

宁波遵航汽车零部件有限公司  
X-ray 探伤机应用项目竣工环境  
保护验收监测报告表

建设单位：宁波遵航汽车零部件有限公司

编制单位：浙江环安检测有限公司

二〇二四年十二月

## 目 录

<b>表 1 项目基本情况</b> .....	<b>1</b>
<b>表 2 项目建设情况</b> .....	<b>10</b>
2.1 项目建设内容 .....	10
2.2 源项情况 .....	13
2.3 工程设备与工艺分析 .....	13
<b>表 3 辐射安全与防护设施/措施</b> .....	<b>16</b>
3.1 场所布局 .....	16
3.2 辐射安全及防护措施 .....	16
3.3 放射性三废的处理 .....	19
<b>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</b> .....	<b>20</b>
<b>表 5 验收监测质量保证及质量控制</b> .....	<b>27</b>
5.1 监测分析方法 .....	27
5.2 监测仪器 .....	27
5.3 监测人员能力 .....	27
5.4 实验室认可认证 .....	27
<b>表 6 验收监测内容</b> .....	<b>28</b>
6.1 监测因子及频次 .....	28
6.2 监测布点 .....	28
<b>表 7 验收监测</b> .....	<b>30</b>
7.1 验收监测期间运行工况记录 .....	30
7.2 验收监测结果 .....	30
7.3 剂量监测和估算结果 .....	31
<b>表 8 验收监测结论</b> .....	<b>33</b>
8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况 .....	33
8.2 污染物排放监测结果 .....	33
8.3 工程建设对环境的影响 .....	33
8.4 辐射安全防护、环境保护管理 .....	33
<b>附件 1：环境影响报告表审批意见</b> .....	<b>35</b>

表 1 项目基本情况

建设项目名称		宁波遵航汽车零部件有限公司 X-ray 探伤机应用项目			
建设单位名称		宁波遵航汽车零部件有限公司			
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建			
建设地点		浙江省宁波市北仑区霞浦街道永定河路 103 号 A 区 1 幢 1 层			
源项	放射源		/		
	非密封放射性物质		/		
	射线装置		1 台工业用 X 射线探伤装置		
建设项目环评批复时间		2024 年 08 月 21 日	开工建设时间	2024 年 9 月	
取得辐射安全许可证时间		2024 年 10 月 21 日	项目投入运行时间	2024 年 11 月	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2024 年 11 月	验收现场监测时间	2024 年 12 月 11 日	
环评报告表审批部门		宁波市生态环境局	环评报告表编制单位	卫康环保科技（浙江）有限公司	
辐射安全与防护设施设计单位		/	辐射安全与防护设施施工单位	/	
投资总概算(万元)	68	辐射安全与防护设施投资总概算(万元)		18	比例 26.5%
实际总概算(万元)	65	辐射安全与防护设施实际总概算(万元)		18	比例 27.7%

验收依据	<p>(1)《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 81 号（2017 年 11 月 5 日第三次修正并施行）；</p> <p>(2)《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，1998 年 11 月 29 日；国务院令第 682 号，2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 7 月 16 日发布，2017 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(3)《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 年 12 月 1 日；国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订，2019 年 3 月 18 日发布并实施；</p> <p>(4)《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 年 3 月 1 日；国家环境保护部令第 3 号，2008 年 12 月 6 日修正并实施；环境保护部令第 47 号，2017 年 12 月 20 日修改并实施；生态环境部令第 7 号，2019 年 8 月 22 日修改并实施；生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日修改并实施；</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(6)《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(7)《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》（环发[2006]145 号），国家环境保护总局，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(8)关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评[2017]4 号，中华人民共和国环境保护部，2017 年 11 月 20 日；</p> <p>(9)《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），中华人民共和国生态环境部第 16 号令，2020 年 11 月 30 日公布，2021 年 1 月 1 日起施行；</p>
------	---

验收依据	<p>(10)《浙江省建设项目环境保护管理办法(2021年修正)》,浙江省人民政府令第388号,2021年2月1日起施行;</p> <p>(11)《浙江省辐射环境管理办法(2021年修正)》,浙江省人民政府令第388号,2021年2月1日起施行;</p> <p>(12)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号),国家环境保护部,2017年11月20日起实施;</p> <p>(13)《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(14)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022);</p> <p>(15)《宁波遵航汽车零部件有限公司 X-ray 探伤机应用项目环境影响报告表》,卫康环保科技(浙江)有限公司,2024年7月;</p> <p>(16)《宁波市生态环境局关于宁波遵航汽车零部件有限公司 X-ray 探伤机应用项目环境影响报告表的审查意见》(甬环建表[2024]24号),宁波市生态环境局,2024年8月21日。</p>
------	--

验收执行标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)</p> <p><b>4.3.3 防护与安全的最优化</b></p> <p>4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。</p> <p><b>B1 剂量限值</b></p> <p><b>B1.1 职业照射</b></p> <p><b>B1.1.1 剂量限值</b></p> <p>B1.1.1.1 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：</p> <p>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。</p> <p>本项目取其四分之一作为管理限值，即：</p> <p>职业照射剂量限值：20mSv/a；剂量约束值：5mSv/a。</p> <p><b>B1.2 公众照射</b></p> <p><b>B1.2.1 剂量限值</b></p> <p>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算值不应超过下述限值：</p> <p>a) 年有效剂量，1mSv。</p> <p>本项目取其四分之一作为管理限值，即：</p> <p>公众照射剂量限值：1mSv/a；剂量约束值：0.25mSv/a。</p>
--------	---

验收执行标准	<p><b>(2)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)</b></p> <p>本标准规定了 X 射线和 <math>\gamma</math> 射线探伤的放射防护要求。</p> <p>本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 <math>\gamma</math> 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。</p> <p>本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。</p> <p><b>6 固定式探伤的放射防护要求</b></p> <p><b>6.1 探伤室放射防护要求</b></p> <p>6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。</p> <p>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。</p> <p>6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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 <math>100\mu\text{Sv/周}</math>，对公众场所，其值应不大于 <math>5\mu\text{Sv/周}</math>；</li> <li>b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 <math>2.5\mu\text{Sv/h}</math>。</li> </ul> <p>6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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顶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；</li> <li>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 <math>100\mu\text{Sv/h}</math>。</li> </ul>
--------	---

验收执行标准	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。</p> <p><b>6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求</b></p> <p>6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。</p> <p>6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应佩戴铅当量的防护围裙、铅当量的手套、铅当量的面罩、铅当量的鞋套等。</p>
--------	---

验收执行标准	<p>量计外, 还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-<math>\gamma</math> 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时, 探伤工作人员应立即退出探伤室, 同时防止其他人进入探伤室, 并立即向辐射防护负责人报告。</p> <p>6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平, 包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时, 应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。</p> <p>6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-<math>\gamma</math> 剂量率仪前, 应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-<math>\gamma</math> 剂量率仪不能正常工作, 则不应开始探伤工作。</p> <p>6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置, 如准直器和附加屏蔽, 把潜在的辐射降到最低。</p> <p>6.2.6 在每一次照射前, 操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下, 才能开始探伤工作。</p> <p>6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作, 如工件过大等特殊原因必须开门探伤的, 应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。</p> <p><b>6.3 探伤设施的退役</b></p> <p>当工业探伤设施不再使用, 应实施退役程序。包括以下内容:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 有使用价值的 <math>\gamma</math> 放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构, 或者按照本标准第 5.2.5 条中废旧放射源的处理要求执行。</li> <li>b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与 <math>\gamma</math> 射线源一样对待。</li> <li>c) X 射线发生器应处置至无法使用, 或经监管机构批准后, 转移给其他已获许可机构。</li> </ul>
--------	--

