

基于变批量生产的工艺信息模型

Process Information Model Based on Batch Changing Manufacturing

中国电子科技集团公司 38 所 左防震 朱丽娜 武斌功

[摘要] 分析了工艺设计与批量的关系, 提出基于变批量生产的工艺文件组织模型和工艺信息衍生模型, 解决了工艺文件的多样性和工艺信息动态快速复用问题。以此开发的原型系统已在企业实施应用。

关键词: 变批量生产 工艺设计 信息模型

[ABSTRACT] The relation between process planning and production batch is analyzed. An organization model of process file and an evolvement model of process information based on batch changing manufacturing are put forward. The problems including multi-formity of process file and dynamical rapid reuse of process information are solved. A prototype system based on the models has been taken into application.

Keywords: Batch changing manufacturing Process planning Information model

21 世纪的产品正在向着个性化、多品种、面向订单生产的方向发展, 被制造对象具有很大的不确定性。制造企业为了满足生产系统柔性化的要求, 必须充分利用先进工艺技术和信息技术来重组工艺和生产过程, 以便对市场变化作出快速响应。

1 变批量生产

1.1 概述

有关文献已指出, 制造业有走向小批量生产的趋势, 批量生产仅代表制造业的 50%~75%, 而在批量生产中大约有 85% 的批量不到 50 个部件^[1]。变批量生产是指制造系统能够根据被制造对象特征和批量变化作出快速柔性响应的一种生产模式, 它是面向订单和制造环境的。现代制造业中不同产品的预研、正样、批产等不同阶段交错叠加, 其生产方式主要是变批量生产。实现变批量生产的关键技术有: 面向制造/装配的设计技术, 柔性工艺设计技术, 以 JIT、GT、TQC 为代表的先进制造技术, 产品生命周期管理和企业行为建模仿真等。

1.2 工艺设计与批量

工艺设计是依据被制造对象的批量大小、特征差异以及资源情况等, 对各种制造方法进行选择、组合和优化, 是规划改变被制造对象状态的过程。需要考虑加工基准与加工方法的选择、加工阶段的划分, 确定加工的集中或分散和各工序的顺序安排以及工艺要求等^[2]。工艺设计是一个典型的多任务、多约束、多目标决策过程, 批量大小是影响工艺方法选择的一个最重要因素, 工艺设计与批量的关系见表 1。

现代工艺信息系统通过产品数据的共享和系统间的协调, 解决了工艺数据的获取、处理、管理和积累问题, 实现快速调集、优化整合、高效利用企业资源, 并为企业决策提供支持。工艺信息系统是从设计到制造的桥梁、产品数据的枢纽、企业信息的汇集地, 是实现 JIT、GT、TQC 等先进制造技术的支撑基础之一, 是现代企业实现变批量生产的关键^[3]。

表 1 工艺设计与批量的关系

生产类型	批量大小	工艺方法	特点概述
单件	1~10	数控加工	生产准备费用相对较低
小批量	10~500	大规模定制生产	强调生产组织与管理的优化
中批量	100~1 万	柔性制造系统	柔性自动化, 设备投资昂贵
大批量	>5000	自动化生产线	刚性自动化

2 工艺信息模型

工艺信息模型是对系统不同阶段设计结果的存取及其相互关系的描述, 表达了系统环境的信息结构和语义。对工艺信息模型有 3 点要求: 一是覆盖产品工艺的所有应用范围; 二是具有良好的可扩展性; 三是可以转化成用户所需视图和各种数据存取结构^[4]。工艺信息模型应该建立在对工艺工作内容分析、流程优化的基础之上, 需要结合企业管理全局和产品工艺数据形成过程进行通盘考虑, 以保证工艺工作各个过程之间交换的数据格式、术语和含义的一致性。基于变批量生产的工艺信息模型的关键是要解决工艺文件组织和信息重复利用问题, 通过工艺设计、投产管

