

青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司
工业 X 射线数字成像（DR）检测系统及 X
射线探伤机应用项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位/编制单位：青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司

2025 年 7 月

建设单位/编制单位法人代表： (签字)

项 目 负 责 人： (签字)

填 表 人： (签字)

建设单位： 青岛寰宇乾莖航天特种设备有限公司 (盖章)

电话： 13122087057

传真：

邮编： 266500

地址： 青岛市黄岛区石寨山路 1-5999 号

目 录

表 1 项目基本信息	1
表 2 项目建设情况	5
表 3 辐射安全与防护设施/措施	15
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	20
表 5 验收监测质量保证及质量控制	24
表 6 验收监测内容	28
表 7 验收监测	32
表 8 验收监测结论	37

附 件

附件 1 本次验收项目环评批复	39
附件 2 辐射安全许可证	44
附件 3 竣工环境保护验收监测报告	47

附 图

附图 1 地理位置示意图	56
附图 2 项目周边环境关系影像图	57
附图 3 公司总平面图布置图	58
附图 4 公司 1#厂房平面布置图	59

表 1 项目基本信息

建设项目名称		工业 X 射线数字成像（DR）检测系统及 X 射线探伤机应用项目			
建设单位名称		青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司			
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建			
建设地点		青岛市黄岛区石寨山路 1-5999 号，公司 1#厂房内中跨东侧位置			
源项		放射源	/		
		非密封放射性物质	/		
		射线装置	2 台工业 X 射线数字成像（DR）检测系统，1 台 X 射线探伤机（II 类）		
建设项目环评批复时间		2022 年 10 月 14 日	开工建设时间	2022 年 10 月 15 日	
取得辐射安全许可证时间		2023 年 10 月 9 日	项目投入运行时间	2025 年 7 月 3 日	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2025 年 7 月 3 日	验收现场监测时间	2025 年 7 月 10 日	
环评报告表审批部门		青岛市生态环境局黄岛分局	环评报告表编制单位	山东丹波尔环境科技有限公司	
辐射安全与防护设施设计单位		宜兴市建筑设计研究院有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	宜兴市广瀚无损检测材料有限公司	
投资总概算	700 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	450 万元	比例	64.3%
实际总概算	500 万元	辐射安全与防护设施实际总概算	50 万元	比例	10%
验收依据	一、法律、法规和规章制度 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 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》，国务院令第 682 号公布，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，2019				

年 3 月 2 日第二次修订后施行；

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，2021 年 1 月 4 日第四次修订后施行；

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 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行；

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 年 12 月 5 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 日施行；

9. 《国家危险废物名录（2025 年版）》，生态环境部 国家发展和改革委员会 公安部 交通运输部国家卫生健康委员会 部令第 36 号，2025 年 1 月 1 日施行；

10. 《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部部令第 23 号，2022 年 1 月 1 日施行；

11. 《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；

12. 《山东省固体废物污染环境防治条例》，2022 年 9 月 21 日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十八次会议通过，2023 年 1 月 1 日施行；

13. 《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 年 1 月 1 日施行。

二、技术规范

1. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

2. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

3. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

4. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；

5. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；

6. 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）；

7. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；

8. 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ1326-2023）。

三、环境影响报告表及其审批部门审批决定

1. 《青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司工业 X 射线数字成像（DR）检测系统及探伤机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 9 月； 2. 《青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司工业 X 射线数字成像（DR）检测系统及探伤机应用项目环境影响报告表》审批意见，青岛市生态环境局黄岛分局，青环辐审（黄岛）〔2022〕1 号，2022 年 10 月 14 日； 3. 《青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司现有探伤室新增 1 台 X 射线探伤机辐射安全分析报告》，2023 年 9 月。 四、其他相关文件材料 1. 建设单位辐射安全许可证； 2. 建设单位辐射安全管理规章制度等支持性资料。
验收执行标准	一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B 内剂量限值要求。 B1.1 职业照射 B1.1.1 剂量限值 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。 B.1.2 公众照射 B1.2.1 剂量限值 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。 二、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022） 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 μ Sv/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 μ Sv/h。 6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足： 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 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

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。

根据环境影响报告表及上述相关规范，本次验收以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为探伤室四周墙体、室顶及防护门外 30cm 处各关注点的剂量率目标控制值；取 2.0mSv 作为职业工作人员的年管理剂量约束值、 0.1mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值。

三、环境天然放射性水平

《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）提供的青岛市环境天然辐射水平见表 1-1。

表 1-1 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

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

一、建设单位情况

青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司（以下简称“寰宇公司”）成立于 2021 年 11 月，是我国商业航天领域内唯一具备低温液体火箭推进剂贮箱工业化制造、商业化服务的企业，项目总投资 6 亿元。公司位于青岛市海洋高新区，拥有国内唯一一条商业化低温液体火箭推进剂贮箱 HOETS 产线，产线中包含国内唯一的柔性搅拌摩擦焊设备，全世界最长的精密折弯设备，均属自主知识产权设备。业务范围：火箭发射设备研发和制造；火箭贮箱及其零部件设计和生产；特种工装设计；特种设备制造；特种设备检验检测。

上海寰宇乾堃航天科技有限公司与青岛西海岸新区管理委员会签订合作协议，在西海岸新区建设火箭推进剂贮箱生产基地及研发中心，在西海岸新区注册成立青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司，项目选址位于青岛西海岸新区胶南街道办石寨山路，土地使用权人为青岛海嘉开发投资有限公司，青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司采用“先租后买的模式”使用该厂房。

二、项目建设内容和规模

2022 年 9 月，公司委托编制了《青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司工业 X 射线数字成像（DR）检测系统应用项目环境影响报告表》，项目建设内容为：公司在 1#厂房内中跨东侧新建一座探伤室，包括曝光室、控制室、评片室和暗室。并购置 2 套 UND320 型工业 X 射线数字成像（DR）检测系统，用于固定（室内）场所无损检测。2022 年 10 月 14 日，青岛市生态环境局黄岛分局以“青环辐审（黄岛）〔2022〕1 号”对该项目进行了审批；2023 年 8 月 23 日，公司取得由青岛市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号为“鲁环辐证[B0586]”，种类和范围和使用 II 类射线装置，有效期至 2028 年 8 月 22 日。

2023 年 9 月，公司编制了《现有探伤室新增 1 台 X 射线探伤机辐射安全分析报告》，于现有探伤室内新增 1 台 SF300Z 周向型 X 射线探伤机，进行室内探伤作业（固定场所）。属于使用 II 类射线装置。

2023 年 10 月 9 日，公司重新申领了辐射安全许可证，证书编号为“鲁环辐证[B0586]”，种类和范围和使用 II 类射线装置，有效期至 2028 年 10 月 8 日。

本次验收规模详见表 2-1。

表 2-1 本次验收所涉及的射线装置情况

序号	名称	数量	型号	最大管电压	最大管电流	备注	工作场所
----	----	----	----	-------	-------	----	------

1	工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统	2 套	UND320	320kV	22.5mA	定向	曝光室内
2	X 射线探伤机	1 台	SF300Z	300kV	5mA	周向	

三、项目总平面图布置、建设地点和周围环境敏感目标

青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司位于青岛市黄岛区石寨山路 1-5999 号，本项目探伤室位于寰宇公司 1#厂房内中跨东侧，曝光室北侧为 1#厂房暂存区、存放区、厂区内道路，西侧为 1#厂房暂存区，南侧为 1#厂房存放区、清洗区、厂区内道路，东侧为探伤室辅助用房（操作室、评片室、暗室）、办公楼、厂区内道路。曝光室周围 50m 范围内存在 1 处环境保护目标，为东侧约 10m 处办公楼，与环评一致。

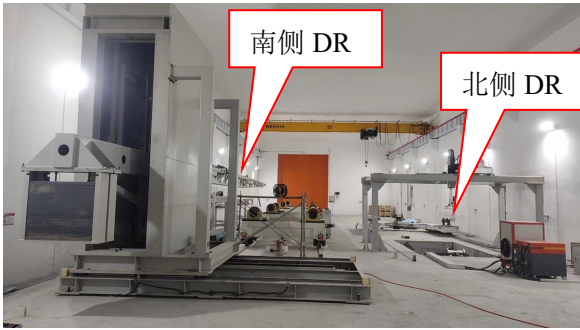
曝光室周围环境详见表 2-2。

公司地理位置示意图见附图 1，周边影像关系见附图 2，公司总平面布置示意图见附图 3，1#厂房平面布置图见附图 4，现场拍摄照片见图 2-1。探伤室平面布置图见图 2-2。

表 2-2 本项目曝光室周围环境一览表（50m 范围内）

名称	方向	场所名称
曝光室	北侧	1#厂房暂存区、存放区、厂区内道路
	东侧	探伤室辅助用房（操作室、评片室、暗室）、办公楼、厂区内道路
	南侧	1#厂房存放区、清洗区、厂区内道路
	西侧	1#厂房暂存区

现场照片



曝光室内部



西侧大防护门



东侧大防护门



小防护门



曝光室内急停按钮



迷道处急停按钮和辐射剂量检测仪探头



曝光室内监控探头



西侧大防护门上方监控探头



曝光室北墙外 3 个排风管道



北侧 DR



南侧 DR



探伤机



固定式辐射剂量检测仪



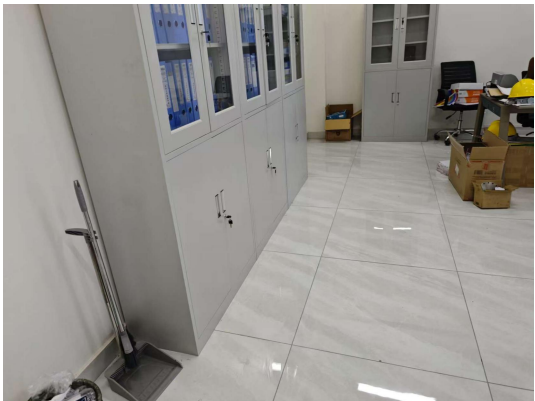
操作室



操作室内门控开关



危废暂存间



东侧办公楼

/

个人检测设备

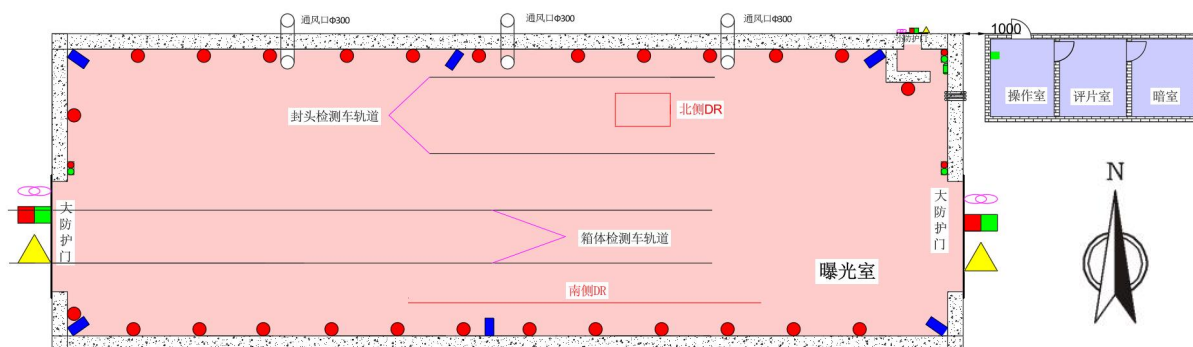


辐射巡检仪/个人剂量报警仪

/

/

图 2-1 探伤室现场图片



注： 门-机联锁 工作状态指示灯 电离辐射警告标志

急停按钮 监控探头 固定式辐射探测报警装置

门控开关 控制区 监督区

图 2-2 探伤室平面布置示意图

四、环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表

本项目环境影响报告表建设内容与现场验收情况对比见表 2-3，环境影响报告表批复建设内容与现场验收情况对比见表 2-4。

表 2-3 本项目环境影响报告表建设内容与验收情况对比表

名称	环评内容			现场状况			备注
探伤室	1 座			1 座			与环评一致
射线装置数量	环评涉及 2 套工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统，后新增 1 台 X 射线探伤机			3 台 (2 套工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统，1 台 X 射线探伤机)			与环评及辐射安全分析报告一致
射线装置主要参数及型号	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	与环评及辐射安全分析报告一致
	UND320	320	22.5	UND320	320	22.5	
	SF300Z (辐射安全分析报告)	300	5	SF300Z	300	5	

