

核技术利用建设项目  
室内 X 射线探伤项目  
环境影响报告表

(报批版)



杭州新安江工业泵有限公司

2025 年 1 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目  
室内 X 射线探伤项目  
环境影响报告表



建设单位名称：杭州新安江工业泵有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）

印



打印编号: 1732172474000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	kobpr9		
建设项目名称	杭州新安江工业泵有限公司室内X射线探伤项目		
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		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	杭州新安江工业泵有限公司		
统一社会信用代码	9133018214395168XH		
法定代表人 (签章)	方驭		
主要负责人 (签字)	杨钧 		
直接负责的主管人员 (签字)	杨钧 		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	山东益景检测技术有限公司		
统一社会信用代码	91370102MA3UH0KD6H		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
任建坤	2015035370352015370720000817	BH000652	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李方茹	报告表全文	BH051802	



# 营业执照

(副本) 2-1

统一社会信用代码  
91370102MA3UH0KD6H



扫描二维码  
登录国家企业信用信息公示系统  
了解更多登记、备案、许可、监管信息

名称 山东益景检测技术有限公司  
类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人 冯冰冰

经营范围 许可项目：放射监测；放射性污染监测，室内环境检测。（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，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）一般项目：环境保护监测；环保咨询服务；土地调查评估服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广。（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）

注册资本 伍佰万元整  
成立日期 2020年12月02日  
营业期限 2020年12月02日至 年 月 日  
住所 山东省济南市历下区经十东路9777号鲁商国奥城2号楼2110室



登记机关

2021年10月15日

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security  
The People's Republic of China



编号: HP 00016735  
No.



持证人签名:  
Signature of the Bearer

管理号: 2015035370352015370720000817  
File No.

姓名: 任建坤  
Full Name \_\_\_\_\_  
性别: 男  
Sex \_\_\_\_\_  
出生年月: \_\_\_\_\_  
Date of Birth \_\_\_\_\_  
专业类别: \_\_\_\_\_  
Professional Type \_\_\_\_\_  
批准日期: 2015年05月24日  
Approval Date \_\_\_\_\_

签发单位盖章:  
Issued by

签发日期: 2015年08月24日  
Issued on



验真码: JNRS39c8febbfdad861h

附: 参保单位全部(或部分)职工参保明细(2024年05至2024年10)

当前参保单位: 山东益景检测技术有限公司

序号	姓名	身份证号码	参保险种	参保起止日期(如有中断分段显示)	备注
1	任建坤	[REDACTED]	企业养老	202405-202410	
2	任建坤	[REDACTED]	失业保险	202405-202410	
3	任建坤	[REDACTED]	工伤保险	202405-202410	

打印流水号: 370192012411215RL88732

系统自助: 8484052

备注: 1、本证明涉及单位及个人信息,有单位经办人保管,因保管不当或因向第三方泄露引起的一切后果由单位和单位经办人承担。  
2、上述信息为打印时的当前参保登记情况,供参考。



### 社会保险个人参保证明

验真码: JNRS39c8fd565a529177

证明编号: 37019201241025BKD36254

姓名	李方茹	身份证号码	[REDACTED]
当前参保单位	山东益景检测技术有限公司	参保状态	在职人员
参保情况:			
险种	参保起止时间		累计缴费月数
企业养老	202404-202409		6
失业保险	202404-202409		6
工伤保险	202404-202409		6

备注: 本证明涉及个人信息,因个人保管不当或向第三方泄露引起的一切后果由参保人承担。  
本信息为系统查询信息,不作为待遇计发最终依据。



社会保险经办机构(章)

2024年10月25日



# 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	11
表 8 环境质量和辐射现状	17
表 9 项目工程分析与源项	19
表 10 辐射安全与防护	26
表 11 环境影响分析	34
表 12 辐射安全管理	48
表 13 结论与建议	55
表 14 审批	58
附图 1 本项目所在地理位置图	59
附图 2 本项目探伤室拟建位置周边关系影像图	60
附图 3 公司平面布置图	61
附图 4 拟建 8#厂房平面布置图	61
附图 5 建德市下涯镇环境管控单元分类图	63
附件 1 营业执照	64
附件 2 公司主体环评批复	65
附件 3 厂区不动产权证书	68
附件 4 现场照片	73
附件 5 委托书	75
附件 6 本底检测报告	76
附件 7 专家意见及修改说明	82

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	杭州新安江工业泵有限公司室内 X 射线探伤项目				
建设单位	杭州新安江工业泵有限公司				
法人代表	***	联系人	***	联系电话	*****
注册地址	建德市下涯焦树湾工业功能区 88 号				
项目建设地点	建德市下涯焦树湾工业功能区 88 号，公司厂区内西南侧拟建 8# 厂房西侧中间位置				
立项审批部门	--		批准文号	--	
建设项目总投资 (万元)	200	项目环保投资 (万元)	60	投资比例(环 保投资/总投 资)	30%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积(m <sup>2</sup> )	120
应用 类 型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	/				

**1.1 公司简介**

杭州新安江工业泵有限公司（以下简称“公司”）成立于 2006 年 12 月 5 日，注册地址位于建德市下涯焦树湾工业功能区 88 号，是一家专业从事工业泵、化工防腐设备生产制造的企业，注册资金贰仟万元。公司经营范围包括工业泵(金属及工程塑料离心泵、真空泵、阀、管道)，化工防腐设备、常压防腐容器、搅拌设备的设计、制造、加工、销售、安装、技术服务。环保废气处理工程、废水处理工程、防腐保温工程的设计、施工、技术服务。经营进出口业务。精密模具设计、制造、销售。



公司所在地理位置图见附图 1，本项目拟建位置周边关系影像图见附图 2。

## 1.2 项目由来及建设规模

公司厂区主体工程为年产 2 万台工业泵生产线技术改造及新建年产 1500 台新型缠绕塑料设备生产线项目，原建德市环境保护局已于 2016 年 3 月 25 日对该项目批复，批复文号：建环审批[2016]A009 号。公司产品生产过程中涉及工业泵罐体焊接，焊接完成后需使用 X 射线探伤机对焊缝进行检测，以确保焊接质量。

公司拟在厂区西南侧拟建 8#厂房内新建一处探伤工作场所，包括 1 间混凝土结构探伤室及 2 间配套用房（洗片室、评片/控制室）。拟购置 1 台 XXG-2505 型定向 X 射线探伤机、1 台 XXGH-2505C 型周向 X 射线探伤机及 1 台 XXGH-3005C 型周向 X 射线探伤机，于探伤室内开展 X 射线探伤工作，探伤室内最多同时使用 1 台射线装置，不存在 2 台或者 3 台射线装置同时开机的情况。

经与建设单位核实，公司目前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。公司 5 年内的辐射活动规模预计为：新建 1 座探伤室并配备 3 台 X 射线探伤机，所有探伤作业仅限在探伤室内工作。拟探伤工件主要为工业泵，工件直径最大不超 3m，长度最长不超 7m，检测位置为焊接的纵环焊缝处。本项目探伤室设置有工件进出防护门，门洞宽 4.3m，高 4.8m，能满足最大探伤工件的进出；设置有工作人员进出防护门，门洞宽 0.8m，高 2m，能够满足辐射工作人员进出条件。

本次评价涉及的射线装置详细信息见表 1-1。

表 1-1 本次评价涉及的射线装置一览表

序号	装置名称	类别	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	数量 (台)	备注
1	X 射线探伤机	II	XXG-2505	250	5	1	定向
2			XXGH-2505C	250	5	1	周向
3			XXGH-3005C	300	5	1	周向

## 1.3 选址合理性分析

根据建设单位提供的浙(2017)建德市不动产权第 0014224 号不动产权证及浙(2021)建德市不动产权第 0003158 号不动产权证，项目用地类型为工业用地。本项目建设位置为杭州新安江工业泵有限公司厂区西南侧拟建 8#厂房内。根据设计方案，拟建 8#厂房东长 50m，南

北宽 22m，高 12m；厂房功能为工件暂存，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，标准厂房无需环评或者备案登记，若 8#厂房后续新建其他生产项目，另行按要求进行环境影响评价或者登记备案。探伤室拟建位置位于 8#厂房西侧中间位置，探伤室配套用房拟建于探伤室北侧。探伤室拟建位置北侧为探伤室配套洗片室、评片/控制室、8#厂房内工件暂存区、4#厂房，探伤室拟建位置西侧为车间内夹道、厂区内空地、厂区西侧山体，探伤室拟建位置南侧为 8#厂房内工件暂存区、厂区内空地、厂区外绿化、道路（G320），探伤室拟建位置东侧为 8#厂房内工件暂存区、工作区、厂区内空地。

本项目探伤室 50m 评价范围内环境保护目标为探伤室北侧 10m 位置处 4#厂房以及探伤室东北侧约 48m 处 3#厂房，评价范围内不涉及居民区与学校等环境敏感区域。因此，本项目选址是合理可行的。

