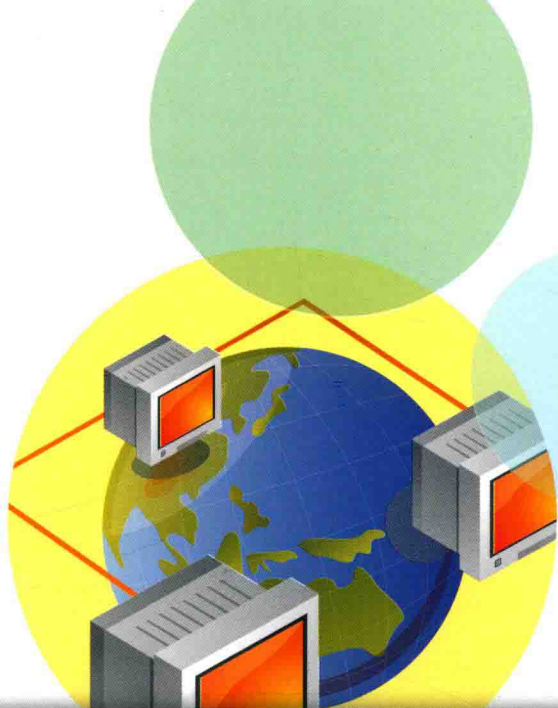


高校转型发展系列教材



系统工程基础与应用

梁 迪 单麟婷 编著

课外借

清华大学出版社

全 国 各 校

高校转型发展系列教材

系统工程基础与应用

梁 迪 单麟婷 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书介绍系统工程的理论和常用方法,理论部分主要包括系统工程的思想、基本概念、理论基础及应用方法,常用方法部分包括系统描述方法、优化方法、预测技术、系统评价方法、决策分析方法及企业战略管理等内容。在力求满足高等学校工业工程类学生需要的同时,还加入许多系统工程应用案例的解析等内容。本书可供工程类、管理类专业师生使用,也可供管理人员、技术人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

系统工程基础与应用/梁迪,单麟婷编著. —北京:清华大学出版社,2018
(高校转型发展系列教材)
ISBN 978-7-302-51110-6

I. ①系… II. ①梁… ②单… III. ①系统工程—高等学校—教材 IV. ①N945

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 197863 号

责任编辑:冯 昕 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:17.75

字 数:432 千字

版 次:2018 年 8 月第 1 版

印 次:2018 年 8 月第 1 次印刷

定 价:48.00 元

产品编号:074586-01

本书是为高等学校工业工程专业编写的系统工程教材,旨在使学生通过本书的学习,对系统工程学科有一个较为全面的了解,培养学生的分析、评价、创新思维能力,用定量和定性相结合的系统思想和方法处理复杂系统的问题,包括系统的设计或组织建立,以及系统的经营管理。

系统工程是 20 世纪中期开始兴起的一门新兴交叉学科,学习系统工程需要有较广泛的理论基础,如控制论、信息论和耗散理论等;还要有较深厚的数学基础,如运筹学、数理统计等;并且随着计算机的广泛应用,学习系统工程还要求具备较深的计算机知识和较高的应用能力。

在科学管理和决策中,在科学的工程设计中,系统工程的思想和方法在管理人员和工程设计者中得到普遍应用。在高度现代化、科学化的今天,不会运用系统工程的思想和方法去解决复杂问题,就将被淘汰,这正是高等学校普遍开设系统工程课程的主要原因。

本书共分 9 章。第 1 章简要介绍系统思想的起源,系统及系统工程的定义、发展历史、性质与特点及其基础理论等;第 2 章介绍系统工程方法论的框架;第 3 章介绍系统分析的概念和步骤等;第 4 章介绍系统模型概念及一些建模方法;第 5 章介绍在工程决策和系统评价中经常用到的预测技术;第 6 章介绍系统评价的概念、理论、步骤及各种评价方法;第 7 章介绍工程决策分析的类型及相关方法;第 8 章介绍企业战略管理的目的及意义;第 9 章介绍一些新的系统概念,如遗传算法、人工智能等。

参加本书编写的有:梁迪(第 1 章、第 6 章),单麟婷(第 2 章、第 5 章),王丽莉(第 3 章、第 8 章),张凤荣(第 4 章、附录、系统工程专业术语单词英汉对照),张天瑞(第 7 章、第 9 章)等。

