

报告编号：WKFHP-24005

核技术利用建设项目

杭州华安检测技术有限公司 X、 γ 射线固定式

探伤及放射源暂存库迁建项目

环境影响报告表

(公示稿)

杭州华安检测技术有限公司

2024 年 10 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

杭州华安检测技术有限公司 X、 γ 射线固定式
探伤及放射源暂存库迁建项目
环境影响报告表

建设单位名称：杭州华安检测技术有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省杭州市西湖区留和路 56 号 1 号厂房

邮政编码：

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	17
表 3	非密封放射性物质	17
表 4	射线装置	18
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	20
表 6	评价依据	21
表 7	保护目标与评价标准	21
表 8	环境质量和辐射现状	32
表 9	项目工程分析与源项	35
表 10	辐射安全与防护	53
表 11	环境影响分析.....	63
表 12	辐射安全管理	77
表 13	结论与建议	84
表 14	审批	88

附图

- 附图 1 项目地理位置示意图
- 附图 2 本项目周围环境关系及评价范围示意图
- 附图 3 项目周围环境实景图
- 附图 4 建设单位厂区总平面布置图
- 附图 5 4#仓库 1 层平面布置图
- 附图 6 原萧山区生态保护红线划分图（局部）
- 附图 7 杭州市“三线一单”动态更新图集
- 附图 8 本项目辐射环境质量现状检测点位分布图
- 附图 9 探伤工作场所平面布置图（单位：mm）
- 附图 10 探伤工作场所剖面布置图（单位：mm）
- 附图 11 源坑设计示意图（单位：mm）
- 附图 12 探伤工作场所各类穿墙管道剖面设计图
- 附图 13 探伤工作场所分区管理及安全设施布置示意图
- 附图 14 江东单元用地功能规划图

附件：

- 附件 1 环评委托书
- 附件 2 营业执照
- 附件 3 法人身份证复印件
- 附件 4 辐射安全许可证
- 附件 5 不动产权证及租赁合同
- 附件 6 建设用地规划许可证、建设工程规划许可证
- 附件 7 租赁合同
- 附件 8 原有核技术利用项目环评批复与验收意见
- 附件 9 主体工程环境影响登记表及备案受理书
- 附件 10 调整安全生产领导小组的通知
- 附件 11 现有辐射安全规章制度
- 附件 12 突发事件辐射事故应急预案
- 附件 13 现有辐射工作人员辐射安全培训、个人剂量检测与职业健康体检情况
- 附件 14 危废处置协议、处理资质及转移联单
- 附件 15 放射性同位素转让及废旧放射源返回协议
- 附件 16 废旧放射源回收（收贮）备案表
- 附件 17 γ 射线探伤机报废清单
- 附件 18 辐射本底检测报告及检测资质
- 附件 19 杭州华安检测技术有限公司现有放射源贮存场所检测报告
- 附件 20 专家意见及修改清单

表 1 项目基本情况

建设项目名称		杭州华安检测技术有限公司 X、γ 射线固定式探伤及放射源暂存库迁建项目				
建设单位		杭州华安检测技术有限公司				
法人代表		联系人		联系电话		
注册地址		浙江省杭州市西湖区留和路 56 号 1 号厂房				
项目建设地点		杭州市钱塘区青西四路与江东四路交叉口西南角				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		1000	项目环保投资 (万元)	701	投资比例 (环保投资/总投资)	70.1%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 (迁建) <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input checked="" 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	贮存 II 类放射源					
1.1 项目概述						
1.1.1 建设单位简介						
<p>杭州华安检测技术有限公司 (曾用名: 杭州华安无损检测技术有限公司, 以下简称“公司”) 成立于 2002 年 2 月, 是一家由华测检测集团控股的全资子公司, 前身为浙江华安设备安全技术服务公司, 隶属于浙江省特种设备检测中心, 具有中国特种设备检验检测机构核准证无损检测机构 A 级, 专业从事特种设备、轨道交通、建筑钢结构、石油化工、电力设施、船舶海工、桥梁网架、五金型材等行业的无损检测、理化检测、检验监造、人员培训等服务。</p> <p>公司总部现位于浙江省杭州市西湖区留和路 56 号 1 号厂房, 此外公司在浙江省温州市永</p>						

嘉县瓯北街道安丰村设有温州项目部一个（于 2020 年从乐清市北白象镇皇岙村搬迁至此）。公司杭州总部建有 1 间放射源暂存库，已批准规模为 ^{192}Ir - γ 射线探伤机 27 台、 ^{75}Se - γ 射线探伤机 33 台，由于换源周转的需要，现实际使用 ^{192}Ir - γ 射线探伤机 18 台、 ^{75}Se - γ 射线探伤机 13 台；X 射线探伤机专用储存室 1 间，配置有各型号 X 射线探伤机 98 台。温州项目部租赁立信阀门集团有限公司的生产厂房建有 2 间探伤室，配置有 1 台 ^{60}Co - γ 射线探伤机、2 台 X 射线探伤机（固定在温州项目部使用）。以上 X、 γ 射线探伤项目均已通过环保手续。

华测检测集团拟于杭州市钱塘区青西四路与江东四路交叉口西南角处地块建设华测检测长三角总部，该地块已由杭州华测检测技术有限公司取得不动产权证（见附件 5）、建设用地规划许可证和建设工程规划许可证（见附件 6）。本项目建设单位杭州华安检测技术有限公司已与杭州华测检测技术有限公司签订租赁合同（见附件 7），拟同时搬迁至华测检测长三角总部，在 4# 仓库建设放射源暂存库、探伤室及配套辅助用房、无损检测实验室等。

1.1.2 现有核技术利用项目环保手续履行情况

公司自成立以来已实施的核技术利用项目具体如下：

表 1-1 公司自成立以来已实施核技术利用项目一览表

序号	项目名称	建设地点	项目建设内容与规模	环评批复	验收规模	验收批复
1	杭州华安无损检测技术有限公司 γ 和 X 射线移动探伤项目	杭州市江干区笕桥机场路 186 号	对已建贮源库和已有 20 台移动式 X 射线探伤机、12 台 ^{192}Ir 和 4 台 ^{75}Se 移动式 γ 射线探伤机进行现状环境影响评价，对拟购的 10 台移动式 X 射线探伤机、8 台 ^{192}Ir 和 6 台 ^{75}Se 移动式 γ 射线探伤机进行预测评价。	于 2007 年 1 月 16 日取得了原浙江省环境保护局的环评批复（浙环辐〔2007〕7 号）	该项目为现状环评，属于以评代验	/
2	杭州华安无损检测技术有限公司乐清项目部室内 γ 探伤项目	乐清市北白象镇皇岙村	对已建一间 ^{192}Ir 探伤室使用 1 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机进行扩容（放射源活度由 $1.85 \times 10^{12}\text{Bq}$ 扩大到 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ），同事新建一间 ^{60}Co 探伤室使用 1 台 ^{60}Co - γ 射线探伤机（放射源活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ），其中 ^{192}Ir - γ 射线探伤机内含的 1 枚放射源 ^{192}Ir 来源于杭州总部 2007 年已环评的用于野外探伤的放射源 ^{192}Ir 。	于 2009 年 3 月 5 日取得了原浙江省环境保护局的环评批复（浙环辐〔2009〕17 号）	验收规模与环评规模一致	于 2010 年 6 月 29 日通过了原浙江省环境保护厅的环保竣工验收（浙环辐验〔2010〕40 号）
3	杭州华安无损检测技术有限公司乐清项目部 ^{192}Ir - γ 射线室内探伤机项目（扩建）	乐清市北白象镇皇岙村	在乐清项目部探伤室内新增 2 台 γ 射线探伤机（探伤机所含 2 枚放射源 ^{192}Ir 的活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq/枚}$ ），该 2 枚放射源 ^{192}Ir 均来源于杭州总部 2007 年已评价的用于野外探伤的放射源 ^{192}Ir 。	于 2010 年 8 月 30 日取得了原浙江省环境保护厅的环评批复（浙环辐〔2010〕36	验收规模与环评规模一致	于 2011 年 9 月 23 日通过了原浙江省环境保护厅的环保竣工验收（浙环辐验〔2011〕

				号)		72号)
4	杭州华安无损检测技术有限公司 X、γ 射线探伤 (迁扩建) 项目	杭州市西湖区留下街道留和路 56 号东穆村 1 号厂房	将贮源库从杭州市江干区笕桥机场内 186 号, 搬迁到杭州市西湖区留下街道留和路 56 号东穆村 1 号厂房, 在杭州总部原有探伤设备配置基础上, 增加 10 台 ^{192}Ir -γ 射线探伤机和 23 台 ^{75}Se γ 射线探伤机; X 射线探伤机数量不作增加。迁扩建后杭州总部的总辐射活动规模为: 30 台移动式 X 射线探伤机、30 台 ^{192}Ir -γ 射线探伤机 (放射源活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$)、33 台 ^{75}Se -γ 射线探伤机 (放射源活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$) 和 1 台 ^{60}Co -γ 射线探伤机 (放射源活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$)。	于 2012 年 1 月 16 日取得了原浙江省环境保护厅的环评批复 (浙环辐 (2012) 4 号)	由于换源周转的需要, 验收规模小于环评规模: 1 间贮源库、30 台移动式 X 射线探伤机、22 台 ^{192}Ir 移动式 γ 射线探伤机 (放射源活度均不大于 $2.92 \times 10^{12}\text{Bq/枚}$) 和 29 台 ^{75}Se 移动式 γ 射线探伤机 (放射源活度均不大于 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq/枚}$)	于 2014 年 9 月 19 日通过了原浙江省环境保护厅的环保竣工验收 (浙环辐验 (2014) 63 号)
5	工业 X、γ 射线室内探伤迁扩建项目	浙江省温州市永嘉县瓯北街道安丰村	将温州项目部探伤室由浙江省温州市乐清市北白象镇皇岙村搬迁至浙江省温州市永嘉县瓯北街道安丰村, 租赁立信阀门集团有限公司的生产厂房, 新建 2 间探伤室, 在温州项目部原有探伤设备配置基础上新增 2 台 XXH-3505 型 X 射线周向探伤机和 1 台 ^{192}Ir -γ 射线探伤机 (放射源活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$), 项目实施后, 温州项目部辐射活动规模为 4 台 ^{192}Ir -γ 射线探伤机 (其中 3 台来源于杭州总部, 1 台为该项目新增)、1 台 ^{60}Co -γ 射线探伤机和 2 台 X 射线探伤机, 均为室内探伤。	于 2020 年 8 月 17 日取得了浙江省生态厅的环评批复 (浙环辐 (2020) 12 号)	验收规模与环评规模一致	于 2021 年 8 月 30 日完成自主验收
6	X 射线移动探伤项目辐射安全分析材料	杭州市西湖区留下街道留和路 56 号东穆村 1 号厂房	根据生产需要增加 68 台 X 射线探伤机, 向管理部门提交辐射安全分析材料后, 重新申领《辐射安全许可证》。	/	/	/

综上所述, 公司持有有效的《辐射安全许可证》, 证书编号: 浙环辐证 (A0009), 种类和范围: 使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置, 有效期至 2026 年 6 月 17 日, 许可规模为 1 台 ^{60}Co -γ 射线探伤机, 31 台 ^{192}Ir -γ 射线探伤机, 33 台 ^{75}Se -γ 射线探伤机, 100 台 X 射线探伤机, 其中杭州总部使用规模为 27 台 ^{192}Ir -γ 射线探伤机, 33 台 ^{75}Se -γ 射线探伤机, 98 台 X 射线探伤

机；温州项目部使用规模为 4 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、1 台 ^{60}Co - γ 射线探伤机和 2 台 X 射线探伤机。《辐射安全许可证》详见附件 4。原有核技术利用项目环评批复和验收意见见附件 8。

1.1.3 项目建设目的和任务由来

随着公司业务范围不断扩张，检测业务占有市场份额不断扩大，公司接到的业务中检测工作的种类也日益增多，对于客户便于移动的小型工件送上门进行固定式探伤，对于客户不方便移动的中大型工件在客户的工作场所进行移动式探伤。由于现有放射源和射线装置的增加，以及城市发展、城区扩张的影响，公司杭州总部现有厂区已难以满足业务开展的需求，因此杭州华安检测技术有限公司计划将《辐射安全许可证》已批准规模中杭州总部的 27 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、33 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机以及 98 台 X 射线探伤机整体搬迁至华测检测长三角总部，在拟建厂区 4#仓库 1 层新建 1 间探伤室，使用现有 X、 γ 射线探伤机进行固定式探伤；新建 1 间放射源暂存库和 1 间 X 射线机储存室，用于 X、 γ 射线探伤机不作业时的临时贮存。本项目不新增放射源和射线装置。华测检测长三角总部项目已按当地“区域环评+环境标准”改革，填写建设项目环境影响登记表（适用于环境影响报告表简化为环境影响登记表的项目），并取得杭州市生态环境局备案受理书：杭环钱环备[2024]25 号，建设项目环境影响登记表和批复意见详见附件 9。本项目放射源暂存库、探伤室及其他辅助用房利用华测检测长三角总部已有场所，由于杭州华安检测技术有限公司 X、 γ 射线探伤机移动探伤均已履行了环保手续，本项目实施后，公司移动探伤均仍按原批复的内容开展，不涉及变动。因此本次评价仅涉及新建放射源暂存库及 X 射线机储存室、新建 1 间探伤室开展固定式 X、 γ 射线探伤及其他辅助用房，不涉及移动探伤内容。

根据原国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号《关于发布放射源分类办法的公告》和原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号《关于发布射线装置分类的公告》，本项目固定探伤使用及放射源暂存库暂存的 $^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se}$ - γ 射线探伤机内含放射源的额定装源活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ /枚，属于 II 类放射源；X 射线探伤机属于“工业用 X 射线探伤装置”，属于 II 类射线装置。对照生态环境部令第 16 号《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：172、核技术利用建设项目”。本次评价内容为使用 II 类射线装置、使用 II 类放射源，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，杭州华安检测技术有限公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行环境影响评价，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘

和收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《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）的相关要求，编制完成了本项目环境影响报告表。

1.1.4 建设内容与规模

公司拟在杭州市钱塘区青西四路与江东四路交叉口西南角 4#仓库 1 层西侧建设一处辐射工作场所，包括 1 间探伤室、1 间放射源暂存库、1 间 X 射线机储存室以及各辅助用房（控制室、暗室、胶片存放室兼评片室、危废暂存间、安保值班监控室等），其中放射源暂存库和 X 射线机储存室用于临时贮存公司《辐射安全许可证》已批准的 27 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、33 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机以及 98 台 X 射线探伤机，搬迁前后放射源和射线装置规模和数量保持不变，移动探伤均仍按原批复的内容开展，不涉及变动。

本项目拟搬迁的放射源与射线装置详情见表 1-2 和表 1-3。

表 1-2 拟搬迁放射源情况表

序号	装置名称	核素名称	类别	额定装源活度	枚数	备注
1	^{192}Ir - γ 射线探伤机	^{192}Ir	II 类	$3.7 \times 10^{12}\text{Bq/枚}$	27 枚	用于固定式探伤或移动式探伤
2	^{75}Se - γ 射线探伤机	^{75}Se	II 类	$3.7 \times 10^{12}\text{Bq/枚}$	33 枚	
合计					60 枚	/

表 1-3 拟搬迁射线装置情况表

序号	装置名称	出束类型	型号	数量	类别	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	备注
1	X 射线探伤机	定向	RD-3605	1 台	II 类	360	5	现有，用于固定式探伤或移动式探伤
2		定向	RT-3505T、YG-XD350、RT-3505DL	13 台	II 类	350	5	
3		周向	RT-3505DH	2 台	II 类	350	5	
4		定向	RT-3005T、XXG-3005	4 台	II 类	300	5	
5		周向	YG-XZ300、RT-3005TH	4 台	II 类	300	5	
6		定向	RD-2805ATM、RT-2805T、RD-2805A	31 台	II 类	280	5	
7		周向	RT-2805TH	3 台	II 类	280	5	
8		定向	XRS-3	7 台	II 类	270	5	
9		定向	YG-2505	2 台	II 类	250	5	
10		周向	XXGHA-2505、XXGH-2505Z、RT-2505TH	6 台	II 类	250	5	
11		定向	RD-2305T	1 台	II 类	230	5	
12		定向	RT-2005T、XXG-2005	7 台	II 类	200	5	

13	周向	RT-2005TH、XXGH-2005	4 台	II类	200	5	
14	定向	YG-1605、YG-XD160、 RT-1605T、CP160B	11 台	II类	160	5	
15	周向	RT-1605TH	2 台	II类	160	5	
合计			98 台	/			

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 公司地理位置及外环境关系

杭州华安检测技术有限公司拟搬迁至杭州市钱塘区青西四路与江东四路交叉口西南角。该区域东侧隔青西四路为大型停车场；南侧隔厂区外道路为秋光光电有限公司、安邦护卫（浙江）公共安全智慧科技有限公司以及未建设空地（规划为一类二类混合工业用地）；西侧为农田（后期规划为一类二类混合工业用地），西侧 330m 为江东村六组；北侧隔江东四路为农田。地理位置见附图 1，周围环境关系见附图 2，周围环境实景见附图 3。

1.2.2 本项目所在建筑位置及外环境关系

本项目辐射工作场所（包括探伤室、放射源暂存库、X 射线机储存室以及其他辅助用房）位于 4#仓库 1 层（该建筑共 2 层）。4#仓库位于公司厂区西南角，其北侧隔厂区道路为 3#厂房，东侧为 5#垃圾房，西侧、南侧分别为厂区西侧、南侧边界。厂区总平面布置图见附图 4。

1.2.3 探伤室位置及外环境关系

本项目探伤室位于 4#仓库 1 层。探伤室东侧 50m 范围内为控制室、暗室、X 射线机储存室、胶片存放室兼评片室、危废暂存间、1F 无损检测实验室以及 5#垃圾房，南侧 50m 范围内为厂区外道路、秋光光电有限公司以及未建设空地（规划为工业用地），西侧为放射源暂存库、安保值班监控室以及农田（后期规划为一类二类混合工业用地），北侧 50m 范围内为厂区道路以及 3#厂房，正上方为 2F 无损检测实验室，正下方为土层。本项目环境保护目标与探伤室的距离详见表 7-1。探伤室所在 4#仓库 1 层布局图见附图 5。

1.2.4 放射源暂存库位置及外环境关系

本项目 $^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se}$ - γ 射线探伤机不作业时，临时贮存在放射源暂存库的源坑内，放射源暂存库面积约 33.8m²，库内拟设 40 个“一坑一源”源坑和 8 个“一坑四源”源坑（中间由钢板隔断），最多可存放 72 枚源。放射源暂存库位于 4#仓库 1 层，其东侧为探伤室，南侧 50m 范围内为厂区外道路和未建设空地（规划为一类二类混合工业用地），西侧 50m 范围内为农田（后期规划为一类二类混合工业用地），北侧 50m 范围内为安保值班监控室、厂区道路以及 3#厂房，正上方为 2F 无损检测实验室，正下方为土层。本项目环境保护目标与放射源暂存库的距

离详见表 7-1。放射源暂存库所在 4#仓库 1 层布局图见附图 5。

1.2.5 X 射线机储存室位置及外环境关系

本项目 X 射线探伤机不作业时，全部贮存在 X 射线机储存室，建筑面积约 19.6m²，X 射线机储存室内设置 21 个货架，每个货架可存放 6 台 X 射线探伤机，最多可存放 126 台 X 射线探伤机。X 射线机储存室位于 4#仓库 1 层，其东侧为 1F 无损检测实验室，南侧为 4#仓库南侧边界，西侧为控制室、暗室，北侧为胶片存放室兼评片室，正上方为 2F 无损检测实验室，正下方为土层，具体位置见附图 5。该储存室仅为 X 射线探伤机不作业的临时贮存，不涉及射线装置的使用、调试及检修工作。同时，X 射线探伤机不开机状态下，对周围环境不会产生辐射影响。

1.2.6 洗片和评片及危废暂存间位置

本项目设置暗室、胶片存放室和危废暂存间，胶片存放室兼做评片室，废显（定）液、废胶片及洗片废液等危险废物集中收集后及时转移至危废暂存间进行暂存，最终委托有资质的单位处理处置。暗室位于探伤室东侧，建筑面积约 13.6m²；胶片存放室位于暗室东侧，建筑面积约 8.52m²；危废暂存间位于胶片存放室北侧，建筑面积约 8.32m²，具体位置见附图 5。

1.2.7 环境保护目标

（1）固定式探伤

本项目固定式探伤环境保护目标主要为探伤室 50m 评价范围内从事固定式探伤操作的辐射工作人员及公众成员。

（2）放射源暂存库

本项目放射源暂存库环境保护目标为放射源暂存库 50m 评价范围内活动的辐射工作人员和公众成员。

1.3 相关规划符合性分析

1.3.1 用地规划符合性分析

本项目位于杭州市钱塘区青西四路与江东四路交叉口西南角，用地性质为一类工业用地（见附件 5 和附件 6），项目建设符合《江东单元详细规划（草案）》的土地功能规划要求（见附图 14）。

1.3.2 “三线一单”符合性分析

根据《关于印发<生态环境分区管控管理暂行规定>的通知》（环环评〔2024〕41 号），“三线一单”即“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”，项目建设

应强化“三线一单”约束作用。本项目“三线一单”符合性判定情况见表 1-1。

表 1-1 “三线一单”符合性分析

生态保护红线	根据《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》及原萧山区生态保护红线划分图（见附图 6），本项目不涉及生态保护红线。
环境质量底线	经现场检测，本项目拟建址及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率均处于当地本底水平，未见异常。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经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是可接受的。“三废”污染物均采取了合理、有效、可行的处理措施，可做到达标排放，符合环境质量底线要求。
资源利用上线	本项目营运过程中会消耗一定量的电源、水资源等，主要来自工作人员的日常办公和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。
生态环境准入清单	<p>根据《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于钱塘区大江东产业集聚重点管控单元（单元编码：ZH33011420004），属于重点管控单元，该管控单元生态环境准入清单内容要求如下：</p> <p>①空间布局约束 根据产业集聚区块的功能定位，建立分区差别化的产业准入条件。合理规划布局居住、医疗卫生、文化教育等功能区块，与工业区块、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。</p> <p>②污染物排放管控 严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。所有企业实现雨污分流。</p> <p>③环境风险防控 强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，加强风险防控体系建设。</p> <p>④资源开发效率要求：/。</p> <p>本项目为核技术利用建设项目，主要从事探伤作业，非生产型项目，与附近居住区相距 330m，且之间有防护绿地、生活绿地等隔离带，满足分区差别化的产业准入条件。本项目不涉及污染物排放，探伤产生的危险废物委托有资质的单位处理。同时，公司已制定环境风险管控应急预案，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制。因此，本项目的实施符合《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》的管控要求。</p>

因此，本项目符合“三线一单”的建设要求。

1.4 选址合理性分析

本项目位于杭州市钱塘区青西四路与江东四路交叉口西南角 4#仓库 1 层，不新增土地。同时，本项目用地性质属于一类工业用地，周围无环境制约因素。项目探伤室及放射源暂存库周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经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是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

1.5 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据国家发展和改革委员会第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第一类鼓励类中第三十一项“科技服务业”的第 1 条

