



高等院校机械工程·工业工程系列教材

Introduction of Modern Manufacturing System Engineering

# 现代制造系统工程导论

顾新建 祁国宁 谭建荣 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

高等院校机械工程·工业工程系列教材

# 现代制造系统工程导论

顾新建 祁国宁 谭建荣 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大學出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

现代制造系统工程导论 / 顾新建, 祁国宁, 谭建荣著.  
杭州: 浙江大学出版社, 2007. 7  
(高等院校机械工程、工业工程系列教材)  
ISBN 978-7-308-05391-4

I. 现... II. ①顾... ②祁... ③谭... III. 机械制造工艺—  
高等学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 092614 号

## 现代制造系统工程导论

顾新建 祁国宁 谭建荣 著

---

责任编辑 张明  
封面设计 刘依群  
出版发行 浙江大学出版社  
(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)  
(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)  
(网址: <http://www.zjupress.com>)  
排 版 浙江大学出版社电脑排版中心  
印 刷 杭州杭新印务有限公司  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 18.25  
字 数 479 千字  
版 印 次 2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷  
印 数 0001—2500  
书 号 ISBN 978-7-308-05391-4  
定 价 32.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换  
浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88072522

## 内 容 简 介

本书对现代制造系统的发展方向、理论基础、建模和分析方法等作了全面的分析和介绍。全书综合应用自然科学、人文和社会科学、工程技术和管理学等广泛领域的知识,对现代制造系统中的产品系统、车间层、企业层、企业协同层和环境和谐层等各组成部分进行了分析、研究和评价。本书的特点是内容新颖、案例丰富、系统性强。

本书的目的是使读者能够对整个现代制造系统的发展方向有比较清楚的了解,掌握现代制造系统分析、建模、优化和控制的方法和理论,掌握制造企业计算机应用的系统工程方法,以满足制造企业在计算机应用、系统设计、企业管理,以及产品设计、工艺设计等工作时对系统工程知识的需求,并且帮助读者在解决具体产品设计和制造问题,时能从系统和全局的角度分析问题,从而得到更满意的解决方案。

本书可供机械制造、工业工程、管理和计算机等专业的研究生、本科生和工程技术管理人员阅读和参考。

# 前 言

以下问题是本书研究的出发点：

一、制造业是我国国民经济的支柱产业，其工业增加值占国家 GDP 的 1/3 左右。中国是世界的“制造大国”，但远不是“制造强国”。应如何从“制造大国”走向“制造强国”呢？

二、以信息化带动工业化，以工业化促进信息化，走新型工业化发展道路。这是国家的重要发展战略。如何实施这一战略？

三、现代制造系统新模式、新方法层出不穷。如何系统地了解这些模式和方法？

四、制造企业是一个复杂大系统，如何从系统的角度把握该系统。无论从事什么样的具体工作，如果能从系统的角度考虑问题，那么无疑会对整个系统的优化带来更大的好处，尤其是在从事制造企业的计算机应用工作时，更应考虑制造系统的集成和总体优化问题。

五、现代制造系统的发展趋势是什么？

本书除了介绍最新的现代制造系统的理论、方法和系统，还讨论现代制造系统的发展方向，希望能够对读者开展进一步的深入研究以启发。

现代制造系统工程是一门关于现代制造系统分析、建模、优化和控制的方法和理论的学科，其研究对象是由人员、技术、物资、设备等生产要素组成的系统，任务是研究、设计、改善和建立有效的系统整体，方法是综合应用自然科学、人文和社会科学、工程技术和管理学等广泛领域的知识，对系统各组成部分进行分析、研究和评价。目前该学科正处于发展阶段，并受到人们日益增长的重视。现代制造系统工程从物的系统扩展到包括人的系统，从单纯的技术和定性分析发展到定量与定性、技术因素与人文因素相结合，成为研究制造系统这一复杂人机系统（社会技术系统）的强有力的工具。

本书力图对现代制造系统的发展方向、理论基础、建模和分析方法等作全面的分析和介绍。希望通过阅读本书，使读者能对整个现代制造系统的发展方向有比较清楚的了解，掌握现代制造系统的分析、建模、优化和控制的方法和理论，掌握制造企业的计算机应用的系统工程方法，以满足在进行制造企业计算机应用、系统设计、企业管理以及产品设计、工艺设计等工作时对系统工程知识

