

编号：DBR-YS-20230402

建设项目竣工环境保护 验收监测表

项目名称：X 射线探伤机及探伤室应用项目

建设单位：济南百诚供水换热设备有限公司

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

编制日期：2023 年 4 月

项目名称：X射线探伤机及探伤室应用项目

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：济南百诚供水换热设备有限公司

电 话：13793167780

传 真：——

邮 编：250308

地 址：济南市长清区张夏镇徐毛村

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：250000

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	4
三、环评及批复要求落实情况	14
四、验收监测标准及参考依据	18
五、验收监测	21
六、职业和公众受照剂量	24
七、辐射安全管理	26
八、验收监测结论与建议	27
九、附 件	
1. 济南百诚供水换热设备有限公司X射线探伤机及探伤室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. 检测报告	

一、概 述

建设项目	项目名称	X 射线探伤机及探伤室应用项目		
	项目性质	新建	建设地点	公司生产车间内东南角
建设单位	单位名称	济南百诚供水换热设备有限公司		
	通信地址	山东省济南市长清区张夏镇徐毛村		
	法人代表	张震	邮政编码	250308
	联 系 人	贾乾增	电 话	13793167780
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	2022 年 10 月
	审批部门	济南市生态环境局长清分局	批复时间	2022 年 11 月 25 日
验收监测	验收监测时间	2023 年 3 月 7 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	29 万元	核技术项目环保投资	18 万元
应用类型	射线装置	使用 2 台 X 射线探伤机，Ⅱ类		

1.1 引 言

济南百诚供水换热设备有限公司成立于2016年05月30日，注册地位于山东省济南市长清区张夏镇张夏南街363号。经营范围包括给排水设备、板式换热器清洗；玻璃钢制品、热风机组、烘干机设备、水处理、余热回收设备、翅片管换热器、锅炉辅机设备、制造与销售；岩棉、像素板、保温管、保温材料的销售，批发及保温安装。无缝钢管、水泵销售、水箱，阀门、电工仪器仪表、电器控制柜、热量表、流量计、工业自动化控制系统、管道工程、维修保养。

1.2 项目概况

为满足生产需求，保证生产产品的质量，公司在生产车间内东南角建设1座探伤室（从厂家定制，吊装完成），并购置1台XXH-3005型、1台XXQ-2505型X射线探伤机，用于固定(室内)场所无损检测。检测工件的最大长度为2m、最大直径2m、最大壁厚为46mm。

2022年10月，山东丹波尔环境科技有限公司编制了《济南百诚供水换热设备有限公司X射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，并于2022年11月25日通过了济南

市生态环境局长清分局批复（济长环辐表审[2022]10号）。

公司于2023年1月5日申领了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[12802]，有效期至2028年1月4日，许可种类和范围为“使用Ⅱ类射线装置”。

探伤室于2023年3月建设完成并开始调试运行。

根据《建设项目环境保护管理条例》等有关法律法规的要求，受济南百诚供水换热设备有限公司的委托，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2023年3月7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《济南百诚供水换热设备有限公司X射线探伤机及探伤室应用项目竣工环境保护验收监测表》。2023年4月13日，济南百诚供水换热设备有限公司组织召开验收工作组会议，根据验收工作组意见，对原报告进行了完善并形成《济南百诚供水换热设备有限公司X射线探伤机及探伤室应用项目竣工环境保护验收监测表》。

1.4 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、辐射安全防护措施和环境管理等情况进行全面的检查与测试，确定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。

1.5 验收依据

1.5.1 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，2014年修订；
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年；
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，2019年3月第二次修订；
4. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号，2017年；
5. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第31号公布，2006.3实施；生态环境部令第20号修订，2021.1实施；
6. 《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；

7. 《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；

8. 《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》，国家环保总局环发[2006]145 号；

9. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号；

10. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告，生态环境部公告 2018 年第 9 号；

11. 《山东省环境保护条例》，2018 年 11 月 30 日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订，2019 年 1 月 1 日实施；

12. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014 年；

13. 《国家危险废物名录》（生态环境部令第 15 号，2020.11.27）。

1.5.2 技术标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

2. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

3. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

4. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；

5. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；

6. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改公告。

1.5.3 其他验收依据

1. 《济南百诚供水换热设备有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，山东丹波尔环境科技有限公司，2022 年 10 月。

2. 《济南百诚供水换热设备有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》审批意见，济南市生态环境局长清分局，济长环辐表审[2022]10 号，2022 年 11 月 25 日。