“质量认证和检验检测服务”，符合国家产业政策的要求。

1.6 实践正当性分析

本项目实施是为了对外开展各项无损检测业务，具有良好的经济效益与社会效益。经采取辐射屏蔽防护和安全管理措施后，其对受电离辐射照射的个人和社会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》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的原则。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

1.7.1 原有核技术利用项目环评、许可和验收情况

公司持有效的《辐射安全许可证》（见附件4），证书编号：浙环辐证〔A0009〕，种类和范围：使用Ⅱ类放射源，使用Ⅱ类射线装置，许可规模为1台⁶⁰Co-γ射线探伤机，31台¹⁹²Ir-γ射线探伤机，33台⁷⁵Se-γ射线探伤机，100台X射线探伤机。由于存在退役及换源周期问题，公司实际持有1台⁶⁰Co-γ射线探伤机、18台¹⁹²Ir-γ射线探伤机、13台⁷⁵Se-γ射线探伤机和100台X射线探伤机。以上探伤装置均通过环保手续。现有已许可的放射源和射线装置台账明细见表1-2和表1-3。



表 1-2 公司实际现有的放射源台账明细表

序号	核素	类别	数量	出厂活度(Bq)	出厂日期	标号	编码	用途	工作场所	贮存场所	使用状态
1	Co-60	II类	1	3.7E+12	2021-07-08	3271YG	0321CO001562	使用伽玛探伤机	温州项目部探伤室	温州项目部探伤室 储源坑	正常使用
2	Ir-192	II类	1	1.97E+12	2023-04-12	S23040	CZ23IR003242	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
3	Ir-192	II类	1	4.1E+12	2023-05-15	S23142	CZ23IR003402	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
4	Ir-192	II类	1	4.08E+12	2023-05-15	S23147	CZ23IR003372	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
5	Ir-192	II类	1	4.09E+12	2023-05-15	S23146	CZ23IR003362	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
6	Ir-192	II类	1	4.07E+12	2023-05-15	S23145	CZ23IR003352	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
7	Ir-192	II类	1	3.7E+12	2023-07-18	S23081	0323IR010542	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
8	Ir-192	II类	1	4.25E+12	2023-07-19	S23162	CZ23IR004672	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
9	Ir-192	II类	1	4.13E+12	2023-08-14	S23171	CZ23IR003462	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
10	Ir-192	II类	1	3.7E+12	2023-08-31	S23309	0323IR013152	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
11	Ir-192	II类	1	3.7E+12	2023-09-12	S23181	CZ23IR006102	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
12	Ir-192	II类	1	3.7E+12	2023-09-12	S23182	CZ23IR006112	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
13	Ir-192	II类	1	3.7E+12	2023-10-11	S23228	0323IR015302	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
14	Ir-192	II类	1	3.7E+12	2023-10-18	S23173	CZ23IR006252	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
15	Ir-192	II类	1	3.7E+12	2023-11-07	S23287	0323IR017212	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
16	Ir-192	II类	1	3.7E+12	2023-11-07	S23233	0323IR017202	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用

续表 1-2 公司实际现有的放射源台账明细表

序号	核素	类别	数量	出厂活度(Bq)	出厂日期	标号	编码	用途	工作场所	贮存场所	使用状态
17	Ir-192	II类	1	3.7E+12	2023-11-13	S23194	CZ23IR006382	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
18	Ir-192	II类	1	3.7E+12	2023-12-19	S23192	CZ23IR008822	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
19	Ir-192	II类	1	3.7E+12	2023-12-19	S23191	CZ23IR008812	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
20	Se-75	II类	1	4.24E+12	2023-04-12	S23008	CZ23SE000302	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
21	Se-75	II类	1	4.11E+12	2023-04-12	S23015	CZ23SE000292	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
22	Se-75	II类	1	3.33E+12	2023-05-29	VC22176	0323SE002832	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
23	Se-75	II类	1	3.33E+12	2023-05-29	VC22180	0323SE002922	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
24	Se-75	II类	1	3.88E+12	2023-06-12	S23021	CZ23SE000382	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
25	Se-75	II类	1	3.07E+12	2023-07-18	VC22136	0323SE003732	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
26	Se-75	II类	1	3.64E+12	2023-08-14	S23034	CZ23SE000462	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
27	Se-75	II类	1	4.07E+12	2023-08-14	S23035	CZ23SE000472	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
28	Se-75	II类	1	3.52E+12	2023-07-03	VC22144	0323SE003442	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
29	Se-75	II类	1	3.68E+12	2023-08-11	S23036	CZ23SE000522	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
30	Se-75	II类	1	3.57E+12	2023-11-14	Se007	CZ23SE000592	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
31	Se-75	II类	1	3.61E+12	2023-12-13	Se010	CZ23SE000612	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用
32	Se-75	II类	1	3.2E+12	2023-12-13	833G	CZ23SE000632	使用伽玛探伤机	各探伤现场	杭州总部 贮源库	正常使用

表 1-3 公司实际现有的射线装置台账明细表

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	使用场所	使用状态
1	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-2805ATM	280	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
2	X 射线探伤机 (定向)	II类	29 台	RT-2805T	280	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
3	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	YG-1605	160	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
4	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	RT-3005T	300	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
5	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	RT-2005TH	200	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
6	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	YG-XD160	160	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
7	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	RT-3505T	350	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
8	X 射线探伤机 (周向)	II类	3 台	RT-2805TH	280	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
9	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	YG-XZ300	300	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
10	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	RT-3505DH	350	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
11	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	YG-XD350	350	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
12	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	XXGHA-2505	250	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
13	X 射线探伤机 (定向)	II类	5 台	RT-2005T	200	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
14	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	RT-1605TH	160	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
15	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	XXG-2005	200	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
16	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3605	360	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
17	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-2305T	230	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
18	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	RT-3505TH	350	5	无损探伤	温州项目部探伤室	正常使用
19	X 射线探伤机 (定向)	II类	5 台	RT-1605T	160	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
20	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	YG-2505	250	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
21	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	CP160B	160	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
22	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	RT-3005TH	300	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
23	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	XXGH-2505Z	250	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
24	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-2805A	280	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
25	X 射线探伤机 (定向)	II类	9 台	RT-3505DL	350	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
26	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	RT-2505TH	250	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
27	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	XXGH-2005	200	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
28	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	XXG-3005	300	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用
29	X 射线探伤机 (定向)	II类	7 台	XRS-3	270	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	正常使用

1.7.2 辐射安全管理现状

1、现有辐射安全管理机构

公司已成立以曾啸虎为组长，以孟晋（杭州本部）、陈敏（惠州分部）、范军（四川分部）、沈刚（舟山经纬）、王强（新疆科瑞）、张青（新能源）为副组长的辐射安全管理小组，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作。小组人员组成上涵盖了现有核技术利用项目涉及的部门，在框架上基本符合要求；明确了相关负责人和各成员及其职责，内容较为完善，见附件 10。

2、现有辐射安全规章制度

公司开展探伤工作多年，已制定《辐射安全与防护管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《放射源使用登记制度》《个人剂量及职业健康管理制度》《自行检查及年度监测方案》《辐射安全许可证变更及注销制度》《储源场所安全防护制度》《辐射防护年度评估制度》《辐射台账管理制度》《X、 γ 射线机安全操作规程》《放射源订购、运输及退役处理》《放射源异地使用备案制度》《作业现场辐射安全管理规定》《突发事件辐射事故应急预案》等规章制度，见附件 11。公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

3、现有辐射工作人员管理

据统计，公司现有 139 名辐射工作人员，均参加了生态环境部组织的辐射安全与防护培训且考核合格，其中杭州总部贮源库管理人员为陈宏勇和刘永国。现有源库管理人员均配备了个人剂量计，已委托有资质的单位定期进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案，根据建设单位提供的最近 1 年的个人剂量档案统计，陈宏勇的年有效剂量为 0.0455mSv/a，刘永国的年有效剂量为 0.075mSv/a，均不超过职业年照射剂量约束值 5mSv。公司已组织现有源库管理人员开展职业健康体检，并建立了职业健康监护档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年。根据公司提供的职业健康体检报告（2021-2023 年度），现有源库管理人员均可继续从事放射性工作，健康无异常。

现有辐射工作人员辐射安全培训、个人剂量检测与职业健康体检情况统计见附件 13。

4、现有辐射监测仪器与防护用品

公司每年准备相应资金采购更新辐射安全防护设施和设备，公司现有辐射监测仪器与防护用品统计清单见表 1-4，可以满足现阶段的探伤工作要求。

表 1-4 现有辐射监测仪器与防护用品清单

序号	名称	现有数量
1	个人剂量计	200 枚
2	个人剂量报警仪	200 个
3	固定式场所辐射探测报警装置	4 个
4	便携式 X- γ 剂量率仪	30 台
5	电离辐射警告标牌	30 个
6	工作状态警示灯	50 个
7	声音提示装置	50 个
8	准直器	10 套
9	警戒绳（不低于 500m）	50 套
10	铅屏风	20 个
11	对讲装置	20 个
12	储源罐	40 个
13	应急箱（包括放射源的远距离处理工具）	15 个
14	其他辅助设备（夹钳和定位辅助设施）	20 套
15	铅帽、铅围脖、铅防护眼镜、铅衣、铅手套	20 套

5、现有“三废”处理

公司现有核技术利用项目运行过程中无放射性废气、放射性废水产生，“三废”污染物主要为废旧放射源、报废的 γ 射线探伤机、探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片、洗片废液及臭氧和氮氧化物等，具体处置措施落实情况如下：

（1）探伤室产生少量的臭氧和氮氧化物经排风系统排至室外，移动探伤产生少量臭氧和氮氧化物直接进入大气，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

（2）洗片产生的废（显）定影液、废胶片等危险废物暂存于危废暂存间，公司已与杭州立佳环境服务有限公司签订危废委托处置合同，2023 年危废已转移处理。危废委托处置合同及转移联单见附件 14。

（3）公司已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了放射性同位素转让及废旧放射源返回协议，见附件 15。废旧放射源均按国家相关法律规定及时返回到放射源生产单位进行收贮，废旧放射源回收（收贮）备案表见附件 16。

（4）根据《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发〔2007〕8 号） γ 射线探伤装置的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的 γ 射线探伤装置。对于超过安全使用年限的 γ 射线探伤机，公司严格执行相关报废工作。公司开展 γ 射线探伤以

来，合计报废 10 台 $^{75}\text{Se}-\gamma$ 射线探伤机 9 台 $^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机（见附件 17），均交于探伤设备生产厂家（海门伽玛星探伤设备有限公司）进行报废处置。

6、现有辐射安全防护措施落实情况

公司现有贮源库实行 24h 双人值守的值班制度和双人双锁的管理制度，重点管控区域实行 24h 不间断视频监控，视频储存时长不少于 90 天。贮源库所在大楼四周实施红外入侵报警，监控室内设置紧急事件一键报警系统，该系统与西湖区安保公司联网。

公司现有探伤室已设警示灯、声音提示装置、门-机联锁、灯-机联锁、急停按钮、视频监控、排风系统、固定式场所辐射探测报警装置等辐射安全设施，防护门外 1m 处划定黄色警戒线，可满足辐射安全要求。根据项目实际情况划分了控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。

7、辐射安全和防护状况年度评估

公司每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，相关辐射工作场所检测结果均满足相关标准要求。公司已落实年度评估制度，编制了《辐射安全和防护状况年度评估报告》，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。经与建设单位核实，2023 年度评估报告已按要求及时提交生态环境部门。

8、现有辐射事故应急执行情况

公司已制定《突发事件辐射事故应急预案》（见附件 12）。公司每年均开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。根据建设单位提供的资料，杭州亚运会期间，公司于 2023 年 4 月 27 日、6 月 21 日、11 月 8 日组织相关安全管理人员开展了 3 次防恐防爆应急处置演练工作。

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
1	¹⁹² Ir	3.7×10 ¹² Bq×27 枚	II类	使用	使用伽玛探 伤机	探伤室或移动探伤 现场	不作业时，临时贮存于放射源 暂存库的源坑内	迁建，本次评价
2	⁷⁵ Se	3.7×10 ¹² Bq×33 枚	II类	使用	使用伽玛探 伤机	探伤室或移动探伤 现场	不作业时，临时贮存于放射源 暂存库的源坑内	

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
本项目不涉及										

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
本项目不涉及										

(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 (定向)	II类	1 台	RD-2805ATM	280	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
2	X 射线探伤机 (定向)	II类	29 台	RT-2805T	280	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
3	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	YG-1605	160	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
4	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	RT-3005T	300	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
5	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	RT-2005TH	200	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
6	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	YG-XD160	160	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
7	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	RT-3505T	350	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
8	X 射线探伤机 (周向)	II类	3 台	RT-2805TH	280	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
9	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	YG-XZ300	300	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
10	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	RT-3505DH	350	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
11	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	YG-XD350	350	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
12	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	XXGHA-2505	250	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
13	X 射线探伤机 (定向)	II类	5 台	RT-2005T	200	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
14	X 射线探伤机 (周向)	II类	2 台	RT-1605TH	160	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
15	X 射线探伤机 (定向)	II类	2 台	XXG-2005	200	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价
16	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RD-3605	360	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建, 本次评价

17	X 射线探伤机（定向）	II类	1 台	RD-2305T	230	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价
18	X 射线探伤机（定向）	II类	5 台	RT-1605T	160	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价
19	X 射线探伤机（定向）	II类	2 台	YG-2505	250	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价
20	X 射线探伤机（定向）	II类	2 台	CP160B	160	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价
21	X 射线探伤机（周向）	II类	2 台	RT-3005TH	300	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价
22	X 射线探伤机（周向）	II类	2 台	XXGH-2505Z	250	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价
23	X 射线探伤机（定向）	II类	1 台	RD-2805A	280	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价
24	X 射线探伤机（定向）	II类	9 台	RT-3505DL	350	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价
25	X 射线探伤机（周向）	II类	2 台	RT-2505TH	250	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价
26	X 射线探伤机（周向）	II类	2 台	XXGH-2005	200	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价
27	X 射线探伤机（定向）	II类	2 台	XXG-3005	300	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价
28	X 射线探伤机（定向）	II类	7 台	XRS-3	270	5	无损探伤	探伤室或探伤施工现场	迁建，本次评价

（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 (μ 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	
本项目不涉及													

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	最终排放去向
废旧放射源	固态	¹⁹² Ir	约 5 个月更换一次，废源年产生量为 54 枚/年，退役活度为 9.08×10^{11} Bq/枚				暂存于放射源暂存库的源坑内	由放射源生产单位回收处置。
		⁷⁵ Se	约 8 个月更换一次，废源年产生量为 33 枚/年，退役活度为 9.25×10^{11} Bq/枚				暂存于放射源暂存库的源坑内	
报废的 γ 射线探伤机	固态	/	超过 10 年安全使用期限的 γ 射线探伤机，拟报废				暂存于放射源暂存库的源坑内	由 γ 射线探伤机生产单位回收处理。
废显（定）影液	液态	/	/	125kg	1500kg	/	暂存于危废暂存间的专用容器内	委托有资质的单位处理处置。
废胶片	固态	/	/	4.3kg	52kg	/		
洗片废液	液态	/	/	83kg	1000kg	/		
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	放射源贮存及固定式探伤过程产生的臭氧和氮氧化物由机械排风系统引至室外，直接排放于大气环境，对周围环境影响较小。

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度，年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法律文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法 (2014 年修订)》，主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法 (2018 年修订)》，主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法 (2020 年修订)》，主席令第四十三号，2020 年 9 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例 (2019 年修改)》，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(7) 《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 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法 (2021 年修改)》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(9) 《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行；</p> <p>(10) 《关于发布放射源分类办法的公告》，原国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号，2005 年 12 月 23 日起施行；</p> <p>(11) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(12) 《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，原国家环境保护总局，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(13) 《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》，环发〔2007〕8 号，原国家环境保护总局，2007 年 1 月 15 日起施行；</p> <p>(14) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环办辐射函〔2016〕430 号，2016 年 3 月 7 日起施行；</p> <p>(15) 《关于加强核与辐射安全监管能力建设工作的通知》，环办辐射函〔2017〕1593</p>
------	--

号，原环境保护部办公厅，2017年10月19日印发；

(16)《关于做好放射性废物(源)收贮工作的通知》，环办辐射函〔2017〕609号，原环境保护部办公厅，2017年4月21日起施行；

(17)《放射性废物分类》，原环境保护部、工业和信息化部与国防科工局公告2017年第65号，2018年1月1日起施行；

(18)《产业结构调整指导目录(2024年本)》，中华人民共和国国家发展和改革委员会第7号令，2024年2月1日起施行；

(19)《关于印发<生态环境分区管控管理暂行规定>的通知》，环环评〔2024〕41号，生态环境部办公厅，2024年7月6日印发；

(20)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》，生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行；

(21)《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日起施行；

(22)《危险废物转移管理办法》，生态环境部令第23号，2022年1月1日起施行；

(23)《关于发布<建设项目危险废物环境影响评价指南>的公告》，原环境保护部公告2017年第43号，2017年9月1日印发；

(24)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告2019年第57号，2019年12月24日印发；

(25)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，2019年11月1日起施行；

(26)《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第71号，2022年8月1日起施行；

(27)《浙江省固体废物污染环境防治条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第80号，2023年1月1日起施行；

(28)《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年2月10日起施行；

(29)《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年2月10日起施行；

(30)浙江省生态环境厅关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文

	<p>件的建设项目清单（2023 年本）》的通知，浙环发〔2023〕33 号，浙江省生态环境厅，2023 年 9 月 9 日起实施；</p> <p>（31）《杭州市生态环境局关于印发<杭州市生态环境分区管控动态更新方案>的通知》，杭环发〔2024〕49 号，杭州市生态环境局 2024 年 7 月 10 日印发。</p>
<p>技 术 标 准</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），2016 年 4 月 1 日实施；</p> <p>（2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），2003 年 4 月 1 日实施；</p> <p>（3）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），2023 年 3 月 1 日实施；</p> <p>（4）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单，2017 年 10 月 27 日实施；</p> <p>（5）《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ 114-2006），2007 年 4 月 1 日实施；</p> <p>（6）《γ 射线探伤机》（GB/T 14058-2023），2023 年 10 月 1 日实施；</p> <p>（7）《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002），2003 年 4 月 1 日实施；</p> <p>（8）《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA 1002-2012），2012 年 9 月 1 日实施；</p> <p>（9）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），2020 年 4 月 1 日实施；</p> <p>（10）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），2021 年 5 月 1 日实施；</p> <p>（11）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），2021 年 5 月 1 日实施；</p> <p>（12）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021），2021 年 8 月 1 日实施；</p> <p>（13）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023），2023 年 7 月 1 日实施；</p> <p>（14）《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022），2023 年 7 月 1 日实施；</p> <p>（15）《核技术利用放射性废物库 选址、设计与建造技术规范》（HJ 1258—2022），2022 年 7 月 1 日实施。</p>
<p>其 他</p>	<p>（1）《辐射防护导论》，方杰主编；</p> <p>（2）公司提供的其他与工程建设有关的技术资料。</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）的规定：“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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，结合本项目的辐射污染特点（放射源和射线装置应用项目），故确定本项目评价范围确定如下：

- （1）固定式探伤：探伤室实体屏蔽外 50m 的区域。
- （2）放射源暂存库：放射源暂存库实体屏蔽边界外 50m。

项目评价范围详见附图 2。

7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为探伤室和放射源暂存库周围50m内从事放射源管理与X、γ射线探伤机操作的辐射工作人员及周围公众成员，具体见表7-1。

表 7-1 探伤室及放射源暂存库环境保护目标基本情况

辐射工作场所名称	环境保护目标		方位	与探伤室和放射源暂存库的最近距离 (m)	人数	保护要求
探伤室、放射源暂存库	职业人员	放射源暂存库、安保值班监控室	内部	紧邻	2人	剂量约束值 $\leq 5\text{mSv/a}$
		控制室、暗室、晾片室、胶片存放室兼评片室、危废暂存间	东	紧邻	4人	
	公众成员	厂区道路	北	4	50人次/天	剂量约束值 $\leq 0.25\text{mSv/a}$
		3#厂房		16	20人	
		1F 无损检测实验室	东	8	10人次/天	
		5#垃圾房		31	2人	
		厂区外道路	南	10	30人次/天	
		秋光光电有限公司		34	30人	
2F 无损检测实验室	上方	紧邻	10人次/天			

注：①探伤室与放射源暂存库东西向紧邻，本报告将其视作一个整体的辐射工作场所。
②探伤室与放射源暂存库的正下方均为土层，无地下层，属于人员不可达区域。

7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

(1) 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的潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

(2) 辐射工作场所的分区

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

(3) 剂量限值

B1.1 职业照射

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；

B1.2 公众照射

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；

(4) 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中 11.4.3.2 条款：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内”，遵循辐射防护最优化的原则，结合项目实际情况，本次评价取职业照射剂量限值的 25%、公众照射剂量限值的 25%分别作为本项目剂量约束值管理目标，具体见表 7-2。

表 7-2 剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业照射有效剂量	5.0mSv/a
公众照射有效剂量	0.25mSv/a

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。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。本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下,距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求,在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 1 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 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

5.2 γ 射线探伤机

5.2.1 源容器及其传输导管

5.2.1.1 当源容器装载最大活度值的密封源并处于锁定状态且装配好保护盖(若有)时,源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率应不超过表 2 规定的控制值,随机文件中应有该指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 14058 的要求。

表 2 源容器外表面一定距离处周围剂量当量率控制值

探伤机类别	探伤机型号	最大周围剂量当量率 mSv/h	
		离源容器表面 5cm 处	离源容器表面 100cm 处
便携式	P	0.5	0.02
移动式	M	1	0.05
固定式	F	1	0.1

5.2.3 放射源的贮存和领用

5.2.3.1 使用单位应设立专用的放射源(或带源的探伤机)的贮存库。

5.2.3.2 移动式探伤工作间歇临时贮存含源容器或放射源、控制源,应在专用的贮存设施内贮存。现场存储设施包括可上锁的房间、专用存储箱或存储坑等。应具有与使用单位主要基地的存储设施相同级别的防护。临时贮存完毕,应进行巡测,确保存储安全。

5.2.3.3 放射源贮存设施应达到如下要求:

a) 严格控制对周围人员的照射、防止放射源被盗或损坏,并能防止非授权人员采取任何损伤自己或公众的行动,贮存设施门口应设置电离辐射警告标志;

b) 应能在常规环境条件下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素；

c) 在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 或者审管部门批准的控制水平；

d) 贮存设施的门应保持在锁紧状态，实行双人双锁管理；

e) 定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。

5.2.3.4 放射源的储存应符合 GA 1002 的相关要求。

5.2.3.5 使用单位应制定放射源领用及交还制度，建立领用台帐，明确放射源的流向，并有专人负责。

5.2.3.6 领用、交还含放射源的源容器时，应对离源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率进行测量，确认放射源在源容器内。含放射源的源容器应按规定位置存放，领用和交还都应有详细的登记。

5.2.5 废旧放射源的处理

使用单位应与生产销售单位签订废旧放射源返回协议，当放射源需报废时，应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。

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/T250。

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

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 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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。

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

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（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

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤

室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避免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。

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

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

7.3.4 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）

本标准规定了危险废物贮存污染控制的总体要求、贮存设施选址和污染控制要求、容器和包装物污染控制要求、贮存过程污染控制要求，以及污染物排放、环境监测、环境应急、实施与监督等环境管理要求。

