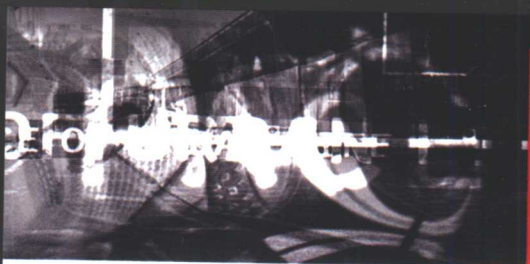


Golden
Fleece

Fleece



人工

科学

复杂性面面观

司马贺/著 武夷山/译



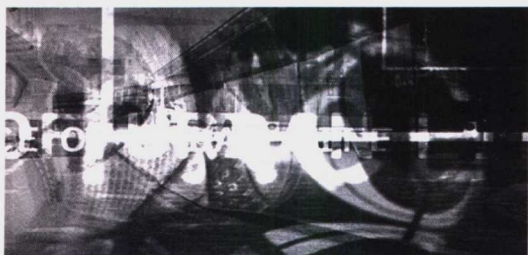
金羊毛书系

G O L D E N F L E E C E S E R I E S

上海科技教育出版社

Golden

Fleece



复杂性面面观

司马贺/著 武夷山/译



金羊毛书系

G O L D E N F L E E C E

上海科技教育出版社

The Sciences of the Artificial (3rd ed. 1996)

by

Herbert A. Simon

Copyright © 1996 by Massachusetts Institute of Technology

Chinese (Simplified Characters only) Trade Paperback copyright © 2004 by

Shanghai Scientific & Technological Education Publishing House

Published by arrangement with MIT Press

through Arts & Licensing International, Inc., USA

ALL RIGHTS RESERVED

上海科技教育出版社业经 Arts & Licensing International, Inc.

协助取得本书中文简体字版权

责任编辑 潘涛 傅勇 装帧设计 桑吉芳

金羊毛书系

人工科学

——复杂性面面观

司马贺 著

武夷山 译

世纪出版集团

出版发行

上海科技教育出版社

(上海市冠生园路 393 号 邮政编码 200235)

网址: www.ewen.cc www.sste.com

各地新华书店经销 商务印书馆上海印刷股份有限公司印刷

ISBN 7-5428-3664-1/N·631

图字 09-2002-176 号

开本 787×1092 1/25 印张 9 插页 2 字数 203 000

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

印数 1-5 000 定价: 18.00 元

发 凡

传说在离希腊很远很远的黑海岸边,有个地方叫科尔喀斯,那里有一件稀世之宝——金羊毛。它是国王献给战神阿瑞斯的礼物,战神把它钉在圣林里,并派一条昼夜不眠的火龙看守着,因为神谕告诉他,他的生命跟金羊毛紧紧地联系在一起。很久以来,金羊毛一直被看作稀世珍宝,多少英雄豪杰为了得到它而踏上了艰险的路程,但他们没有一个能成功,很多人甚至连宝物的影子都没看到,就倒在漫长的征途中了。后来,英雄伊阿宋组织了一个远征队,决心去取金羊毛。国王要伊阿宋驯服两头铁角铜蹄、鼻孔喷火的神牛,套上犁具翻垦圣林的土地,并播种一着地就会变成铁甲武士的毒蛇牙齿,然后才能到巨龙看守的地方去取金羊毛。伊阿宋得到国王女儿美狄亚的帮助解决了神牛和武士,又靠着天才歌手俄耳甫斯的七弦琴琴声催眠了巨龙,终于拿到了那挂在高高橡树顶上的金羊毛。

这个故事就是古希腊神话中脍炙人口的“伊阿宋智取金羊毛”,千百年来,它一直为人们所传诵。从此“金羊毛”就成了至高无上的珍贵物品的代名词,象征着历尽艰险才能获得的财富。而那些能够勇往直前、努力实现自己理想的英雄们,就被称为“金羊毛英雄”,受到人们无限的崇敬。

在现代科学的发展史上,最有资格被称为“金羊毛英雄”的,无疑是那些摘取了最高科学荣誉——诺贝尔奖的人。他们以自己的聪明才智,以自己的顽强毅力,献身于科学事业,最终取得了普通人难以企及

