

编号：DBR-YS-20230501

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：青岛康景辉环境科技集团有限公司

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

编制日期：2023 年 5 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：青岛康景辉环境科技集团有限公司

电 话：18661859520

传 真：——

邮 编：266300

地 址：青岛市胶州市胶北工业园科创路西首

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	17
五、验收监测	20
六、职业和公众受照剂量	23
七、辐射安全管理	25
八、验收监测结论与建议	26
九、附 件	
1. 青岛康景辉环境科技集团有限公司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	公司西厂区 1#生产车间内东南侧
建设单位	单位名称	青岛康景辉环境科技集团有限公司		
	通信地址	山东省青岛市胶州市胶北工业园科创路西首		
	法人代表	夏和斌	邮政编码	266300
	联 系 人	潘丹丹	电 话	18661859520
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 2 月
	审批部门	青岛市生态环境局胶州分局	批复时间	2022 年 5 月 25 日
验收监测	验收监测时间	2023 年 4 月 23 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	80 万元	核技术项目环保投资	38 万元
应用类型	射线装置	使用 1 台 X 射线探伤机，Ⅱ类		

1.1 引 言

青岛康景辉环境科技集团是青岛岩康科技集团旗下的全资子公司，坐落于青岛胶州胶北国际工业园，注册资金5000万元，占地40亩。下设3个分公司：康景辉环境科技有限公司（郑州）、青岛康景辉热能设备有限公司以及青岛康景辉环境工程有限公司。

青岛康景辉环境科技集团有限公司，提供蒸发、浓缩、结晶成套设备及工业废水零排放系统。公司主要产品包括MVR蒸发器、多效蒸发器、换热器、结晶器、母液处理系统等，是一家集研发、设计、生产、安装、调试、售后于一体的专业系统工程集成厂家。

1.2 项目概况

为满足生产需求，保证生产产品的质量，公司在西厂区1#生产车间内东南侧建设1座探伤室，并购置1台XXG-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7m、最大直径3.5m、最大壁厚为8mm。

2022年2月，山东丹波尔环境科技有限公司编制了《青岛康景辉环境科技集团有限公司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5月25日通过了青岛

市生态环境局胶州分局批复（胶环辐审[2022]3号）。

公司于2022年10月14日申领了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[B0396]，有效期至2027年10月13日，许可种类和范围为“使用Ⅱ类射线装置”。

探伤室于2023年4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，受青岛康景辉环境科技集团有限公司的委托，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4月23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《青岛康景辉环境科技集团有限公司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5月6日，青岛康景辉环境科技集团有限公司组织召开验收工作会议，根据验收工作组意见，对原报告进行了完善并形成《青岛康景辉环境科技集团有限公司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. 《青岛康景辉环境科技集团有限公司 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 2 月。
2. 《青岛康景辉环境科技集团有限公司 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，青岛市生态环境局胶州分局，胶环辐审[2022]3 号，2022 年 5 月 25 日。
3. 青岛康景辉环境科技集团有限公司 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

本项目位于青岛市胶州市胶北工业园科创路西首，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 1#生产车间内东南侧，曝光室东侧隔车间东墙为东厂区；南侧为 2#生产车间、3#生产车间；西侧为车间内区域（操作室、评片室、暗室等）；北侧为车间内区域，隔车间北墙为青岛特纳钢结构工程有限公司。曝光室实体屏蔽边界外 50m 范围内共存在 1 处环境保护目标，即曝光室北侧最近约 50m 处青岛特纳钢结构工程有限公司厂房。公司西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 XXG-2505 定向型 X 射线探伤机，用于探伤室内无损检测。

验收规模与环评规模一致。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	最大穿透 A3 钢厚度	备注
1	XXG-2505	1	丹东东方射线仪器有限公司	250kV	5mA	40° +5°	40mm	定向

