

# 基于计算物流的自动化集装箱码头AGV生产调度

葛 隽 华 莹

浙江国自智能装备有限公司 浙江 杭州 310012

**摘要:** 文章探讨了基于计算物流的自动化集装箱码头AGV生产调度系统,该系统通过集成物联网、大数据处理与机器学习技术,实现对AGV车辆的精准调度与实时监控。通过优化算法与自适应调度策略,系统显著提升码头作业效率与资源利用率,降低运营成本与风险。分析系统架构、数据采集与处理、实时监控与控制等关键环节,并提出优化与改进方向,为自动化集装箱码头的智能化发展提供参考。

**关键词:** 计算物流; 自动化集装箱; AGV生产调度

随着全球贸易的蓬勃发展,集装箱码头的作业效率与智能化水平成为衡量港口竞争力的重要指标。基于计算物流的自动化集装箱码头AGV生产调度系统,以其高效、精准、灵活的特点,正逐步成为提升码头作业效率、降低运营成本的关键技术。该系统通过集成先进的信息技术与物流管理理念,实现了对AGV车辆的智能调度与实时监控,为港口物流的智能化发展开辟了新途径。

## 1 AGV在集装箱码头生产调度中的重要性

在集装箱码头的复杂生产环境中,自动引导车(AGV, Automated Guided Vehicle)的引入与广泛应用,极大地提升物流效率、降低人力成本,并在保障作业安全与提高整体调度灵活性方面发挥着不可替代的作用。第一、AGV能够24小时不间断工作,无需休息或换班,显著提高货物搬运与集装箱转运的效率。它们通过精确的导航系统和高效的调度算法,能够迅速响应指令,将集装箱从堆场准确无误地运送到指定位置,大幅缩短作业周期时间。第二、传统码头作业高度依赖人工驾驶的叉车或拖车,不仅劳动强度大,而且需要大量的人力资源。AGV的自动化作业减少对人工的依赖,降低劳动力成本,并避免因人为错误导致的作业延误或安全事故。第三、AGV通过预设的路线和严格的避障系统,能够自主规避障碍物,避免与其他车辆或人员的碰撞,从而显著提高码头作业的安全性。减少工人在恶劣环境下(如高温、高湿、噪音大等)的直接暴露,保障工人的身体健康。第四、AGV系统通常与智能调度系统相连,能够实时接收并分析来自码头的各种作业指令,根据任务优先级、交通状况、车辆状态等因素进行智能调度。这种高度灵活的调度机制,使得码头能够更快速地对突发事件,优化资源配置,提升整体运营效率。第五、相比传统燃油车辆,AGV多采用电力驱动,减少燃油消耗和尾气排放,有助于降低码头作业的碳足迹,推

动绿色物流的发展,通过减少空驶率和优化作业流程,进一步提升能源利用效率<sup>[1]</sup>。第六、AGV作业过程中产生的数据,如行驶轨迹、作业时间、故障记录等,为码头管理者提供丰富的决策支持信息。通过对这些数据的分析,可以不断优化作业流程,提升管理效率,为码头的数字化转型和智能化升级奠定基础。

## 2 基于计算物流的自动化集装箱码头AGV生产调度模型构建

### 2.1 AGV任务调度算法

在基于计算物流的自动化集装箱码头中,AGV任务调度算法是确保码头高效运作的核心。此算法负责接收来自码头管理系统的各类作业请求,如集装箱的搬运、堆存与提取等,并根据当前AGV车队的状态(如电量、位置、负载情况)及码头布局(如堆场、岸桥、集卡车道的位关系)进行任务分配。常见的调度算法包括优先级排序法、遗传算法、模拟退火算法以及混合整数规划模型等。这些算法通过评估各任务的紧急程度、所需时间、路径冲突等因素,实现任务的优化排序与分配,以最小化总作业时间、提高资源利用率并降低能耗。

### 2.2 AGV路径规划和动态调整

AGV路径规划是指导AGV从起点到终点高效行驶的关键环节。在自动化集装箱码头中,路径规划算法需考虑码头的实际布局、交通规则、障碍物位置以及AGV间的相互干扰。算法通常采用图论、网格划分或AGV搜索等方法,为每辆AGV规划出最优或次优的无碰撞路径。考虑到码头作业环境的动态变化(如新任务的加入、其他车辆位置的变动等),路径规划算法还需具备动态调整能力,以实时响应这些变化,确保AGV能够安全、快速地完成作业。动态调整机制可能包括重新规划路径、调整行驶速度、优先级变更等策略。

