

自主导航 AGV 在港口集装箱运输中的应用研究

张 墨

上海振华重工(集团)股份有限公司 上海市 200125

摘要: 随着全球贸易的不断发展,港口集装箱运输量呈现出爆炸性增长。为了提高港口集装箱装卸效率,减少人力成本,越来越多的港口开始引入自主导航 AGV (Automated Guided Vehicle) 技术。自主导航 AGV 具有自主导航、智能调度、高效运输等优点,可以大大提高港口集装箱运输的自动化水平和效率,降低人力成本,提高港口竞争力。基于此,本文将对自主导航 AGV 在港口集装箱运输中的应用进行研究。

关键词: 自主导航 AGV; 港口集装箱运输; 应用

1. 自主导航 AGV 的核心技术与工作原理

自主导航 AGV 的核心技术在于其自主导航和智能决策系统。这些系统通过集成先进的传感器、地面磁钉、卫星导航系统、高精度地图和复杂的算法,使 AGV 能够在无需人工干预的情况下,自主完成货物的运输任务。其中,传感器负责实时感知周围环境,包括障碍物、道路标识等信息;地面磁钉、卫星导航系统、高精度地图则为 AGV 提供了详细的车辆定位;而智能决策系统则根据传感器收集的数据和高精度地图信息,实时计算出最优的行驶路径和速度,确保 AGV 能够高效、安全地完成运输任务。

以青岛港前湾码头的自主导航 AGV 集装箱运输系统为例,该系统采用了先进的激光雷达和视觉传感器,实现了对港口环境的精确感知。同时,结合导航天线、地面磁钉和智能决策系统(Tods系统),AGV 能够在复杂的作业任务中自主导航,准确地将集装箱岸桥装卸位置运输到堆场。不仅大大提高了港口的运输效率,还降低了人力成本和安全风险。

2. 港口集装箱运输现状分析

2.1 港口集装箱运输的传统模式与挑战

港口集装箱运输作为国际贸易的重要枢纽,长期以来依赖于传统的人工操作和机械设备。然而,随着全球贸易量的不断增长,传统模式面临着诸多挑战。传统模式下,集装箱的装卸、运输和堆存主要依赖人力,这不仅效率低下,而且成本高昂、还会发生操作风险。

传统码头还面临着空间利用率的挑战。在集装箱堆场,由于缺乏有效的箱量管理策略,常常出现堆存混乱的情况。这不仅影响了港口的整体运营效率,也增加了管理难度。

与此同时,传统模式还难以应对突发事件和不可预测因素。例如,台风、暴雨、大雾、设备故障等因素都可能对港口集装箱运输造成严重影响。由于缺乏智能化的管理和应急响应机制,港口往往以被动停止作业等方式应对这些困难。

2.2 港口集装箱运输对高效物流的需求

随着全球贸易的持续增长,港口集装箱运输的高效物流需求日益凸显。港口作为国际贸易的重要节点,其物流效率直接关系到整个供应链的运作速度和成本。因此,提高港口集装箱运输的自动化、智能化水平,成为了满足高效物流需求的关键。

自主导航 AGV 在港口集装箱运输中的应用,正是为了满足这

一高效物流需求。通过自主导航、智能调度等技术手段,AGV 能够实现集装箱的高效、准确、快速运输。这不仅可以提高港口的运行效率,降低运输成本,还能有效减少人为错误和安全隐患,提升港口整体运营效率,并且可以大幅度减少碳排放水平。

此外,自主导航 AGV 的应用还有助于提升港口的堆场利用率。通过精确的导航和调度系统,AGV 的堆场管理系统能够实现集装箱堆场的智能管理,提高堆存效率。这不仅有助于提升港口的整体运营效率,还能为港口的未来发展预留更多空间。

3. 自主导航 AGV 在港口集装箱运输中的应用

3.1 单机设备的应用

在港口集装箱运输中,自主导航 AGV 通常以单机设备的形式进行应用。这些单机设备可以独立地完成集装箱的运输任务,无需与其他设备协同作业。它们可以在港口内部自由穿梭,将集装箱从一个位置运送到另一个位置,大大提高了运输的灵活性和效率。

