

宁波旭升集团股份有限公司
X射线实时成像检测系统扩建项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：宁波旭升集团股份有限公司

编制单位：浙江环安检测有限公司

二〇二四年十月

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	10
2.1 项目建设内容	10
2.2 源项情况	16
2.3 工程设备与工艺分析	18
表 3 辐射安全与防护设施/措施	21
3.1 场所布局	21
3.2 辐射安全及防护措施	21
3.3 放射性三废的处理	26
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	27
表 5 验收监测质量保证及质量控制	38
5.1 监测分析方法	38
5.2 监测仪器	38
5.3 监测人员能力	38
5.4 实验室认可认证	38
表 6 验收监测内容	39
6.1 监测因子及频次	39
6.2 监测布点	39
表 7 验收监测	43
7.1 验收监测期间运行工况记录	43
7.2 验收监测结果	43
7.3 剂量监测和估算结果	47
表 8 验收监测结论	49
8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况	49
8.2 污染物排放监测结果	49
8.3 工程建设对环境的影响	49
8.4 辐射安全防护、环境保护管理	49
附件 1：环境影响报告表审批意见	51

表 1 项目基本情况

建设项目名称		宁波旭升集团股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建项目			
建设单位名称		宁波旭升集团股份有限公司			
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建			
建设地点		(1) 四厂区：浙江省宁波市北仑区大碶璎珞河路 108 号 (2) 七厂区：浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 159 号 (3) 九厂区：浙江省宁波市北仑区柴桥扬舟岙路 158 号			
源项		放射源		/	
		非密封放射性物质		/	
		射线装置		3 台工业用 X 射线探伤装置	
建设项目环评批复时间		2024 年 04 月 24 日	开工建设时间		2024 年 05 月
取得辐射安全许可证时间		2024 年 06 月 05 日	项目投入运行时间		2024 年 7 月
辐射安全与防护设施投入运行时间		2024 年 7 月	验收现场监测时间		2024 年 09 月 13 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）	580	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）		20	比例 3.4%
实际总概算（万元）	565	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）		18	比例 3.2%

<p>验收依据</p>	<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<射线装置分类>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>
-------------	---

<p>验收依据</p>	<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γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(14) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022);</p> <p>(15) 《宁波旭升集团股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建项目环境影响报告表》,卫康环保科技(浙江)有限公司,2024年4月;</p> <p>(16) 《宁波市生态环境局关于宁波旭升集团股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建项目环境影响报告表的审查意见》(甬环建表[2024]10号),宁波市生态环境局,2024年4月24日。</p>
-------------	--

<p>验收执行标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)</p> <p>4.3.3 防护与安全的最优化</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>B1 剂量限值</p> <p>B1.1 职业照射</p> <p>B1.1.1 剂量限值</p> <p>B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，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： 职业照射剂量限值：20mSv/a；剂量约束值：5mSv/a。</p> <p>B1.2 公众照射</p> <p>B1.2.1 剂量限值</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： 公众照射剂量限值：1mSv/a；剂量约束值：0.25mSv/a。</p>
---------------	---

<p>验收执行标准</p>	<p style="text-align: center;">(2) 《工业探伤放射防护标准》 (GBZ 117-2022)</p> <p>本标准规定了 X 射线和 γ 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 γ 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 style="text-align: center;">6 固定式探伤的放射防护要求</p> <p style="text-align: center;">6.1 探伤室放射防护要求</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> <p>a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平, 对放射工作场所, 其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$, 对公众场所, 其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$;</p> <p>b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:</p> <p>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;</p> <p>b) 对没有人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p>
----------------------	---

<p>验收执行标准</p>	<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>6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求</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</p>
----------------------	--

<p>验收执行标准</p>	<p>量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 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-γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ 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>6.3 探伤设施的退役</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> <p>a) 有使用价值的 γ 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。</p> <p>b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与 γ 射线源一样对待。</p> <p>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。</p>
----------------------	---

<p>验收执行标准</p>	<p>d) 包含低活度 γ 射线源的管道爬行器，应按照相关要求执行</p> <p>8 放射防护检测</p> <p>8.3 探伤室放射防护检测</p> <p>8.3.5 结果评价</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>(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)。</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>3 探伤室屏蔽要求</p> <p>3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平</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 H_c：</p> <p>H_c 为上述 a) 中的 $H_{c,d}$ 和 b) 中的 $H_{c,max}$ 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 100μSv/h。</p> <p>3.2 需要屏蔽的辐射</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 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。</p>
---------------	---

<p>验收执行标准</p>	<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什值层厚度（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>3.3 其他要求</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

宁波旭升集团股份有限公司（以下简称“公司”）成立于 2003 年 8 月 25 日，注册地址为浙江省宁波市北仑区沿山河南路 68 号，主要从事汽车零部件及配件制造、汽车零部件研发等。公司于宁波市北仑区共设有九个厂区从事生产活动。

2.1.2 项目建设目的和任务由来

因发展需要，宁波旭升集团股份有限公司于宁波市北仑区所设厂区内新增三台 X 射线实时成像检测系统以对自生产的汽配件进行无损检测，主要包括：①于四厂区（大碶璎珞河路 108 号）新增一台 UND160 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）；②于七厂区（柴桥扬舟岙路 159 号）新增一台 FSX-T225-P4343DDC 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）；③于九厂区（柴桥扬舟岙路 158 号）新增一台 UND160 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）。

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 4 月完成了本项目的辐射环境影响评价；2024 年 4 月 24 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〕10 号），通过环评审批项目具体内容为：在宁波市北仑区大碶璎珞河路 108 号（四厂区）、柴桥杨舟岙路 158 号（九厂区）、159 号（七厂区）各新增 1 台 X 射线实时成像检测系统，主要用于对自生产的汽配件进行无损检测。四厂区实时成像检测系统型号 UND160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA；七厂区实时成像检测系统型号 FSX-T225-P4343DDC 型，最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA；九厂区实时成像检测系统型号 UND160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA，均属 II 类射线装置，并自带屏蔽铅房。

本次验收规模为：在宁波市北仑区大碶璎珞河路 108 号（四厂区）新增 1 台 UND160 型 X 射线数字成像检测设备（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）；在柴桥杨舟岙路 158 号（九厂区）新增 1 台 UND160 型 X 射线数字成像检测设备（最大管

续表 2 项目建设情况

电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）；在柴桥杨舟岙路 159 号（七厂区）新增 1 台 FSX-T225-P4343DDC 型大型旋转柜式 X 光机（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）。

2024 年 6 月 5 日，公司重新申领了《辐射安全许可证》（浙环辐证 [B2816]），许可种类和范围为：使用 II 类射线装置；有效期至 2029 年 6 月 4 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旭升集团股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建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。

受公司的委托，浙江环安检测有限公司于 2024 年 9 月 13 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

宁波旭升集团股份有限公司位于浙江省宁波市北仑区沿山河南路 68 号，项目建设地点为浙江省宁波市北仑区大碶璎珞河路 108 号（四厂区）、柴桥杨舟岙路 158 号（九厂区）、柴桥杨舟岙路 159 号（七厂区）。四厂区东侧隔璎珞河路自北向南依次为宁波图冠精密模具有限公司、宁波水上貂渔具有限公司、宁波星源卓镁技术股份有限公司二厂区，南侧为宁波旭升集团股份有限公司三厂区，西南侧为浙江华朔科技股份有限公司三厂区，；西侧为浙江辉旺机械科技股份有限公司二厂区；北侧隔育王山路自西向东依此为宁波万隆模塑成型有限公司、宁波市北仑海普汽配有限公司、宁波市圣威模具制造有限公司；九厂区东侧隔杨舟岙路自北向南依次为宁波旭升集团股份有限公司八厂区、浙江信宇建设集团有限公司施工大楼；南侧自西向东依次为优旺石化共享加油 6 号站、山体；西侧隔永丰塘路为宁波伟浩汽车服务有限公司；北侧隔横四路为北云飞创现代产业园；七厂区东侧为宁波爱富伦特物流有限公司；南侧自西向东依次为宁波旭升集团股份有限公司八厂区、山体；西侧隔杨舟岙路为北云飞创现代产业园；西北侧为宁波旭升集团股份有限公司六厂区；北侧隔横二路为宁波长胜货柜

