

# 基于 MES 的制造企业工艺设计及生产调度研究

黄颖华

(广西南南铝加工有限公司, 广西 南宁 530031)

**摘要:** 随着我国科技的快速发展, 应用于生产制造型企业的科技系统日益增多。在制造型企业实现信息化管理的进程中, MES 系统的出现和应用给制造业信息化集成带来了显著提升和改善。基于此, 本文针对制造企业生产计划决策层、车间执行层之间信息传递搭建起 MES 系统进行分析, 并从 MES 系统原理、系统构成与功能、系统运行三个方面论述系统, 分析其在工艺设计及生产调度中的实施。结合实例对某厂家的 MES 系统的具体应用进行分析, 以期提高制造企业信息化管理水平, 加速信息化发展进程。

**关键词:** MES 集成系统; 制造企业; 工艺设计; 生产调度

**中图分类号:** TP31

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.18.038

制造执行系统 (Manufacturing Execution System, 简称 MES) 是一项生产管理系统, 方便制造企业开展集约化管理。而在制造企业生产过程中, 工艺设计、生产调度是两个至关重要的环节, 能够影响生产质量与效率, 应用 MES 系统可以进行工艺设计编制、有序执行指导工艺设计。但目前应用效率不高, 信息化对接水平低, 工艺执行与生产调度工作仍有不足, 如信息反馈慢、对接不及时等。因此, 还需进一步优化 MES 系统, 有效应用在工艺设计与生产调度环节, 提高两者衔接效率。

## 1 MES 系统在制造企业工艺设计与生产调度中的实施

### 1.1 系统原理分析

#### (1) 系统概述

MES 系统应用于制造企业生产计划决策层与车间执行层之间, 其可以适应复杂且多变的生产, 搭建起高效、有序、协调生产的车间级协同平台, 应对生产计划执行过程中复杂的管理工作; 也可以追踪物料消耗、生产作业效率、工件生产数量等数据, 为制造企业开展精细化、集约化管理创造基础条件<sup>[1]</sup>。为有效解决当前制造企业工艺设计与生产调度之间信息反馈慢、操作不到位、对接不及时、生产效率低、人员利用率低等问题, 搭建的 MES 系统分为三个层次, 从而构建起企业生产集成模型 (图 1)。

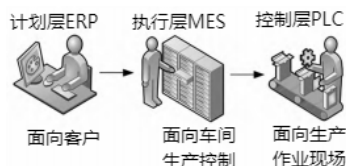


图1 生产集成模型示意图

#### (2) 系统搭建

MES 系统功能的实现需要软硬件之间的配合, 系统运行中数据传输通道由以太网搭建, 支持以太网设备与网络连接, 但需要借助交换机完成网口转换, 无法直接连接。可以实现网络全面覆盖整个系统, 网络拓扑结构图如图 2 所示。

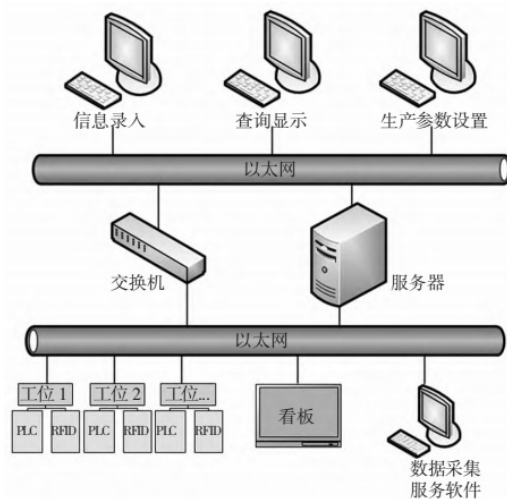


图2 MES 系统网络拓扑结构图

其中以太网的应用实现了服务器计算机与 PLC、车间看板、数据库以及 REID 标签之间的连接, 在生产现场中的工控机内安装数据采集软件, 将生产期间产生的数据通过服务器处理完后才能传递, 且各个环节之间产生的数据可以相互传递。同时, 所有采集到的数据均会上传到数据库内, 方便后期查询与调取。

