

核技术利用建设项目
工业 X、 γ 射线室内探伤迁扩建项目
环境影响报告表
(报批稿)

杭州华安无损检测技术有限公司

二〇二〇年七月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
工业 X、 γ 射线室内探伤迁扩建项目
环境影响报告表
(报批稿)

建设单位名称：杭州华安无损检测技术有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：曾啸虎

通讯地址：浙江省杭州市西湖区留和路 56 号 1 号厂房

邮政编码：310023

联系人：谢永光

电子邮箱：/

联系电话：13958066994

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	10
表 3	非密封放射性物质	17
表 4	射线装置	18
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	19
表 6	评价依据	20
表 7	保护目标与评价标准	23
表 8	环境质量和辐射现状	32
表 9	项目工程分析与源项	34
表 10	辐射安全与防护	41
表 11	环境影响分析	42
表 12	辐射安全管理	68
表 13	结论与建议	79
表 14	审批	86

<https://www.hzwbkhp.com> F0504

表 1 项目基本情况

建设项目名称		工业 X、 γ 射线室内探伤迁扩建项目			
建设单位		杭州华安无损检测技术有限公司			
法人代表	曾啸虎	联系人	谢永光	联系电话	13958066994
注册地址		浙江省杭州市西湖区留和路 56 号 1 号厂房			
项目建设地点		浙江省温州市永嘉县瓯北街道安丰村			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	1000	项目环保投资 (万元)	714	投资比例(环保 投资/总投资)	71.4%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 迁扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	780
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			

1.1 项目建设单位情况

杭州华安无损检测技术有限公司（以下简称“公司”）成立于2002年2月，是华测检测认证集团股份有限公司（CTI）的全资子公司，前身为浙江华安设备安全技术服务公司，隶属于浙江省特种设备检测中心，具有中国特种设备检验检测机构核准证无损检测机构A级，专业从事特种设备、轨道交通、建筑钢结构、石油化工、电力设施、船舶海工、桥梁网架、五金型材等行业的无损检测、理化检测、检验监造、人员培训等服务。

公司总部位于浙江省杭州市西湖区留和路56号1号厂房，在温州乐清市固定设有温州项目部一个。该公司杭州总部办公用房内建有放射源暂存库1间，配置有¹⁹²Ir- γ 射线探伤机27台、⁷⁵Se- γ 射线探伤机33台；X射线探伤机专用储存室1间，配置有各型号X射线探伤机30台。温州项目部厂区内建有探伤室2间，配置有⁶⁰Co- γ 射线探伤机1台、¹⁹²Ir- γ 射线探伤机3台（均固定在温州项目部使用）。以上X、 γ 射线探伤项目均已开展过环境影响评价、环保验收工作。

1.2 项目建设目的与任务由来

企业自成立以来已实施的核技术利用项目共 4 个，具体如下：

2007 年：杭州华安无损检测技术有限公司 γ 和 X 射线移动探伤项目环境影响报告表，建设地点为杭州市江干区笕桥机场内 186 号，项目建设内容与规模：对已建贮源库和现有 20 台移动式 X 射线探伤机、12 台 ^{192}Ir 和 4 台 ^{75}Se 移动式 γ 射线探伤机进行现状环境影响评价，对拟购的 10 台移动式 X 射线探伤机、8 台 ^{192}Ir 和 6 台 ^{75}Se 移动式 γ 射线探伤机进行预测评价。该项目于 2007 年 1 月 16 日取得了原浙江省环境保护局的环评批复（浙环辐〔2007〕7 号），并属于以评代验。

2009 年：杭州华安无损检测技术有限公司乐清项目部室内 γ 探伤项目环境影响报告表，建设地点为乐清市北白象镇皇岙村，项目建设内容与规模：已建一间 ^{192}Ir 探伤室使用 1 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机扩容（放射源活度由 $1.85 \times 10^{12}\text{Bq}$ 扩大到 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ）和新建一间 ^{60}Co 探伤室使用 1 台 ^{60}Co - γ 射线探伤机（放射源活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ），其中 ^{192}Ir - γ 射线探伤机内含的 1 枚放射源 ^{192}Ir 来源于杭州总部 2007 年已环评的用于野外探伤的放射源 ^{192}Ir 。该项目于 2009 年 3 月 5 日取得了原浙江省环境保护局的环评批复（浙环辐〔2009〕17 号），2010 年 6 月 29 日通过了原浙江省环境保护厅的环保竣工验收（浙环辐验〔2010〕40 号），验收规模与环评规模一致。

2010 年：杭州华安无损检测技术有限公司乐清项目部 ^{192}Ir γ 射线室内探伤机项目（扩建）环境影响报告表，建设地点为乐清市北白象镇皇岙村，项目建设内容与规模：在 2009 年环评批复（浙环辐〔2009〕17 号）的基础上，在乐清项目部探伤室内新增 2 台 γ 射线探伤机（探伤机所含 2 枚放射源 ^{192}Ir 的活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq/枚}$ ），该 2 枚放射源 ^{192}Ir 均来源于杭州总部 2007 年已环评的用于野外探伤的放射源 ^{192}Ir 。该项目于 2010 年 8 月 30 日取得了原浙江省环境保护厅的环评批复（浙环辐〔2010〕36 号），2011 年 9 月 23 日通过了原浙江省环境保护厅的环保竣工验收（浙环辐验〔2011〕72 号），验收规模与环评规模一致。

2012 年：杭州华安无损检测技术有限公司 X、 γ 射线探伤（迁扩建）项目环境影响报告表，建设地点为杭州市西湖区留下街道留和路 56 号东穆村 1 号厂房，项目建设内容和规模：将贮源库从杭州市江干区笕桥机场内 186 号，搬迁到杭州市西湖区留下街道留和路 56 号东穆村 1 号厂房，在杭州总部现有探伤设备配置基础上，增加 10 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 23 台 ^{75}Se - γ 射线探伤机；X 射线探伤机数量不作增加。迁扩建后杭州总部的总辐射活动规模为：30 台移动式 X 射线探伤机、30 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机（放射源活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ）、33 台 ^{75}Se - γ 射线

探伤机（放射源活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ ）和 1 台 ^{60}Co - γ 射线探伤机（放射源活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ ）。该项目于 2012 年 1 月 16 日取得了原浙江省环境保护厅的环评批复（浙环辐〔2012〕4 号），2014 年 9 月 19 日通过了原浙江省环境保护厅的环保竣工验收（浙环辐验〔2014〕63 号），验收规模为一间贮源库、30 台移动式 X 射线探伤机、22 台 ^{192}Ir 移动式 γ 射线探伤机（放射源活度均不大于 $2.92 \times 10^{12} \text{Bq/枚}$ ）和 29 台 ^{75}Se 移动式 γ 射线探伤机（放射源活度均不大于 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq/枚}$ ）。由于换源周转的需要，验收规模小于环评规模。

公司持有有效的《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证〔A0009〕，活动种类：使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置，有效期至 2022 年 3 月 30 日，许可规模为 30 台 X 射线探伤机（杭州总部野外探伤）、60 枚放射源（杭州总部野外探伤，其中 27 枚 ^{192}Ir 放射源、33 枚 ^{75}Se 放射源）、4 枚放射源（温州项目部室内探伤，其中 3 枚 ^{192}Ir 放射源、1 枚 ^{60}Co 放射源），见附件 4。原有核技术利用项目环评批复和验收意见见附件 5。

综上所述，杭州华安无损检测技术有限公司现有辐射活动规模见表 1-1。

表 1-1 公司现有辐射活动规模统计表

项目		杭州总部野外探伤			温州项目部室内探伤	
		X 射线探伤机	^{192}Ir 放射源	^{75}Se 放射源	^{192}Ir 放射源	^{60}Co 放射源
环评规模	2007 年	30 台	20 枚	10 枚	/	
	2009 年				1 枚	1 枚
	2010 年		/		2 枚	/
	2012 年	/	10 枚	23 枚	/	
	小计	30 台	60 枚		4 枚	
		温州项目部 2009 年和 2010 年已环评的用于室内探伤的 3 枚放射源 ^{192}Ir ，均来源于杭州总部 2007 年已环评的用于野外探伤的放射源 ^{192}Ir ，因此公司已环评的放射源合计为 64 枚 （杭州总部野外探伤 60 枚、温州项目部室内探伤 4 枚）。				
验收规模	2010 年		/		1 枚	1 枚
	2011 年		/		2 枚	/
	2014 年	30 台	22 枚	29 枚	/	
	小计	30 台	51 枚		4 枚	
		由于换源周转的需要，公司已验收的放射源合计为 55 枚 （杭州总部野外探伤 51 枚、温州项目部室内探伤 4 枚）。				
许可规模	2019 年	30 台	27 枚	33 枚	3 枚	1 枚
	小计	30 台	60 枚		4 枚	
		公司已许可的放射源合计为 64 枚 （杭州总部野外探伤 60 枚、温州项目部室内探伤 4 枚），与环评规模保持一致。				

浙江省温州地区泵阀制造生产单位较多，随着国家特检、中石油、中石化、进出口等对泵阀行业的要求越来越严格，对泵阀产品的检测、检验和认证要求也不断提高，无损检测尤其是射线检测的需求逐渐增加。杭州华安无损检测技术有限公司温州项目部原探伤室位于浙江省温州市乐清市北白象镇皇岙村，近年来随着无损检测业务的不断转移，80%的检测客户均集中在永嘉县瓯北街道。为更好地提供便捷的无损检测技术服务，公司需另择址建设探伤室。在此背景下，杭州华安无损检测技术有限公司计划实施工业X、 γ 射线室内探伤迁扩建项目，建设地点位于浙江省温州市永嘉县瓯北街道安丰村，拟租赁立信阀门集团有限公司的生产厂房（非放射性项目环评批复见附件8），建设2间探伤室，用于对外开展各项无损检测业务。其中1号探伤室迁建2台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机，并新增1台XXH-3505型X射线周向探伤机；2号探伤室迁建1台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和1台 ^{60}Co - γ 射线探伤机，并新增1台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和1台XXH-3505型X射线周向探伤机。本项目迁扩建后公司温州项目部辐射活动规模为4台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、1台 ^{60}Co - γ 射线探伤机和2台X射线探伤机，均为室内探伤；杭州总部辐射活动规模保持不变，即30台移动式X射线探伤机、27台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和33台 ^{75}Se - γ 射线探伤机，均为野外探伤。

由于X射线探伤机和 γ 射线探伤机在使用过程中分别会产生X射线、 γ 射线，将对周围环境产生电离辐射影响，应开展辐射环境影响评价工作。对照中华人民共和国原环境保护部令第44号《建设项目环境影响评价分类管理名录》及生态环境部令第1号《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》，本项目属于“五十、核与辐射：191、核技术利用建设项目”，本次评价的辐射内容为使用II类放射源、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，杭州华安无损检测技术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、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环境影响报告表（送审稿）。浙江环能环境技术有限公司于2020年7月2日以钉钉网络视频会议的形式召开了本项目的技术咨询会，并形成专家咨询意见。根据专家咨询意见，评价单位对报告表的相关内容进行了补充、修改和完善，形成了本项目环境影响报告表（报批稿），供建设单位上报审批。

1.3 温州项目部原 γ 射线探伤室退役处置情况

温州项目部原 γ 射线探伤室位于浙江省温州市乐清市北白象镇皇岙村，共2间。其中一间配

置1台 ^{60}Co - γ 射线探伤机和1台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机；另一间配置2台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机。每台 γ 射线探伤机内含1枚放射源（分别为3枚 ^{192}Ir 源和1枚 ^{60}Co 源），额定装源活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ 。

2017年10月30日，随着无损检测业务不断转移到温州市永嘉县，公司停止了对现有 γ 射线探伤室的使用。2018年3月27日，最后一次放射性固废处置情况：1枚废旧放射源 ^{60}Co （编号：0309CO002692）和3枚废旧放射源 ^{192}Ir （编号分别为：0317IR003402、0317IR003412、0317IR002632）全部完成收贮工作，接收单位为成都中核高通同位素股份有限公司，废旧放射源回收（收贮）备案表见附件6。2018年4月30日，公司对现有 γ 射线探伤室实施了场所封存工作，不对外开放使用。2020年4月17日，公司委托浙江亿达检测技术有限公司开展了 γ 射线探伤室退役场所辐射环境现场检测，检测结果表明：探伤室及周围环境辐射剂量率水平与本底水平相当， β 表面污染水平低于表面污染清洁解控水平，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，退役后的探伤室满足无限制开放的要求，该场所内的设备和用品等可以作为普通物品继续使用或处置。2020年5月11日，公司关于 γ 射线探伤室退役项目在建设项目环境影响登记表备案系统上完成了备案手续，备案号：202033038200000502，备案文件见附件7。截至本次环评勘查阶段，原 γ 射线探伤室一直处于闲置中，且不存在遗留的环境问题，现状情况见附图11。

原 γ 射线探伤室配置的17名辐射工作人员，在岗期间年度个人剂量检测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值要求；职业健康体检合格，健康无异常，均可继续从事放射性工作，目前全部临时性转到公司杭州总部的野外探伤辐射岗位。现有辐射监测仪器和防护用品主要为1台固定式剂量监测系统（已报废）、3台便携式辐射剂量仪、1个长柄夹、2件铅衣、2双铅手套与2对铅眼镜，均妥善存放在原温州项目部仓库里备用。

1.4 本次项目建设内容与规模

经与建设单位核实，公司5年内辐射活动规模，即本次辐射评价的内容为：

因业务发展需要，公司计划将温州项目部探伤室由浙江省温州市乐清市北白象镇皇岙村搬迁至浙江省温州市永嘉县瓯北街道安丰村，拟租赁立信阀门集团有限公司的生产厂房，新建2间探伤室，用于对外开展各项无损检测工作。其中：1号探伤室迁建2台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机，并新增1台XXH-3505型X射线周向探伤机；2号探伤室迁建1台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和1台 ^{60}Co - γ 射线探伤机，并新增1台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和1台XXH-3505型X射线周向探伤机。每台 γ 射线探伤机内含1枚放射源（分别为4枚 ^{192}Ir 源和1枚 ^{60}Co 源），额定装源活度均为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ 。每台X射线周

向探伤机的最大管电压均为350kV，最大管电流均为5mA。所有探伤作业仅限探伤室内，且同一间探伤室内不存在两台及两台以上探伤机同时运行的工况。

本项目实施后公司温州项目部辐射活动规模为4台¹⁹²Ir-γ射线探伤机、1台⁶⁰Co-γ射线探伤机和2台X射线探伤机，均为室内探伤；杭州总部辐射活动规模保持不变，即30台移动式X射线探伤机、27台¹⁹²Ir-γ射线探伤机和33台⁷⁵Se-γ射线探伤机，均为野外探伤。

1.5 探伤设备配置合理性分析

温州项目部对外开展无损检测业务多年，其业务量一直稳定且有保障，故本次迁扩建后依然新建2间探伤室。由于探伤工件厚度的差异性，需配置不同类型的探伤设备来满足产品的质检要求。因此，2间探伤室均配置1台X射线探伤机和2台¹⁹²Ir-γ射线探伤机，其中X射线探伤机主要用于厚度≤20mm的阀门检测；¹⁹²Ir-γ射线探伤机主要用于厚度为（20~90）mm的阀门检测，且内含的放射源活度一大一小，针对不同厚度的阀门检测工作。仅2号探伤室设有1台⁶⁰Co-γ射线探伤机，主要用于厚度为（60~200）mm的阀门检测。

1.6 评价目的

（1）采用现场检测的方式对本项目探伤室拟建址及其周围环境的辐射环境背景水平进行调查，掌握本项目的辐射环境背景水平；

（2）采用理论计算和类比检测相结合的方法，对本项目探伤室投入使用时进行辐射环境影响预测评价；

（3）对不利影响提出相应的环境保护措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低的水平”；

（4）提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目运行期辐射环境保护管理提供科学依据。

1.7 项目选址及周边环境保护目标

1.7.1 企业地理位置

杭州华安无损检测技术有限公司总部位于浙江省杭州市西湖区留和路56号1号厂房；温州项目部探伤室迁扩建后建设地点位于浙江省温州市永嘉县瓯北街道安丰村，拟租赁立信阀门集团有限公司的生产厂房，租赁面积为780m²，用于对外开展各项无损检测业务，其地理位置见附图1。

厂房出租方厂区的东南侧隔安康路为山体，西南侧为天正阀门有限公司在建厂房，西北侧隔安丰溪和空地为温州绕城高速公路，东北侧隔空地为浙江人一阀门制造有限公司，距离厂区最近的环境敏感点为西南侧200m处的安丰村，周围环境情况见附图2，周围环境实景见附图3。根据项目所在区域用地规划图（见附图12），厂区西北测和东北侧的空地均规划为绿化用地。

整个厂区由1栋厂房（共三层，均为阀门制造加工车间，其中一层高为9m、二层高为7.5m、三层高为7.2m）和1栋行政办公楼（共五层）组成，总平面布置见附图4。

1.7.2 探伤室位置

本项目拟建的2间探伤室均位于生产厂房一层的东侧，并排设置，均由曝光室和控制室组成。探伤工作场所东南侧为厂区道路，西南侧为中转区和车间过道，西北侧为发电机房、卫生间和楼道（属于消防应急通道，非员工日常进出通道，该区域通道设置情况见附图10）等，东北侧为工件堆放区，楼上为阀门制造加工车间，楼下为土层，无地下层，探伤工作场所所在车间布局见附图3。

1.7.3 探伤机储存设施位置

本项目 X 射线探伤机不工作时，全部存放于专用的设备贮存间内，位于探伤室的西侧。 γ 射线探伤机不工作时，1 号和 2 号探伤室内均设有 2 个储源坑，用于存放 ^{192}Ir - γ 射线探伤机；2 号探伤室内设有 1 间储源库，用于存放 ^{60}Co - γ 射线探伤机。所有探伤机储存设施均双人双锁，由专人管理。

1.7.4 相关规划及选址合理性分析

根据主体工程非放射性项目环境影响报告、环评批复及项目实际情况，本项目为核技术利用项目，其相关规划及选址合理性分析如下：

（1）用地规划符合性分析

根据建设单位提供的建设用地批准书和建设工程规划许可证（见附件13）及项目所在区域土地使用规划（见附图12），本项目用地性质属于工业用地，且周围无环境制约因素，符合用地规划要求。

（2）“三线一单”符合性分析

生态保护红线：本项目拟建地位于浙江省温州市永嘉县瓯北街道安丰村，根据《永嘉县环境功能区划》（2015年8月），项目所属环境功能区为“永嘉沿江环境优化准入区（0324-V-0-3）”，属于环境优化准入区，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。项目所在地符合《浙江省生态保护红线》（浙政发〔2018〕30号文）相关要求，未触及生态保护红线。

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，本项目探伤室拟建址及周围环境的X-γ辐射本底水平未见异常。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。项目运行产生的少量臭氧室内浓度满足《工作场所中有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）中规定的限值要求；经机械排风系统排入大气后，可以做到达标排放，符合环境质量底线要求。

环境准入负面清单：本项目为核技术利用项目，主要用于对外开展各项无损检测服务，不属于生产类项目，且项目利用立信阀门集团有限公司的厂房开展工作，不改变土地利用现状，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。因此，本项目的实施符合永嘉县环境功能区划的“管控措施”的要求，不在其“负面清单”内。

因此，本项目的建设符合“三线一单”的要求。

（3）项目周围企业易燃易爆情况分析

①本项目厂房出租方为立信阀门集团有限公司（在建），西南侧为天正阀门有限公司（在建），东北侧隔空地为浙江人一阀门制造有限公司（已建）。该3家企业均为阀门制造企业，生产过程中均需使用到微量的乙炔进行气体切割。经核实，乙炔以气瓶形式贮存于厂内，一次性最大贮存量均约0.5t，远低于临界贮存量10t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录C，可计算出危险物质数量与临界量比值 $Q < 1$ ，判定出环境风险潜势为I，环境风险较小，构不成重大危险源。同时，企业均按要求设置规范的危化品仓库，采取完善的环境风险防范措施，并建立突发环境事件应急预案。因此，周围企业对本项目的实施无潜在的安全隐患。

