

气缸套铸造过程中AGV小车应用于自动化浇注系统对提升生产效率的分析

田勇¹, 刘栋², 贾拓³, 孙滨³

¹河南机电职业学院机电工程学院, 河南 郑州

²中原内配集团股份有限公司, 河南 孟州

³西安交通大学电气工程学院, 陕西 西安

收稿日期: 2023年10月30日; 录用日期: 2024年2月18日; 发布日期: 2024年2月23日

摘要

本文提出了将AGV小车应用于气缸套铸造过程中进行智能化生产的整体系统设计, 对智能工厂的工艺布局、信息流、对接控制、调度系统进行系统设计, 并对比分析了在应用AGV小车之后, 智能生产所能带来的提升。该技术的应用使得气缸套铸造过程更具效率、更稳定、更安全, 同时提升了铸造工厂的智能化、自动化水平。

关键词

气缸套铸造, AGV, 自动化浇注, 智能化生产

Analysis of AGV Trolley Applied to Automatic Pouring System to Improve Production Efficiency in Cylinder Liner Casting Process

Yong Tian¹, Dong Liu², Tuo Jia³, Bin Sun³

¹School of Mechanical and Electrical Engineering, Henan Mechanical & Electrical Vocational College, Zhengzhou Henan

²ZYNP Corporation, Mengzhou Henan

³School of Electrical Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi

Received: Oct. 30th, 2023; accepted: Feb. 18th, 2024; published: Feb. 23rd, 2024

文章引用: 田勇, 刘栋, 贾拓, 孙滨. 气缸套铸造过程中 AGV 小车应用于自动化浇注系统对提升生产效率的分析[J]. 人工智能与机器人研究, 2024, 13(1): 44-48. DOI: 10.12677/airr.2024.131005

Abstract

This article presents a comprehensive system design for the application of AGV (Automated Guided Vehicle) robots in the cylinder liner casting process to achieve intelligent production. The system design includes the process layout, information flow, integration control, and scheduling system of the intelligent factory. A comparative analysis is conducted to highlight the improvements brought by the application of AGV robots in intelligent production. This technology enhances the efficiency, stability, and safety of the cylinder liner casting process while elevating the level of intelligence and automation in the casting factory.

Keywords

Cylinder Liner Casting, AGV (Automated Guided Vehicle), Automated Pouring, Intelligent Production

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

气缸套是一种在内燃机中使用的重要零部件，铸造工程的重要性在于它直接影响着发动机的性能和寿命，提高气缸套铸造效率可以降低生产成本、提高生产效率、提高产品质量和稳定性，促进技术创新，从而增强企业的竞争力和市场地位[1]。但在绝大多数企业中是“多品种、小批量”生产[2]，以传统手工铸造为主，物流运输多以行车搬运为主，物流问题一直是影响车间生产效率的安全隐患，也是影响车间工人作业的安全隐患，对于传统铸造业来说，物流问题的发生，也是将自动导引运输车引入气缸套铸造厂，并与控制系统整合，在减少人员参与运输的同时，通过系统部件对小车的自动搬运砂、砂箱、板件等进行控制，从而达到提高物流运输节奏的目的，避免了行车转移带来的安全隐患。这一智能解决方案将为气缸套的铸造工艺带来巨大的好处与便利[3]。

2. AGV 机器人概念

AGV (Automated Guided Vehicle)是自动导引小型车系统的缩写，也称为 AGC (Automated Guided Cart)或自动导引车。AGV 小车是一种用于自动化物流和内部运输的无人驾驶车辆。AGV 小车通常配备了多种传感器和导航系统，以感知周围环境并避免障碍物。这些传感器可以包括激光传感器、摄像头、超声波传感器和接近传感器等。导航系统可以使用地图、编码器或其他定位技术来确定位置和导航路径[4]。AGV 小车通常采用导引方式进行操作，它们遵循预先设定的路径或导引线进行移动，导引方式可以通过多种方式实现，包括磁性导引、激光导引、视觉导引和惯性导引等。AGV 小车的控制系统通常由中央计算机或控制中心进行监控和管理。通过预先编程或实时指令，控制系统可以指导 AGV 小车执行特定的任务，例如从指定位置搬运物料到目的地，或者在仓库中按照特定的路线进行存储和分拣。

AGV 运输系统已经发展成为物流系统中主导的专业之一，并逐渐向产业化发展，成为企业智能化装备不可缺少的组成部分。AGV 小车的优点包括提高生产效率、降低劳动力成本、减少人为错误、提高安全性和灵活性等。它们可以在 24 小时不间断运行，减少了人力搬运的繁重劳动，同时提高了物流操作的

