

**河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司
工业 X 射线固定探伤应用项目（一期）
竣工环境保护验收监测报告表**

建设单位：河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司

编制单位：山东鼎嘉环境检测有限公司

2022 年 5 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： 河北钢研德凯科技有限公
司青岛分公司 (盖章)

电话： 16619910035

传真： /

邮编： 266736

地址： 山东省青岛市平度市南村
镇沈海高速连接线西段南
侧

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

表 1 概述.....	1
表 2 项目工程概况.....	7
表 3 环评要求及落实情况.....	19
表 4 验收监测.....	21
表 5 职业与公众受照剂量.....	25
表 6 辐射安全管理.....	27
表 7 验收监测结论与要求.....	29

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.....	附件-6
4. 专职机构成立文件及辐射工作安全责任书.....	附件-10
5. 辐射管理规章制度.....	附件-14
6. 应急预案及应急演练记录.....	附件-24
7. 危险废物无害化处置合同.....	附件-32
8. 辐射安全与防护考核成绩报告单.....	附件-33
9. 个人剂量档案及个人剂量检测报告.....	附件-35
10. 竣工环境保护验收监测报告.....	附件-41

表 1 概述

工程名称	工业 X 射线固定探伤应用项目（一期）				
建设单位	河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司				
法人代表	庞运阳	联系人	赵云帅		
通讯地址	山东省青岛市平度市南村镇沈海高速连接线西段南侧				
联系电话	16619910035	传真	——	邮政编码	266736
建设地点	山东省青岛市平度市南村镇沈海高速连接线西段南侧，厂区航空轻质合金精密成型件车间内				
工程性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>		行业类别	C3240 有色金属合金制造	
环境影响报告表名称	工业 X 射线固定探伤应用项目环境影响报告表				
环境影响评价单位	山东海美依项目咨询有限公司				
环境影响评价审批部门	青岛市生态环境局平度分局	文号	平环辐审 [2021]3 号	时间	2021 年 8 月 17 日
竣工验收监测单位	山东鼎嘉环境检测有限公司				
竣工验收编制单位	山东鼎嘉环境检测有限公司				
工程总投资 (万元)	1000	项目环保投资 (万元)	200	环保投资占总投资比例	20%
验收规模	1 套 X 射线实时成像检测系统、1 处探伤室（2#曝光室），使用 2 台 X 射线机，属使用 II 类射线装置				

1.1 公司简介

河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司位于山东省青岛市平度市南村镇沈海高速连接线西段南侧，成立于 2019 年 10 月，占地面积 186146m²，建筑面积为 130674.5m²。公司于 2021 年 10 月 19 日正式投产，精铸件车间建筑面积 25715m²，现有员工 100 余人。公司继承钢研高纳在精密铸造成型领域雄厚的技术研发能力，构建精益流水线，为客户提供高质量、低成本、准交付的优质产品与服务。公司经营范围包括新材料技术开发、咨询、转让技术；铝合金、镁合金、合金制品加工。

1.2 验收任务由来

2021年6月，公司委托山东海美依项目咨询有限公司编制了《河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司工业X射线固定探伤应用项目环境影响报告表》，项目涉及1套X射线实时成像检测系统和1处探伤室。X射线实时成像检测系统安装于公司厂区航空轻质合金精密成型件车间内东侧中部，该系统为一体化设计，由450kV X射线机、成像设备及自带屏蔽铅房组成；探伤室位于航空轻质合金精密成型件车间东南侧，包括8座曝光室（序号依次为1#~8#）、1间评片室、1间洗片室。1#、2#、3#、4#曝光室由西向东依次排布，5#、6#、7#、8#曝光室由东向西依次排布，1#曝光室与8#曝光室沿中间通道呈镜像对称分布。该项目于2021年8月17日取得了青岛市生态环境局平度分局环评批复，批复文号为：平环辐审[2021]3号。本项目2台X射线探伤机于2022年1月安装完毕。

2022年1月11日，青岛市生态环境局平度分局向公司颁发了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[B0262]，种类和范围为使用II类射线装置，有效期至2027年1月10日。

公司现有辐射安全许可证许可规模见表1-1。

表1-1 现有辐射安全许可证许可规模一览表

序号	装置名称	型号	数量	类别	最大管电压	最大管电流	方向	位置	备注
1	X射线实时成像检测系统	ISOVOLT 450	1套	II类	450kV	3.3mA	定向向北	车间内东侧中部	本次验收
2	X射线探伤机	ISOVOLT TITAN 320kV	1台	II类	320kV	45mA	定向向下	车间东南侧2#曝光室	
3	X射线探伤机	MXR_320/26	1台	II类	320kV	45mA	定向向下	车间东南侧1#曝光室	拟更新
4	X射线探伤机	ISOVOLT TITAN 450kV	6台	II类	450kV	45mA	定向向下	车间东南侧	尚未购置

公司根据市场需求及生产能力开展项目建设，现建成有车间内东侧中部X射线实时成像检测系统及北侧4间曝光室（1#~4#）、评片室、洗片室，本期仅有2#曝光室、评片室、洗片室及X射线实时成像检测系统投入调试运行。1#曝光室基本建设完毕，安装的X射线探伤机无法出束；3#、4#曝光室仅完成土建施工，未安装X射线探伤机及其他配套设施，5#~8#曝光室尚未建设，现暂时建设为洗片室、评片室。经确认，本次竣工环境保护验收针对已建成投入调试的1套X射线实时成像检测系统、1座曝光室（2#曝光室）及配

套用房开展验收，其余未投入使用的待满足竣工环境保护验收条件后另行开展验收工作。

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，受河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司委托，我公司于2022年2月18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《河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司工业X射线固定探伤应用项目（一期）竣工环境保护验收监测报告表》。

1.3 验收目的

1、核查建设项目在设计、施工和运行阶段对环境影响评价报告及批复中所提出的辐射防护措施及各级生态环境行政主管部门批复要求的落实情况。

2、核查建设项目所涉及的射线装置工作场所实际运行过程中对周围环境的辐射影响情况，以及已采取防护措施，分析各项防护措施实施的有效性；通过现场调查和实地监测，确定建设项目产生的环境影响达标情况。

3、核查公司环境管理机构设立情况、建设项目辐射工作人员符合性和防护仪器配置情况，核查公司各项辐射规章制度的制定及执行情况，指出建设项目存在的问题，并提出改进措施，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。

