




任晓明 桂起权 ©著

Jisuanji Kexue Zhhexue Yanjiu

# 计算机科学哲学研究

——认知、计算与目的性的哲学思考

 人民出版社

# 计算机科学哲学研究

——认知、计算与目的性的哲学思考

任晓明 桂起权 ©著

Jisuanji Kexue Zhexue Yanjiu

 人 民 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

计算机科学哲学研究——认知、计算与目的性的哲学思考/

任晓明 桂起权 著. -北京:人民出版社,2010.7

ISBN 978-7-01-008809-9

I. 计… II. ①任…②桂… III. 计算机科学-科学哲学-研究  
IV. TP3-02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 052990 号

计算机科学哲学研究

JISUANJI KEXUE ZHAXUE YANJIU

——认知、计算与目的性的哲学思考

任晓明 桂起权 著

人民出版社 出版发行

(100706 北京朝阳门内大街 166 号)

北京龙之冉印务有限公司印刷 新华书店经销

2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月北京第 1 次印刷

开本:700 毫米×1000 毫米 1/16 印张:16.5

字数:293 千字 印数:0,001—3,000 册

ISBN 978-7-01-008809-9 定价:35.00 元

邮购地址 100706 北京朝阳门内大街 166 号

人民东方图书销售中心 电话 (010)65250042 65289539

# 前言

从目前的状况来看,计算机科学哲学尚无成熟、统一的研究范式。本书不可能也不打算建立计算机科学哲学的完整理论体系,但是试图确立计算机科学哲学的核心理念,探讨计算机科学尤其是人工生命中的若干哲学问题,为最终建立一个统一的范式和成熟的研究纲领奠定基础。我们试图通过研究在毕达哥拉斯主义和目的论传统中产生和发展起来的逻辑机器哲学以及人工生命哲学,进一步探讨计算主义纲领的功过以及人机类比、生命模拟等哲学问题,展示计算机科学哲学领域所面临的挑战和困境,指出其可能的出路和大致发展趋势。

逻辑机器哲学是传统哲学与现代计算机与信息技术的哲学反思相结合的产物。它通过人与计算机的类比,探讨用计算机模拟人类心智的可能性以及有关的哲学问题。逻辑机器哲学对生物自动机或逻辑机的研究奠定了人工生命理论的哲学和逻辑基础;而人工生命哲学是对逻辑机器哲学的继承与发展。

人工生命理论,由于其学科的交叉性,显得甚为奇特,研究的难度颇大。自1989年以来,我们一直致力于研究逻辑机器哲学和计算机科学中的哲学和逻辑问题。在武汉大学时,我们参与了国家高技术计划(即863计划)信息技术领域的研究。在学习和研究过程中,借助勃克斯教授提供的英文材料,我们撰写了论文《因果陈述逻辑与理想单元自动机——归纳逻辑与人工智能的一个课题》,最后,这篇论文被收入《中国人工智能学会第六届全国人工智能学术年会论文集》。后来又撰写了题为《生物目的性自动机理论的哲学考察》的论文,在“第二届归纳逻辑与人工智能研讨会”上宣读,引起一些人工智能研究者的兴趣。于是,萌生了深入研究这一理论的念头。勃克斯教授多次馈赠珍贵的文献(包括未发表的论文),使我们能向读者展示该领域的最新成果,使我们能站在逻辑机器哲学和人工生命理论研究的前沿分析其历史、现状和发展趋势,追踪世界先进水平。作为一个多学科相互渗透的综合性研究成果,本书力图在认知科学、生物学、逻辑学、计算机科学、信

息技术与人工智能的结合点上全面系统地介绍该研究领域的情况,以便拓展读者的视野,开拓我国计算机科学哲学研究的新局面。

为了阐明生物自动机的哲学源流,我们在本书第一章对目的论作了科学哲学分析,在第二章对目的论作了历史的分析,这些背景知识对于深入了解逻辑机器哲学和人工生命理论是必要的,因为,逻辑机器哲学的一个中心论题就是:人就是一部有穷自动机或逻辑机;同样,人工生命理论也认为,包括人在内的生命也是一种特殊的逻辑机(如细胞自动机或元胞自动机)。这些自动机都是一种目的性自动机。显然,目的论是逻辑机器哲学和人工生命理论确立的哲学前提。本书着重讨论勃克斯的逻辑机器哲学,侧重于探讨以冯·诺意曼理论为代表的生物目的性自动机理论以及人工生命理论。

