

文章编号: 1006-5911(2001)03-0014-05

面向客户的随机动态生产管理模式研究^{*}

朱云龙, 于海斌

(中科院沈阳自动化研究所, 辽宁 沈阳 110015)

摘要: 分析了在湍流的、动态不确定性生产环境下的生产特点, 提出了面向客户的随机动态生产管理的管理模式, 并从系统结构、运行方式和生产计划、生产过程跟踪及调度等方面进行了初步的研究与探讨, 建立了生产过程控制结构模型。在此基础上研究了通过生产过程控制结构模型, 实现动态生产环境信息与生产计划制定和生产过程控制/调度的集成机制, 为企业在先进制造模式下的运作提供了新的技术方法。

关键词: 过程集成; 生产调度; 生产管理模式

中图分类号: TP14; F279.23 **文献标识码:** A

1 问题的提出

在复杂多变的市场竞争环境下, 企业的许多生产系统是处在不断变化的环境中运行的, 具有许多不确定因素。这些不确定性既有外部的, 又有内部的, 具体表现为: ¹ 订单的随机性、突发性和原材料供应市场的不规范性; ² 设备故障及产品质量/废品率超出预期目标; ³ 各种辅助资源不能及时到位; ⁴ 加工时间、工时定额的不确定性以及人为因素。 ⁵ 制造加工日益趋向复杂化。这些复杂性、不确定性和随机性, 严重地制约了常规的控制和调度方法(大多数是集中式或递阶式控制方法)的有效应用^[1-4]。

但是, 现有大部分生产管理系统无法从根本上解决生产中的随机性、不确定性问题, 也无法实现按过程、面向客户的管理模式。如在 ERP 系统中, 一旦交货期发生改变, 系统很难迅速地作出调整^[5,6], 也不能适时根据实际生产环境调整批量提前期等参数, 因而无法有效地实现面向客户的过程跟踪和优化。

为解决上述问题, Bernard 和 Bahl 等分别采用 DSS 和仿真技术, 研究生产管理中的不确定性预测

评价方法和对中长期计划的影响因子^[7,8]; Alexandre 和 G. Fleury 等则采用随机优化技术和多 Agent 技术解决生产制造管理系统中的随机性问题^[9,10]。汪定伟教授提出模糊计划控制技术; S. M. Gupta 和 M. Shafer 采用数学规划方法, 研究单元级例外事件的优化处理, 以及将 MRP 系统与 SFC 相集成的混合计划调度方法等^[6,11]。

在生产过程的跟踪管理技术方面, Akhil Kumar 提出了采用 workflow 技术实现工序的动态管理和生产过程控制。Jhon P. T 和 C. Menzel 等提出基于知识驱动的远程客户支持系统和智能跟踪(IT²)的思想^[12,13], 实现客户对生产的全面控制与管理。Gilles 等提出了扰动管理的思想^[14], AMRC 研究小组提出了 COMMS 模型(Customer-Oriented Manufacturing Management System), 以实现按客户组织生产^[3,4], 但这些依然没有抛弃传统的企业按层次的结构管理和生产计划运作方式, 仍保留了三层体系结构。

为此, 本文提出了将过程管理控制技术与生产计划有效地结合起来, 通过建立生产过程控制结构图, 研究在随机不确定生产环境下的企业生产管理系统总体结构和实现技术, 以实现面向客户

* 收稿日期: 2001-04-12; 修订日期: 2000-07-05

基金项目: 国家 863/CIMS 主题资助项目(863-511-944-007); 国家自然科学基金资助(69884005, 59990470)

作者简介: 朱云龙(1967-), 男, 中科院沈阳自动化所副研究员, 主要从事先进制造管理模式、企业业务过程优化和 workflow 技术等研究。

的新的企业生产组织模式和相应的信息系统技术,支持企业参与国际市场竞争。

2 面向客户的随机制造信息系统结构

2.1 生产过程链运作图

面向客户的随机制造信息系统在特征上表现为生产的快速性、动态性和敏捷性。若把整个企业看作一个多级的、串联和并联的复杂调节回路,则根据控制论的相关原理可知,这种局部闭环回路具有内部反馈、信息流程短捷,输入、输出信息少等特点,可以显著提高系统的动态性能,是复杂系统稳定运行的重要前提。

