

# 智能控制在工程机械中的应用研究

何振东 宫胜禹

天津华源线材制品有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i6.16771

**[摘要]** 本文聚焦智能控制在工程机械中的应用。阐述了智能控制技术定义与特点,包括自适应、自学习等能力。介绍其在工程机械中的智能监测与故障诊断、智能控制与优化调度等应用。通过拉拔设备、镀锌设备等案例说明具体应用效果。最后展望其发展趋势,如智能化程度提高、与物联网融合等,为工程机械智能化发展提供参考。

**[关键词]** 智能控制技术; 工程机械; 自动化; 应用

**中图分类号:** TP273 **文献标识码:** A

## Research on the Application of Intelligent Control Technology in Construction Machinery

Zhendong He Shengyu Gong

Tianjin Huayuan Wire Products Co., Ltd.

**[Abstract]** This article focuses on the application of intelligent control technology in construction machinery. It elaborates on the definition and characteristics of intelligent control technology, including capabilities such as adaptability and self-learning. The applications of intelligent control technology in construction machinery, such as intelligent monitoring and fault diagnosis, intelligent control, and optimized scheduling, are introduced. Specific application outcomes are illustrated through cases involving drawing equipment and galvanizing equipment. Finally, the article outlines future development trends, such as the continuous advancement in intelligence and integration with the Internet of Things, providing a reference for the intelligent development of construction machinery.

**[Key words]** intelligent control technology; construction machinery; automation; application

### 引言

在科技飞速发展的当下,工程机械领域正经历深刻变革。传统控制在应对复杂多变的工程机械作业环境时,逐渐显露出局限性。智能控制技术作为多学科融合的产物,凭借其独特优势,为工程机械的自动化、智能化发展带来新契机。深入研究智能控制在工程机械中的应用,对提升作业效率、保障安全、降低成本等具有重大意义。

#### 1 智能控制技术基础

##### 1.1 智能控制技术的定义

智能控制技术是一门融合了控制理论、人工智能、计算机科学、信息论、运筹学等多学科知识的交叉领域。它旨在赋予控制系统类似人类智能的决策、学习和自适应能力,使系统能够在复杂、不确定的环境中,无需人工过多干预,自主地完成对被控对象的精确控制。在传统控制理论中,通常需要精确的数学模型来描述被控对象,然而在实际的工程机械应用场景中,由于工作环境复杂多变、负载不确定性以及非线性等因素的影响,很难建立精确的数学模型。智能控制技术则突破了这一限制,它不依

赖于被控对象的精确数学模型,而是通过模拟人类的思维方式,如感知、推理、判断和决策等,来实现对系统的有效控制。智能控制技术涵盖了多种控制方法,如模糊控制、神经网络控制、专家控制等。模糊控制基于模糊逻辑,通过将人类的经验和知识转化为模糊规则,对系统进行模糊推理和决策,从而实现对被控对象的控制<sup>[1]</sup>。神经网络控制则模仿人类大脑的神经元结构,通过大量的神经元连接形成网络,利用网络的自学习、自适应能力,对复杂的非线性系统进行建模和控制。专家控制是将专家的知识 and 经验以规则的形式存储在计算机中,通过计算机模拟专家的决策过程,对系统进行控制。这些控制方法各有特点,在实际应用中可以根据具体需求进行选择或组合使用。

##### 1.2 智能控制技术的特点

###### 1.2.1 自适应性

智能控制技术具有强大的自适应能力,能够根据环境的变化和系统参数的改变自动调整控制策略。在工程机械运行过程中,工作环境可能会随时发生变化,例如温度、湿度、负载等。智能控制系统可以实时监测这些变化,并通过内置的算法自动调

整控制参数, 以确保系统始终保持在最佳运行状态。以起重机为例, 当起吊的货物重量发生变化时, 智能防摇摆控制系统能够自动调整起升和变幅机构的速度, 抑制货物的摇摆, 保证起重作业的安全和高效。

#### 1.2.2 自学习能力

智能控制系统可以通过不断与环境进行交互, 积累经验并学习新的知识, 从而优化自身的控制性能。在工程机械的长期运行过程中, 系统会遇到各种不同的情况和问题。通过机器学习算法, 智能控制系统可以对这些历史数据进行分析 and 挖掘, 总结出规律和经验, 并据此调整控制策略。

#### 1.2.3 非线性处理能力

实际工程中的许多系统都具有非线性特性, 传统控制方法在处理非线性问题时往往效果不佳。智能控制技术则能够有效地处理非线性问题, 通过对非线性系统的建模和分析, 实现对系统的精确控制。例如, 在工程机械的液压系统中, 由于液压油的压缩性、阀口的非线性流量特性等因素, 系统呈现出明显的非线性特征。智能控制系统可以采用神经网络等方法对液压系统进行建模, 实现对液压系统的精确控制, 提高系统的响应速度和稳定性。