精确度和速度。

3. 系统设计

3.1. 工艺布局设计

根据智能工厂工艺布局根据布局规划编制 AGV 行车路径,并与对接设备/工位建立 AGV 调度系统和连接。当 AGV 接收到指令时,调度系统会迅速做出反应,将货物的起止点信息及时传输给 AGV,使其能够按照预先规划的路线精准地完成搬运任务[5]。此外,通过遥控器等物理按钮或智能指令,AGV 也可以进行远程操作,从而大大提升搬运效率。

3.2. 信息流流转

为了提升 AGV 的效率和精准度,我们在其上安装了扫码枪,并在其搬运的物品(如砂箱、模板和托盘)上标记出可识别的条码,以便在搬运过程中,AGV 能够快速识别出物品的信息,并将其传输至调度系统,以便它能够根据需要及时发送给上位机或接收机[6],从而实现信息的快速传输。

3.3. 对接控制

在气缸套铸造中,AGV 可用于自动运输和对接。对于输入和输出,都应有当具体的对接策略,下面将叙述在对设备的输出工作时的对接控制流程,输入工作与输出工作的要点一致。

铸造设备完成铸造任务后,发送“铸造完成”指令,并通过专用编码规则生成标记,用于记录铸造产品的相关信息。达到规定的时间后,与 AGV 自动对接。首先确定铸造设备是否处于异常或突然停止状态。如果设备异常,则通过适当的提示消息通知操作员检查恢复设备的状态。如果设备状态良好,执行相关指示,将相应的铸造设备零件放置到特定的安全位置,并锁好铸造设备安全门锁等相关零件,以防止在正常对接过程中的人为干预[7]。

铸造设备在完成一系列基础准备工作后,向调度系统发出“输出请求”指令,它汇集了铸造设备的详细参数,以及产品的相关信息,并且可以及时传达给操作人员,使其能够更加清晰地掌握整个对接过程。当调度系统收到对应设备的“输出请求”指令后,它可以根据 AGV 自动运输车的实时状况,将任务分配给 AGV 自动运输车,从而更加高效地完成工作。AGV 可以通过接收“输出请求”指令,并对相关设备进行精确的调整,从而达到“输出请求”所需的最优性能。

AGV 自动运输车到达指定位置后,AGV 必须由专门的对接感应装置进行“握手”确认,若“握手”未成功,则会出现一系列的等间隔的循环握手,以此来确保 AGV 自动运输车的安全性。若“握手”仍未成功,则会终止 AGV 自动运输车的对接,并转入手动对接模式,由操作员进行处理。如果初次握手成功或者在有限的等间隔周期内握手成功,自动对接将继续。

“握手”成功后,解锁铸造设备的相关安全部件,AGV 自动运输车的传输通道开始运行,向铸造设备发出“输出”指令。当铸造设备接到“输出”指令时,铸造设备辊道装置将立即运行,将铸造产品工作平台运至 AGV。当工作平台被发送到 AGV 时,AGV 将向铸造设备发送“交付完成”指令。此时,辊筒两侧将停止运转,AGV 将装载的工作平台上的铸件将移到特定的清理位置。此时,调度系统将铸造设备“空闲”标记,铸造设备等待空闲工作平台输入,工作平台输出完成。

3.4. 调度系统

AGV 调度最重要的目标是 minimized 任务完成时间,其受到多项决策的影响[8]:

(1) 任务定序分配。决定分配给每个 AGV 的任务及执行这些任务的顺序。

(2) 路径规划。选择最优路径为 AGV 执行所分配的任务，一般以耗时最短或以总长度最短的路径为最优路径。

(3) 冲突管理。解决各 AGV 之间可能发生的碰撞冲突。

以上 3 个问题是相互依存的，确定 AGV 的任务分配是计算路径规划的先决条件，在选择 AGV 的执行路径后才能判断碰撞冲突是否会发生。AGV 调度问题的数学模型可以表示为[9]:

$$\min f(x) = \sum_{i=1}^k \mu_i f_i(x) \quad (1)$$

$$g_j(x) \geq a, j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

$$tS_l \geq tA_l, l = 1, 2, \dots, o \quad (3)$$

$$h_k(x) = b, k = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$A = 0 \quad (5)$$

$$B = 1 \quad (6)$$

模型中，公式(1)为最小化的目标函数，其中 $f_i(x)$ 为分目标函数，共有 k 个对应分目标的权重，将它们设定为最终获得多目标综合最优解的成本、时间、距离等等。(2) (6)是一种常见的调度模型约束形式，通常是非负整数[10]。其中(2)和(3)为不等式限制，(4)为等式限制，(5)和(6)为 0~1 变量限制。(1)到(6)中的约束条件限定了任务路径，限定了任务顺序，限定了作业连续性，限定了时间窗口，限定了电量。