②本项目厂房出租方立信阀门集团有限公司内设一间发电机房作为日常应急备用，使用轻柴油作为燃料。经核实，柴油以铁桶形式贮存于探伤室西北侧的储油间内，一次性最大贮存量约200L（密度为0.84kg/L，折合为168kg），远低于临界贮存量2500t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录C，可计算出危险物质数量与临界量比值 $Q < 1$ ，判定出环境风险潜势为I，环境风险较小，构不成重大危险源。同时，储油间与探伤室之间设有消

防应急通道和隔火墙进行隔断。因此，该储油间对本项目的实施无潜在的安全隐患。

(4) 项目邻近山体泥石流、崩塌、滑坡等环境隐患分析

根据《立信阀门集团有限公司新建厂房工程岩土工程勘察报告》(江西省勘察设计研究院, 证书编号: 工程勘察综合类甲级B136005378, 2019年4月), 本项目拟建址位于瓯北街道安丰村, 属剥蚀低山丘陵地貌单元。拟建建筑物座落于相对低平的山麓地段, 地形平坦开阔, 场地东南侧邻近山体, 距离约25m, 山顶植被一般发育, 覆盖层厚度约2-4m, 坡度约为45-65°; 局部可达70-80°, 大部分基岩出露, 为岩质边坡, 边坡现状稳定。因此, 本项目拟建址不存在泥石流、崩塌、滑坡等环境隐患。

(5) 选址合理性分析

本项目探伤室评价范围50m内主要为立信阀门集团有限公司厂区内生产车间、行政办公楼、山体和空地(规划为绿化用地), 无居民点和学校等环境敏感点。结合出租方厂区布局及现场勘查, 西南侧行政办公楼与本项目曝光室的最近距离约40m(相对位置关系见附图4)。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及行政办公楼内的普通工作人员的辐射影响是可接受的。

综上所述, 本项目的建设符合相关规划要求, 且选址合理可行。

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

公司持有有效的《辐射安全许可证》, 证书编号: 浙环辐证(A0009), 活动种类: 使用II类放射源、使用II类射线装置, 有效期至2022年3月30日, 许可规模为30台X射线探伤机(杭州总部野外探伤)、60枚放射源(杭州总部野外探伤, 其中27枚 ^{192}Ir 放射源、33枚 ^{75}Se 放射源)、4枚放射源(温州项目部室内探伤, 其中3枚 ^{192}Ir 放射源、1枚 ^{60}Co 放射源), 均取得了环评批复和验收意见。目前, 公司温州项目部的4枚放射源均已退役至放射源生产单位收贮; 杭州总部实际拥有30台X射线探伤机, 由于用于野外探伤的放射源不是一次性购置到位, 且存在废旧放射源的退役情况, 因此目前在用的放射源仅37枚。现有的射线装置和放射源具体情况分别见表1-2和表1-3。

经与建设单位核实, 杭州总部现有的30台移动式X射线探伤机由于使用年限较久, 设备老化, 满足不了野外探伤的工作需要, 目前处于拟报废的状态。对于需要报废的X射线探伤机, 本次评价要求公司应根据《浙江省辐射环境管理办法》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。

表 1-2 公司现有已许可的射线装置明细表

序号	名称	类别	数量	型号	出厂编号	出厂日期	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	使用场所	使用状态
1	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2005	2061	2002.05.15	200	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
2	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2505	30533	2013.06.27	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
3	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2505	2002417	2002.04.01	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
4	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2005	1009447	2010.09.01	200	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
5	X射线探伤机	II类	1台	XXH-2505	30534	2013.06.01	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
6	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-3005	3103	2005.08.29	300	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
7	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-3005	3115	2006.10.31	300	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
8	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2505	849	2004.03.01	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
9	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-1605	8056	2008.08.30	160	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
10	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2505	2066	2004.09.23	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
11	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2005	1009448	2010.09.01	200	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
12	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2505	2436	2005.05.16	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
13	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2005	1009440	2010.09.02	200	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
14	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2505	2420	2008.06.17	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
15	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2505	4617	2005.06.13	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
16	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-3005	1457	2005.09.16	300	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
17	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2005	2715	2002.03.12	200	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
18	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2505	5097	2006.04.06	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
19	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2005	1106	2006.04.08	200	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
20	X射线探伤机	II类	1台	XXH-2505	4659	2006.09.09	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
21	X射线探伤机	II类	1台	XXH-2505	4935	2006.12.01	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
22	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2005	1108	2006.03.19	200	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
23	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2005	837	2004.02.11	200	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
24	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-3005	3113	2006.10.31	300	5	现场探伤	探伤施工现场	拟报废
25	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-3005	3121	2006.11.16	300	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
26	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2505	2388	2007.11.27	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
27	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-3005	3040	2006.11.16	300	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
28	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-3005	4146	2007.01.02	300	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
29	X射线探伤机	II类	1台	XXQ-2505	161	2008.06.01	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废
30	X射线探伤机	II类	1台	XXH-2505	163	2008.06.01	250	5	野外探伤	探伤施工现场	拟报废

注：表中已许可的30台X射线探伤机，均于2012年取得环评批复（浙环辐〔2012〕4号），2015年通过环保竣工验收（浙环辐验〔2014〕63号）。

<https://www.hzwkhhb.f0504>

表 1-3 公司现有已许可的放射源明细表

序号	核素名称	类别	枚数	出厂活度 (Bq)	出厂日期	标号	编码	用途	贮存场所	来源/去向
1	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.15E+12	2020.03.26	VB19024	0320SE000532	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
2	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.15E+12	2020.03.26	VC19187	0320SE000522	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
3	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.52E+12	2020.03.28	S19042	0320IR011202	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
4	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.52E+12	2020.03.28	S19041	0320IR011192	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
5	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.11E+12	2020.03.04	VB17025	0320SE000272	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
6	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.11E+12	2020.03.04	VB17023	0320SE000252	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
7	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.11E+12	2020.03.04	VB17024	0320SE000262	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
8	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.26E+12	2020.03.05	S18296	0320IR000762	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
9	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.26E+12	2020.03.05	S18295	0320IR000752	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
10	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.26E+12	2020.03.05	S18294	0320IR000742	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
11	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.52E+12	2019.12.16	VC19277	0319SE001462	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
12	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.12.20	S18409	0319IR008782	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
13	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.12.20	S18408	0319IR008772	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
14	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.12.20	S18407	0319IR008762	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
15	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.52E+12	2019.12.03	VB17014	0319SE001102	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
16	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.52E+12	2019.12.03	VB17013	0319SE001092	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
17	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.11.19	S18369	0319IR007932	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
18	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.11.19	S18391	0319IR007922	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
19	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.11.19	S18370	0319IR007912	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
20	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.11.19	S18371	0319IR007952	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
21	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.11.19	S18392	0319IR007942	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
22	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.33E+12	2019.10.16	VB17005	0319SE000892	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
23	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.04E+12	2019.10.03	VC19154	0319SE000902	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
24	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.33E+12	2019.10.10	VC19153	0319SE000882	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
25	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.56E+12	2019.10.25	S18346	0319IR007542	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
26	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.10.21	S18334	0319IR007382	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)

续表 1-3 公司现有已许可的放射源明细表

序号	核素名称	类别	枚数	出厂活度 (Bq)	出厂日期	标号	编码	用途	贮存场所	来源/去向
27	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.10.21	S18332	0319IR007362	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
28	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.09.20	S18264	0319IR006692	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
29	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.09.20	S18263	0319IR006682	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
30	¹⁹² Ir	II类	1枚	3.70E+12	2019.09.20	S18262	0319IR006672	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
31	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.52E+12	2019.09.20	VC18153	0319SE000502	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
32	⁷⁵ Se	II类	1枚	2.52E+12	2019.09.20	VC19070	0319SE000562	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
33	¹⁹² Ir	II类	1枚	4E+12	2019.08.15	S19169	0319IR005442	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
34	¹⁹² Ir	II类	1枚	4E+12	2019.08.15	S19168	0319IR005432	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
35	¹⁹² Ir	II类	1枚	4E+12	2019.08.15	S19167	0319IR005422	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
36	⁷⁵ Se	II类	1枚	3.37E+12	2019.06.08	18061	0419SE001052	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)
37	⁷⁵ Se	II类	1枚	3.59E+12	2019.01.15	18194	0419SE000112	γ探伤机	杭州市西湖区	浙江省科学器材进出口有限责任公司(在用)

注：表中所列 37 枚放射源，均于 2012 年取得环评批复（浙环辐〔2012〕4 号），2015 年通过环保竣工验收（浙环辐验〔2014〕63 号）。

1.8.2 辐射安全管理现状

(1) 公司已发文成立了两个辐射安全管理小组，负责单位的辐射安全与防护监督管理工作，并明确了相关人员职责。其中杭州总部以公司总经理孟晋为组长，温州项目部以项目部经理余文杰为组长。两个辐射安全管理小组独立工作，可以满足实际管理的需要，见附件9。

(2) 公司已制定《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《射线安全防护管理规则》、《无损检测安全操作规则》、《射线检测现场作业安全防护管理规则》、《放射事故报告管理规则》、《无损检测人员岗位职责》、《X 射线机安全操作规程》、《放射源安全操作规程》、《 ^{192}Ir - γ 射线探伤机操作规则》、《DL-VA 型 ^{75}Se - γ 射线探伤机操作规则》、《放射源的订购、运输及回收管理规则》、《贮源场所安全防护规则》、《X 射线机使用登记制度》、《放射源使用登记制度》、《X 射线机维护和检查制度》、《放射源装置的维护和定期检查制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作场所环境监测制度》、《自行检查和年度评估制度》、《放射事故报告管理规则》和《辐射事故应急预案》等一系列规章制度（见附件 10），并张贴上墙于相关辐射工作场所。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) 公司现有97名辐射工作人员，均持有中级的辐射安全和防护培训证书，符合持证上岗的要求。其中部分辐射工作人员的培训证书即将到期，本次评价要求其及时参加复训。

(4) 现有辐射工作人员全部配备了个人剂量计，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。由检测报告结果可知：现有辐射工作人员2019年度个人剂量检测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值要求，但存在个别人员的年有效剂量检测数据较为突出，高达4.49mSv/a。经与建设单位核实，出现辐射剂量个体差异化显著的现象是由于日常工作中未合理分配探伤工作量造成的。本次评价要求公司对此做出相应的整改，科学优化排班制度，合理安排个人工时和工序，均匀各辐射工作人员的工作量。对于个人剂量检测结果异常的辐射工作人员，公司应对有关人员采取保护措施，查明其剂量异常的原因并上报主管部门，同时公司还应根据个人剂量检测结果及时对辐射工作人员工作岗位进行调整，确保其年有效剂量满足本项目的年剂量约束值要求。

(5) 公司已对所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，在岗辐射工作人员均可继续从事放射性工作，健康无异常。现有辐射工作人员的在培训、个人剂量检测和职业健康体检情况见附件11。

(6) 公司每年准备相应资金采购和更新辐射安全防护设施，现有辐射监测仪器与防护用品清单见表1-4，可以满足现阶段的探伤工作要求。

表1-4 公司现有辐射监测仪器与防护用品清单

项目	辐射工作人员	序号	名称	数量	情况说明	
杭州总部	源库管理	2名	1	个人剂量计	2个	(1) 杭州总部合计80人，其中2名专职负责源库管理，78名负责野外探伤工作。 (2) 根据历年项目业务量统计，公司野外探伤作业最大工况为37枚放射源，项目部约15个，共23个野外探伤小组，其中3人组共14组、4人组共9组。单个野外探伤小组配置1台便携式辐射剂量仪、4个电离辐射警告标牌、4个工作状态警示灯、4卷警戒绳、1个铅防护屏、1个保险箱、1个长柄夹、1个应急箱、1套铅衣、1双铅手套和1对铅眼镜；同时1枚放射源配套1个准直器。 (3) 杭州总部共配置80个人剂量计、80个人剂量报警仪、1台固定式区域环境剂量仪、24台便携式辐射剂量仪、170个电离辐射警告标牌、200个工作状态警示灯、72卷警戒绳、37个准直器、23个铅防护屏、23个保险箱、23个长柄夹、23个应急箱、23套铅衣、23双铅手套和23对铅眼镜。 (4) 杭州总部现有辐射监测仪器和防护用品的配置数量，可以满足现阶段的野外探伤工作要求。日后根据实际业务量和项目部数量情况，公司会配备相应的辐射工作人员、辐射防护用品及配套设施以适应野外探伤工作的要求。
			2	个人剂量报警仪	2个	
			3	固定式剂量监测系统	1台	
			4	便携式辐射剂量仪	1台	
			5	铅衣、铅手套、铅眼镜	1套	
	野外探伤	78名	6	个人剂量计	78个	
			7	个人剂量报警仪	78个	
			8	便携式辐射剂量仪	23台	
			9	电离辐射警告标牌	170个	
			10	工作状态警示灯	200个	
			11	警戒绳（100m/卷）	72卷	
			12	准直器	37个	
			13	铅防护屏	23块	
			14	保险箱	23个	
			15	长柄夹	23套	
			16	应急箱	23个	
			17	铅衣、铅手套、铅眼镜	各23套	
原温州项目部	源库管理	2名	1	个人剂量计	2个	
			2	个人剂量报警仪	2个	
			3	便携式辐射剂量仪	1台	
			4	固定式剂量监测系统（已报废）	1台	
			5	铅衣、铅手套、铅眼镜	各1套	
	室内探伤	12名	6	个人剂量计	12个	
			7	个人剂量报警仪	12个	
			8	便携式辐射剂量仪	2台	
			9	长柄夹	1个	
			10	铅衣、铅手套、铅眼镜	各1套	

注：公司目前实际有97名辐射工作人员，其中杭州总部80名、原温州项目部17名。

(7) 公司杭州总部放射源暂存库实行双人双锁管理，设有24小时持续有效的视频监控系统，且录像保存时间在15天以上，并与值班室联网；设有红外线防盗报警装置，并与当地公安“110”联网。公司已委托浙江省科学器材进出口有限责任公司（具备中华人民共和国道路运输经营许可证）负责承担放射源运输。公司一般选择下班时间或者夜间人流量较少的时段开展野外探伤工作，利用便携式辐射剂量仪严格划定控制区和监督区，并设置电离辐射警告标牌和工作状态指示灯。同时，单个野外探伤小组外出作业时，均配有长柄夹、应急箱等应急物品。

(8) 公司在放射源的转让、申请、备案、放射源异地使用备案等活动中，严格遵守国家和部门各项法律法规的规定，及时办理各种审批和备案工作，并与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订了放射性同位素转让及退役源回收协议（见附件17）。对探伤工作中产生的废液及废胶片等危险废物，公司已与杭州立佳环境服务有限公司签订了危废委托处置合同（见附件15），统一收集后交由对方处理。

(9) 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，2019年度评估报告已按要求及时提交生态环境部门。

(10) 公司杭州总部和温州项目部均成立了辐射事故应急小组，并制定了相应的《辐射事故应急预案》，并见附件12。公司每年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，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
1	¹⁹² Ir	3.7×10 ¹² Bq×4枚	II类	使用	室内探伤	2 枚使用于 1 号探伤室；2 枚使用于 2 号探伤室内	不工作时，分别贮存于1号探伤室和2号探伤室的储源坑内	迁建 3 枚、新增 1 枚，本次环评
2	⁶⁰ Co	3.7×10 ¹² Bq×1 枚	II类	使用	室内探伤	2 号探伤室内	不工作时，贮存于 2 号探伤室的储源库内	迁建，本次环评

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 (周向)	II 类	1 台	XXH-3505	350	5	室内探伤	1 号探伤室内	新增，本次环评
2	X 射线探伤机 (周向)	II 类	1 台	XXH-3505	350	5	室内探伤	2 号探伤室内	新增，本次环评

(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
废放射源	固态	¹⁹² Ir	4 枚，约 3 个月更换一次				分别暂存于1号探伤室和2号探伤室的储源坑内	由供源单位回收处理
	固态	⁶⁰ Co	1 枚，约 12 年更换一次				暂存于 2 号探伤室的储源库内	由供源单位回收处理
臭氧和 NO _x	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	/	/	252L	3020L	/	集中存放于危废暂存间	定期委托有资质的单位（杭州立佳环境服务有限公司）处理处置
废胶片	固态	/	/	126 张	1510 张	/		

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

<p>法律文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（2014 年修订）》，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）》，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《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>(5) 《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行；</p> <p>(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（2019 年修改）》，生态环境部令第 7 号，2019 年 8 月 22 日起施行；</p> <p>(9) 《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；</p> <p>(10) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(11) 《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>(12) 《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》，环发〔2007〕8 号，原国家环境保护总局，2007 年 1 月 15 日起施行；</p> <p>(13) 《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，原环境保护部办公厅，2016 年 3 月 7 日起施行；</p> <p>(14) 《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；</p> <p>(15) 《放射性废物的分类》，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；</p> <p>(16) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2016 年修订）》，原环境保护部令第 44 号，2017 年 9 月 1 日起施行；</p> <p>(17) 《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》，生态环</p>
-------------	--

	<p>境部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日起施行；</p> <p>(18)《国家危险废物名录（2016 年修订）》，原环境保护部令第 39 号，2016 年 8 月 1 日起施行；</p> <p>(19)《浙江省建设项目环境保护管理办法（2018 年修改）》，浙江省人民政府令第 364 号，2018 年 3 月 1 日起施行；</p> <p>(20)《浙江省辐射环境管理办法》，浙江省人民政府令第 289 号，2012 年 2 月 1 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)《关于印发浙江省辐射事故应急预案的通知》，浙政办发〔2018〕92 号，浙江省人民政府办公厅，2018 年 9 月 28 日印发。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>(1)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)，2016 年 4 月 1 日实施；</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)，2003 年 4 月 1 日实施；</p> <p>(3)《工业 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)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及第 1 号修改单，2017 年 10 月 27 日实施；</p> <p>(5)《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》(GBZ 114-2006)，2007 年 4 月 1 日实施；</p> <p>(6)《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ 132-2008)，2008 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(7)《γ 射线探伤机》(GB/T 14058-2008)，2009 年 4 月 1 日实施；</p> <p>(8)《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)，2003 年 4 月 1 日实施；</p> <p>(9)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)，2020 年 4 月 1 日实施；</p> <p>(10)《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</p>

	<p>1 日实施；</p> <p>(11) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-93)，1994年4月1日实施；</p> <p>(12) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)，2001年8月1日实施；</p> <p>(13) 《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>(14) 《工作场所中有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》(GB 2.1-2019)，2020年4月1日实施；</p> <p>(15) 《环境空气质量标准》(GB 3059-2012) 及2018年修改单，2018年9月1日实施。</p>
其他	<p>(1) 《辐射防护导论》，方杰主编；</p> <p>(2) 《辐射防护手册》，李德平、潘自强主编；</p> <p>(3) 企业提供的与工程建设有关其他设计资料等。</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）”，以及本项目的辐射污染特点，确定本项目评价范围为探伤室实体墙外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

结合厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目探伤室周围 50m 内主要为立信阀门集团有限公司厂区内生产车间及行政办公楼、山体和空地（规划为绿化用地），无居民点和学校等环境敏感点。因此，本项目环境保护目标为该公司从事放射源管理及 X、γ 射线探伤机操作的辐射工作人员、辐射工作场所周围其他非辐射工作人员、普通公众成员及立信阀门集团有限公司行政办公楼内的一般工作人员。