#### 1.2.4 鲁棒性

鲁棒性是指控制系统在存在不确定性因素和干扰的情况下, 仍能保持稳定运行和良好控制性能的能力。智能控制技术具有较强的鲁棒性, 能够在面对各种干扰和不确定性时, 自动调整控制策略, 保证系统的正常运行。在工程机械的施工现场, 存在着各种干扰因素, 如风力、振动、电磁干扰等。智能控制系统可以通过实时监测和调整, 抑制这些干扰对系统的影响, 确保工程机械的稳定运行。

### 2 工程机械中的智能控制技术应用

#### 2.1 智能监测与故障诊断

智能监测与故障诊断是智能控制技术在工程机械中的重要应用之一。通过在工程机械上安装各种传感器, 如温度传感器、压力传感器、振动传感器、位移传感器等, 实时采集设备的运行状态信息, 如发动机温度、液压系统压力、工作装置振动等。这些传感器将采集到的信号传输给智能监测系统, 系统通过对这些信号进行分析和处理, 实时监测设备的运行状态<sup>[2]</sup>。当设备出现故障时, 智能故障诊断系统能够根据传感器采集到的异常信号, 结合预先建立的故障诊断模型和知识库, 快速准确地判断故障的类型和位置。例如, 对于拉拔设备的故障诊断, 智能故障诊断系统可以通过分析拉拔力传感器的数值波动、电机转速的异常变化以及设备关键部位的振动频率等参数, 判断拉拔设备是否存在拉拔力不稳定、电机过载、传动部件磨损等问题, 并及时向操作人员发出警报信息, 提示故障的具体位置和可能的原因, 以便操作人员及时进行维修和处理, 减少设备的停机时间, 提高设备的可靠性和可用性。

#### 2.2 智能控制与优化调度

在工程机械的作业过程中, 智能控制与优化调度技术可以

根据作业任务的要求和现场环境条件, 自动规划工程机械的作业路径和作业顺序, 优化作业参数, 提高作业效率和质量。智能调度系统可以根据镀锌工件的规格分布、传输带的运行速度和承载能力等因素, 合理安排每台镀锌设备和数控机械设备的作业位置和作业时间, 避免设备之间的相互干扰和等待, 实现作业的高效协同。同时, 智能控制系统还可以根据实时监测到的设备运行状态和作业进度, 动态调整作业计划。如果某台设备出现故障或作业进度滞后, 系统可以自动重新分配任务, 调整其他设备的作业参数, 确保整个作业任务能够按时完成。此外, 智能控制与优化调度技术还可以结合成本因素, 对作业过程中的能源消耗、设备磨损等进行优化, 降低作业成本。

#### 2.3 自动驾驶与远程操控

自动驾驶和远程操控技术是智能控制技术在工程机械领域的前沿应用, 它能够实现工程机械的无人化作业, 提高作业的安全性和效率。自动驾驶技术通过集成全球定位系统(GPS)、惯性导航系统(INS)、激光雷达、摄像头等多种传感器, 实现对工程机械的精确定位和周围环境的感知。智能控制系统根据传感器采集到的信息, 结合预先规划的作业路径, 自动控制工程机械的行驶方向、速度和转向等动作, 实现自主行驶和作业。远程操控技术则允许操作人员在远离作业现场的控制中心, 通过无线网络对工程机械进行实时操控。操作人员可以通过控制中心的显示屏实时观察工程机械的作业画面和运行状态, 利用操纵杆、键盘等设备向工程机械发送控制指令, 实现对工程机械的远程启动、停止、转向、作业等操作。自动驾驶和远程操控技术特别适用于一些危险、恶劣或人类难以到达的作业环境, 如矿山开采、深海作业、灾害救援等, 能够有效保障操作人员的安全, 提高作业效率。

### 3 智能控制在拉丝镀锌行业的应用案例

#### 3.1 拉拔设备与镀锌设备的智能控制系统

在拉丝镀锌行业中, 拉拔设备与镀锌设备是生产线的核心部分。智能控制技术的引入, 为这些设备的运行带来了革命性的变化。拉拔设备的智能控制系统通过实时监测钢丝的直径、拉力等关键参数, 自动调整拉拔速度、拉拔模具的间隙等, 确保钢丝拉拔的精度和效率。同时, 系统还能对模具的磨损情况进行监测, 及时提醒更换, 避免生产中断和质量问题。镀锌设备的智能控制系统则通过精确控制镀锌液的温度、成分和钢丝的浸入速度等参数, 确保镀锌层的均匀性和附着力。另外, 系统还能对镀锌液进行实时监测和维护, 延长镀锌液的使用寿命, 降低生产成本。

