

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的关键设备，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够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]。

2.3 数据驱动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。

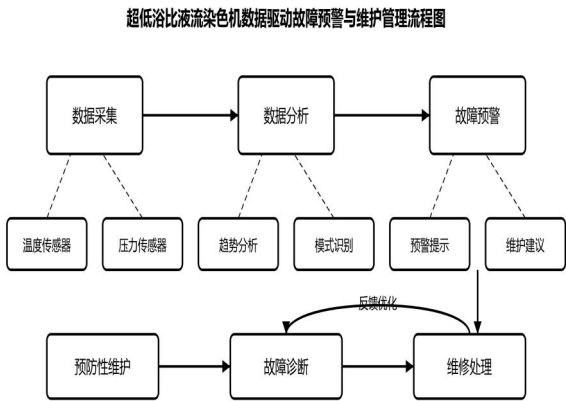


图 1：超低浴比液流染色机数据驱动故障预警与维护管理流程图

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。

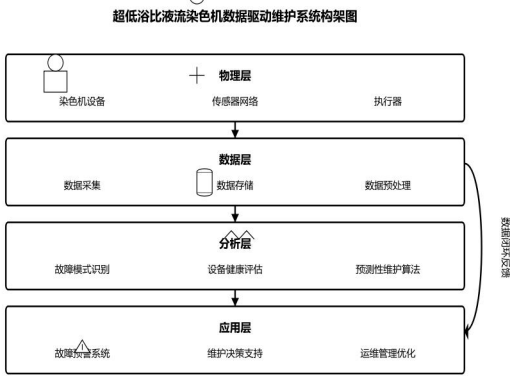


图 2：超低浴比液流染色机数据驱动维护系统架构图
例如，某纺织印染企业建立了液流染色机的设备运

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，才可最大程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.