续表 2 项目建设情况

有限公司。项目地理位置见图 2-1，厂区平面布置图见图 2-2~图 2-4。



图 2-1 项目地理位置图

续表 2 项目建设情况



图 2-3 九厂区平面布置图

续表 2 项目建设情况



图 2-4 七厂区平面布置图

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
①于四厂区（大碇璎珞河路 108 号）新增一台 UND160 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）；②于七厂区（柴桥扬舟岙路 159 号）新增一台 FSX-T225-P4343DDC 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）；③于九厂区（柴桥扬舟岙路 158 号）新增一台 UND160 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）。	在宁波市北仑区大碇璎珞河路 108 号（四厂区）、柴桥杨舟岙路 158 号（九厂区）、159 号（七厂区）各新增 1 台 X 射线实时成像检测系统，主要用于对自生产的汽配件进行无损检测。四厂区实时成像检测系统型号 UND160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA；七厂区实时成像检测系统型号 FSX-T225-P4343DDC 型，最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA；九厂区实时成像检测系统型号 UND160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA，均属 II 类射线装置，并自带屏蔽铅房。	在宁波市北仑区大碇璎珞河路 108 号（四厂区）新增 1 台 UND160 型 X 射线数字成像检测设备（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）；在柴桥杨舟岙路 158 号（九厂区）新增 1 台 UND160 型 X 射线数字成像检测设备（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）；在柴桥杨舟岙路 159 号（七厂区）新增 1 台 FSX-T225-P4343DDC 型大型旋转柜式 X 光机（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）。

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 3 台工业用 X 射线探伤装置。

续表 2 项目建设情况

表 2.2 公司本次环评及验收源项一览表

	设备名称	类别	型号	数量 (台)	主要技术参数	工作场所	用途
环评 规模	X 射线实时成像检测系统	II 类	UND160 型	1	160kV、11.25mA	四厂区压铸车间	无损检测
	X 射线实时成像检测系统	II 类	UND160 型	1	160kV、11.25mA	九厂区压铸车间	无损检测
	X 射线实时成像检测系统	II 类	FSX-T225-P4343DDC 型	1	225kV、8mA	七厂区 3#车间 X 光探伤室	无损检测
	设备名称	类别	型号	数量 (台)	主要技术参数	工作场所	用途
验收 规模	X 射线数字成像检测设备	II 类	UND160 型	1	160kV、11.25mA	四厂区压铸车间	无损检测
	X 射线数字成像检测设备	II 类	UND160 型	1	160kV、11.25mA	九厂区压铸车间	无损检测
	大型旋转柜式 X 光机	II 类	FSX-T225-P4343DDC 型	1	225kV、8mA	七厂区 3#车间 X 光探伤室	无损检测

续表 2 项目建设情况

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 设备组成及工作原理

X 射线实时成像检测设备能够实时观测到工件的检测图像，从而判定内部是否存在缺陷及缺陷类型和等级，同时通过计算机图像处理系统完成对图像的存储和处理，以提高图像的清晰度，保证评定的准确性。

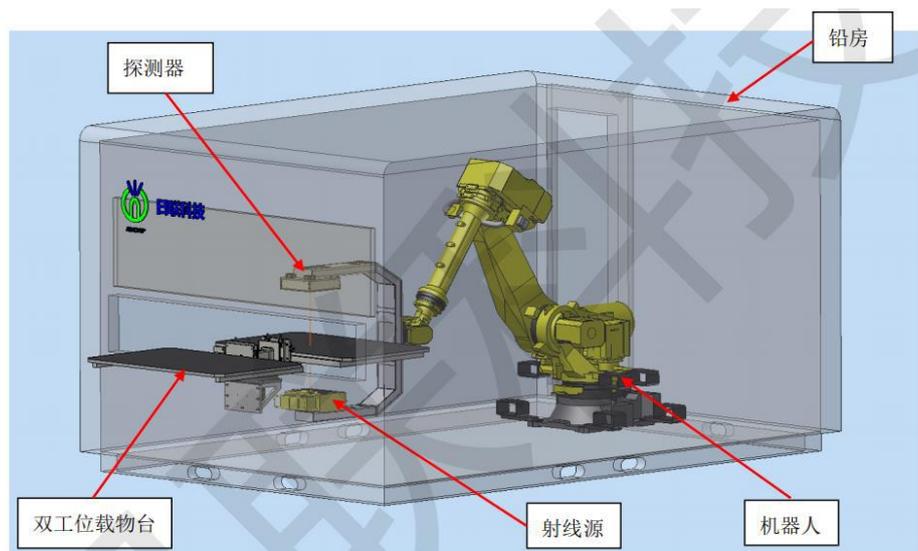


图 2-5 本项目四厂区 X 射线实时成像检测系统外观示意图

本项目四厂区与九厂区配置的 X 射线实时成像检测设备由 X 射线系统、图像显示及处理系统、控制台、机械运动系统、射线防护系统及运动控制系统组成（设备外观示意图分别见图 2-5、图 2-7）。七厂区配置的 X 射线实时成像检测设备主要由 X 射线系统、控制台、平板探测器、图像处理系统、监控系统、防护系统以及检测平台与传送系统组成（外观示意图见图 2-6）。



图 2-6 本项目七厂区 X 射线实时成像检测系统外观示意图

续表 2 项目建设情况

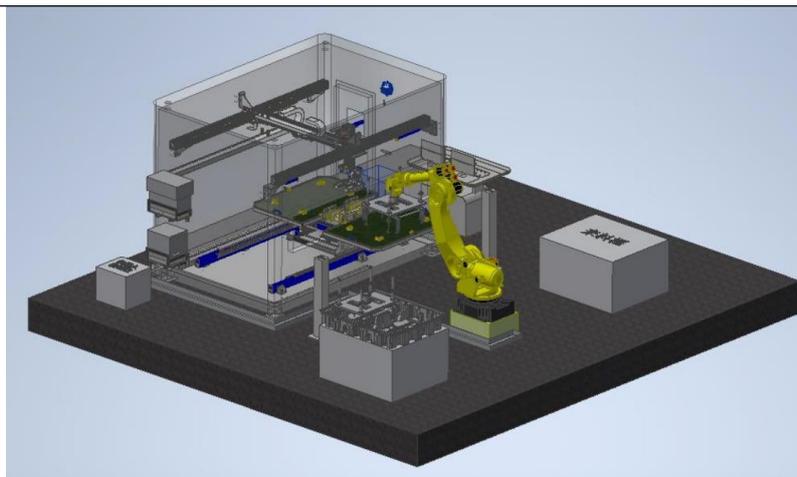


图 2-7 本项目九厂区 X 射线实时成像检测系统外观示意图

X 射线实时成像检测系统是新一代的无损检测设备，以数字成像的技术，取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检物体后衰减，由图像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。

