

青島联大机械制造有限公司
X 射线探伤机及探伤室应用项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：青島联大机械制造有限公司

编制单位：山东鼎嘉环境检测有限公司

2021年12月

建设单位法人代表： (签字)

编制单位法人代表： (签字)

项 目 负 责 人：

填 表 人：

建设单位：青岛联大机械制造有限公司
司 (盖章)

电话：13355320772

传真：/

邮编：266700

地址：平度市同和街道办事处同和工
业园同和路 97 号

编制单位：山东鼎嘉环境检测有限公
司 (盖章)

电话：0531-59803517

传真：/

邮编：250100

地址：中国 (山东) 自由贸易试验区
济南片区高新万达广场 2 号写
字楼

目 录

一、概述.....	1
二、项目概况.....	5
三、环评及批复要求落实情况.....	12
四、验收监测标准及参考依据.....	14
五、验收监测.....	16
六、职业人员和公众受照剂量.....	18
七、辐射安全管理.....	20
八、验收监测结论与建议.....	22

附件

1. 委托书.....	附件-1
2. 环境影响报告表批复.....	附件-2
3. 辐射安全许可证正本、副本.....	附件-6
4. 辐射工作安全责任书及成绩报告单.....	附件-10
5. 辐射管理规章制度.....	附件-13
6. 辐射事故应急预案及演练记录.....	附件-21
7. 个人剂量检测报告及个人剂量档案.....	附件-28
8. 危险废物处置协议.....	附件-31
9. 竣工环境保护验收监测报告.....	附件-33

“三同时” 验收登记表

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	山东省青岛市平度市同和街道办事处同和工业园同和路 97 号，生产车间内北侧中部		
建设单位	单位名称	青岛联大机械制造有限公司				
	通讯地址	山东省青岛市平度市同和街道办事处同和工业园同和路97号				
	法人代表	戴舜方		邮政编码	266700	
	联系人	张华芳		电话	13355320772	
环境影响报告表	编制单位	山东清朗环保咨询有限公司		审批部门	青岛市生态环境局平度分局	
	批复文号	平环辐审[2021]2 号		批复时间	2021 年 8 月 16 日	
验收监测	验收监测时间	2021 年 6 月 2 日		监测单位	山东鼎嘉环境检测有限公司	
项目投资	核技术项目投资	40 万元	核技术项目环保投资	30 万元	环保投资总投资比例	75%
验收规模	新建 1 座探伤室，使用 3 台 X 射线探伤机（XXQ-2505 定向型、XXH-2505 周向型、XXH-3005 周向型各 1 台），属使用 II 类射线装置					

1.1 引言

青岛联大机械制造有限公司成立于 2005 年，位于山东省青岛市平度市同和街道办事处同和工业园同和路 97 号，公司现有员工 30 余人，固定资产 1000 万元，经营范围包括第一类压力容器，第二类低、中压容器制造，柴油机用水泵、油泵、柴油机配件制造；是中国船级社（CCS）、中国渔业船舶检验局（ZY）、法国船级社（BV）认可的专业生产压力容器及船用设备的公司。主要生产 0.08~3.0 立方的低中压船用压力容器，年产低中压船用压力容器 3000 个。公司设置 6 个管理部门：生产部、技术部、质检部、财务部、综合管理部、销售部、理化室、计量室、无损探伤室，技术部下设焊接试验室。

1.2 验收任务由来

2010年4月，公司委托环评单位编制了《青岛联大机械制造有限公司X射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，项目涉及于青岛平度市凤台街道办事处香港路128号（下称“老厂区”）建设1座探伤室，并配备使用XXQ-2505定向型及XXH-2505周向型X射线探伤机各1台。该项目于2011年3月10日取得了原山东省环境保护厅环评批复，批复文号为：鲁辐环表审〔2011〕32号。2014年8月29日取得了原山东省环境保护厅验收批复，批复文号为：鲁环验〔2014〕163号。

由于城区规划调整，公司老厂区已拆迁，厂区原有探伤室已停用拆除。因此公司租赁位于平度市同和街道办事处同和工业园同和路97号的青岛宏泰铜业有限公司厂区内一处闲置厂房作为生产车间，公司整体搬迁至租赁厂房内，原有1台XXQ-2505定向型、1台XXH-2505周向型X射线探伤机同步搬迁至同和路97号生产车间北侧中部探伤室内。2021年6月，公司委托山东清朗环保咨询有限公司编制了《青岛联大机械制造有限公司X射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，环评规模为于生产车间北侧中部新建一座探伤室，在探伤室内使用3台X射线探伤机（原有2台XXQ-2505定向型、XXH-2505周向型X射线探伤机，新购入1台XXH-3005周向型X射线探伤机），属使用II类射线装置。2021年8月16日，青岛市生态环境局平度分局以平环辐审〔2021〕2号文件对该项目进行了批复。本项目于2021年10月28日竣工投入调试，验收监测时本项目探伤室正常运行，X射线探伤机已进行许可备案。