作为一个独立的制造过程链,不仅能对来自上级回路的输入值(客户)作出快速反应,而且能迅速排除过程链内部的干扰,把生产过程中出现的问题及时解决,尽可能对全厂的生产计划和其它生产链不产生连锁反应。在必须与其他链进行协调时,也能及早传递信息,提供较多的时间回旋余地,避免拖延交货期,减少损失。这种分布式的、具有局部自主管理能力和动态协调的生产控制结构,在计算机网络的支持下,可使整个生产网络成为一个动态性能良好的生产系统。

传统制造企业的典型结构是厂部→车间→工段→班组的形式,这是一种开环的、纵向和横向严格分工的生产组织结构,信息传递的层次和环节多,速度慢,调节迟缓。

以过程链为基础的企业结构,抛弃了传统生产系统的金字塔形的管理结构,形成了一个多层次、多网络的运行控制图,虽然其运行性能、调节速度均较

传统的管理结构更为优越,各个过程链达到了优化目标,符合目前企业生产组织结构向过程化、网络化发展的要求,但并不意味着整个系统就实现了最佳的生产流程。因此,需在生产计划与控制系统之下,建立一个有效的协调系统。

根据上述特征分析,以过程为核心,面向客户的生产运作图(如图1)应以生产过程链为基础,按过程组织生产。具体运作过程是:客户订单进入系统,建立相应的生产过程控制结构,并进行预调度,产生生产任务块(不确定计划制定部分)。在实际生产运行过程中,通过生产过程链运行调度控制,实现按过程的控制,生产的每一步都将根据实际生产环境进行安排,通过性能窗口和控制窗口实时反映工件/部件的加工情况,以及与目标的偏离程度,并进行自我调节,这样,可有效、快速地解决组织、技术和生产环境的干扰,实现敏捷化生产。在生产过程链网络内部发生偏差的情况下,各种资源可能会发生冲突,在一定的范围内将由内部协调机制解决,称为局部的闭环系统。一旦超出一定范围,系统将通过上一层的中长期计划与短期生产协调加以解决,这一层面则属于大闭环系统。

由于是按照生产过程组织生产,因而,客户的各种需求可快速地反馈到过程链的相应环节上,实现快速地调整,并按需求实现各种目标控制。

2.2 系统功能结构

根据上述分析,面向客户的随机制造信息系统的功能结构主要由七部分组成,它们分别是客户管理、产品/生产过程结构谱系管理、不确定生产计划制定、生产过程链调度、生产过程链跟踪、生产过程