的科学成就,并因而赢得了崇高的荣誉。他们的精神令人敬佩,他们的成就令人叹服,而他们在奋斗过程中所展现出来的科学精神、科学思想、科学方法,无疑更是后人应该认真学习和借鉴的。可以说,这些才是真正堪称无价之宝的“金羊毛”。

“金羊毛书系”正是为了这个目的而策划的一套科普丛书。它荟萃了近半个世纪以来许多诺贝尔奖得主的科普著作,其中既有这些科学大师对自身亲历的重大科学事件的回顾,也有他们对所在领域的最新科学进展的通俗介绍,还有对科学与社会、文化之间的关系的深刻思考。它们充分体现了这些诺贝尔奖得主的独特见地和睿智,是这些科学巨匠们留给我们的宝贵财富,值得我们好好挖掘。

中华民族正在走向伟大复兴之路,“科教兴国”早已成为全社会上下的共识。希望“金羊毛书系”的读者们,能够在接触这些科学大师的同时,领略其中的科学智慧,感悟其中的科学真谛,从而进一步攀登新的科学高峰,去收获属于自己的“金羊毛”。

献给艾伦·纽厄尔(Allen Newell)
怀念我们的友谊

名家评说

要 想单单读一本书来了解司马贺思想的精华,我愿推荐篇幅不大的《人工科学》,它是为科学界众多读者写的。

爱德华·费根鲍姆(Edward Feigenbaum)

美国国家工程院院士,
斯坦福大学计算机科学教授

人们有时问我,他们该读些什么来了解人工智能的概况。司马贺的《人工科学》总在我的推荐书单上。它的每一页都对传统思维发出挑战。

乔治·A·米勒(George A. Miller)

普林斯顿大学心理学教授

任何工程师若还没想明白为什么我们需要应付复杂性,怎样才能成功地应对复杂性,都应阅读这本简明扼要的杰作。

伊恩·亚历山大(Ian Alexander)

英国系统工程专家与咨询专家

内容提要

本书是诺贝尔经济学奖得主司马贺的代表作之一,是1996年修订出版的第三版的中译本(其第二版的中译本于1987年由商务印书馆出版)。第三版增加了全新的一章“复杂性面面观”(Alternative Views of Complexity),修改了文字内容并更新了部分数据。

作者率先构造出“人工科学”的概念,据以将经济学、思维心理学、学习科学(Learning Science)、设计科学、管理学、复杂性研究等领域贯穿联系了起来,使人获得很多启迪。本书对传统思维提出了挑战,指出了人工智能所期望达到的领域,揭示了人工性和层级对于复杂性的意义,从多个领域说明人工科学何以是可能的,并试图说明它的性质。本书的基本主题是:物质符号系统具备必要和充分的手段来采取智能行动。

作者简介

司马贺,美国人工智能专家和认知心理学家。生于威斯康星州密尔沃基。1943年获芝加哥大学哲学博士学位。1943~1949年任教于加利福尼亚大学伯克利分校和伊利诺伊理工学院,1949年后任教于卡内基-梅隆大学。1967年当选为美国科学院院士。司马贺是中国学术界的老朋友,一向致力于中美友好和促进中美学术交流。1983~1987年,任美中学术交流委员会主席,受聘中国多所高等院校的名誉教授,1994年当选为中国科学院外籍院士。1975年,他获得美国计算机学会图灵奖;1986年,获得美国国家科学奖以及美国总统科学奖;1995年,在国际人工智能会议上,他被授予终身荣誉奖。司马贺涉猎的学术领域非常广阔,在人工智能、计算机科学、经济学、管理科学、运筹学、心理学、行政学、系统科学等方面,皆卓有建树。因“对经济组织中的决策过程的开创性研究”而荣获1978年诺贝尔经济学奖。

第三版序

《人工科学》(The Sciences of the Artificial)上一次进行修订还是1981年,自此以后,地球又自转了5000余圈。现在提出这样一个问题正当其时:我们对世界的认识方面有哪些变化要求本书内容也作出相应变化。