4、根据现场监测、核查结果的分析与评价，形成验收监测结论，为建设项目竣工环境保护验收提供技术依据。

1.4 验收监测依据

一、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号公布，2014年4月24日修订，2015年1月1日施行；

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号公布，2003年10月1日施行；

3、《建设项目环境保护管理条例（2017修订）》，国务院令第682号公布，2017年6月21日修订，2017年10月1日施行；

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号公布，2014年7月29日第一次修订，2019年3月2日第二次修订后实施；

5、《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年12月5日发布后施行；

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，2006.3.1

施行，2008 年 11.21 第一次修订，2017.12.12 第二次修订，2019.8.22 第三次修订；生态环境部令第 20 号修订，2021 年 1 月 4 日施行；

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 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行；

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 年 11 月 20 日发布后施行；

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 年 9 月 26 日发布；

10、《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 5 月 1 日施行；

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，2019 年 1 月 1 日修正后施行；

12、《国家危险废物名录(2021 年版)》(生态环境部令第 15 号，2021.1.1)；

13、《危险废物转移联单管理办法》(国家环保总局令第 5 号，1999.10.1)。

二、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 年 5 月；

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、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；

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)。

三、技术文件依据

1、《河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司工业 X 射线固定探伤应用项目环境影响报告表》，山东海美依项目咨询有限公司，2021 年 6 月；

2、《河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司工业 X 射线固定探伤应用项目环境影响报告表》审批意见，青岛市生态环境局平度分局，平环辐审[2021]3 号，2021 年 8 月 17 日；

3、公司提供的辐射规章制度等支持性文件。

1.5 验收监测评价标准、限值

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

1、职业照射和公众照射的年剂量限值

根据 GB18871-2002 附录 B 内剂量限值和表面污染控制水平要求。

①职业照射剂量限值

a) 由审管部门决定的连续 5 年年平均有效剂量 (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。

②公众照射剂量限值

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。

该标准 11.4.3.2 规定, 剂量约束值通常在公众照射剂量限值 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。

二、《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。

4.1.11 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。

根据《河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司工业 X 射线固定探伤应用项目环境影响报告表》评价内容及批复，以 2.0mSv 作为辐射工作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；采用 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为曝光室和铅房四周防护面及防护门外 30cm 处剂量率目标控制值；曝光室和铅房室顶不借助工具无法到达、且无人员停留，采用 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为曝光室和铅房室顶外 30cm 处剂量率目标控制值。

三、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 γ 空气吸收剂量率见表 1-2。

表 1-2 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。

表 2 项目工程概况

2.1 项目基本情况

2.1.1 项目名称

工业 X 射线固定探伤应用项目（一期）。

2.1.2 项目性质

新建。

2.1.3 项目位置

河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司位于山东省青岛市平度市南村镇沈海高速连接线西段南侧，本项目 X 射线实时成像检测系统位于厂区航空轻质合金精密成型件车间内东侧中部，探伤室位于厂区航空轻质合金精密成型件车间内东南侧。

项目所在区位见附图 1，周边关系影像见附图 2，厂区总平面布置见附图 3，航空轻质合金精密成型件车间平面布置示意图见附图 4，探伤室平面布置示意图见附图 5，X 射线实时成像检测系统平面布置示意图见附图 6。

2.1.4 验收规模

环评规模：1 套 X 射线实时成像检测系统安装于航空轻质合金精密成型件车间内东侧中部，X 射线实时成像检测系统自带防护单元(铅房)，无需单独建设曝光室；在航空轻质合金精密成型件车间内东南侧建设一处探伤室(包括 8 座曝光室、序号依次为 1#~8#，1 间控制室、1 间洗片与评片室)，并拟购置 8 台 X 射线探伤机；上述射线装置均用于固定(室内)场所的无损检测，属使用 II 类射线装置。

验收规模：于航空轻质合金精密成型件车间内东侧中部新增 1 套 ISOVOLT 450 型 X 射线实时成像检测系统；于车间内东南侧建设 1 座曝光室（2#曝光室，使用 1 台 ISOVOLT TITAN 320kV 型 X 射线机）、1 间洗片室、1 间评片室；共使用 2 台 X 射线机，属使用 II 类射线装置。验收监测时各射线装置均正常运行。本次验收规模见表 2-1 所示。

表 2-1 射线装置验收一览表

序号	设备名称	型号	数量	类别	管电压(kV)	管电流(mA)	用途	照射方向	工作场所
1	X 射线实时成像检测系统	ISOVOLT 450	1 套	II 类	450	3.3	无损检测	定向向北	车间内东侧中部
2	X 射线探伤机	ISOVOLT TITAN 320kV	1 台	II 类	320	45		定向向下	车间内东南侧 2#曝光室

2.2 辐射安全防护与污染物处置

2.2.1 项目选址及现场布置

1、X 射线实时成像检测系统

本项目 X 射线实时成像检测系统位于航空轻质合金精密成型件车间内东侧中部，X 射线实时成像检测系统（铅房）周围毗邻关系见表 2-2，现场勘查情况见图 2-1。

表 2-2 X 射线实时成像检测系统（铅房）周围毗邻关系表

名称	方向	场所名称	距场所距离
铅房	南面	车间内过道	相邻
	西面	操作位、车间内空地	相邻
	北面	车间内过道、车间内其他工序区域	相邻
	东面	电控柜等配套设备放置区域	相邻



图 2-1 本次验收 X 射线实时成像检测系统现场照片



X 射线探伤机



防护门



操作位



紧急停机按钮及钥匙开关



监控装置



通风口



紧急停机按钮



制度上墙

图 2-1 (续) 本次验收 X 射线实时成像检测系统现场拍摄照片

2、探伤室（曝光室）

本项目探伤室位于航空轻质合金精密成型件车间内东南侧，2#曝光室周围毗邻关系见表 2-3，现场勘查情况见图 2-2。

表 2-3 2#曝光室周围毗邻关系表

名称	方向	场所名称	距场所距离
2#曝光室	南面	操作位、车间内过道	相邻
	西面	3#曝光室	相邻
	北面	车间内其他工序过道	相邻
	东面	1#曝光室	相邻



