

报告编号：WKFHP-25007

核技术利用建设项目

宁波百易东和汽车部件有限公司

X 射线固定式探伤建设项目

环境影响报告表

(报批稿)

宁波百易东和汽车部件有限公司

2025年06月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

宁波百易东和汽车部件有限公司

X 射线固定式探伤建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：宁波百易东和汽车部件有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号

邮政编码：315700

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：XXXXXXXXXXXX

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	9
表 3	非密封放射性物质	9
表 4	射线装置	10
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6	评价依据	12
表 7	保护目标与评价标准	14
表 8	环境质量和辐射现状	19
表 9	项目工程分析与源项	22
表 10	辐射安全与防护	27
表 11	环境影响分析.....	32
表 12	辐射安全管理	42
表 13	结论与建议	47
表 14	审批	51

附图：

- 附图 1 项目地理位置示意图
- 附图 2 项目周围环境关系及评价范围示意图
- 附图 3 厂区总平面布局示意图
- 附图 4 本项目监测点位示意图
- 附图 5 本项目拟建址周围环境实景照
- 附图 6 厂区周围环境实景照
- 附图 7 本项目两区划分示意图
- 附图 8 本项目辐射安全和防护设施方案布置图
- 附图 9 象山县国土空间总体规划图
- 附图 10 象山县环境管控单元图

附件：

- 附件 1 环评委托书
- 附件 2 营业执照
- 附件 3 企业法定代表人身份证复印件
- 附件 4 产权证
- 附件 5 土地无偿使用证明
- 附件 6 构筑物合法证明
- 附件 7 公司历年来非辐射环评备案文件
- 附件 8 原有辐射项目环评手续情况
- 附件 9 辐射安全许可证正副本
- 附件 10 个人剂量监测报告
- 附件 11 核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单
- 附件 12 职业健康体检报告
- 附件 13 辐射安全与防护管理小组成立文件
- 附件 14 辐射事故应急预案
- 附件 15 公司现有辐射安全规章制度目录
- 附件 16 原有辐射工作场所辐射剂量检测报告
- 附件 17 检测报告及检测资质
- 附件 18 编制人员社保证明
- 附件 19 环评文件编制主持人现场勘探证明
- 附件 20 编制主持人签字的质量控制记录单
- 附件 21 专家函审意见及修改清单

表 1 项目基本情况

建设项目名称	宁波百易东和汽车部件有限公司 X 射线固定式探伤建设项目				
建设单位	宁波百易东和汽车部件有限公司				
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址	浙江省宁波市象山县滨海工业园海港路 10 号				
项目建设地点	浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路3号厂内南侧				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	120	项目环保投资 (万元)	20	投资比例(环保投 资/总投资)	16.7%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	45.0
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 项目概述

1.1.1 建设单位简介

宁波百易东和汽车部件有限公司（以下简称“公司”）成立于 2004 年 2 月 4 日，注册地址为浙江省宁波市象山县滨海工业园海港路 10 号，是一家主要从事汽车零部件及配件制造、塑料制品制造等的私营企业。

公司现有两个厂区，其中老厂区位于浙江省宁波市象山县滨海工业园海港路 10 号，新厂区位于浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号，新厂区无偿使用宁波百易东田汽车部件有限公司的土地，具体见附件 5。公司历年来的非辐射环评备案及验收文件见表 1-1，具体环评备案及验收情况见附件 7。公司于 2022 年在浙江省宁波市象山县滨海工业园海港路 10 号 6 号车间新建一台 X 射线实时成像检测系统，2022 年 6 月 9 日取得宁波市生态环境局的环评批复（文号：甬环建表〔2022〕13 号），2023 年 1 月 3 日申领《辐射安全许可证》（证书编号：浙

环辐证[B3028]), 种类和范围为使用 II 类射线装置, 有效期至 2028 年 1 月 2 日, 2023 年 6 月 12 日完成自主验收, 具体见附件 8 和附件 9。

表 1-1 公司历年来非辐射环评备案及验收情况

序号	地点	项目名称	生产内容	备案号	验收情况	备注
1	象山县经济开发区滨海工业园海港路 10 号	年产 1240 万件汽车配件搬迁项目	年产 1240 万件汽车配件	浙象环备 2020005	2021 年 4 月完成自主验收	正常投产
2	象山县经济开发区滨海工业园海港路 10 号	宁波百易东和汽车部件有限公司年产 4000 吨汽车零部件生产项目	年产 4000 吨汽车零部件	浙象环备 2022004	2024 年 1 月完成自主验收	已搬迁
3	象山县经济开发区滨海工业园金港路 3 号	宁波百易东和汽车部件有限公司年产 12000 吨汽车零部件搬迁项目	年产 12000 吨汽车零部件	浙象环备 2024018	暂未验收	建设中
4	象山县经济开发区滨海工业园海港路 10 号	宁波百易东和汽车部件有限公司年加工 600 吨砂型铸件技改项目	年加工 600 吨砂型铸件	浙象环许 (2025) 17 号	暂未验收	建设中

1.1.2 项目建设目的和任务由来

公司将位于浙江省宁波市象山县滨海工业园海港路 10 号 6 号车间的 Global XT7800 型 X 射线实时成像检测系统搬迁至浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号 2 号厂房南侧, 对公司自生产的汽车零部件进行无损检测, 该辐射项目已完成环评手续, 具体见附件 8。该射线装置并未投入使用。由于生产计划的改变, 汽车零部件尺寸变大, Global XT7800 型 X 射线实时成像检测系统已不能满足现有产品的检测需求, 因此, 该射线装置计划淘汰使用, 不进行后续的竣工环保验收, 同时公司拟按照《浙江省辐射环境管理办法 (2021 年修正)》中第十八条要求, 对射线装置内的高压射线管进行拆解, 并报宁波市生态环境局核销。为保障公司生产产品的质量, 满足客户对产品质量的要求, 公司拟在浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号厂内南侧新建一间探伤室和一间操作室, 拟购一套 HPX-320/11 型 X 射线实时成像检测系统, 对公司自生产的汽车零部件进行无损检测。

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》: 本项目 X 射线实时成像检测系统归入到“工业用 X 射线探伤装置”的范畴, 属于 II 类射线装置。对照中华人民共和国生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录 (2021 年版)》, 本项目属于五十五、核与辐射: 172、核技术利用建设项目——使用 II 类射线装置, 应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，宁波百易东和汽车部件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、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

1.1.3 项目建设内容与规模

宁波百易东和汽车部件有限公司拟在浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号厂内南侧新建一间探伤室和一间操作室，操作室位于探伤室西侧，拟购一套 HPX-320/11 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 320kV，最大管电流为 5.6mA），主射方向朝北和地坪，对公司自生产的汽车零部件进行无损检测。

射线装置参数详见表 1-2。

表1-2 本项目射线装置配置一览表

设备名称	类别	规格	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	主射方向
X射线实时成像检测系统	II 类	HPX-320/11	1台	320	5.6	厂内南侧探伤室内	北侧和地坪

1.2 相关规划符合性分析

1.2.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号厂内南侧。根据建设单位提供的产权证（附件 4）和构筑物合法性证明（附件 6），本项目用地性质为工业用地。因此，本项目建设符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

1.2.2 “三区三线”符合性分析

根据《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）要求，“三区三线”划定成果作为建设项目用地用海报批的依据。其中“三区”具体指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应应在城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。

本项目位于浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路3号厂内南侧探伤室内，根据公司所在区域国土空间总体规划图（附图9），本项目属于城镇开发区域，用地及评价范围均不涉及永久基本农田、生态保护红线。因此，本项目建设符合浙江省“三区三线”要求。

1.2.4 与《象山县生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

生态环境分区管控是以改善生态环境质量为核心，明确生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，划定生态环境管控单元，在一张图上落实“三线”的管控要求，编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。

(1) 生态保护红线

根据《象山县生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于宁波市象山县经济开发区产业集聚重点管控单元（ZH33022520017）。与象山县国土空间总体规划图（附图9）和象山县环境管控单元图（附图10）对比，本项目所在区域不涉及生态保护红线。

(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

本项目营运过程中会消耗一定量的电源和水资源等，主要来自工作人员的日常办公和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。

(4) 生态环境准入清单

根据《象山县生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于宁波市象山县经济开发区产业集聚重点管控单元（ZH33022520017）。该管控单元生态环境准入清单见表1-3。