表7-1 本项目环境保护目标基本情况表

场所位置	环境保护目标		方位	距离 (m)	人数	受照类型	年剂量约束值 (mSv)
探伤室	职业人员	放射源 管理人员	相邻	1.0	2人	职业照射	5.0
		探伤 操作人员	相邻	1.0	12人	职业照射	5.0
	公众成员	生产车间 内非辐射 工作人员	相邻	0~50	100人	公众照射	0.25
		普通公众	/	0~50	不定		
行政 办公楼	一般 工作人员	西南	40m	50人	公众照射	0.25	

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）

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求。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。

4.3.3 防护与安全的最优化

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

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。

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
本项目取其四分之一即 **5mSv** 作为年剂量管理约束值。

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；
本项目取其四分之一即 **0.25mSv** 作为年剂量管理约束值。

2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。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。

3.1.2 控制台

3.1.2.1 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。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 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，钥匙只有停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 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。

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入门口的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3；

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

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

按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

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

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工作门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

4、《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）

本标准规定了使用密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护要求。本标准适用于 $3.7 \times 10^4 \text{Bq} \sim 3.7 \times 10^{16} \text{Bq}$ ($1 \mu\text{Ci} \sim 1 \text{MCi}$) 量级密封源。

5 密封 γ 放射源容器的放射防护要求

5.8 距离装有活度为 $3.7 \times 10^{10} \text{Bq}$ 以上的密封 γ 放射源容器外表面 100cm 处任一点的空气比释动能率不得超过 0.2mGy/h 。

7 密封源贮存的放射防护要求

7.1 使用单位应有密封源的帐目，设立领存登记，状态核查，定期清点，钥匙管理等防

护措施。

7.2 使用密封源类型、数量及总活度，应分别设计安全可靠的贮源室、贮源柜、贮源箱等相应的专用贮源设备。

7.3 贮源室应符合防护屏蔽设计要求，确保周围环境安全，贮源室应有专人管理。

7.4 有些贮源室应建造贮源坑，根据存放密封源的最大设计容量确定贮源坑的防护设施，贮源坑应保持干燥。

7.5 贮源室应设置醒目的电离辐射警示标志，严禁无关人员进入。

7.6 贮源室应有足够的使用面积，便于密封源存取；并应保持良好的通风和照明。

7.7 贮源室及贮源柜、箱等均应应有防火、防水、防爆、防腐蚀与防盗等安全设施。

7.8 无使用价值或不继续使用的退役密封源应退回生产厂家。

5、《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）

本标准规定了工业 γ 射线探伤机的防护性能及探伤作业中的防护、监测以及事故应急等要求。本标准适用于工业 γ 射线探伤机的生产和使用。

4 γ 射线探伤机的放射防护性能要求

4.1 源容器应符合 GB/T 14058-1993 中 5.3 的要求，照射容器周围的空气比释动能率不超过表 7-2 的数值。

表 7-2 照射容器周围空气比释动能率控制值

探伤机类别与代号		距容器外表面不同距离处空气比释动能率控制值/mGy·h ⁻¹		
		0cm	5cm	100cm
手提式	P	2	0.5	0.02
移动式	M	2	1	0.05
固定式	F	2	1	0.10

4.7 在满足探伤工作的情况下，放射源传输控制缆和导向缆的长度应尽可能使操作者与放射源之间的距离最大，每次照相后，放射源应能迅速返回源容器的屏蔽位置。

5 γ 射线探伤的通用防护要求

5.1 应使用为 γ 探伤设计的专用设备，探伤人员应全面熟悉所用设备，以及操作方法和潜在的问题。

5.2 所用放射源的核素和活度应优先选择，在保证工作人员的剂量符合“合理达到尽可能低的水平”原则（ALARA）的同时，获得足够的诊断信息，应采用先进的成像技术如影像增强屏或快速片屏组合。

5.3 探伤作业人员应佩戴符合审管部门要求的个人剂量计（包括热释光或胶片剂量计和直读式剂量计），每一个工作小组应至少配备一台具有检验源的便携式剂量仪，并配备能在现场环境条件下被听见、看见或产生震动信号的个人报警剂量仪。

5.4 探伤作业之前，应对探伤机做如下的检查：

- a) 检查源容器和传输管的照射末端是否损伤、磨损或者有污物；
- 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) 检查源容器和导管是否连接牢固；
- f) 检查输源导管和控制导管是否有毛刺、破损、扭结；
- g) 检查警告标签和源的标志内容是否清晰；
- h) 测量紧靠源容器表面的空气比释动能率是否符合本标准 4.1 的要求，并确认放射源处于屏蔽状态。如发现以上情况与正常状态不一致，应在更换或维修设备后投入使用。

5.5 工作完毕离开现场前，探伤人员应对装置进行目测检查，确认设备没有被损坏。应用可靠的放射检测仪器对探伤机进行检测确认放射源回到源容器的屏蔽位置。

6 固定式探伤的附加要求

6.1 探伤室屏蔽要求

γ 射线探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑直射、散射和屏蔽物材料和结构等各种因素。在进行屏蔽墙设计时剂量约束值可取 $0.1\sim 0.3\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ ，并要求探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ，无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

6.2 安全设施要求

6.2.1 应安装门-机联锁装置和工作指示灯；探伤室门口处必须有固定的电离辐射警告标志；探伤室入口处及被探物件出入口处必须设置声光报警装置，该装置在 γ 射线探伤机工作时应自动接通以给出声光警示信号。

6.2.2 应在屏蔽墙内外合适位置上设置紧急停止按钮，并给出清晰的标记和说明。

6.2.3 应配置固定式辐射检测系统，并与门-机联锁相联系。同时配置便携式辐射测量仪和个人剂量报警仪。

6.2.4 辐射安全装置检查

应定期对探伤室的探伤室防护门-机联锁装置、紧急停止按钮、出束信号指示灯等安全措施进行检查。

6.3 操作要求

6.3.1 工作人员进出探伤室时应佩戴个人剂量计、剂量报警仪和便携仪剂量测量仪。

6.3.2 每次工作前，探伤作业人员应检查安全装置、联锁装置的性能及警告信号、标志的状态，只有确认探伤室内无人且门已关闭、所有安全装置起作用并给出启动信号后才能启动照射。

8 放射源的安全

8.2 放射源的储存和领用

8.2.1 探伤使用单位应设立专用的放射源（或带源的探伤装置）的储存库。储存库应为单独的建筑，不能和爆炸物品、腐蚀性物品一起存放。储存库的相应位置设置电离辐射警告标志。源容器出入源库时应进行监测并有详细记录。

8.2.2 工作间歇临时储存含源源容器或放射源、控制源，应在专用的储存设施内贮存。放射源储存设施应能做到：

a) 严格限制周围人员的照射、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，储存设施外应有警告提示；

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) 如其外表面能接近公众，其屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 或者审管部门批准的水平。

8.2.4 探伤使用单位应设立放射源管理组织，制定领用及交还制度，建立放射源领用台账，明确放射源的流向，并有专人负责。

8.2.5 领用含放射源的源容器或照射容器或连同源与容器的探伤装置时，进行放射性水平测量，确认放射源在源容器或照射容器内。工作完毕交还时，再进行放射性水平测量，确认放射源在其中，并将放射源及其容器放回原储存坑存放，装置的领用和交还都应有详细的登记。

6、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

三、使用探伤装置单位的要求

（一）至少有 1 名以上专职人员负责辐射安全管理工作。

（三）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。

(四) 必须取得省级环境保护主管部门颁发的辐射安全许可证。

(五) 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。

(六) 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，源库门应为双人双锁。

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。

(七) 制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐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。

(八) 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。

(九) 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。

(十) 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。

(十五) 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。

(十六) 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。

(十七) 使用固定 γ 射线探伤室的单位可参照从事移动 γ 射线探伤工作的单位进行管理。固定 γ 射线探伤室应满足下述要求：

1、探伤室建筑（包括辐射防护墙、门、辐射防护迷道）的防护厚度应充分考虑 γ 射线直射、散射效应。

2、探伤室应安装固定式辐射剂量仪，剂量率水平应显示在控制机房内，并与门连锁。

3、应配置便携式辐射检测报警仪，该报警仪应与防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起。

4、探伤室工作人员入口门外和被探伤物件出入口门外应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱。探伤作业时，应由声音提示，灯箱应醒目显示“禁止入内”。

5、 γ 射线探伤室的各项安全措施必须定期检查，并做好记录。

7、《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA 1002-2012）

5.2 实体防护要求

5.2.1 存放场所的建筑结构、配电设施、通风设施应符合 GB 15603 的要求。

5.2.2 存入场所（部位）的防盗安全门应符合 GB 17565 的要求，其防盗安全级别为乙级（含）以上；防盗锁应符合 GA/T 73 的要求；防盗保险柜应符合 GB 10409 的要求。

5.2.3 存放场所（部位）应设置明显的剧毒、电离辐射警告标志。

5.2.4 一、二级风险的库房墙壁应采取混凝土或实心砖墙建造，墙壁厚度应不小于 250mm，顶部应采用现浇钢筋混凝土或钢筋混凝土楼板建造，厚度不小于 160mm。

5.2.5 库房出入口、保卫值班室出入口和监控中心出入口应设置防盗安全门。

5.2.6 库房、保卫值班室、监控中心的窗口，通风口应设置防盗栅栏。钢筋栅栏应采用直径不小于 12mm 的实心钢筋；钢管栅栏应采用直径不小于 20mm，厚度不小于 2mm 的钢管；钢板栅栏应采用单根截面积不小于 8mm×20mm 的钢筋（钢管、钢板）。相邻钢筋（钢管、钢板）间隔应不小于 100mm，高度每超过 800mm 的应在中点处再加一道横向钢筋（钢管、钢板）。防盗栅栏应采用直径不小于 12mm 的膨胀螺栓固定，安装应牢固可靠。

8、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》（GB18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）与《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）等评价标准，确定本项目的管理目标。

①周围环境辐射剂量率控制水平：探伤室四侧屏蔽墙和顶部表面外 30cm 处剂量率不超过 2.5 μ Sv/h；

②个人剂量约束值：辐射工作人员个人年有效剂量不超过 5mSv；

公众成员个人年有效剂量不超过 0.25mSv。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境现状评价对象

探伤室拟建址及周围环境

8.2 检测因子

X- γ 辐射剂量率

8.3 检测点位

根据《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-93)、《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 等要求, 结合现场条件, 对本项目探伤室拟建址及周围进行检测布点, 共布设 10 个检测点位, 布点情况见附图 5, 检测报告见附件 18。

8.4 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: 2020 年 4 月 16 日
- (3) 检测方式: 现场检测
- (4) 检测依据: 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-93) 等
- (5) 检测频次: 依据 GB/T 14583-93 标准予以确定
- (6) 检测工况: 辐射环境本底
- (7) 天气环境条件: 天气: 晴; 温度: 21℃; 相对湿度: 72%
- (8) 检测仪器

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	2019H21-20-2223815002
检定有效期	2019 年 12 月 12 日至 2020 年 12 月 11 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

8.5 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。

8.6 检测结果及评价

检测结果见表8-2。

表8-2 探伤室拟建址及周围环境辐射环境背景水平检测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射剂量率 (nSv/h)	
		平均值	标准差
$\Delta 1$	1号探伤室拟建址西北侧	117	1
$\Delta 2$	1号探伤室拟建址东北侧	123	1
$\Delta 3$	1号探伤室拟建址东南侧	115	2
$\Delta 4$	1号探伤室拟建址西南侧	121	2
$\Delta 5$	1号探伤室拟建址中间	111	2
$\Delta 6$	2号探伤室拟建址西北侧	133	3
$\Delta 7$	2号探伤室拟建址东北侧	115	1
$\Delta 8$	2号探伤室拟建址东南侧	135	2
$\Delta 9$	2号探伤室拟建址西南侧	140	1
$\Delta 10$	2号探伤室拟建址中间	125	1

注：表中所列检测值均未扣除宇宙射线响应。

由表8-2可知：探伤室拟建址及周围各检测点位的 γ 辐射剂量率在(111~140)nSv/h之间，Sv/h与Gy/h换算关系取1，可得到项目拟建址及周围室内空气吸收剂量率范围为(111~140)nGy/h。由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，永嘉县室外 γ 辐射剂量率在(78~154)nGy/h之间，可见该辐射场所拟建址的 γ 辐射剂量率处于一般本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工艺设备和工艺分析

9.1.1 探伤设备配置情况

本项目拟建两间探伤室，共配置2台X射线探伤机和5台 γ 射线探伤机。所有探伤作业仅限探伤室内，不在车间或野外探伤，且同一个探伤室内不存在两台及两台以上探伤机同时运行的工况，具体应用情况见表9-1。

表9-1 探伤设备配置情况表

项目	设备名称	型号	数量	类别	额定参数	备注
1号探伤室	^{192}Ir - γ 射线探伤机	DLTS-B	2台	II类放射源	^{192}Ir 密封源，额定装源活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$	手提式（P）
	X射线探伤机	XXH-3505	1台	II类射线装置	最大管电压为350kV、最大管电流为5mA	周向机
2号探伤室	^{192}Ir - γ 射线探伤机	DLTS-B	2台	II类放射源	^{192}Ir 密封源，额定装源活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$	手提式（P）
	^{60}Co - γ 射线探伤机	YG-60S	1台	II类放射源	^{60}Co 密封源，额定装源活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$	移动式（M）
	X射线探伤机	XXH-3505	1台	II类射线装置	最大管电压为350kV、最大管电流为5mA	周向机

9.1.2 运行工况与人员配置计划

本项目探伤室拟开展X、 γ 射线探伤，两间探伤室独自运行时的工况基本相同，均为：每天工作24小时，其中日曝光时间为9小时，年工作300天，则年曝光时间为2700h，按每年工作50周计，则周曝光时间为60h；日不曝光时间为15小时，其中辐射工作人员在探伤室内工作时间为9小时，主要为存取密封源、近距离移动探伤机及布置源辨和底片等；在探伤室外工作时间为6小时，主要为吊装工件、画标记、暗室处理及资料整理等。1号探伤室年拍片80500张，其中X射线探伤年拍片500张， γ 射线探伤年拍片80000张；2号探伤室年拍片70500张，其中X射线探伤年拍片500张， γ 射线探伤年拍片70000张。因此，本项目两间探伤室年拍片量合计为151000张。经与建设单位核实，正常情况下，本项目两间探伤室均为同时运行。

本项目待测工件通过轨道平板车送入探伤室曝光位置。探伤工件主要为阀门，材质为钢，最大尺寸：3.0m（长） \times 2.8m（宽） \times 3.0m（高）。X射线探伤工件厚度为（0~30）mm； ^{192}Ir - γ 射线探伤工件厚度为（20~90）mm、 ^{60}Co - γ 射线探伤工件厚度为（60~200）mm。根据产品特点和质检要求，合理选择探伤类型。

本项目拟配置17名辐射工作人员，全部从现有人员中调配，不新增，并实行三班制。其

中3名负责辐射安全管理，不参与辐射操作；2名专职负责放射源保管工作；每间探伤室拟配置6名辐射操作人员，分为3组，每组2名共同负责承担探伤室的X、 γ 射线室内探伤（不同时间操作使用），实行三班制。

经与建设单位核实，本项目实施后计划配置的辐射工作人员均固定在温州项目部负责室内探伤工作，不与杭州总部现场探伤工作人员混用。

9.1.3X 射线探伤机工作原理和探伤工作流程

(1) 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、钼、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9-1。

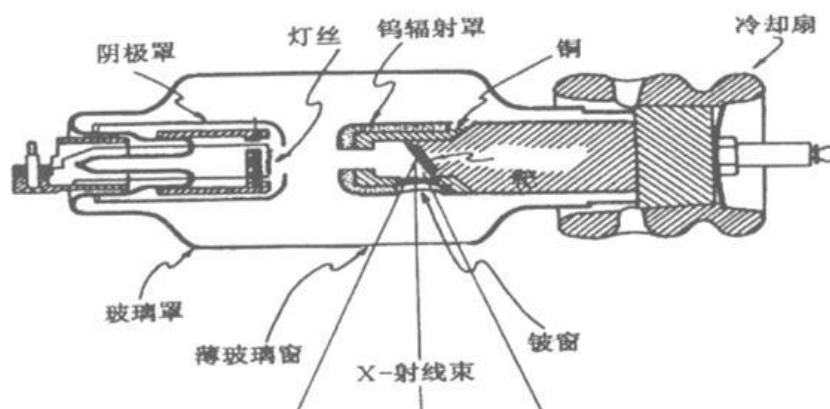


图9-1 典型的X射线管结构图

(2) X射线室内探伤工作流程及产污环节

该公司使用X射线机探伤在固定的探伤室内，将需要进行射线探伤的工件使用轨道平板车送入探伤室，设置适当位置，在工件待检部位布设X射线胶片并加以编号，检查无误，工

作人员撤离探伤室，并将工件门关闭，然后按照检测标准选择透照方式，根据工件规格选择一次透照长度及张数，根据曝光曲线选择合适的管电压以及曝光时间，检查无误即进行曝光，当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入探伤室，打开工件门将探伤工件送出探伤室外，从探伤工件上取下已经曝光的X片，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。

X射线探伤机贮存间实行双人双锁，由专人管理，并制定《射线装置使用登记制度》，对存取X射线探伤机进行登记管理，以确保射线装置的安全监管，防止射线装置意外丢失，对公众人员造成不必要的危害。

X射线室内探伤工作流程及产污环节情况见图9-2。

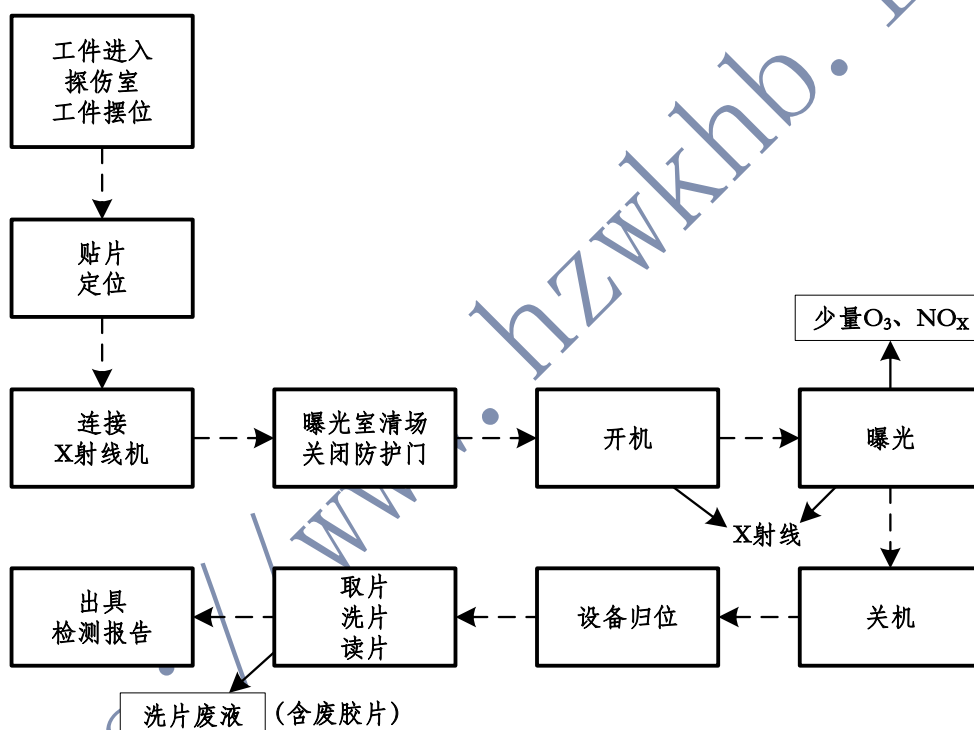


图9-2 X射线室内探伤工作流程及产污环节示意图

9.1.4 γ 射线探伤机工作原理和探伤工作流程

(1) 工作原理

γ 射线探伤机在工作过程中，通过 ^{192}Ir 、 ^{60}Co 密封源产生的 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 探伤机据此实现探伤目的的。

