

高等院校信息管理与信息系统专业参考教材

信息系统建设 的软系统方法

邝孔武 郁红英 编著



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

高等院校信息管理与信息系统专业参考教材

信息系统建设的软系统方法

邝孔武 郁红英 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书介绍软系统方法论在信息系统建设中的应用。全书分4章。第1章简要介绍系统科学的一般理论和系统思想的发展过程。第2章较详细地讨论软系统思想,介绍软系统方法的由来及软系统方法论的观念、范式。第3章是软系统思想在信息系统建设中的应用,介绍多视点方法的轮廓和各个阶段的任务及相关技术、工具。第4章介绍应用多视点方法开发信息系统的一个案例。

本书可作为信息管理与信息系统专业的教科书以及相关专业本科生高年级或研究生的参考书,也可供从事实际工作的技术人员、管理人员参考。

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。

图书在版编目(CIP)数据

信息系统建设的软系统方法/邝孔武,郁红英编著. —北京:清华大学出版社,2000

高等院校信息管理与信息系统专业参考教材

ISBN 7-302-03995-X

I. 信... II. ①邝... ②郁... III. 信息系统-系统开发-高等学校-教材 IV. G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 44224 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 北京市密云胶印厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 **印张:** 9.75 **字数:** 226 千字

版 次: 2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-03995-X/TP·2344

印 数: 0001~5000

定 价: 12.00 元

序 言

全国计算机基础教育研究会财经信息专业委员会,从 20 世纪 90 年代初期以来,对于信息管理与信息系统专业的学科建设和教材建设,投入了大量的精力。在清华大学出版社的大力支持下,专业委员会组织全国有关院校的同仁们,陆续出版了一批为信息专业迫切需要且具有一定特色的教材,这就是几年来已经陆续出版的“信息管理与信息系统专业系列教材”。1997 年夏天,在烟台举行专业委员会的学术年会上,来自全国各地教学第一线的同行们,进一步讨论了信息管理与信息系统专业的学科建设。针对该专业内容新、跨度大、变化大的特点,大家一致认为,有必要再组织一套参考书,以满足这个专业本科高年级选修课和研究生课程的需要。这就是目前这一套《高等院校信息管理与信息系统专业参考教材》的由来。

最近由教育部正式颁布实行的本科专业目录中,信息管理被列为管理门类之下的一个二级学科。这表明,经过 20 年的成长与发展,随着信息化建设的深入,信息管理已得到社会各界的认可,成为管理学科建设与现代化管理人才培养的一个不可缺少的组成部分。按照教育部的本科专业目录,原先分散在各领域中的经济信息管理、管理信息系统、科技信息管理等,均归入“信息管理”名下,成为一个覆盖面更宽的专业。对于从事该领域工作的教师来说,是给予了充分的肯定和大力的支持,同时也意味着面临着新的、要求更高的学科建设任务。本专业委员会的全体同志决心面向 21 世纪的新标准,进一步创新和探索,为信息管理与信息系统专业的进一步发展努力奋斗。

本套书与已出版的《高等院校信息管理与信息系统专业系列教材》不同,它是面向本科高年级的选修课和研究生课程。按照教育部专业调整的精神,专业设置不宜过窄过细,而应当宽口径、厚基础,给学校、教师和学生以更大的发展余地。体现在课程设置中,就意味着应当增加选修课程,使学科能够在宽口径的专业设置中办出自己的特色,使学生能够在厚基础的前提下有更多的选择。而要做到这一点,就需要提供一大批供选择的课程和教材,这套书就是为此目的而组织编写的。显然,对于信息管理与信息系统这样一个内容新、发展快、综合性强的专业,这方面的需要无疑将更为迫切。

每一个专业都有自身最核心的一些内容,它包括从事本专业工作所必需的基本概念、基础知识、基本技能、基本素质,即平时所谓的“看家本领”。然而,在新技术革命的浪潮冲击下,知识与技术的更新速度大大加快,各领域中知识互相渗透,综合运用趋势不断加强,指望在大学 4 年中准备好一生工作所需要的知识,是不可能的。同样,由于专业分工,只靠某一狭窄的专业领域中的知识和技能,将很难适应未来多变的社会需求。因此,一方面,拓宽视野,了解和掌握相关学科的知识,对于提高素质和适应能力十分必要;另一方面,及时掌握新的技术生长点,了解学科和技术的最新发展方向,对于学生发展的后劲也是必不可少的。本套书的第一批书目正是根据以上两方面的思路选定的。

