

超低浴比液流染色机维护与故障诊断研究

马杰 夏冲 周东帆

浙江亚东机械有限公司, 浙江省海宁市, 314000;

摘要: 超低浴比液流染色机作为纺织印染行业关键设备, 其维护与故障诊断工作对于提高设备运行效率、延长使用寿命、保障产品质量具有重要意义, 本文分析了超低浴比液流染色机维护与故障诊断的重要性, 从预防性维护体系的建立、常见故障的诊断处理、数据驱动的故障预警等方面, 系统阐述了设备维护与故障诊断的策略, 通过建立设备档案, 优化润滑与校准, 可有效预防常发故障; 依据故障现象、部位与频次, 分析确定轴承磨损、电气连接等典型故障的成因与解决方案; 利用传感器数据与机器学习算法, 实现设备状态实时监测、故障预警与诊断, 科学系统的设备管理策略, 能够显著提升液流染色机的运行效率与可靠性, 为纺织印染企业的智能化与可持续发展提供重要支撑。

关键词: 超低浴比; 液流染色机; 预防性维护; 故障诊断; 数据驱动

DOI: 10.69979/3029-2700.25.06.097

引言

超低浴比液流染色机是纺织印染行业实现清洁生产、提高染色质量的关键装备, 相比传统高浴比染色设备, 超低浴比液流染色机具有节水、节能、提高染料利用率的优势, 但其结构复杂、工艺要求高, 对设备的维护管理也提出了更高要求, 随着设备使用时间的增加, 密封件老化、轴承磨损等故障时有发生, 影响生产效率与产品质量, 因此, 有必要深入分析超低浴比液流染色机的维护与故障诊断问题, 建立科学高效的设备管理体系, 充分发挥其在纺织印染清洁生产中的重要作用, 本文拟从维护与诊断的意义与具体策略两个方面展开分析, 为相关企业的设备管理提供参考。

1 超低浴比液流染色机维护与故障诊断的意义

1.1 提高设备运行效率与延长使用寿命

液流染色机作为纺织印染的核心设备, 其运行效率直接影响生产进度与成本, 超低浴比液流染色机结构紧凑, 对装置的密封性、泵管畅通性等要求很高, 若维护不及时, 密封圈老化、管路堵塞等小问题会逐渐恶化, 最终导致停机检修, 造成较大的生产损失。定期的维护保养, 如更换易损件、疏通管路等, 可以显著提高设备的开动率, 减少非计划停机时间。注重日常维护, 加强润滑、防腐等, 能有效减缓部件的磨损老化, 避免因局部故障引发连锁反应, 大幅延长设备的使用寿命, 节约设备投资成本, 维护保养是保障液流染色机高效、稳定运行的重要手段。

1.2 降低生产成本与资源消耗

超低浴比液流染色机以其节水、节能、提高染料利用率的优势, 成为纺织印染行业实现清洁生产、降本增效的利器, 但如果设备维护不善, 这些优势就难以充分发挥, 例如, 若循环泵出现故障, 染液循环不畅, 会导致染液利用率下降, 不仅增加染料成本, 还会产生更多的染液废水, 加重环保压力。设备的频繁检修也会消耗大量的备件与人力, 增加运营成本, 相比之下, 做好预防性维护, 及时发现和消除设备隐患, 能够最大限度地减少故障发生, 进而降低停工损失与维修成本。通过优化润滑、保温等细节, 还能进一步提升设备的节能减排效果, 由此可见, 加强液流染色机的维护管理, 对于纺织印染企业控制生产成本、实现绿色发展具有重要意义。

1.3 保障产品质量与生产安全

作为纺织品染色的关键工序, 液流染色的质量好坏直接决定了面料的色牢度、匀染性等关键指标, 超低浴比液流染色机能实现高效均匀的染色效果, 但这有赖于设备的精准控制, 当设备出现故障时, 染液流速、温度等参数难以精确把控, 容易引发染色不匀、染色失败等质量问题, 尤其是对于高档纺织面料, 对染色的均匀性和稳定性要求极高, 设备的微小波动都可能导致严重的质量事故。必须时刻保持设备的最佳工作状态, 确保生产全流程的“零缺陷”。超低浴比液流染色机承载着高温高压的染液, 一旦发生泄漏、爆管等事故, 后果不堪设想。通过细致入微的维护保养, 才能从源头上消除安全隐患, 筑牢生产安全防线。加强液流染色机的维护与故障诊断, 是纺织印染企业产品质量控制与安全生产的重要保障。