探伤室 50m 范围周边环境情况见表 1-2。

表 1-2 探伤室 50m 范围周边环境情况表

方位	名称	最近距离
东侧	8#厂房内工件暂存区、工作区	紧邻
	厂区内空地	38m
南侧	8#厂房内工件暂存区	紧邻
	厂区内空地	5m
	厂区外绿化、道路（G320）	35m
西侧	车间内夹道	紧邻
	厂区内空地	1.5m
	西侧山体	10m
北侧	探伤室配套洗片室、评片/控制室	紧邻
	8#厂房内工件暂存区	2m
	4#厂房	10m
东北侧	3#厂房	48m
上方	/	/
下方	地面	/

本项目厂区平面布置图见附图 3。

#### 1.4 产业政策符合性分析

本项目所服务的主体工程为“年产 2 万台工业泵生产线技术改造及新建年产 1500 台新型

“围绕塑料设备生产线项目”，该项目不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中限制类和淘汰类，符合国家产业政策。本项目为使用 X 射线探伤机进行室内无损探伤，属服务于公司主体建设项目的辅助项目，因此符合产业政策。

### 1.5 与“三线一单”的符合性分析

（1）与生态保护红线的相符性：本项目所在地位于建德市下涯焦树湾工业功能区 88 号，用地性质为工业用地，项目不在《建德市生态环境分区管控动态更新方案》所划定的生态红线内，不在当地饮用水源、风景区、自然保护区等生态保护范围内，符合生态保护红线要求。

（2）与环境质量底线的相符性：本项目主要为辐射影响，本项目建设区域辐射环境质量现状良好，项目运营后满足剂量限值的管理要求，对区域环境质量影响很小。

（3）与资源利用上线的相符性：本项目不属于资源开发类项目，项目运营期利用的资源主要为电力资源，资源消耗量很少，没有突破资源利用上线。

（4）与生态环境准入清单的相符性：本项目属于核技术利用项目，对照《建德市“三线一单”生态环境分区管控方案》及《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于鼓励类别，亦不属于限制类和淘汰类别，属于允许类别，且本工程所在环境管控单元为建德市场村桥产业集聚重点管控单元 ZH33018220011，结合建德市生态环境管控单元分类准入清单，可知本工程满足环境准入清单的要求。

综上所述，本项目符合《建德市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

建德市下涯镇环境管控单元分类图见附图 5。

### 1.6 目的和任务的由来

公司生产过程中涉及工业泵的焊接，需使用 X 射线探伤机对产品焊缝进行无损质量检验。由于 X 射线在穿透物体过程中与物质发生相互作用，缺陷部位和完好部位的透射强度不同。公司可通过及时检测和信息反馈，挑选出不合格产品，并能够使焊接人员及时调整焊接工艺，从而保证产品质量。

X 射线探伤机在工作过程中可能对环境产生一定的辐射影响。为保护环境和公众利益，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定，

以及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（部令第16号）中“五十五、核与辐射，172 核技术利用建设项目中生产、使用Ⅱ类射线装置的”，应编制报告表，并向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。因此，杭州新安江工业泵有限公司委托山东益景检测技术有限公司对其室内 X 射线探伤项目进行辐射环境影响评价。接受委托后，在进行现场调查与核实、环境检测、收集和分析有关资料及预测估算等基础上，山东益景检测技术有限公司技术人员编制完成了《杭州新安江工业泵有限公司室内 X 射线探伤项目环境影响报告表》。

**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)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	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台	XXG-2505	250	5	无损检测	探伤室	定向
2	X射线探伤机	II类	1台	XXGH-2505C	250	5	无损检测	探伤室	周向
3	X射线探伤机	II类	1台	XXGH-3005C	300	5	无损检测	探伤室	周向

(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 ( $\mu$ A)	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
废胶片	固态	/	/	/	100kg	/	厂区内危废暂存间	委托具有危废处置资质的单位处理
废显（定）影液	液态	/	/	/	200kg	/		
洗片废液	液态	/	/	/	250kg	/		
非放射性有害气体 （臭氧、氮氧化物）	气态	/	/	/	/	/	不暂存	通过探伤室西南侧地面排风口沿排风管道排至 8# 厂房顶部外环境

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

**表 6 评价依据**

<p>法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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 施行；</li> <li>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 77 号， 2018.12 施行；</li> <li>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 施行；</li> <li>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 号公布，2020.4 修订，2020.9 施行；</li> <li>5. 《建设项目环境保护管理条例（2017 修订）》，国务院令第 682 号，2017.10 施行；</li> <li>6. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号公布，2021.1.1）</li> <li>7. 《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 施行，2014.7 第一次修订，2019.3 第二次修订；</li> <li>8. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境总局令第 31 号，2006.3 施行，2008.12 第一次修订，2017.12 第二次修订，2019.8 第三次修订，2021.1 第四次修订；</li> <li>9. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011.5 施行；</li> <li>10. 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》，环境保护部与国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号，2017.12 施行；</li> <li>11. 《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021.2 施行；</li> <li>12. 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021.2 施行；</li> <li>13. 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告，2022 年第 71 号，2022.8.1 起施行；</li> <li>14. 《浙江省辐射事故应急预案》，浙政办发（2018）92 号，2018.9.28 起实施；</li> </ol>
-------------	--



	<p>15. 《杭州市突发辐射环境事件应急预案》，杭政办函（2016）17号，2016.2.4起施行；</p> <p>16. 《国家危险废物名录（2021年版）》，生态环境部令第15号，2021年1月1日起实施；</p> <p>17. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023），2023年7月1日起实施；</p> <p>18. 《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，2022.1.1）</p>
<p><b>技术标准</b></p>	<p>1. 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>2. 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）</p> <p>3. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>4. 《工业探伤放射防护规范》（GBZ 117-2022）；</p> <p>5. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》第 1 号修改单（GBZ/T 250-2014/XG1-2017）；</p> <p>6. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>7. 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>8. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>9. 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；</p> <p>10. 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）。</p>
<p><b>其他</b></p>	<p>1. 杭州新安江工业泵有限公司营业执照，见附件 1；</p> <p>2. 杭州新安江工业泵有限公司主体环评批复，见附件 2；</p> <p>3. 杭州新安江工业泵有限公司环境影响评价委托书，见附件 3；</p> <p>4. 杭州新安江工业泵有限公司提供的图纸、设计资料等材料。</p>

## 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》（HJ 10.1-2016）规定要求：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”。

本项目为在探伤室内使用 II 类射线装置，本次评价范围为探伤室四周屏蔽体外 50m 的范围，项目评价范围包络线见附图 2。

### 7.2 保护目标

结合公司厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目探伤室周围 50m 内环保目标主要为探伤室北侧约 10m 位置处 4#厂房及探伤室东北侧约 48m 位置处 3#厂房，评价范围内无居民区与学校等环境敏感区域。

本项目保护目标为评价范围内活动的辐射工作人员和公众成员。

- (1) 本项目辐射工作人员为在控制室进行探伤相关作业的辐射工作人员。
- (2) 本项目公众成员包括探伤室以及偶然经过评价范围内的其他公众成员。

表 7-1 探伤室周围主要保护目标情况

保护目标		方位、距离	建筑特征	人数
辐射工作人员		评片/控制室、洗片室，紧邻	单层砖混，高约 3m	2 人
公众成员	公司员工	探伤室所在 8#厂房，尽量	在建单层钢结构，高约 12m	10 人
		探伤室北侧 10m 位置处 4#厂房	单层钢结构，高约 10m	40 人
		探伤室东北侧 48m 位置处 3#厂房	双层钢混结构，高约 8m	50 人
其他公众成员		探伤室四周 50m 范围内偶然经过的公众成员	/	/

### 7.3 评价标准

#### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

#### 4.3.3 防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂

量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

标准中附录B规定:

B1 剂量限值:

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制,使之不超过下述限值:

a) 由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均),

20mSv;

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:

a) 年有效剂量, 1mSv;

b) 特殊情况下, 如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。

剂量约束值通常在公众照射剂量限值10%~30%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、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

(1) 探伤机的放射防护要求

5.1 X射线探伤机

5.1.1 X射线装置在额定工作条件下, 距X射线管焦点100cm处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表7-2的要求。

表7-2 X射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压, kV	漏射线所致周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括:

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，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；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

(2) 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。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

- a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于  $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于  $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；
- b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

- a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；
- b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取  $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

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

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

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

### (3) 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- $\gamma$  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- $\gamma$  剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便

便携式 X- $\gamma$  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，应遵循移动式探伤的要求。

### 3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

#### 1 范围

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 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

#### 3.2 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

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  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  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什值层厚度（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