的需求,并且有助于在解决具体产品设计和制造问题时,能从系统和全局的角度分析问题,从而得到更满意的解决方法。因限于篇幅和能力,许多方法和理论只是给出一个提纲和框架,感兴趣的读者可以进一步阅读有关文献。本书的任务只是打开一扇窗户,窗外精彩的世界仍需大家进一步探索。

参加本书编写工作的还有李晓、邢西哲、潘旭伟、钱亚东、张太华、王生发、胡浩等博士研究生。特此表示衷心感谢。

作者衷心感谢李荣彬(W. B. Lee)教授、韩永生研究员、潘晓弘教授、唐任仲教授等对本书的支持。

本书可供机械、工业工程、管理和计算机等专业的研究生、本科生和工程技术人员及管理人员阅读和参考。

由于本书涉及的范围比较广,所研究的问题比较新也比较复杂,这些实为作者学力所不逮。书中肯定会有不少疏误之处,恳祈各位专家学者批评指正。

本书研究得到了国家自然科学基金项目(50575204)和高等学校博士学科点专项科研基金(20060335134)的资助,特此表示感谢。

2007年4月于求是园

# 目 录

<b>第 1 章 现代制造系统概况</b> .....	(1)
1.1 本书的体系结构和学习方法 .....	(1)
1.1.1 引言 .....	(1)
1.1.2 本书的学习方法 .....	(3)
1.1.3 本书的主要特点和内容 .....	(6)
1.2 现代制造系统的基本概念.....	(10)
1.2.1 制造系统的发展和变化.....	(10)
1.2.2 现代制造系统的基本模型.....	(14)
1.2.3 现代制造系统的特点.....	(20)
1.3 现代制造系统的环境.....	(22)
1.3.1 市场环境.....	(23)
1.3.2 技术环境.....	(26)
1.3.3 社会环境.....	(32)
1.3.4 生态环境.....	(36)
思考题 .....	(39)
<b>第 2 章 现代制造系统的理论基础</b> .....	(40)
2.1 现代制造系统空间优化理论.....	(40)
2.1.1 系统论——系统集成优化的理论基础.....	(41)
2.1.2 分形几何理论——分形企业的理论基础.....	(43)
2.1.3 模式识别理论——现代制造系统有序化的理论基础.....	(46)
2.1.4 相似理论——成组技术的理论基础.....	(53)
2.1.5 层次分析法——制造系统方案设计和优化的理论基础.....	(55)
2.1.6 仿生学——现代制造系统理论创新的重要源泉.....	(58)
2.2 现代制造系统时间优化理论.....	(63)
2.2.1 信息论——企业信息流优化的理论基础.....	(63)
2.2.2 控制论——系统信息流控制优化的理论基础.....	(65)
2.2.3 耗散结构理论——企业成长过程优化的理论基础.....	(66)
2.2.4 协同论——制造系统合作与共生的理论基础.....	(68)

2.2.5	突变论——企业重组与非稳定发展的理论基础·····	(70)
2.2.6	离散事件动态系统(DEDS)理论——制造系统的动态建模和 分析的理论基础·····	(71)
2.2.7	运筹学——制造系统运作中的结构化问题优化的理论基础·····	(76)
	思考题·····	(77)
<b>第3章</b>	<b>现代制造系统设计和建模方法</b> ·····	<b>(78)</b>
3.1	现代制造系统的建模体系结构·····	(78)
3.1.1	现代制造系统建模体系结构概述·····	(78)
3.1.2	硬系统方法和软系统方法的体系结构·····	(83)
3.1.3	“机械型”模型与“生物型”模型·····	(86)
3.2	现代制造系统设计方法·····	(87)
3.2.1	现代制造系统空间优化设计方法·····	(87)
3.2.2	现代制造系统时间优化设计方法·····	(89)
3.3	面向系统空间优化的图形化建模方法·····	(92)
3.3.1	功能模型及建模方法·····	(92)
3.3.2	组织模型及建模方法·····	(95)
3.4	面向系统时间优化的图形化建模方法·····	(98)
3.4.1	过程模型及建模方法·····	(98)
3.4.2	信息模型及建模方法·····	(102)
	思考题·····	(108)
<b>第4章</b>	<b>产品系统优化理论和方法</b> ·····	<b>(109)</b>
4.1	产品系统优化概述·····	(109)
4.1.1	几则小故事·····	(109)
4.1.2	产品系统优化概述·····	(111)
4.1.3	产品系统优化模型·····	(116)
4.1.4	产品系统与制造系统的集成优化·····	(124)
4.2	产品系统的空间优化方法·····	(127)
4.2.1	系列产品和组合产品·····	(127)
4.2.2	系列产品的开发方法·····	(128)
4.2.3	组合产品的开发方法·····	(132)
4.3	产品系统的时间优化方法·····	(139)
4.3.1	客户订单分离点及其后移·····	(139)
4.3.2	基于PDM/ERP的过程优化·····	(143)
4.3.3	并行工程和DFX技术·····	(145)
	思考题·····	(146)



