

智能制造环境下工具和模具制造的全生命周期管理系统设计

苏顺兰

浙江钱祥工具股份有限公司 浙江省嘉兴市 310012

【摘要】随着智能制造技术的不断发展,全生命周期管理在工具和模具制造领域的应用越来越广泛。本文首先介绍了智能制造和全生命周期管理的相关概念,然后详细阐述了智能制造环境下工具和模具制造的全生命周期管理系统的设计思路、系统架构和关键功能模块。该系统能够实现模具从设计、制造到报废的全过程管理,提高生产效率和资源利用率,降低企业运营成本。最后,通过实例验证了该系统的可行性和有效性。

【关键词】智能制造;全生命周期管理;工具制造;模具制造

Full life cycle management system design for tool and mold manufacturing in an intelligent manufacturing environment

Su Shunlan

Zhejiang Qianxiang Tools Co., LTD Zhejiang Province Jiaxing city 310012

【Abstract】With the continuous development of intelligent manufacturing technology, the whole life cycle management is more and more widely used in the field of tools and mold manufacturing. This paper first introduces the related concepts of intelligent manufacturing and full life cycle management, and then expounds the design ideas, system architecture and key functional modules of the whole life cycle management system for tool and mold manufacturing in the intelligent manufacturing environment. The system can realize the whole process management from mold design, manufacturing to scrap, improve the production efficiency and resource utilization rate, and reduce the operating cost of enterprises. Finally, the feasibility and effectiveness of the system are demonstrated by examples.

【Key words】 intelligent manufacturing; full life cycle management; tool manufacturing; mold manufacturing

引言:

随着科技的进步和全球市场竞争的加剧,智能制造已成为制造业的重要发展趋势。在智能制造环境下,工具和模具制造的全生命周期管理显得尤为重要。全生命周期管理(PLM)不仅关注产品的设计和生产阶段,还涉及产品的使用、维护和报废等各个环节。通过实施全生命周期管理,企业可以更有效地控制产品质量、降低成本并提升市场竞争力。

并促进企业与客户之间的无缝沟通,提高企业市场竞争力。

智能制造环境下,工具和模具制造企业面临着巨大的挑战和机遇。

一方面,随着市场竞争的加剧和产品生命周期的缩短,企业需要不断提高生产效率和资源利用率;另一方面,随着市场需求的变化,客户对产品性能的要求越来越高。因此,为了更好地满足客户需求并保持自身竞争力,工具和模具制造企业必须采用新技术和新工艺来提高生产效率、降低生产成本、优化制造过程、提高产品质量。

一、智能制造与全生命周期管理概述

智能制造是利用先进的信息技术、网络技术和控制技术等,将整个制造业的生产制造过程转变为数字化、网络化和智能化,以达到提高产品质量、缩短产品制造周期、降低生产成本、提高生产效率的目的。全生命周期管理(Life Cycle Management, LCM)是一种面向产品生命周期的管理方法,即从产品开发阶段就开始对产品进行管理。它的主要目标是通过信息技术和方法,实现对产品全生命周期的有效管理,

二、全生命周期管理系统设计

2.1 设计思路

2.1.1 模块化设计

模块化设计是指以产品或模块为对象,通过模块化分解将产品或模块划分成若干个相对独立的功能单元,从而满足客户需求的一种设计方法。模块化设计可以有效减少产品的制造成本、缩短产品研制周期、提高产品质量以及降低对人、机、料、法等资源的依赖,提高企业市场竞争力。例如,汽

车可分为动力, 底盘, 车身, 电子等多个模块。各模块均可自行设计、制作、调试, 最终组装完成, 不仅提高了生产效率, 而且便于维修与更新。当某一模块需要更新或更换时, 无须重新设计整车, 因此可以缩短开发周期, 降低生产成本。智能手机同样是模块化设计的产物。智能手机包括处理器, 屏幕, 摄像头, 电池等功能模块。每个模组可由不同厂商提供, 厂商只需将模组整合即可。这一设计方法使智能机的生产更具弹性, 能对市场需求作出快速反应, 方便后续维护与升级。

2.1.2 数据共享与集成

在智能制造环境下, 数据共享与集成是实现数据资源有效利用的关键。在模具全生命周期管理系统中, 信息集成模块负责实现与 ERP、MES、PLM 等系统的数据共享, 将 ERP 系统中的生产计划、采购计划等模块中的信息, 以及 MES 系统中的生产调度信息等进行集成。