6.1.1 贮存设施应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物。

6.1.2 贮存设施应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合。

6.1.3 贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

6.1.4 贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存的危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数不大于 10^{-7}cm/s ），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 10^{-10}cm/s ），或其他防渗性能等效的材料。

6.1.5 同一贮存设施宜采用相同的防渗、防腐工艺（包括防渗、防腐结构或材料），防渗、防腐材料应覆盖所有可能与废物及其渗滤液、渗漏液等接触的构筑物表面；采用不同防渗、防腐工艺应分别建设贮存分区。

6.1.6 贮存设施应采取技术和管理措施防止无关人员进入。

7.3.5 《核技术利用放射性废物库 选址、设计与建造技术规范》（HJ 1258—2022）

本标准规定了核技术利用放射性废物库的选址、设计和建造技术要求，在用放射源贮存库的选址、设计和建造可参照本标准执行。

6.11 辐射防护

6.11.1 剂量限值和污染控制水平

6.11.1.1 从事废物(源)接收、贮存、监测的工作人员及公众的受照剂量应符合 GB 18871 所规定的限值。

6.11.1.2 工作人员的年有效剂量管理目标值不超过 5mSv, 公众年有效剂量管理目标值不超过 0.1mSv。

6.11.1.3 库房盖板正上方 0.5m 处的最大剂量率不超过 20 μ Sv/h; 库房外墙表面 0.3m 处的最大剂量率不超过 2.5 μ Sv/h。

6.11.1.4 工作场所表面污染控制水平应按照 GB 18871 规定执行。

6.11.2 辐射屏蔽

6.11.2.1 接收的废(旧)放射源及放射性废物包装表面的空气吸收剂量率小于 2mSv/h, 表面 1m 处剂量率小于 0.1mSv/h。

6.11.2.2 在确定贮存坑盖板及废物库墙体的屏蔽层厚度时, 应选取所存废物内可能出现的活度高且 γ 射线能量较高的核素作为屏蔽计算的主要辐射源项; 若无法确定核素类型时, 按 ^{60}Co 核素能量确定屏蔽层厚度。

6.11.2.3 当废物堆放面积和体积均较大时, 可选用半无穷大体源模型计算屏蔽厚度。

6.11.2.4 源库的外墙体选用对 γ 射线、中子都有防护效果的混凝土作为防护材料; 防护门也要考虑 γ 射线、中子的防护。

6.11.3 辐射分区

废物库库房按其辐射水平和可能污染的程度分为控制区和监督区, 对于范围比较大的控制区, 如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大, 需要实施不同的专门防护手段或安全措施, 则可根据需要再划分不同的子区, 以方便管理。将废物(源)贮存车间、废物装卸厅、排风机房等潜在剂量率或污染水平较高的区域定为控制区; 其它区域定为监督区。

6.11.4 辐射监测

6.11.4.1 废物库库房应配备固定式 γ 剂量率在线监测系统, 有条件时增设中子探头; 卫生通过间应配备手脚污染监测装置。

6.11.4.2 配置便携式 X- γ 剂量率仪、中子辐射监测仪、表面污染监测仪、便携式气溶胶监测设备或气溶胶取样器等辐射监测设备, 应符合 HJ 61 中的辐射监测要求。

6.11.4.3 应配备个人剂量计和个人剂量报警仪对辐射工作人员的受照剂量进行监测。

7.3.6 本项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)、《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术规范》(HJ 1258-2022)等评价标准,确定本项目的管理目标。

①探伤室剂量率控制水平:探伤室四侧墙体及防护门表面外 30cm 处剂量率不超过 2.5 μ Sv/h;探伤室正上方为 2F 无损检测实验室,因此探伤室顶棚外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平取 2.5 μ Sv/h。

②放射源暂存库剂量率控制水平:放射源暂存库的四侧墙体、顶棚外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平均为 2.5 μ Sv/h,源坑表面外 0.5m 处周围剂量当量率参考控制水平取为 20 μ Sv/h。

③剂量约束限值:职业人员年有效剂量不超过 5mSv;公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

④探伤室和放射源暂存库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。

⑤固体废物

固体废物的处理、处置均应满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中的有关要求。危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)中的相关要求。危险废物还应按《危险废物转移管理办法》、《危险废物污染防治技术政策》(环发[2001]199号)的规定进行分类管理、存放、运输和处理处置。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

8.1.1 项目地理位置

杭州华安检测技术有限公司拟搬迁至杭州市钱塘区青西四路与江东四路交叉口西南角。该区域东侧隔青西四路为大型停车场；南侧为秋光光电有限公司、安邦护卫（浙江）公共安全智慧科技有限公司；西侧为农田（规划为一类二类混合工业用地）；北侧隔江东四路为农田。地理位置见附图 1，周围环境关系见附图 2，周围环境实景见附图 3。

8.1.2 项目场所位置

本项目探伤室和放射源暂存库位于 4#仓库 1 层（共 2 层），东侧为控制室、暗室、X 射线机储存室、胶片存放室兼评片室、危废暂存间、1F 无损检测实验室以及 5#垃圾房，南侧为厂区外道路、秋光光电有限公司以及未建设空地（规划为一类二类混合工业用地），西侧为农田（后期规划为一类二类混合工业用地），北侧为安保值班监控室、厂区道路以及 3#厂房，正上方为 2F 无损检测实验室，正下方为土层。厂区总平面布置图见附图 4，4#仓库 1 层布局图见附图 5。

8.2 环境现状评价对象

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）的规定：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价，评价对象为探伤室和放射源暂存库拟建址及周围环境。

8.3 辐射环境质量现状评价

8.3.1 监测目的

通过现场监测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

8.3.2 监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

8.3.3 监测点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等要求，结合现场条件，对本项目各辐射工作场所及周围环境进行监测布点。由于厂区尚未建设，因此在厂区内拟建探伤场所周围均匀布设 9 个监测点位，并在拟建探伤场所

西侧农田（后期规划为一类二类混合工业用地）、南侧道路和秋光光电有限公司各布设 1 个监测点位，共 12 个监测点位，布点情况见附图 8，监测报告及监测资质见附件 18。

8.3.4 监测方案

- (1) 监测单位：浙江亿达检测技术有限公司（资质证书编号：211112051235）；
- (2) 监测时间：2024 年 03 月 01 日；
- (3) 监测方式：现场检测；
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 监测频次：即时测量，每个监测点在仪器读数稳定后以 10 秒的间隔读取 10 个数据；
- (6) 监测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：阴；室外温度：5℃；室内温度：5℃；相对湿度：70%。
- (8) 监测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 监测仪器设备参数

仪器名称	x、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H (内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ 外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$
检定证书编号	2024H21-20-5106288001
检定有效期	2024 年 2 月 23 日~2025 年 2 月 22 日
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
校准因子 C_f	1.04
探测限	10nSv/h

8.2.6 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 监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合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

(6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

8.2.7 监测结果及评价

监测结果见表8-2。

表8-2 本项目拟建场所及周围环境环境辐射本底监测结果

位点编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		位置
		平均值	标准差	
1#	拟建厂区探测点 1	42	2	原野
2#	拟建厂区探测点 2	41	4	原野
3#	拟建厂区探测点 3	43	6	原野
4#	拟建厂区探测点 4	45	4	原野
5#	拟建厂区探测点 5	48	2	原野
6#	拟建厂区探测点 6	44	5	原野
7#	拟建厂区探测点 7	50	5	原野
8#	拟建厂区探测点 8	56	4	原野
9#	拟建厂区探测点 9	56	2	原野
10#	拟建厂区西侧农田	48	1	原野
11#	拟建厂区南侧道路	63	1	道路
12#	秋光光电有限公司	67	2	室内

注：1、本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；

2、本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；

3、γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 31.3nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，1#~11#点位取 1，12#点位取 0.8。

由表8-2可知：本项目拟建探伤工作场所及周围环境各检测点位原野的 γ 辐射空气吸收剂量率范围为41nGy/h~56nGy/h；道路的 γ 辐射空气吸收剂量率为63nGy/h；室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围为67nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，萧山（本项目所在地原属萧山）原野的γ辐射（空气吸收）剂量率范围为36nGy/h~63nGy/h；萧山（本项目所在地原属萧山）道路上γ辐射（空气吸收）剂量率范围为33nGy/h~82nGy/h；杭州市室内的 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为56nGy/h~443nGy/h。因此，本项目工作场所拟建场所及周围环境的γ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 施工期工程分析

本项目建设阶段主要为探伤室及辅助用房的土建施工以及设备安装调试阶段，具体工艺流程及产污环节如下：

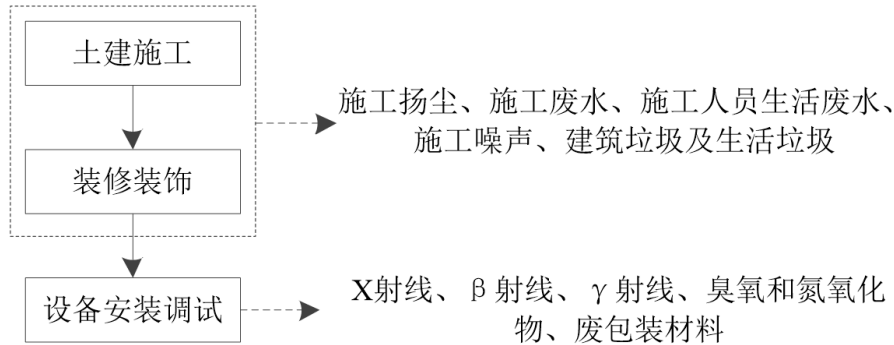


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节示意图

本项目建设阶段污染源项为主要污染因子为施工扬尘、施工废水、施工人员生活污水、施工噪声、建筑垃圾及生活垃圾。本项目施工作业范围有限，施工期较短，因此其对周围环境的影响是短暂的。随着施工期的结束，其环境影响也将不复存在。设备安装调试阶段主要污染因子为 X 射线、β 射线、γ 射线、臭氧和氮氧化物及包装废弃物。

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 γ 射线探伤机

1、设备组成及工作方式

γ 射线探伤机一般由放射源及源容器（贮源容器）、源托、输源管、遥控装置和其他附件组成。源容器是探伤机主体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器，其最外层为钢包壳，内部一般为贫铀屏蔽层。源容器的一端有联锁装置，用来连接控制缆；另一端通过管接头和输源管连接。未工作时放射源位于芯部的“S”形管道中央，以防射线的直通照射。工作时，用快速接头把输源管和源容器连起来，输源导管的另一端构成照射头，用钥匙打开储源器的安全锁，再转动安全闸环到停止位置，使其指针对准红字“打开”处（即快门已开）；操作自控仪预置启动延迟时间、输源管距离、曝光时间，然后按下“启动”按钮，自控仪将自动完成“送源→曝光→收源”的检测照相过程。

典型 γ 射线探伤设备外观见图 9-2、图 9-3，内部结构见图 9-4。



图 9-2 典型 ^{192}Ir - γ 射线探伤机外观图



图 9-3 典型 ^{75}Se - γ 射线探伤机外观图

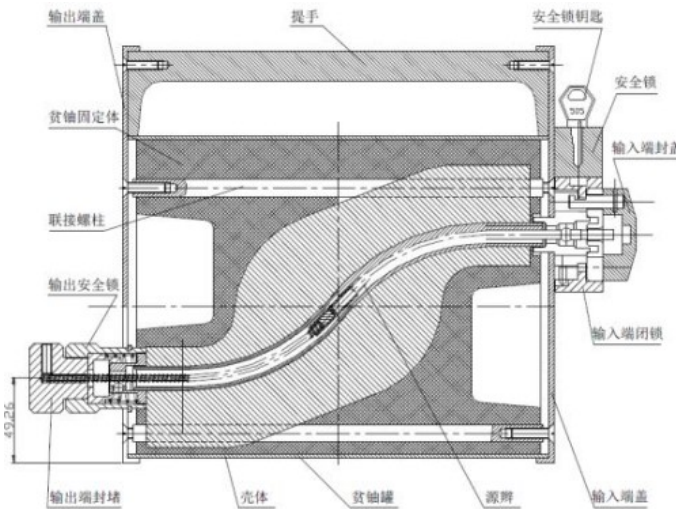


图 9-4 典型 γ 射线探伤机内部结构示意图

2、设备性能参数

根据建设单位提供的资料，本项目 γ 射线探伤机性能参数见表 9-2。

表 9-1 γ 射线探伤机技术参数

设备类型	^{192}Ir - γ 射线探伤机	^{75}Se - γ 射线探伤机
探伤机类别	便携式 (P)	便携式 (P)
核素名称	^{192}Ir	^{75}Se
核素形态	固态密封源	固态密封源
额定装源活度	$3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ (100Ci)	$3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ (100Ci)
距源容器表面 5cm 处 最大周围剂量当量率	$\leq 0.5\text{mSv/h}$	$\leq 0.5\text{mSv/h}$
距源容器表面 100cm 处 最大周围剂量当量率	$\leq 0.02\text{mSv/h}$	$\leq 0.02\text{mSv/h}$
透照厚度 (A3 钢)	20~100mm	10~40mm
射线源焦点	$\phi 2 \times 2$ 、 $\phi 3 \times 3$	$\phi 2.5 \times 2.5$ 、 $\phi 3 \times 3$
输源软管长度	6.3m	6.3m
控制部件导管长度	10~15m	10~12m
机体重量	25kg	9.6kg
机体外形尺寸	350mm×130mm×240mm	220mm×105mm×175mm
出源与回源方式	电动+手动	电动+手动

3、工作原理

γ 射线探伤机在工作过程中，通过密封源 $^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se}$ 产生的 γ 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的质量。如有焊接质量问题，在显影后的胶片上产生一个较强的图像，显示裂缝所在位置， γ 射线探伤机据此实现探伤目的。

4、 γ 射线探伤工艺流程及产污环节

(1) 放射源领取

探伤前，由固定式探伤操作人员到放射源暂存库领取含源 γ 射线探伤机，领用均须填写《放射源出入库登记表》。放射源管理人员（2 名）打开双人双锁的放射源暂存库门后，其中一名管理人员进入放射源暂存库，打开一个源坑的铅盖，取出其中的含源 γ 射线探伤机，并用便携式 X- γ 剂量率仪对离源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率进行检测，确认探伤机内有源，合上源坑的铅盖，同时记录检测值。进行固定式探伤前，放射源管理人员将取出的含源 γ 射线探伤机在全程监控下交接给固定探伤操作人员，由其开展下一步的探伤工作。

探伤工作结束后，含源 γ 射线探伤机返回放射源暂存库内的源坑，放射源管理人员对离源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率再次进行检测，并与出库时的检测值对比，确保放射源的存在及处于最佳的屏蔽位置，并做好检测的记录，填写《放射源出入库登记表》，详细记录工程名称（地点），归还人、归还日期及时间，并建立计算机管理档案。同时，放射源暂存库实行双人双锁制度，并由 2 名辐射工作人员专职负责放射源的保管工作，制定《放射源使用登记制度》，贮存、领取、使用、归还放射源时，应及时进行登记、检查，做到账物相符，以确保放射源的安全监管，防止放射源意外丢失，对公众人员造成不必要的危害。公司开展移动 γ 射线探伤均按以上管理规定执行 γ 射线探伤机的领取和归还。

放射源暂存库工作流程及产污环节见图 9-5。

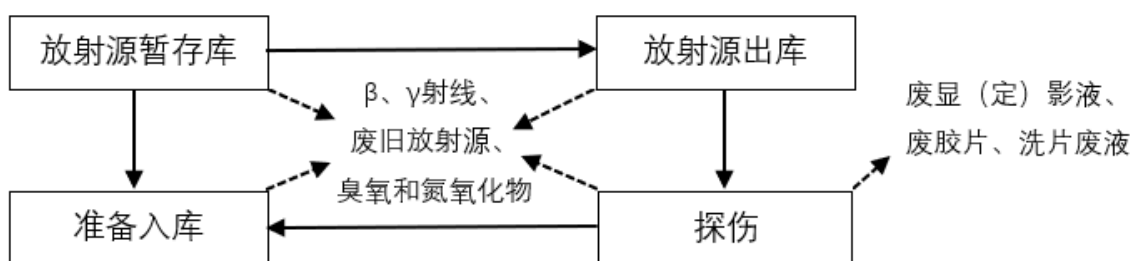


图 9-5 放射源暂存库工作流程及产污环节示意图

(2) 固定式探伤

当需要对被检工件进行固定式探伤操作前，探伤操作人员必须关闭探伤室所有防护门，打

开固定式场所辐射探测报警装置，随身携带好个人剂量计和个人剂量报警仪。将需要进行 γ 射线探伤的工件放置于平板轨道车上，送入探伤室内，设置适当位置。在工件待检部位布设胶片并加以编号完毕后，放射源管理人员将含源 γ 射线探伤机从放射源暂存库内取出交于探伤操作人员，探伤操作人员再将 γ 射线探伤机放置工件附近，安装 γ 射线探伤机，将控制部件和输源导管连接好，开启探伤机闭锁装置。工作人员清场退出探伤室，关闭探伤室所有防护门。工作人员在控制室内，接通探伤机电源，通过探伤设备控制面板电动驱动，将放射源推送至曝光位置进行曝光。待曝光结束后，通过电动装置再将放射源收回探伤机贮源位，放射源回位后关闭安全锁。工作人员打开防护门进入探伤室，将含源 γ 射线探伤机交由放射源管理人员放回源坑，收取工件上的贴片。经洗片、评片，给出无损检测结果。

γ 射线固定式探伤流程及产污环节见图 9-6

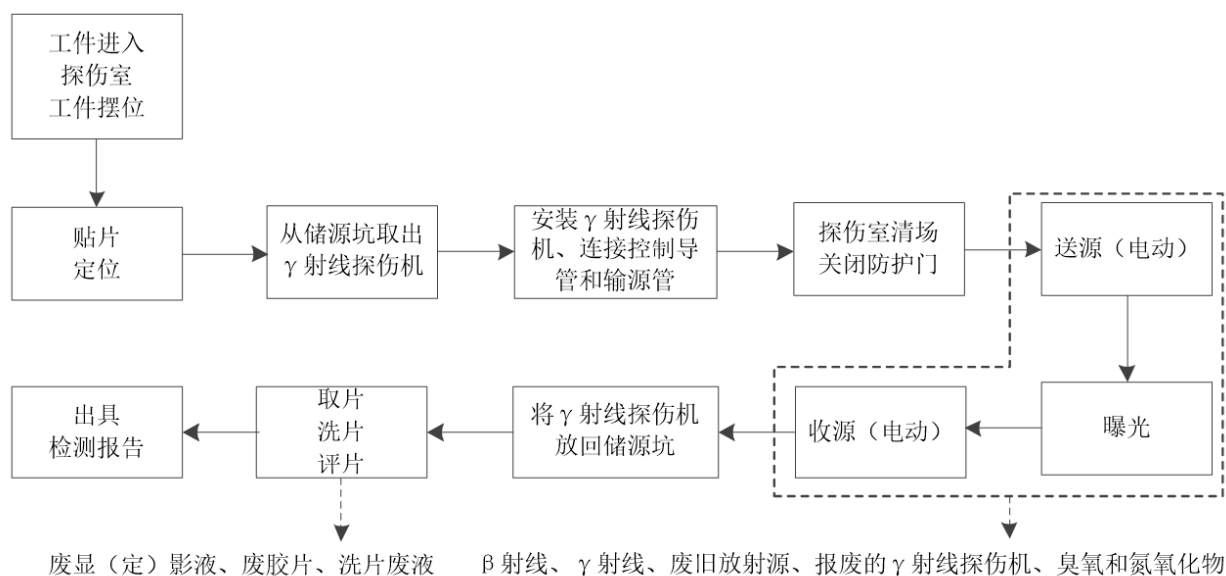


图 9-6 γ 射线固定式探伤工艺流程及产污环节示意图

(3) 洗片

探伤检测后将照射过的暗袋放至暗室，在无可见光只有暗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暗室内进行，采用手动洗片的方式。

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，不要多放，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。

⑥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。

洗片工艺流程及产污环节见图 9-7。

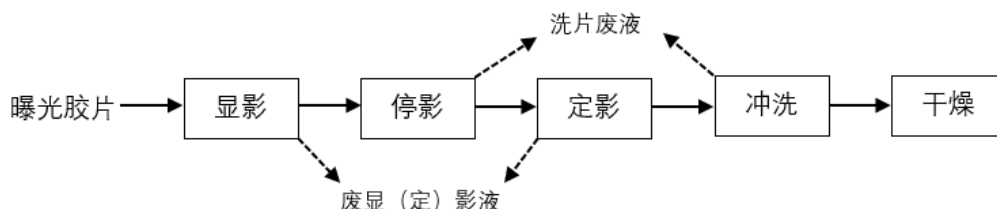


图 9-7 洗片工艺流程及产污环节示意图

综上所述，本项目 γ 射线固定式探伤和放射源暂存的主要产污因子为： β 、 γ 射线、废旧放射源、报废的 γ 射线探伤机、臭氧和氮氧化物等非放射性气体及废显（定）影液、废胶片、洗片废液等危险废物。

5、换源流程

当使用的放射源活度下降至不能满足无损检测需求时，需要更换放射源，换源流程如下：

(1) 放射源使用单位（杭州华安检测技术有限公司）按照《辐射安全许可证》许可的种类和范围，向浙江省生态环境厅申请购买新源，并按要求填报《放射性同位素转让审批表》，经其批准同意后方可开展购源工作。

(2) 获取浙江省生态环境厅的批准后，放射源使用单位（杭州华安检测技术有限公司）委托有放射性物品运输资质的运输单位（浙江省科学器材进出口有限责任公司）将从 γ 射线探伤机生产厂家处购买的源容器及其相关附件运输至放射源生产单位，在放射源生产单位厂区内由生产单位完成装源工作。

(3) 放射源生产单位委托有资质的运输单位将装有新源的 γ 射线探伤机运输至放射源使用单位（杭州华安检测技术有限公司），同时将装有废源的 γ 射线探伤机运回放射源生产单位，

在生产单位厂区内由生产单位完成倒源工作。放射源使用单位在废源收贮的活动完成之日起 20 日内向浙江省生态环境厅备案。

根据《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发〔2007〕8 号文）规定：“探伤装置装源（包括更换放射源）应由放射源生产单位进行操作，并承担安全责任，放射源生产单位也可委托有能力的单位进行装源操作。生产、销售、使用探伤装置单位不得自行进行装源操作。放射源活度不得超过该探伤装置设计的最大额定装源活度”，杭州华安检测技术有限公司不得自行进行倒源操作。本项目放射源退役和换源的所有工作必须由放射源生产单位负责，其中倒源的安全责任由放射源生产单位负责，放射源运输过程中的安全责任由运输单位负责。目前，杭州华安检测技术有限公司已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了“放射源委托运输协议”（见附件 16）与“放射源转让协议与废旧放射源返回协议”（见附件 17）。经核实，浙江省科学器材进出口有限责任公司具备有效的《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证〔A0135〕，种类和范围：销售 II 类、III 类、IV 类、V 类放射源；销售 III 类射线装置，有效期至 2027 年 2 月 20 日；同时具备有效的《中华人民共和国道路运输经营许可证》，证号：浙交运管许可杭字（330101200129）号，经营范围：货运：经营性危险货物运输（第 7 类）（剧毒化学品、国家特别管控危险化学品除外），有效期至 2025 年 8 月 31 日。