3. 济南百诚供水换热设备有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目竣工环境保护验收委托书。

4. 其他资料性材料。

二、项目概况

2.1 项目基本情况

1. 项目名称

X 射线探伤机及探伤室应用项目。

2. 项目性质

新建。

3. 项目位置

本项目位于济南市长清区张夏镇徐毛村，公司地理位置示意图见图 2-1，项目周边卫星影像图见图 2-2（验收范围与评价范围一致）。

本项目探伤室位于公司生产车间内东南角，曝光室东侧隔车间东墙为空地、山东三利建工业设备有限公司办公楼及车间（车间现为闲置）、本公司办公楼；南侧隔车间南墙为马路、佳瑞门业及废品站；西侧为车间内区域（操作室、暗室、仓库、组装区、压力试验区等），其中西侧 0.6m 处为二层建筑，一楼为操作室、暗室，二楼为焊接实验室；北侧为车间内区域及山东三利建工业设备有限公司生产车间（车间现为闲置）。曝光室实体屏蔽边界外 50m 范围内共存在 4 处环境保护目标，即曝光室南侧最近约 11m 处济南佳瑞门业有限公司（3F）、曝光室北侧最近约 11m、东侧约 25m 处山东三利建工业设备有限公司（3F）、曝光室东南侧最近约 34m 废品站（1F）及东北侧最近约 45m 处办公楼（2F）。厂区平面布置示意图见图 2-3，探伤室平面布置示意图见图 2-4。

4. 项目规模

本项目环评规模为 1 座探伤室，1 台 XXH-3005 周向型、1 台 XXQ-2505 定向型 X 射线探伤机，用于探伤室内无损检测。

验收规模为 1 座探伤室，1 台 XXH-3005 周向型、1 台 XXQ-2505 定向型 X 射线探伤机，与环评规模一致。射线装置明细详见表 2-1。

现状照片见图 2-5。

表 2-1 射线装置明细一览表

序号	型号	数量	生产厂家	最大管电压	最大管电流	辐射角度	备注
1	XXH-3005	1	丹东	300kV	5mA	30° ×360°	周向
2	XXQ-2505	1	丹东	250kV	5mA	40° +5°	定向



