

报告编号：WKFHP-23024

核技术利用建设项目

浙江祥泰钢瓶有限公司

X 射线数字成像检测系统应用项目

环境影响报告表

(报批稿)

浙江祥泰钢瓶有限公司

2023 年 10 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江祥泰钢瓶有限公司

X 射线数字成像检测系统应用项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江祥泰钢瓶有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省湖州市德清县雷甸镇丰华路 333 号 3-7 幢 101

邮政编码：313219

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	7
表 3 非密封放射性物质	7
表 4 射线装置	8
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	9
表 6 评价依据	10
表 7 保护目标与评价标准	13
表 8 环境质量和辐射现状	18
表 9 项目工程分析与源项	22
表 10 辐射安全与防护	26
表 11 环境影响分析	31
表 12 辐射安全管理	42
表 13 结论与建议	49
表 14 审批	52

表 1 项目基本情况

建设项目名称	浙江祥泰钢瓶有限公司 X 射线数字成像检测系统应用项目				
建设单位	浙江祥泰钢瓶有限公司				
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址	浙江省湖州市德清县雷甸镇丰华路 333 号 3-7 幢 101				
项目建设地点	浙江省湖州市德清县雷甸镇丰华路 333 号 3 号厂房				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	100	项目环保投资 (万元)	5	投资比例 (环保投资/总投资)	5%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	无新增
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

浙江祥泰钢瓶有限公司（以下简称“公司”）成立于 2023 年 5 月 5 日，注册地址为浙江省湖州市德清县雷甸镇丰华路 333 号 3-7 幢 101，主要经营范围为特种设备制造、燃气燃烧器具安装与维修、移动式压力容器/气瓶充装、燃气经营以及民用核安全设备制造等。

公司拟租赁浙江德川智能科技有限公司位于浙江省湖州市德清县雷甸镇丰华路 333 号的闲置厂房（租赁范围为钢结构 3 号、4 号、5 号、6 号、7 号厂房和东面办公楼 2 层、3 层用于工业生产，租赁合同见附件 6），购置单吸卧式离心泵、气瓶水压爆破试验机、真空直读光谱仪等设备，实施“年产 100 万只钢质焊接气瓶项目”。主体工程非放射性内容已于 2023 年 6 月 1 日取得浙江省工业企业“零土地”技术改造项目备案通知书，公司已委托编制《浙江祥泰钢瓶有限公司年产 100 万只钢制焊接气瓶项目环境影响报告表》，于 2023 年 9 月 5 日取得湖州市生态环境局的审批意见，审批文号为：湖德环建[2023]89 号，见附件 4。

1.2 项目建设目的和任务由来

为提高企业生产水平和确保产品质量，浙江祥泰钢瓶有限公司拟购 1 台 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统（该系统属于一体化设计和制造的成套设备，由一台 X 射线探伤机、一间自屏蔽探伤铅房与操作台组成，最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA），以对自生产的液化气瓶进行无损检测。

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》：“工业用 X 射线探伤装置分为自屏蔽式 X 射线探伤装置和其他工业用 X 射线探伤装置，其中自屏蔽式 X 射线探伤装置的使用活动按 III 类射线装置管理”。结合原环境保护部关于放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复：“自屏蔽式 X 射线探伤装置，应同时具备以下特征：一是屏蔽体应与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；二是屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；三是在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内”。基于上述规定，本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统具备人员进入自带屏蔽体内部的条件，不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置的范围，应界定为“其他工业用 X 射线探伤装置”，其使用活动按照 II 类射线装置管理。对照生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目。本次评价内容为使用 II 类射线装置，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，浙江祥泰钢瓶有限公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行环境影响评价，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘和收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

1.3 项目建设内容和规模

浙江祥泰钢瓶有限公司在浙江省湖州市德清县雷甸镇丰华路 333 号 3 号厂房实时成像室内拟购一台 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统，该系统属于一体化设计和制造的成套设备，由一台 X 射线探伤机、一间自屏蔽探伤铅房与操作台组成，用于对自生产的液化气瓶进行无损检测。所有探伤作业均为固定式探伤，不涉及移动式探伤。

射线装置具体应用情况见表 1-1。

表 1-1 本次评价内容与规模

序号	设备名称	类别	型号	数量	最大管电压	最大管电流	工作场所	出束类型
1	X 射线数字成像检测系统	II类	XYG-22508/3	1 台	225kV	8mA	实时成像室	定向朝向西侧

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关系

浙江祥泰钢瓶有限公司位于浙江省湖州市德清县雷甸镇丰华路 333 号，项目地理位置见附图 1。厂区东侧隔厂区道路为东大港，南侧隔厂区道路为在建厂房，西侧紧邻湖州同马航空设备制造有限公司 2 号厂房与 1 号厂房，北侧隔厂区道路为东大港，周围环境见附图 2，周围环境实景见附图 3。

厂区共包含 3 号、4 号、5 号、6 号、7 号厂房和东面办公楼 2 层、3 层，厂区总平面布置图见附图 5。

1.4.2 探伤工作场所位置及外环境关系

本项目 X 射线数字成像检测系统位于 3 号厂房实时成像室内，所属厂房为一层建筑，上方为不上人平台，下方为土层，无地下室。探伤铅房四侧均紧邻实时成像室内过道，东侧约 1m 为操作台，约 5m 为钢瓶生产区；南侧约 9m 为厂区道路，约 21m 为在建厂房；西南侧约 40m 为在建厂房；西侧约 3m 为钢瓶生产区，相隔约 13m、36m 分别为湖州同马航空设备制造有限公司 2 号厂房与 1 号厂房；北侧约 4m 为钢瓶生产区，约 15m 为附件区，约 20m 为机加工区；东北侧约 15m 为原材料落料区；正上方约 0.6m 为实时成像室顶棚，约 6m 为所在厂房屋顶；正下方为土层。所在厂房平面布置图见附图 5。

1.4.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为评价范围 50m 内活动的辐射工作人员、公众人员。

1.4.4 规划符合性分析

(1) 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省湖州市德清县雷甸镇丰华路 333 号，属于德清县通航产业园内。根据建设单位提供的房产证（见附件 5）与《德清通航产业园（规划）》（见附图 6），本项目用地性质为工业用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求。

(2) 区域环评符合性分析

本项目属于德清县通航产业园内，德清通航产业园已编制规划环评，《德清通航产业园

《（规划）环境影响报告书》中结论清单如表 1-2 所示，相关环境准入要求（节选）如表 1-3 所示。

表 1-2 区域环评结论清单要求

结论清单	主要内容
生态空间清单	西大港两侧满足东部河道滨岸生态保障区管控要求；规划区内居住组团满足人居环境保障区管控要求
环境质量底线清单	地表水环境：所在流域水体规划水质目标为Ⅲ类水体； 环境空气：达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准； 土壤环境：满足用地需求
污染物排放总量管控限值清单	CODcr 总量管控限值 61.37t/a；氨氮总量管控限值 6.137t/a；SO ₂ 总量管控限值 76.5t/a；NO _x 总量管控限值 131.43t/a；烟粉尘总量管控限值 100.6t/a；VOCs 总量管控限值 218.33t/a；危险废物总量管控限值 1022t/a
资源利用上线清单	水资源利用上线：用水总量上线 0.48 万 t/d、工业用水量上线 0.17 万 t/d。 土地资源利用上线：土地资源总量上线 1060.11ha、建设用地总量上线 938.31ha、工业用地总量上线 461.13ha
环境准入条件清单	禁止类产业清单：新建单独的喷涂、喷漆等金属表面处理项目（为智能制造配套项目除外），含有传统电镀生产工艺的项目；限制类产业清单：环境友好型涂料使用比例低于 50%。

表 1-3 区域环评环境准入要求（节选）

国民经济分类	大类	中类	小类	类别名称	禁止清单		
					行业清单	工艺清单	产品清单
C制造业	33		部分	金属制品业	/	禁止：1、金属冶炼项目；2、含有传统电镀生产工艺的项目；3、有钝化工艺的热镀锌项目；4、使用无芯工频感应电炉设备的项目	炼铁、炼钢和合金制造项目
					限值清单		
					行业清单	工艺清单	产品清单
					1、年用油性涂料 20 吨以上、VOC 废气排放量 >2t/a 且未采用 VOC 最佳环保治理技术的项目；2、含有使用盐酸的酸洗工序的项目	环境友好型涂料使用比例低于 50%	

根据《德清通航产业园（规划）环境影响报告书》及浙江省工业企业“零土地”技术改造项目备案通知书，本项目主体工程符合区域规划环评的要求。本项目为主体工程配套的辐射内容，为自生产的液化气瓶进行无损检测以确保产品质量，故亦符合区域规划环评的要求。

（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），“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”。本项目“三线一单”符合性判定情况见表 1-4。

