核技术利用建设项目

浙江宏华特种设备有限公司
X 射线室内探伤项目
环境影响报告表
（公示稿）

浙江宏华特种设备有限公司

2022 年 7 月

生态环境部制

核技术利用建设项目

浙江宏华特种设备有限公司
X 射线室内探伤项目
环境影响报告表

建设单位名称：浙江宏华特种设备有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：叶正茂

通讯地址：浙江省温州市温州经济开发区滨海园区 A501 地块

一道八路 1518 号

邮政编码：325401　　联系人：叶**

电子邮箱：/　　联系电话：1**********

目　录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 6
表 3 非密封放射性物质 6
表 4 射线装置 7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 8
表 6 评价依据 9
表 7 保护目标与评价标准 11
表 8 环境质量和辐射现状 16
表 9 项目工程分析与源项 19
表 10 辐射安全与防护 25
表 11 环境影响分析 31
表 12 辐射安全管理 43
表 13 结论与建议 52
表 14 审批 56

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">浙江宏华特种设备有限公司 X 射线室内探伤项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">浙江宏华特种设备有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>叶正茂</td><td>联系人</td><td>叶**</td><td>联系电话</td><td>1**********</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">浙江省温州市温州经济开发区滨海园区 A501 地块一道八路 1518 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">浙江省温州市温州经济开发区滨海园区 A501 地块一道八路 1518 号生产车间（1F）内</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">——</td><td>批准文号</td><td colspan="2">——</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>50</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>20</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>40%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">■新建（迁建） □改建 □扩建</td><td>占地面积（m²）</td><td>约 80</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□Ⅰ类(医疗使用) □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">——</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>■使用</td><td colspan="4">■Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位简介

浙江宏华特种设备有限公司（以下简称为“公司”），成立于 2022 年 1 月，注册地址位于浙江省温州市温州经济开发区滨海园区 A501 地块一道八路 1518 号，是一家专业从事特种设备制造；特种设备安装改造修理的企业。企业于 2021 年 12 月向温州市龙湾宏华食品机械设备厂租得其厂区内现有生产车间（共 1F，该厂房系温州市龙湾宏华食品机械设备厂租自温州市龙湾区沙城街道永寿村股份经济合作社，其相关文件及租赁合同见附件 4）作为生产经营场所，建筑面积共计 2279m²，并购置焊机、自动抛光机、磨光机、卷板机等生产设施开展化工储蓄罐生产项目，项目建成后形成年产化工储蓄罐 200 台的生产能力。该项目已于 2022 年 4 月 20 日向温州市生态环境局经济技术开发分局进行了备案手续（根据《温州浙南沿海先进装备产业

集聚区核心区“区域环评+环境标准”改革实施方案》（温浙集(开)管[2017]87 号）文件精神，该项目不在负面清单内，环境影响评价等级由报告表降级为登记表，予以备案，备案文件为《关于浙江宏华特种设备有限公司年产化工储蓄罐 200 台建设项目环境影响登记表备案通知书》（2022）温开环备第 22 号，见附件 3），目前该项目正在筹建中。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

为保证产品质量和生产的安全，公司拟在生产车间（共 1F，无地下层）的东北角新建一间 X 射线铅房，配套购置 2 台 X 射线探伤机（1 台 RT-2505TH 型周向机、1 台 RT-2505T 型定向机，均属于II类射线装置），并配置操作间、评片室、暗室（危废暂存间依托企业现有危废间）等辅助用房对自生产的化工储蓄罐进行无损检测。本次环评所涉及的探伤工作仅限于铅房内。

对照《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），本项目 2 台设备均属于 II 类射线装置；根据《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），本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目中“使用 II 类射线装置的”，因此该项目应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，浙江宏华特种设备有限公司正式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（见附件 1）。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、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。

1.1.3 项目建设内容与规模

公司拟在生产车间的东北角新建一处X射线探伤工作场所，配套购置2台X射线探伤机（1台RT-2505TH型周向机、1台RT-2505T型定向机，均属于II类射线装置），含一间曝光铅房，一间操作间，一间评片室、一间暗室（危废暂存间依托企业现有危废间）等辅助用房。

经与建设单位核实，公司5年内辐射活动规模，即本次评价规模为：

表1-1　本项目建设内容与规模

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压/管电流	用途	备注
1	X射线探伤机	Ⅱ类	RT-2505TH	1台	250kV，5mA	室内探伤	周向机
2	X射线探伤机	Ⅱ类	RT-2505T	1台	250kV，5mA	室内探伤	定向机
注：周向机射线主射方向为东，西，顶棚和地坪垂直周向；定向机主射方向为东。							

1.1.4 劳动定员及工作制度

1、劳动定员：本项目拟配备2名辐射工作人员，均从外部招聘；

2、工作制度：每天工作6小时，每年工作250天。根据建设单位提供的资料，本项目X射线探伤机每天出束时间平均为3h（RT-2505TH周向机和RT-2505T定向机出束时间分别约为1.5h），则年出束时间最大为750h。

1.2 相关规划符合性、实践正当性分析

1.2.1 相关规划符合性分析

1、土地利用总体规划符合性

本项目位于浙江省温州市温州经济开发区滨海园区A501地块内（系租用温州市龙湾宏华食品机械设备厂的闲置厂房），用地性质为工业用地（见附件4），符合当地土地利用规划的要求。

2、“三线一单”符合性

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评[2016]150 号），要求强化“三线一单”的约束作用，建立“三挂钩”机制，“三管齐下”切实维护群众的环境权益。“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”，项目建设应强化“三线一单”约束作用。

（1）生态保护红线

根据《浙江省温州市“三线一单”生态环境分区管控方案》和《温州市生态保护红线分布图》，本项目位于“ZH33030320003 温州市空港新区产业集聚重点管控单元”，属于产业集聚类重点管控单元，不涉及生态保护红线区域。

（2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场所周围环境γ辐射空气吸收剂量率属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

本项目主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网，且利用效率高。总体而言，本项目符合资源利用上线的要求。

（4）生态环境准入清单

本项目为工业 X 射线无损检测项目，为企业自生产的产品的配套服务项目，不属于二、三类工业企业类项目，满足生态环境准入清单的要求。

综上，项目能够符合“三线一单”的管控要求。

3、产业政策符合性分析

本项目属于核技术利用项目，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，本项目属于鼓励类中的第六项第8款“辐射防护技术开发”。

4、达标排放符合性分析

经辐射环境影啊预测，本项目经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，可以做到达标排放。

1.2.2 实践正当性分析

X射线探伤在工业上的应用在我国是一门成熟的核技术应用实践，对保证产品质量方面有十分重要的作用。该项目的实施将会有效的提升企业的产品质量和产品的合格率，因此该核技术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》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.3 项目选址及周边环境概况

1.3.1 企业地理位置

浙江宏华特种设备有限公司拟建生产车间位于浙江省温州市温州经济开发区滨海园区A501地块一道八路1518号，属于永寿村股份经济合作社二产标准厂房，经度：120°48′27.136"，纬度27°51′56.386"，厂房呈东北-西南走向，其地理位置见附图1。温州市龙湾宏华食品机械设备厂于2021年12月向永寿村股份经济合作社租赁该生产车间后转租给浙江宏华特种设备有限公司（相关文件及租赁合同见附件4）。该生产车间东北侧为厂区外变电站，东南侧为温州伯泰机械科技有限公司、西南侧为园区内道路、西北侧隔绿化带为滨海一路。

周围环境情况见附图2，永寿村二产标准厂房（温州经济开发区滨海园区A501地块一道八路1518号）总平面布置见附图3。

1.3.2 周边环境概况

本项目 X 射线探伤工作场所位于生产车间东北角（共 1F，无地下层），由曝光铅房、操作间、评片室和暗室组成（危废暂存间依托企业现有危废间）。本项目铅房东侧为钣金车间物料临时堆放区，南侧为焊接区，西侧为评片室，评片室西侧为抛光区，北侧操作间为和暗室，再往北隔园区内道路和围墙为厂区外变电站，无上层和地下层。铅房东北侧约 22m 处为厂区

外变电站，东南侧约 22m 处为温州伯泰机械科技有限公司，详见附图 2。

本项目 X 射线探伤工作场所所在车间平面布局见附图 4。

1.3.3 选址合理性分析

本项目位于浙江宏华特种设备有限公司拟建生产车间东北角，不新增土地，周围无环境制约因素。项目铅房周围 50m 范围内为公司内部生产车间、厂区内、外道路、变电站、其他企业生产车间等，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地（见附件 4），周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行。

1.3.4 布局合理性分析

本项目探伤工作场所位于浙江宏华特种设备有限公司拟建生产车间东北角，其东侧为钣金车间物料临时堆放区，南侧为焊接区，西侧为抛光区，北侧隔园区内道路和围墙为厂区外变电站，无上层和地下层。本项目铅房门位于南侧，方便工件的出入，且铅房布局于公众相对较少区域，布局相对合理。

1.4 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，无原有核技术利用及许可情况。

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	使用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大操作量（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》（GB18871-2002）。