图 2-1 地理位置示意图



图 2-2 项目周边关系卫星影像图

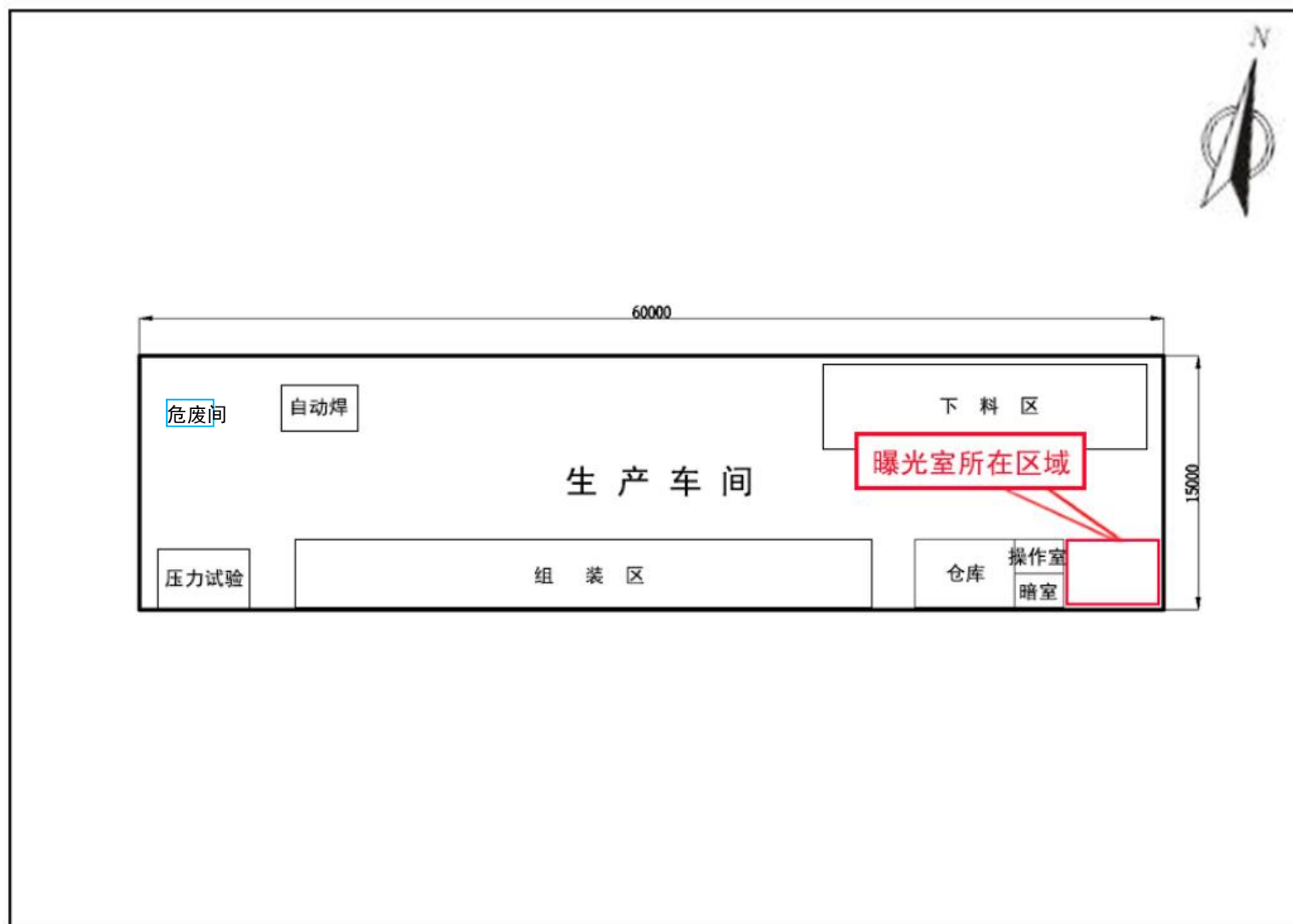


图 2-3 厂区平面布置示意图

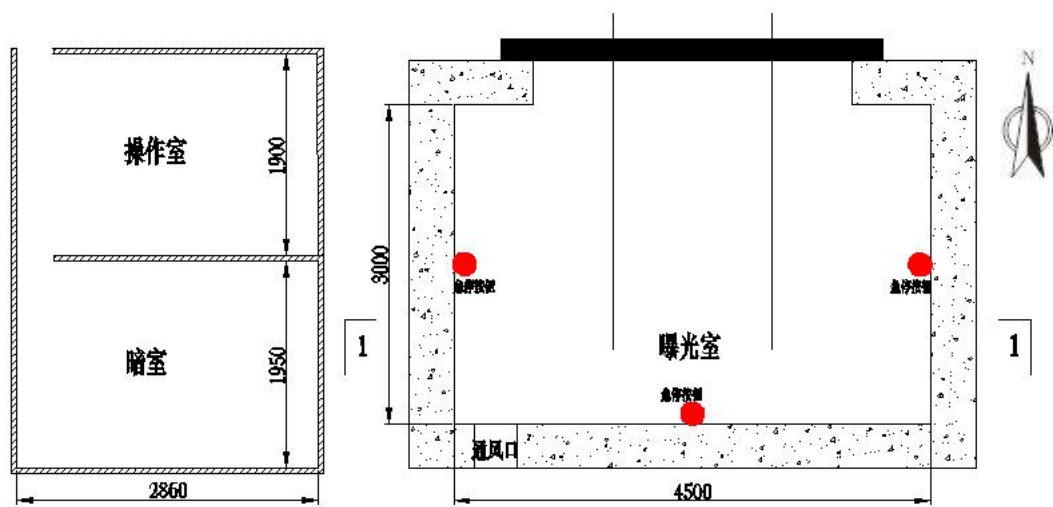


图 2-4 (a) 探伤室平面布置示意图

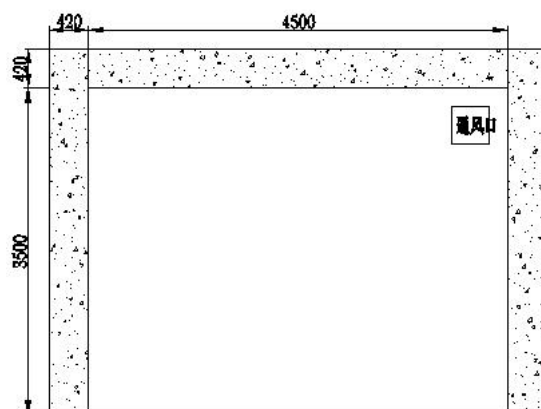


图2-4 (b) 探伤室1-1剖面示意图



大防护门



曝光室内



操作间



暗室



个人剂量报警仪



辐射巡检仪



监控装置

监控装置

监控装置



固定式场所辐射探测报警装置



危废间



通风装置



济南佳瑞门业有限公司



废品站



图2-5 现场照片

2.2 工作原理和工作流程

2.2.1 工作原理

1、X 射线探伤机结构

X 射线探伤机主要由 X 射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成。控制器采用了先进的微机控制系统，可控硅规模快速调压，主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路，工作稳定性好，运行可靠。 其中，X 射线发生器为组合式，X 射线管、高压变压器与绝缘体一起封装在桶装套内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器，并配备探伤机系统表征工作状态的警示灯。X 射线管、屏蔽套及附件总称管头组装体。 控制器为手提箱式结构，控制面板设置操作按钮和显示窗口，并配备电缆插座、源开关及接地端子的插座盒。

2、X 射线产生原理

X 射线机主要由 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、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作用的韧致辐射即为 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 2-6。

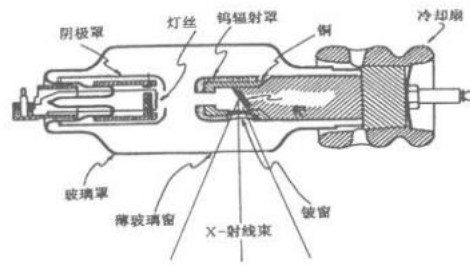


图 2-6 典型的 X 射线管结构图

3、探伤原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的 X 线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