表 2-4 本项目环境影响报告表批复建设内容与验收情况对比表

环境影响报告表批复意见	验收时落实情况	备注
项目位于青岛西海岸新区石寨山路 1 号海创小镇东侧，在公司 1#厂房内中跨东侧新建一座探伤室，购置 2 套 UND320 型工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统，用于固定 (室内) 场所无损检测。该工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统为 II 类射线装置。探伤室占地面积为 635.36m ² ，单层建筑，包括曝光室、	项目位于青岛西海岸新区石寨山路 1 号海创小镇东侧，在公司 1#厂房内中跨东侧新建一座探伤室，购置 2 套 UND320 型工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统和 1 台 X 射线探伤机，用于固定 (室内) 场所无损检测。该工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统和 X 射线探伤机为 II 类射线装置。探伤室占地面积为 635.36m ² ，	工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统与批复意见一

操作室、评片室、暗室。2 台工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统不同时运行, 年累积曝光时间约 916h。 项目总投资 700 万元, 其中环保投资 450 万元。	单层建筑, 包括曝光室、操作室、评片室、暗室。工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统和 X 射线探伤机不同时运行, 年累积曝光时间约 1066h。 项目总投资 500 万元, 其中环保投资 50 万元。	致, 后增加 1 台 X 射线探伤机
--	--	--------------------

2.2 源项情况

本项目于公司 1#厂房内中跨东侧探伤室内使用 2 套 UND320 型工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统和 1 台 X 射线探伤机, 属 II 类射线装置, 主要技术参数见表 2-5。

表 2-5 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

序号	名称	型号	数量	生产厂家	最大管电压	最大管电流	射线管辐射角	射束
1	工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统	UND320	2 套	重庆日联科技有限公司	320kV	22.5mA	40° × 30°	定向
2	X 射线探伤机	SF300Z	1 台	上海上方检测设备厂	300kV	5mA	360×30°	周向

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统简介

工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统主要由高频 X 射线探伤机 (X 射线管、高频高压发生器、控制器、冷却器、分子筛油过滤器)、数字平板成像系统、图像处理系统、现场监视系统、机械系统、电气系统等组成。

一、工作原理

工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统是新一代的无损检测设备。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减, 由图象增强器接收并转换成数字信号, 利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术, 将检测图像直接显示在显示器屏幕上, 或者在被检测物体上贴胶片, 根据显影后的胶片上产生较强的图像, 可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息, 按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定, 从而达到无损检测的目的。

工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统主要由高频 X 射线探伤机、数字平板成像系统、图像处理系统、现场监视系统、机械系统、电气系统等组成。高频 X 射线探伤机主要由 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, 可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, 电子就被“蒸发”出来, “蒸发”出

的电子经聚焦杯聚集成束，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加速到很高的速度。这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线。X 射线管示意图见图 2-3。

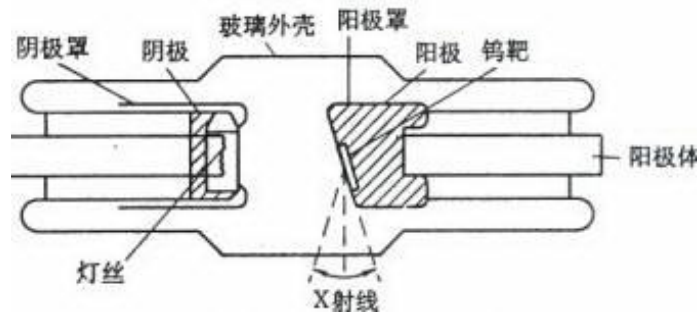


图2-3 X射线管示意图

二、X射线无损检测原理

工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统和 X 射线探伤机通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减，由图象增强器接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测的目的。

三、工作流程

公司无损检测在固定的曝光室内，在进行 X 射线无损检测工作时，工作人员将待检工件运至曝光室内（大型工件进入曝光室方向为西进西出，通过西侧大防护门和轨道，东侧的防护门用来进出封头等小工件，另外，厂房内有行车协助工件移动，因东侧存在协助检测的机械臂支架，可能会导致运封头的小车无法进入，故东侧设置一个大防护门），打开曝光室通风换气系统，确定曝光室内无人员，关闭进出防护门，然后根据待检工件材质厚度、待检部位和检查性质等因素调节相应电压、电流。探伤作业人员开启 X 射线，X 射线管发射 X 射线，对工件焊缝进行检测，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。探伤作业人员根据 X 射线图像情况，对焊缝进行连续检测、分析、处理、评判、储存等。检测完成后关机，防护门开启，关闭通风换气系统，检测车将工件运出曝光室。

2.3.2 X 射线探伤机简介

一、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。X 射线探伤机结构组成详见图 2-4。

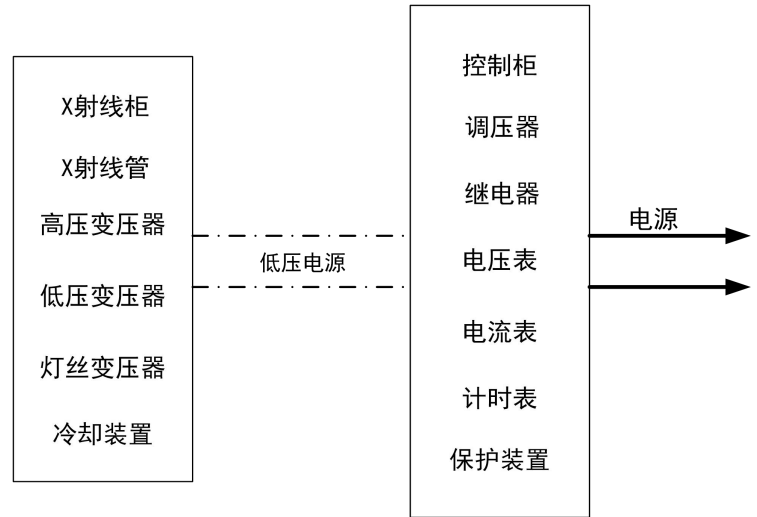


图 2-4 X 射线探伤机结构组成

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。

二、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 2-5。

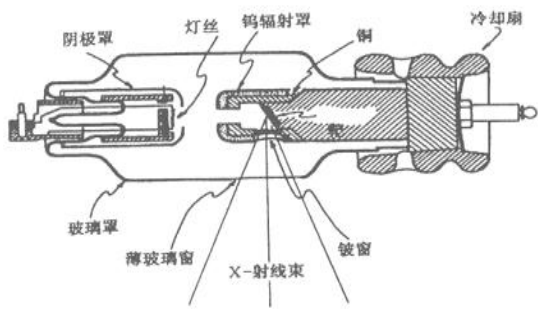


图 2-5 典型的 X 射线管结构图

三、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。

四、工作流程

辐射工作人员在进行X射线探伤前，先在被探物件的焊缝处贴上胶片,将待检工件运至曝光室内，将被检测工件放置于曝光室预定位置，工作人员离开曝光室，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。

工作流程示意图见图2-6。

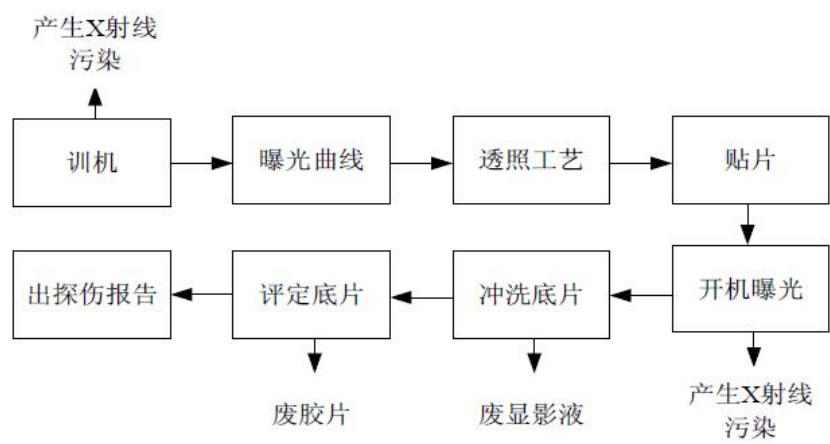


图 2-6 探伤工作流程示意图

2.3.3 污染源分析及评价因子

本项目运行阶段不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，运行阶段的污染源项主要是X射线、非放射性有害气体、危险废物。

1. X射线

工业X射线数字成像（DR）检测系统和X射线探伤机在进行室内无损检测作业时，会产生X射线，对周围环境及人员将产生辐射影响。X射线随着设备的开、关而产生和消失。

2. 非放射性废物

在探伤设备运行中产生的X射线照射下，空气吸收辐射能量并通过电离作用可产生少量非放射性有害气体，主要为臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)。

拍片、洗片过程中会产生废胶片、废显(定)影液等，属于危险废物，废物类别为HW16感光材料废物，废物代码为 900-019-16，危险特性为毒性。

根据建设单位提供资料，结合本项目的工作负荷，每年拍片最多约 10000 张，片子在

档案室存放 7 年后即可作为废胶片处理。存档期间，废胶片产生量很少；存档期以后，每年废胶片产生量约 100kg。本项目每年产生废显（定）影剂共 200kg。

综上所述，本项目营运期环境影响评价的评价因子主要为X射线、非放射性有害气体、危险废物。

2.3.4 人员配置及工作时间

1. 人员配置

本项目配备3名辐射工作人员，其中1名兼职辐射安全管理人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，且处于有效期内。

2. 工作时间

两套工业 X 射线数字成像（DR）检测系统年累计总曝光时间不超过 916h，X 射线探伤机年累计总曝光时间不超过 150h，三台射线装置不同时运行，每次只能有 1 台射线装置开机运行，3 名辐射工作人员轮流从事探伤检测工作，每名工作人员的年受照时间不超过 500h。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 辐射防护设施/措施落实情况

探伤室位于公司 1#厂房内中跨东侧位置，包括曝光室、操作室、评片室和暗室，曝光室布置在西侧，操作室、评片室和暗室在曝光室东侧。曝光室东西两侧设置工件进出的大防护门，曝光室东北角设置人员进出的小防护门，布局合理。

本项目探伤室采取实体屏蔽对探伤室进行分区管理，划分为控制区和监督区；其中曝光室内部区域划分为控制区，操作室、评片室和暗室划分为监督区，各区严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求进行管理。分区布置图见图 2-2。

本项目环境影响报告表防护设施/措施与现场验收情况对比见表 3-1，环境报告表批复与现场验收情况对比表见表 3-2。

表 3-1 本项目环境影响报告表防护设施/措施与验收情况对比表

名称	环评内容	现场状况
探伤室位置	1#厂房内中跨东侧	与环评一致
尺寸（长×宽×高）	曝光室（内径）：40.0m（东西）×13.0m（南北）×7.0m（高）， 迷道（内径）：2.3m（长）×0.8m（宽）×3.0m（高）	与环评一致
四周墙体、迷路屏蔽材质及厚度	700mm 混凝土	与环评一致
室顶屏蔽材质及厚度	550mm 混凝土	与环评一致
洞口尺寸（宽×高）	西侧工件进出（宽×高）：5.0m×5.8m； 东侧工件进出（宽×高）：5.0m×5.0m； 工作人员进出（宽×高）：0.8m×2.2m	与环评一致
大防护门（工件进出）	西侧大防护门尺寸（宽×高）为 5.6m×6.2m； 铅钢材质，防护能力为 53mmPb； 东侧大防护门尺寸（宽×高）为 5.6m×5.4m； 铅钢材质，防护能力为 53mmPb； 为下沉式电动推拉防护门，在专用地槽沟内移动；东西两侧大防护门与洞口搭接处间隙<20mm，其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为 200mm、200mm、300mm、300mm，搭接宽度与缝隙比例均不小于 10:1；	与环评一致
小防护门（工作人员进出）	尺寸（宽×高）为 1.4m×2.6m； 铅钢材质，防护能力为 53mmPb； 为下沉式电动推拉防护门，小防护门与洞口搭接处间隙<15mm，其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为 200mm、200mm、300mm、300mm，搭接宽度与缝隙比例均大于 10:1。	与环评一致
辐射安全与防护设施	探伤室拟设置门-机联锁装置；大、小防护门上拟设置工作状态指示灯和声音提示装置，其中工作状态指示灯与 X 射线探伤机联锁；探伤室大、小防护门上拟设置电离辐射警告标识和中文警示说明。	探伤室设有门-机联锁装置；大、小防护门上设有工作状态指示灯和声音提示装置，并且工作状态指示灯与 X 射