#### 3.2 数控机械设备在拉丝镀锌行业中的应用

数控机械设备在拉丝镀锌行业中发挥着举足轻重的作用, 其智能化升级进一步提升了生产效率与加工精度。在拉丝环节, 先进的数控拉丝机凭借智能控制技术的加持, 能根据预设的生产参数自动调整拉丝速度及模具规格, 不仅确保了钢丝直径的精确无误, 还大大提升了表面质量的一致性。进入镀锌阶段, 数控镀锌机凭借其高精度的控制能力, 对镀锌液的温度实施严格

监控,同时精准调控钢丝的移动速度和浸入镀锌液的深度,从而确保镀锌层的均匀性和防腐性能达到最优。另外,数控机械设备内置的故障自诊断系统能够及时发现并报告潜在故障,配合远程监控功能,使得维修人员能够迅速响应并处理问题,有效降低了停机时间,保障了生产线的持续稳定运行<sup>[3]</sup>。

### 3.3 企业内智能化设备的管理与优化

在拉丝镀锌企业中,智能化设备的管理与优化是提高生产效率、降低成本的关键。智能控制系统通过对生产线上各设备的实时监测和数据采集,实现了对整个生产过程的透明化管理。企业管理人员可以通过远程监控平台,实时查看各设备的运行状态、生产进度和能源消耗等关键指标,及时发现问题并进行调整。此外,智能控制系统还能根据生产需求,自动调整设备的工作参数和作业顺序,实现生产线的最优配置和高效运行。在能源管理方面,智能控制系统通过对各设备的能源消耗进行实时监测和分析,提出了节能降耗的建议和方案,降低了企业的运营成本。在拉丝镀锌行业的具体应用中,智能控制技术不仅提高了设备的自动化水平,还实现了对整个生产过程的精确控制和优化管理。这些应用案例充分展示了智能控制在提升行业竞争力、推动产业升级方面的巨大潜力。

## 4 智能控制在工程机械中的发展趋势

### 4.1 智能化程度不断提高

随着人工智能技术的不断发展,智能控制在工程机械中的应用将更加深入和广泛,工程机械的智能化程度将不断提高。未来的工程机械将具备更强的感知、决策和执行能力,能够实现更加复杂的作业任务和自主运行。例如,工程机械将能够根据作业环境的变化自动调整作业策略,与其他设备进行更加智能的协同作业,甚至能够自我修复和自我优化,进一步提高作业效率和质量,降低运营成本。

### 4.2 与物联网深度融合

物联网技术的发展为智能控制在工程机械中的应用提供了更广阔的空间。通过将工程机械与物联网相连,实现设备之间的互联互通和数据共享,可以构建一个智能化的工程机械物联网生态系统。在这个生态系统中,工程机械可以实时上传运行状态数据到云端服务器,企业可以通过远程监控平台对设备进行实时监测和管理,及时发现设备故障隐患并进行预防性维护。物联网还可以实现工程机械与供应链、售后服务等

环节的深度融合,优化设备的全生命周期管理,提高企业的运营效率和竞争力。

### 4.3 新能源与智能控制协同发展

随着环保意识的增强和对可持续发展的要求,新能源在工程机械领域的应用越来越广泛。智能控制技术与新能源技术的协同发展将成为未来的重要趋势。智能控制系统可以根据新能源的特点,如电池的电量、充电状态等,优化工程机械的能源管理策略,实现能源的高效利用<sup>[4]</sup>。智能控制系统还可以与新能源充电设施进行智能交互,实现充电过程的优化管理,提高充电效率和安全性。

### 4.4 人机协作更加紧密

未来的工程机械将更加注重人机协作,实现人与机器的优势互补。智能控制技术将使工程机械能够更好地理解操作人员的意图,操作人员也可以通过更加自然和便捷的方式与工程机械进行交互。例如,通过语音识别、手势识别等技术,操作人员可以更加轻松地控制工程机械的动作;同时,工程机械还可以通过虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术,为操作人员提供更加直观和丰富的作业信息,提高操作的准确性和安全性。人机协作的紧密发展将进一步提升工程机械的作业效率和操作体验,推动工程机械行业向更高水平发展。

## 5 结束语

智能控制技术为工程机械领域带来了创新变革,从智能监测诊断到自动驾驶操控,从单一设备优化到多设备协同作业,应用成果显著。随着科技持续进步,其智能化、与物联网融合等发展趋势,将进一步推动工程机械行业升级。未来,需不断探索创新,让智能控制技术更好地服务于工程机械,创造更大价值。

### [参考文献]

- [1]龚涛,卢宁,郑宏远.智能控制在工程机械中的应用研究[J].中国工程机械学报,2025,23(2):249-253.
- [2]吴成松.智能控制在工程机械中的应用研究[J].中国设备工程,2022(7):34-36.
- [3]惠琛云.智能控制在工程机械控制中的应用研究[J].科技视界,2024,14(14):50-53.
- [4]刘同根,彭素芬.智能控制在工程机械控制中的应用研究[J].中外交流,2021,28(8):1237-1238.