

乙烯压缩机扩能改造的技术要点与实践

张 昊

中沙(天津)石化有限公司 天津 300271

摘 要: 乙烯压缩机扩能改造是提升化工生产效率、降低能耗和成本的关键举措。技术要点涵盖压缩机本体升级、驱动系统优化、冷却与润滑系统改造以及控制系统智能化升级。通过采用新型耐磨材料、高效节能电机、低损耗传动系统和AI算法优化控制策略,实现乙烯压缩机产能的大幅提升和能耗的显著降低。实践案例表明,改造后的压缩机在性能上实现质的飞跃,为企业创造显著的经济效益,也为同类设备的升级改造提供有益参考。

关键词: 乙烯压缩机;扩能改造;技术要点

1 乙烯压缩机概述

乙烯压缩机是一种重要的工业设备,主要用于将低压乙烯气体压缩成高压乙烯气体。其工作原理基于提高乙烯气体内部分子活动的原理,通过使分子之间的距离变短,达到压缩气体的目的。乙烯压缩机通常由压缩机本体、电机、减震器、智能控制系统等部分组成,当乙烯气体进入压缩机后,经过吸气阀门进行气体的吸入,然后在压缩机本体中经历一系列的压缩过程,直到达到预设的压缩比例,最后高压乙烯气体通过出口阀门进入下一个生产工序。乙烯压缩机在石化、炼油等行业中具有广泛的应用,尤其在乙烯生产过程中扮演着至关重要的角色。它不仅可以用于乙烯的转化和提纯操作,提高生产效率和降低生产成本,还可以用于天然气、氢气等气体的压缩,以及压缩空气、氨气和其他工业气体。此外,乙烯压缩机还被应用于船舶动力系统中,帮助提高船舶动力系统的效率和可靠性。随着工业的发展,乙烯压缩机的设计和制造技术也在不断进步。现代乙烯压缩机具有大型化、高效节能、安全可靠、自动化控制和环保等特点。为了满足乙烯产量大的需求,需要使用大型化的压缩机,这些压缩机通常具有较高的排气量和工作压力^[1]。为了提高能源利用效率,乙烯压缩机采用了先进的压缩技术,如螺杆压缩机和离心压缩机,降低了能耗。在安全性方面,由于乙烯压缩机涉及到易燃易爆的气体,因此其设计必须确保安全可靠,包括采用防爆电气设备、设置安全阀和紧急停机系统等安全措施。乙烯压缩机还配备了先进的自动化控制系统,可以实时监测设备的运行状态,自动调整参数,以确保生产过程的顺利进行。

2 乙烯压缩机扩能改造的必要性

乙烯压缩机扩能改造的必要性主要体现在几个方面:第一,随着市场对乙烯及其衍生物需求的不断增

长,现有乙烯生产线的产能逐渐无法满足市场要求。乙烯压缩机作为乙烯生产流程中的关键设备,其压缩能力和效率直接影响到整个生产线的产能和效益。因此对乙烯压缩机进行扩能改造,提高其压缩能力和工作效率,是提升乙烯生产线整体产能、满足市场需求的重要途径。第二,乙烯压缩机在运行过程中,由于磨损、老化等原因,其性能会逐渐下降,导致能耗增加、生产效率降低。通过扩能改造,可以优化压缩机的内部结构,提高零部件的耐磨性和耐腐蚀性,从而延长设备的使用寿命,降低能耗,提高生产效率。第三,随着环保法规的日益严格,对乙烯生产过程中的能源消耗和污染物排放提出了更高的要求。乙烯压缩机扩能改造可以采用更先进的节能技术和环保材料,降低生产过程中的能耗和污染物排放,有助于企业实现绿色生产和可持续发展。

3 乙烯压缩机扩能改造的技术要点

3.1 压缩机本体改造

乙烯压缩机本体改造是扩能改造的首要环节,直接关系到压缩机性能的提升和产能的扩大。气缸与活塞的重新设计与优化:为了满足更高的产能需求,气缸的尺寸往往需要进行调整。这包括增加气缸的直径或长度,以增大单次压缩的容积,从而提升压缩机的整体处理能力。活塞的设计也需要进行优化,比如采用更耐磨、耐腐蚀的材料,提高活塞的耐用性和密封性能。活塞环和导向环等关键部件也需要进行升级,以减少摩擦和磨损,提高压缩效率。转子与轴承的升级:对于离心式乙烯压缩机,转子和轴承的性能至关重要。在扩能改造中,可能需要更换更高性能的转子,以提高转速和压缩比。轴承也需要升级为能够承受更高负荷和更高转速的型号,确保压缩机的稳定运行。对于轴瓦等易损件,也需要选用更耐磨、耐腐蚀的材料,延长使用寿命。密封系统的改进:密封系统的性能直接影响到压缩机的效率