表 1-4 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	根据《德清县“三线一单”生态环境分区管控方案》及《德清县生态保护红线图》（见附图 7）、《德清县环境管控单元分类图》（见附图 8）、《德清县“三区三线”图》（见附图 9），本项目位于浙江省湖州市德清县雷甸镇，所在地为集中建设区域，属于湖州市德清县临杭产业集聚重点管控单元（编码：ZH33052120005），不在生态红线范围内，符合生态保护红线的要求。
环境质量底线	经现场检测，本项目辐射工作场所及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率属于正常本底范围。经辐射环境影响预测，本项目运行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工作人员及公众成员的辐射影响是可接受的。本项目运行中不产生废水废物，符合环境质量底线的要求。
资源利用上线	本项目运行过程会消耗一定量的电力、水资源等，主要源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。
生态环境准入清单	<p>根据《德清县“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所在地属于湖州市德清县临杭产业集聚重点管控单元（编码：ZH33052120005），该管控单元生态环境准入清单内容要求如下：</p> <p>一、空间布局约束</p> <p>优化完善区域产业布局，合理规划布局三类工业项目，鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造。在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。土壤污染重点监管单位新（改、扩）建项目用地应当符合国家或地方有关建设用地土壤风险管控标准。</p> <p>二、污染物排放管控</p> <p>实施污染物总量控制制度，严格执行地区削减目标。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。推进工业集聚区“零直排区”建设，所有企业实现雨污分流，现有工业集聚区内工业企业废水必须经预处理达到集中处理要求，方可进入污水集中处理设施。</p> <p>三、环境风险防控</p> <p>严格控制石油加工、化学原料和化学制品制造、医药制造、化学纤维制造、有色金属冶炼、纺织印染等项目环境风险。定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险，落实防控措施。强化工业集聚区应急预案和风险防控体系建设，防范重点企业环境风险。</p> <p>四、资源开发率要求</p> <p>推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。</p> <p>综上所述，本项目属于核技术利用建设项目，不属于二、三类工业企业类项目，项目运行不产生废水，不会对周围水环境造成影响。本项目探伤设备运行过程中会产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，经机械通风系统可排出探伤铅房，再由实时成像室内通风装置可将气体引至室外，臭氧可在环境中自动分解。故本项目产生的废气基本不会对周围大气环境造成影响。同时，公司拟制定《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《德清县“三线一单”生态环境分区管控方案》中生态环境准入清单的管控要求。</p>

综上所述，本项目建设符合“三线一单”的要求。

1.4.5 选址合理性分析

本项目探伤铅房评价范围 50m 内主要为浙江祥泰钢瓶有限公司 3 号、4 号与 5 号厂房、

厂区道路、湖州同马航空设备制造有限公司 1 号与 2 号厂房及西南侧、南侧在建厂房，无居民点和学校等环境敏感点。经辐射环境影响预测，本项目运行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成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的选址基本合理可行。

1.5 产业政策符合性分析

结合中华人民共和国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）》及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。

1.6 实践正当性分析

本项目实施的目的是为了对公司自生产的液化气瓶进行无损检测，从而提高产品质量和生产水平，具有良好的经济效益和社会效益。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的年有效剂量符合本项目剂量约束值的要求，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，按照规范正当操作，该公司探伤装置的使用是符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则的。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，浙江祥泰钢瓶有限公司之前未开展过任何辐射相关活动，不具备《辐射安全许可证》，因此不存在原有核技术利用项目许可情况。

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	适用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

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)	年最大操作量 (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 射线数字成像 检测系统	II类	1 台	XYG-22508/3	225	8	无损检测	实时成像室内	本次评价

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	由机械通风系统引至探伤铅房外，经实时成像室通风扇引至厂房，直接排放于大气环境。

注：1. 常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/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

法规文件	<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>(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>(6) 《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>(7) 《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>(8) 《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>(9) 《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》，原国家环境保护总局环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(10) 《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>(11) 《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>(12) 《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>(13) 《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>(14) 《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>(15) 《自然资源部关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》，自然资办函〔2022〕2072号，2022年9月28日印发；</p>
------	--

	<p>(16) 《自然资源部办公厅关于浙江等省(市)启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资办函〔2022〕2080号，2022年9月30日起施行；</p> <p>(17) 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第71号，2022年8月1日起施行；</p> <p>(18) 《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4月1日起施行；</p> <p>(19) 《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4月1日起施行；</p> <p>(20) 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(2023年本)》的通知，浙环发〔2023〕33号，浙江省生态环境厅，2023年9月9日起施行；</p> <p>(21) 关于《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》的批复，浙政函〔2020〕41号，浙江省人民政府，2020年5月14日起施行；</p> <p>(22) 关于印发《德清县“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知，德环〔2020〕12号，湖州市生态环境局德清分局，2020年10月9日印发。</p>
技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)，2016年4月1日实施；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)，2003年4月1日实施；</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)，2023年03月01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) 《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>(6) 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》及1号修改单(GBZ 2.1-2019)，2020年4月1日实施；</p> <p>(7) 《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>(8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)，2021年5月1日实施。</p>

其他	<ul style="list-style-type: none">(1) 环评委托书;(2) 建设单位提供的工程设计图纸及技术参数资料
----	---

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置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”，并结合本项目的实际情况，确定本项目评价范围为 X 射线数字成像检测系统自带铅房屏蔽体外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为评价范围 50m 内活动的辐射工作人员、公众人员，具体见表 7-1。

表 7-1 本项目辐射工作场所主要环境保护目标

保护目标	所在位置	相对方位	与铅房边界最近距离	人员规模
辐射工作人员	操作台	东侧	约 1m	2 人
公众人员	铅房四周 ^②	/	紧邻	/
	车间过道	东侧	约 3m	15 人/d
	钢瓶生产区		约 5m	约 35 人
	车间过道	南侧	约 2m	10 人/d
	厂区道路		约 9m	10 人/d
	在建厂房		约 21m	约 15 人
	在建厂房	西南侧	约 40m	约 15 人
	车间过道	西侧	约 1m	5 人/d
	钢瓶生产区		约 3m	约 5 人
	湖州同马航空设备制造有限公司 2 号厂房		约 13m	约 12 人
	湖州同马航空设备制造有限公司 1 号厂房		约 36m	约 12 人
	车间过道	北侧	约 1m	10 人/d
	钢瓶生产区		约 4m	约 5 人
	附件区		约 15m	约 15 人
	机加工区		约 20m	约 20 人
原材料落料区	东北侧	约 15m	约 2 人	

备注：①本项目所属厂房为一层建筑，上方为不上人平台，下方为土层，无地下室。

②由于本项目探伤铅房所在实时成像室实行专人管理，因此不考虑实时成像室内有公众人员进入。

7.3 评价标准

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

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求，适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

（1）防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经

济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

(2) 剂量限值

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 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

(3) 剂量约束值

11.4.3.2 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。

本次评价保守取相应剂量限值的 25%作为本项目剂量约束值管理目标，即职业照射剂量约束值为 5mSv/a；公众照射剂量约束值为 0.25mSv/a。

(4) 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。

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了 x 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求，适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避免有用线束照射的方向并与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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

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

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

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

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

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

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

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求，适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

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

3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中,应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

7.3.5 项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)及第 1 号修改单,确定本项目的管理目标如下:

(1) 周围剂量当量率

X 射线数字成像检测系统自带探伤铅房的四侧屏蔽体、防护门、顶棚外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 个人剂量约束值

职业人员年有效剂量不超过 5mSv; 公众成员年有效剂量不超过 0.25mSv。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

8.1.1 地理位置

浙江祥泰钢瓶有限公司位于浙江省湖州市德清县雷甸镇丰华路 333 号，项目地理位置见附图 1。厂区东侧隔厂区道路为东大港，南侧隔厂区道路为在建厂房，西侧紧邻湖州同马航空设备制造有限公司 2 号厂房与 1 号厂房，北侧隔厂区道路为东大港，周围环境见附图 2，周围环境实景见附图 3。

8.1.2 场所位置

本项目 X 射线数字成像检测系统位于 3 号厂房实时成像室内，所属厂房为一层建筑，上方为不上人平台，下方为土层，无地下室。探伤铅房四侧均紧邻实时成像室内过道，东侧约 1m 为操作台，约 5m 为钢瓶生产区；南侧约 9m 为厂区道路，约 21m 为在建厂房；西南侧约 40m 为在建厂房；西侧约 3m 为钢瓶生产区，相隔约 13m、36m 分别为湖州同马航空设备制造有限公司 2 号厂房与 1 号厂房；北侧约 4m 为钢瓶生产区，约 15m 为附件区，约 20m 为机加工区；东北侧约 15m 为原材料落料区；正上方约 0.6m 为实时成像室顶棚，约 6m 为所在厂房屋顶；正下方为土层。所在厂房平面布置图见附图 5。

8.2 环境现状评价对象

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价，评价对象为 X 射线数字成像检测系统拟建址及其周围环境。

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 辐射空气吸收剂量率。

8.3.3 检测点位

根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况布点监测，点位分布情况见图 8-1，检测报告及检测资质证书见附件 7。