验收执行标准	<p>d) 包含低活度 <math>\gamma</math> 射线源的管道爬行器，应按照相关要求执行</p> <p><b>8 放射防护检测</b></p> <p><b>8.3 探伤室放射防护检测</b></p> <p><b>8.3.5 结果评价</b></p> <p>探伤室周围辐射水平应符合本标准第 6.1.3 条和第 6.1.4 条的要求。</p> <p><b>(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)。</b></p> <p>本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。</p> <p>本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。</p> <p><b>3 探伤室屏蔽要求</b></p> <p><b>3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平</b></p> <p>3.1.1 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：</p> <p>c) 关注点剂量率参考控制水平 <math>H_c</math>：</p> <p><math>H_c</math> 为上述 a) 中的 <math>H_{c,d}</math> 和 b) 中的 <math>H_{c,max}</math> 二者的较小值。</p> <p>3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：</p> <p>b) 除 3.1.2 a) 的条件外，应考虑下列情况：</p> <p>2) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 <math>100\mu\text{Sv}/\text{h}</math>。</p> <p><b>3.2 需要屏蔽的辐射</b></p> <p>3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需要考虑进入有用线束区的散射辐射。</p> <p>3.2.2 散射辐射考虑以 <math>0^\circ</math> 入射探伤工件的 <math>90^\circ</math> 散射辐射。</p>
--------	--

验收执行标准	<p>3.2.3 当可能存在泄漏和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个半值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。</p> <p><b>3.3 其他要求</b></p> <p>3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。</p> <p>3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。</p> <p>3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。</p> <p>3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。</p> <p>3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。</p>
--------	--

## 表 2 项目建设情况

### 2.1 项目建设内容

#### 2.1.1 建设单位简介

宁波遵航汽车零部件有限公司注册地址位于浙江省宁波市北仑区霞浦街道永定河路 103 号。公司成立于 2012 年 3 月，主要经营范围：汽车零部件、金属制品、塑料制品的制造、加工、研发、批发、零售。

#### 2.1.2 项目建设目的和任务由来

为保证产品质量和生产的安全，公司在霞浦街道永定河路 103 号厂区 A 区 1 幢 1 层建设 1 间 X 射线检测室，并配备 1 台 X-ray 探伤机，对公司生产的压铸铝合金进行无损检测。该项目已于 2024 年 8 月通过环评审批的辐射设备有：1 台 X-ray 探伤机（最大管电压 160kV，最大管电流 5mA）。

根据中华人民共和国相关法律法规要求，公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司于 2024 年 7 月完成了本项目的辐射环境影响评价；2024 年 8 月 21 日，宁波市生态环境局对该项目环境影响报告表予以批复（甬环建表〔2024〕24 号），通过环评审批项目具体内容为：于北仑区霞浦街道永定河路 103 号厂区内实施 X-ray 探伤机应用项目，在厂区 A 区 1 幢 1 层指定位置建设一间 X 射线检测室，并配备 1 台 X-ray 探伤机（最大管电压 160kV、最大管电流 5mA），对公司生产的压铸铝合金进行无损检测。

本次验收规模为：1 台 XYG-1610/5 型 X 射线数字成像检测系统（最大管电压 160kV、最大管电流 5mA），位于浙江省宁波市北仑区霞浦街道永定河路 103 号，用于对公司生产的压铸铝合金进行无损检测。

2024 年 10 月 21 日，公司新申领了《辐射安全许可证》（浙环辐证〔B3145〕），许可种类和范围为：使用 II 类射线装置；有效期至 2029 年 10 月 20 日。

根据《建设项目环境保护管理条例》的规定，建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。建设单位需自行组织验收。为此，公司委托浙江环安检测有限公司对宁波遵航汽车零部件有限公司 X-ray 探伤机应用项目开展竣工环境保护验收监测，编制竣工环境保护验收监测表。

## 续表 2 项目建设情况

受公司的委托，浙江环安检测有限公司于 2024 年 12 月 11 日开展该项目竣工环境保护验收监测工作。在现场检查核实、辐射监测的基础上，并编制项目竣工环境保护验收监测表。

### 2.1.3 地理位置及平面布置

项目建设地址位于宁波市北仑区霞浦街道永定河路 103 号，厂区东侧为永定河路，南侧为宁波碧海精工有限公司，西侧靠近山体，北侧为宁波和丰物流有限公司。本项目地理位置见图 2-1，厂区周围及评价范围示意图见图 2-2，厂区平面布置图见图 2-3。



