

化工设备压力储罐破坏原因及预防分析

杨 盟（中海沥青股份有限公司，山东 滨州 256600）

摘 要：本文分析讨论了导致压力储罐在化工生产过程中存在破坏问题的原因，并提出了相应的安全管理和预防措施。压力储罐作为化工生产中的关键设备，其安全性和可靠性直接关系到生产安全和环境保护。通过深入分析压力储罐破坏的多种原因，包括设计不合理、材料问题、制造缺陷、使用不当及外部环境影响等，本文提出了相应的预防措施，包括加强设计与制造、定期检测与维护、加强培训和管理、设立安全阀和报警装置、加强应急处理能力以及质量管理和监督等，以期提升压力储罐的安全性和可靠性。

关键词：压力储罐；破坏原因；预防措施；设计制造；安全管理

压力储罐在化工生产流程中有着非常重要的作用，广泛应用于反应、传热传质、分离、贮存等工艺过程。不过化工生产环境存在多变的特点，价值压力储罐的构造较为特殊，其破坏事故时有发生，给生产安全和环境带来严重威胁。因此，深入分析压力储罐破坏的原因，并采取相应的预防措施，让化工生产的安全系数能够得到有效保障。

1 压力储罐概述

1.1 压力储罐的定义与分类

压力储罐，作为一种关键的设备，其广义定义涵盖了设计用于盛装各类物料，并能在保持结构密封性的同时，有效承受来自内部或外部的压力的腔体设备。这些设备是工业生产中必不可少的重要设备，它们的设计、制造和使用均需严格遵循相关标准和规范。在分类上，压力储罐展现出了多样性。根据受压情况的不同，它们可以被划分为内压容器和外压容器，前者主要承受内部介质的压力，而后者则主要承受外部环境的压力。

此外，外观几何形状也是分类的一个重要依据，如球形、圆柱形、锥形等形状的压力储罐，各自适应于不同的应用场景和工艺需求。制造材料的选择同样关键，金属、非金属及复合材料等各有优缺点，需根据介质的性质、工作条件及经济性综合考虑。安装方式、工艺过程中作用原理以及操作温度等因素，也都在不同程度上影响着压力储罐的分类和使用。^[1]

1.2 压力储罐的应用与重要性

压力储罐在化工、食品、制药等多个领域均有着广泛的应用。在化工行业中，它们不仅是储存和运输危险化学品的重要工具，还参与到各种化学反应和工艺过程中，其对于化工产业生产的安全性以及质量效率都有着非常重要的影响。食品行业则利用压力储罐

的密封性和承压能力，进行高温高压下的食品杀菌、灭菌及加工处理，确保食品的安全性和口感。制药行业同样离不开压力储罐的支持，它们在药物合成、提取、纯化等关键步骤中发挥着重要作用。^[2]由于压力储罐涉及危险化学品的生产、储存、运输和使用，其安全性能显得尤为重要。

若是容器在使用过程中出现泄露甚至爆炸等安全事故，不仅会造成巨大的经济损失和环境污染，还可能对人员生命安全构成严重威胁。因此，加强压力储罐的安全管理，包括设计、制造、使用及维护等各个环节的严格控制和监督，是确保工业生产安全和稳定的关键所在。同时，在当前生产技术精细度以及产业链效率不断进步的背景下，对压力储罐的性能要求也在不断提升，这也促使着压力储罐技术的不断创新和发展。^[3]

2 压力储罐破坏原因分析

2.1 设计问题

设计问题是导致压力储罐破坏的一个重要因素。设计不合理主要体现在以下几个方面：首先，壁厚不足会导致容器在承受压力时发生变形甚至破裂；其次，受力不均会使得容器在局部区域承受过大的应力，从而加速材料的疲劳和损伤；此外，缺乏必要的支撑结构也会使容器在受到外力作用时失去稳定性；最后，容器结构设计问题还会导致容器存在过多的应力集中点，降低容器的整体强度。另外，设计参数不符合标准也是常见问题，如壁厚过薄、弯曲半径过小、焊接接头设计不合理等，都会严重影响容器的承压能力和使用寿命。^[4]

2.2 材料问题

材料问题同样对压力储罐的安全性能构成威胁。材料质量不达标，如强度、塑性、韧性等性能不符合

要求,会直接导致容器在承受压力时发生破坏。此外,材料内部存在的缺陷,如裂纹、夹渣、气孔等,也会成为破坏的起点,随着应力的不断作用而逐渐扩展。长期使用过程中,材料还会发生老化现象,如脆化、腐蚀等,这些都会降低材料的力学性能,使容器更容易发生破坏。^[5]