以广州港南沙四期码头的自主导航 AGV 单机设备为例,该设备采用了先进的激光雷达和视觉传感器,能够精确感知周围环境。同时,结合北斗卫星定位系统、高精度地图和智能决策系统,AGV 能够自主规划最优路径,确保集装箱能够安全、快速地到达目的地。这种单机设备的应用,不仅降低了人力成本和安全风险,还提高了港口的整体运营效率。据统计,由于采用自主导航 AGV 后,广州南沙四期自动化码头在与传统码头作业效率相近的情况下,运输人力成本降低了至少 50%。这不仅提高了港口的运营效率,也降低了人为因素导致的安全事故风险。此外,自主导航 AGV 的引入还使得港口能够实现 24 小时不间断的集装箱装卸作业,进一步提升了港口的整体竞争力。

此外,自主导航 AGV 单机设备还具有自我学习和优化的能力。通过不断收集和分析运输过程中的数据,设备能够逐渐优化路径规划和速度控制,进一步提高运输效率。这种自我学习和优化的特性,使得自主导航 AGV 在港口集装箱运输中具有更广阔的应用前景。

3.2 整个车辆系统的应用

自主导航 AGV 在港口集装箱运输中的应用,除了单机设备的高效运作外,还需要考虑整个车队系统的设计和运行。这涉及到多台 AGV 的协同作业、与港口其他设备的配合以及与港口管理系统的信息共享等方面。

在多台 AGV 协同作业方面,一个高效的调度系统是必要

的。这个系统能够根据船舶的实际需求以及自动化岸桥、自动化场桥、AGV的作业情况，合理分配任务，实现多台AGV之间的协同合作和资源共享。同时，为了确保各台AGV之间能够实时交换信息，避免碰撞和拥堵等问题，一个可靠的通信系统也是至关重要的，5G网络的成熟为通信系统提供了可靠保障。

在与港口其他设备的配合方面，自主导航AGV需要能够与装卸设备、堆场设备等其他港口设备实现无缝对接。这需要建立一个统一的标准和协议，以确保各种设备之间的信息共享和协同作业。通过这种协同作业，可以进一步提高港口的整体运输效率和服务质量。

最后，在与港口管理系统的信息共享方面，自主导航AGV发挥着举足轻重的作用。它们能够将自身的运行状态、作业数据等信息实时上传至港口管理系统，为码头人员提供实时的监控和调度依据。同时，自主导航AGV还能够从港口管理系统中获取相关的作业指令和数据支持，以便更好地适应港口的实际需求和提高自身的作业效率和准确性。这种信息共享的实现，不仅提高了港口的管理水平和服务质量，还为港口的智能化和自动化发展奠定了坚实的基础。

洋山港四期码头为例，该港口引入了先进的自主导航AGV系统，用于集装箱的自动搬运和堆场管理。这些AGV车辆通过先进的磁钉定位系统和激光传感器，能够自主规划路径、避障，并精确地将集装箱搬运到堆场支架。这不仅提高了作业效率，减少了人力成本，还降低了人为错误的风险。洋山港AGV还配备了换电系统，可以像蔚来汽车一样更换电池，快速实现不间断作业。此外，洋山AGV系统还具备实时数据监控和反馈功能。通过集成先进的物联网技术，港口管理者可以实时监控AGV的作业状态、位置、速度等数据，从而及时调整作业策略，优化作业流程。这种智能化的管理方式不仅提高了作业效率，还增强了港口集装箱堆场管理的安全性和可靠性。

4. 自主导航AGV在港口集装箱运输中的技术挑战与解决方案

4.1 复杂环境下的精确定位与导航

自主导航AGV在港口集装箱运输中面临的主要技术挑战之一是复杂环境下的精确定位与导航。港口环境通常具有动态性、多变性和不确定性，如繁忙的交通、复杂的道路布局、多种不同类型的障碍物等。这些因素都可能影响AGV的定位和导航精度，从而影响其运输效率和安全性。