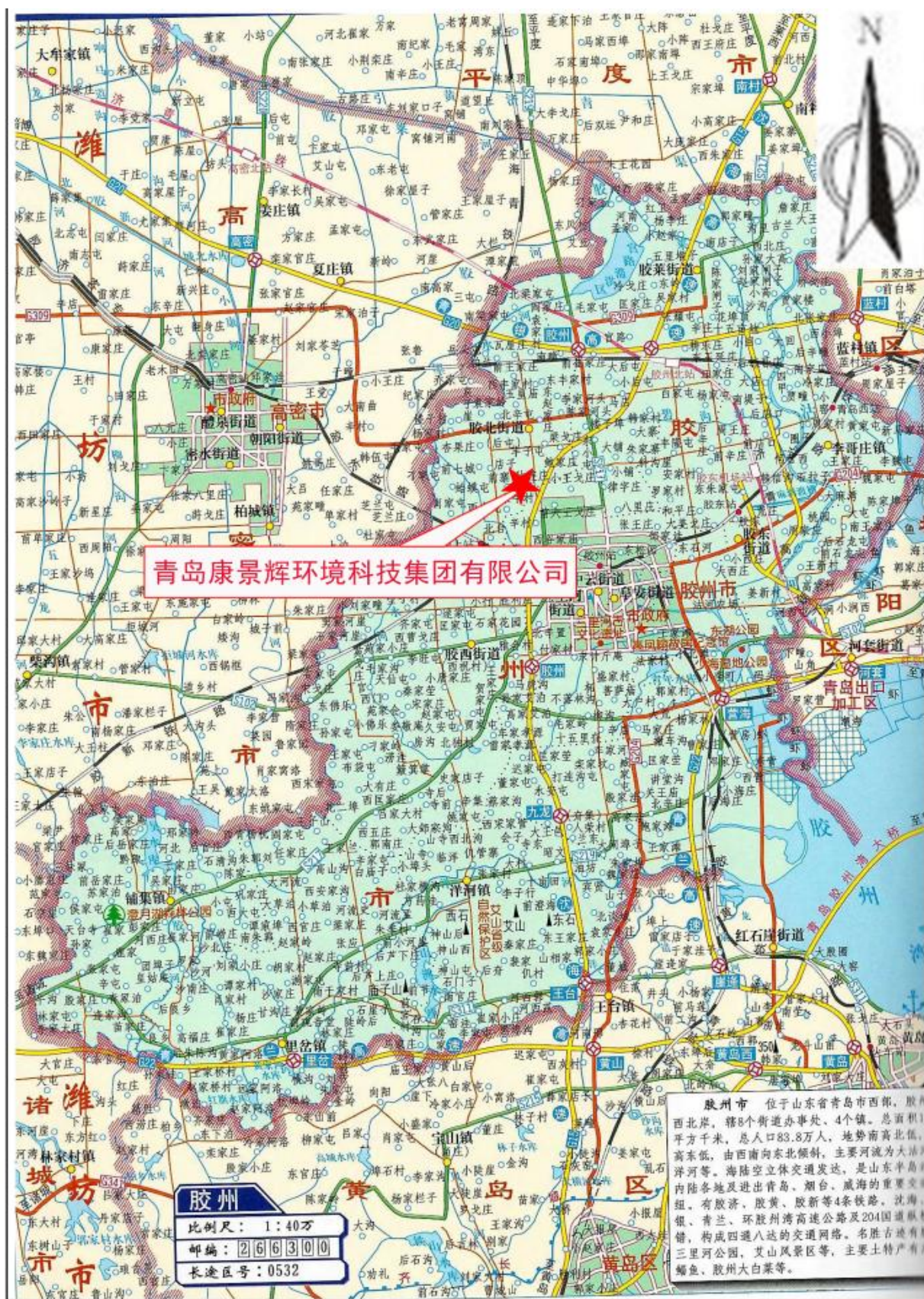


图 2-1 地理位置示意图

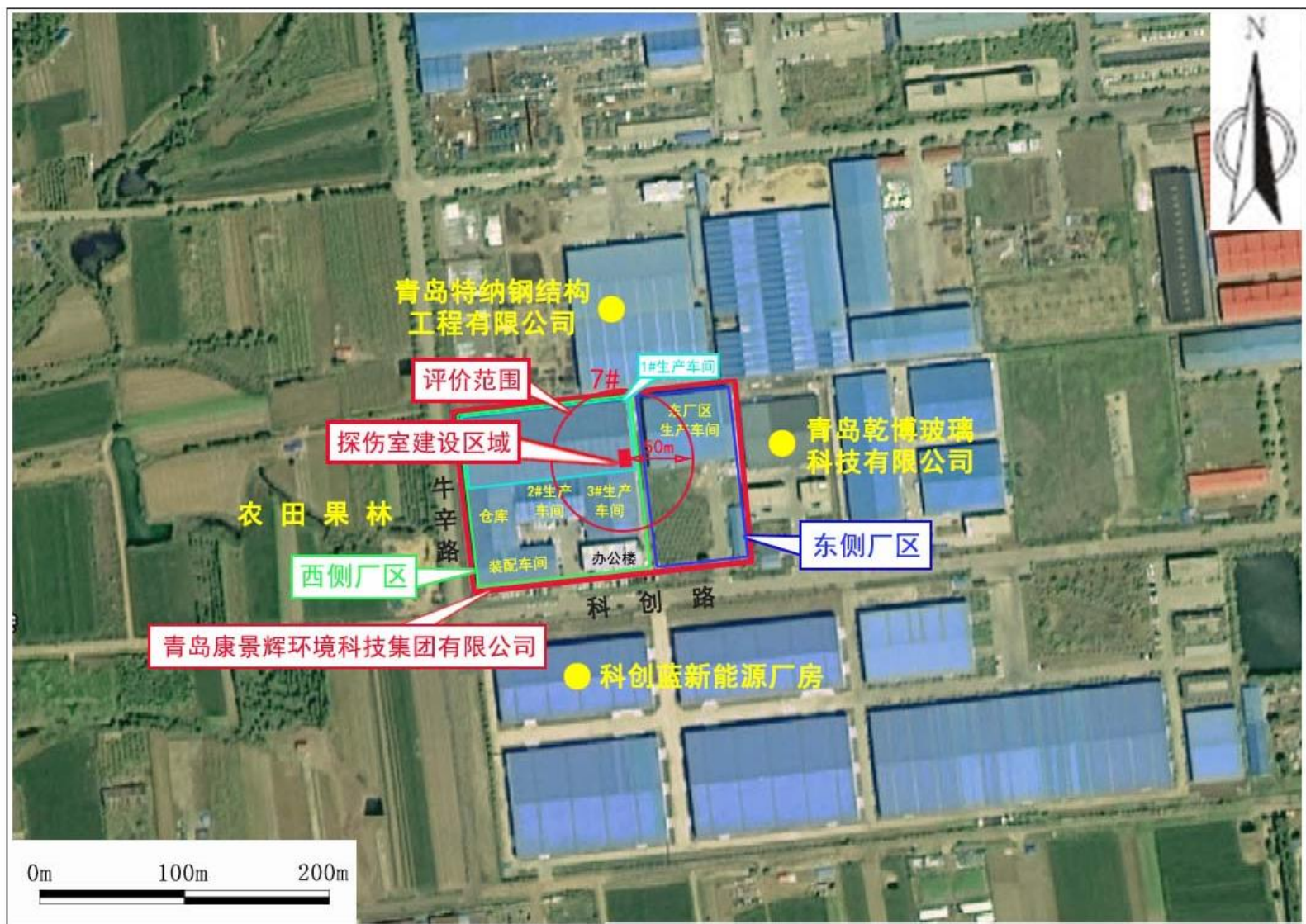


图 2-2 项目周边关系卫星影像图



图 2-3 西厂区平面布置示意图

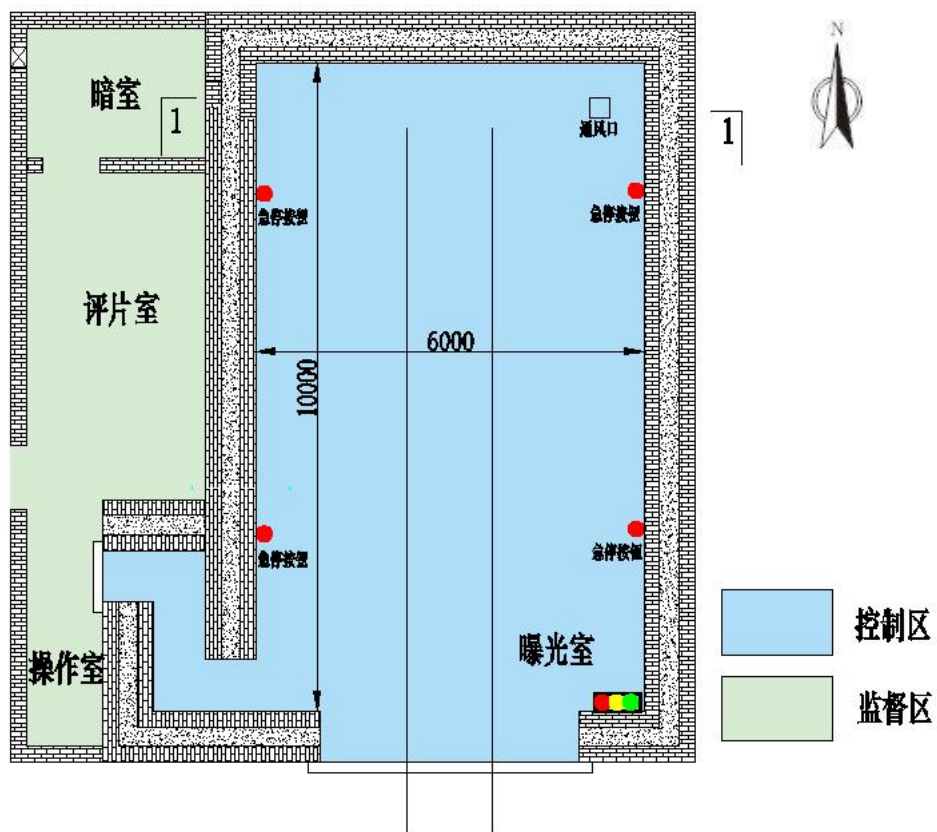


图 2-4 (a) 探伤室平面布置示意图

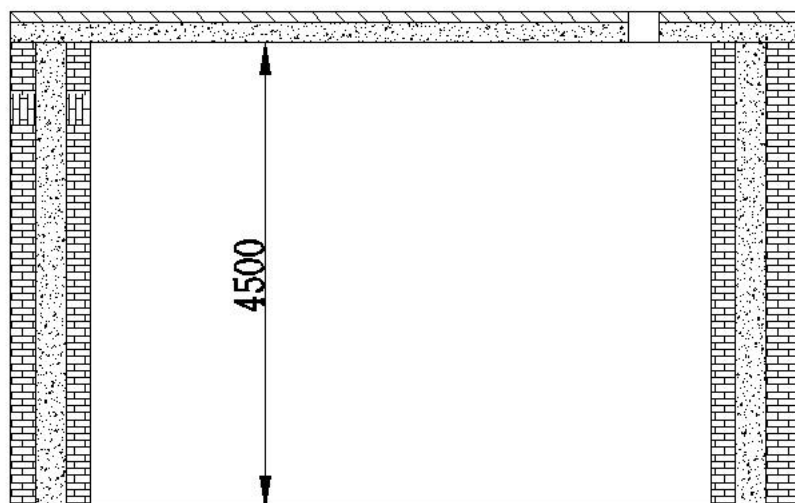