信息管理与信息系统也是信息科学的一个部分,它以现代信息技术为手段和基础,同时又与信息经济学、信息社会学、信息法学、系统科学密切相关。一个称职的、高水平的信息管理人员,对这些知识都应当有一定深度的了解。对于信息管理领域和信息技术领域的一些新发展,如电子商务、数据挖掘等,信息管理与信息系统专业的学生,特别是有兴趣向这些方面发展的学生,也是应当有所了解的。毫无疑问,这些方面的具体内容的发展变化是很快,这一批选题不可能覆盖所有应当考虑的范围。目前这套书只是开头,以后必然要不断地增加、补充。同时,已经出版的几种书,也将随着技术和社会的发展,需要不断修订和补充,以便切实为各院校从事信息管理与信息系统专业建设的同行们提供帮助。

在清华大学出版社的大力支持下,本套教材第一批已经陆续问世,这是有关院校与老师共同努力的初步成果。由于这项工作尝试性的,能否实现酝酿时的初衷,还需要实践的检验。因此,我们迫切希望得到各院校以及社会各界的批评指正,从选题范围到具体内容,都希望能够得到中肯的批评和建议。我们特别欢迎在信息建设第一线的同志们,从信息化人才培养的实践需要出发,对于本套书的方针和内容提出意见,并进一步参与本套书的编写工作。

全国高等院校计算机基础教育研究会
财 经 信 息 管 理 专 业 委 员 会
信息管理与信息系统专业参考教材编委会
主 任 : 陈 禹 副 主 任 : 张 基 温

1998年7月

前 言

切克兰德从 20 世纪 60 年代起潜心研究系统方法论,于 20 世纪 80 年代初提出软系统方法论。他选择的研究领域是“现实世界的问题”,即本书中提到的“人类活动系统”。社会生活中的人类行为是一个变化不定、复杂多样的领域,是一个使传统科学方法失效的领域,也是使“硬”系统方法失效的领域。他分析了系统分析、系统工程和运筹学的基本思想及其局限性。这种方法来自对某种系统性方法的信奉。它的基础是:存在着一个目标状态 S_1 和当前状态 S_0 ,并且有多种方法从 S_0 到达 S_1 。问题求解的步骤就是定义 S_1 和 S_0 ,选择最好的方法减少二者的差距。切克兰德称基于这种观点的方法为“硬”系统方法。在现实世界中,由于人的自我意识及由此而来的行动自由,要定义 S_1 是十分困难的,甚至是不可能的。为此,切克兰德提出了软系统方法论。该方法论要求一套全新的概念:讨论的是“问题情景”而不是“问题”,是“不安感”而不是“目标”,是情景的“改进”而不是问题的“解决”,检验标准是“成功有效”而不是“客观相符”。这种“学习范式”与硬系统方法的“优化范式”形成了强烈的对比。

切克兰德软系统方法已为系统学界广泛接受,应用于指导企业诊断、企业过程重组、信息系统建设等各个方面。实验证明,影响信息系统成败的有体制、政策、法规、观念、技术等多种因素。技术不是惟一因素,甚至不是主要因素。信息系统建设本质上是一个社会过程。

本书分 4 章。系统概念是信息系统的基础概念之一。信息管理与信息系统专业的学生必须树立系统观点,掌握系统方法。在现行教学计划中,虽然多门课程都提到这一点,但没有一门课程较为系统地阐述。因此,本书第 1 章较为详细地介绍了系统基本理论、系统思想的发展过程,这既是后面论述的需要,也想填补上述不足。第 2 章讨论软系统方法论,介绍它的由来、梗概及与硬系统思想的比较。第 3 章讨论软系统方法在信息系统建设中的应用,介绍多视点方法,这一章较详细地介绍了多视点方法各个工作阶段的任务和相关的概念、工具、技术。第 4 章是一个案例,较详细地介绍用多视点方法开发一个部门的信息系统。第 1、3 章由邝孔武编写,第 2、4 章由郁红英编写,全书由邝孔武统稿。

本书的出版要感谢本系列教材编委会主任陈禹教授、副主任张基温教授,本书从立意到编写都得到了他们的热情帮助与支持。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请批评指正。

编 者

2000 年 5 月

目 录

第 1 章 系统论运动	1
1.1 基本定义	1
1.2 基本系统思想	3
1.2.1 突现与等级.....	3
1.2.2 通信与控制.....	4
1.2.3 系统类型.....	4
1.3 系统思想的发展	7
1.3.1 古代朴素的整体观.....	7
1.3.2 近代科学方法	10
1.3.3 现代系统科学的兴起	14
1.3.4 系统论运动概况	18
第 2 章 软系统方法论	20
2.1 系统工程与系统分析.....	20
2.1.1 系统工程	21
2.1.2 系统分析	25
2.1.3 “硬”系统方法的实质	26
2.1.4 “硬”系统思想在“软”问题中的应用	27
2.2 软系统方法论概要.....	31
2.2.1 研究背景	31
2.2.2 方法论的轮廓	35
2.2.3 问题情景表达	37
2.2.4 相关系统的根定义	38
2.2.5 概念模型	39
2.2.6 概念模型与现实的比较	43
2.2.7 实施变革	44
2.2.8 “硬”“软”系统思想的比较	45
2.3 软系统方法论实践.....	46
2.4 方法论的若干要点.....	50
2.5 小结.....	64