在 ERP 系统中建立起来的生产计划, 包括生产量、生产时间等, 都可以通过信息集成模块, 自动地与模具的生命周期管理系统相同步。按照生产计划, 对模具的设计、生产和维修计划进行合理的安排, 以保证生产活动的顺利进行。在 ERP 系统中, 采购计划模块包含了原材料和零部件采购的相关信息, 通过信息整合模块和模具管理系统的共享, 使管理人员能够及时掌握采购进展情况, 保证模具生产所需材料的及时供应。

MES 系统主要负责车间生产计划的管理工作, 包括生产任务的分配, 设备状态的监测等。利用信息整合模块, 可以将生产计划信息实时反馈给模具管理系统, 使管理者能准确把握模具的生产进度及状态, 及时调整生产策略; MES 系统还能提供产量、质量、设备利用率等实时生产数据, 并将其与模具管理系统进行共享, 使管理者能够对生产运行状况进行全面分析, 从而对模具生产工艺进行优化, 提高生产效率。

产品生命周期管理包括产品设计, 工艺规划, 产品生命周期管理。利用信息整合模块, 实现了产品设计数据在 PLM 系统中的共享, 使模具设计者可以根据最新的产品设计数据来设计模具, 保证模具的精度和适用性。在产品设计变更时, PLM 系统将变更信息及影响范围记录下来, 并通过信息整合模块与模具管理系统进行同步, 使管理者能够及时了解并应对设计变更所带来的影响, 减少浪费与延误。

2.1.3.智能化决策支持

智能化决策支持模块是该系统的重要组成部分, 它通过对工艺方案、设备控制参数、人员调度等相关信息进行分析、推理和计算, 为决策者提供决策支持。该模块采用模块化设

计, 主要包括数据采集与监控模块、生产过程分析与优化模块和系统集成管理模块。数据采集与监控模块负责采集和监控生产过程中的各项参数和设备运行状态信息, 并将数据上传到数据库服务器。生产过程分析与优化模块负责根据实时的设备运行状态以及物料消耗情况, 对生产工艺进行优化。

智能决策支持模块综合考虑工艺方案、设备参数、人员排班等信息, 为生产、成本、质量等方面提供决策依据, 例如, 当系统发现某个生产环节存在效率低下时, 通过调整工艺参数、更换设备或人员调配等方法, 对生产过程中出现的问题进行分析, 从而提出相应的改进措施。它以数据采集和监测模块为基础, 利用传感器对设备的状态和温度、压力等参数进行实时监测, 并对数据进行实时上传, 一旦出现异常情况, 就会立即报警, 如某一冲压压力机工作温度过高时, 数据采集和监测模块就能及时捕捉到异常情况, 并向有关人员发出报警信息, 以保证故障得到及时处理。在此基础上, 提出了一种新的制造工艺优化方法, 通过优化工艺参数, 提高焊接质量、效率, 预测设备维修需求。最后, 系统整合管理模块整合各个子模块, 提供给决策者一个完整、直观的生产管理界面, 使决策者能够直观地把握生产状况, 作出更加明智的决策。

2.1.4 可视化界面设计

可视化界面是系统与用户进行交互的重要窗口, 能够直观地展示系统功能、流程、业务逻辑, 在系统运行过程中, 及时发现系统异常并加以解决。可视化界面设计采用 MVC 模式, 包括视图层、业务逻辑层和数据访问层。其中业务逻辑层使用 MySQL 数据库进行数据存储; 数据访问层使用 Hibernate 框架实现数据接口; 视图层使用 XML 作为标准的数据库格式进行数据存储, 方便后期维护和更新。视图层和业务逻辑层通过调用相应的接口函数进行数据交互, 而数据访问层则通过响应相应的业务请求来执行相关的业务操作。

可视化界面主要包括工具和模具制造过程中所需用到的相关信息查询界面, 以模具加工工艺为例, 对工具和模具制造过程中的产品、设备、工艺等信息进行查询, 并根据查询结果进行相应操作; 模具的配置信息、使用说明、维护记录等都可以以 XML 格式进行存储和传输, 方便数据的读写和解析, 提高数据的兼容性和可扩展性。

2.2 关键功能模块

2.2.1 模具设计管理

在模具设计阶段, 主要工作包括模具结构设计、模具材料选择和模具设计方案优化。其中, 结构设计是指根据模具结构、材料和生产工艺等要素, 运用 CAD/CAE 等技术手段, 建立起符合企业实际需求的模具结构模型。材料选择是指在

