

空压机变频改造节能技术的研究与应用

吴培丰

(中国电建集团河北工程有限公司 河北石家庄 050000)

摘要: 空压机在工厂中扮演着至关重要的角色, 其为确保稳定的气压和运行模式, 实现能源节约, 提升企业竞争力的关键设备之一。近年来, 众多企业纷纷致力于研究工频空压机的变频改造, 以满足这一迫切需求。本研究旨在探讨传统工频空压机供气系统存在的不足之处, 强调了进行空压机变频改造的必要性, 提出了相应改造方案的设计原则, 并详细阐述了变频技术在节能改造中的原理。此外, 我们还进行了变频改造后节能效果的计算, 并借助实际案例, 提出了螺杆空压机变频节能改造的技术方案。这些措施不仅能够提高生产效率, 还有助于企业实现可持续发展。

关键词: 空压机; 变频; 节能; 改造

引言:

空压机在工厂运营中至关重要。引入变频调速技术以优化供气系统对能源节约、性能提升、供气品质改善、设备故障率减少和寿命延长等方面具有潜在益处, 有助于应对全球能源挑战并提升企业竞争力。近年来, 企业致力于工频空压机技术改进, 试图将变频调速技术引入, 取代传统控制方式。尽管工频空压机广泛应用, 但空压机变频改造市场潜力巨大, 因此, 该领域的研究和实践具有重要的战略重要性。

1 空压机概况

空压机是工业生产中常用的动力设备之一, 其发展历史可以追溯到 19 世纪初。随着工业自动化和生产效率的不断提升, 空压机在现代工业中扮演着至关重要的角色。其发展概况体现了技术的不断创新和应用领域的拓展, 具有重要的研究意义。

综上所述, 对空压机的发展概况和研究具有重要的实际应用价值和科学研究意义。通过不断创新和提高空压机的性能, 可以推动工业制造向更加智能、高效、环保的方向发展, 促进工业领域的可持续发展。

2 空气机变频改造的必要性

2.1 空压机工频运行与变频运行的对比

传统空压机常使用大功率电机, 采用空载(卸载)星-三角启动方式, 加载和卸载瞬时完成, 导致启动时产生大电流冲击(约为 4~7 倍), 机械冲击和电源电压波动, 缩短设备寿命。通常情况下, 无法调整电机转速以匹配输出功率, 也不能频繁启动, 导致用气量低时电机仍需空载运行, 造成能源浪费。

相较之下, 变频调速技术具备卓越的节电效果和调速性能, 适用性广泛, 安全可靠。通过变频改造, 电机实现软启动和停止, 降低启动冲击, 延长设备寿命。电机频率可变, 可根据用气量自动调整转速, 减少加载和卸载次数, 降低电机运行功率, 稳定供气系统气压, 实现节能目标。

2.2 一台空压机五年各项费用比例

以某企业一台 Atlas(阿特拉斯)ZR160 空压机五年费用为例, 调研显示不同费用项目在总费用中的比例分配。购置费用占比为 12%, 安装费用为 2%, 维护费用为 7%, 而用电费用占比高达 79%。这明显表明, 企业在降低运营成本、提高竞争力的过程中, 应该重点关注用电费用的控制。通过对普通空压机进行变频改造, 可以有效降低用电费用, 从而在根本上实现降低总费用的目标。这一策略不仅有助于提高企业的经济效益, 同时也符合节能减排的环保理念, 为企业可持续发展奠定基础。

2.3 空气机变频改造的实际意义

对于空气压缩机进行变频改造带来了多项显著优势。首先, 它能够实现能源的有效节约, 提高了供气量的可调性, 同时降低了运行成本。其次, 变频改造还可以提高压力控制的精度, 延长了压缩机的使用寿命, 并降低了噪音水平, 有助于改善工作环境。此外, 它还有助于提高功率因数, 进一步优化了能源利用效率。所有这些改进措施共同降低了空压机的高能耗, 从根本上降低了企业的运营成本, 提高了竞争力。

3 空压机变频改造方案设计原则

首先, 必须保持电机在变频运行状态下维持储气罐出口压力稳定, 不允许超过 $\pm 0.02\text{Mpa}$ 的压力波动。其次, 应配置双控制回路, 包括变频和工频回路, 以提高系统的容错性。这种设计允许在一套回路故障时自动切换到另一套, 确保生产的连续性。第三, 为了满足不同工况下的性能需求, 电动机必须具备恒转矩运行特性, 并采取有效的电磁干扰抑制措施, 以防止非正弦波对控制系统的干扰。此外, 在电气负载较低且变频器工作在低频状态时, 必须确保电机绕组温度和噪音水平不超出规定范围, 以维持设备的正常运行。最后, 根据生产工艺要求, 变频改造后应适度降低压缩气供气系统的供气压力, 采用变频恒压变流量供气方式, 以提高系统的能源利用效率。

4 空压机变频节能改造案例

4.1 现有系统状况

某公司当前拥有两台阿特拉斯科普柯 ZR160 无油空气压缩机,采用一用一备的配置。目前的气量需求未达到两台机的排气量,导致其中一台机在大部分时间处于空转状态,从而造成能源浪费。这两台机均属于普通空压机,其电动机转速一直保持在额定转速 1485 转/分钟,无法根据耗气量自动调整转速以改变排气量以实现节能。

