探伤房位于101#厂房内，相距较远。根据建设单位提供2024年年度检测报告（附件9），最大辐射剂量率为2号探伤房防护门下缝外30cm处周围剂量当量率为1.215μSv/h。根据理论计算，本项目7号探伤房满功率运行时曝光室四周屏蔽墙及防护门外30cm处周围剂量当量率为9.36E-01μSv/h，当所有探伤房同时开机时，保守不考虑距离衰减，叠加2号探伤房门外周围剂量当量率，为1.215μSv/h+0.936μSv/h=2.151μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中曝光室辐射屏蔽周围剂量当量率参考控制水平要求。

根据建设单位提供辐射工作人员个人剂量检测报告（附件8），最近一年辐射工作人员个人剂量最大为1.4363mSv（严安，2023年8月-2024年8月）。根据理论计算，本项目7号探伤房周围辐射工作人员年有效剂量最大为2.73E-04mSv；保守不考虑距离衰减，叠加后辐射工作人员年有效剂量最大为1.4366mSv；能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标限值要求。

事故影响分析

本项目 X 射线探伤机为II类射线装置。在 X 射线探伤机探伤过程中，若不采取适当的屏蔽措施，可能对操作 X 射线探伤机的辐射工作人员及周围公众造成放射性损伤，X 射线探伤机在开机曝光期间，会产生 X 射线，可能会造成意外照射。

本项目可能发生的辐射事故：

1）X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下，曝光室门机联锁失效，工作人员误入曝光室；

2）曝光室门机联锁失效，防护门未完全关闭，X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下对曝光室周围人员造成意外照射；

3）探伤操作人员未发现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；

4）探伤机进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

5）曝光室防护门屏蔽受损漏射线对周围人员造成意外照射。

本项目针对上述可能发生的辐射事故提出预防措施：

1）探伤工作人员在进入曝光室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪，并保持开机状态，避免事故的发生。

2）辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保完好。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的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按要求执行，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（2 名辐射工作人员之一），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）对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

5）建设单位需制定《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。

6）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。

7）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。

8）公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对探伤机进行检查、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。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类射线装置及放射源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；辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的考核。

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司已成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。辐射安全管理机构已设有辐射防护负责人。辐射防护负责人已报考类别为“辐射安全管理”，并已通过全国核技术利用辐射安全与防护考核。本项目拟从原有辐射工作人员调配 2 名人员管理操作本项目探伤房，辐射工作人员已通过全国核技术利用辐射安全与防护考核，本项目辐射工作人员报考类别为“X 射线探伤”。

辐射安全管理规章制度

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司已开展核技术利用项目。公司已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定了相关辐射安全管理制度，并严格执行，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、事故应急制度等；公司已制定辐射应急预案，已于每年组织应急演练，通过应急演练完善辐射应急预案；综上所述，公司目前辐射安全管理制度、环境监测及应急预案执行情况良好。公司应完善相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

本项目公司扩建固定式 X 射线探伤项目，公司应根据本项目情况，将本项目纳入日常管理内，补充完善相关辐射安全管理制度。现本报告对项目辐射安全管理制度提出如下建议：

岗位职责：完善管理人员、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。

操作规程：明确本项目辐射人员的资质条件要求、探伤装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确探伤装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

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，重点是探伤装置的运行和维修时辐射安全管理。

设备维修制度：明确探伤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，确保探伤装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

射线装置使用登记、台账管理制度：根据射线装置使用具体情况完善相关制度，重点是射线装置使用状况、出入库等的记录。

人员培训计划：完善人员培训计划，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：方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。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。工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，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。

事故应急方案：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》（环发[2006]145 号文）的要求完善事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、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、应急演习计划；辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故调查、报告和处理程序；应急领导小组成员姓名及联络电话、当地的救援报警电话。

公司应完善相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

辐射监测

1. 监测方案

1）委托有资质单位定期对本项目探伤房曝光室周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1～2 次；

2）委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，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。

3）探伤房曝光室内进行探伤作业时公司辐射安全管理人员对曝光室周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，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。

4）拟为本项目配备辐射工作人员定期组织职业健康体检，并为辐射工作人员建立职业健康监护档案。

5）曝光室内配置固定式场所辐射探测报警装置，实时提醒人员曝光室内射线照射情况，防止人员误入。

表 12-1 监测计划一览表

辐射场所	监测类别	监测项目	监测频度	监测设备	监测范围
探伤房	年度监测	X-γ辐射剂量率	1 次/年	便携式 X-γ辐射监测仪	a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置； b) 曝光室门外 30 cm 离地面高度为 1 m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点； c) 曝光室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点； e) 人员经常活动的位置； f) 每次探伤结束后，检测曝光室的入口，以确保探伤机已经停止工作。
	自主监测		不定期		
	验收监测		竣工验收		
	个人剂量检测	个人剂量当量	1 次/季度	个人剂量计	所有辐射工作人员

2. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用II类射线装置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；公司现配备有1台辐射剂量率仪和14台个人剂量报警仪，公司拟为本项目新配备2台个人剂量报警仪。项目运行后公司应定期对探伤房周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

辐射事故应急

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司已依据《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》的要求制定了辐射事故应急预案，明确建立了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。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。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。

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司应针对本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，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）应急演习计划；

（4）辐射事故分级与应急响应措施；

（5）辐射事故调查、报告和处理程序。

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司应依据《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》（环发[2006]145号文）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案，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部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。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。

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。公司应经常监测探伤房曝光室周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

表 13 结论与建议

结论

1. 实践正当性

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司因工件无损检测需要，拟扩建 1 座固定 X 射线探伤房并计划购买 1 台 X 射线探伤机对生产工件进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，探伤机的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，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。

2. 辐射安全与防护分析结论

1）选址、布局合理性

江苏永瀚特种合金技术股份有限公司位于无锡市滨湖区胡埭镇刘闾路 11 号。公司东侧为无锡云波有色金属新材料有限公司；南侧为金桂东路；西侧为刘闾路；北侧为合欢路。本项目 7 号探伤房拟建设于公司 102#厂房北侧 X、γ 射线室内。X、γ 射线室东、南、西侧为 102#厂房工作区；北侧为变电站及厂区道路。本项目 7 号探伤房东侧为 4 号探伤房；南侧为 X、γ 射线室过道以及 5、6 号探伤房；西侧为 2、3 号探伤房、劳厄检测室及暗室；北侧为变电站。7 号探伤房设置有曝光室、操作台，操作台位于曝光室南侧。本项目 7 号探伤房为一层建筑，上方 102#厂房顶棚，下方为土层。本项目探伤房选址合理。

本项目 7 号探伤房设计有曝光室、操作台。本项目操作台位于曝光室南墙外；洗片共用原有暗室。探伤房曝光室外墙无可攀爬的设施，探伤房顶部人员不可到达；本项目探伤机为定向机，工作时有用线束朝东西墙出束照射，可避免朝操作台照射。因此本项目工作场所布局设计合理。

2）辐射防护措施

本项目 7 号探伤房曝光室内部长宽高尺寸为 4m×3.5m×3.1m，曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对 X 射线进行防护。四周墙为 800mm 混凝土，顶部

为600mm混凝土，防护门内嵌60mm铅板。防护门门洞宽高为1.5m×2m，防护门设计宽高为2.5m×2.45m。防护门左右两侧搭接500mm，上方搭接250mm，下方设置沟槽搭接200mm。防护门与墙体缝隙小于10mm。

本项目7号探伤房将曝光室作为本项目控制区，将X、γ射线室中非探伤房曝光室区域作为本项目监督区，在监督区入口门张贴警示说明（“监督区”标牌）以作警示。在防护门外设置当心电离辐射警告标志及中文警示说明。

3）辐射安全措施

本项目7号探伤房曝光室防护门拟设置与探伤机高压联动的门-机安全联锁装置，防止人员误入；拟在曝光室防护门上方及内部设置带有“预备”“照射”状态的工作指示灯及信号意义的说明，照射状态指示装置与X射线探伤装置联锁，以提醒工作人员和其它人员在照射时不要靠近和逗留；门-机联锁装置、声音提示装置及工作指示灯应定期检查，确保有效；曝光室防护门外拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；控制台及曝光室内部四周墙壁上拟设置急停按钮及标签，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。防护门内部门口拟设置紧急开门按钮，确保发生事故时，人员能够逃离事故现场。本项目探伤房曝光室内配备监视监控装置和固定式场所辐射探测报警装置。公司现已配备1台辐射剂量率仪，拟为本项目新配备2台个人剂量报警仪，用于对瞬时辐射剂量率的实时报警及探伤房周围环境辐射水平监测。以上措施落实后能够满足辐射安全管理的要求。

4）危废处置

本项目探伤房产生的一次、二次洗片冲洗废水、废胶片及废显（定）影剂及集中收集暂存于公司危废库。建设单位已与有资质的单位签订危废处置协议，产生的危废交由该单位处理。

3．辐射环境影响分析结论

本项目探伤房曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对X射线进行防护。经理论预测结果可知，本项目探伤房拟配备的探伤机以最大功率运行时探伤房曝光室四周屏蔽墙、顶部及防护门外30cm处的周围剂量当量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的周围剂量当量率限值要求。