公司现持有青岛市生态环境局平度分局重新颁发的辐射安全许可证（鲁环辐证〔02136〕），种类和范围为使用II类射线装置，有效期至2026年3月9日。

公司现有辐射安全许可证使用规模见表1-1。

表 1-1 已许可使用的射线装置

序号	装置名称	型号	数量	类别	最大管电压	最大管电流	方向	用途
1	X射线探伤机	XXQ-2505	1台	II类	250kV	5mA	定向	工业探伤
2	X射线探伤机	XXH-2505	1台	II类	250kV	5mA	周向	
3	X射线探伤机	XXH-3005	1台	II类	300kV	5mA	周向	
小计	使用3台X射线探伤机							

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）相关要求，该项目须进行竣工环境保护验收监测工作。受青岛联大机械制造有限公司委托，我公司于2021

年 11 月 17 日对该项目进行了现场实地勘察和资料核查，在此基础上编制了《青岛联大机械制造有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目竣工环境保护验收监测报告表》。

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，以满足国家和地方生态环境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 验收监测依据

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，2015.1；

(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；

(3) 《建设项目环境保护管理条例（2017 修订）》，国务院令第 682 号，2017.10；

(4) 《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 施行；国务院令第 709 号第二次修订，2019.3.2 施行；

(5) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，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；

(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 3 号，2006.3 施行；2008.12 第一次修订后施行；2017.12.20 第二次修订后施行；生态环境部令第 7 号第三次修订，2019.8.22 施行；生态环境部令第 20 号修订，2021.1.4 施行；

(7) 《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 5 月施行；

(8) 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，2017.11；

(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》，国家环保总局环发[2006]145 号，2006.9.26 发布；

(10)《山东省辐射污染防治条例》，山东省人大常委会第 37 号令，2014.5；

(11)《山东省环境保护条例》，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，2019.1.1。

1.5.2 行业标准、技术导则

(1) 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，2018.5。

(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；

(3)《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)；

(4)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；

(5)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；

(6)《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；

(7)《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其修改单。

1.5.3 其他

(1)《青岛联大机械制造有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》及批复文件；

(2) 青岛联大机械制造有限公司提供辐射规章制度等方面的材料。

二、项目概况

2.1 项目基本情况

2.1.1 项目名称

青岛联大机械制造有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目。

2.1.2 项目性质

新建。

2.1.3 项目位置

山东省青岛市平度市同和街道办事处同和工业园同和路 97 号，生产车间内北侧中部。

2.1.4 项目规模

环评规模：于新厂区租赁生产车间内新建一座探伤室，将老厂区原有 2 台 X 射线探伤机（XXQ-2505 定向型、XXH-2505 周向型）搬迁至此，并根据探伤需求新购 1 台 XXH-3005 周向型 X 射线探伤机，均属 II 类射线装置，用于对公司生产的压力容器产品进行无损检测。

验收规模：经现场勘查，1 座探伤室已投入运行，在探伤室内使用 1 台 XXQ-2505 定向型 X 射线探伤机、1 台 XXH-2505 周向型 X 射线探伤机、1 台 XXH-3005 周向型 X 射线探伤机，属使用 II 类射线装置，验收规模与环评规模一致。

本项目所在区域见附图 1，周边关系影像见附图 2，生产车间总平面布置见附图 3，探伤室平面布置见附图 4。

2.2 辐射安全防护

2.2.1 项目选址

本项目探伤室位于公司生产车间内北侧中部。经现场勘查，东侧为生产车间内其他生产区域，南侧为生产车间内其他生产区域、青岛宏泰铜业有限公司闲置厂房及厂区道路，西侧为生产车间内其他生产区域，北侧为厂区道路及青岛宏泰铜业有限公司厂房。探伤室周围 50m 调查范围内无居民区、学校、医院等环境保护目标。本项目曝光室周围毗邻关系见表 2-1 所示，曝光室及周围现场照片见图 2-1。

表 2-1 本项目曝光室周围环境一览表

名称	方 向	场 所 名 称	距场所距离
曝光室	北 面	厂区道路	0~23m
		青岛宏泰铜业有限公司厂房	23~50m
	东 面	操作室、洗片室、评片室	0~6m
		生产车间其他区域	6~50m
	南 面	生产车间其他区域	0~15m
		青岛宏泰铜业有限公司闲置厂房	15~50m
	西 面	生产车间其他区域	0~50m