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	Ⅱ类	1 台	RT-2505TH	250	5	室内探伤	生产车间探伤工作场所铅房内	周向机
2	X射线探伤机	Ⅱ类	1 台	RT-2505T	250	5	室内探伤		定向机

（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）	最大管电流（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）

<table>
<tr><th>名称</th><th>状态</th><th>核素名称</th><th>活度</th><th>月排放量</th><th>年排放总量</th><th>排放口活度</th><th>暂存情况</th><th>最终去向</th></tr>
<tr><td>臭氧和氮氧化物</td><td>气态</td><td>—</td><td>—</td><td>少量</td><td>少量</td><td>少量</td><td>不暂存</td><td>臭氧半衰期一般为20~30分钟，经通排风系统排入大气</td></tr>
<tr><td>废显（定）影液</td><td>液态</td><td>—</td><td>—</td><td>约 60L</td><td>约 600L</td><td>——</td><td rowspan="3">专用容器收集后暂存于危废暂存间</td><td rowspan="3">委托有资质的单位处理</td></tr>
<tr><td>废胶片</td><td>固态</td><td>—</td><td>—</td><td>约 2406 张（0.024t）</td><td>约 24060 张（0.24t）</td><td>——</td></tr>
<tr><td>洗片废水</td><td>液态</td><td>—</td><td>—</td><td>0.375t</td><td>3.75t</td><td>——</td></tr>
</table>

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/m^3；年排放总量为 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/m^3）或活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号），2015 年 1 月 1 日起施行； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 24 号），2018 年 12 月 29 日起施行； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号），2003 年 10 月 1 日起施行； （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； （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； （6）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修正本）》原环境保护部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； （7）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； （8）《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； （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； （10）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行； （11）《国家危险废物名录》（2021 年版），生态环境部令第 15 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行； （12）关于发布《建设项目危险废物环境影响评价指南》的公告，原环境保护部公告 2017 年第 43 号，2017 年 10 月 1 日起施行； （13）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，原浙江省环境保护厅浙环发（2015）38 号，2015 年 10 月 23 日起施行；

	（14）关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影啊评价文件的建设项目清单（2019年本）》的通知，浙坏发［2019］22号，浙江省生态环境厅，2019年12月20日起施行； （15）《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2021 年省政府令第 388 号修订），2021 年 2 月 10 日施行； （16）《浙江省辐射环境管理办法》（省政府令第 388 号），2021 年 2 月 10 日修订； （17）《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 10 月 24 日施行； （18）《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日施行； （19）《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 日施行。
技术标准	（1）《辐射环境保护管理导则　核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （3）《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）； （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； （5）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； （6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （7）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （8）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； （9）《辐射事故应急监测技术规范》（HJ 1155-2020）； （10）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及 2013 年修改单。
其他	（1）环评委托书，见附件1； （2）建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。

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：“以项目实体为中心，放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，乙、丙级取半径50m的范围。放射源和射线装置的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于100m的范围）”，结合本项目的辐射污染特点（II类射线装置），确定评价范围为X射线铅房边界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，本项目铅房评价范围50m内主要为公司内部生产车间、厂区内、外道路、变电站、其他企业生产车间等，无居民区、生态保护目标等敏感点，无医院、幼儿园等敏感建筑。因此，本项目环境保护目标为该公司评价范围50m内从事X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和公众成员。

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	关注点名称	与铅房最近距离（m）	人数	受照类型	年剂量约束值（mSv）
生产车间	职业	探伤装置操作人员	西侧	操作间	紧邻	2人	职业照射	5.0
	公众	非辐射工作人员	东侧	钣金车间物料临时堆放区	10	5人	公众照射	0.25
			南侧	焊接区	15	5人		
			西侧	自动抛光区、试压区和装配调试区	15	5人		
		普通公众	东侧	厂区道路	紧邻	约10人次/d		
				温州伯泰机械科技有限公司生产车间	22	约20人		
			西侧	滨海一道	35	约200人次/d		
			北侧	变电站	22	2人		
				厂区外道路	5	约10人次/d		

注：本项目X射线工作场所所在建筑为1层建筑，无上层和地下层。

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。

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

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职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

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 100μSv/周，对公众不大于 5μSv/周；

b）关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/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 100μSv/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 探伤装置的操作室应置于探伤室外，操作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、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 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）等评价标准，确定本项目的管理目标。

①工作场所剂量率控制水平：铅房表面外 30cm 处剂量率不超过 2.5μSv/h；对不需要人

员到达的铅房顶，铅房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100μSv/h，本项目保守取 2.5μSv/h。

②剂量约束限值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv；

公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

③臭氧与氮氧化物浓度限值

按照《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)，臭氧职业接触限值：最高容许浓度 0.3mg/m^3；氮氧化物 8 小时平均允许接触水平容许浓度 5 mg/m^3。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

浙江宏华特种设备有限公司拟建生产车间位于浙江省温州市温州经济开发区滨海园区A501地块一道八路1518号，经度：120°48′27.136"，纬度27°51′56.386"，厂房呈东北-西南走向，其地理位置见附图1。车间系租赁温州市龙湾宏华食品机械设备厂的闲置厂房，东北侧为厂区外变电站，东南侧为温州伯泰机械科技有限公司、西南侧为园区内道路、西北侧隔绿化带为滨海一路。

本项目 X 射线探伤工作场所位于生产车间东北角（所属建筑物共 1 层，无地下层），由铅房、操作间、评片室、暗室组成（危废暂存间依托企业现有危废间）。本项目探伤工作场所铅房东侧为钣金车间物料临时堆放区，南侧为焊接区，西侧为评片室，评片室西侧为抛光区，北侧为操作间和暗室，再往北隔园区内道路和围墙为厂区外变电站，无上层和地下层。探伤工作场所所在车间平面布局见附图 4。

本项目周围环境情况见附图2，项目所在地四周照片见附图7。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 环境现状评价对象

本项目探伤工作场所及周边环境。

8.2.2 监测因子

γ辐射空气吸收剂量率

8.2.3 监测点位

根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）要求，结合现场条件，对本项目铅房拟建址及周围进行监测布点，共布设 9 个监测点位，布点情况见附图 4，监测报告见附件 5。

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

（1）监测单位：浙江亿达检测技术有限公司（资质证书编号：211112051235）

（2）监测时间：2022 年 5 月 17 日

（3）监测方式：现场检测

（4）监测依据：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）等

（5）监测频次：依据 HJ1157-2021 标准予以确定

（6）监测工况：本项目为新建项目，无现有核技术利用项目运行状态下进行辐射环境本底监测

（7）天气环境条件：天气：阴；温度：23℃；相对湿度：66%

（8）监测报告编号：浙亿检（环）字 HJ 2022 第 0038 号

（9）监测仪器

表 8-1　监测仪器的参数与规范

监测仪器	X、γ辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6（内置探头：6150AD-b/H 外置探头：6150AD6/H）
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
能量范围	内置探头：20keV-7MeV≤±30% 外置探头：60keV-1.3MeV≤±30%
量程	内置探头：0.05μSv/h～99.99μSv/h 外置探头：0.01μSv/h～10mSv/h
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
检定证书	2022H21-20-3813605002
检定有效期	2022 年 02 月 18 日至 2023 年 02 月 17 日
校准因子	1.19

8.3.2 质量保证措施

（1）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。

（2）监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持合格证书上岗。

（3）监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

（4）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

（5）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

（6）监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

8.3.2 监测结果

监测结果见表8-2。

表8-2　探伤工作场所拟建址及周围环境辐射背景监测结果

点位编号	点位描述	γ辐射空气吸收剂量率（nGy/h）	
		平均值	标准差
▲1	探伤工作场所拟建址东侧	77	1
▲2	探伤工作场所拟建址南侧	86	2
▲3	探伤工作场所拟建址西侧	79	1
▲4	探伤工作场所拟建址北侧	75	3
▲5	探伤工作场所拟建址中部	78	2
▲6	探伤工作场所北侧变电站	84	3
▲7	探伤工作场所拟建址车间内	84	3
▲8	温州伯泰机械科技有限公司	84	3
▲9	西北侧绿化带	84	3

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

2、上表所列监测值均扣除宇宙射线响应30nGy/h；

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

4、监测点位图见附图4。

8.4 环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，本项目拟建铅房及周围环境室内γ辐射空气吸收剂量率范围为75nGy/h~86nGy/h，室外γ辐射空气吸收剂量率为84nGy/h。由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，温州市室内的γ辐射空气吸收剂量率在73nGy/h～198nGy/h之间，室外的γ辐射空气吸收剂量率在36nGy/h～154nGy/h之间可见本项目探伤工作场所拟建址及周围环境的γ辐射空气吸收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 施工期工程分析