表 1-3 本项目与象山县生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

生态环境管控要求		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	禁止新建、扩建不符合园区发展规划及当地主导产业的其他三类工业项目，鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造。新建二类、三类工业项目污染物排放水平需达到同行业国内先进水平。	本项目为 X 射线工业探伤项目，不属于三类工业项目。厂区内及厂区围墙外设置绿地和绿化带，且厂区周围并无居住区，不存在影响人居环境安全的情况。	符合
污染物排放管控	新建项目应实施主要污染物排放总量等量削减替代。强化减污降碳协同，重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。	本项目不涉及污染物总量控制，探伤过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体，对环境影响较小。	符合
环境风险防控	更新完善开发区突发环境事件应急预案，定期开展环境风险应急演练。推进重点企业开展清洁生产审核和环境管理体系认证。	公司已制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组和应急物资，具备完善的风险防范措施。	符合
资源开发效率要求	园区工业用水重复利用率达到行业先进水平。积极发展节水型工业，禁止高耗水、难	本项目仅消耗少量水资源，生活污水经化粪池预处理达到标	符合

	处理的水污染项目入区。	准后，纳入市政污水管网，最后经污水厂处理达到标准后排放。	
--	-------------	------------------------------	--

因此，该项目符合生态环境准入清单的要求。综上，本项目的建设符合《象山县生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

1.3 项目选址及周边环境保护目标

1.3.1 项目地理位置

本项目位于浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路3号厂内南侧。厂区东侧为浙江骏腾发自动化科技有限公司；南侧隔金港路为林地；西侧为象山海燕塑料制品有限公司；北侧为象山供销再生资源科技有限公司。厂区周围环境关系见附图2，厂区周围实景图见附图6。

1.3.2 项目周边环境概况

本项目拟建探伤室位于厂内南侧，为单层结构，射线装置出束点至顶棚边缘张角范围内无其他建筑，下方为土层，无地下室。探伤室东侧紧邻厂内道路，20m~50m范围内为门卫室、办公大楼和实验室；南侧紧邻绿化带，10m~50m范围为金港路和林地；西侧紧邻操作室，10m~50m范围内为厂内道路和象山海燕塑料制品有限公司；北侧紧邻厂内道路，5m~50m范围为制芯车间和浇筑车间。本项目拟建址周围环境实景图见附图5。

1.3.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为评价范围50m内辐射工作人员及公众成员。

1.3.4 选址合理性分析

本项目用地性质属于工业用地，探伤室周围50m范围内主要为厂内各建筑物（门卫室、办公大楼、制芯车间、浇筑车间和实验室等）、厂内道路、周围公司（象山海燕塑料制品有限公司）和厂外道路（金港路）及林地，不涉及学校、居民区、医院等环境敏感区，也不涉及生态保护红线。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

1.4 产业政策符合性分析

根据国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目X射线实时成像检测系统的应用属于第一类鼓励类第十四项“机械”第1条“科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用

测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，产业政策不属于鼓励和限制类，符合国家产业政策的要求。

1.5 实践正当性分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中 4.3 “辐射防护要求”，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目实施的目的是为了对公司自生产的汽车零部件进行无损检测，以提高公司生产水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其射线装置运行所致辐射工作人员和周围公众成员的辐射剂量符合年剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤装置是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。因此，本项目使用 X 射线实时成像检测系统是正当可行的。

1.6 原有核技术利用项目许可情况

1.6.1 原有核技术利用项目环评、许可和验收情况

宁波百易东和汽车部件有限公司于 2022 年在浙江省宁波市象山县滨海工业园海港路 10 号 6 号车间新建一台 X 射线实时成像检测系统，2022 年 6 月 9 日取得宁波市生态环境局的环评批复（文号：甬环建表〔2022〕13 号），2023 年 1 月 3 日申领《辐射安全许可证》（证书编号：浙环辐证[B3028]），种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2028 年 1 月 2 日，2023 年 6 月 12 日完成自主验收。2024 年公司将位于浙江省宁波市象山县滨海工业园海港路 10 号 6 号车间的 Global XT7800 型 X 射线实时成像检测系统搬迁至浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号 2 号厂房南侧。该射线装置于 2024 年 10 月 28 日取得宁波市生态环境局的环评批复（文号：甬环建表〔2024〕38 号），批复文件见附件 8。公司于 2025 年 1 月 21 日重新申领《辐射安全许可证》（证书编号：浙环辐证[B3028]），种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2028 年 1 月 2 日，具体见附件 9。该射线装置并未投入使用，由于生产需求的改变，汽车零部件尺寸变大，该射线装置工件门尺寸已不能满足现有产品的检测需求。该射线装置仅办理环评手续，实际并未在新场地投入使用。因此，该射线装置计划淘汰使用，不进行后续的竣工环保验收，同时公司拟按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》中第十八条要求，对射线

装置内的高压射线管进行拆解，并报宁波市生态环境局核销。

1.6.2 辐射安全管理现状

1、现有辐射安全管理领导小组成立情况

公司已成立以俞双双为负责人的辐射安全与防护管理小组，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作。小组人员组成上涵盖了现有核技术利用项目涉及的部门，在框架上基本符合要求；明确了相关负责人和各成员及其职责，内容较为完善，见附件13。

2、现有辐射安全规章制度制定与执行情况

公司已制定一系列的辐射安全管理制度，具体制度有《辐射防护和安全管理制度》、《辐射防护安全责任制》、《辐射管理人员职责》、《辐射操作人员工作职责》、《安全装置定期检查及维护制度》、《X射线装置系统使用登记制度》、《辐射工作人员培训计划》、《监测方案》、《辐射工作场所和个人剂量监测制度》、《辐射事故应急预案》、《辐射工作人员操作规程》、《辐射工作人员健康档案》、《辐射防护和安全保卫制度》等，公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。公司各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

3、现有辐射工作人员管理情况

公司现有2名辐射工作人员，且持有有效的核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单（见附件11），符合持证上岗的要求，现有辐射工作人员信息一览表见表1-4。

辐射工作人员配备了个人剂量计，已委托有资质的单位定期进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案。根据2023年8月25日~2024年8月24日的个人剂量监测统计结果表明（见附件10），现有辐射工作人员连续四个季度累积受照剂量最大值为0.046mSv/a（黄伦斌），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员“剂量限值”的要求，也符合剂量约束值的要求。

根据建设单位提供的职业健康体检报告（见附件12），在岗辐射工作人员可继续从事放射性工作。

表 1-4 现有辐射工作人员信息一览表

姓名	辐射安全与防护培训证书编号	个人剂量检测结果（mSv）					职业健康体检结论
		2023.8.25~ 2023.11.24	2023.11.25~ 2024.2.24	2024.2.25~ 2024.5.24	2024.5.25~ 2024.8.24	合计	
张耀祥	FS22ZJ12012 97	0.026	0.005	0.005	0.005	0.041	可继续放射工作
黄	FS22ZJ12012	0.005	0.031	0.005	0.005	0.046	可继续放

伦 斌	99						射工作
注：公司于2024年8月后未进行过探伤作业，因此后续无个人剂量监测报告。							

4、现有辐射安全和防护措施落实情况

- (1) 探伤铅房已设置门-机联锁装置，工件门完全关闭后探伤装置才能出束照射。
- (2) 探伤铅房设置了工作状态指示灯，并与探伤装置联锁。
- (3) 探伤铅房防护门、操作台上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。
- (4) 探伤铅房内、外和操作台设有紧急停机按钮，在紧急情况下可停止设备工作。
- (5) 探伤铅房内设有摄像头，操作台处配置监视器。

5、现有辐射监测仪器与防护用品配置情况

公司现有辐射监测仪器与防护用品统计清单见表1-5。

表 1-5 现有辐射监测仪器与防护用品一览表

名称	数量
个人剂量计	2支
个人剂量报警仪	1台
便携式X-γ剂量率仪	1台

6、现有“三废”处理情况

公司已经许可的1台 II 类射线装置在运行过程中均不产生放射性废气、放射性废水与放射性固废，主要产生的臭氧和氮氧化物可通过排风装置排出探伤铅房，对周围环境空气质量影响较小。

7、场所检测与年度评估情况

公司已委托浙江亿达检测技术有限公司对相关辐射工作场所进行了检测，在用1台Global XT7800型X射线实时成像检测系统正常运行工况下（额定参数：：130kV、3mA；工况：130kV、3mA、无工件、朝东出束），铅房周围的剂量当量率为0.17μSv/h~0.21μSv/h，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“探伤室墙体和门的屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h”的剂量率控制水平要求。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，公司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日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。

8、现有辐射事故应急预案执行情况

公司已制定《辐射事故应急预案》（见附件 14），经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线实时成像检测系统	II 类	1 台	HPX-320/11	320	5.6	固定式探伤	厂内南侧探伤室内	拟购，本次评价

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	不暂存	排放至大气外环境中，臭氧在常温下后可自行分解为氧气

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

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

表 6 评价依据

法律文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，主席令第九号，1989年12月26日通过；2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，主席令第二十四号，2002年10月28日通过；2003年9月1日起施行；2018年12月29日第二次修正；</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6月28日通过，2003年10月1日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，1998年11月29日国务院令第253号发布，2017年7月16日修订，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》，2005年9月14日国务院令第449号公布，2005年12月1日起施行，2019年3月2日第二次修订；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011年4月18日原环境保护部令第18号公布，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》，2006年1月18日原环境保护总局令第31号公布；2006年3月1日起施行；2021年1月4日第四次修正；</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) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，2023年12月27日国家发展和改革委员会令第7号公布，2024年2月1日起施行；</p> <p>(11) 《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，2020年11月5日通过；2021年1月1日起施行；</p> <p>(12) 《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>(13) 《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8月19日通过，2019年11月1日起施行；</p> <p>(14) 《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</p>
------	---