本书对传统哲学的批判性反思表现在以下四个方面:其一是挖掘古希腊哲学中的毕达哥拉斯主义的合理因素,揭示毕达哥拉斯主义传统对计算机科学哲学的影响;其二是为在哲学史上因提出“人是机器”的命题而受尽奚落的拉·梅特里撑腰打气,揭示其合理因素;其三是为所谓“声名狼藉的”目的论恢复名誉,阐明其现代意义;其四是为被斥之为“空洞的同义反复”的“适者生存”进化观诊脉。进而从复杂性科学、认知科学、计算机科学以及逻辑学的不同视角展开我们的探讨与反思。

要想使一本涉及计算机逻辑的著作没有符号、公式是不可能的,但我们尽可能用深入浅出的方式去表述严密的逻辑原理和精确的概念,回避一些可以略去的技术性细节。想要进行深度研究的读者可查阅本书末所列参考文献。我们祈望这本书能引起各方面专家和广大读者的兴趣,同时也真诚期待对本书的批评。

本书曾于1994年列入中国科学技术出版社“科技前沿丛书”出书计划,书名为《生物目的性自动机》。清样出来后,因故未能出版。近二十年来,计算机科学技术以及有关哲学问题的研究有了很大的发展。我们通过翻译和介绍派利夏恩的《计算与认知》(中国人民大学出版社2007年版)一书,对计算机科学的哲学问题尤其是认知计算主义纲领有了更深刻的理解。近年来国内出版的一些著述,如李建会的《与真理为友》(2002年)、郦全民的《用计算的观点看世界》(2009年)、刘晓力的《认知科学研究纲领的困境与走向》(2003年)给了我们很大的启发。于是,我们重写了《导言》,对第三章以后的章节作了较大的修改和增补。显然,这是一本新的书稿。它采用了一种不同于国内外学者的探究视角,也就是从计算机科学与生物科学的交叉处入手,探索从生物目的性自动机到人工生命、从逻辑机器哲学到人工生命哲

学的发展进程,揭示支撑着这一发展历程的哲学理念,进而研究以毕达哥拉斯主义和目的论传统为基础而发展起来的计算主义纲领的贡献与局限。展示其未来的出路和发展趋势。

**作 者**

2009年5月修订于南开园

# 目 录

前言 .....	(1)
导言 计算机科学哲学的核心理念 .....	(3)
第一章 目的论的科学—哲学分析 .....	(17)
第一节 目的论系统的特征和物理模型 .....	(17)
一、目的论系统的特征 .....	(17)
二、刻画目的论系统本质的物理模型 .....	(19)
第二节 目的论系统的判别与界定 .....	(21)
一、功能/结构判据 .....	(21)
二、程序/历史判据 .....	(24)
第三节 目的论陈述和目的论说明 .....	(27)
一、目的论陈述与科学说明的经典模型 .....	(27)
二、目的论说明与科学说明的经典模型 .....	(29)
三、初步的结论 .....	(32)
第二章 目的论的历史分析 .....	(37)
第一节 哲学史上的目的论 .....	(37)
一、亚里士多德的内在目的论 .....	(38)
二、自然神学的目的论 .....	(43)
三、康德、黑格尔论目的性 .....	(47)
第二节 系统科学的目的观 .....	(53)
一、维纳控制论的目的观及自动机思想 .....	(53)
二、莫诺的微观控制论与自动机概念 .....	(58)
三、贝塔朗菲的一般系统论中的目的观 .....	(62)
第三节 复杂性科学对目的性概念的影响 .....	(65)
一、耗散结构论、协同学对目的性概念的影响 .....	(66)