2.2.2 工作流程

1. 辐射工作人员佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，打开曝光室通风换气系统；
2. 将待检测探件通过轨道运至曝光室内，摆放在适当位置固定好；
3. 根据探伤要求，摆放探伤机位置，调整焦距、设置曝光管电压和曝光时间等；必要时对探伤机进行训机(长时间不用或初次使用的探伤机需先进行训机，其目的是提高 X 射线管真空度，如果真空度不良，会使阳极烧毁或者击穿射线管，导致故障，甚至报废；初次使用探伤机之前需制作相应的曝光曲线，每年至少对曝光曲线进行校验一次，大修后的设备应重新制作曝光曲线)；在工件待检测部位贴胶片并做标记；
4. 曝光室内人员撤离、清场，关闭曝光室防护门；
5. 在操作间内，辐射工作人员打开探伤机，对探件实施曝光；曝光结束后，关闭探伤机；
6. 辐射工作人员进入曝光室整理现场、关闭通风换气系统后离开；
7. 将取下的胶片送暗室进行冲洗，冲洗后的胶片用清水清洗，然后进行评片，出具探伤报告等。

X 射线探伤机进行室内探伤主要工作流程见图 2-7。

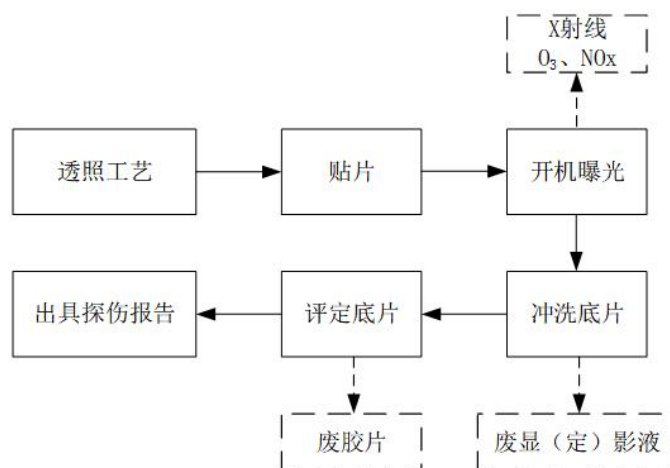


图 2-7 X 射线探伤机工作流程示意图

2.3 主要放射性污染物和污染途径

1. X 射线

X 射线探伤机在工作时会产生 X 射线，X 射线会对工作人员及公众造成危害。另外，散射射线以及射线机泄漏射线也会对人员造成放射危害。X 射线探伤机停止工作时，X 射线随之消失，不会对周围人员产生危害。

2. 放射性废物

本项目不产生放射性固体废弃物、废水、废气。

3. 非放射性污染物

X 射线机产生的 X 射线会使空气电离。空气电离产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，在 NO_x 中以 NO_2 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。曝光室南墙西侧靠近室顶处设有 1 个通风口，能够满足“每小时有效通风换气次数不小于 3 次”的要求，可有效降低有害气体浓度，满足防护要求。

4. 危险废物

废胶片和废显（定）影液。产生的废胶片和废显（定）影液暂存于危废间中，危废间位于车间西侧，危废间内设有专用贮存容器，下方设置托盘，分别用于暂存废显（定）影液、废胶片。危废暂存间外设有警示标志，危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，双人双锁，钥匙由专人管理。公司对危险废物实行联单管理和台账管理，并与山东晟建宝环保科技有限公司签订了危险废物委托处置合同。临时贮存可满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求。

本次验收监测项目为 X- γ 辐射剂量率。

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

济南百诚供水换热设备有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目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): 4.5m(东西)×3m(南北)×3.5m	同环评
	四周墙体: 10mm 钢板+400mm 重晶石混凝土+10mm 钢板	
	室顶: 10mm 钢板+400mm 重晶石混凝土+10mm 钢板	
	防护门位于曝光室北侧, 尺寸为: 3.6m×3.9m, 厚度 10mm 钢板+400mm 重晶石混凝土+10mm 钢板; 防护门上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为 200mm、200mm、300mm、300mm	
门机连锁装置、工作状态指示灯	探伤室防护门拟设置门-机连锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志	已安装门-机连锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志
通风装置	曝光室拟设置通风换气系统, 设计通风量为 200m ³ /h, 通风换气次数大于 3 次/h, 通风口尺寸为 0.4m×0.4m, 位于曝光室南墙西侧靠近室顶处, 通风口拟设置不小于 18mm 铅防护罩; 通风口外侧连接通风管道, 非放射性有害气体经通风口及通风管道排入生产车间南侧外环境	曝光室设有通风换气系统, 通风换气次数大于 3 次/h, 通风口尺寸为 0.4m×0.4m, 位于曝光室南墙西侧靠近室顶处。通风口处设有铅防护罩, 通风口外侧连接通风管道, 非放射性有害气体经通风口及通风管道排入生产车间外环境
急停按钮位置	曝光室内安装 4 处紧急停机按钮, 其中东墙南段、北段和西墙南段、北段距离地面 1.2m 处各设计 1 处急停开关	曝光室内安装有 3 处急停按钮, 其中东墙、南墙、西墙中间位置各设置一处, 操作位处控制箱自带一个急停按钮
控制区及监督区	曝光室划分为控制区, 曝光室周围区域划分为监督区	同环评
仪器配备	公司为每位辐射工作人员配置个人剂量计 1 支、配置有个人剂量报警仪 2 部、辐射监测仪 1 台	已配备 2 部 HY2010 型个人剂量报警仪及 1 台 R-EGD 型辐射巡检仪, 探伤工作人员已佩戴个人剂量计
人员培训	拟配备 2 名辐射工作人员, 公司将尽快组织辐射工作人员参加核技术利用辐射安全和防护考核, 考核合格后方可上岗	2 名辐射工作人员均已通过辐射安全与防护考核
监视装置	/	曝光室内南墙东侧靠近室顶处

