

大师说 科学与哲学

计 算 机 与 复 杂 性 科 学 的 兴 起

The Dreams of Reason
THE COMPUTER AND THE RISE
OF THE SCIENCES OF COMPLEXITY

HEINZ R. PAGELS

(美) 海因茨·R. 帕格尔斯 著

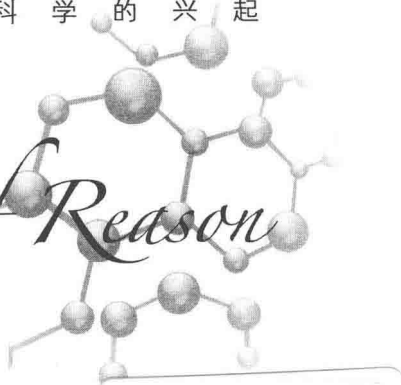
牟中原 梁仲贤 译

漓江出版社

大师说 科学与哲学

计 算 机 与 复 杂 性 科 学 的 兴 起

The Dreams of Reason
THE COMPUTER AND THE RISE
OF THE SCIENCES OF COMPLEXITY



Heinz R. Pagels

(美) 海因茨·R.帕格尔斯 著

牟中原 梁仲贤 译

漓江出版社
桂林

The Dreams of Reason: The Computer and the Rise of the Sciences of Complexity, by Heinz R. Pagels

Copyright ©1988 by Heinz Pagels. Published by arrangement with Brockman, Inc.
Simplified Chinese Edition 2017 Lijiang Publishing Ltd.

All rights reserved.

本书中文译稿由台湾远见天下文化出版股份有限公司授权使用
著作权合同登记号桂图登字:20-2016-234号

图书在版编目(CIP)数据

大师说科学与哲学:计算机与复杂性科学的兴起/(美)海因茨·R.帕格尔斯著;牟中原,梁仲贤译. —桂林:漓江出版社,2017.5

书名原文: *The Dreams of Reason: The Computer and the Rise of the Sciences of Complexity*

(大学新知)

ISBN 978-7-5407-7925-2

I. ①大… II. ①帕… ②牟… ③梁… III. ①科学哲学 IV. ①N02

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第233497号

丛书主持:叶 子

本书策划:刘 鑫

责任编辑:谢 阅

封面设计:李诗彤

内文排版:姜政宏

责任营销:景迷霞

出版人:刘迪才

漓江出版社有限公司出版发行

广西桂林市南环路22号 邮政编码:541002

网址:<http://www.lijiangbook.com>

全国新华书店经销

销售热线:0773-2583322

山东德州新华印务有限责任公司印刷

(山东省德州市经济开发区晶华大道2306号 邮政编码:253000)

开本:880mm×1230mm 1/32

印张:10.625 字数:230千字

2017年5月第1版 2017年5月第1次印刷

定价:45.00元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与承印单位联系调换。

(电话:0534-2671218)

序

分享优秀心灵的梦境

黄荣村

在荒野仰望星空,心中一幕一幕涌来的是自然与人文的互动。假如一个人曾有过这种充满智慧与愉悦的经验,我想推荐他来看看这本《大师说科学与哲学》,说不定能重拾过去的蛛丝马迹,同时分享一个优秀心灵的梦境。没有过这种经验的人,就拿这本书当作崭新经验的开始吧!

我无法预测心灵交会的结果是什么,因为这本书很复杂,相信看这本书的人也不简单,但只要坚信理性而且践行它,则在未来应该会发展出一种可以安身立命的稳定状态,那里实实在在闪耀着生命的光彩。这就是本书想要游说读者的重点之一。

科学与哲学

《大师说科学与哲学》是一本在乐观情绪驱使下,对尖端科学的奥秘与展望有着无限憧憬,用一种非常白话的方式写出来的书。这类书往往表现出强烈的智慧(而非单纯的知识),新书一推向市场立即风靡畅销。这些书的作者泰半是研究做得相当不错,并且关心其他人类事务的大学教授(所以他们才能在社会上拥有一定的声望,间接促成新书的畅销),如本书作者帕格尔斯(Heinz R. Pagels)

就是一位英年早逝的洛克菲勒大学物理学副教授。

这种讲述科学与哲学的智慧书籍，在欧美知识界相当受欢迎，在日本亦有很好的市场。类似的书，如印第安纳大学计算机系教授霍夫施塔特（D.R.Hofstadter）的《哥德尔、埃舍尔与巴赫——集异璧之大成》（*Godel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*），以及哈佛大学心理学系教授加德纳（H. Gardner）的《心灵的新科学》（*The Mind's New Science*），与本书同样是市场上的畅销书，而且在写作风格与内容上有颇多相似之处。

