

核技术利用建设项目

杭州杭锅工业锅炉有限公司 X 射线现场探伤扩建项目

环境影响报告表

(报批稿)

杭州杭锅工业锅炉有限公司

2022 年 9 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

杭州杭锅工业锅炉有限公司 X 射线现场探伤扩建项目

环境影响报告表

建设单位名称：杭州杭锅工业锅炉有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：叶国华

通讯地址：杭州市余杭区良渚街道良运街 123 号

邮政编码：311113

联系人：陆晨

电子邮箱：/

联系电话：15306540665

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	9
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	17
表 8	环境质量和辐射现状	23
表 9	项目工程分析与源项	26
表 10	辐射安全与防护	30
表 11	环境影响分析	38
表 12	辐射安全管理	46
表 13	结论与建议	51
表 14	审批	55

附图：

- 附图 1 项目地理位置示意图
- 附图 2 项目周围环境及评价范围示意图
- 附图 3 项目周围环境实景图
- 附图 4 厂区总平面布置图
- 附图 5 现场探伤作业区域及控制区和监督区划分示意图
- 附图 6 良渚街道生态保护红线图
- 附图 7 杭州市“三线一单”生态环境管控单元分类图（余杭区）
- 附图 8 辐射环境本底检测点位示意图

附件：

- 附件 1 环评委托书
- 附件 2 营业执照
- 附件 3 法人身份证复印件
- 附件 4 杭州杭锅工业锅炉有限公司与杭州胜利锅炉有限公司吸收合并协议
- 附件 5 辐射安全许可证正副本
- 附件 6 历年辐射项目环评批复与验收意见
- 附件 7 现有辐射安全管理领导小组成立文件
- 附件 8 现有辐射安全规章制度
- 附件 9 现有辐射工作人员辐射安全培训证书及相关证明
- 附件 10 现有辐射工作人员个人剂量检测报告（最近一年连续 4 个季度）
- 附件 11 现有辐射工作人员职业健康体检报告（2020-2021 年度）及人员证明
- 附件 12 现有辐射事故应急预案
- 附件 13 土地证
- 附件 14 不动产权证
- 附件 15 房产证
- 附件 16 危险废物委托处置协议及处置资质证书
- 附件 17 辐射环境现状检测报告及检测资质证书
- 附件 18 专家咨询意见及修改清单

表 1 项目基本情况

建设项目名称		杭州杭锅工业锅炉有限公司 X 射线现场探伤扩建项目			
建设单位		杭州杭锅工业锅炉有限公司			
法人代表	叶国华	联系人	陆晨	联系电话	15306540665
注册地址		杭州市余杭区良渚街道良运街 123 号			
项目建设地点		杭州市余杭区良渚街道良运街 123 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	50	项目环保投资 (万元)	10	投资比例(环保 投资/总投资)	20%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	不新增占地
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			

1.1 项目建设单位情况

杭州杭锅工业锅炉有限公司（以下简称“公司”）是一家专业从事余热锅炉、电站锅炉、工业锅炉、压力容器等产品研发、制造、销售、安装及工程总包服务的高新技术企业。公司始建于1978年4月，其前身是杭州锅炉集团股份有限公司（杭州锅炉厂）下属一分厂，现为杭州锅炉集团股份有限公司控股的子公司。

公司位于杭州市余杭区良渚街道良运街123号，占地面积约148亩。目前拥有一间X射线探伤室，并已配置4台X射线探伤机（XXQ-2505型定向机1台、XXH-3005型定向机1台、RT-3505型定向机1台、TRT-P3505T型周向机1台），同时还配有1套RG-Y225P0822AP-1型X射线实时成像系统，对自生产的各类锅炉组件管系和管排进行无损检测，从而提高企业生产水平和确保产品质量。

1.2 项目建设目的和任务由来

公司自成立以来已实施的核技术利用建设项目共2个，具体如下：

2008年：杭州胜利锅炉有限公司X、 γ 射线探伤室项目（扩建）项目环境影响报告表，建设地点为杭州市余杭区勾运路19号（后期更名为“杭州市余杭区良渚街道良运街123号”，二者为同一地址），项目建设内容和规模：新建一间探伤室，并拟购2枚 ^{192}Ir 放射源（活度为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ /枚）和5台X射线探伤机（450kV/10mA定向机2台、350kV/5mA周向机1台、350kV/5mA定向机1台、250kV/5mA定向机1台）。该项目于2008年10月7日取得原浙江省环境保护局的环评批复（浙环辐〔2008〕79号），并于2015年4月1日通过原浙江省环境保护局的环保竣工验收（浙环辐验〔2015〕49号），验收规模：新建一间探伤室，并配置5台X射线探伤机（其中XXH-3005型周向机1台、XXG-3005型定向机1台、XXQ-2505型定向机2台、XXQ-2505/C型定向机1台）。其中1台XXH-3005型周向机与1台XXQ-2505/C型定向机于2018年报废，公司已按照《浙江省辐射环境管理办法（2021年修正）》中第十八条要求，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。

由于公司后期生产情况有所调整，未按计划购买 ^{192}Ir 放射源，故验收规模小于环评规模。2015年6月30日，杭州杭锅工业锅炉有限公司将杭州胜利锅炉有限公司吸收合并（见附件4），并合法持有该间探伤室及配置的相关探伤装置。

2015年：杭州杭锅工业锅炉有限公司X射线室内探伤室项目环境影响报告表，建设地点为杭州市余杭区良渚街道良运街123号，项目建设内容和规模：新建一套X射线实时成像检测系统（225kV/5mA）。该项目于2016年4月15日取得原杭州市环境保护局的环评批复（杭环辐评批〔2016〕9号），并于2018年1月18日通过了环保竣工自主验收，验收规模：一套X射线实时成像检测系统（225kV/5mA），验收规模与环评规模一致。

2017年：杭州杭锅工业锅炉有限公司工业X射线探伤装置建设项目辐射安全分析材料，建设地点为杭州市余杭区良渚街道良运街123号，项目建设内容和规模：在原有探伤室的基础上，新增3台X射线探伤机（其中450kV/10mA定向机1台、350kV/5mA型定向机1台、350kV/5mA型周向机1台）。该项目于2022年4月19日通过了环保竣工自主验收，验收规模：在原有探伤室的基础上，新增2台X射线探伤机（其中TRT-D3505P周向探伤机1台，RT-3505型定向探伤机1台）。由于目前450kV/10mA定向机尚未购买，故验收规模小于环评规模。

公司现持有有效的《辐射安全许可证》（见附件5），证书编号：浙环辐证〔A0067〕，种类和范围：使用II类射线装置，有效期至2027年7月24日，许可规模：5台X射线探伤机（450定向X

射线探伤机1台、350周向X射线探伤机1台、350定向X射线探伤机1台、300定向X射线探伤机1台、250定向X射线探伤机1台）和1套X射线实时成像检测系统。原有辐射项目环评批复与验收意见见附件6。

综上所述，公司已开展的辐射活动验收规模小于环评规模，许可规模未超出环评规模。

因检测大型工件的需要（长达2~20m），公司现有的X射线探伤室（长17m×宽8.5m×高8.5m）及X射线实时成像检测系统（长1.3m×宽1.2m×1.5m）均无法满足检测需求，因此公司计划新购3台X射线探伤机，在现有厂区管件车间的划定区域内开展现场探伤作业，并利用现有辅助用房作为本项目X射线探伤机贮存间，同时依托现有的暗室和阅片室，开展探伤洗片和阅片工作。

根据原环境保护部、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X射线探伤机归入到“工业用X射线探伤装置”的范畴，属于II类射线装置。对照中华人民共和国生态环境部令第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，应编制辐射环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，杭州杭锅工业锅炉有限公司委托杭州卫康环保科技有限公司对本项目进行辐射环境影响评价，环评委托书见附件1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、委托监测、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，编制完成了本项目的辐射环境影响报告表，供建设单位上报审批。

1.3 项目建设内容与规模

因检测大型工件的需要，公司计划新购3台X射线探机，在现有厂区管件车间的划定区域内开展现场探伤作业，并利用现有辅助用房作为本项目X射线探伤机贮存间，同时依托现有的暗室和阅片室，开展探伤洗片和阅片工作。射线装置应用情况见表1-1。

表1-1 本次评价内容与规模

序号	设备名称	类别	数量	型号	性能参数	出束类型	备注
1	X射线探伤机	II类	1台	RT-2505T	250kV、5mA	定向，主射朝上	现场探伤
2	X射线探伤机	II类	2台	RT-2805T	280kV、5mA	定向，主射朝上	现场探伤

注：现场探伤过程中，同一作业地点不存在两台及两台以上X射线探伤机同时探伤的情况。

待本项目实施后，公司最终的实际辐射活动规模为：4台X射线探伤机（XXQ-2505型定向机1台、XXH-3005型定向机1台、RT-3505型定向机1台、TRT-P3505T型周向机1台）和1套X射线实时成像系统用于室内探伤；3台X射线探伤机（RT-2505T型定向X射线探伤机1台、RT-2805T型定向X射线探伤机2台）用于生产车间内现场探伤。

