

报告编号: WKFHP-24086

核技术利用建设项目

浙江越新检测技术有限公司

X、 γ 射线移动探伤及放射源暂存库迁扩建项目

环境影响报告表

(公示稿)

浙江越新检测技术有限公司



生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江越新检测技术有限公司

X、 γ 射线移动探伤及放射源暂存库迁扩建项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江越新检测技术有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省诸暨市陶朱街道艮塔西路 135 号

协和财富中心 000404-7

邮政编码：311801

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	11
表 3	非密封放射性物质	11
表 4	射线装置	12
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	13
表 6	评价依据	14
表 7	保护目标与评价标准	18
表 8	环境质量和辐射现状	27
表 9	项目工程分析与源项	31
表 10	辐射安全与防护	45
表 11	环境影响分析.....	64
表 12	辐射安全管理	81
表 13	结论与建议	90
表 14	审批	94

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浙江越新检测技术有限公司 X、γ 射线移动探伤及放射源暂存库迁扩建项目			
建设单位		浙江越新检测技术有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省诸暨市陶朱街道艮塔西路 135 号协和财富中心 000404-7			
项目建设地点		浙江省绍兴市诸暨市陶朱街道新亭路6号10#配套库房			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		200	项目环保投资（万元）	138	投资比例（环保投资/总投资） 69%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 迁扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） 不新增占地
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☒ 使用	☐ I类(医疗使用) ☒ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ 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

浙江越新检测技术有限公司（以下简称“公司”）成立于 2017 年 12 月 18 日，是一家专业从事无损检测技术服务的公司。

目前公司持有效的《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证[D2368]，种类和范围：使用 II 类射线装置，有效期至 2027 年 9 月 25 日，许可规模为 4 台 X 射线定向探伤机（XXG-2005 型、RT-2305 型、XXG-2505 型、XXG-3005 型各 1 台），用于对外承接的各项检测业务，主要包括各类机械铸件的移动探伤、承压管道焊缝的移动探伤以及电力石化等管道的常规检测和特殊检测，作业范围为全国各地，同时租赁浙江省诸暨市陶朱街道千禧路 13 号的诸暨优尼斯智能制造谷有限公司闲置房，用于 X 射线探伤机不作业时的临时贮存以及洗片和危废暂存。上

述辐射活动均已通过环保审批、辐射安全许可和竣工验收。

1.1.2 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，因此公司拟新增 4 台 X 射线探伤机、5 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、7 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机，租赁浙江省绍兴市诸暨市陶朱街道新亭路 6 号 10#配套库房建设放射源暂存库、X 射线探伤机储存间及辅助用房（洗片室、评片室、胶片存放室、危废暂存间、安保值班监控室），同时将现有 4 台 X 射线探伤机搬迁至本项目 X 射线探伤机储存间暂存，原有辐射工作场所不继续使用。

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》，本项目移动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，浙江越新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。

1.1.3 建设内容与规模

公司拟在浙江省绍兴市诸暨市陶朱街道新亭路 6 号 10#配套库房内建设一处辐射工作场所，包括 1 间放射源暂存库、1 间 X 射线探伤机储存间以及各辅助用房（洗片室、评片室、胶片存放室、危废暂存间、安保值班监控室）。其中放射源暂存库用于临时贮存公司拟新增的 5 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 7 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机，X 射线探伤机储存间用于临时贮存公司现有 4 台 X 射线探伤机和拟新增的 4 台 X 射线探伤机。

本项目涉及的放射源与射线装置详情见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 本项目放射源情况表

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	$3.7\times 10^{12}\text{Bq/枚}$	5 枚	拟新增, 用于移动探伤
2	^{75}Se - γ 射线探伤机	^{75}Se	II类	$3.7\times 10^{12}\text{Bq/枚}$	7 枚	
合计					12 枚	/

表 1-2 本项目射线装置情况表

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	XXG-2005	1 台	II类	200	5	现有，用于移动探伤
2		定向	RT-2305	1 台	II类	230	5	
3		定向	XXG-2505	1 台	II类	250	5	
4		定向	XXG-3005	1 台	II类	300	5	
5		定向	XXG1605	1 台	II类	160	5	拟新增，用于移动探伤
6		周向	XXG-2505C	1 台	II类	250	5	
7		定向	RT-2805T	1 台	II类	280	5	
8		定向	XXG-3505D	1 台	II类	350	5	
合计				8 台	/			

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置及外环境关系

本项目位于浙江省绍兴市诸暨市陶朱街道新亭路 6 号, 租赁西子(诸暨)新能源装备有限公司东侧的 10#配套库房。10#配套库房北侧、西侧、南侧均为西子(诸暨)新能源装备有限公司其他建筑, 东侧隔丰达路为浙江铂盛国际物流集团有限公司。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 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 13.4m^2 , 库内拟设 12 个源坑, 最多可存放 12 枚放射源。放射源暂存库位于 10#配套库房, 其北侧 50m 范围内为厂区道路(距离 1m)、11#配套库房(距离 13m), 东侧 50m 范围内为评片室和洗片室(距离 1.5m)、胶片存放室(相邻)和丰达路(距离 16m), 南侧 50m 范围内为维保中心(相邻)、厂区道路(距离 10m)、门卫室(距离 34m)、变电所(距离 36m), 西侧 50m 范围内为 X 射线探伤机储存间(相邻)、安保值班监控室(相邻)、危废暂存间(距离 3.8m)、厂区道路(距离 7m)和 8#厂房(距离 45m), 正上方为放射源暂存库顶棚和 10#配套库房顶棚(均为不上人顶棚), 正下方为土层。本项目放射源暂存库周围环境关系见附图 2。放射源暂存库所在 10#配套库房布局图见附图 4。

1.2.3 X 射线探伤机储存间位置及外环境关系

本项目 X 射线探伤机不作业时，临时贮存在 X 射线探伤机储存间，建筑面积约 7.3m²。X 射线探伤机储存间位于 10#配套库房，其东侧为放射源暂存库，南侧为安保值班监控室，西侧为危废暂存间，北侧为 10#配套库房北侧边界，正上方为 X 射线探伤机储存间顶棚和 10#配套库房顶棚（均为不上人顶棚），正下方为土层，具体位置见附图 4。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。

1.2.4 洗片和评片及危废暂存间位置

本项目设置洗片室、评片室、胶片存放室和危废暂存间，废显（定）影液、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。评片室、洗片室、胶片存放室自北向南排列于放射源暂存库东侧，建筑面积分别为 6.2m²、6.2m²、7.1m²；危废暂存间位于 X 射线探伤机储存间西侧，建筑面积为 8.0m²，具体位置见附图 4。

本项目洗片室、评片室和危废暂存间仅用于诸暨周边移动探伤项目使用，其余移动探伤作业洗片委托探伤地址周边洗片单位，产生的危险废物由洗片单位委托当地有资质单位处理。

1.2.5 移动探伤作业场地位置

本项目 X、 γ 射线移动探伤无确定的作业地点，根据承接项目的需要，在施工现场进行，具体操作地点的选择严格按照公司管理制度进行。

1.2.5 环境保护目标

本项目移动探伤作业地点不固定，故 X、 γ 射线探伤机在工作条件下的环境保护目标是不定的。本项目环境保护目标为评价范围内活动的辐射工作人员和公众成员。辐射工作人员为放射源管理人员、移动探伤操作人员；公众成员为放射源暂存库周围、运输车周围、移动探伤工作场所周围的公众。

1.3 相关规划符合性分析

1.3.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省绍兴市诸暨市陶朱街道新亭路 6 号 10#配套库房，用地性质为工业用地（见附件 5），根据《诸暨智能视觉“万亩千亿”新产业平台详细规划》（见附图 12），该地块用地类型为 2 类工业用地，因此本项目建设符合当地用地规划要求。

1.3.2 区域规划环评符合性分析

本项目位于诸暨市经济开发区北片工业区、农产品深加工园区及江龙工业园区内，该分区

已编制规划环评，生态空间清单和规划区环境准入清单如下。

表 1-3 生态空间清单（摘录部分）

规划区块	生态空间名称及编号	生态空间范围示意图	管控要求	现状用地类型
北片工业区、农产品深加工园区及江龙工业园区	浙江省绍兴市诸暨市经济开发区产业集聚类重点管控单元（8120001）	 西至浙赣铁路，南至展诚大道、大侣路，东至城北路，北至 Y059 路、红岭村 2。	优化产业布局 and 结构，实施分区差别化的产业准入条件。合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。严格执行畜禽养殖禁养区规定。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。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。加强土壤和地下水污染防治与修复。定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境健康风险。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。推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。	建设 用地、农 林用地

表 1-4 经济开发区分区规划环境准入条件清单

区域	分类	行业清单	工艺清单	产品清单	依据
北片工业区、农产品深加工园区及江龙工业园区	火力发电	/	燃煤火力发电	/	产能过剩
	化学原料和化学制品制造业	/	/	1、新建生产《危险化学品目录（2015 版）》中剧毒化学品的建设项目 2、新建列入《环境保护综合名录（2015 年版）》高污染、高环境风险产品名录的项目	《环境保护综合名录（2015 年版）》等
	化学纤维	/	/	/	恶臭污染
	非金属矿物制品业	水泥制造；沥青制造	/	/	恶臭污染
	电气机械和器材制造业	/	/	铅酸蓄电池	重金属污染
	黑色金属冶炼和压延加工业	炼钢	/	/	产能
	非金属矿物制品业	/	/	/	恶臭污染
	机械装备业	/	电镀、有钝化工艺的热镀锌（配套工序除外）	/	重金属污染、高耗水
	禁止准入产业				

对照生态空间清单和环境准入条件清单，本项目为核技术利用建设项目，不属于三类、二类工业项目，不属于禁止、限制准入产业；经营过程中污染物简单，排放量较小，“三废”污

染物皆可控制和处理。同时，公司已制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组和应急物资，具备完善的风险防范措施。因此，本项目符合区域规划环评要求。

1.3.3 “三区三线”符合性分析

2022 年 9 月 30 日自然资源部办公厅发布了《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，其中“三区”是指农业空间、生态空间、城镇空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应在农业空间、生态空间、城镇空间中划定的永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线。其中，城镇开发边界内可分为城镇集中建设区、城镇弹性发展区和特别用途区。

根据诸暨市三区三线图（见附图 10），本项目位于城镇集中建设区，项目用地及评价范围均不涉及永久基本农田、生态保护红线，因此符合浙江省“三区三线”相关规定和管理要求。

1.3.4 生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

根据浙江省生态环境厅关于印发《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》的通知（浙环发〔2024〕18 号），生态环境分区管控是以改善生态质量为核心，明确生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，划定生态环境管控单元，在一张图上落实“三线”的管控要求，编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。本项目生态环境分区管控动态更新方案符合性判定情况见表 1-3。

表 1-5 生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

生态保护红线	根据《诸暨市生态环境分区管控动态更新方案》及诸暨市三区三线划分图（见附图 10），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	根据《诸暨市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于浙江省绍兴市诸暨市经济开发区产业集聚重点管控单元（单元编码：ZH33068120001），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： ①空间布局约束 优化产业布局和结构，实施分区差别化的产业准入条件；合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造；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；严格执行畜禽养殖禁养区规定。 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；新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平，推动企业绿色低碳技术改造。新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，强化“两高”行业排污许可证管理，推进减污降碳协同控制。重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价；加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，深化工业园区（工业企业）

	“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流；加强土壤和地下水污染防治与修复。 ③环境风险防控 定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境与健康风险；强化工业集聚区企业环境风险防范设施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。 ④资源开发效率要求 推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。 本项目符合性：本项目为核技术利用建设项目，主要从事移动探伤作业，不属于《诸暨市生态环境分区管控动态更新方案》附件中表1工业项目分类表中的工业项目，且项目利用现有建筑开展工作，不改变土地现状。经营过程中污染物简单，排放量较小，“三废”污染物皆可控制和处理，故项目运营后对周围环境不会产生较大影响。同时，公司已制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组和应急物资，具备完善的风险防范措施。因此，本项目的实施符合《诸暨市生态环境分区管控动态更新方案》的管控要求。
--	---

因此，本项目符合生态环境分区管控动态更新方案的建设要求。

1.4 选址合理性分析

本项目位于浙江省绍兴市诸暨市陶朱街道新亭路6号10#配套库房，不新增土地。同时，本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。项目放射源暂存库周围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[D2368]，种类和范围：使用II类射线装置，许可规模为4台X射线探伤机。该辐射活动于2022年9月1日通过绍兴

市生态环境局的环保审批（诸环建〔2022〕202号），于2023年5月15日通过了竣工环保自主验收，相关环评批复与验收意见见附件7，现有射线装置台账明细见表1-4。

表 1-4 公司现有已许可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
1	X 射线探伤机 (定向)	II类	1	XXG-2005	200	5	移动探伤	探伤施工现场
2	X 射线探伤机 (定向)	II类	1	RT-2305	230	5	移动探伤	探伤施工现场
3	X 射线探伤机 (定向)	II类	1	XXG-2505	250	5	移动探伤	探伤施工现场
4	X 射线探伤机 (定向)	II类	1	XXG-3005	300	5	移动探伤	探伤施工现场

1.7.2 辐射安全管理现状

1、现有辐射安全管理机构

公司已成立以金杭飞为组长，王琳娣为副组长，沈冲、颜柳青为成员的辐射安全防护小组，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8。

2、现有辐射安全规章制度

公司开展探伤工作多年，已制定《辐射防护和安全管理制

度》《辐射防护和安全保卫制度》《现场探伤安全防护制度》《X 射线探伤机安全操作规程》《X 射线探伤机使用登记制度》《设备检修维护制度》《辐射工作人员岗位职责》《放射工作人员培训、体检及保健制度》《辐射工作监测制度》《辐射工作安全责任书》《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》《辐射事故应急预案》等规章制度，见附件9和附件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。

3、现有辐射工作人员管理

据统计，公司现有8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，培训类别为“X 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。根据建设单位提供的现有辐射人员管理情况（见附件12），5名辐射工作人员入职1年以上，其个人年有效剂量为0.088mSv/a~0.115mSv/a，均不超过职业年照射剂量约束值5mSv；3名辐射工作人员为2024年第三季度入职员工，其个人季有效剂量为0.005mSv/a，均不超过1.25mSv。公司已组织现有辐射工作人员

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。根据建设单位提供的现有辐射人员管理情况（见附件 12），在岗辐射工作人员均体检情况均合格，可继续从事放射性工作，健康无异常。

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 1-5，可以满足现阶段的探伤工作要求。

表 1-5 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	8 枚
2	个人剂量报警仪	8 个
3	便携式 X- γ 剂量率仪	4 台
4	电离辐射警告标志、“禁止进入射线工作区”警告牌、“无关人员禁止入内”警告牌	16 套
5	工作状态指示灯和声音提示装置	16 套
6	警戒绳（不低于 500m）	4 套
7	铅屏风（4mmPb）	4 套
8	铅帽、铅围脖、铅防护眼镜、铅衣、铅手套	8 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）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、洗片废液等危险废物暂存于危废暂存间，公司已与诸暨市油润再生资源回收有限公司签订危废委托处置合同，危废已于 2024 年 4 月 1 日转移处理。危废委托处置合同及转移联单见附件 13。

6、现有辐射安全防护措施落实情况

公司已制定 X 射线移动探伤操作规程与流程。探伤过程中，辐射工作人员严格执行相应的规章制度进行操作，以防发生误照射事故。在移动探伤作业时，对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识，有专人巡查控制区和监督区边界。

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，2024 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《辐射事故应急预案》（见附件 10）。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，及时对辐射事故应急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，公司在 2023 年 12 月 12 日组织相关安全管理人员开展了应急处置演练工作（见附件 11）。

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×5 枚	Ⅱ类	使用	无损探伤	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	拟购，本次评价
2	⁷⁵ Se	3.7×10 ¹² Bq×7 枚	Ⅱ类	使用	无损探伤	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	XXG-2005	200	5	无损探伤	移动探伤现场	迁建, 本次评价
2	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RT-2305	230	5	无损探伤	移动探伤现场	迁建, 本次评价
3	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XXG-2505	250	5	无损探伤	移动探伤现场	迁建, 本次评价
4	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XXG-3005	300	5	无损探伤	移动探伤现场	迁建, 本次评价
5	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XXG1605	160	5	无损探伤	移动探伤现场	拟购, 本次评价
6	X 射线探伤机 (周向)	II类	1 台	XXG-2505C	250	5	无损探伤	移动探伤现场	拟购, 本次评价
7	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	RT-2805T	280	5	无损探伤	移动探伤现场	拟购, 本次评价
8	X 射线探伤机 (定向)	II类	1 台	XXG-3505D	350	5	无损探伤	移动探伤现场	拟购, 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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终排放去向
废旧放射源	固态	^{192}Ir	约 5 个月更换一次，废源年产生量约为 10 枚/年，退役活度为 $9.08 \times 10^{11} \text{Bq/枚}$				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，废源年产生量约为 7 枚/年，退役活度为 $9.25 \times 10^{11} \text{Bq/枚}$				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	/	/	8.3kg	100kg	/	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	/	/	1.7kg	20.8kg	/		
洗片废液	液态	/	/	16.7kg	200kg	/		
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	放射源贮存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；移动式探伤过程产生的臭氧和氮氧化物量小且作业场地为开放式场所。因此放射源贮存过程和移动式探伤过程产生的臭氧和氮氧化物对周围环境影响均较小。