本书适用于高等学校工业工程专业学生,若能对其他专业的学生有所裨益,编者将不胜欣慰。书中吸取和参考了许多知名专家和学者的研究成果,有些文献并未直接引用,为方便读者寻源,也将其列入,谨致感谢。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误及不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

目 录

001 第1章 系统工程概述

1.1 系统概述 / 1

1.1.1 系统的概念 / 1

1.1.2 系统思想与系统现象 / 2

1.1.3 系统的特性 / 5

1.1.4 系统的分类 / 8

1.2 系统工程 / 10

1.2.1 系统工程的概念及特点 / 11

1.2.2 系统工程的发展历史 / 12

1.2.3 系统工程的作用及应用领域 / 13

1.3 系统工程的理论基础 / 15

1.3.1 一般系统论 / 15

1.3.2 经济控制论 / 16

1.3.3 信息论 / 17

1.3.4 运筹学 / 18

1.3.5 新三论 / 19

1.4 案例分析 / 22

思考题 / 25

026 第2章 系统工程方法论

2.1 系统工程方法论的发展历程 / 26

2.2 系统工程的方法体系 / 27

2.3 系统工程方法论原则 / 28

2.4 霍尔三维结构 / 29

2.5 切克兰德方法论 / 34

2.6 综合集成方法论 / 35

2.7 案例分析 / 36

思考题 / 39

040 第3章 系统分析

3.1 系统分析的发展 / 40

- 3.2 系统分析的概念 / 41
- 3.3 系统分析的要素和步骤 / 43
 - 3.3.1 系统分析的要素 / 43
 - 3.3.2 系统分析的步骤 / 44
- 3.4 系统分析的原则和特点 / 47
 - 3.4.1 系统分析的原则 / 47
 - 3.4.2 系统分析的特点 / 48
 - 3.4.3 系统分析注意事项 / 49
- 3.5 案例分析 / 50
- 思考题 / 53

054 第4章 系统的建模

- 4.1 描述系统的工具体系 / 54
- 4.2 描述系统的指标与指标体系 / 55
- 4.3 系统模型及建模 / 58
 - 4.3.1 系统模型的定义及特征 / 58
 - 4.3.2 系统建模 / 58
- 4.4 模型的分类 / 60
 - 4.4.1 数学模型 / 60
 - 4.4.2 图形模型 / 62
 - 4.4.3 有向图和矩阵 / 65
- 4.5 建立数学模型的方法 / 65
 - 4.5.1 使用高阶微分方程建模 / 66
 - 4.5.2 使用传递函数建模 / 66
 - 4.5.3 使用状态变量建模 / 68
 - 4.5.4 使用输入输出数据建模 / 69
- 4.6 建立图形模型的方法 / 70
 - 4.6.1 解释结构模型原理 / 70
 - 4.6.2 解释结构模型的构建步骤 / 72
- 4.7 案例分析 / 75
- 思考题 / 79

080 第5章 系统预测

- 5.1 预测概述 / 80
 - 5.1.1 预测的概念 / 80
 - 5.1.2 预测的步骤 / 81
 - 5.1.3 预测的分类 / 83
- 5.2 定性预测技术 / 84
 - 5.2.1 头脑风暴法 / 84

- 5.2.2 德尔菲法 / 87
- 5.2.3 主观概率法 / 88
- 5.2.4 交叉概率法 / 89
- 5.3 因果关系预测方法 / 90
 - 5.3.1 一元线性回归预测 / 90
 - 5.3.2 多元线性回归预测 / 93
 - 5.3.3 非线性回归预测 / 96
- 5.4 平滑预测技术 / 98
 - 5.4.1 移动平均法 / 99
 - 5.4.2 指数平滑法 / 102
 - 5.4.3 预测技术的比较 / 105
- 5.5 马尔可夫链分析法预测 / 106
 - 5.5.1 马尔可夫链的概念 / 107
 - 5.5.2 状态转移概率矩阵及其基本性质 / 107
 - 5.5.3 k 步状态转移概率矩阵 / 108
 - 5.5.4 稳定状态概率向量 / 110
 - 5.5.5 马尔可夫链分析的预测应用 / 111
- 5.6 预测中的数据处理与结果评判 / 113
 - 5.6.1 数据的鉴别与处理 / 113
 - 5.6.2 无数量标志因素的数量化 / 116
 - 5.6.3 对预测结果的评判 / 119
 - 5.6.4 预测的缺点 / 120
- 5.7 案例分析 / 121
- 思考题 / 123

