

# 压力容器设计制造常见缺陷及应对措施

赵开云 庄 旭

阿美远东(北京)商业服务有限公司 北京 100004

**摘要:** 压力容器是一种常见的工业设备,用于储存和运输气体和液体。在压力容器的设计制造过程中,由于各种原因,可能会出现一些缺陷。本文介绍了压力容器设计制造常见缺陷及应对措施,包括焊接缺陷、缺乏有效的腐蚀防护措施、材料老化等问题,并提出了相应的解决方案,如加强焊接质量控制、采用防腐涂层和衬里、加强材料检测和管理等。

**关键词:** 压力容器;设计制造;常见缺陷;应对措施

引言:压力容器是一种重要的工业设备,广泛应用于化工、能源、航空航天等领域。压力容器的设计制造过程涉及到材料、结构、制造工艺等多个方面,其中任何一个环节出现缺陷都可能导致安全事故。因此,了解压力容器设计制造常见缺陷及应对措施对于保障设备安全性和可靠性具有重要意义。

## 1 压力容器设计制造的重要性

(1) 符合国家和行业相关的标准和规范。这些标准和规范旨在确保压力容器的结构强度、密封性和耐久性。通过遵循这些规定,可以减少事故发生风险,并最大程度地保护操作人员、环境和财产安全。(2) 提高压力容器的可靠性和耐用性。通过考虑材料的选用、结构的合理性和制造工艺的精细化,可以增强容器的抗压能力和耐腐蚀能力。这样一来,压力容器在高压条件下仍能保持稳定运行,长期使用而不出现泄漏或损坏。(3) 有助于提高压力容器的可操作性和维护性。设计合理的容器可以更方便地进行装卸、清洗和检修。而且,制造工艺的精确控制能够减少制造缺陷,降低维修和更换部件的需求。这样,压力容器的运行成本也会降低,并且减少设备停机时间<sup>[1]</sup>。(4) 有助于优化压力容器的体积和重量。通过采用先进的材料和结构设计,可以实现容器尺寸的最小化和重量的轻量化。这对于提高运输效率、减少能源消耗以及增加安装灵活性都非常重要。

## 2 压力容器设计制造常见缺陷

(1) 焊接缺陷:焊接是连接压力容器构件的常见方法,但焊接过程中可能出现缺陷。例如,焊缝中可能存在夹杂物、气孔、裂纹等问题,这些缺陷会降低焊接接头的强度和密封性能,并可能引发事故<sup>[2]</sup>。(2) 缺乏有效的腐蚀防护措施:许多压力容器在使用过程中会接触腐蚀性介质,因此需要采取有效的腐蚀防护措施。如果缺乏或实施不当,容器表面可能被腐蚀,导致壁厚减薄

甚至穿孔,从而降低容器的安全性能。(3) 材料老化:长期使用的压力容器可能会导致材料老化的影响。由于容器内外部压力的变化以及介质的侵蚀作用,容器材料可能出现疲劳裂纹,同时也会导致材料性能的衰退。

## 3 压力容器设计制造应对措施

### 3.1 焊接质量控制

(1) 需要对压力容器的设计图纸进行仔细的审核和评估,确保设计符合相关标准和规范要求。同时,对焊接材料进行检查和验收,确保材料质量符合要求。(2) 需要采用合适的焊接方法和工艺,并进行焊接前的预处理和焊后热处理。焊接时,需要严格控制焊接电流、电弧长度、焊接速度等焊接参数,以确保焊接质量和焊接接头的强度。(3) 需要进行严格的焊缝检测和评估,以确保焊接质量符合标准和规范要求。采用无损检测方法,如X射线检测、超声波检测等,可以有效地发现并修复焊接缺陷,确保焊接接头的强度和密封性能。(4) 需要进行焊缝的外观检查、尺寸测量和无损检测,并进行压力试验,以检查容器的密封性能和强度。如果发现焊接缺陷,需要进行及时的修复和处理,确保容器的安全性能和使用寿命。(5) 需要加强焊接人员的培训和管理,提高他们的技能水平和安全意识。建立完善的焊接质量控制体系,加强质量管理和监督,确保焊接过程和质量符合要求。

### 3.2 腐蚀防护措施

(1) 选择合适的耐腐蚀材料。在选择材料时,应根据压力容器的使用环境和介质特性进行评估和选择。例如,在高温、高压、强腐蚀的环境中,可以选择不锈钢、镍基合金等具有优异耐腐蚀性能的材料。(2) 采用适当的防腐涂层和衬里。在容器的表面涂覆防腐涂层,可以有效地隔离腐蚀介质,保护容器表面不受腐蚀。同时,采用耐腐蚀衬里,如橡胶、玻璃钢等,可以增强容

