

基于MES系统的装配线优化研究

陈晓忠 陈榕利

东莞职业技术学院 广东东莞 523808

摘要: 装配线MES系统是一种用于管理和控制装配线生产过程的信息系统,它可以实现生产计划、生产调度、生产执行、生产监控、质量管理、设备管理等功能。本文主要分析了MES系统的原理与核心层架构,并指出了这一技术在产品装配线优化过程中的应用价值,指出了新型MES装配系统的建构过程与运作方式。

关键词: MES系统; 装配线优化; 产品制造

Research on assembly line optimization based on MES system

Xiaozhong Chen, Rongli Chen

Dongguan Polytechnic, Dongguan 523808, China

Abstract: The assembly line Manufacturing Execution System (MES) is an information system used for managing and controlling the production processes on assembly lines. It facilitates functions such as production planning, scheduling, execution, monitoring, quality management, and equipment management. This paper primarily analyzes the principles and core architecture of MES systems. It highlights the application value of this technology in the optimization of product assembly lines and outlines the process of constructing and operating a novel MES assembly system.

Keywords: MES System; Assembly Line Optimization; Product Manufacturing

一、MES系统的原理与基本架构分析

制造执行系统(MES)是一种用于管理和控制生产过程的信息系统,它能够实时地收集、分析和反馈生产现场的数据,从而提高生产效率、质量和可追溯性。MES的基本原理是通过与生产设备、仓储设备、物流设备等数据进行交互,实现对生产过程的监测、调度、优化和控制。MES的基本架构一般包括以下几个层次:数

据采集层、数据处理层、数据管理层和应用层。数据采集层负责与生产现场的各种设备进行通信,获取实时的生产数据,如工艺参数、质量检测结果、物料消耗情况等。数据处理层负责对采集到的数据进行清洗、转换、分析和计算,生成各种报表、图表和指标,为决策提供依据。数据管理层负责对数据进行存储、备份、恢复和安全保护,保证数据的完整性和可靠性。应用层负责提

基金项目:

东莞市科技特派员项目:基于MES的工件装配系统开发研究(编号:20221800500822);

东莞市科技特派员项目:五轴加工中非线性控制系统智能控制研究(编号:20221800500792);

2022年省继续教育质量提升工程:《仓储与配送实务》优质继续教育网络课程(编号:JXJYGC2022GX058);

2022年广东高校科研平台特色创新项目(自然科学):基于深度学习和机器视觉的自动导引搬运车(AGV)关键技术研究(编号:2022KTSCX327);

东莞职业技术学院校级质量工程:《物流系统规划与设计》虚拟仿真示范课程(编号: XNFZ202201)

作者简介:

陈晓忠,男,1980年3月~,汉族,硕士,讲师,研究方向:物流管理、生产制造管理、物联网;

陈榕利,女,1981年12月~,汉族,硕士,高级实验师,研究方向:计算机应用,高职教学管理。

供各种功能模块，如生产计划、工单管理、库存管理、质量管理、设备管理、能源管理等，为生产现场的各个环节提供支持和服务。

在产品装配线中，MES能够发挥重要的作用，提高装配效率和质量。具体来说，MES能够实现以下功能：首先是通过在装配线上的各个工位进行实时监测，获取每个产品的装配状态、工艺参数、质量检测结果等信息，实现产品的全程可追溯性；其次可通过在装配线上的物料流动进行实时跟踪，获取每个物料的位置、数量、消耗情况等信息，实现物料的精细化管理；还可对装配线上的设备运行进行实时监控，获取每台设备的运行状态、故障信息、维修记录等信息，实现设备的智能化维护。MES系统采用了先进的数据采集技术，如条码扫描、RFID识别、视觉检测等，能够快速准确地获取大量的精确的生产数据，该系统包含先进数据处理技术，如大数据分析、机器学习、人工智能等，可有效地处理复杂的生产数据，并提供智能化的决策支持。通过合理运用MES技术，管理人员可对装配线上的各种资源和环境的智能化连接和模拟，提高生产的协同性和可视化。

