

纺织设备节能降耗改造及效果分析研究

徐 金

杭州金迈嘉纺织品有限公司 浙江 杭州 310000

【摘要】：在能源短缺与环保要求日益严格的背景下，纺织行业作为高耗能产业，设备节能降耗改造成为实现行业绿色可持续发展的关键路径。本文结合纺织设备的运行特点，从动力系统、传动系统、控制系统及辅助系统四个核心维度，探讨纺织设备节能降耗的改造思路与具体方法，分析改造过程中需注意的关键问题，并从能耗指标、运行效率、成本控制三个方面，对改造后的节能效果进行理论分析与论证。研究表明，科学合理的设备改造能够有效降低纺织生产过程中的能源消耗，提升设备运行稳定性，降低生产成本，为纺织行业实现节能增效、绿色转型提供理论支撑与实践参考。

【关键词】：纺织设备；节能降耗；设备改造；运行效率；能耗控制

DOI:10.12417/2705-0998.26.03.058

引言

纺织行业是我国传统支柱产业，在满足人们衣着消费需求、推动国民经济发展方面发挥重要作用，同时也是典型的高耗能、高排放产业。纺织生产的纺纱、织造、印染等各个环节，均需大量消耗电力、水资源和热能，其中设备运行消耗的能源占整个生产流程能耗的70%以上。随着全球能源危机加剧和环保政策收紧，传统纺织设备高耗能、低效率的运行模式已难以适应行业发展新形势，节能降耗成为纺织企业生存与发展的必然选择。

当前我国纺织行业正处于转型升级关键期，推动设备节能降耗改造，既能降低企业能源成本、提升市场竞争力，也能减少污染物排放，实现经济效益与环境效益双赢。但部分纺织企业对设备节能改造认识不足、技术应用不合理，导致改造效果不佳，难以达成预期节能目标。基于此，本文聚焦纺织设备节能降耗改造，从改造思路、具体方法、关键问题及效果分析等方面展开系统研究，为纺织企业开展节能改造提供理论指导，推动行业向绿色、低碳、高效方向发展。

1 纺织设备能耗现状及节能改造必要性

纺织设备的能耗主要集中在电力、热能和水资源消耗，其中电力消耗占比最高，纺纱、织造设备的电机运行，以及印染设备的烘干、加热环节，均需大量电力支撑。当前多数老旧纺织设备存在能耗高、效率低、运行不稳定等问题，不仅增加企业生产成本，也造成了能源浪费。

老旧纺织设备能耗偏高，主要源于两方面原因：一是设备自身技术落后，部分设备采用传统电机驱动，效率低、能耗损失大，且缺乏有效节能控制装置，无法根据生产负荷调整能耗输出；二是设备运行缺乏科学维护管理，磨损严重、润滑不良，导致运行阻力增加，进而加剧能源消耗。此外，部分企业为追求产量盲目提高设备运行速度，忽视能耗控制，进一步造成能源浪费。

开展纺织设备节能降耗改造具有重要现实意义和必要性。

从企业层面，节能改造可降低能源消耗和费用支出，提升盈利能力，同时延长设备使用寿命、降低维护成本，提升运行稳定性，减少故障停机时间，保障生产连续性。从行业层面，改造能推动纺织行业优化产业结构，淘汰高耗能老旧设备，推广先进节能技术与设备，促进行业绿色转型和可持续发展。从社会层面，改造可减少能源消耗和污染物排放，缓解能源短缺压力，助力“双碳”目标实现，兼具环境效益与社会效益。

2 纺织设备节能降耗改造思路与具体方法

纺织设备节能降耗改造的核心思路，是围绕设备能耗关键点，结合运行特点，采用先进技术与工艺，对动力、传动、控制及辅助系统进行优化升级，减少能源损耗、提升利用效率，同时保障设备运行性能和生产质量。改造需坚持“科学性、实用性、经济性”原则，结合企业生产需求和实际情况制定方案，避免盲目改造造成资源浪费。

2.1 动力系统改造

动力系统是纺织设备能耗的主要来源，其节能改造的重点是提升电机的运行效率，减少电机运行过程中的能源损耗。传统纺织设备多采用普通异步电机，这类电机的效率较低，且在轻负荷运行时，能耗损失较大，无法实现根据生产负荷的变化动态调整输出功率。因此，动力系统的改造主要围绕电机升级和节能控制两个方面展开。

在电机升级方面，可将传统的普通异步电机替换为高效节能电机，高效节能电机采用先进的电机设计、制造技术，能够有效降低电机的铁损、铜损和机械损耗，提升电机的运行效率，其效率比普通异步电机高出5%-10%，节能效果显著。同时，对于部分大功率电机，可采用永磁同步电机，永磁同步电机具有效率高、功率因数高、能耗低等优点，能够进一步降低能源消耗，尤其适用于长期连续运行的纺织设备。