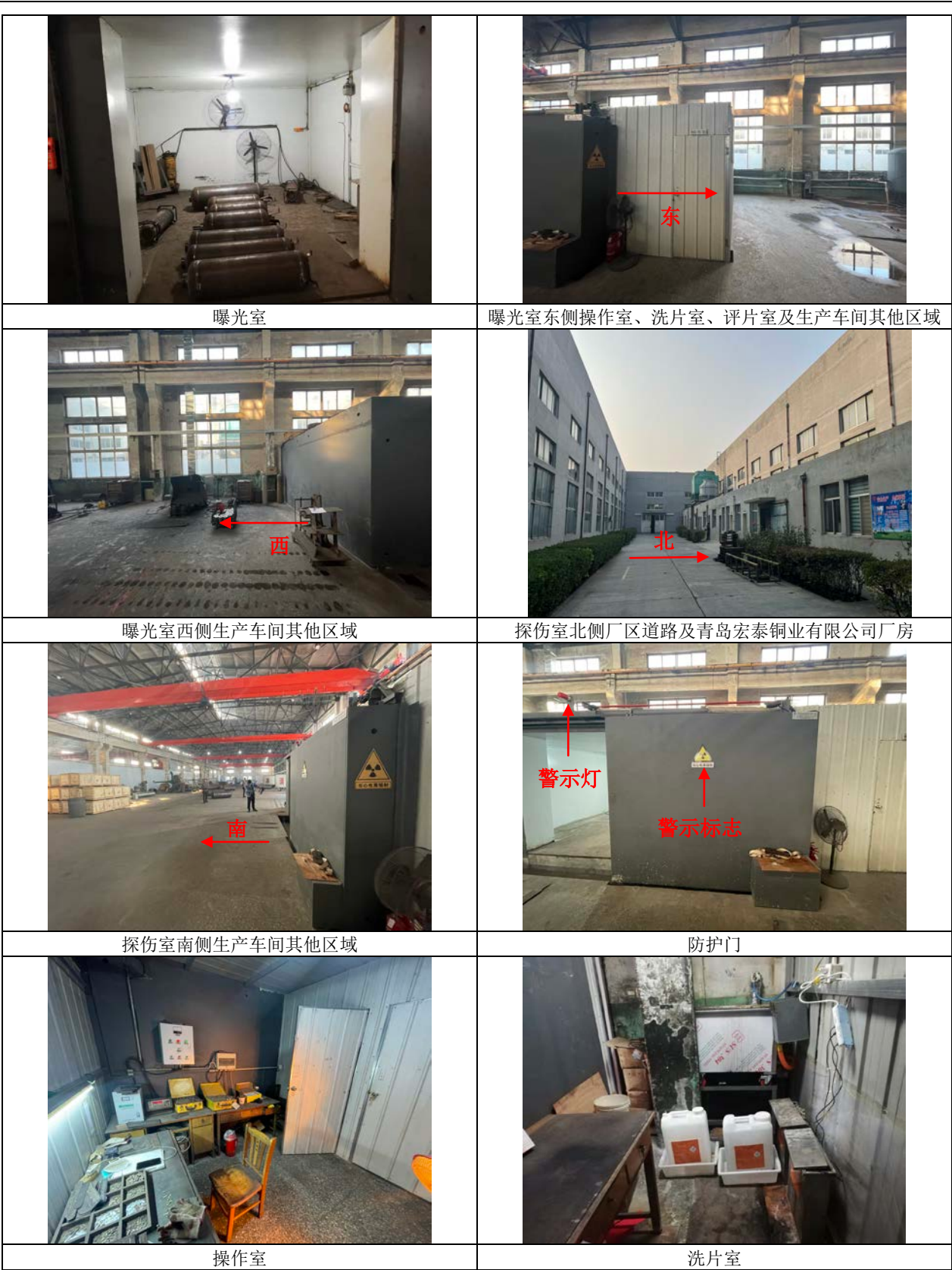


图 2-1 探伤室及周围现场照片

	
评片室	急停按钮
	
通风口	制度上墙
	/
门机联锁装置	/

图 2-1（续） 探伤室及周围现场照片

2.2.2 辐射防护措施

公司配备了相应防护仪器设备，防护仪器配置情况见表 2-2。

表 2-2 防护仪器配置情况一览表

仪器名称	型号	仪器状态	数量
辐射巡检仪	I-Aiert	正常	1 台
个人剂量报警仪	RM-2021	正常	2 部
个人剂量片	/	正常	2 个
铅衣等个人防护用品	/	正常	1 套

