

编号：DBR-YS-20230202

建设项目竣工环境保护 验收监测表

项目名称：X射线检测系统应用项目

建设单位：烟台冰轮智能机械科技有限公司

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

编制日期：2023年3月2日

项目名称：X射线检测系统应用项目

编制单位：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：烟台冰轮智能机械科技有限公司

电 话：15165761808

传 真：— —

邮 编：264000

地 址：烟台开发区上海大街 50 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	4
三、环评及批复要求落实情况	10
四、验收监测标准及参考依据	14
五、验收监测	17
六、职业和公众受照剂量	21
七、辐射安全管理	23
八、验收监测结论与建议	24

“三同时”验收登记表

九、附件

1. X射线检测系统应用项目竣工环境保护验收监测委托书
2. 环境影响报告表审批意见
3. 验收监测报告

一、概 述

建设项目	项目名称	X 射线检测系统应用项目		
	项目性质	新建	建设地点	烟台开发区上海大街 50 号, 厂区铝合金铸造车间内北侧
建设单位	单位名称	烟台冰轮智能机械科技有限公司		
	通信地址	烟台开发区上海大街 50 号		
	法人代表	李增群	邮政编码	264000
	联系人	刘忠龙	电话	15165761808
环境影响报告表	编制单位	山东元让环境科技有限公司	完成时间	2022 年 11 月
	审批部门	烟台市生态环境局经济技术开发区分局	批复时间	2022 年 12 月 1 日
验收监测	验收监测时间	2023 年 2 月 8 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	40 万元
应用类型	射线装置	使用 1 套 X 射线实时成像检测系统, II 类		

1.1 引 言

烟台冰轮智能机械科技有限公司（原冰轮重型机件有限公司）是烟台冰轮环境有限公司的全资子公司，烟台冰轮智能机械科技有限公司成立于 2004 年 01 月，建设地点位于烟台开发区上海大街 50 号。公司经营范围为：一般项目：金属制品研发；黑色金属铸造；机械零件、零部件 加工；3D 打印服务；金属制品销售；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、 技术转让、技术推广。许可项目：道路货物运输（不含危险货物）。

为了满足生产需求，企业在厂区东南侧低压铝合金铸造车间检测室内安装 1 套 X 射线实时成像检测系统，用于铸件的无损检测，核技术利用类型属使用 II 类射线装置。

2022 年 11 月，公司委托编制了《烟台冰轮智能机械科技有限公司 X 射线检测系统应用项目环境影响报告表》，2022 年 12 月 1 日烟台市生态环境局经济技术开发区分局以烟开环表〔2022〕118 号予以批复。

2023年2月13日，公司申领了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[06384]，有效期至2028年2月12日，许可种类和范围为使用Ⅱ类射线装置。

X射线实时成像检测系统于2023年2月购入并进行调试。

根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等有关法律法规的要求，受烟台冰轮智能机械科技有限公司的委托，我公司承担了该建设项目竣工环境保护验收监测报告表的编制工作，于2023年2月8日至项目现场进行实地勘察和资料核查，查阅有关文件和技术资料，查看辐射防护措施的落实情况，根据验收监测结果和现场检查情况编制了《烟台冰轮智能机械科技有限公司X射线检测系统应用项目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，2014.4修订，2015.1.1施行；

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施行；

3. 《建设项目环境保护管理条例（2017修订）》，国务院令第682号，2017.6修订，2017.10.1施行；

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，2005.12.1施行，2014.7.29第一次修订，2019.3.2第二次修订；

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，2006.3.1施行，2008.11.21第一次修订，2017.12.12第二次修订，2019.8.22第三次修

订, 2021. 1. 4第四次修订;

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. 5. 1 施行;

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, 2017. 12. 5 施行;

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, 2006. 9. 26 施行;

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, 2017. 11 施行;

10.《山东省辐射污染防治条例》,山东省人大常委会公告第 37 号令, 2014. 5. 1 施行;

11.《山东省环境保护条例》,山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。

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.《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);

3.《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);

4.《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117—2022);

5.《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);

1. 3. 3 其他验收依据

1.《烟台冰轮智能机械科技有限公司 X 射线检测系统应用项目环境影响报告表》,山东元让环境科技有限公司, 2022 年 11 月;

2.《烟台冰轮智能机械科技有限公司 X 射线检测系统应用项目环境影响报告表》审批意见,烟台市生态环境局经济技术开发区分局,烟开环表〔2022〕118 号, 2022 年 12 月 1 日;

3.烟台冰轮智能机械科技有限公司 X 射线检测系统应用项目竣工环境保护验收委托书。

二、项目概况

2.1 项目基本情况

1. 项目位置

本项目位于烟台开发区上海大街 50 号，厂区东南侧低压铝合金铸造车间检测室内。公司地理位置见图 2-1，项目周边影像关系图见图 2-2。

本项目 X 射线实时成像检测系统位于低压铝合金铸造车间北侧检测室的铅房内，操作台位于铅房西侧。检测室南侧为过道、低压铝合金铸造车间生产区，东侧为铸造检测室、低压铝合金铸造车间生产区，北侧为厂区内部道路，西侧为车间内过道、厂区内道路、一般固废暂存间和危废暂存间，检测室上方为车间办公室。厂区总平面布置图见图 2-3，低压铝合金铸造车间布置图见图 2-4，铅房布置图见图 2-5。

2. 项目规模

该项目环评规模为 1 套 X 射线实时成像检测系统，用于室内（固定场所）作业。

本次验收规模为 1 套 X 射线实时成像检测系统，与环评规模一致。明细详见表 2-1。

现状照片见图 2-6。

表 2-1 X 射线实时成像检测系统主要技术参数表

设备名称	数量 (套)	型号	最大管电 压 (kV)	最大管电 流 (mA)	焦点尺寸 (mm)	辐射角度	射束 方向
X 射线实 时成像检 测系统	1	XYG-320 5/2	320	5.6	小焦点： 0.4×0.4 大焦点： 1.0×1.0	40° × 30°	定向 向南