《大师说科学与哲学》主要分两部分。第一部分讨论复杂性科学（Science of complexity）的大要、非线性系统的特色，以及计算机（尤其是超级计算机）无远弗届的影响。作者旁征博引而且花了相当的精力在各层次上予以详细说明，一般非科学背景的读者，了解这些科学的主要精神应该不会有困难。第二部分则提高层次，谈论科学与哲学之间的关联及日后的会合。作者不只对科学的哲学（包括数理哲学）有一套看法，且以自己过去的求学经验穿插其中，相当引人入胜。在这部分，广涉跨学科的认知科学、现代语言学、视觉计算理论、心物问题、进化论、分子生物学、集合论、逻辑、数学、归纳与演绎方法，包括物质与认知两类工具的有趣谈论，这些尖端学科中兴味盎然的内容，在作者娓娓道来的气氛中，让读者毫不费力地沉浸在知性与温暖的感觉中，令人觉得科学其实也是日常生活与思考的一部分。

知性与人文的会合

在本书中，作者选择了很有趣（然而解释得浅显易懂）的科学根据，来说明介于单纯秩序与完全混沌之间，具有广大范围的复杂性

如何度量。接着说明系统的基本组成分子可能很简单,运作规则可能很单纯,但各成分间相互作用的变化,使系统行为趋于复杂。作者因此描述哪一类复杂系统是可以比较简单的模型来模拟的,哪一些复杂系统(如天气、国际经济、人心或大脑功能)是不可模拟、无法预测的。若在初始状态的输入端无法给予完整信息,而只有部分或模糊的信息时,则该系统又会碰上信息基础复杂性的尖端问题。

在介绍自然界(物理、化学与生物现象)与人脑的各类模拟时,作者对当代知识的根源及内容,显然有第一手的观察(有的属自己的专长,有的则是与原始创见者有直接的接触),因此在热情中没有忘记这些知识的极限。例如在描述以“记号运作”为主体的人工智能,如何演变到需要考虑外界新事物介入、脉络效应,与相互作用的神经网络理论时,作者不会忘记神经网络理论与神经科学实质进展之间的差距,也不避谈现在神经科学在某些题材上的有限进展。所以,这不是一本可能误导入门者的“热心过度”的书,相反,这项特质显示了一个关切世界事务的科学家的批判理性。

综合而言,《大师说科学与哲学》具体而微地表现出下列三点特色:

第一,本书容纳了当代智慧人物一生中最重要的学术发现,及其引申出来的重要应用。作者见闻广博(他是一位有创造力的物理学家,在过去曾认真修习人文学科,又任职于纽约科学院,接触过各学术领域的一流人物),在撰写时自然流露出一种知性与人文会合所产生的品味。

第二,本书最好的一部分,是当作者以一种素朴的实在论或“科学原教旨主义人士”观点(作者自嘲自己这些哲学观点,是“哲学家中较差的一类”,单是这点自嘲,就值得你去翻翻这本书),来对各学科的重要发展提出自己的看法。譬如当他说:“有很多假设是不

能直接验证的,但从假设推演出的结果,则是可被验证的;假如结果符合经验,则假设正确的可能性会增强。”你参照着看时,就不会觉得他对科学哲学家的嘲讽与期许,是无的放矢了。

安身立命的乐园

另外他认为“复杂的行为可能源自可以了解的简单元素”,若你参照着看,你也会了解为什么作者对复杂性科学的发展,那么热切而有信心;你也会了解为什么他对人心或大脑那么有兴趣,因为他认为这么复杂的系统,未来人们终将找到可以描述它们的实质基础。

作者在做着他的理性之梦,我们要与他共享这个远景。

第三,作者在面对科学的尖端发展后,辛苦发展出来一些观点与期待,他相信有一个最后的存在,那就是洞识(尤其是在伦理价值上)、选择与理性,这个存在的新综合体与使用的智能,将能使影响当前与未来世界的尖端知识,面临“新综合”的开始,前面的亮光将愈来愈开阔、愈来愈实在,导引我们走向一个安身立命的乐园。