<b>第 5 章 车间层制造系统</b> .....	(147)
5.1 车间层制造系统概况 .....	(147)
5.1.1 几则小故事 .....	(147)
5.1.2 车间层制造系统概述 .....	(148)
5.1.3 车间层制造系统模式 .....	(149)
5.2 车间层制造系统的空间优化 .....	(153)
5.2.1 单元制造系统的设计 .....	(153)
5.2.2 面向成组生产的空间组织优化算法 .....	(157)
5.2.3 产品系统与制造系统的集成优化 .....	(160)
5.3 车间层制造系统的时间优化 .....	(162)
5.3.1 任务协调优化方法 .....	(163)
5.3.2 车间作业排序方法 .....	(165)
思考题.....	(175)
<b>第 6 章 企业层制造系统</b> .....	(176)
6.1 企业层制造系统概况 .....	(176)
6.1.1 几则小故事 .....	(176)
6.1.2 企业层制造系统概述 .....	(177)
6.1.3 企业层制造系统模式 .....	(179)
6.2 企业层制造系统的空间优化 .....	(190)
6.2.1 企业重组 .....	(190)
6.2.2 现代制造系统的分解方法 .....	(196)
6.2.3 现代制造系统的组织结构优化 .....	(197)
6.3 企业层制造系统的时间优化 .....	(201)
6.3.1 以缩短交货期和降低成本为目标的时间优化 .....	(201)
6.3.2 以缩短交货期为首要目标的时间优化 .....	(208)
6.3.3 以降低成本为首要目标的时间优化 .....	(209)
思考题.....	(213)
<b>第 7 章 企业协同层制造系统</b> .....	(214)
7.1 企业协同层制造系统概况 .....	(214)
7.1.1 几则小故事 .....	(214)
7.1.2 企业协同层制造系统概述 .....	(216)
7.1.3 企业协同层制造系统模式 .....	(218)
7.2 企业协同层制造系统的空间优化 .....	(224)
7.2.1 面向企业协同的功能优化 .....	(225)
7.2.2 企业与客户的协同方法 .....	(228)

7.2.3	企业与供应商的协同优化方法 .....	(233)
7.2.4	企业协同的外部环境建设 .....	(237)
7.3	企业协同层制造系统的时间优化 .....	(240)
7.3.1	以缩短交货期为首要目标的时间优化 .....	(241)
7.3.2	以降低成本为首要目标的时间优化 .....	(242)
	思考题 .....	(245)
<b>第8章</b>	<b>环境和谐层制造系统 .....</b>	<b>(246)</b>
8.1	环境和谐层制造系统概况 .....	(246)
8.1.1	几则小故事 .....	(246)
8.1.2	环境和谐的需求 .....	(248)
8.1.3	绿色制造、产品、材料技术和技术生态学 .....	(254)
8.2	环境和谐层制造系统空间优化 .....	(256)
8.2.1	环境保护、技术和成本的总体协调优化 .....	(256)
8.2.2	绿色制造系统及优化模型 .....	(257)
8.2.3	生态工业群落 .....	(260)
8.3	环境和谐层制造系统时间优化 .....	(261)
8.3.1	工业生态系统模型和绿色再制造工程 .....	(262)
8.3.2	绿色评价体系 .....	(264)
8.3.3	绿色供应链管理 .....	(269)
	思考题 .....	(273)
	<b>参考文献 .....</b>	<b>(274)</b>