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 2-8 所示。

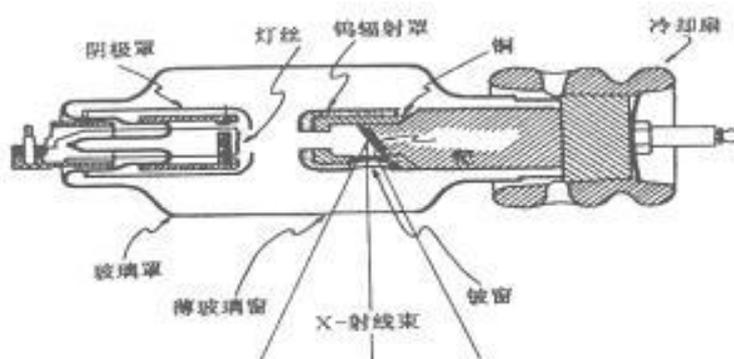


图2-8 典型的X射线管结构示意图

续表 2 项目建设情况

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，载物台向前滑动，工作人员或机器人在检测铅房外将待检工件放置在载物台上，工作人员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) 确认探伤设备处于非工作状态下，四厂区开展探伤时由辐射工作人员将待检测工件放至铅房外侧工件台上，后由铅房内部机器人负责将工件送入铅房内；七厂区开展探伤时由辐射工作人员将待检测工件放至轨道车上，由轨道车负责将工件送入铅房；九厂区开展探伤时由铅房外机器人直接负责将工件送入铅房内；
- (3) 按动关门按钮，关闭工件门；
- (4) 载物台滑回原处，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（O₃）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，载物台向前滑动，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，载物台向前滑动，取出工件。

探伤工艺流程如图 2-9 所示。

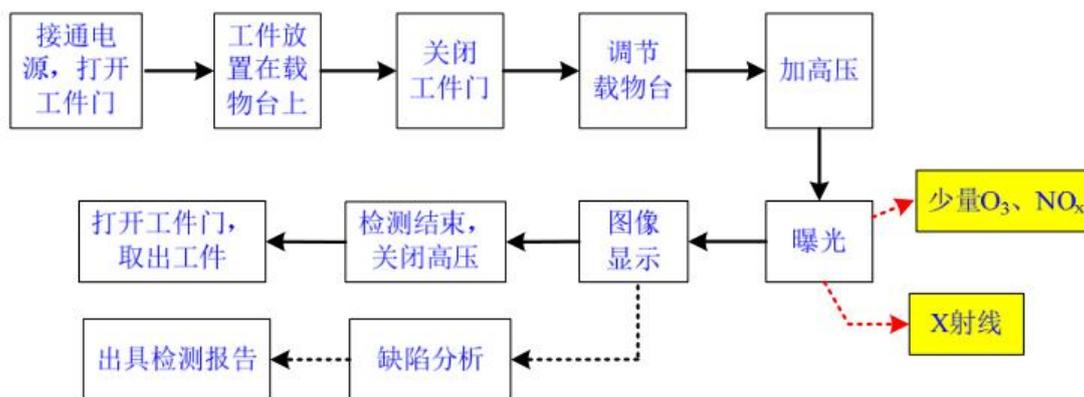


图 2-9 X 射线装置工艺流程及产污环节示意图

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

四厂区 X 射线数字成像检测设备位于压铸车间，所属车间为一层建筑，上方为不上人平台，下方为土层，无地下室。探伤铅房四周架设围栏形成探伤工作区域，东侧为工件摆放区，南侧与西侧均为区域过道，北侧为控制台、区域过道，设备周围 50 米内无环境敏感点。九厂区 X 射线数字成像检测设备位于压铸车间，所属车间为一层建筑，上方为不上人平台，下方为土层，无地下室。探伤铅房四周架设围栏形成探伤工作区域，东侧为控制台，南侧为工件摆放区，西侧与北侧均为区域过道，设备周围 50 米内无环境敏感点。七厂区大型旋转柜式 X 光机位于 3#车间 X 光探伤室内，X 光探伤室所属建筑为二层建筑，所属车间为一层建筑，下方为土层，无地下室。探伤铅房东侧为室内过道；南侧为墙体；西侧为控制台；北侧为室内过道，设备周围 50 米内无环境敏感点。因此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》（GBZ 117-2022），公司对工作场所实行分区管理，将铅房墙壁围成的内部区域划为控制区，探伤期间禁止无关人员入内，并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；铅房所在探伤工作场所划为监督区，探伤期间限制非辐射工作人员入内。

3.2 辐射安全及防护措施

（1）屏蔽设计

环评及验收各探伤铅房屏蔽情况见表 3-1、表 3-2、表 3-3。

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

		表 3-1 四厂区探伤铅房屏蔽情况一览表			
具体项目		具体内容			
		环评阶段			
铅房规格	外尺寸	面积为 14.03m ² ，尺寸为 4790mm（长）×2930mm（宽）×2840mm（高）			
	内尺寸	面积为 12.53m ² ，尺寸为 4590mm（长）×2730mm（宽）×2510mm（高）			
铅房屏蔽体		东侧		3mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板	
		西侧		3mm 钢板+5mmPb+2mm 钢板	
		南侧	射线源南侧	3mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板	
			机器人南侧	3mm 钢板+5mmPb+2mm 钢板	
		北侧	射线源北侧	3mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板	
			机器人北侧	3mm 钢板+5mmPb+2mm 钢板	
		顶棚	射线源上方	3mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板	
			机器人上方	3mm 钢板+5mmPb+2mm 钢板	
		地坪	3mm 钢板+5mmPb+2mm 钢板		
工件门		启动方式		电动移门	
		门洞尺寸		2400mm（宽）×540mm（高）	
		防护门尺寸		2500mm（宽）×640mm（高）	
		屏蔽防护设计		3mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板	
		防护门与墙体上\下\左\右搭接宽度		均为 50mm	
维修防护门 (人员可进出)		启动方式		手动	
		门洞尺寸		1360mm（宽）×2120mm（高）	
		防护门尺寸		1440mm（宽）×2200mm（高）	
		屏蔽防护设计		3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板	
		防护门与墙体上\下\左\右搭接宽度		60mm； 60mm； 40mm； 40mm	
电缆管道		穿墙方式 U 型，出线口尺寸为 290mm，出口处敷设钢铅防护罩（5mm 铅）			
通风口		位于顶棚处，设有 2 个通风口，采用回型迷道形式，通风口尺寸为 150mm，排风量为 330m ³ /h，出口处敷设出口处敷设钢铅防护罩（5mm 铅）			
具体项目		具体内容			
		验收阶段			
铅房屏蔽情况		与环评一致			
注：①铅的密度不小于 11.3g/cm ³ 。 ②符合门与墙体的搭接宽度需大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小。					

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

		表 3-2 九厂区探伤铅房屏蔽情况一览表	
具体项目		具体内容	
		环评阶段	
铅房规格	外尺寸	面积为 10.79m ² ，尺寸为 4120mm（长）×2620mm（宽）× 2720mm（高）	
	内尺寸	面积为 8.4m ² ，尺寸为 3500mm（长）×2400mm（宽）×2420mm（高）	
铅房屏蔽体		四侧屏蔽体	3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板
		顶棚	3mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板
		底部	3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板
		观察窗	位于维修防护门上方，8mm 铅当量
工件门		启动方式	电动移门
		门洞尺寸	3100mm（宽）×500mm（高）
		防护门尺寸	3200mm（宽）×600mm（高）
		屏蔽防护设计	3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板
		防护门与墙体上\下\左\右搭接宽度	均为 50mm
维修防护门 (人员可进出)		启动方式	手动
		门洞尺寸	760mm（宽）×1700mm（高）
		防护门尺寸	830mm（宽）×1790mm（高）
		屏蔽防护设计	3mm 钢板+5mm 铅板+2mm 钢板
		防护门与墙体上\下\左\右搭接宽度	均为 45mm
电缆管道	穿墙方式 U 型，出线口尺寸为 200×600mm，出口处敷设钢铅防护罩（5mm 铅）		
通风口	探伤铅房顶棚设有 2 个通风口，均采用“回”型迷道形式，通风口直径为 160mm，通风量为 200m ³ /h，通风出口处敷设钢铅防护罩（8mm 铅）		
具体项目		具体内容	
		验收阶段	
铅房屏蔽情况		与环评一致	
注：①铅的密度不小于 11.3g/cm ³ 。 ②符合门与墙体的搭接宽度需大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小。			