特别相关的是,人们近来对复杂性(complexity)和复杂系统(complex systems)的兴趣猛增。在本书的前两版中,我只简要论及复杂性的一般概念和复杂性的具体层级形式(这是本书关心的主题)之间的关系。现在我新增一章来弥补这一缺陷。读者阅读此章后会觉得,复杂性的热衷分子(我自己也算一个)是一个庞杂的阵营,这些人对还原论(reductionism)的认识就很不一致。我们这批人当中,形形色色的人所推崇的分析复杂性的工具都是大相径庭的,如今有人喜欢谈论“混沌”(chaos)、“自适应系统”(adaptive systems)和“遗传算法”(genetic algorithms)。在新增的第7章“复杂性面面观”(“复杂性的构造”成了第8章)中,我梳理了这些主题,揭示了人工性(artificiality)和层级(hierarchy)对于复杂性的意义。

这个第三版的其余修订,多为内容的更新。尤其是,我反映了1981年以来在认知心理学(第3章和第4章)和设计科学(第5章和第6章)方面的重要进展。令人欣慰的是,在这两个领域持续发生的迅速进步要求本书增加大量的新的参考文献的同时,这些新文献都肯定了本书关于人工科学的基本主题并有所拓展。第2章里着重点的变化,则

反映了我对经济系统中组织和市场的不同作用的认识的进展。

本书第三版像前两版一样,都题献给我的半辈子的朋友,艾伦·纽厄尔。而这一次,不幸的是,只能是缅怀了。他生前的最后一本著作,《认知的统一理论》(Unified Theories of Cognition),为推进我们对智能系统(intelligent systems)的认识提供了强有力的纲领。

我想感谢我的助手希尔夫(Janet Hilf),一方面,完成这次修订所需的时间是在她的“保护”下留出来的,另一方面,她为手稿达到付印状态提供了数不胜数的帮助。在麻省理工学院出版社方面,坎托-亚当斯(Deborah Cantor-Adams)对拙稿施以目光如炬的细心审改,使我感到,与出版社的来往是整个修订过程中一个令人愉悦的部分。我对她也深为感激。

我在本书前两版的序中已经就一些人士所提供的帮助、咨询和友谊表示谢意,除此之外,我想特别提出几位同事,他们的见解对于此处处理的新主题尤有启发。他们包括:埃里克松(Anders Ericsson),我与他一起探讨了协议分析(protocol analysis)的理论与实践;兰利(Pat Langley),布拉德肖(Gary Bradshaw)和基特科夫(Jan Zytkow),他们与我共同研究了科学发现的过程;还有安西佑一郎(Yuichiro Anzai),戈贝(Fernand Gobet),川崎由美(Yumi Iwasaki),库尔卡尼(Deepak Kulkarni),拉金(Jill Larkin),穆瓦涅(Jean-Louis Le Moigne),莱昂纳多(Anthony Leonardo),秦玉林(Yulin Qin),里奇曼(Howard Richman),沈为民(Weimin Shen),斯塔谢夫斯基(Jim Staszewski),塔巴赫奈克(Hermina Tabachneck),张国骏(Guojung Zhang)和朱新明(Xinming Zhu)。说实话,我不知道这个感谢清单该在哪里中止,也不知道怎样才能避免这个清单的重大疏漏,所以,我干脆向我的所有朋友和合作者,无论刚才是否提及,表示深深的谢忱。

在第1章中,我提出,科学的目标是使令人惊异的复杂事物成为可理解的简单事物——但是并不使人们的惊奇感丧失。如果读者觉得,在《人工科学》的第三版中,我将上述目标实现了那么一点点,我将欣喜万分。

司马贺

宾夕法尼亚,匹兹堡

1996年1月1日

第二版序

本书像一部赋格曲,它的主题和反主题首先出现于我在大陆两端的两次讲学(其间相隔十年有余)。但是,现在主题和反主题交织在一起,成为本书整体的各章。

1968年春,我受麻省理工学院卡尔·泰勒·康普顿(Karl Taylor Compton)讲座之邀去进行讲学,这给我提供了一个将我大部分研究所围绕的一个论点表达清楚并发挥详尽的很好机会。我的研究首先是在组织理论领域,后来是经济学和管理科学,晚近是心理学。