防护仪器设备照片见图 2-2。

	
I-Aiert型辐射巡检仪	RM-2021型个人剂量报警仪
	
铅衣等个人防护用品	个人剂量片

图 2-2 安全措施及防护仪器设备照片

2.2.3 环境影响评价报告表与验收情况对比

项目环境影响报告表与验收情况的对比见表 2-3。

表 2-3 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对比表

名称	环评内容			现场状况		
探伤室	1 座			1 座		
探伤机位置	存放于曝光室内			存放于曝光室内		
探伤机型号	XXH-2505	XXH-3005	XXQ-2505	XXH-2505	XXH-3005	XXQ-2505
射束方向	东西周向及南北周向		东、西、南、北	东西周向及南北周向		东、西、南、北
最大管电压	250kV	300kV	250kV	250kV	300kV	250kV
最大管电流	5mA			5mA		
焦点尺寸	2.0×2.0	1.0×2.3	2.0×2.0	2.0×2.0	1.0×2.3	2.0×2.0
最大穿透钢	37mm	45mm	40mm	37mm	45mm	40mm
曝光室尺寸	曝光室南北净长 4m、东西净宽 4m、净高 2.3m，净容积约 36.8m ³			经现场勘查，与环评一致		
四周墙体	四周墙体厚度 510mm，采用 5mm 钢板+500mm 硫酸钡砂混凝土+5mm 钢板结构，其中硫酸钡砂混凝土密度为 3.0g/cm ³			经与公司核实，与环评一致		

续表 2-3 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对比表

名称	环评内容	现场状况
室顶	室顶墙体厚度 360mm, 采用 5mm 钢板+350mm 硫酸钡砂混凝土+5mm 钢板结构, 其中硫酸钡砂混凝土密度为 $3.0\text{g}/\text{cm}^3$ 。	经与公司核实, 与环评一致
防护门	曝光室南墙中间位置设置 1 个防护门, 用于工件及人员进出, 电动平移式。防护门厚度 510mm, 采用 5mm 钢板+500mm 硫酸钡砂混凝土+5mm 钢板结构, 尺寸为 $2.8\text{m}\times 2.6\text{m}$ (宽 $\times$ 高), 门洞尺寸为 $2.2\text{m}\times 2.3\text{m}$ (宽 $\times$ 高), 左、右、上、下与周围墙壁搭接量分别为 30cm、30cm、15cm、15cm, 防护门与墙壁之间的缝隙不大于 1cm, 搭接量与缝隙比例大于 10:1	经与公司核实, 与环评一致
紧急停机按钮	曝光室内东墙及西墙中间位置各设计 1 处紧急停机按钮, X 射线探伤机控制台自带紧急停机按钮	公司于控制台、曝光室内南墙西侧、北墙东侧各设置了一处急停按钮, 确保事故发生时可立即停止照射
通风口	曝光室室顶西北角设置一处方形通风口, 尺寸为 $30\text{cm}\times 30\text{cm}$, 通风口外侧处拟设置 28mmPb 的铅防护罩, 同时通风口设置机械排风装置, 有效通风换气量不低于 $200\text{m}^3/\text{h}$, 曝光室净容积约 36.8m^3 , 有效通风换气次数大于 3 次/h, 将废气排至曝光室所在生产车间内, 通过车间的排风装置将废气排至外环境	曝光室室顶西北角设置了一个方形通风口, 尺寸 $30\text{cm}\times 30\text{cm}$, 外设 14mmPb 铅板, 排风扇通风量 $200\text{m}^3/\text{h}$, 曝光室净容积约为 36.8m^3 , 保证换气次数能达到 3 次/h 以上; 废气经通风口排至生产车间, 通过生产车间门窗排至室外空间
防护用品	公司已为工作人员配备个人剂量计 (每人一支)、1 台 I-Aiert 型辐射巡检仪及 2 部 RM-2021 型个人剂量报警仪	公司配备了 1 台 I-Aiert 型辐射巡检仪、2 部 RM-2021 型个人剂量报警仪、2 个个人剂量计及 1 套铅衣、铅帽等个人防护用品
分区管理	公司拟将曝光室内部设置为控制区, 曝光室周围区域划分为监督区	公司将曝光室内划为控制区, 将操作室、洗片室、评片室划分为监督区
危险废物	公司拟在生产车间内西南角设置一处危废暂存间, 并配备专门的危废暂存容器, 对危险废物进行储存, 为保证暂存的危险废物不对环境产生污染, 危废暂存间的建设需满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及 2013 年修改单、《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012)、《建设项目危险废物环境影响评价指南》及相关法律法规的要求	公司在生产车间内西南角设置了危废暂存间, 危废暂存间内设置了制度上墙, 配备了专门的带盖密封的塑料桶暂存废液, 废液桶上张贴有危险废物标志, 废液桶置于塑料储漏盘内, 危废暂存间门上设置了警示标志, 门口设置了制度及危险废物种类公示, 危废暂存间地面进行了防渗处理

2.2.4 X 射线探伤机设备结构、探伤原理、工作流程及产污环节

1、设备结构

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。典型 X 射线探伤机见图 2-3。



图 2-3 典型 X 射线探伤机设备图

2、探伤原理

X 射线探伤机在工作过程中，通过 X 射线对受检工件进行照射，射线穿过裂缝时其衰减明显减少，辐射能量透过的较多，根据曝光强度的差异判断焊接的质量。如有焊接质量问题，将显示较强的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机据此实现探伤的目的。

