

车间生产计划与加工过程的集成系统 MFAS

戴 滨 戴树智

(长沙工学院柔性制造技术研究中心, 长沙, 410073)

MFAS FOR INTEGRATION OF PRODUCTION PLANNING AND MACHINING

Dai Bin, Dai Shuzhi

(FMS Research Center, Changsha University of Industry Technology, Changsha, 410073)

摘 要 在自动化程度低的传统机械加工车间, 由于生产计划与加工过程之间缺乏紧密的联系, 使得计划对生产现场的管理与控制比较困难。目前开发的物流自动化系统 MFAS (Material Flowing Automatic System), 以层次式的计划管理方法为基础, 利用计算机网络和在线式立体仓库, 将车间生产计划与加工过程有效地集成为一个整体。

关键词 车间, 生产规划, 自动化, 计算机网, 供应

中图分类号 V260.2, V260.5

Abstract Integration is difficult for manufacturing shop floor equipped with few NC machine tools, because production planning and machining are connected loosely. The realization method of a material flowing automatic system (MFAS) is presented, which controls both material and information flow of the shop floor by using on-line autostorehouse and computer local area network (LAN). An instance of MFAS which is used to implement the integration of production planning and machining in Zhengzhou Textile Machine Plant (ZTMP) is described.

Key words shops, production planning, automation, computer networks, supplying

由于车间生产计划编制方法的改进与 NC 机床技术的发展, 使车间一级进行制造集成比较容易。但对以普通机床为主的制造车间, 生产计划对现场的控制大多仍以下达加工单的方式进行, 过多地依赖于车间管理人员对作业计划及加工现场的熟悉程度、经验和责任心, 对现场管理较为困难。作为实现工厂 CIMS 的制造车间集成, 其关键是要有一个协调一致、运转良好的计划与控制执行系统, 称此为 MFAS (Material Flowing Automatic System) 物流自动化系统。

1 MFAS 的车间生产计划集成方法

MRP 可以编制出有效的零件生产作业计划。但由于受到数据量和运算时间等因素的限制, 编制以工作日为单位的工序级车间作业计划比较困难。尤其对于以普通机床为主的车间, 生产过程中不确定因素太多, 系统即使编制出了计划也很难保证结果的正确性和执行过程中的可用性。为此, 作者采用一种分层次的计划方法, 即使车间级生产计划的编制方法与厂级 MRP 编制方法分离, 有数据接口, 可保证计划的可行性。

1993年7月15日收到, 1993年12月25日收到修改稿

1.1 车间生产作业计划的控制方法

采用基于 Wiendahl 教授的“漏斗模型”理论^[1]中负荷导向生产控制方法 (Load-oriented production control) 来实现车间级作业计划的编制。此法基于机床组的通过时间统计平均值, 以调节加工过程中的制品数量 (负荷) 为手段, 实现对作业计划的控制。比较适合以人工设备为主的加工车间。其原理如图 1, 横坐标表示划分控制周期的时间轴, 以小时 (h) 或天 (d) 为单位。纵坐标为工作量 (负荷), 单位为工时; 两条相对的折线分别代表输入和输出曲线。折线的水平段表示两个相邻的加工完成后的时间间隔, 垂直段表示在某一时刻投入或完成的工作量。可看出, 输入曲线总是导前于输出曲线。这样, 在两个曲线之间的水平距离即表示通过时间 (LT 为 Lead Time), 垂直距离为某时刻加工单位内的在制品数。加权平均后得到平均通过时间 (ALT 为 Average Lead Time)、平均在制品数 (AI 为 Average Inventory) 和平均输出 (AO 为 Average Output), 并有如下的关系