### 2.3 AGV生产调度优化策略

为了实现自动化集装箱码头AGV生产调度的整体优化,需要采用一系列的策略来提升系统的效率、稳定性和响应速度,可以采用多目标优化策略,综合考虑作业时间、能耗、AGV利用率等多个指标,通过算法寻找这些指标之间的最佳平衡点。实施动态调度策略,根据实时数据和预测模型,动态调整AGV的任务分配和路径规划,以应对码头作业过程中的不确定性。还可以采用协同调度策略,通过增强AGV之间的信息共享与协作,减少路径冲突和等待时间,提高整体作业效率。通过持续优化算法和模型,利用大数据分析、机器学习等技术手段,不断提升AGV生产调度的智能化水平,以适应未来集装箱码头更加复杂多变的作业需求。

### 3 基于计算物流的自动化集装箱码头AGV生产调度系统设计

#### 3.1 系统架构设计与功能模块分析

在基于计算物流的自动化集装箱码头AGV生产调度系统设计中,系统架构的搭建是首要任务。一个高效、灵活且可扩展的系统架构能够支撑起整个生产调度的复杂流程。系统架构通常划分为四个层次:硬件层、网络层、软件平台层和应用层。硬件层集成了各类物理基础设施,如AGV车辆、高精度传感器、RFID标签以及无线通信设备等,这些设备构成了自动化作业的基础。网络层则负责确保这些硬件组件之间的无缝连接与数据传输,采用先进的通信技术如Wi-Fi、Zigbee或5G等,实现低延迟、高可靠性的通信。软件平台层是整个系统的核心,它集成了数据处理引擎、算法库、任务调度器等关键组件。数据处理引擎负责接收来自硬件层的数据,并进行清洗、转换和存储,确保数据的准确性和一致性。算法库则包含了用于路径规划、任务调度、冲突解决等多种功能的先进算法,这些算法能够基于实时数据和历史经验,为AGV提供最优的决策支持。任务调度器则根据算法的输出结果,对AGV的任务进行分配和调度,确保码头作业的高效进行。应用层面向用户,提供了直观易用的操作界面和数据分析工具。用户可以通过图形化的界面实时监控AGV的运行状态、任务进度以及码头整体作业情况,应用层还提供了丰富的数据分析功能,帮助用户深入挖掘数据背后的价值,发现作业效率瓶颈,提出优化建议<sup>[2]</sup>。在功能模块方面,系统需涵盖任务管理、路径规划、动态调度、实时监控、故障诊断等多个模块。任务管理模块负责接收和分配作业任务,确保每个任务都有明确的执行者和完成时间。路径规划模块则根据当前码头布局和AGV状态,为每辆AGV规划出最优的行驶路径。动态调度模块则根据实时数据和预测模

型,对AGV的任务进行动态调整和优化,以应对码头作业过程中的不确定性。实时监控模块则提供对AGV运行状态和码头作业情况的实时监控,确保一切尽在掌握。故障诊断模块则负责检测AGV的潜在故障,并提供预警和解决方案,确保系统的稳定运行。

#### 3.2 数据采集与处理技术

数据采集与处理是自动化集装箱码头AGV生产调度系统不可或缺的一部分。为了实现高效的数据采集,系统采用多种传感器和RFID标签等物联网设备。这些设备被部署在AGV车辆、堆场、岸桥等关键位置,通过无线通信技术将采集到的数据传输至数据中心。在数据传输过程中,系统采用了先进的加密和校验技术,确保数据的安全性和完整性。接收到数据后,系统首先进行预处理工作。预处理包括数据清洗、格式转换和初步分析等步骤。数据清洗旨在去除重复、错误或无效的数据项,确保数据的准确性和一致性。格式转换则将不同来源和格式的数据统一转换为系统可识别的格式,便于后续处理和分析。初步分析则对数据进行初步的探索性分析,了解数据的分布、趋势和异常点等情况。经过预处理后的数据被存储于数据库中,供后续的数据挖掘和分析使用。系统采用了大数据处理技术和机器学习算法对存储的数据进行深度挖掘和分析。大数据处理技术能够处理海量、高维度的数据,提取出有价值的信息和模式。机器学习算法则能够基于历史数据和实时数据,构建预测模型和优化算法,为AGV生产调度提供决策支持。

