

Application Study of PLC and Inverter Combined Control in Chemical Conveying Systems

Ke Huang

CNOOC(Hainan)Fudao Chemical Ltd., Dongfang, Hainan, 572600, China

Abstract

With the increasing demand for automation control technology in the chemical industry, the joint control of PLC and frequency converters has been widely applied in chemical conveying systems. The PLC control system, with its flexible programming capabilities and powerful logical control functions, can achieve precise regulation of various components in the conveying system. Meanwhile, the frequency converter adjusts the motor speed to achieve precise control over the conveyor belt speed. The combined application of both not only enhances the automation level of the system but also optimizes energy efficiency, reduces energy consumption, and lowers maintenance costs.

Keywords

PLC control system; frequency converter; chemical conveying system; automation control; energy optimization

PLC与变频器联合控制在化工输送系统中的应用研究

黄珂

海洋石油富岛有限公司, 中国·海南东方 572600

摘要

随着化工行业对自动化控制技术的需求不断增加, PLC与变频器联合控制在化工输送系统中得到广泛应用。PLC控制系统凭借其灵活的编程能力和强大的逻辑控制功能, 能够实现对输送系统各个环节的精准调控, 而变频器则通过调节电机转速, 实现对输送带速度的精准控制。两者的联合应用, 不仅提升了系统的自动化水平, 还优化了能源利用效率, 降低了能耗和维护成本。

关键词

PLC控制系统; 变频器; 化工输送系统; 自动化控制; 节能优化

1 引言

在现代化工生产过程中, 输送系统作为重要的生产设备, 承担着物料输送、加工及储存的任务。随着生产规模的不断扩大, 传统的机械驱动系统逐渐无法满足高效、节能及高稳定性的需求。因此, 自动化控制技术在化工输送系统中的应用成为提升生产效率和保障生产安全的关键。PLC与变频器作为现代化自动化控制系统中的两项重要技术, 通过各自的优势实现了对输送系统的高效管理。PLC凭借其强大的程序控制能力, 能够根据生产需求灵活调整输送系统的工作模式; 变频器则通过调节电机转速来精确控制输送带的运行速度, 实现精确的物料输送。PLC与变频器联合控制的方案, 极大地提升了输送系统的自动化水平, 优化了能源消耗, 减少了人为操作失误, 降低了设备故障率。

2 PLC与变频器联合控制技术概述

2.1 PLC控制系统概述

PLC(可编程逻辑控制器)是一种用于工业自动化控制系统的设备, 其主要功能是通过编程控制各种生产过程中的机械设备。PLC的核心优势在于其灵活的控制能力, 能够通过用户编写的程序, 实现对生产线的实时监控与自动调节。通过对输入信号的采集与处理, PLC可以实时控制输出设备的动作, 保证生产过程的精确性与稳定性。PLC具有高可靠性、易于维护与升级等特点, 广泛应用于自动化生产、设备监控等领域。其多种通讯协议的支持也使得PLC能够与其他设备如传感器、执行器等进行无缝连接, 确保整个自动化系统的高效运行。

2.2 变频器控制技术概述

变频器(VFD, Variable Frequency Drive)是一种用于调节电机转速和控制电机驱动的电子设备。通过改变电源频率, 变频器能够精确控制电机的转速, 从而实现对设备运行状态的调节。变频器不仅可以有效调整电机的运行速度,

【作者简介】黄珂(1990—), 男, 中国山西人, 本科, 工程师, 从事电气工程及其自动化研究。

还能够不同负载条件下保持较高的能效，并减少设备的磨损，提高其使用寿命。变频器广泛应用于各种需要精确调速的场合，尤其在传送带、风机、水泵等设备中应用广泛。通过与 PLC 等自动化控制系统结合，变频器能够实现对整个生产线的动态调节，确保生产过程中的稳定性与精确性。

2.3 PLC 与变频器联合控制的优势与应用前景

PLC 与变频器的联合控制能够将两者各自的优势有效结合，提高整个控制系统的效率与稳定性。PLC 通过其强大的逻辑控制能力，实现对生产过程的全局管理，而变频器则通过精确控制电机的转速，提供灵活的调节方式。两者的联合应用可以显著提高生产线的自动化水平，降低能耗，提高设备的运行效率和使用寿命。同时，这种控制方式也能够适应不同生产需求的变化，灵活应对复杂的生产环境。随着工业化和智能制造的发展，PLC 与变频器联合控制技术在化工、机械、食品、制药等行业的应用前景非常广阔^[1]。未来，随着技术的不断发展与完善，这一控制系统将逐步向更高效、更智能的方向发展，进一步提升生产效率与资源利用率。