图 2-1 本项目地理位置图

## 续表 2 项目建设情况

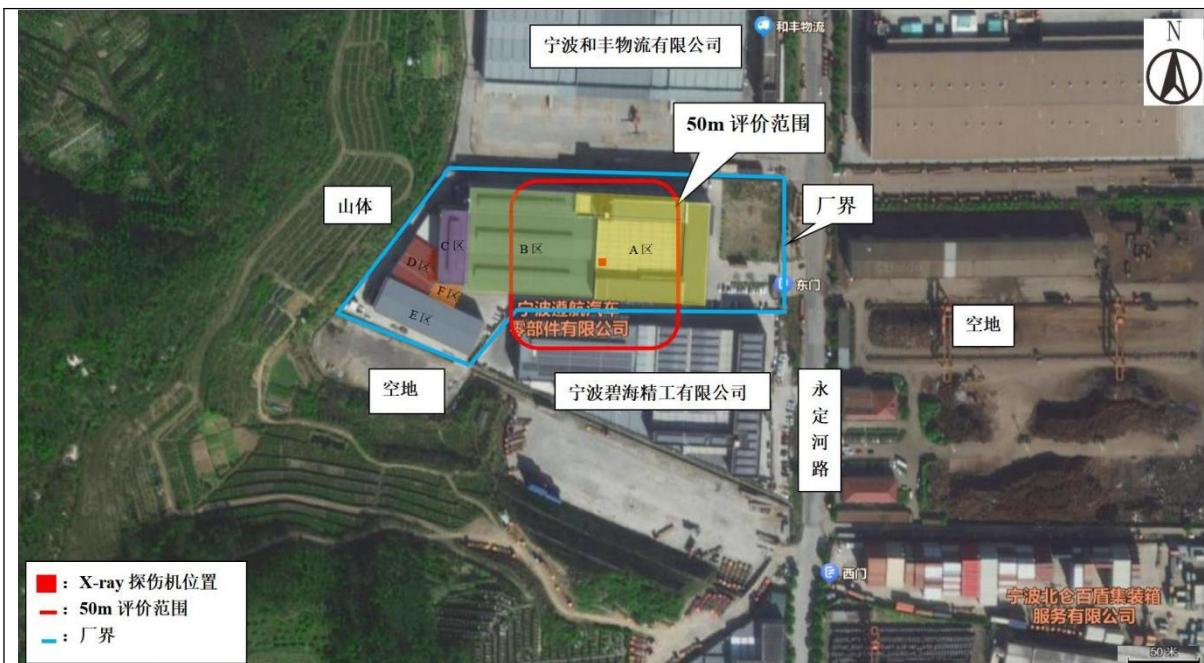


图 2-2 厂区周围及评价范围示意图

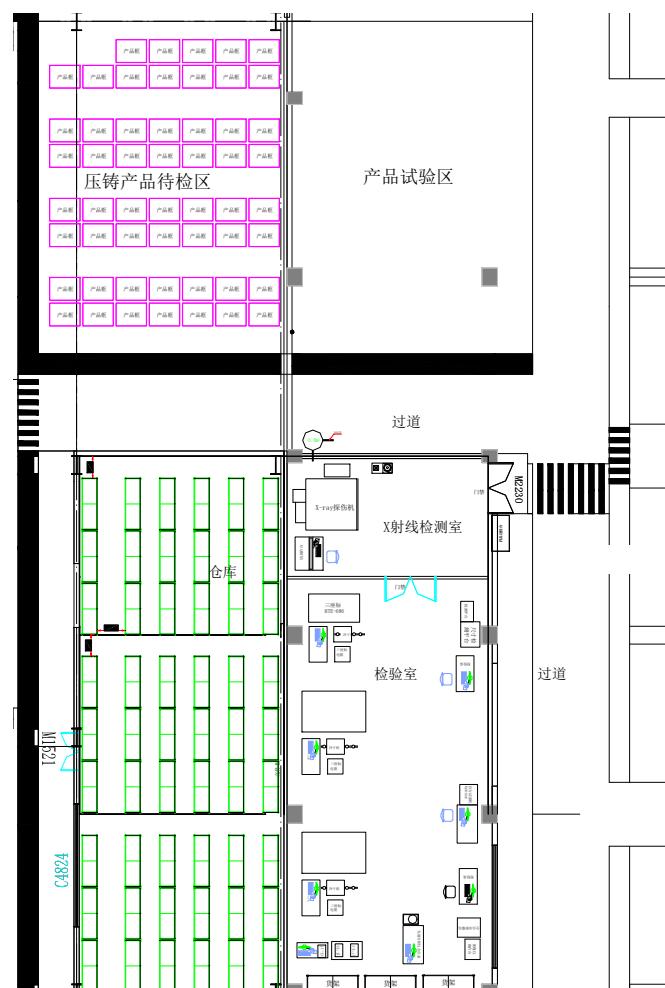


图 2-3 厂区平面布置图

## 续表 2 项目建设情况

### 2.1.4 项目变动情况

公司本次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见表 2.1; 由表 2.1 可知, 本次验收实际建设内容与环评及其批复建设内容一致。

**表 2.1 公司本次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**

环评建设内容	环评批复建设内容	验收实际建设内容
在霞浦街道永定河路 103 号厂区 A 区 1 幢 1 层建设 1 间 X 射线检测室, 并配备 1 台 X-ray 探伤机, 对公司生产的压铸铝合金进行无损检测。	于北仑区霞浦街道永定河路 103 号厂区实施 X-ray 探伤机应用项目, 在厂区 A 区 1 幢 1 层指定位置建设一间 X 射线检测室, 并配备 1 台 X-ray 探伤机(最大管电压 160kV、最大管电流 5mA), 对公司生产的压铸铝合金进行无损检测。	1 台 XYG-1610/5 型 X 射线数字成像检测系统(最大管电压 160kV、最大管电流 5mA), 位于浙江省宁波市北仑区霞浦街道永定河路 103 号, 用于对公司生产的压铸铝合金进行无损检测。

### 2.2 源项情况

公司本次环评及验收源项的基本情况见表 2.2; 由表 2.2 可知, 本次验收源项与环评源项一致。本次验收的设备是新增的 1 台 X 射线数字成像检测系统。

**表 2.2 公司本次环评及验收源项一览表**

环评规模	设备名称	型号	数量(台)	主要技术参数	工作场所	用途
	X-ray 探伤机	XYG-1610/5 型	1	160kV、5mA	X 射线检测室	无损检测
验收规模	设备名称	型号	数量(台)	主要技术参数	工作场所	用途
	X 射线数字成像检测系统	XYG-1610/5 型	1	160kV、5mA	检测室	无损检测

### 2.3 工程设备与工艺分析

#### 2.3.1 设备组成及工作原理

本项目 X 射线装置主要由 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融金属(如钨、铂、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为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构示意图如图 2-4 所示。

## 续表 2 项目建设情况

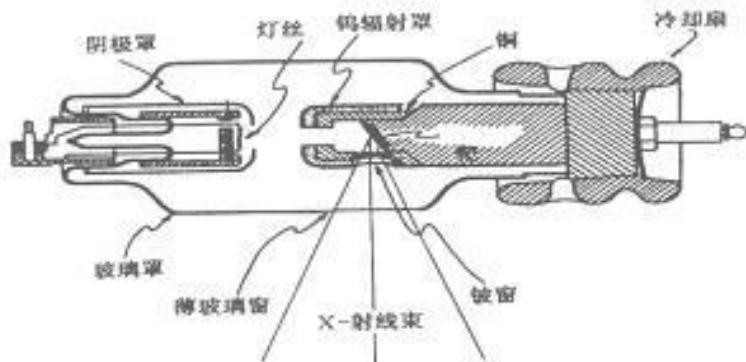


图2-4 典型的X射线管结构示意图

本项目 XYG-1610/5 型 X 射线数字成像检测系统采用实时成像的方式，设备主要由铅房主体、操作台和电源控制箱组成。铅房内包括射线管、平板、C 型臂、转台等部分，其中射线管及平板成像系统安装在 C 型臂上。C 型臂可上下升降或绕轴旋转±30°，C 型臂设有限位器，保证主射方向始终朝东，C 型臂上的平板固定焦距 850mm，转台可前后移动和 360° 旋转，从而实现高自由度检测。操作台包括：显示器 2 台（1 台显示铅房内室环境，1 台显示 X 射线数字成像软件）、电脑机箱、操作面板等。本项目装置组成见图 2-5。

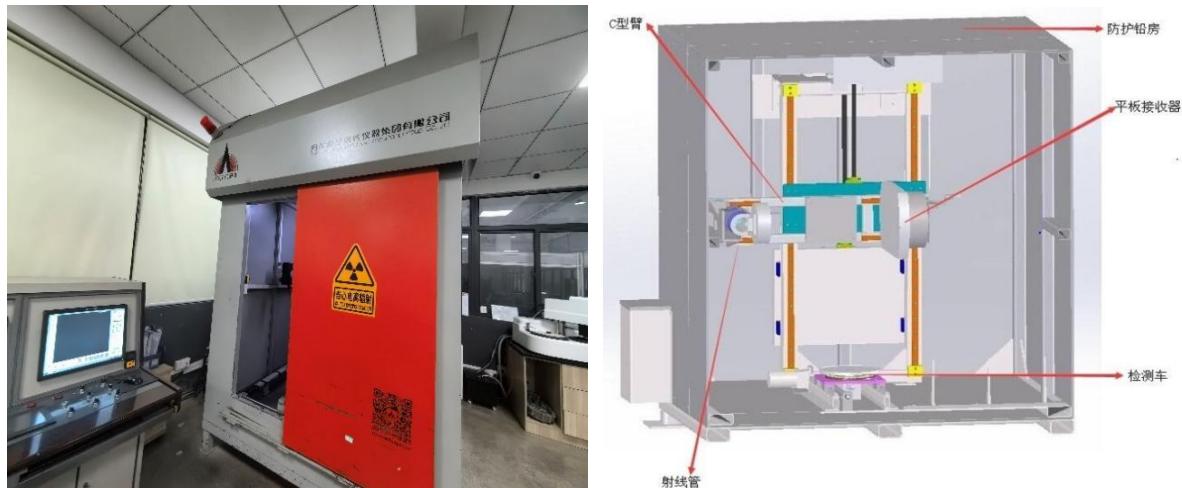


图 2-5 装置外观示意图

本项目 XYG-1610/5 型 X 射线数字成像检测系统实时成像原理。被检测工件在工件台上旋转一周，采用 X 射线对工件进行照射，当射线在穿透工件时，由于工件内部不同物质的衰减规律及分布情况不同，经 X 射线照射后会有不同程度的吸收，因此剩余射线量不同，再由探测器接收剩余射线量，采集 X 射线的光信号，经光电转化，由二极管接收，最后用计算机信息处理和图像采集，由此显示物体内部的详细信息，