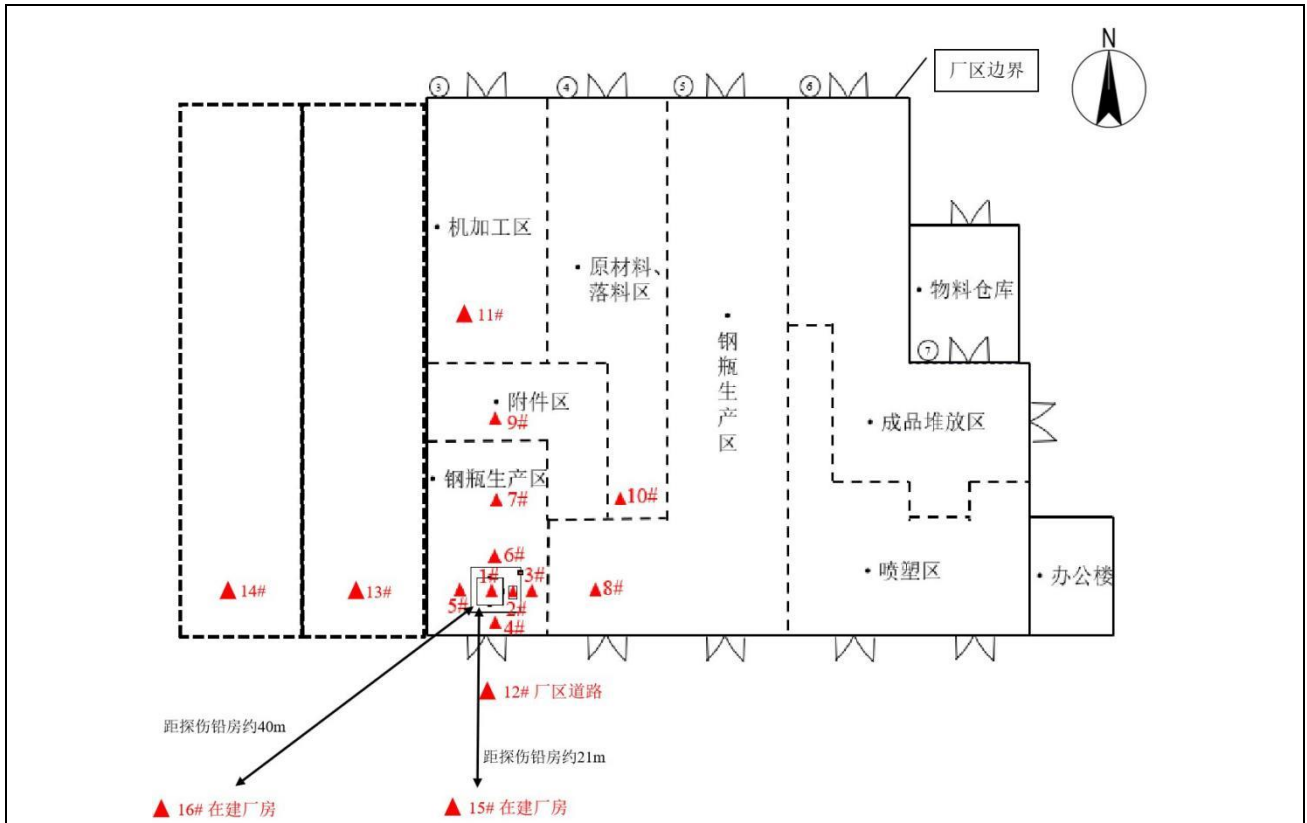


图 8-1 辐射环境本底监测图

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：2023 年 9 月 7 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) 检测方法：仪器探头离地 1m，待仪器读数稳定后，通常以约 10s 的间隔读取数据；
- (6) 检测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：晴；室外温度：29℃；室内温度：25℃；相对湿度：51%；
- (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	6150 AD 6/H (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:0.05uSv/h~99.99uSv/h 外置探头:0.01uSv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头:20keV-7MeV<+30% 外置探头:60keV-1.3MeV≤+30%
检定证书编号	2023H21-20-4419850003

检定有效期	2023年02月15日至2024年02月14日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准因子 C_f	1.05
探测限	$\geq 10\text{nSv/h}$

8.3.5 质量保证措施

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）及《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）等标准中有关电离辐射环境监测质量保证的通用要求、实验室的质量要求文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格）和质量证明文件（包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录）实行全过程质量控制，保证此次检测结果科学、有效。本次环境现状检测质量保证主要内容有：

- （1）检测机构通过了计量认证。
- （2）检测前制定了详细的检测方案及实施细则。
- （3）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。
- （4）检测所用仪器已通过计量部门检定/校准合格，且在检定/校准有效使用期内使用。

监测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行。

- （5）检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持有合格证书上岗。

- （6）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

（7）现场检测严格按照规定的检测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和检测数据。

（8）建立完整的文件资料。仪器校准说明书、检测方案、检测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查。

- （9）检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

8.3.6 检测结果及分析

检测结果见表 8-2。

表 8-2 X 射线探伤铅房拟建址及周围环境辐射背景检测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)	备注
		平均值	
1	探伤铅房	121	室内
2	操作台	118	室内
3	实时成像室东侧	118	室内
4	实时成像室南侧	126	室内

5	实时成像室西侧	126	室内
6	实时成像室北侧	119	室内
7	北侧钢瓶生产区	134	室内
8	东侧钢瓶生产区	135	室内
9	附件区	122	室内
10	原材料落料区	118	室内
11	机加工区	127	室内
12	厂区道路	120	室外
13	湖州同马航空设备制造有限公司2号厂房配件区	126	本项目厂界外， 室内
14	湖州同马航空设备制造有限公司1号厂房配件区	118	本项目厂界外， 室内
15	在建厂房	112	室外
16	在建厂房	113	室外

注：1、本项目探伤铅房所在车间为一层建筑，上方为不上人平台，下方为土层，无地下室。
2、本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JIG393，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy。
3、 γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 28.56nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，12#、15#、16#点位取 1，其余点位取 0.9。

本项目探伤铅房拟建址周围环境各室内检测点位的 γ 辐射剂量率范围为 118nGy/h~135nGy/h，道路 γ 辐射剂量率为 112nGy/h~120nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，湖州市室内的 γ 辐射剂量率范围为 40nGy/h~170nGy/h 之间，道路上 γ 辐射剂量率在 13nGy/h~139nGy/h 之间，可见本项目拟建设地址 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目施工期主要为依托主体工程的生产车间进行 X 射线数字成像检测系统安装及设备调试,该系统属于一体化设计和制造的成套设备,由一台 X 射线探伤机、一间自屏蔽探伤铅房与操作台组成。由于本项目探伤铅房出厂前未做底部防护,采用下沉地表并浇筑 265mm 厚的混凝土进行防护,故探伤铅房安装时主要污染因子为施工扬尘、施工废水、生活污水、施工噪声、建筑垃圾与生活垃圾。设备调试时会产生 X 射线及少量的臭氧与氮氧化物。本项目施工期较短,对周围环境产生的影响是短暂的,随施工期结束,环境影响也随之停止。具体工艺流程及产污环节见图 9-1。

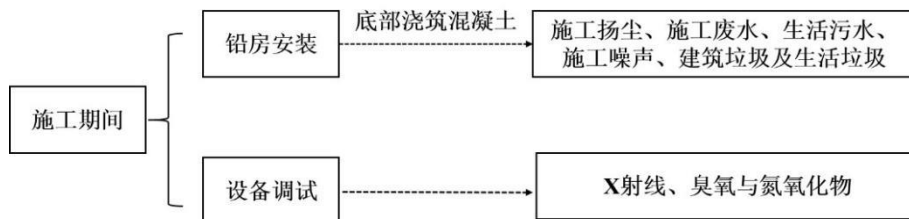


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 设备组成及作业方式

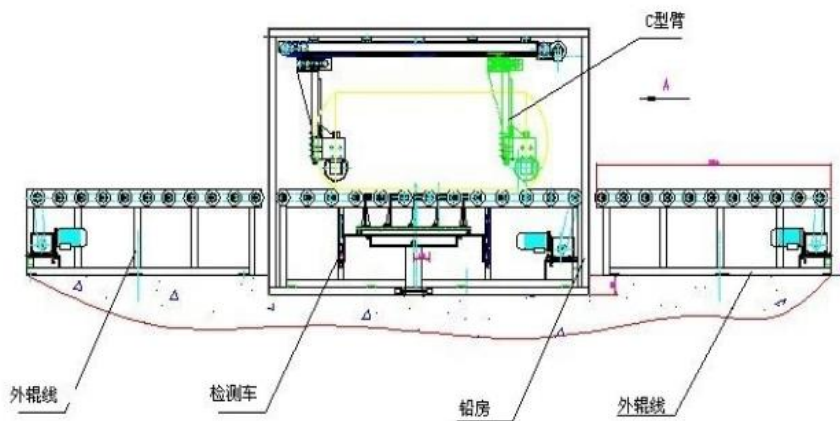


图 9-2 本项目 X 射线数字成像检测系统示意图

本项目 X 射线数字成像检测系统主要由 X 射线系统、图像显示及处理系统、操作控制台、机械传动系统、冷却系统及防护铅房组成,其中冷却系统将风冷凝水作为介质进行循环使用以防 X 射线管过热。该系统可以对 $\Phi 200\text{mm}\sim\Phi 600\text{mm}$ 的钢瓶进行直焊缝和环焊缝检测。其中机械传动系统主要包含内外辊线、C 型臂等部件,内辊线可以使钢瓶在铅房内进行前后平移、 360° 旋转、可对钢瓶进行顶起; C 型臂可调整管头升降、管头相对检测工件的远近、平板升降、平板相对被检测工件的远近,同时可以完成管头和平板相对被检测工件的偏转,最大偏转角度为