图 2-2 本次验收 2#曝光室现场照片



图 2-2 (续) 本次验收 2#曝光室现场拍摄照片

2.2.2 辐射防护措施

本次验收的 X 射线实时成像检测系统及探伤室（2#曝光室）均设置有门-机联锁装置、工作状态指示灯、电离辐射警告标志、紧急停机按钮、钥匙开关及监控装置。

河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司工业 X 射线固定探伤应用项目环境影响报告表中 X 射线实时成像检测系统及 2#曝光室情况与验收情况的对比见表 2-3、表 2-4。

表 2-3 X 射线实时成像检测系统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
型号	ISOVOLT 450	ISOVOLT 450
最大管电压	450kV	450kV
管电流	3.3mA	3.3mA
主射束方向	定向向北	定向向北
铅房尺寸	4.0m×3.0m×3.0m	与环评一致
四周、室顶及底部防护	北面：3mm 钢板+55mm 铅板+1.5mm 冷轧板 顶面：3mm 钢板+35mm 铅板+1.5mm 冷轧板 底面：200mm 混凝土+10mm 铅板 其余面：3mm 钢板+40mm 铅板+1.5mm 冷轧板	与环评一致
防护门	防护门洞口尺寸为 1.8m×2.4m，防护门尺寸为 2.0m×2.7m；铅钢结构电动平移门，材质及厚度为 2mm 钢板+40mm 铅板+2mm 冷轧板	与环评一致
操作位	位于铅房西南侧，距铅房最近距离为 2.0m	操作位位于铅房西侧，距离铅房 2.2m
其他防护设施及措施	铅房拟设置门-机联锁装置；铅房门口和内部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，其中工作状态指示灯与 X 射线机联锁；铅房防护门上拟设置电离辐射警告标识和中文警示说明；铅房内拟设置 4 处紧急停机按钮（东面中部、南面中部、西面门洞南侧和北侧各设置 1 处），操作位拟设置 1 处紧急停机按钮；铅房拟于顶面东南角设置 1 处通风口、其尺寸为 300mm×300mm，内置排风扇、设计通风量为 660m ³ /h，有效通风次数大于 3 次/h；通风口外侧拟设置 L 型铅钢防护罩、防护效果不小于 35mmPb、尺寸为 600mm×600mm	铅房防护门设置了门机联锁装置、显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯、电离辐射警告标志和中文警示说明，铅房内设置了 4 处紧急停机按钮分别位于东面中部、南面中部、西面防护门南侧和北面中部，操作位设有紧急停机按钮及钥匙开关；铅房顶面东侧中部设置了 1 处通风口，设置了机械排风装置，通风量为 660m ³ /h，通风口外侧设置了铅钢防护罩；铅房内部设了 4 处监控摄像头
控制区	铅房内部设置为控制区	与环评一致
监督区	铅房周围相邻区域划分为监督区	

表 2-4 2#曝光室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
探伤机位置	暂存于曝光室内	与环评一致
探伤机型号	ISOVOLT TITAN 320kV	ISOVOLT TITAN 320kV
射束方向	定向向下	定向向下
最大管电压	320kV	320kV
管电流	45mA	45mA
曝光室尺寸	4.5m×3.6m×4.3m	与环评一致
四周、室顶及底部防护	四周墙体：800mm 混凝土 室顶：400mm 混凝土 底面：200mm 混凝土	与环评一致
防护门	防护门洞口尺寸为 1.8m×2.2m，防护门尺寸为 2.4m×2.8m；铅钢结构电动平移门，防护能力为 50mmPb	与环评一致
其他防护设施及措施	曝光室拟设置门-机联锁装置；曝光室门口和内部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，其中工作状态指示灯与 X 射线机联锁；曝光室防护门上拟设置电离辐射警告标识和中文警示说明；曝光室内拟设置 3 处紧急停机按钮（北墙东段和西段各设置 1 处，防护门西侧南墙处设置 1 处），控制室内操作位拟设置 1 处紧急停机按钮；曝光室拟设置通风换气系统，设计通风量为 300m ³ /h；通风口尺寸为 450mm×450mm，位于曝光室西北角室顶处；通风口外侧均拟设置防护能力不小于 35mm 铅防护罩，尺寸为 600mm×600mm	曝光室防护门设置了门机联锁装置、显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯、电离辐射警告标志和中文警示说明，曝光室内设置了 4 处紧急停机按钮分别位于东面中部、西面中部、南面防护门西侧和北面中部，操作位位于曝光室南侧 2.5m，操作位设有紧急停机按钮及钥匙开关；曝光室地面北侧西部设置了 1 处通风口，采用 U 型排风，设置了机械排风装置，通风量为 2500m ³ /h；曝光室内部设了 4 处监控摄像头
控制区	曝光室内部设置为控制区	与环评一致
监督区	曝光室周围相邻区域划分为监督区	

河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司工业 X 射线固定探伤应用项目环境影响报告表中巡检仪器、人员培训及规章制度等其他辐射安全与防护措施见表 2-5。

表 2-5 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
仪器配备	公司拟为铅房和探伤室各配备 1 台辐射巡检仪，为每位辐射工作人员配置个人剂量计 1 支，拟配备 9 台个人剂量报警仪	公司配备了 2 台 RP6000 型 X-γ 辐射剂量率仪、5 部 FJ2000 等型号个人剂量报警仪、2 支个人剂量计
人员培训	公司拟配备 9 名辐射工作人员，专职进行室内探伤作业，待人员确定后；公司将及时组织上述人员到国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习并参加考核，考核合格后上岗	公司配备了 3 名辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护考核，考核合格，处于有效期内
规章制度	公司将制定了一系列的辐射管理制度，包括：《X 射线实时成像检测系统操作规程》《X 射线探伤机操作规程》《X 射线实时成像检测系统的保养与维护》《X 射线探伤机的保养与维护》《射线装置储存管理办法》《辐射事故应急预案》《辐射工作人员岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射工作人员体检制度》《辐射工作人员个人剂量监测管理制度》《射线装置台帐管理制度》《辐射环境监测方案》《辐射人员培训计划》《自行检查及年度监测制度》《射线装置使用登记制度》《危险废物管理制度》等；同时还将在项目运行后中，根据实际情况不断对上述辐射制度进行完善，以确保相关制度能够得到有效运行	公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》《辐射工作人员岗位职责》《监测方案》《辐射人员培训计划》《设备维护检修制度》《射线装置使用登记制度》《无损检测安全操作规程》《辐射事故应急预案》等辐射管理制度