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。

典型的 γ 射线设备内部结构见图 9-3。

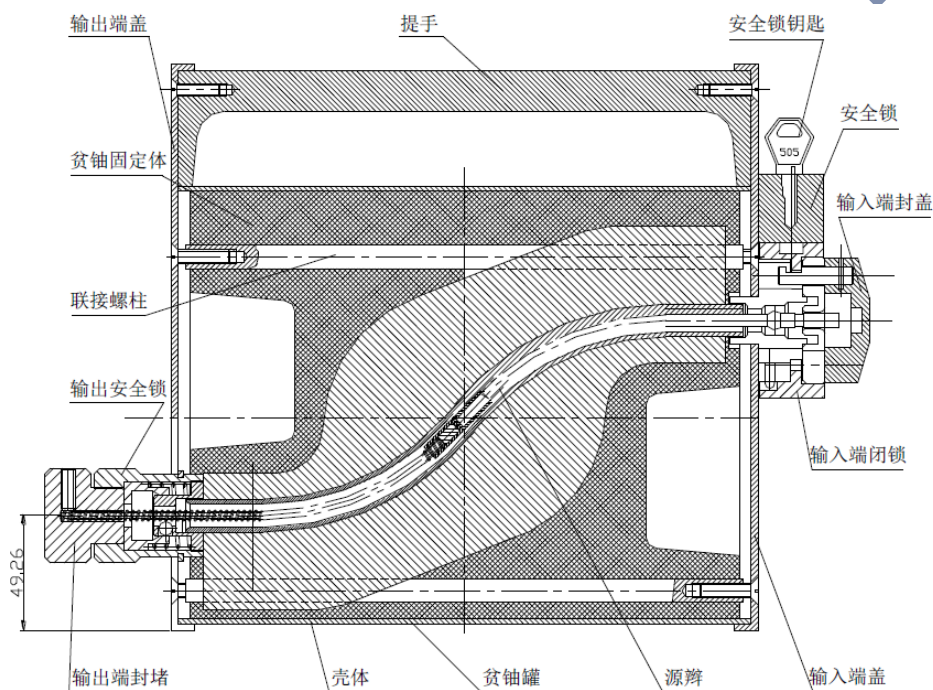


图 9-3 典型的 γ 探伤设备内部结构示意图

(2) γ 射线室内探伤工作流程及产污环节

^{192}Ir 、 ^{60}Co 密封源在探伤机出厂时就已安装在探伤机内。探伤机不工作时，放射源位于探伤机内贮存位置，密封源发射的 γ 射线通过探伤机自身的贫铀结构屏蔽和防护。

放射源退役和换源均由 γ 探伤设备生产单位负责。

当需要对工件进行探伤操作前，操作人员必须关闭曝光室大门、打开场地剂量报警器，随身佩带好个人剂量报警器。布设胶片并加以编号完毕后，将 γ 射线探伤机从储源库（坑）内取出，放置工件附近，开启探伤机闭锁装置，工作人员清场退出曝光室，关闭曝光室所有防护门。人员在控制室内，接通探伤机电源，通过探伤设备控制面板电动驱动，将放射源推

送至曝光位置进行曝光。待曝光结束后，通过电动装置再将放射源收回探伤机贮源位，放射源回位后关闭安全锁。人员打开防护门进入曝光室，将探伤机放回储源库（坑），收取工件上的贴片。经洗片、评片，给出无损检测结果。

探伤作业完成后，放射源存放于储源库（坑）前，探伤人员对探伤装置进行目测检查，确认设备没有被损坏。采用有效的个人剂量报警仪对探伤机表面进行检测，确认放射源回到源容器的屏蔽位置。同时，储源库及储源坑实行双人双锁管理，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。

出现卡源状况时，可在控制室内通过摇柄手动送源/回源方式驱动放射源回到贮源位，并再次确认放射源回到贮源位。若手动仍不能回源的，通知放射源生产单位到现场处理。

γ 射线室内探伤工作流程及产污环节见图9-4。

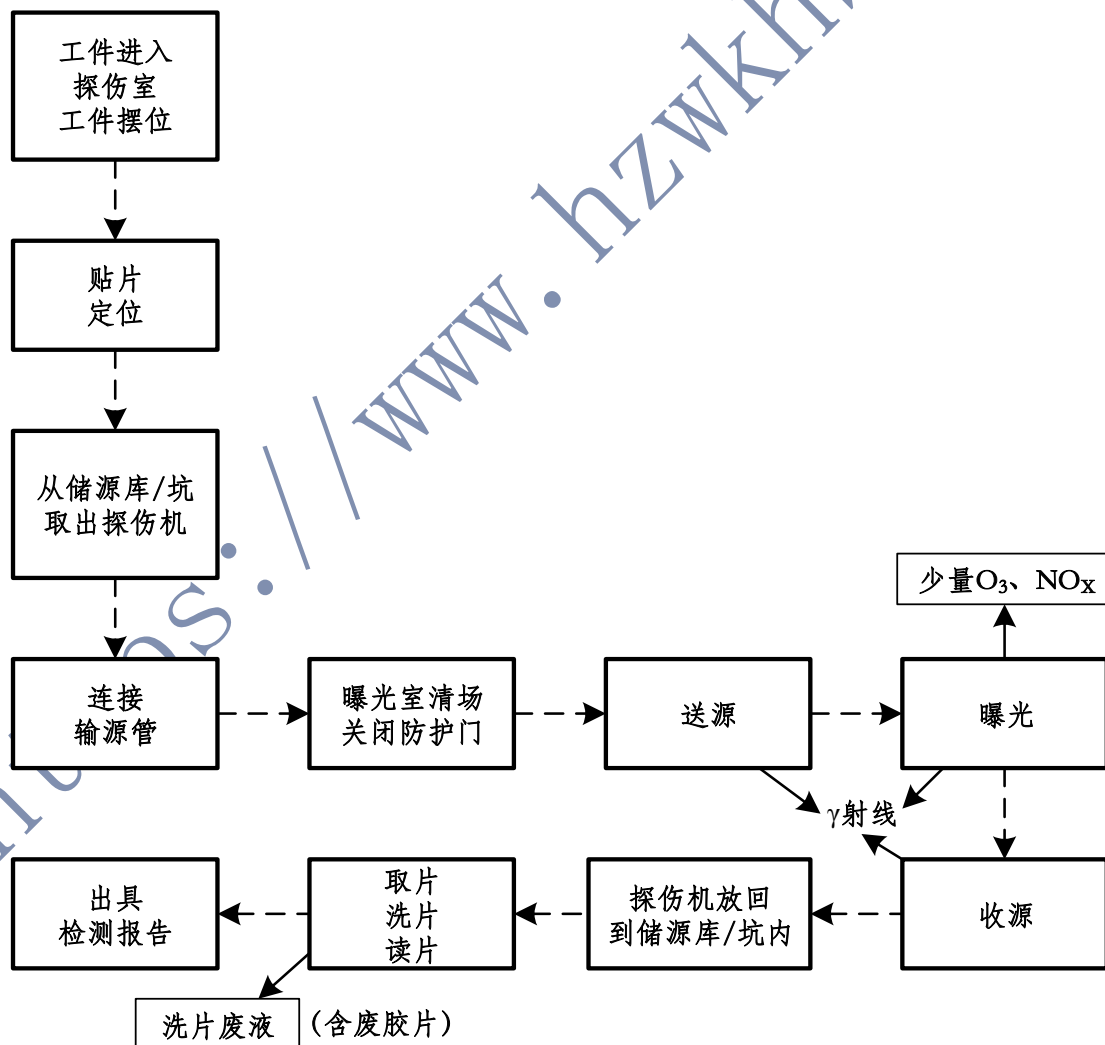


图 9-4 γ 射线室内探伤工作流程及产污环节示意图

(3) 换源流程

经与建设单位核实，杭州华安无损检测技术有限公司内部不涉及换源工作。当放射源活度下降不能满足生产需要时，需要更换放射源，工作流程如下：

①放射源使用单位（杭州华安无损检测技术有限公司）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。

根据环发〔2007〕8号文的规定：探伤装置装源（包括更换放射源）应由放射源生产单位进行操作，并承担安全责任，放射源生产单位也可委托有能力的单位进行装源操作。生产、销售、使用探伤装置单位不得自行进行装源操作。放射源活度不得超过该探伤装置设计的最大额定装源活度。

杭州华安无损检测技术有限公司不得自行进行倒源操作，本项目放射源退役和换源的所有工作必须由放射源生产单位负责，其中倒源的安全责任由放射源生产单位负责，运输过程中的安全责任由运输单位负责。目前，杭州华安无损检测技术有限公司已委托浙江省科学器材进出口有限责任公司负责承担放射源运输，该单位具备中华人民共和国道路运输经营许可证，证号：浙交运管许可杭字（330101200129）号，委托协议及运输资质证书情况见附件16。

9.2 污染源项描述

1、放射性污染

(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) γ 射线

γ 射线探伤机利用 ^{192}Ir 、 ^{60}Co 衰变时发射的 γ 射线， γ 射线具有较强贯穿能力，因此 γ 射

线探伤机的污染因子是 γ 射线；放射源贮存过程中有小部分穿过储源库屏蔽体（包括储源坑、铅板、屏蔽墙、顶棚）泄漏到工作场所及周围环境中，对周围的工作人员和公众产生 γ 射线外照射。

（3）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。经与建设单位核实，本项目放射源 ^{192}Ir 约 3 个月更换一次， ^{60}Co 约 12 年更换一次。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回收协议。

2、非放射性污染

（1）臭氧和氮氧化物

本项目 X、 γ 射线探伤机在工作状态时，产生的 X、 γ 射线将会使探伤室内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。探伤室内拟设置机械通风装置，少量的臭氧和氮氧化物通过排气口排至探伤室外，对周围环境空气影响较小。

（2）废显（定）影液与废胶片

本项目 X、 γ 射线探伤会产生一定量的废显（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、 γ 射线室内探伤年拍片总量为 151000 张，按洗 1000 张片用 20L 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 3020L，每年产生废胶片约 1510 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。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局及合理性分析

本项目 2 间探伤室并排设置，位于生产厂房一层的东侧，布局设计基本相同，均由曝光室和控制室组成。曝光室东北墙均拟设工件门，便于工件进出。曝光室与控制室之间均设有“Z”型迷道和人员通道铅门，便于工作人员进出曝光室。2 间探伤室共用一间暗室，X 射线机临时贮存间设置于曝光室北侧。其中 1 号曝光室内设有 2 个储源坑，2 号曝光室内设有 1 间储源库和 2 个储源坑，用于储存放射源。探伤室的平面和剖面设计分别见附图 5 和附图 6。探伤工件尺寸不大于 3.0m（长）×2.8m（宽）×3.0m（高），1 号曝光室内尺寸为 10.8m（长）×9.0m（宽）×6.2m（高），工件进出门的门洞尺寸为 3.0m（宽）×3.5m（高）；2 号曝光室内尺寸为 10.0m（长）×9.95m（宽）×6.2m（高），工件进出门的门洞尺寸为 3.0m（宽）×3.5m（高），均满足探伤工件进出曝光室并位于曝光室内探伤的要求。

因此，本项目探伤室布局设计满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）及《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）的要求，合理可行。

10.1.2 分区原则及划分

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。

根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）及《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将 1 号曝光室和 2 号曝光室的建筑边界划为控制区的边界，在曝光室门外 1m 处采用黄色警戒线作为标志，探伤期间禁止任何人入内，并设置电离辐射警告标识和中文警示说明；控制室、暗室及办公室等辅助用房的建筑边界作为监督区边界，探伤期间禁止非辐射工作人员入内，分区管理示意图见附图 5。

10.1.3 屏蔽防护设计

本项目 2 间探伤室均为自行设计的一层建筑，全无窗设计，四侧墙体和顶棚拟采用标准混凝土一次性整体浇筑而成，具体屏蔽防护设计方案见表 10-1。

表 10-1 本项目探伤室屏蔽防护设计方案

1 号探伤室			2 号探伤室		
曝光室	外尺寸	面积为 141.1m ² , 12.6m (长) × 11.2m (宽) × 6.9m (高)	曝光室	外尺寸	面积为 159.4m ² , 12.6m (长) × 12.65m (宽) × 7.2m (高)
	内尺寸	面积为 97.2m ² , 10.8m (长) × 9.0m (宽) × 6.2m (高)		内尺寸	面积为 99.5m ² , 10.0m (长) × 9.95m (宽) × 6.2m (高)
西北侧墙体	与 2 号探伤室共用, 1300mm 混凝土		四侧墙体	1300mm 混凝土	
其他三侧墙体	900mm 混凝土				
顶棚	700mm 混凝土		顶棚	1000mm 混凝土	
地坪	无地下层, 不作特殊防护		地坪	无地下层, 不作特殊防护	
工件门	电动门, 门洞的尺寸为 3.0m (宽) × 3.5m (高); 门体的尺寸为 4.8m (宽) × 4.0m (高), 采用 900mm 混凝土 (门与墙体左、右搭接各为 900mm, 上、下搭接各为 400mm、100mm, 按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则, 间隙应尽量小);		工件门	电动门, 门洞的尺寸为 3.0m (宽) × 3.5m (高); 门体的尺寸为 5.0m (宽) × 4.0m (高), 采用 1300mm 混凝土 (门与墙体左、右搭接各为 1000mm, 上、下搭接各为 400mm、100mm, 按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则, 间隙应尽量小);	
工作人员出入门	电动门, 门洞的尺寸为 0.8m (宽) × 2.0m (高); 门体的尺寸为 1.2m (宽) × 2.3m (高), 敷设 16mm 铅板 (门与墙体左、右搭接各为 200mm, 上、下搭接各为 200mm、100mm, 按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则, 间隙应尽量小);		工作人员出入门	电动门, 门洞的尺寸为 0.8m (宽) × 2.0m (高); 门体的尺寸为 1.2m (宽) × 2.3m (高), 敷设 20mm 铅板 (门与墙体左、右搭接各为 200mm, 上、下搭接各为 200mm、100mm, 按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则, 间隙应尽量小);	
迷道	Z 型, 迷道内墙宽 900mm、长 1300mm; 外墙宽 900mm;		迷道	Z 型, 迷道内墙宽 1300mm、长 2700mm; 外墙宽 1000mm;	
储源坑	2 个, 设计为“一源一坑”, 用于存放 2 台 ¹⁹² Ir-γ 射线探伤机, 下沉式, 位于曝光室内西北角, 内尺寸为 400mm (长) × 250mm (宽) × 500mm (深), 坑四壁与底部均为混凝土层, 顶盖尺寸为 480mm (长) × 250mm (宽), 采用 10mm 铅板, 顶盖与坑之间的搭接均为 40mm。		储源库	1 间, 用于存放 1 台 ⁶⁰ Co-γ 射线探伤机, 地上式, 位于曝光室内东南角, 内尺寸为 1.5m (长) × 1.0m (宽) × 2.5m (深), 与曝光室共用东南和西南侧墙体 (均为 1300mm 混凝土), 东北侧和西北侧墙体及顶棚均采用 300mm 混凝土, 库门为手动平推门, 门洞的尺寸为 0.8m (宽) × 2.0m (高), 门体采用 10mm 铅板;	
			储源坑	2 个, 设计为“一源一坑”, 用于存放 2 台 ¹⁹² Ir-γ 射线探伤机, 下沉式, 位于曝光室内东南角, 屏蔽设计和 1 号探伤室相同;	
电缆管线	地下穿墙式, 埋设 1 根, 管径为 50mm, U 型, 埋深 600mm;		电缆管线	地下穿墙式, 埋设 1 根, 管径为 50mm, U 型, 埋深 600mm;	
输源导管	地下穿墙式, 埋设 2 根, 管径为 100mm, U 型, 埋深 600mm;		输源导管	地下穿墙式, 埋设 2 根, 管径为 100mm, U 型, 埋深 600mm;	
排风管道	探伤室西南墙设有明管形式的排风管, 管径为 300mm, 下端距离探伤室地面 300mm, 距离顶棚 100mm 处以“S”型管穿过探伤室顶棚, 穿墙管径为 200mm, 再连接到所在的生产厂房排风井内并高出屋顶 2.7m 排放至外环境, 排风口高度为 26.4m。		排风管道	探伤室西南墙设有明管形式的排风管, 管径为 300mm, 下端距离探伤室地面 300mm, 距离顶棚 100mm 处以“S”型管穿过探伤室顶棚, 穿墙管径为 200mm, 再连接到所在的生产厂房排风井内并高出屋顶 2.7m 排放至外环境, 排风口高度为 26.4m。储源库采用吸顶式排风, 排风管道与探伤室排风管相通。	

注: 表中混凝土的密度不小于 2.35g/cm³, 铅的密度不小于 11.34g/cm³。

10.1.4 辐射安全和防护措施

本项目共建 2 间探伤室，主要开展 X、 γ 射线室内探伤活动。根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）、《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）、《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）及《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA1002-2012）等标准和规定，本项目探伤室投入使用前，必须具备以下辐射安全和防护措施：

1、应对探伤工作场所实行分区管理。将探伤室和屏蔽墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

2、探伤室的工件门和工作人员出入门安装时应尽量减小与墙体间的门缝，搭接的长度须大于等于 10 倍的间隙，防止射线外泄。

3、探伤室工件门和工作人员出入门均须安装门-机联锁安全装置和灯光警示装置，防护门与所有探伤机联锁，只有在门关闭后探伤机才能进行透照检查。

4、探伤室内应安装固定式剂量监测系统，剂量率水平应显示在控制室内，并与门-机联锁相联系。当剂量探头量监测探伤室内剂量升高（即密封源离开探伤机屏蔽体），防护门无法从外部打开，只有密封源收回探伤机内后，探伤室内剂量水平下降至安全阈值以下，防护门才能从外部打开；探伤室内可以通过电动开关打开防护门。

5、 γ 源探伤过程中防止防护门打开，工件门和工作人员出入门均设计为电动门。

6、探伤室入口处及被探物件出入口处必须设置声光报警指示灯箱，该声光报警指示灯箱在探伤机工作时应自动接通以给出声光警示信号，灯箱应醒目显示“禁止入内”。

7、照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

8、探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

9、探伤室内侧壁、迷道及操作台上安装紧急停机按钮，并给出清晰的标记和说明。确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮的安装，应使人员处在 X 射线探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。

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

11、探伤室应设有视频监控系统，且须覆盖到储源库及储源坑，全方位监控探伤室内情况，若有人员滞留于探伤室内，可以在控制室内及时观察发现。

12、探伤室门外 1m 处划定黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。各项辐射环境管理规

章制度应张贴于工作现场处，并严格落实到探伤工作中。

13、应定期对探伤室的防护门-机联锁装置、紧急停机按钮、出束信号指示灯等安全措施进行检查。

14、辐射工作人员操作及进出探伤室时时需配戴个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式剂量测量仪，便携式剂量测量仪应与防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起。

15、放射源储存设施设于探伤室内，其中 1 号探伤室设有 2 个储源坑，2 号探伤室设有 1 间储源库和 2 个储源坑。因此，探伤室应加设红外线防盗报警装置，并与当地公安“110”联网；探伤室还须设置 24 小时持续有效的视频监控系统，且录像保存时间在 15 天以上，并与值班室联网；每间探伤室内拟设 2 台干粉灭火器；储源库（坑）应设有电离辐射警告标识，实行双人双锁制度；储源坑须达到防水要求，确保不会有水流入坑内；认真做好防水、防火、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的“六防”工作。

放射源储存设施及放射源的管理，还须满足：

◆明确 2 名以上工作人员专职负责放射源的保管工作。

◆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。

◆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。

◆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。

◆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。

◆探伤作业完成后，放射源贮存储源库（坑）前，探伤人员对探伤装置进行目测检查，确认设备没有被损坏。采用有效的个人剂量报警仪对探伤机表面进行检测，确认放射源回到源容器的屏蔽位置。