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	(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； (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； (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； (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； (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； (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； (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； (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； (9)《放射性物品运输安全管理条例》，国务院令第 562 号，2010 年 1 月 1 日起施行； (10)《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； (11)《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； (12)《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； (13)《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； (14)《放射性物品运输安全许可管理办法(2021 年修改)》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (15)《放射性物品道路运输管理规定(2016 年修改)》，交通运输部令 2016 年第 71
------	--

号，2016 年 9 月 2 日起施行；

（16）《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；

（17）《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，原环境保护部办公厅，2014 年 10 月 10 日起施行；

（18）《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；

（19）《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 号，原环境保护部办公厅，2017 年 10 月 19 日印发；

（20）《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；

（21）《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；

（22）《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；

（23）《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；

（24）《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》自然资办函〔2022〕2080 号，自然资源部办公厅，2022 年 9 月 30 日起施行；

（25）《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；

（26）《国家危险废物名录（2025 年版）》，生态环境部令第 36 号，2025 年 1 月 1 日起施行；

（27）《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；

（28）《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；

（29）《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；

	(30)《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； (31)《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； (32)《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； (33)《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； (34)《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； (35)《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件的建设项目清单(2024年本)>的通知》，浙环发〔2024〕67号，浙江省生态环境厅，2025年2月2日起实施； (36)《关于印发<浙江省γ射线移动探伤作业辐射安全管理规定>的通知》，浙环发〔2022〕30号，浙江省生态环境厅，2023年2月3日起施行； (37)《诸暨市人民政府关于印发<诸暨市生态环境分区管控动态更新方案>的通知》，诸政发〔2024〕16号，诸暨市人民政府办公室2024年8月30日印发。
技术标准	(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； (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； (3)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)，2023年3月1日实施； (4)《放射性物品安全运输规程》(GB 11806-2019)，2019年4月1日实施； (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； (6)《γ射线探伤机》(GB/T 14058-2023)，2023年10月1日实施； (7)《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)，2003年4月1日实施； (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；

	(9)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019), 2020 年 4 月 1 日实施; (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; (11)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021), 2021 年 5 月 1 日实施; (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; (13)《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023), 2023 年 7 月 1 日实施; (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; (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。
其他	(1)《辐射防护导论》, 方杰主编; (2) 公司提供的其他与工程建设有关的技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置的评价范围，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），同时参考《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）第 8.4.2.3 条款规定：“在常规运输条件下，运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过 2mSv/h，在距运输工具外表面 2m 处的辐射水平应不超过 0.1mSv/h”，故确定本项目评价范围确定如下：

（1）放射源暂存库：放射源暂存库实体屏蔽边界外 50m，评价范围示意图见附图 2。

（2）移动探伤：①运输时：运输车辆外 2m 范围内；② γ 射线探伤作业时：评价范围为各 γ 射线探伤机的最大监督区范围。经理论计算， ^{192}Ir - γ 射线探伤机移动探伤时最大监督区范围为 307m； ^{75}Se - γ 射线探伤机移动探伤时最大监督区范围为 226m；③X 射线探伤作业时：XXG-3505D、XXG-3005、RT-2805T、XXG-2505、XXG-2505C 型 X 射线探伤机有用线束方向及各类 X 射线探伤机非有用线束方向最大监督区范围小于 100m，因此评价范围为 100m；RT-2305、XXG-2005、XXG1605 型 X 射线探伤机有用线束方向评价范围为最大监督区范围，分别为 116m、186m、133m。

7.2 保护目标

由于移动探伤作业地点不固定，因此 X、 γ 射线探伤机在工作条件下的环境保护目标是不定的。本项目移动探伤环境保护目标为评价范围内活动的辐射工作人员和公众成员。辐射工作人员为放射源管理人员、移动探伤操作人员；公众成员为放射源暂存库周围、运输车周围、移动探伤工作场所周围的公众。

表 7-1 本项目环境保护目标基本情况

保护目标		位置	相对距离（m）	人数	保护要求
职业人员	放射源管理人员	放射源暂存库内	内部	2 人	剂量约束值 ≤5mSv/a
		安保值班监控室	相邻		
	移动探伤操作人员	洗片室、评片室	1.5	36 人	
		放射源暂存库内及周围	相邻		
		专用运输车辆内及周围	相邻		
		临时贮存的保险柜周围	相邻		

		移动探伤控制区外		$^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机移动探伤时最大控制区理论值为125m; $^{75}\text{Se}-\gamma$ 射线探伤机移动探伤时最大控制区理论值为92m; 各类X射线探伤机移动探伤时最大控制区范围详见表 11-7。		
公众成员	放射源暂存库	北	北侧厂区道路	1	约10人次/天	剂量约束值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$
			11#配套库房	13	约5人	
		东	丰达路	16	约500人次/天	
			维保中心	相邻	约3人	
			南侧厂区道路	10	约100人次/天	
			门卫室	34	约1人	
			变电所	36	约2人	
		西	西侧厂区道路	7	约50人次/天	
			8#厂房	45	约20人	
		运输车周围		0~2	不定	
		临时贮存的保险箱周围		0~1	不定	
		移动探伤监督区外、评价范围内		$^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机移动探伤时最大监督区理论值为307m; $^{75}\text{Se}-\gamma$ 射线探伤机移动探伤时最大监督区理论值为226m; 各类X射线探伤机移动探伤时最大监督区范围详见表11-7。	不定	

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职业照射水平进行控制，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 10%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	0.1mSv/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。

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。

5.2.4 放射源的运输和移动

5.2.4.1 放射源的货运运输要求按 GB 11806 的规定执行，应满足 A 类与 B 类运输货包要求。在运输过程中，源窗应处于关闭状态，并有专门的锁定装置。

5.2.4.2 含源装置应置于储存设施内运输，只有在合适的源容器内正确锁紧并取出钥匙后方能移动。

5.2.4.3 在不涉及公用道路的厂区内移动时，应使用小型车辆或手推车，使含源装置处于人员监视之下。

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。

7 移动式探伤的放射防护要求

7.1 作业前准备

7.1.1 在实施移动式探伤工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。

7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。

7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

7.2 分区设置

7.2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区。

a) 对于 X 射线探伤，如果每周实际开机时间高于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按公式（1）计算：

$$\dot{H} = \frac{100}{\tau} \dots \dots \dots (1)$$

式中： $\dot{H}$ ——控制区边界周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

100——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值，即 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

τ ——每周实际开机时间，单位为小时（h）。

b) 对于 γ 射线探伤，控制区距离的估算方法参见本标准附录 A。

7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

7.2.4 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。

7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X- γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。

7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

7.2.9 移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

7.2.10 探伤机控制台（X 射线发生器控制面板或 γ 射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

7.3.3 《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）

本标准规定了常规运输条件、正常运输条件和运输事故条件下放射性物品运输安全要求。本标准适用于放射性物品（包括伴随使用的放射性物质）的陆地、水上和空中任何方式的运输。

8.4.2.3 应按下述要求控制货物集装箱的装载及货包、集合包装和货物集装箱的存放：

b) 在常规运输条件下，运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过 $2\text{mSv}/\text{h}$ ，在距运输工具外表面 2m 处的辐射水平应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$ 。

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、泄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 $20\mu\text{Sv/h}$ ；库房外墙表面 0.3m 处的最大剂量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

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）、《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放射源暂存库剂量率控制水平：根据 GBZ 117-2022 第 5.2.3.3 条款的要求以及 HJ1258-2022 第 6.11.1.3 条款的要求，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 $\mu\text{Sv/h}$ ，源坑表面外 0.5m 处周围剂量当量率参考控制水平取为 20 $\mu\text{Sv/h}$ 。

②移动探伤周围环境辐射剂量率控制水平：根据 GBZ 117-2022 第 7.2.1 条款的要求， γ

射线移动探伤控制区边界周围剂量当量率不超过 $15\mu\text{Sv/h}$ ；X 射线移动探伤周探伤时间小于 7h，控制区边界周围剂量当量率不超过 $15\mu\text{Sv/h}$ ；X、 γ 射线移动探伤监督区边界周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

③人员有效剂量：根据 GB 18871-2002 第 4.3.2.1 条款与第 11.4.3.2 条款的要求以及 HJ 1258-2022 第 6.11.1.2 条款的要求，本项目个人年有效剂量控制水平如下：职业人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；公众成员年有效剂量 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

④废气：根据 HJ 1258-2022 第 6.6.1.3 条款的要求，放射源暂存库应设置机械通风装置，每小时有效通风换气次数应为 2~3 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》中的有关规定要求。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

本项目位于浙江省绍兴市诸暨市陶朱街道新亭路 6 号西子（诸暨）新能源装备有限公司东侧的 10#配套库房。10#配套库房北侧、西侧、南侧均为西子（诸暨）新能源装备有限公司其他建筑，东侧隔丰达路为浙江铂盛国际物流集团有限公司。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 放射源暂存库位置

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 13.4m^2 ，库内拟设 12 个源坑，最多可存放 12 枚放射源。放射源暂存库位于 10#配套库房，其北侧为厂区道路、11#配套库房，东侧为评片室、洗片室、胶片存放室和丰达路，南侧为维保中心、厂区道路、门卫室和变电所，西侧为 X 射线探伤机储存间、安保值班监控室、危废暂存间、厂区道路和 8#厂房，正上方为放射源暂存库顶棚和 10#配套库房顶棚（均为不上人顶棚），正下方为土层。放射源暂存库周围环境实景见附图 3，放射源暂存库所在 10#配套库房布局图见附图 4。

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。本项

目受检场所 1 处，共布设 15 个监测点位，布点情况见下图，监测报告及监测资质见附件 14。

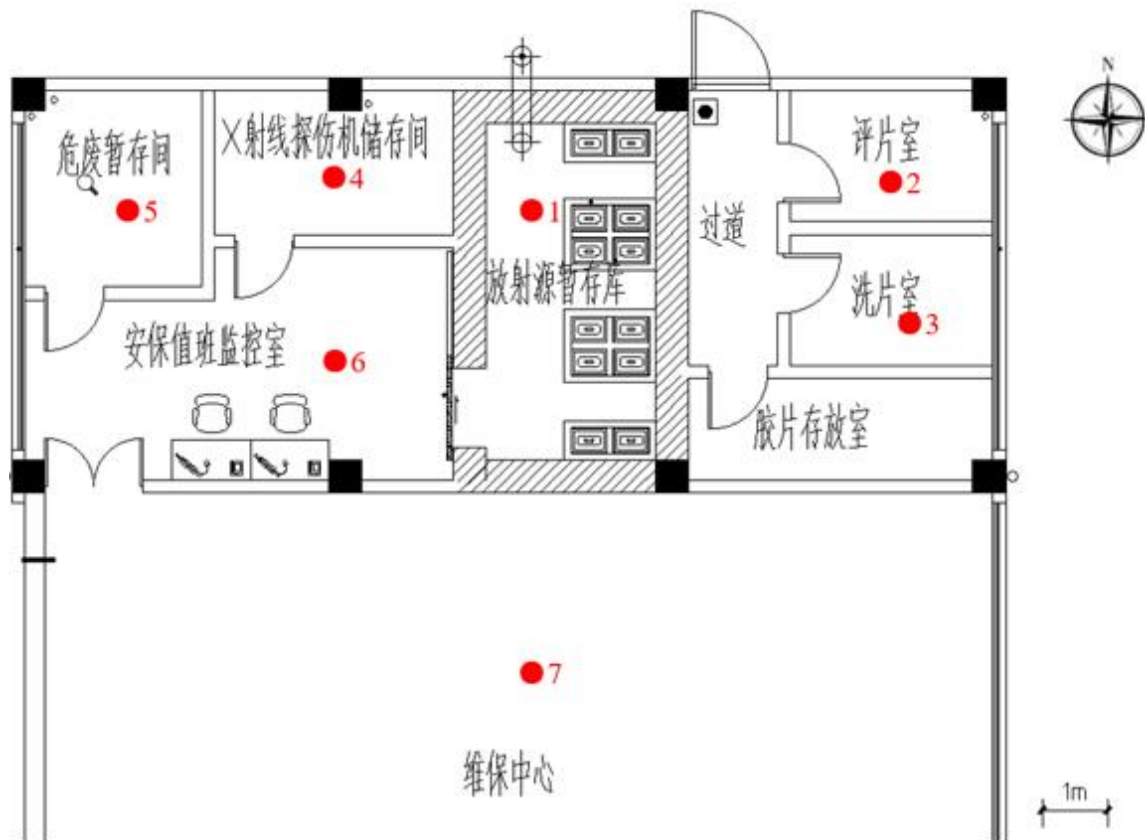


图 8-1 本项目辐射环境质量现状检测点位分布图

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 10 月 14 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：晴；室外温度：29℃；室内温度：29℃；相对湿度：52%。
- (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

8.3.5质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，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。

8.3.6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	拟建放射源暂存库	129	4	室内
●2	拟建评片室	121	2	室内
●3	拟建洗片室	118	3	室内
●4	拟建 X 射线探伤机储存间	120	2	室内
●5	拟建危废暂存间	116	5	室内
●6	安保值班监控室	120	2	室内
●7	维保中心	120	2	室内
●8	北侧厂区道路	92	2	道路
●9	西侧厂区道路	84	2	道路
●10	南侧厂区道路	90	3	道路
●11	丰达路	99	2	道路
●12	门卫室	99	4	室内
●13	配电房	109	3	室内
●14	8#厂房	80	4	室内
●15	11#配套库房	89	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，●8~●11 点位取 1，其余点位取 0.9。

由表8-2可知：本项目拟建探伤工作场所及周围环境室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围为80nGy/h~129nGy/h，道路上 γ 辐射空气吸收剂量率为84nGy/h~99nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，绍兴市室内的 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为61nGy/h~335nGy/h，诸暨市道路上 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为51nGy/h~150nGy/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放射源暂存库、X 射线探伤机储存间以及各辅助用房的土建施工，不涉及设备安装调试。具体工艺流程及产污环节如下：

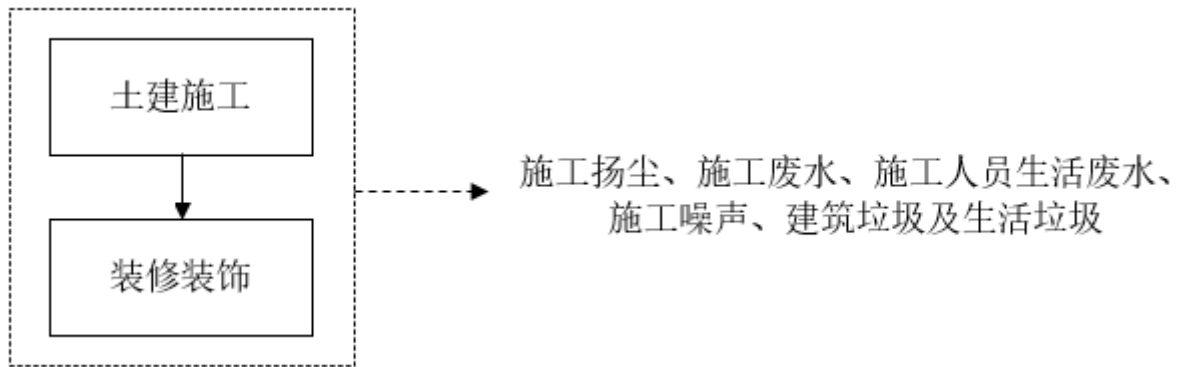


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节示意图

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。

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

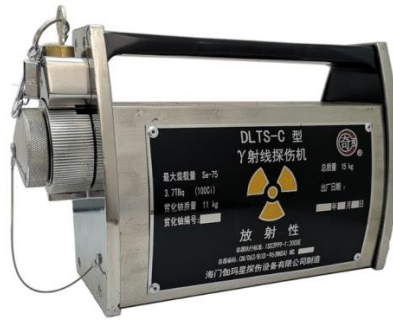


图 9-3 典型 ^{75}Se - γ 射线探伤机外观图

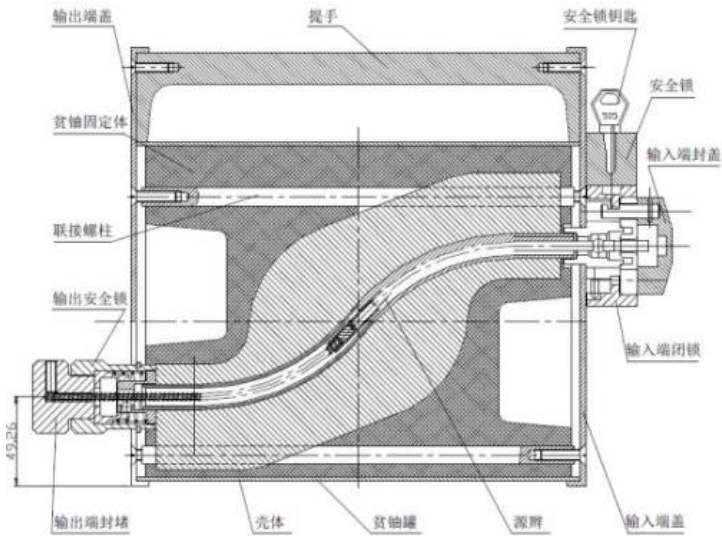


图 9-4 典型 γ 射线探伤机内部结构示意图

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，由移动探伤现场安全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）进入放射源暂存库，其中一名管理人员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。若要进行移动探伤，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现场安全员，现场安全员再把已存放含源 γ 射线探伤机的铅箱搬运至放射源专用运输车上。