	<p>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>(15) 关于印发《生态环境分区管控管理暂行规定》的通知，环环评〔2024〕41号，2024年7月6日起施行；</p> <p>(16) 《浙江省生态环境保护条例》，2022年5月27日浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第71号通过，2022年8月1日起施行；</p> <p>(17) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，2011年10月25日浙江省人民政府令第288号公布；2011年12月1日起施行；2021年2月10日第三次修正；</p> <p>(18) 《浙江省辐射环境管理办法》，浙江省人民政府令第388号，2011年12月18日公布；2012年2月1日起施行；2021年2月10日修订；</p> <p>(19) 浙江省生态环境厅关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2024年本）》的通知，浙环发〔2024〕67号，浙江省生态环境厅，2024年12月31日发布，2025年2月2日起实施；</p> <p>(20) 关于印发《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》的通知，浙江省生态环境厅，浙环发〔2024〕18号，2024年3月28日印发；</p> <p>(21) 《象山县人民政府关于印发象山县生态环境分区管控动态更新方案（发布稿）的通知》，象山县人民政府，象政发〔2024〕24号，2024年10月11日施行。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)；</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；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)；</p> <p>(9) 《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020)。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) NCRP REPORT No.151；</p> <p>(3) 公司提供的其他与工程建设有关的技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，结合本项目的辐射污染特点（II 类射线装置），本项目评价范围为探伤室实体屏蔽外 50m 的区域。

7.2 保护目标

本项目环境保护目标为从事设备操作的辐射工作人员及评价范围 50m 内的公众成员，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一览表

环境保护目标	所在位置	人员规模	方位	居留因子	与探伤室边界最近距离 (m)	剂量约束值
辐射工作人员	操作室	2 人	西侧	1	紧邻	剂量约束值 5mSv/a
公众成员	厂内道路	约 20 人次/d	东侧	1/16	紧邻	剂量约束值 0.25mSv/a
	门卫室	1 人		1	20	
	办公大楼	约 50 人		1	30	
	实验室	约 5 人		1	45	
	金港路	约 100 人次/d	南侧	1/16	10	
	厂内道路	约 10 人次/d	西侧	1/16	紧邻	
	象山海燕塑料制品有限公司	约 30 人		1	30	
	厂内道路	约 5 人次/d		北侧	1/16	
	制芯车间	约 10 人	1		5	
	浇筑车间	约 10 人	1		25	

注：探伤室所在建筑为单层结构，下方为土层，无地下室。

7.3 评价标准

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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

（1）防护与安全的最优化

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

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

（2）辐射工作场所的分区

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

（3）剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

（4）剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中 11.4.3.2 条款：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内”，遵循辐射防护最优化的原则，结合项目实际情况，本次评价取职业照射剂量限值的 25%、公众照射剂量限值的 25%分别作为本项目剂量约束值管理目标，具体见表 7-2。

表7-2 剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业人员	5.0mSv/a
公众人员	0.25mSv/a

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。本标准适用于使用 600kV 及以下

的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

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，操作室应避开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/T250。

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，应能立刻停止出束或回源。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。

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

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。

7.3.4 本项目管理目标

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

1、周围剂量当量率

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.3 条款要求，本项目探伤室的

四侧墙体、工件门、人员进出门、通风口和电缆孔外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。本项目探伤室为单层结构，探伤室顶棚为人员不可到达区域，且出束点至顶棚边缘张角范围内无其他建筑，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.4 条款要求，探伤室顶棚外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平取 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

2、个人剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）条款 4.3.2.1 与 11.4.3.2 的要求，本项目个人年有效剂量控制水平如下：

- A. 职业人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；
- B. 公众成员年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ 。

3、通风要求

根据《工业探伤放射防护标准》（GB 18871-2002）第 6.1.10 条款的要求，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。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

8.1.1 项目地理位置

本项目位于浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号厂内南侧。厂区东侧为浙江骏腾发自动化科技有限公司；南侧隔金港路为林地；西侧为象山海燕塑料制品有限公司；北侧为象山供销再生资源科技有限公司。

8.1.2 项目场所位置

本项目拟建探伤室位于厂内南侧，为单层结构，射线装置出束点至顶棚边缘张角范围内无其他建筑，下方为土层，无地下室。探伤室东侧紧邻厂内道路，20m~50m 范围内为门卫室、办公大楼和实验室；南侧紧邻绿化带，10m~50m 范围为金港路和林地；西侧紧邻操作室，10m~50m 范围内为厂内道路和象山海燕塑料制品有限公司；北侧紧邻厂内道路，5m~50m 范围为制芯车间和浇筑车间。

8.2 辐射环境质量现状评价

8.2.1 监测目的

通过现场监测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

8.2.2 环境现状评价对象

本项目探伤室拟建地址及周边环境。

8.2.3 监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

8.2.4 监测点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 等要求，结合现场条件，对本项目各辐射工作场所及周围环境进行监测布点。本项目共布设 15 个监测点位，布点情况见附图 4，监测报告及监测资质见附件 17。

8.2.5 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：2025 年 02 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》(HJ 1157-2021) 等；
- (5) 监测频次：即时测量，每个监测点在仪器读数稳定后以 10 秒间隔读取 10 个数；
- (6) 监测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：晴；室内温度：11℃；室外温度：11℃；相对湿度：68%；
- (8) 监测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 监测仪器设备参数

仪器名称	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H (内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV 外置探头：60keV-1.3MeV
检定证书编号	2024H21-20-5106288001
检定有效期	2024 年 02 月 23 日至 2025 年 02 月 22 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准因子 C_f	1.04
探测限	10nSv/h

8.2.6 质量保证措施

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

8.2.7 监测结果及评价

监测结果见表8-2。

表8-2 本项目拟建场所及周围环境辐射本底监测结果

位点编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		位置
		平均值	标准差	
1#	本项目探伤室拟建区域	95	2	室外
2#	本项目探伤室拟建区域东侧（厂内道路）	86	2	室外
3#	本项目探伤室拟建区域南侧（绿化带）	96	1	室外
4#	本项目探伤室拟建区域西侧（厂内道路）	93	4	室外
5#	本项目探伤室拟建区域北侧（厂内道路）	99	3	室外
6#	制芯车间	99	2	室内
7#	浇筑车间	105	1	室内
8#	厂内道路	94	2	室外
9#	办公大楼	118	2	室内
10#	实验室	105	2	室内
11#	门卫室	121	1	室内
12#	金港路	100	2	室外
13#	厂内道路	109	3	室外
14#	象山海燕塑料制品有限公司	95	2	室外
15#	林地	87	2	室外

注：1、根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中第 5.4 条款，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、根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中第 5.5 条款，本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ¹³⁷Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；

3、γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 31.3nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，6#、7#、10#、11#点位取 0.9；9#点位取 0.8；其余点位取 1。

由表8-2可知：本项目拟建探伤工作场所及周围环境室内γ辐射空气吸收剂量率范围为 99nGy/h ~ 121nGy/h，室外γ辐射空气吸收剂量率为86nGy/h ~ 109nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，宁波市室内的γ辐射（空气吸收）剂量率范围为80nGy/h ~ 194nGy/h，宁波市道路上γ辐射（空气吸收）剂量率范围为64nGy/h ~ 128nGy/h。因此，本项目工作场所拟建场所及周围环境的γ辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目固定式探伤施工期主要为探伤室和操作室的建筑施工及设备安装调试。建设施工时主要污染因子为施工扬尘、施工废水、施工人员生活污水、施工噪声、建筑垃圾及生活垃圾。设备安装调试阶段会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物及包装废弃物。本项目施工作业范围有限，施工期较短，对周围环境产生的影响是短暂的，随着施工期结束，环境影响也随之停止。具体工艺流程及产污环节见图 9-1。