1.4 项目选址及周边环境保护目标

1.4.1 项目地理位置及外环境

杭州杭锅工业锅炉有限公司位于杭州市余杭区良渚街道良运街123号，厂区中心地理坐标为北纬N：30°21'9.12"，东经E：120°07'18.18"，地理位置见附图1。厂区东侧隔绿化带为上塘高架路，南侧为千年舟科技文化创意园，西侧隔北软路为良运家园小区，北侧隔良运街为在建的办公大楼，周围环境情况见附图2，周围环境实景见附图3。

1.4.2 现场探伤作业场地位置及外环境

本项目现场探伤作业仅在公司现有厂区管件车间的划定区域内进行，不涉及厂区外现场探伤作业。本项目现场探伤作业区域东西总长约60m，南北总宽约45m，具体位置见附图5。该场所东侧和北侧均为管件车间的其他生产区域，南侧为锅炉车间和装配车间，西侧为联箱车间，上方为无人平台，下方为土层，无地下层。现场探伤作业区域距离东侧厂界约85m，距离南侧厂界约100m，距离西侧厂界240m，距离北侧厂界约85m；距离浙江豪帝汽车销售服务有限公司约85m；距离北侧办公楼约30m。

1.4.3 X 射线探伤机贮存场所位置

本项目于X射线探伤机不作业时，全部临时贮存于专门设备贮存间内，位于锅炉车间东侧，建筑面积约5m²，实行双人双锁并专人负责，具体位置见附图4。该贮存间仅为探伤设备的临时贮存，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。因此，设备贮存间的位置合理可行。

1.4.4 探伤洗片和阅片场所位置

本项目现场探伤洗片和阅片工作依托现有的暗室和阅片室，位于现有X射线探伤室的辅助用房，具体位置见附图4。

1.4.5 环境保护目标

本项目环境保护目标为从事X射线现场探伤操作的辐射工作人员和评价范围内的公众。

1.4.6 选址合理性分析

本项目现场探伤作业场所评价范围100m内主要为杭州杭锅工业锅炉有限公司厂区内的各生产车间、办公楼、浙江豪帝汽车销售服务有限公司及厂区道路等，无居民点和学校等环境敏感点。同时，本项目现场探伤工作时间段一般为夜间，杭州杭锅工业锅炉有限公司厂区内的生产车间和室内探伤、办公楼及浙江豪帝汽车销售服务有限公司均夜间不工作，符合控制区和监督区的划分原则。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取辐射防护屏蔽和安全管理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。

因此，本项目选址是合理可行的。

1.5 规划符合性分析

1.5.1 用地规划符合性分析

本项目位于杭州市余杭区良渚街道良运街123号，根据建设单位提供的场所证明文件（土地证、不动产权证及房产证分别见附件13~附件15），项目用地性质为工业用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划。

1.5.2 杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案符合性分析

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所在区域属于余杭区临平副城-良渚组团城镇生活重点管控单元（编码：ZH33011020001），分区管控方案图见附图7。该单元的管控要求如下：

表1-2 项目区域所属生态环境管控单元的管控要求

内容	管控要求
空间布局约束	除工业功能区（小微园区、工业集聚点）外，原则上禁止新建其他二类工业项目，现有二类工业项目改建、扩建，不得增加污染物排放总量。严格执行畜禽养殖禁养区规定。
污染物排放管控	推进生活小区“零直排区”建设。加强噪声和臭气异味防治，强化餐饮油烟治理，严格施工扬尘监管。
环境风险防控	加强环境风险防控，严格控制噪声、恶臭、油烟等污染物排放。
资源开发效率要求	全面开展节水型社会建设，推进节水产品推广普及，限制高耗水服务业用水。
重点管控对象	良渚组团城镇生活区、临平组团城镇生活区。包含的产业集聚点、小微园区：1、仁和街道：东山区块、云会区块、西南山路区块工业集聚点；2、崇贤街道独山工业园；3、乔司街道和睦桥村永玄路工业园区，葛家车、和睦村工业园区，五星村石大线工业园，五星村乔井路工业园，五星村工业园，大井工业园，葛家车村乔井路工业园，五星村腌制品园区；4、运河街道亭趾村永宁路、湖潭路、费兴路工业

集聚点，明智村产业集聚点，南栅口社区产业集聚点，兴旺村产业集聚点；5、良渚街道生命科技产业园，良运街工业集聚点，勾庄高新科技产业园，通运街工业区块，好运街工业区块；6、星桥街道：新三联园区、丽娜服饰园区、升华服饰园区、春耀金属拉丝园区。

本项目为质检技术服务，不属于生产类项目，且项目利用厂区现有建筑开展工作，不改变土地现状。运行过程中污染物简单，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，本项目的实施符合杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案的要求。

1.5.3 “三线一单”符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评〔2021〕108号），本项目“三线一单”符合性判定情况见表1-3。

表1-3 本项目“三线一单”符合性分析

内容	符合性分析
生态保护红线	对照《杭州市余杭区生态保护红线划定方案》（见附图6），本项目所在地周边无自然保护区、饮用水水源保护区等生态保护目标，符合生态保护红线要求。
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，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。
环境质量底线	经现场检测，本项目相关辐射工作场所拟建址及周围环境的 γ 辐射剂量率处于当地本底水平，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的处理措施，可以做到达标排放，符合环境质量底线要求。
生态环境准入清单	本项目为核技术利用建设项目，主要用于无损检测，不属于生产类项目，符合余杭区临平副城-良渚组团城镇生活重点管控单元的管控要求。

因此，本项目的建设符合“三线一单”的要求。

1.6 产业政策符合性分析

根据国家发展和改革委员会第29号令《产业结构调整指导目录（2019年本）》和国家发展和改革委员会第49号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求；不属于《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局指引（2019年本）》中限制类和禁止类项目，符合杭州市产业政策的要求。因此，本项目的实施符合国家及地方产业政策的要求。

1.7 实践正当性分析

本项目实施的目的是为了对自生产的各类锅炉组件管系和管排进行质检服务，以提高公司生产水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其探伤机运行所致辐射工作人员和周围公众成员的辐射剂量符合剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤机是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。因此，本项目使用探伤机的目的是正当可行的。

1.8 原有核技术利用项目许可情况

1.8.1 原有核技术利用项目环保手续履行情况

公司目前实际在用的辐射设备主要为4台X射线探伤机（XXQ-2505型定向机1台、XXH-3005型定向机1台、RT-3505型定向机1台、TRT-P3505T型周向机1台）和1套X射线实时成像检测系统，均已开展过环评和验收工作，并获得辐射安全许可，见附件5~附件6。现有射线装置应用情况见表1-4。

表1-4 现有射线装置应用情况一览表

序号	名称	类别	数量	型号	性能参数	环评情况	许可情况	验收情况	使用状态
1	X射线探伤机（定向）	II类	1台	XXQ-2505	250kV, 5mA	浙环辐（2008）79号	浙环辐证（A0067）	浙环辐验（2015）49号	在用
2	X射线探伤机（定向）	II类	1台	XXH-3005	300kV, 5mA				
3	X射线探伤机（定向）	II类	1台	RT-3505	350kV, 5mA	辐射安全分析材料	浙环辐证（A0067）	2022年自主验收	在用
4	X射线探伤机（周向）	II类	1台	TRT-P3505T	350kV, 5mA				
5	X射线探伤机（定向）	II类	1台	MG-450	450kV, 10mA			尚未验收	尚未购买
6	X射线实时成像检测系统	II类	1套	RG-Y225P0822AP-1	225kV, 5mA	杭环辐评批（2016）9号	浙环辐证（A0067）	2018年自主验收	在用

1.8.2 辐射安全管理现状

1、现有辐射安全管理领导小组成立

公司已发文成立以安全总监王峻为组长的射线装置安全管理领导小组，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7。

2、现有辐射安全规章制度的制定与落实

公司开展X射线室内探伤工作多年，已制定《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《使用场所安全管理措施》、《岗位职责》、《X射线探伤机操作规程》、《X射线探伤机使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《辐射事故应急预案》等一系列辐射安全规章制度（见附件8），并张贴上墙于相关辐射工作场所现场处。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、现有在岗辐射工作人员管理

据统计，公司现有辐射工作人员合计16名，辐射安全培训、个人剂量检测和职业健康体检等各项工作落实情况见表1-5，相关附件见附件9～附件11。

（1）现有13名辐射工作人员均参加了辐射安全与防护培训并通过考核，符合持证上岗的要求，证书均在有效期内。

（2）现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，已定期委托有资质的单位进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案。根据建设单位提供的个人剂量检测报告（最近一年连续4个季度），现有单名辐射工作人员年有效附加剂量为（0.121~0.313）mSv/a，符合辐射剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对辐射工作人员“剂量限值”的要求。

（3）现有辐射工作人员均已开展职业健康体检，并建立了职业健康监护档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过2年。根据公司提供的职业健康体检报告（2020-2021年度），在岗辐射工作人员均可继续从事放射性工作，健康无异常。

