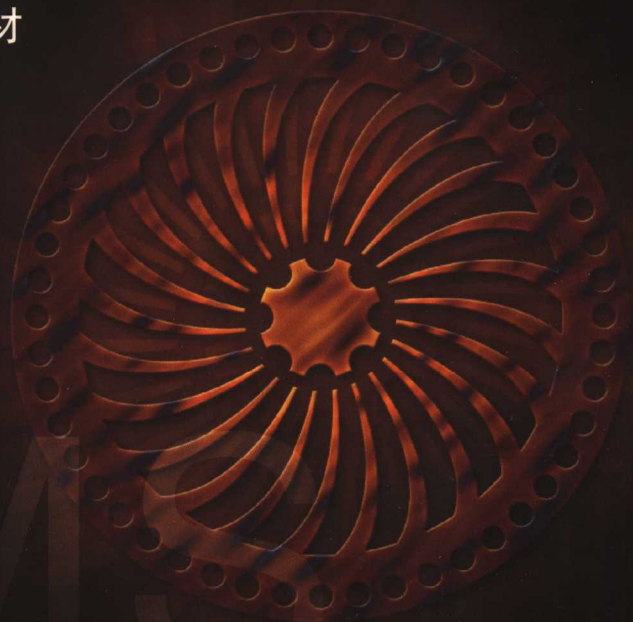


信息化管理培训系列教材



# 集成化 企业建模 方法与系统

国家CIMS工程技术研究中心 范玉顺 编著



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

信息化管理培训系列教材

# 集成化企业建模 方法与系统

国家CIMS工程技术研究中心 范玉顺 编著



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

**图书在版编目 (CIP) 数据**

集成化企业建模方法与系统 / 范玉顺编著. —北京: 中国电力出版社, 2007

信息化管理培训系列教材

ISBN 978-7-5083-4430-0

I. 集… II. 范… III. 企业管理-研究 IV. F270

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 056863 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2007 年 2 月第一版 2007 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.5 印张 486 千字

印数 0001—5000 册 定价 39.00 元

**版 权 专 有 翻 印 必 究**

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)



## 范玉顺

清华大学教授、博士生导师

清华大学网络化制造实验室主任

### 内 容 摘 要

企业模型是正确描述和理解企业的媒介，它是企业实施先进制造战略、企业经营过程重组和信息化工程以提高企业竞争力的重要基础。

本书全面介绍了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，并详细介绍了应用集成化企业建模工具构建企业模型的方法和基本原则，以及集成化企业模型的仿真分析方法。最后，本书还介绍了企业诊断的基本方法。

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，是研究人员开展相关研究的基础，也为企业应用人员深入了解和使用集成化企业建模工具提供了有效的参考。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和方法的教材。

# 集成化企业建模

方法与系统

策划编辑：杨伟国 张 敏

联系电话：010-63416216

电子信箱：yang\_weiguo@cepp.com.cn

# 《信息化管理培训系列教材》

## 丛书编委会

主 任：吴 澄

副主任：肖田元 范玉顺 柴跃廷

委 员：崔德光 范文慧 李 清 李希海 罗振璧 商宏图 史文月  
杨建华 唐劲松 王新河 张志千

# 前 言

认识世界是改造世界的基础,认识世界的目的也是为了改造世界。抽象与建模是人类认识世界并解决复杂问题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、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。特别是在当前企业信息化需要完成业务与信息技术融合的过程中,进行企业建模与基于企业模型开展企业信息化规划、系统设计和实施对于准确把握企业需求,提高信息化实施的成功率和水平具有重要的意义。

由于企业是非常复杂的社会、经济、物理系统,它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它通常是由一组模型组成的,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关于建模企业的知识、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完成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良好的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。

