

化工工艺中特种设备检验技术应用与经济性分析

颜家祥 (湖北特种设备检验检测研究院荆州分院, 湖北 荆州 434000)

摘要: 随着化工产业的发展和特种设备的广泛应用, 特种设备的安全性和可靠性成为保障生产安全和质量的关键因素, 化工工艺技术的运用可以提高特种设备的检验效率和准确性, 还能有效预防事故的发生, 确保生产过程的顺利进行, 在保障化工企业安全生产, 提高经济效益方面发挥出重要作用。

关键词: 化工工艺; 特种设备; 检验检测; 高效稳产; 经济性

0 引言

随着经济的发展和社会的进步, 承压类特种设备正朝着更高效、更安全、更环保、更节能的方向发展, 然而随着特种设备的规模化和长周期运行以及其在极端环境中的使用, 腐蚀问题变得日益突出, 腐蚀类型和受影响装置的范围都在增加, 导致腐蚀问题从设备表面延伸至内部, 从低温部位到高温部位, 几乎无处不在。这种情况对缺陷位置的检出提出了更高的要求。

1 化工工艺与特种设备的关系

1.1 化工工艺对特种设备的影响

在化工生产过程中特种设备往往直接参与化学反应、物料输送和储存等关键环节, 其性能的稳定性和安全性直接关系到整个生产过程的顺利进行, 化工工艺中的温度、压力、介质成分等因素都会对特种设备产生显著影响, 例如在高温高压环境下特种设备的金属材料容易发生蠕变和疲劳, 导致设备性能下降, 不同介质对设备的腐蚀作用也不同, 一些强酸强碱介质会对设备造成严重的腐蚀破坏, 因此在化工工艺中必须充分考虑这些因素对特种设备的影响, 采取相应的措施进行防范和应对^[1]。

1.2 特种设备在化工工艺中的作用

以化工生产中的反应釜为例, 其作为特种设备的一种, 能够确保化学反应在特定的温度、压力和浓度条件下进行, 从而有效控制反应速率和产品质量。特种设备还能提高化工工艺的安全性和稳定性, 例如在化工生产中高压储罐用于储存易燃易爆的液体或气体, 其设计合理、制造精良, 能够有效防止泄漏和爆炸事故的发生, 特种设备还具备自动监测和报警功能, 一旦出现故障或异常情况能够及时发现并采取相应的处理措施, 从而确保化工生产的安全稳定进行。特种设备还能提高化工生产的效率, 以管道输送为例, 特种设备中的管道系统能够实现原料和产品的快速、准确输送, 减少人工搬运和装卸的繁琐过程, 从而节省

时间和人力成本, 特种设备还能实现自动化控制, 通过精确调节工艺参数, 提高生产效率和质量。

2 化工工艺在特种设备检验中的应用

2.1 材料选择与腐蚀防护

化学相容性分析涉及到对特种设备所接触的各种化学物质进行深入研究, 以确保设备材料不会因化学反应而受损或产生安全隐患, 例如在石油化工领域, 特种设备常常需要处理高温高压下的腐蚀性介质, 如硫酸、盐酸等强酸, 因此在选择设备材料时必须进行严格的化学相容性分析, 确保材料能够抵抗这些介质的侵蚀。化学相容性分析通常包括实验室测试和模拟实验两个步骤, 实验室测试主要通过将设备材料暴露在特定化学物质中, 观察其反应情况从而评估其化学相容性, 模拟实验则更加接近实际工况, 通过模拟设备在真实工作环境中的运行状况, 来检验材料的化学稳定性, 这些测试数据为特种设备的选材提供了科学依据^[2]。

2.2 过程控制与监测技术

在线监控技术通过实时采集和分析特种设备在运行过程中的各项数据, 在线监控技术能够及时发现潜在的安全隐患, 并采取相应的措施进行干预, 从而确保特种设备的安全稳定运行, 例如在化工生产中压力容器的在线监控技术可以通过传感器实时监测压力、温度等关键参数, 一旦发现异常立即启动报警机制, 通知操作人员进行处理。在线监控技术还可以结合大数据分析, 对特种设备的运行状态进行预测和评估, 通过对历史数据的挖掘和分析可以建立预测模型, 预测特种设备在未来一段时间内的运行趋势, 从而提前制定维护计划, 避免设备故障的发生^[3]。