# 第1章 现代制造系统概况

由于现代社会的需求变化,科学技术尤其是信息技术的发展,以及人员素质的提高,传统的制造系统正在发生深刻的变化,出现了一些制造系统的新概念、新方法和新模式。本章对此作简要介绍和分析。

## 1.1 本书的体系结构和学习方法

本书试图从整体和集成的角度进行制造系统的分析、设计和改进。在学习时要求采取模仿或换位思考的方法、系统思考的方法、联系实际案例学习的方法、跨行业的标杆学习方法、条理化的思考方法、批判性学习的方法、兼容各种观念的学习方法、充分利用网络的学习方法等。

### 1.1.1 引言

#### 1. 从对一家企业的专家诊断说起

某企业面临困境,董事长请来了各方专家进行会诊。专家们听了董事长的介绍,参观了企业,然后到了会议室,开始对企业提出解决问题的建议。

计算机专家快人快语:“现在是信息社会、网络经济时代。信息化可以使企业插上腾飞的翅膀,摆脱目前的困境。建议企业引入 ERP(企业资源计划)系统,开展电子商务。”

制造专家一针见血地说:“企业的制造过程落后、僵化,不能适应快速变化的市场,建议企业采用快速、可重组的制造系统。”

产品设计专家深思熟虑地说:“企业的产品品种单调,不能适应当前多样化、个性化的买方市场。建议企业以顾客为中心开发产品,采用模块化、标准化和系列化技术,使产品既多样化和个性化,同时成本低和交货期短,从而提高产品的市场竞争能力。”

销售专家紧接着说:“现在顾客对服务的要求越来越高,企业不仅要生产顾客满意的产品,还要进一步向服务业拓展,为顾客提供全方位、个性化、知识化的服务。”

管理专家一语惊人:“企业的最大问题是管理机制落后,导致员工缺乏积极性和创新性。建议进行组织结构和业务过程重组,将权力下放,重视知识管理。”

董事长说:“各位专家的话都言之有理,点中了我企业的要害。但我还想进一步知道,这些药是同时买来,一块儿吃,还是有先有后,或者是综合这些药方,开一剂内外兼顾的新药方?”

各位专家开始你一言我一语地争论起来。

这里就引出了一个话题:企业是一个大系统,在今天的竞争环境中,要求企业具有很好的灵活性,要求从整体的和集成的角度进行企业的分析、设计和改进,并且要求企业在整个

企业生态系统中找到适合自己的生态位。因此,需要一门关于企业系统的学科,即本书称之为现代制造系统工程的学科。

## 2. 企业家的困惑

企业家在犯愁:企业面临的难题为什么越来越多?一会儿多样化好,一会儿又是专业化好;一方面是企业大兼并、大联合,另一方面则是大企业分解,小企业生机勃勃。有的说企业不搞信息化没有出路,又有的说信息化是企业的“陷阱”;顾客既要多样化、个性化的产品,同时又要求产品的价格和交货期如同大批量生产的一样;一家企业严格管理取得实效,另一家却通过人性化管理,使企业突飞猛进。还有,制造系统的新概念、新模式层出不穷,如计算机集成制造、精益生产、敏捷制造、并行工程、分形企业、大批量定制、战略联盟等等,究竟哪一种概念或模式适合自己的企业?

企业家在困惑,为什么企业每前进一步都危机四伏?企业大了,有危机,企业小了,也有危机。那个微软王国的大老板就这样告诫下属,微软公司离破产只有8个月。在美国,每天约有1090家企业诞生,同时每天又有1000家企业倒闭。人们不仅要问:面对纷繁复杂的变化,企业如何才能保持永久的生命力?

风靡一时的企业重组,曾使企业家们如获至宝。但不久人们对已进行企业重组的企业进行调查后发现,其中有70%的企业重组项目五年后归于失败。这不禁使企业家们纳闷,该怎么办才好?