因此，本项目的放射源运输方案和废源回收处置方案合理可行。

9.2.2 X 射线探伤机

1、设备组成及工作方式

本项目 X 射线探伤机主要由 X 射线管头组装体、控制器、连接电缆及附件组成，具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点。为延长 X 射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以 1:1 方式工作和休息，确保 X 射线管充分冷却，防止过热。

典型 X 射线探伤机外观情况见图 9-8。



图 9-8 典型 X 射线探伤机外观图

2、工作原理

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。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的感光片进行照射，当 X 射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

X 射线探伤机主要由 X 射线管头组装体和高压电源组成。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、钽等）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为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

典型的 X 射线管结构图见图 9-9。

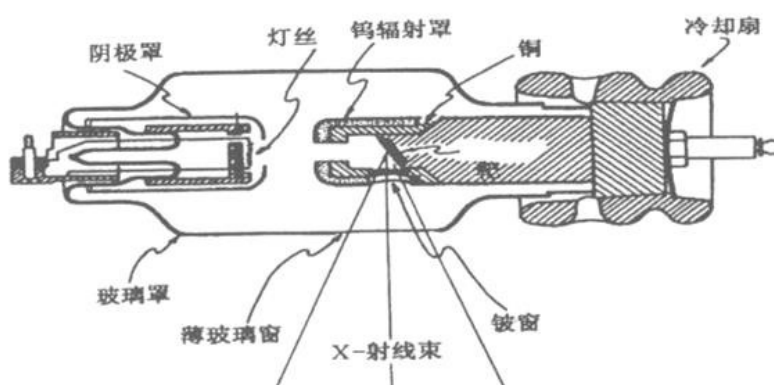


图 9-9 典型的 X 射线管结构图

3、X 射线探伤工艺流程及产污环节

(1) 射线装置领取

本项目 X 射线探伤机不工作时，存放于专门的 X 射线机储存室，双人双锁，由专人管理。探伤前，由探伤操作人员到 X 射线机储存室领取 X 射线探伤机，领用须填写《射线装置领用登记表》。探伤工作结束后，X 射线探伤机返回 X 射线机储存室，填写《射线装置领用登记表》，详细记录工程名称（地点），归还人、归还日期及时间，并建立计算机管理档案。公司开展移动 X 射线探伤均按以上管理规定领取射线装置。

(2) X 射线固定式探伤

当需要对被检工件进行固定式探伤操作前，探伤操作人员必须关闭探伤室所有防护门，打开固定式场所辐射探测报警装置，随身携带好个人剂量计和个人剂量报警仪。将需要进行 X

射线探伤的工件放置于平板轨道车上，送入探伤室内，设置适当位置，在工件待检部位布设胶片并加以编号，检查无误，工作人员撤离探伤室，并将工件门和工作人员进出门关闭，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，检查无误即进行曝光。当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入探伤室，打开工件门将探伤工件送出探伤室外，从探伤工件上取下已经曝光的胶片，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。

X 射线固定式探伤流程及产污环节见图 9-10。

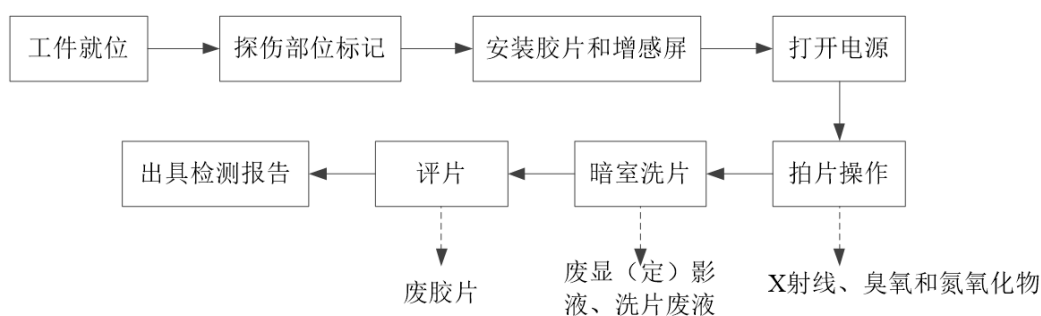


图 9-10 X 射线固定式探伤流程及产污环节

(3) 洗片

洗片流程及产污环节与前文相同，见图 9-7。

综上所述，本项目 X 射线固定式探伤的产污因子主要为 X 射线、臭氧和氮氧化物等非放射性气体及废显（定）影液、废胶片、洗片废液等危险废物。

9.2.3 探伤工作负荷

实际探伤时，公司根据待检产品的厚度和客户检测需求，选择合适的探伤装置进行无损检测。结合各探伤装置的探测上限（最大穿透力）和探测下限（设备灵敏度）的差异性及对外探伤的业务量，本次评价的探伤机主要检测厚度范围见表9-2。

固定式探伤时，探伤室每次仅开启1台探伤机，不存在2台及2台以上探伤机同时运行的工况，工作负荷见表9-3。源库管理人员负责固定探伤和移动探伤前放射源的存取工作，工作负荷见表9-4。

表 9-2 各探伤机主要检测厚度范围

序号	设备名称	主要检测厚度范围（钢，mm）
1	¹⁹² Ir-γ射线探伤机	12~70
2	⁷⁵ Se-γ射线探伤机	8~30
3	RD-3605型X射线探伤机	55~65
4	RT-3505T、RT-3505DH、YG-XD350、RT-3505DL型X射线探伤机	50~60
5	RT-3005T、YG-XZ300、RT-3005TH、XXG-3005型X射	40~50

线探伤机		
6	RD-2805ATM、RT-2805T、RT-2805TH、RD-2805A型X射线探伤机	36~46
7	XRS-3型X射线探伤机	34~44
8	XXGHA-2505、YG-2505、XXGH-2505Z、RT-2505TH型X射线探伤机	30~40
9	RD-2305T型X射线探伤机	25~35
10	RT-2005TH、RT-2005T、XXG-2005、XXGH-2005型X射线探伤机	20~30
11	YG-1605、YG-XD160、RT-1605TH、RT-1605T、CP160B型X射线探伤机	15~25

表 9-3 固定式探伤工作负荷

序号	探伤类型	年拍片量（万张）	年曝光时间（h）
1	γ射线固定式探伤	2.5	1250
2	X射线固定式探伤	2.5	1250
合计		5	2500

注：单片最长曝光时间均保守按3min计。

表 9-4 源库管理工作负荷

序号	探伤类型	存/取一次放射源时处于离探伤机 5cm 处时间（min）	存/取一次放射源时处于离探伤机 100cm 处时间（min）	存/取次数
1	固定式探伤	0.5	1	300
2	移动式探伤	0.5	1	750

9.2.4 辐射工作人员配置

本项目主要使用 X、γ 射线探伤机进行固定式探伤作业，并对不作业时的 X、γ 射线探伤机进行暂存管理，本项目拟配置 7 名辐射工作人员，均为现有辐射工作人员。

表 9-5 本项目辐射工作人员配置计划

序号	岗位	数量	备注
1	辐射安全管理	1名	专职，负责单位辐射安全管理
2	放射源暂存库管理	2名	专职，负责放射源暂存库的放射源管理
3	固定式探伤	4名	专职，分2组，每组由2名辐射工作人员组成，轮班负责承担一间探伤室内所有探伤装置的固定式探伤工作（X、γ射线探伤不同时操作使用），实行两班制（单班8小时），每周工作6天，全年按50周计，年工作300天。
合计		7名	/

9.3 污染源项描述

9.3.1 放射性污染源项

(1) β、γ 射线

本项目放射源应用的放射性核素为 ^{192}Ir 、 ^{75}Se ，根据《辐射防护手册——第一分册》（李德平、潘自强主编）P58 页与 P85 页、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）附录 A 表 A.1，相关核素的辐射特性见表 9-6。

表 9-6 放射性核素的主要辐射特性

核素	半衰期	衰变方式 (分支比, %)	射线 类型	辐射能量 (MeV)	辐射 能量强度*	周围剂量当量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)
^{192}Ir	74.02d	β^- (95.22) ϵ (4.78) β^+ (~0)	β^-	0.672	46%	0.17
				0.536	41%	
				0.240	8%	
			γ	0.296	34.6	
				0.308	35.8	
				0.316	82.9%, 100	
^{75}Se	120d	ϵ (100)	γ	0.468	58%, 100	0.072
				0.265	27.4	
				0.121	93.1	
				0.136	42.9	
				0.280		

注: *该数值为辐射的相对强度, 带%号的表示绝对强度。

本项目 ^{192}Ir - γ 射线探伤机内含的放射源 ^{192}Ir 衰变时会发射出不同能量的 β 射线和 γ 射线, ^{75}Se - γ 射线探伤机内含的放射源 ^{75}Se 衰变时仅发射出不同能量的 γ 射线。根据《 γ 射线探伤机》(GB/T 14058-2023)中第5.4.1.1条款规定,当 γ 射线探伤机采用贫化铀作为源容器屏蔽材料时,其外表面应包覆足够厚度的低原子序数的非放射性材料,以减弱和吸收贫化铀发射的 β 辐射;其源通道也应包覆足够厚度的非放射性材料。 β 射线穿透能力相对较小,已基本被源容器屏蔽。因此, β 射线对周围环境的辐射影响甚微,可忽略不计,而 γ 射线具有较强的贯穿能力,则 $^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se}$ - γ 射线探伤机的污染因子主要是 γ 射线。

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)第 5.2.1.1 条款,本项目 $^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se}$ - γ 射线探伤机拟采用便携式探伤机,源容器外表面一定距离处周围剂量当量率控制值见表 9-7。

表 9-7 源容器外表面一定距离处周围剂量当量率控制值

探伤机类别	探伤机代号	最大周围剂量当量率 mSv/h	
		离源容器表面 5cm 处	离源容器表面 100cm 处
便携式	P	0.5	0.02

(2) 废旧放射源

公司使用的放射源到一定时间后,不能满足无损检测要求,将退役成为废旧放射源。本项目每台 γ 射线探伤机内含放射源的额定装源活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ (100Ci)/枚,其中 ^{192}Ir 计划5个月更换一次, ^{75}Se 计划8个月更换一次,则本项目废旧放射源 ^{192}Ir 年产生量为54枚/年(按每枚放射源1年更换两次计),废旧放射源 ^{75}Se 年产生量为33枚/年(按每枚放射源1年更换一次计)。参考《电离辐射防护基础》(陈志编著,清华大学出版社)P11页公式(2-11), ^{192}Ir 的半衰期为74.02d、 ^{75}Se 的半衰期为120d,则单枚废旧放射源的活度估算结果如下:

$$\text{废旧放射源 } ^{192}\text{Ir}: 3.70\times 10^{12}\text{Bq}/2^{(150/74.02)}=9.08\times 10^{11}\text{Bq} (24.5\text{Ci})$$

$$\text{废旧放射源 } ^{75}\text{Se}: 3.70\times 10^{12}\text{Bq}/2^{(240/120)}=9.25\times 10^{11}\text{Bq} (25.0\text{Ci})$$

公司应按照国家有关废旧放射源处置的相关规定要求，及时与供源单位签订废旧放射源返回协议。当放射源需要报废时，公司应按照协议规定将废旧放射源返回生产单位。公司已与浙江省科器进出口有限责任公司签订了废旧放射源返回协议，见附件15。

(3) 报废的 γ 射线探伤机

γ 射线探伤装置的安全使用期限为10年，报废的 γ 射线探伤机源容器采用贫铀屏蔽层，属于放射性固体废物，应委托 γ 射线探伤机生产单位进行回收处理。公司现有报废的 γ 射线探伤机已交于探伤机生产单位（海门伽玛星探伤设备有限公司）进行了回收处理， γ 射线探伤机报废清单见附件17。

(4) X射线

由X射线探伤机的工作原理可知，X射线随探伤机器的开、关而产生和消失。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。

项目X射线探伤机源项分析汇总表见表9-8。

表 9-8 项目 X 射线探伤机源项分析结果汇总表

型号	管电压 (kV)	有用线束/散射辐射的 X 射线 输出量 ^①		X 射线管头组装体漏射线所 致周围剂量当量率控制值 ^③ (mSv/h)
		mGy·m ² / (mA·min)	μSv·m ² / (mA·h) ^②	
RD-3605	360	18.6	1.12×10 ⁶	5
RT-3505T、RT-3505DH、 YG-XD350、RT-3505DL	350	17.4	1.04×10 ⁶	5
RT-3005T、YG-XZ300、 RT-3005TH、XXG-3005	300	20.9	12.5×10 ⁶	5
RD-2805ATM、RT-2805T、 RT-2805TH、RD-2805A	280	18.1	1.09×10 ⁶	5
XRS-3	270	16.7	1.00×10 ⁶	5
XXGHA-2505、YG-2505、 XXGH-2505Z、RT-2505TH	250	16.5	9.90×10 ⁵	5
RD-2305T	230	13.5	8.10×10 ⁵	5
RT-2005TH、RT-2005T、 XXG-2005、XXGH-2005	200	28.7	1.72×10 ⁶	2.5
YG-1605、YG-XD160、 RT-1605TH、RT-1605T、 CP160B	160	20.4	1.22×10 ⁶	2.5

注：①参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量，本次评价保守取表 B.1 中的较大值；在未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表 B.1 中各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计；表 B.1 中未给出的 X 射线输出量由内插法计算获取（管电压为 360kV 时，选取表 B.1 中 300kV 和 400kV 管电压下滤过条件为 3mm 铜的输出量，进行内插法计算得 $(23.5 \times 6 + 11.3 \times 4) / 10 = 18.6 \text{ mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，其它型号计算方法一致）。

②单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 的值以 $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 计算。

③根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中表 2，管电压为（150~200）kV 时，X 射线管头组

装体漏射线所致周围剂量当量率控制值为 2.5mSv/h；管电压>200kV 时，X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值为 5mSv/h。

9.3.2 非放射性污染

(1) 臭氧和氮氧化物

本项目放射源暂存库内储存的放射源与空气电离将产生臭氧和氮氧化物，该部分废气最终由机械排风装置排出。固定式探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，通过机械排风装置排至室外，对周围环境影响较小。

(2) 废显（定）影液、废胶片及洗片废水

探伤作业完成后，需对拍摄的底片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液、废胶片及洗片废水，属于《国家危险废物名录（2021年版）》中感光材料废物，危废代码为 HW16：900-019-16，并无放射性。根据建设单位提供的资料，本项目固定式探伤年拍片共约 5 万张，按洗 100 张片用 1L 显（定）影液，经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约 500L（约 0.5t），废胶片年产生量约 500 张（废片率按 1%计），该部分危险废物定期委托有资质的单位处理。完好的胶片中 90%直接交付于客户方进行存档，无需存档；10%为压力容器检测胶片，需按照《承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求》（NB/T 47013.1-2015）第 7.3.3 条款要求进行无损检测记录的保存，存档期限不低于 7 年。因此，本项目需要存档的胶片量为 4950 张，存档期满后作为危险废物委托有资质的单位处理。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 500+4950=5450（无损检测胶片尺寸大小存在差异，单片平均重量按 10g 计，则折合重量约 0.05t）。本项目暗室洗片过程中会产生洗片废液，参考同企业现有的实际产污经验值，本项目洗片废液年产生量约 1.0t。该部分废液含较高浓度的 AgBr、显（定）影剂及强氧化物，参考废显（定）影液作为危险废物进行管理，定期委托有资质的单位处理处置。此外，杭州总部附近移动探伤洗片产生的废显（定）影液、废胶片也将暂存于本项目危废暂存间定期委托有资质的单位处理处置。参考危废转移联单，杭州华安检测技术有限公司杭州总部附近移动探伤洗片产生的废显（定）影液、废胶片年产生量为 1.002t。

项目危险固体废物分析汇总表见表 9-9。

表 9-9 项目危险废物分析结果汇总表

序号	危废名称	危废类别	危险废物代码	产生量 (t/a)	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废显（定）影液	HW16	900-019-16	1.5	胶片冲洗	液态	硝酸、硫酸、卤化银、硼砂、	卤化银、对苯	每次探伤	T	固定式探伤及杭州总部附近

							对苯二酚	二酚			移动探伤产生的危废收集于危废暂存间,定期委托有资质单位处理处置。
2	废胶片	HW16	900-019-16	0.052	胶片冲洗	固态	卤化银	卤化银	每次探伤、存档期满	T	
3	洗片废液	HW16	900-019-16	1.0	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	

9.4 现有核技术利用项目工艺不足及改进情况

9.4.1 现有核技术利用项目基本情况

杭州华安检测技术有限公司现有杭州总部（位于杭州市西湖区留下街道留和路 56 号东穆村 1 号厂房）和温州项目部（位于温州市永嘉县瓯北街道安丰村），其中杭州总部现有 18 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、13 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机以及 98 台 X 射线探伤机，温州项目部现有 1 台 ^{60}Co - γ 射线探伤机和 2 台 X 射线探伤机。公司持有有效的《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证〔A0009〕，种类和范围：使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置，有效期至 2026 年 6 月 17 日。

公司每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，相关辐射工作场所检测结果均满足相关标准要求。公司已落实年度评估制度，编制了《辐射安全和防护状况年度评估报告》，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

公司现有 139 名辐射工作人员，均参加了生态环境部组织的辐射安全与防护培训且考核合格，其中 132 人培训类别为“X 射线探伤”与“ γ 射线探伤”，7 人培训类别仅为“ γ 射线探伤”。现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，已委托有资质的单位定期进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案。

公司现有核技术利用项目运行过程中无放射性废气、放射性废水产生，“三废”污染物主要为废旧放射源、报废的 γ 射线探伤机、探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片、洗片废液及臭氧和氮氧化物等。其中，废旧放射源均按国家相关法律规定及时返回到放射源生产单位进行收贮；报废的 γ 射线探伤机均交于探伤设备生产厂家（海门伽玛星探伤设备有限公司）进行报废处置；废显（定）影液、废胶片、洗片废液等危险废物集中收集后统一交由有资质单位进行处理；现有探伤室已设置机械排风系统，少量的臭氧和氮氧化物通过风管引至室外，对周围环境影响较小。

公司现有开展移动探伤与相关法规规定符合性如下：

表 9-10 现有项目与环发（2007）8 号文的对照性分析评价

《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》（环发（2007）8 号）		现有项目情况	符合情况
1	至少有 1 名以上专职人员负责辐射安全管理工作。	该公司已成立辐射安全管理领导小组，并配备 1 名专职人员负责辐射安全管理工作。	符合
2	从事移动探伤作业的，应拥有 5 台以上探伤装置。	公司共 60 台 γ 射线探伤机，均用于移动探伤。	符合
3	每台探伤装置须配备 2 名以上操作人员，操作人员应参加辐射安全与防护培训，并考核合格。	公司共有 139 人拥有伽马射线探伤类辐射安全与防护培训合格证书，可满足每台探伤装置须配备 2 名以上操作人员的要求。	符合
4	必须取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证。	公司已重新申领辐射安全许可证，在取得辐射安全许可证后开展探伤工作。	符合
5	探伤装置的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的探伤装置。	公司已在日常操作中落实该要求，当 γ 射线探伤装置到 10 年年限后，及时报废，并将该要求写入探伤设备管理要求。	符合
6	明确 2 名以上工作人员专职负责放射源库的保管工作。放射源库设置红外和监视器等保安设施，防护门应为双人双锁。探伤装置用毕不能及时返回本单位放射源库保管的，应利用保险柜现场保存，但须派专人 24 小时现场值班。保险柜表面明显位置应粘贴电离辐射警告标志。	公司安排 2 名工作人员专职负责现有放射源库的保管工作，放射源库设有红外报警装置，放射源库内和出口处装有视频监控装置，对现有放射源库实行 24 小时监控，现有放射源库入口设置有电离辐射警告标志，现有放射源库设计为双人双锁。当天移动探伤工作完成，γ 射线探伤机不能返回到放射源暂存库时，公司按要求设置有放射源临时贮存场所。	符合
7	制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台账和定期清点检查制度。定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。核实时应有 2 人在场，核实记录应妥善保存，并建立计算机管理档案。	公司已制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台账和定期清点检查制度，并由专门的放射源保管员做好放射源相关的领取、归还和登记工作，在今后的探伤工作过程中严格按照制度执行，由 2 名放射源暂存库工作人员在场定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应，核实记录妥善保存，并建立计算机管理档案。	符合
8	每个月对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修。并做好记录。严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辫位置指示器等存在故障的探伤装置。	公司已制定相应的设备维修制度，制度中明确：每个月对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题及时维修，并做好记录；在实际探伤过程中严格按照制度执行，严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辫位置指示器等存在故障的探伤装置。	符合
9	探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员应配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。	公司每次开展 γ 射线移动探伤工作，单个探伤小组配备 2 名探伤操作人员和 1 名现场安全员同时在场，每名辐射工作人员均佩戴 1 枚个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。个人剂量计定期送交有资质的检测单位进行测量，并建立个人剂量档案。	符合
10	每次探伤工作前，操作人员应检查探伤装置的安全锁、联锁装置、位置指示器、输源管、驱动装置等的性能。	公司已制定 γ 射线移动探伤操作规程，明确规定：每次探伤工作前，操作人员应检查探伤装置的安全锁、联锁装置、位置指示器、输源管、驱动装置等的性能。实际工作过程中，探伤操作人员严格按照探伤操作规程执行。	符合

11	探伤装置必须专车运输，专人押运。押运人员须全程监护探伤装置。	公司已委托浙江省科学器材进出口有限责任公司负责运输探伤装置，严格遵守探伤装置专车运输，专人押运。押运人员须全程监护探伤装置。	符合
12	室外作业时，应设定控制区，并设置明显的警戒线和辐射警示标识，专人看守，监测控制区的辐射剂量水平。	开展移动探伤时，现场安全员严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求设定控制区和监督区，并设置明显的警戒线和辐射警示标识，必要时设专人警戒，现场安全员监测控制区和监督区的辐射剂量水平，并记录档案。	符合
13	作业结束后，必须用辐射剂量监测仪进行监测，确定放射源收回源容器后，由检测人员在检查记录上签字，方能携带探伤装置离开现场。	移动探伤作业结束后，现场安全员用辐射巡测仪进行监测，确定放射源收回源容器后，由现场安全员在检查记录上签字，方携带探伤装置离开现场。	符合
14	探伤装置转移到外省、自治区、直辖市使用的，使用单位应当于活动实施前填写“放射性同位素异地使用备案表”，先向使用地省级环境保护主管部门备案，经备案后，到移出地省级环境保护主管部门备案。异地使用活动结束后，使用单位应在放射源转出使用地后20日内，先后向使用地、移出地省级环境保护主管部门注销备案。	现有移动探伤项目的作业范围为全国各地，公司已严格落实放射源异地作业备案登记制度。	符合
15	更换放射源时，探伤装置使用单位应向所在地省级环境保护主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源；探伤装置使用单位、放射源生产单位应当在转让活动完成之日起20日内，分别将1份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级环境保护主管部门备案。	更换放射源时，该公司向浙江省生态环境厅提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源；在转让活动完成之日起20日内，杭州华安检测技术有限公司与放射源生产单位分别将1份《放射性同位素转让审批表》报送各自所在地省级生态环境主管部门备案。	符合
16	发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。事故单位应根据法规要求，立即向使用地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。	公司已制定《辐射事故应急预案》，在预案中明确规定：发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告，公司应根据法规要求，立即向使用地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。	符合