		安装有 1 处摄像头，生产车间内安装有 1 处摄像头，监视器位于操作室内，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况
固定式场所 辐射探测报 警装置	/	配备 1 台 HF5000 型固定式辐射检测仪，探头位于防护门外侧，主机位于操作室内

3.2 环境影响报告批复与验收情况的对比

济南百诚供水换热设备有限公司 X 射线探伤机及探伤室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
单位名称	济南百诚供水换热设备有限公司	济南百诚供水换热设备有限公司
项目规模	该项目位于济南市长清区张夏徐毛村，公司生产车间内东南角，该探伤室包括曝光室、操作室、暗室等，拟购置 1 台 XXH-3005 型、1 台 XXQ-2505 型 X 射线探伤机，用于固定（室内）场所进行无损检验，核技术利用类型属使用 II 类射线装置。	同环评及批复。
环评批复要求	（一）做好辐射工作场所的环境安全防护工作	
	1. 落实曝光室实体屏蔽措施，安装机械通风装置，换气能力不小于 3 次/h。确保曝光室四周、铅防护门外和室顶各考察点辐射剂量率及通排风换气能力满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）。	1. 经现场勘察，探伤室四周墙体、室顶及防护门的实体屏蔽措施与环评基本一致。曝光室南墙西侧靠近室顶处设有 1 处通风口，能满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。根据检测数据，开机状态下，探伤室四周屏蔽墙、防护门外 30cm 处辐射剂量率为 51.2nGy/h~1.39μGy/h，小于 2.5μSv/h。
	2. 探伤工作场所实行分区管理，将曝光室设置为控制区，曝光室周围区域（操作室等）划分为监督区。工作过程中，应加强对控制区和监督区的管理，禁止或限制无关人员在曝光室周围区域逗留。防护门设置安装门-机联锁装置、工作状态指示灯并张贴电离辐射警告标	2. 已将曝光室划分为控制区，曝光室周围区域（操作室、暗室等）划为监督区。进行探伤作业时，禁止无关人员在曝光室区域逗留。探伤室防护门安装有门机联锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志。曝光室内安装有 3 处紧急停机按钮，操作室操作位处控制箱自带 1 个紧急停机按钮。辐射工作

续表 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
环评批复要求	志，曝光室内、操作室均设置紧急停机装置等安全与防护措施。辐射工作人员按要求配备防护用品，确保工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。	人员配备有个人剂量计、个人剂量报警仪及辐射巡检仪等防护用品。根据本次验收监测结果：辐射工作人员和公众成员的最大年有效剂量分别为 0.014mSv/a 和 0.061mSv/a，低于 2mSv 和 0.1mSv 的年管理剂量约束值。
	3. 危险废物的处置。探伤工作洗片过程产生的废显影液和废胶片，属危险废物，需按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单暂存于危废暂存间，规范贮存，并交由具有危废处置资质的单位进行处理。	3. 产生的废胶片和废显（定）影液暂存于危废间中，与山东晟建宝环保科技有限公司签订了危险废物委托处置合同。危废间位于车间西侧，废显影液暂存在防渗漏且无反应的容器内，临时贮存可满足相关标准要求。
	（二）建立并完善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施。	
	1. 完善辐射环境监测方案，公司拟配置个人剂量计 2 支、个人剂量报警仪 1 部，X-γ 辐射巡检仪 1 台。定期开展监测，监测结果及时报济南市生态环境局长清分局。 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。建立辐射工作人员个人剂量档案，做到一人一档。	1. 公司制定有《辐射监测方案》，并为辐射工作人员配置有个人剂量计、2 部 HY2010 型个人剂量报警仪及 1 台 R-EGD 型辐射巡检仪。将按要求自行开展辐射环境监测，记录存档。同时本次验收已委托我公司进行辐射监测。 2 名辐射工作人员佩戴了个人剂量计，公司委托有资质的单位每 3 个月进行一次个人剂量监测，安排专人负责个人剂量监测管理工作，建立个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。
	2. 按要求开展辐射安全和防护状况年度评估工作，年度评估报告于每年 1 月 31 日前报济南市生态环境局长清分局。	2. 公司将按要求编写辐射安全和防护状况年度评估报告，并将评估报告于每年的 1 月 31 日前报济南市生态环境局长清分局。
	3. 拟制定辐射事故应急预案，定期组织开展应急演练，落实风险防范措施，切实防范辐射环境风险。	3. 制定了《射线装置辐射事故处理应急预案》，并于 2023 年 3 月 2 日组织开展了辐射事故应急演练。经确认，公司未发生过辐射事故。
	4. 加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核；考核不合格的，不得上岗。	4. 公司制定有《辐射工作人员培训制度》，2 名辐射工作人员均已通过辐射安全与防护考核。