企业(enterprise)一词在英文中有冒险、投机的意思。也就是说企业这种社会生产组织形式自从一来到世上,就充满风险,前途未卜,具有很大的不确定性。每天,世界上有许多企业诞生,同时有许多企业消亡。就连老谋深算的大投资商,花大力气和大本钱支持和培育的高新技术企业,其成功率也不到10%。

这里引出了一个话题:随着信息技术和管理科学的发展,在企业的发展中可不可以减少一点盲目性、不确定性呢?可不可以减少一点这方面的浪费呢?中国经济和企业要进一步取得较高速度的发展,需要科学地、系统地研究现代制造系统。

本书试图提供一种分析现代制造系统的方法论。现代制造系统的模型、理论和方法很多,所要研究的内容很杂,所采用的术语不一,需要有一种简便、系统的方法,对各种现代制造系统及关系进行梳理、分析和比较。

## 3. 究竟什么东西妨碍我们的技术进步和经济发展

国内一位汽车专家曾说,现在有一种误区,认为我们是汽车技术落后,其实不然,是我们的工程、流程、体系的缺失,让我们创造不出新的汽车。

这里的工程、流程、体系是什么呢?部分与制造系统的模式、管理等有关,部分与企业体制有关。前者正是本书所关心的。

世界银行在《1998/1999年世界发展报告——知识与发展》的报告中考察了两类知识:技术知识和属性知识,并认为,发展中国家最需要的是属性知识。表1-1对技术知识和属性知识进行了比较。本书将技术知识和属性知识进行统一考虑。

表 1-1 技术知识和属性知识的比较

两类知识	例子	两类问题	解决方法
关于技术的知识	软件技术、制造技术等	技术知识的不平均分布称为知识差距	获取、吸收和交流知识
关于属性的知识	产品质量、借款人的信用度或员工的勤奋度等	属性知识的不平衡性称为信息问题	会计准则、信息披露要求和信用评级机构,以及有效的法律和法庭等。没有关于属性的知识,市场就不能正常运行

#### 4. 本书的定位

现代制造系统工程是一门关于现代制造系统分析、建模、优化和控制方法和理论的学科,其研究的对象是由人员、知识、信息、产品、设备等生产要素组成的制造系统,其目标是研究、设计、改善和建立高效制造系统的方法,综合应用工程技术、信息技术、管理技术以及广泛领域的知识,对系统各组成部分进行建模、分析、研究和评价。该学科在目前正处于发展阶段,并越来越受到人们的重视。

现代制造系统工程并非指具体的制造工程。一项具体工程项目的设计、施工、安装、运转属于一般工程技术范围,可称为“硬技术”;而该工程项目的筹划、评审、优化、决策、策略、程序、组织、控制等则属于系统工程范围,可称为“软技术”。软技术应以硬技术为基础,但更着眼于整个系统、整个生命期的综合效果。现代制造系统的理论和方法属于软技术,主要面向制造工程项目的筹划、评审、优化、决策、策略、程序、组织和控制等。

本书研究的目的是:

- (1) 探讨现代制造系统的运行规律和机制,提高现代制造系统的可观察性;
- (2) 研究现代制造系统中可结构化和可规范化的内容,提高现代制造系统的可控性,减少制造系统管理和控制的盲目性;
- (3) 研究制造系统信息流的动态特性和环境影响因素,提高制造系统信息化的成功概率;
- (4) 研究制造系统的演变规律,提高制造系统重组的成功概率;
- (5) 研究产品与过程的关系,降低现代制造系统的复杂性,提高系统的快速反应能力;
- (6) 研究现代制造系统的集群生态特性,提高系统的协同工作能力;
- (7) 研究现代制造系统的内外环境,提高系统的环境适应能力;
- (8) 研究现代制造系统的模型描述和分析方法,尽可能完整、直观、深刻、简洁地描述现代制造系统,便于对系统的理解和分析。

