

HISTORY OF INTELLIGENCE
SCIENCE 冯天瑾 著

尽览智能科学古今传奇 启迪未来世界无穷思考

智能学简史



科学出版社
www.sciencep.com

ANATOMY OF THE FUTURE
SCIENCE 2019

THE FUTURE OF THE FUTURE

智能学简史

HISTORY OF INTELLIGENCE

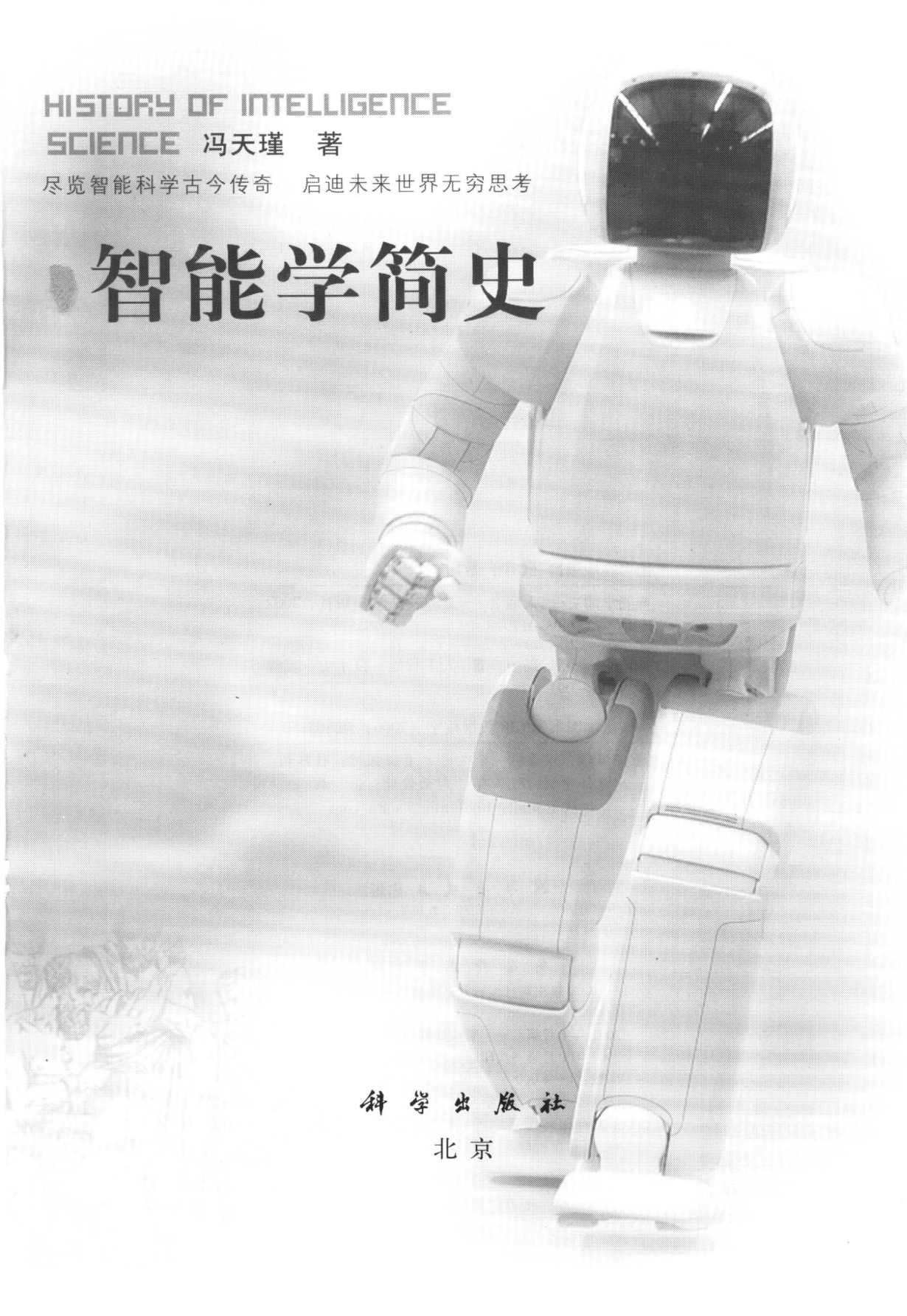
SCIENCE 冯天瑾 著

尽览智能科学古今传奇 启迪未来世界无穷思考

智能学简史

科学出版社

北京



图书在版编目 (CIP) 数据

智能学简史/冯天瑾著. —北京: 科学出版社, 2007
ISBN 978-7-03-017978-4

I. 智… II. 冯… III. 人工智能 - 技术史 - 世界
IV. TP18 - 091

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 103250 号

责任编辑: 侯俊琳 李久进 / 责任校对: 桂伟利
责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 张 放
编辑 E-mail: houjunlin@sohu.com

