

编号：DBR-YS-20220301

建设项目竣工环境保护 验收监测表

项目名称： γ 射线探伤机应用项目（二期）

建设单位：烟台开达无损检测技术服务有限公司

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

编制日期：2022年3月15日

项目名称：γ 射线探伤机应用项目（二期）

编制及监测单位：山东丹波尔环境科技有限公司

报告编写：

审 核：

签 发：

建设单位：烟台开达无损检测技术服务有限公司

电 话：13906389220

传 真：— —

邮 编：265503

地 址：烟台市福山区福新路 70 号

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

电 话：13031716777

传 真：0531-61364346

邮 编：250013

地 址：济南市历下区燕子山西路 58 号

目 录

一、概 述·····	1
二、项目概况·····	5
三、环评及批复要求落实情况·····	9
四、验收监测标准及参考据·····	12
五、验收监测·····	14
六、职业和公众受照剂量·····	18
七、辐射安全管理·····	21
八、验收监测结论与建议·····	23
九、附件	
1. γ 射线探伤机应用项目竣工环境保护验收监测委托书	
2. 辐射安全许可证	
3. 环境影响报告表审批意见	
4. 关于辐射安全领导小组成员变更的通知	
5. 辐射工作安全责任书	
6. 部分辐射安全管理制度	
7. 辐射事故应急预案及演练	
8. 辐射工作人员成绩报告单	
9. 辐射工作人员个人剂量报告	
10. 辐射工作人员个人剂量档案	
11. 验收监测报告	

一、概 述

建设项目	项目名称	γ 射线探伤机应用项目（二期）		
	项目性质	新建	建设地点	烟台市福山区福新路 70 号
建设单位	单位名称	烟台开达无损检测技术服务有限公司		
	通信地址	烟台市福山区福新路 70 号		
	法人代表	战 欣	邮政编码	265503
	联系人	战春宝	电 话	13906389220
建设项目 环境影响 报告表	编制单位	山东丹波尔环境科技有 限公司	完成时间	2020 年 2 月
	审批部门	烟台市生态环境局	批复时间	2020 年 2 月 12 日
验收监测	验收监测 时间	2022 年 2 月 24 日	验收监测及 编制单位	山东丹波尔环境科技 有限公司
项目投资	核技术项 目投资	60 万元	核技术项目 环保投资	15 万元
应用类型	放射源	使用 II 类放射源（使用 ^{192}Ir 或 ^{75}Se ）。		

1.1 公司简介

烟台开达无损检测技术服务有限公司成立于2010年7月,注册资金500万元,占地近390平方米,主要业务为面向社会开展无损检测技术服务。

公司下设综合办公室、生产市场部、技术质量部和财务部四个部门;公司现有职工46人,其中工程技术人员19人、大专以上学历13人、高级工程师1人、工程师3人。

2012年,公司委托环评单位编制了《烟台开达无损检测技术服务有限公司移动式X射线探伤机应用项目环境影响报告表》;同年9月7日,原山东省环境保护厅对该报告表进行审批(鲁环辐表审(2012)092号),批准使用5台X射线探伤机用于移动探伤作业(其中4台为XXG-3005定向型、1台为XXQ-2005定向型,均为II类射线装置)。

2013年9月,公司委托山东省核与辐射安全监测中心编制了《烟台开达无损检测技术服务有限公司移动式X射线探伤机项目竣工环境保护验收监测表》;同年12月2日,公司移动式X射线探伤机项目顺利通过原山东省环境保护厅竣工环保验收,批复文号为鲁环验

〔2013〕273号。

2012年9月7日，原山东省环境保护厅向公司颁发了《辐射安全许可证》，证书编号为鲁环辐证〔06132〕，有效期至2017年9月6日，许可种类和范围和使用Ⅱ类射线装置；2017年8月15日，公司延续了《辐射安全许可证》，有效期至2022年8月14日，许可种类和范围和使用Ⅱ类射线装置。

2020年2月，公司委托山东丹波尔环境科技有限公司编制了《烟台开达无损检测技术服务有限公司γ射线探伤机应用项目环境影响报告表》，使用6台γ射线探伤机（每台内含1枚¹⁹²Ir或⁷⁵Se放射源，共6枚），主要用于固定（室内）与移动无损检测。并于同年2月12日通过了烟台市生态环境局的审批，批复文号为烟环辐表审〔2020〕4号。2020年6月，公司对γ射线探伤机应用项目（分期）进行了自主验收，验收规模为6台γ射线探伤机（每台内含1枚¹⁹²Ir放射源，共6枚），主要用于现场（移动）无损检测。

辐射安全许可证经多次重新申领，种类和范围为：使用Ⅱ类放射源，使用Ⅱ类射线装置，有效期至2025年3月19日。

γ射线探伤机应用项目涉及γ射线固定探伤和移动探伤。探伤室于2022年1月建成，进行调试。本次验收规模为一座探伤室。

根据国家相关法律法规及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）相关要求，受烟台开达无损检测技术服务有限公司的委托，山东丹波尔环境科技有限公司承担了该建设项目竣工环境保护验收监测工作，于2022年2月24日对该项目进行了现场验收监测与检查，在此基础上编制了《烟台开达无损检测技术服务有限公司γ射线探伤机应用项目竣工环境保护验收监测表》。2022年3月14日对烟台开达无损检测技术服务有限公司组织召开验收会议，根据验收组专家意见，对原报告进行修改形成《烟台开达无损检测技术服务有限公司γ射线探伤机应用项目（二期）竣工环境保护验收监测表》。

1.2 验收监测目的

1. 通过现场验收监测，对该项目环境保护设施建设、运行及其效果、辐射的产生和防护措施、安全和防护、环境管理等情况进行全面的检查与测试，判断其是否符合国家相关标准和环境影响报告表及其审批文件的要求。

2. 根据现场检查、监测结果分析和评价，指出该项目存在的问题，提出需要改进的措施，以满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理和安全防护规定的要求。