±20°。设备示意图见图 9-2。

9.2.2 工作原理

X 射线数字成像检测系统是新一代的无损检测设备，以数字成像的技术，取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检物体后衰减，由图像增强器接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测的目的。

X 射线管主要由 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 射线管结构图见图 9-3。

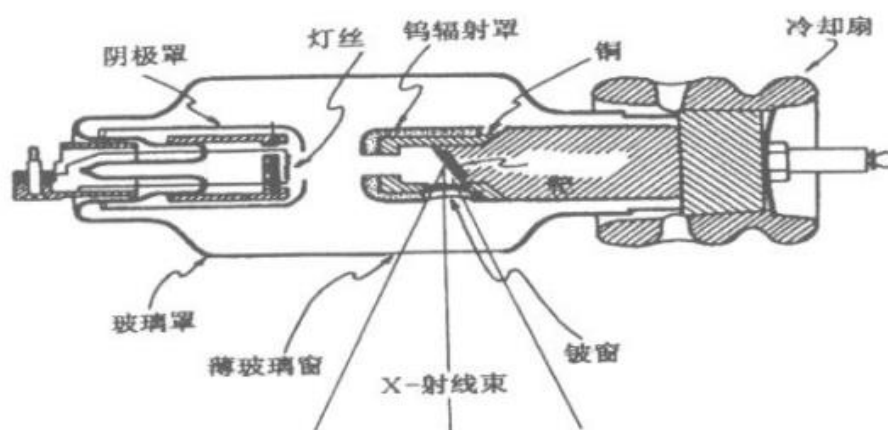


图 9-3 典型的 X 射线管结构

9.2.3 操作工艺流程及产污环节

(1) 确认探伤设备处于非工作状态下，由辐射工作人员将待检测工件放置于自动输送带上经工件入口防护门传送至探伤铅房内；

(2) 调整射线管与图像增强器或工件的位置，使得射线主要部分能够照射在工件上；

(3) 工件摆放合适后关闭铅门，确认安全联锁装置、“预备”与“照射”状态指示灯、声音提示装置、固定式场所辐射探测报警装置均能正常运行，方可开启 X 射线数字成像检测装置，开始曝光；

(4) 经实时成像，辐射工作人员透过显示屏可观察工件质量状况，并做出判断，根据需

要将数据存储；

(5) 检测完成后关闭检测装置，关闭电源。开启工件出口防护门，由自动输送带运出工件。

探伤工艺流程及产污环节见图 9-4。

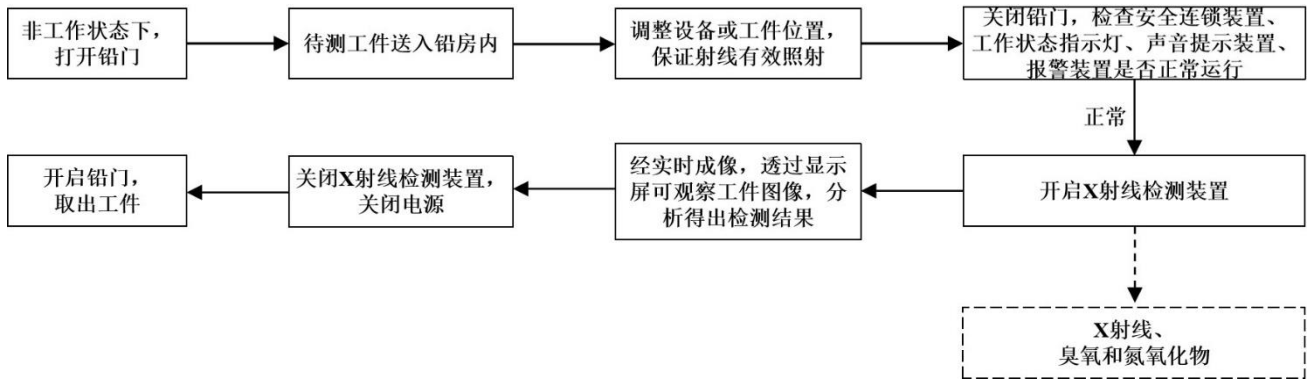


图 9-4 X 射线数字成像检测系统探伤工艺流程及产污环节

9.2.4 工作负荷

本项目探伤工件为自生产的液化气瓶，材质均为钢，工件最大尺寸：高度为 1200mm、直径为 407mm、厚度为 2.8mm~3.0mm，采用抽检的方式。每日实际曝光时间为 4h，年工作 300 天，年计 50 周，则合计年探伤时间为 1200h，周探伤时间为 24h。

9.2.5 人员配备与工作班制

本项目计划配置 2 名辐射工作人员，轮流进行辐射操作，实行昼间一般制（8h），年工作 300 天。

9.3 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 射线随探伤装置的开、关而产生和消失。本项目 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时，才会发出 X 射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在开机曝光期间，X 射线是本项目的主要污染因子。

辐射场所中的 X 射线主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射。

① 有用线束和散射辐射

根据《X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.1，有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量；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。本项目最大管电压为 225kV，有用线束与散射辐射源项保守取管电压 250kV 以 0.5mm 铜为过滤条件时的 X 射线输出量即

16.5mGy·m²/ (mA·min)。

② 泄漏辐射

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 5.1.1 条款表 1，本项目 X 射线数字成像检测系统在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率为 5mSv/h。

（2）臭氧和氮氧化物

X 射线数字成像检测系统在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。铅房顶棚设有一个通风口，采用 L 型迷道形式，通风口尺寸为 120mm×120mm，装有通风扇，通风量为 300m³/h，并于通风出口处装设 10mm 铅防护罩。铅房体积约为 12.46m³，有效换气次数不低于 24 次/h，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

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

本项目 X 射线数字成像检测系统属于一体化设计和制造的成套设备，由一台 X 射线探伤机、一间自屏蔽探伤铅房与操作台组成。该系统所在实时成像室平面布局图见附图 10，探伤铅房剖面设计示意图见附图 11，通风口与电缆管道剖面示意图见附图 12。

探伤铅房净面积为 5.6m²，内尺寸为 2.49m（长）×2.26m（宽）×2.23m（高）。探伤铅房北侧设有一扇工件入口防护门（气动门），南侧设有一扇工件出口防护门（气动门），门洞尺寸均为 0.68m（宽）×0.68m（高），防护门上下左右与墙体搭建宽度均为 100mm，门体为铅钢复合结构。探伤铅房东侧设有一扇维修门（手推门），门洞尺寸为 1700mm（高）×795mm（宽），维修门上下左右与墙体搭接宽度分别为 130mm、100mm、125mm、120mm，门体为铅钢复合结构。本项目探伤工件最大尺寸高度为 1200mm，直径为 407mm，厚 3.0mm，工件可方便出入探伤铅房且满足防护门关闭时最大工件的探伤需求。操作台位于探伤铅房东侧，探伤铅房有用线束朝向为铅房西侧，可避开照向操作台的工作人员，且探伤铅房位于实时成像室内，由专人管理，普通公众不可进入探伤工作场所内。铅房顶棚设有一个通风口，采用采用 L 型迷道形式，尺寸为 120mm×120mm，装有通风扇，通风量为 300m³/h，于通风出口处设 10mm 铅防护罩。铅房内东侧下方设有电缆孔，以 U 型斜插方式穿墙，出线口尺寸为 120mm×120mm，于出口处敷设 10mm 铅板。

综上所述，本项目铅房设计可满足探伤工件进出探伤铅房并于铅房内进行探伤检测的要求；铅房的布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.1 条款的要求；根据表 11-5 预测结果可知，探伤过程中产生的 X 射线经探伤铅房屏蔽防护并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。因此，本项目 X 射线数字成像检测系统所在工作场所布局具有合理性。

10.1.2 分区原则和两区划分

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。

根据两区划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定，本项目对

探伤工作场所实行分区管理，将 X 射线数字成像检测系统的探伤铅房内部区域划为控制区，探伤期间禁止无关人员入内，并在探伤铅房防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；探伤铅房所在实时成像室划为监督区，探伤期间限制非辐射工作人员入内。本项目分区管理示意图见附图 10。

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目探伤铅房剖面设计示意图见附图 11，各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 10-1。

