

综 述

家具柔性生产工艺技术

李 黎 李启岭

摘要 本文针对现代家具市场及家具生产企业中存在的问题,在传统家具生产技术和生产机械的基础上,引入柔性生产的概念,提出了一种新的家具生产技术及配套的机械。

关键词 家具;市场;柔性生产

Furniture Flexible Manufacturing Technology

Li Li Li Qiling

(Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract According to problems in the current furniture market and furniture manufacturing enterprises, and based on traditional furniture making technology, this paper introduced a new concept of furniture flexible making technology and furniture flexible manufacturing system.

Keywords Furniture; Market; Flexible manufacture system (FMS)

家具是人们的日常生活用具,除要求有很强的实用性外,还应具备装饰性、艺术性,给人们舒适、美好的环境。目前,家具品种逐步多样化,流行趋势也以极快的节奏在高速地变化,家具市场竞争日益激烈。所以,无论是对家具生产企业,还是对家具生产工艺的各个环节都要求它们能适应小批量、多品种生产方式,并能对市场作出快速反应,以适应人们不断提高了的物质生活需要及相应的市场变化。这就决定了家具的生产工艺必须进行变革,有必要引进新的生产工艺概念来适应这一变化。

1 家具工业生产模式的发展变化

从60年代初开始,在世界范围内,家具工业一直将大规模、高效率、高度的工序分散工艺生产线作为首选的生产方法,用于生产高质量、大批量、单一或两三个品种的家具产品,70年代初以来的板式家具生产线便是其代表性的生产模式。型式单一、结构简单、生产批量大的各种拆装板式家具,通过高度专业化的生产线生产,可以降低单位产品的固定成本,提高市场占有率,这几乎成了一条统治家具生产工艺设计和管理的“黄金定律”。很多家具生产企业在当时利用这一定律获得了巨大的成功。但对当今家具产品品种日益翻新,市场快速多变的状况,就显得缺乏应变能力,制约了家具工业生产的过程。

2 机床或生产线工艺可能性的适度集中和分散

机床或生产线的工艺可能性是指它们适应不同生产要求的能力,大致包括下列内容:可完成工序的种类、加工零件的类型、材料尺寸的范围、适用的生产规模和加工零件的单位成本等。工艺可能性的宽窄程度主要依据生产同种产品的批量大小和品种多少,以决定工序是适度集中还是适度地分散。在单一品种、大批量生产时,往往采用工序适度分散的方式,一台机床、一个工位只承担一道工序的加工,因此必须适当缩小机床的工艺可能性,以提高效率,降低成本,简化机床结构,由这样的专业化机床组成自动生产工艺线完成全部的加工。而在小批量、多品种的产品生产中,为提高机床的应变能力和工艺流程的灵活性,一般采用工序适度集中的方式,使一台机床或一个工位上尽可能多地完成几种加工。机床的工艺可能性适当地放宽了,通用特性增强,即可适应生产不同产品品种的要求。如果该流程由数控机床组成,纳入计算机的控制和管理,即组成了柔性的生产系统或自动化工厂。产品的品种和批量与加工方式的关系见图1。

3 柔性系统的发展和演变

柔性加工制造系统FMS是一个由计算机信息处理系统、控制系统、数控加工中心和原辅材料的自动储运系统有机组合而成的整体,可以按任意的顺序加工一组有不同工序和加工节拍的工件,能适时地、自由调度管理。该系统可以在设备的技术性能范围内自动地适应加工工件的品种和生产批量的变化,其最重

收稿日期 1996-09-24
李黎、李启岭:均为北京林业大学讲师,北京 100083

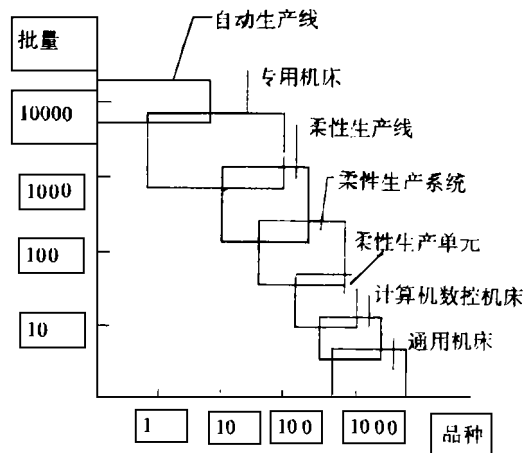


图 1 产品的品种和批量与加工方式的关系

Fig. 1 Relation among products assortment, batch and process pattern

要的特征是可以获得机床最大的利用率和提高生产效率。把多个柔性系统联接起来,用中心计算机进行管理控制,纳入 CAD、CAM 及企业的经营和管理系统,即可组成一个自动化柔性制造车间或生产企业。