满足模具强度、刚度和疲劳性能等技术指标的前提下,根据企业实际需求,选择合适的模具材料。设计方案优化是指运用CAD/CAE等技术手段,对模具方案进行优化分析,提出更加合理的工艺设计方案。

2.2.2 采购与供应商管理

在工具和模具制造企业中,采购与供应商管理是一项重要的工作,也是实现工具和模具全生命周期管理的重要组成部分。在采购与供应商管理中,主要包括采购申请、供应商信息管理、采购订单和供应商评价等内容。

1) 采购申请:根据模具制造计划或企业实际需要,选择合适的供应商进行采购。系统自动识别采购订单,并对供应商进行审核,符合要求后,生成采购单。系统还能够根据历史数据分析生成供应商评价表,供企业选择。

2) 供应商评价:系统对所有合格的供应商进行评价,并生成评价表。通过对供应商的质量、交货和服务等方面的综合评价,提高产品质量和服务水平,降低企业经营成本,增强企业市场竞争力。

3) 其他:系统还可以根据企业实际需要,设置不同级别的安全控制策略,实现对工具和模具制造全生命周期进行有效控制。

2.2.3 生产与进度管理

生产与进度管理模块主要负责生产计划的制定、生产任务的分配、车间任务调度、排产控制和异常信息处理等工作,并将生产信息实时反馈给用户。该模块具有以下功能:(1)根据不同类型的工具和模具,分别建立相应的计划模型,并对其进行优化和改进;(2)根据车间生产进度,制定相应的生产任务分配表;(3)根据设备清单和工作中心,安排设备任务;(4)根据人员清单,安排人员任务;(5)根据订单信息,安排订单任务;(6)根据库存情况,合理分配生产资源。

2.2.4 质量管理与检验

质量管理与检验模块主要完成对产品质量的管理和监控,并为产品质量提供必要的信息,保证产品质量。

在产品的设计阶段,质量管理与检验模块能够确保设定明确的质量标准,包括制定设计规范、产品特性和技术要求,为产品开发和生产提供明确的指导。例如,在汽车制造业中,该模块会设定车身的刚度、强度、耐久性等关键指标,确保设计出的汽车符合安全性能和可靠性要求。

该模块负责确保所采购的原材料符合既定的质量要求。通过与供应商紧密合作,建立严格的供应商评估体系,对原材料进行质量把控。以电子产品为例,质量管理与检验模块会对进入生产线的电子元件进行严格筛选,确保每一个元件都满足产品设计的电气性能和可靠性要求。

在生产过程中,该模块通过设定合理的生产工艺和工序控制标准,使用统计过程控制(SPC)等工具来监控生产过程的稳定性和一致性。以食品加工为例,质量管理与检验模块会监控生产线的温度、湿度、时间等关键参数,确保食品的卫生和安全标准得到严格遵守。

在产品完成生产后,该模块负责进行全面的的产品检验,确保产品符合质量标准和相关法规要求。例如,在医疗器械行业中,所有产品都必须经过严格的无菌测试和性能验证,只有符合标准的产品才会被放行到市场。

2.2.5 仓储与物流管理

仓储管理模块实现对模具、工具、工装等物品的入库、出库、库存盘点与统计等功能。其中,模具及工装等物品在入库时,需由仓库管理员进行登记;出库时,系统自动记录出库数量及时间等信息;库存盘点时,系统根据物料编码进行数据采集。系统中的仓库管理模块能够对仓库内的所有物品进行入库、出库和库存盘点等管理操作,实现对仓库内物品的实时监控。此外,还可以通过物流管理模块,对模具、工装等物品的运输轨迹进行监控与追踪。

物流管理模块主要包括配送计划与调度、车辆调度和订单管理三个功能模块。其中,配送计划与调度模块能够实现生产车间与仓库之间的物流路线规划、车辆调度、物料需求预测等功能;车辆调度模块能够实现对运输路线上的物流车辆进行调度,并根据订单情况自动完成运输路线的规划;订单管理模块能够根据客户需求完成订单的创建与提交。该模块主要是根据物流信息来实现物料与客户订单之间的衔接,从而确保模具或工具及时送达客户手中。

2.2.6 报废与回收利用

在模具报废环节,企业需要对模具的使用寿命进行评估,判断是否需要报废以及报废后的模具处理方案。通过系统提供的数据接口,企业可以获取模具制造过程中各个阶段产生的数据,包括产品生产周期、设备状态、材料消耗情况、废品率等。