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

		表 3-3 七厂区探伤铅房屏蔽情况一览表	
具体项目		具体内容	
		环评阶段	
铅房规格	外尺寸	面积为 5.74m ² ，尺寸为 2800mm（长）×2050mm（宽）×2710mm（高）	
	内尺寸	面积为 3.32m ² ，尺寸为 1870mm（长）×1775mm（宽）×2380mm（高）	
铅房屏蔽体		有用线束朝向	3mm 钢板+16mm 铅板+2mm 钢板
		其余三侧屏蔽体	3mm 钢板+12mm 铅板+2mm 钢板
		顶棚	3mm 钢板+12mm 铅板+2mm 钢板
		底部	3mm 钢板+10mm 铅板+10mm 钢板
工件门		启动方式	电动移门
		门洞尺寸	1045mm（宽）×1930mm（高）
		防护门尺寸	1267mm（宽）×2180mm（高）
		屏蔽防护设计	3mm 钢板+3mm 木板+14mm 铅板+3mm 木板+3mm 钢板
		防护门与墙体上\下\左\右搭接宽度	100mm； 100mm； 70mm； 70mm
电缆管道	穿墙方式 U 型，出线口尺寸为 60mm，出口处敷设钢铅防护罩（12mm 铅）		
通风口	位于南侧屏蔽体下方，设有 4 个通风口，均采用 U 型迷道形式，通风口尺寸为 100mm，通风量为 475m ³ /h，通风出口处敷设钢铅防护罩（12mm 铅）		
具体项目		具体内容	
		验收阶段	
铅房屏蔽情况		与环评一致	
注：①铅的密度不小于 11.3g/cm ³ 。 ②符合门与墙体的搭接宽度需大于等于 10 倍间隙的原则，间歇应尽量小。			

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：本项目各 X 射线装置已设置门-机连锁装置，在防护门关闭后才能进行探伤作业。探伤过程中，防护门被意外打开时能立刻停止出束。

2、工作状态指示灯：本项目各 X 射线装置自带工作状态指示灯并与设备连锁，且工作状态指示灯自带清晰的对指示灯信号意义的说明。

3、电离辐射警告标志：本项目各 X 射线装置外表面及所在工作场所主要出入口适宜位置均张贴了规范的电离辐射警告标志。

4、紧急停机按钮：本项目各 X 射线装置控制台表面以及各屏蔽体内设置了紧急停机按钮。

5、视频监控系统：本项目各 X 射线装置屏蔽体内均设置了视频监控探头，其终端设置在相应的控制台，有效监视各屏蔽体内设备异常等情况。

6、排风装置：本项目各 X 射线装置屏蔽体内均设置了机械排风装置，及时对屏蔽体内空气进行更新。

7、辐射防护监测用品配备：公司共配备了 1 台核辐射检测仪和 8 台辐射剂量报警仪，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 射线实时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) 安全连锁是否正常工作；
- 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

- 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。

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

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 射线实时成像检测系统工作原理可知，X 射线是随机器器的开、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 射线实时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 射线实时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 射线实时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《核技术利用建设项目宁波旭升集团股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建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 4 月 24 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〕10 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《核技术利用建设项目宁波旭升集团股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建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 4 月完成编制。该项目环评结论：

宁波旭升集团股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建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管理计划后，该公司将具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施，本项目投入运行后对周围环境产生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]10 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	2 台 UND160 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）；1 台 FSX-T225-P4343DDC 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）。	与环评一致，2 台 UND160 型 X 射线数字成像检测设备（最大管电压为 160kV，最大管电流为 11.25mA）；1 台 FSX-T225-P4343DDC 型大型旋转柜式 X 光机（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA）。
污染防治措施	已设置门-机联锁装置，在防护门关闭后才能进行探伤作业。探伤过程中，防护门被意外打开时能立刻停止出束。	与环评一致。已设置门-机联锁装置，在防护门关闭后才能进行探伤作业。探伤过程中，防护门被意外打开时能立刻停止出束。
	探伤铅房外侧顶棚已设有工作指示灯和声光报警装置。	与环评一致。探伤铅房外侧顶棚已设有工作指示灯和声光报警装置。
	探伤铅房内部已设有监控装置，操作台上有专用的监视器，可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。	与环评一致。探伤铅房内部已设有监控装置，操作台上有专用的监视器，可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。

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	四 厂 区	探伤铅房防护门上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。	与环评一致。探伤铅房防护门上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。
		探伤铅房内与操作台处均已安装紧急停机按钮,出现紧急事故时能立即停止照射,人员无需穿过主射线束即可使用。	与环评一致。探伤铅房内与操作台处均已安装紧急停机按钮,出现紧急事故时能立即停止照射,人员无需穿过主射线束即可使用。
		探伤铅房内顶棚设有 2 个通风口,均采用“回”型迷道形式,通风口直径为 150mm,通风量为 330m ³ /h,通风出口处敷设 5mm 铅防护罩,每小时有效通风换气次数不小于 3 次。	与环评一致。探伤铅房内顶棚设有 2 个通风口,均采用“回”型迷道形式,通风口直径为 150mm,通风量为 330m ³ /h,通风出口处敷设 5mm 铅防护罩,每小时有效通风换气次数不小于 3 次。
	七 厂 区	已设置门-机联锁装置,在防护门关闭后才能进行探伤作业。探伤过程中,防护门被意外打开时能立刻停止出束。	与环评一致。已设置门-机联锁装置,在防护门关闭后才能进行探伤作业。探伤过程中,防护门被意外打开时能立刻停止出束。
		探伤铅房内部上方已设有监控装置,操作台上有专用的监视器,可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。	与环评一致。探伤铅房内部上方已设有监控装置,操作台上有专用的监视器,可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。
		探伤铅房防护门及探伤铅房所在 X 光探伤室入口处已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。	与环评一致。探伤铅房防护门及探伤铅房所在 X 光探伤室入口处已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。
		探伤铅房设有 4 个通风口,均采用 U 型迷道形式,通风口尺寸为 100mm,通风量为 475m ³ /h,通风出口处辐射 12mm 铅防护罩,每小时有效通风换气次数不小于 3 次。	与环评一致。探伤铅房设有 4 个通风口,均采用 U 型迷道形式,通风口尺寸为 100mm,通风量为 475m ³ /h,通风出口处辐射 12mm 铅防护罩,每小时有效通风换气次数不小于 3 次。
		X 光探伤室已设有门锁装置。	与环评一致。X 光探伤室已设有门锁装置。
	九 厂 区	已设置门-机联锁装置,在防护门关闭后才能进行探伤作业。探伤过程中,防护门被意外打开时能立刻停止出束。	与环评一致。已设置门-机联锁装置,在防护门关闭后才能进行探伤作业。探伤过程中,防护门被意外打开时能立刻停止出束。
		探伤铅房外侧顶棚西南侧已设有警示灯、操作台处已设有三色警示灯。	与环评一致。探伤铅房外侧顶棚西南侧已设有警示灯、操作台处已设有三色警示灯。