		线探伤机联锁；探伤室大、小防护门上设有电离辐射警告标识和中文警示说明。
紧急停机按钮	探伤室内南墙和北墙每间隔 4m 设计有 1 处急停开关，北墙和南墙各 10 个急停开关，确保出现事故时能立即停止照射，急停开关的位置可使其探伤室内任何位置的人员都不需要穿过主射线束就能使用，且急停开关设计有明显标志，标明使用方法。满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.10 款的管理要求。	曝光室内南北墙每隔 3m 安装有 1 个急停按钮，两套 DR 单独设有急停按钮，且急停开关设计有明显标志，标明使用方法。
机械排风装置	探伤室在地面靠近北墙位置每间隔 10m 设计 1 个圆形通风口，排风口通过地下 U 型管道到达曝光室外，再通过排风管道排至 1#厂房室顶外，排风口直径为 0.3m。拟在每个排风口内安装排风机，使探伤室内的废气通过排风口以及通风管道外排 1#厂房室顶外环境。每台排风机通风量为 5207m ³ /h，探伤室净容积 3674.532m ³ ，通风换气次数约为 4.2 次/h，大于 3 次/h，1#厂房周围非人员密集区，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.11 款的管理要求。	探伤室在地面靠近北墙位置设置了 3 个圆形通风口，排风口通过地下 U 型管道到达曝光室外，再通过排风管道排至 1#厂房内，排风口直径为 0.3m。每个排风口安装有排风机，使探伤室内的废气通过排风口以及通风管道排至 1#厂房东侧外环境。
监控设备	探伤室设计有 4 个高清摄像头，分别位于曝光室内四个角，监控显示屏位于控制室，便于操作人员能够及时观察到曝光室内部情况，避免无关人员逗留曝光室内。	曝光室内四个角，南北墙中间位置以及西侧大防护门外侧安装有监控探头，监控显示屏位于操作室。
管线口	管线口拟设置在曝光室东北侧，地下 U 型穿墙，可避免 X 射线照射。	与环评一致
固定式场所辐射探测报警装置	---	安装有固定式场所辐射探测报警装置，显示器位于探伤室操作位处，探头安装在迷道内。

表 3-2 本项目环境影响报告表批复要求与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（简述）		验收时落实情况
二、项目设计、建设和运行过程中要	（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安全和防护条例》《山东省辐射污染防治条例》等法律法规要求，设立辐射安全与环境保护管理机构，配备辐射安全与防护管理人员，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、设备检修维护制度等，建立辐射安全管理档案。	青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，配备了辐射安全管理人员，落实了岗位职责。 公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》《射线装置安全操作规程》《设备检修维护制度》《辐射监测方案》《射线装置使用登记制度》等规

认真落实《报告表》提出的各项污染防治和风险防范措施，并做好以下工作：		章制度，建立了辐射安全管理档案。
	(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》(GB18871-2002)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)及《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)等文件中的辐射防护要求和《报告表》提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案，落实分区管理、实体屏蔽和通风设施，设置联锁装置、警示标志等，周边辐射水平和人员所受年有效剂量须满足《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)中有关要求，避免对人员造成辐射伤害。	公司落实了《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)及《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)等文件中的辐射防护要求和《报告表》提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案，探伤室进行分区管理，落实了实体屏蔽，曝光室内安装有通风装置，设置有门-机联锁装置，安装有工作状态指示灯和电离辐射警告标志，根据本次验收监测结果，曝光室周围的辐射水平和人员的所受剂量均满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中有关要求。
	(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安全和防护条例》等有关要求，定期组织辐射工作人员参加辐射安全培训，配备个人剂量计，每3个月进行1次个人剂量监测，建立辐射工作人员个人剂量档案，确保工作人员的辐射安全。	公司配备了3名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，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。
	(四)严格落实固体废物污染防治措施。项目产生的废胶片以及废显(定)影液等危险废物暂存于危废暂存间内，废显(定)影液存于防渗漏且无反应的桶内，定期交由有相应危险废物处置资质的单位处置。各类固体废物应根据特性分区、分类贮存和管理；严格按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及修改单中有关要求，设置规范的一般工业固体废物和危险废物暂存场所；规范建立固体废物污染环境防治责任制度和管理台账，确保可溯源并存档备查。	本项目产生的废胶片以及废显(定)影液等危险废物暂存于危废暂存间内，废显(定)影液存于防渗漏且无反应的桶内，公司与青岛久祥泰环保科技有限公司签订了危险废物处置协议，委托其处理公司生产的废胶片以及废显(定)影液。
	(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，一旦发生辐射事故，须立即采取切断射线装置电源等措施，有效防范并妥善处置突发环境事件，确保环境安全。对环境污染防范设施和项目依法依规开展安全风险评价评估、隐患排查治理，并按规定报安全生产主管部门备案验收。	公司编制有《辐射事故应急预案》，按照计划开展辐射事故应急演练，配备了1台R-EGD型辐射巡检仪。本项目刚开展，未发生过辐射事故。

3.2 辐射安全管理情况

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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护许管理办法》及生态环境主管部门的要求，核技术利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。为此本次对青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司的辐射环境管理和安全防护措施等进行了现场核查。

一、组织机构

青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司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领导小组，指定该机构专职负责射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

二、辐射安全管理制度及落实情况

1. 工作制度

公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》《岗位职责》《设备检修维护制度》《辐射监测方案》《射线装置使用登记制度》等辐射安全管理制度，建立了辐射安全管理档案。

2. 操作规程

公司制定了《射线装置安全操作规程》，辐射工作人员严格按照操作规程进行操作。

3. 应急演练

公司编制了《辐射事故应急预案》，按照计划开展辐射事故应急演练。

4. 人员培训

公司制定了《辐射工作人员培训计划》，本项目配备了3名辐射工作人员，均通过了核技术利用辐射安全与防护考核，且在有效期内。

5. 监测方案

公司制定了《辐射监测方案》。公司配备了1台R-EGD型便携式辐射巡检仪进行辐射巡检；为辐射工作人员配备了个人剂量计，委托有资质的单位进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案，做到1人1档。

6. 年度评估

公司将每年开展自行检查及年度评估，每年对现有辐射项目编写辐射安全与防护状况年度评估报告，并提报全国核技术利用辐射安全申报系统。

三、辐射安全防护设备

公司配备了1台R-EGD型便携式辐射巡检仪，一套RL5000型固定式辐射探测报警仪、

2 部 FJ2000 型个人剂量报警仪。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批决定

4.1 环境影响报告表结论

1、为满足生产需求，保证生产产品的质量，公司拟在1#厂房中跨东侧新建一座探伤室，并拟购置2套工业X射线数字成像（DR）检测系统（属于Ⅱ类射线装置），用于固定（室内）场所无损检测。

2. 本项目符合“实践正当性”原则，不违背国家产业政策。

3. 由现状检测结果表明：本项目拟建区域周围环境 γ 空气吸收剂量率现状值处于青岛市环境天然放射性水平范围内。

4. 拟建探伤室由曝光室、迷路、操作室、评片室、暗室等组成。拟对探伤室进行分区管理，划分为控制区和监督区。

曝光室四周墙体、迷路均采用700mm混凝土，室顶采用550mm混凝土；大、小防护门均为下沉式电动推拉防护门，防护能力均为53mmPb。

探伤室拟设置门-机联锁装置；大、小防护门上拟设置工作状态指示灯和声音提示装置，其中工作状态指示灯与X射线探伤机联锁；探伤室大、小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20处紧急停机按钮，并标明使用方法。曝光室拟设置通风换气系统，设计通风量为15621m³。曝光室设备管线拟采用U型管道穿墙。公司拟为每位辐射工作人员配置个人剂量计1支，拟配置5台个人剂量报警仪和1台辐射巡检仪。

5、经估算，探伤机进行探伤作业时，曝光室四周墙体、防护门、室顶外30cm处辐射剂量率为 $(3.76 \times 10^{-6} \sim 1.86) \mu\text{Sv/h}$ ，小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

探伤室周围辐射工作人员所受年辐射剂量最大为 $2.71 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ 、公众成员所受年辐射剂量最大为 0.01mSv/a ；分别均满足本评价采用的辐射工作人员及公众年剂量约束值分别不超过 2.0mSv/a 和 0.1mSv/a 的管理要求。

6、曝光室每小时通风换气次数约为4.2次，能够满足《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)中“第4.1.11款 每小时有效通风换气次数应不小于3次”的要求。非放射性有害气体经通风口及通风管道排入1#厂房室顶外环境，人员无法到达，同时非放射性有害气体产生量较少，在空气中的自身分解时间较短，其对周围环境和人员影响较小。

公司拟将探伤检测过程中产生的危险废物暂存于危废暂存间专用贮存容器中，危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，其外设有规范的警示标志。公司将对危险废物实行联单管理和台账管理，定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质

的单位处置。总之，危险废物可以得到妥善处置，不会对周围环境造成影响。

7. 公司拟成立辐射安全领导机构，拟制定各类辐射安全管理规章制度。在运行过程中，须将各项安全防护措施落实到位，在此条件下，可以确保工作人员、公众的安全，并有效应对可能的突发事件（事件）。

公司拟配备5名辐射工作人员，专职进行室内无损检测作业，拟近期参加辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗。

辐射环境风险评价表明，本项目在实际工作中存在一定的辐射环境风险，公司严格执行制定的风险防范措施和《辐射事故应急预案》，定期演练辐射事故应急方案，对发现的问题及时整改，可使项目环境风险影响降至最低。

综上所述，青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司工业 X 射线数字成像（DR）检测系统应用项目，在切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施，严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

4.2 辐射安全分析报告内容

一、随着业务发展需要，为满足公司生产火箭推进剂贮箱的探伤要求，公司拟于现有探伤室内新增 1 台 SF300Z 型周向 X 射线探伤机，进行室内探伤作业（固定场所）。

二、公司在按照新增的 1 台 X 射线探伤机，在其正常运行期间：

曝光室防护门及四周墙壁外的辐射剂量率最大值为 $0.04 \mu\text{Sv/h}$ ，室顶外辐射剂量率为 $0.64 \mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求的屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的标准要求。

在新增曝光时间 150h/a 的条件下，职业工作人员的年有效剂量不大于 $2.81 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于现有环评报告表中提出的 2mSv/a 的管理剂量约束值；公众成员的年有效剂量不大于 0.006mSv/a ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于现有环评报告表中提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

总之，在现有条件下，公司新增 1 台 X 射线探伤机所在曝光室周围的剂量率防护限值、职业工作人员及公众成员所接受的年有效剂量均不大于相应评价指标，满足国家有关要求。

4.3 审批部门审批决定（节选）

一、项目位于青岛西海岸新区石寨山路 1 号海创小镇东侧，在公司 1#厂房内中跨东侧

新建一座探伤室，购置 2 套 UND320 型工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统，用于固定 (室内) 场所无损检测。该工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统为 II 类射线装置。探伤室占地面积为 635.36m²，单层建筑，包括曝光室、操作室、评片室、暗室。2 台工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统不同时运行，年累积曝光时间约 916h。

