

承压类特种设备检验检测中的常见问题与质量控制策略

陈天翔

江苏省特种设备安全监督检验研究院, 江苏 扬州 225000

DOI: 10.61369/SSSD.2026080023

摘 要 : 近些年, 随着我国工业经济的快速发展, 承压类特种设备作为工业生产的核心基础设施, 其安全稳定运行与我国工业经济高效发展息息相关, 检验检测工作愈发重要。然而, 在实际应用中仍面临着检测技术局限性与应用失当、检测标准与设备发展不同步以及特殊工况与环境检测难题等常见问题, 进而制约了承压类特种设备检验检测质量的提高。对此, 本文首先分析承压类特种设备检验检测的常见问题, 接着提出一系列行之有效的质量控制策略, 以期对相关研究者提供一定的参考与借鉴。

关 键 词 : 承压类特种设备; 检验检测; 常见问题; 质量控制

Common Problems and Quality Control Strategies in the Inspection and Testing of Pressure-Bearing Special Equipment

Chen Tianxiang

Jiangsu Special Equipment Safety Supervision and Inspection Institute, Yangzhou, Jiangsu 225000

Abstract : In recent years, with the rapid development of China's industrial economy, pressure-bearing special equipment, as the core infrastructure of industrial production, its safe and stable operation is closely related to the efficient development of China's industrial economy, making inspection and testing work increasingly important. However, in practical applications, it still faces common problems such as limitations and improper application of testing technology, asynchronous development between testing standards and equipment, and difficulties in testing under special working conditions and environments, which further restrict the improvement of inspection and testing quality of pressure-bearing special equipment. In this regard, this paper first analyzes the common problems in the inspection and testing of pressure-bearing special equipment, and then puts forward a series of effective quality control strategies, aiming to provide certain references for relevant researchers.

Keywords : pressure-bearing special equipment; inspection and testing; common problems; quality control

一、承压类特种设备检验检测的常见问题

(一) 检测技术局限性与应用失当

当前, 虽然部分检测机构仍采用 X 光机及超声探伤等传统检测方法, 但针对特殊结构、特殊材质以及微小缺陷等问题时, 仍存在灵敏度低、盲区大等弊端。比如, 对于埋藏较深的内在缺陷, 因透声性能差或有反射作用而不能有效检出; X 光检测难以有效检测出平面型缺陷, 如裂纹。另外, 部分检测人员未能完全掌握新型检测设备, 难以充分发挥相控超声波、涡流阵列分析仪等高科技设备的作用, 而且由于不合理操作以及设置, 导致设备检测精度下降。此外, 在某些特殊环境中, 如高温、高压及高腐蚀等环境, 现有检测技术的可靠性、适应性仍需增强, 无法对设备的安全状态进行准确且全面的评价^[1]。

(二) 检测标准与设备发展不同步

随着承压类特种设备向大型化、高参数化、复杂化方向发

展, 其设计制造技术不断革新, 新型材料、特殊工艺的应用日益广泛, 但现行的部分检测标准却未能及时跟上这一变化。部分标准仍停留在对传统结构和常规材料的检测要求层面, 对于新型复合材料、异种钢焊接接头、多层包扎容器等特殊结构的检测方法、缺陷评定准则等缺乏明确且完善的规定, 导致检测工作缺乏统一的技术依据。例如, 针对采用 3D 打印技术制造的承压部件, 现有标准中关于内部缺陷的验收阈值和检测工艺参数尚未有针对性的条款, 检测人员只能参考传统标准进行近似判断, 易造成误判或漏判。同时, 部分标准的更新周期较长, 难以快速响应行业内出现的新问题、新需求, 使得检测标准与设备实际发展水平之间出现脱节, 影响了检验检测工作的科学性和有效性^[2]。

(三) 特殊工况与环境检测难题

部分承压类特种设备需要长期处在恶劣环境中工作, 这为检测工作带来很大困难。例如海底输油管和储罐, 既要承受较高的静载荷, 又要经受海水腐蚀、低温和海底淤泥的作用。传统检修

方法难以进入作业区域,而远距离监控技术又受制于信号传输、设备耐受性等因素,难以获取完整的检测信息。另外,在高温熔融金属运输线路检测中,设备长期处于高温环境,常规接触式检测装置无法靠近,而无接触式检测技术会因温度过高,导致检测精度下降。此外,部分承压设备内部还存在有毒有害介质以及易燃易爆气体,导致检测人员开展相关工作时,需要严格遵循安全管理各项制度及程序较为复杂的作业许可审批流程,提高作业效率成本的同时,也有可能因有毒有害介质或突发泄漏等情况,造成检测工作难以有序推进^[9]。