表 9-11 现有项目与环办函（2014）1293 号文的对照性分析评价

《关于进一步加强γ射线移动探伤辐射安全管理的通知》（环办函（2014）1293号）		现有项目情况	符合情况
1	加强从业人员管理，按照法规要求做好人员培训工作，严禁无证人员操作探伤装置。	公司从事γ射线移动探伤辐射工作人员上岗前，均按照法规要求参加辐射安全与防护培训，并考核合格后上岗，严禁无证人员操作探伤装置。	符合
2	γ射线移动探伤作业时应配备现场安全员，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作。现场安全员应接受与操作人员等同的辐射安全培训。	公司单个工作组开展移动探伤时，探伤现场均配备1名现场安全员，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作。现场安全员上岗前，均按照法规要求参加与操作人员等同的辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	符合
3	γ射线移动探伤室外作业时（应急探伤作业除	公司在实际探伤工作中，在作业现场边界外	符合

	外), 应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌, 将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示, 接受公众监督。安全信息公示牌面积应不小于 2 平方米, 公示信息应采取喷绘 (印刷) 的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要 (具备防水、防风等抵御外界影响的能力), 确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌, 禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。	公众可达地点放置安全信息公示牌, 将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和生态环境部门监督举报电话等信息进行公示, 接受公众监督。公司严格要求制定安全信息公示牌。	
4	各 γ 射线移动探伤装置使用单位应明确并牢记辐射安全主体责任, 及时履行环保手续, 加强企业自身的辐射安全管理, 强化辐射工作人员的法律法规学习, 培植单位的核安全文化, 防止事故发生。	公司已成立辐射安全管理领导小组, 明确了相关岗位责任, 并定期组织辐射工作人员辐射安全与防护培训, 并建立企业核安全文化, 杜绝事故的发生。	符合
5	各 γ 射线移动探伤装置生产单位应对探伤装置的设计进行持续改进, 提升装置的固有安全性, 避免人为违规操作导致安全事故发生。	公司为 γ 射线移动探伤装置使用单位, 不属于生产单位。相关生产单位应主动配合该项要求。	/
6	各地应强化对 γ 射线移动探伤装置生产、销售、使用单位的监督管理, 加大监督检查力度, 及时处理公众举报, 对违规操作零容忍, 对弄虚作假零容忍, 对违法行为从严查处。	公司一直主动配合主管部门的监督管理。	/
7	各地应强化对 γ 射线移动探伤异地使用备案的管理, 在 γ 射线移动探伤异地首次作业时, 作业现场所在地承担监管职责的环保部门应进行现场检查, 核实相关信息, 督促企业做好辐射安全工作, 消除安全隐患。	公司一直主动配合主管部门对 γ 射线移动探伤异地使用备案的管理。	/
11	作业单位应每月对探伤机及配件进行检查、维护, 每 3 个月对探伤机的性能进行全面检查、维护, 发现问题及时维修, 并做好记录。	该公司已制定相应的设备维修制度, 制度中明确: 每个月对探伤装置的配件进行检查、维护, 每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护, 发现问题及时维修, 并做好记录。	符合
12	作业单位之间不得借用许可资质、探伤机和辐射工作人员, 未通过相应核技术辐射安全与防护考核的人员不得作业。	该公司不借用许可资质、探伤机和辐射工作人员, 未通过相应核技术辐射安全与防护考核的人员不得作业。	符合
13	作业单位不得使用超过 10 年的探伤机, 不得使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辫位置指示器等存在故障的探伤机。	对于超过安全使用年限的 γ 射线探伤机, 公司严格执行相关报废工作。公司开展 γ 射线探伤以来, 合计报废 10 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机 9 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机, 均交于探伤设备生产厂家 (海门伽玛星探伤设备有限公司) 进行报废处置。	符合
14	作业单位应在现场项目部存放项目相关的操作规程、应急预案、出入库记录等辐射安全管理资料。作业结束后, 应当将项目的相关资料及时归档, 保留期限至少两年。	作业项目地存放项目相关的辐射环境管理资料, 并将所有项目点的相关资料及时归档, 保留期限不少于两年。	符合
15	作业委托单位应选择辐射安全管理水平良好的作业单位, 与作业单位签订职责明确的责任书, 明确专人负责, 提供能满足作业要求的工	公司与委托单位签订职责明确的责任书, 作业场所和放射源贮存库不符合辐射安全管理要求的, 不接受委托开展作业。	符合

	作场所，配合落实放射源贮存库等。作业场所和放射源贮存库不符合辐射安全管理要求的，作业单位不得接受委托开展作业。		
16	作业单位应确保每台探伤机至少有 2 名操作人员和 1 名现场安全员同时在场。同一作业点，同一单位有多台探伤机使用的，现场安全员配备须满足辐射安全管控要求。操作人员以及现场安全员应配备个人剂量报警仪和个人剂量计，并持有标注照片、姓名、培训类别和所属单位等的人员信息牌。每个作业点配备至少 1 台辐射监测仪以及必要的个人防护和应急用品。	公司每台 γ 射线探伤机配备 2 名辐射操作人员和 1 名现场安全员同时在场，探伤作业时，操作人员以及现场安全员应配备个人剂量报警仪和个人剂量计，并佩戴标注照片、姓名、培训类别和所属单位等人员信息牌。每个作业点配备至少 1 台 X- γ 剂量率仪以及必要的个人防护和应急用品。	符合
17	探伤作业时（应急探伤除外），作业单位必须在作业现场边界外公众可达地点放置面积不小于 2 平方米的安全信息公示牌，公告作业单位名称、作业时间、区域、负责人和联系电话等信息。作业单位应将作业计划和影响范围书面告知作业委托单位，作业委托单位应通知本单位相关人员，并协助作业单位做好周围公众的告知和警戒工作。	室外探伤时（应急探伤作业除外），在作业现场边界外公众可达地点放置面积不小于 2 平方米的安全信息公示牌，公告作业单位名称、作业时间、区域、负责人和联系电话等信息；并将作业计划和影响范围书面告知委托单位；委托单位应当通知本单位相关人员，并协助作业单位做好周围公众的告知和警戒工作。	符合
18	探伤作业时，作业单位应按标准设定控制区和监督区，设置明显的警戒线、警示灯和辐射警示标识，监测、记录辐射剂量水平。在监督区边界外进行全程警戒和巡检，防止无关人员进入监督区。	现有项目作业现场按标准设定控制区和监督区，设置明显的警戒线和辐射警示标识，监测、记录辐射剂量水平。在监督区边界外进行全程警戒和巡检，防止无关人员进入监督区。	符合
19	在探伤机出入放射源贮存库以及离开作业场所时，作业单位必须对探伤机进行辐射剂量监测，并记录剂量监测值和转移时间等信息。	公司配备便携式 X- γ 剂量率仪，在探伤机出入放射源暂存库、临时存放场所，以及离开作业场所时，对探伤机进行辐射剂量监测，并记录剂量监测值和转移时间等信息。	符合
20	放射源贮存库应满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的要求，不得存放易燃、易爆、腐蚀性等物品。指定专职人员负责放射源贮存库的安保工作，24 小时人员值守，实施双人双锁管理。安装入侵报警装置和视频监控等安保设施，实施 24 小时持续有效视频监控，监控录像保存 30 天以上。	公司放射源暂存库满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的要求，未存放易燃、易爆、腐蚀性物品等，并由管理人员定期清点记录放射源情况；放射源暂存库安装 24 小时持续有效视频监控，监控录像保存 30 天以上，并实施双人双锁管理，由专职工作人员负责。	符合
21	作业单位应加强作业活动的数字化管理工作，规范使用移动探伤放射源在线监管系统（以下简称“在线监管系统”），实现作业活动的全流程闭环管理。	该公司加强作业活动的数字化管理工作，规范使用移动探伤放射源在线监管系统，实现作业活动的全流程闭环管理。	符合
22	每台探伤机均应安装在线监管系统终端，未安装终端的不得使用。作业单位应加强终端的日常管理和维护，确保数据上传有效。	公司每台探伤机均安装在线监管系统终端，未安装终端的不得使用。公司加强终端的日常管理和维护，确保数据上传有效。	符合
23	作业单位应做好在线监管系统人员、放射源、探伤机、异地使用等信息录入及更新，按在线监管系统要求落实出入库扫码工作。	公司已做好在线监管系统人员、放射源、探伤机、异地使用等信息录入及更新，按在线监管系统要求落实出入库扫码工作。	符合
24	本省单位进行跨设区市作业的，应在作业实施前 10 日内向移入地设区市生态环境主管部门报告。作业活动结束后 20 日内向移入地设区市生态环境主管部门报告注销。需变更作业点	公司严格落实放射源异地作业备案登记制度。	符合

	的，应在完成原异地使用报告注销手续后，重新办理报告手续，放射源可不返回本单位注册地。需延长作业时间的，可直接办理报告延期手续。		
25	本省单位送贮废旧放射源的，应当在废旧放射源送贮活动完成之日起 20 日内，向注册地生态环境主管部门办理备案手续。	公司在废旧放射源送贮活动完成之日起 20 日内，向注册地生态环境主管部门办理备案手续。	符合
26	各级生态环境主管部门应当将作业单位列为特殊监管对象，加强监督管理，强化作业点的现场检查及在线监管系统使用情况的监督检查。	该公司主动配合主管部门的监督管理。	符合
27	作业单位和作业委托单位违反本规定的行为，各级生态环境主管部门按有关法律、法规、规章进行查处，按规定公开环境违法信息，相关情况纳入企业环境信用评价结果。	该公司主动配合主管部门的监督管理。	符合
28	作业单位在移入地首次作业时，当地生态环境主管部门应对其现场检查，核实相关信息，督促作业单位做好辐射安全工作，消除安全隐患。	该公司主动配合主管部门的监督管理。	符合

9.4.2 原有贮源库退役管理要求

随本项目杭州总部整体搬迁，原位于杭州市西湖区留下街道留和路 56 号东穆村 1 号厂房内的贮源库计划实施退役。该贮源库内贮存的放射源全部搬迁至本项目拟建放射源暂存库后，应委托有资质单位对退役贮源库及周围环境的 γ 辐射剂量率和表面污染进行监测，若不存在污染，应进行登记；若存在污染则应编制核技术利用项目退役环境影响报告表。在履行相应环保手续后方可退役。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局

本项目探伤工作场所位于华测检测长三角总部 4#仓库 1 层，由 1 间探伤室、1 间放射源暂存库、1 间 X 射线机储存室以及各辅助用房（控制室、暗室、胶片存放室兼评片室、危废暂存间、安保值班监控室等）组成。探伤室的北侧拟设 1 扇工件门（电动开启），便于工件进出。探伤室与控制室之间设有“L”型迷道和人员门（电动开启），便于工作人员进出探伤室，并通过迷道多次散射降低工作人员受照剂量。探伤工件最大尺寸为 3.0m（长）×2.5m（宽）×2.5m（高），探伤室内尺寸 9.5m（长）×6.0m（宽）×4.35m（高），工件门的门洞尺寸为 3.0m（宽）×3.5m（高），采用导轨输送工件进出探伤室，探伤室设计满足探伤工件进出探伤室并位于探伤室内探伤的要求。曝光后的胶片统一在暗室、胶片存放室兼评片室内完成洗片、评片工作。产生的各类危废在危废暂存室内暂存，定期委托有资质的单位处理处置。探伤室西侧和东侧分别设有 1 间放射源暂存库和 1 间 X 射线机储存室，主要分别用于 $^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se-}\gamma$ 射线探伤机、X 射线探伤机不作业的临时存放。放射源暂存库与 X 射线机储存室紧邻探伤室分布，方便设备的存取工作。探伤工作场所的平面和剖面设计分别见附图 9 和附图 10。

因此，本项目探伤工作场所的功能设计、布局较为完善，满足固定式探伤和设备暂存的基本用房配置需求。探伤室的尺寸设计已预留宽裕的作业空间，满足最大工件位于探伤室内关门探伤的要求。探伤室的设置已充分注意周围的辐射安全，控制室已避开有用线束照射的方向并与探伤室分开，布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.1 条款要求，合理可行。

10.1.2 辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第 6.4 条款规定，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指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的区域。

根据两区划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理。本项目拟将探伤室和放射源暂存库实体屏蔽围成的内部区域划为控制区，在探伤室和放射源暂存库防护门外 1m 处采用黄色警戒线作为标志，探伤/贮源期间禁止任

何人员入内，并设置电离辐射警告标志和中文警示说明；控制室、暗室、胶片存放室兼评片室、危废暂存间、安保值班监控室、X射线机储存室、各辅助用房之间的过道以及探伤室和放射源暂存库四侧屏蔽体外1m其他区域划为监督区，探伤/贮源期间限制非辐射工作人员入内，分区管理示意图见附图13。

10.1.3 辐射工作场所屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目各辐射工作场所的屏蔽防护设计方案见表10-1和表10-2。

表 10-1 探伤室屏蔽情况一览表

项目		屏蔽防护设计方案
探伤室	外尺寸	面积为 87.52m ² (含迷道)，10.8m (长) × 8.85m (宽) × 5.0m (高)
	内尺寸	面积为 57m ² (不含迷道)，9.5m (长) × 6.0m (宽) × 4.35m (高)
四侧防护墙		650mm 重晶石混凝土
顶棚		650mm 重晶石混凝土
工件门 (设于北墙)		电动移门，门洞尺寸为 3.0m (宽) × 3.0m (高)；门体尺寸为 4.0m (宽) × 3.7m (高)，采用 650mm 重晶石混凝土防护；门与墙体左、右、上搭接各为 500mm，下搭接为 200mm
迷道		迷道设置形式为 L 型，宽 900mm，迷道内外墙均为 650mm 重晶石混凝土
人员门		电动移门，门洞尺寸为 0.9m (宽) × 2.1m (高)；门体尺寸为 1.2m (宽) × 2.3m (高)，采用 15mm 铅防护；门与墙体左、右、上搭接各为 150mm，下搭接为 50mm
穿线管		预留 3 根，管径 100mm，埋深 400mm，以“U”型埋地管道穿越探伤室的东侧迷道，连接至控制室的操作台
通风管		预留 1 根，管径 300mm，埋深 400mm，以“U”型埋地管道穿越探伤室的南墙至室外 5m 处高空排放，风机设计风量 1300m ³ /h
注：1、重晶石混凝土的密度不低于 3.2g/cm ³ ，铅的密度不小于 11.3g/cm ³ ； 2、探伤室的正下方为土层，不做特殊防护。		

表 10-2 放射源暂存库屏蔽情况一览表

项目		屏蔽防护设计方案
放射源暂存库	外尺寸	面积为 45.6m ² ，7.3m (长) × 6.25m (宽) × 4.5m (高)
	内尺寸	面积为 4.7m ² ，6.5m (长) × 5.2m (宽) × 4.1m (高)
东侧墙体		与探伤室共用，650mm 重晶石混凝土
北、西、南侧墙体		400mm 普通混凝土
顶棚		400mm 普通混凝土
防护门		电动移门，门洞尺寸为 0.9m (宽) × 2.1m (高)；门体尺寸为 1.2m (宽) × 2.3m (高)，采用 25mm 铅防护；门与墙体左、右、上搭接各为 150mm，下搭接为 50mm。
“一坑一源”源坑		共设有 40 个“一坑一源”源坑，采用下沉式设计，源坑内嵌源坑箱，内尺寸为 420mm (长) × 220mm (宽) × 470mm (深)，5mmPb；每个源坑设置 1 个铰链式坑盖，坑盖尺寸为 480mm (长) × 280mm (宽)，10mmPb。源坑设计见图 12。
“一坑四源”源坑		共设有 8 个“一坑四源”源坑，采用下沉式设计，源坑内嵌源坑箱，内尺寸为 840mm (长) × 440mm (宽) × 470mm (深)，5mmPb，每个源坑箱有 4 格 (2 × 2，由隔板隔开)；每个源坑设置 1 个铰链式坑盖，坑盖尺寸为 900mm (长) × 500mm (宽)，10mmPb。源坑设计见图 12。
通风管		预留 1 根，管径 300mm，埋深 400mm，以“U”型埋地管道穿越探伤室的南墙至室外 5m 处高空排放，风机设计风量 700m ³ /h。

注：1、表中普通混凝土的密度不小于 2.35g/cm³，重晶石混凝土的密度不低于 3.2g/cm³，铅的密度不小于 11.3g/cm³；
2、放射源暂存库正下方均为土层，不做特殊防护。

探伤室应按照设计图纸文件和国家有关标准规范进行土建工程和附属工程的施工及安装，确保施工质量和辐射屏蔽防护性能。建设单位应做好以下工作：①探伤室的四侧屏蔽墙及顶棚属于大体积混凝土浇筑，应尽量保证一次整体浇筑并有充分的振捣，以防出现裂缝和过大的气孔，影响屏蔽效果。②合理设置电缆管道、控制导管、排风管道等敷设形式，不得破坏探伤室墙体的屏蔽效果。③探伤室的防护门安装时应尽可能减少缝隙泄漏辐射，通常防护门宽与门洞的部分应大于“门-墙”间隙的 10 倍。放射源暂存库的施工建设要求参考探伤室。

本项目探伤室的屏蔽墙厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。经理论预测，探伤室/放射源暂存库的四侧墙体、防护门和顶棚外 30cm 处的周围剂量当量率均满足 2.5μSv/h 的限值要求，职业人员满足 GB 18871-2002 中职业照射剂量限值要求，周围公众年有效剂量满足 GB 18871-2002 中公众照射剂量限值和本项目剂量约束值的要求。因此，本项目探伤室和放射源暂存库的辐射屏蔽防护设计方案合理可行。

10.1.4 辐射安全和防护及环保措施

10.1.4.1 探伤装置固有安全属性

表 10-3 探伤装置固有安全属性

装置名称		设备技术要求
γ 射线探伤机	源容器及其传输导管	本项目 γ 射线探伤机类别为便携式（P），当源容器装载最大活度值的密封源并处于锁定状态且装配好保护盖（若有）时，源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率不超过《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 2 规定的控制值，随机文件中有该指标的说明。其他放射防护性能符合 GB/T 14058 的要求。
X 射线探伤机	探伤装置	本项目 X 射线探伤机在额定工作条件下，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《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。
	操作台	操作台拟设置有高压接通时的外部报警或指示装置；设有钥匙开关和紧急停机开关；设延时开机功能。

10.1.4.2 工作前检查项目和设备维护

表 10-4 本项目探伤装置工作前检查与设备维护内容

γ 射线探伤机	工作前检查项目	a) 检查源容器和源传输导管的照射末端是否损伤或者有异常；b) 检查螺母和螺丝的紧密程度、螺纹和弹簧是否有损伤；c) 确认放射源锁紧装置工作正常；d) 检查控制软轴末端是否有磨损、损坏（磨损标准由厂家提供），与控制导管是否有效连接；e) 安全连锁是否工作正常；f) 报警设备和警示灯运行是否正常；g) 检查源容器和源传输导管是否连接牢固；h) 检查源传输导管和控制导管是否有毛刺、破损、扭结；i) 检查警告标签和源的标志内容是否清晰；j) 测量源容器表面一定距离处的周围剂量当量率是否符合 5.2.1.1 的要求，并确认放射源处于屏蔽状态。
	设备维护	a) 应定期对探伤装置中涉及放射防护的部件进行检查维护，发现问题及时维修。

		维修探伤装置时，应由厂家专业人员将放射源倒入换源器后进行。使用单位的人员不应单独对探伤装置进行维修。b) 应经常对探伤装置的控制组件包括摇柄、源传输导管进行润滑擦洗，齿轮应经常添加润滑剂，并对源传输导管接头进行擦洗，避免灰尘和砂粒。c) 探伤装置的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的探伤装置。d) 每个月对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。e) 严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辫位置指示器等存在故障的探伤装置。f) 更换输源管、控制缆和源辫等配件时，必须使用该探伤装置原生产厂家的合格配件。
X 射线探伤机	工作前检查项目	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) 安全联锁是否正常工作；d) 报警设备和警示灯是否正常运行；e) 螺栓等连接件是否连接良好；f) 机房内安装的固定式场所辐射探测报警装置是否正常。
	设备维护	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。

10.1.4.3 X、 γ 射线探伤机临时贮存场所辐射安全和防护措施

本项目 X、 γ 射线探伤机不作业时，均存放于厂区内放射源暂存库和 X 射线机储存室。

表 10-5 探伤装置不作业时贮存场所辐射安全和防护措施

项目	拟采取的辐射安全和防护措施
放射源	<p>放射源暂存库</p> <p>①放射源暂存库设计已考虑“防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏”的基本要求，不存放易燃易爆、腐蚀性等物品。</p> <p>②放射源暂存库墙体结构上拟防火，库内严禁烟火，库房附近拟配若干灭火器，满足“防火”要求。</p> <p>③放射源暂存库的地面拟采用水泥硬化处理，并设置防潮层以防渗，放射源暂存库四周拟设排水沟，满足“防水”要求。</p> <p>④放射源暂存库出入口唯一出入口仅连通安保值班监控室，防护门及源坑的铅盖均拟设防盗锁，保持在锁紧状态，并指定 2 名工作人员专职负责放射源暂存库的保管工作，实行双人双锁制度。库内及门口拟设置 24 小时持续有效的视频监控录像系统，且录像保存在 90 天以上，并与值班室联网；拟设置红外线报警装置，并与当地公安“110”联网，满足“防盗、防破坏”要求。</p> <p>⑤领用、交还含放射源的源容器时，对离源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率进行测量，确认放射源在源容器内。含放射源的源容器按规定位置存放，领用和交还均有详细的登记，满足“防丢失”的要求。</p> <p>⑥放射源暂存库拟采用符合标准要求的实体屏蔽进行防护，经辐射环境影响预测，本项目满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“放射源贮存设施在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$”的要求，同时满足《核技术利用放射性废物库 选址、设计与建造技术规范》(HJ 1258—2022)中“库房盖板正上方 0.5m 处的最大剂量率不超过 $20\mu\text{Sv/h}$；库房外墙表面 0.3m 处的最大剂量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$”的要求，其辐射屏蔽防护性能有效可行，满足“防射线泄漏”要求。</p> <p>⑦放射源暂存库内及附近严禁存放易燃易爆和腐蚀性物品，放射源暂存库四周主要为其他探伤工作场所、厂区道路、农田、厂区外道路，均不涉及易燃易爆物质及危险化学品等存放，满足“防爆”要求。</p> <p>⑧放射源暂存库出入口的防护门和源坑的坑盖上均拟设显著的电离辐射警告标志，告诫无关人员请勿靠近。</p> <p>⑨本项目为 II 类放射源，其风险等级为二级，治安防范级别也为二级，公司严格按照《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》(GA 1002-2012)的标准要求，加强放射源暂存库的安保措施。</p>

