

青島立博汽車零部件精密鑄造有限公司
X 射線實時成像檢測系統應用項目(一期)
竣工環境保護驗收監測報告表

建設單位：青島立博汽車零部件精密鑄造有限公司

編制單位：山東鼎嘉環境檢測有限公司

2022 年 10 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： 青岛立博汽车零部件精密
铸造有限公司（盖章）

电话： 15314201379

传真： /

邮编： 266700

地址： 青岛市平度市蓼兰镇葛家
村东

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.....	15
表 4 验收监测.....	17
表 5 职业与公众受照剂量.....	20
表 6 辐射安全管理.....	22
表 7 验收监测结论与要求.....	24

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-5
4. 成立文件及辐射工作安全责任书.....	附件-9
5. 辐射管理规章制度.....	附件-12
6. 应急预案及应急演练记录.....	附件-20
7. 辐射安全与防护考核成绩报告单.....	附件-40
8. 个人剂量档案及个人剂量检测报告.....	附件-41
9. 竣工环境保护验收监测报告.....	附件-51

表 1 概述

工程名称	X 射线实时成像检测系统应用项目（一期）				
建设单位	青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司				
法人代表	柴叶飞		联系人	纪雷彬	
通讯地址	青岛市平度市蓼兰镇葛家村东				
联系电话	15314201379	传真	——	邮政编码	266700
建设地点	青岛市平度市蓼兰镇葛家村东，公司铝合金铸造车间内西北侧				
工程性质	新建 ☒ 改扩建 ☐ 技改 ☐		行业类别	——	
环境影响 报告表名称	X 射线实时成像检测系统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]8 号	时间	2021 年 11 月 19 日
竣工验收监测 及编制单位	山东鼎嘉环境检测有限公司				
工程总投资 (万元)	120	项目环保投资 (万元)	10	环保投资占 总投资比例	8.33%
验收规模	1 套 XYD-225HP11 型 X 射线实时成像检测系统， 内置 1 台 X 射线机，属使用 II 类射线装置				

1.1 公司简介

青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司位于青岛市平度市蓼兰镇葛家村东高端装备制造产业园，创建于 2011 年，注册资本 6000 万元人民币，占地面积 50000 多平方米。公司采用先进的硅溶胶熔模铸造工艺，覆膜砂砂型铸造工艺以及轻质铝合金中空低压铸造等工艺，致力于生产高温不锈钢、碳钢、低合金钢、铝镁合金、镍合金等耐高温材料的精密铸件及成品件，主要产品为汽车排气法兰、排气端锥、汽车涡轮壳等。公司先后通过汽车行业 IATF16949 质量管理体系认证、国家高新技术企业认定、山东省企业技术中心认定、青岛市专精特新示范企业认定、青岛市铸造材料及铸造技术工程研究中心认定，拥有多项发明专利和实用新型专利。

1.2 验收任务由来

公司原有 1 台 XTH320LC 型 X 射线检测机，为 III 类射线装置，已进行许可登记。

2021 年 8 月，公司委托山东海美依项目咨询有限公司编制了《青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司 X 射线实时成像检测系统应用项目环境影响报告表》，项目涉及 2 套 X 射线实时成像检测系统，安装于公司厂区铝合金铸造车间内西北侧。2 套检测系统均安装于检测室内，为一体化设计，由 225kV X 射线机、成像设备及自带屏蔽铅房组成。该项目于 2021 年 11 月 19 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]8 号。经核实，公司对 X 射线实时成像检测系统应用项目分期建设，分期验收。

本期于 2#检测系统位置新建 1 套 XYD-225HP11 型 X 射线实时成像检测系统，验收监测时 X 射线实时成像检测系统正常运行。1#检测系统位置 X 射线实时成像检测系统暂未建设。

2022 年 4 月，公司重新申领了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[02968]，种类和范围为使用 II、III 类射线装置，有效期至 2027 年 4 月 11 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	用途
1	X 射线检测机	XTH320LC	1 台	III 类	320kV	—	—	无损检测
2	X 射线实时成像检测系统	XYD-225HP11	1 台	II 类	225kV	8mA	向东照射，C 型臂可在垂直面上逆、顺时针转动，最大角度为±15°	