家具柔性生产工艺是 80 年代后期发展起来的高新综合技术产物。早在 1958 年美国就研制出了木材加工用数控机床,10 年后英国、日本相继生产出木材加工用的数控镂铣机,1966 年瑞典 Kockams 公司建立了世界上第一个电子数字控制的自动化制材车间,到 80 年代,英国 Wadkin 公司、意大利 SCM 公司、Morbidelli 公司在 CNC 镂铣机的数控技术基础上研制出了 CNC 木材加工中心。应用于家具生产制造工艺流程中典型的机型有 SCM 的 Route10 Cente9, Morbidelli 的 U45 Author510 等,这些机床设备均采用微机数字控制,效率比普通机床高 3~4 倍,加工精度高,没有人为的加工误差,加工质量稳定。随 CAD、CAM、CAT 计算机辅助设计、制造和检验技术的进一步完善,人们试图发展一种将三者结合在一起的系统,以完成从设计、制造到检验的柔性加工系统 (FMS)。60 年代末,该系统最初被用在机械加工业和汽车制造业中,1983~1985 年意大利 SCM Morbidelli 公司推出了家具生产柔性系统,主要用于窗框的工艺加工,在 8 小时内可以变换 25 项工艺加工,停机时间不超过工作时间的 5% (24min),加工窗框的生产效率为 2~5 min/件,由计算机数字控制调节定位刀具和导板以及工件定位和长度调节,保证加工过程正常运转的系统最低批量限度为 5~6 件。

1994 年德国汉诺威国际木工机械展览会上,意大利 SCM 集团、德国 HOMAG 集团又推出了板式厨房家具柔性生产线和办公家具柔性生产线,使家具的柔性生产系统进入了工业化大规模应用阶段。

4 柔性的度量

柔性是指工厂或生产车间系统具有同时加工多种产品形式的能力、容忍故障的能力和无人照看条件下延长时间运行的能力,即对变化调节的能力。柔性有如下三种基本形式:

① 溶合柔性,是系统适应加工各种产品形式变化的能力,可以用从产品设计至投入生产的时间来衡量。时间越短则系统的溶合柔性越大,这对加工批量小、结构形式复杂、多变的产品至关重要。

② 容量柔性,是系统适应产量变化的能力,是以系统有用的能力和被利用的能力间的比值来计算的。

③ 可扩展柔性,表明系统适应引入新产品的能力,即生产工艺系统对市场的需求变化作出相应的反应、进行调节快慢的能力,这对系统适应市场的需求,在短时间内生产出适销对路的产品,在战略上有重要的意义。

5 柔性生产系统的组成

5.1 柔性制造系统 (FMS)

FMS 是数控机床与自动物料传送装置相结合,由计算机控制的加工综合体,能自动同时完成多品种中小批量生产任务。FMS 主要由三个部分组成: (1) 多工位的数控加工系统; (2) 自动化的物料输送和贮存系统; (3) 计算机控制的信息系统。

柔性制造系统的功能如下: (1) 以成组技术为核心对零件分析编组; (2) 以微机为核心编排作业计划; (3) 以加工中心为核心自动换刀、换工件; (4) 以托盘和运输系统为核心存放与运输工件; (5) 以自动检测为核心自动检测、定位和自锁。

柔性系统的机床一般由 5~10 台机床组成,10 台以下的占 75%。

若将 FMS 的应用突破部门的限制,把各个部门,如计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助工艺过程设计 (CAPP)、计算机辅助加工 (CAM)、计算机质量保证系统 (CAQ)、生产信息管理系统 (MIS)、自动化制造系统 (MAS) 等用中心计算机集成起来,就是计算机集成制造系统 (CIMS)。