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	探伤铅房内部西侧已设有监控装置，探伤铅房外侧顶棚东南侧已设有监控装置，操作台上有专用的监视器，可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。	与环评一致。探伤铅房内部西侧已设有监控装置，探伤铅房外侧顶棚东南侧已设有监控装置，操作台上有专用的监视器，可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。	
	探伤铅房防护门上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。	与环评一致。探伤铅房防护门上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。	
	探伤铅房内部东侧、外部东侧均设有紧急停机按钮，且附有标签说明，出现紧急事故时能立即停止照射，人员无需穿过主射线束即可使用。	与环评一致。探伤铅房内部东侧、外部东侧均设有紧急停机按钮，且附有标签说明，出现紧急事故时能立即停止照射，人员无需穿过主射线束即可使用。	
	探伤铅房顶棚设有 2 个通风口，均采用“回”型迷道形式，通风口直径为 160mm，通风量为 200m ³ /h，通风出口处敷设 5mm 铅防护罩，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。	与环评一致。探伤铅房顶棚设有 2 个通风口，均采用“回”型迷道形式，通风口直径为 160mm，通风量为 200m ³ /h，通风出口处敷设 5mm 铅防护罩，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。	
	建设单位拟于急停按钮旁拟增设标签，标明使用方法。	符合环评要求。建设单位已于急停按钮旁增设标签，标明使用方法。	
	探伤铅房拟配置 1 套固定式场所辐射探测报警装置。	不符合环评要求。本项目暂未配置固定式场所辐射探测报警装置，因为标准 GBZ117-2022 不是强制要求，是参照执行的标准。	
	X 射线实时成像检测系统所在探伤工作场所由围栏构成，拟于围栏处设有门锁装置，交由专人管理，严禁无证人员操作设备，并告诫无关人员不得靠近。	符合环评要求。公司已于围栏处设门锁装置，交由专人管理，严禁无证人员操作设备，并告诫无关人员不得靠近。	
	于探伤工作现场张贴各项辐射环境管理规章制度。	符合环评要求。公司已于探伤工作现场张贴各项辐射环境管理规章制度。	
	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》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位应当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与防护管理机构；配备的辐射工作人员均经培训考核后上岗，并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	<p>根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、射线装置使用登记制度等。</p>	<p>符合环评要求。公司已制定《辐射安全管理制度》、《X-Ray 探伤操作规程》、《X-Ray 校准操作规程》等制度。</p>
	<p>辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。</p>	<p>符合环评要求。公司已制定《个人剂量和辐射环境监测方案》，并定期委托有资质的单位进行辐射工作场所检测和个人剂量检测。</p>
	<p>根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定，建设单位应对本单位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 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。</p>	<p>符合环评要求。公司将对本单位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 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。</p>
	<p>根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》第四十一条规定，“使用射线装置的单位，应当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。</p>	<p>符合环评要求。公司已制定《辐射事故应急预案》。包含如下内容：（1）辐射事故分级；（2）应急机构人员组成及职责分工；（3）辐射事故应急程序；（4）应急终止和恢复；（5）事故报告和管理；（6）应急保障、人员培训和演习；（7）当地环保部门、公安部门及卫生部门的联系电话。</p>
	<p>建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，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，并组织由设计单位、施工单位、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。</p>	<p>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。</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

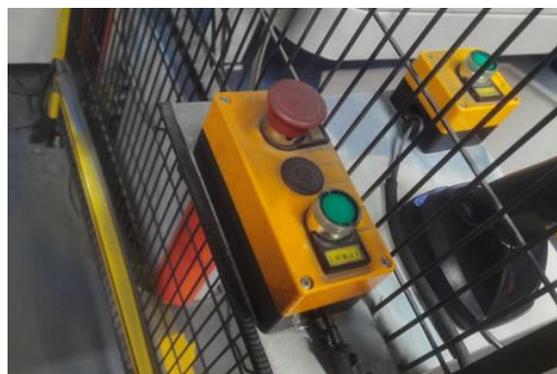
表 4.2 环评批复要求及其落实情况

环评批复要求	环评批复要求落实情况
<p>一、认真落实《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、加强射线装置的安全和防护管理。铅房配置 1 套固定式场所辐射探测报警装置，四厂区、九厂区铅房位于车间内，铅房四周架设围栏形成探伤工作区域，与车间其他区域分割；按规定制定和实施各项辐射管理规章制度，落实各项污染防治措施，防止辐射事故的发生。</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、项目应严格执行环保“三同时”制度。项目竣工后，按规定的标准和程序及时做好竣工环境保护验收工作。经验收合格后，建设项目方可投入正式运行。</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《辐射防护和安全保卫制度》，四厂区、九厂区铅房四周已架设围栏形成探伤工作区域，与车间其他区域分割。落实了各项辐射管理制度和各项污染防治措施，防止辐射事故的发生。但暂未配置固定式场所辐射探测报警装置，因为标准 GBZ117-2022 不是强制要求，是参照执行的标准。</p> <p>三、公司已加强辐射环境管理，进行自行检查评估，发现安全隐患立即整改，每年及时进行辐射监测，并建立监测技术档案，每年年底编写射线装置安全与防护状况年度评估报告，并报当地生态环境部门。</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