3.3.2 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。

3.3.5 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、本项目管理目标

根据上述标准，确定本项目的管理目标如下：

（1）工作场所剂量率控制水平：以  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  作为探伤室四周屏蔽体及防护门外各关注

点的剂量率参考控制水平；拟建探伤室顶棚为不上人顶棚且探伤室周围最近建筑为北侧 10m 位置处 4#厂房，高约 10m，不在辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内，因此探伤室顶棚外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平取  $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 辐射剂量约束值：取年剂量限值的 1/4 作为辐射工作人员及公众的年剂量约束值，即以  $5.0\text{mSv}$  作为辐射工作人员的年管理剂量约束值；以  $0.25\text{mSv}$  作为公众成员的年管理剂量约束值。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理及场所位置

本项目探伤室拟建于公司厂区内西南侧拟建 8# 厂房西侧中间位置。探伤室屏蔽体外 50m 评价范围内环境保护目标主要为探伤室北侧约 10m 位置处 4# 厂房及探伤室东北侧约 48m 位置处 3# 厂房，评价范围内不涉及居民区与学校等环境敏感区域。

### 8.2 环境质量和辐射现状

#### 8.2.1 检测目的

为了解杭州新安江工业泵有限公司探伤室拟建位置及其周围的辐射环境背景水平，本次委托浙江多谱检测科技有限公司于 2024 年 12 月 17 日对探伤室拟建位置及周围进行辐射环境本底水平现场检测。

#### 8.2.2 检测因子及频次

检测因子： $\gamma$  辐射空气吸收剂量率；

检测频次：每个点位读 10 个数，取其平均值作为测量结果；

检测点位：于探伤室拟建区域及周围共布设 7 个检测点位。检测点位布置详见附图 2。

#### 8.2.3 检测方案

目前，本项目尚未开工建设，本次仅对拟建场址及周围进行布点检测。

#### 8.2.4 检测条件

检测日期：2024 年 12 月 17 日；

天气：晴；温度：11℃；相对湿度：56%。

#### 8.2.5 质量保证措施

- (1) 合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并对仪器进行校验。
- (5) 由 2 名专业检测人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，最后由技术负责人审定。



表 8-1 检测仪器及参数与监测规范

仪器名称	环境剂量率仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
仪器编号	20081
测量范围	1nSv/h-1Sv/h
能量范围	36keV-1.3MeV
检定证书编号	2024H21-10-5190852001
检定有效期	至 2025 年 4 月 9 日
检测和评价依据	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

### 8.2.6 检测结果及评价

检测结果见表 8-2。

表 8-2 X 射线探伤室建设区域及其周围辐射环境背景监测结果

检测点位	点位描述	检测结果 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)
1	探伤室拟建位置中间区域 (室外)	124.3	3.0
2	探伤室拟建位置东侧区域 (室外)	91.5	2.5
3	探伤室拟建位置南侧区域 (室外)	92.9	1.7
4	探伤室拟建位置西侧区域 (室外)	97.6	4.0
5	探伤室拟建位置北侧区域 (室外)	90.1	2.1
6	3#厂房区域 (室内)	91.3	1.1
7	4#厂房区域 (室内)	88.3	1.5

注：表中数据未扣除宇宙射线响应值 11.3nGy/h。

由表 8-2 的检测结果可知，本项目拟建场址周围各检测点位的γ辐射空气吸收剂量率值为 (88.3~124.3) nGy/h，由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，杭州市建筑物室内γ辐射剂量率在 56~443nGy/h 之间、杭州市道路γ辐射剂量率在 28nGy/h~222nGy/h 之间，因此，本项目探伤室拟建场所及周围环境的辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 施工期工艺流程简述

本项目探伤室拟建于厂区内西南侧 8#厂房西侧中间位置，探伤室为混凝土结构，探伤室配套用房为砖混结构。施工期主要建设内容包括探伤室及辅助用房建设、辐射防护工程建设、安全防护设施的安装等，施工期可能的污染因素主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水、固体废物等常规污染因素，不涉及辐射影响。施工期工艺流程及产污环节见图 9-1。

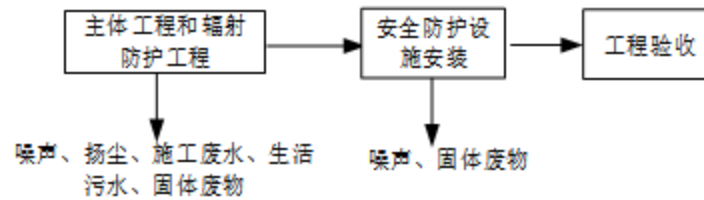


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节

### 9.2 营运期工艺流程简述

#### 9.2.1 X 射线探伤机简介

##### 1、X 射线探伤机简介

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。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。

其中，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。X 射线管、屏蔽套及附件总称管头组装体。

控制器为手提箱式结构，控制面板设置操作按钮和显示窗口，并配备电缆插座、源开关及接地端子的插座盒。



图 9-2 常见 X 射线探伤机

## 2、X 射线产生原理

X 射线发生器主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面作用的韧致辐射即为 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 9-3。

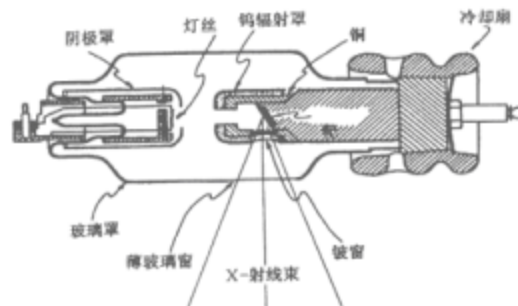


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

## 3、探伤原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置，X 射线管产生的 X 射线穿透被检测工件的焊缝，当射线在穿过缺陷时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个黑度差显示缺陷所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

## 4、X 射线探伤机主要技术参数

本项目拟购置的 X 射线探伤机主要技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	焦点尺寸 (mm)	射线管辐射角	最大穿透 A3 钢	备注
XXG-2505	250	5	1.0×1.0	40° +5°	34mm	定向
XXGH-2505C	250	5	2.0×2.0	30° ×360°	37mm	周向
XXGH-3005C	300	5	1.0×2.5	30° ×360°	40mm	周向

### 9.2.2 工作流程及产污环节

X 射线探伤机每隔一段时间后需进行训机，然后出曝光曲线。训机的目的是为了提髙射线管真空度，如果真空度不良，会使阳极烧毁或者击穿射线管，导致故障，甚至报废。

辐射工作人员在进行 X 射线探伤前，先在被探伤工件的焊缝处贴上胶片，然后将被探伤工件放置于平板推车，通过探伤室导轨运至探伤室内，根据工件大小以及焊缝位置，将 X 射线探伤机固定在适当的位置，确定人员离开探伤室后，关闭防护门，接通电源并开始计时；达到预定的照射时间后关机，完成一次探伤。后冲洗照片、观察照片、出具探伤报告。X 射线探伤机存放于探伤室内，不另行设置贮存场所。其工作流程示意图见图 9-4。

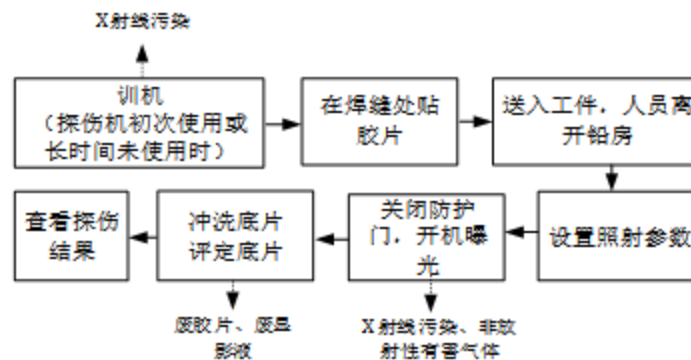


图 9-4 X 射线探伤机工作流程及产污环节示意图

### 9.2.3 洗片室洗片流程及产污环节

探伤检测后将照射过的胶片暗袋放至洗片室，在无可见光只有洗片室红灯的情况下拆开暗袋，取出胶片放入洗片架，从取出胶片直至定影操作结束，以下所有操作过程均必须在洗片室内进行，采用手动洗片的方式，具体流程如下：

①显影：将带胶片的洗片夹依次放入显影槽内，视放置位置，保证胶片之间的间隔至少 12mm，正常显影在 20℃时 5~8min。显影过程中最好是 1min 内将胶片作为水平和垂直方向搅动数秒钟。

②停影：在显影结束后，将洗片夹从显影槽内取出，放入流动清水中去除胶片上附着的残留显影液，停影时间控制在 0.5~1min。

③定影：将停显后的胶片立即放入定影槽内，注意胶片之间不得互相接触，以免出现叠影。为保证均匀而快速的定影，胶片在刚浸入定影液时以及最初的 1min，均应做上下方向的搅动约 10min，然后让其在定影中浸渍到定影结束。定影时间至少为底片通透时间的两倍。但对于刚配置不久的定影液，定影时间不得超过 15min。