图 2-1 烟台冰轮智能机械科技有限公司地理位置示意图



图 2-2 烟台冰轮智能机械科技有限公司周边影像关系图

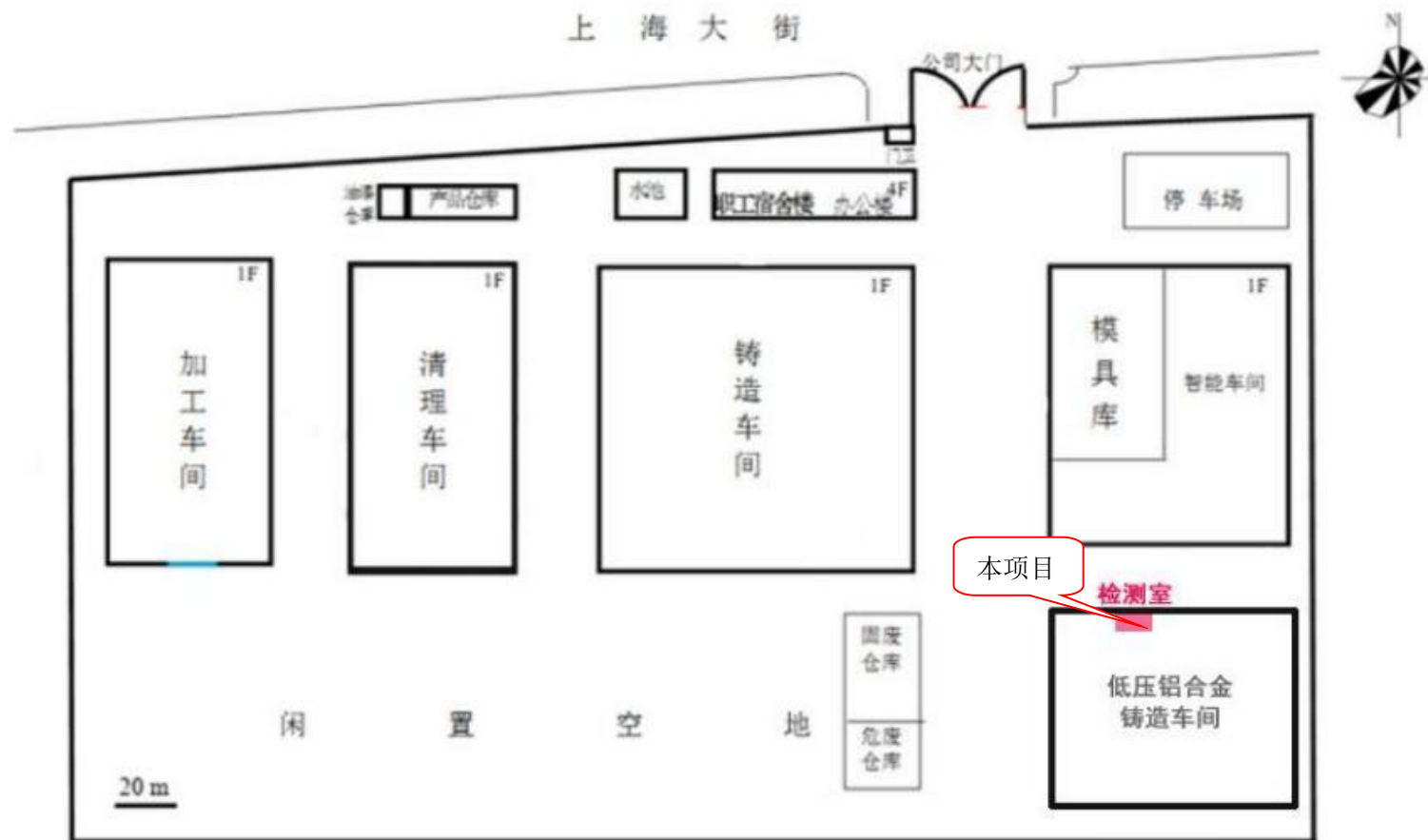


图 2-3 烟台冰轮智能机械科技有限公司总平面布置示意图

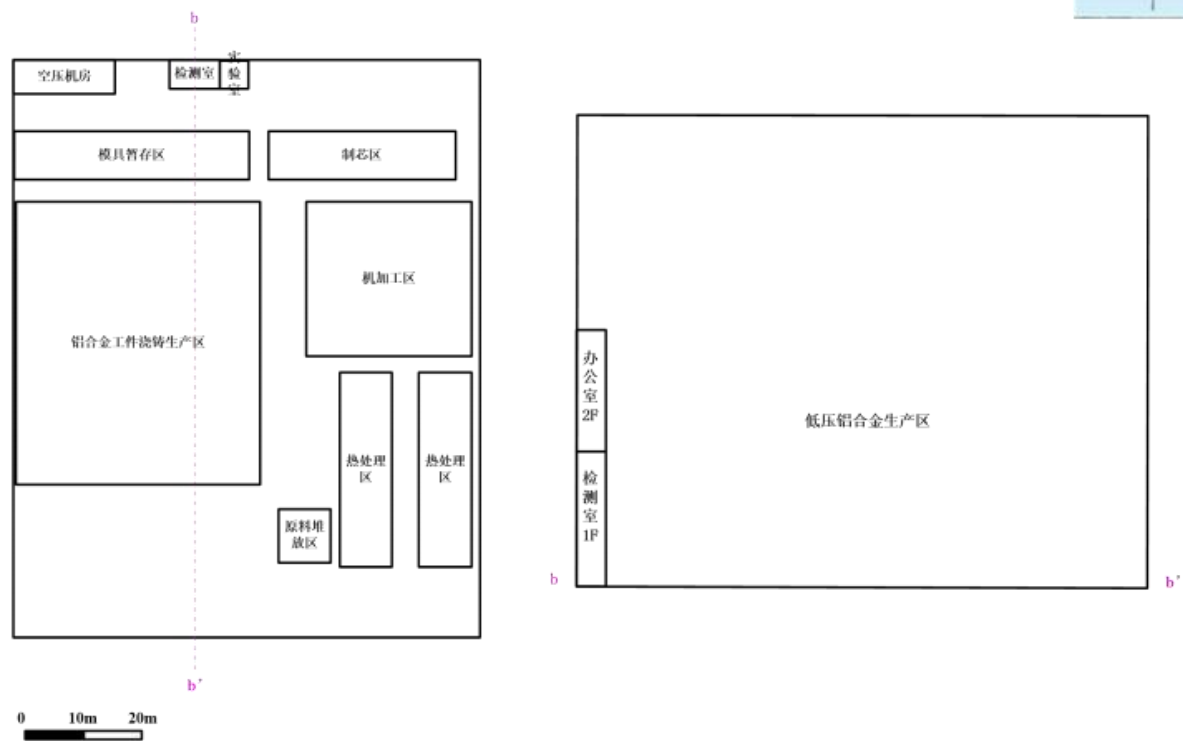


图 2-4 低压铝合金生产车间平面图和剖面图

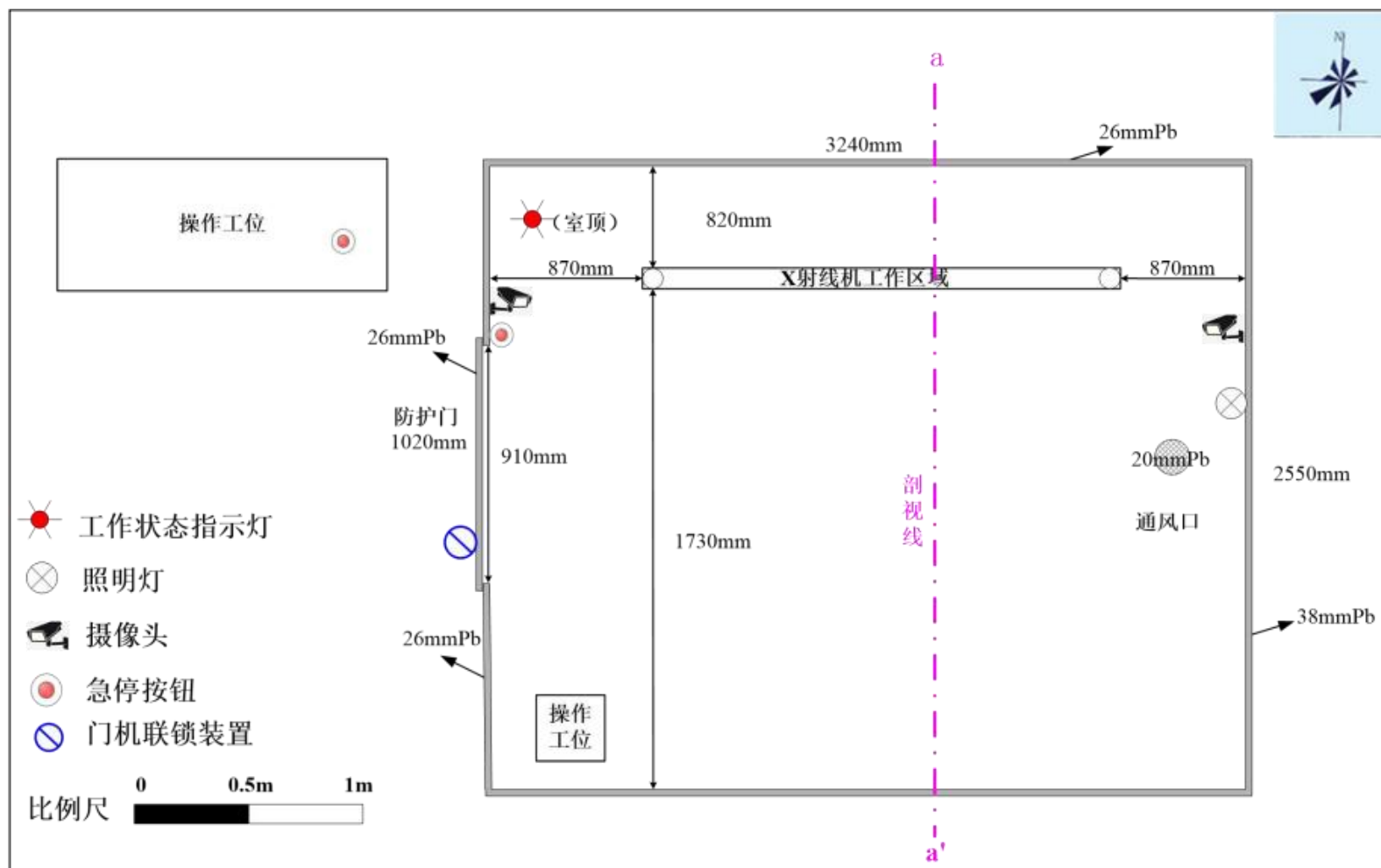


图 2-5 (a) 本项目铅房平面布置图

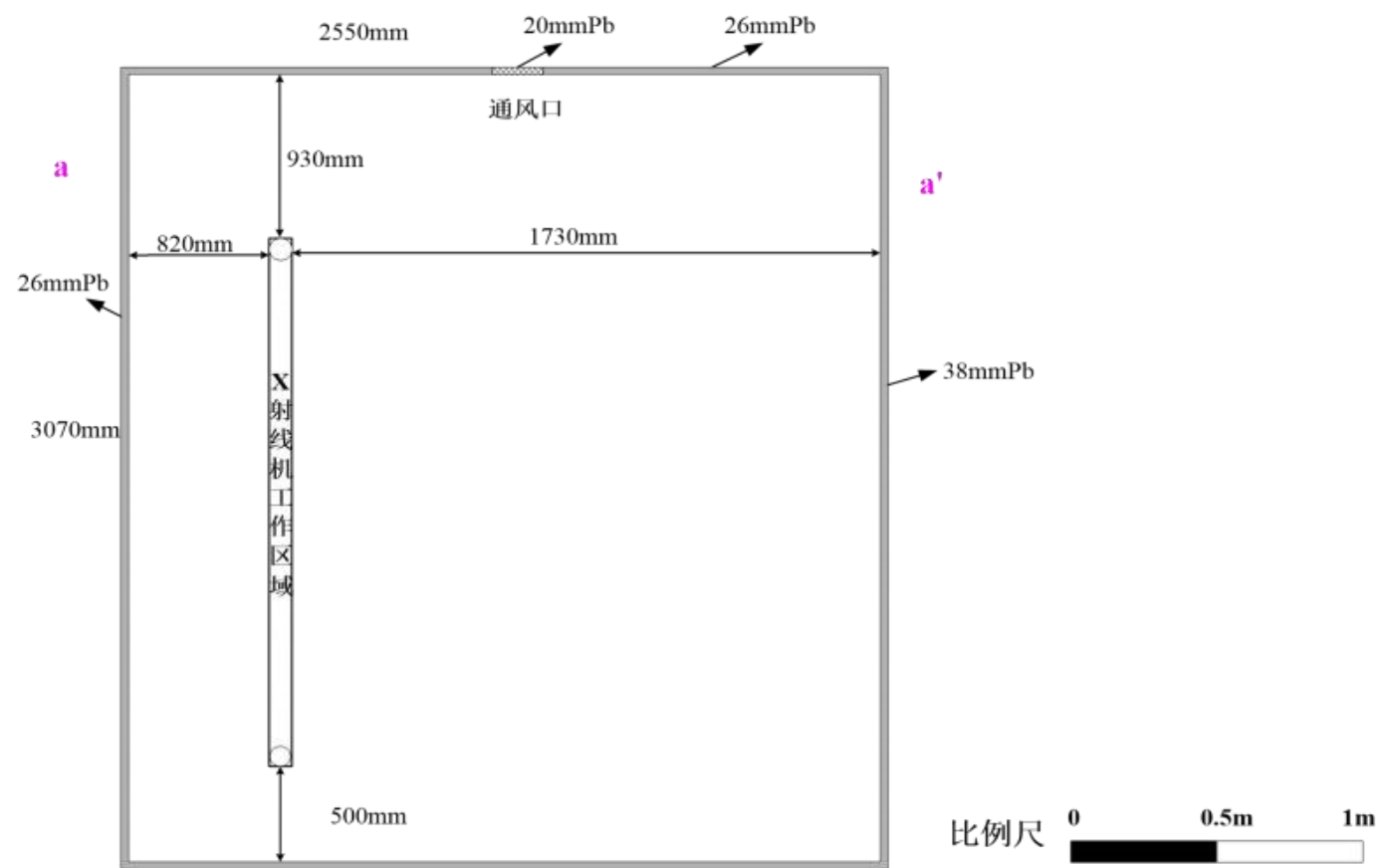
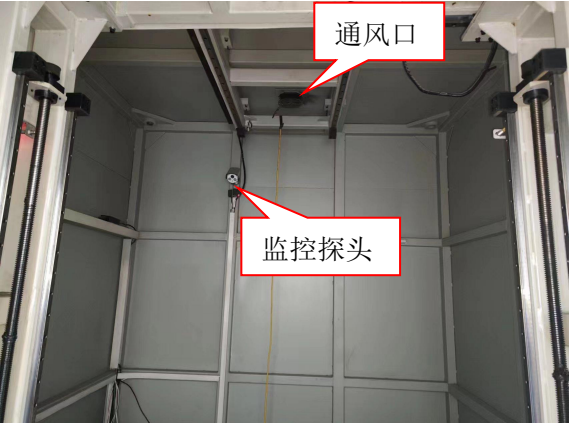
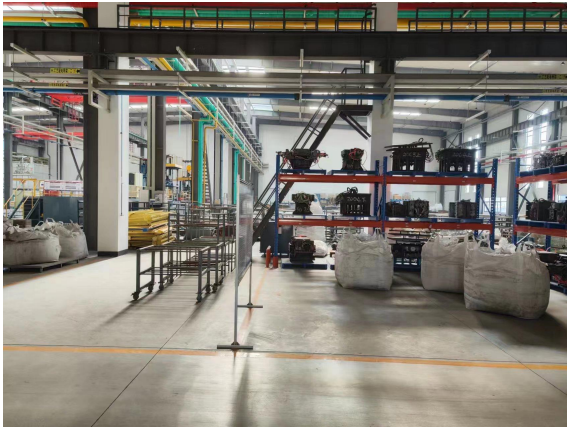


图 2-5 (b) 本项目铅房剖面图

 工作状态指示灯 电离辐射警告标志	 急停按钮
防护门	操作台
 急停按钮	 通风口 监控探头
急停按钮	通风口
	
低压铝合金生产车间	东侧铸造检测室

	