二、MES系统在产品装配线优化中的应用价值

MES系统是一种用于管理生产过程的信息系统，可实现对产品装配线的实时监控、调度和优化，提高生产效率和品质，降低成本和风险。产品装配线是指将零部件按照一定的顺序和规范组装成成品的流水线，它是制造业的重要环节，也是MES系统的主要应用领域之一。现阶段产品装配线运作过程中经常出现装配计划不合理的问题，导致生产资源浪费或不足，影响生产节奏和效率。部分产品的装配过程缺乏有效的监控和反馈，导致质量问题难以及时发现和解决，影响产品性能和客户满意度。装配数据不完整或不准确，导致生产信息不透明，难以进行有效的分析和改进，影响生产管理和决策^[1]。

借助MES系统，可以解决产品装配线运作过程中的问题，通过MES系统对装配计划进行优化，根据实际需求和资源情况动态调整生产计划，平衡生产负荷，提高资源利用率。MES系统可自行对装配过程进行监控，实时采集和显示装配数据，如工序时间、质量状态、异常情况等，及时发现和处理问题，保证装配质量。经过改造的装配系统可基于生产数据建立完整的装配履历，记录每个产品的装配过程和结果，提供可追溯性和可靠性。管理人员应对装配数据进行分析，利用数据挖掘、统计分析、人工智能等技术，发现装配过程中的规律和问题，提出改进建议，提高装配效率^[2]。

三、装配线MES系统的构建方式与运作流程

1. 生产准备流程设计

生产准备流程是指在装配线生产开始前，对生产任务、物料需求、工艺路线、工作指导书等进行分析 and 确认的过程。生产准备流程设计的目的是为了保证装配线生产的顺利进行，避免因缺少物料、工艺不清、指导不明等原因导致的停线或返工。MES装配线生产准备阶段主要内容有：确定生产任务，根据客户订单或销售预测，制定生产计划和排程；确定物料需求，根据物料清单(BOM)和库存情况，计算物料需求量，并进行物料调拨或采购；确定工艺路线，根据产品结构和功能，设计合理的工艺流程，并确定各工序的标准时间和质量要求；确定工作指导书，根据工艺路线，编制详细的操作指导和质量检验标准，并进行培训和考核^[3]。

技术人员可着手建立任务单管理模块，任务单是指指导装配线生产活动的基本单据，包含了产品型号、数量、交货期、工艺路线等信息。通过MES技术，可实现任务单的电子化管理，即从ERP系统接收任务单，自动生成装配线的生产计划，并将任务单下发到各个工位。这样可以避免人工录入错误，提高任务单的准确性和及时性，同时也方便了生产调度和跟踪。在生产准备阶段，MES技术核心功能之一是齐套信息管理，通过MES系统收集、整合、分析和展示各种生产数据，以确保生产过程的完整性、一致性和准确性。齐套信息管理的基础是编制工艺过程卡，即根据产品设计要求和生产条件，制定出每个工序的操作步骤、工艺参数、质量标准、设备要求、物料消耗等信息，形成一张完整的生产指导单^[4]。

2. 加工执行流程设计

加工执行流程是指在装配线生产过程中，对各个工序的加工操作、质量检验、数据采集等进行管理和控制的过程。加工执行流程设计的目的是为了提高装配线生产的效率和质量，实现实时监控和追溯。在MES系统加工执行流程中，首先应确定加工操作方式，根据产品特性和设备条件，选择合适的加工方法，如手工操作、半自动操作、全自动操作等，并配置相应的人员、设备和工具；确定质量检验方式，根据产品质量要求和标准，选择合适的检验方法，如自检、互检、专检等，并配置相应的检验设备和人员；确定数据采集方式，根据数据需求和可行性，选择合适的数据采集方法，如条码扫描、RFID识别、传感器采集等，并配置相应的数据采集设备和系统。