	<p>⑩公司新厂区拟制定含源 γ 射线探伤机的领取、归还和登记制度，放射源台账和定期清点检查制度，明确放射源的流向。定期核实探伤装置中的放射源，明确每枚放射源与探伤装置的对应关系，做到账物相符，一一对应。核实时应有 2 人在场，核实记录应妥善保存，并建立计算机管理档案。同时，放射源暂存库现场处拟张贴相关辐射安全管理制度。</p>
射线装置	<p>X射线机储存室</p> <p>①X射线机储存室仅存放X射线探伤机，不涉及射线装置的使用、调试及检修工作。探伤机检修均由设备生产厂家承担，建设单位工作人员不承担检修工作。</p> <p>②X射线机储存室实行双人双锁，由专职工作人员负责，采用防盗门，门上设有电离辐射警告标志。同时，储存室入口处拟设视频监控装置，可实时掌握库房动态。</p> <p>③X射线机储存室应满足“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。</p> <p>④公司应制定射线装置的领取、归还和登记制度，并建立设备管理台账。</p>

10.1.4.4 X、 γ 射线固定式探伤辐射安全和防护措施

项目	拟采取的辐射安全和防护措施
探伤室的建设	<p>本项目建有 1 间探伤室，开展 X、γ 射线固定式探伤。根据国家相关法律法规和标准要求，并结合项目实际情况，本项目在投入使用前，拟具备以下辐射安全和防护措施：</p> <p>(1) 探伤室的工件门和工作人员出入口均拟设置门-机联锁装置，防护门与所有探伤机联锁，确保在防护门关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置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，能立刻停止出束或回源。</p> <p>(2) 探伤室的门口和内部拟同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与所有探伤机联锁。“预备”信号可以持续足够长的时间，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。在醒目的位置处有对“照射”和“预备”信号意义的说明。</p> <p>(3) 探伤室拟设 1 套 24 小时持续有效的视频监控系统，且录像保存时间在 30 天以上，并与厂区的值班室联网。视频监控装置拟设 3 个，分别位于探伤室东北侧、西南侧以及工件门外，保证监控无死角。在控制室的操作台拟设专用的监视器，可监控探伤室内人员活动情况和探伤装置的运行情况。</p> <p>(4) 探伤室的工件门、人员门均拟设置符合 GB 18871-2002 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p> <p>(5) 探伤室内的西北侧、东侧、西侧墙面，迷道口以及操作室的操作台等处均拟设 1 个紧急停机按钮，并给出清晰的标记和说明，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮的安装，可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。按钮带有标签，标明使用方法。</p> <p>(6) 探伤室内拟设 1 套机械通风装置，每小时有效通风换气次数不小于 3 次，排风管道外口已避免朝向人员活动密集区。</p> <p>(7) 探伤室内拟安装 1 套固定式场所辐射探测报警装置，在探伤室内设置固定式辐射剂量监测仪探头，该监测系统能够显示机房内实时辐射剂量率，并有报警功能，其显示单元设置在操作室，并与门联锁。</p> <p>(8) 探伤室拟配置 1 台便携式 X-γ 剂量率仪巡测，防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起。</p> <p>(9) 探伤室的工件门和人员门拟采用电动门，均具有防夹功能。工件门和人员门的内侧分别拟设 1 个室内紧急开门装置，紧急状态下室内人员可开启该装置而离开探伤室。同时，工作人员可通过操作台上的电动操控按钮从室外打开工件门，通过工作人员出入口外侧墙上的电动操控按钮从室外打开工作人员出入口。</p> <p>(10) 探伤室的工件门外 1m 处拟划定黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。</p>
探伤操作的放射防护	<p>(1) 对正常使用的探伤室应检查检测室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。</p> <p>(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检测室，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。</p>

	<p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p>
辐射安全管理	<p>(1) 严格控制探伤室运行工况，每次探伤工作仅限 1 台探伤机开机运行，禁止 2 台及 2 台以上探伤机同时开机运行。</p> <p>(2) 公司应建立放射源和射线装置的管理档案和台帐记录，贮存、领取、使用、归还探伤机时应及时进行登记、检查，做到账物相符，并要求专人负责保管。</p> <p>(3) 相关辐射安全规章制度应张贴上墙于探伤工作现场处。</p>

10.1.4.5 辐射防护设施、辐射检测仪器及防护用品配置

本项目探伤室单次仅开启 1 台探伤机，不涉及 2 台及 2 台以上探伤机同时运行工况。本项目拟配置 7 名辐射工作人员，其中 1 名为辐射安全管理人员，2 名为放射源管理人员；4 名为固定式探伤操作人员，每 2 名为一个固定式探伤小组，共同承担 1 间探伤室内所有的探伤作业。本项目辐射防护设施、辐射检测仪器与防护用品配置计划见表 10-7。

表 10-7 本项目辐射防护设施、辐射检测仪器与防护用品配置计划表

类别	辐射防护设施	单组配置	备注
放射源管理	个人剂量计	2 枚	现有
	个人剂量报警仪	2 个	现有
	便携式 X- γ 剂量率仪	1 台	现有
	视频监控装置	3 个	放射源暂存库内拟安装 2 个，安保值班监控室内拟安装 1 个
X、 γ 射线固定式探伤	个人剂量计	4 枚	现有
	个人剂量报警仪	4 个	现有
	便携式 X- γ 剂量率仪	1 台	现有
	固定式场所辐射探测报警装置	1 套	拟安装于探伤室东南侧
	显示“预备”和“照射”状态的指示灯、声音提示装置，并与探伤机联锁	3 套	探伤室的工件门口、工作人员出入口和内部各拟安装 1 套
	视频监控装置	3 个	探伤室内拟安装 2 个、探伤室工件门外拟安装 1 个
	监视器	1 个	拟安装于控制室的控制台
	紧急停机按钮	6 个	探伤室内拟安装 5 个、控制室的控制台拟安装 1 个
机械通风装置	1 套	拟安装于探伤室南侧	

本项目用于探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定/标准，并取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应。

10.1.4.6 探伤设施的退役

1、本项目 X 射线探伤机后期如报废，公司应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

2、本项目 γ 射线探伤机内含 II 类放射源，相关工作场所如服务期满并拟淘汰使用，公司应按照《核技术利用设施退役》（HAD 401/14-2021）的要求实施探伤室的退役活动，并根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》的规定，及时办理相应的退役环境影响评价手续，确保退役场所满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中相关要求，方可无限制开放使用。

3、当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序，包括以下内容：

(a) 有使用价值的 γ 放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者按照 GBZ117-2022 第 5.2.5 条中废旧放射源的处理要求执行。

(b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与 γ 射线源一样对待。

(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。

(d) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

(e) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

(f) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

10.1.4.7 危险废物环境管理措施

本项目固定式探伤的洗片工作均在新厂区的暗室内完成；该过程产生的废显（定）影液、废胶片和洗片废液等危废收集后暂存于危废暂存间，再定期委托杭州立佳环境服务有限公司处理处置。

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）与《危险废物转移管理办法》（生态环境部令第 23 号）等规定，为降低危险废物对环境的影响程度，建设单位针对危险废物的贮存、转移和处置等环节拟采取如下环境管理措施：

(1) 危废暂存间情况

本项目固定式探伤产生的危废全部暂存于危废暂存间，位于 4#仓库 1 层，建筑面积约 8.32m²，一次性最大贮存能力约 8t，该场所的建设必须满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB

18597-2023)中“防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐”的要求,库内地面采取硬化处理和防渗措施;采用防盗门,门上设置符合《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022)要求的危废标识和防盗锁,并由专人管理;库内分区存放,不同贮存分区之间应采取隔离措施,并设置液体导流和收集设施。根据工程分析计算可知,本项目固定式探伤及原有项目部分移动探伤的废显(定)影液、废胶片与洗片废液的年产生总量为2.552t,计划的贮存期限为1年,可以满足本项目危废贮存的空间要求。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求,本次评价明确危险废物贮存场所(设施)的名称、位置、占地面积、贮存方式、贮存容积、贮存周期等内容,具体见表10-8。

表 10-8 危险废物贮存场所(设施)基本情况表

序号	贮存场所(设施)名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积	贮存方式	贮存能力	贮存周期
1	危废暂存间	废显(定)影液	HW16	900-019-16	4#仓库 1层	8.32m ²	专用防渗容器	8t	每年转移
2		废胶片	HW16	900-019-16			袋装堆放		
3		洗片废液	HW16	900-019-16			专用防渗容器		

危废暂存间的环境管理应满足:①专人管理,其他人员未经允许不得入内。②危险废物贮存前应做好统一包装,防止渗漏,同时配备计量称重设备进行称重,危废包装容器应粘贴符合规定的标签,注明危险废物名称、来源、数量、主要成分和性质。③危险废物必须分类分区贮存,不同类危险废物间应有明显间隔,严禁不相容、具有反应性的危险废物混合贮存。④建立危险废物管理台账,管理人员应作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、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称。危险废物的记录和货单在危险废物回取后应继续保留三年。

(2) 危废的转移

对于厂内运输,本项目危废从厂区内产生环节运输到危废暂存间,应由专人负责,专用容器或废物袋收集转移,避免可能引起的散落、滴漏。对于厂外运输,危废由有资质单位定期到厂内收集并运输转移,采用专用车辆。危废转移过程中应严格执行转移联单管理制度,危险废物电子转移联单数据应当在信息系统中至少保存十年。

(3) 危废的委托处置

杭州华安检测技术有限公司已与杭州立佳环境服务有限公司签订了危废委托处置合同,相关委托合同及资质证书见附件14。

10.2 三废的治理

本项目的运行无放射性废水、放射性废气产生。

(1) 公司应按照国家有关废旧放射源处置的相关规定要求，及时与放射性生产销售单位签订废旧放射源返回协议。公司已与浙江科学器材进出口有限责任公司签订了放射性同位素转让及退役源返回协议。

(2) 超过安全使用期限的报废 γ 射线探伤机属于放射性固体废物，应委托探伤机生产单位进行回收处理。公司已与探伤机生产单位（海门伽玛星探伤设备有限公司）签订了报废 γ 射线探伤机回收协议。

(3) 放射源暂存库内储存的含源 γ 射线探伤机与空气电离会产生少量的臭氧和氮氧化物，由机械排风装置经放射源暂存库的排风口及时排出。固定式探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，通过机械排风装置排至室外，对周围环境影响较小。

(4) 探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废液均属于危险废物，其中固定式探伤产生的危险废物集中收集后及时转移至危废暂存间进行暂存，定期委托杭州立佳环境服务有限公司处理处置。

10.3 建设项目环保投资

本项目总投资预计为 1000 万元，其中辐射环保投资 701 万元，占总投资的 70.1%。本项目环保投资一览表详见表 10-9。

表 10-9 环保投资估算一览表

类别	环保设施和环保措施	费用（万元）
屏蔽措施	探伤室及放射源暂存库的四侧屏蔽体和防护门、源坑	590
安全装置	门-机联锁装置	3
	显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置	1
	紧急停机按钮	0.5
	电离辐射警告标志（现有）、“禁止进入射线工作区”警告牌、“无关人员禁止入内”警告牌	1
	视频监控系统	4
	红外线防盗报警装置	2
监测仪器及警示装置	固定式场所辐射探测报警装置	5
	便携式 X- γ 剂量率仪（现有）	/
	个人剂量计（现有）	/
	个人剂量报警仪（现有）	/
三废处理	机械排风系统	1.5
	危废包装容器、危废暂存间的设置及委托处理	12

	废源收贮	60
人员管理	辐射工作人员上岗培训和健康管理	7
管理制度	制定相关辐射安全管理制度并张贴上墙	1
应急设施	应急和救助的资金、物资准备（应急储源罐（现有）、应急箱（部分现有）和其他辅助设备（现有））	5
设备维护	每个月对探伤装置的配件进行检查、维护等	6
辐射监测	个人剂量监测（现有）	/
	探伤工作场所年度监测	2
合计		701

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 土建施工阶段

建设阶段主要影响为拟将 4#仓库内部的部分空间改造为探伤室，工程量较小，施工期较短，施工期对环境的影响，本报告仅作简要分析。

(1) 大气：本项目在施工期产生少量地面扬尘，由于工程量不大，涉及的施工作业面较小，因此只要采取一定的措施即可很大程度的降低施工期的废气污染。

(2) 废水：施工期间，有少量含有泥浆的施工废水产生，应对这些废水进行集中收集妥善处理，建议在采取简单的沉淀处理后排入已有的排污管道。施工人员少量的生活污水经化粪池预处理后排入已有的排污管道。

(3) 噪声：施工机械在运行中会产生噪声，但由于施工量小，对周围环境影响较小。

(4) 固体废物：整个施工过程中产生少量以建筑垃圾为主的固体废物及施工人员生活垃圾，企业应妥善收集后处理处置。

11.1.2 设备安装调试阶段

本项目用于固定式探伤的 X、 γ 射线探伤机需安装和调试后方可使用，安装调试期对于环境主要影响为电离辐射、微量的臭氧及氮氧化物以及包装材料等固废。本项目探伤设备的安装调试均要求在辐射防护工程完成后，由设备厂家安排的专业人员进行，杭州华安检测技术有限公司不得自行安装和调试设备。在设备安装调试阶段，建设单位应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设置电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

由于设备的安装和调试均在探伤室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后，建设单位应及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

11.2.1 X、 γ 射线固定式探伤

11.2.1.1 预测工况确定

1、探伤装置剂量率比对

本项目探伤室拟配置 27 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、33 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机和 98 台 X 射线探伤机，探伤室内每次仅开启一台探伤机进行探伤作业，不存在 2 台及 2 台以上探伤机同时运行的工况。所有探伤机在各探伤室内作业范围基本相同（见图 11-1 和图 11-2），探伤机靶点距离地面最大高度均为 1.5m。

根据有用线束剂量率计算公式，各探伤装置对探伤室周围的剂量率跟 $A\Gamma$ （活度×周围剂量当量率常数）或 $I\delta_x$ （X 射线机管电流×X 射线探伤机的发射率常数）成正比，以探伤室 a 点为例，探伤室屏蔽有效厚度 d 为 650mm 重晶石混凝土，距离 r 为 1.9m，探伤室关注点 a 各探伤装置的周围剂量当量率对比情况见表 11-1。

表 11-1 关注点 a 各探伤装置的周围剂量当量率对比情况

探伤装置	A/δ_x	Γ/I	屏蔽体厚度		屏蔽透射比 B_x	屏蔽后周围剂量当量率 H ($\mu\text{Sv/h}$)
			有效厚度 d (mm)	半值层厚度 HVL (mm)		
^{192}Ir - γ 射线探伤机	100Ci	$0.17\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$	650mm 重晶石 混凝土	37	5.15×10^{-6}	8.97×10^{-1}
^{75}Se - γ 射线探伤机	100Ci	$0.072\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$		22	1.28×10^{-9}	9.42×10^{-5}
360kV X 射线探伤机	1.12×10^6 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{h}$	5mA		22	1.28×10^{-9}	1.98×10^{-3}
350kV X 射线探伤机	1.04×10^6 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{h}$	5mA		22	1.28×10^{-9}	1.84×10^{-3}
300kV X 射线探伤机	1.25×10^6 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{h}$	5mA		22	1.28×10^{-9}	2.21×10^{-3}
280kV X 射线探伤机	1.09×10^6 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{h}$	5mA		21	4.81×10^{-10}	7.27×10^{-4}
270kV X 射线探伤机	1.00×10^6 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{h}$	5mA		21	4.81×10^{-10}	6.67×10^{-4}
250kV X 射线探伤机	9.90×10^5 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{h}$	5mA		21	4.81×10^{-10}	6.60×10^{-4}
230kV X 射线探伤机	8.10×10^5 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{h}$	5mA		20	1.65×10^{-10}	1.85×10^{-4}
200kV X 射线探伤机	1.72×10^6 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{h}$	5mA		19	5.03×10^{-11}	1.20×10^{-4}
160kV X 射线探伤机	1.22×10^6 $\mu\text{Sv}/\text{mA}\cdot\text{h}$	5mA		17	3.09×10^{-12}	5.22×10^{-6}

注：重晶石混凝土半值层根据密度换算。

2、探伤装置预测工况确定

由上表可知： ^{192}Ir - γ 射线探伤机的射线能量最大，穿透性最强。因此，本报告选取 ^{192}Ir - γ 射线探伤机作为探伤室的评价对象进行理论计算，预测背景为单台探伤装置独立运行，内置密封源的额定装源活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ 枚。如探伤室能够满足 ^{192}Ir - γ 射线探伤机的辐射防护要求，则也能够满足各型号 X 射线探伤机的辐射防护要求。

11.2.1.2 关注点的选取

根据本项目工程特征及探伤室周围环境状况，选择剂量关注点为探伤室四周屏蔽墙和防护门外 30cm 处。关注点的分布情况见图 11-1 和图 11-2，剂量关注点情况列于表 11-1。

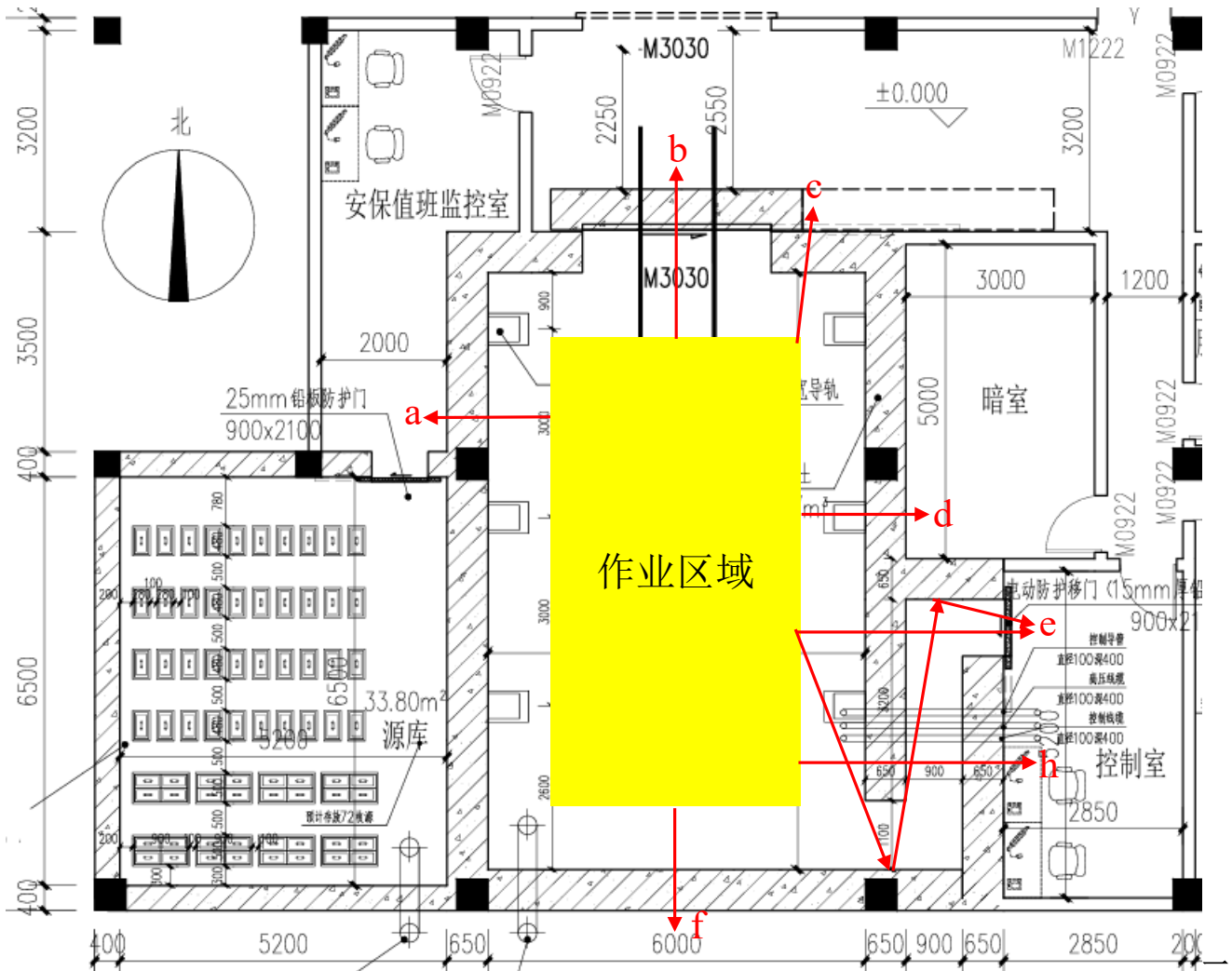


图 11-1 辐射屏蔽计算预测点位平面图（单位：mm）

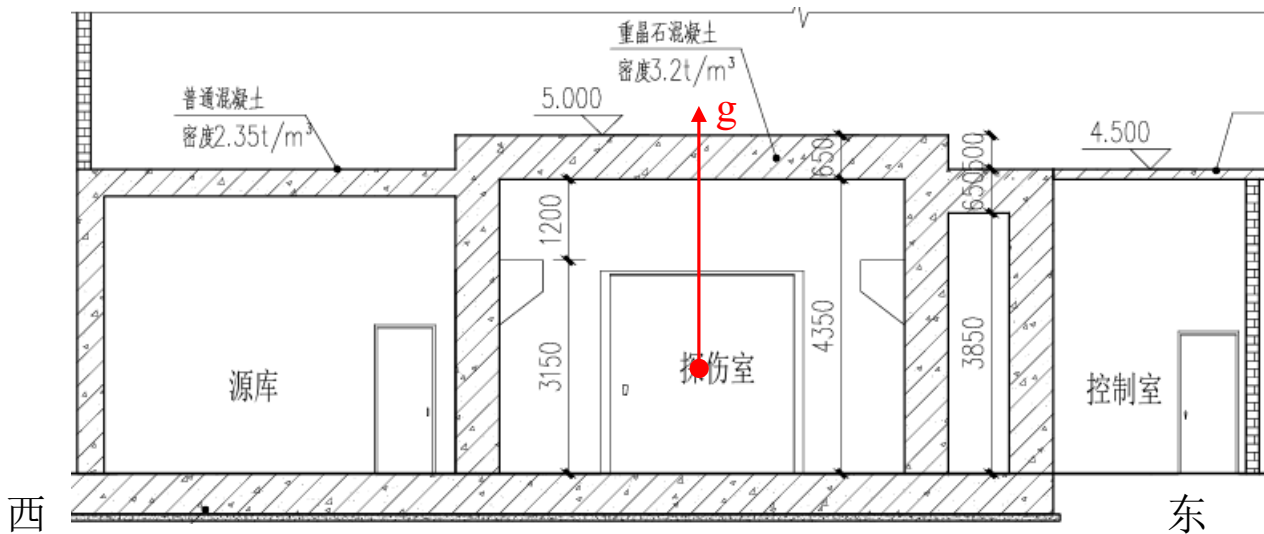


图 11-2 辐射屏蔽计算预测点位剖图 (单位: mm)

表 11-2 探伤室各关注点位分布情况表

点位编号	点位描述	源点与关注点距离 R (m)	需考虑的辐射类型
a	西侧墙外 30cm 处	1.9	有用线束
b	工件门外 30cm 处	2.6	有用线束
c	北侧墙外 30cm 处	1.9	有用线束
d	东侧墙外 30cm 处	1.9	有用线束
e	人员门外 30cm 处	3.5	有用线束、散射辐射
f	南侧墙外 30cm 处	1.9	有用线束
g	顶棚外 30cm 处	3.8	有用线束
h	迷道外墙外 30cm 处	3.5	有用线束