124 第6章 系统评价

- 6.1 系统评价概述 / 124
 - 6.1.1 系统评价与决策 / 124
 - 6.1.2 系统价值 / 125
 - 6.1.3 系统评价尺度 / 126
 - 6.1.4 系统评价原则 / 126
 - 6.1.5 系统评价的程序 / 127
- 6.2 评价系统分析 / 129
- 6.3 系统评价指标体系 / 131
 - 6.3.1 评价指标体系的分类 / 131
 - 6.3.2 确定评价体系的原则 / 132
 - 6.3.3 建立系统评价指标体系 / 132
- 6.4 系统评价的理论和方法 / 134
 - 6.4.1 评价理论 / 135

- 6.4.2 评价方法 / 137
- 6.5 费用-效益分析 / 138
 - 6.5.1 费用、效益和有效度的基本概念 / 139
 - 6.5.2 费用和效果的关系 / 139
 - 6.5.3 费用分析 / 140
 - 6.5.4 费用-效益分析的评价基准 / 143
- 6.6 关联矩阵法 / 144
 - 6.6.1 逐对比较法 / 144
 - 6.6.2 古林法 / 146
- 6.7 层次分析法 / 149
 - 6.7.1 原理 / 149
 - 6.7.2 多级递阶结构 / 150
 - 6.7.3 判断矩阵 / 151
 - 6.7.4 相对重要程度的计算 / 151
 - 6.7.5 一致性检验 / 152
 - 6.7.6 综合重要度的计算 / 153
- 6.8 模糊评价法 / 156
 - 6.8.1 模糊的概念及度量 / 156
 - 6.8.2 模糊变量的运算 / 156
 - 6.8.3 模糊综合评价 / 157
- 6.9 决策方案的几种分级方法 / 158
 - 6.9.1 按比例划分等级 / 158
 - 6.9.2 按区段分级 / 159
 - 6.9.3 聚类式分级方法 / 160
- 6.10 案例分析 / 162
- 思考题 / 165

168 第7章 系统决策

- 7.1 系统决策概述 / 168
 - 7.1.1 决策的概念 / 168
 - 7.1.2 决策的分类 / 169
 - 7.1.3 决策环境 / 171
- 7.2 决策分析及其过程 / 172
 - 7.2.1 决策分析 / 172
 - 7.2.2 决策分析过程 / 173
- 7.3 确定型决策 / 174
- 7.4 随机型决策 / 175
 - 7.4.1 最大可能性准则 / 176
 - 7.4.2 期望值准则 / 177

- 7.4.3 决策树法 / 178
- 7.5 不确定型决策 / 181
 - 7.5.1 悲观准则(最大最小决策准则) / 181
 - 7.5.2 乐观准则 / 182
 - 7.5.3 等可能准则(Laplace 准则) / 183
 - 7.5.4 折中准则 / 184
 - 7.5.5 后悔值准则 / 185
- 7.6 灵敏度分析 / 186
- 7.7 情报的价值和贝叶斯决策 / 187
 - 7.7.1 完全情报的价值 / 188
 - 7.7.2 非完全情报和贝叶斯决策 / 188
 - 7.7.3 非完全情报的价值 / 190
- 7.8 效用值的概念 / 191
 - 7.8.1 期望收益值 / 191
 - 7.8.2 效用值的必要性及其概念 / 193
- 7.9 案例分析 / 194
- 思考题 / 196

198 第 8 章 动态环境下的企业战略柔性

- 8.1 动态经营环境与企业成长 / 198
 - 8.1.1 企业成长离不开特定背景环境的主题 / 198
 - 8.1.2 企业所面临的动态经营环境 / 199
 - 8.1.3 动态环境对企业经营实践的主要挑战 / 200
 - 8.1.4 高成长企业的关键特征与战略柔性 / 206
 - 8.1.5 柔性的必要性及其战略价值 / 207
 - 8.1.6 柔性管理的可行性 / 208
- 8.2 柔性的概念与类型 / 209
 - 8.2.1 柔性的概念 / 210
 - 8.2.2 柔性的基本类型 / 211
- 8.3 战略柔性体系 / 214
 - 8.3.1 战略柔性体系的概念与必要性 / 214
 - 8.3.2 战略柔性体系的构成要素及其互动关系 / 215
- 8.4 战略柔性体系的测度与增强途径剖析 / 223
 - 8.4.1 战略柔性体系的测度 / 223
 - 8.4.2 增强战略柔性的途径 / 224
- 8.5 案例分析 / 227
- 思考题 / 230



