

# 纺织机械中的多电机同步电气控制技术

刘治国

北京经纬纺机新技术有限公司 北京 100176

**摘要:** 纺织机械作为纺织行业生产的核心设备,其性能和效率直接关系到纺织产品的质量和企业的经济效益。随着电气控制技术的不断发展,多电机同步电气控制在纺织机械中的应用日益广泛,为纺织生产带来了革命性的变革。基于此,针对纺织机械中的多电机同步电气控制技术进行深入研究是非常有必要的。

**关键词:** 纺织机械;多电机同步;电气控制技术

引言:目前,多电机同步电气控制在纺织业中通过精确控制多个电机的运行状态,实现了纺织机械各部件的协调一致,从而提高了生产效率、保障了产品质量、降低了能耗与成本,并增强了系统的稳定性。但是也面临着诸多挑战,如复杂的工况环境、多变的负载条件以及高精度的同步要求等。因此,深入研究多电机同步电气控制技术的原理、关键技术及其在纺织机械中的具体应用,对于推动纺织行业的技术进步和产业升级具有重要意义。

## 1 纺织机械中多电机同步电气控制技术的价值

### 1.1 提高生产效率

纺织机械通常是多电机控制、多锭位操作的扩展型制造设备,多电机同步电气控制技术能够实现多个电机的精确同步运转,从而确保纺织机械在生产过程中各部件的协调一致。同步性提高了设备的运行效率附带同时,还使得整个生产流程更加顺畅。

### 1.2 保障产品质量

纺织产品的质量是衡量纺织机械性能的重要指标之一。多电机同步电气控制技术通过精确控制各电机的运行状态,可以最大程度上确保纺织机械在生产过程中保持稳定的工艺参数,如张力、温度、湿度等。这些参数的稳定控制对于提高纺织产品的质量和均匀性至关重要。

### 1.3 降低能耗与成本

多电机同步电气控制技术通过优化电机的运行状态,可以实现节能降耗的目标。例如,在纺织机械中,精确控制各电机的转速和功率,可以确保设备在最佳状态下运行,从而减少不必要的能耗。更重要的是,多电机同步控制还能减少因电机不同步而导致的设备故障和维修成本<sup>[1]</sup>。此外,随着电气控制技术的不断发展,越来越多的智能化和自动化功能被引入到纺织机械中,这些功能不只是提高了设备的运行效率,还大幅度降低了人工成本和劳动强度。

## 1.4 增强系统稳定性

纺织机械在生产过程中需要面对各种复杂的工况和负载变化,多电机同步电气控制技术通过精确控制各电机的运行状态,可以确保整个系统的稳定性和可靠性。比如,在纺纱过程中,通过精确控制纺纱机、纺锭机等设备的转速和张力的,可以确保纱线的连续性和稳定性。并且,值得肯定的是,多电机同步控制还能减少因电机不同步而导致的设备振动和噪音问题,进一步提升了系统的稳定性和可靠性。

## 2 多电机同步电气控制技术原理

### 2.1 同步控制的基本概念

多电机同步控制是指通过特定的控制策略和技术手段,使多个电机在运行过程中保持协调一致的运动状态,以满足特定的生产工艺要求。在纺织机械中,这种同步控制主要体现在速度同步、位置同步和相位同步等方面。

第一,速度同步是多电机同步控制中最常见的一种形式,它要求多个电机的转速保持相同或成一定比例关系。在纺织生产的许多环节,如纺纱过程中的并条机、粗纱机,织布过程中的送经电机和卷取电机等,都需要实现速度同步。以并条机为例,多根棉条在并合过程中,各罗拉的驱动电机需保持精确的速度同步,确保棉条牵伸倍数一致,从而保证输出棉条的质量均匀稳定。若速度不同步,棉条会出现粗细不匀的情况,严重影响后续纺纱质量。

第二,位置同步则侧重于控制多个电机的运动位置,使它们在运行过程中达到指定的位置精度。在一些高精度的纺织加工设备中,如电子提花机,需要控制多个电机精确地驱动提花针运动到指定位置,以实现复杂图案的编织。如果电机的位置同步精度不足,编织出的图案就会出现偏差,影响织物的美观和品质。

第三,相位同步关注的是电机运行过程中的相位关

系,确保各电机在相同的时间点达到特定的运行状态。在一些对电机启动和停止顺序有严格要求的纺织设备中,相位同步至关重要。例如,在化纤纺丝设备中,各纺丝泵电机的启动和停止需要精确的相位同步,以保证熔体均匀挤出,避免出现断丝等问题,确保纤维的质量和性能一致性。

