

浅析压力容器的应力腐蚀及检验

安保忠 (甘肃省特种设备检验检测研究院, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 压力容器是高风险的密封设备, 需要定期检查和腐蚀防护。大多数压力容器都含有腐蚀性很强的液体, 为提高压力容器的安全性, 相关技术人员应更加重视检查工作, 并及时预防和消除因腐蚀引起的危险问题。

关键词: 压力容器; 应力腐蚀; 检验

0 引言

工业生产中使用的主要设备是压力容器, 广泛应用于石油、化工、冶金、食品、制药、环境工程、航空航天等许多领域。应力腐蚀断裂是指对外部应力, 残余应力及其腐蚀性介质敏感的金属或合金, 这将导致特殊的断裂方式, 这是使用过程中发生的最危险的损坏之一。因此, 企业必须彻底调查压力容器的应力腐蚀情况, 并采取适当措施, 确保压力容器的安全运行。

1 压力容器检验的重要性

随着经济和社会的发展, 各个行业和领域对各种能源的需求都在增加, 并且在培育包括现代建筑在内的许多行业中发挥了重要作用。其中, 压力容器的使用效率大大提高, 直接影响社会经济的发展。作为储存多种能源的主要容器, 压力容器的安全运行是当前社会发展中重要的任务。由于使用压力容器非常危险, 因此检查压力容器是非常重要的部分。如果这些高风险容器存在腐蚀或危险问题, 将会发生火灾或爆炸的危险。此外, 压力容器是一种高精度仪器, 不仅受许多因素的影响, 而且还受外部环境、温度、湿度和其他因素的影响, 忽视使用原则可能很危险。因此, 检查压力容器非常重要。有关技术人员在压力容器生产过程中应注意检查, 并在使用过程中严格控制外界因素和使用规范的影响, 了解容器的基本知识和安全规范。

2 影响压力容器应力腐蚀的因素

影响压力容器中应力腐蚀的因素包括内部因素和外部环境因素。就影响腐蚀的机理而言, 腐蚀的类型可以分为电化学腐蚀和化学腐蚀, 并且可以根据腐蚀的破坏类型大体上分为均匀腐蚀和局部腐蚀; 根据腐蚀环境, 可分为高温腐蚀、湿腐蚀、土壤腐蚀、沉淀腐蚀、碱腐蚀、酸腐蚀、氧腐蚀、环烷酸腐蚀和氢腐蚀等等。造成应力腐蚀的因素众多, 内部和外部环境因素的机制是不同的。就电化学腐蚀而言, 压力容器中的应力通常是金属产物, 金属产物发生电化学腐蚀的原因是金属产物的表面与化学物质的离子导电介质发生一系列电化学效应, 压力容器的金属表面受到化学破坏, 导致压力容器的应力腐蚀。这种电化学腐蚀机理非常有害, 因为金属和离子导电介质形成阴极和阳极以形成离子电流, 从而不断腐蚀压力容器。外部环境因素主要指压力容器在严重空气污染物环境中的应力。这是因为大气中的某些硫氧化物和其他挥发性酸以及某些工业粉尘会导致设备表面被腐蚀和损坏。这些介质主要在潮湿的环境中形成高度腐蚀性的无机酸, 会严重损坏和腐蚀设备。

3 压力容器应力腐蚀检验

在检查过程中, 必须通过准确方式选择和确定检查的

关键部分: ①容器底部、底盖等可以聚集内壁上溶液的部分; ②容器的结构中的死角部位, 如, 连接部位、支撑部件等; ③容器的开口、焊接接头等应力集中的位置; ④内壁上液位活动的区域, 容器外壁保温层破损部位, 例如液氨储罐和除氧器组件; ⑤容器内部过热部位; ⑥容器进料口附近以及料口对应的容器壁。如果在检查和测试过程中发现裂纹, 则根据裂纹的形状, 位置和数量对裂纹进行分析和判断, 并根据硬度测试结果分析裂纹和腐蚀产物的特性, 以确定裂纹的性质。对于已确认应力腐蚀开裂的容器, 应修改检查计划以提高表面检查率, 增加硬度, 扩大金属结构检查的位置和范围, 并进行其他检查和测试以彻底掌握裂纹和容器质量, 有助于处理容器中的缺陷并评估容器的安全性。