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 1 月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2007 年 1 月第一次印刷 印张: 17 $\frac{3}{4}$

印数: 1—4 000 字数: 341 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

内容简介

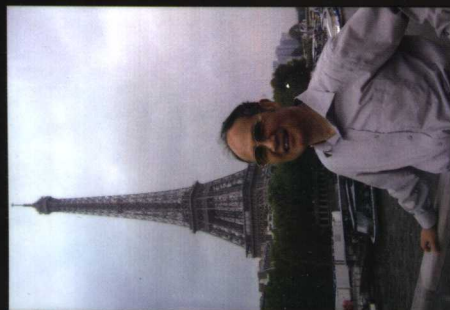
生命，是浩瀚宇宙中最奇妙之花朵。生命世界中，最复杂、最美好的和最值得骄傲的就是智能。至少在25000年以前，就有人开始研究人类自己的智能和大脑，之后是生物智能及制造与智力活动相关的机器。今天，在我们的社会生产、生活和媒体中，已经处处可以见到“智能”的身影。但是，到底什么是智能和智能学？人和生物的智能在哪里？何以产生？常有耳闻的“智能化”、“人工智能”等，是炒作还是真事？智能科学的前景如何？机器真的有智能、精神、感情和意识吗？影视故事中，那些助人为乐的或恐怖可怕的人工智能机器人，将来是否真的会出现？智能学已经成为现代科技之热点，未来科技发展之关键，为全世界所瞩目。

本书以十分大胆的方式带领读者追随历史的足迹，跨入相关的学科海洋，去领略丰富多彩的智能世界，拜访古中国、古希腊学者及文艺复兴、近代各历史时期和当今的代表人物，涉及五彩缤纷的主要学派，勇敢寻觅我们心中问题的答案。全书不求完整而求精练，避开了复杂的数学而又保持了严谨的思维，化艰深学术论述为轻松幽默谈吐，让众人在较短时间里了解复杂的智能世界。

本书可以拓展大众读者的眼界与思路，启迪对智能科学与技术兴趣，同时也是相关领域的研究者和学习者不可多得的参考读本。

冯天瑾

1938年生，湖北红安人，中国海洋大学教授。1990~1992年赴荷兰、比利时研究神经网络理论与应用。曾任中国海洋大学电子工程系主任、信息中心主任，国家级863/CIMS工程青岛市专家组组长，中荷政府级合作项目中方首席科学家，兼任IEEE高级会员、中国神经网络委员会委员等职。曾主持多个国家自然科学基金项目、国家863高技术项目、国家重点实验室项目，出版著作《智能机器与人》、《神经网络技术》，在国际国内发表论文100余篇。



序 一

生命世界上最复杂、最奇妙的莫过于智能了。从古至今，多少学者、哲人曾对它进行过深入的思考与大胆的探索，而智能学科的形成则是 20 世纪 50 年代的事情。

智能学的成长过程很曲折，争论与问难经常发生。到了 21 世纪，智能科学已成为科学研究的前沿热点，很多人将其看成影响未来科技进步与社会发展的关键学科之一。它的发展引起了世界各国的广泛关注。

但是，对于非从事智能学研究的人来说，“智能”多少有点神秘。究竟什么是智能？除人之外，其他动物是否有智能？机器是否真的有智能？智能学又是怎么回事？智能学的发展会给人类的未来带来什么？智能机器人会对人类的生存造成威胁吗？等等。很多人都希望对智能学有进一步的了解。冯天瑾教授敏锐地抓住了这一点，在大量搜集相关历史资料的基础上，以他广博的知识，对智能学的深刻理解，以及大胆设想、大胆拷问的勇气，对智能学进行了全面深入的探讨。本书以回溯历史、思考现在、探索未来为主线，以生花之笔，像一个高明的导游，带领读者上下两千年，游弋于智能科学的海洋之中，去拜访中国古代哲人与古希腊学者，去寻觅我们心中问题的答案。

如果要使对智能的研究成为一门学科，则智能必然是可以通过实验与分析来进行研究的，即智能必然是来自大脑的物质，而不是来自于上帝。在这个根本性问题上，必须指出，该书对克里克的观点——“意识是脑神经活动的产物”的介绍十分重要，应该引起读者的充分重视。

DNA 双螺旋结构发现者之一、诺贝尔奖获得者克里克在他的《惊人的假设》（1994）一书中回答了意识之源何在的问题。他认为“人的精神活动（大脑的行为）完全是由神经细胞、胶质细胞的行为以及构成和影响它们的原子、离子和分子的性质所决定。”他认为“不仅仅意识，而且科学家们几乎不提及的‘自由意志’也来自神经元的活动。”正因为如此，冯天瑾提出：“分子生物学的成果以及近十年来发明的新技术，如正电子发射断层图仪、功能性核磁共振技术等，可以用来探测与观察正常人大脑的神经活动，为意识的实验研究、揭开意识的奥秘提供了新的前景。”如果注意到大脑神经细胞的主要作用是用来处理信息的，那么，不利用核酸、蛋白质等物质而利用其他物质来处理信息，应该可以具有与大脑神经细胞所具有的一样功能，即智能也可以来自非