本项目施工期涉及少量施工改建，施工期工艺流程及产污环节如下：

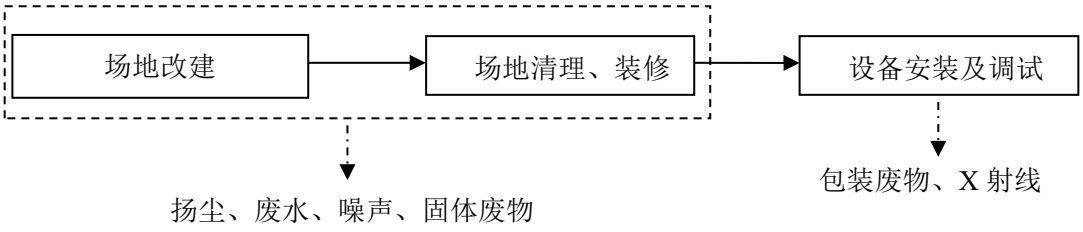

图 9-1　施工期工艺流程及产污环节图

本项目施工期污染物主要包括：

（1）扬尘

由于本项目施工期工程量较小，产生扬尘量较小。建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。

（2）噪声

施工设备应考虑选择低噪音设备，施工过程防止机械噪声的超标。

（3）废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，生活污水产量较小，可依托建设单位化粪池等生活污水处理设施处理后纳入市政污水管网，不得随意排放。

（4）固体废物

装修过程中产生的装修垃圾堆放在住建部门指定的地点，严禁随意堆放和倾倒。施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。

（5）X 射线

本项目探伤机需要调试（该调试由生产厂家负责），调试阶段 X 射线机会产生 X 射线，同时设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。调试阶段在已经做好辐射防护的铅房内进行，张贴辐射警示标识，避免无关人员靠近，经墙体的屏蔽及距离衰减后对环境的影响可以接受的。

9.2 运营期工程分析

9.2.1 探伤机的特点及作业方式

工业X射线探伤机，包括X射线管头组装体、控制箱及连接电缆在内的对物体内部结构进行X射线摄影或断层检查的设备总称。浙江宏华特种设备有限公司配置的荣探品牌X射线探伤机具有体积小、重量轻、操作简单、携带方便、自动化程度高等特点。为延长X射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以1:1方式工作和休息，确保X射线管充分冷却，防止过热。

图 9-2　RT-2505T 工业 X 射线探伤机外观图（定向机）

图 9-3　RT-2505TH 工业 X 射线探伤机外观图（周向机）

9.2.2 探伤机工作原理

X射线探伤机是利用X射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过X射线管产生的X射线

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

X射线探伤机主要由X射线管和高压电源组成。X射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。典型的X射线管结构图见图9-4。

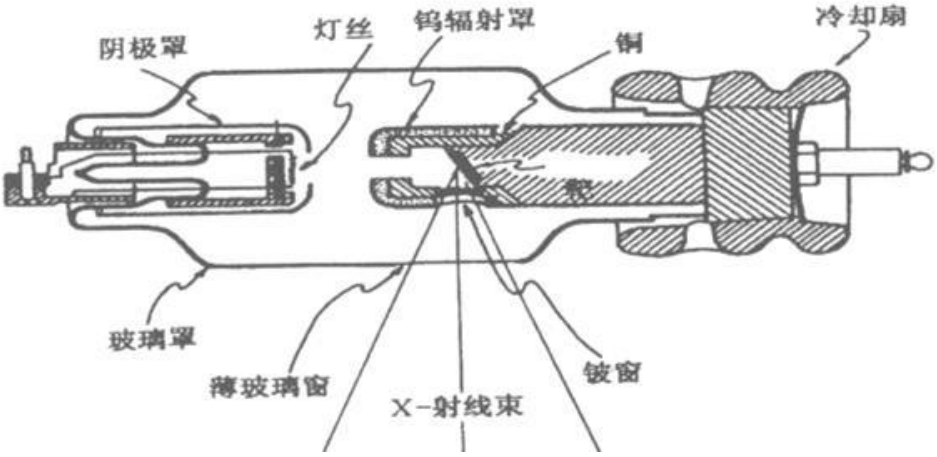

图 9-4　典型的 X 射线管结构图

9.2.3 探伤过程及产污环节

本项目X射线探伤机在固定的铅房内，X射线机位于铅房的中部位置（本项目不存在两台或多台探伤机同时曝光的情况），铅房与车间相通，将需要进行射线探伤的工件用电动叉车送入铅房内，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，工作人员撤离铅房，并将铅房门关闭，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，检查无误即进行曝光，当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入铅房，打开铅房门将探伤工件送出铅房外，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。

后续胶片冲洗在洗片暗室内完成，主要流程：先把胶片放到显影槽内使用显影液浸泡3-5min，然后放入停影槽内使用清水浸泡约3-5min，接着放入定影槽内使用定影液里浸泡10-15min，再进入冲洗槽采用清水冲洗约20-30min，最后自然晾干后保存

探伤工艺流程及产污环节见图9-5。

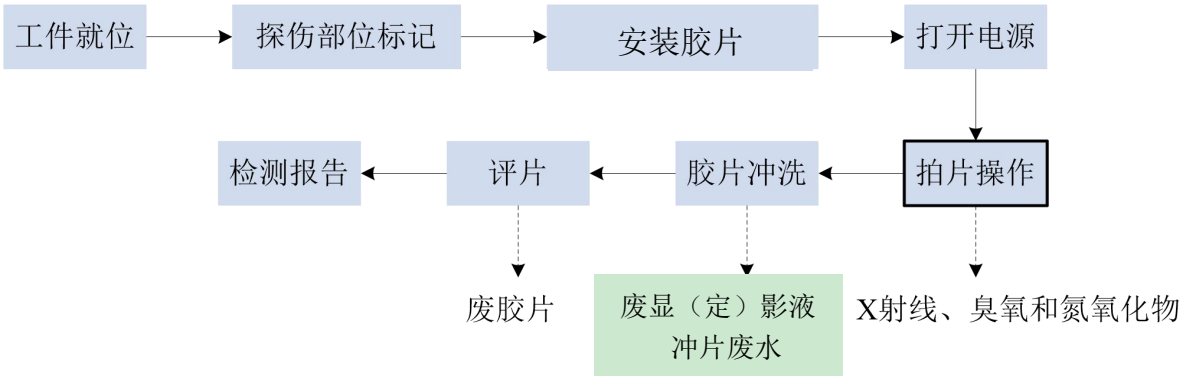

图 9-5　X 射线探伤机探伤工艺流程及产污环节示意图

9.3.4 运行工况和人员配置计划

本项目拟配置2台X射线探伤机（一台RT-2505TH型周向机、1台RT-2505T型定向机，均属于II类射线装置），铅房门设于南侧，工件是由电动叉车送入曝光铅房内。RT-2505TH型号探伤机为周向机，主射方向为东、西、地坪和顶棚垂直周向；RT-2505T型号探伤机为定向机，主射方向朝东，避免了主射线照射到操作间、暗室、防护门等区域。

探伤工件为自生产的化工储蓄罐等，最大尺寸：直径2000mm，长度3000mm，探伤厚度最大为20mm。本项目探伤机只在固定式铅房内使用，不在铅房外使用。根据公司介绍，铅房最大探伤工况为：每次拍片平均曝光时间约1.5min，年拍片量约30000张，年工作按50周计，则年探伤时间约750h，周探伤时间15h。项目拟配2个辐射工作人员，轮流进行辐射操作。

9.3 污染源项描述

9.3.1运行期正常工况污染源项

（1）X射线

由X射线探伤机的工作原理可知，X射线随探伤机器的开、关而产生和消失。本项目使用的X射线探伤机只有在开机并处于出束状态（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。

（2）臭氧和氮氧化物

X射线探伤机工作时产生射线，会造成铅房内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。

（3）废显（定）影液、洗片废水与废胶片

探伤作业完成后，需对拍摄的底片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液与废胶片，属于《国家危险废物名录（2021年版）》中感光材料废物，危废代码为HW16：900-019-16，并无放射性。根据建设单位提供的资料，本项目年拍片约30000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600L，每年产生废胶片约300张（废片率按1%计算），该部分危险废物定期委托有相关资质单位处理，完好的胶片由公司定期建档备查。X射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

根据《承压设备无损检测　第 1 部分：通用要求》（NB/T 47013.1-2015）中第 7.3.3 条款要求，无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。7 年后若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。存档满 7 年后的胶片最终处理方案分两种：①如用户需要，公司将此类胶片转交用户保管，占比约 20%，即 5940 张胶片；②如用户不需要，公司将此类胶片作为危废交有资质单位处理处置，占比约 80%，即 23760 张胶片。基于本项目运行后的第 8 年开始，同一年既有探伤洗片产生的废胶片，又有存档期满后产生的废胶片，本次评价保守考虑来核算废胶片年产生量，即 24060 张（约 0.24t）。

洗片过程中会产生一定量的洗片废水，其中停影槽水量较小，自然循环使用后定期更换，一般情况下停影 200 张即更换废水；冲洗槽水量较大，采用废水循环装置进行循环使用，循环到一定次数直至无法再循环使用的时候更换，一般情况下冲洗 8000 张即更换。参考同类无损检测企业实际洗片废水产污经验值，每冲洗 8000 张胶片，洗片废水（包括停影废水和冲洗废水）产生量约 1t。本项目年拍片 30000 张，则洗片废水年产生量约 3.75t，该部分废水较高浓度的 AgBr、显（定）影剂及强氧化物，需做危险废物处理，定期委托有资质的单位处理处置。本项目暗室拟配置 5 个容积为 50L 的废液桶，用于收集废显（定）影液和洗片废水，然后转移至危废暂存间进行集中贮存。