图2-4 (b) 探伤室1-1剖面示意图

 电离辐射警告标志 工作状态指示灯	 工作状态指示灯 电离辐射警告标志
大防护门	小防护门
	
曝光室内部	操作室
	
个人剂量报警仪	辐射巡检仪



监控装置

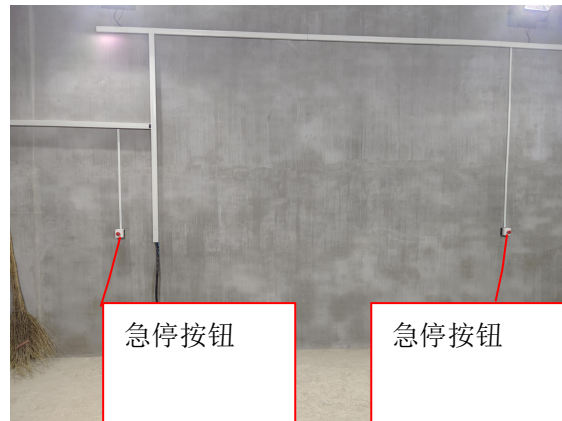
监控装置



固定式场所辐射探测报警装置



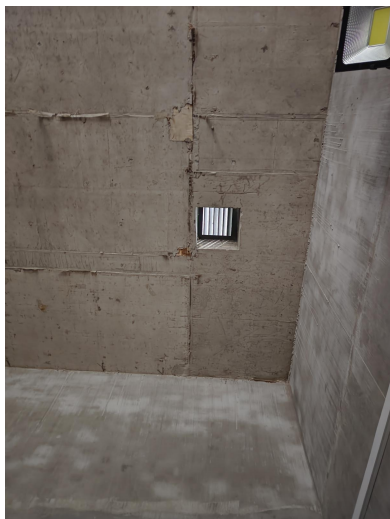
铅防护服



急停按钮

急停按钮

急停按钮



通风口



通风管道及铅防护罩

	
危废间	青岛特纳钢结构工程有限公司

图2-5 现场照片

2.2 工作原理和 workflows

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、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作用的轫致辐射即为 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 2-6。