由预测结果可知，本项目辐射工作人员及周围公众所受周有效剂量和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）及《工业探伤

放射防护标准》（GBZ 117-2022）的剂量限值要求和本项目的目标管理值要求。

4. 辐射环境管理

1) 委托有资质单位每年对本项目探伤房工作场所周围环境辐射水平进行检测。

2) 拟配置辐射剂量率仪，定期对本项目探伤房工作场所辐射水平进行检测。

3) 在本项目运行前，公司委托有资质单位对本项目辐射工作人员开展个人剂量检测，所有辐射工作人员均已配备个人剂量计，并定期按时送检，已建立辐射工作人员个人剂量监测档案。

4）已对辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并建立辐射工作人员职业健康监护档案。

5）公司已成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前完善相关辐射安全管理制度；本项目辐射工作人员在上岗前参加并通过辐射安全与防护知识考核。

综上所述，江苏永瀚特种合金技术股份有限公司扩建固定式 X 射线探伤项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”及目标管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，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，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

1) 该项目运行后，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，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，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

4）建设单位在获得本项目环评批复后且探伤房建成后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求重新申领辐射安全许可证。

5）根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证

的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类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。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。

6）建设单位应按照江苏省生态环境厅发布的《核技术利用单位辐射安全标准化建设指南（工业射线探伤类）》编制自评估报告，每年一月各单位根据上一年度辐射安全改进提升情况再次进行自评估，自评估报告作为年度评估报告附件，于 1 月 31 日前一并上传至国家核技术利用申报系统。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：   公　　章 经办人 年　　月　　日
审批意见：   公　　章 经办人 年　　月　　日

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（万元）
辐射安全管理	公司已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》、《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。	/
	管理制度：完善操作规程、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、事故应急制度等。		/
	2 名辐射工作人员已通过辐射安全与防护知识考核。	根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，辐射工作人员应持有考核合格证。	定期投入（每 5 年）
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测（常规监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天。个人剂量档案长期保存）。	根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量监测，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修正本）》规定为“个人剂量档案和职业健康监护档案应当长期保存”。	每年投入 0.1/年
	职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。（两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。）	根据《放射工作人员职业健康管理办法》公司应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	每年投入 0.2/年
辐射防护措施	本项目 7 号探伤房曝光室内部长宽高尺寸为 4m×3.5m×3.1m，曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对 X 射线进行防护。四周墙为 800mm 混凝土，顶部为 600mm 混凝土，防护门内嵌 60mm 铅板。防护门门洞高宽为 1.5m×2m，防护门设计高宽为 2.5m×2.45m。防护门左右两侧搭接 500mm，上方搭接 250mm，下方设置沟槽搭接 200mm。防护门与墙体缝隙小于 10mm。	曝光室表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）周围剂量当量率限值要求。 辐射工作人员及公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（职业人员周有效剂量不超过 100μSv；公众周有效剂量不超过 5μSv。职业人员年有效剂量约束值 5mSv，公众年有效剂量约束值 0.1mSv）。	20
污染防治措施	危险废物本项目产生的废显（定）影剂，第一、第二次冲洗废水及废胶片集中暂存危废库后，交给有资质单位处理。	交由有资质单位处理。	每年投入 0.8/年
	废水：第三次及以上冲洗废水排入城市污水管网。	第三次及以上冲洗废水进入公司污水管网，最终进入污水处理厂处理。	
	废气：本项目探伤房曝光室西北角顶部设置通风管道接至室外，可通过轴流风机抽排曝光室内产生的臭氧及氮氧化物。拟安装的排风扇满足每小时有效换气次数 3 次以上需求。	本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物环境影响较小。	

辐射安全措施	曝光室防护门拟设置与探伤机高压联动的门-机安全联锁装置；拟在曝光室防护门及内部拟设置带有“预备”“照射”状态的工作指示灯、声音提示装置及信号意义的说明，照射状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁；曝光室防护门拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明；控制台及曝光室内部四周墙壁上拟设置急停按钮及标签。防护门内部门口拟设置紧急开门按钮。本项目探伤房曝光室内配备监视监控装置和固定式场所辐射探测报警装置。在监督区入口门张贴警示说明（“监督区”标牌）以作警示。	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求。	2.7
	已配备 1 台辐射剂量率仪，拟新配备 2 台个人剂量报警仪。	根据《辐射环境监测技术规范》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。	1.2

以上措施必须在项目运行前落实。