第3章 多视点方法	66
3.1 信息系统	66
3.1.1 信息系统的类型	66
3.1.2 信息系统的发展及其影响	67
3.1.3 信息系统的生命周期	68
3.2 多视点(multiview)方法概述	69
3.2.1 多视点方法的目标	70
3.2.2 多视点方法的轮廓	71
3.2.3 人类活动分析	72
3.2.4 信息分析	74
3.2.5 社会—技术方面的分析与设计	74
3.2.6 人一机界面设计	75
3.2.7 技术方面的设计	76
3.3 人类活动分析	76
3.3.1 建立富图	76
3.3.2 构建根定义	80
3.3.3 建立概念模型	83
3.3.4 案例:远程学习单位	86
3.4 信息分析	90
3.4.1 功能与事件	91
3.4.2 实体分析	94
3.4.3 第二阶段小结	101
3.5 社会—技术分析设计	102
3.5.1 使用信息系的人	103
3.5.2 社会—技术选择	105
3.5.3 社会目标及可能的选择	106
3.5.4 技术目标及可能的选择	108
3.5.5 排列社会—技术选择	109
3.5.6 社会—技术决策	110
3.5.7 第三阶段小结	110
3.6 人机界面设计	110
3.6.1 人机界面设计的内容	110
3.6.2 对话分析	112
3.6.3 错误的防止与纠正	113
3.7 技术方面的设计	114
3.7.1 设计策略	114
3.7.2 技术设计过程	120

第 4 章 案例:部门信息系统开发	125
4.1 情景分析	125
4.2 信息分析	127
4.3 社会—技术分析	140
4.4 人一机对话设计	141
4.5 技术方面的设计	145
参考文献.....	148

第 1 章 系统论运动

现代系统思想产生于 20 世纪 40 年代。它的产生和发展,彻底地改变了世界科学图景和当代科学家的思维方式,是继相对论和量子力学之后又一次伟大的科学革命。系统思想是科学思想的补充,它既是现代科学高度发展的产物,又是人们原始思维的延续。本章简要介绍系统科学的一般理论以及系统思想的发展过程。

1.1 基本定义

现实存在的系统都是具体的,如生物系统、呼吸系统、教育系统,等等。撇开构成系统的组成成分的基本特质,仅把它们看成系统,就是所谓的一般系统。系统的一般理论即一般系统论,研究一切系统共同具有的、与其组分基质无关的特性。

不同的学科,由于研究的范围和重点不同,对系统的定义有所不同。在基础科学层面上,通常采用贝塔朗非的定义:系统是相互联系、相互作用的诸元素的综合体。

这个定义可以形式化表述为:

定义 1 如果对象集 S 满足下列条件:(1) S 中至少包括两个不同的对象;(2) S 中的对象按一定方式相互联系在一起。则称 S 为一个系统,称 S 中的对象为系统的元素。

这个定义可以从三方面理解:

1. 系统由若干元素组成

元素是构成系统的最小部分或基本单元,即不可再划分的单元。把一台机器看做系统,元素是不能再用机械方法分解的零件。当然,元素的不可再分,是相对于它所属的系统而言的。机器零件由分子组成,分子由原子组成,等等。就物质结构而言,零件是可以再分的。但是设计和使用机器,只需考虑零件之间的力学或电磁的相互作用,而无需把机器当作以分子为元素来讨论。人是社会系统的元素。而人作为生物学系统,以细胞为元素。细胞之间只有生物学和物理学的作用,而没有社会性。研究社会系统,没有必要也没有可能以细胞为元素。

2. 系统有一定的结构

同一系统的元素之间相互联系、相互作用。元素之间一切联系方式的总和,称为系统的结构。由于不同的联系方式对系统的影响也不同,有时相差甚远,在研究系统时,把所有的联系都考虑进去,既无必要,也不可能。可行的办法是略去次要的、偶发的、无规则可循的联系,把系统结构看做元素之间主要的、相对稳定的、有一定规则的联系方式的总和。