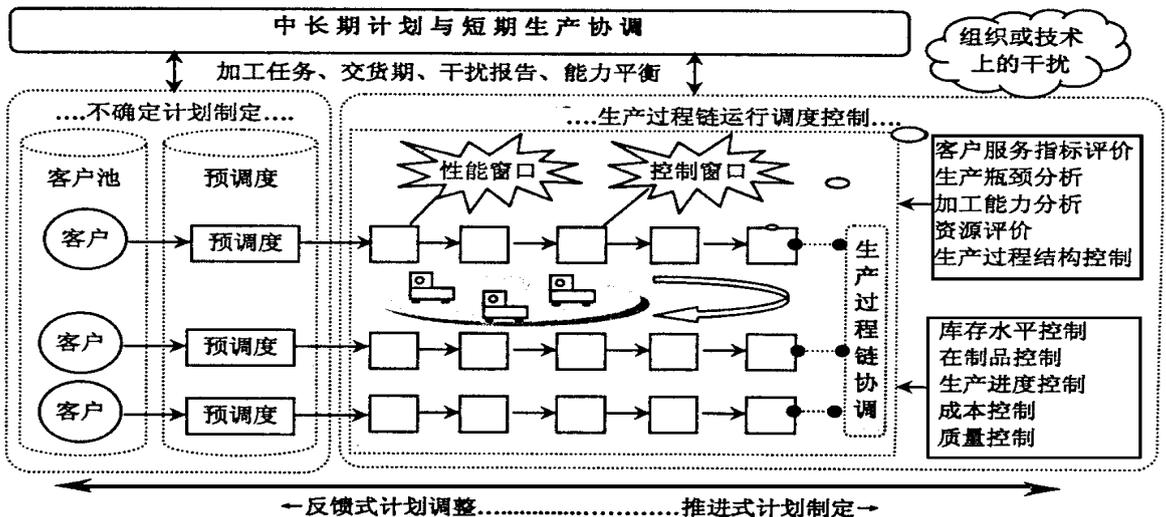


图1 面向客户按生产过程链运作的生产过程图

链协调、计划调整/协调(如图2)。

(1) **客户管理** 主要是客户对产品性能的具体要求,以及对某些不确定性、模糊需求的管理,并根据企业自身的生产能力和特点,进一步细分,确定重点监控的性能指标和一般性指标。

(2) **产品/生产过程结构谱系管理** 建立生产过程结构,为计划制定和过程跟踪控制提供基础数据和路线。它涉及产品结构、工艺路线和设备分布三种基本类型信息,其中在工艺路线中的准备时间、加工时间应是一个统计值,并随着生产环境的变化而变化,它是不确定计划中要考虑的一个重要因素。通过产品结构,建立部件/工件之间的约束顺序关系,由工艺路线和设备分布建立每个活动对生产环境的具体需要,这三类基本信息有机地结合,可组成一张基本的生产过程控制结构网络图。

(3) **不确定生产计划制定** 这里,只考虑在交货期和加工时间波动情况下的生产作业计划制定。通过交货期窗口和加工时间窗口实现柔性作业计划安排。在MRP/ERP系统中,生产计划的制定是通过批量提前期进行展开的,计划是刚性的,缺乏一定的柔性,使得在生产环境发生变化的情况下系统不能快速地调整,且波及的范围也比较大。为避免这一情况发生,我们抛弃了MRP/ERP的逻辑处理方法,不再考虑批量的概念,将交货周期分割成 n 个离散的、相对比较短的时间段直接进行预调度,产生预调度计划。这样,系统可根据实际生产进展快速地调整,实现推进式的计划制定和反馈式的计划调整。同时,通过时间窗口,使得计划具有一定的柔性。

(4) **生产过程链调度** 根据生产过程控制结构和不确定计划下达的任务块,产生各条生产链上活

动的运行计划,并建立活动的性能指标窗口和控制窗口。在调度过程中,主要进行库存水平控制、在制品控制、生产进度控制、成本控制和质量控制。

(5) **生产过程链跟踪** 将动态生产数据采集器采集到的实际生产数据和生产环境反映在性能窗口和控制窗口中(显示预期目标和实际指标),并进行加工能力趋势分析、资源利用评价和未来计划时间段内的生产瓶颈分析,为生产过程链协调和不确定生产计划制定提供实际环境信息和分析、干扰报告。

(6) **生产过程链协调** 主要完成两部分的工作,一是单一过程链在生产环境波动情况下的快速反应和调节功能;二是生产过程链间的协调和协作。一般生产中出现的問題都在这个小闭环范围内解决。

(7) **计划调整/协调** 它主要为不确定生产计划制定提供分析、干扰报告。同时,在异常报告超出一定范围后,协调中期计划与实际生产加工进度计划之间的矛盾。

在功能结构图中存在两个闭环系统:一个是大闭环,它是推进式生产计划制定和反馈式生产计划调整系统;另一个是小闭环,它是生产过程链内具有局部自主、协调管理能力的系统。这两个闭环系统都是以生产过程控制结构为核心的。因而,所有的性能指标和实际生产环境都反映在生产过程链的各个活动上。这样,便于过程的协调管理和改进。