项目总投资 700 万元，其中环保投资 450 万元。

根据《报告表》结论和技术评估意见，我局原则同意《报告表》中所列建设项目的性质、规模、地点和生态环境保护措施。

二、项目设计、建设和运行过程中要认真落实《报告表》提出的各项环境污染防治和风险防范措施，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安全和防护条例》《山东省辐射污染防治条例》等法律法规要求，设立辐射安全与环境保护管理机构，配备辐射安全与防护管理人员，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》(GB18871-2002)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 及《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 等文件中的辐射防护要求和《报告表》提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案，落实分区管理、实体屏蔽和通风设施，设置联锁装置、警示标志等，周边辐射水平和人员所受年有效剂量须满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中有关要求，避免对人员造成辐射伤害。

(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安全和防护条例》等有关要求，定期组织辐射工作人员参加辐射安全培训，配备个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测，建立辐射工作人员个人剂量档案，确保工作人员的辐射安全。

(四) 严格落实固体废物污染防治措施。项目产生的废胶片以及废显 (定) 影液等危险废物暂存于原有危废暂存间内，废显 (定) 影液存于防渗漏且无反应的桶内，定期交由有相应危险废物处置资质的单位处置。

各类固体废物应根据特性分区、分类贮存和管理；严格按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及修改单中有关要求，设置规范的一般工业固体废物和危险废物暂存场所；规范建立固体废物污染环境防治责任制度和管理台账，确保可溯源并存档备查。

(五) 严格落实环境风险防范措施。制定辐射事故应急预案并报我局备案，配备必要

的应急设备，定期开展应急培训和演练，一旦发生辐射事故，须立即采取切断射线装置电源等措施，有效防范并妥善处置突发环境事件，确保环境安全。对环境污染防范设施和项目依法依规开展安全风险评价评估、隐患排查治理，并按规定报安全生产主管部门备案验收。

(六) 建立畅通的公众参与途径，主动接受社会监督，并及时回应和解决公众关切的环境问题，切实维护公众合法的环境权益。

三、项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动时，须依法重新报批环评文件。本《报告表》批准之日起超过 5 年方决定开工建设的，环评文件须报我局重新审核。

四、项目建设须严格执行配套的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的“三同时”制度，并及时依法取得辐射安全许可证。应将优化和细化后的各项生态环境保护措施及概算纳入到设计和施工等招标文件及合同，并明确责任。根据《排污许可管理条例》，办理排污许可手续，严格按照要求履行自行监测、信息公开、执行报告、台账管理等按证排污责任，项目建成后须按规定开展竣工环保验收，经验收合格后方可正式投入运行，并依法向社会公开环境保护设施验收报告。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 质量保证目的

质量保证分为内部质量保证和外部质量保证。内部质量保证主要向管理者提供信任；外部质量保证主要向客户或公众提供信任，使其确信结果是准确可靠的。对于辐射环境监测来说，质量保证的目的是把监测的误差降低到可接受的程度，保证监测结果真实反映采样和监测时的环境放射性水平。

5.2 质量保证内容

质量保证的基本内容包括严密的组织、文件化管理、规范化操作、有效的控制四个方面。

5.2.1 严密的组织

本次验收监测由山东丹波尔环境科技有限公司进行，山东丹波尔环境科技有限公司具有 CMA 监测资质，开展监测时，监测资质在有效期内。山东丹波尔环境科技有限公司组织机构分工明确，管理层、技术负责人、质量负责人、授权签字人、监测人员、质量监督人员、样品管理员、设备管理员等各层次人员配备齐全，公司已对各层次人员赋予相应的权力和资源。公司受市场监督主管部门的监督检查和管理，在历次检查中，均未出现重大问题。

5.2.2 文件化管理

山东丹波尔环境科技有限公司制定有质量要求文件和质量证明文件。

质量要求文件主要由管理体系文件组成，包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格，以及外来文件等。它是辐射环境监测的质量立法，是将行之有效的质量管理手段和方法规范化，使各项质量活动有法可依，有章可循。

质量证明文件是依据质量要求文件内容完成的活动及其结果提供客观证据的文件，是辐射环境监测获得的质量水平和质量体系中各项活动结果的客观反映，分为质量记录和技术记录，包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录等。

5.2.3 规范化操作

山东丹波尔环境科技有限公司全部监测活动都有程序文件加以规定，并严格遵照执行。所有用于辐射环境监测的方法均参照现行有效的相关标准，包括分析测量、数据处理与报告等，相关人员均熟练掌握，严格遵照执行。

5.2.4 有效的控制

有效的控制是使监测过程处于受控状态，以达到质量要求所采取的作业技术活动。在辐射环境监测中，其作用是识别从采样、制样，到分析测量、数据处理、结果报告的全过程中

造成缺陷的一些操作，以便采取有效措施。在控制技术中，统计技术是识别、分析和控制异常变化的重要手段。山东丹波尔环境科技有限公司建立了质量控制项目登记表，对质量控制项目、质控技术（方法）、执行标准、执行人员、监督人员、判定方法、判定结果、实施日期等进行详细的记录。公司制定有质量监督计划，定期开展质量监督，填写质量监督检查记录、质量控制结果评定表、质量控制项目实施结果分析报告并存档。可有效进行质量控制。

5.3 质量保证计划

公司在制定辐射环境监测方案的同时，制定了相应的质量保证计划，并覆盖监测的全过程。一般来说，质量保证计划可满足以下要求：

- a) 明确单位的组织架构、职责、权力层次和对应管理接口，以及工作内容和能力；解决所有的管理措施，包括规划、调度和资源。
- b) 建立并宣贯工作流程和程序。
- c) 满足辐射环境监测的监管要求。
- d) 使用合适的采样和测量方法，选择合适的设备及其文件记录，包括对设备和仪器进行恰当的维护、测试和校准，保证其能正常运行。
- e) 选择合适的环境介质采样和测量的地点及采样频度。
- f) 使用的校准标准可追溯至国家标准或国际标准。
- g) 有审查和评估监测方案整体效能的质量控制机制和程序（任何偏离正常程序的行为均应记录），必要时进行不确定度分析。
- h) 参加能力验证或实验室间比对。
- i) 满足记录及存档的规定要求。
- j) 培训从事特定设备操作的人员，使其拥有相应的资格（根据管理需要）。

公司质量保证计划可满足监管部门为辐射环境监测质量保证所规定的作为最低限度的基本通用要求。

5.4 监测方案的质量保证

5.4.1 监测方案内容

本项目验收监测前，对监测任务制定有详细的监测方案，内容包括：监测目的和要求、监测点位、监测项目和频次、监测分析方法和依据、质量保证要求、监测结果评价标准、监测计划安排、提交报告时间等。

5.4.2 质量保证要求

对监测方案实施质量保证的目的是为保证监测结果反映环境真实水平的可靠性提供客

观依据。由于监测结果被各种条件和因素影响，使得某一地区、某一时间采集的样品获得的监测结果未必反映当地当时的环境真实水平。

本项目在制订辐射环境监测方案时，同时制订有质量保证计划（方案），具有涉及监测活动全过程的质量保证措施。

5.5 监测人员素质要求

a) 山东丹波尔环境科技有限公司各监测人员数量及其专业技术背景、工作经历、监测能力等均与所开展的监测活动相匹配，中级及以上专业技术职称或同等能力的人员数量不少于监测人员总数的 15%。

b) 公司监测人员均具备良好的敬业精神和职业操守，认真执行国家生态环境和其他有关法规标准。坚持实事求是、探索求真的科学态度和踏实诚信的工作作风。

c) 公司从事辐射环境监测人员均已接受相应的教育和培训，具备与其承担工作相适应的能力，掌握辐射防护基本知识，掌握辐射环境监测操作技术和质量控制程序，掌握数理统计方法。

d) 公司从事辐射环境监测人员均具备一定的专业技术水平，持证上岗。

5.6 监测设备的检定/校准和核查

5.6.1 监测设备的检定/校准

本项目所有监测仪器均在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准，开展验收监测时，均在有效期内。

5.6.2 监测设备的核查

为保证监测数据的准确可靠，山东丹波尔环境科技有限公司定期核查监测设备，通过实验室比对等方法，选取个别关键指标进行核查，核查结果可确定仪器是否适用，核查误差均在误差要求范围内。

5.7 监测数据的质量控制

5.7.1 数据记录

本项目分析测量到结果计算的全过程，均按规定的格式和内容，清楚、详细、准确地记录，未随意涂改。

5.7.2 数据校核

公司进行分析数据之前，由专门的校核人员对原始数据进行必要的整理和校核。由校核人员逐一校核原始记录是否符合相关规范的要求，若有计算或记录错误，反复核算后予以订正。

5.7.3 数据审核

公司审核人员对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核。审核由二人独立进行或由未参与分析测量的人员进行核算。

5.7.4 数据保存

本项目监测任务合同（委托书/任务单）、原始记录、报告审核记录、监测报告、质量保证计划及其核查等资料均已归档保存。电子介质存储的报告和记录与纸质文档长期保存。

表 6 验收监测内容

为掌握本项目正常运行情况下周围的辐射环境水平，本次验收委托山东丹波尔环境科技有限公司对本次验收的相关场所及周围环境进行了现场监测。

一、监测项目

X- γ 辐射剂量率。

二、监测仪器

本次验收监测仪器设备参数及技术指标见表 6-1。

表 6-1 本次验收监测使用的监测仪器一览表

项 目	参 数
仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
系统主机测量范围	10nGy/h~1Gy/h
探测器测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h
能量范围	33keV~3MeV
检定单位	山东省计量科学研究院
检定证书编号	Y16-20247464
检定有效期至	2025 年 12 月 22 日

三、监测分析方法

由两名检测人员共同进行现场监测，依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等相关要求进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，设置好测量程序，仪器自动读取 10 个数据，计算平均值和标准偏差，经校准计算后作为最终的检测结果。

四、监测布点

本次验收监测对探伤室周围环境进行了现场监测，非工作状态下于探伤室周围共布设 11 个监测点位，1#~11#，工作状态下于探伤室周围共布设 44 个点位，A1~A11、B1~B9。

具体布点情况见表 6-2~表 6-3，监测布点情况见图 6-1。

表 6-2 非工作状态监测布点情况一览表

编号	点位
1#	曝光室北墙西段外 30cm 处
2#	西侧大防护门中间 30cm 处
3#	曝光室西墙外 30cm 处

4#	曝光室南墙外西段 30cm 处
5#	东侧大防护门中间 30cm 处
6#	曝光室南墙外东段 30cm 处
7#	曝光室东墙外 30cm 处
8#	小防护门中间 30cm 处
9#	曝光室北墙东段外 30cm 处
10#	曝光室室顶 30cm 处
11#	操作位
12#	东侧办公室

表 6-3 工作状态监测布点情况一览表

点位号	点位描述	备注
A1	曝光室北墙西段外 30cm 处	南侧 DR 开机
A2-1	西侧大防护门左侧门缝 30cm 处	
A2-2	西侧大防护门偏左 30cm 处	
A2-3	西侧大防护门中间 30cm 处	
A2-4	西侧大防护门偏右 30cm 处	
A2-5	西侧大防护门右侧门缝 30cm 处	
A2-6	西侧大防护门上侧门缝 30cm 处	
A2-7	西侧大防护门下侧门缝 30cm 处	
A3	曝光室西墙外 30cm 处	
A4	曝光室南墙外西段 30cm 处	
A5	曝光室南墙外东段 30cm 处	北侧 DR 开机
A6-1	东侧大防护门左侧门缝 30cm 处	
A6-2	东侧大防护门偏左 30cm 处	
A6-3	东侧大防护门中间 30cm 处	
A6-4	东侧大防护门偏右 30cm 处	
A6-5	东侧大防护门右侧门缝 30cm 处	
A6-6	东侧大防护门上侧门缝 30cm 处	
A6-7	东侧大防护门下侧门缝 30cm 处	
A7	曝光室东墙外 30cm 处	
A8-1	小防护门左侧门缝 30cm 处	
A8-2	小防护门偏左 30cm 处	
A8-3	小防护门中间 30cm 处	
A8-4	小防护门偏右 30cm 处	