3. 依据环境影响评价文件及其批复提出的具体要求，进行分析、评价并得出结论，为建设项目竣工环境保护验收提供技术依据。

1.3 验收依据

1.3.1 法律法规

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. 1. 1);
2. 《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. 10. 1);
3. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号, 2005. 12. 1 施行；国务院令第 709 号第二次修订, 2019. 3. 2);
4. 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017. 10. 1);
5. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号, 2011 年;
6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部令第 31 号, 2006. 1. 18; 生态环境部令第 20 号第四次修订, 2021. 1. 4);
7. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(生态环境部令第 16 号, 2021. 1. 1);
8. 《关于发布<射线装置分类>的公告》(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. 12. 5);
9. 《关于发布放射源分类办法的公告》(国家环保总局公告 2005 年第 62 号, 2005. 12. 23);
10. 《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》(环发〔2007〕8 号, 2007. 1. 15);
11. 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，(环境保护部国环规环评[2017]4 号);
12. 《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);
13. 《国家危险废物名录》(生态环境部令第 15 号, 2020. 11. 27);
14. 《山东省环境保护条例》(东省第十三届人大常委会第七次会议, 2018. 11. 30 修订, 2019. 1. 1 施行);
15. 《山东省辐射污染防治条例》(山东省人大常委会公告第 37 号, 2014. 5. 1)。

1.3.2 技术标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
2. 《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）；
5. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
6. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
7. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改公告；
8. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。

1.3.3 其他验收依据

1. 《烟台开达无损检测技术服务有限公司 γ 射线探伤机应用项目环境影响报告表》，山东丹波尔环境科技有限公司，2020 年 2 月；
2. 《烟台开达无损检测技术服务有限公司 γ 射线探伤机应用项目环境影响报告表》审批意见，烟台市生态环境局，烟环辐表审〔2020〕4 号，2020 年 2 月 12 日；
3. 烟台开达无损检测技术服务有限公司 γ 射线探伤机应用项目竣工环境保护验收委托书。
4. 烟台开达无损检测技术服务有限公司 γ 射线探伤机和探伤室应用项目环境影响报告表。

二、项目概况

2.1 项目基本情况

1. 项目位置

本项目位于山东省烟台市福山区福新路 70 号，公司地理位置示意图见图 2-1，公司周边影像关系图见 2-2，厂区总平面布置以及探伤室具体位置见图 2-3，探伤室平面布置图见图 2-4。

2. 项目规模

该项目环评规模为新建 1 座探伤室及 1 座源库，购置 6 台 γ 射线探伤机(每台内含 1 枚 ^{192}Ir 或 ^{75}Se 放射源，共 6 枚)。

验收规模为 1 座探伤室，使用 γ 射线探伤机进行固定探伤检测(每台内含 1 枚 ^{192}Ir 或 ^{75}Se 放射源，活度不超过 3.70×10^{12})。

现状照片见图 2-5。

	
探伤室	急停按钮
	
通风口	通风管道（仓库室顶外）



在线监测探头



工作状态指示灯



辐射检测仪



个人剂量报警仪



曝光室南侧



曝光室北侧烟台四方汽车塑料件有限公司



危废暂存间



值班室

图2-5 现场照片

2.2 主要放射性污染物和污染途径

1. 放射性污染因素

(1) 放射性废物

本项目不产生放射性废水、放射性废气和放射性固体废物。

但 γ 射线探伤机使用一段时间后,由于 ^{192}Ir 、 ^{75}Se 放射源的衰变作用,其活度无法满足探伤需要,将产生退役或废旧的 ^{192}Ir 、 ^{75}Se 放射源,属于放射性固体废物。

(2) β 、 γ 射线

由核素 ^{192}Ir 和 ^{75}Se 的辐射特性可知, γ 射线探伤机贮存于贮源库内贮源坑中时, ^{192}Ir 和 ^{75}Se 放射源也将发生衰变, ^{192}Ir 衰变时会释放 γ 射线和 β 射线、 ^{75}Se 衰变时会释放 γ 射线。由于 β 射线穿透能力较弱、射程较短,设备的外包装(贮存)、贮源库的实体屏蔽等可将其完全屏蔽,使 β 射线不能释放到环境中。但 γ 射线穿透能力较强,可对周围环境产生辐射影响。

2. 非放射性污染因素

(1) 非放射性有害气体

在 γ 射线探伤机内放射源衰变释放 γ 射线照射下,空气吸收辐射能量并通过电离作用可产生少量非放射性有害气体,主要为臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)。

(2) 固体废物

探伤作业完成后,需显影洗片,在此过程产生较少废显影液和废胶片,属危险废物。公司废胶片和废显(定)影液暂存于公司危废间。危险废物将交由有危废处置资质的单位处理,并有危废转移联单。