2.3 风险评估与管理

危害识别与评价可以通过深入分析和评估特种设备在运行过程中可能面临的各种潜在危害, 能够有效地预防和控制事故的发生, 近年来由于特种设备故障

引发的事故屡见不鲜,其中不乏因未能及时识别和评价潜在危害而导致的悲剧。

在危害识别方面通常采用故障树分析、事件树分析等方法,对特种设备可能发生的故障和事故进行逐一排查,例如在化工工艺中特种设备常常需要承受高温、高压、腐蚀等恶劣环境,这些因素都可能导致设备出现故障,通过故障树分析可以清晰地了解故障发生的路径和原因,从而有针对性地制定预防措施,还可以结合历史数据和案例,对类似设备的故障模式进行归纳和总结,为今后的检验工作提供借鉴和参考^[4]。

3 检验方法与技术

3.1 非破坏性检测技术

3.1.1 超声波检测

超声波检测技术利用超声波在介质中的传播特性,通过测量超声波在材料中的传播速度、衰减程度等参数,实现对材料内部缺陷的无损检测,在特种设备检验中超声波检测广泛应用于焊缝、管道、压力容器等关键部件的缺陷检测。超声波检测具有检测速度快、精度高、操作简便等优点,在实际应用中通过不断优化检测参数和算法,可以进一步提高检测的准确性和可靠性。

3.1.2 X射线和 γ 射线检测

X射线和 γ 射线具有极强的穿透能力,能够深入特种设备内部,对设备内部的缺陷、裂纹等隐患进行精确检测,通过射线检测,可以及时发现并解决潜在的安全风险确保特种设备的安全运行。 γ 射线具有更强的穿透能力和更高的灵敏度,能够检测出更微小的缺陷,在特种设备检验中 γ 射线检测常用于对焊缝、管道等关键部位进行质量检测,通过 γ 射线检测可以确保特种设备在制造和安装过程中的质量符合标准要求^[5]。

3.1.3 磁粉检测等

磁粉检测技术利用磁粉在磁场作用下的行为特性,能够直观地显示出特种设备表面或近表面的裂纹、折叠等缺陷,为设备的安全运行提供有力保障,磁粉检测在特种设备检验中的应用率逐年上升,已成为一种不可或缺的检验手段。磁粉检测具有灵敏度高、操作简便、成本低廉等优点,磁粉检测还可以与其他检验技术相结合形成综合检验方案,例如在特种设备检验中可以先通过磁粉检测对设备表面进行初步筛查,然后再结合超声波检测或X射线检测等技术对疑似缺陷进行进一步确认,这种综合检验方案能够提高检验的准确性和可靠性,为特种设备的安全运行提供更加

全面的保障^[6]。

3.2 破坏性测试方法

3.2.1 拉伸测试

利用拉伸测试可以获取材料在受到拉伸力作用下的力学性能数据,如抗拉强度、屈服点等从而评估材料的强度和可靠性,拉伸测试广泛应用于各种特种设备材料的检验,如压力容器、管道等。拉伸测试不仅提供了材料力学性能的定量数据,还可以结合其他测试方法和分析模型,对材料的性能进行综合评价,例如通过对比不同材料的拉伸测试数据可以分析材料的优劣和适用性,结合材料的化学成分、组织结构等信息可以进一步揭示材料性能的内在机制,这些综合分析和评价为特种设备的设计和选材提供科学依据。拉伸测试还可以用于研究材料的失效模式和机理,通过观察和分析材料在拉伸过程中的变形和断裂行为,可以揭示材料的失效原因和过程,为改进材料性能和提高特种设备的安全性提供指导。

3.2.2 冲击测试

冲击测试作为特种设备检验中一种重要的破坏性测试方法,对于评估特种设备在极端条件下的性能表现具有重要意义,在化工工艺中特种设备往往承受着各种复杂的压力和冲击,因此通过冲击测试可以模拟这些极端条件,从而确保设备在实际运行中的安全性和可靠性。冲击测试通常涉及对特种设备施加高能量的冲击力以观察其结构是否出现裂纹、断裂或其他形式的损伤,例如在化工管道系统中,冲击测试可以模拟管道在突然关闭阀门或发生爆炸等极端情况下的受力情况,通过对比测试前后的数据可以评估管道的抗冲击性能,并据此制定相应的安全措施^[7]。

3.2.3 硬度测试等

在化工工艺中特种设备往往承受着高温、高压、腐蚀等恶劣环境的考验,因此其材料的硬度特性显得尤为重要,通过硬度测试可以准确了解材料的硬度值,进而判断其是否满足特定工艺条件下的使用要求。硬度测试可以用于评估材料的性能,还可以为特种设备的维护和保养提供重要依据,通过定期对特种设备进行硬度测试可以及时发现材料性能的变化,从而制定相应的维护计划,例如当发现材料的硬度值出现明显下降时可以判断该设备可能存在疲劳或腐蚀等问题,需要及时检修或更换部件,硬度测试还可以与其他检验技术相结合形成综合评估体系,例如结合超声波检测、X射线检测等技术对特种设备的内部结构进