2 超低浴比液流染色机维护与故障诊断的策略

2.1 预防性维护体系的建立与实施

预防性维护属于以预防为核心的设备管理模式，采用体系性的检查、调养、修理等事项，降低或杜绝故障出现，构建预防性维护机制，务必要把设备档案管理做到位，完整记录设备的规格、参数、运行状态、维修履历等信息，为拟定贴合实际的维护计划提供佐证。须建立设备的定期点检制度，对关键部件做一次全面“审视”，赶快察觉磨损、老化等各类隐患，针对检查时发现的相关问题，及时制定纠正办法，做到预先消除潜在隐患，要推进精细化保养实施，诸如定期为轴承注入润滑油、对传感器开展校准等，保证设备实现精确运转，值得着重留意的是。考虑到超低浴比液流染色机的连续运行特点，要合理安排设备检修时间，尽可能减少停机损失，可利用生产淡季等时机，对设备进行系统性、预防性大修，从而最大限度地提高设备年运行时间。以预防为主的维护保养，是保持超低浴比液流染色机最佳工作状态的有效途径，例如，某纺织印染企业建立了超低浴比液流染色机的预防性维护体系，他们为每台设备建立了完整的档案，详细记录了设备的型号规格、安装调试信息、运行参数等，根据设备手册与运行经验，制定了日常点检、周保养、月度检修等维护计划，并严格执行^[1]。

2.2 常见故障的诊断与处理方法

尽管预防性维护可以大幅降低设备故障率，但在超低浴比液流染色机的长期运行中，一些常见故障仍难以完全避免，快速、准确地诊断故障原因，采取有效的处理措施，是故障诊断的关键，就液流染色机而言，常见故障可分为机械故障和电气故障两大类，机械故障如轴承磨损、密封失效、管路堵塞等，分析振动、噪声、泄漏等现象初步判断故障类型，再进行拆检确诊，例如，若电机无法启动，首先要检查控制柜报错信息，再用万用表测量电机绕组的通断状况，据此判断是控制电路还是电机本体的问题。要高度重视故障的频次与规律，对于频发故障要制定预防措施，从源头上减少故障发生，以轴承磨损这一液流染色机的常见机械故障为例，某染厂发现一台设备运行时振动越来越大，设备报警显示“主轴轴承温度过高”，维修人员初步判断是轴承磨损所致，遂停机拆检，发现轴承已出现严重的点蚀与剥落，需要更换，为找出根本原因，维修团队回顾了该设备的运行历史，发现该故障频繁发生，上次更换轴承仅一个月，原因在于润滑不足，新轴承在高速运转下很快磨损，维修团队更换了损坏的轴承，制定了轴承的定期润滑计划，并优化了润滑油的型号与用量。通过预防性的润滑维护，控制了轴承磨损，使其使用寿命从一个月延长到半年以上。切实维护分析高频故障的深层原因，并采取针对性预防措施，是提高设备可靠性的治本之策^[2]。

滑计划，并优化了润滑油的型号与用量。通过预防性的润滑维护，控制了轴承磨损，使其使用寿命从一个月延长到半年以上。切实维护分析高频故障的深层原因，并采取针对性预防措施，是提高设备可靠性的治本之策^[2]。

2.3 数据驱动的故障预警与维护管理

随着工业互联网、大数据等新一代信息技术的发展，数据驱动的设备管理模式正在兴起，超低浴比液流染色机装备了各类传感器，实时采集温度、压力、流量、电流等海量数据，通过分析设备状态大数据，可以实时掌握设备健康状况，实现故障的早期预警与诊断。