项目危险固体废物分析汇总表见表 9-1。

表 9-1 项目危险废物分析结果汇总表

序号	危废名称	危废类别	危险废物代码	产生量（t/a）	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废显（定）影液	HW16	900-019-16	0.6	胶片冲洗	液态	显（定）影液	显（定）影液	每次探伤	T	**贮存：**密闭置于包装桶内，分类、分区存放在厂区车间东侧危废暂存间内
2	废胶片	HW16	900-019-16	0.24	阅片、胶片存档	固态	废胶片	废胶片	每次探伤、	T	

									存档期满		**处置：**委托有资质单位处置
3	洗片废水	HW16	900-019-16	3.75t/a	洗片	液态	AgBr、显（定）影剂及强氧化物	AgBr 、显（定）影剂及强氧化物	每次探伤	T	

9.3.2运行期事故工况污染源项

本项目运行期间存在着风险和潜在危害以及事故隐患，可能出现概率较大或后果较严重的误照射辐射事故如下：

（1）X射线探伤机在对工件进行拍照的工况下，门-机联锁失效，至使防护门未完全关闭，X射线泄漏到铅房外面，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。

探伤机事故状态下污染源项同正常工况。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局

本项目探伤工作场所位于浙江宏华特种设备有限公司生产车间东北角（所属建筑物共 1 层，无地下层），由铅房、操作间、评片室、暗室组成（危废暂存间依托企业现有危废间）。探伤工作场所东侧为钣金车间物料临时堆放区，南侧为焊接区，西侧为自动抛光区，北侧隔围墙为厂区外变电站，无上层和地下层。

本项目曝光铅房位于探伤工作场所东南侧，曝光铅房门位于铅房南侧，为单开电动门（从右往左开）。本项目铅房门门洞尺寸为 3000mm（宽）×3000mm（高），门尺寸为 3400mm（宽）×3250mm（高），敷设 15mm 的铅板。曝光铅房内尺寸为 4500mm（长）×3500mm（宽）×3200mm（高），探伤工件最大尺寸为 2000mm（直径）×3000mm（长），探伤工件可方便出入，辐射工作人员位于曝光铅房北侧的操作间。

本项目探伤工作场所与其他车间非辐射工作人员活动区相隔一定距离，辐射工作区相对独立；铅房门设计时已考虑尽量减小与墙体间的门缝，且搭接的长度大于10倍的间隙，能够有效防止射线外泄。根据表11-2和表11-4计算可知，无损检测过程中产生的X射线经铅屏蔽墙和铅防护门并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的；另本项目探伤工作场所的平面布置便于工件运输，能满足安全生产的需要；曝光铅房内尺寸及铅房门洞尺寸满足工件进出要求，便于进行分区管理和辐射防护。本项目探伤工作场所位于公司拟建生产车间东北角，其东侧为钣金车间物料临时堆放区，南侧为焊接区，西侧为自动抛光区，北侧隔园区内道路和围墙为厂区外变电站，无上层和地下层。本项目铅房门位于南侧，方便工件的出入，且铅房布局于公众相对较少区域，布局相对合理。

10.1.1 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）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，具体如下：

1、控制区：将曝光铅房（以铅房实体为边界）划为控制区，在铅房门外1m处采用黄色警戒线作为标志，禁止无关人员入内，并设置电离辐射警告标识和中文警示说明；

2、监督区：将操作间、评片室、暗室、铅房门外和东侧屏蔽墙外1m处等其他相邻区域划为监督区。

分区管理见附图5。

10.1.2 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目铅房屏蔽设计图见附件 6，各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 10-1。

表 10-1　新建铅房屏蔽情况一览表

项目		设计情况
曝光铅房	外尺寸	面积约为 17.34m^2，尺寸为 4.694m（长）×3.694m（宽）×3.23m（高）
	内尺寸	面积约为 15.75m^2，尺寸为 4.5m（长）×3.5m（宽）×3.2m（高）
南侧墙体		3mm 钢板+15mm 铅板+3mm 钢板（15mmPb）
东侧、西侧和北侧墙体		3mm 钢板+15mm 铅板+3mm 钢板（15mmPb）
顶棚		3mm 钢板+15mm 铅板+3mm 钢板（15mmPb）
工件防护门 （设于东墙上）		单扇电动平移门，门洞的尺寸为 3.0m（宽）×3.0m（高）； 铅门的尺寸为 3.6m（宽）×3.3m（高），敷设 15mm 厚铅板，铅门与墙体搭接的长度大于 10 倍的间隙
电缆孔		Φ120mm，U 型埋地，埋深 500mm
通风口		Φ200mm，铅房底部东北侧，U 型埋地，埋深 500mm 风机设计风量 500m^3/h
注：铅密度不低于 11.4g/cm^3。		

10.1.3 辐射安全和防护及环保措施

1、探伤工作场所安全防护措施

（1）铅房门和工作人员出入门安装时拟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；铅房门与人员出入门拟安装门-机联锁装置，只有在防护门关闭后X射线装置才能进行探伤作业，且本项目X射线机RT-2505T和RT-2505TH自带与门机连锁控制功能，出现2台X射线机同时联机，当1台X射线机工作时另1台处于门机连锁保护状态，保证了同一时间只能一台设备正常工作，从而防止出现2台设备同时出束的情况。防护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铅房内部的人员在紧急情况下离开铅房。

（2）铅房门口和内部拟同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保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。

（3）照射状态指示装置拟与X射线探伤装置联锁。

（4）铅房内、外醒目位置处有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

（5）铅房防护门上有电离辐射警告标志和中文警示说明。

（6）铅房内设置紧急停机按钮，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射线铅房内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮应当带有标签，标明使用方法。

（7）铅房拟设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。本项目排气扇风量为500m^3/h，铅房体积约为50.4m^3，则每小时有效通风换气次数大于9次，满足不小于3次/h要求。

（8）铅房内拟设置视频监控系统，显示屏设置在控制台上，视频探头设置在铅房内。保证监控无死角，实现全方位监控铅房内全部情况。如有人员滞留于铅房内，工作人员可以在操作间内及时观察发现。

（9）铅房门外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。

（10）铅房内拟用醒目颜色在地面标注X射线机工作区域及主射方向，以保证RT-2505TH周向机射线出束方向为东，西，顶棚和地坪垂直周向，RT-2505T定向机射线出束方向为东。

2、操作间安全防护措施

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

（2）设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

（3）控制台或X射线管头组装体上拟设置与铅房防护门联锁的接口，当所有能进入铅房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铅房门开启时能立即切断。

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

（5）拟设置紧急停机开关。

（6）拟设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

（7）控制台拟设置视频监控系统，可以实时监控探伤情况。

3、安全操作要求

（1）探伤工作人员进入铅房时除佩戴常规个人剂量计外，还拟配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，如剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开铅房，同时阻止其他人进入铅房，并立即向辐射防护负责人报告。

（2）定期测量铅房外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

（3）交接班或当班使用剂量报警仪前，须检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量报警仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

（4）探伤工作人员须正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。

（5）在每一次照射前，操作人员都应该确认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。

4、探伤装置的检查和维护

（1）运营单位的日检，每次工作开始前应进行检查的项目包括:

a) 探伤机外观是否存在可见的损坏；

b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；

c) 安全联锁是否正常工作；

d) 报警设备和警示灯是否正常运行；

e) 螺栓等连接件是否连接良好。

（2）运营单位的定期检查，定期检查的项目应包括：

a) 电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；

b) 所有的联锁和紧急停机开关的检查；

c) 机房内安装的固定辐射检测仪的检查；

d) 制造商推荐的其他常规检测项目。

（3）设备维护

运营单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测。

当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。应做好设备维护记录。

5、其他安全管理措施

（1）公司计划配置1台便携式辐射监测仪，至少配备2台剂量报警仪。

（2）公司须给每个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。

（3）本项目所依托的厂区危险废物暂存间，其建设满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”等基本要求（详见《浙江宏华特种设备有限公司年产化工储蓄罐200台建设项目环境影响登记表》，本报告不再赘述）。

（4）应建立X射线探伤机使用台账及相关危险废物管理台账.