◆更换放射源时，探伤装置使用单位应向所在地省级生态环境主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请转入放射源。

16、放射源换源工作必须由放射源生产单位进行，换源时穿上专门的辐射防护服，并佩带个人剂量计和个人剂量报警仪。

17、退役或不用的放射源 ^{192}Ir 、 ^{60}Co 按照事先达成的废源回收协议，委托有资质的单位

运输，返回供应商，并有详细的交接记录，档案长期保存。

18、公司须建立探伤机与放射源的档案和台帐，贮存、领取、使用、归还探伤机时应及时进行登记、检查，做到帐物相符，并要求专人负责保管。

19、X 射线探伤机临时贮存间实行双人双锁，由专人负责；采用防盗门窗，门上应设有电离辐射警告标志；满足“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。

20、公司须制定相关制度，禁止将 X、 γ 射线探伤机移出探伤室外作业。同时， ^{60}Co - γ 射线探伤机必须在指定的 2 号探伤室内使用，禁止在 1 号探伤室内使用。

21、探伤室应设置地下穿墙“U”型管道，控制电缆线及 γ 射线探伤机的输源导管均从埋地“U”型管道中穿过，该结构应不破坏屏蔽墙的防护效果。

22、每间探伤室拟配备 γ 射线探伤机自动控制器 1 台，可与任一型号的 γ 射线探伤机配套使用。公司日后 γ 射线探伤机的使用均通过自动控制完成，辐射工作人员只需在控制器上设置好出源距离、送源延时和曝光时间后，便可自动实现开、关光闸并完成曝光程序。省去了繁杂的人工控制过程，降低了劳动强度，并提高了曝光时间精度，大大减少了工作人员的受照剂量。同时该设备具有门机联锁功能，曝光过程中如有人打开防护门欲进入探伤室，该设备会进行自动收源并显示“防护门已开”，避免误照射。

23、本项目 2 号探伤室西北侧设有楼道，属于消防应急通道，非员工日常进出通道。公司应加强该区域公众成员流动性的控制，日常工作中进入探伤工作场所的所有入口门必须处于常闭状态，限制无关人员入内。

24、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。公司应加强储源库（坑）及探伤室等的安保措施，须满足：

- ◆采用防盗门，防盗安全级别为乙级（含）以上，防盗锁应符合 GA/T 73 的要求。
- ◆设置保卫值班室，应 24 小时有专人值守。
- ◆值守人员应认真履行岗位职责，对进出探伤室的人员进行检查，制止非法侵入；严格执行交接班制度，并有记录。
- ◆探伤室内视频监控系统，应与值班室联网。
- ◆加强夜间和节假日巡逻，做好防盗和防破坏措施。
- ◆设置治安保卫机构或者配备专人，对治安防范措施开展日常检查，及时发现、整改治安隐患，并保存检查、整改记录。
- ◆公司应制定放射源储存场所安全保卫制度，严防放射源损坏、丢失或恶意破坏等事件

的发生。

25、公司须给所有辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，工作期间必须正常佩戴；同时配置个人防护用品，如铅衣、铅手套、铅眼镜等；还需配置放射源长柄夹、铅沙袋等应急物品，可以满足相关标准要求，具体配置计划见表 10-2。

表 10-2 本项目辐射防护设施与防护用品配置计划

类别	配置内容	备注
放射源管理	便携式辐射剂量仪 1 台、个人剂量计 2 个、剂量报警仪*2 个、铅衣、铅手套、铅眼镜各 1 套；	2 名专职负责管理
室内探伤	固定式剂量监测系统 2 套、便携式辐射剂量仪 2 台，个人剂量计 12 个，剂量报警仪*12 个、长柄夹 2 个（长度至少 1.5m）、铅沙袋 2 个；铅衣、铅手套、铅眼镜各 2 套。	每间探伤室由 6 名辐射工作人员共同承担，分 3 组，每组 2 名

注：*指具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪（该仪器同时具备直读剂量计和个人剂量报警仪的功能）。

26、在开展探伤工作之前，公司应与有危险废物处置资质单位签订废显（定）影液及废胶片的回收协议，且厂区内应设置专门的危险废物暂存间，其建设须满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”等基本要求，地面须硬化处理，四周设围堰，并设危废标识，采用防盗门窗，上锁并由专人管理。同时，公司应建立危险废物管理台账，严格执行转移联单管理制度。

27、公司应建立详细的辐射安全工作档案，由专人负责保管工作。

10.2 三废的治理

1、放射性“三废”

本项目运行过程中无放射性废气、废水产生。

本项目 γ 射线探伤机内 ^{192}Ir 、 ^{60}Co 密封源退役后仍具有很强的放射性，公司应按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回收协议。

2、非放射性“三废”

(1) 本项目 X、 γ 射线探伤机在工作状态时，产生的 X、 γ 射线将会使探伤室内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。探伤室内拟设机械排风系统，该部分废气通过 S 型排风管道排至室外，对环境影响较小。

(2) X、 γ 射线探伤过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于危险废物，企业应将该部分废物集中收集和贮存，并定期委托有资质的单位回收处理。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 土建施工阶段

建设阶段主要影响为将拟租赁的生产厂房内部的部分空间改造为探伤室，工程量较小，施工期较短，施工期对环境的影响，本报告仅作简要分析。

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

(2) 废水：施工期间，有少量含有泥浆的施工废水产生，应对这些废水进行集中收集妥善处理，建议在采取简单的沉淀处理后排入已有的排污管道。

(3) 噪声：施工机械在运行中会产生噪声，但由于施工量少，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，企业应妥善收集后处理处置。

做好施工质量保证，加强探伤室施工阶段的质量监督工作，施工时应注意：①探伤室屏蔽墙及屋顶属大体积混凝土浇筑，应尽量保证一次整体浇筑并有充分的振捣，以防出现裂缝和过大的气孔，影响屏蔽效果。②合理设置通风、电缆等各类管线，不得破坏墙体的屏蔽效果。

11.1.2 设备安装阶段

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 X 射线探伤机建设过程中，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。

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。

根据环发〔2007〕8 号精神：“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。生产、销售、使用探伤装置单位不得自行进行装源操作”，本项目 γ 射线探伤机内置放射源将由放射源生产单位定期更换，杭州华安无损检测技术有限公司内部不涉及换源工作。因此，换装放射源具体实施过程不会对公司辐射工作人员产生辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目通过理论计算和类比检测相结合的评价方法来预测运行期间探伤机投入使用后的辐射环境影响。

11.2.1 理论计算

11.2.1.1 预测计算模式

γ 射线辐射影响预测采用《辐射防护导论》（方杰主编）P76 中 γ 点源空气比释动能率计算公式，无屏蔽体情况下参考点的空气比释动能率 \dot{K} ：

$$\dot{K} = \frac{A \cdot \Gamma_k}{r^2} \dots \dots \dots (11-1)$$

式中： \dot{K} ——无屏蔽防护时，参考点的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

A ——放射性活度， Bq ；

Γ_k ——空气比释动能率常数，根据《辐射防护导论》（方杰主编）P75 表 3.2 可知：

对于 ^{192}Ir ， $\Gamma_k=1.13 \times 10^{-7} \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；对于 ^{60}Co ， $\Gamma_k=3.12 \times 10^{-7} \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

r ——参考点距离放射源的距离， m 。

探伤作业时，有屏蔽体情况下参考点的空气比释动能率 K ：

$$K = \frac{\dot{K}}{N} \dots \dots \dots (11-2)$$

式中： K ——有屏蔽体情况下参考点的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

\dot{K} ——无屏蔽防护时，参考点的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

N ——减弱倍数，根据公式 $N=2^{d(\text{HVL})}$ 计算获取，式中 d ：屏蔽层厚度， mm ； HVL ：不同材料的半值层厚度， mm 。根据 GBZ 132-2008 中附录 C 表 C.1， ^{60}Co 在混凝土中的半值层厚度为 70mm，在铅中的半值层厚度为 13mm； ^{192}Ir 在混凝土中的半值层厚度为 50mm，在铅中的半值层厚度为 3mm。

11.2.1.2 探伤室各侧屏蔽墙体和工件门辐射影响分析

本项目 1 号探伤室拟配置 2 台 $^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机和 1 台 XXH-3505 型 X 射线探伤机；2 号探伤室拟配置 2 台 $^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机、1 台 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线探伤机和 1 台 XXH-3505 型 X 射线探伤机，且所有探伤机在各探伤室内使用范围相同，各探伤机的辐射影响对比情况见表 11-1。

表 11-1 本项目探伤室拟使用的探伤机辐射影响对比

探伤机型号	电压/活度	最大射线能量	在混凝土中的半值层厚度
XXH-3505 型 X 射线探伤机	350kV	0.350MeV	30mm ^①
$^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线探伤机	100Ci	1.332MeV ^④	70mm ^②
$^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机	100Ci	0.672MeV ^⑤	50mm ^③

注：①数值来源于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 表 B.2；
②和③数值来源于《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）中附录 C 表 C.1；
④和⑤数值来源于《辐射防护手册（第一分册）》（李德平、潘自强主编）中 P47 表 1.11。

由表 11-1 可知： ^{60}Co - γ 射线探伤机的射线能量最大，其穿透性最强，其次是 ^{192}Ir - γ 射线探伤机。因此，本次评价 1 号探伤室选取 ^{192}Ir - γ 射线探伤机作为对象进行理论计算，如探伤室能够满足 ^{192}Ir - γ 射线探伤机的防护要求，其也能够满足 350kV 的 X 射线探伤机的防护要求；2 号探伤室选取 ^{60}Co - γ 射线探伤机作为对象进行理论计算，如探伤室能够满足 ^{60}Co - γ 射线探伤时的防护要求，其也能够满足 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、350kV 的 X 射线探伤机的防护要求。

本项目同一间探伤室内每次仅开启一台探伤机进行探伤，不允许开启多台探伤机同时探伤。1 号探伤室辐射影响预测选取 1 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机，2 号探伤室辐射影响预测选取 1 台 ^{60}Co - γ 射线探伤机，额定装源活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，正常检测工作中工件运至探伤室，放射源被放置在工件内进行照射，预测点位示意图见图 11-1。



图 11-1 探伤室辐射影响预测点位示意图（略）

(1) 两间探伤室不同时运行工况

根据两间探伤室的设计参数（1 号探伤室内尺寸：长 10.8m×宽 9.0m×高 6.2m；2 号探伤室内尺寸：长 10.0m×宽 9.95m×高 6.2m），按企业探伤时实际使用工况，保守考虑取探伤机位于离各侧屏蔽墙体最近距离约为长或宽的三分之一。考虑墙体厚度，参考点距离各侧屏蔽墙及工件门的表面均为 30cm，将相关参数代入公式（11-1）～（11-2），则本项目两间探伤室不同时运行工况下，其屏蔽墙外辐射防护水平理论计算结果见表 11-2。

表 11-2 1号探伤室各侧墙体及工件门辐射影响预测结果 (¹⁹²Ir-γ 射线探伤机)

参数	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	E ₁	F ₁
	西北墙	东北墙	东南墙	西南墙	顶棚	工件门
r (m)	4.6 ^①	4.8 ^②	4.6 ^③	4.8 ^④	6.2 ^⑤	5.7 ^⑥
A (Bq)	3.7×10 ¹²	3.7×10 ¹²	3.7×10 ¹²	3.7×10 ¹²	3.7×10 ¹²	3.7×10 ¹²
Γ _k (μGy·m ² ·Bq ⁻¹ ·h ⁻¹)	1.13×10 ⁻⁷	1.13×10 ⁻⁷	1.13×10 ⁻⁷	1.13×10 ⁻⁷	1.13×10 ⁻⁷	1.13×10 ⁻⁷
无屏蔽体时参考点的空气比释动能率K̇ (μGy/h)	19759	18147	19759	18147	10897	12869
屏蔽厚度 (mm)	1300mm 混凝土	900mm 混凝土	900mm 混凝土	900mm 混凝土	700mm 混凝土	900mm 混凝土
减弱倍数 N	67108864	262144	262144	262144	16384	262144
有屏蔽体时参考点的空气比释动能率 K (μGy/h)	<0.001	0.069	0.075	0.069	0.665	0.049
控制值 K* (μGy/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：①放射源距西北侧屏蔽墙取 9.0/3m+西北侧屏蔽墙厚 1.3m+墙外 0.3m=4.6m；
 ②放射源距东北侧屏蔽墙取 10.8/3m+东北侧屏蔽墙厚 0.9m+墙外 0.3m=4.8m；
 ③放射源距东南侧屏蔽墙取 9.0/3m+东南侧屏蔽墙厚 0.9m+墙外 0.3m=4.6m；
 ④放射源距西南侧屏蔽墙取 10.8/3m+西南侧屏蔽墙厚 0.9m+墙外 0.3m=4.8m；
 ⑤放射源距顶棚取 6.2m+顶厚 0.7m+墙外 0.3m-探伤机位置 1.0m=6.2m；
 ⑥放射源距工件门取 10.8/3m+东北侧屏蔽墙厚 0.9m+工件门厚 0.9m+墙外 0.3m=5.7m。

表 11-3 2号探伤室各侧墙体及工件门辐射影响预测结果 (⁶⁰Co-γ 射线探伤机)

参数	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	E ₂	F ₂
	西北墙	东北墙	东南墙	西南墙	顶棚	工件门
r (m)	4.9 ^①	4.9 ^②	4.9 ^③	4.9 ^④	6.5 ^⑤	6.2 ^⑥
A (Bq)	3.7×10 ¹²	3.7×10 ¹²	3.7×10 ¹²	3.7×10 ¹²	3.7×10 ¹²	3.7×10 ¹²
Γ _k (μGy·m ² ·Bq ⁻¹ ·h ⁻¹)	3.12×10 ⁻⁷	3.12×10 ⁻⁷	3.12×10 ⁻⁷	3.12×10 ⁻⁷	3.12×10 ⁻⁷	3.12×10 ⁻⁷
无屏蔽体时参考点的空气比释动能率K̇ (μGy/h)	48080	48080	48080	48080	27323	30031
屏蔽厚度 (mm)	1300mm 混凝土	1300mm 混凝土	1300mm 混凝土	1300mm 混凝土	1000mm 混凝土	1300mm 混凝土
减弱倍数 N	397336	397336	397336	397336	20031	397336
有屏蔽体时参考点的空气比释动能率 K (μGy/h)	0.121	0.121	0.121	0.121	1.364	0.076
控制值 K* (μGy/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：①放射源距西北侧屏蔽墙取 9.95/3m+西北侧屏蔽墙厚 1.3m+墙外 0.3m=4.9m；
 ②放射源距东北侧屏蔽墙取 10.0/3m+东北侧屏蔽墙厚 1.3m+墙外 0.3m=4.9m；
 ③放射源距东南侧屏蔽墙取 9.95/3m+东南侧屏蔽墙厚 1.3m+墙外 0.3m=4.9m；
 ④放射源距西南侧屏蔽墙取 10.0/3m+西南侧屏蔽墙厚 1.3m+墙外 0.3m=4.9m；
 ⑤放射源距顶棚取 6.2m+顶厚 1.0m+墙外 0.3m-探伤机位置 1.0m=6.5m；
 ⑥放射源距工件门取 10.0/3m+东北侧屏蔽墙厚 1.3m+工件门厚 1.3m+墙外 0.3m=6.2m。

由表 11-2 可知：当 1 号探伤室内仅开启一台活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 $^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机进行探伤时，探伤室各侧屏蔽墙体和工件门均满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）中“探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ”的要求。可推断当管电压为 350kV、管电流为 5mA 的 XXH-3505 型 X 射线探伤机满功率运行时，探伤室各侧屏蔽墙体和工件门也能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求。

由表 11-3 可知：当 2 号探伤室内仅开启一台活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线探伤机进行探伤时，探伤室各侧屏蔽墙体和工件门均满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）中“探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ”的要求。可推断当活度为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ 的 $^{192}\text{Ir}-\gamma$ 射线探伤机、管电压为 350kV、管电流为 5mA 的 XXH-3505 型 X 射线探伤机满功率运行时，探伤室各侧屏蔽墙体和工件门也能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求。

（2）两间探伤室同时运行工况

由于大部分预测点的辐射剂量率主要受单间探伤室的影响，本次评价选取 G 点、H 点及探伤室正上方的二层车间作为代表性的关注点来预测 2 间探伤室同时运行时的综合影响。经计算，本项目 2 间探伤室同时运行时，G 点和 H 点的空气比释动能率均为 $0.19 \mu\text{Gy}/\text{h}$ ；由于 1 号探伤室和 2 号探伤室的顶棚距离二层地坪分别为 1.95m 和 1.65m，且二层地坪采用 150mm 混凝土，则探伤室正上方的二层车间空气比释动能率为 $0.24 \mu\text{Gy}/\text{h}$ ，均满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）及《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求。

因此，本项目 2 间探伤室的辐射屏蔽防护设计均能够满足拟配备的 X、 γ 射线探伤机的屏蔽要求。

11.2.1.3 探伤室迷道设计屏蔽效果分析

本项目 2 间探伤室均采用“Z”型迷道设计，利用散射降低迷道外的辐射水平，避免 X 和 γ 射线直接照射迷道入口。1 号探伤室迷道外口设计安装 16mm 铅防护门，2 号探伤室迷道外口设计安装 20mm 铅防护门。本次评价保守考虑，选择散射次数最少的路径进行预测，则射线在迷道内均需通过至少 3 次以上散射才能到达迷道门，具体散射路径示意图见图 11-2。

图11-2 探伤室迷道散射路径示意图（略）

根据 NCRP Report NO.51: Radiation protection design guidelines for 0.1-100 MeV particle accelerator facilities (0.1-100MeV 粒子加速器设施辐射防护设计准则) 中 P63 公式 (13), 无屏蔽防护时, 经 i 次散射后迷道外入口的剂量率计算公式如下:

$$H = \frac{H_0 \alpha_1 A_1 (\alpha_2 A_2)^{j-1}}{(d_1 \cdot d_{r1} \cdot d_{r2} \cdots d_{rj})^2} \dots \dots \dots (11-3)$$

式中: H——经 i 次散射后关注点处的辐射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 ——对于 γ 辐射源, 数值上由 $A\Gamma_k$ 确定, 其中 A 是放射源活度, 均取 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$; Γ_k 是空气比释动能率常数, 对于 ^{192}Ir , $\Gamma_k = 1.13 \times 10^{-7} \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 则 $H_0 = 4.18 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$; 对于 ^{60}Co , $\Gamma_k = 3.12 \times 10^{-7} \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; 则 $H_0 = 1.15 \times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$;

α_1 ——入射到第一个散射体的 γ 射线的散射系数;

α_2 ——从以后的物质散射出来的 γ 射线的散射系数; 本次评价偏安全考虑, γ 射线散射后能量等同原射线, 对于后续散射过程, 假设能量不再改变, 由 NCRP Report NO.51: Radiation protection design guidelines for 0.1-100 MeV particle accelerator facilities (0.1-100MeV 粒子加速器设施辐射防护设计准则) P110 附录 E.15, 本项目 α 均保守取 1.0×10^{-2} 。

A_1 —— γ 射线入射到第一散射物质的散射面积, m^2 ;

A_2 ——迷道的截面积, m^2 ;

d_1 —— γ 射线源与第一散射物质的距离, m;

d_{r1}, d_{r2} ——沿着迷道长轴的中心线距离, m;

j——指第 j 个散射过程;

本项目 1 号探伤室散射次数为 3 次： $d_1=2.0\text{m}$ ， $d_{r1}=2.8\text{m}$ ， $d_{r2}=2.4\text{m}$ ， $d_{r3}=1.3\text{m}$ ； $A_1=A_2=A_3=4.96\text{m}^2$ ；本项目 2 号探伤室散射次数为 3 次： $d_1=2.0\text{m}$ ， $d_{r1}=3.1\text{m}$ ， $d_{r2}=2.0\text{m}$ ， $d_{r3}=1.4\text{m}$ ； $A_1=A_2=A_3=4.96\text{m}^2$ 。