3 生产过程控制结构模型建立

MRP/ERP系统以降低库存,提高资金周转率为目标。因此,它所需要的BOM(制造BOM)是以库存点为核心建立的。生产过程控制结构不仅要降低库存量,还要降低在制品量。这样,在建立生产过程控制结构(Production Control Structure, PCS)时,

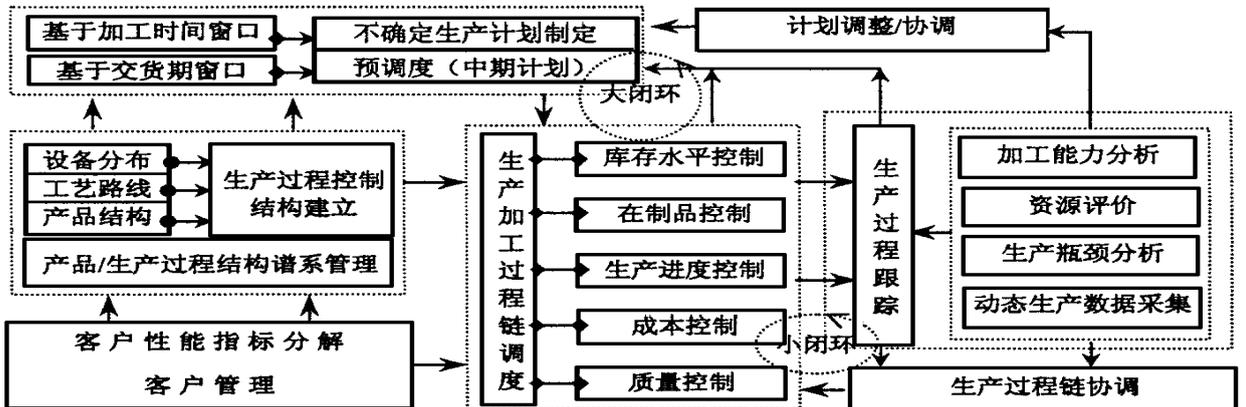


图2 面向客户的随机制造系统功能结构

不仅要考虑库存点的情况,还应反映生产中的环境因素。为此,我们将产品结构、工艺路线和设备分布结合起来,建立 PCS 模型。具体方法如下:

(1) 抽取每个零部件的工艺文件,形成由不同设备组成的粗工艺文件,并将相关的准备时间、加工时间按设备类型汇总;

(2) 将产品设计 BOM 中的零部件层次,按粗工艺文件进行更深层次的分解;

(3) 将企业的所有设备划分为工作中心 \rightarrow 设备组 \rightarrow 设备三个层次。这样,在进行不确定生产计划制定时,为简化计算,可按工作中心或设备组调度,而在过程链调度时,可按设备级跟踪、调度。同时,也为多视图地建立系统分析和控制报告提供便利。

利用上述三种方法形成基本的生产过程结构模型。在基本结构基础上,通过将客户号、产品性能以及企业生产过程中的时间、成本等指标加入其中,可形成针对特定用户的生产过程控制结构模型。其信息对象模型如图 3 所示。