楼上车间办公室	北侧智能生产车间
	
辐射巡检仪	个人剂量报警仪

图2-6 现场照片

2.2 工作原理和工作流程

2.2.1 工作原理

1. X 射线实时成像检测系统结构

X 射线实时成像检测系统主要由高频 X 射线机、数字平板成像系统、现场监视系统、监测工装及控制系统、防护设施(铅房)、连接电缆及附件组成。其中成像系统主要由图像增强器、光学镜头、摄像机、计算机、图像处理器、图像显示器和图像储存单元等设备组成。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。

检测工装及控制系统主要包括机械传动装置和钢琴式多功能集成操作台。机械传

动装置主要采用电动控制，实现工件的多方位检测，检测平台可进行前后，旋转运动； π 型臂可进行上下、横向倾斜摆动等运动。钢琴式多功能集成操作台主要包括(X 射线机控制、工业电视监视、机械操作等)：总电源开关；电压、电流调整；升、降压开关；焦点选择开关；曝光时间选择；曝光时间显示；各种保护明示及各种选择明示。

本项目检测方案：X 射线装置安装在铅房内北侧，射线朝南照射，X 射线装置可以东西、上下方向移动，X 射线装置和工作平台采用两个独立的机械机构，使 X 射线装置和工作平台可根据检测需要调整达到最佳距离，满足检测要求。

2. 扫描机械平台

扫描机械平台由工作平台、C 型臂构成。检测工件时，工件随工作平台作平面运动，且可以 360° 旋转。C 型臂可带动 X 射线管和图像探测器于铅房内上下移动，对工件进行扫描和透射，以保证图像的清晰。电器控制系统采用可编程控制器结合计算机来实现控制各轴的运动。

3. 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 2-7。

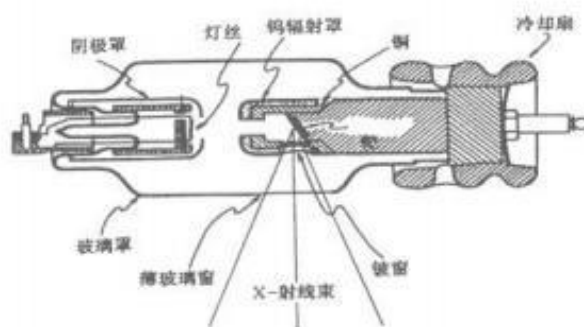


图 2-7 典型的 X 射线管结构图

4. 检测原理

X 射线实时成像检测系统通过 X 射线对受检产品进行照射，当射线在穿透材料时，由于产品质量各异或者材料厚薄程度不同，从而使 X 射线的穿透量不同。材料与其中缺陷对 X 射线吸收衰减不同而形成 X 射线强度分布的潜像，再将这个潜像用图像增强