A8-5	小防护门右侧门缝 30cm 处	
A8-6	小防护门上侧门缝 30cm 处	
A8-7	小防护门下侧门缝 30cm 处	
A9	曝光室北墙东段外 30cm 处	
A10	曝光室室顶 30cm 处	
A11	操作位	
A12	东侧办公楼	
B1	曝光室北墙西段外 30cm 处	X 射线探伤机 开机，机位 1
B2-1	西侧大防护门左侧门缝 30cm 处	
B2-2	西侧大防护门偏左 30cm 处	
B2-3	西侧大防护门中间 30cm 处	
B2-4	西侧大防护门偏右 30cm 处	
B2-5	西侧大防护门右侧门缝 30cm 处	
B2-6	西侧大防护门上侧门缝 30cm 处	
B2-7	西侧大防护门下侧门缝 30cm 处	
B3	曝光室西墙外 30cm 处	
B4	曝光室南墙西段外 30cm 处	
B5	曝光室南墙东段外 30cm 处	X 射线探伤机 开机，机位 2
B6-1	东侧大防护门左侧门缝 30cm 处	
B6-2	东侧大防护门偏左 30cm 处	
B6-3	东侧大防护门中间 30cm 处	
B6-4	东侧大防护门偏右 30cm 处	
B6-5	东侧大防护门右侧门缝 30cm 处	
B6-6	东侧大防护门上侧门缝 30cm 处	
B6-7	东侧大防护门下侧门缝 30cm 处	
B7	曝光室东墙外 30cm 处	
B8-1	小防护门左侧门缝 30cm 处	
B8-2	小防护门偏左 30cm 处	
B8-3	小防护门中间 30cm 处	
B8-4	小防护门偏右 30cm 处	
B8-5	小防护门右侧门缝 30cm 处	
B8-6	小防护门上侧门缝 30cm 处	
B8-7	小防护门下侧门缝 30cm 处	
B9	曝光室北墙东段外 30cm 处	
B10	曝光室室顶上方 30cm 处	

B11	操作位	
B12	东侧办公楼	

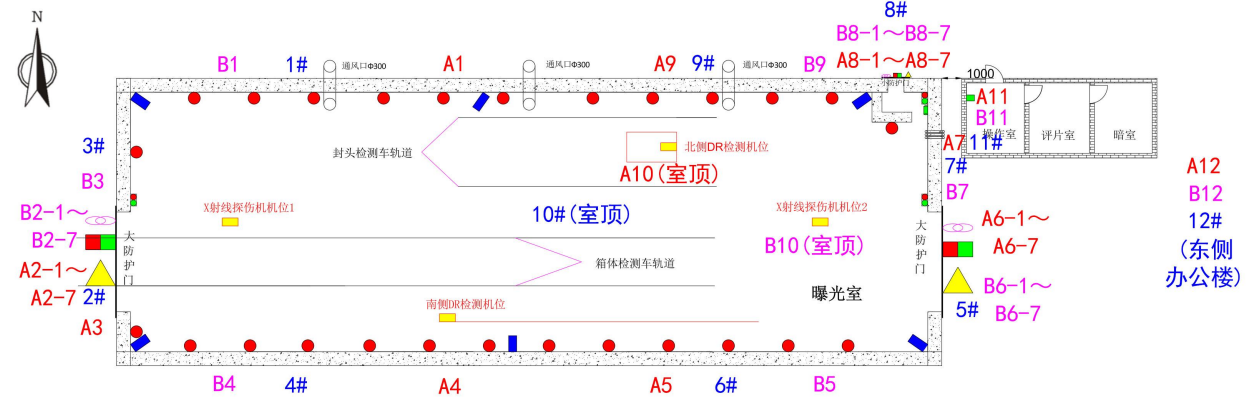


图 6-1 监测布点图

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况

本项目验收监测期间，各辐射安全与防护设施均正常，并能有效运行，验收监测期间，工业 X 射线数字成像（DR）检测系统和 X 射线探伤机的运行工况见表 7-1。

监测时间：2025 年 7 月 10 日；监测条件：天气：晴，温度：30.4℃，相对湿度：43.7%RH。

表 7-1 监测工况表

设备	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）
工业 X 射线数字成像（DR）检测系统	UND320	2 套	320	22.5	320	22.5
X 射线探伤机	SF300Z	1 台	300	5	270	5

7.2 验收监测结果

本项目工业 X 射线数字成像（DR）检测系统和 X 射线探伤机非工作状态及工作状态下，探伤室周围监测结果见表 7-2～表 7-4。

表 7-2 非工作状态下探伤室周围监测结果（nGy/h）

序号	点位描述	检测结果	
		检测值	标准偏差
1#	曝光室北墙西段外 30cm 处	132.3	1.1
2#	西侧大防护门中间 30cm 处	50.3	0.9
3#	曝光室西墙外 30cm 处	119.3	1.2
4#	曝光室南墙外西段 30cm 处	126.0	1.4
5#	东侧大防护门中间 30cm 处	67.1	0.9
6#	曝光室南墙外东段 30cm 处	148.9	1.4
7#	曝光室东墙外 30cm 处	123.8	1.1
8#	小防护门中间 30cm 处	120.1	1.2
9#	曝光室北墙东段外 30cm 处	122.3	1.1
10#	曝光室室顶 30cm 处	116.8	1.2
11#	操作位	123.9	0.9
12#	东侧办公楼	120.5	1.2
范 围		50.3~148.9	

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值 13.4nGy/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。

表 7-3 工作状态下探伤室周围监测结果 (nGy/h)

序号	点位描述	监测值	标准偏差	备注
A1	曝光室北墙西段外 30cm 处	135.4	1.2	南侧 DR 开机
A2-1	西侧大防护门左侧门缝 30cm 处	117.1	1.1	
A2-2	西侧大防护门偏左 30cm 处	58.3	0.9	
A2-3	西侧大防护门中间 30cm 处	57.3	0.8	
A2-4	西侧大防护门偏右 30cm 处	57.9	0.7	
A2-5	西侧大防护门右侧门缝 30cm 处	112.4	1.1	
A2-6	西侧大防护门上侧门缝 30cm 处	137.7	1.5	
A2-7	西侧大防护门下侧门缝 30cm 处	92.8	0.8	
A3	曝光室西墙外 30cm 处	123.8	1.3	
A4	曝光室南墙外西段 30cm 处	133.7	1.2	
A5	曝光室南墙外东段 30cm 处	152.8	1.3	北侧 DR 开机
A6-1	东侧大防护门左侧门缝 30cm 处	141.4	1.2	
A6-2	东侧大防护门偏左 30cm 处	76.4	1.0	
A6-3	东侧大防护门中间 30cm 处	81.1	0.9	
A6-4	东侧大防护门偏右 30cm 处	67.8	0.8	
A6-5	东侧大防护门右侧门缝 30cm 处	155.7	1.2	
A6-6	东侧大防护门上侧门缝 30cm 处	173.4	1.4	
A6-7	东侧大防护门下侧门缝 30cm 处	130.7	1.1	
A7	曝光室东墙外 30cm 处	163.7	1.3	
A8-1	小防护门左侧门缝 30cm 处	111.5	1.0	
A8-2	小防护门偏左 30cm 处	98.2	1.2	
A8-3	小防护门中间 30cm 处	88.4	0.9	
A8-4	小防护门偏右 30cm 处	101.1	1.0	
A8-5	小防护门右侧门缝 30cm 处	103.2	1.1	
A8-6	小防护门上侧门缝 30cm 处	107.9	0.9	
A8-7	小防护门下侧门缝 30cm 处	108.6	1.2	
A9	曝光室北墙东段外 30cm 处	134.0	1.3	
A10	曝光室室顶 30cm 处	688.9	1.8	
A11	操作位	120.8	1.0	
A12	东侧办公楼	121.9	1.4	

B1	曝光室北墙西段外 30cm 处	134.1	1.2	X 射线探伤机开 机，机位 1
B2-1	西侧大防护门左侧门缝 30cm 处	140.0	1.3	
B2-2	西侧大防护门偏左 30cm 处	67.0	0.9	
B2-3	西侧大防护门中间 30cm 处	67.9	0.8	
B2-4	西侧大防护门偏右 30cm 处	67.7	0.7	
B2-5	西侧大防护门右侧门缝 30cm 处	109.6	0.9	
B2-6	西侧大防护门上侧门缝 30cm 处	175.7	1.5	
B2-7	西侧大防护门下侧门缝 30cm 处	99.0	1.0	
B3	曝光室西墙外 30cm 处	132.0	1.1	X 射线探伤机开 机，机位 2
B4	曝光室南墙西段外 30cm 处	134.9	1.3	
B5	曝光室南墙东段外 30cm 处	152.2	1.0	
B6-1	东侧大防护门左侧门缝 30cm 处	131.1	1.2	
B6-2	东侧大防护门偏左 30cm 处	102.9	1.1	
B6-3	东侧大防护门中间 30cm 处	91.9	1.1	
B6-4	东侧大防护门偏右 30cm 处	71.3	0.8	
B6-5	东侧大防护门右侧门缝 30cm 处	151.5	1.3	
B6-6	东侧大防护门上侧门缝 30cm 处	186.2	1.5	
B6-7	东侧大防护门下侧门缝 30cm 处	107.2	1.0	
B7	曝光室东墙外 30cm 处	166.2	1.3	
B8-1	小防护门左侧门缝 30cm 处	132.3	0.9	
B8-2	小防护门偏左 30cm 处	83.8	0.8	
B8-3	小防护门中间 30cm 处	82.7	0.9	
B8-4	小防护门偏右 30cm 处	79.8	0.8	
B8-5	小防护门右侧门缝 30cm 处	117.7	1.1	
B8-6	小防护门上侧门缝 30cm 处	96.5	1.0	
B8-7	小防护门下侧门缝 30cm 处	116.1	1.2	
B9	曝光室北墙东段外 30cm 处	153.1	1.3	
B10	曝光室室顶上方 30cm 处	669.1	1.6	
B11	操作位	128.8	1.0	
B12	东侧办公楼	22.2	1.0	
范 围		57.3~688.9		--
注：1. 检测结果已扣除宇宙射线响应值 13.4nGy/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;
2. 检测时南侧 DR 射束定向向北照射, 开机电压 320kV, 电流 22.5mA, 距离西侧大防护门 15.5m, 距离南墙 1.5m, 距离室顶 4.5m, 除北墙检测点位外, 其他点位放置工件;
3. 检测时北侧 DR 开机电压 320kV, 电流 22.5mA, 距离东墙 12.5m, 距离北墙 2.5m, 距离室顶 6.5m, 检测室顶时, 射束向上照射, 检测其他点位时, 射束向东照射, 除室顶和东墙检测点位外, 其他点位放置工件;
4. 检测时 X 射线探伤机射束南北周向照射, 开机电压 270kV, 电流 5mA, 机位 1 距离西侧大防护门 5m, 距离南墙 6.5m, 机位 2 距离东墙 5m, 距离北墙 6.5m, 距离室顶 5.5m, 检测时除南墙、北墙、室顶检测点位外, 其他点位放置工件;
5. 曝光室室顶处辐射剂量率最大为 688.9nGy/h, 小于室顶外 30cm 处辐射剂量率目标控制值 2.5 μ Sv/h, 因此, 不再考虑天空反散射的辐射影响。

根据表 7-2 可知，非工作状态下，曝光室周围环境 γ 辐射剂量率为（50.3~148.9）nGy/h，处于青岛市环境天然辐射水平范围内。

根据表 7-3 可知，工作状态下，曝光室周围 X- γ 辐射剂量率范围为（57.3~688.9）nGy/h，满足本次验收采用的 2.5 μ Sv/h 剂量率目标控制值。保护目标处的剂量率最大为 122.2nGy/h。

7.3 职业人员与公众成员受照剂量

一、年有效剂量估算公式

$$H = D_r \times T \tag{7-1}$$

式中：H——年有效剂量，Sv/a；

T——年受照时间，h；

D_r——X 剂量率，Gy/h。

二、居留因子

居留因子参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 选取，具体数值见表 9-2。

表 7-4 居留因子的选取

场所	居留因子 T	示例	本项目
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区	1：操作室、办公楼
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间	1/4：曝光室四周公众能到达区域
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道	—