4 控制压力容器应力腐蚀的有效措施

4.1 防止机械因素

可以采取以下措施来减小拉伸应力, 并将材料的工作应力和残余应力降低到临界腐蚀应力以下。第一, 设计容器的结构时, 应力被分散, 并且不会产生过大聚集的应力。对于结构过渡, 需要使用圆角。第二, 冷加工容器时, 应采取有效措施防止拉应力。第三, 为了消除残余应力, 容器在制造后必须经过完整的退火热处理工艺。第四, 压力容器应严格避免超压工作。超压操作不仅不能保证容器的强度, 而且还容易受到应力腐蚀。第五, 采取措施使压力容器的表面在压缩应力下与介质接触, 压缩应力状态可以弥合小间隙, 使应力腐蚀的电化学过程不会出现, 从而避免了应力腐蚀的发生。

4.2 免受环境因素的影响

应使用设计的最佳工艺条件, 以使压力容器在设计中指定的工艺条件下不会引起应力腐蚀。首先, 可以采取将介质中的氧气和氧化物的含量降低到百万分之一以下, 以防止不锈钢的密封, 在热交换系统中发生应力腐蚀。其次, 在腐蚀性介质中添加缓冲剂可以在一定程度上降低应力腐蚀开裂的可能性。第三, 在压力容器结构的设计过程中, 应努力获得最佳结果, 并应在容器保护方面加以考虑。除了防止机械应力集中以外, 还必须防止热量应力和腐蚀性介质的集中。金属结构的设计应避免与电位差较大的金属材料直接接触, 以防止电偶腐蚀。如果无法避免两种电位不同的材料的接触, 则应使阳极部分的面积尽可能大, 阴极部分的面积应较小。第四, 阴极保护用于防止应力腐蚀的发生, 并且设备的金属在导电介质中连接到直流电源的阴极, 并且使电流通过以进行阴极极化。最后, 选择合适的材料作为表面保护层, 将金属表面与腐蚀性介质分开, 并防止金属表层微电池的影响。

4.3 加强安全管理体系的制定和实施

压力容器的检查和管理已成为压力容器用户的主要关注问题,吸引了相关人员和输油管道部门的关注,并结合了几种安全管理措施进行了科学的管理和控制。但是,压力容器的安全管理仍有发展和改进的空间,为了改善和有效实施压力容器的安全管理体系,有关压力容器管理人员必须严格遵守管理制度,根据系统的主要作用展示安全性,有效减少发生腐蚀和危险事故的可能性。同时,在安全管理体系实施过程中,有必要为全体员工分配责任和管理责任,增强员工的责任感,提高管理效率。因此,加强安全管理体系的制定和实施是压力容器管理的主要目标。

4.4 科学有效地使用先进的管理技术

过去,压力容器的安全管理问题大多是人工的,不仅管理效率低下,而且容易出现不必要的问题和腐蚀事故。随着最新信息技术和科学设备的发展,相关的压力容器管理人员可以使用先进的管理技术来提高管理效率,同时减少人工成本、事故成本和其他基本成本。在这方面,相关技术人员应继续增强其专业能力,善于学习和探索相对新颖、有效的压力容器管理方法,并在实际工作中充分利用它们,以促进压力容器防腐性能的提高,通过先进的管理技术提高管理工作效率。

4.5 避免过度应力集中和有害离子积累的结构

避免缝隙和死角并改善应力分布。具体措施包括采用

正确的焊接方法,防止凹入的零件和未充满溶液的空间,保留腐蚀性液体、蒸汽冷凝、腐蚀产物和有害离子集中,防止灰尘积聚,设计易于清洁,方便的污水处理方案,增加排污结构和危险区域的大小,使用膨胀系数类似的材料进行组装,精心设计处理方法,并最大程度地减少设备的残余应力。