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求，本项目探伤管理辐射防护设施具体配置计划见表10-2。

表 10-2 本项目探伤管理辐射防护设施配置计划表

序号	辐射防护设施	数量	备注
1	便携式辐射监测仪	1 台	/
2	个人剂量报警仪	2 个	/
3	个人剂量计	2 个	/
4	电离辐射警示标志	2 个	/
5	电离辐射警告标牌	3 个	/
6	工作警示灯	1 套	/
7	急停按钮	3 个	/
8	应急开门按钮	2 个	/
9	视频监控系统	1 套	/

10.2 三废的治理

（1）非放射性废气

X射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。通过机械排放系统，少量臭氧和氮氧化物可通过机械排放设施排出铅房，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

（2）固体废物

该公司年拍片量约 30000 张，产生一定量的废显（定）影液及废胶片，属于危险废物，本次环评要求将其桶装收集后存放在危险废物暂存间，并由专人保管，委托有资质的单位处

理处置，建立相关台账。

公司应加强对危险废物暂存场所的日常管理，本项目补充要求如下：

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。

10.3 建设项目环保投资

本项目总投资约 50 万元，其中环保投资约 20 万元，占本项目总投资的 40%。具体环保设施（措施）及投资估算一览表如下：

表 10-3 本项目环保设施与投资概算一览表

项目	环保措施主要内容	费用（万元）
废气	排风扇、排风管道	1
电离辐射	铅房、铅门	14
	个人剂量报警仪、便携式辐射监测仪、个人剂量计、电离辐射警示标志、电离辐射警告标牌、工作警示灯、急停按钮、应急开门按钮、视频监控系统等	5
固废	危废暂存间（依托现有）	/
合计		20

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期涉及少量装修施工，施工期污染物主要包括：

（1）扬尘

由于本项目施工期工程量较小，产生扬尘量较小。建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。

（2）噪声

施工设备应考虑选择低噪音设备，施工过程防止机械噪声的超标。

（3）废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，生活污水产量较小，可依托园区内化粪池等生活污水处理设施处理后纳入市政污水管网，不得随意排放。

（4）固体废物

装修过程中产生的装修垃圾堆放在住建部门指定的地点，严禁随意堆放和倾倒。施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。

本项目探伤机的安装与调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备；在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在铅房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，防止辐射事故的发生。

由于设备的安装和调试均在铅房内进行，经过墙体和防护门的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

为分析预测 X 射线铅房投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中计算方法进行理论计算，预测背景为单台 X 射线探伤机在铅房内运行。

本项目铅房拟配置 2 台探伤机（1 台 RT-2505TH 型周向机、1 台 RT-2505T 型定向机），不存在 2 台或多台同时运行的工况。本项目探伤作业过程中，RT-2505T 探伤机为定向机，方向固定朝东，在实际曝光过程中曝光铅房东侧屏蔽墙位于主射线范围内；RT-2505TH 为周

向机，探伤机位于轨道中心南北向移动，照射平面为垂直周转，在实际曝光过程中曝光铅房东侧、西侧屏蔽墙、地坪及顶棚位于主射线范围内。本次评价以最不利保守考虑，以RT-2505TH设备运行时进行辐射影响预测（周向探伤机，照射平面为垂直周转，距离关注点最近），最大管电压为250kV，最大管电流为5mA，年探伤时间为750h，周探伤时间为15h，则曝光铅房东侧、西侧屏蔽墙及顶棚等屏蔽性能均需按有用线束进行考虑（无地下层，故不考虑地坪）（根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）“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”）；曝光铅房南侧、北侧墙体及工件防护门考虑其泄漏辐射和散射辐射。

本项目射线能量较低，顶棚屏蔽防护与四周墙体相同，均为15mmPb，且射线经顶棚铅板屏蔽后再经过车间屋顶阻隔，因此本项目天空反散射对周围环境影响较小，本环评不做定量分析。

11.2.1 计算公式的选取

1、有用线束

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），在给定屏蔽物质厚度X时，屏蔽体外关注点的有用线束辐射剂量率$\dot{H}$（μSv/h）按式（11-1）计算，然后由附录B.1的曲线查出相应的屏蔽物质厚度：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{.....（式 11 − 1）}$$

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），本项目取值5mA；

H_0——距辐射源点（靶点）1m处输出量，μSv•m²/（mA•h），以mSv•m²/（mA•min）为单位的值乘以6×10^4，根据GBZ/T 250-2014附录B表B.1，保守按250kVX射线在0.5mm铜过滤条件下输出量为16.5mGy•m²/（mA•min）（根据工业X射线探伤室辐射屏蔽规范GBZ/T 250-2014，以等量值的mSv•m²/（mA•min）进行屏蔽计算），即取9.9×10^5μSv•m²/（mA•h）；

B——屏蔽透射因子，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录B图B.1曲线，用外延法计算得：250kV工况下15mm铅厚的透射因子约为5.0×10^{-7}；

R——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表11-1。

2、泄漏辐射和散射辐射

①泄漏辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率$\dot{H}$（μSv/h）按式（11-3）计算：

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

式中：B——屏蔽透射因子；

R——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1；

$\dot{H}_L$——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（μSv/h），根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，当 X 射线管电压＞200kV 时，$\dot{H}_L$取值 5×10^3μSv/h。

②散射辐射屏蔽

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$\dot{H}$（μSv/h）按式（11-6）计算：

$$\dot{H}=\frac{I\cdot H_0\cdot B}{{R_S}^2}\cdot\frac{F\cdot\alpha}{{R_0}^2}\text{.....（式 11-3）}$$

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），本项目取值 5mA；

H_0——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv•m^2/（mA•h）；

B——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定 90°散射的 TVL，然后按式 11-4 计算；

$$B=10^{-X/TVL}\text{.....（式 11-4）}$$

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）散射体散射在距其 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《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014） 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，其值为：60（150kV）和 50（200~400kV）。本项目保守取值 50。

R_s——散射体至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1。

11.2.2 参数选取

本项目探伤工作场所无地下室，地下为厚土层，因此不考虑地下关注点。辐射屏蔽计算相关参数见表 11-1，预测点位图见图 11-1。

表 11-1　辐射屏蔽计算相关参数一览表

关注点位		与关注点的距离*		屏蔽参数	需考虑的屏蔽辐射类型
		泄漏辐射	散射辐射		
a	东墙外 30cm 处	2.14m		15mmPb	有用线束
b	南墙外 30cm 处	1.14m	1.14m	15mmPb	泄漏辐射、散射辐射
c	西墙外 30cm 处	2.15m		15mmPb	有用线束
d	北墙外 30cm 处	1.15m	1.15m	15mmPb	泄漏辐射、散射辐射
e	顶棚外 30cm 处	2.03m		15mmPb	有用线束
f	工件防护门外 30cm 处（南侧）	1.2m	1.2m	15mmPb	泄漏辐射、散射辐射
g	钣金车间工作位（东侧）	10m		15mmPb	有用线束
h	焊接区工作位（南侧）	15m	15m	15mmPb	泄漏辐射、散射辐射
i	抛光区工作位（西侧）	15m		15mmPb	有用线束
j	车间外变电站（北侧）	5m	5m	15mmPb	泄漏辐射、散射辐射

注*：保守以最大尺寸工件为例（探伤工件为最大尺寸：直径 2000mm，长 3000mm），探伤工件位于铅房中间位置，高度为离地 1.5m（见图 11-1），探伤机位置根据工件需探伤位置南北向调整，泄漏辐射和散射辐射与关注点的距离按工件最边缘至关注点距离计算，有用线束与关注点的距离按照探伤机位于铅房中心位置至关注点距离计算，具体计算如下：