元素和结构是构成系统的两个方面,二者缺一不可。给定元素和结构两个方面,才算给定一个系统。

3. 系统具有整体性

凡是系统都有整体的形态,整体的结构,整体的边界,整体的功能,整体的特性,等等。所谓系统观点,首先是整体观点,强调考察对象的整体性,见树先见林,从整体上认识和处理问题。

在元素众多、结构复杂的系统中,元素之间有一种“成团”现象:一部分元素更紧密地联系在一起。形成具有相对的独立性的集团,有自己的整体特性,这类集团称为子系统或分系统。

定义 2 如果 S_i 同时满足下列条件:

- (1) S_i 是系统 S 的一部分,
- (2) S_i 本身是一个系统,

则称 S_i 是 S 的一个子系统。

划分子系统及确定子系统之间的联系方式,是刻画系统结构、认识系统的重要方法。一个复杂的系统可以从不同的角度或按不同的标准划分子系统。按同一个标准划分出来的子系统,应满足完备性和独立性的要求,即:

$$S = S_1 \cup S_2 \cup \cdots \cup S_n \quad (\text{完备性})$$

$$S_i \cap S_j = \emptyset \quad (\text{空集}), \quad i \neq j \quad (\text{独立性})$$

技术科学研究系统是为了实现特定的功能目标,具有特定功能是系统的本质特性。钱学森先生给出的定义是:系统是由相互制约的各部分组成的具有一定功能的整体。这个定义除包含上述三个要点外,强调了系统功能。

定义 3 系统功能是系统与外部环境相互联系和相互作用中表现出来的性质、能力和功效。

一个具体系统是从普遍联系的客观事物中相对地划分出来的,与外部事物有着千丝万缕的联系,既有元素或子系统与外部的直接联系,更有系统作为一个整体与外部的联系。这种联系对系统是重要的。外部的变化或多或少会影响系统。系统与环境联系方式的改变,也往往会改变系统内部组分的联系方式,甚至改变组分本身。一个系统之外的一切事物的总和,称为该系统的环境。但是实际上不可能,也没有必要列举系统与系统之外所有事物的联系,而只要考虑一切与系统有不可忽视的事物之总和即可,并把它看做系统的环境。令 U 记宇宙全系统, S 记我们考察的系统,则 S 的环境

$$E_s = \{X | X \in U \text{ 且与 } S \text{ 有不可忽略的联系}\}$$

系统与环境相互作用和相互联系是通过交换物质、能量、信息实现的。系统能够与环境进行交换的特性,称为开放性。

把系统与环境分开来的某种界限,叫做系统的边界。边界的存在是客观的,凡系统都有边界。但有些系统的边界并无明确的形态而难以辨认。

系统的元素、结构、环境三者决定系统的功能。元素性能太差,不论结构如何优化,系统功能也不会太好。再高明的教练也无法将一支随意组合的业余足球队在短期内训练成世界水平的球队。环境对系统功能也有一定影响。同一系统对不同的功能对象可能提供不同的功能服务。对象选择不当,也不能充分发挥系统功能,“英雄无用武之地”。

当系统的环境、元素确定之后,结构是功能的决定因素。金刚石和石墨的元素都是碳,但二者的结构不同,硬度有天壤之别。在实际活动中,元素条件已经确定,环境条件也已规定,人们可以充分发挥主观能动性,在优化结构上下功夫,以获得最佳的系统功能。

1.2 基本系统思想

系统思想建立在两组概念上:突现与等级、通信与控制。

1.2.1 突现与等级

若干事物按某种方式相互联系而形成—个系统,就会产生出它的组分和组分的总和所没有的新性质(系统质或整体质)。这种性质只能在系统整体中表现出来。如果把系统分解成它的组成部分,这种性质便不复存在。这就是系统的整体突现性原理,又称为非还原性原理。氢原子与氧原子化合成水分子。水具有不可压缩性、溶解性等性质,这是氢和氧所不具备的。将水分解为氢和氧,水的这些性质不再复现,而恢复了氢的可燃性和氧的助燃性。无生命的原子和分子组成细胞,就具有生命的性质。生命现象不能还原为物理现象和化学现象。

整体突现性,即整体具有部分或部分总和所不具备的性质,是系统最重要的特性,是系统论的理论基石。所谓用系统观点看问题,就是要注意系统的整体突现性,从整体上把握事物的性质。

整体突现性,通俗地讲就是“整体大于部分之和”。系统是若干相互联系、相互制约的元素的综合体。系统的整体突现性是系统组分之间相互作用而产生的整体效应。同样—组元素,相互作用的方式不同,产生的系统效应也不同。“三个臭皮匠,赛过诸葛亮”是整体大于部分之和;“一个和尚挑水吃,两个和尚抬水吃,三个和尚没水吃”也是整体大于部分之和。前者是正效应,后者是负效应。