管转换为可见像，从而实现检测缺陷的目的，如果铸件质量有问题，成像中显示裂缝所在的位置，从而实现无损探伤的目的。

5. X 射线实时成像检测系统主要技术参数

本项目 X 射线实时成像检测系统主要技术参数见表 2-2。

表 2-2 本项目 X 射线实时成像检测系统主要技术参数表

设备型号	数量/套	类别	最大管电压/kV	最大管电流/mA	焦点尺寸/mm	最大穿透力
XYG-3205/2	1	II 类射线装置	320	5.6	小焦点： 0.4×0.4 大焦点： 1.0×1.0	45mm(Q235 钢)

2.2.2 工作流程

该项目工作流程简单，为半自动化。工作流程为：非开机状态下，打开铅房防护门，人工将被检工件搬至工作平台上。确定铅房内无人后，关闭防护门，接通电源，确认无误后开机，X 射线管发射 X 射线，对放置在铅房内工作平台上的工件进行检测。本项目照射方向为定向向南，通过上下移动 X 射线装置对被测工件不同部位进行检测或者对多个工件进行检测，图像管接收透过物体的 X 射线，图像传送到计算机处理，由计算机经过软件处理输出图像。一次无损检测完成后，关闭 X 射线源，防护门开启，取出工件，完成一次探伤。检验完成后关机，检查全部完成后，关闭电脑、铅房电源和总电源。X 射线实时成像检测系统的 X 射线机安-装于自带铅房内，无法随意移动。工作流程及产污环节示意图见图 2-8。

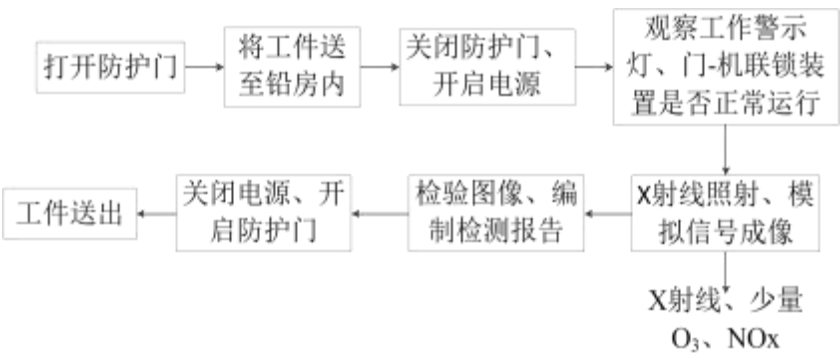


图 2-8 X 射线实时成像检测系统工作流程示意图

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。曝光室内室顶中间设有机械通风装置，气体通过排风管道排至车间北侧外环境，通风机排风量 $100m^3$ /小时，曝光室净容积约为 $25.25m^3$ ，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。

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

烟台冰轮智能机械科技有限公司 X 射线检测系统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
射束方向	定向由北向南	同环评
铅房尺寸	东西长 3.24m, 南北宽 2.55m, 室内顶高 3.07m	同环评
四周防护面	铅房南侧防护面为主射面, 屏蔽能力为 38mmPb, 其他三侧屏蔽能力为 26mmPb, 均为铅钢结构	同环评
室顶	室顶为非主射面, 屏蔽能力为 26mmPb, 为铅钢结构	同环评
防护门	铅房西侧设 1 个防护门, 用于工件进出; 防护门为电动平移式, 屏蔽能力为 26mmPb; 门体尺寸为 1020mm×2280mm(宽×高)(门洞尺寸为 910mm×2170mm), 防护门上、下、左、右与铅房搭接宽度均为 55mm。防护门和防护面之间的缝隙宽度设计为 ≤5mm, 与上、下、左、右搭接宽度之比均为 1/11, 满足防护门与屏蔽墙的重叠宽度不小于防护门与屏蔽墙之间缝隙的 10 倍要求。	同环评
排风口	铅房室顶东侧设置一圆形通风孔, 直径为 140mm, 通风口外设计 20mmPb 防护罩。通风孔外设排放管道, 废气通过管道排至车间北侧外部, 工作时间开启, 排风量约为 300m ³ /h, 铅房容积约为 25.36m ³ , 通风能力可达每小时换气约 11 次。该通风防护设施既可以有效排出有害气体, 又可以起到较好的屏蔽作用。	同环评
操作台	操作位控制台位于铅房西侧 0.5m。	同环评
紧急停机按钮	铅房内设 1 处紧急急停按钮, 操作位控制台自带紧急停机按钮, 紧急停机按钮带有标签, 标明使用方法, 符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)4.1.10 条规定。	铅房内西墙左侧设有 1 处紧急停机按钮, 操作位控制台自带紧急停机按钮
其他安全防护措施	防护门设置有门-机联锁装置并保证关闭门后 X 射线机才能进行探伤作业, 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; 工作状态指示灯和	防护门设置有门-机联锁装置, 安装有工作状态指

	声音提示装置位于铅房上方并与 X 射线机联锁；于防护门中间位置张贴电离辐射警告标志，均满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中的 4. 1. 5 款、4. 1. 6 款、4. 1. 7 款、4. 1. 9 款规定。	示灯、防护门张贴有电离辐射警告标志。
监控	铅房内东南侧顶部设计有 1 处监测探头	同环评
配置辐射防护用品和监测仪器	本项目拟配备 2 名辐射工作人员，拟配置个人剂量计 2 支（委托个人剂量检测后由检测单位配发）、个人剂量报警仪 1 部及辐射巡检仪 1 台，	公司配有 1 台 R-EGD 型 X-γ 辐射监测仪，2 部 RG1000 型个人剂量报警仪

3.2 环境影响报告批复与验收情况的对比

烟台冰轮智能机械科技有限公司 X 射线检测系统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
一、烟台冰轮智能机械科技有限公司位于烟台开发区上海大街 50 号。公司拟在厂区东南侧低压铝合金铸造车间新购置 1 台 XYG-3205/2 型 X 射线装置，从事室内（固定）探伤作业，属于 II 类射线装置。		烟台冰轮智能机械科技有限公司位于烟台开发区上海大街 50 号。公司在厂区东南侧低压铝合金铸造车间新购置 1 台 XYG-3205/2 型 X 射线装置，从事室内（固定）探伤作业，属于 II 类射线装置。
二、该项目应严格按照环境影响报告表及以下要求，落实和完善该项目的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科，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。	单位落实了辐射安全责任制，明确了法定代表人为辐射安全工作第一责任人。设立了辐射安全与环境保护管理科，指定 1 名本科学历 韩世顺 负责辐射安全难管理工作，落实了岗位职责。
	2. 制定 X 射线装置使用登记制度、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。	公司制定有《X 射线机安全操作规程》《X 射线检测人员岗位责任制度》《辐射安全保卫制度》《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》《辐射监测方案》等制度，建立了辐射安全管理档案。