经理论预测可知：

①本项目 1 号探伤室 γ 射线经 3 次散射后（无铅防护门屏蔽时）空气比释动能率为 $0.17\mu\text{Gy/h}$ ，低于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的标准限值要求，可不增设防护门。该探伤室迷道口处设计安装 16mm 铅防护门，减弱倍数为 40.2，则散射线经铅防护门的屏蔽作用后，在工作人员出入门外 30cm 处的空气比释动能率为 $0.004\mu\text{Gy/h}$ 。

②本项目 2 号探伤室 γ 射线经 3 次散射后（无铅防护门屏蔽时）空气比释动能率为 $0.49\mu\text{Gy/h}$ ，低于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的标准限值要求，可不增设防护门。该探伤室迷道口处设计安装 20mm 铅防护门，减弱倍数为 2.9，则散射线经铅防护门的屏蔽作用后，在工作人员出入门外 30cm 处的空气比释动能率为 $0.17\mu\text{Gy/h}$ 。

同时，根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189：“迷道的屏蔽计算是比较复杂的。一种简易的安全的估算方法，是使辐射在迷道中至少经过三次以上散射才能到达出口处。实例也证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全。这时，迷道口也只需要采用普通门”。因此，本项目散射线对工作人员出入门外的剂量贡献值很小，2 间探伤室迷道的设计均可以满足屏蔽防护要求。

11.2.1.4 探伤室屏蔽设计符合性分析

本次评价按照最不利情况考虑，各关注点处最高剂量率参考控制水平均取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，并考虑 2 倍安全系数，加上一个半值层厚度。由以上计算可知，可比较本项目探伤室的屏蔽设计是否符合理论计算的结果，具体见表 11-4。

表 11-4 探伤室屏蔽设计符合性分析

关注点		西北墙	东北墙	东南墙	西南墙	顶棚	工件门	工作人员 出入门
1 号探伤室	设计值	1300mm 混凝土	900mm 混凝土	900mm 混凝土	900mm 混凝土	700mm 混凝土	900mm 混凝土	16mm 铅板
	理论值	242mm 混凝土	235mm 混凝土	242mm 混凝土	235mm 混凝土	220mm 混凝土	235mm 混凝土	普通钢门
	符合性	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合
2 号探伤室	设计值	1300mm 混凝土	1300mm 混凝土	1300mm 混凝土	1300mm 混凝土	1000mm 混凝土	1300mm 混凝土	20mm 铅板
	理论值	363mm 混凝土	363mm 混凝土	363mm 混凝土	363mm 混凝土	339mm 混凝土	339mm 混凝土	普通钢门
	符合性	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合

因此，本项目 2 间探伤室的四侧墙体、防护门和顶棚等屏蔽设计均符合要求，该屏蔽条件均以 100Ci 源强设计。

11.2.2 类比检测

1、类比对象选择

为进一步分析了解本项目探伤室建成投入使用后对周围环境所造成的辐射影响，本次评价选取浙江省青田超达铸造有限公司正在使用的 2 间探伤室作为类比对象，两机房的类比可行性分析见表 11-5。

表 11-5 本项目类比可行性分析

名称	类比项目（超达）的 2 号探伤室（ ¹⁹² Ir）	本项目（华安）的 1 号探伤室（ ¹⁹² Ir）	类比项目（超达）的 1 号探伤室（ ⁶⁰ Co）	本项目（华安）的 2 号探伤室（ ⁶⁰ Co）
曝光室净面积	42m ² (7m×6m)	97.2m ² (10.8m×9.0m)	86m ² (10m×8.6m)	99.5m ² (10.0m×9.95m)
曝光室净高	7.5m	6.2m	7.5m	6.2m
核素及活度	¹⁹² Ir, 100Ci	¹⁹² Ir, 100Ci	⁶⁰ Co, 100Ci	⁶⁰ Co, 100Ci
四侧墙体	800mm 混凝土	西北侧为 900mm 混凝土；其他三侧均为 900mm 混凝土	1200mm 混凝土	1300mm 混凝土
顶棚	650mm 混凝土	700mm 混凝土	650mm 混凝土	1000mm 混凝土
工件门	门洞：2.2m×3.0m 门体：3.1m×3.55m 260mm 钢+10mm 铅板	门洞：3.0m×3.5m 门体：4.8m×4.0m 700mm 混凝土	门洞：3.0m×3.5m 门体：4.6m×4.5m 1200mm 混凝土	门洞：3.0m×3.5m 门体：5.0m×4.0m 1300mm 混凝土
工作人员出入口	门洞：0.75m×2.2m 门体：1.15m×2.45m 120mm 钢+2mm 铅板	门洞：0.8m×2.0m 门体：1.2m×2.3m 16mm 铅板	门洞：0.75m×2.20m 门体：1.15m×2.45m 120mm 钢+12mm 铅板	门洞：0.8m×2.0m 门体：1.2m×2.3m 20mm 铅板
迷道	L 型，迷道内墙宽 800mm，长 2750mm；外墙宽 900mm	Z 型，迷道内墙宽 900mm，长 1300mm；外墙宽 900mm；	L 型，迷道内墙宽 1200mm，长 4550mm；外墙宽 1200mm	Z 型，迷道内墙宽 900mm，长 2700mm；外墙宽 900mm；
储源库(坑)	储源坑 1 个：位于曝光室内西南角，600mm×600mm，深 700mm，顶盖采用 6mm 铅板	储源坑 2 个，位于曝光室内西北角，400mm×250mm，深 500mm，顶盖采用 10mm 铅板	储源库 1 间：位于曝光室内东北角，面积约 1.68m ² 。四侧墙体为 300mm 混凝土，防护门采用 10mm 铅板	储源坑 2 个，位于曝光室内东南角，设计同 1 号探伤室；储源库 1 间，位于曝光室内东南角，东南和西南侧墙体均为 1300mm 混凝土，其他两侧墙体均为 300mm 混凝土，防护门采用 10mm 铅板

本项目 2 间探伤室与类比项目的 2 间探伤室布局设计相似，使用的放射源种类及活度相同。同时，本项目的曝光室面积大于类比项目，且屏蔽防护水平优于类比项目。因此，二者具有较好的类比性。

2、类比检测

类比项目检测报告见附件 19。根据《浙江省青田超达铸造有限公司 X-γ 射线室内探伤项目（新建）竣工环境保护验收监测表》（浙江鼎清环境检测技术有限公司编制，监测时间：2017 年 6 月 9 日），类比项目检测情况具体如下：

（1）验收工况

放射源出厂活度及验收监测期间活度见表 11-6。1 号探伤室验收监测使用放射源 ^{60}Co ；2 号探伤室使用放射源 ^{192}Ir 和 X 射线探伤机。

表 11-6 放射源出厂活度及验收监测期间的活度

序号	核素名称	放射源编号	出厂活度	出厂活度测量日期	2017 年 6 月 9 日活度
1	^{60}Co	0317CO000712	100 Ci ($3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$)	2017 年 4 月 7 日	97.8 Ci ($3.62 \times 10^{12}\text{Bq}$)
2	^{192}Ir	0317IR002622	100 Ci ($3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$)	2017 年 5 月 11 日	76.2Ci ($2.82 \times 10^{12}\text{Bq}$)

（2）检测结果

检测点位示意图见图 11-3 和图 11-4，检测结果见表 11-7 和表 11-8。

图 11-3 类比项目一层探伤室检测点位示意图（略）

图 11-4 类比项目二层检测点位示意图（略）

表 11-7 类比项目 1 号探伤室辐射剂量率检测结果

检测点编号	检测点位置	辐射剂量率 (μSv/h)	
		未探伤	⁶⁰ Co探伤机探伤, 源活度为97.8Ci
★1	操作位	016	016
★2	电缆口	0.17	0.20
★3	东墙左侧	0.17	0.19
★4	工作人员进出门右侧30cm	0.15	0.19
★5	工作人员进出门中部30cm	0.12	0.13
★6	工作人员进出门左侧30cm	0.15	0.16
★7	南墙右侧外表面30cm	0.18	0.22
★8	南墙中部外表面30cm	0.17	0.27
★9	南墙左侧外表面30cm	0.18	0.21
★10	南墙电缆口	0.18	0.20
★11	西墙右侧外表面30cm	0.18	0.18
★12	警界围栏南侧	0.18	0.44
★13	工件门右侧门缝外表面30cm	0.11	0.22
★14	工件门右侧30cm	0.12	0.15
★15	工件门中部30cm	0.11	0.13
★16	工件门左侧30cm	0.12	0.13
★17	工件门左侧门缝外表面30cm	0.13	0.21
★18	西墙左侧外表面30cm	0.18	0.18
★19	警界围栏北侧	0.18	0.47
★20	北墙左侧外表面30cm	0.16	0.17

续表 11-7 类比项目 1 号探伤室辐射剂量率检测结果

检测点编号	检测点位置	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		未探伤	^{60}Co 探伤机探伤, 源活度为97.8Ci
★21	北墙中部外表面30cm	0.16	0.22
★22	北墙右侧外表面30cm	0.16	0.22
★23	东墙左侧外表面30cm (二楼会议室)	0.17	0.18
★24	南墙右侧外表面30cm (二楼卫生间)	0.17	0.18
★25	东墙右侧外表面30cm	0.35	0.35
★26	储源库门外30cm	0.37	
★27	储源库南墙外30cm	0.35	

注: 表中所列检测值均未扣除宇宙射线响应。

表11-8 类比项目2号探伤室辐射剂量率检测结果

检测点编号	检测点位置	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
		未探伤	^{192}Ir 探伤机探伤, 源活度为76.2Ci
▲1	操作位	0.15	0.18
▲2	南墙左侧 (一楼控制室)	0.18	0.20
▲3	电缆口	0.18	0.20
▲4	工作人员进出门左侧30cm	0.12	0.17
▲5	工作人员进出门中部30cm	0.12	0.15
▲6	工作人员进出门右侧30cm	0.13	0.16
▲7	南墙中部外表面30cm (一楼过道)	0.17	0.19
▲8	南墙右侧外表面30cm (一楼过道)	0.17	0.19
▲9	东墙左侧外表面30cm	0.16	0.17
▲10	东墙中部外表面30cm	0.16	0.20
▲11	东墙右侧外表面30cm	0.16	0.24
▲12	北墙左侧外表面30cm	0.16	0.59
▲13	工件门左侧门缝外表面30cm	0.13	0.63
▲14	工件门左侧30cm	0.11	0.28
▲15	工件门中部30cm	0.11	0.26
▲16	工件门右侧30cm	0.15	0.21
▲17	工件门右侧门缝外表面30cm	0.16	0.40
▲18	北墙右侧外表面30cm	0.17	0.23
▲19	南墙左侧外表面30cm (二楼会议室)	0.17	0.18
▲20	南墙中侧外表面30cm (二楼办公室)	0.17	0.18
▲21	南墙右侧外表面30cm (二楼办公室)	0.17	0.18
▲22	西墙外表面30cm	0.15	0.17
▲23	源坑外表面30cm	0.31	/

注: 表中所列检测值均未扣除宇宙射线响应。

由表 11-7 的检测结果可知：

未进行探伤作业时，1 号探伤室周围墙体和防护门外 30cm 处的辐射剂量率为（0.11~0.18） $\mu\text{Sv/h}$ ，25 号监测点由于靠近 2 号探伤室 ^{192}Ir 探伤机辐射剂量率为 0.35 $\mu\text{Sv/h}$ ；使用 ^{60}Co 放射源进行室内探伤作业时，1 号探伤室周围墙体和防护门外 30cm 处的辐射剂量率为（0.13~0.47） $\mu\text{Sv/h}$ ；储源库表面辐射剂量率为（0.35~0.37） $\mu\text{Sv/h}$ 。

因此，在现有工况条件下，1 号探伤室和储源库的辐射屏蔽防护性均能符合《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）的要求。

由表 11-8 的检测结果可知：

未进行探伤作业时，2 号探伤室周围墙体和防护门外 30cm 处的辐射剂量率为（0.11~0.18） $\mu\text{Sv/h}$ ；使用 ^{192}Ir 放射源进行室内探伤作业时，2 号探伤室周围墙体和防护门外 30cm 处的辐射剂量率为（0.15~0.63） $\mu\text{Sv/h}$ ；储源坑表面辐射剂量率为 0.31 $\mu\text{Sv/h}$ 。

因此，在现有工况条件下，2 号探伤室和储源坑的辐射屏蔽防护性均能符合《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）的要求，

综上所述，结合理论结算和类比检测结果可知，本项目 2 间探伤室投入使用后，其辐射防护性能均能满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）及《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求。

11.2.3 探伤室各类管道线路屏蔽效果分析

本项目探伤室各类管道线路设计见附图 9。

探伤室控制电缆线、 γ 探伤机的输源导管均以地下“U”型穿过探伤室墙体，其中每间探伤室埋设电缆管线 1 根，管径为 200mm，埋地深度为 600mm；埋设 2 根输源导管，管径为 100mm，埋地深度为 600mm；探伤室西南墙设有明管形式的排风管，管径为 300mm，下端距离探伤室地面 300mm，距离顶棚 100mm 处以“S”型管穿过探伤室顶棚，穿墙管径为 200mm，再连接到所在的生产厂房排风井内并高出屋顶 2.7m 排放至外环境，排风口高度为 26.4m。储源库采用吸顶式排风，排风管道与探伤室排风管相通。射线均需经过三次以上散射才能经“U”型管散射至探伤室墙外，因此本项目电缆和通风等管道的布置方式不会破坏墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

11.2.4 放射源储存设施辐射影响预测

1、容积设计合理性分析

(1) 1 号曝光室和 2 号曝光室内各设有 2 个储源坑，设计为“一源一坑”，用于贮存 2

台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机,呈下沉式,屏蔽设计方案完全相同,均为:内尺寸为 400mm(长) \times 250mm(宽) \times 500mm(深),坑四壁与底部均为混凝土层,顶盖尺寸为 480mm(长) \times 250mm(宽),采用为 10mm 铅板,顶盖与坑之间的搭接均为 40mm。

(2) 2 号曝光室内设有 1 间储源库,呈地上式,用于贮存 1 台 ^{60}Co - γ 射线探伤机,内尺寸为 1.5m(长) \times 1.0m(宽) \times 2.5m(高),与曝光室共用东南侧和西南侧墙体(均采用 1300mm 混凝土),东北侧和西北侧及顶棚均采用 300mm 混凝土,库门采用 10mm 铅板。

(3) 根据建设单位提供的资料,本项目拟购的 ^{192}Ir - γ 射线探伤机外尺寸一般为 300mm(长) \times 150mm(宽) \times 250mm(高), ^{60}Co - γ 射线探伤机外尺寸一般为 900mm(长) \times 500mm(宽) \times 750mm(高)。根据本项目探伤机的摆放位置图(分别见附图 7 和附图 8),本项目储源坑均能满足 1 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机的摆放,储源库能满足 1 台 ^{60}Co - γ 射线探伤机的摆放。

因此,本项目储源库及储源坑的容积设计合理可行。

2、辐射防护性能预测

本次评价保守考虑该公司最大可能工况条件下(即每个储源坑最多储存 1 台 ^{192}Ir - γ 射线探伤机,储源库最多储存 1 台 ^{60}Co - γ 射线探伤机),对放射源储存设施的辐射防护性能进行预测分析。

根据空气比释动能率与距离平方成反比的定律及《辐射防护导论》(方杰主编)P96 公式(3.45)可以推导出:

$$K = \frac{K_0}{N} \cdot \frac{r_0^2}{r^2} \dots \dots \dots (11-4)$$

式中:

K——设置屏蔽层后 r (m) 处的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

K_0 ——辐射场中 r_0 (m) 处没有设置屏蔽防护时空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

N——减弱倍数,根据公式 $N=2^{(d/\text{HVL})}$ 计算获取,式中 d: 屏蔽层厚度, mm; HVL: 不同材料的半值层厚度, mm。

根据 GBZ 132-2008 中附录 C 表 C.1, ^{192}Ir 放射源在铅中的半值层厚度为 3mm; ^{60}Co 放射源在混凝土中的半值层厚度为 70mm,在铅中的半值层厚度为 13mm。

储源坑为下沉式,四壁均为混凝土,本次评价仅预测顶盖外的辐射影响。参考点距离各侧屏蔽墙及防护门的表面均为 30cm,则本项目探伤室内储源库的各侧屏蔽墙、顶棚和防护门及储源坑顶盖外辐射防护水平理论计算结果见表 11-9。

表 11-9 探伤室内储源库及储源坑屏蔽防护性能预测

参数	储源坑	储源库					
	顶盖	西北墙	东北墙	东南墙	西南墙	顶棚	防护门
γ 射线探伤机到关注点表面外 30cm 处距离 r (m) ①	0.55	0.85	0.90	1.85	1.90	2.35	0.90
每台 γ 射线探伤机表面外 5cm 处空气比释动能率 K ₀ (mGy/h) ②	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
防护材料及厚度	10mm 铅板	300mm 混凝土	300mm 混凝土	1300mm 混凝土	1300mm 混凝土	300mm 混凝土	10mm 铅板
减弱倍数 N	10.1	19.5	19.5	389.4	389.4	19.5	1.7
关注点表面外 30cm 处辐射剂量率 K (μGy/h)	0.409	0.177	0.158	0.002	0.002	0.023	0.306
控制值 K* (μGy/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：①储源坑：¹⁹²Ir-γ射线探伤机距顶盖取0.5m+坑外0.3m-探伤机位置0.25m=0.55m；

储源库：⁶⁰Co-γ射线探伤机距西北侧屏蔽墙取0.25m+西北侧屏蔽墙厚0.3m+墙外0.3m=0.85m；

⁶⁰Co-γ射线探伤机距东北侧屏蔽墙取0.3m+东北侧屏蔽墙厚0.3m+墙外0.3m=0.90m；

⁶⁰Co-γ射线探伤机距东南侧屏蔽墙取0.25m+东南侧屏蔽墙厚1.3m+墙外0.3m=1.85m；

⁶⁰Co-γ射线探伤机距西南侧屏蔽墙取0.3m+北侧屏蔽墙厚1.3m+墙外0.3m=1.90m；

⁶⁰Co-γ射线探伤机距顶棚2.5m+顶厚0.3m+墙外0.3m-探伤机位置0.75m=2.35m；

⁶⁰Co-γ射线探伤机距防护门取0.3m+东北侧屏蔽墙厚0.3m+墙外0.3m=0.90m；

②由于本项目¹⁹²Ir-γ射线探伤机为手提式（P），⁶⁰Co-γ射线探伤机为移动式（M），故相应K₀取值分别为0.5mGy/h、1.0mGy/h。

因此，本项目储源坑储存 1 台 ¹⁹²Ir-γ 射线探伤机时，其顶盖外空气比释动能率为 0.409μGy/h；储源库储存 1 台 ⁶⁰Co-γ 射线探伤机时，其周围空气比释动能率最大值为 0.306μGy/h；均满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）中对于放射源储存设施“如其外表面能接近公众，其屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 2.5μSv/h 或者审管部门批准的水平”的要求。

11.2.5 人员年有效剂量估算

11.2.5.1 剂量估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A，X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{Er} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} \dots\dots\dots (11-5)$$

式中：H_{Er}——X-γ 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

D_r——X-γ 射线空气吸收剂量率，nGy/h；

t——X- γ 射线照射时间，h/a；

0.7——剂量换算系数，Sv/Gy。

11.2.5.2 辐射工作人员年有效剂量

(1) 放射源保管

根据存/取一次放射源所需的工序，主要为存取、近距离移动放射源及安装输管导管等，保守取辐射工作人员存/取一次放射源时处于离探伤机 1m 处（本次评价均按 ^{60}Co - γ 射线探伤机考虑，根据 GBZ 132-2008 保守取剂量率为 0.05mGy/h，而根据同类探伤机监测结果可知实际将远低于此值）的时间为 2min，则可估算出完成一次存/取放射源的操作所受的附加剂量约为 1.2 μSv 。