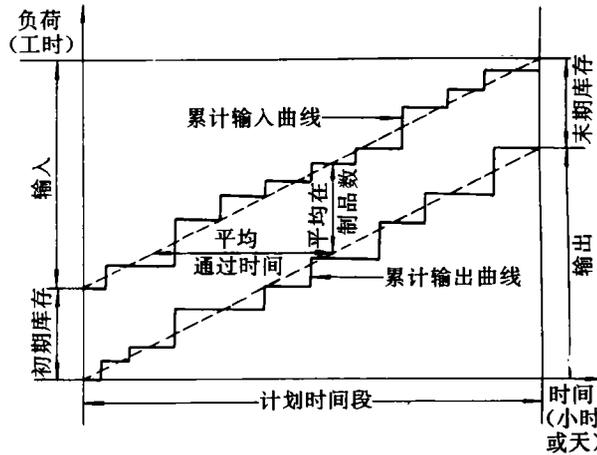


图 1 机床组负荷能力输入输出关系图

$$ALT = AI / AO \quad (1)$$

式 (1) 中 ALT 的单位为小时 (h) 或天 (d), AI、AO 为工时/h 或 d 可以根据这一关系对制造过程进行控制。规则如下:

- ① 使输入输出相等以保持制品量为常数;
- ② 调节输入量大小以改变在制品的数量;
- ③ 通过在制品量与输出 (能力) 之间的比率来调整平均通过时间;
- ④ 选用 FIFO 规则使单个通过时间尽可能的稳定。

1.2 MRP 与车间作业计划的集成

由图 1 可见, 机床组的平均通过时间是累计输入曲线与累计输出曲线之间的距离。若 M 为车间机床的集合, I 为工件 i 的加工线路包括的机床集合, $I \subseteq M$, T_k 为机床组 k 的通过时间, 则工件 i 的提前期 L_i 为

$$L_i = \sum T_k \quad k \in \{I\} \quad (2)$$

L_i 同时包含了工件的加工时间和各种非加工时间, 是一个反映现状的统计量, 其计算出的提前期比较符合实际。根据提前期, MRP 可以生成零部件加工、装配的投入产出总体计划。它不仅可以有较长的计划周期解决数据量和计算时间问题, 而且为厂级 MRP 与车间级生产作业计划的集成打下了基础。

车间级生产计划控制系统在接受具有开工、完工时间值的 MRP 计划后, 以 T_k 为基

础, 采用倒排序的方法, 生成工序 (机床组) 级生产作业计划、产品装配投入产出计划、毛坯需求计划等一系列零件级计划。为保证任务在按期投入到加工单元时不至发生超负荷现象, 应将其额定的计划开工时间值与此时制造单元的负荷、能力相比较, 并根据流经各机床组的路径找出超负荷的时间与次数。此外, 判别其任务的计划投入、输出时间是否可以接受。如不能接受, 则应通知 MRP 修改计划的时间值, 使负荷调整到限定内的水平。如果计划的时间值不能改变, 则可将过荷处视为瓶颈。通过在过荷开始时增开机床, 延长作业时间等增加能力的手段, 保证负荷的限定水平。

2 MFAS 的主要结构配置

合理的作业计划在一定程度上可以缩短零件的非加工时间。但就零件加工的整个过程而言, 必须有一套切实的计划执行手段来控制系统的两大要素: 物流与信息流。MFAS 通过运用在线立体仓库技术控制加工过程的物流; 计算机网络技术管理加工现场的信息流, 最终实现了车间计划与加工过程的集成。

2.1 基于成组单元的生产布局

系统实施的对象是一个以普通机床为主要设备, 加工多品种、中小批量回转体零件的机械加工车间。在对零件的工艺线路及各道工序工作量进行统计分析的基础上, 按成组 (GT) 原则, 组成了盘、轴、套、轮和标准件的 5 个成组加工单元。在设备配置上仍保留原有机床, 并根据工艺的复杂程度适当地选配一些数控机床。这样, 一个零件所需的工艺过程原则上都在一个单元内完成。这种按“产品”的加工布局可以减少车间总的机床数目, 简化物流流程, 更容易实现物料搬运自动化。