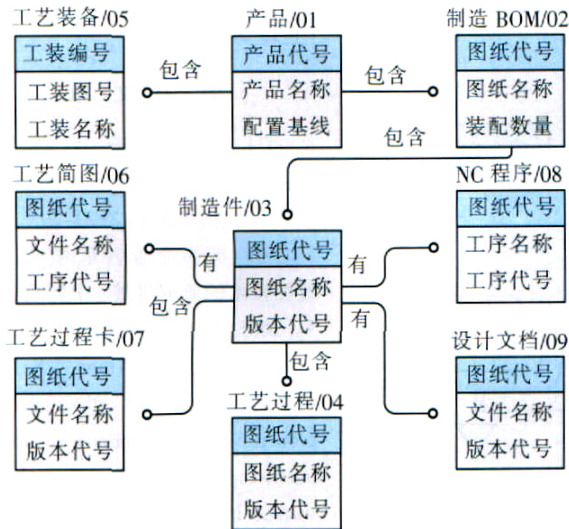


图 1 工艺文件组织模型

Fig.1 Organization model of process file

理、生产过程的系统集成来实现面向订单生产的多种产品的变批量生产。

2.1 工艺文件组织模型

IDEF1X 采用语义数据模型化技术，是一种支持信息模型设计开发的语言，图 1 为采用 IDEF1X 描述的工艺文件组织模型(图中“包含”指父子项之间确定存在的从属关系，“有”指父子项之间可能存在的从属关系)。模型通过制造 BOM 将与产品工艺有关的各种数据有机地关联起来，使得数据的组织和管理变得十分容易，为各种工艺数据的组织、检索、统计和复用提供了强大的支持。该模型的核心是通过版本控制技术，实现相同图纸代号与多个制造件版本之间的对应关系，从而使工艺设计可以满足不同批量的要求。通过对不同版本的控制满足工艺文件的多样性要求，即依据被加工对象的可能批量进行工艺方法选择和制造过程设计。

2.2 工艺信息衍变模型

制造环境是工艺设计的一个重要约束因素，而制造环境是动态变化的。为了解决工艺文件的使用以及与制造环境的匹配问题，本文提出了一种单件工艺信息向批量生产信息传递的衍变模型，如图 2 所示。批量投产时，系统自动搜索相匹配的工艺过程，按照预置的规则计算出本批次所需材料的种类与数量以及每个工序的生产工时。同时，投产人员可以根据工艺过程汇总信息与制造资源负荷情况，进行基于瓶颈

资源和设备负荷平衡的工艺路线调整。本模型解决的是工艺文件的可用性问题，将现有单件工艺信息非实时、批量、智能化地转换为批量生产信息，当出现瓶颈资源或者负荷不平衡时，才对工艺路线进行实时调整，并将调整后的工艺路线反馈给工艺设计师，以此实现工艺信息系统与生产管理系统的双向、动态集成。

3 应用系统实践

中国电子科技集团 38 所是我国综合电子信息系统工程研制、生产、集成的重要基地，生产模式以单件、中小批量为主，在 CAPP 的实施与应用方面积累了丰富的经验。从 2004 年开始，在企业集成需求的牵引下，提出了建立工艺信息系统的设想，升级原有系统。新系统以基于变批量生产的工艺信息模型为原型，应用面向产品实现过程和工艺生命周期管理的设计理念，在 PLM 平台上，对制造 BOM 数据、工艺路线数据、生产信息数据进行统一有效的管理，实现工艺设计、系统管理、批量投产的无缝集成。图 3 描述了基于变批量生产工艺信息模型建立的系统数据流程：蓝