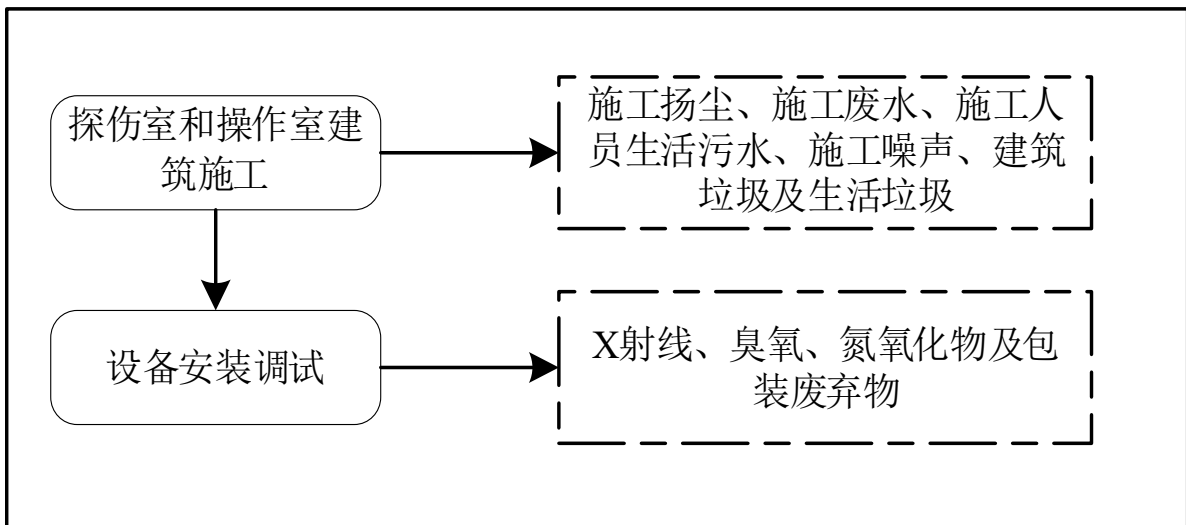


图 9-1 本项目施工期工艺流程及产污环节示意图

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 设备组成及工作方式

该台 X 射线实时成像检测系统由 X 射线探伤机、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元、电气控制单元组成，设备外观示意图见图 9-2，该台设备不具备自屏蔽铅房，需依托探伤室实体屏蔽开展固定式探伤作业。作业期间，待检工件经平板轨道运至探伤室内，辐射工作人员将工件调整合适位置后退出探伤室于操作室处通过实时成像单元与计算机图像处理单元完成探伤工作。

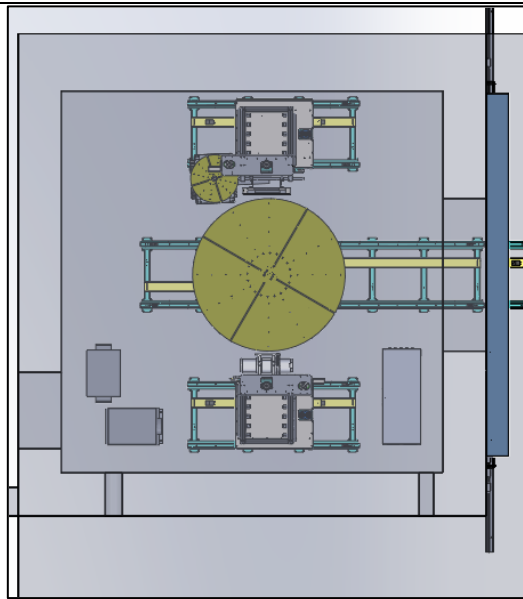


图 9-2 本项目 X 射线实时成像检测系统外观图

9.2.2 工作原理

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

典型的 X 射线管结构见图 9-3。

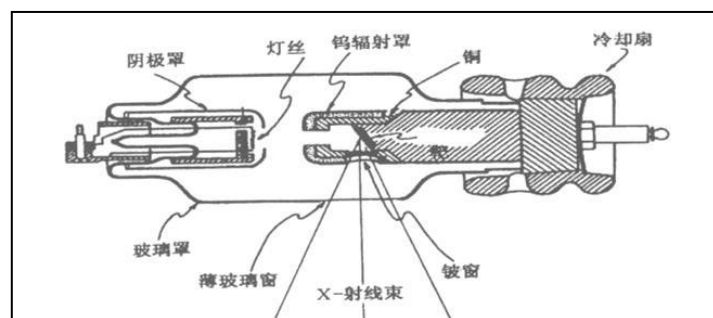


图 9-3 典型 X 射线管示意图

9.2.3 工艺流程及产污环节

(1) 工件送入探伤室内。确认探伤设备处于非工作状态下，使用X射线实时成像检测系统时，由叉车将工件放置于平板轨道车上，操作轨道车将工件送入探伤室内，并由辐射工作人员调整工件摆放位置；

(2) 探伤机源点位置固定，通过调整工件位置，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工件门、人员进出门，确认安全连锁装置、“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等安全措施均能正常运行，方可开启X射线实时成像检测装置，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，由轨道车或工件输送带将探伤工件送出，完成一次探伤。本项目工作流程及产污环节分析图如图9-4所示。

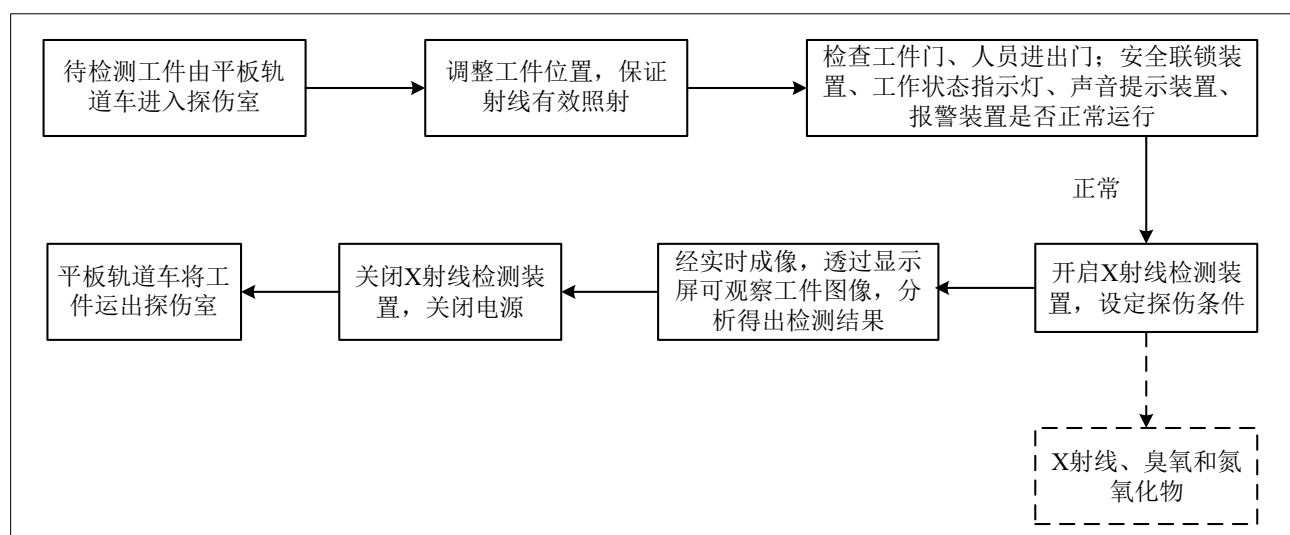


图 9-4 探伤室内 X 射线固定式探伤工艺流程产污环节示意图

9.2.4 运行工况和人员配置计划

本项目探伤工件为公司自生产的汽车零部件，材质为铝，常规产品尺寸为 1500mm（长）×1000mm（宽）×1000mm（高）×100mm（厚度），少量大件产品尺寸可达到 3000mm（长）×2000mm（宽）×1500mm（高）×100mm（厚度）。本项目配备 2 名辐射工作人员（即原有辐射项目工作人员），每天工作 8h（昼间一班制），每年工作 300 天（50 周，每周工作 6 天）。本项目为抽检，单个工件检测曝光时间约为 5min，设备周曝光时间为 12h，年曝光时间为 600h。

9.3 污染源项描述

(1) X射线

根据X射线机的工作原理可知，X射线是随装置的开、关而产生和消失。因此，在开机曝光时间，X射线是本项目的主要污染因子。

辐射场中的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《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)附录B表B.1，有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量；在未获得厂家给的输出量，散射屏蔽估算选取表中各(kV)下输出量的较大值保守估计。本项目管电压保守按400kV取值，400kV过滤条件为3mm铜的X射线输出量为 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，因此，本项目有用线束和散射辐射的X射线输出量 H_0 为 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.41\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

② 漏射辐射

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)第4.2.2条款表1，本项目探伤装置在额定工作条件下，距靶点1m处的泄漏辐射剂量率为 $5.0\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 臭氧和氮氧化物

探伤装置工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，对环境空气会产生影响。本项目探伤室南墙上方设有1个排风口，通风量为 $540\text{m}^3/\text{h}$ ，探伤室的净体积为 80m^3 ，每小时有效通风换气次数大于3次，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。