4. 对比分析

将 AGV 应用于气缸套铸造中，可以带来许多优势。

(1) 通过使用 AGV 自动运输车来自动化运输和对接工作，可以大大减少人力操作，提高生产效率。据统计，在降低人为干预的同时，减少生产过程中的人为错误率，提高产品的一致性和质量。根据自动化工厂实践，从设备效率统计图[11]中可以看出，使用 AGV 自动运输车可以提高 20% 以上的生产效率。

(2) AGV 自动运输车具有更高的运输效率和准确性，能够快速、精准地将铸造产品输送到目标位置。AGV 自动档运输车的使用，可以使生产周期大大缩短，生产速度得到提高。将 AGV 自动运输车应用于气缸套铸造中，可以将生产周期缩短至 30% 以下，同时降低了生产成本。

(3) AGV 自动档运输车在生产线上还可以增加灵活性和伸缩性。在生产线上，通过与其它自动化设备的联动，AGV 自动运输车可以实现自动化、智能化的生产工艺。

(4) 物流设备无停机时间，24 小时运行，能够实现生产线的全天候自动化运作，提高生产效率和生产能力。

(5) 信息化程度提高。有效解决了在各生产环节依赖人工传递信息的难题。方便信息的管理，使生产链更加可靠。

(6) 安全风险消除。自动化生产减少了人员参与，规避了吊车等大型运输装置带来的安全隐患，避免了运输等过程中人员的安全风险。

与传统的铸造生产线相比，应用 AGV 自动运输车可以带来显著的差异。同时，传统生产线往往缺乏灵活性和可扩展性，难以应对需求变化，容易出现人为错误、生产效率低下。而应用 AGV 自动运输车后，生产过程实现了自动化和智能化，生产效率大大提高，同时灵活性和可扩展性也得到了提升。随着技术的不断发展，AGV 自动运输车的未来应用前景将更为广阔，可能通过更深度的智能化和自主化实现更多创新，进一步推动工业生产的现代化。

基金项目

【2022 年河南省职业院校省级骨干教师培育计划】教职成【2023】14 号。

参考文献

- [1] 刘懿锋, 张瑜洁. 自动化物流系统中 AGV 小车系统的应用探讨[J]. 中国设备工程, 2018(16): 135-136.
- [2] 黄小东, 李文升, 原晓雷, 等. AGV 系统在数字化铸造车间的应用[J]. 中国铸造装备与技术, 2014(3): 55-57.
- [3] 袁旭鹏, 田学智, 常涛. 自动导引运输车在绿色智能铸造工厂的应用[J]. 铸造设备与工艺, 2022(1): 37-39+56. <https://doi.org/10.16666/j.cnki.issn1004-6178.2022.01.011>
- [4] Li, G., Li, X., Gao, L., *et al.* (2019) Tasks Assigning and Sequencing of Multiple AGVs Based on an Improved Harmony Search Algorithm. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, **10**, 4533-4546. <https://doi.org/10.1007/s12652-018-1137-0>
- [5] Yu, D., Hu, X., Liang, K., *et al.* (2021) A Parallel Algorithm for Multi-AGV Systems. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, **13**, 2309-2323. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-02987-3>
- [6] Nitish, S., Quang-Vinh, D., Alp, A., *et al.* (2022) A Matheuristic for AGV Scheduling with Battery Constraints. *European Journal of Operational Research*, **298**, 855-873. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.08.008>
- [7] 邱歌, 欧晨曦, 韩廷睿. 基于智能仓储多 AGV 的地图构建和调度算法研究[J]. 工业控制计算机, 2016, 29(12): 117-119.
- [8] 杨智飞, 苏春, 胡祥涛, 等. 面向智能生产车间的多 AGV 系统多目标调度优化[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2019, 49(6): 1033-1040.
- [9] Maurizio, B., Adriano, M., Claudio, S., *et al.* (2023) The Parallel AGV Scheduling Problem with Battery Constraints: A New Formulation and a Matheuristic Approach. *European Journal of Operational Research*, **307**, 590-603. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.10.023>
- [10] Yang, Q., Lian, Y. and Xie, W. (2020) Hierarchical Planning for Multiple AGVs in Warehouse Based on Global Vision. *Simulation Modelling Practice and Theory*, **104**, Article ID: 102124. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2020.102124>
- [11] 王绍刚. 自动化物流系统在铸造企业中的应用与实践[J]. 物流技术与应用, 2020, 25(3): 148-149.