三、照射时间

根据建设单位提供的资料，根据公司提供资料，工业 X 射线数字成像（DR）检测系统年累计总曝光时间不超过 916h，X 射线探伤机年曝光时间不超过 150h，合计曝光时间为 1066h。

本项目配备 3 名辐射工作人员，轮流从事探伤检测工作，每个工作人员的年受照时间不超过 500h。

四、职业人员受照剂量

根据本次验收监测结果，工业 X 射线数字成像（DR）检测系统和 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操作室，该处最大辐射剂量率为 128.8nGy/h。辐射工作人员的累计受照时间为 1066h，居留因子取 1，辐射权重因子取 1，根据公式（7-1），则

$$H=Dr \times T=128.8 \times 500 \approx 0.064\text{mSv/a}$$

由以上计算可知，辐射工作人员接受的年最大有效剂量为 0.064mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于环境影响报告表提出的职业人员年管理剂量约束值 2.0mSv。

五、公众成员受照剂量分析

由表 7-2 的检测数据估算出本项目探伤室周围驻留公众人员所受剂量，详见表 7-5。

表 7-5 本项目探伤室周围驻留公众人员所受剂量

位置描述	居留因子	年受照时间(h)	辐射剂量率 (nGy/h)	年有效剂量(mSv)
曝光室四周	1/4	1066	166.2	0.044
东侧办公楼	1	1066	1.7	1.81×10^{-3}

注：1. 曝光室四周公众均能到达，取曝光室四周检测结果的最大值，曝光室东墙外 30cm 处的检测数据，166.2nGy/h。

2. 东侧办公楼本底检测数据为 120.5nGy/h，设备开机时最大检测数据为 122.2nGy/h，附加剂量率为 1.7nGy/h，计算办公楼内人员的附加剂量。

由以上计算可知，公众成员最大年有效剂量约为 0.044mSv，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，也低于环境影响报告表提出的职业人员年管理剂量约束值 0.1mSv。

表 8 验收监测结论

按照国家有关环境保护的法律法规，工业 X 射线数字成像（DR）检测系统及 X 射线探伤机应用项目进行了环境影响评价并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。

一、项目概况

本项目探伤室位于山东省青岛市黄岛区石寨山路 1-5999 号，公司 1#厂房内中跨东侧位置，包括曝光室、操作室、暗室、评片室，购置并使用 2 套工业 X 射线数字成像（DR）检测系统和 1 台 X 射线探伤机，属于使用 II 类射线装置。本次验收规模与环评规模一致。

2022 年 9 月，公司委托编制了《青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司公司工业 X 射线数字成像（DR）检测系统应用项目应用项目环境影响报告表》；2022 年 10 月 14 日，青岛市生态环境局黄岛分局以“青环辐审（黄岛）（2021）1 号”文对该项目进行了审批。

2023 年 9 月，公司编制了《现有探伤室新增 1 台 X 射线探伤机辐射安全分析报告》，于现有探伤室内新增 1 台 SF300Z 周向型 X 射线探伤机，进行室内探伤作业（固定场所）。属于使用 II 类射线装置。

公司已取得《辐射安全许可证》，证书编号：鲁环辐证[B0586]，种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2028 年 10 月 8 日。

二、监测结果

根据验收监测结果，非工作状态下，曝光室周围环境 γ 辐射剂量率为（50.3~148.9）nGy/h，处于青岛市环境天然辐射水平范围内。

根据验收监测结果，工作状态下，曝光室周围 X- γ 辐射剂量率范围为（57.3~688.9）nGy/h，满足本次验收采用的 2.5 μ Sv/h 剂量率目标控制值。保护目标处的剂量率最大为 122.2nGy/h。

三、职业与公众受照剂量

根据验收结果估算，本项目辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.064mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于环境影响报告表提出的职业人员年管理剂量约束值 2.0mSv。

根据验收结果估算，本项目周围公众成员接受的最大年有效剂量为 0.044mSv，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，也低于环境影响报告表提出的年管理约束值 0.1mSv。

四、现场检查结果

1. 探伤室由曝光室、操作室、暗室、评片室等组成。曝光室内径尺寸为 40.0m（东西）×13.0m（南北）×7.0m（高），曝光室东北角设有迷道，四周墙体和迷道均为 700mm 混凝土，室顶为 550mm 混凝土，曝光室东西两侧各设置一个大防护门，均为电动推拉防护门，铅钢混合结构，防护能力为 53mmPb；曝光室东北角设有小防护门，电动推拉防护门，铅钢混合结构，防护能力为 53mmPb。

2. 曝光室设有工作状态指示灯、急停按钮、电离辐射警告标志及门-机联锁装置；曝光室内及大防护门外安装有监控装置；配备有 1 台固定式场所辐射探测报警装置；曝光室安装有机械通风装置，产生的废气经通风口及排风管道排至探伤室所在 1#车间东墙外环境。以上设施均能够正常工作，能够满足辐射安全防护的要求。

五、环境管理

1. 公司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领导小组，指定该机构专职负责射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

2. 公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》《岗位职责》《设备检修维护制度》《辐射监测方案》《射线装置使用登记制度》《射线装置安全操作规程》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》等制度，建立了辐射安全管理档案。编制了《辐射事故处理预案》。

3. 本项目配备 3 名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，且在有效期内。已委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案。

4. 本项目配备了 1 台 R-EGD 型便携式辐射巡检仪进行辐射巡检。

六、危险废物

本项目产生的废胶片和废显（定）影液暂存于公司危废暂存间，公司与青岛久祥泰环保科技有限公司签订了危险废物处置合同。危废暂存间位于公司 2#车间东侧位置，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》（GB18597-2023）要求。

综上所述，青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司工业 X 射线数字成像（DR）检测系统及 X 射线探伤机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，监测结果满足环境影响报告表及其审批部门审批决定，项目运行期间对辐射工作人员和公众的辐射影响满足验收执行标准，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。

七、要求与建议

1. 定期组织辐射事故应急演练，做好演练记录与评估。

2. 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。

3. 定期对辐射巡检仪开展检定/校准工作。

青岛市生态环境局文件

青环辐审（黄岛）〔2022〕1号

青岛市生态环境局 关于青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司 工业 X 射线数字成像（DR）检测系统应用项目 环境影响报告表的批复

青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司：

你公司申请的《青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司工业 X 射线数字成像（DR）检测系统应用项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）环境影响评价审批有关材料收悉。根据《中华人民共和国行政许可法》第三十八条第一款、《中华人民共和国环境影响评价法》第二十二条第三款，经审查，批复如下：

一、项目位于青岛西海岸新区石寨山路 1 号海创小镇东侧，在公司 1#厂房内中跨东侧新建一座探伤室，购置 2 套 UND320

型工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统, 用于固定 (室内) 场所无损检测。该工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统为 II 类射线装置。探伤室占地面积为 635.36m², 单层建筑, 包括曝光室、操作室、评片室、暗室。2 台工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统不同时运行, 年累积曝光时间约 916h。

项目总投资 700 万元, 其中环保投资 450 万元。

根据《报告表》结论和技术评估意见, 我局原则同意《报告表》中所列建设项目的性质、规模、地点和生态环境保护措施。

二、项目设计、建设和运行过程中要认真落实《报告表》提出的各项环境污染防治和风险防范措施, 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安全和防护条例》《山东省辐射污染防治条例》等法律法规要求, 设立辐射安全与环境保护管理机构, 配备辐射安全与防护管理人员, 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》(GB18871-2002)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 及《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 等文件中的辐射防护要求和《报告表》提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案, 落实分区管理、实体屏蔽和通风设施, 设置联锁装置、警示标志等, 周边辐射水平

和人员所受年有效剂量须满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中有关要求，避免对人员造成辐射伤害。

（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安全和防护条例》等有关要求，定期组织辐射工作人员参加辐射安全培训，配备个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测，建立辐射工作人员个人剂量档案，确保工作人员的辐射安全。

（四）严格落实固体废物污染防治措施。项目产生的废胶片以及废显（定）影液等危险废物暂存于原有危废暂存间内，废显（定）影液存于防渗漏且无反应的桶内，定期交由有相应危险废物处置资质的单位处置。

各类固体废物应根据特性分区、分类贮存和管理；严格按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及修改单中有关要求，设置规范的一般工业固体废物和危险废物暂存场所；规范建立固体废物污染环境防治责任制度和管理台账，确保可溯源并存档备查。

（五）严格落实环境风险防范措施。制定辐射事故应急预案并报我局备案，配备必要的应急设备，定期开展应急培训和演练，一旦发生辐射事故，须立即采取切断射线装置电源等措施，有效防范并妥善处置突发环境事件，确保环境安全。对环境污染防范设施和项目依法依规开展安全风险评价评估、隐患排查治理，并按规定报安全生产主管部门备案验收。

(六)建立畅通的公众参与途径,主动接受社会监督,并及时回应和解决公众关切的环境问题,切实维护公众合法的环境权益。

三、项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动时,须依法重新报批环评文件。本《报告表》批准之日起超过5年方决定开工建设的,环评文件须报我局重新审核。

四、项目建设须严格执行配套的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的“三同时”制度,并及时依法取得辐射安全许可证。应将优化和细化后的各项生态环境保护措施及概算纳入到设计和施工等招标文件及合同,并明确责任。根据《排污许可管理条例》,办理排污许可手续,严格按照要求履行自行监测、信息公开、执行报告、台账管理等按证排污责任。项目建成后须按规定开展竣工环保验收,经验收合格后方可正式投入运行,并依法向社会公开环境保护设施验收报告。

项目建设和运行依法需要办理其他手续的,你公司应按规定办理后方可开工建设或运行。

五、如你公司认为本批复侵害了你公司的合法权益,可自收到本批复之日六十日内依法向青岛市人民政府行政复议委员会办公室申请行政复议,或者在六个月内依法向青岛市市南区人民法院(或李沧区人民法院、崂山区人民法院、青岛铁路运输法院)提起行政诉讼。



附件二：辐射安全许可证



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称： 青岛寰宇乾望航天特种设备有限公司

地 址： 山东省青岛市黄岛区石寨山路1号海创小镇综合楼402室

法定代表人： 曹聪

种类和范围： 使用Ⅱ类射线装置。

证书编号： 鲁环辐证[B0586]

有效期至： 2028 年 10月 08日



发证机关： 青岛市生态环境局

发证日期： 2023 年 10月 09日

中华人民共和国生态环境部制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司		
统一社会信用代码	91370211MA7D0AG35J		
地 址	山东省青岛市黄岛区石寨山路1号海创小镇综合楼402室		
法定代表人	姓 名	曹聪	联系方式 17712179298
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	探伤室	山东省青岛市黄岛区海创小镇东侧	车大伟
证书编号	鲁环辐证[B0586]		
有效期至	2028年10月08日		
发证机关	青岛市生态环境局		
发证日期	2023年10月09日		





(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[B0586]



活动种类和范围					使用台账					备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	探伤室	工业用 X 射线探伤装置	II类	使用	1	X 射线探伤机	SF300Z	003	管电压 300 kV 管电流 5 mA	上海上方检测设备有限公司		
2		工业用 X 射线探伤装置	II类	使用	2	工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统	UND320	002	管电压 320 kV 管电流 22.5 mA	重庆日联科技有限公司		
						工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统	UND320	001	管电压 320 kV 管电流 22.5 mA	重庆日联科技有限公司		

4 / 7



(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号: 鲁环辐证[B0586]



序号	业务类型	批准时间	内容事由
1	重新申请	2023-10-09	新增一台 X 射线探伤机
2	申请	2023-08-23	申请, 批准时间: 2023-08-23

6 / 7



检 测 报 告

丹波尔辐检[2025]第 241 号

项目名称：工业 X 射线数字成像（DR）检测系统
及 X 射线探伤机应用项目

委托单位：青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司

检测单位：山东丹波尔环境科技有限公司



报告日期：2025 年 7 月 11 日



说 明

1. 报告无本单位检测专用章、骑缝章及  章无效。
2. 未经本【检测机构】书面批准,不得复制(全文复制除外)检测报告。
3. 自送样品的委托检测,其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目,结果仅对采样(或检测)所代表的时间和空间负责。
4. 对检测报告如有异议,请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出,逾期不予受理。