5.2 自动储运系统

由于加工没有一定的节拍,系统的工作必须具备储存装置,以调节各工位间加工时间的差异。其主要形式有: (1) 大型的托板自动交换台 (APC),即多工位环形或圆形的托板运输装置,它既是一台储存站,又负担运送并与机床托板交换工件的任务; (2) 回转式环形多层立体仓库; (3) 回转式环形平面仓库; (4) 大型仓库,具有被保管物品的取送、在库管理、出入库指令等自动功能,以适应系统发展的需要。

运输线路的形式基本上可分为四种:直线型;封闭回路型;随机存取型和机械与柔性单元连接型。应用最广泛的是封闭回路型。

运输设备主要有输送带、轨道小车、悬挂运输机、直流电机、各式吊车等。

5.3 柔性生产工艺的集成组织管理

该管理系统不仅仅对生产过程的某个环节,如 CAD、CAM 等,而是综合分析协调整个生产过程的各个环节,为生产工艺中各个环节间工艺技术参数输送、交换提供一种安全有效、准确及时的方法。其目标是优化各环节的联接,加强各环节的综合、协调能力。

柔性工艺生产系统一般有如下几个层次组成:

(1)加工机床层次:包含生产机床、自动输送线、物料交换台、工业机器人或机械手、CNC 机床。此层次中每个系统是相对独立的单元,处于不同的水平上,执行对工件的加工任务。

(2)柔性加工生产单元:包括物料的输送系统、生产计划管理、计算机管理、CNC 机床控制系统等。每个单元是一组工作站,每个单元配备可编程序、具有记忆功能的控制器,控制器存贮记忆每个工艺环节的各种技术数据、信息和操作指令,操作指令上一层次的机床。

(3)监督控制管理加工的控制元件区:这是柔性系统的中心,是整个生产加工实施至完成阶段,如锯割、裁板、封边、钻孔、装榫、组装等各加工环节的控制管理区域。这里包括根据设备和原材料资料数据所优选的加工工艺程序,根据 CNC 机床可实现的加工工艺制订的加工工艺技术参数,以及分配协调技术数据流向各单元控制器和执行机构,保证加工数据和参数的准确传递。因此其功能是高级的监督和管理一定数量的柔性单元及单元间的材料、数量、比例和动作协调,主要是生产计划调度、工艺过程控制、原材料管理、外购标准件管理和刀具的管理,即为柔性加工系统(FMS)

(4)柔性自动化工厂(FA):此层次是一个非常复杂的生产工艺过程,这里包括具有以上三个层次的若干个柔性系统组成的一个加工系统或工厂,柔性系统具有高度集成的能力,包括诸如逻辑分析、自我维护调节、综合判断的能力,有 CAE、CAD、CAM、CAT 以及办公自动化等方面的支持。

5.4 柔性系统中的刀具流

FMS 的柔性能力很大程度上取决于刀具流,早期的 FMS 系统设有刀具库,随着刀具库的容量越来越大,增加了选刀的时间,降低了效率。80 年代以后在 FMS 中引入刀具流,其目标是仅把当前加工所需的刀具和标准刀具放在加工中心的刀具库上,建立一个系统中央刀具库,用不同的方式实现中央刀具库和加工中心刀具库的刀具交换。

6 控制系统

控制系统负责管理柔性系统各种机构的协调配合,以实现生产工艺过程的自动化操作。控制系统控制

的包括机床、物料储运、监视、通信和系统的控制及计算机系统,计算机的软件提供所有的控制管理及监视功能,以使系统充分利用。

FMS 的控制分以下几级:

(1)厂级控制 主要完成以下三个职能:①制订协调控制全厂范围内材料的需求计划;②控制全厂的工艺生产计划;③管理和控制全厂的数据库和信息系统。

(2)FMS 一级控制 各种生产工艺计划的制订和评估,主要从事内容:①制定 FMS 较长期的运行决策;②评审 FMS 运行的各项性能;③提供 FMS 运行的辅助支援。