231 第9章 新的系统概念

9.1 遗传算法 / 231

9.1.1 遗传算法概述 / 231

9.1.2 GA 的过程 / 232

9.1.3 进化规划 / 233

9.1.4 遗传算法的应用 / 234

9.2 自律分散系统和自组织化 / 236

9.2.1 自律分散系统 / 236

9.2.2 自组织化 / 238

9.3 人工智能与人工生命 / 239

9.3.1 人工智能 / 239

9.3.2 人工智能的发展 / 240

9.3.3 人工生命 / 242

9.4 复杂系统的系统科学 / 243

9.4.1 复杂系统 / 243

9.4.2 复杂系统的分类 / 244

9.5 案例分析 / 246

思考题 / 249

250 附录

260 思考题答案

270 系统工程专业术语英汉对照

272 参考文献

第1章

系统工程概述

尽管经历了半个多世纪的发展,系统工程(systems engineering, SE)仍然是一门年轻的科学,并不断地在发展中。它的普遍适用性吸引了不同学科的学者来对其进行研究,他们也作出了各自的贡献。系统工程的主要任务是根据总体协调的需要,把自然科学和社会科学中的基础思想、理论、策略和方法等从横向联系起来,应用现代数学和电子计算机等工具,对系统的构成要素、组织结构、信息交换和自动控制等功能进行分析研究,借以达到最优化设计、最优控制和最优管理的目标。

1.1 系统概述

系统工程的研究对象是系统(system)。系统概念是系统工程的核心和基本概念。“系统”一词在汉语中通常是作为名词来使用的,例如人们常常提到的公交系统、供电系统、生态系统等;有时也作为形容词和副词使用;作为工程科学的科学术语,则需要在日常用语的基础上加以提炼和界定。系统就像人类生存的宇宙一样围绕在我们周围,它像宇宙一样巨大,又像原子一样无限微小。系统首先是以自然状态呈现,随着人类的出现,各种各样的人造系统也纷纷出现,但只是在近些年,我们才用科学的方法渐渐地了解了自然和人造系统的根本结构和特点。

1.1.1

系统的概念

“系统”是整个系统科学中最基本的概念。“系统”一词最早出现于古希腊德漠克利特



(Δημόκριτος)写的《宇宙大系统》一书中,Synhistanai 一词原意是指事物中共性部分和每一事物应占据的位置,也就是部分组成整体的意思。从中文字面上看,“系”指关系、联系,“统”指有机统一,“系统”则指有机联系和统一。近代一些科学家和哲学家常用系统一词来表示复杂的具有一定结构的研究对象。

作为一般系统论的创始人,20 世纪初美籍奥地利生物学家路德维希·冯·贝塔朗菲(Ludwig von Bertalanffy,1901—1972)针对当时机械论的观点与方法,于1937 年第一次将系统作为一个重要的科学概念给予研究,指出“不能只是孤立地研究部分和过程,还必须研究各部分的相互作用,应把生物作为一个整体或系统来考虑”,他把“系统”称为“相互作用的多要素的复合体”。如果一个对象集合中存在两个或两个以上的不同要素,所有要素按照其特定方式相互联系在一起,就称该集合为一个系统。其中,要素是指组成系统的不同的最小的(即不需要再细分的)部分。

在自然界和人类社会中普遍存在着各种各样的系统。可以说系统无时不在,无处不有,大至无穷,小至微粒。系统的定义依照学科的不同、待解决问题的不同及使用方法的不同而有所区别,目前国内外学者对系统的定义还没有统一的说法,下面列举其中几个有代表性的定义。

(1) 在《韦氏大辞典》中,系统一词被解释为:有组织的和被组织化了的整体;结合着的整体所形成的各种概念和原理的综合;由有规则、相互作用、相互依赖的诸要素形成的集合。

(2) 美籍奥地利生物学家、一般系统论的创始人贝塔朗菲将系统定义为:相互作用的诸要素的复合体。

(3) 日本工业标准《运筹学术语》中对系统的定义是:许多组成要素保持有机的秩序向同一目标行动的体系。

(4) 我国著名科学家、系统工程的倡导者钱学森认为:系统是由相互作用、相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机体,而且这个系统本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分。