山东丹波尔环境科技有限公司

地址: 济南市历下区燕子山西路 58 号

邮编: 250013

电话: 0531-61364346

传真: 0531-61364346

49

检测报告

检测项目	X- γ 辐射剂量率		
委托单位、联系人及联系方式	青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司 刁文婧 13122087057		
检测类别	委托检测	检测地点	探伤室及周围
委托日期	2025 年 7 月 8 日	检测日期	2025 年 7 月 10 日
检测依据	1. HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》 2. HJ1157-2021 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》		
检测设备	检测仪器名称: 便携式 X- γ 剂量率仪; 仪器型号: FH40G+FHZ672E-10; 内部编号: JC01-09-2013; 系统主机测量范围: 10nGy/h~1Gy/h; 天然本底扣除探测器测量范围: 1nGy/h~100 μ Gy/h; 能量范围: 33keV~3MeV; 相对固有误差: -7.9%(相对于 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源); 检定单位: 山东省计量科学研究院; 检定证书编号: Y16-20247464; 检定有效期至: 2025 年 12 月 22 日; 校准因子: 1.07。		
环境条件	天气: 晴	温度: 30.4℃	湿度: 43.7%RH
解释与说明	为满足生产需求, 保证生产产品的质量, 青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司新建一座探伤室, 购置并使用 2 套工业 X 射线数字成像 (DR) 检测系统和 1 台 X 射线探伤机, 属于使用 II 类射线装置, 射线装置的使用会对周围环境产生影响, 依据相关标准对探伤室周围进行辐射环境检测。 检测结果已扣除宇宙射线响应值 13.4nGy/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。 检测结果见第 2-4 页, 检测点位示意图及现场照片见附图。		

检 测 报 告

表 1 非工作状态下探伤室周围 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

序号	点位描述	检测值	标准偏差
1#	曝光室北墙西段外 30cm 处	132.3	1.1
2#	西侧大防护门中间 30cm 处	50.3	0.9
3#	曝光室西墙外 30cm 处	119.3	1.2
4#	曝光室南墙外西段 30cm 处	126.0	1.4
5#	东侧大防护门中间 30cm 处	67.1	0.9
6#	曝光室南墙外东段 30cm 处	148.9	1.4
7#	曝光室东墙外 30cm 处	123.8	1.1
8#	小防护门中间 30cm 处	120.1	1.2
9#	曝光室北墙东段外 30cm 处	122.3	1.1
10#	曝光室室顶 30cm 处	116.8	1.2
11#	操作位	123.9	0.9
12#	东侧办公楼	120.5	1.2
范 围		50.3~148.9	

检 测 报 告

表 2 工作状态下探伤室周围 X-γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

序号	点位描述	监测值	标准偏差	备注
A1	曝光室北墙西段外 30cm 处	135.4	1.2	南侧 DR 开机
A2-1	西侧大防护门左侧门缝 30cm 处	117.1	1.1	
A2-2	西侧大防护门偏左 30cm 处	58.3	0.9	
A2-3	西侧大防护门中间 30cm 处	57.3	0.8	
A2-4	西侧大防护门偏右 30cm 处	57.9	0.7	
A2-5	西侧大防护门右侧门缝 30cm 处	112.4	1.1	
A2-6	西侧大防护门上侧门缝 30cm 处	137.7	1.5	
A2-7	西侧大防护门下侧门缝 30cm 处	92.8	0.8	
A3	曝光室西墙外 30cm 处	123.8	1.3	
A4	曝光室南墙外西段 30cm 处	133.7	1.2	
A5	曝光室南墙外东段 30cm 处	152.8	1.3	北侧 DR 开机
A6-1	东侧大防护门左侧门缝 30cm 处	141.4	1.2	
A6-2	东侧大防护门偏左 30cm 处	76.4	1.0	
A6-3	东侧大防护门中间 30cm 处	81.1	0.9	
A6-4	东侧大防护门偏右 30cm 处	67.8	0.8	
A6-5	东侧大防护门右侧门缝 30cm 处	155.7	1.2	
A6-6	东侧大防护门上侧门缝 30cm 处	173.4	1.4	
A6-7	东侧大防护门下侧门缝 30cm 处	130.7	1.1	
A7	曝光室东墙外 30cm 处	163.7	1.3	
A8-1	小防护门左侧门缝 30cm 处	111.5	1.0	
A8-2	小防护门偏左 30cm 处	98.2	1.2	
A8-3	小防护门中间 30cm 处	88.4	0.9	
A8-4	小防护门偏右 30cm 处	101.1	1.0	
A8-5	小防护门右侧门缝 30cm 处	103.2	1.1	
A8-6	小防护门上侧门缝 30cm 处	107.9	0.9	
A8-7	小防护门下侧门缝 30cm 处	108.6	1.2	
A9	曝光室北墙东段外 30cm 处	134.0	1.3	
A10	曝光室室顶 30cm 处	688.9	1.8	
A11	操作位	120.8	1.0	
A12	东侧办公楼	121.9	1.4	

检 测 报 告

续表 2 工作状态下探伤室周围 X-γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

序号	点位描述	监测值	标准偏差	备注
B1	曝光室北墙西段外 30cm 处	134.1	1.2	X 射线探 伤机开机， 机位 1
B2-1	西侧大防护门左侧门缝 30cm 处	140.0	1.3	
B2-2	西侧大防护门偏左 30cm 处	67.0	0.9	
B2-3	西侧大防护门中间 30cm 处	67.9	0.8	
B2-4	西侧大防护门偏右 30cm 处	67.7	0.7	
B2-5	西侧大防护门右侧门缝 30cm 处	109.6	0.9	
B2-6	西侧大防护门上侧门缝 30cm 处	175.7	1.5	
B2-7	西侧大防护门下侧门缝 30cm 处	99.0	1.0	X 射线探 伤机开机， 机位 2
B3	曝光室西墙外 30cm 处	132.0	1.1	
B4	曝光室南墙西段外 30cm 处	134.9	1.3	
B5	曝光室南墙东段外 30cm 处	152.2	1.0	
B6-1	东侧大防护门左侧门缝 30cm 处	131.1	1.2	
B6-2	东侧大防护门偏左 30cm 处	102.9	1.1	
B6-3	东侧大防护门中间 30cm 处	91.9	1.1	
B6-4	东侧大防护门偏右 30cm 处	71.3	0.8	
B6-5	东侧大防护门右侧门缝 30cm 处	151.5	1.3	
B6-6	东侧大防护门上侧门缝 30cm 处	186.2	1.5	
B6-7	东侧大防护门下侧门缝 30cm 处	107.2	1.0	
B7	曝光室东墙外 30cm 处	166.2	1.3	
B8-1	小防护门左侧门缝 30cm 处	132.3	0.9	
B8-2	小防护门偏左 30cm 处	83.8	0.8	
B8-3	小防护门中间 30cm 处	82.7	0.9	
B8-4	小防护门偏右 30cm 处	79.8	0.8	
B8-5	小防护门右侧门缝 30cm 处	117.7	1.1	
B8-6	小防护门上侧门缝 30cm 处	96.5	1.0	
B8-7	小防护门下侧门缝 30cm 处	116.1	1.2	

检测 报 告

续表 2 工作状态下探伤室周围 X-γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

序号	点位描述	监测值	标准偏差	备注
B9	曝光室北墙东段外 30cm 处	153.1	1.3	X 射线探 伤机开机， 机位 2
B10	曝光室室顶上方 30cm 处	669.1	1.6	
B11	操作位	128.8	1.0	
B12	东侧办公楼	122.2	1.0	
范 围		57.3~688.9		--

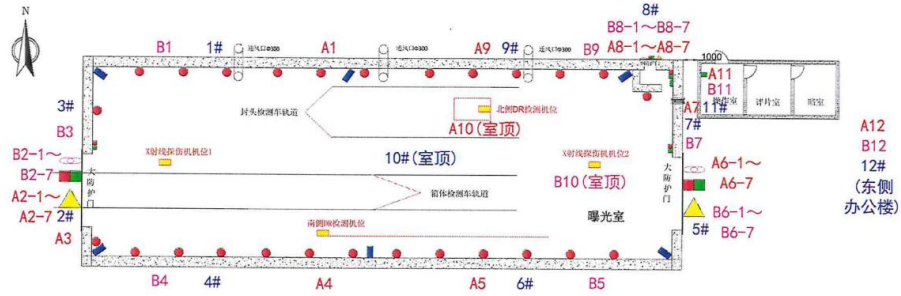
注:1. 检测时南侧 DR 射束定向向北照射, 开机电压 320kV, 电流 22.5mA, 距离西侧大防护门 15.5m, 距离南墙 1.5m, 距离室顶 4.5m, 除北墙检测点位外, 其他点位放置工件;

2. 检测时北侧 DR 开机电压 320kV, 电流 22.5mA, 距离东墙 12.5m, 距离北墙 2.5m, 距离室顶 6.5m, 检测室顶时, 射束向上照射, 检测其他点位时, 射束向东照射, 除室顶和东墙检测点位外, 其他点位放置工件;

3. 检测时 X 射线探伤机射束南北周向照射, 开机电压 270kV, 电流 5mA, 机位 1 距离西侧大防护门 5m, 距离南墙 6.5m, 机位 2 距离东墙 5m, 距离北墙 6.5m, 距离室顶 5.5m, 检测时除南墙、北墙、室顶检测点位外, 其他点位放置工件;

4. 曝光室室顶处辐射剂量率最大为 688.9nGy/h, 小于室顶外 30cm 处辐射剂量率目标控制值 2.5μSv/h, 因此, 不再考虑天空反散射的辐射影响。