2.2.3 X 射线实时成像检测系统结构、工作原理和 workflow

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 X 射线机、高压电源装置、高压电缆、低压控制电缆、控制台、冷却器、数字成像系统、防护设施（铅房）及水管等附件组成。其中数字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以及检测工装等设备组成。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。

2、工作原理

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、钼、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韧致辐射即为 X 射线。

X 射线发生器结构见图 2-3 所示。

本项目 X 射线实时成像检测系统是通过 X 射线对工件产品进行无损检测的一种装置，是通过高速电子轰击阳极靶产生 X 射线，透照被检的部件，并在成像装置上得到部件的内部结构图像，能够快速准确的判断被检部件的内部结构有无缺陷。本项目成像系统曝光时 X 射线在穿透工件时，由于材料的厚薄不等，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，如果工件焊接质量有问题，在成像中显示缺陷所在的位置，从而实现无损探伤的目的。

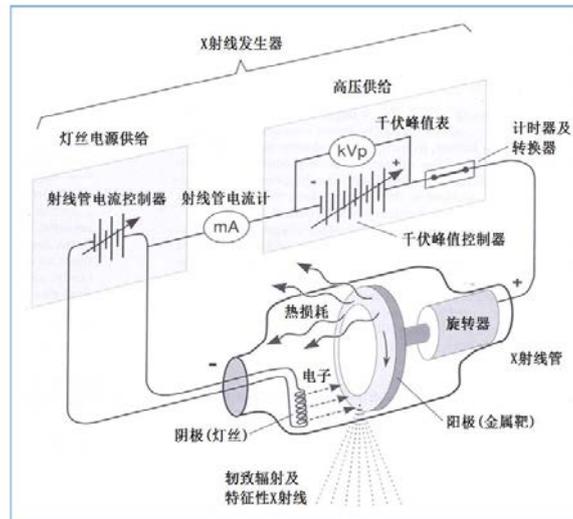


图 2-3 X 射线发生器结构示意图

3、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；
2. 辐射工作人员将受检产品运至机匣旋转工装车上、并固定好，机匣旋转工装车通过地轨进入铅房内部，关闭铅房防护门；
3. 辐射工作人员于操作位打开 X 射线实时成像检测系统，X 射线管发射 X 射线，对放置在机匣旋转工装车上的受检产品进行检测，平板探测器接收透过受检产品的 X 射线，经图像处理器处理后，由操作位图像显示器显示实时检测结果；
4. 无损检测结束后，关闭 X 射线实时成像检测系统、打开铅房防护门，将受检产品从机匣旋转工装车上卸下。

其中 X 射线管可通过射线机支架调整距地高度、距受检产品距离，然后通过机匣旋转型工装车的前进、后退和旋转实现受检产品的前进、后退和 360° 旋转，从而对受检产品进行全方位无损检测。

X 射线实时成像检测系统工作流程及产污环节示意图见图 2-4。

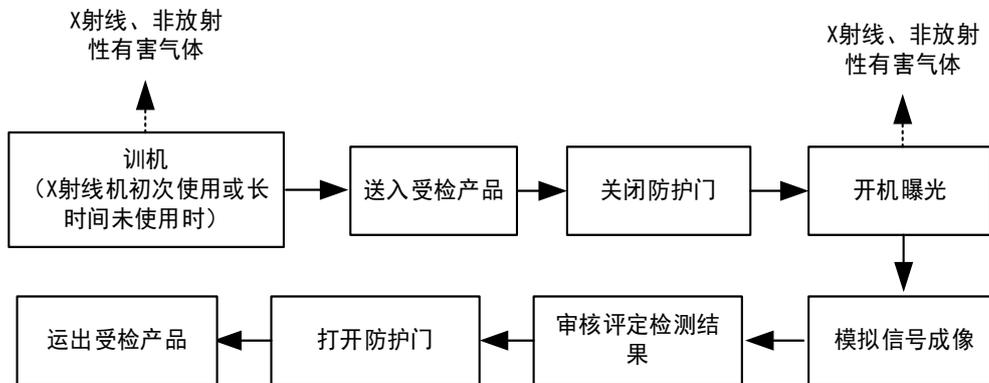


图 2-4 X 射线实时成像检测系统工作流程及产污环节示意图

2.2.4 X 射线探伤机结构、工作原理和工作流程

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。

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

1. 辐射工作人员佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，根据受检产品尺寸大小、厚度等，确定选用 X 射线探伤机型号及曝光室；

2. 辐射工作人员打开曝光室通风换气系统，将受检产品通过轨道运至曝光室内，摆放在适当位置固定好，在待检测部位贴胶片并做标记；

3. 根据无损检测要求，辐射工作人员将 X 射线管摆放到距待检测部位合适位置后，离开曝光室、关闭防护门；必要时对 X 射线探伤机进行训机 (探伤机存在长时间不用或初次使用等情况，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)；

4. 在控制室内，辐射工作人员打开探伤机，操作控制器设定曝光管电压、电流、时间等参数，对受检产品实施曝光；曝光结束后，关闭探伤机；

5. 辐射工作人员打开防护门后，进入曝光室整理现场、关闭通风换气系统后离开；

6. 将取下的胶片送洗片与评片室进行冲洗，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 射线探伤机存放于曝光室内，不另行设置贮存场所。工作流程见图 2-5。

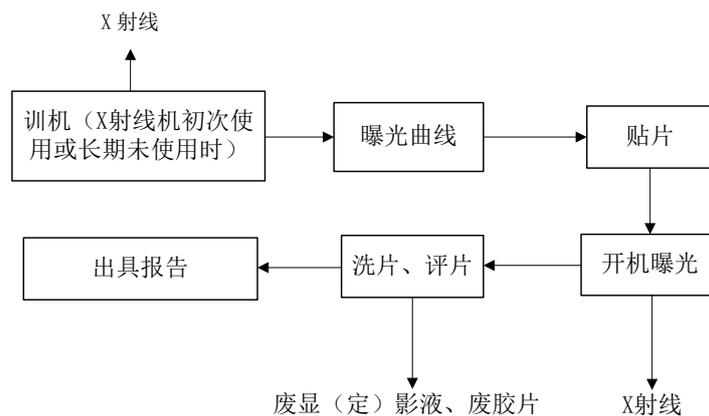


图 2-5 工作流程示意图

2.2.5 污染因子及污染分析

1、X 射线

X 射线机开机后产生 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

X 射线机运行过程中不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。探伤室运行产生的废胶片、废显（定）影液等暂存于公司危废暂存间，危废暂存间门口设置了公示牌及警示标志，危废暂存间内及废液桶上设置了危险废物成分标识，公司已与青岛海湾新材料科技有限公司签订了危险废物处置合同。



