

21 世纪工商管理 MBA 系列新编教材

# 管理的数量方法

## Quantitative Methods of Management

孙东川 杨立洪 钟拥军 编著



清华大学出版社

21 世纪工商管理 MBA 系列新编教材

# 管理的数量方法

## Quantitative Methods of Management

孙东川 杨立洪 钟拥军 编著

清华大学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本教材共9章, 主要内容包括: 线性规划、整数规划与目标规划、投入产出分析、统筹法、层次分析法、聚类分析、系统综合与评价、决策技术等, 还专门介绍了系统和系统工程的基本概念。

本教材注重管理的系统性和数量方法的实用性, 适宜作为高等院校工商管理硕士(MBA)及经济与管理类相关专业研究生教材, 同时, 也可作为经理培训班、高级管理人员培训班等研究生课程的教材。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

### 图书在版编目(CIP)数据

管理的数量方法/孙东川, 杨立洪, 钟拥军编著. —北京: 清华大学出版社, 2005.10

(21世纪工商管理(MBA)系列新编教材)

ISBN 7-302-11648-2

I. 管… II. ①孙… ②杨… ③钟… III. 企业管理-数量经济学 IV. F224.0

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第095524号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 陈仕云

文稿编辑: 吕小玲

封面设计: 源大设计工作室

版式设计: 赵丽娜

印 刷 者: 北京市昌平环球印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×230 印张: 25.25 字数: 397千字

版 次: 2005年10月第1版 2005年10月第1次印刷

书 号: ISBN 7-302-11648-2/F·1310

印 数: 1~5000

定 价: 35.00元

## 丛 书 序

1991年, MBA教育在中国本土“诞生”。回顾14年来我国MBA教育的发展历程, MBA教育是在不断稳步发展的, 其教材建设也走过了“全盘引进——开始自编——解决有无——形成特色”4个重要阶段。MBA教育在中国诞生之初, 国外MBA教育的发展已近百年, 因此, 国内高校在MBA培养过程中一开始多使用的是成熟的外版教材; 到1995年, 清华大学出版社联合清华大学经济管理学院开始自编本版的MBA教材; 其后MBA教材的原版、翻译版、本版竞相争色, 图书市场上涌现出众多的MBA教材。

采用英文翻译教材, 翻译错误在所难免, 而且缺乏本土化的案例研究是我国MBA教育中存在的一个重大问题。另外, 尽管我国现有的本版教材在体系和内容上都有不同程度的创新与更新, 但仍然缺少及时反映世界前沿水平的新技术、新知识的教材。教材建设的滞后在一定程度上已经影响和制约了我国MBA的人才培养, 进行MBA本土教材的系统、优化建设势在必行。与此同时, 中国的MBA教育已走过了14个年头, 取得了长足的进步, 在教育方式、方法上也逐渐形成了自己的风格, MBA师资力量明显加强, 教学水平和管理水平显著提高, 部分院校的MBA教育已经接近国际水平, 具备了完善本土教材的实力。

鉴于需求与现实条件的结合, 基于融理论系统研究与案例分析于一体的宗旨, 我们策划了这套21世纪工商管理(MBA)系列新编教材。本套丛书的特色如下:

- ◇ 突出实践性、实用性。作为MBA教材, 能很好地满足我国对于具备现代管理思想和管理技能的各级经理人员的培养需求。
- ◇ 注重MBA教学的国际化。参照哈佛管理类教程的编写形式, 提供丰富的案例资料, 使课堂学习及讨论更加生动活泼; 同时在对案例的分析研究中加入了一些相关的问题, 从更宏观的角度为学习者提供思考的空间。
- ◇ 注重研究的本土化。管理既是科学也是艺术, 在很大程度上受制度和文化背景的影响, 因而MBA教育既要注意国际化, 又要注意本土化。本套丛书的一大看点就在于注重国际化的同时, 又介绍了大量的本土理念与案例。
- ◇ 简明通俗。尽可能地用生动、明了的语言来阐述深刻的管理知识和技能, 利于读者理解和掌握。