续表 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
	5. 严格落实辐射安全管理责任制以及 X 射线机使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度等。	5. 签订了《辐射工作安全责任书》，明确了法人代表张震为本单位辐射工作安全责任人，成立了“辐射安全与环境保护管理科”，落实了岗位职责。公司制定有《X 射线机安全操作规程》《辐射防护与安全管理制
	（三）环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或生态保护、污染防治措施发生重大变动的，应按要求重新报批环境影响报告表。	度》《X 射线检测人员岗位责任制度》《辐射监测方案》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《辐射工作人员培训制度》等制度，建立了辐射安全管理档案。 （三）经确认，本项目的性质、规模、地点、生态保护、污染防治措施等均未发生改变。

四、验收监测标准及参考依据

4.1 验收标准

1. 剂量限值

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。

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

根据环境影响评价报告表,取年有效剂量限值的 1/10 作为年管理剂量约束值,
即对工作人员年管理剂量约束值不超过 2mSv;对于公众年管理剂量约束值不超过
0.1mSv。

4.2 参考标准

本报告有关事项,参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的有关规定:

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 μ

Sv/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。

综合考虑，因探伤室高度为 3.5m 较矮，室顶偶尔会有人员到达，本项目以 $2.5\ \mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为曝光室四周墙体、防护门、室顶外 30cm 处各关注点的剂量率参考控制水平。

4.3 参考依据

根据《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），济南市环境天然辐射水平见表 4-2。

表 4-2 济南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	4.43~8.08	6.26	0.77
道 路	1.84~6.88	4.12	1.40
室 内	6.54~12.94	8.94	1.91

五、验收监测

5.1 现场监测

为掌握该公司辐射项目正常运行工况下周围辐射环境水平，对周围工作场所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 221512052438。

2. 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

3. 监测时间与环境条件

2023 年 3 月 7 日。天气：晴；温度：18.7℃；相对湿度：45.2%。

4. 监测方法

依据《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)，将仪器接通电源预热 15min 以上，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	主探测器测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h
5	能量范围	33keV~3MeV；相对固有误差<7.6%(相对于 ¹³⁷ Cs 参考 γ 辐射源)
6	检定单位	山东省计量科学研究院
7	检定证书编号	Y16-20222192
8	检定有效期至	2023 年 12 月 20 日

6. 检测布点

按照《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)测点布设原则，本次于探伤室建设区域及周围环境保护目标

处布设 14 个检测点，检测点位布置见图 5-1、图 5-2。

7. 监测工况

本项目购置 1 台 XXH-3005 周向型、1 台 XXQ-2505 定向型 X 射线探伤机，XXH-3005 型探伤机主射束方向为东西周向，XXQ-2505 型探伤机主射束方向为向东，由于 XXH-3005 型探伤机比 XXQ-2505 型探伤机电压大、射束方向广，因此本次验收选用 XXH-3005 周向型 X 射线探伤机进行运行监测（日常最大工作电压不大于 270kV，电流 5mA）。监测工况如表 5-2 所示。