上述对系统定义的说法尽管不同,但其含义都是接近或一致的。概括起来,我们可以把系统定义为:系统是由两个以上有机联系、相互作用的要素所组成,具有特定功能、结构和环境的整体。

1.1.2

系统思想与系统现象

人类在和各式各样的系统接触的过程中,需要对其进行认识和研究。因此,在实践和思考过程中,人们逐渐形成了运用系统性视角去分析和处理问题的思想方法,这就是系统思想(system thought),就其最基本的含义来说,是关于事物的整体性观念、相互联系观念、演化发展的观念。系统概念和系统思想是劳动人民在长期社会实践中形成和发展起来的。自从人类有了生产活动以后,由于不断地和自然界打交道,客观世界的系统性便逐渐反映到人的认识中来,从而自发地产生了朴素的系统思想。

中华民族的祖先在了解和改造自然的辛勤实践和大量的社会活动中,也早有许多朴素

的系统概念和应用实例。我国古代《周易》《洪范》所述的八卦、阴阳五行就包含着丰富的整体观,是我国最早用来描述宇宙和生命构成与发展的系统模型。著名思想家老子曾阐明自然界的统一性,他用古代朴素的唯物主义哲学思想,描述了对自然界的整体性和统一性的认识。

在军事方面,早在公元前 500 年的春秋时期,著名的军事家孙武就写出了《孙子兵法》十三篇,指出战争中的战略和策略问题,如进攻与防御、速决和持久、分散和集中等之间的相互依存和相互制约的关系,并依此筹划战争的对策,以取得战争的胜利。其著名论点“知己知彼,百战不殆”“以我之长,攻敌之短”等,不仅在古代,而且在当代的战争中都有指导意义,在当今激烈的国际市场竞争和社会经济各个领域的发展中,这些论断也有现实意义。战国时期,著名军事家孙臆继承和发展了孙武的学说,著有《孙臆兵法》,在齐王与田忌赛马中,孙臆提出的以下、上、中对上、中、下对策,使处于劣势的田忌战胜齐王,这是从总体出发制定对抗策略的一个著名事例。

在水利建设方面,战国时期,秦国蜀郡太守李冰父子主持修建了四川都江堰工程。这一伟大的水利工程巧妙地将分洪(鱼嘴)、引水(宝瓶口)和排沙(飞沙堰)结合起来,使各部分组成一个整体,实现了防洪、灌溉、行舟、漂木等多种功能,至今,该工程仍在发挥着重大的作用,它是我国古代水利建设的一大杰出成就。

在建设施工方面,北宋真宗年间,皇城失火,宫殿被烧毁,大臣丁谓主持了皇宫修复工程。他采用了一套综合施工方案,先在需要重建的通衢大道上就近取土烧砖,在取土后的通衢深沟中引入汴水,形成人工河,再由此水路运入建筑材料,从而加快了工程进度。皇宫修复后,又将碎砖废土填入沟中,重修通衢大道。他将烧砖、运输建筑材料和处理废墟三项繁重工程任务协调起来,从而在总体上使问题得到了最佳解决,一举三得,节省了大量劳力、费用和时间。

在医学、农业等方面,我国古代也有许多著名学者用朴素的系统思想和方法取得了伟大成就。周秦至西汉初年古代医学总集《黄帝内经》强调人体各器官的有机联系,生理现象与心理现象的联系,以及身体健康与自然环境的联系。北魏时期,著名学者贾思勰在其名著《齐民要术》一书中叙述了气候因素与农业发展的关系,对农业与种子、地形、耕种、土壤、水分、肥料、季节、气候诸因素的相互关系都有辩证的叙述,并提出了如何根据天时、地利和生产条件合理地安排农业活动。所有这些都为我们今天研究和发展系统工程的理论体系提供了宝贵的借鉴和重要的启示。

人类生活和工作在各种各样的系统之中,人类始终被各种系统所包围的说法并不过分。人类居住的地球是太阳系(统)的一部分;人体自身就是由多种系统构成的,如消化系统、血液循环系统、视觉系统、听觉系统、生殖系统等。因此可以说,人的一生离不开系统。除了自然系统以外,人们还创建了许多系统,如产销系统、管理系统、教育系统、冶金系统、运输系统、纺织系统、计算机系统,等等。为了了解系统间的相似性特征和系统的含义,我们先考察几个系统。