- ◇ 既致力于传授基本理论及主要技能和方法，又注重传播工商管理领域中最前沿的思想、理论、观点和方法，帮助管理者们不断更新理念、开阔视野、适应变化、与时俱进，具有前瞻性、创新性、应变性和现实指导性等特点。

在第五届全国 MBA 发展论坛上，长江商学院院长项兵教授建议，为造就真正适应中国市场经济的企业管理人才，中国目前的 MBA 教育要进行改革，中国的商学院要有自己原创性的管理思想，复制国外的教育模式永远不可能造就出一流的中国 MBA 毕业生。

的确，我们要用中国的文化、中国的管理思想来管理，外国那一套拿过来不一定行得通。我们应当利用自己的经验创建自己的管理思想，然后和西方管理思想结合起来，建设有自己特色的 MBA。在这方面中国商学院有自己的优势。有鉴于此，清华大学出版社邀请国内 MBA 名校的知名学者组成编委会，精心打造了本套丛书。编委会成员有：

齐二石（天津大学管理学院院长，教授，博导）

孙东川（暨南大学，教授，博导）

任浩（同济大学发展研究院副院长，教授，博导）

孙健敏（中国人民大学劳动人事学院副院长，教授，博导）

吴汉洪（中国人民大学经济学院，教授，博导）

陈传明（南京大学商学院副院长，教授，博导）

张鸣（上海财经大学会计学院副院长，教授，博导）

张润彤（北京交通大学经济管理学院，教授，博导）

范黎波（对外经济贸易大学海尔商学院副院长，教授，博导）

姚铮（浙江大学管理学院教授，资本市场与会计研究中心执行主任）

黄沛（上海交通大学工商管理系主任，教授，博导）

蒋青云（复旦大学管理学院市场营销系主任，教授）

我们把这套丛书献给：高校学生，企望成为管理人员的企业人士，已在管理岗位掌握了一定管理技能并想使自己工作更加卓越的中高层管理者，以及想要实现基业常青的企业决策者。希望大家能从中获益，不断提升管理能力！

# 前 言

《管理的数量方法》是 MBA 的一门学位课程。这是一门重要的十分有用的课程，因为现代管理离不开数量方法。如果在管理工作中，一切都是“跟着感觉走”、“似乎”、“大概”、“差不多”，恐怕是不行的，到时候可能会“差得多”。有限资源要作最优配置，头绪繁多的事务要安排得井井有条，瞬息万变的市场要把握其脉搏，忙于日常工作又要总揽全局，就需要学好这门课程。当然不能说学好这门课程就可以高枕无忧了，但是不学这门课程乃是很大的缺陷，会有很大的遗憾。

本课程的内容是经过反复挑选的。笔者多年来与 MBA 学生有深入广泛的接触，不但指导了众多的 MBA 研究生做学位论文，而且多次讲授这门课，对各章内容与编写方式作过反复推敲。由于可讲的内容很多，而给定的课时有限，经过反复挑选才选定这些内容而成书。

在本书现有各章中，“线性规划”、“整数规划与目标规划”对于资源优化配置，提高效益、降低成本是十分有用的；“统筹法”对于制订计划、井井有条地安排复杂任务是非常有效的；“层次分析法”、“聚类分析法”、能把众说纷纭、莫衷一是的诸多因素理清头绪，区分轻重主次；“系统综合与评价”和“决策技术”的作用则不言而喻。最后的“附录 A Matlab 简介与应用”则能方便这些数量方法（数学模型）的上机使用。

这里对“投入产出分析”要特别说明。投入产出分析看似复杂深奥，其实浅显易懂，计算也不复杂，它可以被看成是线性规划甚至是线性代数的一个分支。它所用的数学工具不过是矩阵运算的初步——矩阵的加法、减法、乘法和矩阵的求逆。这些运算现在有许多成熟的计算机程序可以方便地调用。投入产出分析不但是一种数学方法，适用于宏观的和微观的社会经济系统，进行经济分析、制订经济计划，而且它很好地体现了系统思想。一个社会经济系统（国家、地区、企业）可以分成若干部门，各自进行生产和核算，既是独立进行的又是相互联系的，其投入关系和产出关系都是我中有你有他，你中有他有我，他中有我有你，错综复杂，似乎理不清、解不开、割不断。但是这样说，还只是停留在初始的模糊的定性分析阶段，几乎不能解决什么实际问题。进一步要问：部门之间相互联系的数量关系是多少？一个部门对其他各部门的影响（包括直接影响和间接影响）有多大？投入产出分析是目前回答这些问题的最好的数学工具。它可以使你从