本次验收监测项目为 γ 辐射空气吸收剂量率。

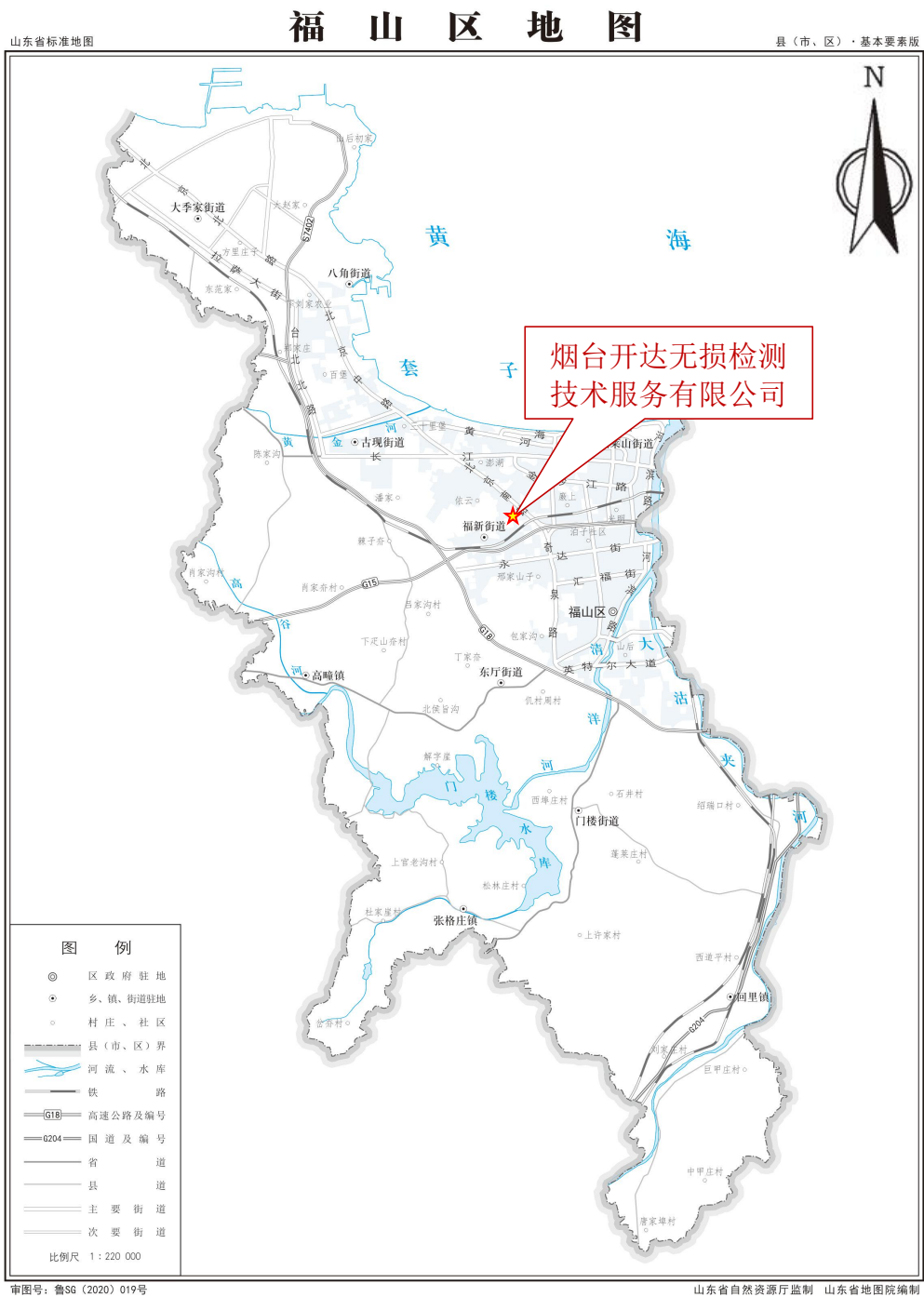


图 2-1 烟台开达无损检测技术有限公司地理位置示意图



图 2-2 烟台开达无损检测技术服务有限公司周边影像关系图

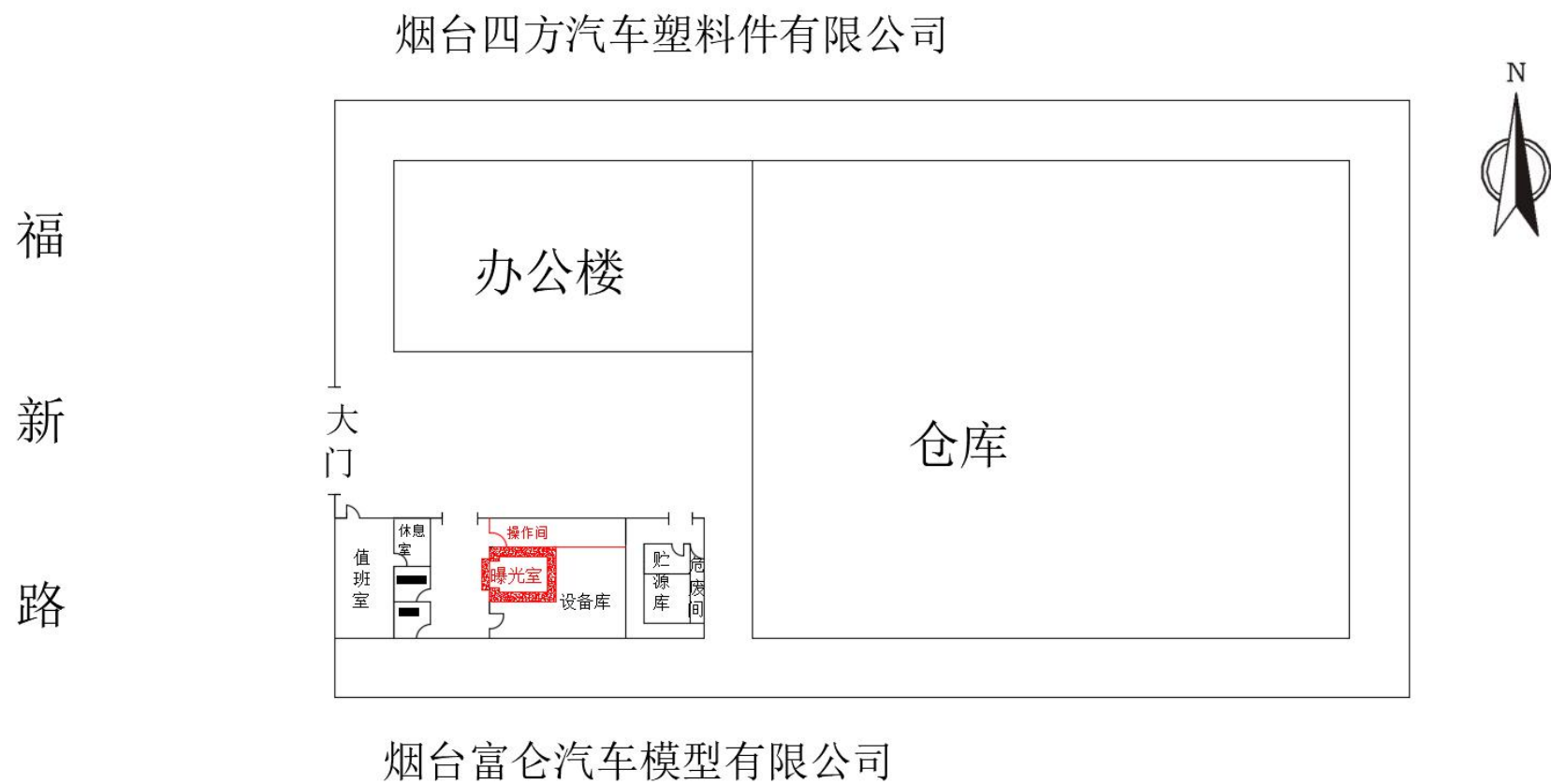


图 2-3 烟台开达无损检测技术服务有限公司平面布置示意图

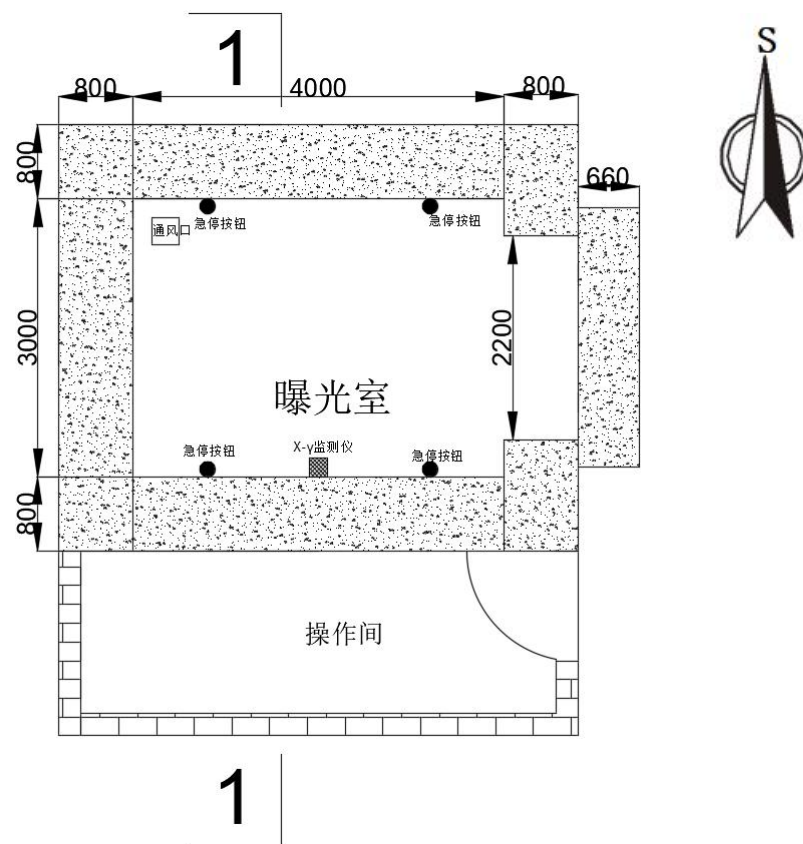


图 2-4 探伤室平面布置示意图

三、环评及批复要求落实情况

3.1 环境影响报告表与验收情况的对比

烟台开达无损检测技术服务有限公司 γ 射线探伤机应用项目（二期）环境影响报告表与验收情况的对比见表3-1。

表3-1 环境影响报告表与验收情况的对比

名 称	环评内容	现场状况
探伤室尺寸	曝光室（内径）：南北 7.00m×东西 6.00m×3.50m 迷路（内径）：南北 2.45m×东西 0.80m×3.50m	曝光室（内径）：东西 4.00m×南北 3.00m×2.60m
探伤室四周墙体、室顶防护厚度	四周墙体：1000mm 混凝土	四周墙体：800mm 混凝土
	迷路内、外墙：1000mm 混凝土/850mm 混凝土	没有迷路
	室顶：800mm 混凝土	室顶：500mm 混凝土
	大防护门：铅钢复合结构，防护能力为 50mmPb；大防护门上、下、左、右与四周墙壁搭接量分别为 250mm、250mm、250mm、250mm	防护门：尺寸（宽×高）为 2.60m×2.80m；混凝土加重晶石结构，厚度为 660mm（200mm 重晶石+440mm 混凝土），上、下、左、右与四周墙壁搭接量分别为 200mm、200mm、200mm、200mm
	小防护门：铅钢复合结构，防护能力为 10mmPb；小防护门上、下、左、右与四周墙壁搭接量分别为 200mm、200mm、200mm、200mm	
工作状态指示灯	环评要求大小防护门均设置工作状态指示灯	防护门上方设有工作状态指示灯
电离辐射警告标志	大小防护门均张贴电离辐射警告标志	防护门张贴有电离辐射警告标志
门机连锁装置	环评要求大小防护门均安装门机连锁装置	防护门设有门-机连锁装置
通风装置	曝光室室顶西南角	曝光室室顶东南角
急停按钮位置	曝光室内拟设置 4 处紧急停机按钮，北墙靠近大防护门两侧各设置 1 处，东墙靠近南墙设置 1 处，西墙靠近小防护门设置 1 处	曝光室内设有 4 处紧急停机按钮，北墙东西两侧各设置 1 处，南墙东西两侧各设置 1 处
在线监测系统	曝光室内南墙中部拟设置 1 处固定式区域 X- γ 监测系统，与门-机连锁装置相联	曝光室内北墙中部设有 1 处固定式区域 X- γ 监测系统，与门-机连锁装置相联
控制区及监督区	曝光室内部设置为控制区，曝光室周围区域划分为监督区	曝光室内部设置为控制区，曝光室周围区域划分为监督区
操作室位置	位于曝光室北侧	位于曝光室北侧
仪器配备	环评要求为辐射工作人员配备个人剂量计，配备个人剂量报警仪及 X- γ 辐射监测仪	公司为辐射工作人员配备了个人剂量计，配备了个人剂量报警仪和 X- γ 辐射监测仪

人员培训	工作人员均应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	工作人员均已通过通过辐射安全和防护专业知识考核