注: 1、R=探伤机与墙体、顶棚或防护门最近距离+屏蔽体厚度+0.3m, 结果向下保留一位小数;
2、探伤室正下方为土层, 无地下室, 故不设预测关注点。

11.2.1.3 场所辐射水平预测

(1) 有用线束计算公式

γ 射线辐射影响预测采用《辐射防护导论》(方杰编) P77 γ 点源周围剂量当量率计算公式, 计算出无屏蔽体情况下参考点的周围剂量当量率:

$$\dot{K} = \frac{A \cdot \Gamma}{R^2} \dots\dots\dots (\text{式 } 11 - 1)$$

式中:

\dot{K} ——无屏蔽体情况下参考点的周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

A ——放射源活度, MBq, $3.70 \times 10^6 \text{MBq}$

Γ ——周围剂量当量率常数, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$, 根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 附录 A 表 A.1 可知, ^{192}Ir 取 $0.17 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$

R ——参考点到放射源的距离, 单位为米 (m)。

利用下列公式计算有屏蔽体情况下参考点的周围剂量当量率:

$$K = \dot{K} \cdot B \dots\dots\dots (\text{式 } 11 - 2)$$

式中:

K ——有屏蔽体情况下参考点的周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

\dot{K} ——无屏蔽体情况下参考点的周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

B ——屏蔽透射因子, 根据公式 $B = 2^{-X/HVL}$ 计算, 其中 X 为屏蔽层厚度, mm; 根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中附录 A 表 A.2 并根据密度换算, ^{192}Ir 对于重晶石混凝土的半值层厚度为 37mm, 对于铅的半值层厚度为 3mm。

(2) 迷道散射计算公式

根据 *NCRP Report NO.51: Radiation protection design guidelines for 0.1-100MeV particle accelerator facilities (0.1-100MeV)* P63(13),, 经 i 次散射后迷道外入口的剂量率计算公式如下:

$$H = H_0 \cdot \frac{(\alpha_1 \cdot A_1) \cdot (\alpha_2 \cdot A_2) \cdots (\alpha_n \cdot A_n)}{(d_1 \cdot d_{r1} \cdot d_{r2} \cdots d_{rn})^2} \cdot B \dots \dots \dots \text{(式 11-3)}$$

H_0 ——对于 γ 辐射源, 数值由 A 和 Γ 确定, 其中 A 是放射源活度, Γ 是周围剂量当率常数, $A=3.70 \times 10^6 \text{MBq}$, $\Gamma_k=0.17 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$; 则 $H_0=6.29 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$;

α_1 ——入射到第一个散射体的 γ 射线的散射系数;

α_2 和 α_n ——从以后的物质散射出来的 γ 射线的散射系数;

本次评价偏安全考虑, γ 射线散射后能量同原始射线能量, 由 *NCRP Report NO.51: Radiation protection design guidelines for 0.1-100MeV particle accelerator facilities (0.1-100MeV)* P110 附录 E.15, 本项目 α 保守取 0.02。

A_1 —— γ 射线入射到第一散射物质的散射面积, m^2 , 散射宽度与探伤室内高度的乘积;

A_2 和 A_n ——分别为 γ 射线第二次和第 n 次的散射面积 ($n>2$), m^2 。对于迷道第二次以上的散射的散射面积取散射宽度或迷道宽度与探伤室内高度的乘积;

B ——屏蔽透射因子, 根据公式 $B = 2^{-X/HVL}$ 计算, 其中 X 为屏蔽层厚度, mm ; 查询 GBZ/T 117-2022 附录 C, ^{192}Ir 对于铅的半值层厚度为 3mm 。

d_1 —— γ 射线源与第一散射物质的距离;

d_{r1}, d_{r2} 和 d_{rn} ——分别为 γ 射线第一次、第二次和第 n 次散射后的距离 ($n>2$), m ;

本次评价按最不利情况保守考虑, 选择散射次数最少的路径进行预测, 则射线需经过至少 2 次以上的散射才能到达探伤室迷道门外, 具体散射路径见图 11-1。

本项目迷道散射次数 $j=2$ 次, $d_1=3.7\text{m}$, $d_{r1}=4.4\text{m}$, $d_{r2}=1.6\text{m}$; $A_1=A_2=1.55 \times 3.85=5.97\text{m}^2$ 。

(3) 预测结果

根据公式 (11-1) ~ (11-3), 代入相关参数, 本项目探伤室运行时周围环境辐射水平预测结果见表 11-3~表 11-5。

表 11-3 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料	A (MBq)	Γ ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$)	R (m)	\dot{K} ($\mu\text{Sv/h}$)	B	K ($\mu\text{Sv/h}$)
a (西侧)	650mm 重晶石混凝土	3.70×10^6	0.17	1.9	1.74×10^5	5.15×10^{-6}	8.97×10^{-1}
b (工件门)	650mm 重晶石混凝土	3.70×10^6	0.17	2.6	9.30×10^4	5.15×10^{-6}	4.79×10^{-1}
c (北侧)	650mm	3.70×10^6	0.17	1.9	1.74×10^5	5.15×10^{-6}	8.97×10^{-1}

	重晶石混凝土						
d (东侧)	650mm 重晶石混凝土	3.70×10^6	0.17	1.9	1.74×10^5	5.15×10^{-6}	8.97×10^{-1}
e (人员门)	650mm 重晶石混凝土、 15mm 铅板	3.70×10^6	0.17	3.5	5.13×10^4	1.61×10^{-7}	8.26×10^{-3}
f (南侧)	650mm 重晶石混凝土	3.70×10^6	0.17	1.9	1.74×10^5	5.15×10^{-6}	8.97×10^{-1}
g (顶棚)	650mm 重晶石混凝土	3.70×10^6	0.17	3.8	4.36×10^4	5.15×10^{-6}	2.24×10^{-1}
h (迷道外 墙外)	2×650mm 重晶石混凝土	3.70×10^6	0.17	3.5	5.13×10^4	2.65×10^{-11}	1.36×10^{-6}

表 11-4 迷道散射辐射剂量率预测结果

关注点 位	屏蔽 材料	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	α_1, α_2	A_1, A_2	d_1	d_{r1}	d_{r2}	B	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
e (人 员门)	15mm 铅板	6.29×10^5	0.02	5.97	3.7	4.4	1.6	3.13×10^{-2}	1.03×10^{-1}

表 11-5 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

关注点位	有用线束 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	GBZ117-2022 标准 限值 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	是否 达标
a (西侧)	8.97×10^{-1}	/	8.97×10^{-1}	2.5	达标
b (工件门)	4.79×10^{-1}	/	4.79×10^{-1}	2.5	达标
c (北侧)	8.97×10^{-1}	/	8.97×10^{-1}	2.5	达标
d (东侧)	8.97×10^{-1}	/	8.97×10^{-1}	2.5	达标
e (人员门)	8.26×10^{-3}	1.03×10^{-1}	1.12×10^{-1}	2.5	达标
f (南侧)	8.97×10^{-1}	/	8.97×10^{-1}	2.5	达标
g (顶棚)	2.24×10^{-1}	/	2.24×10^{-1}	2.5	达标
h (迷道外墙外)	1.36×10^{-6}	/	1.36×10^{-6}	2.5	达标

经计算可知，单台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机独立运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注点剂量率最大值为 $8.97 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，顶棚外关注点剂量率最大值为 $2.24 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，其屏蔽防护性能满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的要求。同时，可定性推导出 ^{75}Se - γ 射线探伤机和最大管电压不大于 360kV、最大管电流为 5mA 的 X 射线探伤机独立运行时，探伤室的屏蔽防护性也能满足 GBZ 117-2022 的要求。

11.2.1.4 γ 射线探伤机内放射源屏蔽状态下辐射环境影响分析

本项目拟配备的 $^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se}$ - γ 射线探伤机均为 P 类探伤机，当放射源处于探伤机源容器内时，周围当量剂量率与距离平方成反比，根据公式 (11-3) 可计算得出距离探伤机不同位置处的辐射水平，具体计算结果见表 11-6。

$$K_1 = K_0 \times \frac{R_0^2}{R_1^2} \dots \dots \dots \text{(式 11-4)}$$

式中：

K_l ——距探伤机外表面 R_m 处的周围当量剂量率，mSv/h；

K_0 ——距探伤机外表面 1m 处的周围当量剂量率，mSv/h；

R_0 ——放射源至源容器表面 1m 处的距离，m；

R_l ——参考点与放射源之间的距离，m。

表 11-6 距探伤机外表面不同距离处的辐射水平估算结果

探伤机外表面 (m)	0.5	1.0	2.0	3.0
周围当量剂量率 (mSv/h)	0.08	0.02	0.005	0.0022

通过表中计算结果可以看出，辐射工作人员取还探伤机、在探伤过程中摆放探伤机或进行其他活动的过程中近距离接触 γ 射线探伤机将受到一定的外照射。因此，实际工作过程中工作人员应注意控制与探伤机接触时间，在探伤室内进行工件调运以及胶片贴、取等其他工作时还应注意与探伤机保持一定的距离。

11.2.1.5 放射源暂存库辐射影响预测

(1) 源坑容量设计合理性分析

本项目放射源暂存库的设计库容为一次性最多贮存 72 台含源 γ 射线探伤机，大于本次搬迁的 60 台含源 γ 射线探伤机（27 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 33 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机），余下 12 个源坑可用于远期发展使用。

源坑采用下沉式设计，源坑内嵌源坑箱，采用 5mm 铅板防护。“一坑一源”源坑单坑的内尺寸为 420mm（长） \times 220mm（宽） \times 470mm（深），坑盖尺寸为 480mm（长） \times 280mm（宽），厚度为 10mm 铅板；“一坑四源”源坑单坑的内尺寸为 840mm（长） \times 440mm（宽） \times 470mm（深），由隔板隔成 4 格，每格尺寸为 420mm（长） \times 220mm（宽） \times 470mm（深），坑盖尺寸为 480mm（长） \times 280mm（宽），厚度为 10mm 铅板。

根据建设单位提供资料，本项目拟暂存的 ^{192}Ir - γ 射线探伤机源容器外尺寸最大为 330mm（长） \times 170mm（宽） \times 230mm（高）； ^{75}Se - γ 射线探伤机外尺寸为 220mm（长） \times 105mm（宽） \times 175mm（高），因此源坑容量能够满足 $^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se}$ - γ 射线探伤机的贮存要求。

(2) 源坑表面辐射影响预测

根据《杭州华安检测技术有限公司放射源贮存场所放射防护检测报告》（附件 19），源坑（含 4 枚活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ 的 ^{192}Ir 时）表面上方 30cm 处周围剂量当量率为 $6.96\mu\text{Sv/h}$ ，源坑（含 1 枚活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ 的 ^{192}Ir 时）表面上方 30cm 处周围剂量当量率为 $3.66\mu\text{Sv/h}$ ，均满足《核技术利用放射性废物库 选址、设计与建造技术规范》（HJ 1258—2022）中“库房盖板正上方 0.5m

处的最大剂量率不超过 $20\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

本项目放射源暂存库的源坑深度及坑盖屏蔽厚度与杭州华安检测技术有限公司现有贮源库的源坑相同，因此本项目源坑也将满足《核技术利用放射性废物库 选址、设计与建造技术规范》（HJ 1258—2022）的相关要求。

（3）储源室表面辐射影响预测

在计算放射源暂存库室外剂量率时，选择剂量关注点为放射源四周屏蔽墙、顶棚及防护门外 30cm 处。关注点的分布情况见图 11-3。

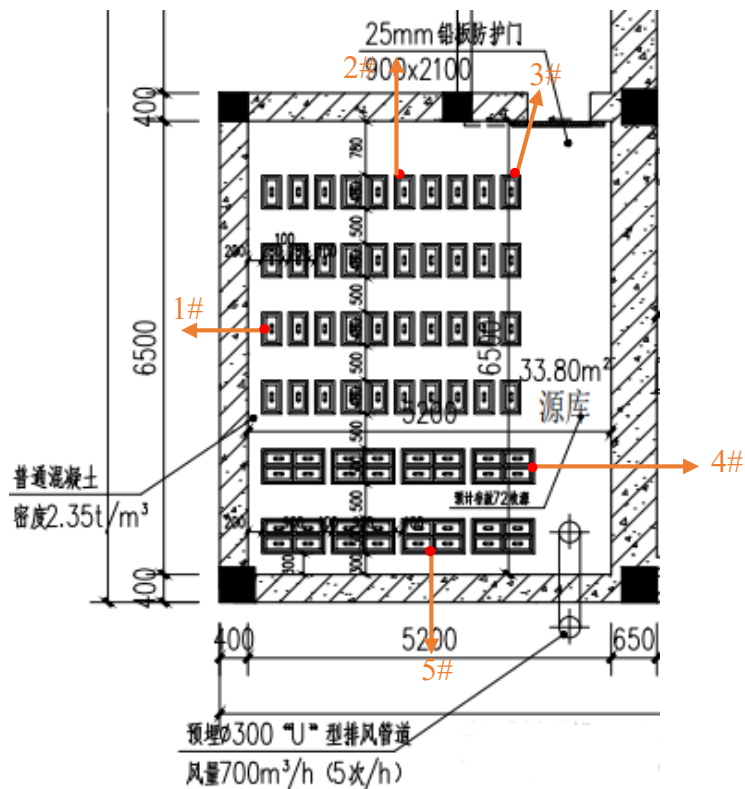


图 11-3 储源室平面布局及预测点位示意图（单位：mm）

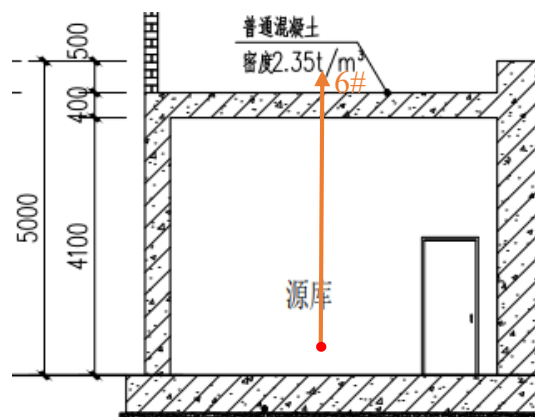


图 11-4 储源室剖面布局及预测点位示意图（单位：mm）

本项目放射源暂存库拟设 40 个“一坑一源”源坑和 8 个“一坑四源”源坑，最大储存量为

27 枚 ^{192}Ir 和 33 枚 ^{75}Se ，因此本项目放射源暂存库最多使用 40 个“一坑一源”源坑和 5 个“一坑四源”源坑。本项目放射源暂存库的源坑深度及坑盖屏蔽厚度与杭州华安检测技术有限公司现有贮源库的源坑相同，根据《杭州华安检测技术有限公司放射源贮存场所放射防护检测报告》（附件 18），源坑（含 4 枚活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ 的 ^{192}Ir 时）表面上方 5cm 处周围剂量当量率为 $13.3\mu\text{Sv/h}$ ，源坑（含 1 枚活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ 的 ^{192}Ir 时）表面上方 5cm 处周围剂量当量率为 $6.66\mu\text{Sv/h}$ ，按保守简单叠加后放射源等效点源处（源坑表面上方 5cm 处）的总剂量率为 $332.9\mu\text{Sv/h}$ 。按最不利情况考虑，放射源到放射源等效点源的距离为 0.29m，放射源等效点源与西侧墙体最近距离为 0.2m；与北侧墙体最近距离为 0.78m；与防护门最近距离为 0.7m；与东侧墙体最近距离为 1.1m；与南侧墙体最近距离为 0.3m；与顶棚最近距离为 3.6mm。

根据公式（11-2）、（11-4）计算得到放射源暂存库屏蔽体外 30cm 参考点处的辐射剂量率，计算结果详见表 11-6。

11-6 放射源暂存库外屏蔽计算结果一览表

关注点位	屏蔽材料	K_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m) ^①	K_1 ($\mu\text{Sv/h}$)	B ^②	K ($\mu\text{Sv/h}$)
1#（西侧）	400mm 混凝土	332.9	1.2	19.4	3.91×10^{-3}	7.59×10^{-2}
2#（北侧）	400mm 混凝土	332.9	1.7	9.69	3.91×10^{-3}	3.78×10^{-2}
3#（防护门）	25mm 铅板	332.9	1.3	16.6	3.10×10^{-3}	5.14×10^{-2}
4#（东侧）	650mm 重晶石混凝土	332.9	2.3	5.29	5.15×10^{-6}	2.72×10^{-5}
5#（南侧）	400mm 混凝土	332.9	1.3	16.6	3.91×10^{-3}	6.47×10^{-2}
6#（顶棚）	400mm 混凝土	332.9	4.6	1.32	3.91×10^{-3}	5.17×10^{-3}

注：1、R=放射源到放射源等效点源的距离+等效点源与屏蔽体最近距离+屏蔽体厚度+0.3m，结果四舍五入保留一位小数；
2、计算保守选取 γ 射线能量较大的 ^{192}Ir 半值层厚度（HVL 值）。

综上所述，放射源暂存库屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率最大为 $7.59\times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“放射源贮存设施在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 或者审管部门批准的控制水平”的要求，同时满足《核技术利用放射性废物库 选址、设计与建造技术规范》（HJ 1258—2022）中“库房外墙表面 0.3m 处的最大剂量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求，放射源暂存库对周围辐射环境影响很小。

11.2.1.6 探伤工作场所局部贯穿辐射影响

探伤室预留 3 根穿线管，管径 100mm，埋深 400mm，以“U”型地埋管道穿越探伤室，连接至控制室的操作台；探伤室预留 1 根通风管，管径 300mm，埋深 400mm，以“U”型地埋管道穿越探伤室的南墙，排风通向探伤室外。放射源暂存库预留 1 根通风管，管径 300mm，埋深 400mm，以“U”型地埋管道穿越探伤室的南墙，排风通向放射源暂存库外。

本项目探伤工作场所各类穿墙管道剖面设计图见附图 12，所有穿墙管道均避开了有用线束的方向，本次评价仅考虑散射线对管道出口处的辐射剂量贡献值。根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189 页的实例证明，本项目所有射线均需经过三次以上散射才能经各类管道散射至探伤室墙外，经过管道的多重反射、吸收和削减后辐射能量急剧下降，射线通过管道外漏可忽略不计。因此，本项目电缆、控制导管及排风等管道的布置方式不会破坏墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

11.2.2 人员受照剂量估算

11.2.2.1 计算公式

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）第 3.1.1 条款中的公式（1），人员受照剂量计算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11 - 10)$$

式中：

H ——年有效剂量，mSv/a；

\dot{H} ——关注点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——探伤装置年照射时间，h/a；

U ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本项目保守取 1；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

11.2.2.2 居留因子的确定

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)附录 A 表 A.1，不同场所与环境条件下的居留因子见表 11-7。

表 11-7 不同场所与环境下的居留因子

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

注：取自 NCRP144

在本项目固定式探伤保护目标中，探伤职业人员、3#厂房和秋光光电有限公司为全居留，居留因子取 1；1F 无损检测实验室、5#垃圾房和 2F 无损检测实验室为部分居留，居留因子取 1/5；厂区道路和厂区外道路为偶然居留，居留因子保守取 1/40。

11.2.2.3 放射源管理人员剂量估算

根据存/取一次放射源所需的工序，主要为从放射源暂存库内存取放射源和近距离移动 γ 射线探伤机，本次评价保守全部按 $^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机（类别：便携式 P）考虑。保守取辐射工作人员存/取一次放射源时处于离探伤机 5cm 处和离探伤机 100cm 处的时间分别为 0.5min 和 1min。根据《杭州华安检测技术有限公司放射源贮存场所放射防护检测报告》（附件 18），杭州华安检测技术有限公司现有 γ 射线探伤机（源活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ）源容器表面 5cm 处最大周围剂量当量率为 $123\mu\text{Sv/h}$ ，现有 γ 射线探伤机源容器表面 100cm 处最大周围剂量当量率为 $5.81\mu\text{Sv/h}$ 。根据公式（11-10），可估算出：完成存/取一次放射源，受到辐射剂量约 $1.12\times 10^{-3}\text{mSv}$ ；

本项目固定式探伤每日存/取最多 1 次，年工作 300 天，则年存/取次数约 300 次；此外，放射源暂存库内的放射源还将用于移动探伤，年存/取次数约 750 次。因此，本项目放射源管理人员年有效剂量为 $1.12\times 10^{-3}\times (300+750)=1.18\text{mSv}$ 。上述所有辐射工作由 1 名辐射工作人员完成，则该放射源管理人员年有效剂量为 1.18mSv ，满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ ）。

11.2.2.4 固定式探伤操作人员剂量估算

本项目探伤室固定式探伤操作人员受到辐射照射的途径主要包括两个方面：a) 探伤期间，工作人员在操作间内拍片受到的外照射；b) 探伤作业前，工作人员在探伤室内近距离调整探伤机位置、安装输源导管、布置底片、摆件等准备工作时受到贮存状态放射源的外照射。

①开机状态

本项目探伤室开机状态下，对探伤操作人员影响的区域主要在控制室处，该处辐射剂量率为 $1.21\times 10^{-1}\mu\text{Sv/h}$ ，探伤室年曝光时间为 2500h，周曝光时间为 83h。本项目固定式探伤由 2 组工作人员轮流操作，因此单名探伤操作人员的有效剂量为总有效剂量的 1/2。根据公式（11-10），居留因子取 1，可估算出本项目探伤室开机时操作位处的单名探伤操作人员的年附加有效剂量为 $2.52\times 10^{-1}\text{mSv}$ ，周附加有效剂量为 $5.02\mu\text{Sv}$ 。

②不开机状态

a、从源坑内存取 γ 射线探伤机、在探伤室内摆放 γ 射线探伤机以及收回输源导管的过程一般不超过 5min，4 名探伤操作人员轮流操作，每天最多操作 1 次，则单名探伤操作人员年受照时间为 6.25h，周受照时间为 0.125h，取探伤操作人员处于离探伤机 1m 处，周围剂量当量率保守按源容器表面外 1m 处周围剂量当量率控制值取 0.02mSv/h 。该环节单名探伤操作人员年附加

有效剂量为 $1.25 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，周附加有效剂量为 $2.5 \mu\text{Sv}$ 。

b、其他操作包括布置底片和摆放工件等年操作时间单次拍片操作时间不超过 1min，年拍片 50000 次，4 名探伤操作人员轮流操作，则单名探伤操作人员年受照时间为 208h，周受照时间为 4.16h。该工作时段的 γ 射线探伤机始终处于未出源状态，探伤操作人员距离探伤机一般超过 2m，其操作期间的周围剂量当量率保守取值 0.005mSv/h 。该环节单名探伤操作人员年附加有效剂量为 1.04mSv ，周附加有效剂量为 $20.8 \mu\text{Sv}$ 。

③综合剂量率

综合开机状态与不开机状态，本项目探伤操作人员的剂量叠加结果为：最大年有效剂量为 $2.52 \times 10^{-1} \text{mSv} + 1.25 \times 10^{-1} \text{mSv} + 1.04 \text{mSv} = 1.42 \text{mSv}$ ，最大周有效剂量 $5.02 \mu\text{Sv} + 2.5 \mu\text{Sv} + 20.8 \mu\text{Sv} = 28.3 \mu\text{Sv}$ 。年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5 \text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20 \text{mSv/a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于 $100 \mu\text{Sv/周}$ ”的要求。

