

压力容器定期检验中常见问题及其解决方案分析

赵新杰 赵文珍

郑州广起检验检测有限公司 河南 郑州 451162

摘要: 本文聚焦于压力容器定期检验工作,深入剖析了检验过程中常见的材料性能劣化、结构缺陷、安全附件失效等问题,并针对这些问题提出了相应的解决方案,旨在提高压力容器定期检验的质量和效率,保障压力容器的安全运行,为相关行业提供理论支持与实践指导。

关键词: 压力容器;定期检验;常见问题;解决方案

引言

压力容器作为工业生产中广泛使用且具有潜在危险性的特种设备,其安全运行直接关系到人员生命安全和企业的经济效益。定期检验是确保压力容器安全运行的重要手段,通过定期检验可以及时发现压力容器存在的缺陷和隐患,并采取有效的修复措施,防止事故的发生。然而,在实际的定期检验工作中,会遇到各种各样的问题,这些问题如果得不到妥善解决,将严重影响检验结果的准确性和可靠性,进而威胁到压力容器的安全。

1 压力容器定期检验中常见问题

1.1 材料性能劣化问题

压力容器在长期运行过程中,其材料犹如历经风雨侵蚀的基石,会受到各种因素的复杂影响而发生性能劣化。在高温环境下,材料内部的原子活跃度显著增加,晶体结构逐渐发生变化,导致材料的强度和韧性如同退潮的海水般逐渐降低,进而产生蠕变和松弛现象。蠕变会使材料在长时间承受应力的情况下发生缓慢的塑性变形,就像橡皮筋在长时间拉伸后逐渐变长且难以恢复原状;松弛现象则会导致材料内部的应力逐渐减小,影响其承载能力。在腐蚀性介质中,材料会与介质中的化学物质发生化学反应,如同铁在潮湿的空气中生锈一样,导致材料表面和内部逐渐被腐蚀,壁厚不断减薄。当壁厚减薄到一定程度时,压力容器的强度将无法承受内部介质的压力,甚至会出现穿孔泄漏等严重问题,犹如堤坝出现漏洞,介质会喷涌而出,引发安全事故。此外,一些压力容器在制造过程中可能存在材料选用不当或热处理工艺不合理等问题。材料选用不当就如同给压力容器穿上了不合适的“铠甲”,无法有效抵御运行过程中的各种挑战;热处理工艺不合理则会影响材料的组织结构和性能,加速材料的性能劣化。材料性能劣化会严重影响压力容器的承载能力和安全性,使其在运行过程中如同行走在悬崖边缘,随时可能发生危险^[1]。然而,在定期检验中,准确判断材料性能劣化的程度和范围往往具

有一定的难度,因为材料性能的变化是一个渐进的过程,且受到多种因素的共同影响,如同在迷雾中寻找隐藏的陷阱。

1.2 结构缺陷问题

压力容器的结构设计不合理或制造安装过程中产生的缺陷也是定期检验中常见的问题之一,这些问题就像隐藏在压力容器内部的“定时炸弹”,随时可能引发安全事故。结构缺陷包括焊缝缺陷、几何形状偏差、连接部位松动等。焊缝缺陷是压力容器结构缺陷中的常见问题,如气孔、夹渣、未焊透等。气孔就像焊缝中的“小气泡”,会降低焊缝的致密性,使介质容易渗透到焊缝内部,导致焊缝腐蚀;夹渣则是焊缝中残留的杂质,会影响焊缝的强度和韧性;未焊透是指焊缝金属与母材之间没有完全熔合,会显著降低焊缝的承载能力,就像桥梁的支撑柱没有完全连接,容易在受力时发生断裂。几何形状偏差如椭圆度超标、局部凹陷等会影响压力容器的应力分布。椭圆度超标会使压力容器在运行过程中产生不均匀的应力,就像一个不规则的球体在受力时,某些部位会承受更大的压力;局部凹陷则会在凹陷处产生应力集中,加速材料的疲劳损伤,如同在金属板上挖了一个小坑,容易在该处出现裂纹。连接部位松动则可能导致泄漏事故的发生。压力容器的连接部位就像人体的关节,如果关节松动,就会导致身体活动受限甚至出现故障。连接部位松动可能是由于安装时紧固力不足、长期运行受到振动等原因引起的,一旦发生泄漏,介质会迅速扩散,引发火灾、爆炸等严重后果。然而,一些结构缺陷具有隐蔽性,在检验过程中不易被发现,给检验工作带来了很大的挑战,就像在黑暗中寻找隐藏的敌人。

1.3 安全附件失效问题

安全附件是压力容器的重要组成部分,如同压力容器的“守护天使”,包括安全阀、压力表、液位计等,其作用是在压力容器出现异常情况时及时发出警报或采取措施,保障压力容器的安全运行。然而,在实际使用中,