(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。	公司落实了人员培训, 制定了《辐射工作人员培训制度》, 本项目配备了 2 名辐射工作人员, 均辐射安全与防护考核合格。
	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, 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 0.1mSv/a 和 2mSv/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。	公司为辐射工作人员配备了个人剂量计, 每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。建立了辐射工作人员个人剂量档案, 做到了 1 人 1 档。
(三) 做好辐射工作场所的安全和防护工作	1. 严格按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 开展辐射安全与防护工作, 落实探伤室实体屏蔽。	根据本次验收监测结果, 铅房外 30cm 处的辐射剂量率不大于 2.5 μ Gy/h。
	2. 在探伤室醒目位置上设置电离辐射警告标志, 标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准 (GB18871-2002)》的要求。	防护门等醒目位置上贴有符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准 (GB18871-2002)》要求的电离辐射警告标志。
	3. 落实探伤室门机连锁装置、工作状态指示灯、急停按钮等辐射安全与防护措施, 做好探伤机、辐射安全与防护设施的维护、维修, 建立维护、维修档案, 确保辐射安全与防护措施安全有效。	铅房设有门机连锁装置, 安装有工作状态指示灯, 铅房西侧防护面左侧以及操作台上设有紧急停机按钮。制定有《设备检修维护制度》, 并建立了维修、维护档案, 铅房门机连锁和工作状态指示灯辐射安全防护措施安全有效。
	4. 落实 X 射线装置使用登记制度, 建立使用台账, 做好 X 射线装置的安全保卫工作、防止丢失、被盗。	公司制定有《射线装置使用登记制度》, 建立了使用台账, X 射线检测系统有专人负责管理, 确保不丢失被盗。
	5. 制定并严格执行辐射环境监测计划。配备 X-Y 剂量率仪, 开展辐射环境监测, 向环保部门报送监测数据。	公司制定有《辐射监测方案》。配备了 1 台 R-EGD 型辐射巡检仪, 定期开展辐射环境监测, 并做好监测记录。

	6. 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。	公司将按照规定每年开展本单位辐射安全和防护状况年度评估，并将评估报告按照规定提交相应部门。
	（四）制定并定期修订本单位的环境风险事故应急预案，定期组织开展应急演练。若发生辐射事故，应及时向环保、公安和卫生等部门报告。	公司编制了《辐射事故应急预案》，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

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	
身体器官	年有效剂量 或年当量剂量	身体器官	年有效剂量 或年当量剂量
全身均匀照射	$\leq 20\text{mSv}$	全身均匀照射	$\leq 1\text{mSv}$

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

根据辐射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。

标准中 6.1 探伤室放射防护要求规定:

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。

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), 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	4.30~16.26	6.16	1.28
道 路	3.35~17.70	6.07	1.73
室 内	6.84~23.89	10.57	2.12

五、验收监测

5.1 现场监测

为掌握该公司 X 射线实时成像检测系统正常运行情况下自带屏蔽体铅房周围的辐射环境水平，对该公司铅房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 2 月 9 日。天气：晴；温度 1.7℃；相对湿度 40.5%。

4. 监测方法

依据《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，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
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. 监测工况

表 5-2 监测工况表

X 射线实时成像检测系统	数量	额定参数		监测时工况		有无工件
		管电压 (kV)	管电流 (mA)	电压 (kV)	电流 (mA)	
XYG-3205/2	1 套	320	5.6	300	5.5	无

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

在铅房防护面外、操作位以及周围保护目标处布点检测。监测点位示意图见图 5-1、5-2。X 射线检测系统监测结果见表 5-3。

表 5-3 铅房及周围 X- γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点 位	点位描述	关机状态		开机状态	
		剂量率	标准偏差	剂量率	标准偏差
A1	操作位	48.2	1.48	52.2	0.80
A2	铅房北侧防护面外 30cm 处	48.8	0.99	53.5	0.67
A3-1	防护门左侧门缝 30cm 处	--	--	410.1	1.56
A3-2	防护门外 30cm 处	48.6	0.91	53.6	0.85
A3-3	防护门右侧门缝 30cm 处	--	--	54.1	0.77
A3-4	防护门下侧门缝 30cm 处	--	--	55.9	1.27
A4	铅房南侧防护面外 30cm 处	49.8	1.22	55.1	1.40
A5	铅房东侧防护面外 30cm 处	49.3	1.42	53.5	0.85
A6	铅房室顶 30cm 处	48.6	1.07	107.3	1.32
A7	通风口外 30cm 处	49.5	1.20	63.1	1.03
A8	上方车间办公室	79.4	1.16	81.4	1.15
A9	铅房东侧铸造检测室	71.8	0.69	73.6	0.93
A10	铅房北侧智能生产车间南墙 外 1m	52.4	1.02	52.9	0.64

A11	厂区铝合金铸造车间内(检测室外)	52.5	1.01	55.4	1.26
范 围		48.2~79.4		52.2~410.1	

注：1. 检测时，X 射线机开机电压 300kV，电流 5.5mA；
 2. 检测时，铅房内无工件，射束向南照射。
 3. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 10.9nGy/h，宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8。

由以上可知，X 射线检测系统在关机状态下，铅房外剂量率为（48.2~79.4）nGy/h，处于烟台市环境天然辐射水平范围内；X 射线检测系统开机状态下，铅房四周屏蔽体外、室顶、防护门外 30cm 处及周围保护目标处的剂量率为（52.2~410.1）nGy/h，监测值均低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的标准限值。