器的耐腐蚀性能。(3)设计合理的结构。例如,避免容器内部出现死角,减少介质积聚,避免不同介质直接接触等,可以有效地减少腐蚀问题的发生。(4)应采用合理的加工工艺和焊接技术,确保焊接质量和密封性能。同时,进行严格的检验和测试,及时发现和处理潜在的焊接缺陷和密封问题。(5)应定期进行腐蚀监测和维护。通过定期检查容器表面、衬里和焊缝等关键部位,及时发现和处理腐蚀问题。同时,进行定期的维护和修复,确保腐蚀防护措施的有效性和完整性。

### 3.3 材料选择和检测

(1)在选择材料时,需要考虑压力容器的使用环境和介质特性。对于接触腐蚀性介质的压力容器,应选择具有良好耐腐蚀性、高强度和韧性的材料。例如,不锈钢、镍基合金等材料具有优异的耐腐蚀性能,适合在腐蚀环境中使用。(2)进行材料检测和控制。在购买材料时,应对材料进行质量检查和控制,确保材料的质量符合设计要求。同时,进行材料测试,如拉伸试验、冲击试验、硬度试验等,以评估材料的力学性能和耐腐蚀性能。(3)应进行材料的老化检测和质量控制。通过定期的材料老化检测,可以及时发现材料的疲劳和老化问题,并进行修复或更换。同时,加强质量控制和管理,确保制造过程中的材料符合要求。(4)进行材料的无损检测。采用无损检测方法,如X射线检测、超声波检测等,可以有效地发现材料内部的缺陷和问题,确保材料的完整性和安全性。

### 3.4 合理的结构设计

(1)设计时需要充分考虑容器的几何形状。容器的几何形状直接影响到压力容器的强度和稳定性。设计时应根据容器的使用环境和压力大小,选择合适的几何形状,如圆筒形、球形、锥形等。(2)需要考虑容器的壁厚。壁厚直接影响到压力容器的强度和耐压能力。设计时应根据容器的设计压力、设计温度、材料等因素,进行壁厚的合理设计。同时,还应考虑容器内外部压力差、温度变化等因素对壁厚的影响。(3)支撑方式和封闭方式。支撑方式应能够承受容器内外部压力的作用,保证容器稳定性和支撑能力。封闭方式应能够保证容器的密封性能,防止介质泄漏和外部空气的进入。(4)设计时还需要考虑一些附加设施,如人孔、视孔、接管、支座等。这些设施的设计应符合相关标准和规范的要求,以满足生产操作和安全使用的需要。(5)应遵循相关标准和规范的要求,确保压力容器的设计、制造和使用都符合安全要求。同时,进行结构设计的评估和审核,确保设计的合理性和安全性。

### 3.5 完善的制造工艺

(1)材料和零部件的检验和控制。制造过程中使用的材料和零部件应符合相关标准和规范的要求,并具有质量证明文件。在材料和零部件进入生产现场时,应进行检验和验收,确保其符合设计要求。(2)采用严格的加工工艺流程。应根据设计图纸和技术要求,制定合理的加工工艺流程,明确各工序的技术要求和操作规程。在加工过程中,应采用先进的加工设备和工艺方法,提高加工精度和表面质量<sup>[2]</sup>。(3)焊接工艺的控制和管理。焊接接头质量直接影响到压力容器的安全性能和使用寿命。因此,在焊接前应对焊接材料进行质量检查,并选择合适的焊接方法和工艺参数。焊接过程中,应进行合理的预热、热处理和焊缝检测,以确保焊接接头的质量。同时,焊接完成后,应对焊接接头进行外观检查、无损检测和压力试验,以确保焊接质量和密封性能。(4)组装和调试过程。在组装和调试过程中,应采用合理的组装方法和调试程序,确保压力容器的组装质量和调试效果。同时,应对组装和调试过程中出现的问题进行及时处理和记录,确保设备的安全性和可靠性。(5)建立完善的质量管理体系。制造企业应建立完善的质量管理体系,明确各岗位的责任和操作规程,确保制造过程的可控性和可追溯性。同时,加强质量管理和监督,对制造过程中出现的问题进行及时处理和纠正,提高压力容器的制造质量和安全性。