本书第1章分析了先进制造模式、先进管理方法和企业信息化对企业建模的应用需求。第2章介绍了企业建模的基本概念、基本原理、基本过程和模型评价准则。第3章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。第4~6章从功能、信息、过程、组织与资源视图的角度全面介绍了企业建模中相应视图模型的基本理论、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,本书第7章介绍了当今比较有影响的动态企业建模方法。在介绍现有企业建模理论和方法的基础上,第8~9章重点介绍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“863”重大关键技术攻关项目“面向CIMS工程实施的企业建模与分析系统”和若干企业建模应用的研究成果,给出了企业模型的构建方法和基本原则,并给出了一个酒精企业的企业模型供读者参考。第10章介绍了企业模型仿真分析的原理、方法和应用步骤。第11章介绍了企业诊断的基本概念和基本原理,并对经营战略、战略实施和业务过程诊断方法进行了详细的介绍。

本书为有志于从事企业建模理论与方法的研究人员全面了解 workflow 管理技术提供了详细的科研资料,是研究人员开展深入研究的基础。本书也可以作为企业实施信息化、经营过程重组的参考资料,还可以作为企业管理、计算机、自动化、机械制造专业的研究生学习企业建模理论与方法的教材使用。

本书的第1~7章由范玉顺教授编写,第8~11章由林慧苹博士编写,曾森博士编写了第8~9章的初稿。在本书作者进行企业建模理论方法的研究和本书的编写过程中,得到了清华大学张洵讲师、赵彧博士、熊鹏程博士等的大力支持,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 者**

2006年1月于清华园

# 目 录

## 前 言

### 1 企业模型的应用需求.....1

- 1.1 信息时代制造企业面临的挑战 .....1
- 1.2 企业模型是正确描述和理解企业的媒介 .....5
- 1.3 先进制造模式及其对企业模型的需求 .....8
- 1.4 先进管理方法及其对企业模型的需求 .....16
- 1.5 企业信息化对企业模型的需求 .....25

### 2 企业建模的基本概念.....32

- 2.1 企业模型的基本概念 .....32
- 2.2 企业建模的目的 .....33
- 2.3 企业建模的基本原理 .....35
- 2.4 企业建模过程 .....38
- 2.5 企业建模的内容 .....41
- 2.6 企业模型的评价准则 .....44

### 3 企业建模的基本理论与方法.....46

- 3.1 CIMS 与 CIM 体系结构 .....46
- 3.2 Zachman 框架 .....54
- 3.3 现有企业建模方法 .....61
- 3.4 本体建模方法 .....76

### 4 功能与信息建模方法.....83

- 4.1 概述 .....83

|                        |    |
|------------------------|----|
| 4.2 几种功能建模方法介绍 .....   | 84 |
| 4.3 IDEF0 功能建模方法 ..... | 89 |
| 4.4 信息建模方法 .....       | 97 |

## **5 过程建模方法..... 111**

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 5.1 概述 .....              | 111 |
| 5.2 过程建模的概念与方法 .....      | 112 |
| 5.3  workflow建模方法 .....   | 124 |
| 5.4 CIMFlow 工作流建模方法 ..... | 141 |

## **6 组织与资源建模方法..... 156**

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 6.1 组织结构与组织建模概述 .....     | 156 |
| 6.2 组织建模的概念与方法 .....      | 163 |
| 6.3 集成化企业建模中的组织建模方法 ..... | 169 |
| 6.4 资源建模概述 .....          | 175 |
| 6.5 资源建模的概念 .....         | 176 |
| 6.6 现有资源建模方法 .....        | 178 |
| 6.7 资源分类方法 .....          | 182 |
| 6.8 资源状态及其控制 .....        | 183 |
| 6.9 集成化企业建模中的资源建模方法 ..... | 184 |

## **7 动态企业建模方法..... 191**

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 7.1 动态企业建模产生背景及技术特点 ..... | 191 |
| 7.2 动态企业建模理论与方法 .....     | 196 |
| 7.3 动态企业建模工具系统 .....      | 202 |
| 7.4 动态企业建模系统的实现技术 .....   | 209 |
| 7.5 动态企业建模的步骤与效果 .....    | 213 |
| 7.6 动态企业建模的发展方向 .....     | 219 |