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。

放射源暂存库工作流程及产污环节见图 9-5。

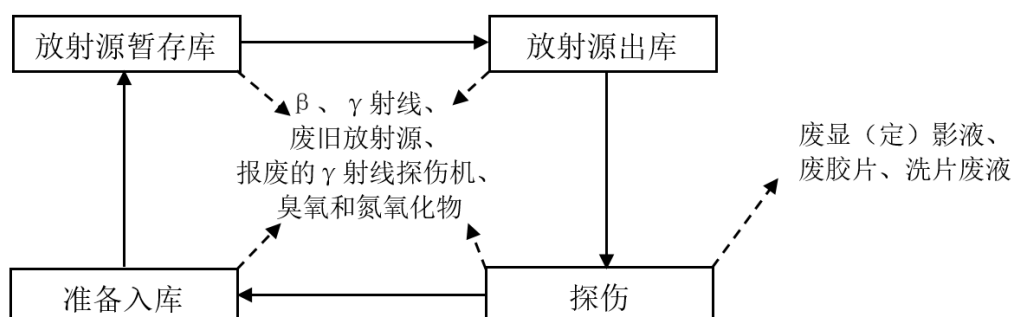


图 9-5 放射源暂存库工作流程及产污环节示意图

(2) 移动探伤

①公司接到工程探伤检测委托业务后，在探伤之前，根据几何不清晰度要求，算出照射距

离，确定放射源的位置；根据底片黑度要求，算出照射时间。根据放射源活度理论估算出控制区及监督区的边界距离，通过委托方（或探伤实施单位）把探伤作业的性质、时间、地点、控制区和监督区范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容以张贴公告的方式告知探伤场所附近公众，公告牌面积不小于 2 平方米。

②对划出的控制区及监督区的范围和边界进行确认，确认后，对监督区边界范围内区域进行清场，将无关人员全部撤出监督区边界线以外。在控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，设置有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 γ 射线探伤机联锁，边界处拉起警戒绳。监督区边界上张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息并悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。在清理完现场，确认场内无其他人员后，工作人员离开控制区，在监督区边界附近进行警戒。在试运行（第一次曝光）期间，用便携式 X- γ 剂量率仪巡测控制区和监督区边界的周围剂量当量率以证实边界设置正确，必要时应调整区域的范围和边界。在移动探伤工作期间，便携式 X- γ 剂量率仪应一直处于开机状态。

③确定照射容器、输源管及遥控器曲柄放置的距离及操作人员的临时屏蔽装置，在检测对象需要检测部位贴好胶片，将 γ 射线探伤机的照射头的射线口对准检测对象需要检测部位。

④用便携式 X- γ 剂量率仪检查确定源在装置内后，连接输源管。将输源管端部三角架固定安放到确定的照射处，确认控制部件、行程记录仪、输源管及各个连接口无异常后，送出放射源，并监视行程记录仪，同时记录照射时间，到预定照射时间后，将放射源收回到照射容器安全位置。

⑤从检测工件上取下已曝光的底片，待暗室冲洗处理后评片，完成一次探伤任务。

γ 射线移动探伤流程及产污环节见图 9-6。

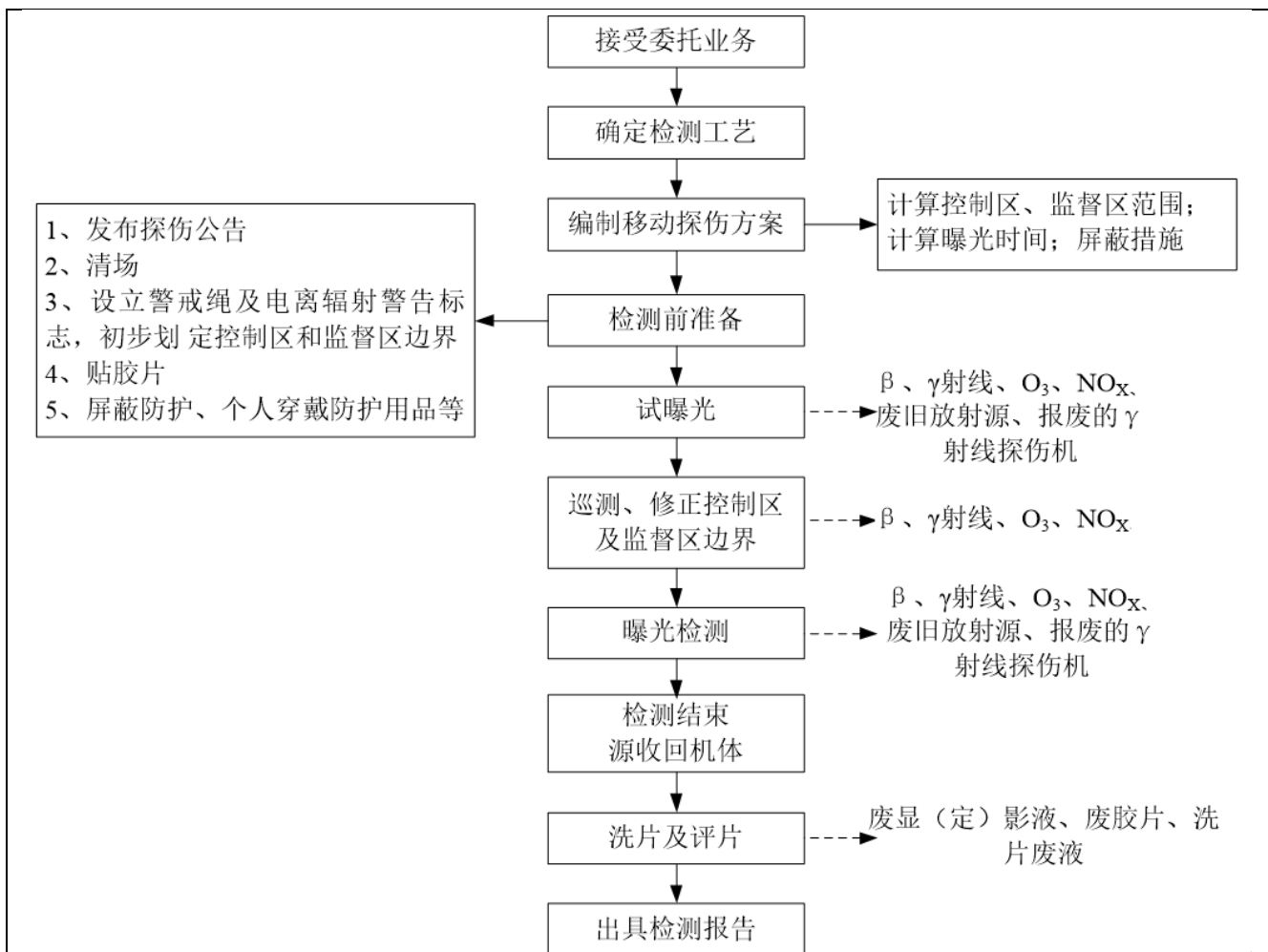


图 9-6 γ 射线移动探伤工艺流程及产污流程示意图

(4) 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。

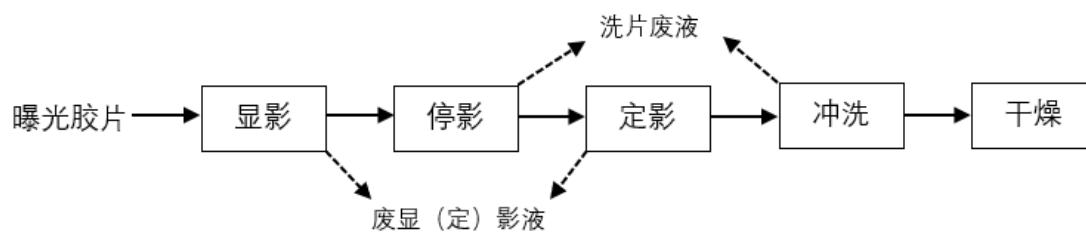


图 9-7 洗片工艺流程及产污环节示意图

综上所述，本项目 γ 射线移动探伤的主要产污因子为： 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（浙江越新检测技术有限公司）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（浙江越新检测技术有限公司）委托有资质的运输单位将源容器运输至放射源生产单位，在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，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。

浙江越新检测技术有限公司不得自行进行倒源操作，本项目所有放射源退役和换源的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，运输过程中的安全责任由委托的第三方有资质运输单位负责。

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、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面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。

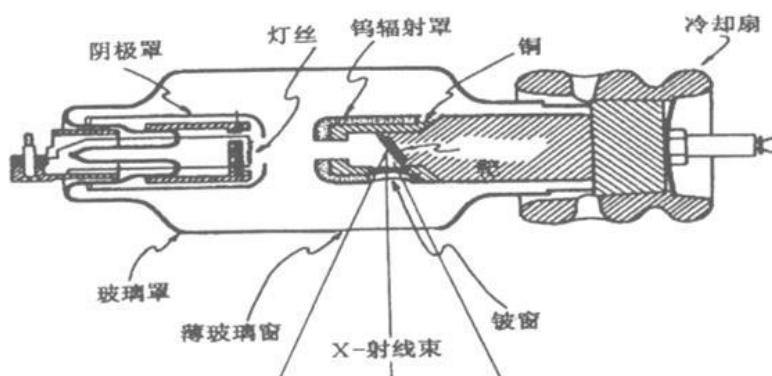


图 9-9 典型的 X 射线管结构图

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 射线探伤机储存间，双人双锁，由专人管理。移动探伤前，由探伤操作人员到 X 射线探伤机储存间领取 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 射线探伤机储存间，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。

(2) X 射线移动探伤

①公司接到工程探伤检测委托业务后，在探伤之前，根据被探伤产品的规格选用合适型号的 X 射线探伤机。根据设备的最大管电压和最大管电流等参数理论估算出控制区及监督区的边界距离，通过委托方（或探伤实施单位）把探伤作业的性质、时间、地点、控制区和监督区范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容以张贴公告的方式告知探伤场所附近公众。

②对初步划出的控制区及监督区的范围和边界进行确认，确认后，对监督区边界范围内区域进行清场，将无关人员全部撤出监督区边界线以外。在控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，设置有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机联锁，边界处拉起警戒绳。监督区边界上张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息并悬挂清晰可见的“无关人员禁止进入”警告牌，必要时设专人警戒。在清理完现场，确认监督区内无公众人员后，辐射工作人员离开控制区，在监督区边界附近进行警戒。

③试曝光。现场作业人员均佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，监护人员确认场内无其他

人员且各种辐射安全措施到位后，开始铺设电缆，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，设备操作人员开机进行试曝光，现场监护人员使用便携式 X- γ 剂量率仪从探伤机位置四周由远及近进行巡测，一旦发现辐射水平异常、分区不合理，应立即停止射线出束，调整分区。对划定的控制区和监督区进行修正，保障工作人员操作现场的周围剂量当量率小于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，公众位于周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域之外。在移动探伤工作期间，便携式 X- γ 剂量率仪应一直处于开机状态。

④曝光检测。辐射工作人员在控制区边界外操作，探伤机操作台上设有延时开机按钮。然后开机进行曝光，同时记录照射时间。到预定曝光时间后，探伤检测结束。

⑤探伤结束，关闭机器。清理完现场后解除警戒，工作人员离场。

⑥从检测工件上取下已曝光的底片，并将胶片统一运回新厂区暗室。待暗室冲洗处理后评片，完成一次探伤任务。

X 射线移动探伤流程及产污环节见图 9-10。

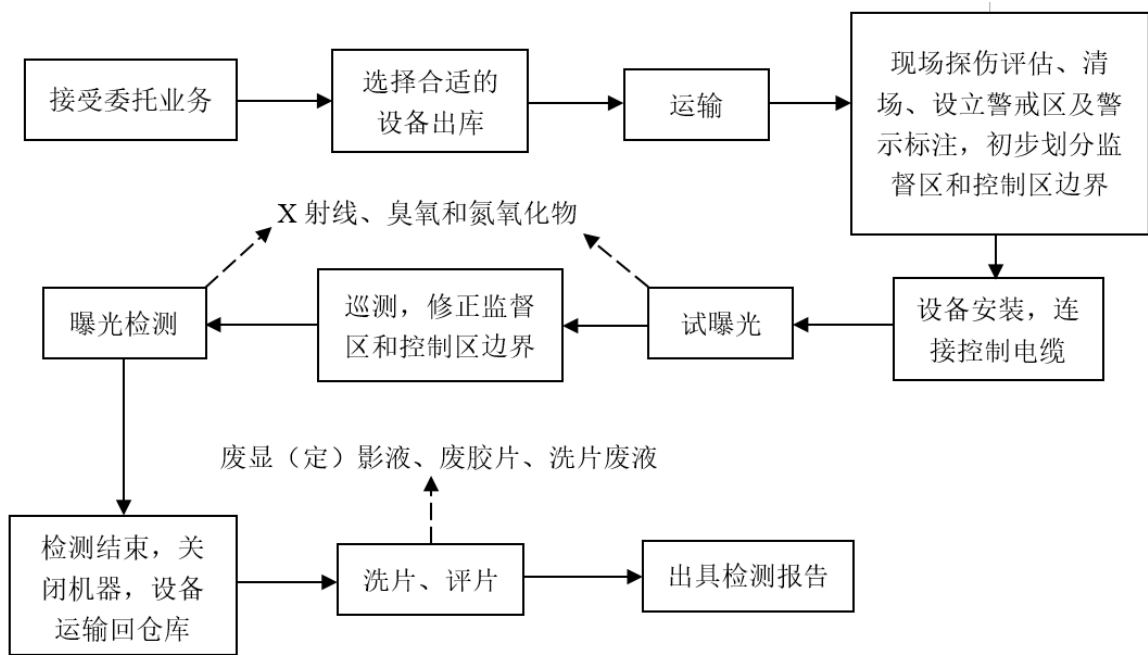


图 9-10 X 射线移动探伤流程及产污环节

（4）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 射线移动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。

移动探伤时，每个作业地点仅开启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。探伤工作负荷见表9-3。

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	20~100
2	⁷⁵ Se-γ射线探伤机	10~40
4	XXG-3505D型X射线探伤机	50~60
5	XXG-3005型X射线探伤机	40~50
6	RT-2805T型X射线探伤机	36~46
8	XXG-2505、XXG-2505C型X射线探伤机	30~40
9	RT-2305型X射线探伤机	25~35
10	XXG-2005型X射线探伤机	20~30
11	XXG1605型X射线探伤机	15~25

表 9-3 本项目探伤工作负荷

序号	探伤类型	年拍片量（万张）	年曝光时间（h）	周曝光时间（h）
1	γ射线移动探伤	1	833	16.6
2	X射线移动探伤	1	833	16.6
合计		2	1666	33.2