2.2 在线立体仓库系统

该系统由立体仓库、巷道车、物料托板及实现控制的可编程逻辑控制器 (PLC) 和计算机组成。按成组原则划分的各加工单元环绕在立体仓库的周围。其布局配置如图 2。立体仓库对每个单元均有物料托板出入传递口, 巷道车可以在计算机系统的控制下对每个单元进行自动入库、出库、倒库等搬运作业。在线式立体仓库一方面可以使物料在车间内严格按控制流动, 减少大范围的运输和等待时间; 另一方面, 它又是一个加工缓冲区, 通过它调节进入加工单元物料工序工作量的平衡, 并使其在制量限制在计划范围内。

2.3 计算机网络控制系统

MFAS 系统的网络拓扑结构为总线型的 LAN, 在网络上, 除配置了用于编制车间生产作业计划的生产计划控制工作站 PPCWS (Production Planning Control Work Station)、用于控制立体仓库系统的物流控制工作站 MFCWS (Material Flowing Control

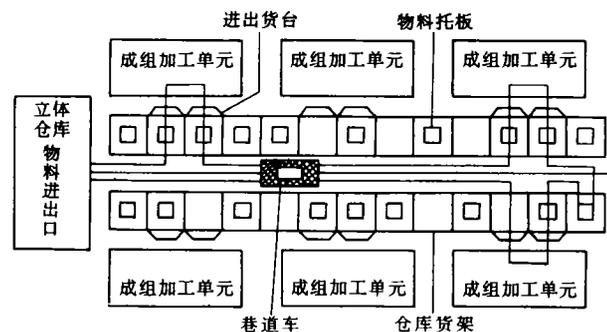


图 2 MFAS 车间布局平面示意图

Work Station)之外,还配置了直接安装在各加工单元的单元工作站 CWS (Cell Work Station)。其布局配置如图 3,在网络结构中,生产计划控制工作站编制的生产计划可以直接下达到加工单元,加工过程中的任务完成情况、质量、工时等反馈信息直接回收,保证了加工过程信息的及时性、完整性和准确性。

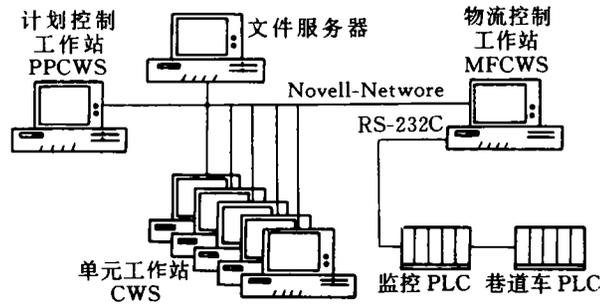


图 3 MFAS 网络环境配置示意图

3 车间生产计划与加工过程集成的实现

MFAS 的功能控制模型可用图 4 表示。

3.1 车间生产计划与加工过程的集成

(1) 计划的下达与物料的准备

PPCWS 根据厂级生产计划系统 MRP 所产生的月车间生产计划,每日产生一个各加工单元两日(明、后天)短期生产计划。MFCWS 接收其计划并以备料及领料单的电子数据形式通过网络下达给位于立体仓库一端备料区备料 CWS。工人根据显示的计划任务将相应物料装入托板,通过 CWS 由网络通知 MFCWS 控制巷道车将物料托板取走并存入相应加工单元附近的立体仓库内。备料情况同时自动反馈给 PPCWS。

(2) 单元的加工与信息的反馈

每日加工开始时,单元内的 CWS 显示出单元内正在加工和暂存在立体仓库内待加工的两日(今、明天)生产任务。对于待加工的物料,单元 CWS 以物料申请的形式向 MFCWS 发出请求投料的信号。MFCWS 根据 PPCWS 计划的单元在制品数量限制和各加工工序之间的能力平衡,决定是否向单元投料及投料牌号。如果可以投料,由 MFCWS 控制巷道车向相应单元搬运物料托板。加工单元在完成每道工序后,工人通过 CWS 将任务完成时间、数量、质量及工时等信息反馈给 MFCWS 和 PPCWS。这些数据不仅是现场监控的依据,而且也是 PPCWS 制定下一个生产周期计划的基础。