MES技术通过与ERP系统、PLM系统、SCM系统等

上层系统以及与PLC、RFID、条码扫描仪等下层设备的数据交互，能够获取产品的设计要求、订单需求、物料需求、工艺路线等信息，以及生产过程中的设备状态、作业进度、质量检测结果等信息，从而实现对产品装配线的全面监控和指导。MES技术还能够根据实时数据和预设规则，动态地调整生产计划和任务分配，优化资源利用和生产效率。MES系统接收ERP系统下发的生产计划，根据产品的工艺路线和物料清单，生成详细的生产指令和任务单，并下发到各个工位的终端设备。系统与PLC、RFID、条码扫描仪等设备的数据交互，实时地获取每个工位的设备状态、作业进度、质量检测结果等信息，并将这些信息反馈到MES系统中，形成可视化的生产看板。MES系统自带任务自动分配与智能调节功能，可根据实时数据和预设规则，动态地调整生产计划和任务分配，例如根据订单优先级、交货期限、设备故障、物料缺乏等因素，重新安排生产顺序和工位分配，并及时通知相关人员。

3. 装配线系统设计

装配线系统是指用于实现装配线MES系统功能的软硬件系统，它包括装配线MES软件系统和装配线MES硬件系统两部分。装配线系统设计的目的是为了保证装配线MES系统的稳定运行和高效性能，满足装配线生产的信息化需求。装配线系统设计的要点在于确定装配线MES软件系统架构，根据业务需求和技术条件，选择合适的软件开发平台、数据库管理系统、网络通信协议等，并进行软件功能模块划分和接口定义；确定装配线MES硬件系统架构，根据数据采集方式和软件系统架构，选择合适的硬件设备和网络设备，并进行硬件设备布置和网络拓扑设计。

四、改善MES系统在装配线优化中应用效果的措施

1. 基于产品特点重构MES装配线设计方案

MES系统通过与PLM系统、SCM系统等上层系统的数据交互，将生产过程中的各种数据汇总和分析，生成各种报表和统计图表，为产品设计改进、供应链管理、成本控制等提供决策支持。为做好先进生产调度工作，应详细研究装配线运作特点与各站工艺，分析企业终端组件的产品结构、工艺流程、质量要求等，确定装配线MES的功能需求和技术指标。根据功能需求，设计装配线MES的功能模块，包括生产计划管理、物料管理、工艺管理、质量管理、设备管理、人员管理、数据采集与

分析等。基于行业统一技术指标，选择合适的硬件设备和软件平台，构建装配线MES的系统架构，实现功能模块之间的数据交互和信息集成。技术人员应重新编制装配线MES的实施方案，包括系统安装、调试、测试、培训、验收等环节，确保系统的稳定性和可靠性。最后应根据设计要求进行装配线MES的运行维护，定期对系统进行优化升级，提高系统的性能和效率。

2. 搭建调度目标模型，重构调度规则

应分析现有的调度目标模型，找出存在的问题和不足，如目标不明确、不合理、不一致等，以及影响调度效率和效果的因素，如资源配置、生产计划、订单需求等。根据企业的战略目标和市场需求，制定新的调度目标模型，明确调度的主要目标和次要目标，以及各个目标之间的优先级和权重，如成本、质量、交期、效率等。基于新的调度目标模型，设计全新的调度规则，包括调度原则、调度方法、调度策略等，以及相应的评价指标和考核机制，如订单优先级、作业顺序、资源分配、缓冲区管理等。技术人员可利用MES系统的功能和数据，实现新的调度规则的自动化和智能化，通过MES系统对生产过程进行实时监控和控制，实时调整和优化调度决策，提高调度的灵活性和适应性。

五、结论

综上所述，MES系统在产品装配线优化中具有重要的应用价值，可以帮助企业实现智能化、数字化、可视化的生产管理，提升竞争力和市场占有率。技术人员应基于该技术重构生产装配系统，编制全新的任务调度规则与软件程序，保证MES系统的稳定性。

参考文献：

- [1]郭具涛, 吕佑龙, 戴铮等. 基于复合规则和强化学习的混流装配线调度方法研究[J/OL]. 中国机械工程: 1-12[2023-07-04]
- [2]魏定进. 面向智能制造的商用汽车发动机装配线平衡优化实验研究[J]. 自动化应用, 2023, 64(07): 26-29+33.
- [3]刘志浩, 于秀艳. 基于改进NSAG- II算法的多目标混流装配线平衡优化研究[J]. 电脑编程技巧与维护, 2023(01): 31-33+47.
- [4]曾培萱, 郑巧仙. 基于多种群粒子群算法求解多目标第 I 类混流装配线平衡问题[J]. 湖北大学学报(自然科学版), 2022, 44(05): 508-513.