图 2-6 危废暂存间现场照片

3、非放射性污染因素分析

本项目 X 射线探伤机运行过程中会产生少量臭氧和氮氧化物等非放射性有害气体。铅房及曝光室均设置了通风口，安装了机械排风装置，能有效进行探伤室内空气的对流，将有害气体排至外部环境，铅房及探伤室所在车间较为空旷，非人员密集区，因此产生的少量非放射性废气经空气扩散后对周围环境和人员影响较小。

综上，本次验收主要考虑其 X 射线及非放射性有害气体。

表 3 环评要求及落实情况

3.1 环境影响报告表批复与验收情况对比

项目环境影响报告表批复与验收情况对比见表 3-1。

表 3-1 环境影响报告表批复与验收情况对比

环评批复意见	验收时落实情况
<p>一、该项目位于平度市南村镇沈海高速连接线西段南侧，航空轻质合金精密成型件车间内。项目未建，总投资 450 万元，占地面积 579 平方米，主要建设内容：X 射线实时成像检测系统 1 套、探伤室 1 处，均使用 II 类射线装置进行无损探伤作业。X 射线实时成像检测系统位于航空轻质合金精密成型件车间内东侧中间区域，包含 X 射线机、成像系统、数字平板探测器、机械装置、配电控制系统、通风系统、X 射线防护单位（铅房）等；探伤室位于航空轻质合金精密成型件车间东南侧，包含 X 射线探伤机 8 台、曝光室 8 座（1#~8#）、控制室 1 间、洗片与评片室 1 间。</p> <p>主要设备：X 射线实时成像检测系统 1 套（ISOVOLT 450）、X 射线探伤机（ISOVOLT TITAN 320kV）1 台、X 射线探伤机（MXR-320/26）1 台、X 射线探伤机（ISOVOLT TITAN 450kV）6 台。</p>	<p>河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司位于平度市南村镇沈海高速连接线西段南侧。公司航空轻质合金精密成型件车间占地面积 579 平方米，本项目 X 射线实时成像检测系统位于车间内东侧中部，探伤室位于航空轻质合金精密成型件车间东南侧。本期建设 1 套 ISOVOLT 450 型 X 射线实时成像检测系统，包含 X 射线机、成像系统、数字平板探测器、机械装置、配电控制系统、通风系统、X 射线防护单位（铅房）等；1 座曝光室（2#曝光室，使用 1 台 ISOVOLT TITAN 320kV 型 X 射线探伤机）、1 间洗片室、1 间评片室，属使用 II 类射线装置。项目总投资 1000 万元，环保投资 200 万元。</p>
<p>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</p>	<p>（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。</p> <p>（一）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，明确了公司法人代表庞运阳为本单位辐射工作安全责任人，指定赵云帅负责射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。制定了《辐射防护和安全保卫制度》《辐射工作人员岗位职责》《监测方案》《辐射人员培训计划》《设备维护检修制度》《射线装置使用登记制度》《无损检测安全操作规程》《辐射事故应急预案》等制度，建立辐射安全管理档案。</p>

续表 3-1 环境影响报告表批复与验收情况对比

	环评批复意见	验收时落实情况
<p>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</p>	<p>(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，确保辐射工作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 XGB18871-2002)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、居民区等环境目标。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p>	<p>(二)公司落实了实体屏蔽措施，根据验收监测结果，铅房四周防护面及防护门外 30cm 处剂量率均可满足 2.5 μSv/h 的限值要求，室顶外 30cm 处剂量率可满足 100 μSv/h 的限值要求。根据验收监测报告估算，公众和辐射工作人员所受到的照射均可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的限值要求。2#曝光室防护门及铅房防护门醒目位置均设置了符合《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。公司制定了《设备维护检修制度》，定期对射线装置及各项辐射安全防护设置进行维护，确保辐射安全与防护设施有效。建设单位配合有关部门做好防护范围内规划工作，场址四周 50 米范围内无学校、居民区等环境目标。</p> <p>(三)本项目配备了 3 名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护培训，处于有效期内，公司制定了《辐射操作人员培训制度》，严禁未参加培训的人员从事辐射工作。公司已委托具有相关资质的单位为辐射工作人员配备了个人剂量计，确保辐射工作人员所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的标准限值。安排专人负责个人剂量监测管理，建立了辐射工作人员个人剂量档案，做到了一人一档。</p> <p>(四)公司制定了《辐射安全事故应急预案》，配备了 2 台 RP6000 型 X-γ 辐射剂量率仪、5 部 FJ2000 等型号个人剂量报警仪，并于 2022 年 4 月 15 日开展了应急演练。</p>

表 4 验收监测

为掌握该公司 X 射线实时成像检测系统及 2#曝光室正常运行情况下周围的辐射环境水平，根据现场条件和相关监测标准、规范的要求进行合理布点监测

4.1 监测对象。

铅房及 2#曝光室周围辐射环境水平。

4.2 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

4.3 监测时间与条件

监测时间：2022 年 2 月 18 日；

监测天气：天气：晴，温度：-2.4℃，相对湿度：59.2%。

4.4 监测技术规范

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)的要求和方法进行现场测量。每个监测点辐射剂量率读取 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测量结果。