表1-5 公司现有在岗辐射工作人员基本情况表

序号	姓名	辐射安全培训		最近一年内个人有效剂量 (mSv)					职业健康体检	
		首次发证/ 复训日期	证书类别与编号	2020年 第四季度	2021年 第一季度	2021年 第二季度	2021年 第三季度	年有效 剂量	体检时间	体检结果
1	刘加远	2019.04.03	初级: 201505060	<0.014*	<0.014*	0.071	0.061	0.146	2020年12月	可继续原放射性工作
2	钱波	2019.04.03	初级: 201012283	<0.014*	0.026	0.072	0.056	0.161	2021年3月	可继续原放射性工作
3	童如华	2019.04.03	初级: 201012282	0.022	0.037	0.045	0.094	0.198	2020年12月	可继续原放射性工作
4	洪继成	2019.04.03	初级: 201012280	<0.014*	0.021	0.053	0.057	0.138	2021年3月	可继续原放射性工作
5	安发顺	2019.04.03	初级: 201505058	<0.014*	0.026	0.025	0.072	0.130	2020年12月	可继续原放射性工作
6	王振亚	2019.04.03	初级: 201009646	0.023	0.037	<0.014*	0.070	0.137	2020年12月	可继续原放射性工作
7	陶大路	2020.05.28	X射线探伤 FS21ZJ1200506	<0.014*	0.017	0.054	0.031	0.109	2020年12月	可继续原放射性工作
8	夏如冰	2020.06.01	X射线探伤 FS21ZJ1200562	<0.014*	0.035	0.083	0.045	0.170	2020年12月	可继续原放射性工作
9	唐煜宏	2022.08.02	X射线探伤 FS22ZJ1200856	<0.014*	0.043	0.081	0.080	0.211	2021年3月	可继续原放射性工作
10	蒋建波	2019.04.03	初级: 201505253	0.163	0.040	0.072	0.038	0.313	2020年12月	可继续原放射性工作
11	钱瀚骋	2019.06.06	初级: 201505254	<0.014*	0.033	0.086	0.056	0.182	2020年12月	可继续原放射性工作
12	潘宇峰	2020.05.28	X射线探伤 FS21ZJ1200504	<0.014*	0.018	0.089	0.007	0.121	2021年3月	可继续原放射性工作
13	魏建平	2019.12.18	初级: A201912020	<0.014*	0.048	0.091	0.056	0.202	2020年12月	可继续原放射性工作

该表格中关于个人剂量检测数据相关说明:

①最低检测水平为0.014mSv, *标注的检测结果小于MDL, 记录为<MDL; 检测数据均已扣除本底。

②根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)中8.1.5条款规定, 监测结果小于最低探测水平的记录: 当工作人员的外照射个人监测结果小于MDL值时, 报告中的监测结果表述为<MDL。为便于职业照射统计, 在相应的剂量档案中记录为MDL值的一半, 故本项目现有辐射工作人员的年有效剂量据此进行统计。

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，现有辐射监测仪器与防护用品统计清单见表 1-6，可以满足公司现阶段的室内探伤工作要求。

表1-6 公司现有辐射监测仪器和防护用品

序号	名称	数量
1	个人剂量计	13个
2	个人剂量报警仪	6台

5、“三废”处理

公司现有核技术利用建设项目产生的“三废”主要为室内探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液及废胶片等。目前公司内部已设有专门的危废暂存间，并实行双人双锁制度，并由专人管理。采用防盗门，门上设有显著的危废标识，地面已作水泥硬化并防渗防腐处理，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及2013年修改单的基本要求。同时，公司已与浙江联明金属有限公司签订了危废委托处置协议（见附件16），危废集中收集后统一交由有资质单位进行回收处理。

6、场所检测与年度评估

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，经与建设单位核实，公司已委托有资质单位开展了2021年度辐射工作场所检测工作，检测结果均满足相关标准要求。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，公司已在每年的1月31号前上报上一年度评估报告至原发证机关。

7、辐射事故应急

公司已制定《辐射事故应急预案》，见附件13。公司定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

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
本项目不涉及								

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动 种类	实际日最大操 作量 (Bq)	日等效最大操 作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机 (定向机)	II类	1 台	RT-2505T	250	5	现场探伤	管件车间指定的	拟购，
2	X 射线探伤机 (定向机)	II类	2 台	RT-2805T	280	5	现场探伤	现场探伤区域	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	
本项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和臭氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气
废显（定）影液	液态	/	/	约 15L	约 180L	/	集中存放于危废暂存间	定期委托有资质的单位（浙江联明金属有限公司）处理处置
废胶片	固态	/	/	约 7.4kg	约 89kg	/		

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

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

表 6 评价依据

法律文件	<p>(1)《中华人民共和国环境保护法(2014年修订)》，主席令第九号，2015年1月1日起施行；</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法(2018年修订)》，主席令第二十四号，2018年12月29日起施行；</p> <p>(3)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法(2020年修订)》，主席令第四十三号，2020年9月1日起施行；</p> <p>(4)《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003年10月1日起施行；</p> <p>(5)《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号，2017年10月1日起施行；</p> <p>(6)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例(2019年修改)》，国务院令第709号，2019年3月2日起施行；</p> <p>(7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第18号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(8)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(2021年修改)》，生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(9)《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(10)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发(2006)145号，原国家环境保护总局，2006年9月26日起施行；</p> <p>(11)《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；</p> <p>(12)关于修改<产业结构调整指导目录(2019年本)>的决定》，国家发展和改革委员会令第49号，2021年12月30日起施行；</p> <p>(13)《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；</p> <p>(14)《国家危险废物名录(2021年版)》，生态环境部令第15号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(15)《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；</p>
------	--

	<p>(16)《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；</p> <p>(17)《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》，环环评〔2021〕108号，生态环境部办公厅，2021年11月19日印发；</p> <p>(18)《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；</p> <p>(19)《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；</p> <p>(20)《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；</p> <p>(21)关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2015年本）》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015年本）》的通知，浙环发〔2015〕38号，原浙江省环境保护厅，2015年10月23日起施行；</p> <p>(22)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（2019年本）》的通知，浙环发〔2019〕22号，浙江省生态环境厅，2019年12月20日起施行；</p> <p>(23)关于印发《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知，杭环发〔2020〕56号，杭州市生态环境局，2020年8月18日发布；</p> <p>(24)关于印发《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局指引（2019年本）》的通知，杭州市发展和改革委员会，2019年7月26日。</p>
技 术 标 准	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016），2017年1月1日实施；</p> <p>(2)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016），2016年4月1日实施；</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），2003年4月1日实施；</p> <p>(3)《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015），2015年6月1日实施；</p> <p>(4)《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），2020年4月1日实施；</p> <p>(5)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），2021年5月1日实施；</p> <p>(6)《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），2021年5月1日实施；</p> <p>(7)《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021），2021年8月1日实施；</p> <p>(8)《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及2013年修改单，2013年6月8日实施；</p>

	<p>(9)《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)，2020年4月1日实施；</p> <p>(10)《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)及2018年修改单，2018年9月1日实施。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书，见附件1；</p> <p>(2) 《辐射防护导论》，方杰主编；</p> <p>(3) 企业提供的其他与工程建设有关的技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，并结合本项目的实际情况，本项目各探伤设备现场探伤的评价范围为其监督区边界。由于理论计算结果均小于 100m，本次评价按照导则规定将项目评价范围取为探伤机周围 100m。

7.2 保护目标

本项目为现场探伤作业区域主要为管件车间内指定区域，主要环境保护目标为X射线探伤机工作现场处的辐射工作人员以及评价范围100m内的公众成员，具体见表7-1。

表7-1 本项目主要环境保护目标

保护目标	所在位置		相对方位	与探伤作业场所的最近距离 (m)	人数	剂量约束值 (mSv/a)	
辐射工作人员	控制区外操作位、监督区内		非主射方向	20~80 (与探伤机的距离)	4人	5.0	
公众成员	杭州杭锅工业锅炉有限公司	管件车间 其他生产区域	1层, 18m	东侧	紧邻	15人	0.25
				北侧	紧邻	15人	
		锅炉车间	1层, 18m	南侧	紧邻	30人	
		装配车间		南侧	30	30人	
		联箱车间		西侧	紧邻	15人	
		备料车间	6层, 23.7m	西侧	50	15人	
		办公楼		北侧	30	200人	
	仓库	1层, 4m	南侧	95	10人		
	浙江豪帝汽车销售服务有限公司	2层, 18m	西北侧	85	150人		
	厂区道路		北侧	20	50人/天		
			南侧	60	50人/天		
西侧			40	50人/天			
东侧			80	50人/天			
良运街		北侧	95	不定			

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

一、防护与安全的最优化

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

二、剂量限值

1) 职业照射

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

2) 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

三、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，本次评价取相应剂量限值的四分之一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	5mSv/a
公众照射有效剂量	0.25mSv/a

四、辐射工作场所的分区

6.4辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

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。

2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）

本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置进行探伤的工作。

3.1.1.5 X 射线装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合表 1 的要求。

表 1 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率

管电压 kV	漏射线空气比释动能率 (mGy/h)
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

3.1.3 连接电缆

对于移动式 X 射线装置，控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不应短于 20m。

5 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

5.1.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

5.1.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按式（1）计算：

$$\dot{K} = \frac{100}{t} \dots\dots\dots (1)$$

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

t——每周实际开机时间，单位为小时（h）；

100——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值，即 100μSv/周。

5.1.3 控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控

制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

5.1.4 现场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，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施(如铅板)。

5.1.5 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。

5.1.6 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。

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

5.1.8 探伤机控制台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。

5.2 X 射线现场探伤作业的准备

5.2.1 在实施现场探伤工作之前，运营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。

5.2.2 运营单位应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名工作人员。

5.2.3 应考虑现场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)。

5.2.4 现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划，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。委托方应给予探伤工人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。