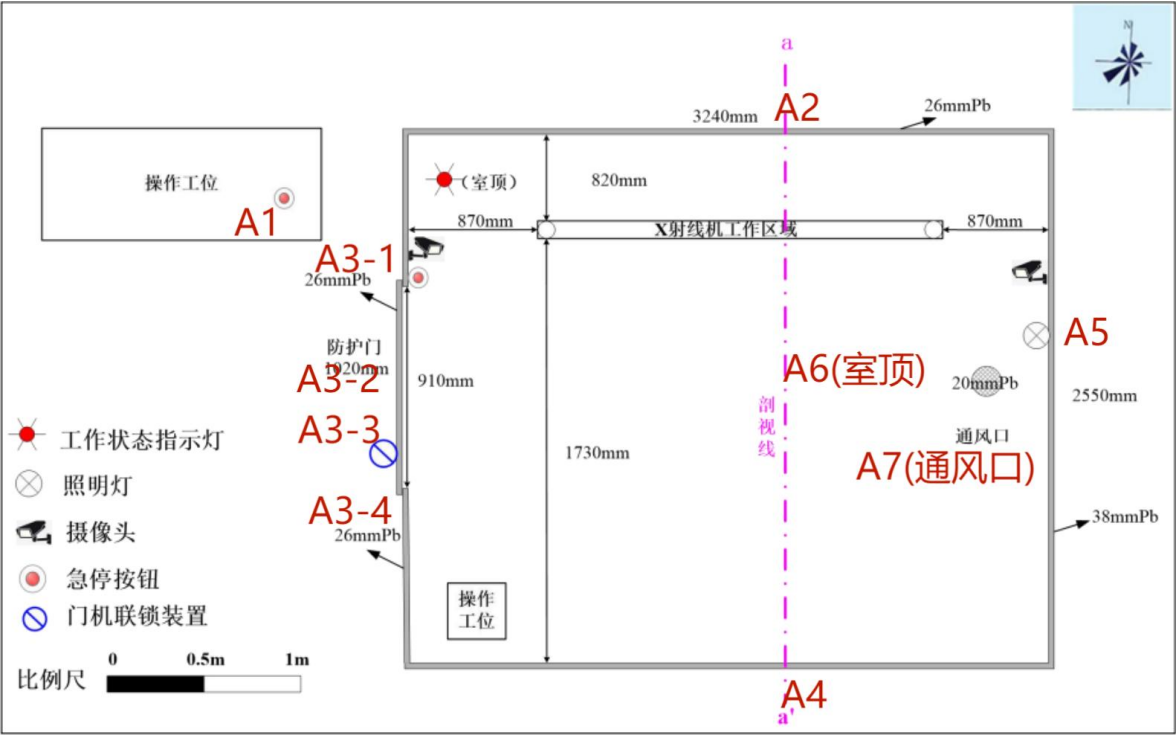


图 5-1 检测布点示意图

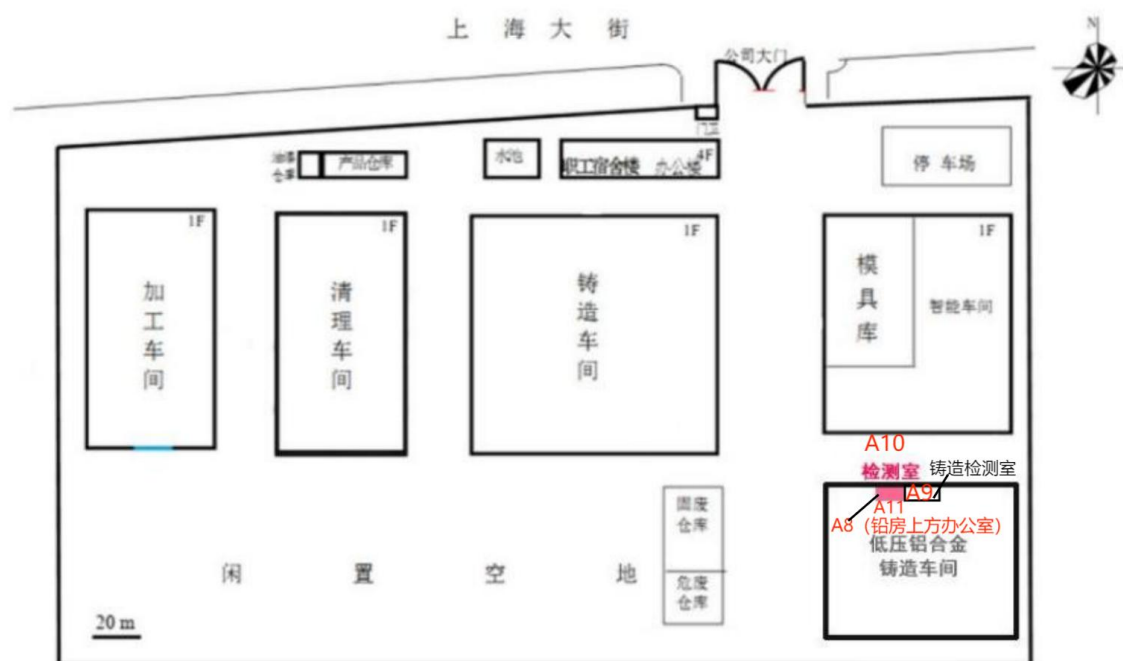


图 5-2 监测布点示意图

六、职业和公众受照剂量

6.1 年有效剂量估算公式

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

式中: H ——年有效剂量当量, Sv/a;

T ——年受照时间, h;

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

根据企业提供的资料, X 射线检测系统年累计总曝光时间不超过 300h。

6.3 职业工作人员受照剂量

本项目配备 2 名辐射工作人员。企业已委托了有资质的单位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。

本项目工作人员的受照剂量未到检测周期, 本次采用验收检测的数据进行理论分析。根据本次验收监测结果, 探伤时辐射工作人员活动区域主要在操作位, 操作位检测数据为 52.2nGy/h。

实际一年的工作累计曝光时间最大约 300h/年, 居留因子取 1, 探伤机使用因子取 1, 则受照时间为 $300 \times 1 \times 1 = 300\text{h}$ 。进行计算:

$$H=0.7 \times D_r \times T=0.7 \times 52.2 \times 300 \approx 0.01\text{mSv/a}$$

本项目有 2 名辐射工作人员, 按照两名工作人员同时工作计算, 则辐射工作人员的最大受照剂量为 0.01mSv/a, 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, 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

本次评价采用开机状态下检测室周围的辐射剂量率最大值进行计算公众成员的年有效剂量, 本项目周围公众成员的年有效剂量计算详见表 6-1。

表 6-1 本项目公众成员的年有效剂量

停留人员描述	最大剂量率 (nGy/h)	时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
--------	------------------	-----------	------	------------------

铅房四周	410.1	300	1/4	0.02
上方车间办公室	81.4	300	1	0.02
铅房东侧铸造检测室	73.6	300	1	0.02
铅房北侧智能生产车间	52.9	300	1	0.01
厂区铝合金铸造车间	55.4	300	1	0.01

由以上计算可知，公众成员最大年有效剂量约为 0.02mSv/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》（国务院令第 449 号）、《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）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核查。