表 5-2 监测工况表

型号	数量	额定参数		监测时工况	
		管电压（kV）	管电流（mA）	电压（kV）	电流（mA）
XXH-3005	1 台	300	5	270	5

5.2 监测结果

X 射线探伤机及探伤室应用项目竣工环境保护验收监测结果见表 5-3，检测数据均已扣除宇宙射线响应值 10.9nGy/h。

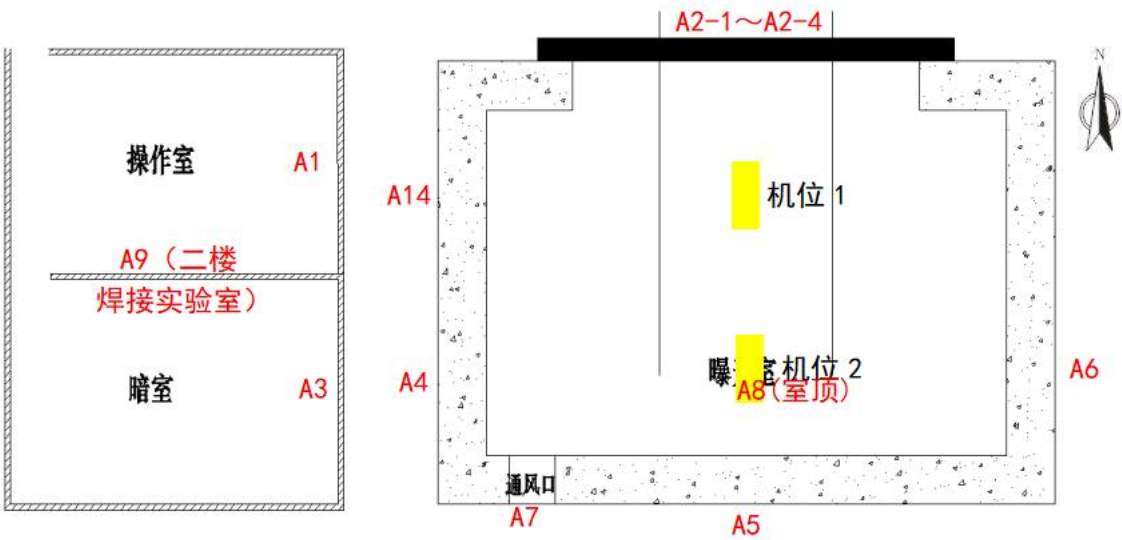


图 5-1 探伤室监测点位示意图



图 5-2 监测点位示意图

表 5-3 X 射线探伤机开-关机状态下探伤室周围 X-γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点 位	点位描述	关机检测结果		开机检测结果		备注
		剂量率	标准偏差	剂量率	标准偏差	
A1	操作室	74.6	1.75	80.4	0.52	机位 1
A2-1	防护门左侧门缝 30cm 处	--	--	1.18 μ Gy/h	0.03	
A2-2	防护门中间位置 30cm 处	78.3	1.44	92.0	1.75	
A2-3	防护门右侧门缝 30cm 处	--	--	1.39 μ Gy/h	0.06	
A2-4	防护门下侧门缝 30cm 处	--	--	82.5	0.82	
A3	暗室	80.1	0.46	81.4	0.72	机位 2
A4	西墙外 30cm 处	75.6	1.07	120.8	1.91	
A5	南墙外 30cm 处	75.4	0.58	91.7	1.78	
A6	东墙外 30cm 处	76.0	0.46	133.2	2.07	
A7	通风口处	76.6	0.49	86.4	0.58	
A8	室顶外 30cm 处	77.9	0.51	116.1	2.04	
A9	焊接实验室（二楼）	66.7	0.57	68.0	0.44	
A10	曝光室南侧约 11m 济南佳瑞门业有限公司	49.5	0.59	51.7	0.41	

A11	曝光室东侧约 25m 山东三利 建工业设备有限公司	51.7	0.69	52.8	0.53	机位 1
A12	曝光室东南侧约 34m 废品站	49.6	0.47	51.2	0.31	机位 2
A13	曝光室东北侧约 45m 办公楼	50.6	0.58	52.7	0.45	机位 1
A14	穿线口处	--	--	436.8	3.75	
范围		49.5~80.1		51.2nGy/h~1.39 μ Gy/h		

注：1. 检测时，X 射线探伤机射束方向为东西周向，检测点位 A2、A5、A7 时探伤室内放置工件；检测其他点位时探伤室内无工件；

2. 检测时，机位 1 位于轨道中间，距离西墙约 2.2m，距离防护门约 1.4m；机位 2 位于轨道中间，距离西墙约 2.2m，距离南墙约 1m。

由表 5-3 可知，X 射线探伤机在关机状态下，探伤室四周、室顶、防护门外 30cm 处及环境保护目标处剂量率为（49.5~80.1）nGy/h，处于济南市环境天然辐射水平范围。X 射线探伤机在开机状态下，探伤室四周、室顶、防护门外 30cm 处及环境保护目标处剂量率为 51.2nGy/h~1.39 μ Gy/h，监测值低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的 2.5 μ Sv/h 标准限值。

六、职业和公众受照剂量

6.1 年有效剂量估算公式

$$H=0.7 \times Dr \times T \quad (6-1)$$

式中：H ——年有效剂量，Sv/a；

0.7 ——吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy；

Dr ——X 剂量率，Gy/h；

T ——年受照时间，h。

6.2 照射时间确定

根据企业提供的资料，X 射线探伤机每年最多拍 3000 张片子，每张片子曝光时间最多为 5min，则年累计总曝光时间不超过 250h，每次探伤由 1~2 名辐射工作人员负责，则每名辐射工作人员的年受照时间不超过 250h。

6.3 职业工作人员受照剂量

根据本次验收监测结果，X 射线探伤机在工作状态下，对工作人员影响的区域主要在暗室，最大辐射剂量率为 81.4nGy/h。辐射工作人员的累计受照时间为 250h，居留因子取 1，根据公式（6-1），则

$$H=Dr \times T=0.7 \times 81.4 \times 250 \approx 0.014\text{mSv/a}$$

则辐射工作人员所受的最大年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告提出的 2.0mSv 的年管理剂量约束值。

6.4 公众成员受照剂量

1. 探伤室外公众成员

根据本次验收监测结果，在 X 射线探伤机工作状态下，对公众成员影响的区域主要在防护门外右侧门缝 30cm 处，最大剂量率为 1.39 μGy/h；实际一年的工作累计曝光时间约 250h，公众居留因子取 1/4，进行计算：

$$H=Dr \times T=0.7 \times 1.39 \times 250/4 \approx 0.061\text{mSv/a}$$

2. 环境保护目标处

根据本次验收监测结果，探伤机工作时，曝光室东侧约 25m 处山东三利建工业设备有限公司所受剂量率最大，为 52.8nGy/h，公众居留因子取 1，探伤室每年工作时

间为 250h，则山东三利建工业设备有限公司内人员接受的年有效剂量为

$$H=0.7 \times Dr \times T=0.7 \times 52.8 \times 250 \approx 0.009 \text{mSv/a}$$