经与建设单位核实，项目实行三班制工作，保守估计每天存/取最多 6 次，每年探伤工作天数约 300 天，所有工作由 2 名辐射工作人员完成，则单名辐射工作人员由于存/取放射源所致的年附加有效剂量为 1.08mSv/a，小于本次评价项目年剂量约束值（5.0mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于职业人员“剂量限值”的要求。

(2) 室内探伤

① 开机状态

本项目探伤室开机状态下，对辐射工作人员影响的区域主要在控制室内操作位处。由于 2 间探伤室的控制室独立设置，且考虑到辐射工作人员在探伤室运行时可能会前往机房周围进行巡视，为保守估计，本次评价选取两间探伤室同时运行时，周围环境辐射剂量率理论计算结果中的最大值 0.24 $\mu\text{Gy/h}$ 作为辐射工作人员受照剂量率进行估算。每间探伤室每日曝光时间为 9h，年工作日 300 天，则年曝光时间为 2700h，所有工作由 6 名辐射工作人员完成。根据公式（11-5），可估算出该区域活动的辐射工作人员的年附加有效剂量为 0.08mSv/a。

② 不开机状态

每间探伤室不开机状态下，辐射工作人员在探伤室内每日工作时间为 9h，其中存取密封源和近距离移动探伤机一般不超过 10min，其他操作包括布置源辨和底片等。年工作日 300 天，则年操作时间为 2700h，其中年存取密封源和近距离移动探伤机的时间为 50h，所有工作由 6 名辐射工作人员完成。

参考《杭州华安无损检测技术有限公司乐清项目部 γ 射线室内项目竣工环境保护验收监测表》（浙江省辐射环境监测站编制，浙辐监（YS）字 2009 第 046 号，检测时间：2009 年 6 月）中相关检测结果可知：活度为 95.0Ci 的 ^{60}Co - γ 射线探伤机表面 5cm 处的辐射剂量当量率为

20 μ Sv/h，表面100cm处的辐射剂量当量率为10.6 μ Sv/h，储源库表面近距离处剂量率一般低于该数值。而在探伤室内工作时， γ 射线探伤机始终处于未出源状态，工作人员距离储源库（布置在探伤室内一角）和探伤机一般超过2m，故保守估算此工作期间空气吸收剂量率，存取密封源和近距离移动探伤机时取20 μ Sv/h。

经与建设单位核实，其中一间探伤室不开机状态下，辐射工作人员在其内部工作时，另外一间探伤室可能会开机。因此，本次评价保守考虑将探伤室不工作状态下，期间其他工作取2.5 μ Sv/h。根据公式（11-5），可估算出该工作内容所致辐射工作人员的年附加有效剂量为1.27mSv/a。

因此，本项目室内探伤所致辐射工作人员的年附加有效剂量为1.35mSv/a，小于本次评价项目年剂量约束值（5.0mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于职业人员“剂量限值”的要求。

11.2.5.3 公众成员及环境保护目标年有效剂量

本次评价选取两间探伤室同时运行时，探伤室周围环境辐射剂量率理论计算结果中的最大值 0.24 μ Gy/h 作为探伤室周围公众受照剂量率进行估算，年探伤时间为 2700h，居留因子取 1/4。根据公式（11-5），可估算出探伤室周围公众的年附加有效剂量为 0.11mSv/a。

结合项目厂房出租方厂区布局及现场勘查，本项目评价范围内环境保护目标主要为西南侧行政办公楼，与本项目曝光室的最近距离约 40m。经距离衰减和建筑物墙体屏蔽，本项目对其的辐射剂量贡献值较低，可忽略不计。同时，探伤室工作时，将开启工作灯光警示装置，告诫车间其它工作人员不要在探伤室周围停留。公司将制定严格的辐射安全管理制度，公众成员一般不进入该辐射区，车间其它工作人员和公众人员不会接受明显的额外的辐射照射。

因此，本项目探伤室运行所致公众成员受到的年附加有效剂量小于本次评价项目年剂量约束值（0.25mSv/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。

11.2.6 “三废”影响分析

1、废旧放射源

γ 射线探伤机内放射源使用到一定年限后，将退役产生退役放射源，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回收协议。目前公司已与浙江省科学器材进出口有限责任公司签订放射性同位素转让及退役源回收协议，见附件 17。

2、臭氧和氮氧化物

本项目 X、γ 射线探伤机在工作状态时，产生的 X、γ 射线将会使探伤室内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。2 间探伤室内均拟设机械排风系统，设计风量均为 2600m³/h，风管从顶棚穿出探伤室墙体后，再连接到所在的生产厂房排风井内并高出屋顶 2.7m 排放至外环境，有效避免了朝向人员活动集聚区。

本次评价采用理论计算的方式预测本项目探伤过程臭氧对周围环境的影响。

(1) 臭氧

根据《辐射所致臭氧的估算与分析》（王时进、娄云，中华放射医学与防护杂志，1994 年 4 月第 14 卷第 2 期）中给出的公式，估算辐射所致臭氧的产额和浓度。

①点状 γ 射线密封源所致的 O₃ 产额

$$P = 3.02AK_{\gamma}GV^{1/3} \dots\dots\dots (11-6)$$

式中：P——O₃ 的产额，mg/h；

A——放射性活度，TBq，本项目 1 号探伤室所用的放射源¹⁹²Ir 和 2 号探伤室所用的放射源⁶⁰Co，放射性活度均为 3.7×10¹²Bq，即 3.7TBq；

K_γ——空气比释动能率常数，Gy·m²·TBq⁻¹·min⁻¹；根据《辐射防护导论》（方杰主编）P75 表 3.2 可知：对于¹⁹²Ir，K_γ=1.89×10⁻³Gy·m²·TBq⁻¹·min⁻¹；对于⁶⁰Co，K_γ=5.20×10⁻³Gy·m²·TBq⁻¹·min⁻¹；

G——空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O₃ 分子数，本次评价取值 10；

V——探伤室的体积，m³，本项目 1 号探伤室净容积约 583.2m³，2 号探伤室净容积约 597.0m³；

经计算：本项目 1 号探伤室所致的 O₃ 产额 P₁=1.76mg/h，2 号探伤室所致的 O₃ 产额 P₂=4.89mg/h。

②O₃ 浓度

本项目探伤过程中产生的 O₃，一部分因时间原因自然分解，另一部分由通风系统排到室外，则空气中臭氧的平均浓度：

$$Q = \frac{P \cdot T \cdot (1 - e^{-1/t})}{V} \dots\dots\dots (11-7)$$

式中：Q——空气中 t 时刻 O₃ 的空气浓度，mg/m³；

T——O₃ 的有效清除时间，h。T = $\frac{T_V \cdot T_d}{T_V + T_d}$ ，其中其中 t_v 表示平均每次换气需通风的时间，

本项目 2 间探伤室风机设计风量均为 2600m³/h，则正常通风状态下，2 间探伤室的换气次数均约 4 次/h， $t_v=0.25h/次$ ， t_d 表示 O₃ 的有效分解时间，0.83h，则 $T=0.192h$ 。

t ——连续照射时间，h

V ——探伤室的体积，m³，本项目 1 号探伤室净容积约 583.2m³，2 号探伤室净容积约 597.0m³；

当射线照射时间较长时， $t \gg T$ 时，臭氧浓度达到饱和，则公式 (11-7) 可以简化为：

$$Q = \frac{P \cdot T}{V} \dots\dots\dots (11-8)$$

经计算，本项目 1 号探伤室内 O₃ 浓度 $Q_1=5.79 \times 10^{-4}mg/m^3$ ，本项目 2 号探伤室内 O₃ 浓度 $Q_2=1.57 \times 10^{-3}mg/m^3$ ，

因此，本项目产生的臭氧室内浓度远低于《工作场所中有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GB 2.1-2019）中规定的 O₃ 的最高允许浓度 0.3mg/m³ 限值要求。同时，探伤室内臭氧通过排风系统排出后，经大气的稀释和扩散作用后，其浓度进一步的降低，远低于《环境空气质量标准》（GB 3059-2012）中 O₃ 的 1 小时平均浓度限值 0.2mg/m³ 的要求。

(2) 氮氧化物

在多种氮氧化物气体中，主要存在形式以 NO₂ 为主，其产额约为 O₃ 的一半。因此，本项目产生的 NO₂ 室内浓度也能满足《工作场所中有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GB 2.1-2019）中规定的 NO₂ 的最高允许浓度 5mg/m³ 限值要求，排出后环境空气中的 NO₂ 浓度能满足《环境空气质量标准》（GB 3059-2012）及 2018 年修改单中 NO₂ 的 1 小时平均浓度限值 0.2mg/m³ 的要求。

综上所述，本项目探伤室过程中产生的非放射性有害气体，对大气环境基本没有影响。

3、废显（定）影液与废胶片

探伤作业完成后产生的废显（定）影液与废胶片，必须按规定进行合理的处置，送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。目前该公司已与杭州立佳环境服务有限公司签订了危险废物委托处置合同，见附件 15。同时，本次评价要求建设单位在厂区内设置专门的危废暂存间（拟设于储物间内，具体位置见附图 5），其建设须满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及 2013 年修改单的要求，做好“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”工作，地面须硬化处理，四周设围堰，并设危废标识，采用防盗门窗，上锁并由专人管理。同时，公司应建立危险废物管理台账，严格执行转移联单管理制度。

公司应加强对危险废物暂存场所的日常管理，具体要求如下：

①危废暂存间必须派专人管理，其他人员未经允许不得进入内。

②危废贮存间不得贮存除危险废物以外的其他废弃物。

③当危险废物贮存到一定数量时，管理人员应及时通知公司安全环保部办理相关手续联系有资质单位上门回收处理。

④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。

⑤危险废物贮存前应进行检验，确保同预定接收的危险废物一致，并登记注册。

⑥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。

⑦危废暂存间管理人员须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。

⑧危废暂存间管理人员必须定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换。

⑨公司应按照《危险废物转移联单管理办法》的要求，严格执行转移联单管理制度，并加强转移联单的保管，联单保存期限为五年。

11.2.9探伤室屏蔽能力分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）与《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）等相关规定，结合该公司探伤室屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的探伤室的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

（1）设计中，该探伤室的设置已充分考虑周围的放射安全，且探伤室与控制室分开；结合理论计算结果可知，本项目 2 间探伤室的各侧屏蔽墙、防护门及顶棚的防护性能均能满足辐射防护要求。

（2）由辐射环境影响预测分析可知，辐射工作人员和公众成员所受辐射照射能符合《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。

（3）该公司使用的探伤机在探伤过程中产生的 X 射线、 γ 射线使空气电离产生一定量的

臭氧和氮氧化物，探伤室利用通风管道机械排风，将臭氧和氮氧化物排出探伤室外，不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此，该公司 1 号探伤室屏蔽能力能达到 ^{192}Ir - γ 射线探伤机及管电压不大于 350kV、管电流不大于 5mA 的 X 射线探伤机正常工作时的辐射防护要求；2 号探伤室屏蔽能力能达到 ^{60}Co - γ 射线探伤机、 ^{192}Ir - γ 射线探伤机及管电压不大于 350kV、管电流不大于 5mA 的 X 射线探伤机正常工作时的辐射防护要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 X 射线室内探伤时能发生的辐射事故

(1) X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，门-机联锁失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或在门-机联锁失效探伤期间，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

(2) 人为故意引起的辐射照射或因失窃而造成的辐射照射。

11.3.2 γ 射线室内探伤时可能发生的辐射事故

(1) γ 射线探伤机在对工件进行照射的工况下，探伤室门-机联锁失效，工作人员误入探伤室，或防护门未完全关闭，致使射线泄漏到探伤室外面，给工作人员及周围活动的人员造成不必要的照射。

(2) 人员滞留探伤室内尚未完全撤出， γ 射线探伤机即对工件进行探伤，造成工作人员受到额外的照射。

(3) 放射源源闸开关出现故障未能及时收回，工作人员在不知情的情况下误入探伤室，将受到较大额外辐射照射，造成严重的安全隐患。

(4) 检修机器时 γ 射线探伤机中的放射源从容器中掉出来，会对操作工人及可能到达的公众成员产生很强的辐射照射。

(5) 管理人员疏忽或人为故意造成源丢失或偷盗事故，将造成严重的安全隐患。

(6) 人为故意引起的辐射照射。

11.3.3 风险防范措施

(1) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程进行作业。每天开展工作前，检查确认门-机联锁、急停按钮、视频监控、探伤机完好性、出束信号指示灯等各项安全措施的有效性。只有确认探伤室内无人且门已关闭，所有安全措施起作用并给出启动信号后才能启动照射，

避免发生误照射。

(2) γ 射线探伤结束后，应进行放射性水平测量，确认放射源已经回到探伤机的源容器内。领用 γ 射线探伤机时也应进行放射性水平测量，确认放射源在探伤机的源容器内。

(3) γ 射线探伤必须 2 人或以上共同作业，探伤开机前注意曝光室清场，探伤期间工作人员不得脱岗。

(4) γ 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。

(5) 杭州华安无损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。

(6) 探伤机工作状态下，“卡源”或“源掉出”发生，回源装置失效，工作人员手动回源。一旦发生此类故障，应关闭探伤室防护门，立即封锁并保护好现场，严禁无关人员进入辐射区。同时，现场的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。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，杜绝此类事故发生。

(7) 对 X、 γ 射线室内探伤分别制定操作规程，明确 X、 γ 射线机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，并建立完善的《射线装置使用登记制度》和《放射源使用登记制度》，加强对射线装置和放射源的监管和维护。

针对以上可能发生的事故风险，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《突发环境事件信息报告办法》等有关规定，公司应制定辐射事故应急方案，并定期进行演练，及时进行整改，同时还应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。当发生或发现辐射事故，当事人应立即向公司的辐射安全负责人和法定代表人报告。当事故发生时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并填写《辐射事故初始报告表》，向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，还应同时向卫生主管部门报告。如发生放射源被盗的事故，则还须向公安部门报告。

11.4与环发〔2007〕8号文的符合性分析

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）的要求，相关符合性分析评价见表11-10。

表 11-10 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。	该公司拟成立辐射安全防护管理小组，并配备1名专职人员负责辐射安全管理工作。	符合
2	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。	该公司每台γ射线探伤机均拟配备2名探伤操作人员，操作人员上岗前均拟参加中级或高级辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	符合
3	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，该公司将办理辐射安全许可证重新申领手续，在取得辐射安全许可证后，方可开展探伤工作。	符合
4	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。	该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
5	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，源库门应为双人双锁。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。	该公司拟安排2名工作人员专职负责储源库（坑）的保管工作，拟设置红外报警装置和视频监控装置，并对储源库（坑）实行24小时监控，并设置电离辐射警告标志，并实行双人双锁制度。	符合
6	制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐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，做到帐物相符，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。	该公司拟制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐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名源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，做到帐物相符，一一对应，核实记录妥善保存，并建立计算机管理档案。	符合
7	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。	该公司拟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
8	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	该公司承诺开展探伤工作时，每名辐射工作人员均佩戴1台个人剂量报警仪和1台个人剂量计，个人剂量计拟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。	符合

档案。

续表 11-10 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
9	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。	该公司拟制定γ射线室内探伤操作规程,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
10	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。	本项目探伤装置装源(包括更换放射源)由放射源生产单位操作,并承担安全责任;杭州华安无损检测技术有限公司不自行进行装源操作。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,杭州华安无损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
11	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。	该公司拟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
12	探伤室建筑(包括辐射防护墙、门、辐射防护迷道)的防护厚度应充分考虑γ射线直射、散射效应。	本项目探伤室拟采用混凝土防护墙及防护门对γ射线进行屏蔽,经理论预测,其屏蔽防护措施能够满足标准要求。	符合
13	探伤室应安装固定式辐射剂量仪,剂量率水平应显示在控制机房内,并与门联锁。	探伤室内拟安装固定式剂量监测系统,剂量率水平应显示在控制室内,并与门-机联锁相联系。当剂量探头量监测探伤室内剂量升高(即密封源离开探伤机屏蔽体),防护门无法从外部打开,只有密封源收回探伤机内后,探伤室内剂量水平下降至安全阈值以下,防护门才能从外部打开;探伤室内可以通过电动开关打开防护门。	符合
14	应配置便携式辐射检测报警仪,该报警仪应与防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起。	公司承诺按要求配置便携式辐射检测报警仪,并将该报警仪与防护门钥匙、探伤装置的安全锁钥匙串结一起。	符合
15	探伤室工作人员入口门外和被探伤物件出入口门外应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱。探伤作业时,应由声音提示,灯箱应醒目显示“禁止入内”。	本项目探伤室防护门外拟设置“当心电离辐射”的警告标志和“禁止入内”的工作状态指示灯箱,警告无关人员勿靠近探伤室或在探伤室周围做不必要的逗留。	符合
16	γ射线探伤室的各项安全措施必须定期检查,并做好记录。	公司承诺将对本项目探伤室的各项安全措施定期检查,并做好记录,并在管理制度里明确上述要求,在今日的工作中严格按照制度实施。	符合

11.5环保投资估算

本项目总投资额为 1000 万元，环保投资为 714 万元，占总投资额的 71.4%，环保投资估算情况见表 11-11。

表 11-11 辐射安全设施和环保设施（措施）投资一览表

序号	类别	环保设施/措施	投资额（万元）
1	屏蔽措施	探伤室机房：四周墙体、迷道、顶棚和防护门；储源库（坑）；	590
2	安全装置	门机连锁装置	2.5
		灯机连锁装置	0.3
		紧急止动装置	0.5
		视频监控系統	5
		红外线防盗报警装置	2
		工作状态指示灯	0.2
		电离辐射警告标志	0.5
3	监测仪器及 警示装置	固定式剂量监测系统	4.2
		便携式辐射剂量仪	2
		个人剂量计	4
		剂量报警仪	2
4	防护用品	铅背心	0.4
		铅手套	0.1
		铅眼镜	0.1
5	三废处理	通风系统	1
		危废包装容器、危废暂存间的设置及委托处理	12.2
		废源收贮	60
6	人员管理	辐射工作人员上岗培训和健康管理	7
7	管理制度	制定相关辐射安全管理制度并张贴上墙	5
8	应急设施	应急和救助的资金、物资准备（使用放射源处理工具如长柄夹等，灭火器等）	5
9	设备维护	每个月对探伤装置的配件进行检查、维护等	6
10	辐射监测	个人剂量监测	2
		探伤工作场所年度监测	2
合计			714

11.6实践正当性分析

杭州华安无损检测技术有限公司实施工业X、 γ 射线室内探伤迁扩建项目，目的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，经辐射防护屏蔽和安全管理后，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《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,该项目使用探伤机的目的是正当可行的。

11.7 公众参与

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《环境影响评价公众参与办法》与《浙江省建设项目环境保护管理办法》等有关规定,为使周围公众了解本项目的建设情况及对环境的影响,建设单位在环评阶段进行了公众参与,采取现场张贴公告、网络公示和公参调查表等3种形式,相应的公参材料见附件19。

①2020年5月10日,建设单位在立信阀门集团有限公司厂区入口处张贴了辐射环境影响评价公示,公示内容主要包括建设项目基本情况、对环境可能造成影响及初步环境影响评价结论等内容,意见反馈方式主要为电话,时间为10个工作日。

②2020年5月10日,建设单位在杭州华安无损检测技术有限公司官网进行了本项目辐射环境影响评价的网络同步公示,链接:<http://www.chinahwan.com/>,公示时间与内容均与现场张贴公告一致。