定性分析和定量分析相结合的角度，去深刻认识社会经济系统。错综复杂的关系的确是解不开割不断的，但是并非理不清，而是可以分析和梳理得清清楚楚、明明白白的。在这个基础上，你就可以对它们进行积极的干预和有效的控制了。

作者在选材时，充分考虑到本课程和其他课程的关系。例如“预测技术”是管理工作中很重要的数量方法，但是它是《管理统计学》这门课程的一道“主菜”；所以本课程只能“忍痛割爱”了。因为“课程体系”也是一个系统，各门课程必须适当地分工与协调，不搞“重复建设”。

在有些院校的课程体系中，没有本课程而有《运筹学》。这两门课程有很大的“交集”，但是并非等同。本课程的大部分内容在运筹学教材中都可以找到，但是本课程还有运筹学教材中通常没有的若干内容，例如，《运筹学》教材一般没有投入产出分析、系统综合与评价，尤其是没有如同本书之“绪论”这一章。根据教学双方多年的实践经验，这些内容是不可缺少的，缺少了是令人遗憾的。

本书第1章绪论的内容相对于其余各章显得“与众不同”，没有多少数学的味道。但是这一章对于全书是很重要的，对于开展实际的管理工作也是很重要的。第1.1节是“MBA与系统工程”，这就有必要说说系统工程（Systems Engineering, SE）与运筹学（Operations Research, OR）的关系。运筹学与系统工程这两门学科，在形成时间上有先后关系：运筹学形成于20世纪40年代，系统工程形成于50年代。在内容上则有被包含与包含的关系：系统工程是运筹学的发展，运筹学方法是系统工程的主要方法。企业无论大小，都是一个系统。企业内部纵向的、横向的划分，是企业这个系统的不同层次和相互联系各个子系统或分系统。企业与它的环境，组成更大的系统。我们在考虑各种问题、处理各种事务的时候，经常强调“系统性”。系统工程，则是各级各类系统的组织与管理的技术，是系统思想及其定量化方法的实际应用。如何研究系统呢？必须借助模型。模型是对系统的描述、模仿与抽象。数学模型是运用数学语言建立的系统模型，我们凭借它们对系统问题进行数量分析，制订优化方案。本书各章中的数学公式与图表，都是重要的数量方法与数学模型，它们都是从不同侧面、不同层次对系统所作的描述、模仿和抽象。按照系统工程原理去理解和运用它们（以及根据需要建立其他的数学模型），它们是可以互相联结、协同作战从而在组织管理工作中发挥重要作用的，否则，孤立地看待这些数学公式和图表，就很零乱、很繁杂，还令人有顾此失彼的感觉。

第1章讲述的系统概念与系统工程基本原理只是一个入门的初步，一个继续学习的向导。系统工程原理和管理的数量方法还在发展与前进中，应紧紧跟踪，而且，企业管理的经验可以为系统工程的发展与前进作出贡献——由MBA来作出贡献是很有可能。



MBA 应该是“文武双全”的骁将：既擅长于定性研究，又擅长于定量研究；既具有丰富的理论知识，又具有很强的管理能力和实际经验，能够实现从定性到定量的综合集成。建议有兴趣的读者看看另一本书：《系统工程引论》，孙东川、林福永编著，清华大学出版社 2004 年 10 月第 1 版。两本书具有互补性。