在天文学中,把太阳及围绕太阳旋转的天体集合称为太阳系。太阳系中主要有水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星和海王星等八大行星,此外,还包括至少 165 颗已知卫星和为数众多的小行星、彗星和流星体。由于这些天体离地球较近,因此被人们了解得较多。然而,太阳系仅仅是银河系的一个恒星系。银河系中拥有众多类似的恒星系。无数的银河

系又构成了更大的天体系统,这些系统也仅是广阔无垠的宇宙中的一部分。

研究表明,星体之间存在作用力。确切地说,两个质量分别为 m_1 和 m_2 的星体,距离为 r ,则两者之间相互的引力为

$$F=G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

式中 G 为万有引力恒量。

虽然太阳系中各星体间都具有引力,但由于太阳的质量远远大于其周围的行星,因此太阳系中的引力主要表现为太阳对各行星的吸引力。众所周知,“运动”作为星体变化的表征早被人们所发现,而星体的运动规律却是人类经过了几千年才逐渐发现的。从“地心说”到“日心说”,从开普勒定律到牛顿的万有引力定律,人们已通过星体运动的表象揭示了星体间的相互制约关系。正是在太阳引力场和行星间引力的作用下,太阳系中八大行星一直在自己的轨道上运动,形成了相对动态平衡,表现出行星的“逃离”和太阳的“牵拉”。可以想象,一旦太阳的引力突然减少(比如太阳的质量减少到一定程度),太阳系中的一部分行星将真正逃离到其他星系中,造成太阳系和其他星系瞬间的混乱,但由于万有引力的作用,每个行星最终仍然会进入新的轨道,又将形成以质量占绝对优势的行星为主的新星系,形成新的动态平衡。

由此,可以得知:太阳系是由若干个星体构成的集合,而这个集合又作为银河系的一部分;太阳系中各星体间具有一定的秩序和相互作用关系;太阳系中存在起主要作用或决定作用的因素,如星体质量,如果这个(或这些)因素发生较大的变化,可能引起太阳系本质的变化。外星体的加入也可引发类似的现象;太阳系的运动受银河系中其他星系的影响。

太阳系是自然的产物,我们可称它为一种自然系统。在人类的生产与生活中,还存在许多人造系统和社会系统。生产-销售系统是人们比较熟悉的。顾名思义,生产-销售系统是由生产系统和销售系统构成的,是生产企业的主要组成部分。在一般生产系统中,至少包括生产者和生产设备,生产活动是生产者通过使用设备进行产品生产,因此必须明确或设计产品,制订生产计划,采购原材料,准备必要的能源(包括生产者与生产设备所需的)。企业的生产至少有两种目的:第一是创造利润以维持生产系统的运行,甚至扩大再生产;第二是给企业的成员带来满意,并为客户提供良好服务。这些就要求企业必须通过销售而实现利润,通过售后服务来保证质量,使客户满意,并由此获得生产需求和质量上的信息,以便修正和调整生产计划。因此,销售系统的活动既包括实际销售,也包括售后服务、意见咨询和信息采集,还包括与生产系统的联系或沟通。

由于人的能力有限、生命有限,在产销系统中,所有的活动都靠一个人是不可能的。而且由于社会对产品品种多样化和质量高标准的不要求,产销系统的活动中不使用生产设备也是不可思议的,甚至一台设备是难以满足的。因此,产销系统至少是人和设备的人-机集合体系。人与人相互影响着,人与设备之间相互影响着,设备和设备间也存在相应的关联。比如,技术水平和知识水平较低的人可能影响设备的有效利用;同样,采用落后的设备必然影响人的工作情绪。这是人与设备间可能存在的相互作用。设备和设备之间也存在一定的影响,比如,在相同的生产任务面前,两台相同设备中的一台出现故障,另一台的工作时间就要增加。此外,产销系统作为社会系统的一部分,必然受到社会的影响,诸如社会对此产销系统的产品的认同与欢迎程度,此产销系统的运行过程被社会的接受程度(如污染方

面、社会公德方面等),社会系统甚至可以决定此产销系统是否能够继续生存。维系产销系统的生存还有其他因素,比如产销系统对其成员的凝聚力、产销系统运行中的能源是否得到保障等。一旦出现生存方面的问题,此产销系统的组成部分(包括成员和设备)必然出现“脱离”该系统的趋势,如果问题不能解决或未及时解决,这些组成部分将进入吸引力更大的其他系统,甚至可能导致此产销系统的解体。