------	----------------------------------	-------------------------

3.2 环境影响报告批复与验收情况的对比

烟台开达无损检测技术服务有限公司 γ 射线探伤机应用项目环境影响报告表批复与验收情况的对比见表 3-2。

表 3-2 环境影响报告表批复意见与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（综述）		验收时落实情况
烟台开达无损检测技术服务有限公司位于山东省烟台市芝罘区福新路 50 付 9 号，建设地点为烟台市福山区福新路 70 号。公司为扩大无损检测服务范围和能力，在现有 X 射线探伤机应用的基础上，拟增扩 γ 射线探伤机应用项目，包括固定场所和现场 γ 射线探伤，并建设一座 γ 射线探伤室和 γ 射线探伤机贮存库。项目拟贮置 6 台 yg 型 γ 射线探伤机，每台探伤机使用 1 枚放射源，共涉及 6 枚放射源，其中：活度 $5.55 \times 10^{12}\text{Bq}$ 的 ^{192}Ir 放射源 4 枚、活度 $4.44 \times 10^{12}\text{Bq}$ 的 ^{75}Se 放射源 2 枚。本项目属于固定场所及现场的放射源应用活动，活动类型和范围为使用 II 类放射源。		烟台开达无损检测技术服务有限公司现已搬迁至烟台市福山区福新路 70 号。公司建有一座 γ 射线探伤室和 γ 射线探伤机贮存库，使用 γ 射线探伤机开展移动和固定探伤检测。本次验收项目为一座 γ 射线探伤室，探伤室内使用放射源最大活度为 $3.70 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，为使用 II 类放射源。
二、该项目应严格按照环境影响报告表及以下要求，落实辐射安全与防护措施，开展辐射工作。		
（一）严格执行辐射安全管理制度	1. 落实辐射安全管理责任制。公司法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。设立辐射安全与环境保护管理机构，指定 1 名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作，落实岗位职责。	1. 公司签订了《辐射工作安全责任书》，明确了法人代表战欣为辐射工作安全责任人，成立了辐射安全领导小组，负责公司放射源以及射线装置的安全和防护工作。
	2. 落实使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。	2. 制定了《 γ 射线探伤机台账登记制度》《辐射防护和安全保卫制度》、《 γ 射线探伤机操作规程》、《射线装置维护维修制度》、《辐射工作人员培训计划管理制度》、《辐射防护监测计划》等制度。
（二）加强辐射工作人员的安全和防护工作	1. 制定培训计划，辐射工作人员应参加辐射安全培训和再培训，经考核合格后持证上岗；考核不合格的，不得从事辐射工作。	1. 公司制定有《辐射工作人员培训计划管理制度》，要求辐射工作人员需参加核技术利用辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗，公司辐射工作人员均参加了核技术利用辐射安全能与防护考核，并考核合格。