9.4 现有核技术利用项目工艺不足及改进情况

9.4.1 现有核技术利用项目分析

宁波百易东和汽车部件有限公司于2022年在浙江省宁波市象山县滨海工业园海港路10号6号车间新建一台X射线实时成像检测系统，2022年6月9日取得宁波市生态环境局的环评批复(文号：甬环建表(2022)13号)，2023年1月3日申领《辐射安全许可证》(证书编号：浙环辐证[B3028])，种类和范围为使用II类射线装置，有效期至2028年1月2日，2023年6月12日完成自主验收。2024年公司计划将位于浙江省宁波市象山县滨海工业园海港路10号6号车间的Global XT7800型X射线实时成像检测系统搬迁至浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路3号2号厂房南侧。该射线装置于2024年10月28日取得宁波市生态环境局的环评批复(文号：甬环建表(2024)38号)，批复文件见附件8。公司于2025年1月21日重新申领《辐射安全许

可证》(证书编号:浙环辐证[B3028]),种类和范围为使用 II 类射线装置,有效期至 2028 年 1 月 2 日,具体见附件 9。

公司现有项目 2 名辐射工作人员,共配有 2 枚个人剂量计、1 台个人剂量报警仪,1 台便携式 X- γ 剂量率仪。探伤铅房产生少量的臭氧和氮氧化物经机械排风装置排至外环境,对周围环境影响较小,本项目 X 射线数字成像检测系统不使用胶片,故不产生危废。根据公司的年度监测报告(见附件 16),原有探伤铅房辐射防护设施屏蔽效果满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中的要求。

9.4.2 改进情况分析

由于生产需求的改变,汽车零部件尺寸变大,原有的 Global XT7800 型 X 射线实时成像检测系统已不能满足现有产品的检测需求。因此,该射线装置计划淘汰使用,不进行后续的竣工环保验收,同时公司拟按照《浙江省辐射环境管理办法(2021 年修正)》中第十八条要求,对射线装置内的高压射线管进行拆解,并报宁波市生态环境局核销。因此,不存在原工作场所的改进情况。宁波百易东和汽车部件有限公司计划在浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号厂内南侧新建一间探伤室,拟购置一套 HPX-320/11 型 X 射线实时成像检测系统。

本项目沿用原有 2 名辐射工作人员和原有辐射检测仪器以及防护用品。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 布局及合理性分析

本项目位于浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号厂内南侧探伤室内。本项目工件门位于探伤室的东侧（电动开启），便于工件进出；操作室位于探伤室西侧，人员进出门位于西侧，可方便进入操作室。本项目有用线束朝北侧和地坪，操作室位置已避开有用线束照射方向，并根据表 11 理论预测数据，各点位辐射剂量率均达标，因此，本项目无需设置迷道。探伤工件的最大尺寸可达到 3000mm（长）×2000mm（宽）×1500mm（高）×100mm（厚度），探伤室内尺寸为 5000mm（长）×4000mm（宽）×4000mm（高），进件门的门洞尺寸为 3000mm（高）×2400mm（宽），工件通过平板轨道车进入探伤室，平板轨道车高度为 500mm，宽度为 650mm。工件可方便出入探伤室且满足工件门关闭时最大工件的探伤需求，尺寸满足探伤工件进出探伤室的要求。

综上所述，本项目探伤工作场所的功能设计较为完善，可以满足固定式探伤的基本配置需求。探伤室设计可满足探伤工件进出探伤室并于探伤室内进行探伤检测的要求；操作室已避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开的要求。因此，本项目探伤室的设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.1 条款要求，合理可行。

10.1.2 分区原则及两区规划

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《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将探伤室内部区域划为控制区，在探伤室工件门和人员进出门显著位置设置电离辐射警告标识和中文警示说明；将操作室和探伤室东侧、南侧、北侧墙体外1m处划分为监督区，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。辐射工作场所分区管理示意图见附图8。

10.1.3 辐射工作场所屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目 X 射线实时成像检测系统屏蔽防护设计方案见表 10-1。

表 10-1 探伤室屏蔽情况一览表

项目		屏蔽防护设计方案
探伤室	外尺寸	体积为 113.92m ³ ，尺寸为 6100mm（外长）×4900mm（外宽）×4450mm（外高）
	内尺寸	体积为 80m ³ ，尺寸为 5000mm（内长）×4000mm（内宽）×4000mm（内高）
东墙		450mm 混凝土
南墙		450mm 混凝土
西墙		450mm 混凝土
北墙		650mm 混凝土
顶棚		450mm 混凝土
地坪		450mm 混凝土
工件门（设于东墙）		电动双开门，门洞的尺寸为 3000mm（高）×2400mm（宽）；门体的尺寸为 3200mm（高）×2600mm（宽），上下左右搭接宽度分别为 130mm、70mm、100mm、100mm、门体结构为 5mm 钢+20mm 铅板+5mm 钢
人员进出门（设于西墙）		手推门，门洞的尺寸为 800mm（宽）×2000mm（高）；门体的尺寸为 1000mm（宽）×2280mm（高），上下左右搭接宽度分别为 220mm、60mm、100mm、100mm、门体结构为 5mm 钢+20mm 铅板+5mm 钢
电缆孔		设于南墙上方，L 型，出线口尺寸 150mm×150mm，设置形式为斜插，出口处敷设 20mm 铅板
通风口		设于南墙下方，1 个排风口，装有排风扇，风量：540m ³ /h，排风口尺寸为 160mm×160mm，出口处设 20mm 铅防护罩，穿越形式：L 型
注：钢的密度不低于 7.85g/cm ³ ，混凝土的密度不小于 2.35g/cm ³ ，铅的密度不小于 11.3g/cm ³ 。		

经表 11 理论计算，各关注点辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”和“探伤室顶棚外表面 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 100μSv/h”的要求。因此，本项目屏蔽设计方案合理可行。

10.1.4 辐射安全和防护及环保措施

1、探伤室辐射安全防护

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）以及辐射管理的相关制度，本项目探伤室投入使用前，拟具备以下辐射安全和防护措施：

（1）本项目拟建操作室避开有用线束照射的方向且与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙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。

(2) 本项目探伤室拟按 GB18871 的管理要求进行两区划分与两区管理。

(3) 探伤室的东侧设置工件门、西侧设置人员进出门。工件门和人员进出门处拟安装门-机联锁装置，探伤机与门实现联锁，且只有在门关闭后，X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

(4) 探伤室外工件门、人员进出门、探伤室内拟设有显示“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，醒目处拟设对“照射”和“预备”信号意义的说明。

(5) 探伤室内、工件门外、人员进出门外和操作室各设置一个视频监控系统，显示屏设置在操作室内，视频探头设置在探伤室内。在操作室内设专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(6) 探伤室工件门和人员进出门上拟设置符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

(7) 探伤室内拟设置紧急停机按钮（探伤室内东侧、南侧、西侧、北侧及操作室各设 1 个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮安装，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。按钮拟设置标签，标明使用方法。

(8) 探伤室拟设置机械通风装置，排风通向探伤室外，且通风管外口避免了朝向人员活动密集区。通风口位于探伤室南墙靠西侧上方，出口处设钢铅防护罩 20mm 铅板防护层。

(9) 探伤室内拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

(10) 探伤室防护门与屏蔽墙之间的搭接宽度满足要求。

(11) 本项目各项辐射安全管理规章制度均需上墙。

本项目辐射安全和防护设施布置方案见附图 8。

2、固定探伤操作的放射防护要求

(1) 设备正常运行时，工作人员不需要进入探伤室。工作人员进入探伤室时，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室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

(2) 固定式探伤工作人员应定期测量正常运行过程中探伤室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室门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护措施是否正常; 确认探伤室内部没有人员驻留并关闭工件门和人员进出门。只有在工件门和人员进出门关闭、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。

3、探伤装置的检查和维护

(1) 建设单位的日检, 每次工作开始前应进行检查的项目包括:

- ①设备外观是否完好;
- 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。

(2) 设备维护

- ①建设单位应对设备维护负责, 每年至少维护一次;
- ②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。设备维护包括设备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。

4、辐射监测仪器和防护用品配置

本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划见表 10-2。

表 10-2 本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划

序号	名称	数量	备注
1	个人剂量计	2 枚	利用原有
2	个人剂量报警仪	1 台	利用原有
3	便携式 X- γ 剂量率仪	1 台	利用原有
4	固定式场所辐射探测报警装置	1 台	本次新增

用于 X 射线探伤装置放射防护检测的仪器, 应按规定进行定期检定/校准, 取得相应证书。使用前, 应对辐射检测仪器进行检查, 包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应

等。

5、探伤设施的退役

1、本项目射线装置后期如报废，公司应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021年修正）》第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

2、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、清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

10.2 三废的治理

本项目 X 射线实时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。本项目探伤装置作业状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物，臭氧与氮氧化物产生量极低，本项目不做定量分析，仅定性分析。探伤室内拟设有机机械通风系统，该部分废气通过排风管道排至探伤室外，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，该部分废气对环境影响较小。

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

本项目施工期涉及探伤室和操作室的施工建设，工程量较小，施工期较短，施工期对环境的影响，本次评价仅作简要分析：

(1) 扬尘

在整个施工期，扬尘来自于材料运输、基础建设等施工活动，由于扬尘源多且分散，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大。因此，建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，以降低建筑扬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。土建工程结束后扬尘影响即可恢复。