3 PLC 与变频器联合控制在化工输送系统中的原理

3.1 PLC 与变频器的工作原理

PLC 与变频器联合控制系统通过 PLC 控制电机的变频器，实现对输送系统的精确调速。PLC 通过采集传感器反馈的信号，实时监控生产状态，并根据预设程序对变频器输出控制信号，进而调节电机的运行状态。变频器根据 PLC 指令改变电机的频率和转速，从而控制输送带的运行速度。该系统能够精确控制输送带的物料输送速度，并根据生产需求动态调整，提高生产效率与设备的利用率。PLC 的程序逻辑控制与变频器的速度控制相结合，能够在实现自动化的同时提高系统的灵活性和适应性。

3.2 PLC 与变频器联合控制的核心技术

PLC 与变频器联合控制的核心技术在于两者之间的实时通讯与协调。PLC 通过与变频器的通信协议（如 Modbus、Profibus 等）进行数据交互，能够根据生产需求发送控制指令，调整变频器的输出频率。变频器接收到 PLC 的控制信号后，调节电机的频率以实现输送带速度的精确控制。此过程需要保证 PLC 与变频器之间数据传输的实时性和准确性，同时还要根据生产线负载情况调整控制策略。核心技术还包括系统的故障诊断与保护功能，在出现设备故障或异常时，PLC 可以立即发出警报并启动应急处理措施，保障系统安全稳定运行。

3.3 化工输送系统中控制方案的设计与实现

在化工输送系统中，PLC 与变频器联合控制方案的设计主要包括硬件配置、控制策略与通讯方案的选择。硬件配置方面，需要根据生产线的特点选择适合的 PLC 型号和变

频器，并确保两者之间的兼容性与可靠性。控制策略方面，应根据物料输送速度、生产需求以及设备运行状态设计合理的控制算法，确保系统在不同工况下均能稳定运行。通讯方案则需要选择适合的协议，如 Modbus、Profibus 等，以保证 PLC 与变频器之间的数据交换顺畅高效。实现过程中，需进行系统的调试与优化，确保 PLC 能够实时响应生产变化，并精确调控变频器的输出，最终实现化工输送系统的高效、稳定运行^[2]。

4 PLC 与变频器联合控制在化工输送系统中的应用分析

4.1 应用场景及需求分析

化工输送系统广泛应用于物料的搬运、分配和处理等环节，尤其是在化工原料和产品的高效运输中起到至关重要的作用。随着化工行业自动化水平的提高，传统的输送系统已逐渐无法满足现代化生产的需求。精确控制输送带的速度，确保物料运输的稳定性和均匀性，成为化工行业的一项关键需求。PLC 与变频器联合控制技术能够满足这些要求，PLC 具备强大的逻辑处理能力，可以根据生产需求自动调节和优化系统的运行；而变频器则通过控制电机的转速，实现对输送带的精确调速，确保物料的流动不会受制于传统的固定转速电机。该联合控制系统的应用场景主要体现在物料输送、混合、分拣等方面。通过实时监控与调节，系统可以适应不同的生产需求，实现物料输送速度的精确控制，从而提高生产效率，减少能源浪费，并降低人为操作的风险。

4.2 联合控制系统的实现方式

PLC 与变频器联合控制系统通过标准化的通信协议实现数据交换和信号传输。在此系统中，PLC 作为主控单元，负责采集现场的各类数据，包括输送带的负载、物料流速、温湿度等，然后根据设定的控制策略进行决策。PLC 会通过通信协议（如 Modbus 或 Profibus）向变频器发出调速指令，从而改变电机的频率和转速，进而调整输送带的运行速度。变频器接收到 PLC 的指令后，调节电机的运行频率，确保输送带的速度在设定范围内。为了优化控制效果，变频器和 PLC 之间建立了反馈机制，变频器根据电机的负载和速度变化向 PLC 传递实时数据，PLC 再根据这些数据调整控制策略。此外，PLC 系统还能够对变频器的运行状态进行监测，并在出现异常时采取应急措施，保障系统稳定运行。整个过程不仅依赖于 PLC 与变频器的协作，还结合了传感器和智能诊断模块，通过精准的控制算法和数据反馈，提高系统的自适应能力和故障处理能力。

4.3 PLC 与变频器联合控制对输送系统性能的提升

PLC 与变频器联合控制技术能够显著提升化工输送系统的性能，尤其在精度控制、能效优化和系统稳定性方面具有明显优势。PLC 系统通过精准的控制策略和实时数据分析，可以快速响应生产过程中出现的任何变化，调整变频器的工

作状态,以适应不同的生产需求。在输送过程中,变频器通过调节电机转速来精确控制输送带速度,避免了传统固定转速系统的弊端,使得输送过程更为平稳且灵活。此外,通过与变频器的协作,PLC能够优化电机的使用状态,根据实际负荷调整电机转速,避免电机过度负荷或低效运行,从而提高了整个输送系统的能效。联合控制技术的应用使输送系统能够高效运行,减少了设备的摩擦和损耗,提高了系统的可靠性和生产效率。最终,PLC与变频器的结合不仅提升了输送系统的自动化水平,也为化工生产带来了更高的灵活性和效率。