④冲洗：定影完成后，将洗片夹从定影槽中取出，放置在可循环流动水中冲洗 20~30min，去除胶片上附着的残留定影液。

⑤干燥：冲洗完成后，将胶片从洗片夹中取出，通过悬挂或其他方式将胶片在环境温度的静止空气或循环空气下进行干燥，完成洗片。

显影液或定影液经过一定数量的胶片处理后，其洗片性能将下降，此时应配置新液替换旧液，废液采用专用防渗容器收集后转移到危废暂存间暂存。

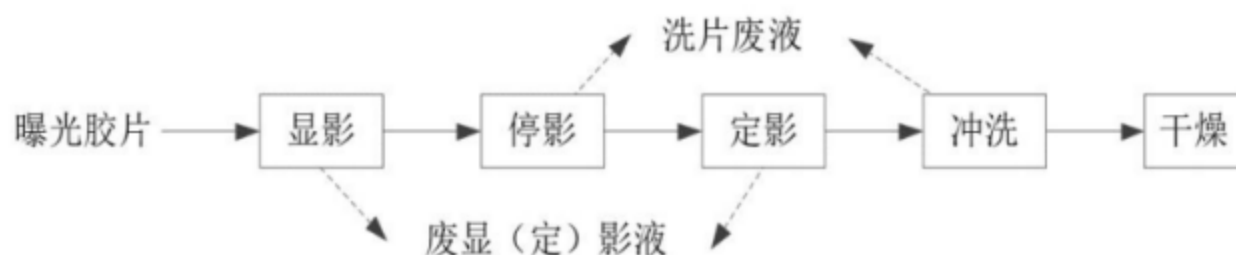


图 9-5 洗片工艺流程及产污环节示意图

### 9.3 污染源项描述

#### 9.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

##### 1、噪声

本项目施工期噪声主要来自混凝土搅拌、浇筑以及辅助器材拆卸等几个阶段，主要噪声源为混凝土搅拌机等各种建筑施工机械运转时的噪声以及建筑材料运输过程中的交通噪声，另外还有突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

##### 2、废水

施工期废水主要来自两个方面：一是施工泥浆废水，二是施工人员的生活废水，施工泥浆废水主要来自混凝土养护。本项目建设内容较为简单，废水产生量较小。

##### 3、固体废物

固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，本项目建设内容较为简单，固体废物产生量较小。

##### 4、扬尘

在建设施工期需进行的建筑材料混合、混凝土浇筑等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械设备和厂内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。

综上，施工期主要环境影响评价因子为：施工噪声、施工废水和生活污水、生活垃圾和建

筑垃圾、施工扬尘。

### 9.3.2 营运期污染因素分析与评价因子

#### 1、X射线

X射线探伤机开机后产生X射线，对周围环境产生辐射影响，关机后X射线随之消失。本项目使用的X射线探伤机只有在开机并处于出束状态（探伤状态）时，才会发出X射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在开机探伤期间，X射线是本项目的主要污染因子，源项分析见表9-2。

表9-2 项目X射线探伤机源项分析结果汇总表

序号	名称	工作场所	型号	主射线或散射线源项（距辐射源点1m处输出量）	漏射线源项（距辐射源点1m处泄漏辐射剂量率）	数据来源
1	X射线探伤机	探伤室	XKG-2505/XKGH-2505C	$16.5\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	$5000 \mu\text{Sv/h}$	《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）
2			XKGH-3005C	$20.9\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	$5000 \mu\text{Sv/h}$	

#### 2、非放射性污染因素分析

##### (1) 非放射性有害气体

本项目产生的X射线会使空气电离。空气电离产生臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)，在NO<sub>x</sub>中以NO<sub>2</sub>为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目中，臭氧和氮氧化物的产生量均较小。

##### (2) 废显（定）影液、废胶片及洗片废液

探伤完成后，需显影洗片、评定底片，在此过程产生较少废显（定）影液、废胶片以及胶片清洗水。胶片存储期满后变为废胶片，废胶片、废显（定）影液均属危险废物，危废编号HW16 900-019-16，危险特性为毒性，应交由有资质的单位处置；此外，对于胶片清洗水，应委托有资质的单位进行检测，若监测指标满足危险废物相应的标准，也应统一收集，暂存在危废暂存间内，交由有资质的单位处理。

根据建设单位提供的资料，本项目检测工件为工业泵，检测方式为抽检，预计一年检测

1000 个工件，每个工件最多曝光 10 次，单次曝光时间最长为 5 分钟。本项目年拍片数约 1 万张，保守按洗 1000 张片用 20kg 显(定)影液考虑，经估算项目工作过程中每年产生的废显(定)影液约 0.2t。废片率按 3%计算，每年产生废胶片约 300 张，一张废胶片 10g，共约 3kg。按洗 2000 张片产生 50kg 洗片废液，经估算项目工作过程中每年产生的洗片废液(包括停影废水和冲洗废水)约 0.25t。该部分危险废物定期委托有相关资质单位处理，完好的胶片由公司定期建档备查(存档过期后的胶片作为危险废物委托有相关资质单位处理)。根据《承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求》(NB/T47013.1-2015)中第 7.3.3 条款要求，无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。7 年后若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。经与建设单位核实，本项目年拍摄完好的胶片约 9700 张，存档期限为 7 年。存档满 7 年后的胶片最终处理方案分 2 种：①如用户需要，公司将此类胶片转交用户保管，占比约 10%，即 970 张胶片；②如用户不需要，公司将此类胶片作为危险废物交由有资质的单位处理迟滞，占比约 90%，即 8730 张胶片。基于本项目运行的第 8 年开始，同一年既有探伤洗片产生的废胶片，又有存档期满后产生的废胶片，本次评价保守考虑来核算废胶片年产生量，即 9030 张(90.3kg)，公司可将此类胶片作为危险固废交有资质单位处理处置。

项目危险废物分析汇总表见表 9-3。

表 9-3 项目危险废物分析结果汇总表

序号	危废名称	危废类别	危废代码	产生量(t/a)	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产生周期	危险特性	污染防治措施
1	废显(定)影液	HW16	900-019-16	0.2	胶片冲洗	液态	硝酸、硫酸、卤化银、硼砂、对苯二酚	卤化银、对苯二酚	每次探伤	T	贮存：密闭置于包装桶内，分类、分区存放在厂区现有危废暂存间内。处置：委托有资质单位处置。
2	废胶片			0.09		固态	卤化银	卤化银			
3	洗片废液			0.25		液态	硝酸、硫酸、卤化银、硼	卤化银、对苯二酚			

							砂、对苯二酚				
--	--	--	--	--	--	--	--------	--	--	--	--

综合分析，本项目营运期环境影响评价的评价因子为 X 射线、非放射性有害气体、废显（定）影液、废胶片及洗片废液，主要评价因子为 X 射线。

**9.3.3 事故工况污染因素分析与评价因子**

本项目营运过程中可能发生的风险事故如下：

（1）检测工作过程中，门机联锁装置、紧急停机按钮等失效使辐射工作人员和公众误闯或误留，使工作人员或公众造成不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

（2）辐射工作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

（3）X 射线探伤机被盗，使 X 射线探伤机使用不当，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

（4）公司拟制定的规章制度落实不到位时，可能会造成操作人员违规操作、射线装置损坏、射线装置使用不当、发生应急事故时无法及时正确处理等，严重时危害辐射工作人员及周边公众的健康和安全。

事故状态下污染源项同正常工况。



放射性和射线装置有关的职业人员要求随身佩戴个人剂量计，以监督个人剂量的变化情况，控制接受剂量，保证职业人员的健康水平。公司拟配备个人剂量报警仪 2 部、X- $\gamma$  辐射巡检测仪 1 台，个人剂量计 2 支（辐射工作人员每人 1 支，检测单位配发），每三个月委托有资质的检测单位对个人剂量进行检测。

2、公司拟建立工作人员个人剂量档案。一人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量档案终生保存。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

3. 公司拟定期为工作人员职业健康查体，建立工作人员健康档案。

4. 公司拟定期检查探伤室各防护门的门-机联锁装置、急停按钮、照射信号指示灯等防护安全措施；

5. 辐射工作人员在打开探伤室防护门时，除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，辐射工作人员应立即关闭探伤室防护门，离开探伤工作场所，同时防止其他人进入，并立即向辐射防护负责人报告。

6. 公司拟定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括控制台处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；