	2. 按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号）建立辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测，安排专人负责个人剂量监测管理。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）》的规定和环评报告表的预测，该项目实施后，你单位公众和职业人员的剂量约束分别执行 0.25mSv/a 和 5mSv/a，发现个人剂量监测结果异常时，应当立即核实和调查，并向环保部门报告。	公司制定有辐射工作人员个人剂量档案，做到了 1 人 1 档，辐射工作人员工作时佩戴个人剂量计，每 3 个月进行一次个人剂量监测，安排专人负责个人剂量的监测管理。
（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作	3. 做好探伤机及辐射安全与防护设施的维护、维修，并建立维修、维护档案，确保辐射安全与防护设施安全有效。	公司制定有《设备装置维修维护制度》，建有维修、维护档案，探伤室辐射安全和防护设施安全有效。
	4. 制定并严格执行辐射环境监测计划。开展辐射环境监测，向环保部门报送监测数据。	公司制定有《辐射防护监测计划》，定期开展辐射环境监测。
	5. 开展本单位辐射安全和防护状况的年度评估，每年 1 月 31 日前向省、市、县环保部门提交年度评估报告。	公司已开展 2021 年度辐射安全和防护状况的年度评估，并向环保部门提交了年度评估报告。
（四）制定并定期修订本单位的辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练。若发生辐射事故，应及时向环保、公安和卫生计生等部门报告。		公司制定有《辐射事故应急预案》，并于 2021 年 10 月 8 日开展了应急演练，公司未发生过辐射事故。
（五）按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的要求妥善暂存产生的废显（定）影液及废胶片等危险废物；制定危险废物转移联单制度，危险废物最终交由有资质的单位妥善处置。须与放射源生产厂家签订废旧放射源回收协议，由其回收废旧放射源，同时废旧放射源的运输应委托有资质的单位进行。		产生的废显（定）影液及废胶片暂存于公司危废暂存间，公司与烟台市三雄环保科技有限公司签订有危险废物委托处置合同，与成都中核高通同位素股份有限公司、四川持恒源核技术利用有限公司签订了废旧放射源回收协议。

四、验收监测标准及参考依据

4.1 验收标准

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定,工作人员的职业照射和公众照射的有效剂量限值列入表 4-1。

表 4-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

职 业 工 作 人 员		公 众	
类 别	限值	类 别	限值
年有效剂量	20mSv	年有效剂量	1mSv

注:表中剂量限值不包括医疗照射和天然本底照射。

1. 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 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 年的平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均),
20mSv;

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

B1.2 公众照射

B1.2.1 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;

b) 特殊情况下,如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv,则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

2. 年管理剂量约束值

根据评价文件,取 1/4 作为年管理剂量约束值,即对于工作人员年管理剂量约束值不超过 5mSv,对于公众年管理剂量约束值不超过 0.25mSv。

4.2 参考标准

本次评价参照《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)中第6.1款要求“探伤室屏蔽墙外30cm处空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ ”,以 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 作为贮源库四周实体屏蔽体、室顶外30cm处各预测点的剂量率参考控制水平。

4.3 参考依据

《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》(山东省环境监测中心站, 1989年)提供的烟台市环境天然辐射水平见表4-2。

表 4-2 烟台市环境天然辐射水平 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	2.14~12.05	5.84	1.66
道 路	1.94~20.14	6.49	2.39
室 内	4.56~20.53	10.11	2.71

五、验收监测

5.1 现场监测

为掌握该公司固定探伤过程中探伤室周围的辐射环境水平，对探伤室周围进行了现场监测和检查，根据现场条件和相关监测标准、规范的要求合理布点。

1. 监测单位

山东丹波尔环境科技有限公司，已通过生态环境认证，证书编号 161512 050262。

2. 监测项目

γ 辐射剂量率。

3. 监测时间与环境条件

监测时间：2022 年 2 月 24 日，天气：晴；环境温度：8.4℃；相对湿度：30.2%。

4. 监测方法

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)，将仪器接通电源预热 15min 以上，仪器探头距离被测表面 30cm，设置好测量程序，每组读取 10 个数据，经过仪器校准因子校准，计算均值和标准偏差。

5. 监测仪器

便携式 FH40G+FHZ672E-10 型 X- γ 剂量率仪。监测仪器主要技术参数见表 5-1。

表 5-1 监测仪器参数一览表

序号	项 目	参 数
1	仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪
2	仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
3	系统主机测量范围	10nGy/h~1Gy/h
4	天然本底扣除探测器测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h
5	能量范围	33keV~3MeV，相对响应之差 $\leq \pm 15\%$ (相对于 137Cs 参考 γ 辐射源)
6	检定单位	中国计量科学研究院
7	检定证书编号	DLj12021-21341
8	检定有效期至	2022 年 12 月 20 日

6. 监测工况

检测时探伤室内使用 2 枚放射源（2 枚 ^{192}Ir ），总活度为 58Ci；2 枚放射源编码见表 5-2。

表 5-2 放射源明细表

序号	核素	出厂日期	出厂活度	放射源编码	检测时源活度 (Ci)
1	Ir-192	2021. 10. 21	4.81×10^{12}	0321IR015912	39.94
2	Ir-192	2021. 09. 10	3.7×10^{12}	DE21IR005292	18.06

7. 检测技术规范

《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)。

5.2 监测结果

监测点位距离探伤室防护墙、室顶和防护门外表面 30cm。监测点位示意图见图 5-1、图 5-2。监测结果见表 5-3 和表 5-4。表中监测数据均已扣除宇宙射线响应值 11.4nGy/h。