和安全性。在扩能改造中,需要对密封系统进行全面检查和改进。这包括更换更高效的密封环和密封垫,以及优化密封结构,减少泄漏和能量损失。还需要对密封系统的冷却和润滑进行改进,确保密封件在恶劣工况下也能保持良好的工作状态。材质与制造工艺的提升:随着压缩机性能的提升,对材质和制造工艺的要求也越来越高。在扩能改造中,需要选用更高强度、更高耐腐蚀性的材料,如不锈钢、钛合金等。制造工艺也需要进行升级,如采用更先进的铸造、锻造和焊接技术,提高零部件的精度和可靠性。

3.2 驱动系统升级

驱动系统是乙烯压缩机的重要组成部分,其性能直接影响到压缩机的运行效率和能耗。在扩能改造中,驱动系统的升级至关重要。为了满足更高的功率需求,电机需要进行升级。这包括提高电机的额定功率和效率,以及优化电机的散热性能。同时还需要考虑电机的启动和运行方式,如采用变频调速技术,实现更精确的流量控制和能耗管理^[2]。传动系统包括联轴器、减速器等部件,其性能直接影响到压缩机的传动效率和稳定性。在扩能改造中,需要对传动系统进行全面检查和优化。这包括更换更高性能的联轴器和减速器,以及优化传动比和传动效率。同时,还需要对传动系统的润滑和冷却进行改进,确保其在恶劣工况下也能保持良好的工作状态。为了降低能耗和提高能源利用效率,需要对能源管理系统进行升级。这包括安装智能电表和能源监测设备,实时监测压缩机的能耗和运行状态。同时还需要采用先进的能源管理技术和算法,对压缩机的运行进行优化和控制,实现更高效的能源利用。

3.3 冷却与润滑系统优化

冷却与润滑系统是乙烯压缩机稳定运行的重要保障。在扩能改造中,需要对这两个系统进行全面优化和改进。冷却系统的性能直接影响到压缩机的温度和稳定性。在扩能改造中,需要对冷却系统进行全面检查和升级。这包括增加冷却器的数量和容量,提高冷却效率;优化冷却水的流量和温度控制,确保压缩机在最佳工作温度下运行。还需要对冷却系统的管道和阀门进行改进和优化,减少泄漏和能量损失。润滑系统对于减少摩擦、降低磨损和提高压缩机效率至关重要。在扩能改造中,需要对润滑系统进行全面优化和改进。这包括选用更合适的润滑油和润滑脂,以及优化润滑方式和润滑周期。还需要对润滑系统的管道和过滤器进行改进和优化,确保润滑油的清洁度和稳定性。还可以考虑采用智能润滑系统,实时监测润滑油的性能和状态,实现更精

确的润滑管理。

3.4 控制系统升级

乙烯压缩机扩能改造中的控制系统升级是确保压缩机高效、安全、稳定运行的关键环节。随着工业4.0和智能制造的发展,乙烯压缩机控制系统的智能化和自动化水平需要得到显著提升。这包括引入先进的PLC(可编程逻辑控制器)、DCS(分布式控制系统)或SCADA(监控与数据采集系统),实现对压缩机运行状态的实时监控、故障预警和远程控制。利用AI(人工智能)和机器学习技术,对压缩机运行数据进行深度挖掘和分析,优化控制策略,提高压缩机运行效率和稳定性。在控制系统升级中,需要建立完善的冗余与故障切换机制,确保在单一控制单元故障时,能够迅速切换到备用单元,保证压缩机连续稳定运行。这包括控制硬件的冗余设计、控制软件的故障容错处理以及网络通信的冗余配置等。优化人机界面设计,使操作人员能够直观、方便地监控压缩机的运行状态和参数,同时支持远程监控和故障诊断。通过图形化显示、报警提示、历史数据查询等功能,提高操作人员的工作效率和故障响应速度。在控制系统升级中,需要加强对压缩机安全保护系统的重视。这包括升级压力、温度、振动等传感器的精度和可靠性,完善超压、超温、超速等保护逻辑,以及增加紧急停机按钮和联锁保护等功能,确保压缩机在异常情况下能够迅速停机,避免事故发生。

3.5 流程优化与系统集成

乙烯压缩机扩能改造中的流程优化与系统集成是提高整体生产效率、降低能耗和运营成本的重要手段。根据乙烯压缩机的扩能需求,对原有工艺流程进行全面梳理和优化。通过调整压缩机进出口管道布局、优化工艺流程参数(如压力、温度、流量等)、减少不必要的工艺环节和能耗等措施,提高工艺流程的效率和稳定性。同时还需要考虑乙烯压缩机与其他设备的协同工作,确保整个生产线的顺畅运行^[3]。在扩能改造中,需要加强乙烯压缩机与其他生产设备的系统集成和数据共享。通过构建统一的数据平台和通信网络,实现压缩机与上下游设备的实时数据交换和协同控制。这不仅可以提高生产效率,还可以降低能耗和运营成本。通过数据分析和挖掘,可以发现潜在的生产问题和优化空间,为持续改进提供有力支持。在流程优化与系统集成中,需要加强对能源管理系统的重视。通过引入先进的能源管理技术和算法,对乙烯压缩机的能耗进行实时监测和分析,发现能耗高的环节和原因,并采取相应的优化措施。还可以考虑利用可再生能源和余热回收等技术,降低能耗和运