### 3.6 严格的检验与试验

(1)进行压力测试。通过在容器内充入一定压力的水或空气,可以对容器的强度和密封性能进行测试。在测试过程中,应逐步增加压力,并观察容器的变形和泄漏情况。如有异常,应立即停止测试并进行处理。(2)进行泄漏测试。泄漏测试主要是检验容器的密封性能,以确保容器在正常使用过程中不会发生泄漏。通常采用涂抹试剂、喷气测试等方法进行泄漏测试。在测试过程中,应按照相关标准和规范的要求,对容器的各个部位进行仔细的检查 and 测试。(3)进行破裂试验。破裂试验主要是对压力容器进行超过设计压力的加载,以检验容器的强度和安全性。在试验过程中,应观察容器的变形和裂纹情况,如有异常应立即停止试验并进行处理。(4)进行其他必要的检验和试验,如射线检测、超声检测、磁粉检测等。这些检测方法可以进一步验证压力容器的制造质量和安全性。(5)应对检验和试验结果进行评估和记录。对于不符合设计要求或相关法规和标准的问题,应进行及时处理和纠正。同时,加强质量管理和监督,确保压力容器的制造质量和安全性。<sup>[3]</sup>

### 3.7 定期检查和维修

(1) 进行外观检查。外观检查主要是检查压力容器的表面状况,包括是否存在裂纹、变形、磨损等现象。检查应包括压力容器的各个部位,如接管、法兰、支撑结构等。如有发现异常情况,应进行及时处理和修复。

(2) 进行内部腐蚀检测。内部腐蚀检测主要是检查压力容器内部的腐蚀情况,特别是对于接触腐蚀性介质的压力容器。腐蚀检测方法包括目视检查、涡流检测、超声检测等。通过腐蚀检测,可以及时发现并监测腐蚀情况,避免因腐蚀导致的安全事故。(3) 防腐涂层检查。防腐涂层可以有效地保护压力容器免受腐蚀介质的侵蚀。检查应包括防腐涂层的完整性、厚度、附着情况等。如有发现涂层破损、脱落等问题,应进行及时修复和更换。(4) 应进行定期的维护和保养。维护保养包括对压力容器进行清洗、更换密封件、紧固件等。在维护保养过程中,应遵循相关维护规程和技术要求,确保压力容器的正常运行和使用寿命<sup>[4]</sup>。(5) 应及时修复或更换受损部件。修复和更换过程应遵循相关规范和标准,确保压力容器的安全性和可靠性。同时,加强定期检查和维护的记录和管理,为设备的运行和维护提供可靠的依据和参考。

### 3.8 建立完善的管理体系

(1) 建立完善的质量管理体系。质量管理体系应包括原材料和零部件的采购、加工制造、焊接工艺、检验和试验等环节的控制和管理。质量管理体系应明确各岗位的责任和操作规程,确保制造过程的可控性和可追溯性。同时,加强质量管理和监督,对制造过程中出现的问题进行及时处理和纠正。(2) 建立完整的文件记录系统。文件记录系统应包括设计文件、制造工艺文件、检验报告等。设计文件应包括压力容器的设计图纸、技术要求、材料选用等。制造工艺文件应明确各工序的操作规程、技术要求和检验标准。检验报告应记录检验和试

验的过程和结果,确保设备的质量和安全性。(3) 制定相关操作规程和安全操作规范。操作规程应明确压力容器的操作方法、注意事项和应急处理措施。安全操作规范应包括对压力容器进行检查和维护的安全要求,以及对异常情况的处理方法。通过制定操作规程和安全操作规范,可以加强对员工的培训和安全意识教育,提高设备的可靠性和安全性。(4) 加强对员工的培训和教育。培训应包括技术培训、安全培训和管理培训等。技术培训应针对制造过程中的关键技术和难点进行培训,提高员工的技术水平。安全培训应加强对员工的安全意识教育,提高员工对安全生产的认识和应对能力。管理培训应针对管理体系的建立和执行进行培训,提高管理人员的素质和管理水平。

结语:综上所述,本文介绍了压力容器设计制造常见缺陷及应对措施,包括焊接缺陷、缺乏有效的腐蚀防护措施、材料老化等问题,并提出了相应的解决方案。通过加强焊接质量控制、采用防腐涂层和衬里、加强材料检测和管理等措施,可以有效减少压力容器设计制造过程中的缺陷,提高设备的安全性和可靠性。同时,定期检查和维修、建立完善的管理体系也是保障压力容器安全运行的重要措施。

### 参考文献

- [1]周明.压力容器设计制造常见缺陷及应对措施[J].设备管理与维修,2021(22):133-135.DOI:10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2021.11D.73.
- [2]宋珂.压力容器设计制造安装问题及其对策分析[J].建材发展导向(上),2021,19(4):144-145.
- [3]杨文辉,汉正霞.压力容器设计制造常见缺陷及应对措施[J].化工管理,2022(23):149-152.DOI:10.19900/j.cnki.ISSN1008-4800.2022.23.044.
- [4]黄晓宁.压力容器设计制造常见缺陷及应对措施[J].建筑工程与管理,2022,4(8).DOI:10.33142/aem.v4i8.6772.