7. 探伤室工件进出防护门和工作人员进出防护门均为电动门，为了应对突发情况，拟在探伤室内靠防护门一侧设置防夹装置；

8. 探伤室的设置拟充分注意周围的辐射安全，评片/控制室与探伤室分开，并设有迷道。本项目使用定向机时，有用线束照射方向避开操作室、防护门；周向机的线束照射方向不固定，通过设置迷道及控制探伤机的摆放位置的方式控制主射方向尽可能避开操作室方向。探伤室的屏蔽墙厚度拟充分考虑源项大小、直射散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。

#### 10.1.4 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：

1. 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。

### 10.2 三废的治理

本项目为室内 X 射线探伤机应用，在探伤过程中不产生放射性固体废物、放射性废水及放射性废气。

系统产生的 X 射线会使空气电离，从而产生臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)。本项目探伤室地面西南侧设计有机械排风装置，有效通风换气次数均大于 3 次/h，并设置排风管道将废气排至 8# 厂房顶部外环境，此处非人员密集区。因此，本项目所产生的臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

此外，拍片、洗片过程中产生的废胶片和废显（定）影液均为危险废物（废物代码为 900-019-16），废胶片存放在暂存箱中，废显（定）影液存放在专用废物桶中，废显（定）影液包装桶属于危险废物，废物类别为“HW49 其他废物，900-041-49 含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质”，无放射性。以上危险废物均应按照《危险废物贮存污染控制标准》和《危险废物转移管理办法》等危废管理相关规定要求，实行联单管理和台账管理，规范贮存，并委托有相应危废处理资质的单位处置。

本项目危废暂存拟依托厂区内现有危废仓库，位于厂区 7#厂房西南侧，面积约 30m<sup>2</sup>（剩余贮存面积约 10m<sup>2</sup>）。危废仓库满足防渗、防晒、防雨、防风等要求。

危废暂存间贮存能力符合性分析：项目危废暂存间剩余贮存面积约 10m<sup>2</sup>，有效贮存面积按 0.8 计，则有效贮存面积 8m<sup>2</sup>，平均储存高度按 1.5m 计，则有效储存空间为 12m<sup>3</sup>。

本项目危废主要包含液态、固态危险废物。

a、液态危废包含废显（定）影液、洗片废液，产生量约 0.45t/a，密度保守按照 900kg/m<sup>3</sup> 考虑，则该类危废所需储存空间为 0.5m<sup>3</sup>。

b、固态危废为废胶片，经上文分析，废胶片年产生量约 9030 张，拟置于 2 个尺寸为 0.5×1×1m 的胶片暂存箱中，则该类危废所需储存空间约 1m<sup>3</sup>。

综上，本项目危废暂存占用空间合计 1.5m<sup>3</sup>，项目危废贮存期限不超过 6 个月，一年至少转运 2 次，则再次基础上，项目配套的危废暂存场所能够满足本项目危废暂存需求。

本次评价要求公司应以下措施对本次评价产生的废胶片、废显（定）影液及危废暂存间进行管理：

①存放废显（定）影液的废液桶上粘贴符合《危险废物贮存污染控制标准》附录 A 规定的危险废物标签；

②废显（定）影液应暂存在防渗漏且无反应的容器内，容器内须留足够空间，并定期对容器（废液桶）及危废暂存间进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换；

③将不同类别的危险废物分区存放，并在中间设置分隔过道；

④危险废物分类收集，危险废物中不得混入其他废物；

⑤做好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、废物出库日期及接受单位名称等；

⑥制定危险废物管理计划，不得擅自倾倒、堆放危险废物，与具备危废处置资质的单位签订危废协议，按照《危险废物转移管理办法》相关规定，将本项目产生的废胶片及废显（定）影液委托有资质单位及时转移处置。

在按照以上要求将本项目产生的危险废物妥善处置后，不会对周围环境造成影响。

### 10.3 辐射防护与环保投资

本项目辐射防护与环保投资主要包括：探伤室辐射防护设施建设、个人剂量报警仪、个人剂量计、X- $\gamma$ 辐射巡检仪、环评及验收费用等，环保投资总计约 60 万元。详见表 10-3。

表 10-3 辐射防护与环保投资一览表

序号	项目	投资估算（万元）	备注
1	辐射防护设施	50	探伤室辐射防护、安全连锁设施等
2	X- $\gamma$ 辐射巡检仪	1	1 部
3	个人剂量计	0.3	2 支（由检测单位配发）
4	个人剂量报警仪	0.7	2 部
5	环评及验收费用	8	/
5	合计		60 万元

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期污染因素主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水、固体废物等常规污染因素，不涉及辐射影响。

#### 1、声环境影响分析

本项目施工期噪声主要来自混凝土搅拌、浇筑以及辅助器材拆卸等几个阶段，本项目施工期较短，仅在白天工作时间施工，经距离衰减后，对周边环境影响较小。

#### 2、水环境影响分析

本项目施工期较短且施工量小，施工期废水主要为少量施工泥浆废水和施工人员的生活污水。施工泥浆水采用沉淀池充分沉淀后，上清水重复利用，淤泥集中堆放后期用作回填土。施工人员生活污水排入厂区内污水收集系统，由环卫部门定期清理。

#### 3、固体废物影响分析

本项目固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，生活垃圾统一放至园区内生活垃圾存放点，拟由环卫部门定期清运。施工垃圾对弃渣处置必须坚持“先挡后弃”。其次将建筑垃圾分类，拟回收其中尚可利用的部分建筑材料，对没有利用价值的废弃物拟运送到环卫部门指定的建筑垃圾堆埋场。经采取以上措施，固体废物对周围环境影响较小。

#### 4、大气环境影响分析

本项目在建设施工期各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时产生废气和扬尘。施工期间拟通过洒水抑尘和设置围挡，减少扬尘产生量和影响。因此，扬尘对周边大气环境影响较小。

综上所述，本工程施工期对环境的影响是小范围和短暂的。随着施工期的结束，对环境的影响也逐步消失。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

本项目探伤室尚未建设，X射线探伤机尚未购置，本次评价采用理论计算的方法评估X射线探伤机开机时对周围环境的影响。

#### 11.2.1 探伤室各屏蔽体受照情况分析

根据建设单位提供的资料，本项目定向X射线探伤机活动范围为探伤室内北侧偏西位

置，东西长 6m，南北宽 2m，高 2m 的长方体范围。定向探伤机移动范围距东墙、西墙、南墙、北墙、室顶、地面的最近距离分别为 3m、1m、2.65m、1.35m、3.0m、0.5m。本项目定向探伤机辐射角为  $40^{\circ} + 5^{\circ}$ ，定向向南照射；探伤机活动位置距南墙的最远距离为  $2.65 + 2 = 4.65\text{m}$ ， $4.65 \times \tan 22.5^{\circ} = 1.93\text{m}$ ，该距离小于 X 射线探伤机活动范围距室顶、东墙的最近距离，大于探伤机活动范围距西墙的最近距离，故本项目定向探伤机开机曝光时，探伤室南墙、西墙受有用射束照射；探伤室东墙（含工件进出防护门）、北墙（含工作人员进出防护门、管线口）、室顶受散射、漏射线照射；探伤室地下为土层，不再考虑其辐射影响。

本项目周向 X 射线探伤机活动范围为探伤室内导轨中间位置西侧，东西长 6m，高 2m 的长方形范围。周向探伤机移动范围距东墙、西墙、南墙、北墙、室顶、地面的最近距离分别为 3m、1m、2.65m、3.35m、3.0m、0.5m。本项目周向探伤机辐射角为  $30^{\circ} \times 360^{\circ}$ ，南北周向照射；探伤机活动位置距南墙、北墙及室顶的最远距离为 5.0m， $5.0 \times \tan 15^{\circ} = 1.34\text{m}$ ，该距离小于 X 射线探伤机活动范围距东墙的最近距离，大于探伤机活动范围距西墙的最近距离，故本项目周向探伤机开机曝光时，探伤室南墙、北墙（含工作人员进出防护门）、室顶、西墙受有用射束照射；探伤室东墙（含工件进出防护门）受散射、漏射线照射；探伤室地下为土层，不再考虑其辐射影响。此外，周向探伤机移动范围距评片/控制室北墙最远距离为 7.45m， $7.45 \times \tan 15^{\circ} = 2.0\text{m}$ ，小于探伤机移动范围距控制台位置东西水平距离 2.2m，故本项目控制台可避开有用线束照射。

### 11.2.2 探伤室外关注点辐射水平预测

#### 1. 探伤机参数选取

本项目共涉及 3 台 X 射线探伤机（1 台 XXG-2505 型定向 X 射线探伤机、1 台 XXGH-2505C 型周向 X 射线探伤机及 1 台 XXGH-3005C 型周向 X 射线探伤机），定向探伤机定向向南照射，周向探伤机南北周向照射，故本次分别分析探伤室内使用 1 台 XXG-2505 型定向 X 射线探伤机的情况及探伤室内使用 1 台 XXGH-3005C 型周向 X 射线探伤机的情况。