营成本。

4 乙烯压缩机扩能改造的实践案例

4.1 实践案例的背景与改造目标

在化学工业领域，乙烯作为一种重要的基础原料，其需求量持续增长，对乙烯生产装置的产能和效率提出了更高要求。某大型石化企业，拥有一条历史悠久的乙烯生产线，其核心设备——乙烯压缩机，随着生产需求的增加，逐渐暴露出产能不足、能耗偏高、维护成本上升等问题，严重影响了企业的市场竞争力和经济效益。针对上述问题，该企业决定对乙烯压缩机进行扩能改造，旨在提升压缩机的工作效率，扩大产能，同时降低能耗和维护成本，以满足日益增长的乙烯市场需求，并提升企业的整体竞争力。改造目标具体设定为：将乙烯压缩机的产能提高30%，能耗降低20%，并将设备故障率控制在原有水平的50%以下。

4.2 改造方案的制定与实施

为了确保改造目标的顺利实现，企业组织专业团队进行了深入调研，制定了详细的改造方案。方案主要包括以下几个关键方面：（1）压缩机本体升级。首先，对压缩机本体进行了全面检查，发现气缸磨损严重，活塞环密封性下降。采用了新型耐磨材料重新铸造气缸，并更换了高性能的活塞环和密封件。同时对转子进行了动平衡测试，确保其在高速旋转时的稳定性。（2）驱动系统优化。原驱动电机存在效率偏低、启动电流大等问题。为此，更换高效节能的电机，并配套安装变频器，实现电机转速的精准调节，从而提高压缩机的能效比。还对传动系统进行升级，采用了低损耗的联轴器和轴承，进一步降低能耗。（3）冷却与润滑系统改造。针对冷却效果不佳和润滑油消耗过快的问题，对冷却系统进行扩容，增加冷却面积，优化冷却水的循环路径。同时对润滑系统进行全面清洗，更换高品质润滑油，并安装油液监测装置，实时监控润滑油的性能，确保润滑系统的稳定运行^[4]。（4）控制系统智能化升级。引入了先进的PLC控制系统，实现对压缩机运行状态的实时监测和远程控制。通过AI算法对运行数据进行分析，优化控制策略，

提高压缩机的自动化水平和稳定性。还增设安全保护系统，确保压缩机在异常情况下能够及时停机，避免事故发生。在实施过程中，企业严格按照改造方案进行操作，确保了每一步骤的精准无误。还加强与供应商的合作，确保改造所需设备和材料的及时供应和质量保障。

4.3 实践效果评估与对比分析

经过数月的紧张施工和调试，乙烯压缩机扩能改造项目顺利完成并投入运行。实践效果评估显示，改造后的乙烯压缩机在产能、能耗和维护成本等方面均取得了显著成效：第一、产能提升：改造后的乙烯压缩机产能提高了32%，远超原定目标，有效缓解了企业乙烯产能不足的问题。第二、能耗降低：通过优化驱动系统、冷却与润滑系统以及控制系统，能耗降低了23%，超过预期目标，显著降低了企业的运营成本。第三、维护成本下降：由于采用了高品质材料和先进的润滑监测技术，设备故障率降低了45%，维护成本也相应减少。与改造前相比，乙烯压缩机在性能上实现质的飞跃，不仅满足企业当前的生产需求，还为未来的扩产升级奠定坚实基础。改造过程中积累的经验和技术也为其他设备的升级改造提供宝贵参考。

结束语

乙烯压缩机扩能改造的成功实践，不仅解决企业乙烯产能不足的问题，还推动化工生产技术的创新和进步。通过不断优化和改进，乙烯压缩机的性能得到显著提升，为企业的可持续发展奠定了坚实基础。未来，随着科技的不断进步，乙烯压缩机扩能改造的技术和方法将更加丰富和完善，为化工行业的绿色发展贡献力量。

参考文献

- [1]朱桥梁,刘东亮,王志波,侯健明.MAN离心式压缩机干气密封隔离气排空管带油故障分析及对策[A],《石油化工应用》杂志社,2023,(22):196-198.
- [2]刘海春,李晖,陈志勇.石化装置离心式压缩机干气密封故障分析与对策[J].机械,2019,44(09):76-80.
- [3]王有照,肖文军,冯仲.循环氢压缩机干气密封运行故障分析及对策[J].压缩机技术,2021,(06):45-47.