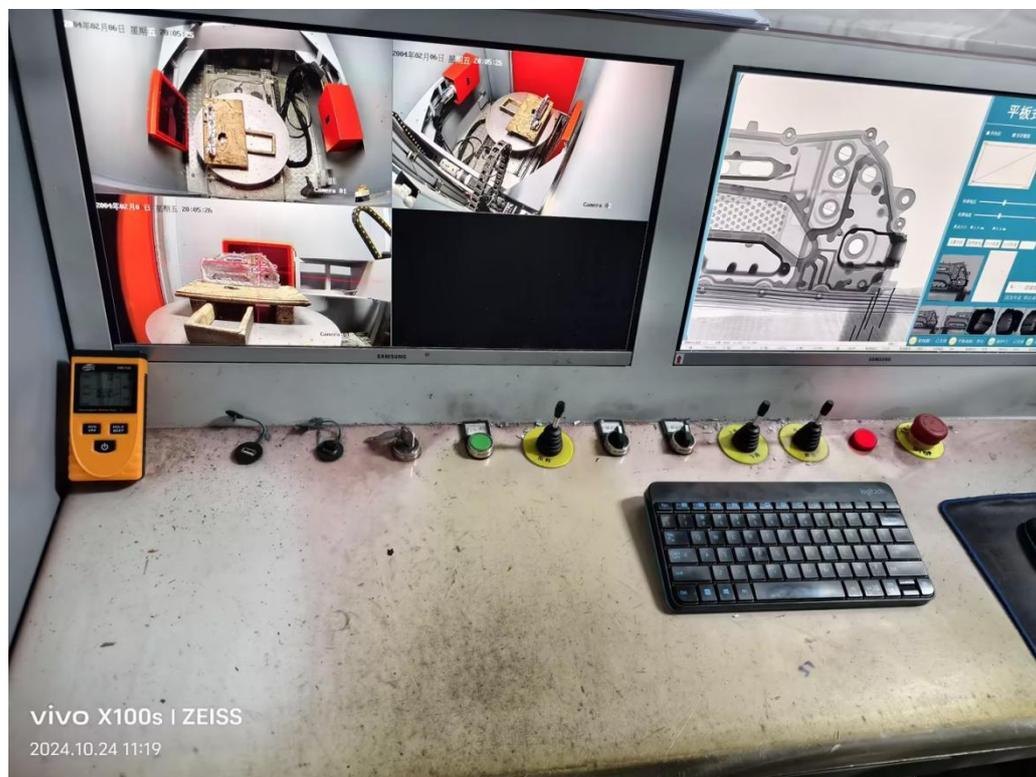
部分环保设施和环保措施落实情况图

1、四厂区

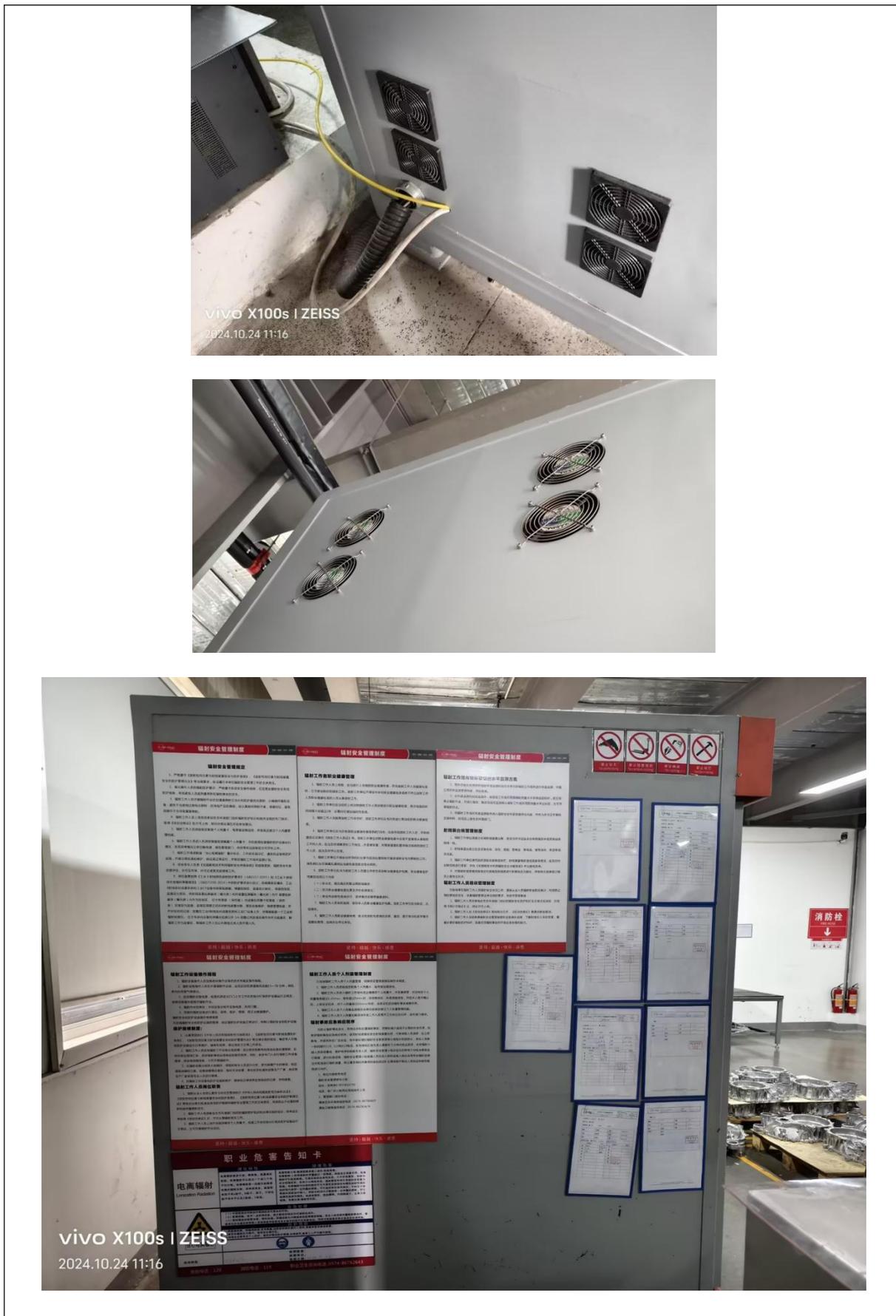


续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

2、七厂区



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

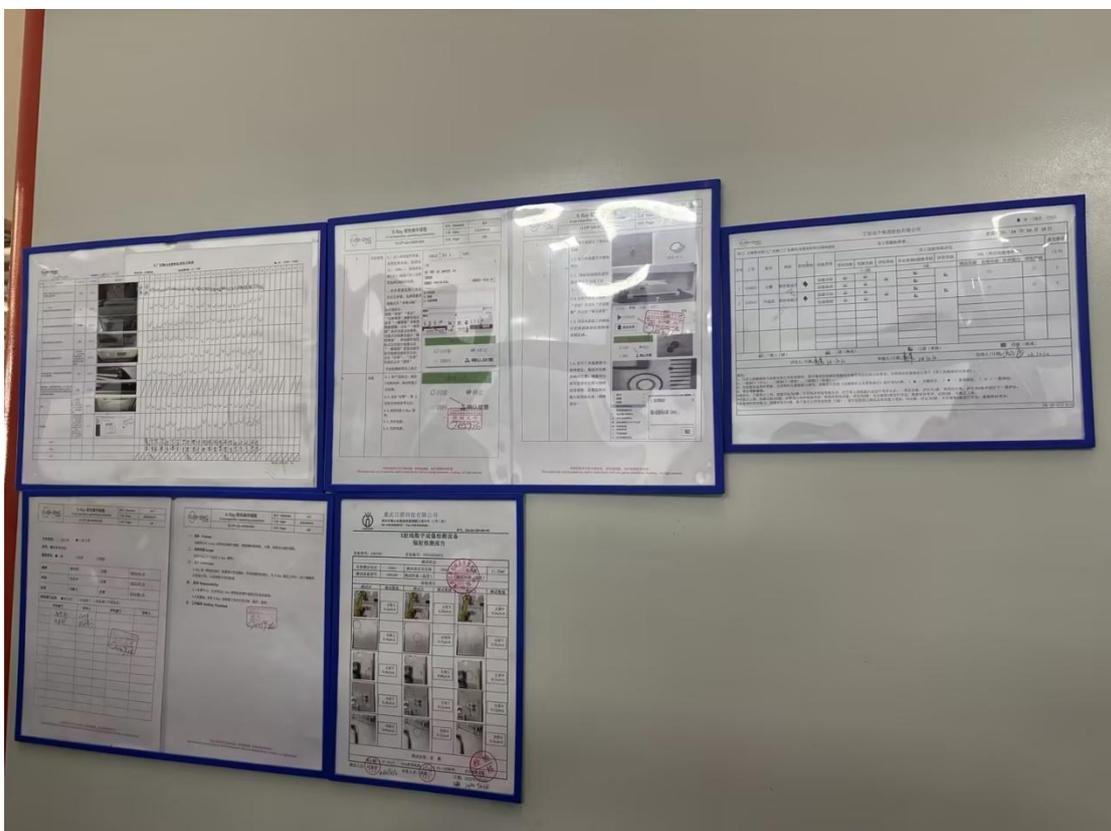


续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

3、九厂区



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 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 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

《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、 γ 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	2023H21-10-4925711002
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	2023.11.06~2024.11.05