注：单片最长曝光时间均保守按5min计（含试曝光）；年工作50周；共12个移动探伤小组，工作量平均分配。

9.2.4 辐射工作人员配置

本项目主要使用 X、γ 射线探伤机进行移动探伤作业，本项目拟配置 39 名辐射工作人员，其中 8 名移动探伤人员为现有人员，其余人员为新增人员。本项目辐射配置计划见表 9-4。

表 9-4 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
4	移动探伤	36名	专职，分12组，每组由3名辐射工作人员组成，承担X、γ射线移动探伤工作。 ①γ射线移动探伤时，人员岗位职责分配：2名为探伤操作人员，每次移动探伤时同时在场并共同负责操作γ射线探伤机的安全使用及状态监护等工作；1名为现场安全员，主要负责作业场所的划分与控制、作业场所限制区域的人员管理、作业场所辐射剂量水平监测、含放射源γ射线探伤机的领取、归还以及确认放射源是否返回探伤机等安全相关工作，并做好相关记录。 ②X射线移动探伤时，人员岗位职责分配：2名轮流负责操作X射线探伤机，1名负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及外来人员误入。
合计		39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 9-5。

表 9-5 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 0.316 0.468	35.8 82.9%, 100 58.0	
^{75}Se	120d	ϵ (100)	γ	0.265	58%, 100	0.072
				0.121	27.4	
				0.136	93.1	
				0.280	42.9	

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 9-6。

表 9-6 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，⁷⁵Se计划8个月更换一次，则本项目废旧放射源¹⁹²Ir年产生量为10枚/年（按每枚放射源1年更换两次计），废旧放射源⁷⁵Se年产生量为7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），¹⁹²Ir的半衰期为74.02d、⁷⁵Se的半衰期为120d，则单枚废旧放射源的活度估算结果如下：

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

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

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。

（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。

（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9-7。

表 9-7 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	
XXG-3505D	350	17.4	1.04×10 ⁶	5
XXG-3005	300	20.9	12.5×10 ⁶	5
RT-2805T	280	18.1	1.09×10 ⁶	5
XXG-2505、XXG-2505C	250	16.5	9.90×10 ⁵	5
RT-2305	230	13.5	8.10×10 ⁵	5
XXG-2005	200	28.7	1.72×10 ⁶	2.5
XXG1605	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 350kV 时，选取表 B.1 中 300kV 和 400kV 管电压下过滤条件为 3mm 铜的输出量，进行内插法计算得 $(23.5+11.3)/2=17.4\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，其它型号计算方法一致）。

②单位为 μSv·m²/（mA·h）的值以 mGy·m²/（mA·min）为单位的值乘以 6×10⁴ 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。移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

(2) 废显（定）影液、废胶片及洗片废液

诸暨周边移动探伤作业完成后，公司将底片带回本项目洗片室，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、废胶片及洗片废液，属于《国家危险废物名录（2025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，本项目移动探伤年拍片共约2万张，其中诸暨周边移动探伤拍片约1万张。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100L（约0.1t），废胶片年产生量约100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80%直接交付于客户方进行存档，无需存档；20%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1980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100+1980=2080（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20.8kg）。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0.2t。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。

项目危险固体废物分析汇总表见表 9-8。

表 9-8 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	0.1	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	每天	T	密闭置于包装桶内，暂存于危废暂存间，定期委托有资质单位处理处置。
2	废胶片	HW16	900-019-16	0.0208	胶片冲洗	固态	卤化银	卤化银	每天	T	
3	洗片废液	HW16	900-019-16	0.2	胶片冲洗	液态	硝酸、硫酸、卤化银、硼砂、对苯二酚	卤化银、对苯二酚	每天	T	

9.4 原有项目工艺不足及改进情况

浙江越新检测技术有限公司现有 4 台 X 射线定向探伤机（XXG-2005 型、RT-2305 型、XXG-2505 型、XXG-3005 型各 1 台），用于对外承接移动探伤业务，同时租赁浙江省诸暨市陶朱街道千禧路 13 号的诸暨优尼斯智能制造谷有限公司闲置房，用于 X 射线探伤机不作业时的临时贮存以及洗片和危废暂存。

原有项目工艺流程同本项目 X 射线移动探伤流程和洗片流程，见图 9-7 与图 9-10。运行期间各项探伤作业均正常，在探伤作业时，对探伤场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识，有专人巡查控制区和监督区边界；各项辐射安全和防护措施较完善，相关辐射安全规章制度较齐全；辐射工作人员配备相应的个人剂量计、个人剂量报警仪以及便携式 X- γ 剂量率仪。探伤工作场所周围剂量当量率满足国家相关标准限值要求，“三废”污染物均得到有效、合理、可行的处置，可实现达标排放。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。

随着业务的扩展，现有探伤装置数量无法满足对外承接移动探伤业务的需求，且原射线装置贮存场所无法满足增加放射源和射线装置后的贮存需要，因此公司拟实施本项目。

综上所述，浙江越新检测技术有限公司原有项目运行正常，原有工艺无需改进。

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

本项目辐射工作场所位于浙江省绍兴市诸暨市陶朱街道新亭路 6 号 10#配套库房北侧，由放射源暂存库、X 射线探伤机储存间及辅助用房（洗片室、评片室、胶片存放室、危废暂存间、安保值班监控室）组成。放射源暂存库内设置 12 个源坑，用于暂存 5 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、7 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机，放射源暂存库西南侧设置 25mm 铅板防护门。X 射线探伤机储存间用于临时贮存公司现有 4 台 X 射线探伤机和拟新增的 4 台 X 射线探伤机。诸暨周边移动探伤作业曝光后的胶片带回，在洗片室、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。辐射工作场所的平面和剖面设计分别见附图 6 和附图 7。

因此，本项目功能用房集中布置且比较完善，可以满足 X、 γ 射线探伤机暂存和洗片、评片的需求，移动探伤应严格按两区管理进行布局。

10.1.2 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，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，具体划分情况如下：

（1）放射源暂存库

本项目拟将放射源暂存库实体屏蔽围成的内部区域划为控制区，在放射源暂存库防护门外 1m 处采用黄色警戒线作为标志，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；洗片室、评片室、胶片存放室、危废暂存间、安保值班监控室、X 射线探伤机储存间、各辅助用房之间的过道以及放射源暂存库四侧屏蔽体外 1m 其他区域划为监督区，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 8。

（2）移动探伤工作场所

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“7.2 分区设置”，公司开展 X、 γ 射线移动探伤作业时，根据现场具体情况，利用便携式 X- γ 剂量率仪巡测，将作业场所中周围

剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区，控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，控制区的边界尽可能设定实体屏蔽，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

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，本项目放射源暂存库的屏蔽防护设计方案见表 10-1。

表 10-1 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 22.14m^2 ， 6.15m （长） $\times 3.6\text{m}$ （宽） $\times 3.05\text{m}$ （高）
	内尺寸	面积为 13.39m^2 ， 5.15m （长） $\times 2.6\text{m}$ （宽） $\times 2.65\text{m}$ （高）
四侧墙体		500mm 实心砖
顶棚		400mm 混凝土
防护门		电动移门，门洞尺寸为 1.2m （宽） $\times 2.1\text{m}$ （高）；门体尺寸为 1.6m （宽） $\times 2.4\text{m}$ （高），采用 25mm 铅防护；门与墙体左、右、上搭接各为 200mm，下搭接为 100mm。
源坑		共设有 12 个源坑，采用下沉式设计，内尺寸为 450mm （长） $\times 300\text{mm}$ （宽） $\times 470\text{mm}$ （深），源坑四壁及底部为混凝土；每个源坑设置 1 个铰链式坑盖，坑盖尺寸为 550mm （长） $\times 400\text{mm}$ （宽），15mmPb，坑盖与源坑口四周搭接各为 50mm。源坑设计见图 7。
排风管道		预留 1 根，管径 200mm，埋深 400mm，以“U”型地埋管道穿越放射源暂存库的北墙至室外 3.5m 处高空排放，风机设计风量 $200\text{m}^3/\text{h}$ 。
注：1、表中混凝土的密度不小于 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，实心砖的密度不低于 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅的密度不小于 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ ； 2、放射源暂存库正下方为土层，不做特殊防护。		

本项目放射源暂存库的屏蔽墙厚度已充分考虑放射源暂存情况，经辐射环境影响预测，处于最大贮存工况时，源库周围环境辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，其辐射防护性能有效可行，满足“防射线泄漏”要求。因此，本项目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 10-2 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 10-3 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) 安全联锁是否工作正常；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。
	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 射线探伤机储车间。移动探伤工作间歇临时贮存，X、γ 射线探伤机无法返回贮存库时，需设置临时贮存间。

表 10-4 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	(1) 放射源暂存库 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。 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。 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。 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，且录像保存时间在 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。 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。 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。 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、其他厂房、厂区道路、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。 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。 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。 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。 （2）移动探伤工作间歇临时贮存 移动探伤工作间歇临时贮存含源容器或放射源，应在专用的贮存设施内储存。现场存储设施包括可上锁的房间、专用存储箱或存储坑等。临时贮存完毕，应进行巡测，确保存储安全。放射源贮存设施应达到如下要求： ①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。 ②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。 ③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。 ④贮存设施的门应保持在锁紧状态，实行双人双锁管理。 ⑤定期检查物品清单，确认探伤源、源容器的存放地点。 ⑥γ 射线探伤装置临时存放场所须满足“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，应利用保险柜现场保存，保险柜表面明显位置应粘贴电离辐射警告标志，并派专人 24h 现场值班。 ⑦γ 射线探伤装置出入临时存放场所，公司必须对探伤机进行辐射剂量监测，并记录监测值和转移时间等信息。
射线装置	（1）X射线探伤机储存间 ①X射线探伤机储存间仅存放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。 ②X射线探伤机储存间实行双人双锁，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。 ③X射线探伤机储存间应满足“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。 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。 （2）移动探伤工作间歇临时贮存 ①X射线探伤机无法当天返回新厂区X射线探伤机储存间时，X射线探伤机由工作人员负责看管，并派人24h值班。 ②X射线探伤机临时存放场所须满足“防盗、防火、防潮、防爆”要求。

10.1.4.4 X、 γ 射线探伤机运输过程中辐射安全和防护措施

表 10-6 探伤装置运输过程中辐射安全和防护措施

装置名称	运输过程中辐射安全和防护措施
γ 射线探伤机	(1) 浙江越新检测技术有限公司应与专门的放射源运输单位签订放射源委托运输协议。 (2) 承担放射源运输单位,应具备国家规定的放射性物品运输资质,运输过程需满足《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 号)和《放射性物品安全运输规程》(GB 11806-2019)等法规的相关规定。 (3) γ 射线探伤机运输过程中,应临时贮存于铅箱中,铅厚度不低于 5mm,采用双锁锁住箱盖。
X 射线探伤机	(1) 本项目 X 射线探伤机的运输工作由浙江越新检测技术有限公司自行承担,运输过程中应临时贮存于专用运输车,运输车设有防盗锁。 (2) 运输全程由经过培训的辐射工作人员负责,如人员需要离开车辆,应至少保留 1 名工作人员负责 X 射线探伤机的看管。 (3) 公司已制定 X 射线探伤机运输管理规定,工作人员严格按照规定进行规范运输。

10.1.4.5 X、 γ 射线移动探伤辐射安全和防护措施

本项目 X、 γ 射线移动探伤仅限于评估合格的各客户工作场所。

一、 γ 射线移动探伤

1、作业前准备

(1) 在实施移动探伤工作之前,作业单位拟对工作环境进行全面评估,以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响(如烟雾报警器等)。

(2) 本项目开展移动探伤工作的每台 γ 射线探伤机拟配备 2 名专职的辐射操作人员和 1 名现场安全员。

(3) 移动探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划,作业单位拟与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标志和报警信号等,避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

2、分区设置

(1) 探伤作业时,作业单位拟对工作场所实行分区管理,将工作场所划分为控制区和监督区,并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作均在指定为控制区的区域内进行。

(2) 控制区边界上合适的位置拟设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌,探伤作业人员均在控制区边界外操作,否则应采取专门的防护措施。

(3) 控制区的边界尽可能设定实体屏障,包括利用现有结构(如墙体)、临时屏障或临时拉起警戒线(绳)等。

(4) 移动探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，拟使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。

(5) 每一个探伤作业班组配备一台便携式 X- γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。同时配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。

(6) 探伤作业期间拟对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

(7) 监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

(8) 移动探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

(9) 探伤机控制台(γ 射线绕出盘)拟设置在合适位置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

3、安全警示

(1) 委托单位(业主单位)应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。

(2) 拟设提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。夜晚作业时控制区边界拟设置警示灯。

(3) γ 射线探伤的警示信号指示装置均与探伤机联锁。

(4) 在控制区的所有边界均能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

(5) 在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

4、边界巡查与检测

(1) 开始移动探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

(2) 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

(3) 在试运行(或第一次曝光)期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时应调整控制区的范围和边界。

(4) 开始移动探伤工作之前，应对便携式 X- γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动探伤工作期间，便携式 X- γ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

(5) 移动探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- γ 剂量率仪，两者均应使用。

5、 γ 射线移动探伤操作要求

(1) 拟根据要进行射线探伤的物体的类型和尺寸，确定所使用的放射性核素。作业单位有多个 γ 射线源，拟使用与获得所需射线照片相一致的最低活度源。

(2) 探伤作业开始前备齐下列防护相关物品，并使其处于正常状态：

- a) 便携式 X- γ 剂量率仪和个人剂量计、个人剂量报警仪；
- b) 导向管，控制缆和遥控；
- c) 准直器和局部屏蔽；
- d) 现场屏蔽物；
- e) 警告提示和信号；
- f) 应急箱，包括放射源的远距离处理工具；
- g) 其他辅助设备，例如：夹钳和定位辅助设施。

(3) 移动探伤作业时（应急探伤除外），作业单位拟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；拟将作业计划和影响范围书面告知委托单位，作业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。

6、 γ 射线移动探伤放射防护检测要求

(1) 进行移动探伤时，拟通过巡测确定控制区和监督区。

(2) 当探伤装置、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均重新进行巡测，确定新的划区界线。

(3) 在工作状态下检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。

(4) 探伤机停止工作时，检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

7、废旧放射源的处置及换源

(1) 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。

(2) 在废旧放射源转让活动完成之日起 20 日内，公司拟将 1 份《放射性同位素转让审批表》报送浙江省生态环境厅备案。

(3) 废旧放射源临时贮存在放射源暂存库的源坑内，公司应及时通知放射源销售单位专车取走。

(4) 严禁将废旧放射源非法转让，随意丢弃。

(5) 探伤装置装源（包括更换放射源）由放射源生产单位在生产厂家内进行操作，并承担其安全责任，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。

8、含源 γ 射线探伤机的异地使用

本项目移动探伤的业务范围是全国各地，含源 γ 射线探伤机异地使用应能做到：

(1) 本项目 γ 射线探伤机进行跨设区市作业的，公司应在作业实施前 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。

(2) 本项目 γ 射线探伤机转移到外省、自治区、直辖市使用的，公司应当于活动实施前填写“放射性同位素异地使用备案表”，先向使用地省级生态环境主管部门备案，经备案后，到移出地省级生态环境主管部门备案。异地使用活动结束后，公司应在放射源转移出使用地 20 日内，先后向使用地、移出地省级生态环境主管部门注销备案。

(3) 公司拟建立 γ 射线探伤机跨区域备案管理制度，并在实际工作中严格执行。

9、国家及省关于 γ 射线移动探伤的管理要求

本项目对照《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）、《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）、《关于印发〈浙江省 γ 射线移动探伤作业辐射安全管理规定〉的通知》（浙环发〔2022〕30 号）等文件中的要求，相关符合性分析评价分别见表 10-7～表 10-9。

表 10-7 本项目与环发〔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）		本项目情况	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。	本次评价共 12 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。	公司拟配备36名探伤操作人员参加辐射安全与防护培训，考取合格证书，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。	本项目在履行环评手续后，该公司将重新申领辐射安全许可证，在取得辐射安全许可证后，方可开展探伤工作。	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。	公司拟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放射源暂存库的保管工作，放射源暂存库拟设置红外报警装置，放射源暂存库内和出口处拟安装视频监控装置，对放射源暂存库实行24小时监控，放射源暂存库入口拟设置电离辐射警告标志，放射源暂存库设计为双人双锁。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，公司将按要求设置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、源辨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；在今后的实际探伤过程中拟严格按照制度执行，严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨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，单个探伤小组拟配备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。个人剂量计拟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。	公司拟制定 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。	公司拟委托专门的放射源运输单位负责运输探伤装置，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移出使用地后 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。	本项目移动探伤的作业范围为全国各地，公司承诺将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，该公司拟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，浙江越新检测技术有限公司与放射源生产单位拟分别将 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 10-8 本项目与环办函（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）		本项目情况	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，探伤现场均拟配备 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，均拟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	公司在实际探伤工作中，在作业现场边界外公众可达地点拟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。公司承诺将严格要求制定安全信息公示牌，安全信息公示牌面积不小于 2 平	符合