## 续表 2 项目建设情况

通过采集的不同角度的图像(工件在旋转一周时会在不同角度都进行平面成像),由这些不同角度的平面图像进行信息叠加,因此建立三维模型,对三维数据进行提取、导出、编辑等处理。从而实现在不破坏工件的情况下,再现工件内部的立体结构,定量了解工件内部空隙结构的非均质变化程度,为工件的微观结构研究提供了很好的手段。

### 2.3.2 工艺流程

X 射线装置工作时,通过控制按钮打开工件门,工作人员只需在检测铅房外将待检工件放置在载物台上,无需进入检测铅房内部。具体工作流程如下:

- (1) 接通电源,在 X 射线关闭状态下,按动开门按钮,打开工件门;
- (2) 工作人员将待检工件放置在载物台上;
- (3) 按动关门按钮,关闭工件门;
- (4) 工作人员在操作台处通过控制系统调节载物台,使待检工件处在合适的检测位置;
- (5) 加高压、打开 X 射线出束开关,开始检测,检测期间 X 射线机发出 X 射线以及 X 射线电离检测铅房中的空气产生少量臭氧 ( $O_3$ ) 和氮氧化物 ( $NO_x$ );
- (6) 检测工件的内部结构以图像的形式显示在操作台的显示器上,若工件质量合格,则直接关闭射线,工件门打开,取出工件;若工件质量不合格,则进行缺陷分析,并出具检测报告,然后关闭射线,工件门打开,取出工件。

探伤工艺流程如图 2-6 所示。

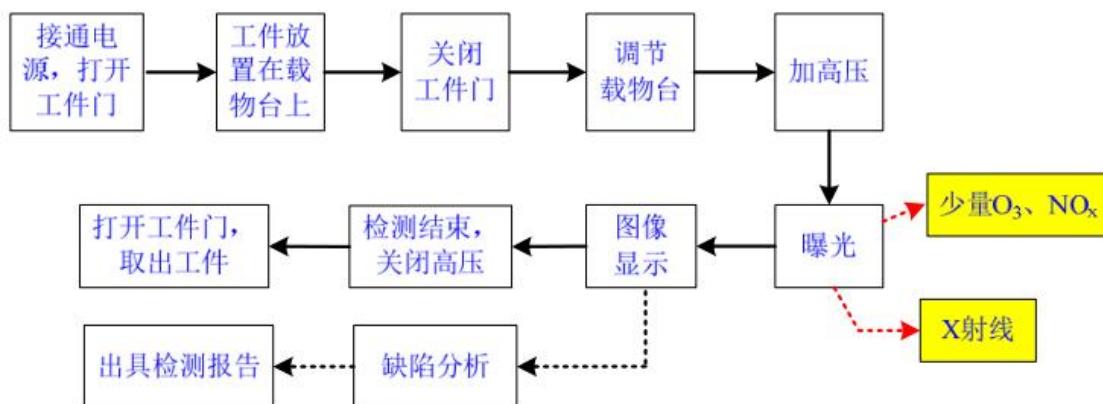


图 2-6 X 射线装置工艺流程及产污环节示意图

### 表 3 辐射安全与防护设施/措施

#### 3.1 场所布局

##### 3.1.1 辐射工作场所布局合理性分析

本项目 X 射线数字成像检测系统置于厂区 A 区 1 幢 1 层检测室内，其东侧 50m 范围内为厂区内部（依次为过道、毛胚周转区、不合格品处置区、产品检验包装区）；南侧 50m 范围内依次为检验室、办公室、楼梯间、道路、宁波碧海精工有限公司厂房；西侧 50m 范围内为厂区内部（依次为仓库、产品生产线）；北侧 50m 范围内为厂区内部（依次为过道、产品试验区、产品刻码区、楼梯间、道路）；楼上 2F 为样品室，无负 1F。设备周围 50 米评价范围内无环境敏感点，辐射工作场所布局合理。

##### 3.1.2 辐射工作场所分区管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，辐射工作场所依据管理的需要，可分为控制区、监督区。其划分原则如下：

（1）把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

（2）把未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划分为监督区。

根据控制区、监督区划分原则，及《工业探伤放射防护标准》GBZ117-2022，本项目对探伤工作场所实行分区管理。将 X 射线数字成像检测系统铅房内部区域划为控制区，将检测室除铅房以外的内部区域划为监督区。在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入，在探伤铅房防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；检测室设有门禁系统，在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留，监督区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。

#### 3.2 辐射安全及防护措施

##### （1）屏蔽设计

环评及验收探伤铅房屏蔽情况见表 3-1。

## 续表 3 辐射安全与防护设施/措施

表 3-1 探伤铅房屏蔽情况一览表

具体项目	具体内容
	环评阶段
设备型号	XYG-1610/5 型 X-ray 探伤机
外尺寸	1958mm (长) × 1832mm (宽) × 2128mm (高)
东侧 (主射面)	14mm 铅板+4mm 钢板
防护门、铅房控制柜	门洞规格 1485mm (高) × 778mm (宽), 铅门 1 扇, 规格为 1574mm (高) × 856mm (宽), 10mm 铅板+4mm 钢板 (10mmPb); 铅门与门口护边为迷宫式防护形式, 门口搭边 50mm
其余四面	10mm 铅板+4mm 钢板
底面	10mm 铅板+4mm 钢板
排风罩	10mm 铅板+4mm 钢板
电缆罩	10mm 铅板+4mm 钢板
具体项目	具体内容
	验收阶段
设备型号	XYG-1610/5 型 X 射线数字成像检测系统
外尺寸	1958mm (长) × 1832mm (宽) × 2128mm (高)
东侧 (主射面)	14mm 铅板+4mm 钢板
防护门、铅房控制柜	门洞规格 1485mm (高) × 778mm (宽), 铅门 1 扇, 规格为 1574mm (高) × 856mm (宽), 10mm 铅板+4mm 钢板 (10mmPb); 铅门与门口护边为迷宫式防护形式, 门口搭边 50mm
其余四面	10mm 铅板+4mm 钢板
底面	10mm 铅板+4mm 钢板
排风罩	10mm 铅板+4mm 钢板
电缆罩	10mm 铅板+4mm 钢板

### 续表 3 辐射安全与防护设施/措施

#### (2) 辐射防护措施

1、门-机连锁装置：本项目设置有门-机联锁装置，防护门关闭后才能进行探伤作业，如防护门在作业过程中被误打开，则系统自动关闭并停止出束，以保证人员安全。

2、工作状态指示灯：探伤铅房顶部设有 1 个警示灯，用于显示设备工作状态，并与探伤装置联锁，当防护门关闭时，工作状态指示灯亮起，当防护门开启时工作状态指示灯熄灭。

3、电离辐射警告标志：探伤铅房防护门上有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

4、紧急停机按钮：本项目已设置紧急停机按钮（探伤铅房内南侧防护墙 1 个，操作台 1 个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

