

# 智能化高温高压液流染色机控制系统设计与应用

朱孝锋 李佳锋 徐晓杰

浙江亚东机械有限公司, 浙江省海宁市, 314000;

**摘要:** 高温高压液流染色机是纺织染行业的关键设备设施, 在纺织品染色加工过程当中发挥出了十分重要的作用。本篇文章就对高温高压液流染色机控制系统存在的问题, 提出了智能化的优化设计与应用策略。首先阐述了智能化改造对于提升设备性能和染色质量的重要意义, 然后深入分析了控制系统当前存在的主要问题和面临的技术挑战, 最后从四个方面给出了智能化设计与应用的具体措施和实施路径, 以全面提高染色机的自动化水平和染色效果。通过智能化的优化设计, 高温高压染色剂将可以更为稳定、精准与高效的完成染色任务。

**关键词:** 高温高压液流染色机; 控制系统; 智能化改造; 优化设计

**DOI:** 10.69979/3029-2700.25.06.096

## 引言

高温高压液流染色机是纺织印染行业的关键设备, 其控制系统的性能直接影响到染色的质量和效率。然而, 目前许多染色机的控制系统自动化程度不高, 存在诸如控制精度不足、响应速度较慢、系统稳定性有待提高等问题, 严重制约了染色生产的进一步发展。为了突破这些瓶颈, 迫需对现有的控制系统进行智能化的优化设计与改造, 引入先进的自动控制技术和智能算法, 全面提升设备的性能和智能化水平。本文将在深入调研和分析的基础上, 详细探讨智能化高温高压液流染色机控制系统设计的原则、方法与应用策略, 为纺织印染行业的智能化发展提供有益参考。

## 1 智能化高温高压液流染色机控制系统优化设计的重要性

### 1.1 有利于降低染色成本和能源消耗

智能化高温高压染色机控制系统可以基于大数据分析以及人工智能算法, 精准控制各项染色工艺参数, 包含燃料用量、助剂、时间、压力以及温度等等。通过避免人为操作不当导致的染色剂过量投放或温压超标, 从而最大限度减少染料、助剂、水、电、汽等资源浪费, 有效降低单位产品染色成本。同时, 系统还可以根据生产订单和面料特性, 智能优化染色批次安排和设备启停计划, 减少非必要的温升温降及待机时间, 充分提高染缸利用率和节能减排水平, 能够节约 15% 左右的生产能耗及成本<sup>[1]</sup>。

### 1.2 有利于改善工人工作环境和职业健康

高温高压染色工作一直都是作业环境较差、劳动强度较大的工作, 普遍存在高尘、高毒、高噪、高温等等职业危害因素, 严重影响一线工作人员的身心健康。而智能化染色剂可以配备高新控制系统、安全连锁装置、视频监控系统及环境监测系统, 进一步实现染色全过程的远程集中管理。如此一来, 大部分时间操作人员都可以在相对舒适的中控室内, 通过触摸屏或电脑完成日常操作, 很少需要进入高危染色车间, 工作环境和劳动强度都会大为改观。此外, 环境和安全监测预警功能, 也为员工职业健康提供了切实保障, 一旦发现温度、湿度、毒气等任何异常, 系统都会及时响起警报并自动采取紧急措施, 将事故风险以及职业危害进一步降低。

## 2 高温高压液流染色机控制系统运用存在的问题

### 2.1 自动化水平有待提高

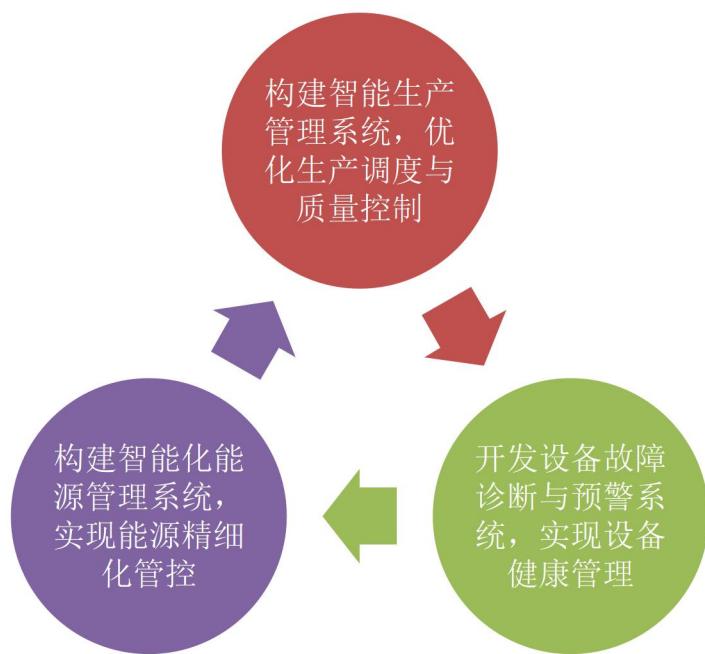
目前, 许多高温高压液流染色机的控制系统自动化程度不高, 关键工艺参数如染液温度、压力、pH 值、助剂投放量等无法实现精确控制和实时调节, 染色过程缺乏连续、可靠的在线监测手段。导致染色质量的稳定性和一致性难以保证, 产品品质容易受到人为因素影响。同时, 由于缺乏必要的数据采集和分析功能, 大量宝贵的数据难以有效利用, 无法基于数据驱动实现工艺优化和染色过程的智能控制, 提高染色的科学化和规范化水平。过度依赖操作人员的经验和技能, 也为设备的规范化操作和维护管理带来重大隐患。