本课程在讲授上注重内容的准确性与应用性，使学习者能懂会用，而不注重于数学上的完备或优美（存在性、惟一性、收敛性的证明和推导等）。即便如此，这门课程还是常常受到文科出身的学员“难学”的抱怨，即便是理工科出身的学员，由于多年忙于事务工作而疏于数学计算也难免有些抱怨。教师也往往感到这门课“难教”。学习这门课程必须及时完成包括数学计算在内的作业，不少人觉得这是一种“沉重的负担”，但是，我们认为：没有这种“负担”，是学不好本课程或者管理统计学等课程的。好在实践证明：攻读 MBA 学位的学员都是不怕困难、甘愿承受这种负担的。现在有了多媒体，教学方便得多了；有了计算机与上网普及，再加上有了本书的“附录 A Matlab 简介与应用”，学习和运用也方便得多了。本书中若干\*号的章节，相对其他内容而言，可能是难学一些，就作为选学选教的内容了。

本书承蒙清华大学出版社垂青出版，谨向出版社及责任编辑陈仕云女士表示衷心的感谢！本书的前几个讲义曾经在华南理工大学作为 MBA 研究生教材内部印刷多次，一边使用一边修订，逐步完善。在本书中，笔者编写第 1、2、4、5、8、9 章；杨立洪编写第 3、6 章以及附录，钟拥军编写第 7 章；杨立洪做了较多的校阅工作，他的研究生徐黄玮参与了附录的编写工作。

还需指出：华南理工大学邝英强副教授、李存行博士，本书以前的讲义曾经与他们一起切磋过，而且他们曾经选作自己授课的教材。对他们提供的支持和帮助谨表示衷心的感谢！

本课程可能至今还没有一本令人满意的教材。本教材虽然是在多次修订的讲义文本基础上编写的，而且使用效果不错，但是也不能说就是令人满意的，还有待于继续提高，通过教学实践继续修订。所以，希望同行及使用本教材的教学双方诸君能多多提出宝贵意见和建议！

中国工程院院士、中国系统工程学会前理事长、我国最著名的运筹学家许国志先生（1919—2001）生前积极呼吁“应该重视教材的编写”，他说：现在国内由于职称晋升等方面的导向，普遍重视发表专著而不重视编写教材和科普读物，我不大赞成，因为专著只是给少数人看的——不是“同行”一般是不看的，所谓“同行”，往往并不多，而教材是给很多人看的——教育一届又一届的莘莘学子，延续多少年，甚至不止是一代人，使



千千万万的人受益；国外的许多名教授和科学家都很重视编写教材，尤其是在他们退休前后编写，把他们丰富的学识和宝贵的教学经验写进去，所以国外有许多经久不衰的好教材；好的科普读物是高水平的杰作，不是什么人都能写得出来的，非要名家大家不可，好的科普读物与好的教材是性质相同的。笔者有幸多次聆听过许先生的讲课与报告，例如，1980年暑假期间参加当时的五机部在北京举办的系统工程师资培训班学习时，许先生曾经亲自到班上讲授运筹学；在南京和广州工作期间，多次听过他的学术报告；因为开展系统工程学会工作，与许先生有过频繁的接触，向他请教学术上和工作上的许多问题；1998年暑假，中国系统工程学会在北京师范大学举办的系统科学与系统工程高级研讨班上，亲耳聆听了上面引述的许先生的这段讲话；可惜记忆不全，当时许先生列举了好几个不同学科的著名教材以及它们的编写者，现在记得不大确切了；但是，许先生的这一番要言大意却是一直铭记在心、经常宣传的，而且总想付诸实践，尽管不堪重任，但是总要努力为之。希望更多的人理解许先生的这番话语并且实践之！