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

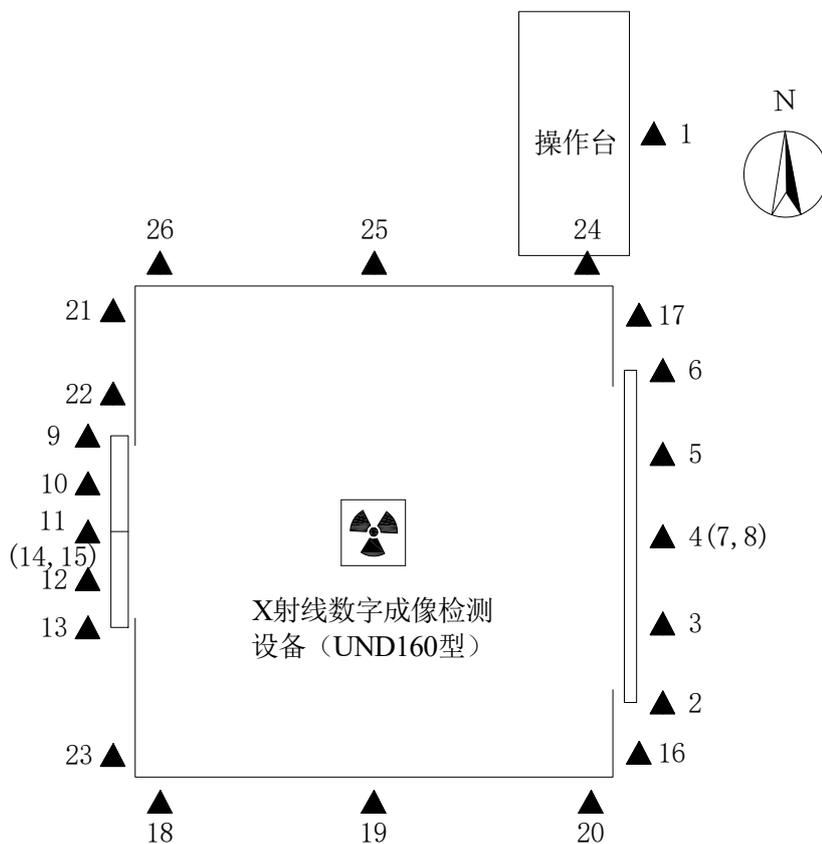
为掌握本项目探伤机使用场所周围辐射环境水平,浙江环安检测有限公司于 2024 年 9 月 13 日对本项目探伤机使用场所周围辐射环境进行了监测。

监测因子: X 射线剂量率、 γ 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

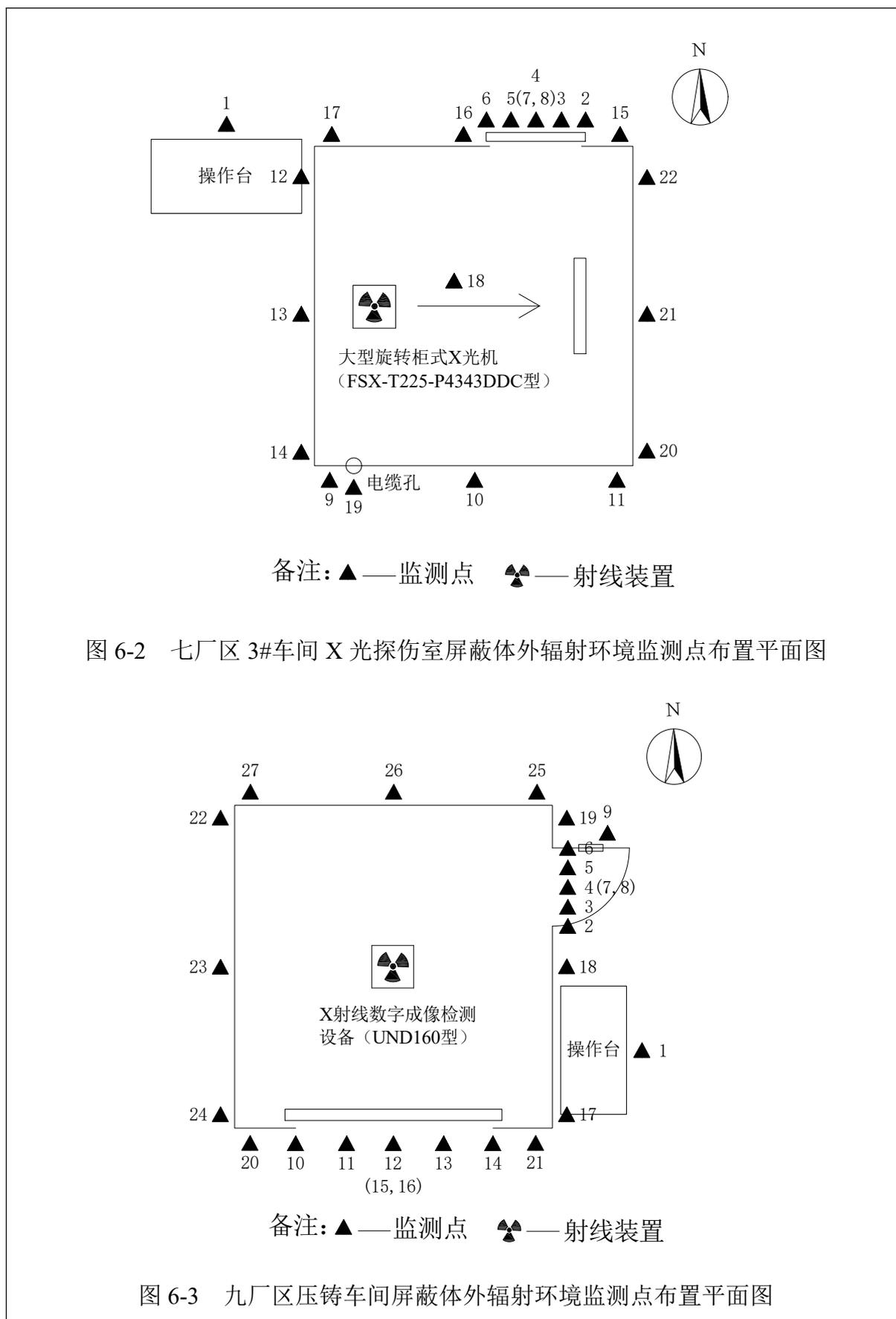
根据现场条件,进行全面、合理布点;重点考虑工作人员长时间工作的场所和其他公众可能到达的场所。监测点位图见图6-1~图6-6。



备注: ▲ — 监测点 ☸ — 射线装置

图 6-1 四厂区压铸车间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



续表 6 验收监测内容



图 6-4 四厂区厂界周围环境监测点布置平面图



图 6-5 七厂区厂界周围环境监测点布置平面图

续表 6 验收监测内容



图 6-6 九厂区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 9 月 13 日对宁波旭升集团股份有限公司四厂区压铸车间、七厂区 3#车间 X 光探伤室、九厂区压铸车间及厂界周围环境辐射环境水平进行监测。

四厂区压铸车间屏蔽体外周围环境监测条件：110kV、3.0mA，射线定向朝上；七厂区 3#车间 X 光探伤室屏蔽体外周围环境监测条件：225kV、4000 μ A，射线定向朝东；九厂区压铸车间屏蔽体外周围环境监测条件：160kV、2.78mA，射线定向朝上。

7.2 验收监测结果

本项目验收监测结果见表 7.1~表 7.6，该结果表明：该公司 UND160 型 X 射线数字成像检测设备和 FSX-T225-P4343DDC 型大型旋转柜式 X 光机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 四厂区压铸车间屏蔽体外周围环境监测结果

a、射线装置运行时监测条件：110kV、3.0mA，有工件，射线定向朝上

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	131	1	153	2
2	工件进出门（左侧）门缝外 30cm	129	3	152	4
3	工件进出门（左侧）外 30cm	130	3	153	3
4	工件进出门（中部）外 30cm	131	4	153	5
5	工件进出门（右侧）外 30cm	130	3	152	2
6	工件进出门（右侧）门缝外 30cm	130	2	154	2
7	工件进出门（上侧）门缝外 30cm	131	3	153	2
8	工件进出门（下侧）门缝外 30cm	130	4	152	4
9	西侧防护门（左侧）门缝外 30cm	131	3	152	5
10	西侧防护门（左侧）外 30cm	128	3	155	4
11	西侧防护门（中部）外 30cm	130	3	153	2
12	西侧防护门（右侧）外 30cm	130	3	153	2
13	西侧防护门（右侧）门缝外 30cm	129	2	152	3

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 \times 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