1.1.3

系统的特性

系统有许多特性,概括起来主要有以下几个方面。

1. 整体性

系统是由相互依赖的若干部分组成,各部分之间存在着有机的联系,构成一个综合的整体,以实现一定的功能。这表现为系统具有集合性,即构成系统的各个部分可以具有不同的功能,但要实现系统的整体功能。因此,系统不是各部分的简单组合,而要有统一性和整体性,要充分注意各组成部分或各层次的协调和连接,提高系统的有序性和整体的运行效果。整体性思想和原则也是系统思想的重要组成部分。

系统的整体性还可以表述为,系统整体不等于各组成元素之和,即非加和原则, $1+1 \neq 2$ 。它表现为两种情况。

(1) 整体小于各组成元素之和,即 $1+1 < 2$ 。如“一个和尚挑水吃,两个和尚抬水吃,三个和尚没水吃”。

(2) 整体大于各组成元素之和,即 $1+1 > 2$ 。如“一个臭皮匠,没张好鞋样;两个臭皮匠,彼此有商量;三个臭皮匠,顶个诸葛亮”。

之所以出现上述两种情况,是由于系统的整体功能取决于一定结构的系统中的各组成元素间的协调关系。在第一种情况中,虽然每个元素的功能是良好的,但元素步调不一,协同不好,作为整体就不可能有良好的功能,这种系统不能称为完善的系统。在第二种情况中,虽然每个元素的功能并不很完善,但它们协同一致、结构良好,作为整体具有良好的功能。

2. 层次性

系统的层次性是指系统各要素之间在地位与作用、结构与功能上表现出来的等级秩序性。层次结构有助于我们认识和处理系统,即使是最简单的系统也有两个层次,即系统层次和要素层次,而一般说到系统有层次,都是指具有两个以上的层次而言。系统是由较低级的子系统组成的,而该系统自己又是更大系统的一个子系统,所谓子系统就存在于中间的层次之上。

系统的层次性揭示了系统与系统之间存在着包含、隶属、支配、权威、服从的关系,统称为传递关系。换句话说,系统并不孤立出现,而是按有序性原则存在于某一层次结构中,如任何生物都可以按照生物分类的门、纲、目、科、属、种的层次确定自己的位置。再如,物质系

统的微观层次结构有原子、分子、大分子;宏观层次有卫星系统、行星系统、恒星系统;生命系统有分子、细胞、组织、器官、个体、种群、生态系统。又如社会是一个大系统,它包含政治、经济、军事、文教等子系统,而经济系统又包含农业、工业、商业、交通运输业等子系统,其中的工业系统又可以按照不同的分类方法分为不同的子系统,例如按所有制性质可以将工业系统分为全民所有制、集体所有制和私营工业,依次类推,可以按有序性将一个系统划分到最小的单元。

系统的层次性原则启发人们在研究解决问题时绝不能离开系统的有序层次结构,并要注意上下左右的协调关系,只有这样,才能取得成功。如对企业系统,其有序的层次结构如图 1-1 所示。

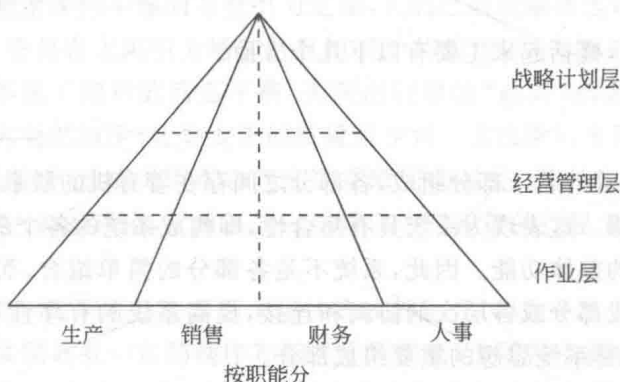


图 1-1 企业系统层次结构

作为企业系统,其内部的生产、销售、财务、人事四个子系统必须相互协调,为共同的利益目标服务。如果生产部门不能生产足够的产品,必然影响销售部门的销售;而销售部门如果不能向生产部门提供准确的市场信息,生产部门就不可能生产出适销对路的产品,进而又影响销售。除此之外,企业经营目标的实现还依赖于财务、人事部门的支持。系统结构特征不止一种,层次性结构是经常遇到的一种,人们常采用这个思路进行系统分解与分析。