3、工作流程

在进行 X 射线探伤前，职业人员将探伤工件人工借助管件滚动至曝光室内，在被探伤物件的焊缝贴上胶片，职业人员将 X 射线管固定在适当的位置，确定探伤室内无人员，关闭防护门，接通电源并开始计时；达到预定的照射时间后关机，完成一次探伤。然后，冲洗照片、观察照片、出具探伤报告。X 射线探伤机存放于探伤室内，不另行设置贮存场所。

工作流程见图 2-4。

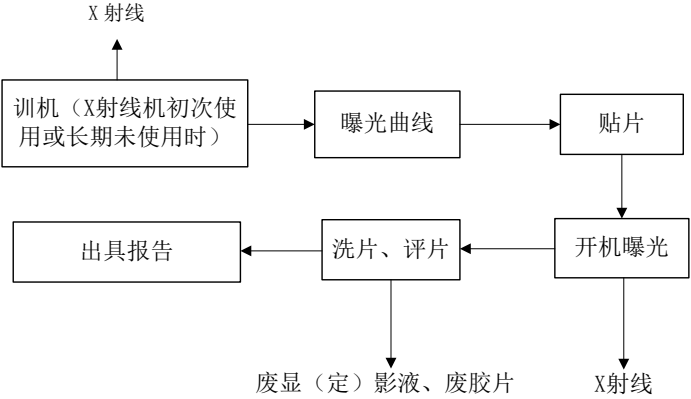


图 2-4 工作流程示意图

4、产污环节

(1) X 射线

X 射线机接通电源开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响。关机后，X 射线随之消失。

(2) 放射性废物

本项目不产生放射性废气、放射性废水，废胶片、废显（定）影液属危险废物，废物类别为“HW16 感光材料废物，900-019-16 其他行业产生的废显（定）影剂、胶片及废像纸”，危险性为有毒。本项目危险废物于洗片室内收集，暂存于危废暂存间内，危废暂存间内配备了专门的带盖密封的塑料桶暂存废液，桶上张贴有危险废物标志，废液桶置于塑料储漏盘内；危废暂存间位于生产车间内西南角，危废暂存间门上设置了双人双锁、警示标志，门口及暂存间内设置了危险废物种类公示栏，危废暂存间内地面设置了金属防渗托盘。公司制定了《危废暂存间管理制度》《危废库责任人制度》《危险废物风险识别及隐患排查制度》《危险废物管理制度》《危险废物应急管理制度》，与有资质的青岛海湾新材料科技有限公司签订了危险废物处置合同，建立了危险废物产生、收集、转运台账。



图 2-5 危废暂存间现场照片

(3) 非放射性气体

X 射线机产生的 X 射线会使空气电离。空气电离会产生少量臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)，在 NO_x 中以 NO_2 为主。曝光室设有通风口，位于曝光室室顶西北角，安装了机械排风装置，曝光室内产生的非放射性气体通过排风装置排到生产车间内，通过生产车间门窗排放至室外；排风装置通风量为 $200m^3/h$ ，保证通风次数不小于 3 次/h，通风条件良好。

综上所述，本项目污染因素为 X 射线、非放射性气体。

三、环评及批复要求落实情况

项目环境影响报告表批复与验收情况的对比见表 3-1。

表 3-1 环境影响报告表批复与验收情况对比表

环境影响报告表批复意见（综述）	验收落实情况
一、青岛联大机械制造有限公司原位于平度市凤台街道办事处香港路 128 号。该公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目于 2011 年 3 月 10 日经山东省环境保护厅审批（鲁环辐表审〔2011〕32 号），并于 2014 年 8 月 29 日通过山东省环境保护厅竣工环保验收（鲁环验〔2014〕163 号）。现因城区规划调整，该公司拟将厂址搬迁至平度市同和工业园同和路 97 号，投资 40 万元，将原厂区 2 台 II 类 X 射线探伤机（XXQ-2505、XXH-2505）搬迁至新厂区，并新购 1 台 II 类 X 射线探伤机（XXH-3005），在探伤室内使用 X 射线机对公司生产的压力容器产品进行探伤作业。	青岛联大机械制造有限公司位于平度市同和工业园同和路 97 号，公司租赁青岛宏泰铜业有限公司厂房作为生产车间，在车间北侧中部新建了一座探伤室，用于产品无损检测和探伤机贮存。公司无损检测用 X 射线探伤机共 3 台（XXH-2505、XXQ-2505、XXH-3005 各 1 台），属使用 II 类射线装置，在探伤室内使用 X 射线机对公司生产的压力容器产品进行探伤作业。项目总投资 40 万元，环保投资 30 万元。
二、项目运行过程中应严格落实好《报告表》提出的各项辐射安全与防护措施，并做好以下工作： （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，建立辐射安全管理档案。 （二）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。	1. 公司成立了辐射防护安全管理领导小组，签订了辐射工作安全责任书，明确了法定代表人戴舜方为辐射安全工作第一责任人，指定了张华芳为射线装置安全负责人。公司制定了《射线装置使用登记制度》《无损检测安全操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《辐射人员培训计划》《辐射环境监测方案》《无损检测人员辐射防护岗位职责》和《辐射事故应急预案》等辐射管理制度，建立了辐射安全管理档案，落实了岗位职责。 2. 公司严格落实了《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，工作场所采取了实体屏蔽措施，经后续分析，职业人员和公众成员年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。公司在大防护门上设置了电离辐射警告标志，做好了门-机连锁、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等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。建设单位积极配合有关部门做好了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。