2.3 制造问题

制造过程中的问题也是导致压力储罐破坏的一个重要原因。工艺不当会导致容器存在各种缺陷,如焊接质量不良会引起焊接接头的强度降低和应力集中;材料加工不当则可能引入裂纹或其他损伤。此外,装配不当也会严重影响容器的安全性能,如焊接接头未经检测就进行装配,可能导致接头处存在未熔合、夹渣等缺陷;装配精度不够则会使容器在运行时产生过大的振动和应力,从而加速破坏过程。

2.4 使用问题

在使用过程中,操作不当和维护不及时也是导致压力储罐破坏的常见原因。超压、超载、过热等操作行为都会使容器承受超过其设计能力的压力或温度,从而引发破坏。此外,未定期进行检验和维护也会使容器的问题逐渐积累,小问题最终可能发展成为大问题,导致严重的破坏事故。^[6]

2.5 外部环境影响

外部环境的影响同样不容忽视。自然灾害如地震、火灾等,都会对压力储罐的安全性能造成严重影响。地震可能使容器受到强烈的冲击和振动,导致结构破坏;火灾则会使容器材料发生高温变形和强度降低。此外,在运输和安装过程中,外力的作用也可能对容器造成损伤,如碰撞、跌落等都会导致容器出现裂纹或其他损伤,进而影响其安全性能。

3 压力储罐破坏的预防措施

3.1 加强设计与制造

在工业生产中,压力储罐作为承载高压、高温或腐蚀性介质的关键设备,其安全性直接关系到生产活动的顺利进行和人员安全。因此,针对压力储罐可能发生的破坏,必须采取一系列科学、系统且全面的预防措施与管理策略。在压力储罐设计阶段,首要任务是精心选择符合工况要求的材料。这包括深入研究材料的机械性能、耐腐蚀性、耐高温性以及在不同环境下的长期稳定性。

通过实验室测试和模拟分析,确保所选材料能够充分满足压力储罐的运行需求,并在整个生命周期内

保持性能稳定。借助计算机辅助设计(CAD)和有限元分析(FEA)等现代设计工具,对压力储罐的结构进行精确模拟和优化。通过多轮次的模拟计算和实验验证,对设计方案展开全方位优化和提升,避免容器存在应力过于集中的问题,提高容器的整体强度和稳定性。

同时,采用模块化设计思路,便于后续的检测、维修和升级。^[7]在制造过程中,建立并执行严格的质量控制体系。从制造材料的采购和管理,一直到加工环节和成品检测环节,每一个环节都需遵循既定的标准和规范。采用先进的制造工艺和设备,确保产品质量的一致性和可靠性。同时,加强生产现场的管理和监督,及时发现并纠正潜在的质量问题。^[8]

3.2 定期检测与维护

根据压力储罐的使用频率、工作环境和制造商的建议,制定科学合理的检测计划。明确检测周期、检测项目、检测方法和检测标准,确保检测工作的全面性和有效性。对于关键部位和高风险区域,应适当增加检测频次和深度。像是利用超声波技术等无损检测技术,能够有效对压力储罐的内部和外部进行全面细致的检测。这些技术能够准确发现容器表面的裂纹、腐蚀坑以及内部的缺陷和损伤,为后续的维修和改造提供有力支持。

在检测过程中,不仅要修复已发现的问题,还要根据检测结果预测可能发生的故障和隐患。提前制定预防性维护计划,采取必要的措施进行干预和修复,防止故障的发生和扩大。同时,建立设备档案和维修记录系统,对每次检测和维护的详细信息进行记录和保存,便于后续的数据分析和问题追溯。

3.3 加强培训和管理

为压力储罐操作人员和管理人员制定系统化的培训课程体系。培训方案设计应当覆盖安全理论培训、安全实践操作培训、安全规程、应急处理等多个方面。在培训过程中应当通过理论与实际案例分析对比、操作流程实践、规章制度解读、事故模拟演练等多种培训方式,确保工作人员的安全应急管理能够得到有效提升。定期对操作人员进行复训和考核,以检验其学习成果和操作水平。

通过模拟演练和实操考核等方式,确保操作人员能够熟练掌握各项技能和规程,并在实际工作中灵活运用。若是在培训后出现考核不合格的情况,则需要设计更具针对性学习方案,直至其达到要求为止。在