#### 2. 估算公式及相关参数取值

##### (1) 有用线束屏蔽

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），有用线束在关注点处的

剂量率可按以下公式进行估算：

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

式中：

I——X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目最大管电流为5mA；

$H_0$ ——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 $6 \times 10^4$ 。本项目定向探伤机最大管电压为250kV，查GBZ/T 250-2014附表B.1，本次取250kV管电压0.5mm铜滤过条件下输出量，为 $16.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；本项目周向探伤机最大管电压为300kV，查GBZ/T 250-2014附表B.1，本次取300kV管电压3mm铝滤过条件下输出量，为 $20.9 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

B——屏蔽透射因子；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录图B.2曲线查得，300kV工况下X射线穿过450mm混凝土的透射因子为 $2.5 \times 10^{-3}$ ，300kV工况下X射线穿过600mm混凝土的透射因子为 $1 \times 10^{-3}$ 。

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

### (2) 屏蔽透射因子

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

式中：

X——屏蔽物质厚度，与TVL取相同的单位；

TVL——X射线在屏蔽物质中的什值层厚度，可查表11-1。

表 11-1 X射线束在铅中的什值层厚度

X射线管电压 (kV)	什值厚度 TVL (铅, mm)	什值厚度 TVL (混凝土, mm)
200	1.4	86
250	2.9	90
300	5.7	100

注：摘自 GBZ/T 250-2014 附表 B.2。

### (3) 漏射辐射屏蔽

对于漏射辐射屏蔽采用以下公式计算关注点处的辐射剂量率。

$$\dot{H} = (\dot{H}_1 \cdot B) / R^2 \quad (11-3)$$

式中：

B——屏蔽透射因子；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$\dot{H}_1$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ 。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目  $\dot{H}_1$  取  $5000 \mu\text{Sv/h}$ 。

#### （4）散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度时，关注点的散射辐射剂量率按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中给出的公式进行计算：

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

式中：

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目最大管电流为 5mA；

$H_0$ —同式 11-1；

B—屏蔽透射因子；

表 11-2 （GBZ/T250-2014 中表 2）X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值

原始 X 射线 (kV)	散射辐射 (kV)
$150 \leq \text{kV} \leq 200$	150
<b><math>200 &lt; \text{kV} \leq 300</math></b>	<b>200</b>
$300 < \text{kV} \leq 400$	250

注：该表仅用于以什值层计算散射辐射在屏蔽物质中的衰减。

根据上表可知，最大管电压为 250kV、300kV 的 X 射线机散射辐射能量均为 200kV。

F— $R_0$  处的辐射野面积，单位为平方米；

$\alpha$ —散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）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；

$R_0$ —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米；

$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ ：本项目 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角接近  $20^\circ$ ，参考标准

处的辐射剂量率最大为  $1.74\mu\text{Sv/h}$ ，低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的剂量率参考控制水平；探伤室室外关注点处的辐射剂量率最大为  $11.1\mu\text{Sv/h}$ ，低于  $100\mu\text{Sv/h}$  的剂量率参考控制水平。

#### b、排风口及管线口外辐射水平分析

本项目管线口设计于探伤室地面东北侧，地下“U”型穿墙，射线经多次散射后，管线口外的剂量率能够大大降低；本项目排风口设计于探伤室地面西南侧，地下“U”型穿墙，射线经多次散射后，排风口外的剂量率能够大大降低。

#### c、天空反散射影响分析

根据 NCRP-151 报告给出的天空反散射剂量率计算公式：

$$\dot{H} = \frac{2.5 \times 10^7 (B_{xs} D_0 \Omega^{1.3})}{(d_i d_s)^2} \quad (11-5)$$

式中：

- $\dot{H}$ ：距离等中心点  $d_s$  (m) 处的剂量当量率 (nSv/h)；
- $B_{xs}$ ：顶棚屏蔽体对光子的透射因子；
- $D_0$ ：距靶 1m 远处的 X 射线吸收剂量输出率 (Gy/h)；
- $\Omega$ ：最大束流的立体角，Sr；
- $d_i$ ：靶点到屋顶以上两米的垂直距离，m；
- $d_s$ ：关注点距离等中心处的距离，m。

经计算，由于天空反散射所致的地面辐射为  $5.18 \times 10^{-3} \text{nSv/h}$ ，即  $5.18 \times 10^{-8} \mu\text{Sv/h}$ ，对周围环境影响较小。

#### d、环境保护目标处辐射水平预测

本项目的环境保护目标为探伤室北侧 10m 位置处 4# 厂房及探伤室东北侧 48m 处的 3# 厂房，环保目标处的剂量计算结果如下：

表 11-5 环境保护目标处剂量率计算结果

关注点	射线类型	屏蔽层	有效屏蔽厚度	关注点到靶点的距离 (m)	关注点处剂量率计算值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
4# 厂房	有用射束	北墙	600mm 混凝土	$3.95+10=13.95$	$3.22 \times 10^{-2}$
3# 厂房	有用射束	北墙	600mm 混凝土	$3.95+48=51.95$	$2.32 \times 10^{-3}$



注：本次计算只考虑探伤室屏蔽体的影响，不再考虑探伤室与环保目标之前其他屏蔽体的影响；

### 11.2.3 年有效剂量

#### 1、年有效剂量估算公式

$$E=H \times U \times T \times t \times 10^{-3} \quad (11-6)$$

式中：E—一年有效剂量，mSv/a；

H—参考点处辐射剂量率， $\mu$ Sv/h。

U—使用因子，无量纲，本项目均取 1；

T—居留因子，无量纲；

t—一年照射时间，h/a。

#### 2. 照射时间确定

根据建设单位提供的资料，本项目预计一年检测 1000 个工件，每个工件最多曝光 10 次，单次曝光时间最长为 5 分钟，则本项目年累计曝光时间为  $1000 \times 10 \times 5 = 50000 \text{min} \approx 833.33 \text{h}$ 。此外，当 X 射线探伤机搁置一段时间重新启动时，需进行训机。训机以额定管电压 50% 开始，每隔 5min 电压上升 5-10kV，直至最大管电压。根据公司提供的信息，本项目探伤机单次训机时间约 20min，三台 X 射线探伤机年训机总次数最多为 10 次，年训机时间为  $10 \times 20 \div 60 \approx 3.33 \text{h}$ 。

综上，本项目探伤机年曝光时间约为 836.7h。

#### 3. 居留因子确定

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），不同环境条件下的居留因子列于表 11-6。

表 11-6 居留因子的选取

场所	居留因子T	停留位置	本项目
全居留	1	控制室、暗室、办公室、临近建筑物中的驻留区	1: 3#厂房、4#厂房、探伤室东侧8#厂房内工作区
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	1/8: 车间内工件暂存；1/16: 车间内夹道

#### 4. 职业人员的年有效剂量

X射线探伤机工作状态下，对辐射工作人员影响的区域主要在探伤室北侧评片/控制室及洗片室，根据表 11-3、表 11-4 可知，该区域的辐射剂量率最大值保守取探伤室北侧屏蔽体外关注点剂量率的最大值，为  $0.35 \mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，由公式 (11-6) 估算职业人员的年有效剂量为：

$$H = 0.35 \times 836.7 \times 1 \div 1000 \approx 0.29 \text{mSv/a}$$

由以上估算结果可以看出，职业人员的年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的  $20 \text{mSv/a}$  的剂量限值，也低于本报告提出的  $5 \text{mSv/a}$  的管理剂量约束值。

#### 5. 公众成员及环境保护目标处人员的年有效剂量

X射线探伤机工作状态下，对公众成员影响的区域主要在探伤室周围及评价范围内保护目标处，由公式 (11-6) 估算出上述区域活动的公众成员的年有效剂量见下表：

表 11-7 探伤室外公众人员及环境保护目标处人员年有效剂量

停留人员描述	关注点距靶点的距离 (m)	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	时间 (h/a)	停留因子	年有效剂量 (mSv/a)
探伤室北侧 (工件暂存)	$3.35+0.6+3.5=7.45$	0.11	836.7	$T=1/8$	0.01
探伤室西侧 (车间内夹道)	—	1.74	836.7	$T=1/16$	0.09
探伤室南侧 (工件暂存)	—	0.50	836.7	$T=1/8$	0.05
探伤室东侧 (车间内工作区)	—	$1.35 \times 10^{-2}$	836.7	$T=1$	0.01
4#厂房	—	$3.22 \times 10^{-2}$	836.7	$T=1$	0.03
3#厂房	—	$2.32 \times 10^{-3}$	836.7	$T=1$	$1.94 \times 10^{-3}$