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。受青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司委托，我公司于 2022 年 9 月 6 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《青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司 X 射线实时成像检测系统应用项目（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 31 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。

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、《青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司 X 射线实时成像检测系统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 9 月；

2、《青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司 X 射线实时成像检测系统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]8 号，2021 年 11 月 19 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《青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司 X 射线实时成像检测系统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 μ Sv/h 作为铅房室顶、四周防护面及防护门外 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 ($\times 10^{-8}$ 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

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

X 射线实时成像检测系统应用项目（一期）。

2.1.2 项目性质

新建。

2.1.3 项目位置

青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司位于青岛市平度市蓼兰镇葛家村东，本项目 X 射线实时成像检测系统位于厂区铝合金铸造车间内西北侧。

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，铅房所在铝合金铸造车间平面布置示意图见附图 4，X 射线实时成像检测系统平面布置见附图 5。

2.1.4 验收规模

环评规模：于公司厂区新建铝合金铸造车间内西北侧新建一座检测室，新增 2 套 X 射线实时成像检测系统，各使用 1 台 X 射线机，管电压 225kV、管电流 8mA，属使用 II 类射线装置。

验收规模：于厂内铝合金铸造车间内西北侧新建一座检测室，新增 1 套 XYD-225HP11 型 X 射线实时成像检测系统，内置 1 台 X 射线机，属使用 II 类射线装置。验收监测时 X 射线实时成像检测系统正常运行。

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	最大管电压	最大管电流	用途	照射方向	工作场所
1	X 射线实时成像检测系统	XYD-225HP11	1 套	II 类	225kV	8mA	无损检测	向东照射，C 型臂可在垂直面上逆、顺时针转动，最大角度为±15°	铝合金铸造车间内西北侧

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

本项目 X 射线实时成像检测系统位于厂内铝合金铸造车间内西北侧，X 射线实时成像检测系统周围毗邻关系见表 2-2 所示，现场勘查情况见图 2-1 所示。

表 2-2 X 射线实时成像检测系统周围毗邻关系表

名称	方 向	场 所 名 称	距场所距离
铅房	南面	振砂切割区	0~10m
		融化区	10~50m
	西面	1#检测系统拟建位置、车间内过道	0~5m
		厂区内道路、青岛炫昌能源装备有限公司厂区内综合用房及空地	5m~50m
	北面	车间内过道	0~8m
		铸件打磨清理区、厂区内空地及仓库、厂区外道路及农田	8~50m
	东面	车间内过道	0~8m
		通过式 T6 热处理炉区	8~50m



图 2-1 本次验收 X 射线实时成像检测系统及检测室现场照片

	
检测室南侧振砂切割区	检测室西侧车间内过道
	
电离辐射警告标志	紧急停机按钮
	
操作位	工作状态指示灯
	
门机联锁装置	控制台紧急停机按钮及钥匙开关

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

	
监控	制度上墙
	/
通风口	/

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

2.2.2 辐射防护措施

本次验收的 X 射线实时成像检测系统为一套整体式自带屏蔽 X 射线无损检测装置，主要由自带防护设施（以下简称“铅房”）、成像系统、X 射线机组成。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。

青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司 X 射线实时成像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 2-3，分区管理见附图 5。

表 2-3 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	XYD-225HP11	XYD-225HP11
最大管电压	225kV	225kV
管电流	8mA	8mA
主射束方向	向东照射，C 型臂可在垂直面上逆、顺时针转动，最大角度为 $\pm 15^\circ$	与环评一致
铅房尺寸	铅房东西净长 2.38m、南北净宽 2.7m、净高 2.6m，净容积 16.71m ³	与环评一致
室顶	铅钢复合结构，总厚度约 90mm，防护铅当量为 12mmPb	与环评一致