#### 3.3 AGV生产调度系统实时监控与控制

实时监控与控制是自动化集装箱码头AGV生产调度系统中的重要环节。通过实时监控,系统能够实时掌握AGV车辆的运行状态和码头作业情况,确保一切尽在掌握。视频监控技术通过安装在码头关键位置的摄像头,实时捕捉AGV车辆的行驶画面和码头作业现场的情况。这些画面被传输至监控中心的大屏幕上展示,供操作人员实时观看和分析。GPS定位技术则通过安装在AGV车辆上的GPS接收器,实时获取车辆的位置信息。这些信息被传输至系统平台进行处理和分析,生成车辆的行驶轨迹图并显示在监控界面上。操作人员可以通过监控界面直观地看到每辆AGV的当前位置和行驶轨迹以及是否按照规划路径行驶。除了实时监控外,系统还具备远程控制功能。当发现异常情况或需要紧急调整时,操作人员可以通过系统界面向AGV发送控制指令实现远程干预和快速响应。系统还具备预警功能通过预设的阈值和规则对潜在的风险进行提前预警。例如当AGV电量低于预设阈值时系统会自动发出预警提示操作人员及时

安排充电；当码头作业进度滞后于计划时系统也会发出预警提示操作人员加快作业速度或调整作业计划以确保作业按时完成。这些预警功能能够帮助操作人员及时发现并解决问题避免事故的发生和损失的扩大。

#### 4 基于计算物流的自动化集装箱码头 AGV 生产调度系统实践案例分析

以厦门远海集装箱码头为例，该码头作为全球首个第四代自动化码头，充分展示了基于计算物流的自动化集装箱码头AGV生产调度系统的强大能力。厦门远海码头配备了18台自动导航运载车（AGV），这些AGV在码头的日常运营中发挥着至关重要的作用。在该码头的AGV生产调度系统中，计算物流的理念被深入应用。系统通过集成先进的传感器、RFID标签、GPS定位等物联网技术，实时采集AGV的位置、速度、负载状态等关键数据，并传输至数据中心进行集中处理。利用大数据处理技术和机器学习算法，系统能够对这些数据进行深度挖掘和分析，为AGV的任务调度和路径规划提供精准决策支持<sup>[3]</sup>。在实际运营中，该系统显著提升了码头的作业效率和资源利用率。通过动态调度算法，系统能够实时评估各AGV的当前状态和作业需求，为它们分配最优的任务和路径，系统还具备实时监控和远程控制功能，能够及时发现并处理异常情况，确保码头的稳定运行。该系统还充分考虑了安全因素，在路径规划和任务调度过程中，系统会综合考虑各种约束条件，如时间窗口、重量限制、路径冲突等，确保AGV在行驶过程中不会发生碰撞或超载等安全事故。系统还采用了约束惩罚策略，对违反约束条件的行为进行惩罚，以进一步保障运输安全。

#### 5 基于计算物流的自动化集装箱码头 AGV 生产调度系统的优化与改进

为了进一步提升基于计算物流的自动化集装箱码头AGV生产调度系统的性能与效率，持续的优化与改进是必不可少的，针对系统算法层面，可以引入更先进的机器学习模型，如深度学习算法，来增强对复杂作业环境

的预测能力和调度决策的准确性。通过不断训练和优化这些模型，系统能够更精准地预测AGV的电量消耗、路径拥堵情况以及任务完成时间，从而做出更加科学合理的调度安排。在数据采集与处理方面，可以加强物联网技术的应用，增加传感器的种类和数量，提高数据采集的精度和实时性，优化数据处理流程，采用更高效的数据压缩、传输和存储技术，减少数据延迟和丢失，确保系统能够基于最新、最全面的数据做出调度决策<sup>[4]</sup>。系统还可以引入自适应调度策略，根据码头作业的实际情况和AGV的实时状态，动态调整调度方案。为了提升系统的可靠性和稳定性，可以加强系统的故障检测和预警机制，通过实时监测AGV的运行状态和系统的性能指标，及时发现并处理潜在的故障和异常情况。建立完善的备份和恢复机制，确保在系统出现故障时能够迅速恢复运行，减少对码头作业的影响。

#### 结束语

基于计算物流的自动化集装箱码头AGV生产调度系统是推动港口物流智能化转型的关键技术之一。随着技术的不断进步与应用的深入，该系统将在提升作业效率、降低运营成本、增强安全性等方面发挥更加重要的作用。未来，期待通过持续的创新与优化，推动该系统向更高水平发展，为全球港口物流行业的繁荣与进步贡献力量。

#### 参考文献

- [1]黄深广,朱雨翔,倪洁,等.自动化集装箱码头智能设备调度系统[J].中国港口,2022,(06):61-64.
- [2]麦宇雄,罗勋杰.全自动化集装箱码头水平运输方式对比[J].水运工程,2020(9):76-82.
- [3]何继红.自动化集装箱码头装卸工艺系统应用现状与展望[J].水运工程,2021(6):199-203.
- [4]吴沙坪,何继红,罗勋杰.自动化集装箱码头装卸工艺设计[J].水运工程,2020(9):159-162,166.