有组织的复杂性是系统论的研究对象。系统论认为,有组织的复杂性的一般模型是,存在一个组织层次等级体,每一层级都比它下一级层次复杂,每一层级都以比它低的那—层级不存在的突现性质为特征。“苹果的形状”是在细胞、细胞器、组成苹果的有机分子这一层次产生的结果,但是在描写更低层级上没有任何意义。这些层次发生的过程导致新的复杂性层次:完整苹果的层次。这一层次拥有突现性质,其中之一就是苹果的形状。

系统整体突现性原理提供了正确把握层次概念的理论依据。在复杂系统中,系统质的飞跃不是一次完成的,而是经过—系列部分质变实现的。每发生—次部分质变就形成—个中间层次,一直到完成根本质变,形成系统的整个层次。因此,层次是从元素质到整体质的根本质变过程中呈现出来的部分质变序列中的阶梯,是—定的部分质变所对应的组织形态。

系统论认为,无论是自然界演化出来的系统,还是人工系统,都具有等级层次结构。系统的形成和保持,运行和演化,等级层次结构都是复杂系统最合理的组织方式。贝塔朗菲认为等级层次理论是—般系统论的—个重要支柱。切克兰德(Checkland)认为等级层次是建立系统思想的四个基础概念之一。把握等级层次理论,可以避免认识事物的表面性和片

面性。

1.2.2 通信与控制

等级理论关心复杂性的一个层次与另一个层次的基本原则。它的最终目标是提供不同层次间的关系说明,并说明等级体是如何形成的:什么东西产生层次?如何划分层次?什么东西使它分离,什么东西使它联系起来?这些问题虽然有待进一步研究,但有一点似乎可以肯定:与等级中一个层次上的元素集合相联系的突现性质与对元素自由程度所加的约束有关系。产生这种约束的突现性质,需要一种描述元素本身的描述性语言。例如,化学语言中,DNA 中任何碱基排列都服从物理化学规律。正是基于有关碱基顺序的普通化学之上的约束产生了基因编码这一生物中独有的性质。它标志着“化学”层次向“生物学”层次的飞跃。这是控制活动的一个范例。在各个层次间起作用的控制过程是等级体的特征。由此导向系统思想的第二组基本概念:通信与控制。

在开放系统的等级体中,等级的维护需要一系列为着调节和控制而进行的信息交换过程。如果系统要经受住由环境支配的冲击,由开放系统所构成的等级体就需要通信和控制过程。现代分子生物学中,DNA 被视为是在存储和编辑信息。这些基因过程产生了携带着“强化”或“削弱”进化的指令,构成指导有机体发育的控制过程。

考察机器、工厂等人工等级系统,这一点更加明显。化工厂的设计者,不仅要考虑个别的反应器、热交换器等构成工厂的设备,还必须在不同思想层次上把工厂作为一个整体来考虑,工厂的全部行为必须控制起来,按要求的速度、价格、纯度生产出所需的产品。他必须借助这一过程的状态信息指导行动,把反应控制在预定限度内。通过了解原料的可变性及可能受到的环境干扰,根据整个工厂的控制方案自动控制少数几个变量是完全可能的。

控制过程依赖于通信,依赖于以指令或约束形式出现的信息流动。信息流动可以是自动的,也可以是人为的。在蒸汽机节速器中,自动开闭蒸汽阀的旋转摆取代了原来控制阀门的操作者。他和自动节速器是有关蒸汽机转速信息的接收器,它“做出决定”并向阀门反馈一条指令。值得注意的是节速器的行为完全与能量的考察无关。这个控制过程中所涉及的能量,与对蒸汽机本身的考察相比是可以忽略的,而调节器的行为在作为整体的系统中是关键性的。它的力量在于接收和传输信息的能力。信息交换对系统行为来说是至关重要的。信息概念对系统论的重要性可以与能量概念相比。二者都为抽象,都有巨大的说明解释力量,都产生可付诸实验检验的猜想。物理学没有能量概念,将是混乱不堪的学科。同样,系统思想没有信息概念也不行,尽管目前对它尚无精确定义。

1.2.3 系统类型

系统思想诞生于人类应付日益增加的“有组织的复杂性”的尝试。博尔丁(Boulding)从对复杂程度的直观说明出发把系统分成九个等级,从复杂程度较低的框架结构,到最复杂的超越知识的超越系统(transcendental system),如图 1.1 所示。下面三层是物理系统,中间三层是生物系统,上面三层是最复杂的人类社会及宇宙系统。