5.3 X 射线现场探伤作业安全警告信息

5.3.1 应有提示“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”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

5.3.3 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

5.3.4 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

5.4 X 射线现场探伤作业安全操作要求

5.4.1 周向式探伤机用于现场探伤时，应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行

透照检查。做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。

5.4.2 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

5.5 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测

5.5.1 开始现场探伤之前，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。

5.5.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，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。

5.5.3 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。必要时调整控制区的范围和边界。

5.5.4 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

5.5.5 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

6.3 现场探伤的分区及检测要求

6.3.1 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

6.3.2 当 X 射线探伤装置、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，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

6.3.3 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。

6.3.4 在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。

6.3.5 探伤机停止工作时，还应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。

3、工作场所臭氧和氮氧化物的控制水平

《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）表 1 中规定工作场所空气中 O₃ 容许浓度为 0.3mg/m³，NO_x 容许浓度为 5mg/m³，确定本项目生产车间内现场探伤工作场所 O₃ 浓度≤0.3mg/m³，NO_x 浓度≤5mg/m³。

4、《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及 2018 年修改单

本项目所在区域环境空气属于二类功能区，常规污染物浓度限值执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及其 2018 年修改单中二级标准。该标准表 1 和表 2 中规定了各项环境空气污染物不允许超过的浓度限值： O_3 不允许超过的 1 小时平均浓度限值（二级标准）为 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ， NO_x 不允许超过的 1 小时平均浓度限值（二级标准）为 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

8.1.1 地理位置

杭州杭锅工业锅炉有限公司位于杭州市余杭区良渚街道良运街123号，具体地理位置见附图1。

8.1.2 场所位置

本项目现场探伤作业仅在公司厂区划定区域内进行，不涉及厂区外现场探伤作业。本项目现场探伤作业区域东西总长约60m，南北总宽约45m，具体位置见附图5。该场所东侧和北侧均为管件车间的其他生产区域，南侧为锅炉车间和装配车间，西侧为联箱车间，上方为无人平台，下方为土层，无地下层。同时依托现有的暗室和阅片室，开展探伤洗片和阅片工作；并利用相关辅助用房作为本项目X射线探伤机贮存间。

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 X 射线现场探伤作业区域及周围环境。

8.3 辐射环境质量现状

8.3.1 检测目的

通过现场检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 检测因子

根据项目污染因子特征，环境检测因子为 γ 辐射剂量率。

8.3.3 检测点位

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，对本项目现场探伤作业区域及周围环境进行检测布点。本项目现场探伤作业区域所在厂房为单层建筑，上方为无人平台，下方为土层，无地下室，故

不设检测点位。因此，本项目共布设 18 个检测点位，布点情况见附图 8，检测报告及检测资质见附件 17。

8.3.4 检测方案

- (1) 检测单位：浙江亿达检测技术有限公司；
- (2) 检测时间：2021 年 7 月 1 日；
- (3) 检测方式：现场检测；
- (4) 检测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 检测频次：依据 HJ 1157-2021 标准予以确定；
- (6) 检测工况：辐射环境本底；检测期间现有室内探伤未作业。
- (7) 天气环境条件：天气：晴；温度：26℃；相对湿度：65%；
- (8) 检测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 检测仪器的参数与规范

仪器名称	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6（内置探头：6150AD-b/H；外置探头：6150AD 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	2020H21-20-2925395002
检定有效期	2020 年 12 月 24 日至 2021 年 12 月 23 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

8.3.5 质量保证措施

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

8.3.6 检测结果及评价

检测结果见表 8-2。

表8-2 X射线现场探伤作业区域及周围环境辐射背景检测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射剂量率 (nGy/h)	
		平均值	标准差
▲1	X 射线现场探伤作业区域东侧	131	2
▲2	X 射线现场探伤作业区域南侧	128	2
▲3	X 射线现场探伤作业区域西侧	135	1
▲4	X 射线现场探伤作业区域北侧	131	2
▲5	X 射线现场探伤作业区域中间	126	1
▲6	锅炉车间	123	3
▲7	装配车间	119	3
▲8	备料车间	124	3
▲9	综合车间	125	3
▲10	仓库	123	2
▲11	仓库	117	1
▲12	办公楼	114	2
▲13	厂区道路	102	4
▲14	厂区道路	108	2
▲15	厂区道路	105	2
▲16	厂区道路	102	3
▲17	浙江豪帝汽车销售服务有限公司	111	2
▲18	浙江豪帝汽车销售服务有限公司	113	1

注：1) 表中所列检测值均已扣除宇宙射线响应值 30nGy/h。

2) 表中所列检测值已进行剂量换算，换算依据：本项目检测使用 ¹³⁷Cs 作为检定/校准参考辐射源，根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 中第 5.5 条款，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ¹³⁷Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy。

由表8-2可知：X射线现场探伤作业区域及周围各检测点位室内的γ辐射剂量率在（111～135）nGy/h之间；室外的γ辐射剂量率在（102～108）nGy/h之间，检测值均未扣除宇宙射线响应。由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，杭州市室内γ辐射剂量率在（56～443）nGy/h之间，室外γ辐射剂量率在（28～220）nGy/h之间。可见本项目拟建址的γ辐射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

本项目为X射线现场探伤项目，探伤设备外购后即可直接使用，无需安装和调试。同时，探伤机贮存、洗片及评片等均依托公司现有场所，不存在施工期环境影响。因此，本次评价对施工期不予评价，仅重点关注工艺设备和工艺分析。

9.1 工艺设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

X射线探伤机是由X射线发生器、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，探伤机设备外观及主要功能特点见图9-1。



图9-1 X射线探伤机外观图

9.1.2 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X线感光片进行照射，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，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融金属（如钨、铂、金、钽等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。

典型的X射线管结构见图9-2。

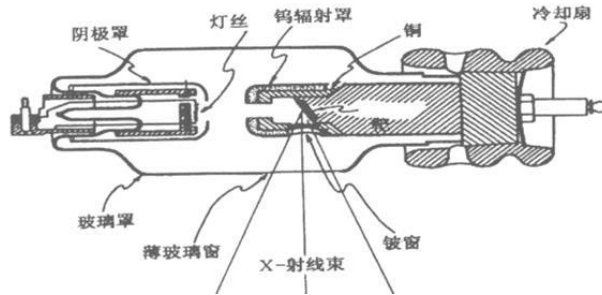


图 9-2 典型 X 射线管结构图

9.1.43 现场探伤工作流程及产污环节

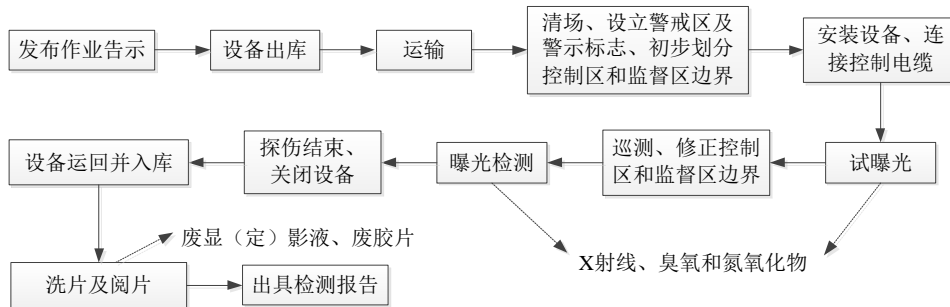


图 9-3 X 射线现场探伤及产污流程示意图

(1) 发布作业公示。公司在现场探伤作业前需要进行公告，公告内容包括：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。

(2) 设备出库。根据设备出入库管理制度，工作人员持任务单，打开 X 射线机贮存间，根据探伤对象的规格选择合适型号的 X 射线探伤机，并在出入库台账上登记，经过库房管理员确认后，领取设备。

(3) 设备运输。采用手推车将 X 射线探伤机由 X 射线机贮存间运输到 2 号厂房划定的现场探伤区域，厂区内的运输路径均为指定路线。

(4) 根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 对现场探伤工作场所进行分区管理，结合射线装置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，进行初步的控制区和监督区边界划分。对划出的控制区及监督区的范围和边界进行确认，确认后，在控制区边界拉起临时警戒线并设“禁止进入 X 射线区”的警告牌，在监督区边界上设“无关人员禁止入内”的警告牌，并设灯光提示装置，由辐射工作人员负责现场巡视及监督检查，清除控制区和监督区范围内的非辐射工作人员，确保探伤作业时公众成员撤离监督区范围。

(4) 试曝光。现场作业人员均佩戴个人剂量计、直读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辐射监测仪进行巡测，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。

(5) 曝光检测。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。

(6) 探伤结束，关闭机器。清理完现场后解除警戒，工作人员离场。

(7) 设备运回并入库。采用手推车运输并原路返回至 X 射线机贮存间，根据设备出入库管理制度，在出入库台账上登记，设备入库。

(8) 从检测工件上取下已曝光的底片，待暗室冲洗处理后阅片，完成一次探伤任务。

9.1.5 运行工况与人员配置计划

本项目探伤对象主要为公司自生产的过热器、省煤器、水冷壁、再热器等锅炉管组的管系或管排，工件长度为 (2~20) m，直径为 (30~100) mm，厚度为 (3~10) mm，材质主要为钢，采用全部检测的方式。生产车间内现场探伤作业时，根据待检产品参数选择适用型号的 X 射线探伤机，同一作业地点不存在两台及两台以上 X 射线探伤机同时现场探伤的情况。当管材厚度 $\leq 7\text{mm}$ 时，采用 RT-2505T 型 X 射线探伤机进行探伤，当探伤机以最大管电压 250kV 开机时，探伤工件常用厚度一般为 7mm。当管材厚度 $> 7\text{mm}$ 时，采用 RT-2805T 型 X 射线探伤机进行探伤，当探伤机以最大管电压 280kV 开机时，探伤工件常用厚度一般为 10mm。