最后我想说的是,虽然台湾地区的科学界人士还没有人写出这类智慧书籍,但愿意着手翻译已经很感人了。译者之一牟中原教授是我的好友,更是台湾极出色的物理化学家,平时对人文与哲学思潮亦极为关切,这本译作因此很忠实地保留了原书的内容与精神。我愿意向大家郑重推介这本书。

(本文作者系台湾教育主管部门前负责人,现任台湾“中国医药大学”神经科学与认知科学研究所讲座教授)

前言 新世界观	1
第 1 章 美丽的大苏尔、塞尚的苹果	6
 第一部 复杂性科学	
第 2 章 科学的新综合体	23
第 3 章 秩序、复杂性与混沌	43
第 4 章 生命可以是如此非线性	61
第 5 章 模拟真实世界	79
第 6 章 联结论与神经网络	106
第 7 章 钱赚得愈来愈快	135

第二部 哲学与反哲学

第 8 章 造物主的造物密码	147
----------------	-----

第 9 章 等待救世主	175
-------------	-----

第 10 章 错以脑为心的人	200
----------------	-----

第 11 章 躯体从不说谎	237
---------------	-----

第 12 章 向无限挑战	266
--------------	-----

第 13 章 创造的工具	307
--------------	-----

第三部 结论

第 14 章 理性之梦	323
-------------	-----

新世界观

西方思想将世界理解成二元的,即心和物的世界。这种二元论(dualism)是对真实世界的割裂,也始终让我们头疼。我们能调和吗?

大多数自然科学家认为,整个宇宙都是根据人所能了解的自然律运行的。从它的开始到结束,从最小的粒子到最大的星系,都有一定的规则,没有例外。地球上的生命被看成是复杂的化学反应:进化、分支之后,最后产生具有法律、宗教、文化的文明。我相信这种对自然世界的物质/还原主义(reductionalist-materialist)观点,基本上是正确的。

另外一些人,则认为自然只是存在于我们心中的理念,所有我们对物质实体(material reality)的思考都是超验于这个实体的。按这种看法,艺术、宗教、哲学和科学形成了一个不可见的意义世界,而它源于心的秩序。这些人的信念和前述“物世界”的信念一样强,我也相信这种强调以心认物的“超验观”是正确的。

这两种世界观(自然的和超验的)显然有深层的冲突。似乎“心”是超验于“自然”的。但是,按照自然科学,那个超验的实验本身必须要有物质基础,那么它必须遵守自然律。如何解决这个冲突,将是人类文明在未来数个世纪的课题。

一个很诱人的化解方法是将这二元归于其中一元,并号称

解决。

拈花微笑的佛陀

传说中,当佛陀面临类似的问题时会拈花微笑。这无法由二元或非二元来解答,但是这种洞识(insight),为我们提供了探寻的出发点,而不是终点。

最新发展的“复杂性科学”便是我们踏出的第一步。

“复杂性科学”是什么呢?科学早已探索了小宇宙和大宇宙,我们也大致清楚整个景观。而尚未探讨的处女地是“复杂性”。身体器官、脑、经济、人口和进化系统、动物行为、大分子,这些都是复杂系统。这些系统之中,有些可以由计算机模拟计算,有些则除了自己本身之外,没有任何东西能模拟它。科学家正以跨学科的方式来迎接“复杂性”的挑战。令人惊讶的是,他们发现可以从简单的规则产生复杂系统。

例如有一种计算机屏幕上的游戏叫“细胞自动机”(cellular automata),屏幕上的点只是按简单规则去演化排列,却能产生很复杂的行为。换个角度看,宇宙中由原子排列成的三维空间细胞自动机,也已经进化出生命和文化。这所有的一切都可看成由简单组件所进化出来的复杂系统。

本书第一部分描述的是这个复杂性科学的一些主题,包括:生物组织原理的重要性、以算法来看数学及物理过程、并行计算网络以及非线性动力学的重要性、对混沌的了解、实验数学、神经网络和平行分配处理。

没有人能预测复杂性科学终将朝哪一个方向发展,但它预示科学的新综合体很可能改变我们的物质世界观。

新的世界观

近三个世纪以来兴起的现代科学研究工具,如显微镜、望远镜都是解析性的,它们促进了还原式的科学观。按此观点,处理最小物质的物理学是最基础的学科。由物理原理可以导出化学定律,然后是生物学,依此建立阶梯。这种自然观并没有错,但它的确深受当时的工业和技术影响。