a：东墙外 30cm 处，3.694/2+0.3=2.14m；

b：南墙外 30cm 处，(4.694-3)/2+0.3=1.14m；

c：西墙外 30cm 处，3.694/2+0.3=2.14m；

d：北墙外 30cm 处，(4.694-3)/2+0.3=1.14m；

e：顶棚外 30cm 处，3.23-1.5+0.3=2.03m；

f：工件防护门外 30cm 处（南侧），(4.694-3)/2+0.06（工件门厚）+0.3=1.2m。

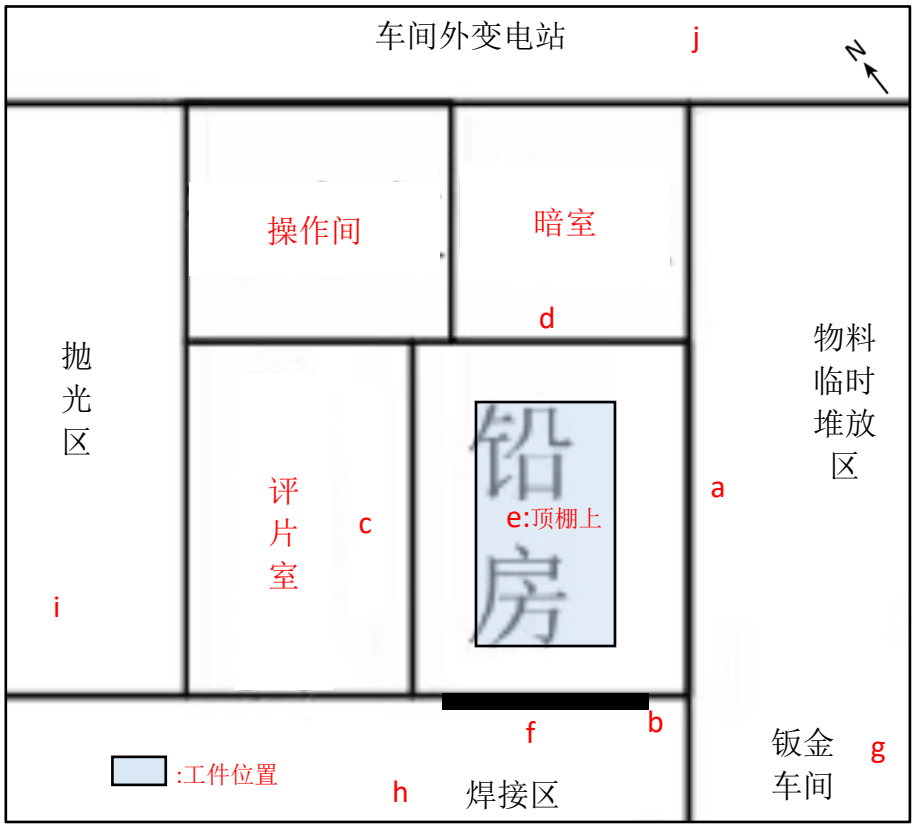

图 11-1　辐射屏蔽计算预测点位图

11.2.3 估算结果

辐射屏蔽影响预测结果见表 11-2。

表 11-2　辐射屏蔽理论计算结果一览表

关注点位		有用线束（μSv/h）	泄漏辐射（μSv/h）	散射辐射（μSv/h）	总剂量率（μSv/h）	GBZ117-2015 标准限值（μSv/h）
a	东墙外 30cm 处	0.54	——	——	0.54	2.5
b	南墙外 30cm 处	——	1.89×10^{-3}	1.45×10^{-6}	1.89×10^{-3}	2.5
c	西墙外 30cm 处	0.54	——	——	0.54	2.5
d	北墙外 30cm 处	——	1.89×10^{-3}	1.45×10^{-6}	1.89×10^{-3}	2.5
e	顶棚外 30cm 处	0.60	——	——	0.60	2.5
f	工件防护门外 30cm 处（南侧）	——	1.74×10^{-3}	1.33×10^{-6}	1.74×10^{-3}	2.5
g	钣金车间工作位（东侧）	0.025	——	——	0.025	2.5
h	焊接区工作位（南侧）	——	1.11×10^{-5}	8.5×10^{-9}	1.11×10^{-5}	2.5
i	抛光区工作位（西侧）	0.011	——	——	0.011	2.5
j	车间外变电站（北侧）	——	1.0×10^{-4}	3.36×10^{-5}	1.34×10^{-4}	2.5

根据表 11-2 计算可知，X 射线探伤机在最大工况运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注

点辐射剂量率最大值为 0.54μSv/h，顶棚外辐射剂量率为 0.6μSv/h，满足本项目辐射工作场所剂量率控制水平不超过 2.5μSv/h 的要求。

11.2.4 人员受照剂量估算

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

$$H_{E-r}=D_r\times t\times T\times 10^{-3} \text{ .....（式 11-5）}$$

式中：H_{E-r}——年受照剂量，mSv/a；

D_r——关注点辐射剂量率，μSv/h；

T——居留因子；

t——年受照时间，h/a。

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，具体数值见下表：

表 11-3　不同场所的居留因子

场所	居留因子（T）	示例
全居留	1	操作室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

考虑射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系，本项目保守选取相关关注点附近最大剂量率计算人员年受照剂量，则本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见下表。

表 11-4 人员受照剂量计算参数及计算结果一览表

人员属性		居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	周受照时间（h/周）	周受照总剂量（μSv/周）	年受照时间（h/a）	年受照总剂量（mSv/a）	
职业	西侧评片室辐射工作人员	1	0.54	15	8.1	750	0.41	0.412
	北侧操作室和暗室辐射工作人员	1	1.89×10^{-3}	15	0.028	750	1.42×10^{-3}	
公众	东侧钣金车间物料临时堆放区流动人员	1/5①	0.54	15	1.62	750	0.081	
	东侧钣金车间工作人员	1	0.025	15	0.375	750	0.019	
	南侧焊接区走道流动人员	1/2②	1.89×10^{-3}	15	0.028	750	7.09×10^{-4}	
	南侧焊接区工作	1	1.11×10^{-5}	15	1.67×10^{-4}	750	8.33×10^{-6}	

	人员						
	西侧抛光区工作人员	1	0.011	15	0.165	750	8.25×10^{-3}
	北侧变电站	1	1.34×10^{-4}	15	0.08	750	4.04×10^{-3}
注：①东侧钣金车间物料临时堆放区人流量较少，根据表 11-3，居留因子取 1/5； ②南侧焊接区走道流动人员根据表 11-3，保守取 1/2。							

根据表11-4计算可知，本项目X射线探伤机运行后所致辐射工作人员受照年有效剂量最大为0.412mSv，满足本项目职业人员剂量约束值不超过5mSv/a的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过20mSv/a的剂量限值要求。

本项目所致公众人员最大受照年有效剂量为东侧钣金车间工作人员 0.081mSv，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求，可以推断 50m 范围内其他公众的年有效剂量也满足不超过 0.25mSv/a 的要求，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过 1mSv/a”的剂量限值要求。

11.2.5 非放射性污染环境影响分析

（1）臭氧和氮氧化物可达性分析

探伤机工作时产生射线，会造成曝光铅房内空气电离，产生臭氧和氮氧化物等。依据王时进等人发表的“辐射所致臭氧的估算与分析”（中华放射医学与防护杂志，1994 年 4 月第 14 卷第 2 期）给出的公式，估算 X 射线所致臭氧的产额和浓度。

①有用线束的 O_3 产额

计算有用射线束所致 O_3 产额 P(mg/h)的公式如下：

$$P = 2.43\times D_0\times(1-\cos\theta)\times R\times G \text{.....（式 11-6）}$$

式中：

P：为 O_3 的产额；

D_0：为有用线束在距 1m 处的输出量，Gy/min；

R：为射线束中心点到屏蔽物（墙）的距离，m；

G：为空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 分子数，文献估算时取值为 10；

θ：为有用束的半张角。

②泄漏辐射的 O_3 产额

将泄漏辐射看成为 4π方向均匀分布的点源（包括有用束区限定的空间区），并考虑铅房

墙壁的散射线使室内的 O_3 产额增加 10%，O_3 的产额 P(mg/h)为：

$$P = 3.32 \times 10^{-3} \times D_0 \times G \div V^{1/3} \text{ .....（式 11-7）}$$

式中：

V ：资料室容积（含迷道），m^3。

本评价选取有关参数如下：

D_0=0.083Gy/min（最大值）；R =1.33m（最大值）；θ =22°；G =10；曝光铅房容积 V=50.4m^3。

根据（式 11-6）得出有用线束 P=0.2mg/h。根据（式 11-7）得出泄漏辐射的 P=0.01mg/h。二项合计，P 总=0.21mg/h。本项目射线机年出束时间 750h，则臭氧的年产量约为 0.158g。

③臭氧浓度

铅房内的产生臭氧部分由通风系统排到室外，另一部分自然分解。空气中臭氧的平均 浓度可用（式 11-8）计算：

$$Q(t) = \frac{Q_0 \times T}{V} \times \left(1 - e^{-t/T}\right) \text{ .....（式 11-8）}$$

式中：

Q(t) ：为铅房内 t 时刻臭氧的平均浓度，mg/m^3；

Q_0：为臭氧的辐射化学产额，mg/h；

V：为曝光铅房的体积，m^3；

T：为有效清除时间，h。

如果照射时间很长（t >>T），则：

$$Q(t) = \frac{Q_0 \times T}{V} \text{ .....（式 11-9）}$$

若以 t_v 表示换气一次所需时间 h；t_d 表示臭氧的有效分解时间（取 0.83h），则有效清除时间为：

$$T = \frac{t_v \times t_d}{t_v + t_d} \text{ .....（式 11-10）}$$

保守按通风时铅房的换气次数 3 次/h 计算，即 t_v=0.33h/次。由（式 11-10）计算得 T 约为 0.24h。当 t >>T 时，臭氧达饱和浓度，由（式 11-9）得到在正常排风时铅房内的臭氧浓度为 0.001mg/m^3，低于工作场所中 O_3 浓度限值《工作场所有害因素职业接触限值一化学有害因素》（GB22.1-2007），浓度限值为 0.3mg/m^3，因此，O_3 可以做到达标排放。

本项目铅房设计采用机械通风，换气次数不小于每小时 9 次，能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，不会形成局部聚集，且曝光铅房内产生的臭氧通过排风系统高空排放，对周围大气环境的影响十分轻微。

在多种氮氧化物（NO_x）中，以 NO_2 为主，其产额约为 O_3 的一半。根据《GB/Z 2.1-2019 工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》---“臭氧职业接触限值：最高容许浓度 0.3mg/m^3；氮氧化物 8 小时平均允许接触水平容许浓度 5mg/m^3”，可知工作场所中 NO_x 的浓度限值超出 O_3 的 10 多倍，因此本项目仅需核算 O_3 浓度，O_3 浓度达标，可知 NO_x 浓度亦能达标排放，对周围大气环境的影响很小。