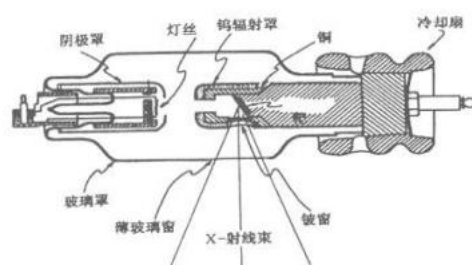


图 2-6 典型的 X 射线管结构图

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。

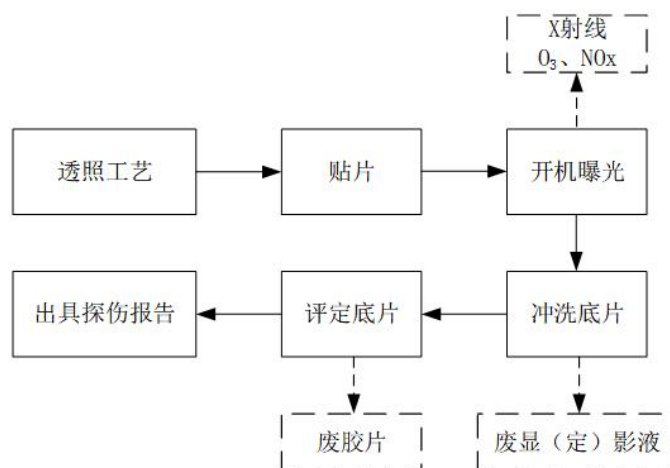


图 2-7 X 射线探伤机工作流程示意图

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 (O₃) 和氮氧化物 (NO_x)，在 NO_x 中以 NO₂ 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。曝光室室顶东北侧设有 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 2#生产车间西南侧（依托现有，已于“青岛康景辉环境科技集团有限公司年产 100 台蒸发器项目”中通过验收）。公司对危险废物实行联单管理和台账管理，并与青岛久祥泰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

青岛康景辉环境科技集团有限公司 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): 10.0m×6.0m×4.5m	同环评
	四周墙体: 240mm 实心砖+300mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	
	室顶: 200mm 混凝土+100mm 硫酸钡砂	
	大防护门位于曝光室南侧, 尺寸为: 4.4m×4.1m, 防护能力为 18mmPb; 防护门上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为 300mm、300mm、200mm 和 200mm	
	小防护门位于曝光室西南侧, 尺寸为: 1.1m×2.2m, 防护能力为 12mmPb; 防护门上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为 100mm、100mm、150mm 和 150mm	
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	曝光室拟设置机械通风装置, 设计通风量为 1000m ³ /h, 每小时通风换气次数约为 3.4 次; 通风口位于曝光室东墙南侧靠近室顶处, 尺寸为 300mm×300mm, 外侧拟设置 12mmPb 防护罩; 非放射性有害气体经通风口及通风管道排入 1#车间东侧外环境	曝光室设有 1 个通风口, 通风换气次数大于 3 次/h, 通风口尺寸为 300mm×300mm, 位于曝光室室顶东北侧。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东侧外环境
急停按钮位置	曝光室内拟设置 4 处紧急停机按钮, 其中东墙和西墙靠近大防护门各设置 1 处, 东墙和西墙南侧各设置 1 处, 并标明使用方法, 操作间内操作位处控制箱自带 1 个紧急停机按钮	曝光室内设有 4 处紧急停机按钮, 其中东墙和西墙靠近大防护门各设置 1 处, 东墙和西墙北侧各设置 1 处; 操作间内操作位处控制箱自带 1 个紧急停机按钮
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 1 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	探伤室目前处于调试阶段且前期工