表 5-3 探伤室外本底 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差
1#	曝光室北墙外 30cm 处 (操作室)	64.2	1.19
2#	曝光室西墙外 30cm 处	59.6	1.36
3#	曝光室南墙外 30cm 处	58.5	0.95
4#	防护门外 30cm 处	92.4	1.16
5#	室顶 30cm 处	57.2	0.84
6#	值班室	63.6	1.29
7#	曝光室北侧约 40m 烟台四方塑料件有限公司	56.8	0.98
8#	曝光室南侧约 18m 烟台富仑汽车模型有些公司	52.4	0.95

表 5-4 探伤机开机状态下探伤室周围 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差
A1	曝光室北墙外 30cm 处 (操作室)	77.5	1.23
A2	曝光室西墙外 30cm 处	72.4	1.60
A3	曝光室南墙外 30cm 处	78.6	1.10
A4-1	防护门左侧门缝 30cm 处	176.8	1.37
A4-2	防护门外 30cm 处	98.8	1.37
A4-3	防护门右侧门缝 30cm 处	185.6	0.95
A4-4	防护门下侧门缝 30cm 处	97.9	1.15
A5	通风口外 30cm 处	289.0	6.66

A6	室顶 30cm 处	343.1	4.73
A7	值班室	69.8	1.28
A8	曝光室北侧 40m 烟台四方塑料件有限公司	59.7	1.11
A9	曝光室南侧 18m 烟台富仑汽车模型有些公司	55.4	1.30
A10	γ 射线探伤机表面 5cm 处（放射源贮存状态）	33.1 $\mu\text{Gy/h}$	0.94

注：1. 检测时探伤室内 2 枚放射源，一枚放射源编码为 0321IR015912，出厂日期为 2021.10.21，出厂活度为 4.81×10^{12} ；另一枚放射源编码为 DE21IR005292，出厂日期为 2021.09.10，出厂活度为 3.70×10^{12} ；

2. 检测时，2 枚放射源位于探伤室中间位置；

3. A10 检测的放射源编码为 0321IR015912。

检测时，曝光室内放射源活度为 58Ci，曝光室内使用放射源的最大活度为 100Ci，根据本次结果，估算当探伤机内使用放射源活度为 100Ci 时，探伤室四周的剂量率见表 5-5。

表 5-5 探伤机开机状态下探伤室周围 γ 辐射剂量率检测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率
A1	曝光室北墙外 30cm 处（操作室）	133.6
A2	曝光室西墙外 30cm 处	124.8
A3	曝光室南墙外 30cm 处	135.5
A4-1	防护门左侧门缝 30cm 处	304.8
A4-2	防护门外 30cm 处	170.3
A4-3	防护门右侧门缝 30cm 处	320.0
A4-4	防护门下侧门缝 30cm 处	168.8
A5	通风口外 30cm 处	498.3
A6	室顶 30cm 处	591.6
A7	值班室	120.3
A8	曝光室北侧 40m 烟台四方塑料件有限公司	102.9
A9	曝光室南侧 18m 烟台富仑汽车模型有些公司	95.5

由表 5-3 可知，探伤室外本底 γ 辐射剂量率为（52.4~92.4）nGy/h，处于烟台市环境天然辐射水平范围内。

由表 5-4、5-5 可知，放射源活度为 58Ci 时，探伤机开机状态下曝光室四周屏蔽墙、室顶和防护门外 30cm 处，以及保护目标处的剂量率为（55.4~343.1）nGy/h，放射源活度为 100Ci 时，探伤机开机状态下曝光室四周屏蔽墙、室顶和防护门外 30cm