在节能控制方面，可在电机上安装变频调速装置，变频调速装置能够根据纺织设备的生产负荷变化，动态调整电机的转速和输出功率，避免电机在轻负荷运行时出现“大马拉小车”

的现象,从而减少能源损耗。例如,在纺纱设备中,当生产负荷降低时,变频调速装置可自动降低电机转速,减少电力消耗;当生产负荷增加时,再适当提高电机转速,保障生产需求。此外,还可采用电机软启动装置,避免电机启动时产生的大电流冲击,减少启动过程中的能源损耗,同时保护电机,延长电机使用寿命。

2.2 传动系统改造

纺织设备的传动系统负责将电机的动力传递到各个工作部件,其运行状态直接影响设备的能耗和运行效率。传统纺织设备的传动系统多采用机械传动方式,如齿轮传动、皮带传动等,这类传动方式存在传动效率低、磨损严重、能耗损失大等问题,尤其是皮带传动,容易出现打滑现象,不仅增加了能源损耗,还影响了设备的运行稳定性。

传动系统的节能改造主要是优化传动结构,提升传动效率,减少传动过程中的能源损耗。对于齿轮传动系统,可对齿轮进行优化设计,采用高强度、低磨损的齿轮材料,提高齿轮的加工精度,减少齿轮啮合过程中的摩擦损耗,同时定期对齿轮进行润滑维护,选用高效节能的润滑油,降低润滑阻力,提升传动效率。对于皮带传动系统,可替换为高效同步皮带,同步皮带具有传动比准确、无打滑、摩擦损耗小等优点,能够有效提升传动效率,减少能源损耗,同时延长皮带的使用寿命。

此外,还可采用无传动技术,无传动技术是通过取消传统的机械传动结构,采用多个独立的电机直接驱动各个工作部件,实现各部件的同步运行。这种传动方式能够消除机械传动过程中的能源损耗,提升设备的运行效率和灵活性,同时减少设备的维护成本,尤其适用于织造设备、印染设备等复杂纺织设备的改造。

2.3 控制系统改造

纺织设备的控制系统是保障设备正常运行、实现能耗控制的核心,传统纺织设备的控制系统多采用手动控制或简单的自动控制方式,控制精度低,无法实现对设备运行状态和能耗的精准控制,容易出现能耗浪费的现象。因此,控制系统的改造主要是实现控制方式的智能化、精准化,提升能耗控制水平。

首先,可采用 PLC 控制系统替代传统的手动控制和简单自动控制,PLC 控制系统具有控制精度高、稳定性强、操作便捷等优点,能够实现对纺织设备运行参数的精准控制,如电机转速、生产负荷、温度、湿度等,根据生产需求动态调整各项参数,减少能源损耗。例如,在印染设备中,PLC 控制系统可精准控制烘干温度和烘干时间,避免温度过高或烘干时间过长造成的热能浪费,同时保障印染质量。

其次,可引入物联网技术,构建智能化的设备监控系统,通过在纺织设备上安装各类传感器,实时采集设备的运行参数和能耗数据,如电机电流、电压、功率、能耗总量等,将数据

传输到监控平台,工作人员可通过监控平台实时掌握设备的运行状态和能耗情况,及时发现设备运行过程中的能耗异常,采取相应的调整措施,实现能耗的精准控制。此外,还可通过大数据分析技术,对采集到的能耗数据进行分析,找出设备能耗的薄弱环节,为后续的节能改造提供数据支撑。

2.4 辅助系统改造

纺织设备辅助系统(冷却、润滑、通风系统)虽非能耗主要来源,但运行不合理也会造成能源浪费,因此也是节能改造的重要组成部分。

冷却系统改造中,可将传统水冷方式改为风冷系统,以空气为冷却介质,无需消耗水资源且冷却效率高,能有效降低设备运行温度、减少能耗;对需水冷的设备,可采用循环水冷却系统,回收处理冷却水循环利用,减少水资源消耗。

润滑系统改造中,将人工润滑改为自动润滑系统,根据设备运行状态和润滑需求,定时定量输送润滑油,实现均匀精准润滑,减少润滑油浪费和设备摩擦损耗,提升运行效率。

通风系统改造中,选用高效节能风机,降低功率消耗,同时优化通风管道设计,减少通风阻力、提升通风效果,及时排出车间粉尘和热量,保障设备正常运行,避免因设备过热增加能耗。