切克兰德按照系统的起源不同,将系统分为自然系统和人工系统。人工系统包括人工物理系统、人工抽象系统和人类活动系统三种类型。在这四种类型之上,还有一个超越了

知识的系统范畴,遵循博尔丁的论点,称之为超越系统。由此构成一幅系统类型的简图,如图 1.2 所示。

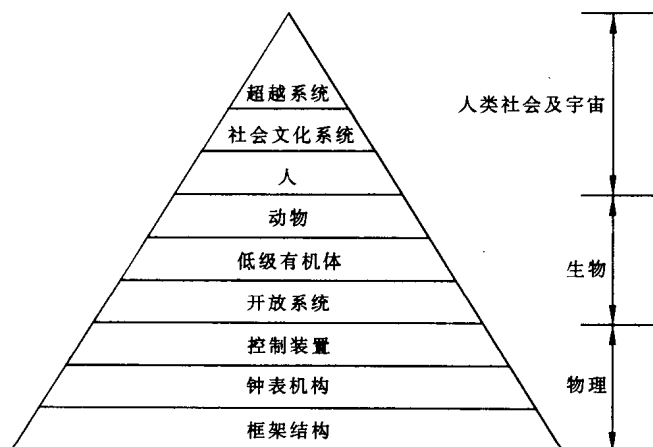


图 1.1 系统复杂性等级

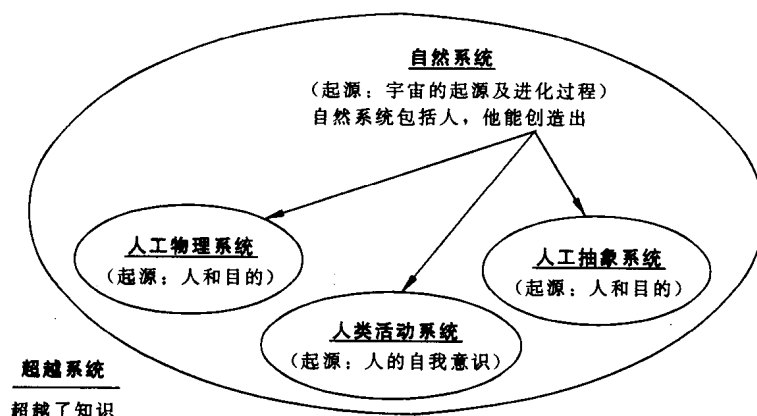


图 1.2 构成宇宙的五类系统

1. 自然系统

自然系统由有相互关系的实体构成。观察者可以按其本来面目对它进行观察和描述。自然系统的显著特点是,假定其起源于一个理性可以理解的宇宙,它们就只能是现在这个样子。其物理形态是相对固定的:太阳总会从东方升起,彩虹的颜色总是呈现出同一花样。如果不是这样,科学研究将是毫无意义的事情。从生物学的角度看人是“无尾猿”,也包括在这个范围内。但人类不只是无尾猿,他能创造出超出自然系统之上的不同系统。这种系统可以不是现在这个样子的系统。

自然系统是进化而成的、不可还原的。“不可还原”是从整体性质上说的。我们对二氧化碳的结构了解非常清楚,即使在化学意义上它可以还原为氧和碳,但它还是具有氧和碳所不具备的整体性质。从这个意义上讲是不可还原的。

2. 人类活动系统

世界上有许多人类活动集合的例子,它们互相关联,因而可以看做一个整体。

人类活动系统与自然系统的根本差别在于这样一个事实:这类系统可以与它们现在这个样子完全不同。但没有人类干预的自然系统却不是这样。

什么因素使人成为一种独一无二的动物?对这个问题有许多不同的看法。人们往往认为是因为人能制造工具,但也有人举出啄木鸟加以反对。啄木鸟用仙人掌类植物的刺戳进树皮而啄出虫子。通信专家把人类语言的精巧复杂作为显著特征加以引证。但人们也可用蜜蜂舞蹈语言的精巧复杂来反对人是语言创造者的论点。蜜蜂可借助舞蹈语言指示食物方向、距离及质量。索普(Thorpe)甚至用实验证明,鸟类的歌唱不仅不是混乱不堪的,而是显露出艺术意识。所有说明人之特性的不同论点有一个共同点:自我意识。索普1974年有关“动物本性”和“人类本性”差别的实验证据中,不仅强调了人类显著特征自我意识的重要性,而且深入论述了对理解人类社会系统本质极为重要的自我意识的后果:人类是十分自由的,他有真正选择行动的自由。

这个论证建立在神经生理学家的实验发现基础上,有意识的人类活动和经验在大脑的电活动中都有相应的反映,因而可以精确地描述大脑的电状态。假设在大脑状态、意识内容及随后的行动间存在相互关系,则做出个人,除了如此行动外别无选择的预言,在理论上也是可能的。因而证明了人是机器。