二、复杂性科学其他分支对目的性概念的影响 .....	(72)
<b>第三章 生物目的性自动机与逻辑机器哲学 .....</b>	<b>(79)</b>
<b>第一节 生物目的性自动机 .....</b>	<b>(79)</b>
一、从“机械机器”到“活的机器” .....	(79)
二、作为计算模型的自动机 .....	(82)
三、生物目的性自动机的基本概念 .....	(84)
四、生物目的性自动机理论的产生与发展 .....	(87)
<b>第二节 逻辑机器哲学 .....</b>	<b>(90)</b>
一、逻辑机器哲学的历史脉络 .....	(90)
二、逻辑机器哲学的主要论题 .....	(91)
三、简要的评论 .....	(95)
<b>第三节 “人=机器人”论题 .....</b>	<b>(96)</b>
一、“人=机器人”论题的本质和主要内容 .....	(97)
二、支持“人=机器人”论题的论据 .....	(100)
三、简要的评论 .....	(103)
<b>第四章 人工生命理论源流 .....</b>	<b>(107)</b>
<b>第一节 人工神经网络模型 .....</b>	<b>(107)</b>
一、神经活动与数理逻辑 .....	(107)
二、物理假定和定理 .....	(108)
三、M-P 系统的意义和局限 .....	(109)
<b>第二节 自再生自动机和细胞自动机 .....</b>	<b>(111)</b>
一、图灵与图灵机 .....	(111)
二、冯·诺意曼其人其说 .....	(112)
三、冯·诺意曼的自再生自动机 .....	(115)
四、自然自动机与人工自动机 .....	(116)
五、自动机的模型和理论基础 .....	(119)
六、复杂性和自再生 .....	(123)
七、冯·诺意曼的细胞自动机 .....	(126)
<b>第三节 分子自动机 .....</b>	<b>(127)</b>
一、分子自动机:从细胞向分子的发展 .....	(127)
二、分子自动机的自描述 .....	(128)
三、分子自动机的自再生 .....	(129)
<b>第四节 生物发育的 L-系统 .....</b>	<b>(131)</b>



一、生物发育的细胞增殖模型 .....	(131)
二、L-系统的定义 .....	(132)
三、生物发育的各种系统 .....	(133)
第五节 进化的逻辑和分类符系统 .....	(138)
一、进化的逻辑:从静态到动态的发展 .....	(139)
二、基本分类符系统 .....	(141)
三、组桶式学习算法 .....	(145)
四、组桶式分类器 .....	(146)
五、遗传算法及其哲学意义 .....	(147)
<b>第五章 人工生命理论及其哲学问题 .....</b>	<b>(155)</b>
<b>第一节 人工生命的兴起 .....</b>	<b>(155)</b>
一、人工生命的历史渊源 .....	(155)
二、逻辑机器哲学与人工生命哲学 .....	(157)
三、人工生命哲学的研究视野 .....	(158)
<b>第二节 从人工生命理论看生命的本质 .....</b>	<b>(163)</b>
一、关于生命本质的不同看法 .....	(163)
二、人工生命研究者对生命本质的看法 .....	(166)
三、生命究竟是什么 .....	(167)
<b>第三节 数字生命的哲学思考 .....</b>	<b>(169)</b>
一、数字生命世界 .....	(169)
二、创建数字生命的方法 .....	(173)
三、简要的评论 .....	(174)
<b>第四节 虚拟生物的哲学思考 .....</b>	<b>(175)</b>
一、虚拟植物与虚拟动物 .....	(175)
二、基因网络模型 .....	(177)
三、虚拟生物研究的意义 .....	(179)
<b>第五节 人工智能与人工生命 .....</b>	<b>(180)</b>
一、人工智能的困境 .....	(180)
二、人工生命与人工智能 .....	(181)
三、关于人工生命的哲学争论 .....	(183)
<b>第六章 计算机科学的哲学省思 .....</b>	<b>(189)</b>
<b>第一节 计算机科学的哲学理念 .....</b>	<b>(189)</b>
一、计算机科学研究中的毕达哥拉斯主义倾向 .....	(189)

二、目的论传统与目的性自动机·····	(197)
三、目的论与进化论·····	(200)
第二节 逻辑派与认知派:计算机模拟的方法论·····	(203)
一、启发式搜索:AI 认知学派的方法论启示·····	(203)
二、归纳机械化:AI 逻辑学派的追求·····	(206)
三、辩证的分析:Prolog 的非单调推理性质·····	(208)
第三节 计算主义纲领的贡献和局限·····	(210)
一、计算主义的理论渊源·····	(211)
二、“认知=计算”的论题·····	(212)
三、计算主义的基本假定·····	(216)
四、评价与分析·····	(217)
五、挑战与回应·····	(220)
第四节 期望与梦想·····	(229)
一、下一步应该做什么·····	(229)
二、人工生命研究的自然化·····	(230)
三、人工生命的进化观·····	(233)
四、从复杂系统理论的视角看人工生命·····	(236)
五、结束语·····	(239)
参考文献·····	(241)
人名英汉对照·····	(246)
内容术语英汉对照·····	(249)
后记·····	(253)

要是不相信我们世界的内在和谐,那就不可能有科学。

——爱因斯坦

自然界这本大书是用数学语言写的!