续表 2-3 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
四周防护面	铅钢复合结构，东侧防护面总厚度约 96mm，防护铅当量为 18mmPb，其余三侧防护面总厚度约 90mm，防护能力为 12mmPb	与环评一致
防护门	铅房北侧设有防护门 1 个，用于工件进出，双开平移式。防护门采用铅钢复合结构，总厚度约 55mm，防护能力为 12mmPb，单扇门体尺寸为 0.76×2.2m（宽×高），两扇门中间搭接量约 5cm，门洞尺寸 1.3mm×2.1m（宽×高），四周与周围防护面搭接量约为 5cm，防护门与防护面之间的缝隙不大于 0.5cm，搭接量与缝隙比例大于 10：1，可满足防护要求。	铅房北侧设有一处平移式对开防护门，为铅钢复合结构，总厚度 55mm，防护能力为 12mmPb，单扇门体尺寸为 0.76×2.2m（宽×高），两扇门中间搭接量为 5cm，门洞尺寸 1.3mm×2.1m（宽×高），四周与周围防护面搭接量为 5cm，防护门与防护面之间的缝隙不大于 0.5cm
控制台	控制台位于铅房北侧，距铅房约 2m	控制台位于铅房西侧
通风口	铅房顶部东南侧设计有一处排风口，排风口距东侧及南侧防护面均为 20cm，排风口尺寸约 20cm×20cm，排风口外设计有 9mmPb 的铅百叶防护罩，并安装风机及引风管，使铅房内的废气通过排风口及引风管排至检测室顶部外环境，有效通风换气量约 200m³/h	通风口位于铅房南防护面东侧下方，安装有机械排风装置，排风量为 200m³/h；铅房内通风口处安装有铅屏蔽罩，防护能力为 9mmPb
东侧下方人员培训及仪器配备	本项目拟配备 2 名辐射工作人员，均为现有辐射工作人员，均配备有个人剂量计（委托个人剂量检测后由检测单位配发），公司现已配备 Thermo 型辐射巡检仪 1 台，拟为本项目配备个人剂量报警仪 2 部	本项目配备 2 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；配备了 1 台 Thermo 型辐射监测仪，1 部 RG1100 型个人剂量报警仪、2 件铅衣、2 件铅帽、2 件铅围脖、2 支个人剂量计
其他防护设施及措施	铅房防护门安装有门机联锁装置及工作状态指示灯，防护门外及铅房东侧防护面等醒目位置张贴有电离辐射警告标志，铅房内部设有 2 处监控摄像头，控制台处设有 1 处紧急停机按钮、钥匙开关等	铅房防护门设置了门机联锁装置及工作状态指示灯，防护门上设置了电离辐射警告标志，铅房内部设有 1 处监控摄像头，铅房内及控制台处设有 2 处紧急停机按钮及 1 处钥匙开关
规章制度	已制定了《XYD-225HP11 射线探伤机安全操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》等规章制度	公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》《无损检测安全操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置使用登记制度》《辐射人员培训计划》《监测方案》《设备维护检修制度》《辐射事故应急预案》等辐射管理制度
分区管理	铅房内部设置为控制区，铅房周围的控制台等区域划分为监督区	与环评一致

2.2.3 X 射线实时成像检测系统结构、工作原理和工作流程

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）等部分组成。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、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。

X 射线发生器结构见图 2-2 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 射线在穿透管件时，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，如果管件焊接质量有问题，在成像中显示缺陷所在的位置，从而实现无损探伤的目的。

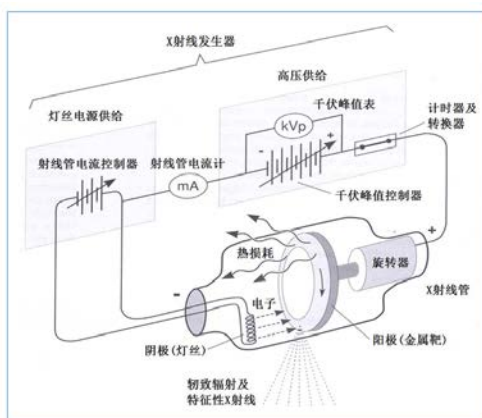


图 2-2 X 射线发生器结构示意图

3、工作流程

本项目 X 射线实时成像检测系统长时间不用时需进行训机，训机的目的是为了提
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。