本项目年拍片 9000 张，单次探伤曝光时间最长 5min，则年探伤时间为 750h。按年工作 50 周计，则周探伤时间为 15h。公司计划配备 2 个现场探伤小组，实行小组轮班制。每组由 4 名辐射工作人员组成，其中 1 名负责探伤装置操作，另 3 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 8 名辐射工作人员。本项目所需辐射工作人员全部从现有人员中调配，暂不新增，且专职现场探伤工作，不兼职其他室内探伤工作。

9.2 污染源项描述

(1) X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、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线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子，污染途径是 X 射线外照射。

（2）臭氧和氮氧化物

X 射线现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小经生产车间的排风系统引至室外，臭氧在常温常压状态下可自行分解为氧气，氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3 且毒性低于臭氧，可以满足《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）表 1 中相关限值要求，对周围环境影响较小。

（3）废显（定）影液和废胶片

本项目 X 射线现场探伤在洗片与阅片过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于《国家危险废物名录》中感光材料废物，危废代码为 HW16（900-019-16），并无放射性。项目 X、现场探伤年拍片量为 9000 张，按洗 1000 张片用 20L 显（定）影液，经估算项目工作过程中废显（定）影液年产生量约 180L，废胶片年产生量约 90 张（废片率按 1% 计算），该部分危险废物定期委有资质的单位处理，完好的胶片由公司定期建档备查。

根据《承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求》（NB/T 47013.1-2015）中第 7.3.3 条款要求，无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。7 年后若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。经与建设单位核实，本项目完好的胶片约 8910 张，存档期限为 7 年。存档满 7 年后的胶片最终处理方案分两种：①如用户需要，公司将此类胶片转交用户保管，占比约 10%，即 891 张胶片；②如用户不需要，公司将此类胶片作为危废交有资质单位处理处置，占比约 90%，即 8829 张胶片。基于本项目运行的第 8 年开始，同一年既有探伤洗片产生的废胶片，又有存档期满后产生的废胶片，本次评价保守考虑来核算废胶片年产生量，即 8919 张，单张胶片平均重量约 10g，则折算为重量约 89kg。

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的名称、数量、类别、形态、危险特性和污染防治措施等内容，具体见表 9-1。

表 9-1 本项目危险废物基本情况汇总表

序号	危废名称	危废类别	危废代码	产生量	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	180 L/年	洗片	液态	显（定）影液	显（定）影液	每次现场探伤	T	收集于危废暂存间，定期委托有资质单位处理处置
2	废胶片	HW16	900-019-16	89 kg/年	阅片、胶片存档	固态	废胶片	废胶片	每次现场探伤	T	

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所分区

公司开展 X 射线现场探伤作业时，应根据现场具体情况，利用辐射巡测仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，并在边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌；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，并在边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时派专人警戒。

该公司拟采取的布局与分区措施基本满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中关于现场探伤的要求。

10.1.2 辐射安全和防护措施

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）与《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）以及辐射管理的相关制度，为减少辐射对环境的影响程度，建设单位针对移动式 X 射线探伤机的固有安全属性、贮存、运输、现场探伤等环节拟采取如下辐射安全和防护措施：

10.1.2.1 X 射线探伤机的固有安全属性

（1）X射线管头组装体

①移动式或固定式X射线装置管头组装体应能固定在任何需要的位置上并加以锁紧。

②X射线管头应设有限束装置。

③X射线管头窗口孔径不得大于额定最大有用线束射出所需尺寸。

④X射线管头应具有如下标志：a、制造厂名称或商标；b、型号及出厂编号；c、X射线管的额定管电压、额定管电流；d、焦点的位置；e、出厂日期；f、电离辐射标志。

⑤X射线装置在额定工作条件下，距X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率应符合《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中第3.1.1.5条款的表1要求。

（2）控制台

①应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示、以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

②应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

③应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态才能拔出。

④应设置紧急停机开关。

⑤应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

(3) 连接电缆

对于移动式 X 射线装置，控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不应短于 20m。

经与建设单位核实，本项目各型号 X 射线探伤机的控制线缆长度均为 50m，可以满足现场探伤的作业要求。

10.1.2.2 X射线探伤机贮存间的辐射安全和防护措施

(1) X 射线探伤机不探伤作业时，全部存放于专门的设备贮存间内。该场所仅存放设备，不得进行射线装置的使用、调试及检修工作。探伤机检修均由设备生产厂家承担，该公司人员不承担检修工作。

(2) 射线装置贮存场所实行双人双锁，由专职工作人员负责。应采用防盗门窗，门上应设有电离辐射警告标志，其入口处拟安装视频监控系统。

(3) 射线装置贮存场所应满足“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。

10.1.2.3 X射线探伤机运输过程中辐射安全和防护措施

(1) 公司拟采用手推车的方式并按照指定路线进行探伤装置的安全运输。探伤作业结束后，将探伤装置按原路运输返回至设备贮存间。

(2) 本项目 X 射线探伤机贮存间到管件车间内划定的现场探伤区域之间的路途较短，本次评价要求转运过程中，如人员需离开手推车，应至少保留 1 名工作人员负责探伤装置的看管，以免被盗。

10.1.2.4 X射线探伤机现场探伤过程中的辐射安全和防护措施

(1) 现场探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

(2) 控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

(3) 现场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，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。

(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。

(5) 在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。

(6) 本项目现场探伤工作所在管件车间为单层建筑，楼上为无人平台，楼下为土层，无地下层，不涉及在多楼层的工厂或工地实施现场探伤，不会出现现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区等不利情况。

(7) 探伤机控制台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。本项目控制台拟设在控制区边界外，具备延时开机的功能。

(8) 在实施现场探伤工作之前，运营单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。

(9) X 射线现场探伤作业时，应有提示“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”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

(10) 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

(11) 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

(12) 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

(13) 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。

(14) 开始现场探伤之前，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。

(15) 控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，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。

(16) 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。必要时调整控制区的范围和边界。

(17) 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

(18) 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场检测时，应通过巡测确定控制区和监督区。

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

(20) 在工作状态时应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可以接受的。

(21) 在工作状态时应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。

(22) 探伤机停止工作时，还应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。

(23) 公司开展现场探伤时仅限在本次划定区域内进行，严禁在划定区域外进行现场探伤作业。

(24) 公司开展现场探伤时拟采取各类措施确保厂界外辐射剂量率低于监督区边界 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求，否则不宜开展现场探伤。

(25) 本项目于厂区划定区域内开展现场探伤时，应严格管控实际的运行工况。每次探伤仅开启一台 X 射线探伤机，禁止两台及两台以上探伤机同时开机，避免交叉照射。

(26) 本项目所有 X 射线探伤机主射方向均朝上，不朝向其他方向。如主射方向发生改变，必须重新进行巡测，确定新的划区界线。经与建设单位核实，本项目采用专用的射线机头移动平板对探伤装置进行固定，保证主射方向朝上，射线角度为 $0\sim 40^\circ$ 。

(27) 本项目现场探伤邻近存在建筑物，主要为浙江豪帝汽车销售服务有限公司、杭州杭锅工业锅炉有限公司厂区内各生产车间及办公楼。每次开展探伤作业前，建设单位应向可能受影响的公众进行必要的辐射告知，公示范围覆盖评价范围内的环境保护目标、公司内部的办公楼和厂区宣传栏等，公告内容包括：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。除此之外，现场探伤前还需进行严格的清场工作。无法清场时，不得开展现场探伤作业。

(28) 合理规划 X 射线现场探伤时间，避开人流高峰期。探伤作业尽可能优选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。经与建设单位核实，本项目现场探伤的时间段为夜间 22:00~次日 6:00；杭州杭锅工业锅炉有限公司各车间及办公楼的工作时间段为 8:00~20:00，夜间不工作；公司对外出租区域（现为浙江豪帝汽车销售服务有限公司）的工作时间段为昼间 8:00~20:00，夜间不工作。同时，室内探伤工作时间段为 8:00~17:00。因此，正常情况下，本项目现场探伤

时厂区内各区域均处于非工作状态。若出现临时性加班等特殊情况，公司应严格执行辐射告知和清场工作。

(29) 鉴于工作场所情况多样性，公司应根据实际情况必要时可临时增加巡护人员，确保现场探伤辐射防护安全。

(30) 现场探伤过程严格执行 X 射线现场探伤操作规程和 X 射线现场探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，以防发生误照射事故。

(31) 公司应避免使用高电压等级的探伤机对较薄工件进行探伤作业，否则应根据实际情况扩大监督区和控制区的管控范围。

(32) 探伤作业人员应在控制区边界外操作，每次作业应对工作现场情况进行详细记录，并存档备查。本项目辐射工作人员在控制区边界外操作时，计划全程在自带屏蔽防护的移动式铅房内操作，朝向 X 射线探伤机一侧的屏蔽体为 20mmPb，其他侧、顶部和底部屏蔽体为 12mmPb，进一步降低人员受照剂量。