3. 相关性

系统的相关性是指系统内部各要素之间的某种相互作用、相互依赖的特定关系。这些联系可能是直接的,也可能是间接的,但无论是怎样的联系形式,系统要素间的相互影响和作用总是存在的。例如,在商品市场系统中价格与商品供给、商品需求紧密地联系在一起。有些情况下,从表面上看要素与要素之间似乎没有什么关系,但是它们可以通过某些中间要素间接地联系起来。中国有句成语叫作“城门失火,殃及池鱼”,粗看起来鱼和火没有什么关系,一个在水里游,一个在岸上烧,但是它们却通过中间要素水联系在一起。

在生产系统的运行过程中,“生产计划”无疑要影响“原材料的选购”“加工生产”,也影响“产品检查”这一要素,因为生产计划中必然要规划出产品的品种、质量以及与其相关的用什么材料、用什么加工技术、加工的结果怎样等问题。反过来,此三方面要素也将影响生产计划。因为,若没有全部采购到计划中的材料,或加工的技术水平不够,都可能引起生产计划的改变;生产所需的原材料的缺乏直接影响生产计划的实施;加工技术水平的低下是通过产

品的检查活动而间接地影响生产计划的改变,但影响确实是存在的。

4. 目的性

系统的目的性是指系统具有明确的目标。人们利用自然的或人造的物品设计和建造一个系统,或由一些人的群体组建一个系统从事某些活动,都是有一定目的的,系统的行为是为实现这些目的而进行的。例如,导弹系统能够自动寻找并跟踪其要攻击的目标。又如在正常情况下,企业管理系统的目的不止一个,它在为企业的利润、企业成员,为精神、物质及社会活动的满足和为社会提供优质的服务而运行。

而自然系统不存在目的,但有功能。目的性只是人工系统和复合系统所具有,而功能则是所有系统都具有。所以非自然系统的目的性,促使系统的诸项活动均紧紧地围绕目的的实现而进行,因此,必然引起人们对这些活动(包括系统设计)的有效性的关注,从而导致有关系统有效性分析与系统优化的理论、方法及应用的研究与实现活动。

5. 环境适应性

任何系统都要和系统之外的各种事物发生联系,这些系统之外的和系统发生相互联系、相互影响的事物总和就是系统的环境。例如,一个计算机局域网系统本身包括计算机、网络通信设备等,安放计算机和网络设施的办公室、向它供电的电力系统等就是系统的环境。系统与环境是孪生的,是相对的,没有系统就没有相对于系统的环境,反之亦然。严格地说,某种属性一旦明确,则整个世界被系统的属性分为系统与环境两大部分。环境中尚存在其他系统,这些其他系统通常是集合中的一部分,这些系统常常不会随着某具体系统的消亡而一起消亡,特别是具有竞争关系的系统。因此,从这个意义上而言,个别系统的存在是相对的,而环境是永恒的。具体系统只有适应环境的变化,才能生存得更好,才有可能进一步发展。所以,系统与环境间也存在交互作用:系统从环境中获得生存的能量,即系统的输入;而系统的行为表现反馈给环境,接受环境的检查。系统就是通过这种过程不断调整自己,谋求不断的发展和壮大。

研究表明,系统环境中必然存在其他系统。各种系统间存在相互的作用力,这些作用力有大小、强弱和显隐等区别,并且有三种原型力,即排斥力、吸引力和摧毁力。在一定条件下,三种类型的力之间可以相互转化。最初阶段,不同属性的系统之间的活动没有很强的联系,这时常常表现为系统间相排斥。但由于不同属性系统活动效果的差异,以及系统寻求发展的行为,逐渐使得系统间的属性产生一定的趋同性(比如系统活动范围的扩大等),系统的活动领域可能出现一定的交叉,甚至相同,从而出现同类系统。由于环境资源的有限性,同类系统间的活动必然相互影响、相互关注,无形中出现了相互竞争的态势。在竞争中,“适者生存”的规律是非常有效的。哪个系统更适应环境,哪个系统就会变得更有力量,也就愈加引起其他同类系统的注意和向往。竞争的结果表明:适应性强的系统逐渐扩大活动范围,并且进一步增加自己的竞争力,而适应性弱的系统逐渐让出其原来的部分“领域”,如果整个过程继续下去,适应性弱的系统将被适应性强的系统完全吸引,并成为其一部分。企业间的兼并就是这种现象的明证。

系统总是存在于环境之中的,环境也总在关注和检查各种系统的行为。当系统的行为适应环境要求时,给予奖励;而当系统的行为违背环境时,给予处罚;当系统破坏环境时,给