由以上计算可知，公众成员最大年有效剂量约为 0.061mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 1mSv 的剂量限值，也低于环评报告提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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 组织机构

签订了《辐射工作安全责任书》，明确了法人代表张震为辐射工作安全责任人；成立了辐射安全与环境保护管理科，明确了岗位职责。

7.2 辐射安全管理制度及其落实情况

1. 工作制度。制定了《辐射防护与安全管理制度》《X 射线检测人员岗位责任制》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》。

2. 操作规程。制定了《X 射线机安全操作规程》，并严格按照操作规程中的要求填写操作记录。

3. 应急预案。编制了《射线装置辐射事故处理应急预案》，于 2023 年 3 月 2 日开展了辐射事故应急演练。

4. 监测方案。编制了《辐射监测方案》，配备了 1 台辐射巡检仪。

5. 人员培训。制定了《辐射工作人员培训制度》，2 名辐射工作人员均通过了辐射安全与防护考核。

6. 个人剂量。辐射工作人员配备有个人剂量计，并已委托有资质的单位进行个人剂量检测，并建立了工作人员个人剂量档案，1 人 1 档。

7. 年度评估。公司将按要求编写辐射安全和防护状况年度评估报告，并将评估报告于每年的 1 月 31 日前上传核技术利用辐射安全申报系统。

8. 配备了监测设备、报警仪器和辐射防护用品，2 部个人剂量报警仪及 1 台辐射巡检仪。

八、验收监测结论与建议

8.1 结 论

8.1.1 项目概况

济南百诚供水换热设备有限公司位于山东省济南市长清区张夏镇徐毛村，其中探伤室位于公司生产车间内东南角。本项目涉及 1 座探伤室及 2 台 X 射线探伤机，对公司产品进行无损检测工作，属 II 类射线装置。

2022 年 10 月，山东丹波尔环境科技有限公司编制了《济南百诚供水换热设备有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，并于 2022 年 11 月 25 日通过了济南市生态环境局长清分局批复（济长环辐表审[2022]10 号）。

公司于 2023 年 1 月 5 日申领了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[12802]，有效期至 2028 年 1 月 4 日，许可种类和范围为“使用 II 类射线装置”。

8.1.2 现场检查结果

公司成立了辐射安全与环境保护管理科，签订了辐射工作安全责任书，确定了岗位职责。配备了 2 名辐射工作人员，均通过了辐射安全与防护考核，佩戴了个人剂量计。制定了《X 射线机安全操作规程》《辐射防护与安全管理制度》《X 射线检测人员岗位责任制度》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员培训制度》等制度，编制了《射线装置辐射事故处理应急预案》，于 2023 年 3 月 2 日开展了辐射事故应急演练。

8.1.3 辐射安全与防护设施措施

1. 探伤室由曝光室、操作室、暗室等组成。曝光室尺寸 4.5m（东西）×3m（南北）×3.5m，四周墙体及室顶均为 10mm 钢板+400mm 重晶石混凝土+10mm 钢板。防护门厚度为 10mm 钢板+400mm 重晶石混凝土+10mm 钢板；曝光室南墙西侧靠近室顶处设有通风装置，满足有关通风要求。

2. 验收规模为 2 台 X 射线探伤机和 1 座探伤室。探伤室内设有工作状态指示灯、紧急停机按钮、电离辐射警告标志及门机联锁装置；曝光室及车间内安装有监视装置；配备有 1 台 HF5000 型固定式场所辐射探测报警装置。

3. 公司配有 2 部个人剂量报警仪、1 台辐射巡检仪。辐射工作人员佩带有个人剂量计。

8.1.4 现场监测结果

X 射线探伤机在关机状态下，探伤室四周、室顶、防护门外 30cm 处及环境保护目标处剂量率为（49.5~80.1）nGy/h，处于济南市环境天然辐射水平范围。X 射线探伤机在开机状态下，探伤室四周、室顶、防护门外 30cm 处及环境保护目标处剂量率为 51.2nGy/h~1.39 μ Gy/h，监测值低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的 2.5 μ Sv/h 标准限值。

8.1.5 职业人员与公众受照剂量结果

经估算，探伤室内的辐射工作人员年有效累积剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定职业人员的剂量限值 20mSv/a，也低于环评报告表提出的 2mSv 的年管理剂量约束值。

经估算，探伤室周围的公众成员年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

8.1.6 危险废物

产生的废胶片和废显（定）影液暂存于危废间中，与山东晟建宝环保科技有限公司签订了危险废物委托处置合同。危废间位于车间西侧，废显影液暂存在防渗漏且无反应的容器内，临时贮存可满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求。

综上所述，济南百诚供水换热设备有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环保手续、辐射安全管理制度齐全，落实了辐射安全防护措施，该项目对职业人员和公众成员是安全的，对周围环境的影响满足标准要求。具备通过建设项目竣工环境保护验收的条件。

8.2 要求与建议

1. 适时修订和完善辐射安全管理制度，规范和完善辐射安全与防护管理档案。
2. 定期检查辐射安全防护设施及措施，加强辐射事故应急演练。