表 10-1 探伤铅房屏蔽设计情况一览表

项目		设计情况
铅房规格	外尺寸	面积为 6.36m ² ，尺寸为 2640mm（长）×2412 mm（宽）×2359mm（高）
	内尺寸	面积为 5.6m ² ，尺寸为 2492mm（长）×2260mm（宽）×2225mm（高）
铅房西侧屏蔽体（有用线束朝向）		2mm 钢+14mm 铅板+2 mm 钢
其余三侧屏蔽体		2mm 钢+10mm 铅板+2mm 钢
顶棚		2mm 钢+10mm 铅板+2mm 钢
底部		探伤铅房出厂前未做底部防护，采用下沉地表，浇筑 265mm 厚度的混凝土
工件防护门	工件入口门	铅房北侧设有 1 扇工件入口门，南侧设有 1 扇工件出口门，均为气动门； 门洞尺寸均为 680mm（宽）×680mm（高）； 防护门尺寸均为 880mm（宽）×880 mm（高）； 均采用 2mm 钢+10mm 铅板+2mm 钢； 防护门与墙体上下左右搭接宽度均为 100mm
	工件出口门	
维修门		铅房东侧设有 1 扇维修门，为手推门； 门洞尺寸为 1700mm（高）×795mm（宽）； 防护门尺寸为 1930mm（高）×1040mm（宽）； 采用 2mm 钢+10mm 铅板+8mm 钢； 防护门与墙体上、下、左、右搭接宽度分别为 130mm、100mm、125mm、120mm
电缆管道		位于铅房东侧，U 型斜插穿墙，出线口尺寸为 120×120mm，出口处敷设 10mm 铅板
通风口		位于顶棚处，设有 1 个通风口，采用 L 型迷道形式，通风口尺寸为 120×120mm，通风量为 300m ³ /h，出口处设 10mm 铅防护罩

注：表中混凝土的密度不小于 2.35g/cm³，铅的密度不小于 11.3g/cm³。

本项目探伤铅房的屏蔽体厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素，经理论预测，探伤铅房的四侧屏蔽体、防护门与顶棚外 30cm 处的周围剂量当量率均满足 2.5μSv/h 的限值要求，职业人员和周围公众年有效剂量均满足 GB 18871-2002 中“剂量限值”和本项目剂量约束值的要求。因此，本项目探伤铅房的辐射屏蔽防护设计方案合理可行。

10.1.4 辐射安全和防护措施

10.1.4.1 设备自带辐射安全防护措施

本项目 X 射线数字成像检测系统拟购于正规生产厂家，设备出厂前已有以下安全措施：

(1) 本项目 X 射线数字成像检测系统的 X 射线管窗口处自带有射线限束装置。

(2) 本项目探伤铅房北侧 1 扇工件入口防护门、南侧 1 扇工件出口防护门与东侧 1 扇维修防护门均已设置门-机联锁装置，所有防护门均与探伤装置联锁。在探伤过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束。

(3) 工件入口门与工件出口门上方分别设有 1 个警示灯，并与探伤装置联锁。

(4) 探伤铅房内部西侧、北侧与南侧以及探伤铅房外工件入口门与工件出口门上方分别设有 1 个监视装置，操作台上设有专用监视器，可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(5) 探伤铅房所有防护门上均已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。

(6) 操作台处与探伤铅房东侧屏蔽体已分别设 1 个急停按钮，出现紧急事故时能立即停止照射，人员无需穿过主射线束即可使用。

(7) 探伤铅房内顶棚处已设置 1 套机械通风装置，采用 L 型迷道形式，通风口尺寸为 120×120mm，通风量为 300m³/h，于通风出口处设有 10mm 铅防护罩。探伤铅房容积为 12.46m³，则每小时有效通风换气次数为 24 次，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

(8) 探伤铅房内东侧屏蔽体处已设有电缆口，以 U 型斜插方式穿墙，并于出口处敷设 10mm 铅板。

(9) 操作台处已设有电源锁、电源指示灯、铅门开/关指示灯。

10.1.4.2 场所辐射安全防护措施

(1) 对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），本项目在设备自带辐射安全防护措施基础上，建设单位需新增以下辐射安全防护措施：

① 本项目探伤铅房现仅为警示灯，不具备显示“预备”与“照射”状态。建设单位拟于探伤铅房门口与内部均增设显示“预备”与“照射”状态的指示灯与声音提示装置，并与探伤装置联锁。“预备”信号应该足够长的时间，以确保探伤铅房内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

② 探伤铅房内东侧急停按钮旁拟增设标签，标明使用方法。

③ 探伤铅房拟配置 1 套固定式场所辐射探测报警装置。

(2) 为了更好地做好探伤工作场所辐射安全防护管理，建设单位在 GBZ 117-2022 基础上

拟新增以下辐射安全防护措施：

- ① 拟建立 X 射线数字成像检测系统使用台账。
- ② 实时成像室内拟设监控装置、通风装置。
- ③ 实时成像室拟设专用钥匙并由专人管理，并告诫无关人员不得靠近。
- ④ 各项辐射环境管理规章制度拟张贴于探伤工作场所现场处。

10.1.4.3 探伤操作放射防护措施

(1) 工作人员进入探伤铅房时，须佩戴个人剂量计、携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤铅房，同时防止其他人进入探伤铅房，并立即向辐射防护负责人报告。

(2) 探伤铅房工作人员应定期测量探伤铅房外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量结果超标或异常应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

(3) 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

(4) 探伤工作人员应正确使用辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。

(5) 在每一次照射前，操作人员都应检查探伤铅房防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否正常；确认探伤铅房内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

10.1.4.4 探伤装置检查与维护

本项目探伤工作开始前的检查内容与维护要求见表 10-2。

表 10-2 探伤工作检查与维护项目一览表

装置类型	类别	项目内容
X 射线探伤装置	工作前检查	(1) 探伤机外观是否完好； (2) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； (3) 安全联锁是否正常工作； (4) 报警设备和警示灯是否正常运行； (5) 螺栓等连接件是否连接良好； (6) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。
	维护	(1) 使用单位应对探伤装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应有受过专业培训的工作人员或设备制造商进行 (2) 设备维护包括探伤装置的彻底检查和所有零部件的详细检测； (3) 当设备有故障或损坏需要更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品； (4) 应做好设备维护记录。

10.1.4.5 探伤设施退役

(1) 本项目 X 射线数字成像检测系统后期如报废，建设单位应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

(2) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

(3) 当所有辐射源从现场移走后，建设单位按监管机构要求办理相关手续。

(4) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

10.1.4.6 辐射防护监测用品清单

表 10-3 本项目辐射防护监测用品一览表

编号	名称	数量
1	个人剂量计	2 支
2	个人剂量报警仪	1 台
3	便携式 X-γ 剂量率仪	1 台
4	固定式场所辐射探测报警装置	1 台

10.2 三废的治理

本项目 X 射线数字成像检测系统在开机过程中不产生放射性废气、放射性废水、放射性固废。X 射线探伤装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物，可通过机械通风设施排出探伤铅房，再经实时成像室内设的通风扇可将气体引至厂房，经厂房空气流通排出室外。臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

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

本项目探伤铅房为外购成品铅房，出厂前未做底部防护，采用下沉地表，并浇筑 265mm 厚度的混凝土进行防护，项目施工量较小，施工期较短，本次评价仅作简要分析：

(1) 大气：本项目在施工期间产生少量地面扬尘，由于工程量较小，施工作业范围较小，因此只要采取一定措施即可较大程度降低施工期的废气污染。

(2) 废水：施工期间会有少量含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，建议经沉淀处理后排入已有的排污管道。施工人员生活污水经化粪池预处理后排入市政污水管网。

(3) 噪声：施工期间会有噪声产生，但由于施工量小，对周围环境影响较小。

(4) 固体废物：施工期间会有少量建筑包装等固体废物生成，建设单位应妥善收集后集中处理。施工人员生活垃圾经收集后交由环卫部门清运。

11.1.2 设备安装阶段

本项目 X 射线数字成像检测系统的安装与调试均由专业人员在探伤铅房内进行。经探伤铅房与防护门的屏蔽与距离衰减后，设备产生的辐射对环境的影响是可接受的。因此，在设备安装阶段，无放射性废气、放射性废水以及放射性固废产生，建设单位需及时回收包装材料进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

为分析预测本项目 X 射线数字成像检测系统投入运行所引起的辐射环境影响，本项目依据《工业 X 射线探伤辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中的计算方法进行理论计算。

本项目 X 射线数字成像系统靶点可移动，因此按最不利情况考虑，探伤作业进行时靶点与探伤铅房东侧屏蔽体及维修门距离约 0.50m，与南北侧屏蔽体及南北侧工件出入防护门距离约 0.52m，与西侧屏蔽体距离约 1.59m，与顶棚距离约 1.28m。本项目 X 射线数字成像系统有用线束朝向探伤铅房西侧，根据 GBZ/T 250-2014 第 3.2.1 条款“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”，故本次评价选取 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）作为预测对象，将探伤铅房西侧屏蔽体的屏蔽性能按有用线束考虑，其他三侧屏蔽体、工件入口门、

工件出口门、顶棚的屏蔽性能均按泄漏辐射和散射辐射考虑。探伤铅房出厂前未做底部防护，下沉地表并浇筑 265mm 厚度的混凝土，故不考虑辐射影响。同时，本项目所在厂房为一层建筑，有用线束朝向铅房西侧，不朝向顶部，且顶棚屏蔽防护采用 10mm 铅板，具备有效的屏蔽能力，因此本报告不考虑天空反散射影响。本项目探伤铅房各侧屏蔽体均采用铅钢复合结构，出于保守考虑，本报告对辐射剂量率预测时仅考虑铅板的屏蔽防护能力。