本项目工作流程为：操作人员进行 X 射线探伤前，本项目辐射工作人员将被检测
工件搬至平台车上（人员无需进入铅房内，平台车高度约 10cm），平台车通过下方道轨移
至铅房内，工件进出防护门关闭，工作人员通过控制操作位处的按钮将平台车及 C 型臂
调整到合适的位置，然后开机，X 射线管发射 X 射线，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。操作人员根据 X 射线图像情
况，对被检测工件缺陷进行连续监测、分析和判断。检测完成后，工件进出防护门开
启，工件由平台车送出铅房，人工取走工件，完成一轮探伤。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。

本项目 X 射线实时成像检测系统对铝合金铸件进行检测时，平台车既能够在水平面
上实现 360° 旋转，同时能够南北方向前后移动，前后移动范围为 0~1400mm；C 型臂
（含成像板和 225kV X 射线机）能够上下升降，移动范围为 0~1000mm，同时也能够在垂
直面上逆时针和顺时针旋转，旋转角度范围为±15°，其中的成像板能够在东西方向上
左右移动，移动范围为 0~250mm，X 射线管能够在东西方向上左右小范围移动，移动范
围为 0~200mm。在平台车的旋转、移动和 C 型臂的旋转、移动下，可以实现对被检测工
件全方位无损检测。

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 2-3。

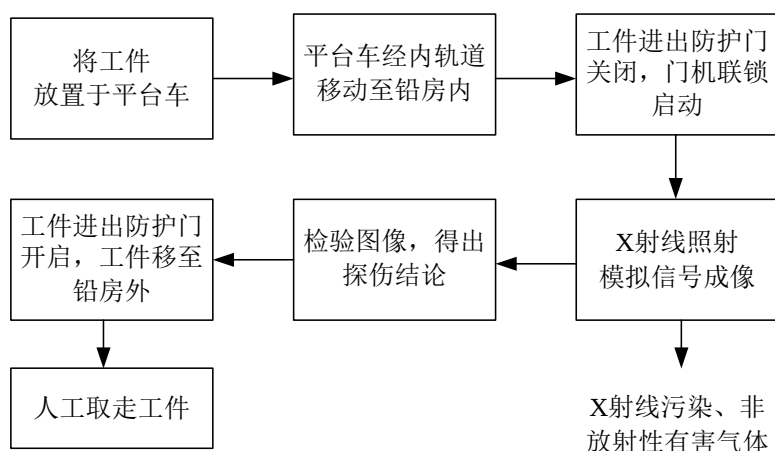


图 2-3 X 射线实时成像检测系统工作流程及产污环节示意图

2.2.4 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。

3、非放射性污染因素分析

本项目 X 射线实时成像检测系统 X 射线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。系统产生的非放射性有害气体经通风口和防护门排至铅房外检测室，检测室北侧设有面积较大的工件进出口，X 射线实时成像检测系统运行期间北侧门为常开状态，且检测室所在车间较为空旷，系统产生的非放射性有害气体不会积压，对周围环境影响较小；检测室北侧为车间内过道，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。