5、视频监控系统：探伤铅房内设置有 1 个监控摄像头，在控制室的操作台设有专用的监视器，可监视探伤铅房内的探伤设备运行情况。

6、排风装置：探伤铅房内设置 1 套机械排风装置，通风孔位于铅房顶部，设置钢铅防护罩，避免朝向人员活动密集区。

7、电源锁：操作台处已设有电源锁，防止无关人员开启；同时设有电源指示灯、铅门开/关指示灯，方便操作人员知晓设备运行情况。

8、辐射报警装置配备：本项目配备了 1 台个人剂量报警仪，要求相关工作人员操作 X 射线装置进行无损检测时必须携带。

#### (3) 探伤装置的检查和维护

1、建设单位的日检，每次工作开始前进行检查的项目包括：

- a) X 射线数字成像检测系统各设备外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 安全联锁是否正常工作；
- d) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- e) 螺栓等连接件是否连接良好；
- f) 探伤铅房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

2、设备维护

### 续表 3 辐射安全与防护设施/措施

- a) 建设单位对探伤机的设备维护负责, 每年至少维护一次;
- b) 设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测;
- c) 当设备有故障或损坏, 需更换零部件时, 应保证所更换的零部件为合格产品;
- d) 应做好设备维护记录。

## 3.3 放射性三废的处理

### 3.3.1 主要污染源

#### (1) 放射性污染

由 X 射线数字成像检测系统工作原理可知, X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时 (曝光状态) 才会发出 X 射线。因此, 在开机曝光期间, X 射线成为污染环境的主要污染因子, 污染途径是 X 射线外照射。

#### (2) 非放射性污染

该公司 X 射线数字成像检测系统产生的 X 射线能使空气电离, 会产生少量臭氧和氮氧化物, 因此本项目 X 射线数字成像检测系统正常运行时会产生一定量的臭氧和氮氧化物, 其中, 臭氧的危害大, 产额高, 毒性大, 会对人体健康产生一定危害, 而氮氧化物的产率仅为臭氧产率的十分之一, 且国家对空气中臭氧浓度的标准严于氮氧化物, 因此, 在考虑有害气体的影响时仅考虑臭氧的影响。

### 3.3.2 污染物处理及排放

本项目 X 射线数字成像检测系统工作时主要是产生 X 射线, 对周围环境、工作人员和公众可造成放射性外照射危害, 根据射线的来源、作用机理及防护方法, 已采取屏蔽防护措施, 降低对周围环境及工作人员与公众的外照射影响。但在工作过程中也会产生少量的臭氧和氮氧化物, 可通过机械排风装置对机房内空气进行更新。

#### 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

本次验收项目环评文件《宁波遵航汽车零部件有限公司 X-ray 探伤机应用项目环境影响报告表》由卫康环保科技（浙江）有限公司编制。2024 年 8 月 21 日，宁波市生态环境局对该项目进行了批复，审批文号为：甬环建表〔2024〕24 号。

##### （1）环境影响报告表的主要结论

本项目环境影响评价文件《宁波遵航汽车零部件有限公司 X-ray 探伤机应用项目环境影响报告表》由卫康环保科技（浙江）有限公司于 2024 年 7 月完成编制。该项目环评结论：

宁波遵航汽车零部件有限公司 X-ray 探伤机应用项目在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理计划后，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

##### （2）“甬环建表〔2024〕24 号”批文审批决定

项目环评批复决定和环评相关要求落实情况见表 4-1~4-2。由表 4-1~4-2 可见，项目落实了环评及其批复提出的要求。

表 4.1 环评文件要求及其落实情况

项目	环评内容	验收情况
规模	1 台 X-ray 探伤机	与环评一致，1 台 XYG-1610/5 型 X 射线数字成像检测系统(最大管电压 160kV、最大管电流 5mA)
污染防治措施	本项目 X-ray 探伤机采用设备自带的防护铅房进行屏蔽，探伤铅房不设观察窗，可保障工作人员在操作设备过程中的安全。	符合环评要求。X 射线数字成像检测系统采用设备自带的防护铅房进行屏蔽，探伤铅房不设观察窗。
	本项目设置有门-机联锁装置，防护门开启状态下，X-ray 探伤机不能加高压出束。X-ray 探伤机出束状态下防护门被开启，X-ray 探伤机自动切断高压停止出束。	符合环评要求。铅房已设置有门-机联锁装置，防护门关闭后才能进行探伤作业，如防护门在作业过程中被误打开，则系统自动关闭并停止出束。
	探伤铅房顶部设有 1 个警示灯，用于显示设备工作状态。警示灯与防护门联锁，当防护门关闭时，工作状态指示灯亮起，当防护门开启时工作状态指示灯熄灭。	符合环评要求。探伤铅房顶部设有 1 个警示灯，用于显示设备工作状态。警示灯与防护门联锁，当防护门关闭时，工作状态指示灯亮起，当防护门开启时工作状态指示灯熄灭。

## 续表 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

续表 4.1 环评文件要求及其落实情况		
项目	环评内容	验收情况
污染防治措施	探伤铅房内设置 1 个监控摄像头, 在操作台有专用的监视器, 可监视探伤铅房内的探伤设备运行情况。	符合环评要求。探伤铅房内设置 1 个监控摄像头, 在操作台有专用的监视器, 可监视探伤铅房内的探伤设备运行情况。
	探伤铅房防护门上有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	符合环评要求。探伤铅房防护门上有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。
	设置 2 个紧急停机按钮(探伤铅房南侧防护墙内 1 个, 操作台 1 个), 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。	符合环评要求。X 射线数字成像检测系统已设置紧急停机按钮(探伤铅房南侧防护墙内 1 个, 操作台 1 个)。
	探伤铅房顶部设置 1 台排风扇, 管道从铅房西北侧上方排风口引出探伤铅房, 排风口设置 4mm 钢板+10mm 铅板防护罩, 避免朝向人员活动密集区, 每小时有效通风换气次数为 37 次, 满足不小于 3 次的要求。	符合环评要求。探伤铅房顶部设置有 1 台排风扇, 管道从铅房西北侧上方排风口引出探伤铅房, 排风口设置 4mm 钢板+10mm 铅板防护罩, 每小时有效通风换气次数为 37 次。
	探伤铅房墙体北侧下方设有专用电缆口, 连通配电箱, 电缆口处设置 4mm 钢板+10mm 铅板防护罩。	符合环评要求。探伤铅房墙体北侧下方设有专用电缆口, 连通配电箱, 电缆口处设置 4mm 钢板+10mm 铅板防护罩。
	操作台处已设有电源锁, 防止无关人员开启; 同时设有电源指示灯、铅门开/关指示灯, 方便操作人员知晓设备运行情况。	符合环评要求。操作台处已设有电源锁、电源指示灯、铅门开/关指示灯。
辐射环境管理要求	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》、《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训考核工作有关事项的通知》等有关法律法规要求, 使用 II、III 类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构, 应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构, 或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作; 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	符合环评要求。公司已成立了辐射安全防护小组; 配备的 2 名辐射工作人员均经培训考核后上岗, 并进行了上岗前的职业健康检查, 建立了个人剂量档案和职业健康档案。