具有处理大量数据的能力以及模拟真实世界的计算机,提供了另一个观察自然的窗口。正由于计算机所产生的知识与传统工具不同,我们可能开始看到不同的东西,它提供了对真实不同的视角。我将描述一些计算机上的应用情形:模拟智慧、模拟分子的行为、建构真实生命与人工生命的模型、决定性混沌(deterministic chaos)的发现、非线性系统、模拟进化、神经网络、玻尔兹曼机(Boltzmann machine)、实验数学,等等。这些应用所发展出来的技术将在商业界、财经界、法律界和军事上有巨大影响,世界将随之改变。

作为一种新的生产方式,计算机不但创造出努力追求知识并且融入社会的新人类,也让人对知识有了新的想法。计算机转变了科学,也带来了新的世界观。本书第二部分讨论“复杂性科学”对科学哲学的影响。科学哲学前途堪虞,许多哲学家都认为它日薄西山,因而弃之不顾。过去,哲学是神学的婢女,在20世纪则为科学的娼妓,最后它差不多成为弃妇。像我这样的科学家通常是反哲学的,拒斥让哲学家解释科学。但是过去并非如此。

几十年以前,很多科学家,尤其是物理学家,经常讨论科学哲学;时下的趋势则由思想转向行动。科学家从事的本行之外的活动,较倾向于道德问题而少涉及哲学。他们参与的活动包括环境、

战争与和平以及人权。所以现在由我这么一个“反哲学者”撰写有关科学哲学的文章,是需要一番解释的。

让科学哲学与科学再度整合

对科学活动的思考已经壁垒分明,一种是哲学的,另一种是经验实证的。科学哲学和科学的分裂始于两百年前的康德(Immanuel Kant),并且延续至今。我相信由于新的复杂性科学,这个分野在未来会比较不明显。我欣然迎接这项发展。尤其是在认知科学(cognitive science)方面,哲学家和科学家也许要重新携手合作。也许,科学哲学并未日暮途穷,而是将再度与科学整合,恢复到康德之前与科学的关系。

我不是哲学家,本书所提及的也算不上是哲学,因为其中的论证并不严密,我只是试着呈现“复杂性研究”带给科学的新展望。我利用传统哲学上的主题来讨论物质实在的性质、认知的问题、心物问题、科学研究的特性、数学的性质、工具在研究中所扮演的角色等。

由于我身为物理学家,诸般观点颇受训练所左右。但是复杂性科学的一些最令人兴奋的发展是在社会、经济及心理行为方面。有趣的是,这个新科学的跨学科性质将超越传统自然科学和社会科学的鸿沟。有些人对此乐见其成,有些人则嗤之以鼻。

在我科学思考中重复出现的主题是“选汰性系统”(selective system)的想法。它是将达尔文—华莱士(Darwin-Wallace)的天择想法,用到广义的模式认知系统上。经验科学是一种选汰性系统,它选的不是物种,而是有关自然的理论。经验科学可被视为找寻宇宙不变律的选汰性系统。这样的概念在生物学上已得到普遍应用;但

它对社会科学和心理学的冲击才刚开始——孕育的时间很久,但是产生的改变既深且巨,很多较传统的科学家仍将抗拒它的来临。

未来的第一线曙光

我想,心物二元论的问题,最后不是被解决而是消失于无形。以前认为很基本的问题就曾消失过:几个世纪以前,自然哲学家曾争辩“实质”和“外观”的区分,后来经验科学成熟后,这种区分就消失了。同样地,“心”与“物”的泾渭分明也会随着复杂性科学的兴起而消弭。当我们通过神经科学、认知科学、计算科学、生物学、数学和人类学等,深入了解心灵世界的意义是如何由物质支持和表现时,将会产生科学的新综合体和崭新的文明与文化世界观。

我相信率先掌握这种新科学的国家和人民,将会成为下一世纪经济、文化和政治上的超级力量。本书的目的即在阐释这个知识综合体的雏形,并捕捉未来文明的第一线曙光。

美丽的大苏尔、塞尚的苹果

阴茎勃起时,理性便从窗口溜走。

——摘自哈钦斯(Robert M. Hutchins)
的幽默剧《笨瓜》(*Zuckerkindl*)

美国加州坐落在两大地壳板块之间,地质变动剧烈,虽然目前地壳相当稳定,却只是暂时的。事实上,太平洋板块正沿着圣安德烈亚斯断层、紧挨着北美大陆板块往北滑,最后在阿留申群岛附近深入地球熔岩之中。