本项目 X 射线实时成像检测系统运行过程中不产生废胶片和废显影液。

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
一、青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司位于平度市蓼兰镇葛家村东。该公司工业 CT 机环境影响登记表于 2018 年 5 月 17 日已完成自主登记备案（201837028300001068）。该公司为提高和保证产品质量，拟投资 240 万元在新建铝合金铸造车间内建设一座检测室，主要建设 2 套 XYD-225HH11 型 X 射线实时成像系统（II 类），项目建成后均用于铸件无损检测。 主要设备：X 射线实时成像检测系统 2 套（XYD-225HH11）。	一、青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司位于平度市蓼兰镇葛家村东。公司现有一台工业 CT 机，已于 2018 年 5 月 17 日完成自主登记备案（201837028300001068）。本期于铝合金铸造车间内新建一套 XYD-225HH11 型 X 射线实时成像检测系统，属使用 II 类射线装置，用于铸件无损检测。本期项目总投资 120 万元，环保投资 10 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。 （一）公司严格执行了辐射安全管理制度，按照《放射性同位素与射线装置环境安全管理规定》等要求，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柴叶飞为本单位辐射工作安全责任人，指定张亚蕾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》《无损检测安全操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置使用登记制度》《辐射人员培训计划》《监测方案》《设备维护检修制度》《辐射事故应急预案》等制度，建立辐射安全管理档案。

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
二、项目运行过程中应严格落实《报告表》提出的各项辐射安全与防护措施，并做好以下工作	（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。 （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。	（二）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，落实了工作场所的实体屏蔽措施，经检测，铅房四周、顶部屏蔽体外剂量率均符合 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 限值要求；经估算，辐射工作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。铅房防护门设置了电离辐射警告标志，制定了《设备维护检修制度》，定期对辐射安全与防护设施进行维护，确保辐射安全与防护设施有效。铅房四周 50 米范围内无学校、居民区等环境敏感目标。 （三）公司落实了《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，制定了《辐射人员培训计划》，加强辐射工作人员的培训，委托了有资质的单位定期对辐射工作人员进行剂量检测，建立了辐射剂量档案，确保辐射工作人员辐射工作安全。 （四）公司制定了《辐射事故应急预案》，并到生态环境部门进行了备案，配备了一台 Thermo 型辐射检测仪、一部 RG1100 型个人剂量报警仪，于 2022 年 8 月 15 日开展了应急演练，未发生辐射事故。

表 4 验收监测

为掌握该公司 X 射线实时成像检测系统正常运行情况下铅房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 9 月 6 日；

监测天气：天气：晴，温度：26.4℃，相对湿度：63.7%。

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-2203-01
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	华东国家计量测试中心
检定证书编号	2022H21-20-3869747001
检定有效期至	2023 年 03 月 24 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，于铅房周围及环境保护目标处布设 11 个监测点位，即 A1～A11。