4.5 检测单位

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。

4.6 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 4-1。

表 4-1 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 03 月 17 日

4.7 监测点位

本次验收根据 X 射线实时成像检测系统实际情况布设监测点位：

- (1) 于铅房周围布设 9 个监测点位，即 A1~A9；
- (2) 于 2#曝光室周围布设 14 个监测点位，即 B1~B14。

监测点位示意图 4-1、图 4-2。

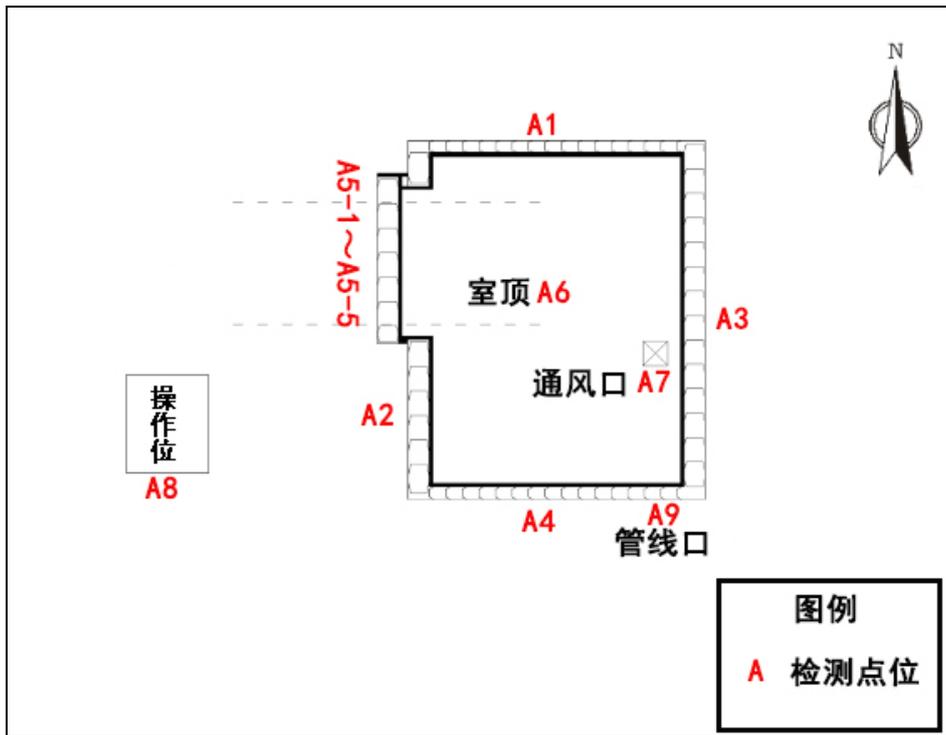


图 4-1 铅房监测点位示意图

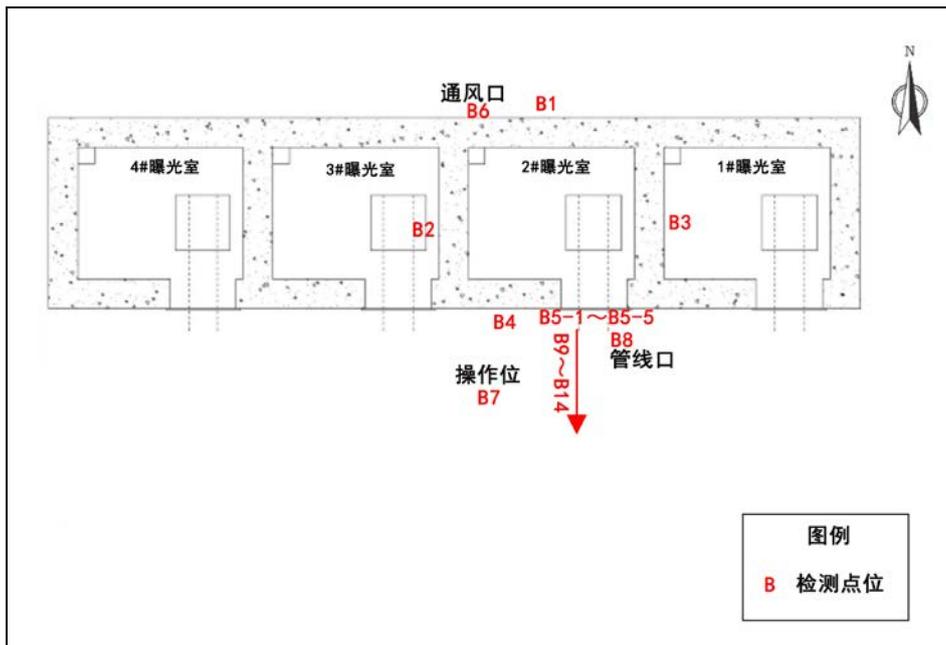


图 4-2 2#曝光室监测点位示意图

4.8 监测结果

(1) 铅房周围各监测点位处 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 4-2。

表 4-2 铅房周围 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	铅房北墙外 30cm 处	37.9	1.7	170.5	1.5
A2	铅房西墙外 30cm 处	42.6	1.3	48.2	1.2
A3	铅房东墙外 30cm 处	38.1	1.5	47.2	1.5
A4	铅房南墙外 30cm 处	40.9	1.1	50.3	1.2
A5-1	防护门中间位置外 30cm 处	37.4	1.4	45.8	1.7
A5-2	防护门南侧门缝外 30cm 处	/	/	50.5	1.2
A5-3	防护门北侧门缝外 30cm 处			48.0	1.6
A5-4	防护门下侧门缝外 30cm 处			55.9	1.7
A5-5	防护门上侧门缝外 30cm 处			46.9	1.7
A6	铅房室顶外 30cm 处			37.8	1.6
A7	铅房通风口外 30cm 处	36.6	1.3	51.9	1.9
A8	操作位	41.7	1.5	55.9	1.7
A9	铅房管线口外 30cm 处	45.2	1.3	52.3	1.7

注: 1. 监测结果已扣除宇宙射线响应值 11.1nGy/h;
 2. ISOVOLT 450 型 X 射线实时成像检测系统探伤机管电流 450kV, 管电压 3.3mA; 检测时探伤机距铅房北墙 2.18m, 距西墙 1m, 照射方向定向朝北;
 3. 在铅房北墙、西墙、东墙、南墙及室顶外 30cm 处进行巡测, 在巡测最大值处进行监测; 监测时, 曝光室内无工件。

由表 4-2 可知, X 射线实时成像检测系统关机状态下, 铅房周围 X- γ 辐射剂量率范围为 (36.6~45.2) nGy/h, 处于青岛市环境天然辐射水平范围内; X 射线实时成像检测系统开机状态下, 铅房周围 X- γ 辐射剂量率范围为 (48.8~170.5) nGy/h, 满足铅房四周防护面及防护门外 30cm 处剂量率小于 2.5 μ Sv/h、室顶外 30cm 处剂量率小于 100 μ Sv/h 的限值要求。

(2) 2#曝光室周围各监测点位处 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 4-3。

表 4-3 2#曝光室周围 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
B1	2#曝光室北墙外 30cm 处	73.7	1.9	80.6	1.9
B2	2#曝光室西墙外 30cm 处	126.5	1.4	135.3	1.3