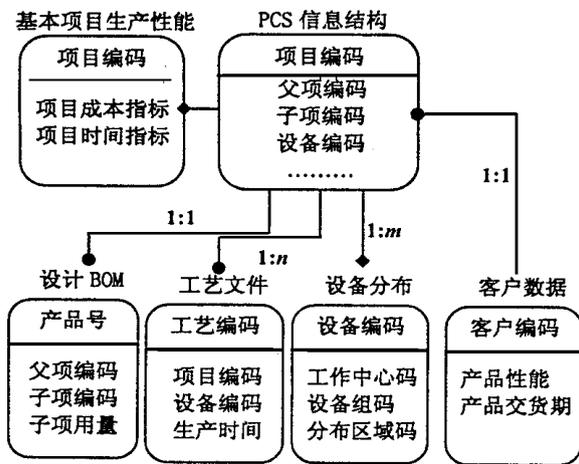


图 3 PCS 对象模型

4 生产过程调度策略与方法

4.1 生产计划制定

在随机性、不确定性生产环境下,许多生产数据具有一定的模糊性。因此,计划的制定可采用推进式与反馈式相结合的方法进行。具体做法:将交货周期分割成 n 个离散的、相对比较短的时间段进行预调度,产生预调度计划,并下达第一个预调度计划。等下一个周期到来时,系统根据实际生产进展快速地调整第二个预调度计划,从而实现一步一步地往前推进。由于交货期周期分割的相对比较短,因而可实现对生产过程状态的快速反馈,即使有些

生产数据具有一定的模糊性,也能随着生产的进展而不断地得到调整,避免了 MRP/ERP 系统处理逻辑存在的问题。同时通过时间窗口,使得计划具有一定的柔性。

4.2 生产调度与跟踪

面向客户的随机制造信息系统是以过程为核心,按客户组织生产的运作方式。它强调生产的动态性和快速性,并保证生产计划的柔性。因而,在计划制定和过程调度方面,更多地强调在发生不确定性、随机性问题的情况下的过程跟踪管理和优化能力。为实现这一目标,生产过程链上的每个活动都有两个窗口指示器(性能窗口、控制窗口)。其中:

(1) **性能窗口信息** 包括项目号、当前状态、投入/产出比、在制品量、计划成本、实际成本、废品率、优良率、合格率、返修率、设备利用率和加工能力;

(2) **控制窗口信息** 包括项目号、计划开始时间、计划完成时间、实际开始时间、实际完成时间、预计完成时间、已完成进度和下一步工作计划。

通过项目号,将 PCS 对象模型与性能窗口和控制窗口集成起来,可形成一张完整的实际生产过程链运行图。它将动态生产环境信息、生产计划、过程链调度等有机地集成在一起,并伴随着活动的进行而发生变化,这样,既利于计划的控制管理,也利于活动的调度和跟踪管理,并能快速地实现按客户要求进行调整和改变。生产过程链调度,则采用经典的调度方法。生产过程链协调负责具体业务活动的管理、调度和协调请求工作,它可对活动的进展进行预测、评判,并将根据活动运行状态实时地作出下一步的计划安排。具体方法是:根据每个活动的目标(local goal)和资源消耗情况,确定生产过程活动链上参与活动的各成员之间的相互依赖关系,以及活动之间的相互协作程度。然后,根据协作对象、当前活动的运行状态和调度策略库中相关的模型和方法进行分析,将分析结果进行综合评判,选出一个较为有利的结果作为各活动公认的目标予以执行。这里,系统采用模糊综合评判法进行评判,活动协调机制如图 4 所示。

4.3 生产管理方法

面向客户的随机制造信息系统是以过程为核心进行生产的组织与安排,这一新型模式要求企业的组织结构应以过程为核心。以 Teamwork 方式、按项目组进行的生产组织和管理是实现这一模式的有效途径,它符合目前流行的组织结构扁平化的要求。

同时,要求成本核算、性能指标考核等也应以项目组为基本单位进行。

此外,目前企业的设备资源划分是按公司、分厂、车间进行分配和管理的。在按过程生产模式下,设备资源应以工作中心、设备组、设备三个层面划分和管理,通过生产过程控制结构实现设备的动态重组,建立生产过程动态设备单元,从而有利于过程的控制与资源的管理。