7.1 组织机构

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》，明确了法人代表为辐射工作安全第一责任人。

7.2 辐射安全管理制度及其落实情况

1. 工作制度。制定了《X 射线检测人员岗位责任制度》《辐射安全保卫制度》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》等制度。

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《辐射事故应急预案》。

4. 监测方案。编制了《辐射监测方案》，配备了 1 台 R-EGD 型辐射巡检仪。

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，均辐射安全与防护考核合格。

6. 个人剂量。本项目配有 2 名辐射工作人员，配备了 2 套个人剂量计，公司委托有资质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与防护状况年度评估报告，并按要求提交。

8. 配备了监测设备、报警仪器，1 台 R-EGD 型辐射巡检仪，2 部 RG1000 型个人剂量报警仪。

八、验收监测结论与建议

8.1 结 论

8.1.1 项目概况

为满足生产需求，保证生产产品的质量，厂区东南侧低压铝合金铸造车间检测室内安装 1 套 X 射线实时成像检测系统，用于铸件的无损检测，核技术利用类型属使用 II 类射线装置。

2022 年 11 月，公司委托编制了《烟台冰轮智能机械科技有限公司 X 射线检测系统应用项目环境影响报告表》，并于 2022 年 12 月 1 日通过了烟台市生态环境局经济技术开发区分局的审批（烟开环表〔2022〕118 号）；2023 年 2 月 13 日公司申领了辐射安全许可证（鲁环辐证[06384]），许可种类和范围：使用 II 类射线装置，有效期至 2028 年 2 月 12 日。

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，确定了岗位职责。本项目配备了 2 名辐射工作人员，均通过了辐射安全与防护考核。制定了《X 射线机安全操作规程》《X 射线检测人员岗位责任制度》《辐射安全保卫制度》《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》《辐射监测方案》等制度，编制了《辐射事故应急预案》等，并规定每年进行应急演练。开展了个人剂量检测和健康查体，建立了个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。

8.1.3 辐射安全防护情况

1. X 射线实时成像检测系统屏蔽体防护情况与环评材料一致。

2. 本项目验收规模为 1 套 X 射线实时成像检测系统。防护门设有工作状态指示灯、电离辐射警告标志及门机联锁装置，操作位和铅房西墙内设有急停按钮。

3. 公司配有 1 台 R-EGD 型辐射巡检仪，2 部 RG1000 型个人剂量报警仪。本项目 2 名辐射工作人员均佩带了个人剂量计。

8.1.4 现场监测结果

X 射线检测系统在关机状态下，铅房外剂量率为（48.2~79.4）nGy/h，处于烟台市环境天然辐射水平范围内；X 射线检测系统开机状态下，铅房四周屏蔽体外、室顶、防护门外 30cm 处及周围保护目标处的剂量率为（52.2~410.1）nGy/h，监测值均低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的标准限值。

8.1.5 职业人员与公众受照剂量结果

经估算，辐射工作人员最大年有效剂量约为 0.01mSv/a，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，也低于环评报告提出的 2.0mSv 的年管理剂量约束值。

经估算，公众成员最大年有效剂量约为 0.02mSv/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，低于环评报告提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

综上所述，烟台冰轮智能机械科技有限公司 X 射线检测系统应用项目环保手续、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。具备建设项目竣工环境保护验收合格的条件。

8.2 建议

1. 依据有关规定，定期组织辐射事故应急演练，做好演练记录与评估。根据演练发现的问题和不足，及时修订公司的辐射事故应急预案。

2. 适时完善辐射安全规章制度；加强个人剂量档案管理。

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）： 烟台冰轮智能机械科技有限公司

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称		X射线检测系统应用项目				项目代码		/		建设地点		烟台开发区上海大街 50 号，厂区铝合金铸造车间内北侧				
	行业类别（分类管理名录）		五十五、核与辐射：172核技术利用建设项目				建设性质		新建				项目厂区中心经度/纬度		经纬度：116.40400， 39.92800		
	设计生产能力		设计使用1套X射线实时成像系统				实际生产能力		使用1套X射线实时成像系统		环评单位		山东元让环保科技有限公司				
	环评文件审批机关		烟台市生态环境局经济技术开发区分局				审批文号		烟开环表（2022）118号		环评文件类型		报告表				
	开工日期		/				竣工日期		2023. 2		排污许可申领时间						
	环保设施设计单位						环保设施施工单位				本工程排污许可证编号						
	验收单位		山东丹波尔环保科技有限公司				环保设施监测单位		山东丹波尔环保科技有限公司		验收监测时工况		电压300kV， 电流5. 5mA				
	投资总概算（万元）		80				环保投资总概算（万元）		40		所占比例（%）		50				
	实际总投资（万元）		40				实际环保投资（万元）		40		所占比例（%）		50				
	废水治理（万元）		废气治理（万元）		噪声治理（万元）		固体废物治理（万元）				绿化及生态（万元）		其他（万元）				
	新增废水处理设施能力						新增废气处理设施能力				年平均工作时						
运营单位			烟台冰轮智能机械科技有限公司			运营单位社会统一信用代码（或组织机构代码）			91370600753529718Y			验收时间			2023年2月		
污染物排放达标与总量控制（工业建设项目详填）	污染物		原有排放量（1）	本期工程实际排放浓度（2）	本期工程允许排放浓度（3）	本期工程产生量（4）	本期工程自身削减量（5）	本期工程实际排放量（6）	本期工程核定排放总量（7）	本期工程“以新带老”削减量（8）	全厂实际排放总量（9）	全厂核定排放总量（10）	区域平衡替代削减量（11）	排放增减量（12）			
	废水							0									
	化学需氧量							0									
	氨氮							0									
	石油类							0									
	废气							0									
	二氧化硫							0									
	烟尘							0									
	工业粉尘							0									
	氮氧化物							0									
	工业固体废物							0									
与项目有关的其它特征污染物		X射线	铅房四周屏蔽体外剂量率<2.5μSv/h；，辐射工作人员最大年有效剂量约为0.01mSv/a；公众成员最大年有效剂量约为0.02mSv/a	铅房四周屏蔽体外剂量率不大于2.5μSv/h；，工作人员年有效剂量不超过2mSv/a；公众成员年有效剂量不超过0.1mSv/a													
注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少 2、（12）=（6）-（8）-（11），（9）=（4）-（5）-（8）-（11）+（1） 3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升；大气污染物排放浓度——毫克/立方米；水污染物排放量——吨/年；大气污染物排放量——吨/年																	