——伽利略



## 导言 计算机科学哲学的核心理念

光阴似箭，一转眼进入 21 世纪快有十年了。在刚刚过去的 20 世纪，发展最快而且对人类生活影响最大的学科无疑是计算机科学与信息技术了。而在今天，计算机成了 21 世纪的一种象征。正如美国计算机科学哲学家、密歇根大学教授勃克斯(A. W. Burks, 1915—2003)所说，柏拉图学院是西方第一所高等研究机构，门上写着进校的唯一要求：“不懂几何学者不得入内。”将来，许多大学也会要求学生进校时带计算机，所以，新型的柏拉图学院的人学要求应该是：“不懂且不带计算机者不得进入。”哲学是时代精神的集中体现，计算机科学与信息技术的迅猛发展，必然会引起哲学范式的转换和变革，从而形成一个新的研究领域，提出新的具有创新意义的研究纲领，进而成为解决传统哲学问题的新方法。这种范式的转换就是所谓的“计算机革命”<sup>①</sup>或“信息转向”<sup>②</sup>。这种转向的直接结果是计算机科学哲学的应运而生。计算机科学哲学就属于这样一种新的范式和研究纲领。

计算机科学哲学不仅是在信息时代计算机和网络技术飞速发展的背景下提出的哲学新思维，特别值得指出的是，它同时又是对科学思想史上的毕达哥拉斯主义的数学自然观和亚里士多德的有机体论或目的论自然观这两种传统的继承和发展。

我们在科学思想史著作《科学思想的源流》<sup>③</sup>中曾经提出，古希腊自然哲学为近现代科学和科学哲学留下的思想遗产，主要可以归结为原子论、毕达哥拉斯主义和有机体论或目的论的自然观这样三大研究传统。原子论思想和毕达哥拉斯主义传统<sup>④</sup>对近现代科学的建立发挥了巨大的作用，然而

① 参见乔天庆、陶笑眉：《计算机与世界》(序二：计算机革命的哲学新意)，武汉出版社 2002 年版，第 1—6 页。

② 弗洛里迪：《什么是信息哲学？》，《世界哲学》2002 年第 4 期。

③ 参见桂起权：《科学思想的源流》，武汉大学出版社 1994 年版。

④ 桂起权：《物理学的毕达哥拉斯主义研究传统》，载吴彤等主编《科学技术的哲学反思》，清华大学出版社 2004 年版，第 183—198 页。

目的论自然观却在相当长时期内基本被排除在科学之外,不过由于 20 世纪中叶系统科学的兴起它终于又重新复活了。可以这样来概括毕达哥拉斯主义传统对科学思想史的影响:

●伽利略的话被看做毕达哥拉斯主义的宣言:宇宙这部宏伟的书是用数学语言写的,它的文字是三角形、圆以及其他几何图形。

●开普勒行星三大定律的发现应当看做毕达哥拉斯主义的胜利,而不是简单归纳法的胜利。正是追求宇宙的数学和谐性的思想引导他最终成功地使用数学语言、公式来表述物理世界的定律。

●韦斯科夫说:毕达哥拉斯的观念在氢原子光谱线中再生,“天体谐音”又重新出现在原子世界之中。

●海森伯说:现代物理学中的粒子,正是基本对称性的数学抽象。

●宇宙设计的最基本原则就是:寻求内在的对称性与和谐之美。

●超弦——宇宙的琴弦,大自然的琴弦,毕达哥拉斯式的琴弦。

我们又在物理学哲学著作《规范场论的哲学探究——它的概念基础、历史发展与哲学意蕴》<sup>①</sup>和《规范场论的研究纲领述评——一种毕达哥拉斯模式的解读》<sup>②</sup>中提出,我们的物理学哲学研究纲领的核心理念在于科学实在论与毕达哥拉斯主义这样两种理念的整合。我们是科学实在论者,深信成熟的科学理论中的科学定律所表征的正是物理世界的近似真理。无论“粒子本体论”还是“场的本体论”,都不违背科学实在论。同时我们又深信,物理世界基本结构及其相互作用的奥秘都深藏于数学和谐(尤其是基本对称性,既包括外部对称性,也包括内禀对称性)之中。后一种理念是毕达哥拉斯主义的基本信念,但我们又补充说,这种数学和谐并非人为的而是物理世界本身所固有的,于是毕达哥拉斯主义的理念就与科学实在论的理念整合了起来。

本书两位作者在提交“系统科学与建构实在论国际会议”的论文《系统科学:生物学理论背后的元理论》中强调了经过系统科学重新解释过的目的论自然观对于理解生命现象的特殊重要性。又在我们合著的《生物科学的哲学》<sup>③</sup>中提出,整个生物学哲学的奥秘在于系统科学,系统科学可以看做生物学理论背后的元理论,该书再次强调了复杂性系统科学视野下的目的论自然观对于理解生命现象的特殊价值。