5 PLC与变频器联合控制在化工输送系统中的实施效果

5.1 提高输送系统的自动化与稳定性

PLC与变频器联合控制系统能够大幅提高化工输送系统的自动化和稳定性。PLC作为核心控制单元,能够实时处理来自传感器的数据并根据设定程序调整变频器的输出频率,使输送带的速度始终保持在最佳状态。PLC与变频器的协同工作,自动调节输送带的速度,避免了手动操作和固定速度系统的弊端,极大提高了系统的自动化水平。同时,PLC控制系统可以对各个环节进行协调管理,确保各个部分的精密配合。变频器通过控制电机的转速,保障了输送带的稳定运行,即使在负载或生产要求波动的情况下,系统仍能平稳运行。通过这一联合控制系统,输送带的速度控制变得更加灵活,系统运行中的干扰也大大减少,进一步提高了生产的稳定性。PLC与变频器的协作不仅使生产过程更加精细化,还提高了系统响应速度和故障处理能力,确保了生产过程中的连续性与稳定性^[1]。

5.2 优化能效与节能效果

PLC与变频器联合控制系统能有效优化能效,降低整体能耗。传统的输送系统常常采用固定速度运行方式,无论负载高低,电机都始终保持固定转速,造成了能源的浪费。PLC与变频器联合控制系统通过实时采集负载和速度数据,精确调节电机的运行状态,确保电机根据负荷变化进行转速调整,从而实现高效的能源利用。通过这种智能调节,变频器能够根据物料的实际输送需求,优化电机的工作频率和功率,避免了传统方法中的过度能耗。例如,在物料运输过程中,当负载较低时,系统会自动减少电机转速,降低能耗;而在负载较重时,系统则会自动增加转速,确保输送系统不出现卡顿或停滞。这一过程中,PLC系统发挥了核心作用,它根据传感器反馈的数据,实时调整控制策略,避免了能源

的浪费,并在一定程度上延长了设备的使用寿命,实现了更高的能源效率和节能效果。

5.3 提高系统的安全性与可靠性

PLC与变频器联合控制系统能够显著提高化工输送系统的安全性与可靠性。PLC负责对整个输送系统的运行状态进行实时监控,并通过程序逻辑判断各类异常状况。无论是电机过载、变频器故障还是其他外部环境的变化,PLC都能快速响应,并通过通讯协议发出相应的调整或停止信号。例如,在电机出现过载的情况下,PLC会通过变频器降低电机转速,避免因电流过大而造成电机损坏。变频器还具有过载保护和过热保护功能,当系统出现异常时,它能够自动切断电源,防止进一步损坏设备。整个系统的联动机制确保了在出现任何故障或异常时,能够及时采取预防性措施^[4]。PLC与变频器的联合工作提高了系统的容错能力和自我修复能力,使得系统在面对复杂工况时仍能够保持高效、稳定的运行。同时,智能诊断系统能够实时反馈设备的运行状况,确保生产过程中设备的长期稳定运行,降低了故障率,提升了生产安全性和设备可靠性。

6 结语

PLC与变频器联合控制技术在化工输送系统中的应用,显著提高了系统的自动化水平、能源利用效率和运行稳定性。通过PLC与变频器的紧密协作,不仅优化了输送带的调速过程,还能够在各种生产条件下动态调整系统运行,以应对不同的负载需求。该技术的实施,减少了人为干预,提高了生产过程的精度与安全性,同时大幅降低了能源消耗和维护成本。随着自动化技术的不断发展,PLC与变频器联合控制技术在化工行业中的应用前景广阔。未来,随着智能化与信息化的进一步发展,该技术将在提高生产效率、降低能耗和提升系统可靠性方面发挥更加重要的作用,为化工行业的智能制造和绿色生产提供有力支持。

参考文献

- [1] 褚小立,陈瀑,许育鹏,李敬岩.近红外光谱在炼油和化工领域的研究与应用实践[M].化学工业出版社:202411.
- [2] 靳杰.PLC控制系统在除尘器卸输灰气力输送中的应用[J].天津冶金,2019,(04):65-67.
- [3] 王欣.基于PLC的石油钻杆生产线物料输送系统[J].自动化应用,2014,(10):25-26+85.
- [4] 匡杰.气力输送系统在防爆化工成产中基于上位机与PLC通讯应用[A].传承、创新、智慧与合作:首届物流工程国际会议论文集(一)[C].中国机械工程学会、中国机械工程学会物流工程分会、北京起重运输机械设计研究院:2012:188-194.