1980年,我又受加利福尼亚大学伯克利分校的H·罗恩·盖瑟(H. Rowan Gaither)讲座之邀去进行讲学,这次机会使我得以修正和扩充那一论点,并把它应用到几个新领域。

这一论点是,某些现象在某种非常特别的意义上是“人工的”。即,这些现象之所以是现在这个样子,只是因为系统在目标或目的的作用下被改变得能适应它所生存的环境。如果说,自然现象由于服从自然法则而具有一种“必然性”(necessity)的外观,人工现象则由于易被环境改变而具有一种“权变性”(contingency)的外观。

人工现象的权变性总使人怀疑将它们归于科学领域是否适当。有时候,这种疑问是针对人工系统的目的论特征以及由此产生的对施策(prescription)与描述(description)加以区分的困难。我觉得,这不是实在的困难。真正的问题是要表明,怎么对人工系统居然还能提出经验命题,要知道这些系统在不同的环境下,也许会呈现与现在的样子很不相

同的外观。

约 40 年前,我几乎是刚刚开始研究管理组织,就遇到了以几乎是纯粹的形式出现的人工性问题:

……管理颇像演戏。好演员的任务是理解并扮好分配给他的角色,虽然不同的角色也许体现了大不相同的内容。演出的成功取决于剧本的成功和表演的成功。管理过程的成效随组织的成效和组织成员发挥其作用的成效而变。[《管理行为》(Administrative Behavior), 252 页]

那么,怎样才能构造一种包含着比关于优秀表演的标准规范更多内容的管理理论呢?尤其是,怎样才能构造一种以经验为根据的理论呢?我的论述管理问题的著作,尤其是《管理行为》一书和《人的模型》(Models of Man)的第四部分企图回答这些问题,它们指出:人工现象的经验内容,凌驾于权变性之上的必然性,源于行为系统对环境的适应不能够尽善尽美——源于我所谓的理性的局限。

随着我的研究进入其他领域,我逐渐明显地看到,人工性问题并不是管理与组织所特有的,它影响着范围更广阔的学科。经济学既然假设了经济人具有理性,那么经济人就是非常老练的演员,他的行为可以反映环境加给他的一些要求,不过一点也反映不了他的认知构造。但是,这一困难必然超出经济学,延伸到与理性行为(思维、解决问题、学习)有关的所有心理学领域。

最后,我开始发现,由人工性问题可以解释,为什么工程或其他专门职业难以用不属于本专业的支持性学科的经验材料和理论材料来补充本专业。工程、医药、商业、建筑、绘画这些职业关心的不是必然性而是权变性——不关心事物是怎样的,而关心事物可以成为怎样,简而言之,关心的是设计。创造一门或多门设计科学的可能性同创造任何人工科学的可能性一样大。这两种可能性要么并存,要么共消。

我的这些论文试图说明人工科学何以是可能的,并试图说明它的性质。我主要以下面这些领域为例:经济学(第 2 章),认知心理学(第 3、第 4 章),计划和工程设计(第 5、第 6 章)。由于康普顿不仅是一名杰出的科学家,而且是一名杰出的工程教育家,我想,将我对设计问题的

诸结论应用于工程学课程体系的重建问题(第5章)不是不合适的。类似地,盖瑟对系统分析法在公共政策制订中的应用的强烈兴趣,特别在第6章得到了反映。

读者在本书讨论过程中将发现,人工性问题之引人入胜,主要是当它关系到在复杂环境中生存的复杂系统的时候。人工性和复杂性这两个论题不可解脱地交织在一起。因此,我才在本书中收入了一篇早些时候的论文“复杂性的构造”(即第8章)。我在两次讲学中只能简略提及的有关复杂性的一些思想,该文论述得较为详尽。此文原载1962年12月《美国哲学学会会议录》(Proceedings of the American Philosophical Society)。

