

现代集成制造系统 (悦藏系列)

企业建模理论与方法学导论

范玉顺 王刚 高展 编著

清华大学出版社 施普林格出版社

(京)新登字第 158 号

内 容 简 介

企业建模的主要目的是认识企业。它是企业实施先进制造战略、企业经营过程重组、信息化工程以提高企业竞争力的重要基础。本书全面介绍企业建模的基本理论和方法,给出了作者提出的集成化企业建模理论与方法学,并对集成化企业建模工具系统的设计、企业参考模型的构建方法和基本原则进行了详细的介绍。

本书为从事企业管理、企业诊断和信息系统实施的研究及应用人员全面了解企业建模理论和方法提供了详细的资料,是研究人员开展深入研究的基础。本书还可以作为企业管理、计算机、自动化、机械制造等专业的研究生学习企业建模理论与方法的教材。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名:企业建模理论与方法学导论

作 者:范玉顺 王摇刚 高摇展 编著

出版者:清华大学出版社 施普林格出版社

(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

发 行: 机械工业出版社

印刷者:清华大学印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本: 16 开 印 张: 16 印 字 数: 300 千 字

版 次: 1999 年 1 月 第 1 版 1999 年 1 月 第 1 次 印 刷

书 号: ISBN 7-302-04000-0

印 数: 1000 册

定 价: 15.00 元

现代集成制造系统 (悦甄系列 丛书编委会

主 任：吴澄

编 委：李伯虎 肖田元 熊光楞
刘飞 薛劲松 曾庆宏
孙家广 柳百成 范玉顺

责任编辑：王一玲

序

摇摇振兴我国制造业是当今的热点问题。目前,我国制造业面临严峻的形势,总体水平与发达国家相比,有较大的差距,这已成为制约我国 21 世纪经济发展的关键。同时,国际化市场竞争越来越激烈,使我国相当多的制造企业遇到了前所未有的挑战。为了克服这一困难,运用现代信息技术改造和提升制造业,将信息化和工业化结合,进一步过渡到现代化,在较短时间内实现跨越式发展,是符合我国制造业国情的一条发展之路。

当今世界已进入信息时代,并迈向知识经济时代。以信息技术为主导的高技术为制造业的发展提供了极大的支持,并推动着制造业的变革与发展,计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System,简称 CIMS)技术的应用及其产业化是其中最重要的组成部分。

CIMS 这一概念由美国的 Joseph P. Kennedy 博士于 1973 年首次提出,而开始得到重视并大规模实施则是在十年之后。其背景是美国 20 世纪 70 年代的产业政策发生偏差,过分夸大了第三产业的作用,而将制造业,特别是传统产业,贬低为“夕阳工业”、“生了锈的皮带”。这导致美国制造业优势的衰退,并在 80 年代初开始的世界性石油危机中暴露无遗。此时,美国才开始重视制造业,并决心用其信息技术的优势夺回制造业的霸主地位,认为“CIMS 是制造业的脊梁”。

我国 CIMS 主题结合国际上先进制造技术的发展,特别是基于该主题中许多多名人员十余年的实践,提出了“现代集成制造系统”(Modern Integrated Manufacturing System,简称 MIMS)的理念,在广度和深度上拓展了传统 CIMS 的内涵。

我国“现代集成制造系统”拓展了传统“计算机集成制造系统”的要点,细化了现代市场竞争的内容。提出了 MIMS 的现代化特征是数字化、网络化、虚拟化、集成化和绿色化。强调了系统的观点,扩展了系统集成优化的内容,包括信息集成、过程集成和企业间集成优化,企业活动中三要素(人、经营、技术)

和三流(物流、信息流、资金流)的集成优化,以及 制造相关技术和各类人员的集成优化 突出了管理与技术的结合,以及人在系统中的重要作用 指出了 制造技术是基于制造技术、信息技术、管理技术、自动化技术、系统工程技术的 一门发展中的综合性技术,其中,特别突出了信息技术的关键作用 扩展了 制造的应用范围,包括离散型制造业、流程及混合型制造业。总之,“现代集成制造系统”的提法更具广义性、开放性和持久性。