监测点位示意图 4-1、图 4-2。

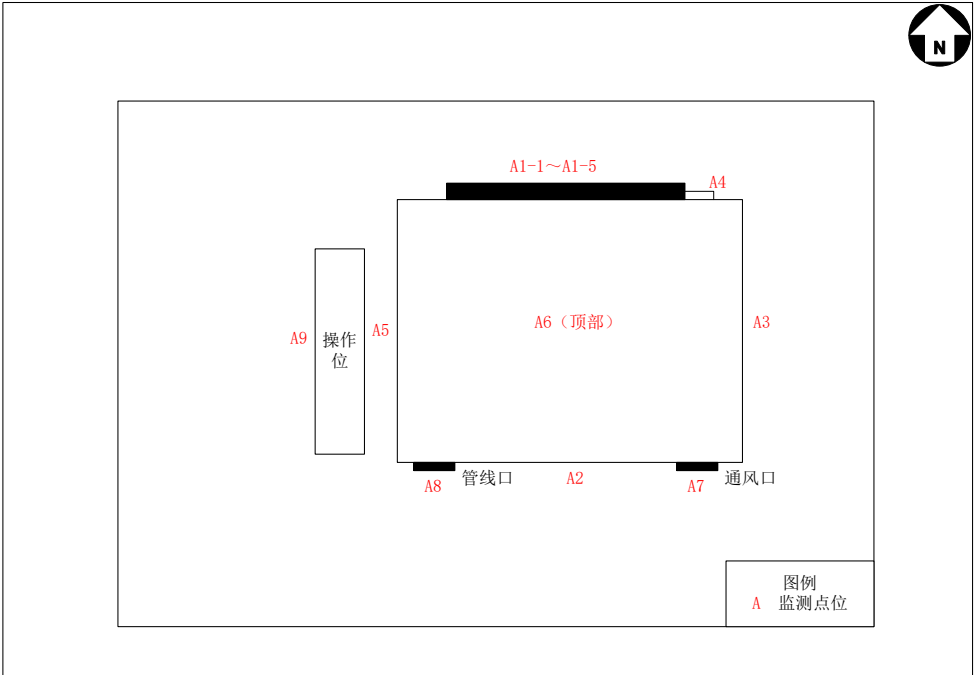


图 4-1 铅房周围监测点位示意图



图 4-2 环境保护目标处监测点位示意图

4.8 监测结果

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
A1-1	防护门中部外 30cm 处	57.6	1.3	59.3	1.2
A1-2	防护门上侧门缝外 30cm 处	/	/	60.8	1.2
A1-3	防护门下侧门缝外 30cm 处			59.2	1.1
A1-4	防护门西侧门缝外 30cm 处			61.2	1.3
A1-5	防护门东侧门缝外 30cm 处			59.3	0.9
A2	铅房南侧屏蔽体外 30cm 处	55.8	1.0	57.9	0.9
A3	铅房东侧屏蔽体外 30cm 处	55.0	0.8	57.5	1.1
A4	铅房北侧屏蔽体外 30cm 处	55.5	1.1	57.1	1.2
A5	铅房西侧屏蔽体外 30cm 处	57.2	1.5	59.4	1.5
A6	铅房顶部屏蔽体外 30cm 处	60.7	1.0	62.2	1.1
A7	通风口	54.2	1.3	56.4	1.3
A8	管线口	57.2	1.0	59.2	1.3
A9	操作位	64.9	1.2	67.2	1.1
A10	铅房北侧 35m 处仓库	65.9	1.2	67.0	1.4
A11	铅房西侧 40m 处 青岛炫昌能源装备有限公司综合用房	65.7	1.3	67.7	1.1

注：1. 表中监测数据已扣除宇宙射线响应值 11.6nGy/h；

2. XYD-225 型 X 射线实时成像系统开机监测时管电压为 225kV，管电流为 6.86mA（该系统最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA），主射束定向向东照射，靶点距东墙 185cm；监测时铅房内无工件。

由表 4-2 可知，X 射线实时成像检测系统关机状态下，铅房周围及环境保护目标处 X- γ 辐射剂量率范围为（54.2~65.9）nGy/h，均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（56.4~67.2）nGy/h，满足 2.5 μ Sv/h 的限值要求；环境保护目标处 X- γ 辐射剂量率范围为（67.0~67.7）nGy/h，处于青岛市环境天然辐射水平范围内。

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，本次投运的1台X射线实时成像检测系统每年最多检测30000个工件，每个工件最大曝光时间为1min，保守按照辐射工作人员参加全部探伤检测工作考虑，则人员受照时间为 $30000 \times 1 \div 60 = 500h$ 。

5.4 辐射工作人员受照剂量

经与公司确认，2 名辐射工作人员同时操作原有一台工业 CT 及本项目 X 射线实时成像检测系统。公司已委托有资质的单位对辐射工作人员进行了个人剂量监测，提供了2021 年 9 月至 2022 年 9 月的个人剂量检测报告。本次根据 2 名辐射工作人员的个人剂量检测报告结果及估算结果对辐射工作人员受照剂量进行叠加计算，以说明本项目正常运行过程中辐射工作人员受照剂量情况。

表 5-1 辐射工作人员个人剂量监测结果分析表

单位：mSv

序号	姓名	2021.09.20- 2021.12.18	2021.12.19- 2022.03.18	2022.03.19- 2022.06.16	2022.06.17- 2022.09.14	年有效剂量
1	张亚蕾	0.04	0.09	0.01	0.01	0.15
2	庞阿妮	0.05	0.01	0.05	0.01	0.12