11.2.1 场所辐射水平

1、关注点位选取

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的要求，关注点通常为距探伤室外表面 30cm 处人员可能受照剂量最大的位置。在距探伤室一定距离处，公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置也应作为关注点。本项目场所辐射水平估算选取探伤铅房屏蔽体外 30cm 处作为关注点，由于本项目探伤铅房出厂前未做底部防护，下沉地表并以混凝土浇筑，故不对地坪外 30cm 设关注点预测其辐射水平。关注点位分布见图 11-1，关注点详情见表 11-1。

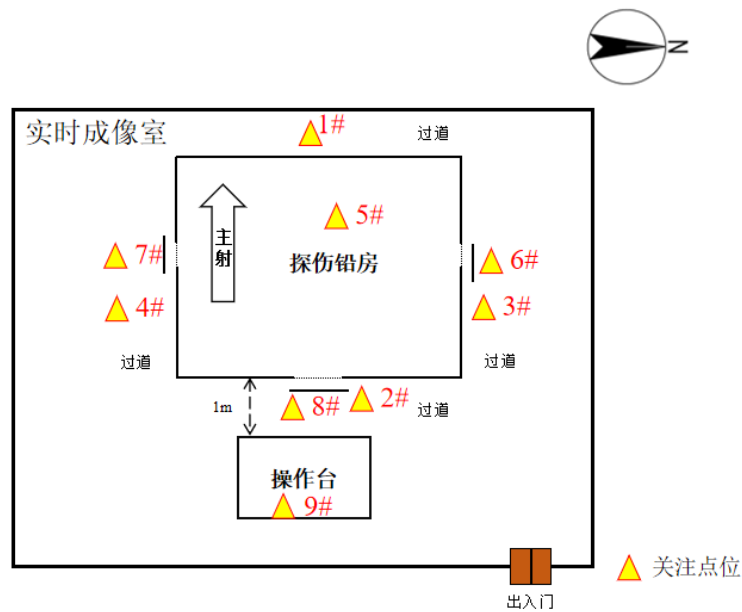


图 11-1 本项目场所辐射水平关注点位
表 11-1 本项目关注点位选取详情

关注点位	点位描述	需屏蔽的辐射类型
1#	探伤铅房西侧外表面 30cm 处	有用线束
2#	探伤铅房东侧外表面 30cm 处	泄漏辐射+散射辐射
3#	探伤铅房北侧外表面 30cm 处	泄漏辐射+散射辐射
4#	探伤铅房南侧外表面 30cm 处	泄漏辐射+散射辐射
5#	探伤铅房顶部外表面 30cm 处	泄漏辐射+散射辐射
6#	探伤铅房工件入口门外表面 30cm 处	泄漏辐射+散射辐射
7#	探伤铅房工件出口门外表面 30cm 处	泄漏辐射+散射辐射

8#	探伤铅房维修门外表面 30cm 处	泄漏辐射+散射辐射
9#	操作台	泄漏辐射+散射辐射

2、计算公式

(1) 有用线束

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的周围剂量当量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按照公式 (11-1) 计算：

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

式中：

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安 (mA)，依据设备厂家资料，本项目取值 8mA；

H_0 ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。本项目设备最大管电压为 225kV，根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1，保守取管电压 250kV 以 0.5mm 铜为过滤条件时的 X 射线输出量 $16.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ，即 $H_0 = 9.9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.1 曲线，计算 250kV 有用线束穿过 14mm 铅时的透射因子为 5.1×10^{-7} 。

R ——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离，单位为米 (m)。

(2) 泄漏辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的周围剂量当量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按照公式 (11-2) 计算：

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中：

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B = 10^{-X/\text{TVL}}$ ，其中 X 为屏蔽层厚度，TVL 为什值层厚度，依据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，采用内插法可得当管电压为 225kV 时，则 TVL 为 2.15mm；

R ——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离，单位为米 (m)；

H_L ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$)，根据 GBZ/T250-2014 表 1，本项目设备最大管电压为 225kV，管电压大于 200kV，因此 H_L 取值 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 散射辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按照公式 (11-3) 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：

I——X 射线探伤装置在在高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安 (mA)，本项目取值 8mA；

H_0 ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。本项目设备最大管电压为 225kV，根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1，保守取管电压 250kV 以 0.5mm 铜为过滤条件时的 X 射线输出量 $16.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ，即 $H_0 = 9.9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子，根据公式 $B = 10^{-X/\text{TVL}}$ ，X 为屏蔽层厚度，TVL 为什值层厚度。根据 GBZ/T 250-2014 表 2，本项目原始 X 射线为 225kV，则 X 射线 90° 散射辐射最高能量为 200kV，经查附录 B 表 B.2，此时对应的什值层厚度 TVL 为 1.4mm。

F—— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米 (m^2)；

α ——散射因子，入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.3；

R_0 ——辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离，单位为米 (m)；

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ ——根据 GBZ/T 250-2014 中 B.4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，本项目最大管电压为 225kV，属于 200kV~400kV 区间，因此 $\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ 因子取值为 50。

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米 (m)。

3、预测结果

根据公式 (11-1) ~ (11-3)，代入相关参数，其中靶点至各关注点的距离见表 11-2。本项目 X 射线数字成像检测系统运行时关注点周围环境辐射水平预测结果见表 11-3~表 11-6。

表 11-2 本项目靶点至各关注点距离一览表

关注点位		靶点至屏蔽体外 30cm 距离 (m)
1#	探伤铅房西侧外表面 30cm 处	1.89
2#	探伤铅房东侧外表面 30cm 处	0.80
3#	探伤铅房北侧外表面 30cm 处	0.82
4#	探伤铅房南侧外表面 30cm 处	0.82

5#	探伤铅房顶部外表面 30cm 处	1.58
6#	探伤铅房工件入口门外表面 30cm 处	0.82
7#	探伤铅房工件出口门外表面 30cm 处	0.82
8#	探伤铅房维修门外表面 30cm 处	0.80
9#	操作台	1.50

备注：（1）靶点至屏蔽体外 30cm 距离取值说明如下：

- ① 靶点距西侧屏蔽体 1.59m+墙外 0.3m=1.89m
- ② 靶点距东侧屏蔽体 0.50m+墙外 0.3m=0.80m
- ③ 靶点距北侧屏蔽体 0.52m+墙外 0.3m=0.82m
- ④ 靶点距南侧屏蔽体 0.52m+墙外 0.3m=0.82m
- ⑤ 靶点距顶部屏蔽体 1.28m+墙外 0.3m=1.58m
- ⑥ 靶点距工件入口门 0.52m+墙外 0.3m=0.82m
- ⑦ 靶点距工件出口门 0.52m+墙外 0.3m=0.82m
- ⑧ 靶点距维修防护门 0.50m+墙外 0.3m=0.80m
- ⑨ 靶点距东侧屏蔽体 0.50m+屏蔽体距操作台 1m=1.50m

（2）本项目探伤铅房出厂前未做底部防护，下沉地表并以混凝土浇筑，故不对地坪外 30cm 设关注点预测。

表 11-3 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料	I (mA)	H ₀ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
1# 探伤铅房西侧外表面 30cm 处	14mm 铅板	8	9.9×10^5	5.1×10^{-7}	1.89	1.14

表 11-4 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料	X (mm)	TVL (mm)	B	H _L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
2# 探伤铅房东侧外表面 30cm 处	10mm 铅板	10	2.15	2.23×10^{-5}	5×10^3	0.80	1.73×10^{-1}
3# 探伤铅房北侧外表面 30cm 处						0.82	1.66×10^{-1}
4# 探伤铅房南侧外表面 30cm 处						1.6	4.49×10^{-2}
5# 探伤铅房顶部外表面 30cm 处						0.82	1.66×10^{-1}
6# 探伤铅房工件入口门外表面 30cm 处						0.80	1.73×10^{-1}
7# 探伤铅房工件出口门外表面 30cm 处						1.50	4.94×10^{-2}
8# 探伤铅房维修门外表面 30cm 处							
9# 操作台							

表 11-5 散射辐射剂量率预测结果

关注点位		屏蔽材料	I (mA)	X (mm)	TVL (mm)	B	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ ($\text{mA}\cdot\text{h}$))	$\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$	R_s (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
2#	探伤铅房东侧外表面 30cm 处	10mm 铅板	8	10	1.4	7.20×10^{-8}	9.9×10^5	50	0.80	1.76×10^{-2}
3#	探伤铅房北侧外表面 30cm 处								0.82	1.70×10^{-2}
4#	探伤铅房南侧外表面 30cm 处								1.6	4.58×10^{-3}
5#	探伤铅房顶部外表面 30cm 处								0.82	1.70×10^{-2}
6#	探伤铅房工件入口门外表面 30cm 处								0.80	1.76×10^{-2}
7#	探伤铅房工件出口门外表面 30cm 处								1.50	5.04×10^{-3}
8#	探伤铅房维修门外表面 30cm 处									
9#	操作台									