续表 4-3 2#曝光室周围 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
B3	2#曝光室东墙外 30cm 处	116.5	1.4	126.9	1.2
B4	2#曝光室南墙外 30cm 处	84.6	1.2	92.1	1.7
B5-1	防护门中间位置外 30cm 处	38.2	1.5	50.8	1.2
B5-2	防护门西侧门缝外 30cm 处	/	/	101.3	1.5
B5-3	防护门东侧门缝外 30cm 处			133.3	1.7
B5-4	防护门下侧门缝外 30cm 处			45.6	1.3
B5-5	防护门上侧门缝外 30cm 处			48.7	1.2
B6	2#曝光室通风口外 30cm 处			40.0	1.3
B7	2#曝光室操作位	52.8	1.3	60.8	1.6
B8	2#曝光室管线口外 30cm 处	50.1	1.3	73.2	1.5
B9	防护门中间位置外 1m 处	/	/	49.7	1.8
B10	防护门中间位置外 2m 处	/	/	49.6	1.0
B11	防护门中间位置外 3m 处	/	/	49.8	1.3
B12	防护门中间位置外 4m 处	/	/	49.9	1.2
B13	防护门中间位置外 5m 处	/	/	49.8	1.3
B14	防护门中间位置外 6m 处	/	/	49.1	1.3

注: 1. 监测结果已扣除宇宙射线响应值 11.1nGy/h;

2. ISOVOLT TITAN 320kV 型探伤机管电流 320kV, 管电压 4.6mA; 检测时探伤机距曝光室东墙 2.25m, 距南墙 1.9m, 照射方向定向向下;

3. 在 2#曝光室北墙、西墙、东墙、南墙外 30cm 处进行巡测, 在巡测最大值处进行监测; 监测时, 曝光室内无工件;

4. 2#曝光室室顶未预设爬梯, 监测人员无法到达, 于大防护门外进行天空反散射验收监测; 受 2#曝光室南侧建筑物影响, 天空反散射仪监测至防护门中间位置外 6m 处。

由表 4-3 可知, X 射线探伤机关机状态下, 2#曝光室周围 X-γ 辐射剂量率范围为 (38.2~126.5) nGy/h, 处于青岛市环境天然辐射水平范围内; X 射线探伤机开机状态下, 2#曝光室周围 X-γ 辐射剂量率范围为 (45.6~135.3) nGy/h, 满足 2#曝光室四周防护面及防护门外 30cm 处剂量率小于 2.5 μSv/h、室顶外 30cm 处剂量率小于 100 μSv/h 的限值要求; 衰减断面 X-γ 辐射剂量率监测值为 (49.1~49.9) nGy/h, 室顶外天空反散射未明显对验收区域内环境辐射水平产生影响。

表 5 职业与公众受照剂量

5.1 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。

5.2 居留因子

不同环境条件下的居留因子见表5-1。

表5-1 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

5.3 照射时间确定

经与公司确认，本项目 X 射线实时成像检测系统年累计曝光时间不超过 1000h；每台 X 射线探伤机年累计曝光时间不超过 500h。

5.4 辐射工作人员受照剂量

经与公司确认，本项目配置了 3 名辐射工作人员，由于探伤任务较少，其中 2 名辐射工作人员于 X 射线实时成像检测系统、探伤室交替工作，1 名辐射工作人员仅进行辐射管理相关工作。公司于 2021 年 11 月委托有资质的单位对辐射工作人员进行了个人剂量监测，公司提供了 2021 年 11 月 19 日至 2022 年 2 月 16 日的个人剂量检测报告。本项目于 2022 年 1 月投入试运行，因项目实际投运较短，个人剂量检测报告无法完全体现本项目对辐射工作人员的影响，本次根据验收监测报告中 X 射线实时成像检测系统、探伤室周围 X-γ 辐射剂量率监测结果叠加估算辐射工作人员受照剂量。

1、X 射线实时成像检测系统受照剂量

根据本次验收监测结果，在 X 射线实时成像检测系统开机状态下，对辐射工作人员影

响的区域主要在操作位、铅房周围区域，X- γ 辐射剂量率最大为铅房北墙外 30cm 处，监测值为 170.5nGy/h，居留因子保守取 1，则辐射工作人员年受照剂量为：

$$H=0.7 \times 170.5 \text{ nGy/h} \times 1000 \text{ h} \times 1 \times 10^{-6} \approx 0.12 \text{ mSv/a}$$

2、探伤室（2#曝光室）受照剂量

根据本次验收监测结果，在 ISOVOLT TITAN 320kV 型探伤机开机状态下，对辐射工作人员影响的区域主要在操作位、2#曝光室周围区域，X- γ 辐射剂量率最大为 2#曝光室西墙外 30cm 处，监测值为 135.3nGy/h，居留因子保守取 1，则辐射工作人员年受照剂量为：

$$H=0.7 \times 135.3 \text{ nGy/h} \times 500 \text{ h} \times 1 \times 10^{-6} \approx 0.06 \text{ mSv/a}$$

综上所述，在辐射工作人员交替操作 X 射线实时成像检测系统、探伤室情况下，辐射工作人员年最大受照剂量为 0.12mSv+0.06mSv=0.18mSv，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 年管理剂量约束值。

5.5 公众受照剂量分析

本项目公众成员主要为 X 射线实时成像检测系统、探伤室周围其他区域工作人员，X 射线实时成像检测系统、探伤室四周公众成员活动区域最大监测值为 170.5nGy/h，位于铅房北墙外 30cm 处，该位置为 X 射线实时成像检测系统北侧过道，居留因子取 1/2，则公众成员的年有效剂量为：

$$H=0.7 \times 170.5 \text{ nGy/h} \times 1000 \text{ h} \times 1/2 \times 10^{-6} \approx 0.06 \text{ mSv};$$

根据以上计算，X 射线实时成像检测系统、探伤室周围公众成员最大年受照剂量为 0.06mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表中提出的 0.1mSv 年管理剂量约束值。

表 6 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 号公布）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原环境保护部令第 3 号）及生态环境主管部门的要求，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。为此对河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

6.1 辐射安全与环境保护管理机构

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，明确了公司法人代表庞运阳为本单位辐射工作安全责任人，指定了赵云帅负责射线装置的安全和防护工作。