本项目辐射工作人员主要活动区域为铅房周围及操作位处，铅房四周辐射工作人员活动区域最大监测值为 67.2nGy/h，位于操作位处，居留因子取 1，则辐射工作人员的年有效剂量为：

$$H=0.7 \times 67.2 \text{ nGy/h} \times 500 \text{ h} \times 1 \times 10^{-6} + 0.15 \text{ mSv} \approx 0.02 + 0.15 = 0.17 \text{ mSv};$$

根据以上计算，辐射工作人员最大年受照剂量为 0.17mSv，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。

5.5 公众受照剂量分析

本项目公众成员主要为铅房周围其他区域工作人员及环境保护目标处，公众成员活动区域最大监测值为 67.7nGy/h，位于铅房西侧 30m 青岛炫昌能源装备有限公司综合用房处，居留因子保守取 1，则公众成员的年有效剂量为：

$$H=0.7 \times 67.7 \text{ nGy/h} \times 500 \text{ h} \times 1 \times 10^{-6} \approx 0.02 \text{ mSv};$$

根据以上计算，X 射线实时成像检测系统周围公众成员最大年受照剂量为 0.02mSv，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。

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。为此对青岛立博汽车零部件精密铸造有限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柴叶飞为本单位辐射工作安全第一责任人，指定了张亚蕾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》《射线装置使用登记制度》《设备维护检修制度》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。

3、应急预案

公司制定了《辐射事故应急预案》，并于 2022 年 8 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 1 台 Thermo 型辐射监测仪定期对 X 射线实时成像检测系统进行辐射巡检，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《辐射人员培训计划》，本项目配置了 2 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

公司每年均编制了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	Thermo	正常	1
个人剂量报警仪	RG1100	正常	1
铅衣、铅帽、铅围脖	/	正常	2
个人剂量计	/	正常	2



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，青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司 X 射线实时成像检测系统应用项目（一期）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

青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司位于青岛市平度市蓼兰镇葛家村东，本项目 X 射线实时成像检测系统位于厂区铝合金铸造车间内西北侧。验收规模为 1 套 XYD-225HP11 型 X 射线实时成像检测系统，内置 1 台 X 射线机，属使用 II 类射线装置。

2021 年 8 月，公司委托编制了《青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司 X 射线实时成像检测系统应用项目环境影响报告表》，评价规模为于公司厂区新建铝合金铸造车间内西北侧新增 2 套 X 射线实时成像检测系统。2021 年 11 月 19 日，青岛市生态环境局平度分局以“平环辐审[2021]8 号”文件对该项目进行了审批。

2022 年 4 月，公司重新申领了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[02968]，种类和范围为使用 II、III 类射线装置，有效期至 2027 年 4 月 11 日。本次验收的 X 射线实时成像检测系统已进行许可登记。

2、现场监测结果

（1）关机状态下，检测系统铅房周围及环境保护目标处 X- γ 辐射剂量率范围为（54.2~65.9）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，检测系统铅房周围 X- γ 辐射剂量率范围为（56.4~67.2）nGy/h，满足 2.5 μ Sv/h 的限值要求；环境保护目标处 X- γ 辐射剂量率范围为（67.0~67.7）nGy/h，处于青岛市环境天然辐射水平范围内。

3、职业与公众受照结果

根据个人剂量检测报告及验收监测结果计算，辐射工作人员最大年受照剂量为 0.17mSv，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周围公众成员最大年受照剂量为 0.02mSv，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》《无损检测安全操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置使用登记制度》《辐射人员培训计划》《监测方案》和《设备维护检修制度》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) 公司编制了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2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。已委托有资质的单位为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，个人剂量档案长期保存。

(5) 本项目X射线实时成像检测系统采取实体屏蔽，设置了控制区与监督区，控制台上设置了紧急停机按钮；铅房设置了门-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1台辐射监测设备、1部个人剂量报警仪和2支个人剂量计。

综上所述，青岛立博汽车零部件精密铸造有限公司X射线实时成像检测系统应用项目（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《辐射安全事故应急预案》，定期开展应急演练。