11.2.2.5 公众剂量估算

结合本项目评价范围 50m 内的环境保护目标分布情况，根据公式（11-10），利用表 11-3~表 11-6 相关数据，则本项目探伤室放射源暂存库同时运行时周围公众及评价范围内其他代表性的环境保护目标有效剂量估算结果见表 11-8。

表 11-8 探伤室及放射源暂存库周围公众受照剂量计算参数及计算结果一览表

公众保护目标	农田	厂区道路	3#厂房	1F 无损检测实验室	5#垃圾房	厂区外道路	秋光光电有限公司	2F 无损检测实验室
居留因子	1/40	1/40	1	1/5	1/5	1/40	1	1/5
探伤室								
源点与关注点距离 (m)	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	3.8
源点与保护目标距离 (m) ①	13.2	5.6	17.6	9.6	32.6	11.6	35.6	3.8
探伤室保护目标处辐射剂量率取值 ($\mu\text{Sv/h}$)	1.86×10^{-2}	1.03×10^{-1}	1.05×10^{-2}	3.51×10^{-2}	3.05×10^{-3}	2.41×10^{-2}	2.55×10^{-3}	2.24×10^{-1}
年受照时间 (h/a)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
年受照总剂量 (mSv/a)	1.16×10^{-3}	6.45×10^{-3}	2.61×10^{-2}	1.76×10^{-2}	1.52×10^{-3}	1.50×10^{-3}	6.39×10^{-3}	1.12×10^{-1}
周受照时间 (h/周)	50	50	50	50	50	50	50	50

周受照总剂量 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	2.32×10^{-2}	1.29×10^{-1}	5.23×10^{-1}	3.51×10^{-1}	3.05×10^{-2}	3.01×10^{-2}	1.28×10^{-1}	2.24
放射源暂存库								
放射源暂存库 与保护目标距 离 (m)	6	7.5	19.5	/	/	10	34	0.3
放射源暂存库 保护目标处辐 射剂量率取值 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) ^②	1.90×10^{-4}	8.22×10^{-5}	1.22×10^{-5}	/	/	5.82×10^{-5}	5.04×10^{-6}	5.17×10^{-3}
年受照时间 (h/a)	8760	8760	8760	/	/	8760	8760	8760
年受照总剂量 (mSv/a)	4.16×10^{-5}	1.80×10^{-5}	1.06×10^{-4}	/	/	1.28×10^{-5}	4.41×10^{-5}	9.05×10^{-3}
周受照时间 (h/周)	168	168	168	/	/	168	168	168
周受照总剂量 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	7.97×10^{-4}	3.45×10^{-4}	2.04×10^{-3}	/	/	2.45×10^{-4}	8.46×10^{-4}	1.74×10^{-1}
合计								
年受照总剂量 (mSv/a)	1.20×10^{-3}	6.47×10^{-3}	2.62×10^{-2}	1.76×10^{-2}	1.52×10^{-3}	1.52×10^{-3}	6.43×10^{-3}	1.21×10^{-1}
周受照总剂量 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	2.40×10^{-2}	1.29×10^{-1}	5.25×10^{-1}	3.51×10^{-1}	3.05×10^{-2}	3.03×10^{-2}	1.29×10^{-1}	2.42
注：①源点与保护目标距离=探伤室与保护目标距离+源点与关注点距离-0.3； ②放射源暂存库保护目标处辐射剂量率取值=放射源暂存库屏蔽体外 30cm 参考点处的辐射剂量率*0.3 ² /距离的平方；由于放射源暂存库东侧紧邻探伤室，因此不考虑东侧辐射剂量率。								

根据表 11-8 计算可知，公众人员最大受照年有效剂量为 $1.21\times 10^{-1}\text{mSv}$ ，周有效剂量为 $2.42\mu\text{Sv}$ ，满足本项目的剂量约束值要求（公众成员 $\leq 0.25\text{mSv}/\text{a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（公众成员 $\leq 1.0\text{mSv}/\text{a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求。本报告保守选取 $^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机作为探伤室的评价对象进行理论计算，因此实际公众人员最大受照年有效剂量将小于 $1.21\times 10^{-1}\text{mSv}$ ，周有效剂量将小于为 $2.42\mu\text{Sv}$ 。

11.2.3 “三废”影响分析

本项目的运行无放射性废水、放射性废气产生。

（1）废旧放射源和报废的 γ 射线探伤机

γ 射线探伤机内放射源使用到一定年限后，将退役产生废旧放射源。公司应按照国家有关废旧放射源处置的规定要求，及时与供源单位签订废源回收协议。 γ 射线探伤机使用满 10 年后退役，将产生报废的 γ 射线探伤机，应委托探伤机生产单位进行回收处理。

（2）臭氧和氮氧化物

本项目 γ 射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物，探伤室内

拟设机械排风系统，风机设计风量为 1300m³/h，每小时有效通风换气次数为 5 次，排风通向探伤室南侧，避免朝向人员活动密集区；项目放射源暂存库在暂存放射源时，也会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物，放射源暂存库拟设机械排风系统，设计风量为 700m³/h，每小时有效通风换气次数为 5 次，排风通向放射源暂存库南侧，避免朝向人员活动密集区。探伤室和放射源暂存库均满足 GBZ 117-2022 中“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”的要求。

(3) 废显（定）影液、废胶片和洗片废液

探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片和洗片废液均属于危险废物，须定期委托有资质的单位处理。

11.3 事故影响分析

本项目 X 射线探伤机仅在接通电源工作时可以产生 X 射线，因此贮存阶段和运输阶段均不会产生 X 射线，无需特殊的辐射防护，最有可能发生的事故工况发生在使用阶段，具体见表 11-9。

γ 射线探伤机内含的放射源 $^{192}\text{Ir}/^{75}\text{Se}$ 是封装在密闭包壳中的，工艺上利用放射性同位素衰变产生的 γ 射线。正常情况下不会发生放射性泄漏事故，但由于 γ 射线贯穿能力很强，照射范围常常超出工作场所以外，因此密封放射源可能发生的事故和不安全工况存在于贮存阶段、运输阶段和使用阶段，最有可能发生的事故工况发生在使用阶段，具体分析见表 11-10。

表 11-9 X 射线探伤机风险环节、风险识别及相应防范措施

风险环节	风险识别	防范措施
贮存过程	X射线探伤机被盗,使不了解探伤机性能的人员开机造成周围人员不必要的照射。	贮存射线装置的场所,应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志,其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求,应安装防盗门、防盗窗、监控及报警装置等。
固定式探伤过程	①X射线探伤机在对工件进行照相的工况下,门-机连锁失效,致使防护门未完全关闭,X射线泄漏到探伤室外,给周围活动的人员造成不必要的照射;或在门-机连锁失效探伤期间,工作人员误打开防护门,使其受到额外的照射。 ②人为故意引起的辐射照射或因失窃而造成的辐射照射。	①严格按照GBZ 117-2022中第5.1.2条款规定,公司应制定相关自检制度,每天探伤工作开始前,检查项目包括:探伤机外观是否完好;电缆是否有断裂、扭曲以及破损;安全连锁是否正常工作;报警设备和警示灯是否正常运行;螺栓等连接件是否连接良好;机房内安装的固定式场所辐射探测报警装置是否正常。只有确认探伤室内无人且门已关闭,所有安全措施起作用并给出启动信号后才能启动照射,避免发生误照射。同时,定期开展所有的连锁和紧急停机开关等相关检查工作。如存在安全隐患,应立即整改。 ②对X射线固定式探伤制定操作规程,明确X射线探伤机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。定期对操作人员进行培训,使之熟练掌握探伤操作要点,并严格按照操作规范操作。

表 11-10 含源 γ 射线探伤机风险环节、风险识别及相应防范措施

风险环节	风险识别	防范措施
贮存过程	①放射源暂存库的视频监控系统和红外报警装置发生故障,导致人员进入放射源暂存库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗; ②放射源暂存库的防盗门和储源坑铅板的防盗锁损坏,导致人员进入放射源暂存库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗; ③在电离辐射警告标志未发生作用的情况下,导致人员进入放射源暂存库未能及时发现而造成误照射或放射源被盗; ④退役或不用的放射源未放置到指定的地方,随意存放,导致工作人员或公众成员造成不必要的照射,同时加大了放射源遗忘或被盗的可能性。	①建立完善的规章制度并落实于实际工作中,每次操作辐射工作人员必须严格按照操作规程进行操作,检查放射源暂存库的视频监控系统、红外报警装置等防护装置是否正常,如果失灵,应立即修理,确保探伤工作人员的安全; ②计划定期进行放射源暂存库的环境监测,发现问题及时整改,防止环境风险的发生; ③制定应急预案并加强应急演练,防止环境风险的发生。

续表 11-10 γ 射线探伤机风险环节、风险识别及相应防范措施

风险环节	风险识别	防范措施
固定式探伤过程	<p>①γ 射线探伤机在对工件进行照射的工况下，探伤室门-机联锁失效，工作人员误入探伤室，或防护门未完全关闭，致使射线泄漏到探伤室外面，给工作人员及周围活动的人员造成不必要的照射。</p> <p>②人员滞留探伤室内尚未完全撤出，γ 射线探伤机即对工件进行探伤，造成工作人员受到额外的照射。</p> <p>③放射源源闸开关出现故障未能及时收回，工作人员在不知情的情况下误入探伤室，将受到较大额外辐射照射，造成严重的安全隐患。</p> <p>④检修机器时 γ 射线探伤机中的放射源从容器中掉出来，会对操作人员及可能到达的公众成员产生很强的辐射照射。</p> <p>⑤管理人员疏忽或人为故意造成放射源丢失或偷盗事故，将造成严重的安全隐患。</p> <p>⑥人为故意引起的辐射照射。</p>	<p>①严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程进行作业。每天开展探伤工作前，检查确认门-机联锁、紧急停机按钮、视频监控、工作状态指示灯、声音提示装置、固定式场所辐射探测报警装置及探伤设备完好性等各项安全措施的有效性。只有确认探伤室内无人且门已关闭，所有安全措施起作用并给出启动信号后才能启动照射，避免发生误照射。</p> <p>②γ 射线探伤机的检修应由有经验和经过培训的技术人员进行处理，技术人员应做好个人的防护，公司对周围工作人员作好疏散工作。</p> <p>③γ 射线探伤结束后，应进行放射性水平测量，确认放射源已经回到探伤机的源容器内。领用 γ 射线探伤机时也应进行放射性水平测量，确认放射源在探伤机的源容器内。</p> <p>④γ 射线探伤必须 2 人或以上共同作业，探伤开机前注意探伤室清场，探伤期间工作人员不得脱岗。</p> <p>⑤杭州华安检测技术有限公司不得自行进行倒源操作，所有换源工作必须由放射源生产单位负责，其中倒源的安全责任由放射源生产单位负责。</p> <p>⑥γ射线探伤机工作状态下，“卡源”或“源掉出”发生，回源装置失效，应由工作人员手动回源。一旦发生此类故障，应立即封锁并保护好现场，严禁无关人员进入辐射区。同时，现场工作人员第一时间联系放射源生产单位，在专业人员的指导下严格按照生产单位提供的操作规程处理卡源故障。处理卡源故障的工作人员应穿戴好个人防护用品（铅衣、铅手套、铅眼镜等），佩戴个人剂量计和剂量报警仪，利用长柄夹等辅助工具进行操作。在借助工具处理卡源事故过程中，假设每次处理时间为1min，距源约0.3m，γ点源（以^{192}Ir放射源为例）无屏蔽体情况下工作人员处理一次事故所受剂量约为120mSv，远超辐射工作人员年剂量限值。如公司不具备能力处理卡源故障，应在放射源生产单位工作人员到场前务必封锁并保护好现场，严禁无关人员靠近。待处理完卡源故障后，确保放射源已经安全收回至探伤机内后方可消除警戒状态。在处理完故障后，尽快对处理卡源故障的工作人员个人剂量计进行监测，一旦发现个人剂量超标现象，及时采取相应的措施。建设单位应定期检查，维修设备，杜绝此类故障发生。</p> <p>⑦对 γ 射线固定式探伤制定操作规定，明确 γ 射线探伤机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。定期对操作人员进行培训，使之熟练掌握探伤操作要点，并严格按照操作规范操作。</p>

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 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用II类放射源和II类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。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。

杭州华安检测技术有限公司已成立并调整以曾啸虎为负责人的辐射安全防护管理机构，并明确了相关成员名单及职责（见附件 9）。小组人员组成上涵盖了现有核技术利用项目涉及的部门，在框架上基本符合要求，内容较为完善，可以满足本项目迁建后的辐射安全管理需要。

12.1.2 辐射人员管理

据统计，公司现有 139 名辐射工作人员，均参加了生态环境部组织的辐射安全与防护培训且考核合格，本项目辐射工作人员均为现有辐射工作人员。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》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）的要求，本项目辐射工作人员均已参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，且考核合格，并按要求及时参加复训；每人配备 1 枚个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案；已进行岗前、在岗期间健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修改）》第十六条规定，使用 II 类射线装置和 II 类放射源的单位要有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射源和射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。产生放射性固体废物的，还应具有确保放射性固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。

公司已制定《辐射安全与防护管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《放射源使用登记制度》《个人剂量及职业健康管理制度》《自行检查及年度监测方案》《辐射安全许可证变更及注销制度》《储源场所安全防护制度》《辐射防护年度评估制度》《辐射台账管理制度》《X、 γ 射线机安全操作规程》《放射源订购、运输及退役处理》《放射源异地使用备案制度》《作业现场辐射安全管理规定》《突发事件辐射事故应急预案》等规章制度，见附件 10。公司现有辐射管理制度

较为全面，符合相关要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

本项目为迁建，公司应针对性制定一套关于“X、 γ 射线固定式探伤”的完整体系的辐射安全规章制度，可沿用现有的制度。其中《辐射安全和防护制度》、《岗位职责》、《操作规程》和《辐射事故应急预案》等制度，需要张贴上墙于新厂区辐射工作现场处。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目。

综上所述，公司在落实上述制度后，能够确保本项目放射源和射线装置的安全使用，满足国家相关的辐射安全管理及技术层面要求。日后的工作实践中，公司应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性。

12.3 辐射监测

12.3.1 现有项目监测情况

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。公司现有 200 台个人剂量报警仪、200 支个人剂量计和 40 台 X- γ 剂量率巡测仪，可以满足本项目辐射工作人员配置需要。公司每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，相关辐射工作场所检测结果均满足相关标准要求。

12.3.2 个人剂量监测

根据建设单位提供的最近 1 年的个人剂量档案统计，现有源库管理人员的年有效剂量分别为 0.0455mSv/a 和 0.075mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对辐射工作人员“剂量限值”的要求。

公司应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理规定，为辐射工作人员配备个人剂量计。同时，应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计，并进行个人剂量监测（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月）和职业健康检查（不少于 1 次/2 年），建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

12.3.3 探伤工作场所辐射监测

根据辐射管理要求，公司应针对本项目具体情况制定如下监测方案：

（1）正式使用前监测：委托有相关监测资质的监测单位对核技术应用场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

(2) 常规监测：日常使用过程中对控制区、监督区边界及使用场所周边关注点进行监测。如发现划定的区域未能满足相关标准的要求，及时对划定的分区进行调整，并将每次巡测结果记录存档备案。根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)第 8.3.4 条款:本项目探伤室投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：a) 新开展现场射线探伤的单位；b) 每年抽检一次；c) 发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv。

(3) 每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，对放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。参考《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条款规定，年度监测周期为 1 次/年。

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)等标准要求，本项目辐射工作场所监测计划见表 12-2。

表 12-2 本项目辐射工作场所监测计划

场所名称	监测类型	监测项目	监测范围	监测频次	监测方式
探伤室	验收监测	周围剂量当量率	四侧屏蔽墙和顶棚外 30cm 处、防护门门缝、防护门外 30cm 处、电缆和排风管道口处；含源 γ 射线探伤机出入库时源容器表面。	验收期间监测 1 次	委托监测
	常规监测			1 次/年	委托监测
	年度监测			1 次/年	自行监测
放射源暂存库	验收监测	周围剂量当量率	四侧屏蔽墙和顶棚外 30cm 处、防护门门缝、防护门外 30cm 处、电缆和排风管道口处；储源坑表面 30cm 处；含源 γ 射线探伤机出入库时源容器表面。	验收期间监测 1 次	委托监测
	常规监测			每次有新源入库	自行监测
	年度监测			1 次/年	自行监测

所有辐射监测记录应建档保存，测量记录应包括测量对象、测量条件、测量方法、测量仪器、测量时间和测量人员等信息。公司应定期对辐射监测结果进行评价，监测中发现异常情况应查找原因并及时报告，提出改进辐射防护工作的意见和建议。

12.3.4 年度安全状况评估

公司已落实年度评估制度，编制了《辐射安全和防护状况年度评估报告》，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。经与建设单位核实，2023 年度评估报告已按要求及时提交生态环境部门。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定，公司应对本单位的放射源和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

(一) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；

- (二) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- (三) 辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- (四) 放射性同位素进出口、转让或者送贮情况以及放射源和射线装置台账；
- (五) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- (六) 辐射事故及应急响应情况；
- (七) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- (八) 存在的安全隐患及其整改情况；
- (九) 其他有关法律、法规规定的落实情况。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

12.3.5 环保竣工验收

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》（HJ 1326-2023）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。

12.4 辐射事故应急

12.4.1 应急预案制定要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》第四十一条规定，公司应根据可能产生的辐射事故风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备。辐射事故应急预案主要包括下列内容：

- (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) 生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。
- (6) 编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

发生辐射事故时，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施并

在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境主管部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，应同时向当地卫生主管部门报告。如发生放射源被盗的事故，则还须向公安部门报告。

12.4.2 建设单位应急预案制定情况

建设单位已制定了《辐射事故应急预案》，成立了应急准备与响应领导小组。《辐射事故应急预案》与《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条的规定相对比，基本符合要求。本项目投入运行后，公司应做好以下工作：

（1）制定辐射事故应急培训计划方案，每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，以验证该预案的有效性。演练内容包括放射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，演习报告存盘。可提出将每年用于辐射应急工作的（包括应急装备、应急技术支持、培训及演习等）支出，纳入部门预算。

（2）公司应根据实际情况定期组织修订辐射事故应急预案，使其不断完善健全。

（3）公司应将本单位的应急预案报所在地生态环境部门备案，开展隐患排查并及时消除隐患，防止发生事故。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 项目概况

杭州华安检测技术有限公司计划将《辐射安全许可证》已批准规模中杭州总部的 27 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、33 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机以及 98 台 X 射线探伤机整体搬迁至华测检测长三角总部（位于杭州市钱塘区青西四路与江东四路交叉口西南角），进行固定式探伤和暂存，主要内容包括：在拟建厂区 4#仓库 1 层新建 1 间探伤室及控制室、暗室、胶片存放室兼评片室、危废暂存间、安保值班监控室等辅助机房，使用现有 X、 γ 射线探伤机进行固定式探伤；新建 1 间放射源暂存库和 1 间 X 射线机储存室，用于 X、 γ 射线探伤机不作业时的临时贮存。

(2) 项目位置

杭州华安检测技术有限公司拟搬迁至杭州市钱塘区青西四路与江东四路交叉口西南角。该区域东侧隔青西四路为大型停车场；南侧隔厂区外道路为秋光光电有限公司、安邦护卫（浙江）公共安全智慧科技有限公司以及未建设空地（规划为一类二类混合工业用地）；西侧为农田（后期规划为一类二类混合工业用地）；北侧隔江东四路为农田。

本项目探伤室和放射源暂存库位于 4#仓库 1 层（共 2 层），东侧为控制室、暗室、X 射线机储存室、胶片存放室兼评片室、危废暂存间、1F 无损检测实验室以及 5#垃圾房，南侧为厂区外道路、秋光光电有限公司以及未建设空地（规划为一类二类混合工业用地）；西侧为农田（后期规划为一类二类混合工业用地），北侧为安保值班监控室、厂区道路以及 3#厂房，正上方为 2F 无损检测实验室，正下方为土层。

(3) 辐射安全防护措施结论

本项目探伤室和放射源库已采取实体屏蔽，其屏蔽防护性能均能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

本项目探伤室和放射源暂存库均按标准要求划分控制区和监督区，针对 X、 γ 射线探伤装置的固有安全属性、储存、运输、固定式探伤等环节均采取相应的辐射安全和防护措施，并配套足够数量的防护用品和检测仪器。

(4) 辐射安全管理结论

建设单位已成立辐射安全管理机构，已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度。

建设单位现有辐射工作人员已参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训且考核合格，辐射工作人员的职业健康复检均已合格。建设单位已委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案，请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

建设单位在成立辐射防护管理领导小组、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的能力。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，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

(1) 主要污染因子

本项目投入运行后，主要污染因子为X射线、 β 射线、 γ 射线、废旧放射源、报废的 γ 射线探伤机及非放射性污染（臭氧和氮氧化物、废显（定）影液、废胶片及洗片废液）。

(2) 环境影响分析结论

①探伤室安全防护能力分析

经理论预测，本项目探伤室投入运行后，各侧屏蔽墙体和防护门处周围剂量当量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。

②放射源库安全防护能力分析

经辐射环境影响预测，当放射源暂存库处于最大贮存工况时，放射源暂存库周围剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中对于放射源贮存设施“在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 或者审管部门批准的控制水平”的要求。

③人员年有效剂量

根据剂量估算结果，本项目所致辐射工作人员和公众年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求。

④“三废”环境影响分析

公司应按照国家有关废旧放射源处置的相关规定要求，及时与供源单位签订废旧放射源返回协议。报废的 γ 射线探伤机应交于 γ 射线探伤机生产单位进行回收处理。

放射源暂存库内储存的含源 γ 射线探伤机与空气电离会产生少量的臭氧和氮氧化物，由机械排风装置及时排出。固定式探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，通过机械排风装置排至室外，对周围环境影响较小。

探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片和洗片废液均属于危险废物，定期委托有资质的单位处理处置。

13.1.3 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

根据国家发展和改革委员会第7号令《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于第一类鼓励类中第三十一项“科技服务业”的第1条“质量认证和检验检测服务”，符合国家产业政策的要求。

（2）实践正当性分析结论

本项目实施是为了对外开展各项无损检测业务，具有良好的经济效益与社会效益。经采取辐射屏蔽防护和安全管理措施后，其对受电离辐射照射的个人和社会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》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的原则。

（3）选址合理性分析

本项目位于杭州市钱塘区青西四路与江东四路交叉口西南角4#仓库1层，不新增土地。同时，本项目用地性质属于一类工业用地（见附件5和附件6），周围无环境制约因素。项目探伤室周围50m范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经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是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

（4）项目可行性

综上所述，杭州华安检测技术有限公司X、 γ 射线固定式探伤探伤及放射源暂存库迁建项目的建设符合土地利用规划和“三线一单”的建设要求，项目选址合理，符合国家产业政策要求和实践正当性的原则。在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求后，企业将具备相应从事的辐射活动的技术能力，本项目投入运行时对周围环境的影响均能符合辐射环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

(1) 公司建立健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行防护措施的自觉性，杜绝辐射事故的发生。

(2) 辐射工作人员规范使用个人剂量计和个人剂量报警仪，并形成制度。

13.2.2 承诺

(1) 公司承诺将根据报告表的要求和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

(2) 建设单位在本项目报批后，承诺及时向生态环境部门重新申领辐射安全许可证。

(3) 建设单位承诺在本项目探伤机正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023），在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制竣工环境保护验收监测报告表。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日