3 纺织设备节能降耗改造过程中的关键问题

纺织设备节能降耗改造是系统工程,涉及设备多个环节,改造过程中需注意关键问题,否则会影响改造效果,甚至造成资源浪费和设备损坏。

首先,改造方案需科学合理,结合企业生产需求、设备现状和经济实力,明确改造目标和内容,避免盲目改造。改造前需全面调研分析设备能耗现状,找出薄弱环节,针对性制定措施,确保方案可行实用,同时兼顾经济性,在保证效果的前提下降低改造成本。

其次,改造技术选择需适配设备实际,不同类型纺织设备的运行特点和能耗关键点不同,需结合设备类型、型号和运行状态,选用成熟可靠、适配的节能技术和设备,避免选用不匹配技术导致改造效果不佳。

再次,严格把控施工质量,按照改造方案规范施工流程,确保改造部件安装精度和质量,避免因安装不当导致设备故障或能耗增加,同时加强施工安全管理,保障人员和设备安全。

最后,及时跟进改造后设备的调试和维护,改造完成后全面调试设备,优化运行参数,确保达到预期节能效果;建立完善的维护管理制度,加强日常维护和定期检修,及时解决运行问题,延长设备使用寿命,维持节能效果。

4 纺织设备节能降耗改造效果分析

纺织设备节能降耗改造效果,主要从能耗指标、运行效率、

成本控制三个方面分析,通过对比改造前后设备相关参数,评估改造实际效果,为后续改造提供参考。

4.1 能耗指标改善效果

能耗指标是评估节能改造效果的核心,主要包括单位产品能耗、设备运行能耗等,通过多系统改造,可有效降低能源消耗、改善能耗指标。

动力系统改造后,高效节能电机和变频调速装置的应用,能减少电机能耗损失、提升运行效率,单位产品电力消耗可降低5%-15%;传动系统改造后,优化的传动结构和高效部件能提升传动效率,设备整体能耗可降低3%-8%,无传动技术应用的降耗效果更为显著;辅助系统改造后,水资源消耗可降低20%-30%,通风系统电力消耗可降低10%-15%。整体来看,全面改造后单位产品能耗可降低8%-20%,能源利用效率显著提升。

4.2 运行效率提升效果

节能改造不仅能降低能耗,还能提升设备运行效率,减少故障停机时间,保障生产连续性。动力和传动系统改造可减少设备运行阻力,提升运行速度和稳定性,降低故障发生率,减少维护停机时间;控制系统改造实现了运行参数精准控制,减少人为操作失误导致的停机,同时能动态调整设备运行状态,提升生产效率。

智能化监控系统可实时监测设备状态,及时发现运行异常并提前处理,避免故障扩大,进一步减少故障停机时间。改造后,设备故障停机率可降低15%-25%,有效运行时间增加,生

产效率可提升10%-15%,同时产品质量更稳定,减少不合格率,提升企业生产效益。

4.3 成本控制效果

节能改造能有效降低企业生产成本,主要体现在能源、维护和生产三个方面。能源成本方面,改造后设备能耗显著降低,能源费用支出可降低8%-20%,大幅提升高耗能企业盈利能力;维护成本方面,改造后设备磨损减少、故障发生率降低,维护次数和费用可降低10%-20%;生产成本方面,设备运行效率提升、停机时间减少,能提高产量,同时产品不合格率降低,减少原材料浪费,间接降低环保成本。

5 结论与展望

本文对纺织设备节能降耗改造及效果进行系统研究,结合设备能耗现状,从动力、传动、控制及辅助系统四个维度提出具体改造方法,分析改造关键问题,并从能耗、效率、成本三个方面论证改造效果。研究表明,科学合理的节能改造能有效降低设备能耗、提升运行效率、降低生产成本,实现企业经济效益与环境效益双赢,为纺织行业绿色可持续发展提供支撑。

随着节能技术发展,纺织设备节能改造将朝着智能化、高效化、绿色化方向推进。未来,需加强节能技术与物联网、大数据、人工智能等新技术的融合,开发智能化改造方案,实现能耗精准控制;加强节能技术研发与推广,提升技术成熟度和适配性,降低改造成本,推动更多纺织企业参与改造;同时加强行业引导和政策支持,树立绿色发展理念,全面推进设备节能改造,促进纺织行业高质量、可持续发展。

参考文献:

- [1] 马斌,卞歆灵.智能化纺织品检测设备的发展与应用挑战[J].中国纤检,2025(8):65-68.
- [2] 张俊莲,张雪标.基于电气自动化技术的纺织设备控制系统研究[J].化纤与纺织技术,2025,54(3):146-148.
- [3] 黄树春.TPM设备在纺织设备管理中的应用研究[J].纺织报告,2023,42(4):22-24.
- [4] 张富林,闫秀东,宋炳海.纺织设备节能改造工程[C]//第三届全国棉纺织行业中青年科技工作者论坛暨清、梳、精、并专题技术研讨会论文集.2013:18-23.