续表 7.1 四厂区压铸车间屏蔽体外周围环境监测结果

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
14	西侧防护门(上侧)门缝外 30cm	132	5	154	4
15	西侧防护门(下侧)门缝外 30cm	130	4	155	3
16	屏蔽体东面(左侧)外 30cm	132	3	154	4
17	屏蔽体东面(右部)外 30cm	130	3	153	2
18	屏蔽体南面(左侧)外 30cm	131	2	153	3
19	屏蔽体南面(中部)外 30cm	131	1	151	3
20	屏蔽体南面(右侧)外 30cm	131	3	155	4
21	屏蔽体西面(左侧)外 30cm	130	3	154	2
22	屏蔽体西面(中部)外 30cm	132	4	154	2
23	屏蔽体西面(右侧)外 30cm	130	3	153	3
24	屏蔽体北面(左侧)外 30cm	129	3	155	4
25	屏蔽体北面(中部)外 30cm	133	4	155	3
26	屏蔽体北面(右侧)外 30cm	131	5	152	4

表 7.2 七厂区 3#车间 X 光探伤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：225kV、4000 μ A，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	130	1	148	2
2	工件进出门(左侧)门缝外 30cm	131	3	147	3
3	工件进出门(左侧)外 30cm	132	4	148	3
4	工件进出门(中部)外 30cm	130	4	145	4
5	工件进出门(右侧)外 30cm	131	2	148	3
6	工件进出门(右侧)门缝外 30cm	131	3	147	2
7	工件进出门(上侧)门缝外 30cm	130	2	148	3
8	工件进出门(下侧)门缝外 30cm	131	4	148	3
9	屏蔽体南面(左侧)外 30cm	133	2	149	4
10	屏蔽体南面(中部)外 30cm	132	3	146	4
11	屏蔽体南面(右侧)外 30cm	130	3	147	2
12	屏蔽体西面(左侧)外 30cm	132	2	151	2
13	屏蔽体西面(中部)外 30cm	131	2	151	4
14	屏蔽体西面(右侧)外 30cm	132	4	152	2
15	屏蔽体北面(左侧)外 30cm	131	3	147	4
16	屏蔽体北面(中部)外 30cm	130	4	148	2

续表 7 验收监测

续表 7.2 七厂区 3#车间 X 光探伤室屏蔽体外周围环境监测结果

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
17	屏蔽体北面 (右侧) 外 30cm	130	2	148	2
18	屏蔽体楼上外 30cm	132	2	147	2
19	电缆孔外 30cm	131	3	145	1

b、射线装置运行时监测条件：225kV、4000 μA，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	132	4	149	2
21	屏蔽体东面 (中部) 外 30cm	132	3	147	3
22	屏蔽体东面 (右侧) 外 30cm	129	4	146	4

表 7.3 九厂区压铸车间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、2.78mA，有工件，射线定向朝上

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	131	2	143	2
2	东侧防护门 (左侧) 门缝外 30cm	131	4	143	4
3	东侧防护门 (左侧) 外 30cm	130	4	142	3
4	东侧防护门 (中部) 外 30cm	132	2	144	4
5	东侧防护门 (右侧) 外 30cm	130	2	143	2
6	东侧防护门 (右侧) 门缝外 30cm	130	3	142	2
7	东侧防护门 (上侧) 门缝外 30cm	129	2	143	2
8	东侧防护门 (下侧) 门缝外 30cm	129	3	144	5
9	观察窗外 30cm	132	4	144	3
10	工件进出门 (左侧) 门缝外 30cm	131	3	145	4
11	工件进出门 (左侧) 外 30cm	130	2	144	3
12	工件进出门 (中部) 外 30cm	130	2	145	2
13	工件进出门 (右侧) 外 30cm	131	3	143	2
14	工件进出门 (右侧) 门缝外 30cm	131	4	143	3
15	工件进出门 (上侧) 门缝外 30cm	132	5	144	2
16	工件进出门 (下侧) 门缝外 30cm	130	3	145	3
17	屏蔽体东面 (左侧) 外 30cm	131	2	144	2
18	屏蔽体东面 (中部) 外 30cm	129	2	143	3
19	屏蔽体东面 (右部) 外 30cm	130	3	144	3
20	屏蔽体南面 (左侧) 外 30cm	131	5	144	4

续表 7 验收监测

续表 7.3 九厂区压铸车间屏蔽体外周围环境监测结果

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
21	屏蔽体南面 (右侧) 外 30cm	129	5	143	3
22	屏蔽体西面 (左侧) 外 30cm	130	2	145	4
23	屏蔽体西面 (中部) 外 30cm	131	2	145	3
24	屏蔽体西面 (右侧) 外 30cm	130	3	145	2
25	屏蔽体北面 (左侧) 外 30cm	132	3	144	2
26	屏蔽体北面 (中部) 外 30cm	129	5	142	3
27	屏蔽体北面 (右侧) 外 30cm	131	4	143	4

表 7.4 四厂区厂界周围环境 γ 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	1
2	厂界南侧	128	2
3	厂界西侧	130	2
4	厂界北侧	129	5

表 7.5 七厂区厂界周围环境 γ 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	127	2
2	厂界南侧	128	3
3	厂界西侧	129	4
4	厂界北侧	129	3

表 7.6 九厂区厂界周围环境 γ 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	130	3
3	厂界西侧	127	4
4	厂界北侧	128	3

续表 7 验收监测

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- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量：

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

其中：

H_{E-r} ：X- γ 射线外照射人均年有效剂量，mSv；

D_r ：X- γ 射线空气吸收剂量当量率，nGy/h；

t：X- γ 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- γ 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-r} ：

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

其中：

$H^*(10)$ ：周围剂量当量率，nSv/h。

7.3.1 由监测数据估算

根据现场监测结果，结合公司现场实际情况，开机后探伤室周围警戒线内严禁人员靠近，操作人员在操作位操作，本项目各厂区实行昼夜两班制，每日实际曝光时间最长为 21.6h，每班实际曝光时间为 10.8h，年计 50 周共 300 天，则合计年探伤时间为 6480h，周探伤时间为 129.6h。每班辐射工作人员接触曝光时间约 3240h。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 131nSv/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：
 $(153-131) \times 10^{-6} \times 3240 = 0.07 \text{mSv}$ 。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多谱检测科技有限公司承担，

续表 7 验收监测

每 3 个月为一个测量周期。根据公司提供的 2023 年 10 月-2024 年 9 月的个人剂量监测报告，本项目相关的辐射工作人员剂量监测结果见表 7.7。

由表 7.7 可知，本项目相关的辐射工作人员在 2023 年 10 月-2024 年 9 月期间有效剂量最高为 0.39mSv，远低于其佩戴周期的调查水平参考值 1.25mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

7.3.3 公众附加剂量

探伤机位于公司探伤室内，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 7.7 本项目辐射工作人员个人剂量监测结果

序号	姓名	性别	个人剂量监测结果 $H_p(10)$ (mSv)			
			2023.10.01- 2024.01.01	2024.01.02- 2024.03.31	2024.04.01- 2024.06.29	2024.06.30- 2024.09.27
1	董春燕	女	0.07	0.03	0.39	0.03
2	孙野	男	0.03	0.03	0.16	0.03
3	姚海波	男	0.03	0.09	0.30	0.03
4	吴海伟	男	-	-	-	0.07
5	段海涛	女	-	-	-	0.21

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) 本项目探伤铅房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 0.07mSv，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) 宁波旭升集团股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建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，项目在正常运行工况下，2 台 UND160 型 X 射线数字成像检测设备和 1 台 FSX-T225-P4343DDC 型大型旋转柜式 X 光机其工作人员操作位及其周围环境的辐射水平均符合《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关要求。

续表 8 验收监测结论

(3) 公司成立了放射防护安全管理领导小组，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，宁波旭升集团股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建项目基本符合相关规定，具备竣工验收条件。