	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。	方米。	
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。	公司应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。	公司应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。	/

表 10-9 本项目与浙环发〔2022〕30 号文的对照性分析评价

《关于印发〈浙江省 γ 射线移动探伤作业辐射安全管理规定〉的通知》（浙环发〔2022〕30 号）		本项目情况	符合情况
1	浙江省生态环境主管部门颁发辐射安全许可证的作业单位（以下简称“本省单位”）应设立由单位法定代表人、辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员以及放射源贮存库管理员分级负责的辐射安全管理体系，制定单位辐射安全管理制度，培植单位核安全文化。	公司拟建立由单位法定负责人、辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员以及放射源管理人员分级负责的辐射安全管理体系，制定单位辐射安全管理制度，培植单位核安全文化。	符合
2	单位法定代表人是辐射安全管理的第一责任人，全面负责本单位的辐射安全管理工作。	公司已明确单位法定代表人是辐射安全管理的第一责任人，全面负责本单位的辐射安全管理工作。	符合
3	辐射安全负责人具体负责本单位辐射安全管理工作，检查指导各项目辐射安全管理，定期核查各项目有关资料。	公司已明确 1 名辐射安全负责人具体负责本单位辐射安全管理工作，检查指导各项目辐射安全管理，定期核查各项目有关资料。	符合
4	项目负责人负责该项目的辐射安全管理工作，检查操作人员和现场安全员的操作与记录情况。	公司每个 γ 射线移动探伤作业项目点拟配备项目负责人，负责该项目点的辐射安全管理工作，每天检查操作人员和现场安全员的操作和记录情况。	符合
5	现场安全员负责作业场所的划分与控制、作业场所限制区域的人员管理、作业场所辐射剂量水平监测、含放射源 γ 射线探伤机（以下简称“探伤机”）的领取、归还以及确认放射源是否返回探伤机等安全相关工作，并做好相关记录。	公司每个 γ 射线移动探伤作业场所拟配备 1 名现场安全员，主要负责作业场所的划分与控制、作业场所限制区域的人员管理、作业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、归还以及确认放射源是否返回探伤装置等工作，同时做好相关记	符合

		录。	
6	操作人员负责探伤机的安全使用及状态监护等工作。	公司每个 γ 射线移动探伤作业场所拟配备2名操作人员,负责探伤机的安全使用及状态监护等工作。	符合
7	放射源贮存库管理员负责放射源贮存库的值守、巡查、监护、钥匙保管,做好探伤机的出入库登记,定期清点记录放射源情况等工作。	本项目放射源暂存库拟安排2名工作人员专职负责放射源暂存库的值守、巡查、监护、钥匙保管,做好探伤机的出入库登记,定期清点记录放射源情况等工作。	符合
8	辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员和放射源贮存库管理员必须通过相应的核技术利用辐射安全与防护考核。	本省单位的辐射安全负责人、作业项目点负责人、现场安全员和操作人员等上岗前,均拟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
9	作业单位应建立辐射安全管理制度,主要包括:操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射源使用登记制度、工作场所监测制度、人员剂量管理和健康管理制度、人员培训制度等。	公司拟更新辐射安全管理制度,主要包括:操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射源使用登记制度、工作场所监测制度、人员剂量管理和健康管理制度、人员培训制度等。	符合
10	作业单位应制定并不断完善辐射事故应急预案,细化应急报告程序及应急处置措施,明确应急物资、设备型号(名称)、存放地点等,并定期组织开展应急演练。	公司拟完善辐射事故应急预案,细化,细化应急报告程序及应急处置措施,明确应急物资、设备型号(名称)、存放地点等,并定期组织开展应急演练。	符合
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。	公司已制定设备检修维护制度,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。	公司承诺不借用许可资质、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。	公司拟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。在今后的实际探伤过程中拟严格按照制度执行,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
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。	公司承诺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。	公司承诺与委托单位签订职责明确的责任书,作业场所和放射源暂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
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	公司每台 γ 射线探伤机拟配备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	符合

	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。	牌。每个作业点拟配备至少 1 台 X-γ 剂量率仪以及必要的个人防护和应急用品。	
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。	公司承诺室外探伤时（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。	本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。	公司拟配备便携式 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防设施，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；放射源暂存库拟安装 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。	公司承诺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。	公司每台探伤机均拟安装在线监管系统终端，未安装终端的不得使用。公司承诺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。	公司承诺将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。	公司承诺将严格落实放射源异地作业备案登记制度。	符合
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。	公司承诺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	公司应主动配合主管部门的监督管理。	/

	检查及在线监管系统使用情况的监督检查。		
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。	公司应主动配合主管部门的监督管理。	/
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。	公司应主动配合主管部门的监督管理。	/

10、辐射工作人员配置和其他相关人员要求

(1) 移动探伤时每台 γ 射线探伤装置拟配备 2 名以上辐射操作人员(同时在场)和 1 名现场安全员,其中现场安全员可以为现场的两名操作员之一,但现场安全员应具有对现场辐射安全负责的权限,发现安全问题及时叫停探伤作业。

(2) 探伤工作人员均佩戴个人剂量计,每一个探伤作业班组至少配备一台便携式 X- γ 剂量率仪,并定期对其开展检定/校准工作。同时配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。同时,探伤工作人员还应佩戴标注照片、姓名、培训类别和所属单位等人员信息牌。

(3) 公司拟设立由单位法定代表人、辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员以及放射源管理人员分级负责的辐射安全管理体系,其中:

①法定代表人是辐射安全管理的第一责任人,全面负责本单位的辐射安全管理工作。

②辐射安全负责人具体负责本单位辐射安全管理工作,检查指导各项目辐射安全管理工作,定期核查各项目有关资料。

③项目负责人负责该项目的辐射安全管理工作,检查操作人员和现场安全员的操作与记录情况。

④现场安全员负责作业场所的划分与控制、作业场所限制区域的人员管理、作业场所辐射剂量水平监测、含放射源 γ 射线探伤机的领取、归还以及确认放射源是否返回探伤机等安全相关工作,并做好相关记录。

⑤操作人员负责探伤机的安全使用及状态监护等工作。

⑥放射源管理人员负责放射源暂存库的值守、巡查、监护、钥匙保管,做好探伤机的出入库登记,定期清点记录放射源情况等工作。

⑦辐射安全负责人、项目负责人、现场安全员、操作人员和放射源管理人员必须通过相应的核技术利用辐射安全与防护考核。

(4) 探伤工作人员正式工作前均取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

11、数字化管理要求

(1) 作业单位应加强作业活动的数字化管理工作，安装符合与“浙里辐安”系统联网要求的在线监管系统，实现作业活动的全流程闭环管理。

(2) 每台 γ 射线探伤机均应接入“浙里辐安”在线监管终端系统，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。

(3) 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。

(4) 作业单位应及时处置或反馈在线监管系统推送的预警信息，防范放射源失控风险。

二、X 射线移动探伤

1、与 γ 射线移动探伤相同的辐射安全和防护措施

X 射线探伤机移动探伤时，作业前准备、分区设置、安全警示、边界巡查与检测、放射防护检测等放射防护要求和 γ 射线探伤机相同，具体内容见章节 11.1.4.6 中“一、 γ 射线移动探伤”，此处不重复表述。

2、X 射线移动探伤操作要求

应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

3、辐射工作人员配置要求

(1) 本项目开展 X 射线移动探伤工作的每台探伤机至少配备 3 名专职工作人员。

(2) 探伤工作人员均佩戴个人剂量计，每一个探伤作业班组至少配备一台便携式 X- γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。同时配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。

(3) 探伤工作人员正式工作前均取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

10.1.4.6 辐射防护设施、辐射检测仪器及防护用品配置

辐射工作人员分组开展工作， γ 射线移动探伤和 X 射线移动探伤混合使用，同一个移动探伤作业点不同时开机使用 2 台及 2 台以上的探伤机。本项目拟配置 39 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；36 名为移动探伤操作人员，每 2 名移动探伤操作人员和 1 名安全员为一个移动探伤小组。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 10-10。

表 10-10 本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划

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	拟新增
	个人剂量报警仪	2 个	拟新增
	便携式 X- γ 剂量率仪	1 台	拟新增
	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
γ 射线移动探伤	个人剂量计	3 枚	本项目 X、 γ 射线移动探伤人员为同一套班底，移动探伤辐射工作人员共 36 名，分 12 组。本项目移动探伤计划配置个人剂量计 36 枚（其中 8 枚现有）；个人剂量报警仪 36 个（其中 8 个现有）；便携式 X- γ 剂量率仪 12 台（其中 4 台现有）；准直器 12 组；电离辐射警告标志、“禁止进入射线工作区”警告牌、“无关人员禁止入内”警告牌 48 套（其中 16 套现有）；提示“预备”和“照射”状态的指示灯、声音提示装置及安全联锁 48 套（其中 16 套现有）；安全信息公示牌 12 个；对讲装置 36 个；警戒绳 12 套（其中 4 套现有）、应急储源罐 12 个、应急箱（包括放射源的远距离处理工具）12 个、其他辅助设备（夹钳和定位辅助设施）12 套；铅衣、铅围脖、铅帽、铅手套、铅防护眼镜各 12 套（其中 8 套现有）；铅屏风 4 套（已有 4 套）。
	个人剂量报警仪	3 个	
	便携式 X- γ 剂量率仪	1 台	
	准直器	1 组	
	电离辐射警告标志、“禁止进入射线工作区”警告牌、“无关人员禁止入内”警告牌	4 套	
	提示“预备”和“照射”状态的指示灯、声音提示装置，与探伤机联锁	4 套	
	安全信息公示牌（面积不小于 2 平方米）	1 个	
	对讲装置	3 个	
	警戒绳（不低于 500m）	1 套	
	应急储源罐	1 个	
	应急箱（包括放射源的远距离处理工具）	1 个	
	其他辅助设备（夹钳和定位辅助设施）	1 套	
	铅衣、铅围脖、铅帽、铅手套、铅防护眼镜	各 1 套	
	铅屏风	按需配置	
X 射线移动探伤	个人剂量计	3 枚	
	个人剂量报警仪	3 个	
	便携式 X- γ 剂量率仪	1 台	
	准直器	1 组	
	电离辐射警告标志、“禁止进入射线工作区”警告牌、“无关人员禁止入内”警告牌	4 套	
	提示“预备”和“照射”状态的指示灯、声音提示装置，并与探伤机联锁	4 套	
	对讲装置	3 个	
	警戒绳（不低于 500m）	1 套	
	铅衣、铅围脖、铅帽、铅手套、铅防护眼镜	各 1 套	
	铅屏风	按需配置	

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、凋零、电池、仪器对射线的响应。

10.1.4.7 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）的要求实施放射源暂存库的退役活动，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。

10.1.4.8 危险废物环境管理措施

诸暨周边移动探伤作业的底片带回洗片室进行洗片、评片工作，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，再定期委托有资质单位处理处置。其余移动探伤作业洗片委托探伤地址周边洗片单位，产生的危险废物由洗片单位委托当地有资质单位处理。

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

本项目移动探伤产生的危废全部暂存于危废暂存间，位于 10#配套库房西北角，建筑面

积约 8m²，一次性最大贮存能力约 4t，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，本项目废显（定）影液、废胶片与洗片废液的年产生总量为 0.3208t，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 10-11。

表 10-11 危险废物贮存场所（设施）基本情况表

序号	贮存场所名称	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	10#配套库房西北角	8m ²	专用防渗容器	4t	每年转移 1 次
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

浙江越新检测技术有限公司已与诸暨市油润再生资源回收有限公司签订了危废委托处置合同，相关委托合同见附件 13。

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。

(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。

(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。移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响小。

(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，集中收集后及时转移至危废暂存间进行暂存，定期委托有资质单位处理处置。

10.3 建设项目环保投资

本项目总投资预计为 200 万元，其中辐射环保投资 138 万元，占总投资的 69%。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	放射源暂存库的四侧屏蔽体和防护门、源坑	90
安全装置	显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置	1
	电离辐射警告标志、“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	1
	红外线防盗报警装置	2
	铅帽、铅围脖、铅防护眼镜、铅衣、铅手套	3
监测仪器及警示装置	便携式 X- γ 剂量率仪	6
	个人剂量计	3
	个人剂量报警仪	4
三废处理	机械排风系统	5.5
	危废包装容器、危废暂存间的设置及委托处理	5
人员管理	辐射工作人员上岗培训和健康管理	5
管理制度	制定相关辐射安全管理制度并张贴上墙	0.5
应急设施	应急和救助的资金、物资准备（应急储源罐、应急箱和其他辅助设备）	5
设备维护	每个月对探伤装置的配件进行检查、维护等	1
辐射监测	个人剂量监测	3
	探伤工作场所年度监测	2
合计		138

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

建设阶段主要影响为拟将 10#配套库房内部的部分空间改造为放射源暂存库、X 射线探伤机储存间以及各辅助用房（洗片室、评片室、胶片存放室、危废暂存间、安保值班监控室），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。

由于 X 射线探伤机只有在无损检测过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。在项目建设过程中，机器未通电运行，故不会对周围环境造成点电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废物产生。

含源 γ 射线探伤机只有在项目建成后，经生态环境部门批准方可购置放射源。因此，在建设过程中对周围环境无辐射影响。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

11.2.1 放射源暂存库辐射影响预测

11.2.1.1 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，周围剂量当量率与距离平方成反比，根据公式（11-1）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 11-1。

$$K_1 = K_0 \times \frac{R_0^2}{R_1^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-1）}$$

式中： K_1 ——关注点 R_1 处的周围剂量当量率，mSv/h；

K_0 ——参考点 R_0 处的周围剂量当量率，mSv/h；

R_0 ——参考点到放射源的距离，m；

R_1 ——关注点到放射源的距离，m。

表 11-1 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
周围剂量当量率 (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，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。

11.2.1.2 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 12 台含源 γ 射线探伤机，满足本项目新增 12 台含源 γ 射线探伤机（5 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 7 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机）的存放需求。

源坑采用下沉式设计，内尺寸为 450mm（长） $\times$ 300mm（宽） $\times$ 470mm（深），坑盖尺寸为 550mm（长） $\times$ 400mm（宽），厚度为 15mm 铅板。

根据建设单位提供资料，本项目新增的 ^{192}Ir - γ 射线探伤机源容器外尺寸最大为 350mm（长） $\times$ 130mm（宽） $\times$ 240mm（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。

11.2.1.3 源坑表面辐射影响预测

本项目源坑位于地平面下，四周及底部均为地下土层，因此仅需考虑坑盖外辐射影响。

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：

$$K = K_1 \cdot B \dots\dots\dots \text{（式 11-2）}$$

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

K_1 ——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， ^{192}Ir 对于铅的半值层厚度为 3mm， ^{75}Se 对于铅的半值层厚度为 1mm。

根据公式（11-1）、（11-2）计算得到源坑的坑盖表面外 0.5m 处辐射剂量率结果见表 11-2。

表 11-2 源坑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_0/R_1 (m)	K_1 ($\mu\text{Sv/h}$)	B	K ($\mu\text{Sv/h}$)
存有 ^{192}Ir - γ 射线探伤机源坑坑盖表面 0.5m	15mm 铅板	20	1/0.75	35.6	3.13×10^{-2}	1.11
存有 ^{75}Se - γ 射线探伤机源坑坑盖表面 0.5m	15mm 铅板	20	1/0.81	30.5	3.05×10^{-5}	9.30×10^{-4}

注： R_1 =源坑深度- γ 射线探伤机高度+50cm，结果向下保留 2 位小数。

由表 11-2 可知，当存有 $^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机时，源坑的坑盖表面外 0.5m 处辐射剂量率最大为 $1.11\mu\text{Sv/h}$ ，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