在模具回收利用环节,企业需要对废旧模具进行分类、编号和登记工作。企业可以通过数据接口获取工具和模具制造过程中产生的废品情况,并通过系统进行分类、编号、回收和登记工作。企业可以根据这些信息判断是否需要回收处理方案。

三、系统实现与验证

在系统实现阶段,首先进行了技术选型。考虑到系统的稳定性、可扩展性和易维护性,选择了B/S架构作为系统的

基础架构, 并使用 Java 作为主要的开发语言, 允许用户通过浏览器直接访问系统, 无须安装额外的客户端软件, 降低了用户的使用门槛。同时, 采用了分布式数据库和负载均衡技术, 以应对大量用户并发访问的情况, 确保系统的高性能和可靠性。

3.1 功能模块开发与集成

根据系统设计, 逐步开发了各个功能模块, 包括模具设计管理、采购与供应商管理、生产与进度管理、质量管理与检验、仓储与物流管理以及报废与回收利用等。

在开发过程中, 注重代码的模块化和复用性, 进行了严格的代码审查和测试, 确保系统的稳定性和安全性。

各功能模块开发完成后, 进行了系统集成和调试。通过定义统一的接口和数据交换格式, 实现了各模块之间的无缝对接和数据共享。

3.2 系统验证

3.2.1 单元测试与集成测试

为确保软件质量, 进行了全面的单元测试, 测试覆盖率高达 90%, 这意味着在设计模块中, 90%以上的代码行或功能点都已被测试用例有效覆盖。同时, 单元测试还展现出了高缺陷发现率, 即能够准确识别出大量潜在问题, 这证明了其有效性。而且, 这些测试的执行时间相对较短, 提供了迅速的反馈, 从而能够及时地修复问题。在集成测试方面, 特别关注模块间的接口表现, 如设计模块与生产调度模块的接口测试通过率就高达 95%, 这充分证明了在模拟真实使用场景下, 模块间的正确性和稳定性。此外, 对系统性能数据也进行了严密监控, 包括响应时间、吞吐量以及资源利用率等关键指标, 这些都有助于全面评估系统在集成后的整体性能。值得一提的是, 集成测试还实现了较低的缺陷逃逸率,

这意味着绝大多数的缺陷都已在测试阶段被成功识别并修复, 再次印证了集成测试的高效性。

3.2 实际应用测试与反馈收集

在实际应用中, 紧密跟踪了一系列测试数据以确保系统的稳定性和优化效果。系统稳定性方面, 监控了无故障运行时间和故障恢复时间等关键指标, 这些数据显示了系统在生产环境中的高度稳定性。同时, 通过对比系统部署前后的生产效率, 发现生产效率得到了显著提升, 这一数据不仅证明了系统对生产流程的优化效果, 而且提供了量化管理的依据。在成本方面, 也取得了显著的节约, 这得益于系统通过减少浪费、提高资源利用率等方式带来的成本效益。为了更全面地了解用户体验, 进行了用户满意度调查, 采用 5 分制评分, 结果显示用户对系统的整体满意度较高。此外, 还积极收集了用户反馈中的具体问题和改进建议, 对其进行了分类汇总, 并深入分析了问题的出现频率和影响程度。基于这些宝贵的用户反馈, 已经制定了后续的迭代升级计划, 明确了具体的改进目标和时间表, 以持续优化系统并满足用户需求。

结束语

本文设计的智能制造环境下工具和模具制造的全生命周期管理系统能够实现模具从设计、制造到报废的全过程管理。通过实际应用测试验证了该系统的可行性和有效性。未来将进一步完善系统功能, 提高系统的智能化水平和用户体验度, 为推动制造业的转型升级作出更大的贡献。

参考文献

- [1]陈家凌.微机环境下基于特征的塑料注射模集成制造系统的研究[J].智能制造, 1996, 000(008):19-22.
- [2]王成.智能制造时代机械设计制造及其自动化技术分析[J].模具制造, 2023.
- [3]陈逸维.模具生产运维管理系统关键功能模块的构建[D].华南理工大学, 2021.
- [4]周晓明.基于 MES 的智能制造协同管理体系研究[J].数码设计(下), 2019, 000(005):6.
- [5]周峰.基于精益智能制造的 APT 管理模式构建与实施[J].经济技术协作信息, 2020(5):1.