现代集成制造系统是信息时代提高企业竞争力的综合性高技术。它应用于企业产品全生命周期(从市场需求分析到最终报废处理)的各个阶段。通过信息集成、过程优化及资源优化,实现物流、信息流、资金流的集成和优化运行,达到人(组织、管理)、经营和技术三要素的集成,以缩短企业新产品(开发的时间(裁、提高产品质量(固、降低成本(悦、改善服务(益、有益于环保(益,从而提高企业的市场应变能力和竞争能力。

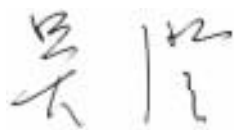
我国发展 制造是为了提高企业的竞争力。在技术路线上,从国情出发,我们走了一条与美国有较大差别的创新发展之路。20世纪 80年代中期,以通用汽车(为 代表的美国制造业,把 制造的重点放在车间层设备的信息集成上,以实现制造设备的互联和柔性自动化为目标,提出了耗资几十亿美元的 计划。而从我国的企业实际情况看,企业经营生产中的瓶颈是产品开发能力,特别是新产品的开发能力弱,管理粗放。因此,我国研究、应用和实施 制造的重点放在加强产品的设计和企业 管理上,车间层只能是适度自动化。因此,在此基础上实现信息集成应采用 技术,通过软件技术实现与 的集成。实践证明,这些技术决策避免了走大量投资而效果不大的弯路,并取得了很好的效果。

十多年来,我们以提高我国企业的竞争能力和创新能力作为技术发展的宗旨,以“企业真正取得效益,企业说好才是真好”作为技术成败的主要评价标准,走出了一条与我国企业紧密结合的道路。通过与机械、电子、航空、航天、轻工、纺织、石油、化工、冶金等行业的二百多家企业密切合作,取得了显著的经济效益和社会效益。这也为 制造本身的技术创新提供了源泉。二者互相促进不断深化。我国 制造研究的深度和广度、应用效果及其对国家的影响,在国际上是公认的。我国对 制造技术内涵的丰富和发展,也得到国际同行的承认。清华大学、华中理工大学分别于 1989年和 1990年获得美国制造工程师学会(颁发的 奖,简称 的 大学领先奖”(一般每年在世界范围内只评选一名),1992年北京第一机床厂获 的 工业领先奖”。这使得我国成为除美国以外惟一获得过两个“大学领先奖”和一个“工业领先奖”的国家。我国在这一国际重要技术领域有了“一席之地”。

进入 20 世纪 90 年代以来,如何以最短的时间开发出高质量及价格能被用户接受的新产品已成为市场竞争的新焦点。基于企业动态联盟和网络化的敏捷制造 (Agile Manufacturing) 将成为 21 世纪的重要发展方向;网络的协同产品商务 (CPB) 将成为研究应用的一个具体热点;围绕提高新产品开发能力,新的工具软件迅速发展,建立在建模、仿真、虚拟现实技术基础上,以减少或取消制造原型机或原型系统的虚拟制造 (Virtual Manufacturing) 发展很快;用来加速新产品开发过程的并行工程 (Concurrent Engineering) 迅速得到推广;提高生产过程控制水平已成为企业投入少、见效快、挖潜增效的重要途径;面向中小企业的、经济实用的低成本综合自动化系统得到重视和发展;更多企业将采用大批量定制 (Customized Mass Production) 生产模式;合理开发利用资源,保护生态环境,实现经济—社会相互协调的可持续发展越来越受到重视;制造全球化已成为发展的必然趋势,因此,未来制造业信息化的发展趋势将是数字化、集成化、绿色化、智能化、敏捷化与网络化的融合,各种新的管理模式和管理思想不断出现,将导致全球化敏捷生产体系的形成。

在世纪之交,我们回顾过去,展望未来,组织编写现代集成制造系统 (MIS) 系列丛书,其目的是:总结我们十多年来在国家高技术发展研究计划 (863 计划) 的支持下,用高技术改造传统产业,并加强新兴产业的丰富成果和认识;同时不断拓展 MIS 理念和内涵,使 MIS 技术持续发展。该丛书的题材都是作者多年来在现代集成制造技术领域中的最新研究成果,代表了我国在该领域的前沿方向。我们相信该丛书的出版必将在我国 MIS 的研究、应用和发展中起到积极的推动作用。