安全附件常常会出现失效的情况,就像天使失去了翅膀,无法履行其守护职责。安全阀由于长期未进行校验或维护不当,可能会导致开启压力不准确、密封不严等问题。开启压力不准确就像门锁的密码设置错误,当压力容器内部压力超过安全值时,安全阀无法及时开启泄压,导致压力容器超压运行;密封不严则会使介质在安全阀开启前后都有泄漏,不仅会造成介质的浪费,还可能引发安全事故。压力表和液位计可能会因为受到振动、腐蚀等因素的影响而出现指示不准确的现象。压力表指示不准确就像汽车的速度表出现故障,驾驶员无法准确掌握车速,容易导致超速行驶;液位计指示不准确则会使操作人员无法准确了解压力容器内介质的液位,可能导致介质溢出或干烧等危险情况的发生。安全附件失效会使压力容器失去有效的安全保护,增加事故发生的风险,就像房屋失去了防火墙,一旦发生火灾,后果不堪设想。

1.4 检验技术与方法局限性问题

随着压力容器技术的不断发展,其结构和材料越来越复杂,对检验技术和方法提出了更高的要求。然而,目前一些检验机构所采用的检验技术和方法存在一定的局限性,就像用旧地图探索新领域,难以满足实际需求。传统的无损检测方法如射线检测、超声波检测等对于一些微小缺陷的检测灵敏度有限。射线检测就像给压力容器拍X光片,虽然能够发现一些较大的缺陷,但对于一些微小的裂纹或气孔等缺陷,可能无法清晰显示;超声波检测则是利用超声波在材料中的传播特性来检测缺陷,但对于一些形状复杂或表面粗糙的压力容器,超声波的传播会受到干扰,影响检测结果的准确性^[2]。对于一些特殊结构的压力容器,现有的检验方法可能无法对其进行全面有效的检测。例如,对于一些带有夹套或内部有复杂管路的压力容器,传统的检验方法很难深入到内部进行检测,就像无法用普通的钥匙打开特殊的锁。此外,检验人员的技术水平和实践经验也会影响检验结果的准确性。一些检验人员可能对新型压力容器的检验要点和方法掌握不够熟练,导致检验过程中出现漏检或误判的情况。检验工作就像一场精密的手术,需要检验人员具备高超的技术和丰富的经验,否则就可能在“手术”过程中出现失误,给压力容器的安全运行埋下隐患。

2 压力容器定期检验常见问题的解决方案

2.1 材料性能劣化问题的解决策略

针对材料性能劣化问题,首先应加强对压力容器运行环境的监测和控制,为压力容器创造一个相对稳定的“工作环境”。对于在高温环境下运行的压力容器,可以采用隔热措施降低容器表面的温度,就像给压力容器穿上了一层隔热衣,减少高温对材料的影响。例如,在容器外部包裹隔热材料,或者采用冷却水循环系统对容器

进行降温。对于在腐蚀性介质中使用的压力容器,应选择合适的防腐材料或采取有效的防腐措施。选择合适的防腐材料就像为压力容器选择了一件合适的“防护服”,能够抵御腐蚀性介质的侵蚀。例如,对于强腐蚀性介质,可以选择不锈钢、钛合金等耐腐蚀材料;对于一般的腐蚀性介质,可以采用涂层防腐、电化学保护等方法。其次,在定期检验中,应采用多种检测方法相结合的方式对材料性能进行综合评估。除了常规的宏观检查、壁厚测定外,还可以采用金相检验、硬度测试、力学性能试验等方法。金相检验可以观察材料的组织结构,就像用显微镜观察细胞的形态,判断材料是否发生了相变、晶粒粗化等现象;硬度测试可以了解材料的硬度变化,硬度是材料性能的一个重要指标,硬度降低可能意味着材料的强度和韧性下降;力学性能试验可以测定材料的强度、韧性等力学性能指标,准确判断材料的性能变化情况。对于性能劣化严重的材料,应及时进行更换或采取补强措施,以确保压力容器的安全运行,就像给老旧的房屋进行加固或重建。