## **8 集成化企业建模方法..... 220**

|              |     |
|--------------|-----|
| 8.1 概述 ..... | 220 |
|--------------|-----|

|     |                    |     |
|-----|--------------------|-----|
| 8.2 | 集成化企业建模的体系结构 ..... | 220 |
| 8.3 | 集成化企业建模方法 .....    | 225 |
| 8.4 | 集成化模型视图间的关联 .....  | 230 |
| 8.5 | 视图间一致性的保证体系 .....  | 232 |
| 8.6 | 模型演进过程 .....       | 234 |
| 8.7 | 集成化建模过程项目管理 .....  | 242 |

## **9 集成化企业建模工具系统.....246**

|     |                        |     |
|-----|------------------------|-----|
| 9.1 | 概述 .....               | 246 |
| 9.2 | 系统的总体结构和基本功能 .....     | 246 |
| 9.3 | 视图建模工具 .....           | 249 |
| 9.4 | 用户管理及版本管理工具 .....      | 255 |
| 9.5 | 文档管理工具 .....           | 259 |
| 9.6 | 集成化企业建模工具的数据组织方式 ..... | 260 |
| 9.7 | 集成化企业建模系统应用案例 .....    | 263 |

## **10 企业模型的仿真分析方法.....283**

|      |                   |     |
|------|-------------------|-----|
| 10.1 | 企业模型仿真的基本概念 ..... | 283 |
| 10.2 | 企业模型的仿真分析方法 ..... | 285 |
| 10.3 | 企业模型分析的评价体系 ..... | 288 |
| 10.4 | 企业仿真模型的建立 .....   | 292 |
| 10.5 | 仿真执行 .....        | 296 |
| 10.6 | 企业模型仿真分析实例 .....  | 299 |

## **11 企业诊断.....306**

|      |                 |     |
|------|-----------------|-----|
| 11.1 | 企业诊断的基本概念 ..... | 306 |
| 11.2 | 企业的经营战略诊断 ..... | 310 |
| 11.3 | 企业战略实施诊断 .....  | 314 |
| 11.4 | 企业的业务过程诊断 ..... | 325 |

## **参考文献.....332**

# 1 企业模型的应用需求

## 1.1 信息时代制造企业面临的挑战

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,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、跨行业之间相互渗透、相互竞争日趋激烈。在企业间竞争国际化、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,形成了全球化的经济和以知识为核心的知识经济。当今制造企业面临的竞争形势可以从市场、产品、技术、知识和环境五个方面进行分析。

### 1.1.1 动态变化的全球竞争市场

网络技术的发展,特别是 Internet 的普及和应用,大大拓展了企业的制造和销售范围,全球生产、全球销售已经成为许多跨国公司的经营战略。过去企业利用区域优势占领区域市场的机会已经越来越小。不管企业位于什么地区,它面对的都是来自国际上一流公司和产品的竞争。跨国经济已经成为 21 世纪的主导经济,跨国公司已经成为大企业生存的主要形式。2002 年跨国公司的生产总值已占资本主义世界生产总值的 40% 以上,其贸易额占世界贸易总值的 50%,工业研制费占世界总值的 80%,跨国公司操纵了全世界技术转让的 75% 和对发展中国家技术贸易的 90%。因此,可以说,不参加跨国公司在这些产业的全球化生产和市场网络,就很难加入这些产业发展的世界主流。

市场的快速动态变化也已经成为当今制造企业必须面对的问题。无论是产品更新换代的速度、还是企业采用新技术、新工艺的速度都大大提高,因此,企业花巨资开发的拳头产品往往并不能长期占据主导地位,企业花费很大力量在某个领域建立的优势很快就受到其他企业的挑战。当今,除了极个别产品的市场(如微软公司的 Windows 操作系统、大型民用飞机)被少数公司垄断以外,大部分产品的市场都被许多公司在动态地分割,每个公司凭借其实力和经营策略试图占有更多的市场份额。在这种情况下,企业需要对市场持续地进行分析,并保持对市场的快速响应能力,高质量、低成本地为用户提供满足其需求的新产品,才能求得生存和发展。通过垄断来独占市场或者通过大批量生产的方式获得高额利润的机会已经越来越小。在市场上能够异军突起、独占鳌头的公司往往是依靠推出能够