(2) 噪声

施工机械在运行中会产生噪声，拟采用低噪声设备，避免夜间施工等措施以降低噪声影响，对周围环境影响较小。

(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，经建设单位化粪池预处理后纳入市政污水管网，对周围环境影响较小。

(4) 固体废物

整个施工过程中产生少量以建筑垃圾为主的固体废物及施工人员生活垃圾，建筑垃圾于指定位置堆放后按规定处置，生活垃圾统一收集后委托环卫部门及时清运处理。

11.1.2 设备安装调试阶段

本项目 X 射线实时成像检测系统安装调试阶段对于环境主要影响为 X 射线、臭氧和氮氧化物以及包装材料等固废。本项目探伤设备的安装与调试均由专业人员在探伤室内进行，经过墙体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。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其他固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

为分析预测本项目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，采用理论计算的方法来预测本项目辐射工作场所运行过程中对周围环境的辐射影响。

本项目 X 射线实时成像检测系统靶点可在上下平面移动，可移动距离为 1500mm，有用线束的最大张角为 40°，有用线束朝北墙照射，当有用线束照射至北墙且靶点移动至最上侧位置时： $\tan 20^\circ \times 3300 = 1201 < 1800\text{mm}$ （靶点距顶棚最近距离） $< 2000\text{mm}$ （靶点距南北墙最近距离），当有用线束照射至北墙且靶点移动至最下侧位置时： $\tan 20^\circ \times 3300 = 1201 > 700\text{mm}$ （靶点距地坪最近距离）。因此，本项目有用线束会朝向北墙和地坪照射。本项目载物台可在南北方向移动，可移动距离为 1600mm。

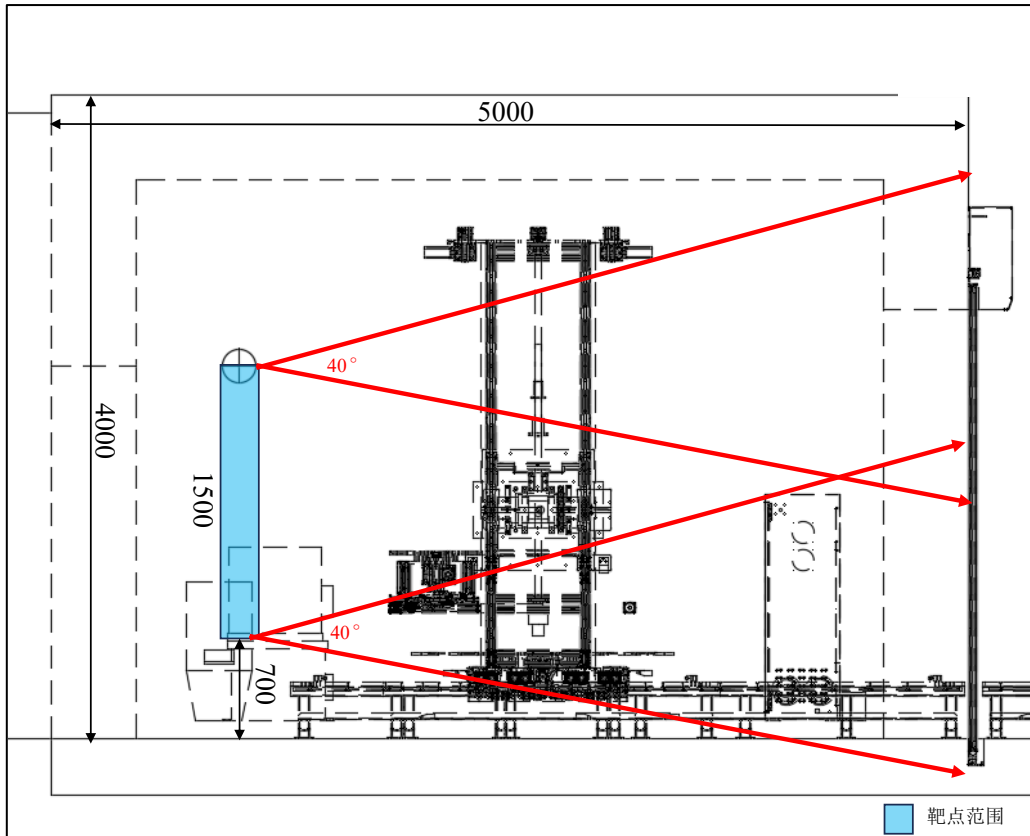


图 11-1 本项目探伤室剖面布局与有用线束照射示意图（单位：mm）

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”。由于探伤室正下方为土层，无地下室，本项目辐射环境影响分析不考虑朝向地坪的有用线束。因此，本次评价探伤室北墙考虑有用线束，东墙、南墙、西墙、顶棚均按泄漏辐射与散射辐射考虑。本项目有用线束未朝向顶棚，故不考虑天空反散射。

11.2.1 关注点的选取

根据本项目工程特征及探伤室周围环境状况，选择剂量关注点为探伤室四侧墙体、顶棚、工件门、人员进出门、电缆孔和通风口外 30cm 处。关注点的分布情况见图 11-2 和图 11-3，剂量关注点情况列于表 11-1。