孙东川 谨记

2005年7月于暨南大学前山园

# 目 录

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第 1 章 绪论 .....          | 1   |
| 1.1 引言: MBA 与系统工程 ..... | 1   |
| 1.2 系统的基本概念 .....       | 3   |
| 1.3 系统的分类 .....         | 8   |
| 1.4 系统的功能 .....         | 12  |
| 1.5 系统模型与仿真 .....       | 13  |
| 1.6 系统工程的基本概念 .....     | 20  |
| 1.7 系统工程的理论基础 .....     | 27  |
| 习题 1 .....              | 42  |
| 第 2 章 线性规划 .....        | 43  |
| 2.1 问题与模型 .....         | 43  |
| 2.2 图解法与求解理论 .....      | 49  |
| 2.3 单纯形法 .....          | 54  |
| 2.4 对偶问题与影子价格 .....     | 71  |
| *2.5 灵敏度分析 .....        | 84  |
| 习题 2 .....              | 96  |
| 第 3 章 整数规划与目标规划 .....   | 101 |
| 3.1 引言 .....            | 101 |
| 3.2 整数规划模型与求解 .....     | 102 |
| 3.3 目标规划模型 .....        | 111 |
| 3.4 目标规划的图解法 .....      | 116 |
| 3.5 目标规划的单纯形法 .....     | 118 |
| 3.6 目标规划的灵敏度分析 .....    | 122 |
| 3.7 目标规划应用举例 .....      | 124 |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 习题 3 .....                        | 127        |
| <b>第 4 章 投入产出分析 .....</b>         | <b>129</b> |
| 4.1 引言 .....                      | 129        |
| 4.2 投入产出表的一般结构 .....              | 130        |
| 4.3 投入产出表中的基本关系 .....             | 137        |
| 4.4 投入产出表的应用 .....                | 147        |
| 4.5 从中国 1997 年度投入产出表看我国经济状况 ..... | 161        |
| 习题 4 .....                        | 171        |
| <b>第 5 章 统筹法 (PERT/CPM) .....</b> | <b>173</b> |
| 5.1 引言 .....                      | 173        |
| 5.2 统筹图的绘制 .....                  | 174        |
| 5.3 时间参数与计算 .....                 | 185        |
| 5.4 任务按期完成的概率 .....               | 200        |
| 5.5 统筹图的分类与等效计算 .....             | 206        |
| 5.6 资源利用的优化 .....                 | 210        |
| 5.7 日历计划统筹图及线性规划模型 .....          | 222        |
| 习题 5 .....                        | 227        |
| <b>第 6 章 层次分析法 .....</b>          | <b>233</b> |
| 6.1 引言 .....                      | 233        |
| 6.2 AHP 的基本方法与步骤 .....            | 234        |
| 6.3 AHP 的基本思想 .....               | 244        |
| *6.4 递阶层次结构的数学表示 .....            | 249        |
| *6.5 残缺判断与群组决策 .....              | 255        |
| 6.6 反馈系统的排序 .....                 | 259        |
| 6.7 AHP 的若干应用实例 .....             | 268        |
| 习题 6 .....                        | 274        |
| <b>第 7 章 聚类分析法 .....</b>          | <b>279</b> |
| 7.1 引言 .....                      | 279        |
| 7.2 层次聚类分析中的 Q 型聚类与 R 型聚类 .....   | 280        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 7.3 事物之间的相似性测度 .....           | 283        |
| 7.4 系统聚类法 .....                | 284        |
| 7.5 系统聚类法的性质 .....             | 289        |
| 7.6 变量聚类法 .....                | 295        |
| 习题 7 .....                     | 299        |
| <b>第 8 章 系统综合与评价 .....</b>     | <b>301</b> |
| 8.1 引言 .....                   | 301        |
| 8.2 系统综合与评价的复杂性 .....          | 301        |
| 8.3 指标评分法 .....                | 304        |
| 8.4 指标综合的基本方法 .....            | 311        |
| 8.5 指标综合的其他方法 .....            | 318        |
| 习题 8 .....                     | 324        |
| <b>第 9 章 决策技术 .....</b>        | <b>325</b> |
| 9.1 引言 .....                   | 325        |
| 9.2 决策矩阵的一般结构 .....            | 327        |
| 9.3 风险情况下的决策 .....             | 329        |
| 9.4 完全不确定情况下的决策 .....          | 335        |
| 9.5 决策树与多阶段决策 .....            | 339        |
| 9.6 博弈论方法 .....                | 345        |
| 习题 9 .....                     | 357        |
| <b>附录 A Matlab 简介与应用 .....</b> | <b>361</b> |
| A.1 引言 .....                   | 361        |
| A.2 Matlab 简介 .....            | 361        |
| A.3 Matlab 在数学计算中的应用 .....     | 365        |
| A.4 Matlab 在图解法中的应用 .....      | 377        |
| A.5 结束语 .....                  | 382        |
| 习题 A .....                     | 383        |
| <b>附录 B 标准正态分布表 .....</b>      | <b>385</b> |
| <b>参考文献 .....</b>              | <b>389</b> |