#### 1.1.2 本书的学习方法

本书不仅试图让读者了解现代制造系统的理论和方法,更希望通过本书的学习,在学习和研究方法上有所收获(图 1-1)。

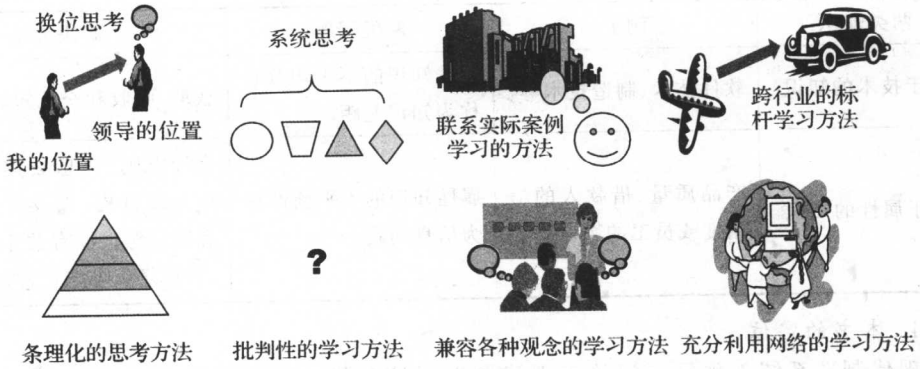


图 1-1 本书的学习方法

### 1. 模仿或换位思考的方法

本书以不同层次的现代制造系统为研究对象。建议读者在学习某一层次的现代制造系统时,采用模仿或换位思考的方法,从该层制造系统主管的立场和角度研读有关内容,这样容易取得较好的效果。

在现代制造系统设计中要站在企业最高领导的立场,即要着眼于企业的全局目标和长远目标。例如,在信息化初始阶段虽然只开发一个局部的信息系统,但也必须从企业的全局目标和长远目标进行功能设计,充分考虑到未来的系统集成问题。

模仿或换位思考的方法在未来的工作中也是很有用的方法,能够帮助人们突破固化的思维,理解对方的需求。

### 2. 系统思考的方法

本书着重从系统的角度讨论问题,建议分别从系统的空间维和时间维的角度考虑问题。

从系统的空间维考虑问题主要是考虑系统的环境影响,考虑本系统与其他相似系统所组成的超系统的综合优化,考虑子系统的合理分解和集成等。其目的是,提高系统的环境适应性,提高超系统的总体效率,提高系统中各子系统的运行效率和集成后的效率。

从系统的时间维考虑问题主要是考虑系统的全生命周期,如产品和制造系统的全生命周期,特别要清楚系统或产品发展过程中上游环节对下游环节的影响。其目的是,保证系统的可执行性,减少返工等。

系统思考的方法要求把企业中的各种要素综合起来作为一个整体进行系统考虑,如图 1-2 所示。这些要素包括计算机和网络、组织、管理、过程、产品等。



图 1-2 将企业中的各种要素综合起来作为一个整体进行考虑

现代制造系统是一种复杂的大系统,涉及到企业的全部生产经营活动,即从市场预测、

产品开发设计、加工制造、生产管理到售后服务的所有活动。开发这样一个系统所涉及的学科,除了企业的生产经营各方面专业知识外,还有系统科学、管理科学、计算机科学和人工智能等学科,是一项多学科、综合性强的工程。

现代制造系统涉及范围很宽,读者可以围绕自己可能的研究方向,对自己在学习中感兴趣的问题进行深入系统的研究。对于与自己的研究方向关系不密切的问题,则可进行这样的思考:该问题与我所要研究的问题有什么关系?从该问题的研究可以得到哪些启发,帮助解决自己所关心的问题?

### 3. 联系实际案例学习的方法

学习现代制造系统理论一定要联系实际,这样既能加深对理论的理解,又能从实践中提炼新的理论和方法。实践是理论的源泉。

不存在一种放之四海而皆准的管理理论,同样,也不存在一种具有普适性的现代制造系统理论,各种理论不能原封不动地照搬照用,要对具体情况进行具体分析。

要把实践中的新问题和难题当作发展现代制造系统理论的机遇。现代制造系统理论是在实践中不断发展和完善的。

### 4. 跨行业的标杆学习方法

不仅要向本行业最好的企业学习,还要善于学习其他行业中有相同或相似运作环节的企业的好流程和方法。不同的行业往往有一些共性的功能,同时,不同行业的企业往往较愿意提供和分享技术与市场信息。

案例:美国西南航空公司为了进一步加快飞机的周转,提高飞机的利用率,千方百计缩短飞机到港后停留时间(旅客的放行、客舱的清扫、燃料的补给等)。为了实现这一目标,公司派员工仔细观察了一级方程式赛车的车队工作人员如何在短短的几秒钟内完成加油、换轮胎等一系列工作。公司从中得到启发,采取相应措施,大大缩短了飞机在港的停留时间。<sup>[管政,2003]</sup>