为了解决这一挑战，可以采取以下解决方案：

首先，引入先进的传感器技术，如激光雷达、高清摄像头和超声波传感器等。这些传感器能够实时感知周围环境，提供丰富的感知数据。通过将这些数据融合处理，可以实现对环境的精确建模和识别，为AGV的精确定位和导航提供有力支持。

其次，采用先进的路径规划和决策算法。根据感知到的环境信息，结合AGV自身的运动学约束和港口运输需求，可以设计出高效的路径规划和决策算法。这些算法能够自主规划最优路径，避开障碍物和拥堵区域，确保AGV能够安全、快速地到达目的地。

此外，还可以考虑引入人工智能技术，如深度学习、强化学习等。通过对大量历史数据的学习和分析，这些技术可以帮助AGV逐渐适应复杂环境，提高其定位和导航的精度和稳定性。

4.2 多AGV协同作业与调度优化

另一个技术挑战是多AGV协同作业与调度优化。在港口集装箱运输中，多台AGV需要协同作业，共同完成运输任务。这涉及到任务分配、路径规划、冲突避免等多个方面的问题。

为了解决这个问题，可以采取以下措施：

首先，建立一个高效的调度系统。该系统能够根据港口的实际需求和AGV的能力，合理分配任务，确保每台AGV都能够充分发挥其作用。同时，该系统还需要能够实时监控AGV的作业状态和任务完成情况，以便及时调整任务分配策略。

其次，引入先进的路径规划和算法避免冲突。在多AGV协同作业的情况下，如何规划出最优的路径、避免冲突和拥堵是一个关键问题。通过引入先进的算法和技术，可以实现对多台AGV的协同路径规划和冲突避免，确保它们能够高效、安全地完成运输任务。

此外，还可以考虑引入优化技术，如遗传算法、蚁群算法等。通过对运输过程中的数据进行优化处理，可以进一步提高AGV的协同作业效率和运输效率。

4.3 设备维护与故障处理机制

在自主导航AGV在港口集装箱运输的应用中，设备维护与故障处理机制是确保系统持续稳定运行的关键环节。考虑到港口环境的复杂性和AGV设备的高强度使用，一个健全的设备维护体系显得尤为重要。这包括定期的设备检查、预防性维护、以及快速响应的故障处理机制。

以广西钦州港为例，他们采用了先进的物联网技术，实现了对AGV设备的实时监控。通过安装在设备上的传感器，可以实时收集设备的运行状态、温度、振动、电量等数据，一旦发现异常，系统会立即发出警报，并自动派遣维修人员前往处理。这种智能化的维护方式，大大提高了设备维护的效率和准确性。

此外，针对可能出现的故障，港口还建立了完善的故障处理机制。这包括制定详细的故障处理流程、建立专业的故障处理团队、以及储备充足的备品备件。一旦设备出现故障，故障处理团队会立即启动应急响应机制，迅速定位问题并进行修复，确保AGV系统能够尽快恢复正常运行。

结语：

随着全球贸易的持续增长，港口作为物流枢纽，其运输效率与成本控制成为决定竞争力的关键因素。自主导航AGV技术的引入，为港口集装箱运输带来了革命性的变革，它不仅提高了运输效率，降低了成本，减少了碳排放，更推动了港口物流的智能化发展。随着技术的不断进步和政策支持的加强，自主导航AGV将在未来港口物流中发挥更加重要的作用，为全球经济的高效、可靠运行提供有力支撑。

参考文献：

- [1]赵黎明.基于单目视觉的港口AGV自主导航关键技术研究[D].集美大学, 2015.
- [2]冯威.基于视觉导引的港口智能AGV路径跟踪系统研究[D].武汉理工大学, 2006.
- [3]张辰贝西, 黄志球.自动导航车(AGV)发展综述[J].中国制造业信息化.2010, (1).