	辐射工作人员参加核技术利用辐射安全 and 防护考核，考核合格后方可上岗	作量较小，公司配备有 1 名辐射工作人员进行无损检测工作，已通过辐射安全与防护考核
监视装置	/	曝光室内北墙靠近室顶处安装有 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、探伤设备的运行和大防护门的情况
固定式场所辐射探测报警装置	/	配备 1 台 RL5000 型固定式辐射检测仪，探头位于南墙西侧靠近大防护门处，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

青岛康景辉环境科技集团有限公司 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	青岛康景辉环境科技集团有限公司	青岛康景辉环境科技集团有限公司
项目规模	该项目拟建于胶州市胶北街道办事处胶北国际工业园科创路西首，公司西厂区 1#生产车间内东南侧。该项目建设内容为：拟在厂区内新建探伤室 1 座（包括曝光室、评片室和暗室），配置 1 台 X 射线探伤机（XXG-2505 型），于曝光室内使用 X 射线探伤机，对公司生产的容器进行无损检测。	同环评及批复。
	（一）严格执行辐射安全管理制度。按照《放射性同位素与射线装置环境安全管理规定》等要求，设立辐射安全与环境保护管理机构，落实辐射安全管理责任制。落实场所使用规定、装置操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度和检测方案等，建立辐射安全档案。	（一）签订了《辐射工作安全责任书》，成立了“辐射安全与环境保护管理科”，落实了辐射安全管理责任制。公司制定有《X 射线机安全操作规程》《辐射防护与安全管理规定》《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，建立了辐射安全档案。
	（二）加强辐射工作人员的辐射安全和防护工作。落实《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置环境安全管理规定》等有关要求，加强辐射工作人员培训，定期对人员剂量检测，建立辐射剂量档案，确保人员的辐射安全。	（二）公司制定有《辐射工作人员培训制度》，1 名辐射工作人员已通过辐射安全与防护考核。辐射工作人员已佩戴个人剂量计，并委托有资质单位每 3 个月进行一次个人剂量监测，建立了个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。

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	（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作。严格落实《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《辐射环境监测技术规范》、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）等有关要求，落实工作场所的实体屏蔽措施，确保职业人员和公众成员年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。在醒目位置设置电离辐射警告标志，做好放射性工作场所内辐射安全与防护设施的维护，确保辐射安全与防护设施有效。建设单位需配合有关部门做好防护范围内规划工作，严格控制场址四周 50 米范围内建设学校、居民区等环境敏感目标。	（三）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。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 0.023mSv/a 和 0.014mSv/a，低于 2mSv 和 0.1mSv 的年管理剂量约束值。探伤室大、小防护门等醒目位置处设置有电离辐射警告标志，定期对门机联锁、工作状态指示灯、紧急停机按钮等安全防护设施进行检查和维护。经核实，探伤室四周 50m 范围内无学校、居民区等环境敏感目标。
	（四）项目产生的废胶片以及废显影液，企业应委托交由有相应危险废物处置资质的单位处置，处置暂存库做到防风、防雨、防晒、防渗要求，满足《危险废物贮存污染控制标准》要求。	（四）产生的废胶片和废显（定）影液暂存于危废间中，与青岛久祥泰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 2#生产车间西南侧，危废间具备防风、防雨、防晒、防渗等要求，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。
	（五）严格落实环境风险防范措施，制定辐射事故应急预案。配备必要的应急设备，定期开展应急培训和演练，有效防范并妥善处置突发环境事件，确保环境安全。	（五）制定了《射线装置辐射事故处理应急预案》，配备了 1 部 HY2010 型个人剂量报警仪、1 台 R-EGD 型辐射巡检仪及铅防护服，将定期开展辐射事故应急演练。经确认，公司未发生过辐射事故。

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，以 $2.5\ \mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为曝光室四周墙体及防护门外 30cm 处各关注点的剂量率参考控制水平；同时曝光室室顶不借助工具无法到达、且无人员停留，以 $100\ \mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为曝光室室顶外 30cm 处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），青岛市环境天然辐射水平见表 4-2。

表 4-2 青岛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	4.24~13.00	6.62	1.45
道 路	1.15~12.40	6.90	2.38
室 内	3.12~16.16	11.09	2.33

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 4 月 23 日。天气：晴；温度：10.2℃；相对湿度：39.5%。

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 137Cs 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 12 个检测点，检测点位布置见图 5-1。

7. 监测工况

本项目 X 射线探伤机监测工况如表 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)
XXG-2505	1 台	250	5	230	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。