③建设单位对评价范围内的环境敏感点(立信阀门集团有限公司行政办公楼)发放了公参调查问卷。

公示期间,建设单位、评价单位及生态环境部门均未收到任何意见反馈和异议;同时取得了立信阀门集团有限公司对本项目建设的支持。

因此,本项目的实施具有良好的公众支持条件。

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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用Ⅱ类放射源、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；辐射工作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 机构设置

公司已发文成立了两个辐射安全管理小组，负责单位的辐射安全与防护监督管理工作，并明确了相关人员职责。其中杭州总部以公司总经理孟晋为组长，温州项目部以项目部经理余文杰为组长。两个辐射安全管理小组独立工作，可以满足实际管理的需要，见附件9。

12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 公司现有97名辐射工作人员，均持有中级的辐射安全和防护培训证书，符合持证上岗的要求。所有辐射工作人员全部配备了个人剂量计，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。由检测报告结果可知：现有辐射工作人员2019年度个人剂量检测结果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中对辐射工作人员要求的剂量限值要求。公司已对所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，在岗辐射工作人员均可继续从事放射性工作，健康无异常。现有辐射工作人员培训、个人剂量检测和职业健康体检情况见附件11。

(2) 公司计划迁扩建后所需辐射工作人员全部从现有人员中调配，不新增。日后如涉及新增辐射工作人员，本次评价要求：

①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，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，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辐射工作人员的人员培训合格证书、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，且个人剂量检测档案和职业健康档案应长期保存。

(3) 本项目实施后计划配置17名辐射工作人员，均固定在温州项目部负责辐射工作，不与杭州总部现场探伤工作人员混用，具体人员信息见表12-1。

表12-1 温州项目部迁扩建后计划配置的辐射工作人员名单

序号	姓名	辐射安全和防护培训证书	职业健康体检情况	岗位
1	余文杰	FS20ZJ1100010	可继续从事放射性工作	辐射安全管理员
2	张小荣	复 E1802066	可继续从事放射性工作	辐射安全管理员
3	杨爱青	E1701085	可继续从事放射性工作	辐射安全管理员
4	范胜星	E1602042	可继续从事放射性工作	放射源专管员
5	黄宣东	E1701086	可继续从事放射性工作	放射源专管员
6	吴政宏	FS20ZJ1100011	可继续从事放射性工作	辐射操作人员
7	任学民	复 E1802068	可继续从事放射性工作	辐射操作人员
8	谢永光	复 E1802067	可继续从事放射性工作	辐射操作人员
9	柯高建	E1602044	可继续从事放射性工作	辐射操作人员
10	任壮壮	E1602041	可继续从事放射性工作	辐射操作人员
11	张国伟	E1602043	可继续从事放射性工作	辐射操作人员
12	麦家敏	E1602039	可继续从事放射性工作	辐射操作人员
13	尹文锋	E1904035	可继续从事放射性工作	辐射操作人员
14	江勇	E1801009	可继续从事放射性工作	辐射操作人员
15	雷大伟	E1701087	可继续从事放射性工作	辐射操作人员
16	邵存金	复训 E1901133	可继续从事放射性工作	辐射操作人员
17	陈齐赞	E1904033	可继续从事放射性工作	辐射操作人员

12.1.3年度评估情况

公司自开展辐射工作以来，公司均对本单位的射线装置和放射源的安全和防护状态进行年度评估，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。经与建设单位核实，公司2019年度评估报告已按要求及时提交生态环境部门。

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条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中有关要求，使用放射源和射线装置的单位要健全操作规程、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，并有完善的辐射事故应急措施。

12.2.1 现有辐射安全管理制度及完善性分析

公司已制定《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《射线安全防护管理规则》、《无损检测安全操作规则》、《射线检测现场作业安全防护管理规则》、《放射事故报告管理规则》、《无损检测人员岗位职责》、《X射线机安全操作规程》、《放射源安全操作规程》、《¹⁹²Ir- γ 射线探伤机操作规则》、《DL-VA型⁷⁵Se- γ 射线探伤机操作规则》、《放射源的订购、运输及回收管理规则》、《贮源场所安全防护规则》、《X射线机使用登记制度》、《放射源使用登记制度》、《X射线机维护和检查制度》、《放射源装置的维护和定期检查制度》、《移动探伤跨区域备案制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作场所环境监测制度》、《自行检查和年度评估制度》、《放射事故报告管理规则》和《辐射事故应急预案》等一系列规章制度（见附件10），并张贴上墙于相关辐射工作场所，内容健全完善且合理规范，基本满足现有核技术利用项目的管理需要。

经与建设单位核实，公司原温州项目部自2009年开展 γ 射线室内探伤工作以来，已积累丰富的实际管理经验，但一直与杭州总部共用一套辐射安全管理制度体系，该体系更偏向于现场探伤工作的辐射管理。本次评价建议公司建立属于温州项目部的针对性的规章制度，提高制度的可操作性。

12.2.2 本项目辐射安全管理制度要求

本项目在原温州项目部从事的 γ 射线室内探伤的基础上，新增了X射线室内探伤内容，且属于迁扩建性质，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，重新制定各项规章制度后张贴于本项目相关辐射工作现场，使之切实可行又符合相关管理规定，并付诸严格执行。

本次评价对各项制度的要点提出以下建议：

辐射防护和安全保卫制度：根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是X、 γ 射线探伤机的运行和维修时辐射安全管理。

探伤操作规程：针对本项目X、 γ 射线室内探伤分别制定操作规程，明确辐射工作人员资质条件要求、X、 γ 射线机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确X、 γ 射线装置室内探伤时的操作步骤，明确每次 γ 射线探伤工作前，操作人员应检查 γ 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，确保辐射安全措施的有效性。

设备维修制度：明确X、 γ 射线装置、辐射监测设备以及探伤室各项辐射安全设施（如安全联锁装置、照射信号指示器等）维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及

发生故障时采取的措施，确保X、 γ 射线装置及剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。重点是明确：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；禁止使用超过10年的探伤装置，当 γ 射线探伤装置到10年年限后，应及时报废。

岗位职责：明确管理人员、探伤操作人员、放射源专职管理人员及维修人员等的岗位职责，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

探伤装置使用登记和台帐管理制度：应记载探伤装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对探伤装置的说明书建档保存，确定台帐的管理人员和职责，建立台帐的交接制度；制定探伤装置的领取、归还和登记制度，放射源台帐和定期清点检查制度，重点是明确：由2名源库工作人员负责放射源相关的领取、归还和登记工作，由2名源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，做到帐物相符，一一对应，核实记录妥善保存，并建立计算机管理档案。

废源处理制度：应当与放射源的生产单位与销售单位签订回收协议，明确其有义务接受退役的放射源。放射源使用一定时间退役为废源后，应及时通知源的销售单位专车取走。

人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

个人剂量监测方案：明确辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质单位进行监测，公司明确个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标；明确辐射工作人员进行职业健康体检的周期，公司建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

档案管理制度：应建立辐射安全工作档案，并专人负责保管，主要包括：①辐射环评、辐射安全许可证及相关审批文件档案：历次核技术利用项目环境影响评价文件及环评批复文件、历次辐射安全许可证申请和变更、延续等办理手续的材料、辐射安全许可证正副本、历次核技术利用项目验收文件和批复等。②辐射安全管理制度：放射源和射线装置台账、放射源和射线装置购买和送贮（报废）相关材料、辐射安全管理制度文件资料、放射源和射线装置使用登记和维修维护记录、历次辐射管理培训和辐射应急演练记录、历次生态环境部门监督检查的检查表及整改报告、历次辐射安全和防护年度评估报告、辐射事故（事件）处理情

况相关材料等。③辐射工作人员档案：辐射工作人员名单、辐射工作人员辐射岗位培训合格证、历次辐射工作人员个人剂量监测报告和个人剂量监测台账、历次放射性工作场所监测报告、辐射防护仪器设备和用品台账等。④危废档案：危废管理计划、危废产生和贮存台账，危废申报登记材料、危废转移审批材料、危废转移联单及危废委托处置合同等。

辐射环境监测制度：购置辐射监测仪器等设备，明确日常工作的监测项目和监测频次，监测方式有企业自主监测与有资质单位开展的年度监测。监测结果妥善保存，并定期上报生态环境行政主管部门。

辐射事故应急预案：根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号文）的要求，公司应成立单位负责人为领导的放射性事故应急领导小组。针对可能产生的辐射污染情况制定事故应急制度，该制度要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并附上各联系部门及联系人的联系方式。同时根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景；演练参与人员等。

自行检查和年度评估制度：定期对探伤室的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免辐射事故的发生，检查结果均记录保存。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，使用射线装置和放射源的单位，应当对本单位的射线装置和放射源的安全和防护状态进行年度评估，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。

综上所述，公司在落实上述制度后，能够确保本项目X、 γ 射线室内探伤的安全使用，满足国家相关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》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度进行。

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 现有辐射监测情况

公司已制定《环境监测制度》，并定期委托有资质的单位进行辐射工作场所监测。公司现有辐射仪器和防护用品清单见前文的表1-4，可以满足现阶段的探伤工作要求。

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》要求，使用Ⅱ类放射源与Ⅱ类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）与《工业γ射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）的相关要求，本项目14名辐射工作人员均拟配备1台个人剂量计和1台具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪（该仪器同时具备直读剂量计和个人剂量报警仪的功能）。该部分人员全部从现有人员中调配，个人剂量计和个人剂量报警仪均已配置齐全。

由于公司杭州总部与温州项目部的辐射仪器和防护用品不混用，目前温州项目部现有辐射仪器和防护用品主要为1台固定式剂量监测系统（已报废）、3台便携式辐射剂量仪、1个长柄夹、2件铅衣、2双铅手套与2对铅眼镜，无法满足本项目迁扩建后的室内探伤工作需求。本次评价要求公司在现有基础上新增2套固定式剂量监测系统、1个长柄夹、2个铅沙袋、2件铅衣、2双铅手套与2对铅眼镜。

以上监测仪器按要求配备后，本次评价认为能够满足本项目的仪器配备要求。

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（1季度1次）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，并为工作人员长期保存职业照射记录和职业健康档案。

12.3.3 探伤工作场所辐射监测

根据辐射管理要求，公司应针对本项目具体情况制定如下监测方案：

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

（2）常规监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为1次/季。

(3) 年度监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，监测周期为1次/年。年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中6.6条款、《工业γ射线探伤放射防护标准》(GBZ 132-2008)中11.5条款、《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)中6.2条款、《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-93)及《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)等标准要求，本项目辐射工作场所监测计划建议如下：

表12-1 辐射工作场所监测计划建议

监测对象	监测项目	监测点位	监测频率	
			自行检测	委托检测
探伤室	X-γ辐射剂量率	探伤室四周屏蔽墙外30cm处、防护门门缝、防护门外30cm处、工作人员控制室、储源库、储源坑、探伤机出、入库时源容器表面；	1次/季	1次/年

12.4辐射事故应急预案

12.4.1现有预案执行情况及合理性分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，公司杭州总部和温州项目部已分别成立相应的辐射事故应急机构，负责本单位的放射事故应急管理工作。现有的辐射事故应急预案见附件12，主要包括下列内容：

- (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。

杭州总部辐射事故应急小组由公司总经理孟晋为组长，副总经理齐玮、QHSE部经理卢中为副组长，工程部、综合部、财务部等人员组成，辐射事故应急小组及相关部门应急电话见表12-2。

温州项目部辐射事故应急小组由项目部经理余文杰为组长，HSE专管员杨爱青为副组长，范胜星、江勇为班组长、综合部、财务部等人员为成员，辐射事故应急小组及相关部门应急电话见表12-3。

表12-2 杭州总部辐射事故应急小组及相关部门应急电话

项目部	类别	序号	人员姓名	职务	应急职责	联系电话	
杭州总部	公司内部辐射事故应急小组	1	孟晋	总经理	组长	13853298032; 0571-28936188	
		2	齐玮	副总经理	副组长	18657468172; 0571-28936188	
		3	卢中	QHSE 部	副组长	13376819879; 0571-28936188	
		4	周晓宁	工程部	负责现场警戒、和疏散人员	18506822667; 0571-28936188	
		5	钱国钿	工程部	负责应急所需的技术支持	13958145600; 0571-28936018	
		6	卢中	QHSE 部	负责放射源管理和应急的数据监测	13376819879; 0571-28936188	
		7	程广财	QHSE 部	负责消防及设备故障排除	13155197929; 0571-28936018	
		8	郝郁	QHSE 部	负责运送需急救人员	13858158881; 0571-28936002	
		9	陈林	综合部	救护组: 组织现场医疗、救护	13386526081; 0571-28936010	
		10	蒋鹏鹏	财务部	负责应急资金的调用	13610212011; 0571-28936025	
	相关部门应急电话	序号	单位名称				联系电话
		1	浙江省生态环境厅辐射处				0571-28869160、0571-28869158
		2	浙江省卫生健康委员会卫生监督处				0571-87838249
		3	浙江省公安厅治安总队				0571-87286186
		4	杭州市生态环境局辐射处				0571-87238492、0571-87238493
		5	杭州市卫生健康委员会监督处				0571-86411279
		6	杭州市公安局治安支队				0571-87280449
		7	杭州市生态环境局西湖分局				0571-88489020
		8	浙江省杭州市西湖区卫生健康委员会				0571-87993799
		9	杭州市公安局西湖区分局				0571-87979110
		10	急救中心				120
		11	环保报警				12369
		12	公安报警				110
13	消防报警				119		

注：放射源异地使用时，备案所在地相关生态环境部门和卫生部门的联系方式，将根据各项目部所属区域单独详细列出。

表12-3 温州项目部辐射事故应急小组及相关部门应急电话

项目部	类别	序号	人员姓名	职务	应急职责	联系电话	
温州项目部	公司内部辐射事故应急小组	1	余文杰	项目经理	组长	13857751604	
		2	杨爱青	HSE 专管员	副组长	13868609389	
		3	范胜星	班组长	负责现场警戒、和疏散人员	13757730672	
		4	江勇	班组长	负责应急所需的技术支持	13738396672	
		5	杨爱青	HSE 专管员	负责放射源管理和应急的数据监测	13868609389	
		6			负责消防及设备故障排除		
		7			负责运送需急救人员		
		8	张小荣	综合部	救护组：组织现场医疗、救护	13968776232	
		9	谢永光	财务部	负责应急资金的调用	13958066994	
	相关部门应急电话	序号	单位名称				联系电话
		1	浙江省生态环境厅辐射处				0571-28869160、0571-28869158
		2	浙江省卫生健康委员会卫生监督处				0571-87838249
		3	浙江省公安厅治安总队				0571-87286186
		4	温州市生态环境局辐射处				0577-88322712
		5	温州市卫生健康委员会办公室				0577-88580010
		6	温州市公安局治安支队				0577-89980598
		7	温州市生态环境局永嘉分局				0577-57672707
		8	永嘉县卫生健康局				0577-67222112
		9	永嘉县公安局				0577-67229911
10		急救中心				120	
11		环保报警				12369	
12	公安报警				110		

	13	消防报警	119
--	----	------	-----

<https://www.hzwxkhhb.f0504>

杭州总部和温州项目部均将卡源故障的风险内容和应急处理措施作为重要内容纳入到各自的辐射事故应急预案中；温州项目部迁扩建后由于项目建设地点靠近山体，详细说明了泥石流、崩塌、滑坡等的风险内容和应急处理措施。两个辐射事故应急小组独立工作，应急物资均单独配置，可以满足应急的要求。

经与建设单位核实，该公司运行期间，未发生过辐射事故。公司每年会组织一次辐射事故应急演练，并进行演习总结。因此，本项目现有辐射事故应急预案基本合理可行。

12.4.2 本次评价要求

(1) 公司应根据本次迁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，进一步细化 γ 射线室内探伤尤其卡源故障时的应急处理措施，并补充X射线室内探伤的风险内容和应急措施，以满足项目变化后的相关要求。

(2) 公司应定期、具有针对性的对可能发生的放射事故进行演练，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。

(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。

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，当发生认为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 可行性分析结论

(1) 实践正当性

杭州华安无损检测技术有限公司实施工业X、 γ 射线室内探伤迁扩建项目，目的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，经辐射防护屏蔽和安全管理后，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《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，该项目使用探伤机的目的是正当可行的。

(2) 相关规划及选址合理性

本项目拟建址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。项目建设不涉及生态保护红线，符合资源利用上线和环境质量底线要求，不在环境功能区划的负面清单内，符合“三线一单”的要求。周围企业主要为阀门制造企业，环境风险较小，均不构成重大危险源，对本项目的实施均无潜在的安全隐患。项目拟建址邻近山体植被一般发育，边坡现状稳定，不存在泥石流、崩塌、滑坡等环境隐患。探伤室评价范围50m内主要为立信阀门集团有限公司厂区内生产车间及行政办公楼、山体和空地（规划为绿化用地），无居民点和学校等环境敏感点。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及西北侧行政办公楼内的普通工作人员的辐射影响是可接受的。

因此，本项目的建设符合相关规划要求，且选址合理可行。

(3) 项目区辐射环境背景水平

本项目探伤室拟建址及周围环境的X- γ 辐射本底水平未见异常。

13.1.2 辐射安全与防护结论

(1) 辐射安全防护措施

①本项目拟建的1号探伤室西北侧防护墙采用1300mm混凝土，其余三侧防护墙采用900mm混凝土，顶棚采用700mm混凝土，工件门采用900mm混凝土，工作人员出入门采用16mm铅板；2号探伤室四侧墙体均采用1300mm混凝土，顶棚采用1000mm混凝土，工件门采

用1300mm混凝土，工作人员出入门采用20mm铅板，其屏蔽防护性能均能符合《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）及《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求。

②项目拟采取的辐射安全和防护措施详见本报告10.1.4章节。

（2）辐射安全管理

①公司已成立辐射安全管理小组，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，且每3个月到有资质的单位检测一次，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，且须在岗期间每两年进行一次职业病健康体检，并建立完整的个人健康档案。个人剂量档案和职业健康档案应长期保存。

（3）事故风险与防范

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。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）主要污染因子

本项目的主要污染因子为X射线及 γ 射线，另外探伤过程中产生一定量的臭氧和氮氧化物，洗片过程中产生一定量的废显（定）影液及废胶片。

（2）辐射环境影响预测

经理论预测，本项目探伤室投入运行后，各侧屏蔽墙体和工件门均满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）中“探伤室屏蔽墙外30cm处空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ”的要求和《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求。因此，本项目探伤室的屏蔽防护设计能够满足拟配备的X、 γ 射线探伤机的屏蔽要求。

（3）保护目标剂量

经理论预测，本项目探伤室投入运行后，在做好辐射安全措施的基础上，本项目辐射工作人员、辐射工作场所周围其他非辐射工作人员、普通公众成员及立信阀门集团有限公司

行政办公楼内的一般工作人员年有效剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众成员受照剂量限值要求以及本项目的年剂量约束值（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ）。

（4）“三废”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回收协议。探伤过程产生的少量臭氧和氮氧化物，探伤室拟设机械排风装置排至室外。X、 γ 射线探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片属于危险废物，须定期委托有资质的单位处理，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。X、 γ 射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

13.1.4 环保可行性结论

综上所述，杭州华安无损检测技术有限公司工业X、 γ 射线室内探伤迁扩建项目，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，本次评价所包括的各探伤机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 承诺和建议

1、公司承诺严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、“三废”处理设施及措施等辐射环保内容进行建设，加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用品的使用，落实辐射工作人员的辐射安全与防护培训、个人剂量监测、职业健康体检，并建立相应的人员档案。

2、环评报批后并建成，公司需及时向省级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》（国环规环评〔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、待本项目 γ 射线探伤室停止使用后，公司应按照国家相关法律法规要求及时办理退役手续。

表 14 审批

<p>下一级生态环境部门预审意见</p> <p>公章</p> <p>年 月 日</p> <p>经办人（签字）:</p>
<p>审批意见</p> <p>公章</p> <p>年 月 日</p> <p>经办人（签字）:</p>