领导市场潮流的创新产品。

### 1.1.2 复杂产品的全生命周期管理

在产品方面,制造企业面临着产品生命周期缩短、交货期缩短、复杂性增加、客户化定制需求增加等新的要求。这些要求迫使企业不得不对其业务过程、产品研制模式、生产组织方式等进行调整和改革,从而满足用户对产品的高要求。

(1) 产品生命周期与交货期缩短。20 世纪 70 年代以前,产品的生命周期很长,构成产品的技术相对比较简单。企业研制出一种产品可以在市场上销售很长时间。与 20 世纪 70 年代相比,当今产品的生命周期已经显著地缩短,产品的更新换代速度在显著加快。一种产品从投放市场到最终被淘汰的时间已经大大缩短。由于整个产品的销售时间缩短,企业在每个产品上的利润回报时间也大大缩短了,这就要求企业在研制开发这个产品上的投资能够在短期内得到效益回报。以汽车工业为例,在 20 世纪 50~60 年代,汽车公司推出的大部分车型平均可以有 15~20 年的生命周期,而到了 20 世纪 90 年代后期,汽车的平均生命周期已经缩短到了 5~7 年。国际上某个著名的生产工程运输机械的公司为了加强其市场竞争能力,制定的其产品(工程车辆)发展战略为:3 周设计、3 个月试制与 3 年的生命周期。

由于最终用户对产品迅速交货的要求越来越强烈,交货期已经成为市场竞争的一个重要因素。在有些情况下,用户对交货期的要求甚至超过了对价格的要求。缩短产品交货期主要包括缩短产品的设计周期与制造周期。对于简单的装配型产品,如小家电、自行车、低档次的计算机设备,由于其设计过程相对简单,因此缩短交货期主要是要解决生产组织和物料及时供应问题。对于复杂的产品,如飞机、大型船舶、大型发电机组、复杂的汽车模具,缩短设计过程并且提高产品的设计质量成为缩短产品交货期的更关键因素,而且经常是决定性的因素。对于这些复杂产品,减少由于设计不合理而造成的在产品制造过程中出现加工困难、废品增加、返工次数增加、甚至不得不重新修改设计等已经成为缩短产品交货期最迫切需要解决的问题。

(2) 产品的复杂性增加。随着产品设计水平的提高和产品功能的不断增加,当今产品已经变得越来越复杂。这对企业的产品研制水平提出了越来越高的要求。以汽车为例,最早的汽车设计主要考虑机械设计问题,而当今的汽车除了机械部件越来越复杂外,还需要考虑电子点火系统、安全保护装置、空调系统、无线电系统乃至全球定位系统。产品复杂性增加直接导致产品研制费用和产品开发周期的增加,尤其是制造用来进行试验和分析的产品原型的时间和费用迅速增加。因此,如何降低产品的研制费用,尤其是原型制造费用,是降低产品成本的关键问题。许多公司已经开始使用先进的计算机数字化产品模型与虚拟制造技术,通过在计算机上对数字化产品模型进行仿真分析,从而避免在物理上制造产品原型的方法来降低产品研制费用。典型的例子是波音公司在“777”型飞机的研制中采用了数字化产品模型和虚拟制造技术,使得该公司在没有生产物理样机的情况下完成了该机型飞机的设计开发,并成功地将其投入了市场销售。

(3) 定制产品数量增加。当今客户已经越来越不满足于大众化的通用产品,他们希望

制造企业能够按照他们特定需求生产符合其特定功能要求、环境要求、个人兴趣、甚至审美观念的产品。按照特定客户需求设计制造的产品称为定制产品。用户不仅可以对定制产品提出需求,甚至可以直接参与其设计过程,对设计方案提出他们的建议。目前,客户定制产品的种类不断增加,定制产品在企业整个产品数量中所占比例呈不断上升的趋势。许多大的轿车生产厂家已经推出了网上客户定制服务软件,供用户对他想购买的轿车提出要求。另外,国外的糖果厂还提供按照客户需求定制礼品巧克力、礼品饼干、蛋糕的业务。同样,在自行车、冰箱、家具等行业,提供定制服务的公司数量也在迅速增加。提供定制服务已经被认为是企业扩大其市场份额的一个重要手段。美国乔治·华盛顿大学新兴技术预测委员会预测“到2011年,汽车、电器等30%以上的产品将广泛实现大批量定制生产。”