# 第1章 绪论

## 1.1 引言：MBA 与系统工程

本书的“MBA 与系统工程”这个主题，包含两方面含义：其一，企业管理是一项系统工程——企业系统工程；其二，MBA 人才培养是一项系统工程，它属于教育系统工程这个更大的范畴。

先说第一方面的含义。系统工程 (Systems Engineering, SE) 与管理科学 (Management Science, MS) 是两个好朋友，一对亲兄弟。著名科学家钱学森院士等学者指出：系统工程是一大类组织管理的技术。从系统工程的角度来看，企业是一种系统，把系统工程的原理与方法运用于企业管理，就是企业系统工程。传统的企业管理与系统工程“嫁接”并不难。在企业管理中用得最多的基本术语“组织 (Organization)”，恰与系统工程的基本术语“系统 (System)”相对应。企业管理在其不断发展的进程中也越来越重视“系统性”，即把企业看成一个系统，把方方面面的工作联系和结合起来，从多种角度、多种层次进行研究和处理。那么，自觉地、主动地运用系统工程的原理与方法来开展企业管理工作，发展和完善企业系统工程就是一件大有意义的事情了。这项任务应该由企业管理人员和系统工程工作者互相结合起来完成。

再说第二方面的含义。MBA 是学习和从事工商企业管理的，其课程体系如何设置，每一门课程的教材如何编写（每一本教材也有内容如何取舍、结构如何安排、深浅如何把握等问题），这些问题也需要运用系统工程原理与方法来解决。

英语 System 一词还对应于汉语的“体系”、“制度”、“体制”等词，例如在 MBA 研究生的课程体系、学校的管理制度、社会主义市场经济体制中的相应主词。

MBA 研究生应该多多学习与掌握一些系统工程理论与方法。学习系统工程，可以开阔视野，转变思维方式，有利于做好本职工作。这种学习、掌握和运用，是长期的“修炼”，本课程只能介绍一些最基本的系统概念与系统工程基本原理。

把本课程与系统工程紧密联系，这是本书的主旨与特色。本书不是企业系统工程的专门教科书，尤其不是全面论述企业系统工程的，只是就“管理的数量方法”作一些介

绍,它们只是企业系统工程的一个组成部分(包含若干组成要素)。现代化企业管理力求运用数量方法——其核心是建立数学模型——进行数量分析,但是这并非全部,还有两点需要注意。第一,运用数量方法的时候,应该具有系统观点。每一种数量方法都只是从某一个侧面描述企业这个系统,只有多种数量方法相结合,组成“数量方法体系”(或称“数学模型体系”)才能比较全面地反映整个企业,从而比较全面、比较有效地解决企业的问题。第二,系统工程注重运用数量方法对系统进行定量研究,同时也不偏废定性研究。系统工程重视定性研究与定量研究相结合,强调“从定性到定量的综合集成”,这是钱学森院士提出的系统工程方法论。还有“物理—事理—人理(WSR)系统方法论”,即从事系统工程项目研究需要考虑物理、事理、人理这三种道理,把它们综合集成。“物理”是比较容易建立数学模型进行定量研究的,许多“事理”也可以建立数学模型进行定量研究,但是,许多“人理”则很难建立数学模型进行定量研究。当然,随着时间的推移、研究成果的积累,可以建立更多更好的数学模型对人理进行定量研究,但是,不大可能把所有的人理都纳入数学模型。在企业管理工作中(以及在一切管理工作中),管理者的智慧(包含经验、直觉等)有时比数学模型更重要。而且,研究一个企业的问题,需要建立哪些数学模型,也依赖于有关人员的经验和智慧。作为一门课程、一本教材,“包打天下”是不可能的,只能介绍一些基本的“积木块”和“搭积木”的方法,至于搭出何等的杰作,要靠 MBA 研究生自己加以领会、运用,积累经验,增长才干。