(3)FMS 的二级控制 为生产工艺过程协调控制。其主要功能:①对生产线上的零件按类别分批;②以最优的方案分配 FMS 的资源并均衡地、有效地加工利用;③适应上一级计划和物料的变化。

(4)FMS 的三级控制 指生产工艺过程中机床设备的控制和管理的工作,即各数控加工中心的数控微计算机系统,其主要功能:①加工工艺过程的优化处理;②刀具的分配、进刀、行刀计划;③作业指令的制订、传送和发出;④系统故障的诊断等。图 2 为控制系统分级图。

控制系统需用的软件包括:1.机床控制;2.运输控制;3.监视系统;4.检测系统;5.仓库管理;6.过程控制;7.质量控制;8.刀库管理;9.数据库管理;10.数据控制;11.仿真;12.其他功能;

为了便于柔性工艺系统的集成和控制,在控制系统中有三个部分是至关重要的:

(1)工艺技术数据库 为避免分散存贮工艺加工过程中各相关的技术数据,减少存贮元件的数量,使所有的工艺参数在整个工厂系统中能互相兼容,统一工厂的产品设计和控制信息系统,有必要建立一个工艺参数数据库,以实现以下的目的:①提供标准便利的产品设计信息的存贮;②根据标准的方法,编写独立于机床设备的加工程序,此程序可以被 CAM 识别并翻译成机床可执行的程序;③在系统以外修改已经数据化的产品技术参数。

(2)工厂信息系统 工厂信息系统的结构组成和功能如下:①生产程序是根据生产工艺 EDP 所列的生产计划表,其中包括了根据设备和原材料原始资源中各有用的数据所制订的各加工中心优选的生产工艺计划安排;②根据机床设备技术性能可实现的各种加工工艺,制订的机床加工工艺方案 CAM;③分配协调工厂技术信息流向各控制器和执行机构,保证加工工艺技术数据的准确传输;④生产过程的跟踪监控,内部管理和生产过程的有效控制。

一般的工厂信息系统可以完成加工阶段的各主要功能,如加工区域内的纵横裁板、封边、钻孔、装榫等,系统可以根据主要的生产程序制订加工中心的优选生产计划,然后根据计划将加工工艺技术数据传送到每