2.2 结构缺陷问题的处理措施

对于结构缺陷问题,在压力容器的设计和制造安装阶段就应严格把关,确保结构设计合理、制造安装质量符合要求。设计阶段应充分考虑压力容器的使用工况、介质特性等因素,采用先进的设计理念和办法,优化结构设计,就像建造一座坚固的桥梁,需要精心设计桥梁的结构和承载能力。制造安装阶段应严格按照设计图纸和工艺要求进行施工,加强质量检验和控制,确保每一个环节都符合标准要求,就像建造房屋时要确保每一块砖都砌得牢固。在定期检验中,对于发现的焊缝缺陷,应根据缺陷的类型和严重程度采用合适的修复方法,如打磨、补焊等。打磨适用于去除焊缝表面的微小缺陷,就像用砂纸打磨木器的表面,使其更加光滑平整;补焊则适用于修复焊缝内部的较大缺陷,补焊时应选择合适的焊接材料和工艺参数,确保补焊质量符合标准要求。修复后应进行严格的检验,采用无损检测、力学性能试验等方法确保焊缝质量符合标准要求,就像对修复后的房屋进行质量检测,确保其安全可靠。对于几何形状偏差超标的情况,应分析偏差产生的原因,采取相应的矫正措施。如果是由于制造安装过程中的误差导致的偏差,可以采用机械矫正、火焰矫正等方法进行矫正;如果是由于长期运行受到外力作用导致的偏差,应先消除外力影响,再进行矫正。矫正后应重新进行检测,确保几何形状符合标准要求。对于连接部位松动的问题,应及时进行紧固处理,并检查连接部位的密封性能。紧固处理时应按照规定的扭矩进行拧紧,确保连接牢固;检查密封性能时可以采用气密性试验、渗透检测等方法,

确保连接部位无泄漏。此外，还应加强对压力容器运行过程中的监测，采用应力监测、振动监测等方法及时发现结构缺陷的扩展情况，并采取相应的措施进行处理，就像给压力容器安装了“健康监测仪”，随时掌握其运行状态。

2.3 安全附件失效问题的防范与解决

为防止安全附件失效，应建立健全安全附件的管理制度，加强对安全附件的日常维护和保养。管理制度应明确安全附件的校验周期、维护内容、责任人等，就像给安全附件制定了一份详细的“保养手册”。定期对安全附件进行校验和调试，确保其性能符合要求。例如，安全阀应按照规定的时间间隔进行校验，校验时应由专业的校验机构进行，确保开启压力、回座压力等参数符合设计要求；压力表和液位计应定期进行检定，检定周期应根据其使用频率和精度要求确定^[3]。在检验过程中，应重点检查安全附件的安装位置、连接方式、密封性能等是否符合要求。安装位置应便于操作和观察，连接方式应牢固可靠，密封性能应良好无泄漏。对于失效的安全附件应及时进行更换，更换时应选择与原安全附件型号、规格相同的产品，并确保安装质量符合要求。同时，还应加强对操作人员的培训，提高其对安全附件重要性的认识。

2.4 提升检验技术与方法的措施

为解决检验技术与方法局限性问题，检验机构应不断引进和研发先进的检验技术和设备。例如，采用相控阵超声检测技术、衍射时差法超声检测技术等新型无损检测方法，可以提高对微小缺陷的检测灵敏度。相控阵超声检测技术就像给超声波检测安装了一个“智能探头”，能够灵活调整超声波的发射和接收方向，提高检测的准确性和效率；衍射时差法超声检测技术则利用缺陷的衍射波来检测缺陷，对微小裂纹的检测具有独特的优

势。采用声发射检测技术、红外热成像检测技术等可以对压力容器进行在线监测和故障诊断。声发射检测技术就像给压力容器安装了一个“听力传感器”，能够实时监测压力容器在运行过程中产生的声发射信号，通过分析信号特征判断压力容器是否存在缺陷；红外热成像检测技术则利用物体表面的温度分布来检测缺陷，就像给压力容器拍了一张“温度照片”，能够直观地显示压力容器的温度异常区域，从而发现潜在的缺陷。此外，还应加强对检验人员的培训和技术交流，提高检验人员的技术水平和实践经验。定期组织检验人员参加相关的培训和考核，培训内容应包括新型检验技术、检验标准、案例分析等，就像给检验人员提供了一个“学习充电站”。使检验人员掌握新型压力容器的检验要点和方法，确保检验工作的质量和准确性。鼓励检验人员之间进行技术交流和经验分享，共同提高检验技术水平，就像一群工匠在一起交流技艺，不断提升自己的能力。

结束语

通过采取这些措施，可以有效提高压力容器定期检验的质量和效率，及时发现和消除压力容器存在的缺陷和隐患，保障压力容器的安全运行，为工业生产的安全稳定发展提供有力支持。同时，随着压力容器技术的不断发展，还需要不断研究和探索更加有效的检验方法和解决方案，以适应新形势下压力容器安全管理的需求。

参考文献

- [1] 徐繁忠. 刍议锅炉压力容器检验工作中的事故预防措施[J]. 科技与创新, 2016(20):53.
- [2] 黄晓昕. 压力容器检验检测误差的影响因素及对策探讨[J]. 世界有色金属, 2016(07):89-90.
- [3] 常国富. 在用压力容器定期检验过程中的常见问题[J]. 中国高新技术企业, 2012(6):102-104.