4.2 改造的目标和任务

本次改造的主要目标在于通过变频改造,使空压机能够实现节能运行。

4.3 变频节能原理

变频调速原理基于交流异步电动机的特性,强调了通过调整电源频率实现精确电机转速控制的方法。同时,深入讨论了变频器的节能原理,指出电机轴功率与电机转速的三次方成正比,因此通过减少电机转速可以显著减少功耗,尤其在空压机等恒转矩负载下,更能提高节能性能。综合而言,变频调速不仅可以精准控制电机转速,提高调速的灵活性,还能显著降低能耗,为企业降低运营成本,提升竞争力提供了重要的技术支持。

普通空压机主要存在于加载和空载状态时的电能损失。在空载状态下,空压机需要消耗额定功率的约 30%以克服机械阻力。此外,普通空压机采用上下限控制压力,输出压力越高,功耗也越大,每增加 1 巴的压力将多消耗 7-10%的额定功率。当多台空压机同时运行时,每台机受管网压力波动的影响,导致多消耗 7-10%的额定功率。

变频空压机的节能原理基于压力设定的调整,根据管网压力波动自动调整空压机的转速和压缩空气输出量,以满足生产需求并稳定管网压力,从而减少或消除了空压机的卸载运行,实现了显著的电能节约。此外,变频空压机的平稳启动过程避免了大电流冲击,降低了启动时的电能浪费。这些原理共同使得变频空压机在节能方面表现出卓越的性能。

4.4 节能改造效益

通过对某企业 2009 年度空压机运行数据的详细调研和计算,我们成功评估了两台 ZR160 空压机在空载和加载状态下的电能消耗情况,并据此计算出年度的节电量。空载消耗电能和加载时压力波动浪费电能的具体数值揭示了电能浪费的实际情况。在进行变频改造后,我们根据实际用电数据得出了显著的节电效果。

经过改造,空压站两台 ZR160 空压机的总节电量达到了 280,432 度,对比改造前的实际用电总计为 927,072 度,节电率达到了 30.25%。如果以每度电 0.65 元的成本计算,改造后的年度节电额为 182,275.00 元。这意味着企业每年平均能够节约电费 182,275.00 元,每月平均节约电费 15,190.00 元。

这一改造效益显著,不仅降低了企业的能耗成本,也在实际数据中取得了令人满意的成果。这进一步证明了变频改造在提高能源利用效率、实现节能减排方面的卓越表现,为企业的可持续发展和经济效益提供了有力支持。

4.5 具体改造方案

改造措施和方案的设计旨在经济运行空压站,将一台普通空压机升级为变频空压机,并确保所有机型相同。改造方案允许在生产所需气量低于一台机产气能力时,只运行变频空压机供气;当气量需求高于一台机的产气能力时,普通空压机与变频器同时工作。变频器会根据需求调整排气量,实现节能。

4.5.1 控制方式

改造后的空压机采用变频方式运行,同时具备在变频器故障时切换回原有方式的功能。电机转速由储气罐上的压力变送器向变频器传送电压信号,变频器根据气压趋势来调整输出频率以控制电机转速。为确保节能效果和降低机械部件损害风险,必须保证本机电脑与变频器参数协调一致。同时,另外两台空压机可根据管网压力自动启停,保留原有的人工启动方式。

4.5.2 操作方式

改造后的空压机通过本机电脑进行操作,包括开机、停机和查看运行参数。如需修改工作压力设定,需在本机电脑和变频器上同时进行。将变频空压机切换回原有运行方式需要手动在控制电柜上进行。

4.5.3 自动切换和人工操作的结合

通过在操作方面实现自动切换和人工操作的结合,确保系统的灵活性和可操作性。在系统运行中,普通空压机与变频器根据需要实现自动切换,而在需要手动干预的情况下,人工操作保留了原有的启停方式。

综合以上措施,通过将普通空压机升级为变频空压机,实现了在不同工况下的灵活供气,有效提高了能源利用效率,实现了节能目标。同时,系统具备自动控制 and 人工操作相结合的特点,既保留了原有的操作方式,又增加了系统的智能程度。这一改造方案在提高空压站经济运行效益的同时,也兼顾了系统的可维护性和操作便捷性。

5 结语

综合而言,通过深入研究和实际应用,本文为空压机领域的改造提供了可行性方案,并为企业在提高竞争力、降低运营成本方面提供了有力的支持。未来,我们期待更多企业采用这一改造方案,实现空压机的智能化和可持续发展,为工业领域的节能减排做出更大的贡献。

参考文献:

- [1]螺杆式空压机变频节能改造[J].谢水英;韩承江;徐伟君.中国现代教育装备,2010(22)
- [2]变频器在空压机中的应用[J].袁帅军;郭利女;邓超;戴勇.硅谷,2010(16)
- [3]变频器在空压机自动恒压供气节能改造中的应用[J].杨茹;张朝江;姜洪松.电气应用,2008(24)
- [4]空压机变频改造技术在煤矿中的应用[J].陈耀津.中国新技术新产品,2015