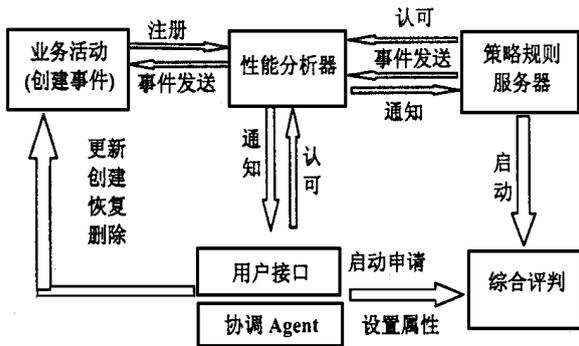


图4 活动协调运行机制

5 结论

本文提出了面向客户的随机动态生产管理的管理模式,并从系统结构、运行方式和生产计划、生产过程跟踪及调度等方面进行了初步的研究与探讨,实现按过程组织生产,为企业快速调整其生产能力,增强企业生存竞争能力提供了一条新的思路。然而,作为一个新的模式和管理方法,还存在着一些技术问题,如生产管理中随机性、不确定性预测分析技术,生产过程中各主要指标的性能评价和性能/过程跟踪控制技术,这些工作还有待作更深入的研究与探讨。

参考文献:

[1] 基于代理的制造技术和全球化制造与供应[R]. 北京:北京先进柔性集成制造技术咨询中心, 1998.

- [2] Business process transformation using workflow management: a case study, SME Blue Book Series[R]. Published by Computer and Automated Systems Association of the Society of Manufacturing Engineers, 1997.
- [3] Next generation plant systems: The key to competitive plant operation[EB/OL]. <http://www.amrconsulting.com>. AMR Consulting Whiter Paper, 1998.
- [4] The challenge of enterprise applications system management[EB/OL]. <http://www.amrconsulting.com>. An AMR Consulting Whiter Paper, 1998.
- [5] KHMELNITSKY E, et al. Optimal policies for aggregate production and capacity planning under rapidly changing demand condition[J]. Int. Jour. Production Research, 1996, 34(7): 1929-1941.
- [6] GUPTA S M, BRENNAN L. MRP Systems under supply and process uncertainty in an integrated shop floor control environment [J]. Int. Jour. PROD. RES., 1995, 33(1): 205- 220.
- [7] BERNARD G, LAURENT G. Management of inprecision and uncertainty for production activity control[J]. Jour. of Intelligent Manufacturing, 1998, 9, 431- 446.
- [8] BAHL H C, et al. Determining lot sizes and resource requirements: a review: operations research[J]. Int. Jour. Production Research, 1987, 35(3), 329- 345.
- [9] FLEURY G, GOUJON J. Multi-agent approach and stochastic optimization: random events in manufacturing systems[J]. Jour. of Intelligent Manufacturing 1999 10: 81- 101.
- [10] ROLGUI A, et al. A stochastic method for discrete and continuous optimization in manufacturing systems[J]. Jour. of Intelligent Manufacturing, 1997, 5, 8(5).
- [11] SPENCER M S, COX J F. The role of MRP in repetitive manufacturing[J]. Int. Jour. Production Research, 1995, 33(7): 1881- 1899.
- [12] THOMAS L. Intelligent tracking in manufacturing[J]. Int. Jour. of Intelligent Manufacturing. 1999, 10: 245- 250.
- [13] JOHN P, MO T. An integrated process model driven knowledge based system for remote customer support[J]. Jour. of Computer in Industry, 1998, 37, 171- 183.
- [14] NEUBER G, CAMPAGNE J-P. Perturbations management: a case study[A]. IFAC Intelligent Manufacturing Systems, Bucharest[C]. Romania, 1995.

Customer-Oriented Random and Dynamic Manufacturing Management System

ZHU Yun-long, YU Hai-bin

(Shenyang Institute of Automation, CAS, Shenyang 110015, China)

Abstract: The paper analyses the production characters under dynamic and uncertain environment and presents a new concept of customer-oriented random and dynamic manufacturing management system. Some relative techniques of it including the architecture, operating strategy, production planning and tracking as well as job-shop scheduling are described and the model of production control structure is also established. In the meanwhile, the mechanism of process integration considering dynamic production environment, production planning, production tracking and scheduling is proposed.

Key words: process integration; production scheduling; manufacturing management system