处，以及保护目标处的剂量率为（95.5～591.6）nGy/h，数值均低于《工业 γ 射线探伤放射防护标准》GBZ132-2008 规定的标准限值。

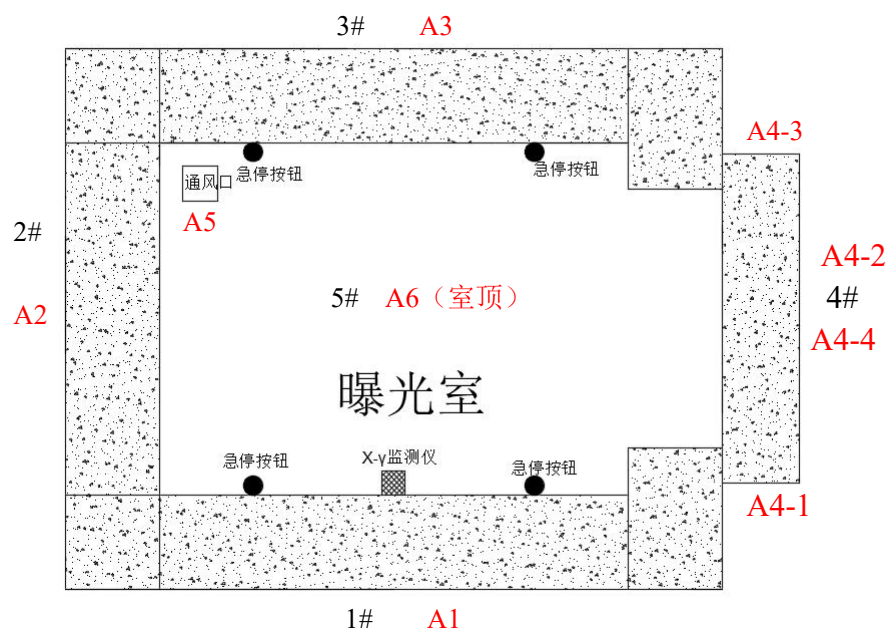


图 5-1 检测布点图（a）

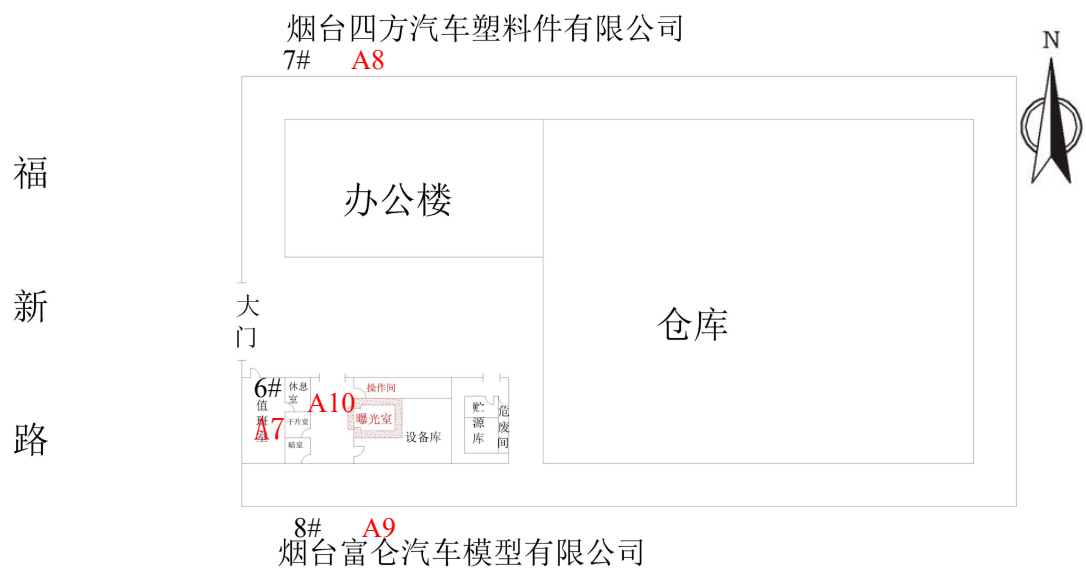


图 5-2 检测布点图（b）

六、职业和公众受照剂量

6.1 年有效剂量估算公式

$$H = D_r \times T \quad (6-1)$$

式中: H ——年有效剂量当量, Sv/a;

T ——年受照时间, h;

D_r —— γ 剂量率, Gy/h。

6.2 照射时间确定

根据企业提供的资料, 年累计总曝光时间不超过 400h。

6.3 职业工作人员受照剂量

公司现有 32 名辐射工作人员。企业已委托了烟台信达环境检测有限公司对辐射工作人员进行个人剂量检测。公司为辐射工作人员建立了个人剂量档案, 按照相关要求进行了档案填写, 做到了 1 人 1 档。

因本项目探伤室刚建成, 工作人员的个人剂量报告不能体现探伤室对工作人员的影响, 本次采用验收检测的数据进行理论分析。

探伤机工作时, 工作人员先从源库取出探伤机放置探伤室内, 再进行探伤。根据建设单位提供的资料, 全年取探伤机约 600 次、还探伤机 600 次, 取 1 次耗时约 1min、还 1 次耗时约 1min, 则辐射工作人员年受照时间为 20h, 根据检测结果, 放射源表面数据为 $33.1 \mu\text{Gy/h}$, 由式 6-1 计算得到辐射工作人员取、还 γ 射线探伤机过程所受年有效剂量约为 $33.1 \times 20 \times 10^{-3} = 0.662\text{mSv}$ 。

探伤时, 工作人员位于操作间内, 年累计总曝光时间不超过 400h, 根据监测结果估算, 放射源活度为 100Ci 时, 操作室内数据为 133.6nGy/h , 由式 6-1 计算得到辐射工作人员探伤过程所受年有效剂量约为 $133.6 \times 400 \times 10^{-6} = 0.053\text{mSv}$ 。

工作人员取源和探伤过程中, 受照剂量为 $0.662\text{mSv} + 0.053\text{mSv} = 0.715\text{mSv}$ 。

公司没有固定探伤室探伤人员, 公司有 32 名辐射工作人员, 按照每 2 人一组, 一共有 16 组探伤人员, 每人受到的剂量为 $0.715/16 = 0.045\text{mSv}$, 低于环评报告提出的 5.0mSv 的年管理剂量约束值。

根据工作人员的个人剂量报告, 见表 6-1, 工作人员累积一年的最大年受照剂量

为 3.64mSv，叠加固定探伤的受照剂量，则工作人员最大年受照剂量为
 $3.64+0.045=3.685\text{mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
 中规定 20mSv 的剂量限值。

表 6-1 工作人员受照剂量（mSv）

序号	姓名	2020.10.1- 2020.12.29	2020.12.30 -2021.3.25	2021.3.26- 2021.6.21	2021.6.22- 2021.9.17	本项目受 照剂量	合计
1	初祜波	1.24	1.04	0.32	1.04	0.045	3.685
2	纪明超	0.95	0.92	0.23	0.93	0.045	3.075
3	宁大朋	1.09	0.62	0.29	0.94	0.045	2.985
4	宋孝荣	0.89	0.79	0.31	0.92	0.045	2.955
5	战磊	0.54	1.08	0.23	1.02	0.045	2.915
6	刘正春	0.43	1.2	0.27	0.86	0.045	2.805
7	刘春生	1.05	0.69	0.96	0.04	0.045	2.785
8	胡振兴	1.19	0.17	0.34	0.98	0.045	2.725
9	辛志辉	1.14	0.18	0.33	0.93	0.045	2.625
10	许志伟	0.77	0.04	0.24	1.08	0.045	2.175
11	王朋涛	1.21	0.63	0.2	0.05	0.045	2.135
12	刁学民	0.32	0.43	0.29	1.00	0.045	2.085
13	王建军	--	--	0.98	0.98	0.045	2.005
14	肖剑绿	0.69	0.16	0.04	1.02	0.045	1.955
15	李怀德	--	0.46	0.35	0.99	0.045	1.845
16	李广兴	0.63	<0.01	0.18	0.83	0.045	1.685
17	王海峰	--	<0.01	0.48	0.98	0.045	1.505
18	杨怀东	--	0.02	0.48	0.94	0.045	1.485
19	吴其林	--	0.06	0.3	1.05	0.045	1.455
20	初荣军	--	--	0.44	0.95	0.045	1.435
21	董安卫	--	0.15	0.42	0.81	0.045	1.425
22	张春浩	--	--	0.54	0.81	0.045	1.395
23	常君德	--	--	0.36	0.96	0.045	1.365
24	李荣立	--	0.11	0.39	0.77	0.045	1.315
25	孙培达	--	--	0.29	0.92	0.045	1.255
26	宋伟朝	0.72	0.01	0.4	0.05	0.045	1.225
27	黄剑云	--	--	0.03	0.96	0.045	1.035
28	席洪阳	--	--	0.01	0.97	0.045	1.025
29	刘晨曦	--	--	--	0.90	0.045	0.945
30	王成武	--	--	--	0.73	0.045	0.775
31	张春海	0.52	--	--	0.05	0.045	0.615
32	崔艳飞	--	--	0.46	0.10	0.045	0.605