我想在书中适当地方的脚注里对一些人士表示特别的感谢。我尤其要感谢艾伦·纽厄尔。20多年来,我工作的很大一部分是与他合作,本书也是题献给他的。如果他不同意我论点的某些部分,那么这些部分也许是错误的;但是,对于我论点的正确部分,他享有一大部分功绩。

许多思想,尤其是第3章和第4章中的思想,源于我已故同事李·W·格雷格(Lee W. Gregg)和我共同做的工作。其他一些同事,以及现在和当年的许多研究生,在文稿的许多页上留下了他们手指的润泽。这些研究生当中,我尤其要提及科尔斯(L. Stephen Coles),费根鲍姆(Edward A. Feigenbaum),格拉森(John Grason),兰利(Pat Langley),林塞(Robert K. Lindsay),尼夫斯(David Neves),奎利恩(Ross Quillian),西克罗西(Laurent Siklóssy),唐纳德·S·威廉斯(Donald S. Williams)和托马斯·G·威廉斯(Thomas G. Williams)。他们的工作对这里讨论的题目特别有意义。

第8章的以前几稿包括科纳(George W. Corner),迈耶(Richard H. Meier),约翰·R·普拉特(John R. Platt),舍尼(Andrew Schoene),韦弗(Warren Weaver)和怀斯(William Wise)贡献的许多有价值的建议和资料。

本书报道的大部分心理研究是国家心理卫生研究所的公共卫生服务部研究基金(代号MH-07722)所支持的。第5章和第6章报道的一些关于设计的研究,是由国防部长办公室的先进研究计划署资助的(代

号 SD-146)。这些基金,以及卡内基公司、福特基金会和艾尔弗雷德·P·斯隆基金会的资助,使我们能在卡内基-梅隆大学进行了 20 多年旨在加深我们对人工现象的理解的多方面的探索。

最后,我要感谢麻省理工学院和加利福尼亚大学伯克利分校,它们给我提供了准备和发表这些演讲的机会,它们也使我对在这两个充满激励气氛的校园内进行着的人工科学的研究情况有了更好的了解。

我要感谢这两个学校,还因为它们同意出版这个将各次讲演合成一体的集子。康普顿讲座的内容构成了第 1、第 3 和第 5 章,盖瑟讲座的内容构成了第 2、第 4 和第 6 章。由于本书的第一版(1969 年)获得了良好反应,我对第 1、第 3、第 5、第 8 各章的修改只限于订正几个明显错误、更新几桩事实和增添一些过渡段落。

目 录

第三版序 xiii

第二版序 xv

1. 理解自然界和人工界	1
2. 经济合理性:适应性的手段	24
3. 思维心理学:将智慧嵌入自然	48
4. 记忆与学习:作为思想环境的记忆	79
5. 设计科学:创造人工物	103
6. 社会计划:进化着的人工物的设计	130
7. 复杂性面面观	157
8. 复杂性的构造:层级系统	169

1. 理解自然界和人工界

距 牛顿(Newton)生活的时代约 300 年后的今天,我们对自然科学这一概念已非常熟悉了,对物质科学(physical science)* 与生物科学之熟悉则最无疑义。一门自然科学是关于世界上某一类事物——物体或现象——的知识体系:关于这些事物的特征和性质;关于它们的行为和相互作用。

自然科学的中心任务是化令人惊异的事物为易于理解的常情:它要表明,如果正确地看待,复杂性不过是遮蔽着简单性的外表;它要发现隐藏在表面的混乱状况之后的规整模式。早期的荷兰物理学家史蒂文(Simon Stevin)曾用一幅漂亮的图画(图 1)说明,由“永动不可能”这一点便可“自明”地得出斜面定律。经验和常识都告诉我们,图中的球链既不会向右旋转,又不会向左旋转,而将保持静止。(既然旋转不改变图中的一切,那么,球链不动则已,一动就会永久运动下去。)因为球链的悬垂部分是两边对称的,所以我们可以截去悬垂部分而不破坏平衡。截去这一部分后,长斜面一侧的球与较短较陡的斜面一侧的球保持平衡,球的数目与该侧斜面倾角的正弦值成反比。

* 指物理、化学等学科。——译者