超低浴比液流染色机数据驱动故障预警与维护管理流程图

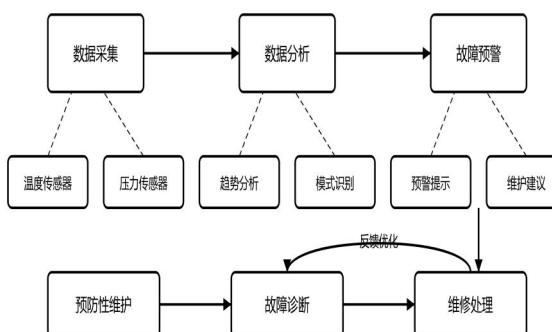


图 1：超低浴比液流染色机数据驱动故障预警与维护管理流程图

是建立设备的数字孪生模型，实时同步设备的物理参数与虚拟模型，基于机理分析进行故障诊断，是运用大数据分析与机器学习技术，挖掘设备状态参数与故障之间的关联规律，构建预测性维护算法。

超低浴比液流染色机数据驱动维护系统构架图

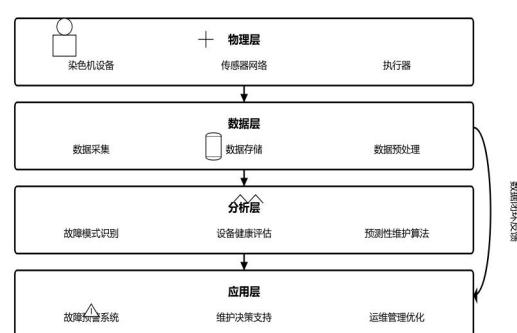


图 2：超低浴比液流染色机数据驱动维护系统构架图
例如，某纺织印染企业建立了液流染色机的设备运

行大数据平台，他们在关键部件上安装了振动、噪声等传感器，对设备的温度、压力、流量、电流等运行参数进行了全面采集，并将之与设备的三维模型、历史维修数据等关联起来，通过大数据分析，该企业建立了设备故障预测模型。系统发现一台设备的入料阀压力波动异常，与设定值偏差超过 5%，即发出预警提示，运维人员迅速赶到现场，发现入料阀衬垫已发生微小破损，及时更换后避免了严重的染色事故。系统通过分析循环泵的能耗数据，发现其效率明显下降，判断是管路堵塞所致，维修人员及时疏通管路，使泵效恢复正常，有效降低了能源消耗。工业大数据技术的应用，使设备的故障诊断从“事后”向“事前”转变，通过趋势预判、超前预防，可显著提升设备管理的智能化水平^[3]。

3 结语

超低浴比液流染色机的应用推广实施，是保障纺织印染行业实现清洁生产、达成高质高效发展的核心支撑，但需充分挖掘其潜在优势，必须高度重视设备维护及故障诊断事宜，构建全面系统的预防性维护机制，构建科学细致的点检、保养、润滑等管理体系，切实规范每一

个维护环节操作流程，才可最大限度地降低设备故障出现率，拉长其运转寿命，让设备长周期、高效率、稳定地实现运行。就常见故障问题而言，需开展入微细致的现象研判，深度挖掘故障出现的内在逻辑，精准查实故障缘由，采取靶向发力的整改行动，切实根除设备潜在隐患，应擅长归纳故障规律，拟定针对性强的预防方案，凭借前瞻性的预判与超前管控，由根源出发遏制故障的再度降临，唯有打造从预防到诊断、从整改到优化的全周期闭环式设备管理机制，才可切实让超低浴比液流染色机达成安全、高效、长周期运转，以出色的性能表现为纺织印染企业缔造更多价值。

参考文献

- [1] 尹明龙, 陈光明, 邵建军, 等. 一种超低浴比纱线染色机: CN202222128652.6[P]. CN218711441U[2025-04-19].
- [2] 李国锋. 一种超低浴比高温高压快速染色机: CN201921080026.6[P]. CN210287816U[2025-04-19].
- [3] 佚名. 主推高效, 稳定, 节能现代新型染色机[J]. 中国纺织(英文版), 2024(6): 132-133.