## 2.2 关键技术与核心算法

PID控制算法即比例-积分-微分控制算法,是一种经典且广泛应用的控制算法。在多电机同步控制中,它利用不断调整比例(P)、积分(I)、微分(D)三个参数,对电机的速度、位置和力矩进行精确控制。当电机的实际运行参数与设定值出现偏差时,比例环节会根据偏差的大小输出相应的控制信号,偏差越大,控制信号越强,能快速对偏差做出响应;积分环节则对偏差进行累加,其作用是消除系统的稳态误差,使电机能够准确地达到设定值;微分环节根据偏差的变化率来调整控制信号,它能预测偏差的变化趋势,提前做出调整,增强系统的稳定性。在纺织机械的多电机同步控制中,PID控制算法能够有效地减少电机之间的转速差异和位置偏差,保证各电机稳定运行<sup>[2]</sup>。在纺纱机的锭子电机控制中,通过PID算法可以精确调整电机转速,使其保持稳定,减少纱线断头率。

神经网络算法是一种模拟人类大脑神经元结构和功能的智能算法,在多电机同步控制中展现出独特的优势。它能够学习电机运动的非线性特征,自动调整控制参数,具有很强的适应性和自学习能力。纺织机械的运行工况复杂多变,受到负载变化、机械磨损等多种因素的影响,传统的控制算法难以应对这些复杂情况。而神经网络算法可以通过大量的样本数据进行训练,学习不同工况下电机的运行规律,从而在复杂多变的环境中实现精准的同步控制。在印染设备的多电机同步系统中,神经网络算法可以根据印染工艺的变化和设备的实时运行状态,自动调整电机的转速和转矩,保证印染过程中织物的张力稳定,提高印染质量。

将PID控制算法和神经网络算法相结合,能够进一步提升多电机同步控制的性能。利用神经网络的自学习和自适应能力,在线调整PID控制器的参数,使其能够更好地适应复杂的工况变化。这种结合方式在实际应用中取得了良好的效果,有效提高了多电机同步控制系统的精度和可靠性。

## 2.3 硬件与软件协同工作

在多电机同步控制系统中,硬件和软件是相辅相成、协同工作的两个关键部分,它们共同构成了一个完

整的控制系统,确保多电机能够实现精确的同步运行。

硬件部分主要包括电机、驱动器、传感器等设备,它们是实现多电机同步控制的物理基础。电机作为动力源,直接驱动纺织机械的各个部件运转;驱动器则负责将控制信号转换为电机所需的电能,控制电机的转速、转矩和转向等参数。不同类型的电机,如交流异步电机、直流电机、伺服电机等,需要相应的驱动器与之匹配。在高速精密的纺织机械中,通常采用伺服电机和高性能的伺服驱动器,以实现电机的精确控制。传感器在系统中起着监测和反馈的重要作用,常见的传感器有编码器、速度传感器、张力传感器等。编码器可以精确测量电机的旋转角度和位置信息,速度传感器用于检测电机的转速,张力传感器则实时监测纱线或织物的张力。这些传感器将采集到的信号反馈给控制系统,为控制决策提供依据。在织布机中,通过张力传感器实时监测经纱的张力,当张力出现异常时,控制系统可以及时调整送经电机和卷取电机的转速,保持张力稳定。

软件部分则主要包括控制程序和各种算法,它是多电机同步控制系统的核心大脑,负责指挥硬件设备协同工作。控制程序根据预设的控制策略和算法,对传感器反馈的信号进行分析处理,计算出每个电机所需的控制信号,并将这些信号发送给驱动器,从而实现电机的精确控制。软件中集成的各种算法,如前文提到的PID控制算法、神经网络算法等,是实现多电机同步控制的关键技术手段。通过这些算法的优化和应用,可以提高系统的控制精度、响应速度和稳定性。在软件设计中,还需要考虑人机交互界面的设计,方便操作人员对系统进行参数设置、运行监控和故障诊断等操作。现代纺织机械的多电机同步控制系统通常采用触摸屏作为人机交互界面,操作人员可以通过触摸屏直观地设置电机的运行参数、查看设备的运行状态和报警信息等。

硬件和软件之间通过通信接口进行数据交互,实现协同工作。常见的通信接口有CAN总线、RS485总线、以太网等,它们具有高速、稳定、可靠的特点,能够确保控制信号和反馈数据的快速传输。在实际应用中,根据系统的规模和性能要求,选择合适的通信接口和通信协议,以保证硬件和软件之间的高效协同。

## 3 多电机同步电气控制技术在纺织机械中的应用

### 3.1 清花棉卷形成控制

在清花成卷的生产环节,传统的机械传动体系暴露出诸多弊端。皮带长时间使用会出现老化,致使传动滞后;皮带与传动轮之间的摩擦力也难以维持稳定,打滑现象时有发生。这些问题直接导致棉卷在成型过程中,