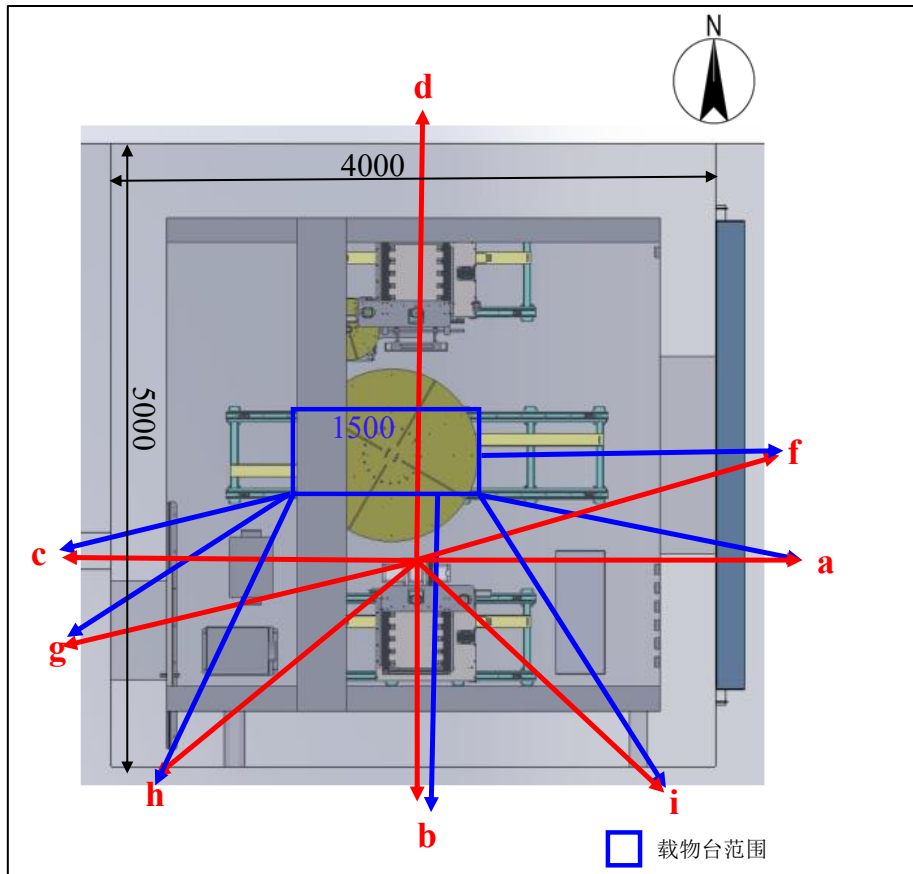


图 11-2 本项目探伤室平面布局与预测点位图（单位：mm）

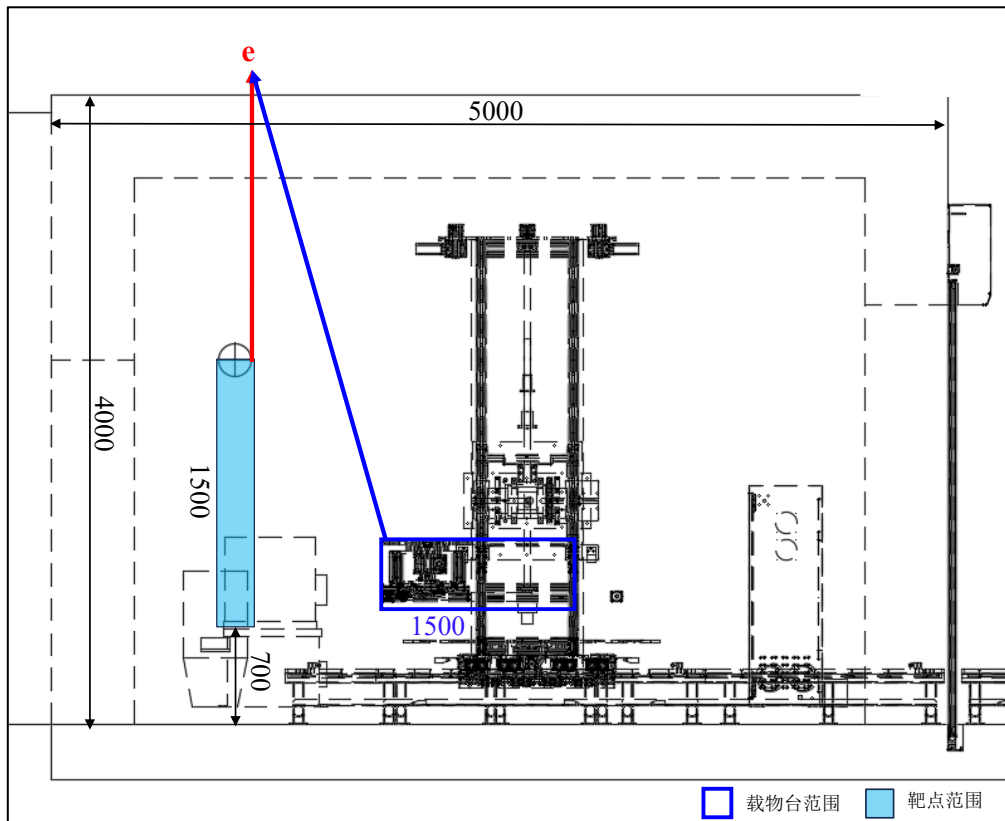


图 11-3 本项目探伤室剖面布局与预测点位图（单位：mm）

表 11-1 探伤室各关注点位分布情况表

关注点位	点位描述	源点与关注点距离 R (m)	散射体至关注点距离 Rs (m)	需屏蔽的辐射类型
a	东侧防护墙外 30cm 处	2.3	1.2	泄漏辐射、散射辐射
b	南侧防护墙外 30cm 处	2.0	2.8	泄漏辐射、散射辐射
c	西侧防护墙外 30cm 处	2.3	1.2	泄漏辐射、散射辐射
d	北侧防护墙外 30cm 处	3.6	/	有用线束
e	顶棚外 30cm 处	2.1	3.8	泄漏辐射、散射辐射
f	工件门外 30cm 处	2.5	1.0	泄漏辐射、散射辐射
g	人员进出门外 30cm 处	2.5	1.4	泄漏辐射、散射辐射
h	通风口外 30cm 处	3.7	3.9	泄漏辐射、散射辐射
i	电缆孔外 30cm 处	3.7	3.9	泄漏辐射、散射辐射

注：R=源点与屏蔽体外侧距离+0.3m，Rs=散射体移动区域与屏蔽体外侧距离+0.3m，结果均向下保留一位小数。

11.2.2 场所辐射水平预测

(1) 有用线束计算公式

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} ($\mu\text{Sv/h}$) 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：

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

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，本项目取值 5.6mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；本项目管电压保守按 400kV 取值，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1, 400kV 滤过条件为 3mm 铜的 X 射线输出量为 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，因此，本项目有用线束的 X 射线输出量 H_0 为 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.4\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.2 曲线向外推，320kV 有用线束穿过 650mm 混凝土时的透射因子取 2.5×10^{-6} ；

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) 泄漏辐射计算公式

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，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (11-2) 计算：

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

式中： B ——屏蔽透射因子，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，由内插法计算可知 320kV 时 X 射线在混凝土中的什值层 TVL 为 100mm，在铅中的什值层 TVL 为 6.2mm，根据公式 $B=10^{-X/TVL}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度，mm；320kV 有用线束穿过 450mm 混凝土时的透射因子取 3.2×10^{-5} ；320kV 有用线束穿过 20mm 铅时的透射因子取 5.9×10^{-4} ；

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（ $\mu\text{Sv/h}$ ），根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）第 4.2.2 条款表 1，本项目探伤装置在额定工作条件下，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5.0 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

（3）散射辐射计算公式

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，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-3）计算。

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

式中： I ——X 射线探伤装置在最高管电压下常用最大管电流，mA，本项目取值 5.6mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；本项目管电压保守按 400kV 取值，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1，400kV 滤过条件为 3mm 铜的 X 射线输出量为 $23.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，因此，本项目有用线束的 X 射线输出量 H_0 为 $23.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $1.4 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B = 10^{-X/TVL}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度，mm；查询 GBZ/T 250-2014 表 2，当 X 射线能量为 320kV 时，对应的 90° 散射辐射最高能量为 250kV，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，250kV 时，混凝土中的什值层 TVL 为 90mm；铅中的什值层 TVL 为 2.9mm，射线在 450mm 混凝土中的透射因子为 1.0×10^{-5} ；在 20mm 铅中的透射因子为 1.3×10^{-7} ；

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，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）。

（4）预测结果

本项目工件门、人员进出门、通风口和电缆孔均采用钢板+铅板作为屏蔽材料，预测结果时保守分析，仅考虑铅板的防护。根据公式（11-1）~（11-3），代入相关参数，本项目探伤室运行时周围环境辐射水平预测结果见表 11-2~表 11-5。

表 11-2 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 X	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
d (北墙)	650mm 混凝土	5.6	1.4E+06	2.5E-06	3.6	1.5E+00

表 11-3 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 X	B	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
a (东墙)	450mm 混凝土	3.2E-05	5.0E+03	2.3	3.0E-02
b (南墙)				2.0	4.0E-02
c (西墙)				2.3	3.0E-02
e (顶棚)				2.1	2.6E-02
f (工件门)	20mm 铅	5.9E-04		2.5	6.7E-01
g (人员进出门)				2.5	4.7E-01
h (通风口)				3.7	2.2E-01
i (电缆孔)				3.7	2.2E-01

表 11-4 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 X	B	I (mA)	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} ($\mu\text{Sv/h}$)
a (东墙)	450mm 混凝土	1.0E-05	5.6	1.4E+06	50	1.2	1.1E+00
b (南墙)						2.8	2.0E-01
c (西墙)						1.2	1.1E+00
e (顶棚)						3.8	1.1E-01
f (工件门)	20mm 铅	1.3E-07				1.0	2.0E-02
g (人员进出门)						1.4	1.0E-02
h (通风口)						3.9	1.3E-03
i (电缆孔)						3.9	1.3E-03

表 11-5 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ117-2022 标 准限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否 达标
a (东墙)	/	3.0E-02	1.1E+00	1.1E+00	2.5	达标
b (南墙)	/	4.0E-02	2.0E-01	2.4E-01	2.5	达标
c (西墙)	/	3.0E-02	1.1E+00	1.1E+00	2.5	达标
d (北墙)	1.5E+00	/	/	1.5E+00	2.5	达标
e (顶棚)	/	2.6E-02	1.1E-01	1.4E-01	100	达标
f (工件门)	/	6.7E-01	2.0E-02	6.9E-01	2.5	达标
g (人员进出门)	/	4.7E-01	1.0E-02	4.8E-01	2.5	达标
h (通风口)	/	2.2E-01	1.3E-03	2.2E-01	2.5	达标
i (电缆孔)	/	2.2E-01	1.3E-03	2.2E-01	2.5	达标

因此，本项目探伤室在最大工况正常运行时，各关注点辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”和“探伤室顶棚外表面 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

11.2.3 局部贯穿分析

(1) 电缆孔处辐射防护分析

本项目电缆孔设于南墙上方，穿越形式为 L 型，出线口尺寸 $150\text{mm}\times 150\text{mm}$ ，设置形式为斜插，出口处敷设 20mm 铅板。经理论计算得出电缆孔外 30cm 处的周围剂量当量率为 $0.22\mu\text{Sv/h}$ ，电缆孔处能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)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。

(2) 通风口处辐射防护分析

本项目通风口设于南墙下方，1 个排风口，装有排风扇，风量： $540\text{m}^3/\text{h}$ ，排风口尺寸为 $160\text{mm}\times 160\text{mm}$ ，出口处设 20mm 铅防护罩，穿越形式为 L 型。理论计算得出通风口外 30cm 处的周围剂量当量率为 $0.22\mu\text{Sv/h}$ ，通风口处能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)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。

11.2.4 人员受照剂量估算

1、计算公式

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 第 3.1.1 条款中的公式 (1)，人员受照剂量计算公式如下：

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

式中：

E ——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 ——居留因子；

U ——使用因子，本项目取 1；

t ——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 11-6：

表 11-6 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

2、估算结果

由于射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系，同方向人员受照剂量仅需考虑与源点距离最近且居留因子最大的保护目标。利用表 11-2、表 11-3、表 11-4、表 11-5 以及表 11-6 的相关数据，本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见表 11-7。