实现我国制造业的信息化、现代化是一个很长的历史过程,需要几代人的努力。但是我们坚信:中国必将以一个制造强国、工业强国的面貌屹立于世界民族之林。



中国工程院院士

国家高技术计划自动化领域首席科学家

2000 年 缘月

前言

摇摇认识世界是改造世界的基础,其目的是为了改造世界。抽象与建模是人类认识世界和解决复杂问题所采用的基本方法之一。企业建模是认识企业的基础,也是改造企业的客观需求。在当今市场竞争日益激烈,企业需要实施先进制造战略、企业经营过程重组和信息化工程以提高企业竞争力的情况下,这种需求显得尤为迫切。

企业是非常复杂的社会、经济、物理系统,一般不可能用一个模型全面描述清楚,因此企业模型的一个显著特点是通常由一组模型组成,每个子模型完成企业某一个局部特性的描述,按照一定的约束和连接关系将所有的子模型组成在一起构成整个企业模型。

所谓企业建模是根据有关企业建模的知识、以前的模型、企业的参考模型、领域的本体论和模型表达语言来建立全部或部分企业模型的一个过程。它是一个知识密集型的工作,不仅需要建模者能够很好地掌握企业建模的基本原理和方法,还需要建模者对企业的生产经营过程有深入的了解,并且具有丰富的企业建模经验。

本书在总结了现有的企业建模理论与方法的基础上,对比较有影响的企业建模理论与方法学进行了全面的介绍,并从组织、过程、功能、信息与资源视图的角度全面介绍了企业建模中相应视图的基本理论、方法以及建模工具。为了能够有效地支持企业经营过程重组的工作和满足建立具有高度柔性企业信息系统需求,本书还介绍了当今比较有影响的动态企业建模方法和基于企业过程模型的业务过程仿真与分析方法。在介绍现有企业建模理论和方法的基础上,给出了作者提出的集成化企业建模理论与方法学,对集成化企业建模工具系统的设计进行了详细的论述。结合本书第一作者负责的“面向企业重组重大关键技术攻关项目‘面向企业重组工程实施的企业建模与分析系统’”的研究成果,本书给出了企业参考模型的构建方法和基本原则,并给出了刀具行业的企业参考模型,供读者参考。

本书的第 1 章~第 5 章由范玉顺编写,沈具东提供了第 1 章初稿,陈绍武提供了第 2 章初稿,王刚编写了第 3 章和附录,高展编写了第 4 章和第 5 章,全书由范玉顺统一修改定稿。在本书的编写过程中,得到了清华大学黄双喜博士、林慧萃博士、张洵讲师、沈阳自动化所孙玉全博士、哈尔滨工业大学张大勇博士及参加“面向复杂工程实施的企业建模与分析系统”关键技术攻关项目组的其他老师和研究生的大力支持,在此表示衷心的感谢。企业建模理论是一门新兴的学科,相应的理论和方法还处于快速发展阶段,由于作者水平有限,书中的缺点和错误在所难免,欢迎广大读者批评指正。

作 摇 者
圆 园 零 年 猿 月 于 清 华 园

目 录

第 1 章 引言	1
1.1 先进制造战略	1
1.2 企业经营过程重组与组织结构的变化	2
1.2.1 企业经营过程重组	2
1.2.2 企业组织结构的变化	3
1.3 企业建模的需求与目的	3
1.3.1 先进制造战略对企业模型的需求	3
1.3.2 企业经营过程重组对企业建模的需求	3
1.3.3 企业集成与优化对企业建模的需求	4
1.3.4 企业建模的目的	4
1.3.5 企业建模的范围	4
1.4 复杂与 系统体系结构	4
1.4.1 复杂基本概念	4
1.4.2 系统体系结构	5
第 2 章 企业建模的基本概念与方法	5
2.1 企业模型的基本概念	5
2.2 企业建模的基本原理	5
2.2.1 企业建模的基本原则	5
2.2.2 基于功能的建模与基于过程的建模	5
2.3 企业建模过程	5
2.4 企业模型的评价准则	5
2.5 现有企业建模方法简介	5
2.5.1 系统方法	5
2.5.2 系统方法	5