## 续表 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

续表 4.1 环评文件要求及其落实情况

项目	环评内容	验收情况
辐射环境管理要求	根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(2019年,第57号)的相关要求,自2020年1月1日起,新从事辐射活动的人员,以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员,应当到生态环境部培训平台( <a href="http://fushe.mee.gov.cn">http://fushe.mee.gov.cn</a> )自主培训并参加考核取得成绩单,经考核合格后方可上岗,并按时接受再培训。2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。	符合环评要求。公司新增的2名辐射工作人员,由公司参加生态环境部组织的辐射安全与防护平台自主学习,均考核合格后上岗,并按时每五年重新进行考核。
	辐射工作人员应配备个人剂量计,每三个月委托有资质单位进行个人剂量检测,并建立个人剂量档案;应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查,在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查,建立完整的职业健康档案。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁,或者停止辐射工作30年;职业健康档案应终生保存。	符合环评要求。辐射工作人员均已配备个人剂量计,个人剂量仪每3个月到相关部门检测一次,并建立了个人剂量档案。个人剂量档案终生保存。
	辐射工作人员的职业健康档案记录、人员辐射安全与防护考核成绩单、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一。	符合环评要求。辐射工作人员的职业健康档案记录、人员辐射安全与防护考核成绩单、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息均统一。
	宁波遵航汽车零部件有限公司拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定相关的辐射安全管理制制度,主要有《辐射安全管理规定》、《辐射防护和安全保卫制度》、《X射线探伤机检测安全技术操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《X射线机设备检修和维护制度》、《安全培训管理制度》、《放射工作场所监测制度》及《辐射事故应急预案》。	符合环评要求。公司已制定《辐射事故应急处理预案》、《辐射防护和安全管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射环境监测计划》、《健康管理及安全培训制度》、《设备检修和维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《转让、变更及注销制度》、《自行检查和年度评估制度》、《工业射线数字影像检测系统操作规程》和《辐射工作安全责任书》等。
	根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》,建设单位应配备1台X-γ辐射剂量率巡检仪,配备2台个人剂量报警仪,每名辐射工作人员均配备个人剂量计,并建立个人剂量档案。	符合环评要求。公司已为辐射工作人员配置1台个人剂量报警仪和2支个人剂量计。
	辐射工作人员工作时要求佩戴个人剂量计,每三个月委托有资质单位进行个人剂量检测,并建立个人剂量档案。个人剂量监测档案包括辐射操作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。	符合环评要求。辐射工作人员工作时要求佩戴个人剂量计,每三个月委托有资质单位进行个人剂量检测,并建立个人剂量档案。

## 续表 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

续表 4.1 环评文件要求及其落实情况

项目	环评内容	验收情况
辐射环境管理要求	建设单位每年须委托有资质的单位对辐射工作场所及周围环境进行辐射环境监测，监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存，监测数据纳入年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报原发证机关。X-ray 探伤机进行维修前后，应分别进行一次监测。	符合环评要求。公司将定期（每年 1 次）委托有资质的单位对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立监测档案，监测数据纳入年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报原发证机关。
	根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中第十二条规定及原环保部信息管理要求，建设单位应对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。	符合环评要求。公司已制定《自行检查和年度评估制度》，对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。
	根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》中第四十一条的规定，建设单位应根据可能产生的辐射事故风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备。	符合环评要求。公司已制定《辐射事故应急处理预案》，每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练。
	宁波遵航汽车零部件有限公司应根据项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。	符合环评要求。公司目前正按照规定对配套建设的辐射环境保护设施进行验收。

## 续表 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

表 4.2 环评批复要求及其落实情况

环评批复要求	环评批复要求落实情况
<p>一、须严格遵守法律法规及技术规范等规定，落实相关污染防治措施和辐射环境管理要求，包括但不限于《报告表》提出的各项污染防治对策等，确保项目运行对周围环境造成的影响符合辐射环境保护要求。</p> <p>二、加强射线装置的安全和防护管理。认真落实辐射安全与防护措施，实施各项辐射管理规章制度及操作规程，建立健全台账管理，完善辐射工作人员个人剂量管控和培训管理等工作，完善辐射事故应急预案并定期开展演练，严防辐射事故发生。</p> <p>三、每年对辐射安全工作进行评估，发现安全隐患的，应当立即整改，并建立相关档案。年度评估报告定期上报生态环境部门。</p> <p>四、严格执行环保“三同时”制度，依法申领辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的要求做好竣工环境保护验收工作，经验收合格，方可投入使用。</p>	<p>已落实。</p> <p>一、公司已落实《报告表》提出的各项污染防治措施、辐射环境管理和监测计划的有关要求，确保项目运行对周围环境造成的影响能符合辐射环境保护的要求。</p> <p>二、公司已建立了《辐射防护和安全管理制度》，认真落实了辐射安全与防护措施，落实了各项辐射管理制度，建立健全台账。完善了辐射工作人员个人剂量管控和培训管理等工作，完善了辐射事故应急预案并定期开展演练，严防辐射事故发生。</p> <p>三、公司已制定《自行检查和年度评估制度》，每年对辐射安全工作进行评估，发现安全隐患的，立即整改，并建立相关档案。年度评估报告定期上报生态环境部门。</p> <p>四、项目已严格执行环保“三同时”制度。目前正按照规定对配套建设的辐射环境保护设施进行验收。</p>