各部分的密度、厚度不一致，棉卷质量波动大。而引入多电机同步电气控制技术后，局面得到了极大改善。安装在棉层附近的传感器，能如同敏锐的探测器，实时捕捉棉层厚度的细微变化，并迅速将这些信息转化为电信号传递给控制系统。控制系统快速对这些信号进行对比分析和复杂运算，根据结果精准地调整电机转速。如此一来，棉卷输出始终保持均匀稳定，产品质量得到可靠保障，报废卷的数量大幅减少，为企业节省了大量的原材料成本，最终提高了生产效益。

### 3.2 梳棉机道夫升降控制

梳棉机道夫的升降操作，在传统控制模式下，升降过程通常不平稳，速度忽快忽慢。影响纤维梳理的效果的同时，还可能导致纤维输出不顺畅，降低产品质量。多电机同步电气控制技术的介入，带来了质的改变。通过双速度电机的协同运作，再配合电气机械双重控制手段，道夫升降变得平稳顺滑。以A186F梳棉机为例，在添加三角器材用于转换控制后，升降系统仿佛被注入了稳定的力量。在道夫上升或下降时，电机能够根据预设的程序和实时的反馈信息，精确调整转速和扭矩，使得道夫在每一个位置都能保持精准的定位，升降的稳定性和精度大幅提升，为纤维的高效梳理和优质输出奠定了坚实基础。

### 3.3 精梳机变频调速控制

精梳机在传统运行模式下，传动部件承受着较大的压力，频繁的启停和速度变化，使得部件磨损严重，故障率居高不下。多电机同步电气控制技术应用于精梳机的变频调速后，情况大为改观。交流变频调速技术就像为精梳机安装了一个智能的动力调节系统，它能够根据精梳机的工作状态和工艺要求，灵活调整电机的转速。同时，纤维分离器的巧妙运用，将精梳落棉有序地输送到带有网眼的锥体中，利用气流从网眼流出的特性，将废气精准地排放到导管位置的布袋中。这种精细的控制模式，让精梳机无论是在低速爬行进行精细作业，还是在高速运转提高生产效率时，都能始终保持良好的张力和轴率，设备运行更加稳定，生产出的产品质量也更高。

### 3.4 气流纺纱机同步控制

在气流纺纱机的工作过程中，纱线的均匀性和张力稳定性直接决定了纺纱的质量和效率。以往，由于缺乏

有效的同步控制手段，相邻设备间的运转协调性不佳，导致纱线粗细不均，张力时大时小。而多电机同步电气控制技术利用同步电机输出的精准旋转角速度，对相邻设备间的同步状态进行严格把控。在纺纱时，各个电机就像训练有素的乐队成员，按照统一的节奏协同工作<sup>[1]</sup>。如此，纱线在整个纺纱过程中始终保持均匀的拉伸和稳定的张力，纺纱效率大幅提高，生产出的纱线质量也更加稳定可靠，满足了市场对高品质纱线的需求。

### 3.5 织造设备综合参数控制

织造过程不仅是一个复杂的系统工程，更是一个对精度要求极高的生产过程。从织机到梳棉机，每一环节都紧密相连，共同决定了最终织物的质量。在这个过程中，运行速度、张力、气压和温度等众多参数的控制显得尤为重要。

传统的控制方式往往力不从心，难以在所有参数之间找到完美的平衡点，常常导致某些参数失控，从而影响织物质量。而多电机同步电气控制技术的出现，为这一难题提供了有效的解决方案。

该技术利用分布在织造设备各个关键部位的精密传感器，实时捕捉并采集运行速度、张力、气压和温度等关键参数信息。控制系统则对这些海量数据进行汇总与分析，从而准确判断当前设备的运行状态。在此基础上，控制系统迅速生成并下发调整指令，精确调控各电机的运转，确保所有设备参数始终处于最优状态。这一技术的应用，无疑为提升织物质量提供了有力的技术支撑。

结语：综上所述，纺织机械中多电机同步电气控制技术的价值体现在提高生产效率、保障产品质量、降低能耗与成本、增强系统稳定性以及推动技术创新等多个方面。随着电气控制技术的不断发展，多电机同步电气控制在纺织机械中的应用前景将更加广阔。

### 参考文献

- [1]官鑫.自动化控制系统在纺织机械设计制造中的集成与优化[J].化纤与纺织技术,2024,53(9):121-123.
- [2]张永.纺织机械电气自动化控制系统技术分析[J].今日自动化,2022(11):156-158.
- [3]陈革.纺织机械关键共性技术的回顾与展望[J].纺织器材,2022,49(1):2-6.