附图 1: 检测布点示意图



检 测 报 告

附图 2: 现场照片



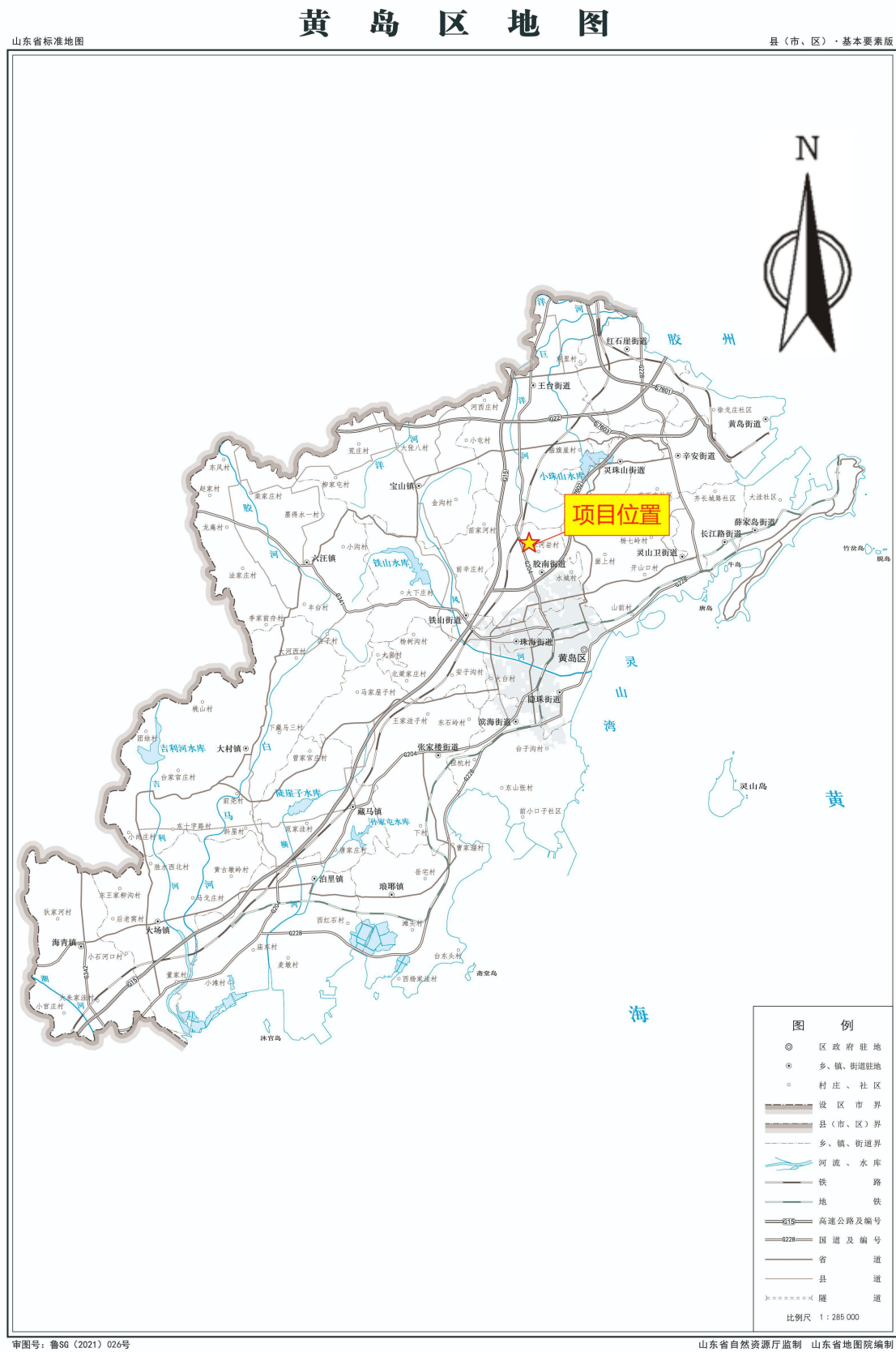
以 下 空 白



检测人员 韩明作 核验人员 李 批准人 刘多雄

编制日期 2025.7.11 核验日期 2025.7.4 批准日期 2025.7.11

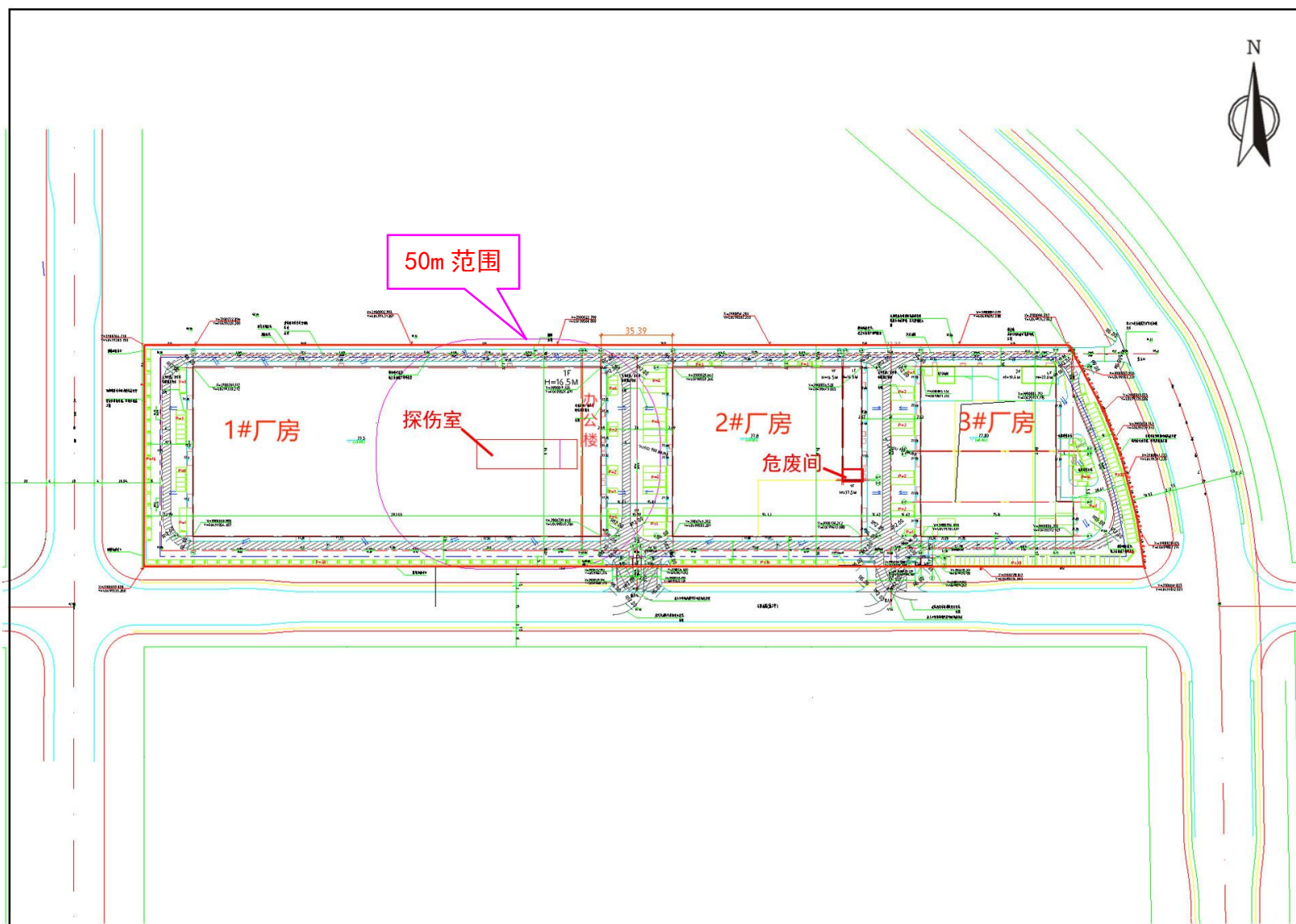
附图 1 地理位置示意图



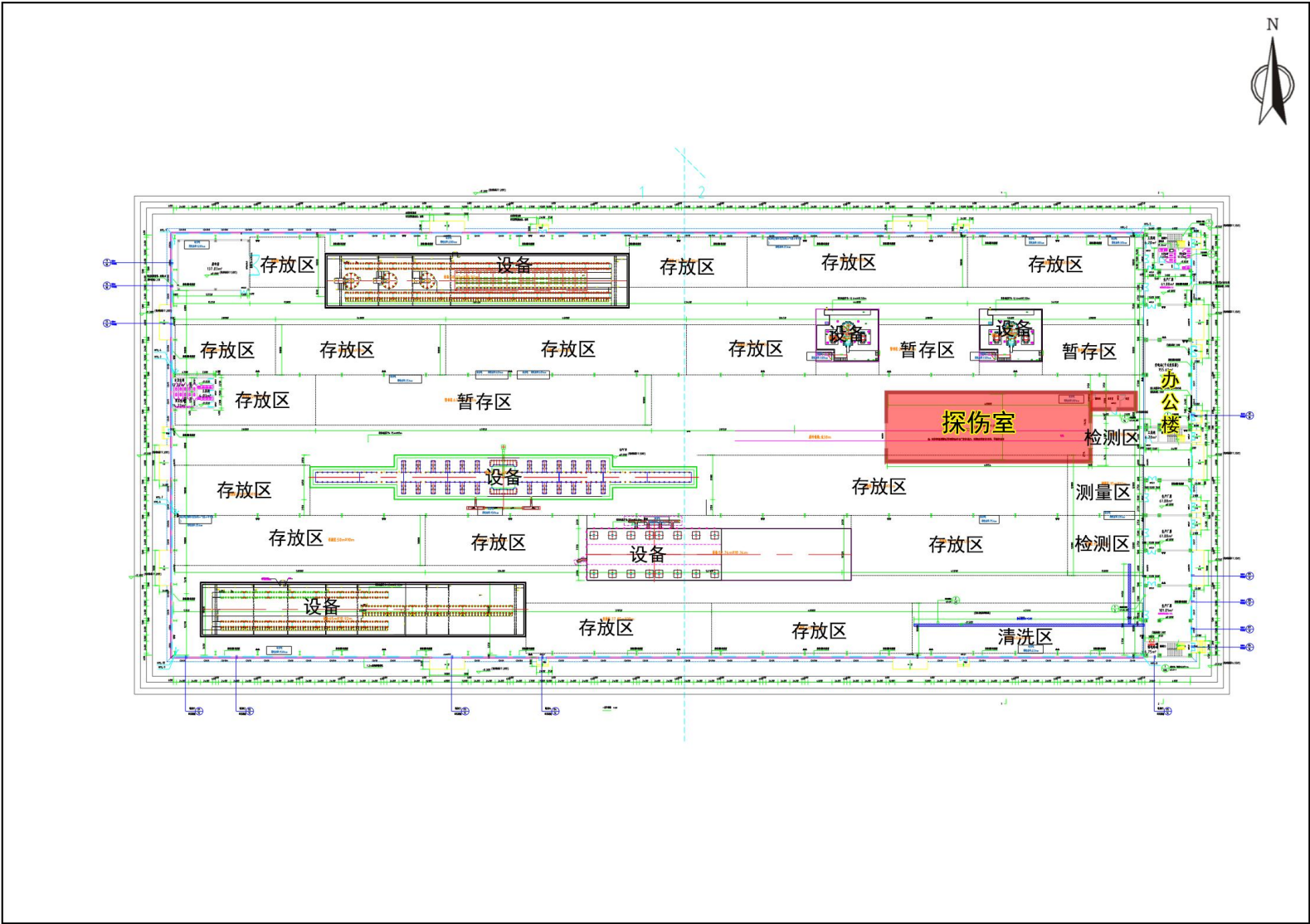
附图 2 项目周边环境关系影像图



附图3 青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司总平面布置图



附图 4 公司 1#厂房平面布置图



建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）： 青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称		工业 X 射线数字成像（DR）检测系统及 X 射线探伤机应用项目					项目代码		—		建设地点		青岛市黄岛区石寨山路 1-5999 号			
	行业类别		172 核技术利用建设项目					建设性质		新建 ☒ 改扩建 ☐ 技改 ☐							
	设计生产能力		公司在 1#厂房内中跨东侧新建一座探伤室，包括曝光室、控制室、评片室和暗室。并购置 2 套 UND320 型工业 X 射线数字成像（DR）检测系统和 1 台 X 射线探伤机，用于固定(室内)场所无损检测。					实际生产能力		公司在 1#厂房内中跨东侧新建一座探伤室，包括曝光室、控制室、评片室和暗室。并购置 2 套 UND320 型工业 X 射线数字成像（DR）检测系统和 1 台 X 射线探伤机，用于固定(室内)场所无损检测。			环评单位		山东丹波尔环境科技有限公司		
	环评文件审批机关		青岛市生态环境局黄岛分局					审批文号		烟环辐表审[2020]3 号			环评文件类型		环境影响报告表		
	开工日期		2022 年 10 月 15 日					竣工日期		2023 年 8 月 15 日			排污许可证申领时间		/		
	环保设施设计单位		宜兴市建筑设计研究院有限公司					环保设施施工单位		宜兴市广瀚无损检测材料有限公司			本工程排污许可证编号		/		
	验收单位		青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司					监测单位		山东丹波尔环境科技有限公司			验收监测时工况		正常工况		
	投资总概算（万元）		700					环保投资总概算（万元）		450			所占比例（%）		64.3		
	实际总投资（万元）							实际环保投资（万元）					所占比例（%）				
	废水治理（万元）		0	废气治理（万元）		0	噪声治理（万元）	0	固体废物治理（万元）		0		绿化及生态（万元）		0	其他(万元)	0
	新增废水处理设施能力		/					新增废气处理设施能力		/			年平均工作时间		250 天		
	运营单位			青岛寰宇乾堃航天特种设备有限公司				运营单位社会统一信用代码（或组织机构代码）			91370211MA7D0AG35J			验收时间		2025 年 7 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																
	化学需氧量																
	氨氮																
	石油类																
	废气																
	二氧化硫																
	烟尘																
	工业粉尘																
	氮氧化物																
	工业固体废物																
	与本项目有关的其他特征污染物	辐射剂量率		剂量率<688.9nGy/h	2.5 μ Sv/h												