(4) 产品的全生命周期管理。伴随着以用户为中心的市场经营战略的实施,企业对产品的管理方式也已经从最初的独立设计、独立制造,发展到设计制造的集成化管理,目前许多企业正在向着产品的全生命周期管理的方向努力。产品的全生命周期管理的目标是实现对产品从需求定义、概念设计、详细设计、生产制造、使用维护,直到产品报废的全过程集成化管理。用户从一开始就介入产品的研制开发过程,而企业则对产品在整個生命周期中的状态进行监控,尤其是对产品在使用过程中的维护提供技术支持。如德国宝马公司在最新推出的宝马轿车上安装了产品运行维护检测系统,该系统对轿车在运行过程中的状态进行监控,包括轮胎的压力、润滑系统的油压、发动机的工作情况等,并将监控数据通过卫星发送给轿车制造厂的产品管理系统,通过对运行数据的分析,轿车制造厂将对该车的维护指导意见发送到车载计算机系统中,用户可以参考这些意见对汽车进行维护,如及时充气、补充润滑油、检修发动机等。将产品全生命周期管理方法与技术应用于民用、军用飞机、大型船舰、大型成套设备等上面无疑会具有更大的实际价值。

### 1.1.3 先进制造技术和信息技术的应用

采用先进制造技术和信息技术已经成为当今领先的制造企业赢得市场竞争的重要手段之一。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。先进制造技术包括柔性制造技术、集成制造技术、快速产品开发技术、敏捷制造技术、精良生产技术、智能与绿色制造技术等。从其作用上,先进制造技术可以分为先进制造系统总体技术、管理技术、设计制造技术、制造装备与工艺技术、先进制造支撑技术等。先进制造技术是制造技术的最新发展阶段,它既是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了质的飞跃,它显著地提高了企业的产品质量、经济效益和市场竞争能力,先进制造技术还在大幅度的改善企业产品结构、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、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。

信息技术对制造业产生了极其深刻的影响,使制造业的发展烙上了明显的信息化烙印。网络技术的发展与应用促进了全球化制造模式的形成,引发了制造业的重新分工和资源的重

新配置。信息技术的发展促进了敏捷制造,形成了以虚拟企业和动态联盟为特征的新型制造模式;计算机技术的应用促进了设计制造的数字化,大大缩短了产品设计周期,降低了产品开发成本。以互联网和电子商务为主要特征的新经济的发展,加快了经济全球化进程。以飞机研制为例,波音公司通过采用信息技术,尤其是并行工程技术和虚拟制造技术,使“波音777”的开发周期从传统的9年缩短到4.5年,成本降低了25%,并实现了100%整机数字化设计,为波音公司在飞机制造业方面取得世界垄断与霸主地位奠定了技术基础。美国通用汽车公司通过采用数字化技术、虚拟制造技术和网络技术使汽车的开发周期从48个月缩短到24月,现在已经实现12月完成一个新车型的开发,汽车碰撞试验次数从100次减少到50次,对用户的个性化的定单实现3个小时上线装配,通过网络在线采购降低了10%的成本。Cisco公司85%的交易通过网络实现在线完成,每天网上销售额达到5000万美元,通过实施电子商务系统使其销售额增长了500%,而人员仅增加10%,产品的交货期由过去的3周降为3天,顾客满意度上升52%。Dell公司每天通过网上销售的产品额达4000万美元,占其销售收入的50%以上。Intel公司每月网上交易10多亿美元,占其销售收入的42%以上。

由此可见,先进制造与信息技术为制造业的发展提供了核心的技术支撑,采用高新技术改造传统产业、用信息化带动工业化、实现制造业的跨越式发展是今后相当长的一段时间内我国制造企业的必由之路。