11.2.1.4 放射源暂存库外表面辐射影响预测

在计算放射源暂存库外剂量率时，选择剂量关注点为放射源暂存库四周屏蔽墙、顶棚及防护门外 30cm 处。关注点的分布情况见图 11-1 和图 11-2。

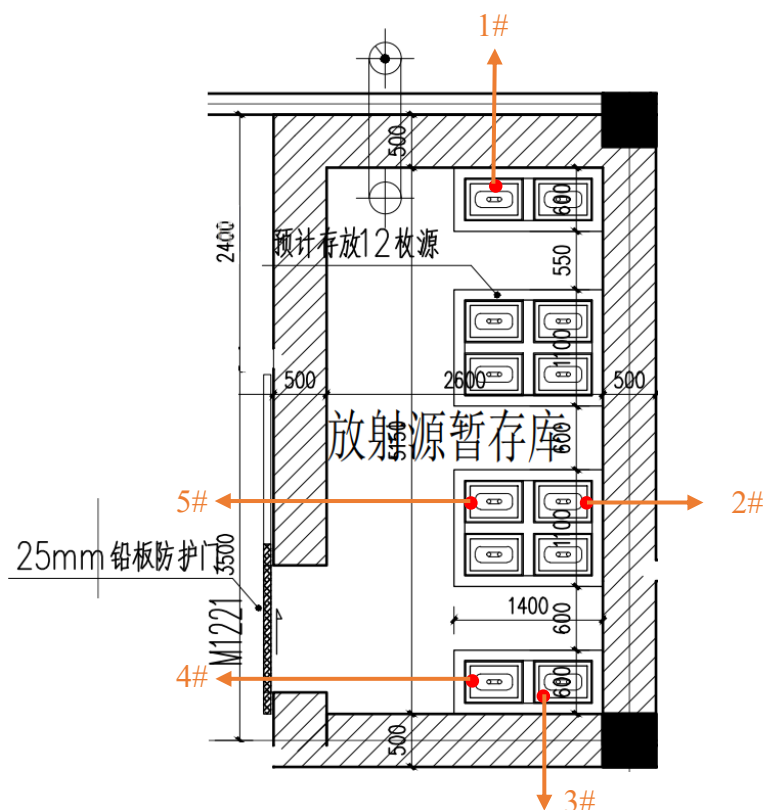


图 11-1 放射源暂存库平面布局及预测点位示意图（单位：mm）

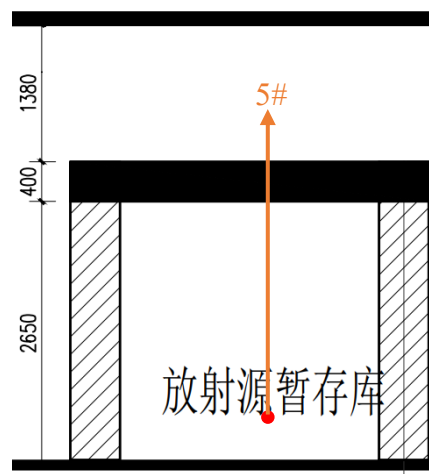


图 11-2 放射源暂存库剖面布局及预测点位示意图（单位：mm）

本项目放射源暂存库最大储存量为 5 枚 ^{192}Ir 和 7 枚 ^{75}Se ，按保守简单叠加后放射源等效点源处的总剂量率为 $5 \times 1.11 + 7 \times 9.30 \times 10^{-4} = 5.56 \mu\text{Sv/h}$ ，按最不利情况考虑，放射源等效点源与北侧、东侧、南侧墙体最近距离为 0.1m；与防护门最近距离为 1.8m；与西侧墙体最近距离为 1.3m；与顶棚最近距离为 2.15mm。

根据公式（11-1）、（11-2）计算得到放射源暂存库内存放 5 枚 ^{192}Ir 和 7 枚 ^{75}Se 时，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 11-3。

11-3 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_0 (m)	R (m) ①	K_1 ($\mu\text{Sv/h}$)	B ②	K ($\mu\text{Sv/h}$)
1#（北侧）	500mm 实心砖	5.56	0.75	1.7	1.08	3.10×10^{-3}	3.35×10^{-3}
2#（东侧）	500mm 实心砖	5.56	0.75	1.7	1.08	3.10×10^{-3}	3.35×10^{-3}
3#（南侧）	500mm 实心砖	5.56	0.75	1.7	1.08	3.10×10^{-3}	3.35×10^{-3}
4#（防护门）	25mm 铅板	5.56	0.75	2.9	3.72×10^{-1}	3.10×10^{-3}	1.15×10^{-3}
5#（西侧）	500mm 实心砖	5.56	0.75	2.9	3.72×10^{-1}	3.10×10^{-3}	1.15×10^{-3}
6#（顶棚）	400mm 混凝土	5.56	0.75	3.6	2.41×10^{-1}	3.91×10^{-3}	9.42×10^{-4}

注：①R=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）。根据 NCRP Report No.151（Appendix A，P158）并进行密度换算， ^{192}Ir 对于实心砖的半值层厚度为 60mm；根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中附录 A 表 A.2， ^{192}Ir 对于混凝土的半值层厚度为 50mm， ^{192}Ir 对于铅的半值层厚度为 3mm。

综上所述，放射源暂存库屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率最大为 $3.35 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，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。

11.2.2 X、 γ 射线移动探伤

11.2.2.1含源 γ 射线探伤机的短距离移动

本项含源 γ 射线探伤机从放射源暂存库或探伤现场送交接给具备放射性物品运输资质的单位的过程，均使用小型车辆或手推车，短距离移动时 γ 射线探伤机置于铅箱中，采用双锁锁住箱盖。本项目拟配备2个铅箱，采用铅钢结构，铅厚度不低于5mm，单个铅箱仅存放1台 γ 射线探伤机（保守按 ^{192}Ir 计）。根据公式（11-1），放射源 ^{192}Ir 在铅的半值层为3mm，可估算出单个铅箱外不同距离处的周围剂量当量率。

表 11-4 铅箱外不同距离处的周围剂量当量率

距离 (m)	1	2	3	5	10
周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	6.30	1.57	0.70	0.25	0.06

注：由《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)可知，距便携式 γ 射线探伤机源容器外表面 1m 处的周围剂量当量率控制值为 0.02mSv/h。

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)， γ 射线探伤机源容器外表面 5cm 处周围剂量当量率低于 0.5mSv/h，1 辆小型车辆或手推车最多载 2 个运输箱（2 台 γ 射线探伤机），再加上铅箱的屏蔽，车体外表面剂量率应低于 1mSv/h (0.5mSv/h $\times$ 2)，满足《放射性物质安全运输规程》(GB 11806-2019)规定的运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过 2mSv/h 的标准限值。

由表 11-1 可知，保守估计，在忽略铅箱距运输车距离条件下，距离运输车外表面 2m 处的周围剂量当量率为 $2 \times 1.57 = 3.14 \mu\text{Sv/h}$ (即 $3.14 \times 10^{-3} \text{mSv/h}$)，该剂量率低于《放射性物质安全运输规程》(GB 11806-2019)规定的运输工具外表面 2m 处辐射水平应不超过 0.1mSv/h 的标准限值。

11.2.2.2 γ 射线移动探伤控制区和监督区的理论划分

根据公司提供的资料，本项目使用的 γ 射线探伤机内分别配置1枚最大出厂活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 ^{192}Ir 或 ^{75}Se 密封放射源，均为便携式探伤机(P)。 ^{192}Ir - γ 射线探伤机主要用于检测钢板厚度为(200~100)mm的罐体或管件； ^{75}Se - γ 射线探伤机主要用于检测钢板厚度为(10~40)mm的罐体或管件。

本项目移动探伤主要采用两种透照射方式：单壁透照和双壁透照，其中单壁透照放射源位于管道内侧，胶片敷贴于管道外侧；而双壁透照放射源位于管道外侧，胶片敷贴于管道对侧。检测工作时，放射源被从探伤机机体内推出至探头时，此时采用准直器对放射源进行屏蔽，可以屏蔽有用线束方向以外90%以上的 γ 射线，准直器屏蔽材料为钨，厚度为25mm。

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的要求， γ 射线移动探伤作业时，应将周围剂量当量率 $>15 \mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区，其外围周围剂量当量率 $>2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的区域划为监督区。同时，根据GBZ 117-2022附录A关于“控制区距离概念”，根据放射源的 γ 射线向各个方向辐射的不同情况，确定三种不同的控制区距离，如图11-1所示：

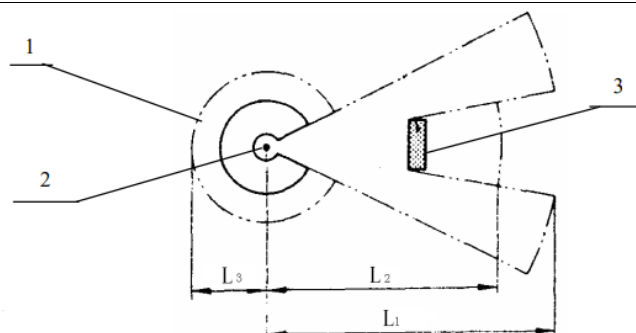


图 11-1 应用屏蔽物的控制区（无比例）

图中：1——源容器屏蔽；

2——放射源；

3——探伤对象；

L_1 ——辐射未经工件衰减时要求的控制区距离；

L_2 ——有用线束方向，经检测对象屏蔽后要求的控制区距离；

L_3 ——有用线束方向以外，经源容器或其他屏蔽物屏蔽后要求的控制区距离。

（1）控制区距离的确定

对于移动探伤，控制区边界的周围剂量当量率为 $15\mu\text{Sv/h}$ ，可由公式（11-3）计算确定控制区的距离：

$$L_1 = \sqrt{\frac{A \times \Gamma}{15}} \dots\dots\dots \text{（式 11-3）}$$

式中： L_1 ——无工件衰减时需要的控制区距离值，单位为 m；

A ——放射源的活度，单位为 MBq，本项目每台 γ 射线探伤机内含放射源 ^{192}Ir 的活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，即 $3.7 \times 10^6\text{MBq}$ ；

Γ ——周围剂量当量率常数，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$ ，对照 GBZ 117-2022 表 A.1，本项目 ^{192}Ir 放射源的周围剂量当量率常数为 $0.17\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$ ； ^{75}Se 放射源的周围剂量当量率常数为 $0.072\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$ ；

15——控制区边界周围剂量当量率， $15\mu\text{Sv/h}$ 。

根据公式（11-1）计算可知： ^{192}Ir 放射源相应的 $L_1=205\text{m}$ ； ^{75}Se 放射源相应的 $L_1=134\text{m}$ 。

L_2 和 L_3 分别由 L_1 乘以检测工件和放射源屏蔽物屏蔽衰减因子获得。有用线束方向，经检测对象屏蔽后要求的控制区距离的计算见公式（11-4）：

$$L_2 = L_1 \times \sqrt{2^{-\frac{t_1}{HVL_1}}} \dots\dots\dots \text{（式 11-4）}$$

式中： L_2 ——有工件衰减时需要的控制区距离值，单位为 m；

L_1 ——无工件衰减时需要的控制区距离值，单位为 m；

t_1 ——被检测工件的厚度，单位为 mm；

HVL_1 ——检测工件的半值层厚度，单位为 mm，取值见表 11-5。

有用线束方向以外，经源容器或其他屏蔽物屏蔽后要求的控制区距离的计算见公式(11-5)：

$$L_3 = L_1 \times \sqrt{2^{-\frac{t_2}{HVL_2}}} \dots\dots\dots \text{(式 11-5)}$$

式中： L_3 ——有用线束方向以外，经源容器或其他屏蔽物屏蔽后要求的控制区距离值，单位为 m；

L_1 ——无工件衰减时需要的控制区距离值，单位为 m；

t_2 ——源容器或其他屏蔽物厚度，单位为 mm；

HVL_2 ——源容器或其他屏蔽物的半值层厚度，单位为 mm，取值见表 11-2。

在工件和准直器等屏蔽作用情况下，本次评价保守取 ^{192}Ir 放射源探伤工件最小厚度 20mm 钢板、 ^{75}Se 放射源探伤工件最小厚度 10mm 钢板及准直器为 25mm 钨作为计算依据，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）附录 A 中表 A.2，半值层厚度的近似值见表 11-5。

表 11-5 不同材料在不同放射源能量下半值层厚度的近似值

半值层厚度（HVL）/mm	屏蔽材料	
	钢	钨
^{192}Ir	14	2.5
^{75}Se	9	2.5

注：由于《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）附录 A 中表 A.2 对 ^{75}Se 放射源在钨中的半值层厚度未作出相关规定，本次评价保守考虑，参考 ^{192}Ir 放射源取值为 2.5。

根据公式（11-4）和公式（11-5）计算可知： ^{192}Ir 放射源相应的 $L_2=125\text{m}$ ， $L_3=7\text{m}$ ； ^{75}Se 放射源相应的 $L_2=92\text{m}$ ， $L_3=5\text{m}$ 。

（2）监督区距离的确定

对于移动探伤，监督区边界的周围剂量当量率为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。根据周围剂量当量率与距离的平方成反比的关系式，各方向的监督区距离经计算可知：

^{192}Ir 放射源：

^{75}Se 放射源：

$$\begin{aligned} L_1' &= L_1 \times (15/2.5)^{1/2} = 205 \times 2.45 \approx 503 \text{ (m)} ; & L_1' &= L_1 \times (15/2.5)^{1/2} = 134 \times 2.45 \approx 329 \text{ (m)} ; \\ L_2' &= L_2 \times (15/2.5)^{1/2} = 125 \times 2.45 \approx 307 \text{ (m)} ; & L_2' &= L_2 \times (15/2.5)^{1/2} = 92 \times 2.45 \approx 226 \text{ (m)} ; \\ L_3' &= L_3 \times (15/2.5)^{1/2} = 7 \times 2.45 \approx 17 \text{ (m)} 。 & L_3' &= L_3 \times (15/2.5)^{1/2} = 5 \times 2.45 \approx 13 \text{ (m)} 。 \end{aligned}$$

据此计算出本项目 γ 射线移动探伤时，主射线方向和非主射线方向两种情况下控制区和监督区的距离，具体见表 11-6。

表 11-6 γ 射线移动探伤控制区和监督区估算结果

放射源种类及活度	透射钢板厚度 (mm)	控制区边界距离 (m)			监督区边界距离 (m)		
		L ₁	L ₂	L ₃	L ₁	L ₂	L ₃
¹⁹² Ir (3.7×10 ¹² Bq)	20	205	125	7	503	307	17
⁷⁵ Se (3.7×10 ¹² Bq)	10	134	92	5	329	226	13

因此，本项目 ¹⁹²Ir- γ 射线探伤机移动探伤时，有用线束方向经检测工件屏蔽后划定的控制区距离为 125m，监督区距离为 307m；有用线束方向以外经准直器屏蔽后划定的控制区距离为 7m，监督区距离为 17m。⁷⁵Se- γ 射线探伤机移动探伤时，有用线束方向经检测工件屏蔽后划定的控制区距离为 92m，监督区距离为 226m；有用线束方向以外经准直器屏蔽后划定的控制区距离为 5m，监督区距离为 13m。实际移动探伤时，建设单位应采取本报告关于 γ 射线移动探伤的控制区和监督区理论计算结果进行初步的控制区和监督区划分，然后采用便携式 X- γ 剂量率仪通过巡测的方式进行实测验证和调整。

11.2.2.3 X射线移动探伤控制区和监督区的理论划分

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 第8.4.2条款，在X射线探伤机处于照射状态，建设单位用便携式X- γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，根据GBZ 117-2022第7.2.2条确定的剂量率值确定控制区边界；以2.5 μ Sv/h为监督区边界。本项目单个X射线移动探伤小组的周探伤时间为1.38h，小于7h，故可判定出本项目X射线移动探伤控制区边界周围剂量当量率限值为15 μ Sv/h。

在实际探伤过程中，X射线定向探伤机的主束射向所检查的工件，周向探伤机被放入待检压力容器后才能出束。射线能量根据被检工件的厚度进行调节，有用射束被工件所屏蔽，射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。

(1) 有用线束

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中公式 (4) 变形推导，在距离靶 r (m) 处由 X 射线探伤机产生的初级 X 射线束造成的周围剂量当量率计算公式如下：

$$R = \sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B}{H}} \dots\dots\dots \text{(式 11-6)}$$

式中：

R——辐射源点（靶点）距离关注点的距离，m；

I——X 射线机管电流，mA；本项目 X 射线探伤机的管电流均为 5mA；

H₀——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， μ Sv·m²/ (mA·h)，各类 X 射线探伤机的取值详见表 9-7；

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B = 10^{-X/TVL}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度，mm；根据 *NCRP REPORT No.151* 第 158 页 *Fig.A.1a*，当 X 射线管电压为 350kV、300kV、280kV、250kV、230kV、200kV、160kV 时，钢的半值层厚度依次为 18mm、16mm、15mm、13mm、12mm、10mm、7mm；

H ——经工件屏蔽后的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；控制区边界取 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 泄漏辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中公式 (8)，在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (11-7) 计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-7)}$$