与上述思想一脉相承,在本书中我们所要提出的是,毕达哥拉斯主义和

① 参见桂起权、高策等:《科学思想的源流》,科学出版社 2008 年版。

② 该篇收入《自然辩证法通讯》2008 年第 6 期。

③ 参见桂起权、傅静、任晓明:《生物科学的哲学》,四川教育出版社 2003 年版。

有机体论或目的论的自然观的整合,将是理解计算机科学哲学奥秘的一把金钥匙。这是我们的新研究纲领的核心理念。它也是与这一领域中的“计算主义”观点相呼应的。

本书两位作者对计算机人工智能哲学的兴趣大致是从1989年开始的。当时任晓明正在武汉大学江天骥教授指导下攻读博士学位,在这三年内,经常与桂起权一起讨论勃克斯的归纳逻辑和逻辑机器哲学思想。我们这个现代外国哲学博士点,是1982年就为教育部所批准的首批博士点之一,在科学哲学、分析哲学方面有“江天骥传统”,它强调把握西方“狭义的科学哲学”的脉络,要对最有代表性的学派、人物、著作及思想进行细致研究,要保持客观、中肯、不失真。在江天骥先生统领下,桂起权提倡“分科化的科学哲学”,主张将“狭义的科学哲学”与科学史研究相结合,并把一般科学哲学的通用原理(取其合理内核),分别用于物理学哲学、生物学哲学、经济学方法论和计算机科学哲学等的研究。

如果追溯科学思想的历史,就可以发现,其实计算机科学哲学是源于古希腊的毕达哥拉斯主义和柏拉图主义的。毕达哥拉斯主义的基本理念是“数是万物之本原”。具体地说,数学和谐(特指数学对称性)是关于物理世界基本结构知识的本质核心,在自然界那种富有意义的秩序中,必须从自然规律的数学核心中去寻找它的根源。科学哲学家概括说,在探索科学定律的过程中,数学和谐是强有力的助发现的启发性原则。

对这种“万物皆数”的观点,当代计算机科学哲学家勃克斯是这样认为的,即计算机科学哲学继承了毕达哥拉斯主义和柏拉图主义的合理因素,但是必须作两点修正:其一是数学说明和描述的应该是自然的形式而不是内容;其二是数学是抽象的,而自然界则是具体的,它由事物和事素组成并受规律和规则所支配。勃克斯把古希腊人关于数学性质的观点发展为一种现代计算机数学的观点。在勃克斯看来,一台计算机就是一台逻辑机器,它由开关以及由计算机语言写成的程序控制存贮硬件构成。基于这一点,勃克斯把“万物皆数”的哲学命题应用于人类,得到这样的结论:我们每个人都有自己的“毕达哥拉斯数”,它是一个包括先天的遗传程序和后天的遗传因素与环境间的相互作用这样两部分的数串。换言之,每个人都有能够实现自己的一切自然功能的机器人替身。显然,这是毕达哥拉斯主义的现代版本。<sup>①</sup>“逻辑机器主义”(Logical Mechanism)这一哲学术语是由美国密歇根

<sup>①</sup> 参见勃克斯:《机器人与人类心智》,桂起权等译,任晓明校,成都科技大学出版社1992年版。

大学计算机与通信科学系教授勃克斯首先提出的。勃克斯是以一个既是哲学家又是计算机科学家的“两栖学者”而著名的。作为哲学家,他既是一个皮尔士研究方面的学者(Burks,1958),又是因果化归纳逻辑研究的开拓者之一(Burks,1977);作为一个计算机科学家,他既是第一台通用电子计算机——ENIAC 的主要设计者之一,又是细胞自动机理论的奠基人之一。他与怀特等人一道,开创了电子计算机的逻辑网络研究并给出其逻辑设计。这种设计后来被许多大学、研究机构、计算机公司作为制作计算机的样板。

逻辑机器哲学的主要观点是:人等价于有穷决定性自动机;对于人的独一无二的可以做一种还原论的说明;对于产生这种能力的进化过程可以做逻辑机器的说明。它主要探讨人、社会、科学与计算机的关系问题,研究计算机与心智、进化与意向性、生物学与自动机、自由意志与决定论的关系等问题,但它的中心论题是:一个有穷自动机能否实现人的一切自然功能?换言之,一个机器人能否实现人的一切自然功能?这就是所谓“人=机器人”论题。