### 1.2 系统框架与功能

#### (1) 系统框架

根据制造企业工艺设计与生产调度的实际需求, 搭建起的 MES 系统有五层体系框架, 每个层级均有特定的职能及功用, 再整合形成具有集成化特点的 MES 体系。其中第一层为 MES 用户界面交互层; 第二层为应用层, 由 CAPP 系统以及生产作业系统组成, CAPP 负责工艺设计、工艺管理, 生产作业系统负责生产控制、生产调度; 第三层为平台层, 由工艺处 (设计中心)、车间工艺室、生产车间三部分构成, 工艺处 (设计中心) 对应工艺设计平台, 车间工艺室对应生产调度平台, 生产车间对应用集成平台; 第四层为数据存储层, 选用关系数据库; 第五层为硬件环境层, 由服务器、网络设施、计算机硬件系统、RFID 读写器、看板设备组成<sup>[2]</sup>。

(2) 系统功能

MES 系统各项功能的实现基于模块化设计, 可以根据制造企业工艺设计、生产调度的特殊需求以及加工特性制定, 可以随着后期的发展进行优化, 模块之间保持相对独立状态, 模块仅执行对应功能。进入 MES 系统主界面后有职工信息录入、职工权限、物料采购与入库、物料出库、设备信息录入、工艺过程、数据采集点位、质量检验、看板显示、标签设定、信息查阅等功能, 需要进入登录界面后操作各项程序。功能应用、数据采集以及后台数据服务端均依靠 RFID 标签识别技术实现, 可以对物料、人员、工件三者的标签进行识别。PLC 系统的主要功能是监控设备状态、采集工件加工数据、根据逻辑流程完成合理性判断<sup>[3]</sup>。

1.3 系统运行

假设系统搭载 Visual Studio 软件作为集成化设计平台, 编程语言为 C#, 数据库选用 SQL Server, 集成设计后则可以生成交互界面, 根据需要设置好登录权限, 通过授权者登录则可以操作对应功能, 如工艺文件设计、跟踪工件状态等。工艺执行过程中会生成文本框记录生产中工艺的实时状态, 将相关信息上传, 则可以通过网络计划层直观地对对应指令传递、执行情况等进行观察, 提高信息传递效率与准确性<sup>[4]</sup>。

2 实例分析

本文以某制造企业的模具加工过程管理为例, 探究 MES 系统的具体应用。在系统开发过程中, 根据模具行业的特点以及模具生产管理的需求, 在 MES 系统基础配置上融合条形码技术, 实现对模具生产、开发全过程的集约化、数字化管理; 兼顾企业生产计划、模具生产、客户数据、生产数据等管理事项, 意在通过该系统的应用优化来改善传统管理模式。

2.1 应用流程

在该企业 MES 系统的应用如图 3 所示, 主要应用于以下阶段:

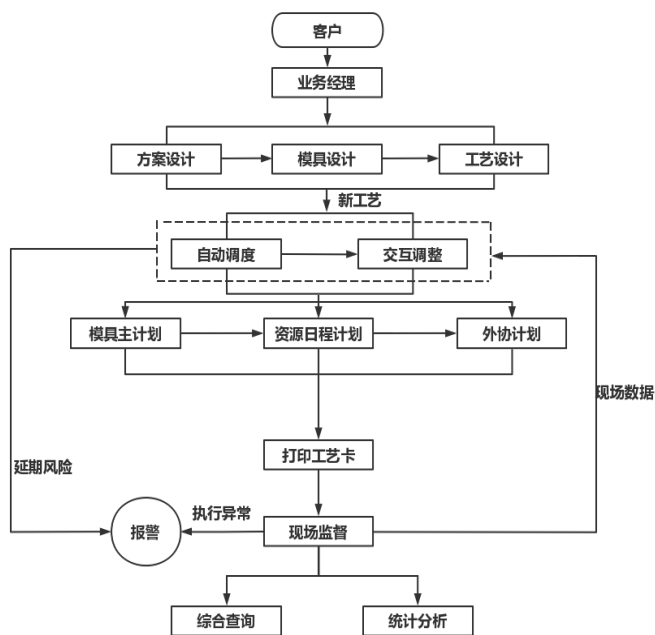


图 3 MES 系统工作流程图

在业务阶段, 业务员根据客户的需求与企业业务要求标准签订模具生产订单, 录入业务管理模块当中, 并汇总订单的技术资料进行管理。

在设计阶段, 订单确定后由设计以及生产制造两个部门针对客户需求展开深入分析, 形成详细的设计方案并生成图纸。在基本完成 BOM 表后进入工艺设计环节, 由工艺员利用工艺编制模块编制出对应的加工工艺。