表 11-6 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

关注点位		有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否 达标
1#	探伤铅房西侧外表面 30cm 处	1.14	/	/	1.14	2.5	达标
2#	探伤铅房东侧外表面 30cm 处	/	1.73×10^{-1}	1.76×10^{-2}	0.19		达标
3#	探伤铅房北侧外表面 30cm 处		1.66×10^{-1}	1.70×10^{-2}	0.18		达标
4#	探伤铅房南侧外表面 30cm 处		4.49×10^{-2}	4.58×10^{-3}	4.95×10^{-2}		达标
5#	探伤铅房顶部外表面 30cm 处		1.66×10^{-1}	1.70×10^{-2}	0.18		达标
6#	探伤铅房工件入口门外表面 30cm 处		1.73×10^{-1}	1.76×10^{-2}	0.19		达标
7#	探伤铅房工件出口门外表面 30cm 处		4.94×10^{-2}	5.04×10^{-3}	5.44×10^{-2}		达标
8#	探伤铅房维修门外表面 30cm 处						
9#	操作台						

根据表 11-6 预测结果可知，本项目 X 射线数字成像检测系统在最大工况运行时，各关注点处辐射剂量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

11.2.2 局部贯穿辐射分析

本项目电缆管道以 U 型斜插方式穿越探伤铅房东侧屏蔽体，出线口尺寸为 120mm，出口处辐射 10mm 铅板；通风口采用 L 型迷道形式穿越探伤铅房顶棚，通风口尺寸为 120mm，出口处设 10mm 铅防护罩。本项目 X 射线数字成像检测系统有用线束朝向探伤铅房西侧，各类穿墙管道均有效避开了有用线束方向，故本次评价仅考虑管道出口处的散射辐射影响。本项目电缆管道与通风口均采用与同侧屏蔽体一致的屏蔽防护设计，由表 11-6 可知，各墙体侧辐射剂量率均满足标准要求，因此电缆和通风等管道的布置方式不会破坏探伤室墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

11.2.3 人员受照剂量估算

(1) 计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）条款 3.1.1 中公式（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，本项目均取 1；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1，具体数值见表 11-7。

表 11-7 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 (T)	示例
全居留	1	操作台、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	通道、休息区、仓库
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

注：取自NCRP144。

(2) 辐射工作人员和公众剂量的计算结果

根据 11.2.1 对场所辐射水平的预测与本项目探伤设备的曝光时间，并考虑相关的居留因子计算了工作人员的年有效剂量与周有效剂量，详情见表 11-8。

表 11-8 本项目辐射工作人员年有效剂量估算

关注点	人员类型	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周曝光时间 (h)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
8#	辐射工作人员	0.19	1	1200	0.23	24	4.57
9#		5.44×10^{-2}	1	1200	6.53×10^{-2}	24	1.31

备注：（1）关注点 5#为探伤铅房顶棚外 30cm，属于无人到达区域，将其设为关注点仅为验证探伤铅房顶棚外 30cm 处剂量是否达标，故不对此关注点处公众人员有效剂量进行估算。

（2）本项目探伤铅房出厂前未做底部防护，下沉地表以混凝土浇筑，故不对地坪外 30cm 设关注点预测。

同时，根据辐射剂量率与距离的平方成反比的关系式，对本项目评价范围内其他环境保护目标年有效剂量与周有效剂量进行了估算，见表 11-9。

表 11-9 评价范围内公众人员年有效剂量估算

编号	保护目标	对应关注点编号及关注点至源点距离 (m)	对应关注点处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	对应计算点至辐射源点距离 (m)	计算点处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周曝光时间 (h)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
1	东侧车间过道	8# (0.8)	0.19	3.8	8.50×10^{-3}	1/4	1200	2.55×10^{-3}	24	5.10×10^{-2}
2	钢瓶生产区			5.8	3.65×10^{-3}	1		4.38×10^{-3}		8.77×10^{-2}
3	南侧车间过道	4# (0.8)	0.18	3.6	9.39×10^{-3}	1/4		2.82×10^{-3}		5.63×10^{-2}
4	厂区道路			9.8	1.28×10^{-3}	1		1.53×10^{-3}		3.06×10^{-2}
5	在建厂房			21.8	2.58×10^{-4}	1/4		7.75×10^{-5}		1.55×10^{-3}
6	西侧车间过道	1# (1.9)	1.14	2.9	0.49	1/4		1.46×10^{-1}		2.92
7	钢瓶生产区			4.9	0.17	1		2.04×10^{-1}		4.07

8	湖州同马航空设备制造有限公司2号、1号厂房			14.9	1.83×10^{-2}	1		2.19×10^{-2}		4.39×10^{-1}
9	北侧车间过道	6# (0.8)	0.18	2.3	2.29×10^{-2}	1/4		6.86×10^{-3}		1.37×10^{-1}
10	钢瓶生产区、附件区、机加工区、原材料落料区			4.8	5.30×10^{-3}	1		6.36×10^{-3}		1.27×10^{-1}

由表 11-8 与表 11-9 可知，本项目 X 射线探伤设备运行后，辐射工作人员与公众人员的周有效剂量最大值分别为 $4.57 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 、 $4.07 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求；辐射工作人员、公众成员的年有效剂量最大值分别是 $0.23 \text{mSv}/\text{a}$ 、 $0.20 \text{mSv}/\text{a}$ ，均满足本项目对辐射工作人员、公众成员的年剂量约束值（职业人员 $\leq 5 \text{mSv}/\text{a}$ 、公众成员 $\leq 0.25 \text{mSv}/\text{a}$ ）的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员、公众成员“剂量限值”（职业人员 $\leq 20 \text{mSv}/\text{a}$ 、公众成员 $\leq 1.0 \text{mSv}/\text{a}$ ）的要求。

11.2.4 “三废”影响分析

本项目 X 射线数字成像检测系统只有在工作状态下会产生辐射，使得探伤铅房内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。本项目探伤铅房顶棚设有一个通风口，采用 L 型迷道形式，通风口尺寸为 120mm×120mm，装有通风扇，并于通风出口处装设 10mm 铅防护罩。铅房体积约为 12.46m³，通风量为 300m³/h，有效换气次数不低于 24 次/h，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。废气由探伤铅房内机械通风装置排出后，经实时成像室所设 2 个通风扇可将气体引至厂房，经厂房空气流通排出室外。臭氧在短时间内可自动分解成氧气，对大气环境基本没有影响。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射风险识别

本项目拟建 X 射线数字成像检测系统属于 II 类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

（1）X 射线数字成像检测系统在对工件进行成像的工况下，门-机联锁失效，致使铅防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或工作人员误入探伤铅房，使其受到额外的照射。

（2）辐射工作人员或公众还未全部撤出探伤铅房，外面人员启动 X 射线数字成像检测系统进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

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

（4）探伤铅房四侧屏蔽体破损导致屏蔽防护水平达不到预设屏蔽水平，导致探伤铅房屏蔽体外剂量率超标而导致人员受照。

11.3.2 风险防范措施

（1）建设单位应定期对探伤铅房屏蔽防护设计进行检查。探伤工作开始前，应检查探伤机外观是否完好，螺栓等连接件是否连接良好，探伤铅房安全联锁装置、照射信号指示灯、声音提示装置与报警装置等防护安全措施是否正常运行。定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

（2）凡涉及对 X 射线数字成像检测系统进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，

操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(3) 操作人员进行专业培训，加强管理，禁止未经培训的操作人员操作 X 射线数字成像检测系统。

11.3.3 应急处置预案

(1) 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》。

(2) 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，还应同时向当地卫生行政部门报告。人为故意引起的或失窃而引起的辐射照射，还应该及时向公安部门报告。

(3) 对在事故中受到照射的人员及时送到医院进行及时的医学检查和治疗。

(4) 分析确定发生事故的原因，记录发生事故时射线装置的工作状态（如工作电压、电流等参数）、事故延续时间，以便及时确定事故时受到照射个体所接受的剂量。

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 机构设置情况

浙江祥泰钢瓶有限公司对 X 射线数字成像检测系统放射防护安全应负主体责任，须尽快发文明确《辐射防护安全管理机构及职责》，应包括如下内容：

(1) 该公司应确认本单位辐射工作安全责任人，设置以行政主管领导为组长的辐射防护领导机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作；

(2) 辐射防护领导机构应规定各成员的职责，做到分工明确、职责分明；

(3) 辐射防护领导机构应加强监督管理，建立并切实保证各项规章制度的实施。

12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 辐射工作人员培训

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）精神，本项目所有辐射工作人员必须通过生态环境部举办的辐射安全和防护专业知识培训及相关法律法规的培训和考核，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训考核并取得成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时每五年重新进行考核，培训档案保留时限为长期保存。

(2) 个人剂量检测

个人剂量计需定期送检有资质单位（常规监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天），并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应保存至辐射工作人员年满 75 周岁或停止辐射工作 30 年。