#### 续表 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

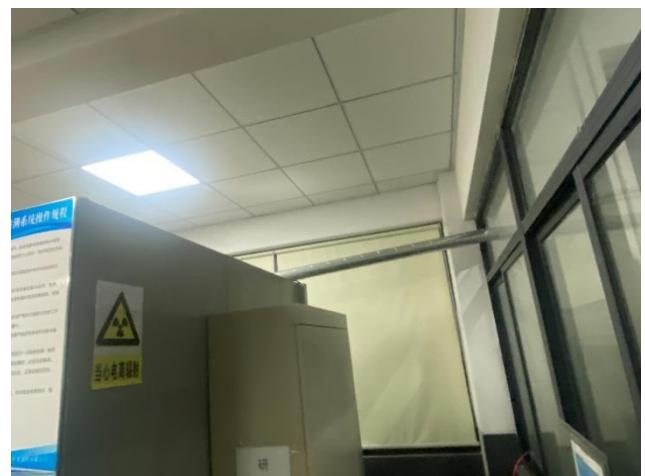
部分环保设施和环保措施落实情况图



设备外观和内部结构



操作台、急停按钮

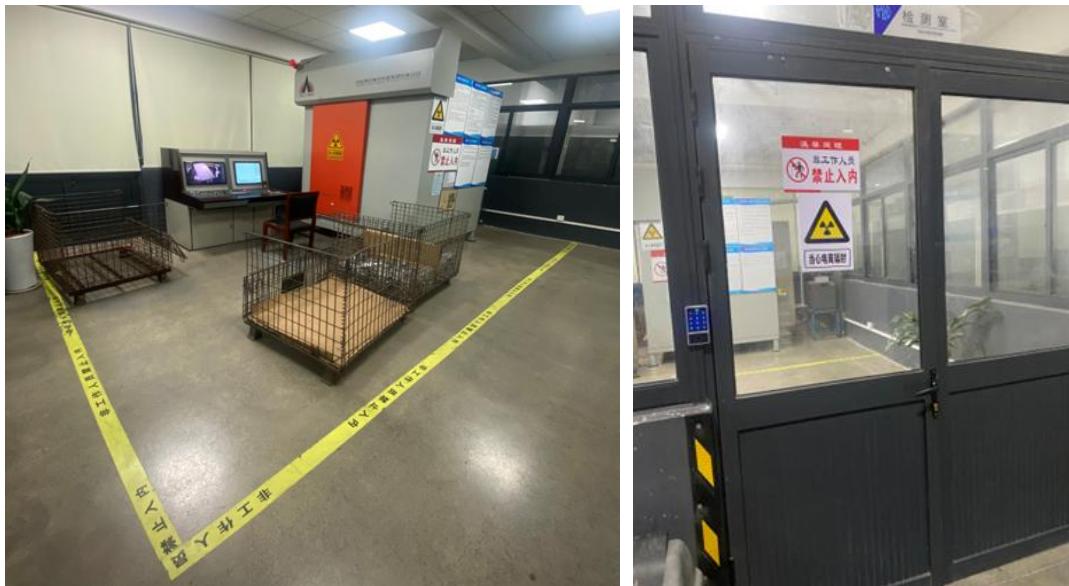


排风装置

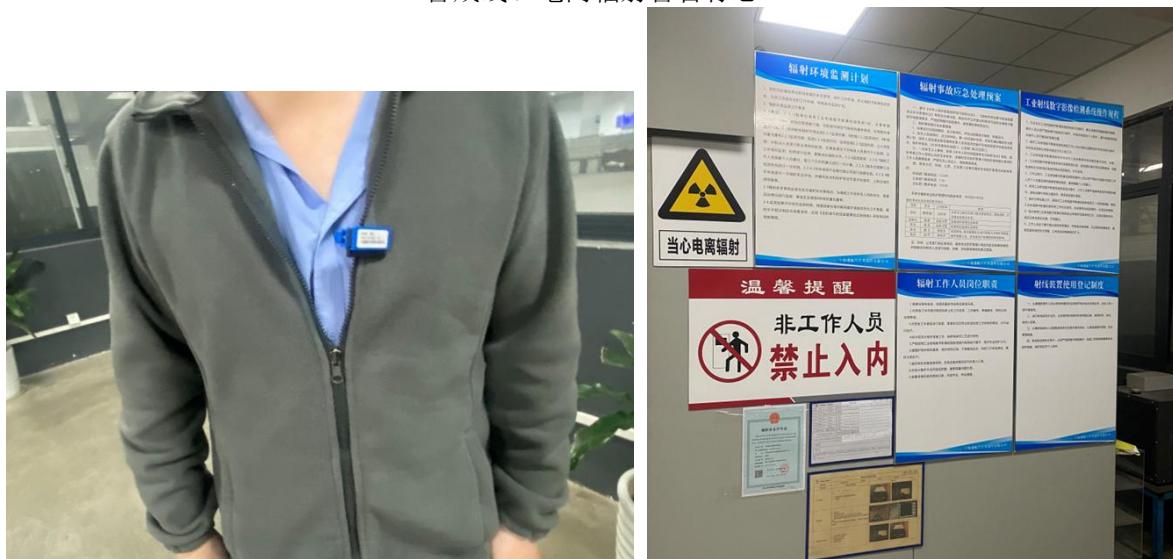
#### 续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定



视频监控、个人剂量报警仪



警戒线、电离辐射警告标志



个人剂量计、规章制度

**表 5 验收监测质量保证及质量控制**

### 5.1 监测分析方法

监测布点和测量方法选用目前国家和行业有关规范和标准。本次验收监测方法依据的规范、标准：

《辐射环境监测技术规范》，HJ 61-2021

《工业探伤放射防护要求》，GBZ 117-2022

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002

### 5.2 监测仪器

监测仪器参数及检定情况见表 5-1。

**表 5-1 监测仪器参数及检定情况**

检测仪器	X、 $\gamma$ 辐射剂量率仪
型号编号	AT1121/2018003
有效量程	50nSv/h~10Sv/h, 10nSv~10Sv
能量响应	25keV~10MeV
检定证书编号	2024H21-10-5588250002
检定机构	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定证书有效期	2024.11.06-2025.11.05

### 5.3 监测人员能力

参加本次现场监测的人员，均经过培训机构的监测技术培训，并经考核合格，持证上岗。监测报告审核人员均经授权。

### 5.4 实验室认可认证

验收监测单位浙江环安检测有限公司建立了质量管理体系，通过了浙江省计量认证。验收监测工作遵循本单位质量手册、程序文件、实施细则、操作规程。制定并组织实施年度监测质量保证和质量控制计划。监测报告实行审查制度。

表 6 验收监测内容

### 6.1 监测因子及频次

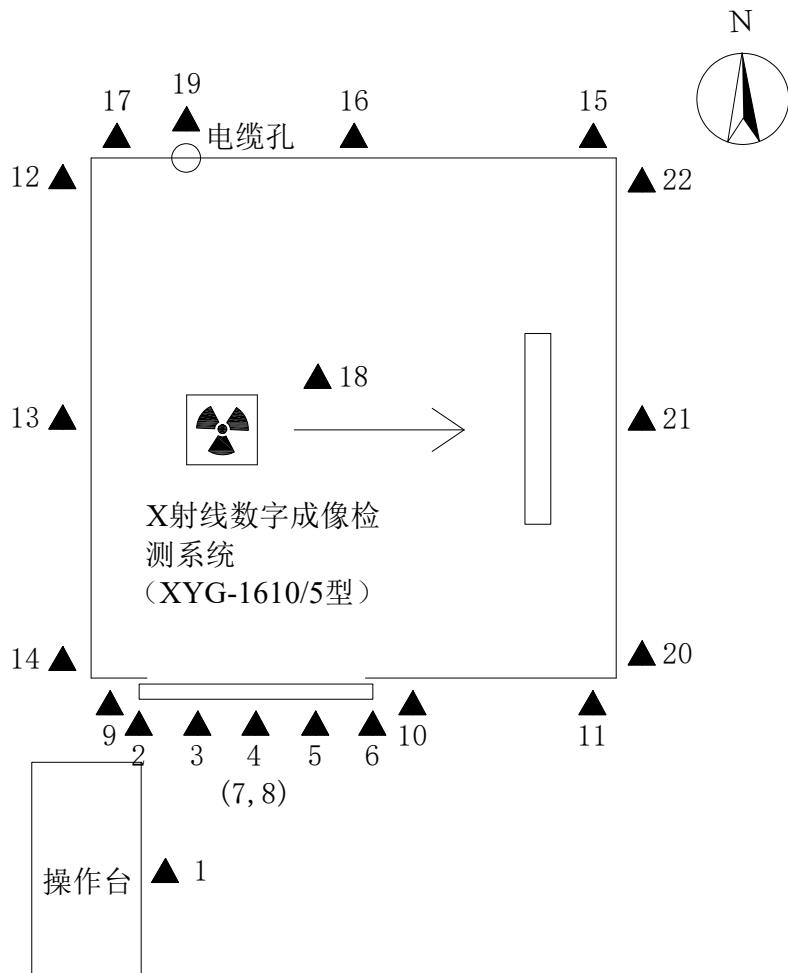
为掌握本项目探伤机使用场所周围辐射环境水平,浙江环安检测有限公司于 2024 年 12 月 11 日对本项目探伤机使用场所周围辐射环境进行了监测。

监测因子: X 射线剂量率、 $\gamma$  射线剂量率。

监测频次: 在正常工况下测量一次,每次读 10 个数,取其平均值的校正值作为测量结果。

### 6.2 监测布点

根据现场条件,进行全面、合理布点;重点考虑工作人员长时间工作的场所和其他公众可能到达的场所。监测点位图见图 6-1~图 6-2。



备注: ▲—监测点 —射线装置

图 6-1 检测室屏蔽体外辐射环境监测点布置平面图

### 续表 6 验收监测内容



图 6-2 厂界周围环境监测点布置平面图

表 7 验收监测

### 7.1 验收监测期间运行工况记录

浙江环安检测有限公司于 2024 年 12 月 11 日对宁波遵航汽车零部件有限公司检测室屏蔽体外及厂界周围环境辐射环境水平进行监测。监测条件为该探伤机日常运行最高条件。

监测条件：160kV、1.6mA，射线定向朝东。

### 7.2 验收监测结果

本项目验收监测结果见表 7.1~表 7.2，该结果表明：该公司 XYG-1610/5 型 X 射线数字成像检测系统在相应的曝光工作条件下，其工作人员操作位及周围环境的辐射水平均符合《工业探伤放射防护要求》（GBZ 117-2022）的相关要求。