二、承压类特种设备检验检测质量控制策略

（一）构建体系化管理体系，夯实质量治理根基

第一,建立全流程质量保证体系,明确每个环节的质量责任及具体要求,确保任务承接、方案制定、现场实施等环节做到有章可循、有据可查。例如,在任务承接环节,检测人员要全面核实与评估客户所提供的设备运行情况、设备参数等,避免因数据不对称导致设备检测方案与实际情况相脱节;在方案制定环节,检测人员依据设备类型、环境情况以及设备检测要求等,组织技术团队进行论证,保证检测方案的合理性及实用性^[4]。第二,强化内部质量监督机制。企业在内部设立品质监管机构,通过抽查及定期检测等方式,实时检测承压类特种设备检验检测过程,重点关注检验方法是否规范、检测设备是否完备以及检测数据是否真实。第三,建立完善的工作岗位责任制和绩效考核机制,将质量纳入考核体系之中,并对严格执行质量管理规定、保证数据准确性的检测人员给予相应奖励,对于那些不按规范操作甚至数据造假的检测人员予以相应处罚,形成“人人重视质量、人人参与质量”的良好氛围。除此之外,检测人员也要加强对外部监管机构沟通协调,积极迎接检查督导,及时整改存在的问题,不断提升质量管理能力和水平^[5]。

（二）赋能智能化检测技术，突破精准检验瓶颈

在承压类特种设备检验检测质量控制中,检测人员应该积极引进大数据、物联网以及人工智能等新型技术,构建全新的“智能感知—数据分析—精准研判”检测模式,具体如下:第一,智能感知,检测人员积极采用集成高清晰度相机、红外热像仪、超声波相控阵等先进智能化检测装备,动态化采集高压设备本体表面积累缺陷、内部结构异常及温度场分布等实时参数。比如,针对压力容器检测,检测人员将携带超声波阵列探头爬壁机器人替代传统人工检测进行作业,机器人不仅可以全面扫描风险高、位置狭小等区域的承压类特种设备,并且还能通过其自带的定位功能精准识别与标注故障位置,大幅提升设备检测工作效率以及数据真实性^[6]。第二,数据处理与分析,检测人员通过机器学习技术搭建瑕疵判定模型,同时,利用该模型智能化分析来自不同渠道的图文资料、声学信号等海量数据,自动识别裂纹、腐蚀、变形等常见缺陷,并量化评价设备尺寸、形态变化等。第三,建立全生命周期数据库,将设备设计参数、历史检验报告及维修保养记录等内容纳入其中,并利用大数据挖掘技术分析设备失效规

律、风险预警指标,从而为个性化检测方案和修复措施制定提供数据支撑。第四,搭建虚拟检测平台,检测人员依托数字孪生技术构建1:1映射的数字模型,仿真模拟不同工况条件下设备损伤演化过程,提前识别潜在风险,实现由被动检验向主动预警转变,从而克服目前检测方法精度低、效果差以及无法预估危险程度等问题^[7]。

（三）实施精英化人才战略，强化专业支撑能力

首先,构建“金字塔式”人才培养体系。针对刚入职检测工作人员,企业应该对他们开展为期6个月的岗前培训,培训内容主要包括安全防护要求、设备操作技巧、检验标准规范以及承压设备基础知识等,当检测人员通过岗前培训考核后,能够独立完成简单设备检测工作。针对工作满3~5年的骨干人员,培养其独立判断复杂设备问题分析与解决能力,并安排他们参与大型设备检测项目实践、事故案例研讨及不同专业工作人员跨部门交流,鼓励检测人员考取无损检测高级资格证。同时,企业安排这些检测人员到重要岗位进行轮岗实习锻炼,提高他们的综合实践能力。针对资深检测人员,培训内容倾向于前沿技术研发、检测技术难点攻关,并鼓励其参加国家级、省级课题申报。企业要与高校、科研院所构建合作关系,联合开展智能检测技术、风险评价模型等研究工作,进而将资深检测人员培养成具有丰富实践经验和较强创新能力的行业带头人。第二,建立多元化激励机制与职业发展通道。企业合理设计“岗位等级+业绩成果”薪酬体系,将个人岗位技能等级、业绩成果与检测人员薪酬相挂钩,并对在核心检测项目中发现重大安全隐患或者提出独到解决方案的检测人员给予奖励。此外,在职业发展方向,企业设置首席工程师、高级工程师、工程师以及助理等岗位等级,以此激励检测人员专注岗位技能提升和职业发展。企业还应定期开展“技能能手”“质量标兵”等评比活动,树立榜样标杆,形成崇尚科学、追求卓越的良好风尚,持续增强检验人员的工作荣誉感和凝聚力^[8]。