续表 3-1 环境影响报告表批复与验收情况对比表

	环境影响报告表批复意见（综述）	验收落实情况
二、项目运行过程中应严格落实好《报告表》提出的各项辐射安全与防护措施，并做好以下工作：	（三）做好辐射工作人员安全防护工作。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。 （四）落实环境风险防范措施。制定辐射事故应急预案，并到生态环境部门备案，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。	3. 公司制定了《辐射人员培训计划》，本项目配备了 2 名职业人员，均已通过了核技术利用辐射安全与防护考核，且处于有效期内，做到了持证上岗。公司已委托有资质的济南中威检测技术有限公司对职业人员个人剂量进行监测，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求建立了个人剂量档案，做到了一人一档。未发现个人剂量监测结果异常。 4. 公司制定了《辐射事故应急预案》，并到当地生态环境部门进行了备案，公司配备了 1 台 I-Aiert 型辐射巡检仪、2 部 RM-2021 型个人剂量报警仪、2 个个人剂量计及 1 套铅衣、铅帽等个人防护用品，于 2021 年 11 月 2 日进行了应急演练，项目运行期间未发生辐射事故。

四、验收监测标准及参考依据

4.1 验收标准

4.1.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

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 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量，500mSv。

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；
- c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；
- d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

②年管理剂量约束值

该标准 11.4.3.2 规定，剂量约束值通常在照射剂量限值 10%~30%的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

4.1.2 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置或探伤机)进行探伤的工作。

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

4.1.4 环境天然放射性水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，青岛市环境天然辐射水平见表 4-1。

表 4-1 青岛市环境天然辐射水平（ $\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ ）

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

注：表中数据摘自《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。

根据项目环境影响报告表内容，本项目以 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为曝光室四周墙体及防护门外 30cm 处的剂量率控制值；曝光室室顶不需要人员到达，以 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为室顶外表面 30cm 处剂量率控制值；以 2.0mSv 作为职业人员的年管理剂量约束值；以 0.1mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值。

五、验收监测

为掌握本项目探伤室周围的辐射环境水平，我单位对探伤室周围剂量率进行了现场监测，根据现场条件和相关监测标准、规范的要求进行了合理布点。

5.1 监测单位

本次验收由具备生态环境监测资质的山东鼎嘉环境检测有限公司开展监测，检验检测机构资质认定证书编号 181512342017。

5.2 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

5.3 监测时间及条件

监测时间：2021 年 11 月 17 日；

监测天气：晴，温度：14.3℃，湿度：57.8%。

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）的要求和方法进行现场测量，由两名监测人员在每个监测点位读取 10 个测量值为一组，取其平均值，扣除宇宙射线响应值后作为最终结果。

5.5 监测仪器

监测仪器为 BG9512P/BG7030 型便携式多功能射线检测仪，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

设备名称	便携式多功能射线检测仪
设备型号	BG9512P/BG7030
设备编号	A-1804-01
测量范围	吸收剂量率：10nGy/h~200 μ Gy/h 能量范围：25keV~3MeV
检定单位	山东省计量科学研究院
检定证书编号	Y16-20210294
检定有效期至	2022 年 3 月 17 日

5.6 监测布点

本次验收监测根据实际情况在 XXH-3005 型探伤机正常工况下布点监测，在曝光室周围共布设 9 个点位，即 A1~A9。

监测布点见附图 4。

5.7 监测结果

监测结果见表 5-2。

表 5-2 探伤室周围 X- γ 辐射剂量率监测结果

单位: nGy/h

序号	点位描述	关机状态		开机状态	
		平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
A1	曝光室东墙外 30cm 处	63.4	1.1	64.7	1.2
A2	操作位	64.8	1.5	66.7	1.8
A3	管线口	65.6	1.4	69.5	1.5
A4	曝光室西墙外 30cm 处	69.7	1.0	70.9	2.6
A5	曝光室北墙外 30cm 处	69.3	0.8	77.6	1.1
A6	通风口	59.5	2.1	219.9	6.2
A7-1	曝光室大防护门中间位置外 30cm 处	66.2	1.3	69.1	2.1
A7-2	曝光室大防护门西侧门缝外 30cm 处			70.2	2.4
A7-3	曝光室大防护门下侧门缝外 30cm 处			72.5	2.0
A7-4	曝光室大防护门东侧门缝外 30cm 处			71.6	1.6
A7-5	曝光室大防护门上侧门缝外 30cm 处			547.9	6.8
A8	曝光室南墙外 30cm 处	63.2	1.0	64.3	1.7
A9	曝光室室顶外 30cm 处	60.7	2.8	67.5	2.9