(33) 公司拟制定《X 射线设备射线检测安全操作规程》，明确规定：a、生产作业区射线检测由车间向探伤中心提出委托，由探伤中心负责对现场进行勘察，提出射线检测的防护方案；由车间填写《射线室外作业申请单》，报公司生产计划处。公司生产计划处对现场进行检查后提出意见，经公司营运部长审批同意后方可作业。射线检测作业区域、时间需通知厂区各相关部门，并将申请单发至各相关部门签收。b、射线检测作业现场由工作人员进行拉线、隔离，车间及相关部门及时疏散相关人员，射线检测作业人员应在确保各项防护措施得到可靠落实后，并在审批同意射线检测作业时间段内方可实施作业。对现场探伤拍片点的安全防护工作，车间及相关部门应与各部门密切配合，确保非作业人员疏散至安全地带。

10.1.2.5 X射线探伤机的检查和维护

(1) 日检

每次工作开始前应进行检查的项目包括：a) 探伤机外观是否存在可见的损坏；b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；c) 安全联锁是否正常工作；d) 报警装备和警示灯是否正常运行；e) 螺栓等连接件是否连接良好。

(2) 定期检查

定期检查的项目应包括：a) 电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；b) 制冷系统过滤器的清洁或更换；c) 所有的联锁和紧急停机开关的检查；d) 制造商推荐的其他常规检测项目。

(3) 设备维护

a) 公司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都来自设备制造商。d) 应做好设备维护记录。

10.1.2.6 辐射工作人员配置

(1) 公司应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名工作人员。

(2) 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

10.1.2.7 辐射防护设施配置

本项目实施后计划配置 2 个现场探伤小组，实行小组轮班制。每组均由 4 名辐射工作人员组成，其中 1 名负责探伤装置操作，另 3 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。同时，现场探伤过程中，同一作业场所不存在两台及两台以上 X 射线探伤机同时探伤的情况。本项目现场探伤辐射防护设施配置计划见表 10-1，可以满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 的相关要求。

表 10-1 本项目现场探伤辐射防护设施配置计划

辐射防护设施	单组拟配置数量	本项目拟配置总数 ^③
辐射巡测仪	1 台	1 台
个人剂量计	2 个	8 个
个人剂量报警仪（具有累积剂量监测功能） ^①	2 个	8 个
电离辐射警示标志	若干	若干
电离辐射警示标牌	4 个	4 个
工作状态指示灯	4 个	4 个
声音提示装置	4 个	4 个
警戒绳（不低于 400m）	1 套	1 套
移动式铅房 ^②	1 套	1 套
铅屏风（长 3m×宽 2m，防护当量为 6mmPb）	2 块	2 块

注：①具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪，同时具备直读剂量计和个人剂量报警仪的功能。

②拟配的移动式铅房主要用于辐射工作人员在控制区边界外操作时的日常辐射防护，其屏蔽防护设计资料如下：a、内尺寸为 1.2m（长）×1.1m（宽）×2.05m（高），朝向探伤机一侧的屏蔽体铅防护当量为 20mmPb，其他侧、顶部和底部屏蔽体铅防护当量为 12mmPb；b、铅房结构为槽钢焊接骨架，内部敷设铅板，内外采用 2mm 钢板作为面板，采用 M6 沉头螺丝进行固定铅板，螺丝孔采用同等铅板进行屏蔽补充；c、铅门采用平开铅门，内部安装机械通风、照明、壁挂式电风扇，电源箱；d、铅房外部穿线孔、排风口制作铅防护罩进行防护。

③本项目现场探伤作业场所固定为管件车间指定区域，且每次探伤作业仅限 1 台 X 射线探伤机开启，并由 1 组现场探伤小组负责，故除个人剂量计和个人剂量报警仪外，其他辐射防护设施可共用，不另配。

上述用于 X 射线探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定，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、仪器对射线的响应等。

10.1.2.8 危险废物环境管理措施

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及 2013 年修改单与《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）危废的贮存及现有设施依托可行性分析

本项目计划依托厂区现有的危废暂存间，位于 2 号车间北侧，分别为 1 间废显（定）影液暂存间（建筑面积约 20m²）和 1 间废胶片暂存间（建筑面积约 60m²）。相关危废暂存间已实行双人双锁制度，并由专人管理。采用防盗门，门上设有显著的危废标识，地面已作水泥硬化并防渗防腐处理，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及 2013 年修改单的基本要求。

目前现有的室内探伤年拍片量约 10000 张，按洗 1000 张片用 20L 显（定）影液，经估算废显（定）影液年产生量约 200L，废胶片年产生量约 100 张（废片率按 1% 计算），完好的胶片（8910 张）中 90% 于第 8 年开始作为危废处置，即存档期满后产生的废胶片约 8019 张，则保守计算第 8 年开始室内探伤总的废胶片年产生量为 8119 张（折算重量约 81kg）。则本项目投入使用后，全厂室内探伤和现场探伤工作过程中废显（定）影液年产生总量约 380L，废胶片年产生总量约 17038 张（折算重量约 170kg）。同时危险废物产生量较小，贮存期限一般不超过 1 年，可以满足贮存的容积要求。因此，本项目直接依托现有的危废暂存间基本合理可行。

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 10-2。

表 10-2 危险废物贮存场所（设施）基本情况表

序号	贮存场所（设施）名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积	贮存方式	贮存能力	贮存周期
1	危废暂存间（废显（定）影液）	废显（定）影液	HW16	900-019-16	厂区东南侧	20m ²	专用防渗容器	1t	一年
2	危废暂存间（废胶片）	废胶片	HW16	900-019-16	厂区西北	60m ²	袋装堆放	5t	一年

危废暂存场所的日常管理应做到：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（液体桶装、固体袋装），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制定危险废物管理计划，并建立危险废物管理台账，管理人员应作好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称。危险废物的记录和货单在危险废物回取后应继续保留三年。

（2）危废的转移

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

（3）危废的委托处置

杭州杭锅工业锅炉有限公司已与浙江黎明金属有限公司（具备有效的危废经营许可证）签订危废委托处置协议，该单位核准经营的危废类别包括 HW16 感光材料废物，与本项目危废类别相符，因此具备处理本项目危废的能力。同时，浙江黎明金属有限公司与台州市黄岩驰鹏危险品运输有限公司（具备有效的道路运输经营许可证）签订了危废委托运输协议，因此具备本项目危废运输的能力。危废相关协议及资质证书见附件 16。

10.2 三废的治理

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

（1）X 射线现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且经生产车间的排风系统引至室外，对周围环境影响较小。

（2）X 射线现场探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液及废胶片等属于危险废物，企业已定期委托有资质的单位（浙江黎明金属有限公司）回收处理。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目为现场探伤项目，探伤设备外购后即可直接使用，无需安装和调试。同时，探伤机贮存、洗片及评片等均依托公司现有场所，不存在施工期环境影响。

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、消失。在建设过程中X射线探伤机未通电运行，在贮存过程中也不进行探伤操作，故建设期或贮存期不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

11.2 运行阶段对环境的影响

目前项目处于筹建阶段，本次评价采用理论计算的方法预测X射线现场探伤时对周围环境的辐射影响。

11.2.1 现场探伤控制区和监督区的理论划分

本项目现场探伤均为双壁透照，不涉及单壁透照。当双壁透照时，探伤工件放在管架上（离地约850~1200mm），X射线探伤机摆放于地面并处于管道外侧，主射方向朝上，胶片敷贴于管道对侧。本项目主要对管材中间焊缝进行探伤，不对工件两端进行探伤，常规探伤位置距离管材两端至少200mm。生产车间内现场探伤情景见图11-1。

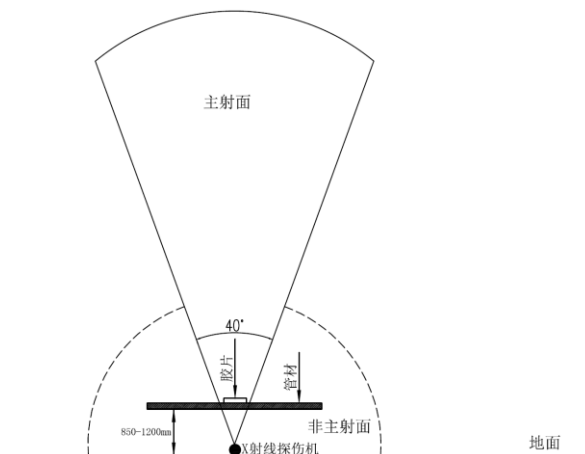


图11-1 现场探伤作业射线照射示意图

在实际探伤过程中，定向探伤机的主束射向所检查的工件。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。在此基础上，建设单位须严格《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求，利用辐

射剂量率仪将作业场所中周围剂量当量率大于15μSv/h的范围内划为控制区，严禁任何人进入该区域；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于2.5μSv/h的范围划为监督区，严禁公众成员进入该区域。