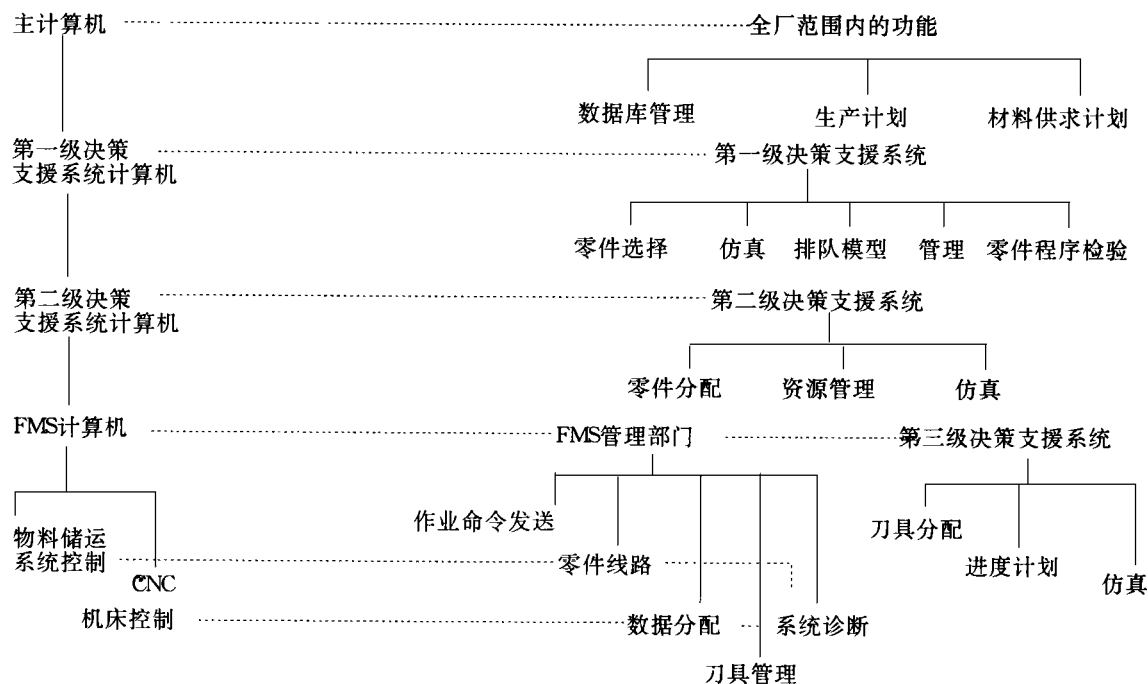


图 2 FMS控制系统分级结构

Fig. 2 Classification of FMS control system

台机床等。在生产工艺的各个阶段,大量的技术数据和管理程序统一由中心计算机管理。此项技术不仅适用自动加工中心,也适用手动的加工生产工艺,特别是在生产大量的、组成部分特别复杂的生产工艺线上。

(3)监视系统 对切削加工系统各机床的加工状况进行监视,对工件进行自动检测及刀具自动补偿。

7 结语

随着人们生活水平的不断提高,市场对家具和各种日用木材制品的需求越来越大。因此各种经济成分的家具和木制品生产企业不断出现,国外的家具厂商也进入中国,家具市场既繁荣,又有激烈的竞争,家具行业必须密切注意消费观念的转变、色彩的流行趋势,及时推出适销对路的产品,柔性生产系统适应了这种时代的要求。

8 参考文献

- 1 Sacchi P. Flexibility- The Organization or Production in the Furniture Factory. XILON. 1993, 7(65): 45~ 48
- 2 Pritelli Eng G. In the Furniture Factory Flexible Production Processes. XILON. 1993, 7(65): 50~ 54
- 3 Dario Segat. Flexibility Factory Integration and Automation. XILON. 1993, 9(67): 37~ 41
- 4 Attilio Griner. Machines Standardization. XILON. 1989, 11(19): 125~ 129
- 5 V DM A,程瑞金等译.灵活可变的家具加工机组.德国木工机械与加工制品. 1992, 1: 26~ 28
- 6 V DM A,程瑞金等译.选择 CNC 铣削机和 CNC 加工中心的准则.德国木工机械与加工制品. 1993, 2: 7~ 12
- 7 Antonio Betti. The Flexibility Plant and Flexibility Machine in Ligna 93 Hannover. XILON. 1993, 11(69): 24~ 26
- 8 李黎,李启岭.柔性家具生产系统.北京林业大学学报, 1995, 10(增刊 2): 155~ 159

(上接第 27页)

可接气压分段式底垫(图 9) 这种底垫利用气囊中压缩空气的压力,使分段垫板 2 将工件压向接触辊以产生磨削压力。这种底垫比刚性整体底垫或直接利用刚性工作台面优越,它可适应工件底面的凹凸不平,从而提高磨削表面质量。

在砂光垫式砂架所对应的工作台表面上,往往安装表面覆有泡沫橡胶的分段式弹性底垫,用以支持工件,承受来自砂光垫的压力,其作用类似分段式气压底垫。

5.5 吸尘和清洁系统

5.5.1 吸尘系统 砂磨过程会产生大量粉尘,吸尘效果不良会使生产无法正常进行,设备过早磨损,甚至发生粉尘爆炸等恶性事故。

在设计吸尘装置时要注意保证集尘器与吸尘装置接口处的真空度,还必须使吸尘口的吸尘风速超过砂带运转的线速度,例如,一般砂带的线速为 25~ 25m/s,吸尘风速应达 25~ 28m/s 另外,吸尘系统应有预防火花和消除静电的措施,严防粉尘爆炸。同时还应选用高效过滤器和足够容积的粉尘料仓,收集的粉尘还应有妥善处理方法。

5.5.2 清洁系统 在砂磨过程中须及时清除粘附在砂带表面的粉尘。砂光机一般都应用吹风式清洁系统,该系统还兼有冷却砂带的作用。设计时应注意压缩气必须经过过滤和汽水分离,以免砂带受潮变软,降低砂带寿命。

砂光机出料端还应具备独立驱动的刷辊,及吸风系统以除去工件上的粉尘。

(未完待续)