（四）严抓全流程过程管控，构建闭环质量追溯

第一,检测前策划环节,检测人员严格按照检查方案编制、评审程序,依据承压类特种设备类型、工作状况、检测频次等,明确检查项目、方法、设备以及安全保护要求,并由技术骨干就方案合理性、可行性开展三级审核,确保设备检测方案更具操作性。同时,检测人员要对检验资源配置进行合理优化,定期检验与标识承压类特种设备,在使用期限内确保其稳定性,并要求他们通过培训考核后持证上岗,避免出现越权检测等情况。第二,设备检测过程中,推行标准化作业指导书(SOP)制度,要求检测人员严格按照既定流程和技术规范操作,实时记录检测数据、现象及异常情况,采用“双人复核”机制对关键环节数据进行交叉验证,确保原始记录的真实性、准确性和完整性。引入信息化管理平台,通过移动终端实时上传检测数据,系统自动生成电子报告初稿,减少人工记录误差,同时设置数据异常预警功能,当检测数据超出阈值范围时自动提醒检测人员进行复核^[9]。第三,设备检测收尾环节,强化报告校对、签发管理等流程管理,实施检定人员自校、项目负责人复核和技术负责人审批制度,严格检查报告结果是否与原记录相符、结论正确与否、改进建议是否恰

当。对于设备检测中发现的问题，设置“问题清单—纠正通知—跟踪验证—闭环编号”工作程序，并明确整改责任部门、整改时限及验收标准，指定专人跟进整改进度及验收复核工作，确保风险隐患有效消除^[10]。

三、结语

总而言之，承压类特种设备作为国民经济运行和社会生产生活中的关键基础设施，其安全性能直接关系到人民群众生命财产

安全与经济社会的稳定发展。对此，可以从构建体系化管理体系，夯实质量治理根基；赋能智能化检测技术，突破精准检验瓶颈；实施精英化人才战略，强化专业支撑能力；严抓全流程过程管控，构建闭环质量追溯等策略着手，持续提升承压类特种设备检验检测的质量与效率。未来，随着科技的不断进步和行业监管的持续强化，相关企业和监管部门应进一步加强协同创新，积极探索前沿检测技术与管理模式的深度融合，不断完善检验检测标准体系，以适应特种设备日益复杂的技术特性和安全需求。

参考文献

[1] 刘同涛,李振,李婷.承压特种设备检验检测中的裂纹问题探究[J].产品可靠性报告,2025,(06):57-58.

[2] 李涌泉,魏富道,张婧,等.槽式光热装置承压特种设备损伤模式及检验检测难点分析[J].中国特种设备安全,2024,40(10):51-55.

[3] 唐志成.无损检测技术在承压类特种设备检验检测中的应用[J].中国质量监管,2024,(06):76-77.

[4] 蒋剑超,边缘.无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用与发展[J].化工设计通讯,2024,50(03):60-62.

[5] 韩红伟.对于承压特种设备检验检测中裂纹问题的思考[C].中国特种设备检测研究院.2023第二届世界前沿科技大会论文集.中国特种设备检测研究院;,2023:8-12.

[6] 彭武强,李昌盛,木贵军,等.无损检测技术在承压类特种设备检验检测中的应用[J].科技创新与应用,2023,13(06):174-178.

[7] 沈立新.无损检测在承压类特种设备检验中的应用[J].中国战略新兴产业,2022,(35):112-114.

[8] 吴祖利.对于承压特种设备检验检测中裂纹问题的思考[J].化学工程与装备,2022,(11):266-267.

[9] 任桂芹.无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用探究[J].质量安全与检验检测,2021,31(03):63-65.

[10] 陈阳文.无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用探究[J].中国设备工程,2020,(23):155-156.