注：--表示未进行个人剂量检测。

6.4 公众人员受照剂量

1. 探伤室外公众人员

探伤机工作时，探伤室周围 γ 辐射剂量率公众能到达的区域最大值为防护门右门缝 30cm 处，根据监测结果估算为 320.0nGy/h，公众居留因子取 1/4，探伤室每年工作时间为 400h，则公众接受的年有效剂量为

$$320.0 \times 400 \times 1/4 \times 10^{-6} = 0.032\text{mSv}$$

2. 值班人员

探伤机工作时，值班室 γ 辐射剂量率根据监测结果估算为 120.3nGy/h，公众居留因子取 1，探伤室每年工作时间为 400h，则值班人员接受的年有效剂量为

$$120.3 \times 400 \times 1 \times 10^{-6} \approx 0.05\text{mSv}$$

3. 烟台四方塑料件有限公司（曝光室北侧约 40m）

探伤机工作时，烟台四方塑料件有限公司 γ 辐射剂量率根据监测结果估算为 102.9nGy/h，公众居留因子取 1，探伤室每年工作时间为 400h，则值班人员接受的年有效剂量为

$$102.9 \times 400 \times 1 \times 10^{-6} \approx 0.04\text{mSv}$$

4. 烟台富仑汽车模型有些公司（曝光室北南侧约 18m）

探伤机工作时，烟台富仑汽车模型有些公司 γ 辐射剂量率根据监测结果估算为 95.5nGy/h，公众居留因子取 1，探伤室每年工作时间为 400h，则值班人员接受的年有效剂量为

$$95.5 \times 400 \times 1 \times 10^{-6} \approx 0.04\text{mSv}$$

以上可知，公众人员最大年有效累积剂量约为 0.05mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的 1mSv 剂量限值，也低于环评报告表提出的 0.25mSv/a 的管理剂量约束值，在正常情况下对公众是安全的。

七、辐射安全管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部第 3 号令）及环境保护主管部门的要求，射线装置和同位素使用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此对公司的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

7.1 辐射安全与环境保护管理机构

公司签订了辐射工作安全责任书，明确了法人代表战欣为辐射工作安全责任人，成立了辐射安全领导小组，指定专人战磊负责放射源及射线装置安全保卫工作。

7.2 辐射安全管理制度及其落实情况

1. 公司签订了辐射工作安全责任书，明确法定代表人战欣为本公司辐射工作安全责任人，成立了辐射安全领导小组，指定专人战磊负责放射源以及射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

2. 公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》、《设备装置维修维护制度》、《 γ 射线探伤机操作规程》、《 γ 射线探伤机台账登记制度》等辐射防护管理制度。

3. 公司编制了《辐射事故应急预案》，于 2021 年 10 月 8 日开展了应急预案演练，经与公司确认，尚未发生过辐射安全事故。

4. 公司编制了《辐射防护监测计划》，按照监测计划内容进行监测。

4. 人员培训。制定了《辐射工作人员培训计划管理制度》，本项目的管理人员以及值班人员均参加了辐射安全培训与防护考核，并考核合格。

5. 辐射工作人员工作时佩戴个人剂量计，公司已委托烟台信达环境检测有限公司对辐射工作人员的个人剂量进行检测。

6. 该公司按照有关要求编写了 2021 年辐射安全与防护状况年度评估报告，按要求提报当地环保部门。

7.3 安全防护情况

1. 放射源平时贮存于放射源贮存库，固定探伤时由辐射工作人员运至探伤室，探伤室安装有急停按钮，工作状态指示灯，在线监测仪等。

2. 本项目配备有辐射监测仪器，包括 1 台 BG9511 型辐射检测仪，每人 1 部个人剂量报警仪。

7.4 危险废物

公司废胶片和废显（定）影液暂存于公司危废暂存间。其中废显（定）影液存于防渗漏且无反应的桶内，然后将该桶与废胶片储存于防腐防渗的容器中，该容器和危废暂存间门均上锁，且钥匙由专人保管。危废暂存库容积可满足使用。危险废物交由有相应危废处置资质的烟台市三雄环保科技有限公司处理。

八、验收监测结论与建议

8.1 验收监测结论

8.1.1 项目概况

烟台开达无损检测技术服务有限公司于公司南侧仓库新建一座探伤室，探伤室内使用 γ 射线探伤机进行无损检测，属使用II类放射源。

8.1.2 现场检查结果

1. 公司签订了辐射工作安全责任书，明确法定代表人战欣为本公司辐射工作安全责任人，成立了辐射安全领导小组，负责放射源以及射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

2. 公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》、《设备装置维修维护制度》、《 γ 射线探伤机操作规程》、《 γ 射线探伤机台账登记制度》等辐射防护管理制度。

3. 公司编制了《辐射事故应急预案》，于2021年10月8日开展了应急预案演练，经与公司确认，尚未发生过辐射安全事故。

4. 公司编制了《辐射防护监测计划》，按照监测计划内容进行监测。

4. 人员培训。制定了《辐射工作人员培训计划管理制度》，本项目的管理人员以及值班人员均参加了辐射安全培训与防护考核，并考核合格。

5. 辐射工作人员工作时佩戴个人剂量计，公司已委托烟台信达环境检测有限公司对辐射工作人员的个人剂量进行检测。

6. 该公司按照有关要求编写了2021年辐射安全与防护状况年度评估报告，按要求提报当地环保部门。

8.1.3 现场监测结果

探伤室外本底 γ 辐射剂量率为(52.4~92.4)nGy/h，处于烟台市环境天然辐射水平范围内。放射源活度为58Ci时，开机状态下探伤室四周屏蔽墙、室顶和防护门外30cm处，以及保护目标处的剂量率为(55.4~343.1)nGy/h，估算放射源活度为100Ci时，开机状态下探伤室四周屏蔽墙、室顶和防护门外30cm处，以及保护目标处的剂量率为(95.5~591.6)nGy/h，以上数据均低于《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)规定的标准限值。

8.1.4 职业人员与公众受照剂量结果

辐射工作人员固定探伤作业受到的年有效累积剂量为0.045mSv，低于环评报告表

提出的 6mSv/a 的管理剂量约束值，叠加移动探伤作业的受照剂量，工作人员最大年受照剂量为 3.685mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定职业人员的年剂量限值 20mSv。公众人员年最大有效累积剂量约为 0.05mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定的 1mSv 剂量限值，也低于环评报告表提出的 0.25mSv/a 的管理剂量约束值，在正常情况下对公众是安全的。

综上所述，烟台开达无损检测技术服务有限公司 γ 射线探伤机应用项目（二期）基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，该项目对职业人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的影响较小，具备建设项目竣工环境保护验收的条件。

8.2 建 议

适时完善辐射安全规章制度；加强个人剂量档案管理。