式中：

B ——屏蔽透射因子，本项目移动探伤保守按无额外屏蔽计算，则 $B=1$ ；

R ——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，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 $>200\text{kV}$ 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 5mSv/h 。

(3) 散射辐射

散射线可根据《辐射防护导论》(方杰主编，P185，式 6.6) 及推导公式计算：

$$\eta_{rR} \leq k \frac{\dot{H}_{L,h} \cdot \gamma_i^2 \cdot r_R^2}{F_{j0} \cdot a_r \cdot a \cdot q}$$

由上式可以导出：

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{F_{j0} \cdot a_r \cdot a \cdot q}{r_i^2 \cdot r_R^2} \cdot \frac{1}{k} \dots\dots\dots \text{(式 11-8)}$$

式中：

$\dot{H}_{L,h}$ ——参考点处 X 辐射剂量率， Sv/h ；控制区边界取 $1.5 \times 10^{-5} \text{Sv/h}$ ，监督区边界取 $2.5 \times 10^{-6} \text{Sv/h}$ ；

F_{j0} ——辐射源处辐射水平， $\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ，由 $I \cdot \delta_x$ 确定， δ_x 的取值详见表 9-7；

a_r ——反射物的反射系数，依据《辐射防护导论》图 6.4，单能光子在铁上的反射系数保守取 0.007；

a ——X 射线束在反射物上的照射面积， m^2 ， $a = \pi r_i^2 \times \tan^2(\theta/2)$ ， θ 为辐射角，本项目取 40° ，

可保守估算出 X 射线束在反射物上的投照面积为 0.1m^2 ;

r_i ——辐射源同反射点之间的距离, m, 取 1m;

r_R ——反射点到参考点的距离, m;

k ——单位换算系数, 对于X射线源为 1.67×10^{-2} 。

q ——参考点所在位置相应的居留因子, 取1。

(4) 理论计算结果

本项目X射线移动探伤是根据待检测的工件材料及厚度选用相应的探伤机, 且每次探伤作业仅限单台探伤机开机操作。假设探伤作业时, 设备满功率运行, 将相关参数带入公式(11-6)~(11-8), 可估算出本项目X射线移动探伤时控制区和监督区的边界范围, 见表11-7。

表 11-7 X 射线移动探伤控制区与监督区估算结果

探伤机型号	射线类型		控制区范围 (m)	监督区范围 (m)
XXG-3505D	有用线束	探伤钢板厚度50mm	24	59
		泄漏辐射	18	45
		散射辐射	16	39
XXG-3005	有用线束	探伤钢板厚度40mm	37	89
		泄漏辐射	18	45
		散射辐射	17	42
RT-2805T	有用线束	探伤钢板厚度36mm	38	94
		泄漏辐射	18	45
		散射辐射	16	39
XXG-2505、XXG-2505C	有用线束	探伤钢板厚度30mm	41	99
		泄漏辐射	18	45
		散射辐射	16	38
RT-2305	有用线束	探伤钢板厚度25mm	48	116
		泄漏辐射	18	45
		散射辐射	14	34
XXG-2005	有用线束	探伤钢板厚度20mm	76	186
		泄漏辐射	13	32
		散射辐射	20	49
XXG1605	有用线束	探伤钢板厚度15mm	55	133
		泄漏辐射	13	32
		散射辐射	17	42

由上表可知:

最大管电压为 350kV 的 X 射线探伤机满功率开机条件下对 50mm 钢板进行移动探伤时, 有用线束方向最大控制区范围约 24m, 最大监督区范围约 59m; 非有用线束方向最大控制区范围

约 18m，最大监督区范围约 45m。

最大管电压为 300kV 的 X 射线探伤机满功率开机条件下对 40mm 钢板进行移动探伤时，有用线束方向最大控制区范围约 37m，最大监督区范围约 89m；非有用线束方向最大控制区范围约 18m，最大监督区范围约 45m。

最大管电压为 280kV 的 X 射线探伤机满功率开机条件下对 36mm 钢板进行移动探伤时，有用线束方向最大控制区范围约 38m，最大监督区范围约 94m；非有用线束方向最大控制区范围约 18m，最大监督区范围约 45m。

最大管电压为 250kV 的 X 射线探伤机满功率开机条件下对 30mm 钢板进行移动探伤时，有用线束方向最大控制区范围约 41m，最大监督区范围约 99m；非有用线束方向最大控制区范围约 18m，最大监督区范围约 45m。

最大管电压为 230kV 的 X 射线探伤机满功率开机条件下对 25mm 钢板进行移动探伤时，有用线束方向最大控制区范围约 48m，最大监督区范围约 116m；非有用线束方向最大控制区范围约 18m，最大监督区范围约 45m。

最大管电压为 200kV 的 X 射线探伤机满功率开机条件下对 20mm 钢板进行移动探伤时，有用线束方向最大控制区范围约 76m，最大监督区范围约 186m；非有用线束方向最大控制区范围约 20m，最大监督区范围约 49m。

最大管电压为 160kV 的 X 射线探伤机满功率开机条件下对 15mm 钢板进行移动探伤时，有用线束方向最大控制区范围约 55m，最大监督区范围约 133m；非有用线束方向最大控制区范围约 17m，最大监督区范围约 42m。

实际移动探伤时，建设单位应采取本报告关于 X 射线移动探伤的控制区和监督区理论计算结果进行初步的控制区和监督区划分，然后采用便携式 X-γ 剂量率仪通过巡测的方式进行实测验证和调整。

11.2.3 人员受照剂量估算

11.2.3.1 计算公式

根据《辐射防护导论》（方杰主编），X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$H_{E-r} = D_r \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 11-9）}$$

H_{E-R} ——年受照剂量，mSv/a；

D_r ——关注点辐射剂量率，μSv/h；

T ——居留因子；

t ——年受照时间，h/a。

11.2.3.2 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}Ir - γ 射线探伤机（类别：便携式 P）考虑。保守取放射源管理人员存/取一次放射源时处于离探伤机 5cm 处（根据 GBZ 117-2022，便携式 γ 射线探伤机源容器表面 5cm 处最大周围剂量当量率为 0.5mSv/h）和离探伤机 100cm 处（根据 GBZ 117-2022，便携式 γ 射线探伤机源容器表面 100cm 处最大周围剂量当量率为 0.02mSv/h）的时间分别为 0.5min 和 1min。根据公式（11-9），可估算出：完成存/取一次放射源，受到辐射剂量约 $4.5 \times 10^{-3}\text{mSv}$ 。保守估计本项目移动探伤约每日存/取 2 次，年工作 300 天，则年存/取次数约 600 次，该工作由 1 名放射源管理人员，则该名放射源管理人员存/取放射源受到的年有效剂量为 $4.5 \times 10^{-3} \times 600 = 2.7\text{mSv}$ 。

此外放射源管理人员看守放射源时位于安保值班监控室，工位距离放射源暂存库防护门约 2m，则剂量率为 $1.15 \times 10^{-3} \times (2.9^2/4.6^2) = 4.57 \times 10^{-4}$ 。1 年值班 300 天，每天值班 12h，根据公式（11-9），可估算出：放射源管理人员位于安保值班监控室受到的年有效剂量为 $1.65 \times 10^{-3}\text{mSv}$ 。

综上所述，负责存取放射源的放射源管理人员年有效剂量为 $2.7 + 1.65 \times 10^{-3} = 2.7\text{mSv}$ ，另一名放射源管理人员年有效剂量为 $1.65 \times 10^{-3}\text{mSv}$ ，均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 $\leq 20\text{mSv/a}$ ）。

11.2.3.3 移动探伤操作人员剂量估算

（1） γ 射线移动探伤

本项目 γ 射线移动探伤年曝光时间为 833h，周曝光时间为 16.6h， γ 射线移动探伤小组共 12 组，则单个 γ 射线移动探伤小组年曝光时间为 69h，周曝光时间为 1.38h，每组由 2 名辐射操作人员和 1 名现场安全员组成。放射源运输全部由具备放射性物品运输资质的单位负责，假设每次 γ 射线移动探伤作业操作步骤如下：

a、放射源出库：辐射工作人员在放射源暂存库内打开储源坑（1min，周围剂量当量率取 $5.56\mu\text{Sv/h}$ ），将探伤机从储源坑拿出放到铅箱内（0.5min，周围剂量当量率保守按源容器表面外 5cm 处周围剂量当量率控制值取 0.5mSv/h ，下同），在全程监控条件下交接给具备放射性物品运输资质的单位，由其采用专用运输车辆运输到探伤地点。

b、探伤地点内近距离移动：到达探伤地点后，放射源运输单位按程序要求交接给本项目辐

射工作人员。在不涉及公用道路的厂区内移动时，辐射工作人员采用手推车将含源 γ 射线探伤机推至具体的作业现场（10min，周围剂量当量率取前文表11-4中理论计算值 $1.57\mu\text{Sv/h}$ ），该过程使含源装置处于人员监视之下。

c、调整阶段：到达作业现场后，将探伤机从铅箱内取出（0.5min，周围剂量当量率取 0.5mSv/h ），并连接好输源管，辐射工作人员布线、摆放工件及布片。辐射工作人员在探伤机1m处累计操作5min（周围剂量当量率取 0.02mSv/h ）。

d、探伤前后送、收放射源：本项目 γ 射线探伤机均采用手动出源的方式，送、收放射源的位置距探伤机保守取10m，探伤机距离照射位置保守取6m，平均每秒送源（收源）1m，每次探伤送源和收源时间各约为6s，共计12s。放射源送到预定位置后操作人员立即离开探伤地点，退至控制区边界外。

^{192}Ir 与 ^{75}Se 放射源初装源时的活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ （100Ci），并且随着源的使用活度不断衰减。保守估算，本项目取放射源额定装源活度 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ （100Ci）计算。在送、收源过程中，人员距离放射源的距离是不断变化的（10m~16m），因此操作位置的 γ 辐射剂量率也是变化的，可以由下列方法估算出送、收源过程的平均 γ 辐射剂量率，在距离操作人员10m~16m内假设6个点位，分别为11m、12m、13m、14m、15m、16m。在相同的活度和裸源条件下， ^{75}Se 产生的剂量率小于 ^{192}Ir 产生的剂量率，本次评价以 ^{192}Ir 进行保守估算。根据公式（11-1）则距离 ^{192}Ir 放射源10m~16m各点位的周围剂量当量率估算结果见表11-8。

表 11-8 距离 ^{192}Ir 放射源 10m~16m 各点位的周围剂量当量率

距离（m）	11	12	13	14	15	16
周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	5198	4368	3721	3209	2796	2457

由表11-8可知：送、收源过程中操作位置的周围剂量当量率平均值为 $3625\mu\text{Sv/h}$ 。

e、探伤阶段：辐射工作人员通过摇动手柄，把放射源从探伤机内顶出，通过输源管至预定的位置。操作人员在手动出源后马上退至控制区边界处，曝光结束后，摇动手柄收源（探伤现场操作周围剂量当量率取 $15\mu\text{Sv/h}$ ），每次累计操作时间为2.5h，辐射工作人员利用现有的屏障进行操作。

f、操作结束后，辐射工作人员将储源容器与管线断开，辐射工作人员在探伤机1m处（周围剂量当量率取 0.02mSv/h ）累计操作时间为5min；将其放回铅箱（0.5min，周围剂量当量率取 0.5mSv/h ），将铅箱用推车推至专用运输车辆装车（2min，周围剂量当量率取 0.02mSv/h ）。

g、运输阶段：放射源从作业地点运回放射源暂存库的过程由具备放射性物品运输资质的单位完成。

h、放射源入库：押运回放射源暂存库后，辐射工作人员在放射源暂存库内，打开储源坑（1min，周围剂量当量率取2.5μSv/h），将探伤机放回储源坑（0.5min，周围剂量当量率取0.5mSv/h）。

γ 射线移动探伤操作人员整个操作流程的有效剂量见表 11-9。

表 11-9 每次 γ 射线移动探伤流程各环节有效剂量一览表

序号	操作流程	周围剂量当量率平均值（μSv/h）	受照时间（h）	有效剂量（μSv）
1	打开储源坑	5.56	2/60	1.85×10^{-1}
2	将探伤机从铅箱内存取	500	2/60	16.7
3	探伤地点内近距离移动	1.57	10/60	2.62×10^{-1}
4	探伤连接、断开输源管，布线、摆放工件及布片	20	10/60	3.33
5	送、收放射源	3625	12/3600	12.1
6	探伤	15	1.38	20.7
合计				53.3

由上表可知，每次γ射线移动探伤整个操作流程的有效剂量约为53.3μSv。

结合现有的企业工作负荷计划和辐射管理经验，每位辐射工作人员按以上步骤累计操作最多约50次/年（1次/周）。根据公式（11-9），居留因子取1，则单名γ射线移动探伤操作人员的年有效剂量约2.67mSv/a，周有效剂量约53.3μSv/周。

现场安全员主要负责作业场所的划分与控制、作业场所限制区域的人员管理、作业场所辐射剂量水平监测、含放射源 γ 射线探伤机的领取、归还以及确认放射源是否返回探伤机等安全相关工作，本报告保守将辐射剂量贡献视为全部来自监督区处人员管理。监督区边界周围剂量当量率≤2.5μGy/h，单个 γ 射线移动探伤小组年曝光时间为 69h，周曝光时间为 1.38h，居留因子取 1，则单名现场安全员的年有效剂量约 1.73×10^{-1} mSv/a，周有效剂量约 3.45μSv/周。

（2）X 射线移动探伤

鉴于X射线移动探伤工作场所各不相同，故本次评价采用边界控制限值开展剂量估算。保守假设：a、本项目单个X射线移动探伤小组年曝光时间为69h，周曝光时间为1.38h；b、每组由3名辐射工作人员组成，其中2名轮流负责探伤装置操作，另1名负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及外来人员误入；c、X射线探伤机有延时开机功能，操作人员开机后马上退至控制区边界处（该处周围剂量当量率≤15μSv/h，保守以15μSv/h计算）；d、巡界人员主要在监督区边界处进行安全警戒（监督区边界周围剂量当量率≤2.5μSv/h，保守以2.5μSv/h计算）。

根据公式（11-9），居留因子取 1，则单名 X 射线移动探伤操作人员的年有效剂量约 1.04mSv/a，周有效剂量约 20.7μSv/周；单名 X 射线移动探伤巡界人员的年有效剂量约 1.73×10^{-1}

mSv/a，周有效剂量约 3.45μSv/周。

(3) 洗片、评片

本项目洗片室、评片室位于放射源暂存库东侧约 1.5m 处，则剂量率为 $3.35 \times 10^{-3} \times (1.7^2/2.9^2) = 1.15 \times 10^{-3}$ 。洗片、评片由移动探伤人员兼职，年工作时间 100h，周工作时间 2h，根据公式 (11-9)，可估算出：移动探伤人员洗片、评片时受到的年有效剂量为 1.15×10^{-4} mSv，周有效剂量为 2.30×10^{-3} μSv。

(4) 综合剂量

考虑到移动探伤工作人员既从事 γ 射线移动探伤，又从事 X 射线移动探伤，同时兼职洗片、评片，故本报告进行剂量叠加，单名辐射操作人员年有效剂量为 $2.67 + 1.04 + 1.15 \times 10^{-4} = 3.71$ mSv/a，周有效剂量为 $53.3 + 20.7 + 2.30 \times 10^{-3} = 74.0$ μSv/周；巡界人员年有效剂量约 $1.73 \times 10^{-1} + 1.73 \times 10^{-1} = 3.46 \times 10^{-1}$ mSv/a，周有效剂量约 $3.45 \mu\text{Sv/周} + 3.45 \mu\text{Sv/周} = 6.90 \mu\text{Sv/周}$ 。因此本项目移动探伤工作人员年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 ≤ 5mSv/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 ≤ 20mSv/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 100μSv/周”的要求。

11.2.3.4 公众人员

(1) 放射源暂存库周围公众

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 (11-9)，利用表 11-3 相关数据，则本项目放射源暂存库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 11-10

表 11-10 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

公众保护目标点	放射源暂存库与保护目标距离 (m)	参考点到点源距离 (m)	放射源暂存库保护目标处辐射剂量率取值 (μSv/h) *	居留因子	年受照时间 (h/a)	年受照总剂量 (mSv/a)
北侧厂区道路	1	1.7	1.68×10^{-3}	1/8	8760	1.84×10^{-3}
11#配套库房	13	1.7	4.67×10^{-5}	1	8760	4.09×10^{-4}
丰达路	16	1.7	3.32×10^{-5}	1/8	8760	3.50×10^{-5}
维保中心	0.3	1.7	1.15×10^{-3}	1	8760	1.01×10^{-2}
南侧厂区道路	10	1.7	2.56×10^{-5}	1/8	8760	2.80×10^{-5}
门卫室	34	1.7	2.17×10^{-6}	1	8760	1.90×10^{-5}
变电所	36	1.7	6.92×10^{-6}	1/2	8760	3.03×10^{-5}
西侧厂区道路	4	2.9	2.22×10^{-4}	1/8	8760	2.43×10^{-4}
8#厂房	45	2.9	3.50×10^{-6}	1	8760	3.07×10^{-5}