考虑下述情况:一个观察者在获取某个(称为乔)的大脑状态的精确描述,并用这一描述预言乔的下一步行动。如果在采取行动之前证实这一描述是正确的,则乔对这描述的正确性的信仰会改变他的大脑状态,从而使观察者的描述过时,预言也就毫无意义了。如果对观察者的预言秘而不宣,只是作为成功的证明向乔出示,使乔相信关于他的大脑的机械理论是正确的。即使如此,也只能说明这一结果是可由实验者预见的,而没有表明对乔是不可避免的。即这个实验对观察者的资格有了限制:乔本人不能参加。这意味着观察到的任何东西都不能获得完全公众知识的地位。与磁体“同极相斥”这类自然科学知识不同。后者是任何人都可以重复观察到的。因而原则上不可能有精确类同于自然科学的人类活动的严格科学。另外人类行为者之不可还原的自由,意味着对人类活动系统的说明,不可能类似于对自然系统的说明并与它有相同的逻辑地位。因而把人类活动系统与自然系统分开是合理的。

3. 人工系统

我们可以用一块石头(自然系统)把钉子钉入木板,但如果用一把锤子,则任务可以完成得更好。锤子与自然系统有许多共同之处:简单地存在着,难以改变。但锤子与石头有不同的起源:锤子是设计者为某种目的而精心设计的,依赖于设计者的确切目的而有许多不同的形式。人工物理系统的存在,是由于某种人类活动系统中需要。人能够创造出人工物理制品来达到特定目的。人也可以创造出思想的构造集合,即人工抽象系统。

人工系统与自然系统的区别,就在于它是人为了某种目的而设计出来的。自然系统是盲目的进化力量作用很长时间之后的结果。在平常的讨论中,也需要把简单地服务于某一目的的活动(或系统),与作为人类有意选择的活动(或系统)区分开。前者是“目的性的”(purposive),后者是“意向性的”(purposeful)。操纵机构是钟表的一个目的性系统,通过

阅读表盘而说出时间,则是人的意向性行为。

1.3 系统思想的发展

现代文明所取得的伟大成就,是古人绝对想象不到的。但是,当人们用系统眼光重新看待世界时,会惊奇地发现自己祖先探索自然的思维方式竟与成为现代科学发展巨大杠杆的系统理论息息相通。

1.3.1 古代朴素的整体观

1. 中国古代的系统观

我国是世界上最古老的文明发源地之一。她地处亚洲的东部,太平洋的西岸,北面是寒冷的西伯利亚荒原,西面是阿尔泰山、喀喇昆仑山和沙漠,西南是喜马拉雅山,沧海大洋与高山大漠形成一个相当封闭的地理环境。中国先民在这个封闭的地理环境中创造了独特的灿烂文化。

系统思维,或者说整体思维,是中国传统思维方式的一个重要特点。它不仅是使中国古代文明步入世界前列的一个重要因素,而且对当代科学发展仍有重要的启迪作用。耗散结构理论的创始人、诺贝尔奖金获得者普里高津(I. prigogine)指出:“中国传统学术思想是着重于研究整体性和自然性,研究协调和协和。现代新科学的发展,近10年物理和数学的研究,如托姆的突变理论,重正化群,分支点理论等,都更符合中国的哲学思想”。他由此得出结论说,“中国思想对于西方科学家来说始终是个启迪的源泉”。

中国传统的整体思维方式在古代哲学、管理、医学、农技等领域都有突出的表现。

“天人合一”的整体宇宙观是中国传统文化观念的特点之一。这种宇宙观认为主体和客体是统一的,人是宇宙整体中的一部分,自然与人类有统一性。中国古代的太极体现这种思维方式。所谓太极,也就是太一。这里的“一”,不是数学上的一,而是哲学意义的一,整体的一。太极指宇宙最初浑然一体的元气。太极图中黑白部分的鱼形叫两仪,象征万事万物由阴阳两气构成。两气相互调和、消长,形成万事万物。

与其他几个文明古国形成鲜明对照的是,中国先民的宗教意识极为淡漠,远古的神话传说中没有超越人间的神的形象,而是充满着对先祖杰出才能和品质的赞颂。最有名的神话,如盘古开天辟地、女娲补天、后羿射日、燧人氏钻木取火、有巢氏构木为巢、神农氏遍尝百草等,都是讲述先祖创业的英雄故事。可以说,中国的神话是人神同一的神话。神没有超越性,没有凌驾于人之上的神的世界。无神论的民族重视现实,遵从生活经验,这也是决定了中国科学的实用性和经验性。