“思想先行,方法随后。”本书其余各章都是介绍各种具体的数量方法(数学模型)的。

不管你愿意不愿意、自觉不自觉,客观情况是:企业管理越来越重视系统观念,越来越趋近于系统工程。例如,许多人说:20 世纪是单个企业与单个企业的竞争,21 世纪则是供应链与供应链的竞争。现在,供应链管理(Supply Chain Management, SCM)是企业管理的一大热点。从系统工程的角度看,这是很好理解的。供应链管理,是通过双向选择,把有上下游关系(包括上游的上游、下游的下游)的一群企业紧密地连接起来,作为一个更大的系统进行运作和管理。SCM 把社会大海洋中的许多企业“孤岛”组合成一个大系统,其中每个企业都发挥自己的优势,实行专业化操作,做好自己的核心业务,摆脱“企业办社会”的桎梏,转变为“社会办企业”,从而在大系统范围内实现总体效果最优。不管 SCM 的创始人是不是系统工程师,是否赞成系统工程,从 SCM 的实质来看,它是符合系统工程的。所以,对于 MBA 和其他管理人员来说,多学习一点系统工程是很有意义的。

系统工程不仅是技术和方法,而且,系统工程本身正在成为一种方法论,即:用系统观点来思考问题,用工程方法来研究和求解问题,从定性到定量综合集成,实现总体效果与长远效益的最优。这种方法论能够使研究者“高屋建瓴”,解决许多难题。

系统的基本概念、系统模型与仿真、系统工程的基本原理和系统工程的理论基础等，这就是本章的内容。下面 1.2 节简要介绍系统的定义、系统的结构、系统的属性。

## 1.2 系统的基本概念

### 1.2.1 系统的定义

系统工程的研究对象是系统。系统是系统工程的核心、基本的概念，它来源于人类长期的社会实践，人们对它的认识随着人类对客观世界的认识的不断加深而形成为一个科学术语。

系统概念所描述的对象非常广泛。自然界和人类社会的事物，如太阳系、植物群、动物群、建筑物、飞机、导弹、工商企业与事业单位，以及一种制度、一个思想体系、一个工程计划和一个研究项目等，它们都是由相互依存、相互作用的若干部分结合而成，都具有特定的功能或目的，都作为一个整体或总体而存在。所以，它们都分别可以称为系统。

系统的定义可概括如下：由相互联系、相互作用的若干要素结合而成的具有特定功能的统一体。

系统定义中的要素（Element）是指组成系统的最小的组成部分，即在所研究的问题中不能再细分的组成部分。系统由许多要素构成，但从其功能来看，它又是一个不可分割的整体。在现实世界中，系统整体与构成系统的要素是相对而言的，整体中的某些要素可以被看成为子系统，而整个系统又可成为一个更大规模的系统的一个组成部分。系统的范围是根据我们研究问题的对象和需要而决定的。系统具有特定的结构和功能，表现为一定的特性或行为。系统整体的特性或行为由构成它的要素及其结构决定，而这些特性或行为又是它的任何一部分都不具备的。

### 1.2.2 系统的结构

各种系统的具体结构大不相同，大系统的结构往往很复杂。但是从一般意义上说，系统的结构可以用式（1-1）表示：

$$S=\{E, R\} \quad (1-1)$$

其中： $S$  为系统； $E$  为要素（elements）的集合（First Set）； $R$  为要素之间的各种关系（relations）



的集合 (Second Set)。

由式 (1-1) 可知, 作为一个系统, 必须包括其要素的集合与由此集合而生成的关系的集合, 两者缺一不可。两者结合起来, 才能决定一个系统的具体结构与特定功能。

$E$  和  $R$  都具有丰富的内涵, 可以划分为若干层次。

要素集合  $E$  可以分为若干子集  $E_i$ , 例如一个企业, 其要素集合  $E$  可以分为人员子集  $E_1$ 、设备子集  $E_2$ 、原材料子集  $E_3$ 、产品子集  $E_4$  等; 而人员子集  $E_1$  又可以分为工人子集  $E_{11}$ 、技术人员子集  $E_{12}$ 、管理人员子集  $E_{13}$  等, 即