12.2.2理论计算

本项目所有型号探伤机的主射方向均朝上，射线辐射角度为0~40°。现场探伤作业区域所在的管件车间建筑结构为一层，上方为无人平台，下方为土层，无地下室。有用线束处于最大辐射角度40°时，不会照向所在车间北侧约30m处的办公楼。同时，公司执行严格的清场制度，监督区内禁止公众进入。因此，本次评价不考虑有用线束方向的辐射影响，仅考虑非有用线束方向的泄漏辐射和散射辐射。

(1) 漏射线

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）第3.1.1.5条款：X射线装置在额定工作条件下，当X射线管电压>200kV时，距X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率<5mGy/h，一般情况下出厂合格的X射线探伤机都将满足该要求。根据空气比释动能率与距离的平方成反比的关系式，可以估算出探伤过程中泄漏射线的辐射影响范围，见式（11-1）。

$$K_1 = K_0 R_0^2 / R_1^2 \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：K₁——距探伤机表面R₁（m）处的空气比释动能率，mGy/h，本项目对于控制区边界取15μSv/h，对于监督区边界取2.5μSv/h；

K₀——距离探伤机表面R₀（m）处的空气比释动能率，mGy/h；本项目RT-2505T型和RT-2805T型探伤机表面1m处空气比释动能率取值5mGy/h；

R₀——探伤机表面外1m；

R₁——参考点距探伤机表面的距离，m。

(2) 散射线

本项目探伤机工作时，X射线一般只有经1次散射后到达工件外面时才对周围环境影响较大。假设主射线束经一次散射后到达工件外，散射线可根据《辐射防护导论》（方杰主编）P185页公式（6.6）计算：

$$\eta_{rR} \leq k \frac{\dot{H}_{L,h} \cdot r_i^2 \cdot r_R^2}{F_{j0} \alpha_r a q} \dots\dots\dots (11-2)$$

由上式可以推导出：

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{F_{j0} \cdot \alpha_r \cdot a}{r_i^2 \cdot r_R^2} \cdot q \cdot \frac{1}{k} \cdot \eta_{rR} \dots \dots \dots (11-3)$$

式中： $\dot{H}_{L,h}$ ——参考点处周围剂量当量率的控制水平（Sv/h）；

$$\dot{H}_{L,h} \text{（控制区）} = 15 \times 10^{-6} \text{Sv/h}, \dot{H}_{L,h} \text{（监督区）} = 2.5 \times 10^{-6} \text{Sv/h};$$

F_{j0} ——辐射源处辐射水平（Gy·m²·min⁻¹），由 $I \cdot \delta_\chi$ 确定；参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录B中表B.1，在未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计，即250kV管电压下的X射线输出量为16.5mGy·m²·mA⁻¹·min⁻¹；300kV管电压下的X射线输出量为19.1mGy·m²·mA⁻¹·min⁻¹；则 F_{j0} 取值如下：

$$250\text{kV探伤机：} F_{j0} = I \cdot \delta_\chi = 16.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5 \text{mA} = 0.0825 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1};$$

$$280\text{kV探伤机：} F_{j0} = I \cdot \delta_\chi = 19.1 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5 \text{mA} = 0.0955 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}.$$

α_r ——反射物的反射系数，根据《辐射防护导论》（方杰主编）P187页图6.4，对于入射光子能量分别为0.25MeV和0.28MeV时，单能光子在钢上的反射系数均约0.007。

a ——X射线束在反射物上的投照面积（m²）， $a = \pi (r_i \times \tan(\theta/2))^2$ ， θ 为辐射角，本项目取40°，即 $a = 0.1$ ；

r_i ——辐射源同反射点之间的距离（m），取0.5m；

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；

η_{rR} ——透射因子，取1。

（3）剂量换算系数

根据《辐射防护导论》（方杰主编）P20页，在辐射防护领域所关心的能量范围内，对于X、 γ 光子或中子都可以近似的认为吸收剂量同比释动能在数值上是相等的。故Sv/Gy换算系数，本次评价保守取1。

（4）理论计算结果

该公司现场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（11-1）和公式（11-3），可估算出不同管电压条件下X射线探伤机现场探伤时控制区和监督区的边界范围，见表11-1。

表11-1 X射线探伤机现场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)
RT-2505T	泄漏辐射	18	45
	散射辐射	30	74
RT-2805T	泄漏辐射	18	45
	散射辐射	33	80

因此,本项目RT-2505T型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时,非有用线束方向最大控制区范围约30m,最大监督区范围均约74m; RT-2805T型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时,非有用线束方向最大控制区范围约33m,最大监督区范围均约80m。

根据控制区和监督区的理论划分方案(见附图5),本项目现场探伤作业区域距离东侧厂界约85m,距离南侧厂界约100m,距离西侧厂界240m,距离北侧厂界约85m;距离浙江豪帝汽车销售服务有限公司约85m;距离北侧办公楼约30m。因此,本项目现场探伤的最大监督区范围不超出厂界。经与建设单位核实,本项目现场探伤工作时间为夜间22:00~次日6:00;杭州杭锅工业锅炉有限公司各生产车间及办公楼的工作时间为8:00~20:00,公司对外出租区域(现为“浙江豪帝汽车销售服务有限公司”)的工作时间为昼间8:00~20:00。同时,室内探伤工作时间为8:00~17:00。因此,正常情况下,本项目现场探伤工作时厂区内各区域均处于非工作状态。若出现临时性加班等特殊情况,公司应严格执行辐射告知和清场工作。因此,本项目选址合理可行,符合现场探伤控制区和监督区的划分原则。

以上理论计算结果仅为本项目X射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考,实际探伤过程中X射线探伤机的管电压的不同、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平产生变化,从而改变控制区和监督区的范围。因此在实际探伤过程中安全负责人在确认现场无关人员均已撤离后,开始负责布置现场警戒,监督区域警戒范围初始一般设置较大,设定好位置后在监督区边界放置清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,必要时设专人警戒。现场探伤工作期间,根据《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)的要求使用便携式剂量仪测量(控制区边界周围剂量当量率 $\leq 15\mu\text{Sv/h}$,监督区边界周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$),并根据测量达标位置重新调整监督区和控制区。

11.2.2 人员年附加有效剂量估算

1、计算公式

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 3.1.1 条款中的公式(1),人

员受照剂量计算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11 - 4)$$

式中：H——年有效剂量，mSv/a；

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

t——探伤装置年照射时间，h/a；

U——探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本次评价均保守取 1；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子。

2、估算结果

本次评价保守采用边界控制限值进行剂量估算。

(1) 辐射工作人员

保守假设：a、该公司现场探伤年照射时间为 750h；b、该公司现场探伤作业小组共 2 组，每组由 4 名辐射工作人员组成，其中 1 名负责探伤装置操作，另 3 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、本项目探伤作业人员在控制区边界外操作，并全程在自带屏蔽防护的移动式铅房内操作设备，且该铅房摆位为出入门一侧背对着探伤机。根据建设单位提供的铅房屏蔽防护设计方案，该铅房朝向 X 射线探伤机一侧的屏蔽体铅防护当量为 20mmPb，其他侧、顶部及底部屏蔽体及出入门的铅防护当量均为 12mmPb。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 B 中表 B.2，本项目探伤机最大管电压为 280kV，内插法可推导出 280kV 管电压下 X 射线束在铅中的半值层厚度 TVL=4.58mm。根据 GBZ/T 250-2014 第 4.2.1 条款中的公式 (5)，对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的屏蔽透射因子 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，则计算可得 $B=2.4 \times 10^{-3}$ 。根据 GBZ/T 250-2014 第 2.3 条款，屏蔽透射因子的术语和定义为“在关注点和辐射源之间有屏蔽和无屏蔽时，该关注点辐射剂量的比值”。本项目控制区边界的周围剂量当量率 $\leq 15 \mu\text{Sv/h}$ ，保守以 $15 \mu\text{Sv/h}$ 计算。则经过铅房屏蔽防护后工作人员操作位处的周围剂量当量率为 $0.036 \mu\text{Sv/h}$ 。d、居留因子按全居留考虑，保守取 1。

根据公式 (11-4) 计算，单名辐射工作人员的年附加有效剂量为 0.014mSv/a 。现有室内探伤工作时间为白天，本项目现场探伤为夜间，不存在现有室内探伤项目对本项目辐射工作人员的剂量贡献。

(2) 公众人员

根据操作规范，在每次现场探伤作业前，该公司都须将探伤计划（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，监督区边界的周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ，保守以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 计算。

保守假设：年照射时间按750h计，居留因子按偶然停留考虑，保守取1/16。根据公式（11-4）计算，公众成员的年附加有效剂量为 0.117mSv/a 。

因此，本项目所致辐射工作人员与公众成员的年附加有效剂量小于本次评价项目剂量约束值（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求。

11.2.3 “三废”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

X 射线现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且经生产车间的排风系统引至室外，对周围大气环境影响较小。

X 射线现场探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于危险废物，须定期委托有资质的单位处理处置，危废暂存间按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗，对周围环境基本不会造成影响。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》第四十条规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表11-2。

表11-2 辐射事故等级划分表

事故等级	事故类型
特别重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。
重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含

	9人)急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控,或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

11.3.2辐射风险识别

公司拟使用的X射线探伤机属于II类射线装置,可能的事故工况主要有以下几种情况:

(1) 仪器故障: X射线探伤机漏射线指标达不到《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)规定的要求,或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) 误照射: 在探伤现场没有做好警戒工作,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;在未确定安装探伤机的工作人员远离X射线探伤机的情况下,操作控制台的工作人员开机照射,X射线探伤机摆置不当,机头未投射于探伤物件,而直接照向人群居留位置,而导致误照射,往往会造成大剂量的误照。