（2）废显（定）影液、洗片废水与废胶片

探伤作业完成后产生的废显（定）影液、高浓度的洗片废水与废胶片，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。同时，本次环评要求建设单位在厂区内设置专门的危险废物暂存间（具体位置见附图 4），本次环评要求该危险废物暂存间的建设须满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）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。

11.3 铅房屏蔽能力符合性分析

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》（GBZ117-2015）的规定，结合该公司铅房屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的铅房的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

（1）设计中，该铅房的设置已充分考虑周围的放射安全，且曝光铅房与操作间分开，操作间已避开射线主射方向；结合理论计算结果可知：铅房工件防护门防护性能（敷设有 15mm 厚的铅板）、各侧墙（15mmPb）的防护性能及顶棚（15mmPb）的防护性能，均能满足辐射防护。

（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有效剂量能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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，使空气电离产生一定量的臭氧

和氮氧化物，铅房通过机械排风系统将臭氧和氮氧化物排出铅房外，不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此，该公司铅房屏蔽能力能达到管电压不大于 250kV（垂直周向和定向朝东）、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。

11.4 事故影响分析

11.4.1 事故风险分析

公司拟购的 X 射线探伤机属于 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 射线探伤机在对工件进行拍照的工况下，门-机联锁失效，至使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到铅房外面，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。

为了杜绝事故发生，公司必须进行门-机联锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，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。

11.4.2 事故后果分析

当射线装置处于工作状态时，门-机联锁失效情况下，当人员与射线装置处于不同距离时，可根据以下公式进行计算：

$$X = \frac{I \times X_0}{R^2} \text{.....（式 11-11）}$$

式中：

X——人员所受有效剂量，mSv；

X_0——X 射线装置 1m 米处的输出量，mSv • m^2/（mA • min）；

R——计算点距 X 射线装置辐射源的距离，m；

I——X 射线装置最大管电流，mA；

考虑工业 X 射线探伤机产生 X 射线能量与管电压的关系，从保守角度，本次主要估算

工业 X 射线探伤机在无屏蔽设施情况下，管电压为 250kV，管电流为 5mA 不同距离、不同接触时间下的有效剂量。其中，工业 X 射线探伤机管电压为 250kV 的 X 射线机距靶 1m 处输出量保守取 16.5mSv・m^2/（mA・min），代入相关公式进行估算，估算结果见表 11-5。

表 11-5 工业 X 射线探伤机不同距离、不同接触时间的有效剂量（mSv）

距离（m） 时间（min）	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
0.5	41.25	18.33	10.31	6.6	4.58	3.37	2.58
1	82.5	36.67	20.63	13.2	9.17	6.74	5.16
2	165.0	73.33	41.25	26.4	18.33	13.47	10.31
3	247.5	110.0	61.88	39.6	27.5	20.2	15.47
4	330.0	146.7	82.5	52.8	36.67	26.94	20.63

由表 11-5 所接受的剂量估算结果可以看出，当工业 X 射线探伤机处于工作状态，门-联锁失效情况下，距离 X 射线机出束口较近人员将会接受大剂量辐射照射。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于辐射事故的分级可知，本项目可发生辐射事故为一般辐射事故（一般辐射事故，是指Ⅳ类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射）。在射线装置在工作期间，应加强射线装置的安全维护，保证门机联锁处于良好的工作状态，杜绝辐射事故的发生。

11.4.3 辐射事故应急

1、事故风险防范措施

（1）辐射工作人员每人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检测，并建立个人剂量档案，确保工作人员的照射剂量控制在剂量管理限值范围内。个人剂量报警仪在工作期间，随身携带，并设定安全阈值和报警。

（2）拟建铅房的防护门应与射线装置主机联锁，当防护门没有关闭到位时，X 射线机无法启动产生 X 射线，提醒辐射工作人员检查防护门的关闭状况。铅房内设置紧急开关，当人员被误关在铅房时，可使用紧急开关，切断主机电源，防止人员受到辐射影响。控制台上设有紧急开关，工作中辐射工作人员发现异常，可立即使用。铅房防护门上方设置灯光报警装置，可以避免检测装置工作时其它人员误入铅房的事故。

（3）定期对工业 X 射线探伤工作场所的安全和防护措施、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。

（4）无损检测工作必须按操作规程执行，作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，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辐射工作人员可看到的显眼位置。

2、事故应急措施

对于工业 X 射线探伤机发生事故处理应采取的措施：

（1）当发生辐射事故时，应在第一时间切断电源，并将事故情况通报有关（生态环境、公安、卫生）等主管部门。

（2）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。

（3）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

12.1.1 机构设置

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，浙江宏华特种设备有限公司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。

主要职责：加强对本企业员工自我防护意识教育，防止意外伤害；加强对工业X射线探伤装置的检查管理，确保保持在安全监控状态；定期对工业X射线探伤机进行巡回检查；发现射线装置损坏和丢失要立即向品管部及领导报告，对知情不报造成后果者，将追究法律责任。

浙江宏华特种设备有限公司应成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并应以公司内部文件形式明确辐射安全管理机构和各成员的管理职责。其中，辐射安全管理机构的职责应包括：

（1）全面负责公司辐射安全管理工作；

（2）认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合公司实际情况制定安全规章制度并检查监督实施；

（3）负责辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；

（4）检查安全环保设施，开展环保监测，对本项目安全防护情况进行年度评估；

（5）实施辐射工作人员的健康体检并做好职业健康检查的档案管理工作；

（6）编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故；

（7）定期向生态环境部门报告安全工作，接受生态环境部门的监督和检查。

12.1.2 辐射人员管理

（1）个人剂量检测

建设单位拟为2名新增辐射工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪。使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。个人剂量计每季度送检，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人

剂量档案保留时限为保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年。

（2）辐射工作人员培训

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

建设单位拟组织2名新增辐射工作人员参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方能上岗。

（3）辐射工作人员职业健康体检

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

建设单位拟组织2名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，并建立个人健康档案，并长期保存。

12.1.3 年度评估报告

建设单位核技术利用项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的辐射安全与防护状况年度评估报告。辐射安全与防护状况年度评估报告应包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；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；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

12.2 辐射安全管理规章制度

企业为新成立企业，尚未制定辐射相关的规章制度。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》等法律法规要求，以及X射线室内探伤的工作原理和本项目工作流程，公司从事辐射操作前需制定的制度如下：

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 射线探伤机的运行和维修时辐射安全管理。

操作规程：针对本项目 X 射线室内探伤制定相应的操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、X 射线探伤机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确 X 射线探伤机的操作步骤，探伤前对辐射安全措施的检查等，确保辐射安全措施的有效性；明确本项目定向机、定向机主射方向，确保避免产生额外辐射照射，尤其是明确 RT-2505T 探伤机（定向机）的主射线方向必须固定朝东，RT-2505TH 探伤机（周向机）的照射平面为垂直周转，主射方向为东、西、顶棚和地坪方向。

设备检修维护制度：对可能引起操作失灵的关键零配件及时进行更换。设备检修时禁止开启检测装置，待检修完毕，开启检测装置试探伤，确认检修完成。检修后主要性能未达仪器基本参数时不准重新投入使用。并且每年将射线装置送交有资质的单位进行检定，检定合格后方可继续使用。

岗位职责：明确管理人员、本项目辐射工作人员的岗位责任，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。

射线装置使用登记和台帐管理制度：建立 X 射线探伤机的档案和台账，贮存、使用射线装置时及时进行登记、检查，做到帐物相符登记内容包括射线装置的生产单位、到货日期、规格型号等，同时加强档案管理。

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。

个人剂量及工作场所监测方案：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，并做好岗前监测；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。明确辐射工作场所年度监测、日常监测的内容，监测频次，监测内容和要求等，并明确需建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

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X射线探伤机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。如每天进行门机联锁安全装置、工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每年进行身体健康档案归档及检查等。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。

危险废物处理制度：危险废物临时贮存场所严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及修改单进行设计，采取基础防渗、防火、防雨、防晒、防扬散、通风，配备照明设施等防治环境污染措施。贮存场所处粘贴危险废物标签，并作好相应的记录。危险废物由危废处置单位定期清运处理，包装容器为密封容器，容器上粘贴标签，注明种类、成分、危险类别、产地、禁忌与安全措施等，并采用专用密闭车辆，保证运输过程无泄漏。

辐射安全档案管理制度：公司须建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员如调离辐射工作岗位，公司应当将个人剂量档案保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年；新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康监护档案且长期保存。

本环评建议：

①辐射安全防护领导机构应加强监督管理，切实保证公司各项规章制度的实施。

②公司需组织辐射工作人员进行上岗培训和辐射安全防护知识的培训，上岗前需取得辐射安全培训合格证书，并进行个人剂量监测和职业健康检查；

③公司需落实年度评估制度，每年需编制《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。

④公司应在本项目辐射工作现场张贴《射线装置安全操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》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，并严格按照制度进行。

12.3 辐射监测

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X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）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1台X-γ剂量监测仪，并为每名辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