表 7.1 检测室屏蔽体外周围环境监测结果

a、射线装置运行时监测条件：160kV、1.6mA，有工件，射线定向朝东

点号	监测点位置	监测结果 (nSv/h)			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
1	工作人员操作位	132	2	153	3
2	工件进出门（左侧）门缝外 30cm	129	4	152	5
3	工件进出门（左侧）外 30cm	131	3	155	3
4	工件进出门（中部）外 30cm	133	3	150	4
5	工件进出门（右侧）外 30cm	131	2	152	2
6	工件进出门（右侧）门缝外 30cm	131	3	153	3
7	工件进出门（上侧）门缝外 30cm	132	2	154	3
8	工件进出门（下侧）门缝外 30cm	132	3	153	4
9	屏蔽体南面（左侧）外 30cm	133	3	151	4
10	屏蔽体南面（中部）外 30cm	131	4	151	3
11	屏蔽体南面（右侧）外 30cm	131	2	152	2
12	屏蔽体西面（左侧）外 30cm	132	2	153	3
13	屏蔽体西面（中部）外 30cm	132	3	152	2
14	屏蔽体西面（右侧）外 30cm	130	4	153	3
15	屏蔽体北面（左侧）外 30cm	131	4	151	4
16	屏蔽体北面（中部）外 30cm	131	5	153	5
17	屏蔽体北面（右侧）外 30cm	130	2	152	1
18	屏蔽体楼上外 30cm	133	3	153	2
19	电缆孔外 30cm	132	2	$0.31 \times 10^3$	0.01

注：以上监测结果均未扣除宇宙射线的响应值。校正值=测量示值平均值×校准因子，校准因子见监测仪器校准证书。以下同。

## 续表 7 验收监测

b、射线装置运行时监测条件: 160kV、1.6mA, 无工件空曝, 射线定向朝东

点号	监测点位置	监测结果 (nSv/h)			
		射线装置未运行时		射线装置运行时	
		校正值	标准差	校正值	标准差
20	屏蔽体东面 (左侧) 外 30cm	131	3	154	4
21	屏蔽体东面 (中部) 外 30cm	134	3	152	4
22	屏蔽体东面 (右侧) 外 30cm	132	4	153	5

表 7.2 厂界周围环境  $\gamma$  射线剂量率监测结果

点号	监测点位置	监测结果 (nSv/h)	
		校正值	标准差
1	厂界东侧	129	2
2	厂界南侧	127	3
3	厂界西侧	129	1
4	厂界北侧	128	4

## 7.3 剂量监测和估算结果

按照环评报告中的计算公式 (UNSCEAR--2000 年报告附录 A), 计算 X- $\gamma$  射线产生的外照射人均年有效剂量:

$$H_{E\cdot r} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} (\text{mSv}) \quad (1)$$

其中:

$H_{E\cdot r}$ : X- $\gamma$  射线外照射人均年有效剂量, mSv;

$D_r$ : X- $\gamma$  射线空气吸收剂量当量率, nGy/h;

$t$ : X- $\gamma$  照射时间, 小时;

0.7: 剂量换算系数, Sv/Gy。

由于本项目所用仪器已经通过其内置的测量常数将 X- $\gamma$  射线空气吸收剂量率  $D_r$  转化为光子剂量当量率  $H^*(10)$  的显示读数, 因此计量评估公式 (1) 可以简化为运行实用量  $H^*(10)$  来保守评估计算  $H_{E\cdot r}$ :

$$H_{E\cdot r} = H^*(10) \times t \times 10^{-6} (\text{mSv}) \quad (2)$$

其中:

$H^*(10)$ : 周围剂量当量率, nSv/h。

## 7.3.1 由监测数据估算

## 续表 7 验收监测

根据现场监测结果,结合公司现场实际情况,开机后检测室周围警戒线内严禁人员靠近,操作人员在操作位操作,保守估计公司探伤机年运行时间约 46.8 小时,按照每次曝光 3 秒,平均每天检测工件 6 件,年工作 312 天计算;工作人员操作位测得 X 射线剂量率开机状态时最高为 153nSv/h,关机状态时为 132nSv/h。

根据监测结果和公式:保守计算出这位工作人员接受的附加年有效剂量约为:  $(153-132) \times 10^{-6} \times 200 = 0.0042 \text{mSv}$ 。远低于辐射工作人员职业照射的年剂量管理限值 (5mSv),符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中关于“剂量限值”的要求。

### 7.3.2 由辐射工作人员个人剂量监测结果估算

公司辐射工作人员个人剂量监测委托有资质的浙江环安检测有限公司承担,每 3 个月为一个测量周期。个人剂量监测开展未满一个季度,结果暂未出具。根据公司提供的相关信息,本项目相关的辐射工作人员信息见表 7.3。

### 7.3.3 公众附加剂量

探伤机位于公司划分的控制区内,因公司有严格的辐射管理制度,并在防护门外和工作位外设置了警示牌,非辐射工作人员一般不进入该区域内。另管理人员到工作场所检查指导工作的时间较短,因此公众成员所接受的附加年有效剂量可忽略不计。

表 7.3 本项目辐射工作人员相关信息

序号	姓名	性别	最近一次培训时间	最近一次体检时间
1	杨飞	男	2024.06.07	2024.02.04~2024.02.17
2	孙平	男	2024.06.07	2024.02.04~2024.02.17

表 8 验收监测结论

### 8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况

项目建设落实了安全防护、环境保护“三同时”制度。有关工作场所安全防护设计、个人防护用品配置、监控系统配置等按相关标准规范要求进行设计、建设，并与主体工程同时投入使用；环境影响评价文件及其审批文件中要求的防护安全和环境保护措施已落实。

### 8.2 污染物排放监测结果

(1) 据现场监测和检查结果，该项目在正常运行工况下，辐射工作人员接受的附加年有效剂量远低于辐射工作人员职业照射的剂量管理限值（5mSv），公众所受辐射照射远低于公众的剂量管理限值（0.25mSv），均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关要求。

(3) 本项目探伤室内设有机械排风系统，可有效将探伤室内臭氧排出，能满足相关要求。

### 8.3 工程建设对环境的影响

根据监测结果和公式估算结果表明，辐射工作人员年有效剂量约为 0.042mSv，小于职业辐射工作人员 5mSv 的个人剂量管理限值；公众所受辐射照射远低于公众的剂量管理限值（0.25mSv）。因此该项目所致的工作人员职业照射和公众照射个人年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的职业照射和公众照射年有效剂量限值要求。

### 8.4 辐射安全防护、环境保护管理

(1) 宁波遵航汽车零部件有限公司 X-ray 探伤机应用项目落实了环境影响评价制度，该项目环评报告及其批复中的要求已基本落实。

(2) 现场监测结果表明，1 台 XYG-1610/5 型 X 射线数字成像检测系统在相应的曝光工作条件下，其工作人员操作位及周围环境的辐射水平均符合《工业探伤放射防护要求》（GBZ 117-2022）的相关要求。

### 续表 8 验收监测结论

(3) 公司成立了辐射安全防护小组，制定了各项辐射防护管理制度，制度内容较全面，管理措施有效。

(4) 公司已为辐射工作人员进行了职业健康体检、个人剂量监测和辐射安全培训，制定了年度评估报告制度。

综上所述，宁波遵航汽车零部件有限公司 X-ray 探伤机应用项目基本符合相关规定，具备竣工验收条件。