(4) 在不适合探伤的场地实施现场探伤,造成人员不必要照射。

(5) 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。

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表 11-3。

表11-3 项目环境风险因子、危害因素、危害结果及事故分级表

探伤设备	环境风险因子	危害因素	危害结果	事故等级
X射线探伤机	X射线	超剂量照射	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。	一般辐射事故

根据上述分析,本项目可能发生的事故主要为一般辐射事故。

11.3.3风险防范措施

(1) 从事X射线现场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) 为防止开展现场探伤时,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，每次现场探伤除操作人员外，还至少有1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）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。

发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并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部门报告，造成或可能造成超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。对于射线装置被盗事故，还应向公安部门报告。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的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；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。

12.1.1 现有机构设置情况

公司已发文成立以安全总监王峻为组长的射线装置安全管理领导小组，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作。由于本项目内容与现有核技术利用项目均为X射线探伤，因此现有管理小组可以满足本项目实施后的辐射安全管理需要。

12.1.2 辐射工作人员管理

（1）现有辐射工作人员辐射安全管理现状见前文表1章节中1.10.2章节，此处不赘述。

（2）本项目所需辐射工作人员全部从现有人员中调配，暂不新增。如后续现场探伤工作负荷增加，涉及新增辐射工作人员，公司应满足以下管理要求：

①本项目所有辐射工作人员应根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告2019年第57号）的要求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（网址：<http://fushe.mee.gov.cn/>）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；应配备个人剂量计，定期送检有资质单位（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月），并建立个人剂量档案；应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。

②所有辐射工作人员的辐射安全和防护考核成绩报告单、个人剂量检测档案、职业健康档案记录三个文件上的人员信息应统一。同时，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年；按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》第四十一条规定，职业健康监护档案应长期保存。

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和防护管理办法（2021年修改）》第十六条规定，使用射线装置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、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。

公司现有辐射安全规章制度制定情况见前文表1中1.10.2章节，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。本项目在现有X射线室内探伤的基础上，新增了X射线现场探伤内容，属于扩建性质。本次评价建议公司结合本项目开展特点和实际管理经验，对原有辐射安全管理制度进行针对性的补充、完善，使之切实可行又符合相关管理规定，并付诸严格执行。拟完善、补充的内容如下：

- ①X射线现场探伤操作规程；
- ②射线装置报废管理制度；
- ③辐射安全档案管理制度；
- ④危险废物环境管理制度；
- ⑤X射线现场探伤工作场所的监测方案纳入原有监测制度；
- ⑥结合X射线现场探伤的辐射环境风险，完善原有辐射事故应急预案。

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

12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，公司需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

12.3.1 现有辐射监测开展情况

公司已制定《监测方案》，并定期委托有资质的单位进行辐射工作场所监测。公司现有辐射监测仪器和防护用品清单见前文的表1-6，可以满足现阶段的室内探伤工作要求。

12.3.2 本项目辐射监测要求

12.3.2.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》，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。

本项目辐射监测仪器配置计划见前文的表10-1。待监测仪器按要求配备齐全后，本次评价认为能够满足本项目的仪器配备要求。

12.3.2.2 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，为辐射工作人员配备个人剂量计；同时，应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计，并进行个人剂量监测（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月）和职业健康检查（不少于1次/2年），建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

12.3.2.3 探伤工作场所辐射监测

根据辐射管理要求，公司应针对本项目具体情况制定如下监测方案：

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

（2）常规监测：日常使用过程中对控制区、监督区边界及使用场所周边关注点进行监测。如发现划定的区域未能满足相关标准的要求，及时对划定的分区进行调整，并将每次巡测结果记录存档备案。

（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。

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）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南——污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）、《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）等标准要求，本项目辐射监测计划建议如下：

表12-1 辐射监测计划

监测对象	监测项目	监测点位	监测频率
日常监测	周围剂量当量率	控制区和监督区边界	每次现场探伤工作时
委托监测	周围剂量当量率	控制区和监督区边界	竣工环保验收监测
		控制区和监督区边界	每年的辐射防护年度评估报告（1次/年）
	职业性外照射个人剂量	本项目辐射工作人员	定期送检有资质的单位（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月）

12.4 年度安全状况评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定，公司应对本单位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日前报原发证机关。

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）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。

12.5 环保竣工验收

公司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验收技术指南——污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）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。

12.6 辐射事故应急预案

12.6.1 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》第四十一条规定，结合单位的实际情况和事故工况分析，该公司须建立的辐射事故应急预案，主要内容应包括：

- (1) 应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）。
- (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，事故单位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，应同时向当地卫生行政部门报告，当发生人为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

12.6.2 现有应急预案执行情况

目前公司已制定《辐射事故应急预案》，见附件12。该预案确定了辐射事故应急小组，并公布了应急组织各成员的姓名、职责和任务及事故情况下各部门（包括企业内部相关部门和生态环境、卫生、公安等管理部门）的联系人和24小时联络电话，还建立了辐射事故应急响应程序流程图。公司均定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

12.6.2 现有应急预案执行情况

本项目投入运行后，公司应做好以下工作：

①在原有辐射事故应急预案的基础上，新增X射线现场探伤的辐射风险防范内容。

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。

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

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

因检测大型工件的需要，公司计划新购3台X射线探伤机，在现有厂区管件车间的划定区域内开展现场探伤作业，并利用现有辅助用房作为本项目X射线探伤机贮存间，同时依托现有的暗室和阅片室，开展探伤洗片和阅片工作。

13.1.2 辐射安全与防护结论

公司在进行 X 射线现场探伤时，严格按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求划定控制区和监督区，在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，在监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒，具体辐射安全防护设施见本报告 10.1 章节。

13.1.3 辐射安全管理结论

（1）公司已成立射线装置安全管理领导小组，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。

（2）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。

（3）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检测（常规监测周期一般为1个月，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。同时，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年；职业健康监护档案应长期保存。

（4）公司应按本报告提出的要求制定辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.1.4 辐射环境影响分析结论

（1）污染因子

本项目的污染因子为X射线、臭氧和氮氧化物及废显（定）影液和废胶片。

(2) 现场探伤控制区和监督区的划分

本项目RT-2505T型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时，非有用线束方向最大控制区范围约30m，最大监督区范围约74m；RT-2805T型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时，非有用线束方向最大控制区范围约33m，最大监督区范围约80m。在进行X射线现场探伤作业时，应采用巡测的方式进行控制区及监督区的严格划分。

(3) 保护目标剂量

根据剂量估算结果，本项目现场探伤所致辐射工作人员与公众成员的年附加有效剂量小于本次评价项目剂量约束值（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求。只要根据本报告提出的辐射防护要求严格进行控制区和监督区的划分管理，切实落实警戒线、警戒灯的设置及巡检等工作，则现场探伤时人员不会受到额外的辐射照射。

(4) “三废”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

X射线现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且经生产车间的排风系统引至室外，对周围环境影响较小。

X射线现场探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于危险废物，须定期委托有资质的单位处理处置，危废暂存间按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗，对周围环境几乎不会造成影响。

13.1.5 可行性结论

(1) 产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会第29号令《产业结构调整指导目录（2019年本）》和国家发展和改革委员会第49号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求；不属于《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局指引（2019年本）》中限制类和禁止类项目，符合杭州市产业政策的要求。因此，本项目的实施符合国家及地方产业政策的要求。

(2) 实践正当性

本项目实施的目的是为了对自生产的各类锅炉组件管系和管排进行质检服务，以提高公司生产水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其探伤机运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合剂量约束值的要求，也符

合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中关于“剂量限值”的要求。因而,只要按规范操作,该公司使用探伤机是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。因此,本项目使用探伤机的目的是正当可行的。

(3) 规划符合性

本项目用地性质属于工业用地,周围无环境制约因素,符合用地规划要求。项目建设符合杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案的要求,且不涉及生态保护红线,符合资源利用上线、环境质量底线要求和生态环境准入清单的要求,符合“三线一单”的建设要求。

(4) 选址合理性

X射线现场探伤作业地点不确定,只要严格按照探伤操作规程,做好作业时的安全管理工作,确保周围无相关人员,严格按照控制区边界外空气比释动能率低于 $15\mu\text{Sv/h}$,监督区边界空气比释动能率低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求执行,探伤期间通过便携式辐射剂量仪巡测,则其操作是可行的。

(5) 项目区辐射环境背景水平

本项目X射线现场探伤划定作业区域及周围环境的X- γ 辐射本底水平未见异常。

13.1.6 环保可行性结论

综上所述,杭州杭锅工业锅炉有限公司X射线现场探伤扩建项目,其建设符合土地利用规划、杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案和“三线一单”的建设要求,项目选址基本合理,符合国家及地方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,本次评价的3台移动式X射线探伤机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 建议和承诺

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、环评报批后,公司需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》。

3、建设项目竣工后,建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环环评〔2017〕4号)规定的程序和标准,组织对配套建设的环境保护设施进行验收,编制验收报告,公开相关信息,接受社会监督,确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主

体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

4、本项目后期投入使用后，对拟报废的 X 射线探伤机，公司应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》中第十八条要求，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，不得随意处置或丢弃。

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