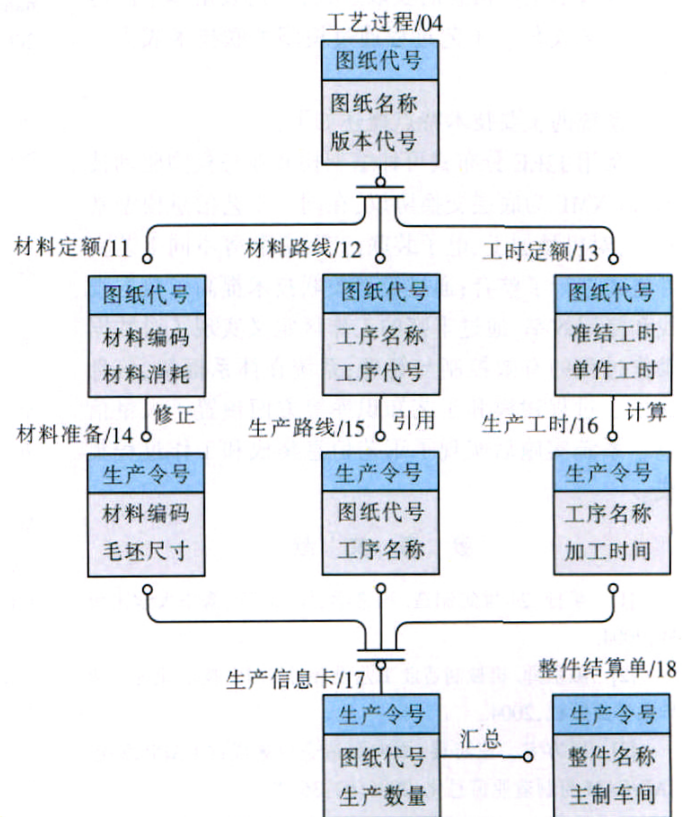


图 2 工艺信息衍变模型

Fig.2 Evolvement model of process information

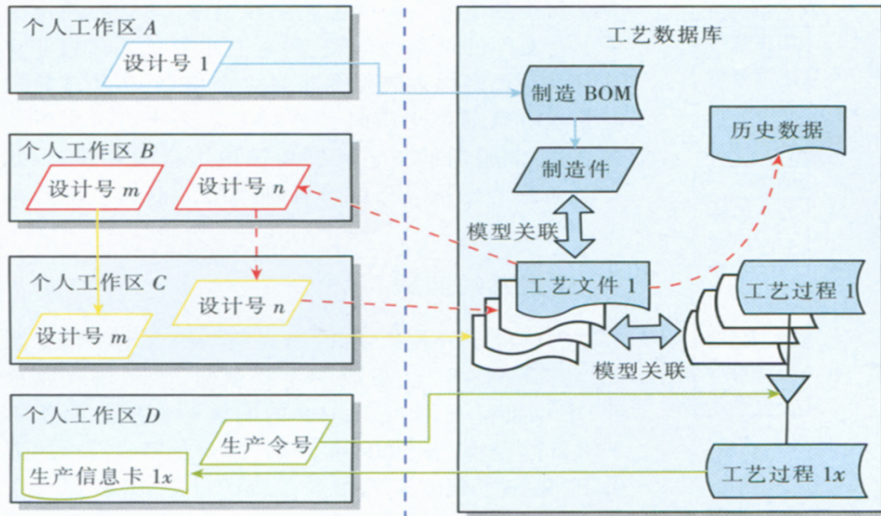


图3 系统数据流程
Fig.3 Date flow of system

实线表示制造 BOM 数据的建立，黄实线表示不同工艺数据的形成过程，红虚线表示工艺数据变更过程，绿实线表示生产信息的获取过程，工艺数据库中制造件、工艺文件、工艺过程通过模型关联技术成为一体。

系统的主要技术特点概述如下：

采用 J2EE 分布式可伸缩架构和业务模型驱动技术，以 XML 为底层交换协议；在同一工艺信息模型基础上，对机械加工、电子装联、产品总装等不同工艺文件格式进行了整合；通过模型关联技术提高了数据查找和复用效率，通过丰富的工作区定义实现了对数据操作过程的有效控制与管理；系统在体系框架、信息建模、过程建模和工艺知识库等方面预置了大量信息，系统实施后实现了工艺信息集成和工作过程集成。

参 考 文 献

[1] 莱特. 21 世纪制造. 冯常学, 译. 北京: 清华大学出版社, 2004.
 [2] 陈宗舜. 机械制造业工艺设计与 CAPP 技术. 北京: 清华大学出版社, 2004.
 [3] 汪方宝, 左防震. 面向制造企业集成的 CAPP 系统. CAD/CAM 与制造业信息化, 2006(9): 36- 37.
 [4] 陈禹六. IDEF 建模分析和设计方法. 北京: 清华大学出版社, 1999.

(责编 晓霏)

(上接第 80 页)

参 考 文 献

[1] 曾元松, 黄遐, 李志强. 先进喷丸成形技术及其应用与发展. 塑性工程学报, 2006, 13(3): 23- 29.
 [2] 栾伟玲, 涂善东. 喷丸表面改性技术的研究进展. 中国机械工程, 2005, 16(15): 1405- 1409.
 [3] Guo F A, Tranny N, Lu J. Characterization of the thermal properties by scanning thermal microscopy in ultrafine-grained iron surface layer produced by ultrasonic shot peening. Materials Chemistry and Physics, 2006, 96: 59- 65.
 [4] Xing Y M, Lu J. An experimental study of residual stress induced by ultrasonic shot peening. Journal of Materials Processing Technology, 2004, 152: 56- 61.
 [5] Wang Xiaowei, Wang Jingyang, Wu Ping, et al. The investigation of internal friction and elastic modulus in surface nanostructured materials. Materials Science and Engineering A, 2004, 370: 158- 162.
 [6] Liu G, Lu J, Lu K. Surface nanocrystallization of 316L stainless steel induced by ultrasonic shot peening. Materials Science and Engineering A, 2000, 286: 91- 95.
 [7] 李雪莉, 李瑛, 王福会, 等. USSP 表面纳米化 Fe- 20Cr 合金的腐蚀性能及机制研究. 中国腐蚀与防护学报, 2002, 22(6): 326- 334.
 [8] 贺幼生. 7075 铝合金的搅拌摩擦焊组织性能研究. 株洲工学院学报, 2006, 20(2): 56- 58.
 [9] Xue Y, McDowell D L, Horstemeyer M F, et al. Microstructure-based multistage fatigue modeling of aluminum alloy 7075- T651. Engineering Fracture Mechanics, 2007, 74: 2810- 2823.
 [10] Campbell C E, Bendersky L A, Boettinger W J, et al. Microstructural characterization of Al- 7075- T651 chips and work pieces produced by high-speed machining. Materials Science and Engineering A, 2006, 430: 15- 26.
 [11] Jang J S C, Koch C C. Hall -etch relationship in nanocrystallization iron produced by ball milling. Scr Metall Mater, 1990, 24: 1599- 1604.
 [12] 马世良. 金属 X 射线衍射学. 西安: 西北工业大学出版社, 1997.
 [13] 张定铨, 何家文. 材料中残余应力的 X 射线衍射分析和作用. 西安: 西安交通大学出版社, 1999.

(责编 侧卫)