注: 1. 监测结果已扣除宇宙射线响应值 11.1nGy/h;

2. X 探伤机型号为 XXH-3005, 开机监测时管电压为 240kV, 管电流为 5.0mA (实际最大使用工况不超过管电压 240kV, 管电流 5.0mA), A1~A4 点位主射束东西周向照射, A5~A9 点位主射束南北周向照射, 室内无工件;

3. 开机监测时, 分别在曝光室四周墙体及室顶外 30cm 处进行巡测, 在巡测最大值处进行验收检测。

由表 5-2 可知, 在 XXH-3005 型 X 射线探伤机关机状态下, 曝光室周围 X- γ 辐射剂量率监测值为 (59.5~69.7) nGy/h, 处于青岛市环境天然辐射水平波动范围内; 在 1 台 XXH-3005 型 X 射线探伤机开机状态下, 曝光室周围 X- γ 辐射剂量率监测值为 (64.3~547.9) nGy/h, 能够满足曝光室四周墙体及防护门外 30cm 处剂量率小于 2.5 μ Sv/h、曝光室室顶外 30cm 处小于 100 μ Sv/h 的剂量率控制目标。

六、职业人员和公众受照剂量

6.1 年有效剂量估算公式

$$H = 0.7 \times D_r \times T$$

式中： H ——年有效剂量当量，Sv/a；

T ——年受照时间，h；

0.7——吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy；

D_r ——X 剂量率，Gy/h。

6.2 照射时间确定

经与公司核实，本项目探伤室内 X 射线探伤机每年约曝光 9000 次，每次曝光时间不超过 5min，则全年累积曝光时间约为 750h。

6.3 居留因子

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），不同环境条件下的居留因子列于表6-1。

表6-1 居留因子的选取

场所	居留因子T	停留位置
全居留	1	控制室、暗室、办公室、临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

6.4 职业人员受照剂量

本项目搬迁前个人剂量根据 4 个季度的个人剂量检测报告对职业人员的个人剂量进行计算，职业人员个人剂量见表 6-2。

表6-2 搬迁前职业人员个人剂量

单位：mSv

序号	姓名	2020.09.25- 2020.12.23	2020.12.24- 2021.03.19	2021.03.20- 2021.06.16	2021.06.17- 2021.09.14	累计剂量
1	张华芳	0.315	0.002	0.07	0.17	0.557
2	戴文君	0.361	0.146	0.09	0.11	0.707

根据表 6-2，搬迁前职业人员接受的最大年受照剂量约为 0.707mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 剂量限值。

本项目探伤室搬迁完成后于 2021 年 10 月底开始调试，因个人剂量未满一个监测周期，本次根据验收检测报告中曝光室周围 X-γ 辐射剂量率监测结果估算职业人员受照剂量。

根据本次验收监测结果，在 1 台 XXH-3005 型探伤机开机状态下，对职业人员影响的区域主要在操作位、防护门周围区域，X- γ 辐射剂量率最大为防护门下侧门缝外 30cm 处，检测结果为 72.5nGy/h，居留因子保守取 1，则职业人员年受照剂量为：

$$H=0.7 \times 72.5 \times 750 \times 1 \times 10^{-6} \approx 0.04\text{mSv/a}$$

本项目职业人员接受的最大年受照剂量约为 0.04mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 剂量限值，也低于环评报告表中提出 2.0mSv/a 的年管理剂量约束值。

6.5 公众人员受照剂量分析

本项目探伤室周围公众人员活动区域主要为曝光室周围生产车间其他区域。

根据本次验收监测数据，在 1 台 XXH-3005 型探伤机开机状态下，公众成员活动区域最大 X- γ 辐射剂量率为 70.9nGy/h，位于曝光室西墙外 30cm 处，为生产车间其他区域，居留因子取 1/4，则公众成员年受照剂量为：

$$H=0.7 \times 70.9 \times 750 \times 1/4 \times 10^{-6} \approx 0.01\text{mSv/a};$$

本项目探伤室周围公众成员接受的最大年有效剂量约为 0.01mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 剂量限值，也低于环评报告表提出的 0.1mSv/a 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》（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，放射性同位素与射线装置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。本次验收对公司辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

（一）组织机构

公司成立了辐射防护安全管理领导小组，签订了辐射工作安全责任书，明确公司法人代表戴舜方为本单位第一责任人，指定了张华芳为辐射安全负责人，负责射线装置的安全和防护工作。