企业内部积极营造安全文化氛围,树立“安全第一”的核心理念,配合线上线下融合式宣传、安全演练和模拟活动等方式,让员工能够意识到安全管理和安全操作的重要性,并且认识并担负在安全管理中的责任。同时,将安全文化融入企业的日常管理和运营中,使其成为企业文化的重要组成部分。通过新老员工的传帮带和团队协作等方式,将安全文化代代相传,确保企业安全生产的长治久安。^[8]

3.4 设立安全阀和报警装置

安全阀作为压力储罐的关键安全附件,其作用是在容器内部压力超过设计允许值时自动开启,释放多余压力,以防止容器因超压而破裂。因此,在压力储罐的设计和安装阶段,必须根据容器的设计参数和工作条件,精准配置合适的安全阀。同时,为确保安全阀的可靠运行,需要定期进行校验和维护,尤其要全面分析和检查安全阀密封性以及开启时的压力和回座压力等关键参数,确保其始终处于良好状态。除了安全阀外,报警装置也是及时发现压力储罐异常情况的重要手段。

通过在压力储罐上安装压力、温度、液位等传感器,并与报警系统相连,可以实现对容器运行状态的实时监控。当检测到异常参数时,报警装置会立即发出声光信号,提醒操作人员注意并采取相应的处理措施。此外,随着物联网和智能技术的发展,报警装置还可以实现远程监控和智能化管理,进一步提高压力储罐的安全性能。^[9]

3.5 加强应急处理能力

应急预案是应对压力储罐突发事件的重要指导文件。在制定应急预案时,应充分考虑各种可能发生的事故类型、原因、后果及应对措施,确保预案的科学性、实用性和可操作性。同时,预案内容应详细具体,包括事故发生、报告、初步处理、人员疏散、救援行动、后续跟进等各个环节的详细步骤和责任人,以便在事故发生时能够迅速、有序地开展救援工作。为确保应急预案的有效性和可操作性,需要定期组织员工进行应急演练。通过模拟真实的事故场景和应急处理流程,可以检验预案的可行性和员工的应急反应能力。

3.6 质量管理和监督

在压力储罐生产使用各个环节当中,必须严格遵循国家和行业的相关法规和标准。如《特种设备安全监察条例》、《压力储罐安全技术监察规程》等法规和标准对压力储罐的设计、材料、制造、检验等方面

都有明确的规定和要求。只有严格遵守这些规定和要求,才能确保压力储罐的质量和安全性。

为确保压力储罐的质量和安全性,需要建立健全的质量管理和监督体系。这包括制定完善的质量管理制度和流程、建立专业的质量管理和监督团队、加强对供应商和承包商的管理和监督等方面。同时,还需要加强对压力储罐的定期检验和维修工作,及时发现和消除潜在的安全隐患和缺陷,确保压力储罐的安全运行。

4 结束语

化工设备中的压力储罐作为关键设备,其安全性和可靠性直接关系到生产安全和环境保护。通过本文的分析和探讨,深刻认识到压力储罐破坏的严重性和复杂性。因此,我们必须高度重视压力储罐的安全管理工作,通过从设计建造到后续应用全过程设计针对性且科学的预防方案,以此保障压力储罐的运行稳定性。

参考文献:

- [1] 段军军,贺杠,刘艳雄.化工设备压力储罐破坏原因及预防分析[J].中国设备工程,2024(01):196-198.
- [2] 湛绍晨.化工设备压力储罐破坏原因与预防策略探讨[J].中国设备工程,2023(20):191-193.
- [3] 夏菱禹.化工设备压力储罐破坏原因与预防研究[J].中国设备工程,2023(11):185-187.
- [4] 滕雪松.化工设备压力储罐破坏原因及预防措施[J].造纸装备及材料,2020,49(03):24.
- [5] 杨中奇.浅析化工设备压力储罐破坏及预防措施[J].天津化工,2020,34(03):70-72.
- [6] 李晓光,蒲志广.浅析化工设备压力储罐破坏原因及预防措施[J].节能,2019,38(07):146-147.
- [7] 蓝海平,毛全伟,贾先锋.化工设备压力储罐破坏及预防分析[J].冶金与材料,2019,39(02):23-24.
- [8] 孙兴钊,武高峰,刘强军.浅析化工设备压力储罐破坏及预防措施[J].当代化工研究,2019(02):153-154.
- [9] 李志刚,文晓杰,马金玲.试论化工设备压力储罐破坏及预防[J].中国石油和化工标准与质量,2013,33(08):29.

作者简介:

杨盟(1990-),男,汉族,山东滨州人,中共党员,大学本科,中级职称,目前研究设备设施完整性管理,负责或参与多项公司级项目,获得过海油集团公司设备管理先进个人称号。