第 5 章 资源建模方法	5-1
5.1 资源概述	5-1
5.2 资源建模的概念与方法	5-6
5.2.1 资源建模的基本概念	5-6
5.2.2 资源建模的范畴	5-6
5.2.3 资源的属性	5-8
5.2.4 资源建模方法	5-10
5.3 资源分类的基本概念与方法	5-10
5.4 资源的状态及其控制	5-11
5.5 集成化企业建模方法中的资源建模方法	5-11
5.5.1 资源模型的描述方法	5-11
5.5.2 资源建模工具介绍	5-12
第 6 章 组织建模方法	6-1
6.1 组织概述	6-1
6.2 组织建模的概念与方法	6-1
6.2.1 组织建模的基本概念	6-1
6.2.2 组织建模方法	6-2
6.3 集成化企业建模中的组织建模方法	6-2
6.3.1 组织模型的描述方法	6-2
6.3.2 集成化企业建模中组织建模工具介绍	6-3
第 7 章 动态企业建模方法	7-1
7.1 动态企业建模产生背景及技术特点	7-1
7.1.1 动态企业建模产生背景	7-1
7.1.2 动态企业建模的技术特点	7-2
7.2 动态企业建模理论与方法	7-10
7.2.1 动态企业建模环境	7-10
7.2.2 动态企业建模系统结构	7-12
7.2.3 动态企业建模典型的模型层次结构	7-13
7.2.4 动态企业建模中各个模型的建模目的和功能	7-15
7.2.5 动态企业建模模型之间的关系	7-16
7.3 动态企业建模工具系统	7-17
7.3.1 动态企业建模工具系统的需求分析	7-17
7.3.2 动态企业建模工具系统简介	7-18

第 1 章 企业建模的主要工具系统——系统件	1
1.1 企业建模工具	1
1.1.1 系统——企业建模器	1
1.2 企业建模的企业工作流管理工具	1
1.3 企业建模的技术工具系统	1
第 2 章 基于分布式对象计算技术实现动态企业建模系统	2
2.1 动态企业建模系统实现的分析	2
2.2 基于分布式对象计算技术实现	2
2.2.1 动态企业建模策略	2
2.3 基于分布式对象计算技术的动态企业建模系统	2
第 3 章 动态企业建模的步骤与效果	3
3.1 动态企业建模的步骤	3
3.2 动态企业建模系统实施效果分析	3
第 4 章 动态企业建模的发展方向	4
第 5 章 工作流仿真优化分析方法	5
5.1 概述	5
5.1.1 企业模型仿真优化的基本概念	5
5.1.2 企业模型仿真优化的基本过程	5
5.2 企业模型仿真的基本方法	5
5.2.1 仿真模型	5
5.2.2 仿真软件	5
5.3 企业工作流模型仿真分析	5
5.3.1 工作流仿真分析的作用	5
5.3.2 企业工作流模型仿真分析的步骤	5
5.4 企业业务过程分析的评价体系	5
5.4.1 企业业务过程评价体系的框架	5
5.4.2 量化评价指标	5
5.5 企业工作流模型的建立	5
5.5.1 企业工作流模型的组成	5
5.5.2 建立工作流模型的步骤	5
5.6 工作流模型的仿真执行	5
5.6.1 执行仿真的步骤	5
5.6.2 仿真结果分析	5
5.7 工作流仿真优化的应用实例	5