(3) 加工的完成

加工单元内物料所有的工序完成后,单元的 CWS 向 MFCWS 发出出料申请信号。MFCWS 控制巷道车将成品物料托板送到位于立体仓库一端的出料检验口。相应的物料数据也同时由网络传送到出料口的 CWS。出料口的检验人员根据实际出料情况,通过 CWS 将任务完工时间、数量、质量及工时等信息反馈给 MFCWS 和 PPCWS。

3.2 质量、劳动管理的集成

加工过程产生的质量信息,单元工况信息以及工人个人工况等信息,均可通过单元 CWS 反馈生成。这些信息通过网络传送给相应的管理部门。

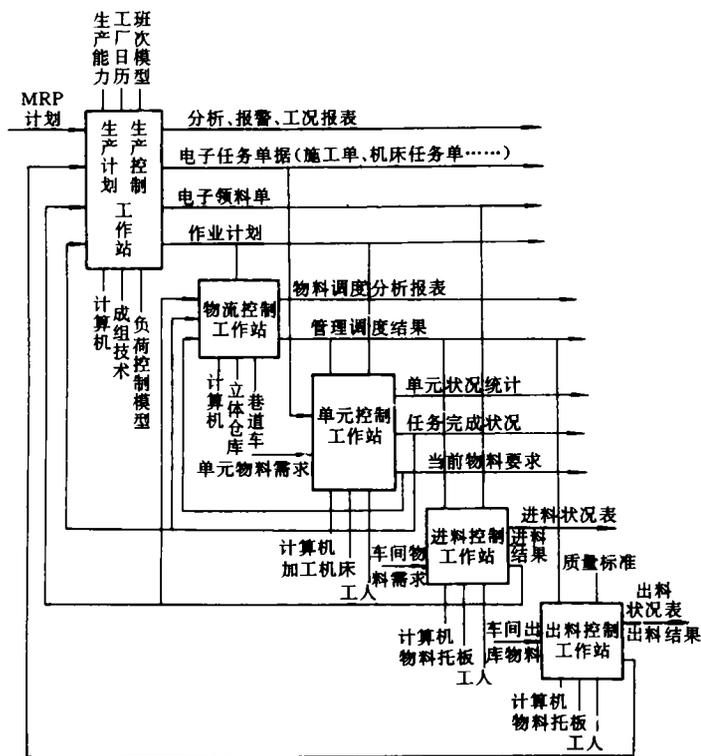


图 4 MFAS 功能控制模型图

3.3 CAD / CAPP / CAM 设计部门与加工过程的集成

NC 程序、工时定额、工艺参数及零件加工要求均可通过网络传给单元 CWS。加工单元根据需要对这些数据进行查阅访问。

4 结 束 语

由于物流自动化系统的建立，加工车间的物料流程和信息流程变得更加清晰，更加便于控制和管理。同时，系统采用的大都是成熟的技术和低廉的设备，企业无需进行大的技术与设备投资。对于广大中、小企业提高劳动生产率和管理水平，是一个可行的方法。

参 考 文 献

- 1 Wolfgang B. Theory and practice of load-oriented manufacturing control. INT J PROD REGS. 1988; 26 (3): 375~395
- 2 Joseph A S. Making manufacturing cells work. Autofact'89 conference proceeding. Detroit Michigan. 1989: 1~8
- 3 查尔斯·斯塔克·德雷珀实验室. 柔性制造系统手册. 北京: 宇航出版社, 1987: 17—38, 163—174
- 4 陈荣秋. MRP与车间生产作业计划的集成研究. CIMS—China 92学术会议文集, 深圳, 1992: (011) 1—5