（二）辐射安全管理制度及其落实情况

1、工作制度

公司制定了《射线装置使用登记制度》《无损检测安全操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《辐射人员培训计划》《辐射环境监测方案》《无损检测人员辐射防护岗位职责》《辐射事故应急预案》《危废暂存间管理制度》《危废库责任人制度》《危险废物风险识别及隐患排查制度》《危险废物管理制度》和《危险废物应急管理制度》等制度并依照实施，落实了各项制度的要求。

2. 操作规程

公司制定了《无损检测安全操作规程》，职业人员严格按照操作流程进行操作。

3. 应急预案

公司制定了《辐射事故应急预案》，并于 2021 年 11 月 2 日开展了应急演练。

4. 人员培训

公司制定了《辐射人员培训计划》。公司配备了 2 名职业人员，均通过了核技术利用辐射安全与防护考核，处于有效期内，做到了持证上岗。

5. 监测方案

公司制定了《辐射环境监测方案》，定期开展辐射环境监测，并上报生态环境部门；公司委托了有资质的济南中威检测技术有限公司对职业人员进行个人剂量监测，建立了职业人员个人剂量档案，做到了一人一档。

6. 年度评估

公司将每年委托有资质的单位进行年度检测，编制辐射安全和防护状况年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前提交到当地生态环境部门。

7. 防护设备

公司配备了 1 台 I-Aiert 型辐射巡检仪、2 部 RM-2021 型个人剂量报警仪、2 个个人剂量计及 1 套铅衣、铅帽等个人防护用品，具体情况见表 2-2、图 2-2。

八、验收监测结论与建议

结 论

按照国家有关环境保护的法律法规，青岛联大机械制造有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目进行了环境影响评价和履行了环境影响审批手续。项目需配套建设的环境保护设施已与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

8.1 项目概况

青岛联大机械制造有限公司位于山东省青岛市平度市同和街道办事处同和工业园同和路 97 号，本次验收的探伤室位于生产车间内北侧中部。

2021 年 6 月公司委托编制了《青岛联大机械制造有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，环评规模为新建一座探伤室，在探伤室内使用 3 台 X 射线探伤机，属使用 II 类射线装置。2021 年 8 月 16 日，青岛市生态环境局平度分局以平环辐审[2021]2 号文件对该项目进行了批复。

公司现持有辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[02136]号，有效期至 2026 年 5 月 23 日，种类和范围为使用 II 类射线装置。

本次验收规模为新建 1 座探伤室，使用 3 台 X 射线探伤机，属使用 II 类射线装置。验收时探伤机正常运行。

8.2 环保设施及措施落实情况

曝光室南北净长 4m、东西净宽 4m、净高 2.3m；曝光室四周墙体及防护门厚度均为 510mm，5mm 钢板+500mm 硫酸钡砂混凝土+5mm 钢板结构；室顶厚度为 360mm，5mm 钢板+350mm 硫酸钡砂混凝土+5mm 钢板结构；防护门设置了门-机联锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志；曝光室室顶西北角设置了机械通风装置；控制台及曝光室南墙西侧均设置了紧急停机按钮。

公司成立了辐射防护安全管理领导小组，签订了辐射工作安全责任书，制定了《射线装置使用登记制度》《无损检测安全操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《辐射人员培训计划》《辐射环境监测方案》《无损检测人员辐射防护岗位职责》《危废暂存间管理制度》《危废库责任人制度》《危险废物风险识别及隐患排查制度》《危险废物管理制度》和《危险废物应急管理制度》等制度；编制了《辐射事故应急预案》并进行了应急演练；职业人员均通过了核技术利用辐射安全与防护考核，处于有效期内，做到了持证上岗；已委托有资质的济南中威检测技术有限公司进行个人剂量检测，建立了

个人剂量档案；配备了 1 台 I-Aiert 型辐射巡检仪、2 部 RM-2021 型个人剂量报警仪、2 个人剂量计及 1 套铅衣、铅帽等个人防护用品。

8.3 现场监测结果

在探伤机关机状态下，曝光室周围 X- γ 辐射剂量率监测值为（59.5~69.7）nGy/h，处于青岛市环境天然辐射水平波动范围内。

在 1 台 XXH-3005 型探伤机开机状态下，曝光室周围 X- γ 辐射剂量率监测值为（64.3~547.9）nGy/h，能够满足曝光室四周墙体及防护门外 30cm 处剂量率小于 2.5 μ Sv/h、曝光室室顶外 30cm 处小于 100 μ Sv/h 的剂量率控制目标。

8.4 职业人员与公众受照结果

经估算，职业人员年有效累积剂量分别为 0.04mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 剂量限值，也低于环评报告表中提出的 2.0mSv/a 的年管理剂量约束值。

经估算，公众成员接受的最大年有效剂量为 0.01mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 剂量限值，也低于环评报告表提出的 0.1mSv/a 的年管理剂量约束值。

综上所述，青岛联大机械制造有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目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，具备建设项目竣工环境保护验收条件。

建议

1. 适时修订辐射管理规章制度；
2. 落实辐射监测计划，加强自主监测工作。