6.2 辐射安全管理制度及其落实情况

1、工作制度

公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》《辐射工作人员岗位职责》《辐射人员培训计划》《设备维护检修制度》和《射线装置使用登记制度》等辐射安全管理制度并依照实施，落实了各制度要求。

2、操作规程

公司制定了《无损检测安全操作规程》，辐射工作人员严格按照操作流程操作 X 射线实时成像检测系统及探伤机。

3、应急预案

公司制定了《辐射事故应急预案》，并于 2022 年 4 月 15 日开展了应急演练。

4、监测方案

公司制定了《监测方案》，配备了 2 台 RP6000 型 X- γ 辐射剂量率仪定期开展辐射巡检，同时委托具有检测资质的单位对其辐射工作环境进行监测，并定期向生态环境部门上报监测数据。

5、人员培训

公司制定了《辐射操作人员培训制度》，本项目配置了 3 名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护培训，处于有效期内。

6、个人剂量

公司已委托有资质的单位为操作射线装置的辐射工作人员佩戴了个人剂量计，开展个

人剂量监测，建立了个人剂量档案，做到1人1档。

7、年度评估

公司按要求编制辐射安全和防护状况年度评估报告，并于每年的1月31日前向所在地生态环境部门提交。

8、辐射防护用品

公司配置了监测设备和辐射防护用品，见表6-1。

表 6-1 防护仪器配置情况一览表

仪器名称	型号	仪器状态	数量
辐射监测仪	RP6000	正常	1
个人剂量报警仪	FJ2000 等	正常	5
个人剂量计	/	正常	2

注：赵云帅仅进行辐射管理，不实际操作射线装置。

	
<p>RP6000 型辐射监测仪</p>	<p>个人剂量报警仪</p>
	<p>/</p>
<p>个人剂量计</p>	<p>/</p>

图 6-1 公司配备的辐射防护用品照片

表 7 验收监测结论与要求

7.1 结论

按照国家有关环境保护的法律法规，河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司工业 X 射线固定探伤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。该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。

1、项目基本概况

河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司位于山东省青岛市平度市南村镇沈海高速连接线西段南侧，本项目 X 射线实时成像检测系统位于厂区航空轻质合金精密成型件车间内。验收规模为 1 套 X 射线实时成像检测系统及 1 间曝光室，使用 2 台 X 射线探伤机，属使用 II 类射线装置。

2021 年 6 月，公司委托编制了《河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司工业 X 射线固定探伤应用项目环境影响报告表》，评价规模为于厂内航空轻质合金精密成型件车间内新增 1 套 X 射线实时成像检测系统和 1 处探伤室（8 间曝光室）。2021 年 8 月 17 日，青岛市生态环境局平度分局以“平环辐审[2021]3 号”文件对该项目进行了审批。

2022 年 1 月 11 日，公司取得了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[B0262]，种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2027 年 1 月 10 日。本次验收的 X 射线实时成像检测系统及 X 射线探伤机已进行许可登记。

2、现场监测结果

(1) 关机状态下，铅房周围 X- γ 辐射剂量率范围为（36.6~45.2）nGy/h，2#曝光室周围 X- γ 辐射剂量率范围为（38.2~126.5）nGy/h，均处于青岛市环境天然辐射水平范围内。

(2) 开机状态下，铅房周围 X- γ 辐射剂量率范围为（48.8~170.5）nGy/h，满足四周防护面及防护门外 30cm 处剂量率小于 2.5 μ Sv/h、室顶外 30cm 处剂量率小于 100 μ Sv/h 的限值要求；2#曝光室周围 X- γ 辐射剂量率范围为（45.6~135.3）nGy/h，满足四周防护面及防护门外 30cm 处剂量率小于 2.5 μ Sv/h 的限值要求；2#曝光室衰减断面 X- γ 辐射剂量率监测值为（49.1~49.9）nGy/h，室顶外天空反散射未明显对验收区域内环境辐射水平产生影响。

3、职业与公众受照结果

根据监测结果估算，辐射工作人员最大年受照剂量为 0.18mSv，低于《电离辐射防护

与《辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定辐射工作人员的剂量限值 20mSv/a, 也低于环评报告表提出的年管理剂量约束值 2.0mSv。

根据监测结果估算, X 射线实时成像检测系统及探伤室周围公众成员最大年受照剂量为 0.06mSv, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定 1mSv/a 的剂量限值, 也低于环评报告表提出的年管理约束限值 0.1mSv。

4、现场检查结果

(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, 明确公司法人代表为本单位辐射工作安全第一责任人, 指定专人负责射线装置的安全和防护工作。

(2) 公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》《辐射工作人员岗位职责》《监测方案》《辐射人员培训计划》《设备维护检修制度》《射线装置使用登记制度》和《无损检测安全操作规程》等辐射安全管理制度。制定了《辐射事故应急预案》, 并开展了应急演练。

(3) 公司按要求编制辐射安全和防护状况年度评估报告, 并于 1 月 31 日前向所在地生态环境部门提交。

(4) 本项目配置了 3 名辐射工作人员(1 名管理人员、2 名操作人员), 均已通过辐射安全与防护培训考核, 处于有效期内。已委托有资质的单位为操作射线装置的辐射工作人员佩戴了个人剂量计, 开展个人剂量监测, 建立了个人剂量档案, 做到了 1 人 1 档。

(5) 本项目 X 射线实时成像检测系统及探伤室均采用实体屏蔽, 设置了控制区与监督区, 铅房内、曝光室内及各操作位上均设置了紧急停机按钮; 铅房及曝光室均设置了门-机联锁装置、电离辐射警告标志、工作状态指示灯、监控装置等, 各项辐射安全与防护措施均能有效运行。

(6) 本项目配备了 2 台辐射监测设备、5 部个人剂量报警仪和 2 支个人剂量计。

综上所述, 河北钢研德凯科技有限公司青岛分公司工业 X 射线固定探伤应用项目(一期)落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施, 该项目对辐射工作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。

7.2 建议

- 1、加强个人剂量检测管理, 按规定时间开展辐射工作人员个人剂量检测工作;
- 2、适时修订辐射安全管理制度及《辐射事故应急预案》, 定期开展应急演练;
- 3、做好危险废物管理, 规范处置危险废物;
- 4、加强辐射工作人员管理, 及时组织人员参加辐射安全与防护培训考核。