加州地层的活跃,使得陆地与海洋间出现剧烈的冲突,是我生平仅见,尤其在莫罗贝之北、卡梅尔市之南的大苏尔(Big Sur)一带最为明显。这儿,圣卢西亚岭直逼海洋,千尺悬崖对着大海的惊涛骇浪。

大苏尔是个原始而美丽的地方,迷人之处在于它的阳光——在冬天和有雾的清晨阳光幽幽散射,夏日午后则澄澈明亮。山坡干燥的草皮在艳阳下呈金黄色,阴凉的森林满布杉柏、松树、橡树、红杉以及野生动物,海岸外是绵延的海藻床,沉浮在海浪中。岩岸间,偶尔夹着沙滩,其间充满各种海洋生物:寄居蟹、海星、海胆和鲍鱼。海鸥和鹈鹕安详地翱翔着,似乎没有进化这回事,鸬鹚则在岸边等着浮游生物吸引过来的鱼儿。

那里唯一的人造物是一号海岸公路,它是由一群囚犯在1930年代建造的。原本只有牧人的地方,因为这条公路而出现了人潮,其中多数是艺术家和流浪者。有一些旅馆和餐馆坐落其间,但大苏尔的孤立,以及冷寂的冬天和欠缺的工作机会,使那儿迟迟没有得到开发。

在东部长大的我,于1960年代来斯坦福大学读物理研究所以前,从没听说过大苏尔。那时我年方二十一,像我那样年纪的研究生常在学生活动中心门口的喷泉边流连,希望交到朋友。在那儿,我遇见了哈尔,他自陆军情报局退役以后,就成了老学生。哈尔是第二代的加州人,祖先是爱尔兰人,他黑发、碧眼,皮肤晒得很黑,跟许多爱尔兰诗人一样,是个叛逆的冒险者。

他对大苏尔区很熟,有次他邀我一起去那儿度个长周末。他有几辆自己改装的大众甲壳虫轿车,其中一辆把车顶切了,在切口处加上木条,然后为车装上强力的保时捷引擎,看来活像装了轮子的澡缸——好快的澡缸!我们就坐着这辆澡缸上路去。

我们走的是一条小道(哈尔似乎知道所有的路),穿过向日葵田,海水的咸味飘浮在空气中。在蒙特雷湾,我们花了整个早上探看那些老制罐厂,它们生产的鱼罐头曾喂饱了第二次世界大战期间的英国人!功成身退之后,就被废弃在那儿任海浪侵蚀。这儿是小说家斯坦贝克(John Steinbeck)的家乡,一个人吃人、聚集失败者的地方(拜斯坦贝克小说之赐,现在有些制罐厂被整修后成了观光中心)。

哈尔认识一些意大利渔夫,他们还记得湾里充满鱼虾的光景。在那些日子里,当地餐厅的海鲜都是由他们供货的。

我在哪里？

经过蒙特雷湾之后，我们从一号公路经过卡梅尔、洛沃斯角，通过苏尔岬的灯塔，直入圣卢西亚岭，海浪在悬崖下不断拍打着。四周出奇地安静，我们好像跨过了门槛，回到了原始时代。但是，我在哪里？

丹麦哲学家克尔恺郭尔（Søren Kierkegaard）曾说：“生命的无奈，在于走过方知来时路。”回想起来，在我生命中的那段时光，走访大苏尔是很有意义的——自然的力量激发我思考自己的存在。

我那时是个年轻的理想主义者，口若悬河，对人类充满希望。而在研究所，我攻读最具挑战性的高能物理和量子场论（quantum field theory）。除了研究物理，我想象不出还有什么事可做。像其他在战后富裕中成长的一代一样，金钱对我来说似乎没什么必要，也没有多大意思，我要追寻的是：智识理念、解决问题和名声。

那时候，西岸的大学从东岸争聘了许多名教授。斯坦福大学正计划建造巨型线性加速器（linear accelerator），将电子加速撞向约3.2千米外的靶子。在那儿，物理学家将要发现核子的组成粒子——夸克（quark）；另一方面，生物学家专注于解出遗传密码，进行着生命问题的基础研究；心理学家则正拓展认知的新领域；计量经济学（econometrics）也诞生了；而电机工程师正深入电子控制与信息系统的理论。

1950年代末期，活力四射的校长特曼（Fred Terman）争取到修改法令，使大学也能租地皮设立工业区，那就是硅谷的前身。他使得技术界和财经界的关系日益密切，促成了斯坦福附近的高科技发展。在圣克拉拉，他们砍掉杏树来建房子和办公室。一场将改变都