另外,逻辑机器哲学也发源于古希腊的目的论自然观。由于众所周知的原因,目的论在科学史和哲学史上都已经被严重地曲解了。因此,我们有必要进行拨乱反正。在本书中将用较多的篇幅采取复杂性系统科学的观点来讨论这一问题。在古希腊自然哲学中,有三种思想至今仍决定着现代科学思想发展的道路:一是原子论,二是毕达哥拉斯主义,三是有机体论或目的论自然观。海森伯在《严密自然科学近年来的发展》一书中,曾经对于前两种思想的影响做过深刻的分析。不过,现在我们的重点在于关注第三种思想。20世纪中叶以来,由于复杂性系统科学的兴起,长期被埋没的目的论自然观又在新的条件下复活了。生物学家和系统科学家惊奇地发现,经过重新解释的目的论(例如维纳的控制论提出“一切目的论性质的行为=需要负反馈的行为”),仍然是理解“自组织的宇宙”奥秘的极有启发力的研究纲领。于是,目的论问题成了哲学家和科学家共同关注的问题。

亚里士多德是有机体论或目的论自然观的创始人。在他看来,宇宙是一个有机统一体。自然是具有内在目的的,它的一切创造物都是合目的的。生物的一切合目的性的结构、机能、程序和行为都是自然内部机制作用的结果。换句话说,自然的合目的性是与神的意志不相干的。这一点是内在目的论与外在目的论的本质区别所在。他还认为,人类(例如木匠、建筑师)通过技术手段可以对自然的结构和作用机制进行模仿和再现。有趣的是,亚里士多德在提出目的论的过程中,竟然表现出“程序自动化”和自动机的思想。他认为,在预定程序指导下,由潜在变成现实的过程应当是一种自动执



行过程。他多次指出,受精卵发育的程序自动化过程与当时的一种“自动机器”的程序自动化过程十分类似。受精卵按“形式因”的设计蓝图依次长出心、肺、肝、眼等器官,正像“自动机器”一样,牵线人牵动许多杠杆中的第一个,由A带动B,B带动C,C带动D,D带动E,如此等等,这样整个机械装置就活动起来,“自动机器”就会按节拍跳舞。可见,亚里士多德以其隐喻式的语言,表明了受精卵就是一台生物自动机器,它内含先定的目的性程序,控制着未来的个体发育的进程并决定其最终目标。尽管亚里士多德所说的“自动机器”特指一种十分简单的自动机械装置,但它所具有的程序性特征,表明它隐含了现代自动机理论的思想萌芽。又由于亚里士多德作了明确的生物与自动机的类比,我们就不得不承认,他的思想中已经包含了“人工生命”的思想萌芽。

在自组织理论蓬勃发展的今天,人们惊奇地发现,大哲学家康德竟然是“自组织”思想的一位先知。康德认为,“自组织”的自然事物具有这样一些特征:一是它的各部分一方面由于其他部分的作用而存在,另一方面又为了其他部分、为了整体而存在;二是其各部分一起交互作用、彼此产生,并由于它们之间的因果联结而产生整体。“只有在这些条件下而且按照这些规定,一个产物才能是一个有组织的并且是自组织的物,而作为这样的物,才称为一个自然的目的”。<sup>①</sup>他举例说,钟表是有组织的却不是自组织的,因为它的部分不能自产生、自再生、自修复,而要依赖于外在的钟表匠。假如我们把这一思想与冯·诺意曼(von Neumann)的“自再生自动机”思想相联系,就可以看出康德的想法有多大的启发性了。在康德看来,自组织只是目的论的一个推论。显然,这一思想对系统科学家很有价值,对人工生命的哲学思考也有启发性。

更有趣的是,黑格尔在哲学上很著名的有关“狡狴的理性”的论述,在现代的“自组织理论”中获得了新的意义。黑格尔在《逻辑学》和《历史哲学》中都讲过,历史或理性好像一只狡猾的狐狸,它为了使自己作为目的的实现于客观事物之中,却佯装不做任何干预,让每个人按自己的主观意愿各行其是,既互相冲突又互相抵消,其结果是它利用了他们彼此之间的斗争达到了自己的目的。实际上,那个“狡狴的理性”很像协同学中对系统演化的宏观秩序起决定作用的“序参量”,黑格尔的以上描述实际上酷似序参量如何引导自组织系统实现目的性的描述。

<sup>①</sup> 康德:《判断力批判》,商务印书馆1985年版,第21—22页。