$$E = E_1 \cup E_2 \cup E_3 \cup \dots \quad (1-2)$$

$$E_1 = E_{11} \cup E_{12} \cup E_{13} \cup \dots \quad (1-3)$$

不同的系统, 其要素集合  $E$  的组成大不相同, 例如学校与企业, 企业与军队, 中国与美国, 其要素集合  $E$  的组成有很大差异。但是, 在要素集合  $E$  之上建立的关系集合  $R$ , 从系统论而言, 却是大同小异的。不失一般性, 可以表示为:

$$R = R_1 \cup R_2 \cup R_3 \cup R_4 \quad (1-4)$$

其中:  $R_1$  为要素与要素之间、局部与局部之间的关系 (内部的横向联系);  $R_2$  为局部与全局 (系统整体) 之间的关系 (内部的纵向联系);  $R_3$  为系统整体与环境之间的关系;  $R_4$  为其他各种关系。

当然, 每一个  $R_i$  都是可以细分的, 例如  $R_1$ , 不仅包含同一层次上不同局部之间、不同要素之间的关系, 还包含系统内部不同层次之间的关系。但是, 无论对于学校、企业、军队, 或者国家, 式 (1-4) 都是成立的。

在系统要素给定的情况下调整这些关系, 就可以提高系统的功能。这就是组织管理工作的作用, 是系统工程的着眼点。

系统的涌现性存在于集合  $R$  之中。如果说, 集合  $E$  代表了系统的躯体, 那么, 系统的灵魂存在于集合  $R$  之中。系统工程的工作重点在于集合  $R$ , 即塑造或改造系统的灵魂。

### 1.2.3 系统的属性

从系统工程的观点来看, 系统的属性主要有:

#### 1. 集合性

集合性指系统是由许多 (至少两个) 可以相互区别的要素组成的。例如, 一个工业企业是一个系统, 其要素集合如图 1-1 所示。

#### 2. 相关性

所谓相关性是指系统内部的要素与要素、要素与系统、系统与其环境之间存在着一

定的联系。“联系”又称“关系”，常常是错综复杂的。如果不存在相关性，众多的要素就如同一盘散沙，只是一个集合而不是一个系统。

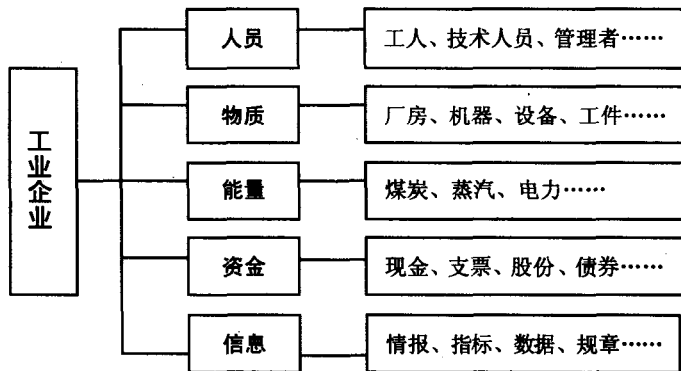


图 1-1 工业企业的组成要素

### 3. 层次性

一个大的系统包含了许多层次，上下层次之间是包含与被包含的关系，或者领导与被领导的关系。例如，我国的行政系统：国家—省（自治区，直辖市）—市—县—乡镇；军队：军—师—（旅）—团—营—连—排；一所大学：学校—学院—系—教研室；一个大型制造企业：总公司—分公司—工厂—车间—班组。

图 1-2 表示了企业管理的层次，它分为战略规划层（高层）、经营管理层（中层）、作业层（基层）；大企业的中层又可以分为若干层次，构成一座金字塔。

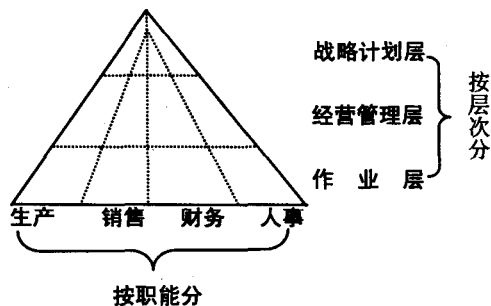


图 1-2 企业管理的层次

在组织管理工作中，系统的层次与管理的跨度是一对矛盾。从个人的管理能力而言，