在生产调度阶段, 当有新的工艺设计录入系统中后, 可以通过监控模块实时监控现场生产, 并将加工数据反映到系统中, 其中包括两种类型数据; 工艺数据、现场数据。以数据为基础, 调度员通过调度模块、调整模块以滚动模式完成计划调整; 也可以通过系统自带的自动调度功能重新进行排程, 在必要情况下还可以对计划进行交互调整, 将最满意的调度结果作为新计划<sup>[5]</sup>。

在计划发布阶段, 保存新计划后实时更新, 与之相关岗位工作人员则可以在系统中看到更新后的计划内容。模具加工制造计划中包含着所有工序的计划信息, 可以提交给项目负责人作为控制计划实施效果的参考依据。资源日程计划则对每项生产资源、每日所需完成工序以及计划开始与结束时间进行确定。外协计划是对未来某个时间段内外协加工工序进行确定。为了方便对模具加工生产现场的控制, 系统采用条形码技术, 新计划发布后, 将加工零部件对应的工艺卡打印出来, 附上条形码, 现场监控过程中可以通过扫描条形码了解情况; 并且在关键工序上也设置预警功能, 未按时完成时则发出警报, 预防延期风险。

在现场监控与计划跟踪阶段, 生产工人可以在生产现场查询监控终端, 了解某时间段内或当天个人需要完成的加工任务, 且每项工作的操作均在现场监控模块监控中。同时, 系统也可以发挥严格控制质检的作用。系统要对需要质检的工序进行定义, 则必须通过质检才能继续加工, 未进行质检或质检不合格工件均无法进入下一道工序<sup>[6]</sup>。执行计划期间, 生产管理员在系统上可以跟踪模块计划的执行情况, 并比较实际的工艺执行效果与生产计划之间的差距, 通过预警功能及时提醒异常, 以便及早发现问题。

2.2 功能模块

该 MES 系统的主要功能有模具项目信息管理与工艺设计、模具加工任务计划编排、模具加工调度安排、模具加工过程监控与协调、生产数据管理与存储、报表输出、信息实时传输与交流、数据分析与导出。以上功能的实现通过管理、操作、质检三个端口完成, 每个端口按需配置功能模块, 具体情况如下:

(1) 管理端口

管理端口的主要功能有模具项目管理、零件管理、工艺设计、加工过程管理、突发情况处理等。其中重点如下: 1) 在项目管理中, 每个用户可以管理一个或同时管理多个模具, 项目下面是与之相关联的多个模具, 有添加、保存、删除项目等选项, 以实现对项目的灵活处理; 通过“加工工艺计划”模块可以对工艺任务的加工情况进行了解, 也可以将数据导出后分

析,但需要在浏览器上完成操作。2)在任务计划安排中,可以对一定时间范围的任务做出规划,并选择好筛选的工序段与时间段,系统会自动对该时间段完成该工序所需要的资源进行计算。3)在质检确认中,管理端质检人员发现质检部门出现无法确认工件是否合格的情况下,则自动将信息传输给主管确定本项质检任务,合格工件可以继续加工,不合格工件进行修补或报废处理。4)在员工卡打印、工艺卡打印中,均使用专用条码打印机,但在工艺卡打印过程中需要将电极工艺卡、零件工艺卡做好区分。

### (2) 操作端口

操作端口面向生产部门工作人员,是为生产部门完成管理端分配任务提供的信息端口,可以显示模具编号、产品名称、项目名称、工件类型、电极编号、电机组、数量、工艺版本号、总工序道数、总工艺工时、已实施工时、预计剩余工时、工作描述等,通过端口可以让生产人员了解自己需要完成的工作、工件生产加工状态以及工作班次记录等情况。

### (3) 质检端口

质检任务在系统内自动生成与提交,会根据质检的情况展开操作。质检合格则允许下道工序正常进行;质检结果不合格则需要提交不合格的原因,并按照返工工序执行,返工后主管需要根据之间信息对工件质量进行再次确认。