(3) 职业健康体检

本项目所有辐射工作人员上岗前，应进行上岗前职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的

时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，应进行离岗前的职业健康检查。建设单位应为辐射工作人员建立并长期保存职业健康档案。

本项目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的人员信息均需保持一致。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、射线装置使用登记制度等。

因此，本项目须在正式投入运行前，根据目前法律法规的要求，建设单位须制定相关辐射安全管理规章制度，并张贴上墙于探伤工作现场后认真落实。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目。针对本次新建项目，对各项制度的制定提出以下建议：

（1）操作规程

明确辐射工作人员资质条件要求、X 射线数字成像检测系统的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 射线数字成像检测系统探伤时的操作步骤，明确每次探伤工作前，操作人员应检查门-机安全联锁装置、个人剂量报警仪、工作状态指示灯等设备工作性能，确保辐射安全措施的有效性。

（2）岗位职责

明确管理人员、探伤操作人员和维修人员等的岗位责任，使每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。

（3）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 射线数字成像检测系统的保管、运行和维修时的辐射安全管理。

（4）设备检修维护制度

明确探伤装置及辐射监测设备维修计划、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，确保探伤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，每年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。

（5）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。

(6) 监测方案

监测方案可分为辐射工作人员个人剂量监测方案与辐射环境监测方案。

① 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，公司应明确个人剂量计的佩戴和监测周期，并建立个人剂量档案。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。此外，公司应明确辐射工作人员职业健康监测，应落实上岗前、在岗期间的职业健康体检，职业健康体检合格者才能进入或继续辐射工作。公司应明确职业健康检查周期，建立辐射工作人员职业健康检查档案，并落实离岗辐射工作人员的离岗前职业健康检查。

② 辐射环境监测方案

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委托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。

(7) 射线装置使用登记和台账管理制度

应记载本项目 X 射线数字成像检测系统的名称、型号、使用日期、操作人员、任务名称、曝光时间等事项，同时对探伤装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度，制定探伤装置的使用登记制度。

(8) 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辐射防护领导机构。针对可能产生的辐射污染情况制定辐射事故应急制度，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，包括演练模拟的故事情节；演练参与人员等。

(9) 自行检查和年度评估制度

定期对 X 射线数字成像检测系统的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。

生。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，使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置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。

建设单位应在工作场所张贴《操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》与《辐射事故应急预案》，并做好使用登记和台账记录工作。在日后的工作实践中，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，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，公司需制定辐射监测方案，包括个人剂量监测和辐射环境监测。

12.3.1 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》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。

公司拟配备个人剂量计 2 支、个人剂量报警仪 1 台、便携式辐射监测仪 1 台及固定式场所辐射探测报警装置 1 台。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。同时，本次评价建议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，定期对相关检测设备进行校正和维护。

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，并根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。公司应落实个人剂量监测（常规监测周期一般为 1 个月，最长不超过 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交由专人保管。对于监测结果异常，公司应跟踪分析原因，优化实践行为。

12.3.3 场所环境监测

本项目正式投入使用后，公司须定期对探伤铅房周围环境进行自主监测与年度监测，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

(1) 验收监测：委托有相关监测资质的监测单位对 X 射线数字成像检测系统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。参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)第 8.3.4 条款，本项目探伤铅房投入使用后每年至少进行 1 次常规监测，为了确保辐射场所环境安全性，本评价建议监测频率为 1 次/月。

(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，年度监测报告应作为《安装和防护评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。参考《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条款规定，年度监测周期为 1 次/年。

表 12-1 场所监测计划

监测类型	监测因子	监测频次	监测方式	监测布点	监测依据
验收监测	周围剂量当量率	验收期间，监测 1 次	委托监测	(1)探伤铅房四侧屏蔽体、防护门及顶棚外 30cm 处； (2)防护门门缝四周、电缆管道、通风口表面 30cm 处； (3)操作台及人员常驻留位置	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）
常规监测		1 次/月	自行监测		
年度监测		1 次/年	委托监测		

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 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- (1) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- (2) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- (3) 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；
- (4) 射线装置台账；
- (5) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- (6) 辐射事故及应急响应情况；
- (7) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- (8) 存在的安全隐患及其整改情况；
- (9) 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 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》第四十一条规定，“使用射线装置的单位，应当根据可能产生的辐射事故风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备。”辐射事故应急预案主要包括以下内容：

- （1）应急机构和职责分工（明确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，采取应急措施，明确事故类型，在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。事故处理完毕后，单位须分析事故原因，吸取经验教训，采取相关措施以防类似事故重复发生。

本项目投入运行后，建设单位应做好以下工作：

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

（2）公司应根据实际情况定期组织修订放射事故应急预案，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。

为降低事故发生概率，建设单位必须加强管理力度，提高辐射工作人员技术水平，严格按照规范操作，认真落实应急预案，加强设备检查维修，提高单位应急能力。

12.6 辐射安全许可证申领

建设单位应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的第二章第十六条规定，及时按要求申领辐射安全许可证。

12.7 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 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。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目工程概况

浙江祥泰钢瓶有限公司拟在浙江省湖州市德清县雷甸镇丰华路 333 号购置一台 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统（该系统属于一体化设计和制造的成套设备，由一台 X 射线探伤机、一间自屏蔽探伤铅房与操作台组成，最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA），以对自生产的液化气瓶进行无损检测。所有探伤作业仅限于固定式探伤。本项目探伤铅房屏蔽体外 50m 评价范围内主要为浙江祥泰钢瓶有限公司 3 号、4 号、5 号厂房、厂区道路、湖州同马航空设备制造有限公司 1 号与 2 号厂房及西南侧、南侧在建厂房，无居民点和学校等环境敏感点。

13.1.2 辐射安全与防护结论

（1）本项目 X 射线数字成像检测系统有用线束朝向探伤铅房西侧，探伤铅房西侧屏蔽体采用 2mm 钢+14mm 铅板+2mm 钢；其余三侧屏蔽体、顶棚、两扇工件防护门均由 2mm 钢+10mm 铅板+2mm 钢；维修防护门采用 2mm 钢+10mm 铅板+8mm 钢；探伤铅房无底部，下沉地面，以 265mm 混凝土浇筑。探伤铅房屏蔽防护性能可以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

（2）探伤工作场所实行分区管理，探伤铅房屏蔽体内部为控制区，探伤铅房所在实时成像室划为监督区。本项目 X 射线数字成像检测系统配有安全联锁装置、工作状态指示灯与声音提示装置、监视装置、急停按钮、固定式场所辐射探测报警装置等措施，以上安全防护措施可满足辐射安全和防护要求。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）主要污染因子

本项目主要污染因子为 X 射线、臭氧和氮氧化物。

（2）辐射剂量率影响预测结论

本项目 X 射线数字成像检测系统在最大工况运行时，各关注点周围剂量当量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

（3）个人剂量影响预测结论

经剂量估算，本项目辐射工作人员与公众成员的年有效剂量低于本项目剂量约束值要

求（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）。

（4）“三废”影响分析结论

本项目产生的臭氧和氮氧化物可通过机械通风系统排出探伤铅房，经探伤工作场所内设的双通风扇可使气体排至室外，对周围环境空气质量影响较小。

13.1.4 辐射安全管理结论

（1）建设单位拟按规定成立辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作，明确规定成员职责，切实保证各项规章制度的制定与落实。

（2）本项目所有辐射工作人员均参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方具备上岗条件，并委托有资质单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量检测与职业健康体检，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

（3）建设单位拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，制定相关辐射安全管理规章制度，张贴于探伤工作场所现场处，并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.1.5 可行性分析结论

（1）规划符合性与选址合理性分析结论

本项目位于湖州市德清县雷甸镇丰华路 333 号，用地性质为工业用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求，符合区域规划环评的要求。本项目符合德清县“三线一单”与“三区三线”的要求，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求。同时，本项目探伤铅房评价范围 50m 内无居民和学校等环境敏感点。经辐射环境影响预测，采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众成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。

（2）产业政策符合性分析结论

本项目属于核技术利用建设项目，根据中华人民共和国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）》及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》相关规定，本项目不属于淘汰类和限制类，符合国家产业政策。

(3) 实践正当性分析结论

本项目的实施是为了提高产品质量与生产水平，具备良好的经济效益与社会效益。本项目在规范正确运行前提下，其产生的辐射对人体健康与周围环境的影响均符合相关标准要求。因此本项目探伤装置的应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则。

(4) 环保可行性结论

综上所述，浙江祥泰钢瓶有限公司 X 射线数字成像检测系统应用项目，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射管理计划后，该公司将具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施，本项目投入运行后对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

(1) 建设单位应加强对探伤铅房以及探伤工作场所内人员进出的管理，健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护与操作的理解和执行水平，杜绝辐射事故的发生。

(2) 辐射工作人员应规范运行设备并有效使用个人剂量计、个人剂量报警仪等监测用品；建设单位应定期对探伤设备、防护设施进行检查与维修。

(3) 建设单位应严格执行相关法律法规，落实有关规定，并及时更新完善，提高制度可操作性。

13.2.2 承诺

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

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

(3) 建设单位承诺在本项目 X 射线数字成像检测系统正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制竣工验收报告。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。

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