表 11-7 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	源点与关注点距离 (m)	源点与保护目标距离 (m)	保护目标处辐射剂量率取值 ($\mu\text{Sv/h}$)	周受照时间 (h/周)	周受照总剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)	年受照时间 (h/a)	年受照总剂量 (mSv/a)
职业	操作室	1	2.3	2.5	9.3E-01	12	11.2	600	5.6E-01
公众	厂内东侧道路	1/16	2.3	3.0	6.5E-01	12	4.9E-01	600	2.4E-02
	门卫室	1	2.3	22.0	1.2E-02	12	1.4E-01	600	7.2E-03
	办公大楼	1	2.3	32.0	5.7E-03	12	6.8E-02	600	3.4E-03
	实验室	1	2.3	47.0	2.6E-03	12	3.1E-02	600	1.6E-03
	金港路	1/16	2.0	11.7	7.0E-03	12	5.3E-03	600	2.6E-04
	厂内西侧道路	1/16	2.3	2.3	1.1E+00	12	8.3E-01	600	4.1E-02
	象山海燕塑料制品有限公司	1	2.3	32.0	5.7E-03	12	6.8E-02	600	3.4E-03
	厂内北侧道路	1/16	3.6	3.3	1.5E+00	12	1.1E+00	600	5.6E-02
	制芯车间	1	3.6	8.3	1.4E-01	12	3.4E+00	600	1.7E-01

浇筑车间	1	3.6	28.3	2.3E-03	12	2.8E-02	600	1.4E-03
------	---	-----	------	---------	----	---------	-----	---------

根据表 11-7 计算可知，本项目 X 射线实时成像检测系统运行后所致辐射工作人员最大受照周有效剂量为 11.2 μ Sv，年有效剂量为 5.6 $\times 10^{-1}$ mSv；所致公众最大受照周有效剂量为 3.4 μ Sv，年有效剂量为 1.7 $\times 10^{-1}$ mSv。因此，辐射工作人员和公众年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 ≤ 5 mSv/a；公众成员 ≤ 0.25 mSv/a），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 ≤ 20 mSv/a；公众成员 ≤ 1.0 mSv/a）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于 100 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周”的要求。

11.2.4“三废”环境影响分析

本项目 X 射线实时成像检测系统只有在工作状态下会产生辐射，使得探伤室内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。本项目探伤室内废气可由机械通风装置排出室内，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。本项目为 X 射线实时成像检测系统，不涉及洗片工作，因此没有废显（定）影液、洗片废液、废胶片等危险废物产生。

11.3 探伤室屏蔽防护能力分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的规定，结合建设单位探伤室屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该建设单位使用的探伤室的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

（1）设计中，该探伤室的设置已充分考虑周围的放射安全，且探伤室与操作室分开；结合理论计算结果可知：探伤室四屏蔽体和顶棚的防护性能，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）本项目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，探伤室内的机械排风系统将臭氧和氮氧化物排至室外，不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此，本项目探伤室屏蔽能力能达到管电压不大于 320kV、管电流不大于 5.6mA 的射线装置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

建设单位使用的射线装置属 II 类射线装置，可能的事故工况主要有以下几种情况：

(1) 检测过程中，门-机联锁装置、紧急停机按钮等失效使工作人员和公众误闯或误留，引发辐射事故。

(2) 操作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射，引发辐射事故。

11.4.2 事故防范措施

(1) 从事X射线探伤的辐射工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格证，业务熟练；严格遵守射线装置的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；作好实时成像系统的日常维护保养，定期检查，保证设备始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

(2) 定期检查维护，确保门机联锁装置、紧急停机按钮、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等安全措施正常运转，保持完好；定期对射线装置进行检修维护，定期对周围辐射水平进行检测，发现异常，及时切断电源，请厂家对设备进行维护维修。

(3) 射线装置在调试和使用时，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施，调试和维修工作由厂家专业人员承担。

发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。对于射线装置被盗事故，还应向公安部门报告。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用Ⅱ类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

宁波百易东和汽车部件有限公司已成立了辐射安全与防护管理小组，全面负责公司的辐射安全管理工作及相关工作。该管理机构的基本组成涵盖射线装置的管理与使用等相关部门，机构明确了组成人员及相关职责，故建设单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足环保管理工作的要求。

12.1.2 辐射人员管理

(1) 个人剂量检测

本项目辐射工作人员均为原有辐射工作人员，建设单位已为每名辐射工作人员配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。建设单位还应做到以下几个方面：

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一；职业照射个人监测剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

(2) 辐射工作人员培训

本项目辐射工作人员均为原有辐射工作人员，建设单位现有辐射工作人员均参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护与安全培训，且已通过相关考试，能确保所有辐射工作人员持证上岗，且证书均在有效期内。上岗证到期前应及时进行继续教育，并重新申领新的上岗证书。

(3) 辐射工作人员职业健康体检

本项目辐射工作人员均为原有辐射工作人员，原有辐射工作人员均已定期在宁波大学附属第一医院进行职业健康检查，已建立职业健康档案。

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，

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

12.1.3 辐射安全和防护状况年度评估报告

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和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内容。

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。

公司现有辐射安全规章制度制定情况见前文表 1 中 1.6.2 章节，内容健全完善且规范，且严格执行于实际工作中，满足现有核技术利用项目的管理需要，合理可行。本项目 X 射线实时成像检测系统建成后，将相关制度重新完善后张贴于相关辐射工作场所。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

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。公司已为原有辐射工作人员配置 1 台个人剂量报警仪和 2 支个人剂量计，配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，并新增 1 台固定式场所辐射探测报警装置。

12.3.2 个人剂量监测

建设单位原配备 2 枚个人剂量计、1 台个人剂量报警仪，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，个人剂量档案应当长期保存。

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探伤室周围环境进行监测，并建立监测档案，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；年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

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，参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第8.3.4条款，本项目射线装置投入使用后每年至少进行1次常规监测。

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	(1) 探伤室四侧、工件门、人员进出门及顶棚外 30cm 处； (2) 工件门门缝四周、人员进出门门缝四周、电缆孔外 30cm 处及通风口外 30cm 处； (3) 操作室及人员常驻留位置。	《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)	1次/年
		自主监测			1次/年
		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

12.3.4 竣工环境保护验收

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）和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）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。除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过3个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。验收报告公示期满后5个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，生态环境主管部门对上述信息予以公开。

12.4 辐射事故应急

12.4.1 应急预案制定要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》第四十一条规定，“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。

12.4.2 现有应急预案制定情况

公司已制定《辐射事故应急预案》，经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

12.4.3 本项目应急预案要求

现有辐射事故应急预案需结合项目情况加以完善以满足本次项目的应急要求。本项目投入运行后，公司拟做好以下工作：

本次评价建议补充应急和救助的装备、资金、物资准备；本项目投入运行后，建设单位应

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

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目工程概况

宁波百易东和汽车部件有限公司拟在浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号厂内南侧新建一间探伤室和一间操作室，拟购一套 HPX-320/11 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 320kV，最大管电流为 5.6mA），对公司自生产的汽车零部件进行无损检测。

13.1.2 辐射安全与防护结论

（1）本项目 X 射线实时成像检测系统有用线束已避开操作室方向；探伤室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，其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，划分监督区与控制区。探伤室设有门-机联锁装置、显示“预备”和“照射”状态的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，工件门、人员进出门上均拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，以上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

本项目探伤装置在最大工况运行时，探伤室四侧墙体、顶棚、工件门、人员进出门、通风口和电缆孔外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》（GBZ 117-2022）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”和“探伤室顶棚外表面 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

（3）个人剂量影响预测结论

经剂量估算，本项目所致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”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固废产生。本项目探伤室内产生的

少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风装置排出探伤室，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。本项目为 X 射线实时成像检测系统，不涉及洗片工作，因此没有废显（定）影液、洗片废液、废胶片等危险废物产生。

13.1.4 辐射安全管理结论

（1）建设单位已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）本项目辐射工作人员已参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方可具备上岗条件，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

本项目位于浙江省宁波市象山县滨海工业园金港路 3 号厂内南侧，用地性质为工业用地，符合土地利用规划要求，项目符合《象山县生态环境分区管控动态更新方案》和“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，本项目探伤室评价范围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

根据国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，本项目的应用属于第一类鼓励类第十四项“机械”第 1 条“科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域

用高端在线检验检测仪器设备”，符合国家产业政策的要求。

（3）实践正当性分析结论

本项目的建设是为了保证汽车零部件等产品的质量，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。

（4）环保可行性结论

综上所述，本项目选址合理，符合国家产业政策，符合实践正当性原则，符合“三区三线”相关要求，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

（1）建设单位应加强对探伤室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）环评报批后，建设单位需及时向有关部门重新申领《辐射安全许可证》。

（3）建设项目竣工后，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受

社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

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