第 8 章 集成化企业建模方法及工具	108
8.1 概述	108
8.2 集成化建模方法与系统体系结构	109
8.3 集成化企业建模工具系统设计	110
8.3.1 系统功能	110
8.3.2 系统的体系结构和组成	111
8.4 集成化企业建模过程规范	112
8.5 建模项目管理系统	113
8.6 集成化建模多视图管理	114
8.7 集成企业建模数据组织方式	115
8.7.1 集成建模系统数据管理方案	116
8.7.2 数据库逻辑集成方案	117
8.7.3 数据库逻辑分布方案	118
第 9 章 企业参考模型	119
9.1 概述	119
9.2 企业参考模型的基本概念	120
9.3 企业参考模型的结构	121
9.4 企业参考模型的建立	122
9.4.1 企业参考模型的建模方法	122
9.4.2 企业参考模型的建模过程	123
9.5 参考模型的应用	124
9.5.1 一般原则	124
9.5.2 应用过程	125
9.5.3 使用方法	126
9.6 刀具行业参考模型	127
9.6.1 刀具行业概述	127
9.6.2 刀具产品的结构及特点	128
9.6.3 刀具行业的企业模型	129
9.6.4 刀具行业的参考模型	130
附录 刀具行业的企业参考模型	131
附录 A 过程参考模型	131

附录 圆瑶功能参考模型	圆员
附录 猿瑶信息参考模型	猿猿
附录 源瑶组织参考模型	源缘
附录 缘瑶资源参考模型	缘愿
参考文献	猿员

第 1 章

引 言

1.1 先进制造战略

自 20 世纪 70 年代以来,世界市场已经由传统的相对稳定逐步演变成动态多变的市场,企业之间的竞争也由过去的局部竞争演变成全球范围内的竞争。同行业之间和跨行业之间相互渗透、相互竞争日趋激烈。在企业间竞争日益国际化、白热化的同时,当今企业所面临的社会、经济、制造环境与客户需求也已经发生了巨大的变化。

20 年代以前,一个产品的生命周期很长,构成产品的技术相对比较简单。一个新产品上市,其余工厂很快就生产出功能相同的产品,因此,市场竞争主要围绕如何提高生产率进行,大批量刚性生产由此应运而生。这种生产线建筑在产品部件化、部件标准化及加工工序规范化的基础上,然后应用泰勒的管理思想,把工人固定在以一定节奏运动的生产线旁,从事几项简单和熟练的加工操作,从而大幅度地提高了劳动生产率。从 20 年代中、后期开始,直到 30 年代,市场竞争转到如何全面改善 裁 匪 悦和 杂上。其含义是:裁——产品的交货时间或新产品的上市时间;匪——质量;悦——成本;杂——售前和售后服务。进入 20 世纪 30 年代之后,市场竞争主要是围绕新产品的竞争而展开的。这是因为,一个新产品的价格总是高于其价值的,通过竞争,价格才逐渐接近价值。一个产品失去其独占期,就意味着这个产品生命

周期的结束。因此,今天的企业依靠一项或几项独占性技术构成的新产品就能获取高额利润。这种现象反映了这个时代的一个基本特征,即独占性技术构成了产品的主要价值及价格。信息时代的实质是知识的时代,大量知识产生、传播、应用,使知识—技术—新知识诞生的周期越来越短。如何敏捷地利用技术提供的可能性及时抓住市场对新产品需求的机遇,快速开发新产品,已成为赢得竞争的最重要的手段。

在当今市场环境下,产品的生命周期在不断缩短,同一种产品的重复订单数量在不断减少,每批订单中对一种产品的数量也在不断减少,而客户对产品的多样性的要求呈持续增长的趋势。

除了传统的对产品的低成本、高质量要求外,当今的企业生产经营还要能够适应市场被迅速分割、产品的生命周期缩短、产品的复杂性增加、定制产品数量增加、环保要求日益增强等市场环境的变化。

市场环境变化因素对企业的生产经营提出了更高的要求,而且这些不同的因素相互之间又是矛盾的,如产品复杂性增加与按照客户需求定制生产直接导致产品成本增加、生产周期与交货期延长,劳动力成本的增加和企业满足环保要求都将导致产品成本的增加。因此,虽然全面提高企业的 裁(交货期短)、匠(高质量)、悦(低成本)、杂(更好的服务) 水平是企业努力的方向,但是要实现这些目标并不是一件容易的事情。企业必须综合利用各种先进制造技术,在网络与信息技术支持下,改进现行的生产经营模式和组织结构,才有可能全面实现这些目标,在未来的市场上赢得竞争。