### 2.2 缺乏有效的故障诊断和预警功能,

传统的高温高压液流染色机控制系统普遍缺乏对设备运行状态和关键工艺参数的实时监测和智能分析能力,无法及时发现和诊断潜在的设备故障和工艺异常。一旦发生染色缸体泄漏、管路堵塞、阀门失灵等机械故障,或者染液温度、压力、pH 值等关键参数出现超标等工艺异常,控制系统难以在第一时间预警和定位问题,错失最佳处置时机,可能导致严重的质量事故和设备损坏,影响染色进度和成品质量,造成不必要的能源和材料浪费。同时,由于缺乏完善的故障诊断和预测性维护措施,设备检修往往带有很强的被动性和盲目性,依赖于固定周期的停机检查,大大增加维护成本和时间<sup>[2]</sup>。

### 3 智能化高温高压液流染色机控制系统设计与应用策略

传统的高温高压染色机普遍存在自动化程度不高、生产效率低下、能耗物耗高、产品质量不稳定等问题,已经无法满足现代印染行业快速发展的要求。面对日益激烈的市场竞争和日益严格的环保节能压力,印染企业必须加快智能化技术改造,全面提升染色装备的智能化水平。鉴于此,下文就从多个方面对智能化高温高压染色机控制系统设计与应用策略进行了分析,希望可以为相关探究人员及工作人员提供一些理论性的借鉴与参考。



图一 智能化高温高压液流染色机控制系统设计与应用策略

#### 3.1 构建智能生产管理系统, 优化生产调度与质量控制

在自动化控制的重要基础之上,进一步建构智能化的生产管控系统非常关键。通过在染色生产线上部署各种智能传感器以及仪表,实时采集并且记录染色过程当中的重要数据,包含生产配方参数、染化料消耗量以及温度压力等等工艺参数以及设备能耗等等,并将其统一存储于生产数据库中进行集中管理。运用大数据分析技术,对海量的历史生产数据进行深度挖掘和智能分析,找出影响染色质量稳定性和生产成本的关键因素,进而优化染色配方和工艺参数,制定最佳生产方案。引入智能排产调度算法,综合考虑订单交期、设备产能、人员安排等因素,科学合理地安排生产计划和调度染色任务,

最小化人员以及设备的准备时间,进一步提升设备利用率。

#### 3.2 开发设备故障诊断与预警系统, 实现设备健康管理

对于智能化的高温高压液流染色机而言,必须构建起完善可靠的故障诊断与预警系统。通过在设备的关键部件和薄弱环节布置振动、噪声、压力、温度、成分等智能传感器,持续实时地采集反映设备健康状态的各类监测数据。在此基础上,建立涵盖主要故障模式、机理、征兆等内容的染色设备知识库,利用大数据分析技术和机器学习算法,对海量的设备监测数据进行分析挖掘,及早发现设备故障的先兆,实现设备性能衰退和异常情况的早期预警。针对高频发生、影响严重的常见故障,

开发基于规则推理、案例分析、仿真建模等方法的智能诊断模型与算法，形成辅助决策的故障诊断专家系统，帮助维修人员快速、准确地定位故障原因，优化检修决策，指导检修操作。同时，引入备件管理信息系统，整合设备资产台账、备件库存量、采购计划、历史维修记录等数据，优化关键备件的配置与采购策略，降低备件库存成本。

### 3.3 构建智能化能源管理系统，实现能源精细化管控

染色行业是一种高能耗产业，能源成本在总生产成本当中占据着十分巨大的比重。为了可以进一步提高能源应用效率、降低能耗成本，建设智能化能源管控系统势在必行。首先需要在主要能耗设施设备上安装蒸汽流量计以及智能电表等等计量仪表，实时采集水、蒸汽及电力等各种能源介质的消耗数据，并通过工业以太网传输到能源管理系统中心。其次是将能耗数据与染色工艺参数、面料产量、质量品质等生产运行数据进行深度关联分析，建立多因素能效模型，揭示影响能源利用率的关键因素。再次是综合运用多目标优化算法，在确保产品质量合格的前提下，探索多能源介质综合能耗最小化的最佳染色工艺参数组合方案，指导节能降耗。最后，将优化后的染色工艺参数设定值下达给自动化控制系统，指导生产运行。与此同时，及时将能耗绩效表现、同比环比趋势、预警提示等信息，通过能源管理看板、

移动 APP 等方式推送给管理人员，持续挖掘节能潜力。系统建成运行以后，可以进一步实现染色生产全过程能耗的精细化管理<sup>[3]</sup>。

### 4 结语

智能化改造是高温高压液流染色机发展的必然趋势，也是纺织印染行业实现转型升级的关键一环。本文对传统染色机控制系统存在的主要问题进行了深入分析，针对性地提出切实可行的智能化设计策略与应用路径。通过引入先进自动化控制技术、构建智能生产管理系统、开发故障诊断专家系统、优化人机交互界面等举措，新一代智能化染色机控制系统将在稳定提高染色质量、显著提升生产效率、优化资源能源利用、改善劳动环境等方面发挥重要作用，有力推动纺织印染行业的智能化、绿色化、高质量发展进程。

### 参考文献

- [1] 吕晓峰, 张勇, 闻苏平, 王志恒, 国成, 于家懿. 气流染色机用离心通风机的优化设计 [J]. 风机技术, 2024, 66(01): 30-37.
- [2] 蔡再生, 张森, 赵格格, 薛云帆. 2022 中国国际纺织机械展览会暨 ITMA 亚洲展览会染色机械述评 [J]. 针织工业, 2023, (12): 33-40.
- [3] 蔡再生, 符嘉琳, 刘子强, 杨鸿轩, 王有权. 2020 中国国际纺织机械展览会暨 ITMA 亚洲展览会染色机械述评 [J]. 针织工业, 2021, (07): 28-34.