#### 1.1.4 知识获取和管理

所谓知识就是供人们用来执行动作的一组数据和信息,知识的用途主要有两个,一是为了完成一定的任务,二是为了产生新的信息。在当今知识经济时代,知识已经成为企业的重要资产,管理方面的专家估计在企业的总资本中,智力资本占了75%。许多文章都已经明确地指出,未来企业间的竞争是人才的竞争,而人才的竞争本质上是知识的竞争,拥有更多更新知识的企业更有可能赢得市场的竞争。知识已经是企业获取利润的最主要的原材料和关键资源。根据对美国部分企业调研的结果显示,即使在制造企业,基于知识的服务能力对其增值产品的贡献率也达到了65%~75%。在当今的市场上我们买卖的越来越多的的是知识,以IC芯片为例,其原材料是硅沙和铜板,一个IC芯片的价值不是由其面积和使用多少材料来决定,而是由芯片内部设计和制造高集成度芯片的技术来决定。因此,可以说购买芯片所支付的费用主要是花费在芯片中固化了的知识和设计制造芯片的知识上。同样对于飞机、舰船等高新技术产品也是一样,如果以普通船舶每公斤重量的价格作为基数1,那么民用飞机每公斤的价格指数就是800,而新型战斗机每公斤价格指数则为3000,决定这些产品价格的主要因素是产品的技术含量,也就是产品设计制造和管理的知识。知识也已经成为企业获得成功的重要因素,对美国高层管理者进行的咨询结果表明,许多最高层的执行者认为知识是他们组织成功的惟一的最重要的因素,获取和管理知识已经成为现代企业非常重要的日常活动。如何更好地获取和管理知识是知识工程的主要研究问题。知识工程可以帮助企业快速确定如何开发、分配和应用其知识资源中存在的的机会和瓶颈,提高协作知识管理水平。它还可以提供全面理解知识工作的过程和结构,通过建立定义良好的知识结构和易于维护知识系统,为支持知识的工作提供更好的信息技术集成方法。

基于知识产权的独占性产品技术加强了跨国公司在本行业国际市场的垄断地位,并产生了如通用汽车公司、波音飞机、西门子公司等行业龙头公司。同样在信息技术公司,以知识产权为核心的软件支撑了软件产业和服务业的迅速发展,造就了新的巨型IT公司,如微软、IBM、EDS、SAP和ORACLE公司等。未来领先的企业应该始终把创造知识、获取知识、管理知识和重用知识作为其最重要的发展战略和日常的核心业务管理工作!

#### 1.1.5 环境保护和工作条件改善

(1) 环保要求日益增强。随着全球环境保护呼声的日益高涨,对制造企业的环境要求也越来越强烈。对制造企业在环境保护方面的要求主要包括两大方面:一是对企业在产品制造过程中对环境的低污染要求,包括噪声、废气、废水、废液、废料;另外一方面指产品在报废以后要对其大部分的部件尽可能地回收重用,对于不能够回收重用的要能够方便地进行分解处理,从而在最大程度上减少对环境的污染。近些年来,与环保要求相关的绿色制造、多生命周期产品设计、可拆卸设计技术得到了高度的重视。

(2) 劳动力成本提高与工作时间缩短。虽然还有相当多的不发达地区有廉价的劳动力,但是对于许多现代企业有些技术人员还是相当紧缺,而且技术工人的劳动力成本也在呈不断上升的趋势,这就导致了企业产品成本的增加。另外随着国家、地区公共节假日的增多,劳动保护法条例的不断细化和贯彻执行,劳动力的工作时间还在不断地缩短,这也会导致企业的劳动力成本提高。

上节介绍的各种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T(交货期短)、Q(高质量)、C(低成本)、S(更好的服务)水平是企业努力的方向,但是要真正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,在网络与信息技术的支持下,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,并在未来的市场竞争中赢得更多的份额。