制造业是国民经济的支柱产业。无论是在发达国家、还是在发展中国家,制造业在国民经济中均占据主要地位。1989年,在新加坡召开的国际生产工程学会(1989)第 10届年会上,大会主席日本吉川教授在总结报告中指出,世界上各个国家经济的竞争主要是制造技术的竞争,在各个国家的企业生产力构成中,制造技术的作用一般占 30%左右。由此可见,制造技术水平的高低已成为衡量一个国家经济实力和科技发展水平的重要标志之一。

在当前竞争激烈、需求变化非常迅速的市场环境下,传统的制造业正在发生深刻的变革,先进制造技术正在显著地提高企业的产品质量、经济效益和市场竞争能力。越来越多的企业把先进制造技术作为适应迅速多变的市场需求和提高竞争力的主要手段,同样,先进制造技术也在大幅度改善企业产品结构、生产过程和经营管理模式上发挥重要的作用。越来越多的企业把能够高质量、快响应、灵活而敏捷地满足客户需求的先进制造技术作为企业继续生存并保持发展的有效途径。

先进制造技术是传统制造业不断吸收机械、电子、信息、材料、能源及现代管理等技术成果,并将其综合应用于制造全过程,以实现优质、高效、低消耗、

清洁、灵活生产,从而取得较理想的技术与经济效果的制造技术的总称。先进制造技术是制造技术的最新发展阶段。它既由传统制造技术发展而来,又随着高新技术的引入和制造环境的变化而产生质的飞跃,现已成为能够有效地控制制造系统中的物料流、信息流和价值流的工程技术。作为面向 21 世纪的制造技术,先进制造技术具有贯穿制造全过程,注重技术、管理、人员三者的有机集成,能有效支持可持续发展战略,多学科交叉融合等特点。

由于先进制造技术不是一项或者几项单纯的具体技术,而是由传统的制造技术与以信息技术为核心的现代科学技术相结合而产生的一个完整的高新技术群,因此,可以称为先进制造技术的新技术很多,而且还会不断出现许多新的先进制造技术。目前比较有影响的先进制造技术有计算机集成制造(CIM)、精良生产、敏捷制造、并行工程、虚拟制造、绿色制造、全能制造、扩展企业、供应链管理(供应链管理)等。

敏捷制造是针对传统的大量生产方式在新的现实条件下暴露出的诸多不足而提出的,它要求企业具有对剧烈的市场动态变化作出快速有效反应的能力。目前一个很普遍的情况是环境的变化速度超过了传统制造业的适应能力,公司因为无法及时满足用户需求而失去市场份额。许多企业由于没有及时意识到问题所在,有些企业虽然有意识但由于自身的局限性,仍无力进行相应的变革以适应环境的变化。

并行工程是针对传统的串行新产品开发设计方法的缺点而提出的。为了解决传统开发方法的不合理性造成的产品开发时间长、成本高、质量差的问题,并行工程用系统的方法考虑新产品开发问题,以最短的时间、最低的成本,开发出最高质量的产品。

供应链是在对企业市场中的地位进行正确评价之后,以系统和集成的观点来处理企业的物流、资金流和工作流,进而提高企业的经营管理水平和运作效率的管理策略。在目前企业行为越来越倾向于市场导向的形势下,供应链技术得到了广泛关注。

引领敏捷制造

1995 年,由美国国防制造技术计划秘书办公室资助,由里海(Lehigh)大学的亚柯卡(Accetta)研究所主持了一项关于 21 世纪发展战略的研究。这项研究由亚柯卡研究所和美国 10 家大型企业的行政首脑组成核心组进行,并邀请 100 多家企业和著名的咨询公司参与研讨,历时半年,形成了一份名为《21 世纪制造企业发展战略》的著名报告。敏捷制造(Agile Manufacturing)正是在这份报告中总结经济发展现状、展示未来而提出的一种先进制造技术。提出敏捷制造的直接原因是市场的需求,同时,技术的发展又使其成为可能。