## 2.3 调度编排

### (1) 数据库结构设计

本企业生产车间调度的安装,需要在物料信息、工艺路线、零件需求计划、工作中心信息等技术上展开,应用数据库模型可以直观显示出数据库中存储信息与车间调度安排有关表格之间的联系。具体来讲,数据库由物料主文件、物料需求计划、零件加工进度计划、零件完工记录、工艺卡、工作中心、车间作业计划、工序等信息构成,最初从车间作业计划出发,利用工序计划开工期、工序计划完工期、作业编辑状态、工艺设备冲突、工艺顺序冲突、作业安排注释等制定工序以及零部件加工进度计划。零部件加工进度计划中需要对零件计划进行编号,包含加工零件数量、零件计划投料日期、零件计划开工日期、零件计划完工日期、零件计划编制日期、零件计划编制人员、零件计划编制说明。其中一部分信息的确定还需要参照零件完工记录,记录中包含零件实际完工数量、实际完工时间、完工时间说明。由零件加工进度计划可以制定出物料需求计划,包括需求日期、需求数量、可开工期、需求说明等信息<sup>[7]</sup>。

而车间作业计划也是制定工序的依据,可以确定工序编号、工序名称、工序类别、方法描述、准备时间、传递时间、加工时间、外协标志;在工序基础上可以确定工作中心信息、工艺卡信息。工作中心生成零件计划编号且提供中心名称、中心类别、中心描述、中心关键标识、中心额定负荷、中心平均等待时间、中心管理员等信息,而工艺卡生产工艺卡号且确定工艺名称、工艺说明、工艺设计者、工艺审查者、工艺发放状态、工艺设计

日期。

在以上信息生成与确定后最终均作为物料文件的信息数据基础,生成物料编号,并确定物料名称、物料规格、物料型号、物料来源标记、物料有效期、物料设计图号等信息。

### (2) 调度结果甘特图

在调度准备环节会根据载入的调度数据完成各项基础设置,需要利用调度设置功能完成总体参数设置,如调度开始时间、外协性、调度策略等;再进行更具针对性地设置,如具体任务的约束条件、结合生产资源设置工作时间等。完成调度准备后,启动自动调度功能对调度展开优化,其结果则可以作为调度计划执行。调度完成后,为了更直观地描述调度结果并为调度员调整决策提供辅助信息,则利用甘特图以及生产资源负载图进行描述,分析调度结果是否满意,不满意可以采取以下措施调整调度:基于生产资源负载图,进行交互式资源调整,在生产资源上负荷较高的任务向负荷较低方向调整;对工艺设计进行调整,如调整工艺路线,对某些工序前置任务进行优化;对调度准备阶段完成的初始设置进行更改,如调整加班时间、生产资源工作时间等。

## 3 结语

综上所述,MES系统可以提高制造企业工艺与生产管理的集约化水平、精细化水平,其保证决策层与执行层之间顺利传递信息与数据、快速针对决策指令做出反应,高效进行生产,有效地解决生产执行层与决策层之间信息脱节、延误等问题,保证工艺高效、高质量执行,为提高生产效率提供了更可靠的依据。

### 参考文献:

- [1] 周军.板带切边工艺在冶金行业MES系统中的设计方案[J].冶金自动化,2021,45(S1):224-226.
- [2] 陈晓波,何鱼鑫,张锋.浅谈面向离散型电子制造车间的生产工艺设计方法及应用[J].现代制造技术与装备,2020,56(09):117-122.
- [3] 李先旺,黎炫锋.基于MES的机械加工工艺执行系统设计研究[J].现代信息科技,2020,4(16):155-157.
- [4] 曲秀娟.基于MES的冷轧退火工艺动态质量设计[J].冶金自动化,2020,44(02):6-9.
- [5] 经志朋.船用柴油机三维装配工艺设计系统与MES集成技术研究[D].镇江:江苏科技大学,2019.
- [6] 王威,张伟,石宝松,等.军工科研单位MES的建设与实施[J].电子技术与软件工程,2019(07):162-165.
- [7] 杨华荣,许士军.基于Team Center和MES集成应用的转向架工艺设计[J].科学技术创新,2019(04):78-79.

作者简介:黄颖华(1978-),男,广西百色人,工程师,大学本科,主要从事计算机及应用专业技术工作。