## 1.2

## 企业模型是正确描述和理解企业的媒介

为了在激烈的市场竞争环境中生存和发展,企业采取了许多旨在提高其经营管理水平和市场竞争力的方法。如采用敏捷制造、并行工程、现代集成制造、网络化制造、大批量定制、精益生产等先进制造模式;采用业务流程再造、组织结构扁平化、全面质量管理、供应链管理、成本预算控制等先进管理模式和管理方法;采用企业资源计划(ERP)、产品数据管理(PDM)、制造执行系统(MES)、办公自动化(OA)、电子商务(EB)等先进的信息系统;采用柔性制造系统(FMS)、先进数控机床、激光加工、先进工艺、可编程逻辑控制器(PLC)、分布式控制系统(DCS)等先进制造与自动化技术。虽然上述方法在解决

的问题、应用的方式、实施的范围、使用的对象、采用的手段上有差别,但是由于它们研究解决的都是企业中某些方面的问题,都离不开企业模型。要改造企业并提高其经营管理水平和市场竞争力,首先要正确认识和描述企业,因此,企业建模是认识企业、改造企业和优化企业运行的基础核心技术。特别是在信息(数字化)时代普遍要求企业管理规范化、业务流程合理化、业务决策科学化、企业性能评价定量化、信息系统集成化的情况下,研究企业建模的理论、方法与工具系统就具有更加重要的实际应用价值。

现实世界是复杂的,人们面临和所要解决的大部分问题也是复杂的。外界的信息传到人脑后,经过一定的处理或转换形成了人们的认识,这些认识受诸多因素的制约,一般不能百分之百地反映世界的真实面貌,只能是近似的和不完善的,有的时候还有很大的偏差。尽管如此,人们仍然能够与这个世界打交道,因为可以通过一些方法和手段提炼出这个世界的某些本质特征和规律,用来理解复杂系统的运行规律和解决复杂的系统问题。这些方法和手段需要某种形式的中介,这个中介就是人们通常所说的模型,它弥补了人们在直接理解和处理复杂系统及问题能力方面的不足。

模型是对复杂系统及问题的一种简化和抽象,它将复杂系统的特征、行为和规律等通过简单明了的形式表达出来,帮助人们认识问题、研究问题和解决问题。它虽然不能把整个研究对象原封不动地描述出来,但它能帮助人们抓住问题的主要矛盾,从而排除一些不必要的干扰信号。当人们开始试图理解一个事物的时候,已经不知不觉地开始建模了。特别是面对一个不很直观问题的时候,通常在脑子里、在纸面上或通过其他办法勾画一个“草图”,这就是一个简单粗略的模型。但是这种情况下建立的模型是零散的、不系统的、无序的、模糊的,不容易为他人所理解。而且对于同一事物,由于理解的角度和深度的不同,不同的人所建立的模型也就不同,相互之间总是有一定偏差的。

那么当人们在共同探讨一个问题或研究一个系统的时候,就需要一个彼此都能理解的模型来表达他们的研究对象,因此在科学和工程意义上的建模就是用一个公共一致的模型把人们对同一事物理解的偏差控制在最小范围内。

企业是一个非常复杂的系统,其复杂性表现:

(1) 规模大、层次多:任何一个企业都包含多个管理层面,涉及企业经营、产品设计、产品生产、物料采购与产品销售、后勤服务等若干个部门,其系统规模远远大于一般控制系统的对象规模。

(2) 构成成分复杂:企业不是一个简单的物理系统,而是一个社会、经济和物理综合的复杂系统。其构成不仅包含物质要素,还包含技术、人、经营管理等非物质要素;不仅涉及物流,还有大量的信息流、资金流、控制流;不仅有过程与功能的组成成分,还涉及资源、产品、组织、信息等多方面的成分。

(3) 功能与行为复杂:企业作为一个系统包含了产品从规划设计、生产制造到最终交付用户使用的一切活动,涉及产品设计开发过程、加工制造过程、经营管理过程、销售及过程等,不仅涉及物理的动作,还有大量人的活动和经济行为。

(4) 功能之间的关联复杂:企业组成成分内部和不同成分之间存在复杂的关联关系,如功能之间存在逻辑顺序上的关联关系,功能与过程、功能与组织之间存在隶属关系,功