12.3.2 个人剂量监测

探伤工作人员工作时应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，个人剂量计须定期（一般为一个月，最长不得超过三个月）送检。公司应建立剂量管理限值和剂量评价制度，对受到超剂量限值的应进行评价，跟踪分析高剂量的原因，优化实践行为，并指定专职辐射管理人员负责对个人剂量检测结果（检测报告）统一管理，建立档案，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年。

12.3.3 探伤工作场所辐射监测

本项目正式投入使用后，公司须定期（每年1次）委托有资质的单位对铅房周围环境进行监测，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年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量当量率进行监测，监测周期为1次/年；年度测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

②日常自我监测

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），制定辐射工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期建议每季1次。

③监测内容和要求

A、监测内容：周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表12-1　监测场所及监测项目建议

场所名称	监测内容	监测项目	监测点位	监测依据	监测周期
本项目探伤工作场所	周围剂量当量率	年度监测	铅房门外30cm离地面高度为1m处、操作台、各屏蔽墙外外30cm离地面高度为1m处和各电缆管道口、通风口及人员常驻留位置	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）	1次/年
		自主监测			1次/季
		验收监测			竣工验收
	个人剂量检测	个人剂量当量	所有辐射工作人员	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）	一般为一个月，最长不得超过三个月

12.3.3 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。

12.4 辐射事故应急

公司需建立《辐射事故应急预案》，制定《辐射事故应急预案》后，应制定计划定期组织应急人员进行应急预案的培训和演练。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，结合单位的实际情况和事故工况分析，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

（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。

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方案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。事

故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。建设单位必须加强管理，杜绝辐射安全事故的发生。

12.5 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用射线装置的单位应具备相应的条件，对浙江宏华特种设备有限公司从事辐射活动能力的评价见表 12-2。

表 12-2 浙江宏华特种设备有限公司从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一）使用Ⅱ类射线装置的，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。	公司承诺将按要求成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并落实管理职责。
（二）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。	公司承诺及时组织新增辐射工作人员参加生态环境部核技术利用项目辐射安全与防护培训平台的辐射防护与安全培训，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。
（四）放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目辐射工作场所拟按要求设置急停开关、监控和警示、电离辐射警告标志等安全措施。辐射安全设施安装和运行时严格按要求执行，定期维护，确保辐射安全。落实控制区、监督区的划分，设置警示标志。
（五）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。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	公司拟配备 1 台 X-γ剂量监测仪，并为每名辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪。
（六）有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	公司拟按要求制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记和台帐管理制度、人员培训计划、个人剂量监测方案、自行检查和年度评估制度、危险废物处理制度及辐射安全档案管理制度等
（七）有完善的辐射事故应急措施。	公司按要求拟制定事故应急预案，并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
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者 可行的处理方案。	本项目运行过程中无放射性废水、废气及放射性固体废物产生。
（九）使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证 大纲和质量控制检测计划，至少有 1 名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	本项目为射线装置在工业上的应用，主要用于产品的无损检测，不涉及使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗。

通过分析可知，浙江宏华特种设备有限公司在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理要求后，公司将具备从事辐射活动的技术能力。

12.6“三同时”验收一览表

表 12-3 “三同时”验收一览表

项目	“三同时”措施	验收要求
辐射安全管理机构	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者指派 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	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，公司应设置专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确放射防护安全管理委员会的工作职责。
辐射安全和防护措施	铅房的屏蔽防护设计详见表 10-1	满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015）的要求（X 射线探伤室墙、探伤室顶和入口门关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h；），本项目辐射工作人员年有效剂量约束值不超过 5mSv，公众年有效剂量约束值不超过 0.25mSv。
	本项目铅房拟设置门机联锁装置、警示装置、监控装置、急停按钮等多项安全防护措施，铅房防护门出入口及铅房东墙拟设计电离辐射警告标志。	满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求。
人员配备	本项目新增辐射工作人员均应参加辐射防护培训，取得成绩报告单，方可上岗。	根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）精神，所有辐射工作人员必须通过生态环境部举办的辐射安全和防护专业知识培训及相关法律法规的培训和考核，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部培训平台（http:/fushe.mee.gov.cn）报名培训考核并取得成绩单，经考核合格后方可上岗。
	本项目新增辐射工作人员均应配置个人剂量计，个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过一个季度，并建立个	根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从

	人剂量监测档案。 本项目新增辐射工作人员上岗前均应进行职业健康检查，并建立个人健康档案。	事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案
监测仪器和防护用品	本项目探伤工作场所拟配置的防护用品见表 10-2。	满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中关于辐射工作场所放射防护检测要求
辐射安全管理制度	项目建成后，企业在开展本项目探伤工作前，应结合现行法律法规要求及实际工作情况，制定一系列相关辐射安全管理规章制度，形成完善的体系，为本项目的安全开展、辐射防护和环境保护提供有力保障。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求，使用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、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，需完善辐射事故应急预案。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

（1）项目概况

浙江宏华特种设备有限公司位于浙江省温州市温州经济开发区滨海园区A501地块一道八路1518号，租用温州市龙湾宏华食品机械设备厂现有标准厂房作为化工储蓄罐生产车间，为提高产品质量和产品合格率，拟在生产车间（共1F，无地下层）的东北角新建一间X射线铅房，配套购置2台X射线探伤机（1台RT-2505TH型周向机、1台RT-2505T型定向机，均属于II类射线装置），并配置操作间、评片室、暗室（危废暂存间依托企业现有危废间）等辅助用房对自生产的化工储蓄罐进行无损检测。

（2）项目位置

浙江宏华特种设备有限公司拟建生产车间位于浙江省温州市温州经济开发区滨海园区A501 地块一道八路 1518 号，经度：120°48′27.136"，纬度 27°51′56.386"，厂房呈东北-西南走向，其地理位置见附图 1。车间系租赁温州市龙湾宏华食品机械设备厂的闲置厂房，东侧为厂区外变电站，南侧为温州伯泰机械科技有限公司、西侧为园区内道路、北侧隔绿化带为滨海一路，东北侧约 450m 处为永丰家园。本项目 X 射线探伤工作场所位于生产车间东北角（共 1F，无地下层），由曝光铅房、操作间、评片室和暗室组成（危废暂存间依托企业现有危废间）。本项目铅房东侧为钣金车间物料临时堆放区，南侧为焊接区，西侧为评片室，评片室西侧为抛光区，北侧为操作间和暗室，再往北隔围墙为厂区外变电站，无上层和地下层。

地理位置见附图1，周边环境关系图见附图2。

（3）项目分区及布局

建设单位拟将曝光铅房实体墙划为控制区的边界，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入。将操作间、评片室、暗室、铅房门外和东侧屏蔽墙外1m处等其他相邻区域作为监督区边界，对该区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。由上述可知，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定。

（4）辐射安全防护措施结论

本项目探伤铅房以铅板作为屏蔽体，曝光铅房外尺寸为4.694m（长）×3.694m（宽）×3.23m（高），其四侧墙体和顶棚为15mm厚铅板。铅房拟设一扇工件防护安全门，位于南侧屏蔽墙，防护安全门采用电动门，并设置门机联锁装置，紧急停机按钮和警示标示等安全设施，满足相关辐射安全原则；本项目拟配备1台辐射巡测仪、2支个人剂量计和2台个人剂量报警仪。在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。

（5）辐射安全管理结论

建设单位按规定拟成立辐射防护管理领导小组，拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度。

建设单位拟组织2名新增辐射工作人员参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方能上岗，并拟委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期（不少于1次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

建设单位在成立辐射防护管理领导小组、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的能力。本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

（1）辐射剂量率影响预测结论

本项目X射线探伤机在最大工况运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为0.54μSv/h，顶棚外辐射剂量率为0.6μSv/h，满足本项目辐射工作场所剂量率控制水平不超过2.5μSv/h的要求。

（2）个人剂量影响预测结论

本项目所致辐射工作人员受照年有效剂量为0.412mSv，满足本项目职业人员剂量约束值不超过5mSv/a的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过20mSv/a的剂量限值要求；

本项目所致公众人员最大受照年有效剂量为0.081mSv，满足本项目公众人员剂量约束值不超过0.25mSv/a的要求，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过1mSv/a”的剂量限值

要求。

（3）非辐射环境影响分析结论

少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风系统排出曝光铅房，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。探伤产生的废显（定）影液、高浓度的洗片废水及废胶片要求集中存放，由有资质的单位回收处理，不得随意排放或废弃，对环境影响较小。

13.1.3 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

本项目属于核技术利用项目，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，本项目属于鼓励类中的第六项第8款“辐射防护技术开发”。

（2）实践正当性分析结论

本项目的建设是为了保证产品质量和生产的安全需要，因此，该项目的实践是必要的。本项目运行过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术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》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

（3）选址合理性分析

本项目位于浙江宏华特种设备有限公司拟建生产车间东北角，不新增土地，周围无环境制约因素。项目铅房周围 50m 范围内为公司内部生产车间、厂区内、外道路、变电站、其他企业生产车间等，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地（见附件 4），周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行。

（4）项目可行性

综上所述，本项目选址合理，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，建设单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措

施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

建设单位应加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

（1）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。

（2）建设单位承诺在本项目加速器正式运行前根据《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。

表 14 审批

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