### 5. 条理化的思考方法

可以采用如下的三字经法:Why(为什么),What(做什么),How(怎么做),使自己的思考更具条理化。

例如,本书的“Why”即目标,是让读者从宏观的、系统的、理论的角度了解现代制造系统的现状和发展趋势,掌握现代制造系统的建模、分析等基本方法;本书的“What”即内容,主要是各种现代制造系统模式的解剖,各种系统建模、分析方法的介绍;本书的“How”即研究和学习方法,是一种系统工程方法。

### 6. 批判性的学习方法

现代制造系统理论还在发展之中。本书所阐述的论点不一定都正确,不一定在各种场合都适用。并且随着时间的迁移,将会有新的理论和方法出现。带着批判的眼光学习,不盲从,既有助于深化对现代制造系统理论的理解,又能促进思考,提出新观点、新理论和新方法。

### 7. 兼容各种观念的学习方法

现代制造系统的兼容性强调的是兼容各种观念、模式和方法,不走极端。

现代制造系统是复杂的、多模式的混合体,是不断随着环境和时间发生变化的动态系统。仅采用一种模式对企业进行描述和设计显然是不合理的。

例如,传统的企业是一种“机械型”系统。现代制造系统并不是完全走到“机械型”系统的对立面,而是兼容各种观念、模式和方法,因地制宜,因时制宜。如:组织结构的分布化与集中化的统一、过程管理的规范化与人性化的统一、知识管理的自组织和他组织的统一等。

恰当地解决现代制造系统中的长期与短期、形式与内容、内部与外部、静态与动态的关系,并使其达到高度和谐的统一,可以使企业获得持续成长的生命力。

#### 8. 充分利用网络扩充知识面的学习方法

计算机网络空间的出现,使人们的学习和工作效率提高了很多倍。在本书的学习中,要善于和勤于利用搜索引擎,寻找自己感兴趣的内容、各种学派的观点,并要及时加以总结。要将自己检索到的内容进行编辑、分类整理,以便重用。

建议使用网上的博客(Blog)工具,记录自己的零碎的思考,加强与对类似问题感兴趣的人的联系,迫使自己多写作。写作可以深化和条理化自己的思考,长期坚持,收获必然甚大。

要充分利用网络多读!多写!多思考!多实践!

### 1.1.3 本书的主要特点和内容

本书的主要特点:采用层次考察法,它是:基于系统自相似性的简化;空间优化和时间优化;采用各种不同性质的模型进行描述;特别关注系统集成;围绕物流、资金流、信息流和知识流进行系统分析;立足于社会—技术系统观点;以科学发展观为出发点。本书主要围绕制造系统空间维、产品空间维和时间维的优化展开。