行全面检查,从而更准确判断其安全状况。

3.3 现场检验技术

3.3.1 热像仪检测

热像仪检测是利用红外辐射原理,通过捕捉物体表面的热辐射图像,实现对设备内部温度分布的实时监测,这种技术既提高了检验的准确性和效率,还为设备的故障诊断和预防性维护提供了有力支持。热像仪检测能够迅速发现设备表面的温度异常区域,进而揭示出潜在的故障点,例如在化工设备的管道系统中热像仪可以检测出管道连接处的温度差异,从而判断是否存在泄漏或腐蚀等问题,热像仪还可以用于检测电气设备的发热情况,预防因过热而引发的火灾事故^[8]。

3.3.2 声发射检测

声发射检测技术通过捕捉特种设备在应力作用下产生的声发射信号,实现对设备内部缺陷的精准定位和评估,声发射检测已广泛应用于压力容器、管道等特种设备的检验中,有效提高了检验的准确性和效率。在分析模型方面,声发射检测结合信号处理技术可以对声发射信号进行特征提取和模式识别,从而实现对设备缺陷类型的准确判断,通过对比不同工况下的声发射信号特征,还可以对设备的运行状态进行实时监测和预警。

3.3.3 振动分析等

通过振动分析可以实时监测设备的运行状态,及时发现潜在的安全隐患,例如在化工生产中压力容器的振动情况往往能够反映出其内部结构的稳定性和安全性,通过对振动数据的采集和分析可以判断压力容器的运行状态是否正常,是否存在裂纹、腐蚀等缺陷,振动分析还可以用于评估设备的性能和使用寿命,为设备的维护和管理提供科学依据。

4 特种设备检验技术应用的经济性

4.1 保证稳产,提高效率

特种设备检验技术的应用对化工企业的经济性有着不可忽视的重要影响,这种技术的应用可以从多个方面提升企业的经济效益,包括但不限于对生产效益的提升、对生产成本的降低、对产品质量的提升以及对企业竞争力的增强等方面。特种设备检验技术的应用可以通过定期检验和维护特种设备,有效减少设备因故障而停机造成的生产中断现象,从而保证了生产的连续性和稳定性,通过保证持续稳定的生产,企业可以最大限度地利用设备,提高生产效率、实现生产能力的充分发挥,从而为企业创造更多的价值。

4.2 节省资金,实现效益

及时的检验和维护可以发现并解决潜在的设备问题,避免设备因长期使用而导致的损坏或故障,从而减少了维修和更换设备的成本,这种成本的节约对于化工企业来说尤为重要,因为在化工生产过程中特种设备通常承担着重要的角色,一旦设备出现故障将会对生产造成严重的影响,甚至可能导致生产线的瘫痪,因此通过应用特种设备检验技术可以有效地降低维修和更换设备的成本,为企业节约大量的资金,从而实现经济效益的稳步增长。

4.3 提升质量,开拓市场

通过保证特种设备的正常运行和良好状态,企业可以提高产品的质量和稳定性,减少因设备问题而导致的产品缺陷和废品率,优质的产品不仅能够提升企业的品牌声誉,还能够增强客户的信任度从而促进产品销售额和市场份额的增长,通过应用特种设备检验技术,企业可以有效地提升产品质量,满足客户的需求,提升竞争力实现经济效益的最大化。

5 结论

综上所述,化工工艺在特种设备检验中的应用具有显著的重要性和潜在的优势,通过运用化工工艺技术可以提高特种设备的检验效率和准确性,从而有效预防事故的发生,保障生产过程的安全稳定,促进企业经济发展。

参考文献:

- [1] 赵家炜, 蔺健宁. 化工企业特种设备安全管理存在的风险及对策分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(06): 72-74.
- [2] 丰玉玺, 窦晓玲. 化工企业特种设备安全管理问题及建议 [J]. 化工管理, 2024, (07): 112-114.
- [3] 刘萍, 马旭. 化工企业特种设备常见的安全隐患 [J]. 劳动保护, 2023, (11): 48-49.
- [4] 牛俊粉. 化工企业特种设备安全管理探析 [J]. 山东化工, 2023, 52(19): 209-211.
- [5] 廖博群. 基于化工工艺条件的承压类特种设备检验 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(24): 41-43.
- [6] 周建国. 化工工艺运用中的承压类特种设备检验 [J]. 装备维修技术, 2019, (03): 134.
- [7] 陈谦. 试论化工工艺运用中的承压类特种设备检验 [J]. 化工管理, 2018, (11): 168-169.
- [8] 李江. 化工工艺运用中的承压类特种设备检验 [J]. 电子制作, 2014, (20): 21.