5 结语

简而言之,防止压力容器中的应力腐蚀是一项全面的系统工程,不仅关系到工作质量和正常程序的进展,而且对环境安全也有重大影响。防止压力容器中的应力腐蚀不仅是一项任务,而且还是环境和安全问题。在设计和制造阶段,必须控制产品质量,维护使用中的设备并加强人员培训,正确使用和维护设备,以尽可能避免压力容器的应力腐蚀。

参考文献:

- [1] 沈书乾,郭福平,李海三,齐洪洋,李程.化工压力容器腐蚀影响因素及防腐策略[J].石油化工设备,2017(02):59-63.
- [2] 连静毅.论压力容器的应力腐蚀及防护策略[J].科技资讯,2012(13):103.
- [3] 凌旻.压力容器监督检验及腐蚀问题梳理与分析[J].化工管理,2019(35):151-152.

(上接第 208 页)用应急模式。具体控制子程序运行流程见图 2 所示。

为了确保提升机可平稳、安全运行,控制程序增加有超速保护、自动减速、溜车保护、错向保护以及变频故障保护等功能。

3 变频调速控制系统应用分析

在山西某矿副井对文中提出的提升机变频调速系统进行现场应用,结果表明该系统可实现提升机的平稳调速控制,同时通过各类传感器对提升机运行参数(包括电动机工作温度、振动等)进行监测。提升机在正常运行下功率为 260kW,具体监测获取到的提升机运行参数见表 1 所示。变频调速系统现场应用后,在相同工况下提升能耗较应用前降低 8%,取得较为显著的节能降耗效果。

表 1 提升机运行参数

主轴温度 / °C	液压油压 / MPa	电动机振动值 / (mm/s)	减速器振动值 / (mm/s)	提升滚筒振动值 / (mm/s)
34	2.8	1.31	2.13	0.22

4 总结

①提升机是矿井井下与地面设备、材料以及人员运输的主要设备,在矿井正常生产时提升机需频繁正、反转调整。为了确保提升机可高效、平稳运行,文中采用计算速度更快、智能化程度更高的 DSP 对提升机变频调速进行控制。对变频调速系统总体结构、硬件以及软件等进行阐述;②变频调速控制系统在山西某矿副井提升机进行工业应用,

结果表明该系统可平稳运行,整个调速过程运行平稳,具备较好的抗干扰能力。同时控制系统可通过布置的各类传感器对电动机、滚筒、液压系统等各环节设备运行情况进行监测,并在显示屏上实时显示监测结果,可在一定程度上增加提升机运行安全保障能力。

参考文献:

- [1] 马晓锋.矿井提升机变频控制分析[J].能源与节能,2020(02):114-115.
- [2] 武进.矿井提升机变频调速控制系统研究[J].自动化应用,2020(01):32-33+36.
- [3] 徐大利,谢青海,崔崑.基于 DSP 的矿用提升机变频调速系统应用研究[J].煤矿机械,2020,41(10):159-161.
- [4] 姚金星,臧宗强,何芳红.有色金属矿用提升机罐道钢丝绳脱落分析及对策[J].中国矿山工程,2020,49(01):52-54.
- [5] 王立男.浅析矿用提升机变频调速系统[J].科技创新与应用,2015(14):108.
- [6] 高昌兴,任一峰,赵敏.基于 TMS320F2808 矿用提升机矢量控制变频调速系统的研究[J].煤矿机械,2014,35(04):120-123.
- [7] 李生军.矿井提升机液压制动系统可靠性分析与探讨[J].中国矿山工程,2013,42(04):55-58.

作者简介:

赵鹏飞(1987-),男,山西原平人,2012年7月毕业于山西大同大学煤炭工程学院,机械设计制造及其自动化专业,本科,现为助理工程师。