中国农学重视天时、地利和人力三者对农业的决定性作用。对于有利于作物生长的时令、土壤和施肥等环节都做过细致的研究。为防止我国境内最为常见又对农业生产影响最大的自然灾害——水灾和旱灾,春秋战国时期就开始兴建大型水利工程,包括灌溉工程、运河工程和堤防工程。灌溉工程如芍陂、西门渠、漳水十二渠、都江堰和郑国渠。芍陂和都江堰历经两千多年,至今仍在发挥作用。都江堰使成都平原成为“水旱从人”的沃野良田,四川由此成为“天府之国”。都江堰工程不仅受益至今,其设计、施工水平也给人们许多启

迪。“鱼嘴”分水工程、“飞沙堰”分洪排沙工程,“宝瓶口”引水工程,120个附属渠堰形成了互相依赖、相互调节、相互制约的引水枢纽,并巧妙地充分利用了当地的地形地物。即使按现代系统工程思想衡量,人们也不能不佩服先人的聪明才智。

中国传统医学主要依靠人体的总体状况看病治疗,强调对病症的综合诊断,把身体和疾病看做一个总体的动态变化过程,充分体现了系统思想。经过上千年的经验积累,中国的医学体系在春秋战国时期得以初步建立。公元前五世纪的扁鹊代表了那个时代中国医学的最高成就,他采用的切脉、望色、闻声、问病四诊法一直沿用至今。广为流行砭石、针灸、按摩、汤液、熨贴、手术、吹耳、导引等方法,创造了不少为人传颂的“起死回生”的奇迹。战国晚期出现的《黄帝内经》,集当时医学之大成,广泛论述了医学理论的各个方面。它第一次提出了脏腑、经络学说,成为日后中医理论发展的基础。它采用阴阳五行学说,作为处理医学中各种问题的总原理,为临床诊断提供了理论说明。根据阴阳五行的朴素辩证思想,把自然界和人体看成由五种要素相生相克、相互制约而组成有秩序、有组织整体,人与天地又是相应、相生而形成的更大的系统。“人以天地之气生,四时之法成”,“天时人以五气,地食人以五味,五气入鼻,藏于心肺,上使五色修明,音色能彰,五味入口,藏于肠胃,味有心藏,以养五气,气和而生,津液相成,神仍自生”,把人体看成和天地大宇宙密切相关的小宇宙,自然界是一个大系统,人作为整体中的一部分,是一个小系统。这些精辟的论述充分体现了系统的层次等级原理,系统与环境共塑共生原理。

如果说中医学是世界上最早的人体系统论,那么可以说儒学是世界上首先面世的社会系统论。自西汉以后,儒学一直是封建统治阶级主要依靠的思想体系。中国封建社会很长,是世界上最发达、最开明、最富于活力的封建社会。在封建时代,中国的科学技术在世界上处于领先地位长达十几个世纪。中国封建社会的优点以及能创造如此高度的文明,与儒家社会管理理论有一定的联系。

儒学是一个博大的思想体系,由孔子奠基,到西汉董仲舒臻于成熟。春秋末年,由于新的生产力和经济关系的诞生,兴盛了数百年的周朝典章制度已经无法维持,出现了“礼崩乐坏”的局面。自春秋末年到刘邦称帝,300年间中国频繁处于失控的混乱状态。如何评定天下,重新实现对社会的有效管理,始终是亟待解决的迫切问题。正是在这样的背景下,形成了儒家学说。

儒家学说认为,对社会的管理,说到底是对人的管理。对人的研究构成儒家的理论基础。“仁”是孔子思想的核心。什么是“仁”?孔子自己的概括是:“仁者,人也”。就是说:仁是关于人的学说。从本质上讲,儒学就是人学。儒家对人的研究,其最大特点是从社会的整体出发(西方传统世界观是从个体的人出发),认为人是社会的基础,是构成国家整体的第一要素,比土地、财物更重要。其次,儒家强调人的社会性,从人的社会关系(即结构关系)出发把握人的特质。重视事物的关系和结构,是中国传统的思维方式。儒家以这种思维方式研究人和社会,认为社会是一个等级结构体:最上面的是“天下”,其下是“国”,再下是“家”,底层是“人”。孟子说:“天下之本在国,国之本在家,家之本在身。”这句话概括了儒家对天下、国、家和个人之间关系的总看法。儒家认为管好个人是管好社会的基础。

在古代应用科学中,医学和军事战略学最充分地展现了中华民族的智慧才华。后者的代表首推《孙子兵法》。《孙子兵法》运用系统思想从全面战略高度来讨论战争,提出了与现