注：①探伤工作场所东侧、南侧、西侧剂量率取探伤室东侧、南侧、西侧屏蔽体外关注点处剂量率；

②探伤工作场所北侧夹道位置处剂量率取辅助用房北侧位置处剂量率。

由以上估算结果可以看出，本项目探伤室周围公众成员及环境保护目标处人员的年有效剂量最大为  $0.09 \text{mSv/a}$ ，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的  $1 \text{mSv/a}$  的剂量限值，也低于本报告提出的  $0.25 \text{mSv/a}$  的管理剂量约束值。

#### 11.2.4 三废环境影响分析

废显（定）影液和废胶片属于危险废物，公司拟分别收集后，暂存在危废暂存间，本次评价要求公司须按照上文相关要求对危废的收集、贮存等进行管理，委托有相应危废处理资质的单位进行处置，在进行妥善处置后本项目产生的危险废物不会对周围环境产生影响；对于胶片清洗水，应委托有资质的单位进行检测，若监测指标满足危险废物相应的标准，也应统一收集，暂存在危废暂存间内，交由有资质的单位处理。

本项目 X 射线探伤机在开机状态下，空气可在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等非放射性有害气体，经机械排风装置排至 8# 厂房顶部外环境。本项目机械排风机排风量为 2000m<sup>3</sup>/h，探伤室净容积约 338.94m<sup>3</sup>，每小时有效通风换气次数约为 5.9 次，大于 3 次，满足《工业探伤放射防护规范》（GBZ 117-2022）4.1.11 款的管理要求，对周围环境和人员影响较小。

#### 11.2.5 小结

由上述运行期间的分析可以看出，杭州新安江工业泵有限公司在按照现有设计条件建设探伤室，正常运行期间：

探伤室四周屏蔽体外关注点处的辐射剂量率不超过 2.5 μSv/h，室顶外关注点处的辐射剂量率不超过 2.5 μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护规范》（GBZ 117-2022）中“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 μSv/h；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 μSv/h。

在总曝光时间为 836.7h/a 的条件下，职业人员的年有效剂量不大于 0.29mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 5mSv/a 的年剂量约束值。

在总曝光时间为 836.7h/a 的条件下，公众成员的年有效剂量不大于 0.09mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.25mSv/a 的年剂量约束值。

综上，在现有条件下，杭州新安江工业泵有限公司探伤室周围关注点处的剂量率、辐射工作人员及公众成员所接受的年有效剂量均不大于本报告提出的评价指标，满足国家有关要求。

### 11.3 事故影响分析

### 1、可能的风险事故（件）

（1）检测工作过程中，门机联锁装置、紧急停机按钮等失效使辐射工作人员和公众误闯或误留，使工作人员或公众造成不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

（2）辐射工作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

（3）X射线探伤机被盗，使X射线探伤机使用不当，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

（4）公司拟制定的规章制度落实不到位时，可能会造成操作人员违规操作、射线装置损坏、射线装置使用不当、发生应急事故时无法及时正确处理等，严重时危害辐射工作人员及周边公众的健康和安全。

### 2、风险事故（件）防范措施

（1）本项目探伤室设有门机联锁装置，正常情况下可以避免工作时误开防护门的情况发生，但要经常性的检查、维护门-机联锁装置正常运行，建立严格的探伤程序；

（2）辐射工作人员进行专业培训，加强管理，禁止未经培训的操作人员操作X射线探伤机；

（3）在日常工作中，需加强对X射线探伤机贮存管理，探伤完毕后及时关闭工件进出防护门以及工作人员防护门，防止发生探伤机的被盗、丢失。一旦发生被盗事件时及时报告当地生态环境部门、公安部门以及卫生部门。

（4）严格遵守并落实好企业制定的各项辐射安全管理规章制度。

发生上述不必要照射事故（件）时，对环境只是造成暂时性的辐射污染，停机后污染随之消失。发生照射事故时应及时切断电源，必要时启动应急预案，对受照人员进行剂量评估，同时要医学处理。

**表 12 辐射安全管理**

## **12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置**

### **12.1.1 管理机构**

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）中对使用射线装置单位的要求，杭州新安江工业泵有限公司拟成立辐射安全管理机构，且拟设 1 名具有本科以上学历的技术人员负责辐射安全与环境保护管理工作。公司拟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，由辐射安全管理机构全面主持辐射安全管理工作，统一指挥射线装置运行安全的工作，负责 X 射线探伤机的工作及职业工作人员的管理，组织落实辐射工作的各项管理规章制度和操作规程，防止辐射安全事故的发生。辐射防护领导机构应规定各成员的职责，做到分工明确、职责分明。

### **12.1.2 辐射人员管理**

#### **(1) 个人剂量检测**

建设单位拟为辐射工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪。使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过 3 个月，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应长期保存。

#### **(2) 辐射工作人员培训**

公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，进行探伤相关工作，目前人员尚未确定，待人员确定后，公司拟安排本项目辐射工作人员于国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行自主学习，并参加考核，考核类别为 X 射线探伤，经考核合格后方可上岗。考试合格的人员，应当每四年重新接受一次考核。不参加或考核不合格的人员，不能继续进行辐射操作。单位拟设置 1 名辐射安全与防护管理人员，辐射管理人员需于国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行自主学习，并参加考核，考核类别为辐射安全管理，经考核合格后方可上岗。

#### **(3) 辐射工作人员职业健康体检**

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行在岗期间职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，辐射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查，建立个人健康档案，并长期

保存。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

### 1、制定《安全防护管理工作制度》

(1) 公司须按法律法规要求，尽快向有权限的生态环境部门申请办理《辐射安全许可证》，领取许可证且办理登记手续后方可从事许可范围内的放射工作，需改变许可登记内容或终止放射工作时，必须按规范向审批部门办理变更或注销手续；

(2) 公司在从事辐射操作前，须制订《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》、《辐射工作安全责任书》、《监测计划》、《辐射工作人员培训制度》、《台账管理制度》等规章制度；同时公司须组织辐射工作人员进行上岗培训和辐射安全防护知识的培训，并进行个人剂量监测和职业健康检查。

### 2、制定《操作规程》

(1) 凡涉及对射线装置进行的操作，都有应有明确的操作规程（包括开机检查、门机连锁检查等一系列工作），操作人员必须按操作规程进行操作。

(2) 操作人员必须熟悉探伤机的性能和使用方法，并做好相应的个人防护，操作规程应张贴在操作人员可看到的显眼位置，防止误操作。

### 3、制定《岗位职责》

公司必须制定辐射工作人员岗位职责。

### 4、制定《辐射防护和安全保卫制度》

(1) 射线装置的使用场所，应有门-机联锁安全装置、开机工作警示灯，电离辐射警示标志及中文警示说明等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

(2) 建立射线装置的档案和台账，贮存、使用射线装置时及时进行登记、检查，做到账物相符。

### 5、制定《设备检修维护制度》

对可能引起操作失灵的关键零配件及时进行更换。设备检修时禁止开启探伤机，待检修完毕，开启探伤机试探伤，确认检修完成。大修后主要性能未达到仪器基本参数时不准重新投入使用。并且每年将射线装置送交有资质的单位进行检定，检定合格后方可继续使用。

### 6、制定《自行检查和年度评估制度》

(1) 定期对室内 X 射线探伤项目的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故

的发生。

如每天进行门-机联锁安全装置、工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每年进行身体健康档案归档及检查等。

(2) 根据环保部第 18 号令的要求，公司应当对本单位的辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向《辐射安全许可证》发证机关提交上一年度的评估报告。

#### 7、制定《安全培训及健康管理制度》

(1) 公司应为每个辐射工作人员配备个人剂量计，每三个月送有资质的单位检测一次。

(2) 辐射工作人员上岗前、在岗、离岗时应每 1 至 2 年应进行一次放射职业体检，并为他们建立个人剂量档案和职业健康监护档案，档案终生保存。

(3) 公司所有辐射工作人员均应参加生态环境部门组织的辐射安全与防护培训，考核通过后方可上岗，并按要求定期参加复训和考核。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 辐射监测方案

杭州新安江工业泵有限公司拟制定《辐射监测方案》，拟购置 1 台 X- $\gamma$  辐射巡检仪，2 台个人剂量报警仪，并根据拟制定的《辐射监测方案》对工作场所和周围环境进行监测。需为辐射工作人员每人配置个人剂量计，并根据《辐射监测方案》对个人剂量进行定期检测。拟制定的监测方案须包括以下内容：

#### 1、辐射工作场所监测计划

##### (1) 监测因子

X( $\gamma$ ) 空气吸收剂量率。

##### (2) 监测依据

① 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)