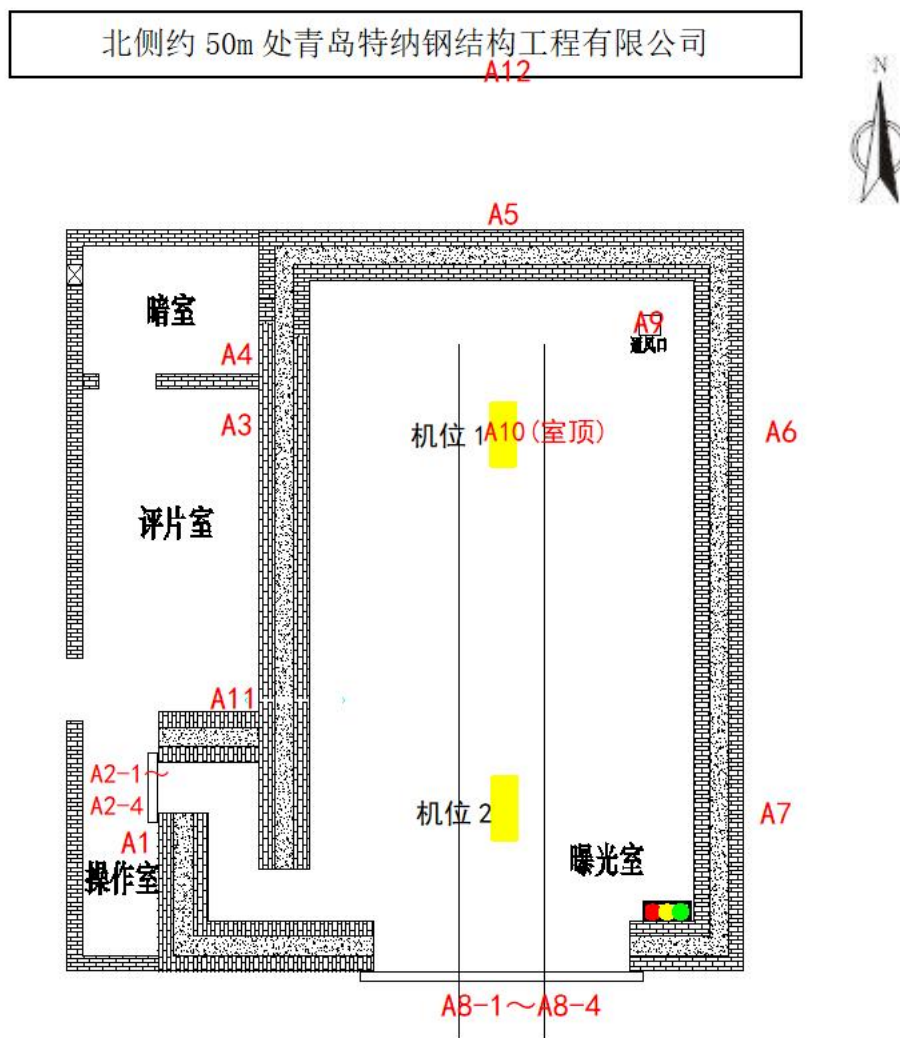


图 5-1 探伤室监测点位示意图

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	119.6	0.67	153.3	2.70	机位 2
A2-1	小防护门左侧门缝 30cm 处	--	--	130.3	2.51	
A2-2	小防护门中间位置 30cm 处	111.0	1.63	152.5	1.91	
A2-3	小防护门右侧门缝 30cm 处	--	--	156.2	2.36	
A2-4	小防护门下侧门缝 30cm 处	--	--	161.3	1.55	
A3	评片室	120.0	1.66	148.8	1.55	机位 1
A4	暗室	121.6	2.91	161.3	1.87	
A5	北墙外 30cm 处	102.9	1.62	113.8	2.13	
A6	东墙北侧外 30cm 处	103.3	1.89	114.4	1.27	
A7	东墙南侧外 30cm 处	102.4	1.06	118.4	1.43	机位 2
A8-1	大防护门左侧门缝 30cm 处	--	--	206.9	3.84	
A8-2	大防护门中间位置 30cm 处	105.5	2.01	165.1	2.06	
A8-3	大防护门右侧门缝 30cm 处	--	--	180.9	1.84	
A8-4	大防护门下侧门缝 30cm 处	--	--	182.9	2.11	
A9	通风口处	64.5	0.53	76.4	0.66	机位 1
A10	室顶外 30cm 处	66.0	0.32	112.8	2.62	
A11	穿线口处	119.5	0.97	149.7	1.97	机位 2
A12	北侧 50m 处青岛特纳钢结构工程有限公司厂房	90.5	0.95	96.7	1.43	机位 1
范围		64.5~121.6		76.4~206.9		