注：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×参考点到点源距离的平方/（放射源暂存库与保护目标距离+参考点到点源距离的平方-0.3m）。

根据表 11-9 计算可知，公众人员最大受照年有效剂量为 $1.01 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，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“公众年有效剂量管理目标值不超过 0.1mSv ”的要求，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 $\leq 1.0 \text{mSv/a}$ ）。本报告保守选取 $^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机作为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 $1.01 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。

（2）移动探伤作业场所周围公众

根据操作规范，在每次移动探伤作业前，该公司均须将探伤计划（包括探伤时间、地点等）告知探伤作业所涉及区域内及周边的相关部门及相关人员，严格执行清场工作。探伤作业一般均在晚上等现场其他非辐射工作人员下班后进行，或者提前一天通知周围的非辐射工作人员在探伤作业时间回避现场。该公司在进行移动探伤前划定控制区和监督区，公众成员不得进入监督区区域，监督区边界周围剂量当量率 $\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

① γ 射线移动探伤作业周围公众成员

保守假设：a、因 γ 射线探伤机移动探伤操作现场不固定，探伤均在委托单位内进行，每年在同一地点探伤 50 次；b、某一公众成员每次探伤时在监督区边界处停留时间为 1h，在 1h 内有 10min γ 射线探伤机处于出源照射状态，居留因子取 1。

根据公式（11-10）计算可知，该地点公众成员的年有效剂量为 0.02mSv/a ，小于本次评价项目公众成员剂量约束值（ 0.1mSv/a ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于公众成员“剂量限值”的要求（ 1.0mSv/a ）。

② X 射线移动探伤作业周围公众成员

保守假设：因 X 射线探伤机移动探伤操作现场不固定，探伤均在委托单位内进行。每年在同一地点探伤 50 次，每次探伤时间 5min，居留因子取 1。根据公式（11-10）计算可知，公众成员的年有效剂量不超过 0.01mSv/a ，小于本次评价项目公众成员剂量约束值（ 0.1mSv/a ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于公众成员“剂量限值”的要求（ 1.0mSv/a ）。

11.2.4 “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

放射源暂存于放射源暂存库时，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200m³/h，每小时有效通风换气次数为5次，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“废物贮存区换气次数约2~3次/h”的要求。排风管汇集引至源库外3.5m处高空排放，避免朝向人员活动密集区，位置合理。移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

（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11-11。

γ 射线探伤机内含的放射源¹⁹²Ir/⁷⁵Se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11-12。

表 11-11 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、监控及报警器装置等。
运输过程	X射线探伤机被盗、丢失,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。	①运输前,企业应对运输车辆和设备进行全面安全检查,发现问题及时解决。 ②运输中途如有人员需离开车辆,应至少保留1名工作人员负责车辆看管。 ③加强运输过程中的防盗意识,做好运输车辆安保措施。
移动探伤过程	①仪器故障:探伤机故障以及控制失灵,出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量,造成工作人员不必要的照射。 ②未分区管理:X射线探伤机在照射状态,作业现场未标划安全防护区、未设置警戒线或者曝光前未清查现场,使人员误入或者误留辐射区,可导致较大剂量照射,可能造成辐射损伤,或探伤作业人员未按规定撤离到安全区域。 ③误照:在探伤现场没有搞好警戒工作,工作人员和公众误留在警戒区内,使工作人员或公众造成不必要照射。 ④在不适合探伤的场地实施移动探伤,造成人员不必要照射。	①从事X射线探伤的工作人员必须经过有关部门的专业培训,具备上岗资格证,业务熟练;严格遵守探伤机使用管理规定和操作规程,禁止违章操作、野蛮作业;作好探伤机的日常维护保养,定期检查,保证X射线探伤机始终处于完好状态。操作过程中,设备发生任何故障都要立即停机,及时通知有关人员进行维修,并做好故障记录,不允许设备带故障运行。 ②为防止开展移动探伤时,公众误留、误入控制区或监督区,除探伤现场事先清场,布置足够的警戒绳等围挡防止公众入内、并在关键位置布设警戒灯和警示牌提示公众外,还必须安排专人巡查控制区和监督区边界。因此,每个移动探伤现场除操作人员外,还至少有名安全巡查人员。 ③射线装置在调试和使用时,应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。 ④加强运输过程中的防盗意识,运输时应安排专人押送。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,应安装防盗门及监控等。

表 11-12 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，或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； ②在电离辐射警告标志未发生作用的情况下，导致人员误入放射源暂存库而造成误照射； ③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放射源管理人员做好值班监控，电离辐射警告标志应配有中文提示说明，防止人员误入； ③放射源管理人员应做好放射源出入库登记，确保退役或不用的放射源均放置在放射源暂存库中指定位置。
运输过程	①单人运输放射源，无专人押运，或采用非专用运输车辆运输放射源。 ②运输车辆上没有固定放射源专用的铅箱，亦未对γ射线探伤机采取临时固定措施，保持其运输条件下在车辆内的位置不变，导致放射源丢失。 ③放射源运输过程中未采取严格有效的安全保卫措施致使放射源及运输车辆被盗。 ④工作人员麻痹大意，玩忽职守，致使含源的γ射线探伤机无人看管，在转场装载时又未进行检查确认，导致放射源被盗。	①放射源运输应采用专用车辆进行运输，专人押运。禁止使用报废的、擅自改装的、检测不合格的或者不符合国家规定要求的车辆、设备从事放射源道路运输活动。 ②专用运输车辆上应在固定位置配备储存γ射线探伤机的保险柜及防盗设施，在保险柜和运输车辆上设置“当心电离辐射”警示标志。 ③专用运输车辆应安装GPS定位系统、辐射监测设备对运输全过程进行在线监控，并实时记录行驶轨迹。 ④运输前，企业应对运输车辆和设备进行全面安全检查，运输中途如有人员需离开车辆，应至少保留1名工作人员负责源箱的看管；加强运输过程中的防盗意识，做好运输车辆安保措施。

续表 11-12 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
移动探伤过程	①移动探伤时在工作状态指示灯、声音提示装置、警示灯、警戒线和电离辐射警告标志未起到作用的情况下，人员误入正在运行的探伤工作场所或公众还未全部撤离控制区，工作人员启动设备，造成有关人员被误照。 ②放射源因故从机器上拆下来，γ射线探伤机探伤后未放入放射源暂存库中保管，可能会发生放射源丢失或被盗事故。 ③检修机器时仪器中的放射源从铅容器中掉出来，由于该放射源为密封源，一般不会对周围环境（地面、空气、机器等）产生弥散性污染，但是若操作不当，将对操作工人产生较强的辐射照射。 ④由于探伤机故障使得放射源在输源导管中发生卡源的情况，不能退回密封容器内。 ⑤工作人员不按要求佩戴个人防护用品，造成超剂量照射。	①严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程进行作业。每次移动探伤工作前，配备工作状态指示灯、声音提示装置、警示灯、警戒线等，在监督区四周可设置醒目的电离辐射警告标志和警示语等提示信息。配置必要的辐射监测仪器对工作场所实施必要的监测，及时发现使用过程中的射线泄漏。为辐射工作场所配置了个人剂量报警仪，探伤工作人员可根据个人剂量报警仪是否报警而正确判断是否安全。对γ射线移动探伤制定操作规程，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，规定必须进行清场和巡逻的工作程序，在探伤现场做好警戒工作，严防工作人员和公众误留在警戒区内。 ②加强对探伤装置使用现场的管理，防止放射源被盗、丢失。制定《放射源使用登记制度》，规定设备的使用登记情况，加强对放射源的监管和维护。γ射线移动探伤结束后，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。γ射线探伤机应定期进行检查、维护和保养，应严格制定防范措施，经常对设备的性能进行检查，禁止使用超过10年的γ射线探伤机。 ③γ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。浙江越新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。 ④γ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。 ⑤加强工作人员的教育与培训，正确佩戴个人剂量计，并定期检测。如发现超剂量，应进行调查，或改善防护条件或措施。

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。

浙江越新检测技术有限公司已成立并调整以金杭飞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 8）。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。由于新增 γ 射线探伤机移动探伤业务，因此需补充完善放射源管理工作职责相关内容。

12.1.2 辐射人员管理

（1）个人剂量检测

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

（2）辐射工作人员培训

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《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》（2019 年，第 57 号）精神，所有辐射工作人员必须通过生态环境部举办的辐射安全和防护专业知识培训及相关法律法规的培训和考核，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训考核并取得成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

建设单位拟新增 31 名辐射工作人员，由公司现有员工参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后上岗，并按时每五年进行重新考核，其中 1 名辐射安全管理人员与 2 名放射源暂存库管理人员需参加“辐射安全管理”培训和考核；28 名移动探伤人员需同时参加“X 射线探伤”和“伽马射线探伤”培训和考核。此外，8 名现有辐射工作人员当前仅拥有“X 射线探伤”培训证书，需及时参加“伽马射线探伤”培训和考核。

(3) 辐射工作人员职业健康体检

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

建设单位拟组织 31 名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，建立个人健康档案，并长期保存。

(4) 现有辐射工作人员的管理情况

本项目现有 8 名 X 射线移动探伤操作人员，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，类型为“X 射线探伤”；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《辐射防护和安全管理制

度》《辐射防护和安全保卫制度》《现场探伤安全防护制度》《X 射线探伤机安全操作规程》《X 射线探伤机使用登记制度》《设备检修维护制度》《辐射工作人员岗位职责》《放射工作人员培训、体检及保健制度》《辐射工作监测制度》《辐射工作安全责任书》《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》《辐射事故应急预案》等规章制度，内容健全完善且规范，基本满足现有核技术利用项目的管理需要。本项目在公司现有从事的辐射活动基础上增加了 γ 射线移动探伤，因此本次评价要求：

①辐射安全防护领导机构应加强监督管理，切实保证公司各项规章制度的实施。

②公司应补充完善 γ 射线移动探伤的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并且针对 γ 射线移动探伤补充完善辐射事故应急预案。

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 8 枚个人剂量计、8 台个人剂量报警仪和 4 台 X-γ 剂量率巡测仪,满足现有 X 射线移动探伤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

公司应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理规定,为新增 31 名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 辐射工作场所辐射监测

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 8.4.1.1 条款:进行移动探伤时,应通过巡测确定控制区和监督区;第 8.4.3 条款:每次移动探伤作业时,运营单位均要开展此项监测。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)在居民区进行的移动探伤;d)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
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
	年度监测			1 次/年	委托监测
	常规监测			每次有 新源入库	自行监测
X、 γ 移动探伤 作业地点	验收监测	周围剂量 当量率	①巡测：在 X、 γ 射线探伤机处于照射状 态，用便携式 X- γ 剂量率仪从探伤位置 四周由远及近测量，划分控制区和监督 区；工作完毕且 γ 射线探伤机收回放射 源至屏蔽位置后，源容器表面及工作场 所处； ②操作位：在工作状态下和探伤机停止 工作时分别检测操作位置的辐射水平。	验收期间 监测 1 次	委托监测
	年度监测			1 次/年	委托监测
	常规监测	周围剂量 当量率	①巡测：在 X、 γ 射线探伤机处于照射状 态，用便携式 X- γ 剂量率仪从探伤位置 四周由远及近测量，划分控制区和监督 区；工作完毕且 γ 射线探伤机收回放射 源至屏蔽位置后，源容器表面及工作场 所处； ②操作位：在工作状态下和探伤机停止 工作时分别检测操作位置的辐射水平	每次移动 探伤时	自行监测
				出现上述 情况时	委托监测

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

建设单位核技术利用项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的辐射安全和防护状况年度评估报告。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。

12.3.4 竣工环保验收

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以下内容：

- (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比对，基本符合要求。本项目投入运行后，公司应做好以下工作：

（1）公司应根据本次扩建后辐射活动变化的情况，调整现有的辐射事故应急预案，增加 γ 射线移动探伤的风险内容和应急措施，尤其是卡源故障的风险防范措施，以满足项目变化后的相关要求。

（2）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。

（3）公司应根据实际情况定期组织修订放射事故应急预案，使其不断完善健全。

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

浙江越新检测技术有限公司计划新增 4 台 X 射线探伤机、5 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、7 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机用于移动探伤，并租赁浙江省绍兴市诸暨市陶朱街道新亭路 6 号 10#配套库房建设放射源暂存库、X 射线探伤机储存间及辅助用房（洗片室、评片室、胶片存放室、危废暂存间、安保值班监控室），同时将现有 4 台 X 射线探伤机搬迁至本项目 X 射线探伤机储存间暂存。

(2) 项目位置

本项目位于浙江省绍兴市诸暨市陶朱街道新亭路 6 号西子（诸暨）新能源装备有限公司东侧的 10#配套库房。10#配套库房北侧、西侧、南侧均为西子（诸暨）新能源装备有限公司其他建筑，东侧隔丰达路为浙江铂盛国际物流集团有限公司。

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 13.4m^2 ，库内拟设 12 个源坑，最多可存放 12 枚放射源。放射源暂存库位于 10#配套库房，其北侧为厂区道路、11#配套库房，东侧为评片室、洗片室、胶片存放室和丰达路，南侧为维保中心、厂区道路、门卫室和变电所，西侧为 X 射线探伤机储存间、安保值班监控室、危废暂存间、厂区道路和 8#厂房，正上方为放射源暂存库顶棚和 10#配套库房顶棚（均为不上人顶棚），下方为土层。

本项目 X 射线探伤机不作业时，临时贮存在 X 射线探伤机储存间，建筑面积约 7.3m^2 。X 射线探伤机储存间位于 10#配套库房，其东侧为放射源暂存库，南侧为安保值班监控室，西侧为危废暂存间，北侧为 10#配套库房北侧边界，正上方为 X 射线探伤机储存间顶棚和 10#配套库房顶棚（均为不上人顶棚），正下方为土层。

(3) 辐射安全防护措施结论

本项目放射源暂存库拟采取实体屏蔽，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。

本项目放射源暂存库和移动探伤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、移动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

公司已成立辐射安全防护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作。同时应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

公司应组织所有辐射工作人员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，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训。

公司应为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检有资质的单位（常规监测周期最长不应超过 3 个月），并建立个人剂量档案。辐射工作人员在上岗前和离职后都须在有资质的单位进行职业病健康体检，且须在岗期间每一年或两年进行一次职业病健康体检，并建立完整的职业健康档案。

公司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。

②移动探伤控制区和监督区划分

根据理论预测结果，本项目 ^{192}Ir - γ 射线探伤机移动探伤时，有用线束方向经检测工件屏蔽后划定的控制区距离为 125m，监督区距离为 307m；有用线束方向以外经准直器屏蔽后划定的控制区距离为 7m，监督区距离为 17m。 ^{75}Se - γ 射线探伤机移动探伤时，有用线束方向经检测工件屏蔽后划定的控制区距离为 92m，监督区距离为 226m；有用线束方向以外经准直器屏蔽后划定的控制区距离为 5m，监督区距离为 13m。本项目 X 射线机移动探伤时的有用线束方向控制区最大距离为 76m，监督区最大距离为 186m，非有用线束方向控制区最大距离为 20m，监

督区最大距离为 49m。

实际 X、 γ 射线移动探伤时，建设单位应采取本报告关于移动探伤的控制区和监督区理论计算结果进行初步的控制区和监督区划分，然后采用便携式 X- γ 剂量率仪通过巡测的方式进行实测验证和调整。

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年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于职业人员“剂量限值”的要求（20mSv/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 μ Sv/周”的要求；本项目所致周围公众人员的年有效剂量满足《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“公众年有效剂量管理目标值不超过 0.1mSv”的要求，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 $\leq$ 1.0mSv/a）。

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。移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响小。

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

本项目位于浙江省绍兴市诸暨市陶朱街道新亭路 6 号 10#配套库房，不新增土地。同时，本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。项目放射源暂存库周围 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。

(4) 项目可行性

综上所述，浙江越新检测技术有限公司 X、 γ 射线移动探伤及放射源暂存库迁扩建项目的建设符合土地利用规划、区域规划环评和生态环境分区管控动态更新方案的建设要求，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