② 《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

##### (3) 监测频率

定期监测：正常情况下，每季度进行 1 次例行监测。

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

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

#### (4) 监测范围

探伤室四周屏蔽体外 50m 范围内。

#### (5) 监测布点

监测点主要涵盖以下几处位置：

①通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；

②探伤室防护门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；

③探伤室各防护面外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个防护面至少测 3 个点；

④探伤室室顶外 30cm 处、排风口外，至少包括主射束到达范围内的 5 个检测点；

⑤人员经常活动的位置，主要包括控制台处及其他人员能到达的位置；

⑥探伤结束后应监测探伤室的入口，以确保 X 射线探伤机已经停止工作。

#### (6) 监测人员和监测记录

每年委托有资质单位进行年度检测，检测报告存档，并与年度评估报告一起上报生态环境部门。

### 2、个人剂量的监督与检测

(1) 严格遵守国家辐射环境管理法规；

(2) 所有辐射工作人员，必须接受个人剂量监测，建立个人剂量档案，个人剂量档案应包括个人基本信息、工作单位及剂量监测结果等材料，个人剂量档案应终生保存；

(3) 辐射工作人员工作期间须按要求佩戴个人剂量计；

(4) 个人剂量计的监测周期常规为 90 天，即个人剂量检测单位每三个月出具一份个人剂量检测报告；

(5) 辐射工作人员的受照剂量超过年管理剂量约束值时，所在单位应查明原因，采取改进措施。

公司制定的监测方案须从辐射工作场所的日常自主监测、年度监测及个人剂量监测等方面进行规定，待本项目建成后公司应根据监测方案定期开展自主监测，做好记录，发现屏蔽体外剂量率超标时应及时查明原因并采取相应改进措施，每年委托有资质单位对本项目开展年度监测并出具年度监测报告，随年度评估报告一并上报给生态环境部门；同时应开展个人剂量监测，按照相关要求建立个人剂量档案。



## 12.4 辐射事故应急

### 12.4.1 环境风险事故应急预案

杭州新安江工业泵有限公司拟根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规的要求，制定《辐射事故应急预案》，一旦发生风险事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。《辐射事故应急预案》需包括以下主要内容：

#### 1、辐射事故应急处理机构与职责

(1)公司成立辐射事故应急处理领导小组，组织开展风险事件应急处理工作。

(2)明确应急处理领导小组职责：

a. 定期组织对检测探伤现场、设备和人员进行辐射防护情况自查和检测，发现事故隐患及时督导整改；

b. 发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；

c. 事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；

d. 负责向生态环境部门及卫生行政部门及时报告事故情况；

e. 负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

f. 人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法，迅速估算受照人员的受照剂量；

g. 负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

#### 2、辐射事故应急原则

a. 迅速报告原则；

b. 主动抢救原则；

c. 生命第一的原则；

d. 科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；

e. 保护现场，收集证据的原则。

#### 3、辐射事故应急处理程序

(1) 辐射应急预案的启动

a、明确应急预案的启动条件，如出现人员受照事故、人员个人剂量超标、辐射剂量率超标、设备无法关机等情况时及时启动应急预案；

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

## (2) 辐射事故应急处理

a、发生放射性事故时，现场工作人员立即采取切断射线装置电源，并报告建设单位领导；

b、建设单位领导接到报告立即赶往现场，并采取封闭现场等有效措施，防止事故的进步扩大和蔓延，2小时内填写《辐射事故初始报告表》，明确事故类型(丢失、被盗、误照射等)并根据事故类型及时(两小时内)向当地生态环境、卫生、公安等职能部门报告；

c、生态环境部门、卫生部门、公安部门接到辐射事故报告后立即赶赴现场，进行处理，企业积极配合，做好相关工作；

d、事故发生后，企业认真配合生态环境部门进行调查。

## (3) 辐射事故应急响应的终止

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

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

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

## 4、辐射事故应急演练

公司应定期进行辐射事故应急演练，对演练效果作出评价，提交演练报告，详细说明演练过程中发现的问题，列出不符合项，进行整改。

### 12.4.2 环境风险事故培训演习计划

公司应结合本公司具体情况，根据辐射事故(事件)应急方案或计划定期组织不同规模的演练，对演练中暴露的问题及时进行整改，并做好演练记录，演练结束后，应及时总结评估辐射事故应急预案的可行性，必要时，对应急预案做出修改和完善。

## 12.5 从事辐射活动能力分析

杭州新安江工业泵有限公司室内 X 射线探伤项目为新建项目，依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，该公司从事辐射活动应具备相应的条件，具体如下：

表 12-1 从事辐射活动能力的评估一览

应具备条件	落实情况
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	建设单位需按要求落实
从事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	建设单位需按要求落实
射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	本项目探伤室设置屏蔽体及防护门，设置警示标识、门-机联锁、紧急停机等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
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，包括个人剂量计、剂量报警仪等仪器	建设单位需配备 1 台 X-γ 辐射巡检仪并为每位辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等	建设单位需按要求落实
有完善的、可操作的辐射事故应急预案	建设单位需按要求落实

## 12.6 竣工环境保护验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 实践的正当性

杭州新安江工业泵有限公司使用 X 射线探伤机对公司生产的工业泵罐体焊缝进行无损检验，有利于提高产品质量，具有较好的经济效益和社会效益。本项目保护目标为探伤室周围活动的辐射工作人员以及公众成员。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，在采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量管理限值”的要求。因此，综合分析，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的辐射防护“实践正当性”的要求。

#### 13.1.2 选址、布局合理性分析

本项目建设位置为杭州新安江工业泵有限公司厂区内西南侧 8#厂房内西侧中间位置。探伤室拟建位置北侧为拟建评片/控制室、洗片室、工件暂存区、4#车间及 3#车间，探伤室拟建位置西侧为车间内夹道、厂区内道路、山体，探伤室拟建位置南侧为车间内工件暂存区、厂区内道路、厂区外道路，探伤室东侧为 8#车间内工作区、厂区内空地。探伤室评价范围内存在 4#厂房和 3#厂房 2 处环保目标，评价范围内不涉及居民区与学校等环境敏感区域。

因此，本项目选址是合理可行的。

#### 13.1.3 辐射防护屏蔽能力分析

探伤室四周屏蔽体、顶部均为混凝土结构，工件进出防护门、工作人员进出防护门均为铅钢复合结构。探伤室地面东北侧设置有管线口，西南侧地面设置有排风口，均为地下“U”型穿墙。经估算，探伤室设计屏蔽能力能符合《工业探伤放射防护规范》（GBZ 117-2022）的要求。

#### 13.1.4 主要污染因子及辐射环境影响评价

本项目的污染因子为 X 射线，经上文分析，探伤室四周屏蔽体外关注点处的辐射剂量率不超过  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，室顶外关注点处的辐射剂量率不超过  $100 \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护规范》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；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  $100 \mu\text{Sv/h}$  的要求。另外探伤过程中产生一定量的

臭氧和氮氧化物，但由于所产生的少量臭氧和氮氧化物不足以影响到外环境总量，故在此不做定量分析。

根据分析结果，公司从事辐射操作的工作人员和项目周边公众成员年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求以及本项目的剂量约束值要求。

### 13.1.5 辐射环境管理制度

公司在从事辐射操作前，必须制订《辐射防护安全管理机构及职责》、《安全防护管理工作制度》、《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》、《辐射事故应急预案》、《监测计划》、《辐射工作人员培训制度》、《台账管理制度》等规章制度。

### 13.1.6 安全培训及健康管理

公司应为每个辐射工作人员配备个人剂量计，每三个月送有资质的单位检测一次。

辐射工作人员上岗前、离岗时以及每2年应进行一次放射职业体检，并为他们建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

公司所有辐射工作人员均应参加生态环境部门组织的辐射安全与防护培训，考核通过后方可上岗，并按要求定期参加复训和考核。

**综上，本项目在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成员是安全的，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 承诺和建议

### 13.2.1 承诺

- 1、严格按照设计方案建设探伤室。
- 2、保证门机联锁装置、紧急开门按钮、紧急停机按钮、电离辐射警告标志和工作状态指示灯运行良好。
- 3、建立健全、完善并落实各项管理规章制度，建立辐射安全管理档案。
- 4、严格按照本环评要求，为本项目配备个人剂量计2支、个人剂量报警仪2台及X- $\gamma$ 辐射巡检仪1台；
- 5、加强工作人员的个人剂量监督并建立工作人员个人剂量档案；
- 6、按规定操作探伤机，确保探伤室内无人员滞留。

7、项目建成后按照环保要求按时组织竣工环保验收。

8、待本项目辐射工作人员确定后，公司拟安排辐射工作人员于国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行自主学习，并参加考核，经考核合格后方可上岗；

### 13.2.2 建议

1、加强对工作人员的教育和培训，避免辐射事故（件）的发生；

2、对辐射工作人员要求熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众成员和工作人员所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。

表 14 审批

<p>下一级生态环境部门预审意见：</p>          <p>经办人</p> <p style="text-align: right;">公 章 年 月 日</p>
<p>审批意见：</p>          <p>经办人</p> <p style="text-align: right;">公 章 年 月 日</p>