注：1. 检测时，X 射线探伤机射束方向朝东照射；检测点位 A6、A7 时探伤室内无工件；检测其他点位时探伤室内放置工件；

2. 检测时，机位 1 位于轨道中间，距离北墙约 2.5m；机位 2 位于轨道中间，距离大防护门约 3m。

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（64.5~121.6）nGy/h，处于青岛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、防护门外 30cm 处及环境保护目标处剂量率为（96.7~206.9）nGy/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；通风口及室顶外 30cm 处剂量率为（76.4~112.8）nGy/h，监测值低于标准中规定的 100 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 2400 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 200h，每次探伤由 1 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 200h。

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小防护门下侧门缝 30cm 处，最大辐射剂量率为 161.3nGy/h。辐射工作人员的累计受照时间为 200h，居留因子取 1，根据公式（6-1），则

$$H=Dr \times T=0.7 \times 161.3 \times 200 \approx 0.023\text{mSv/a}$$

由以上计算可知，辐射工作人员在本项目所受最大年有效剂量约为 0.023mSv，在其他辐射场所所受有效剂量不受本项目约束，辐射工作人员年有效剂量低于《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大防护门外左侧门缝 30cm 处，最大剂量率为 206.9nGy/h；实际一年的工作累计曝光时间约 200h，公众居留因子取 1/4，进行计算：

$$H=Dr \times T=0.7 \times 206.9 \times 200/4 \approx 0.007\text{mSv/a}$$

2. 环境保护目标处

根据本次验收监测结果，探伤机工作时，曝光室北侧 50m 处青岛特纳钢结构工程

有限公司厂房内人员所受剂量率为 96.7nGy/h，公众居留因子取 1，探伤室每年工作时间为 200h，则人员接受的年有效剂量为

$$H=0.7 \times Dr \times T=0.7 \times 96.7 \times 200 \approx 0.014\text{mSv/a}$$

由以上计算可知，公众成员最大年有效剂量约为 0.014mSv/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》，明确了法人代表夏和斌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》，将定期开展辐射事故应急演练。

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》，1 名辐射工作人员已通过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。公司已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，1 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

青岛康景辉环境科技集团有限公司位于山东省青岛市胶州市胶北工业园科创路西首，其中探伤室位于公司西厂区 1#生产车间内东南侧。本项目涉及 1 座探伤室及 1 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 2 月，山东丹波尔环境科技有限公司编制了《青岛康景辉环境科技集团有限公司 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 5 月 25 日通过了青岛市生态环境局胶州分局批复（胶环辐审[2022]3 号）。

公司于 2022 年 10 月 14 日申领了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[B0396]，有效期至 2027 年 10 月 13 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。1 名辐射工作人员已通过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》，将定期开展辐射事故应急演练。

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、评片室等组成。曝光室尺寸 10.0m×6.0m×4.5m，四周墙体为 240mm 实心砖+300mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖，室顶为 200mm 混凝土+100mm 硫酸钡砂。大防护门防护能力 18mmPb，小防护门防护能力 12mmPb；曝光室室顶东北角设有通风装置，满足有关通风要求。

2. 验收规模为 1 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；曝光室内安装有监视装置；配备有 1 台 RL5000 型固定式场所辐射探测报警装置。

3. 公司配有 1 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 (64.5~121.6) nGy/h,处于青岛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、防护门外 30cm 处及环境保护目标处剂量率为(96.7~206.9) nGy/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;通风口及室顶外 30cm 处剂量率为 (76.4~112.8) nGy/h,监测值低于标准中规定的 100 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,与青岛久祥泰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 2#生产车间西南侧,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,青岛康景辉环境科技集团有限公司 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. 按照有关规定和要求,定期开展辐射事故应急演练。
2. 加强人员的辐射安全与防护培训,考核合格后方可上岗。
3. 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。