#### 1. 本书的主要特点

##### (1) 采用层次考察法

将现代制造系统分解为若干个层次,主要是产品层、车间层、企业层、企业协同层和环境和谐层等,并进一步分为空间和时间优化问题,如图 1-3 所示。

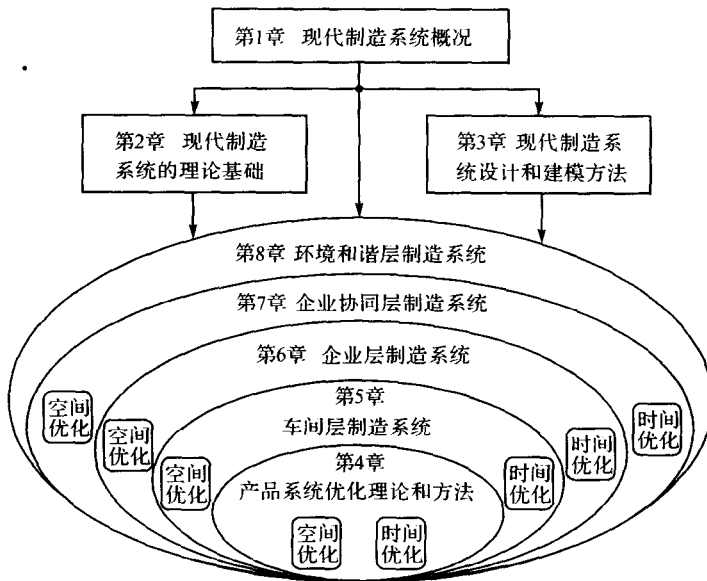


图 1-3 基于现代制造系统层次模型的本书框架



## (2) 利用现代制造系统的自相似性,简化系统的描述和分析

现代制造系统的各种层次的系统模型虽然是包容的关系,并且有质的不同,但各层次系统的组织结构、优化方法等具有很大的自相似性。因此,在本书中首先将不同层次系统的相似内容提取出来,并加以抽象。然后,在介绍不同层次系统中的相似内容时,可以简化系统的描述和分析,这有助于对复杂系统的理解和分析。

## (3) 采用空间优化和时间优化模型,讨论现代制造系统的建立、运行及控制问题

现代制造系统空间优化模型是一个结构的合理化模型。空间优化包括组织设计、产品结构优化等内容。空间优化模型与时间也有关,但主要关注的是空间优化问题,例如:产品族优化、单元制造系统设计、企业重组、企业功能配置、资源配置优化、供应链结构优化等。空间优化模型的优化范围较广,主要是为了适应市场和企业环境的大变化。

现代制造系统时间优化模型是一个过程的合理化模型,其建立在系统空间模型基础之上。时间优化包括过程的计划、控制等。时间优化模型与空间也有关,但主要关注的是时间优化问题,例如:产品快速设计、准时制造、车间生产计划和控制、企业连续改善、并行工程、供应链计划和控制等。时间优化模型的优化效果和范围较小,主要是围绕用户订单的实现。

图 1-4 描述了现代制造系统空间优化和时间优化的关系。

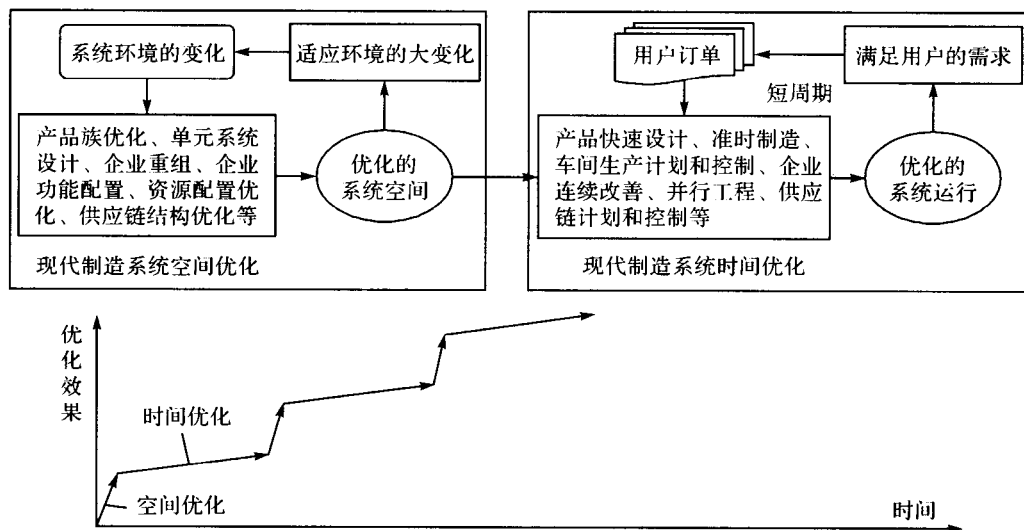


图 1-4 现代制造系统空间优化和时间优化的关系

上述两种模型是系统的两种属性,是紧密关联的。对比生物系统,空间优化是生物种群的优化,目标是使生物种群占据良好的生态位,能较好地适应环境,生存和繁衍下去;时间优化则是生物个体的优化,目标是使生物个体能在不同的环境中生存。

## (4) 采用各种不同性质的模型描述现代制造系统

数学模型具有抽象化、简洁化的特点;图型模型具有形象化、直观易懂的特点;概念模型具有描述方便的特点。

## (5) 特别关注系统集成

现代制造系统十分重视集成问题。制造系统的集成包括信息集成、功能集成、过程集成、知识集成和企业间集成等。集成的方向是:集成范围由小到大,从结构化内容集成向非