生物物质。而克里克也正是这样猜想的。克里克指出“就像现在我们了解了DNA、RNA和蛋白质的功能之后，关于胚胎学的神秘感大部分消失了一样，在理解了产生意识的机制以后，关于意识的神秘特性也将消失。将来，我们能否造出这样的机器，它们看似具有意识呢？……我猜想，与人脑相比，短期内我们所能造出的机器的功能可能非常简单，它们只可能具有非常有限的意识，或许它们更像是青蛙甚至果蝇的脑。……如果这种机器能像人一样决定自己的行为，那么，这种机器看来就具有了‘自由意志’。……这样的机器能够试着解释自己为何作出某种选择（运用内省法）。”冯天瑾在书中概括：“他的观点很明确：搞清脑产生意识的机制，意识的神秘性会消失，模拟意识就成为可能，机器就可能具有意识或‘自由意志’。”这些观点都值得我们深思。

《智能学简史》并不是一本严谨的教科书，由于涉及的范围与时间跨度是如此之大，而所讨论的很多问题又都是带有争议、尚无定论的问题，因此，书中难免可能有所疏漏，读者可能不会完全赞同作者的所有见解。但是，对于希望了解智能学的广大读者来说，对于渴望在智能学方面增长见识、启发思考、获得灵感的读者来说，这本书确为了一本立意新颖、生动通俗、视野开阔、史料翔实、思考深刻的难得的好书。

中国科学院院士

国务院学位委员会委员

清华大学信息科学技术学院院长、自动化系教授

李衍达

序 二

大家知道，生物与人类自身的智能研究和机器智能开发是密切相关的。但是，要写一本书描述它们如何相互作用、演变和发展，还要让外行也能理解这涉及众多前沿学科的内容，那是非常困难的。我了解冯天瑾教授在计算智能领域的出色工作，但看到他花费大力气，为广大读者奉献了这样一本涉猎广泛，涉及哲学、心理学、逻辑学、语言学、生物学、数学、物理学、计算机和信息科学技术等众多领域，令人深思而又生动易读的书，的确感到惊讶并由衷地祝贺。

近半个世纪以来，在自然科学整体发展和多学科融合的基础上，智能科学技术进展神速，且逐步向各个科学领域和整个社会生活渗透。因此，很有必要宏观地认识、思考和展望一下智能学，并把它介绍给广大读者，回答那些既具学术性又为众人关心的问题。诸如，什么是智能和智能学？它将如何发展？它会给人类社会带来什么？等等。

这本《智能学简史》从古代中国和古希腊文明开始，跨越几千年的时空，顺延历史长河而下，饶有趣味地向我们展示“智能学”发展历程、多个派别的理念和睿智的争论。它不求完整而求精练，避开了复杂的数学而又保持了严谨的思维，化艰深学术论述为轻松幽默谈吐。我相信，此书有助于解开大学专业分割加给学生的束缚，让青年人以较短的时间漫游这浩大而丰富的智能世界，激励更多的人关注它、从中获益，甚至投身其中。

中国工程院院士
山东省科协主席
中国海洋大学（前）校长
管华诗

目 录

序一

序二

开场白：智能世界探秘.....	1
第一章 公元前的智能世界：古文明的一角.....	6
第一节 智能与智能学.....	6
第二节 智力工具：中国算盘（约公元前 3500 年）.....	9
第三节 先秦诸子思维逻辑研究（约公元前 770 ~ 前 221 年）.....	11
第四节 脑的发现（约公元前 600 ~ 前 250 年）.....	17
第五节 苏格拉底和柏拉图开了头（公元前 450 年）.....	19
第六节 亚里士多德逻辑学（公元前 384 ~ 前 322 年）.....	21
第二章 近代智能世界：从哲学走向科学.....	27
第一节 笛卡儿：我思故我在（1637 年）.....	28
第二节 概率论——可能性的理论（15 ~ 16 世纪）.....	33
第三节 电脑前身：数学数字计算器（1642 年）.....	37
第四节 莱布尼茨的思维机器（1673 年）.....	38
第五节 拉·美特利：人是机器（1748 年）.....	41
第六节 拉普拉斯：一切已确定！（1820 年）.....	42
第七节 布尔：逻辑数学化（1847 年）.....	44
第八节 生命进化论（1809 年，1859 年，1865 年）.....	49
第九节 智在脑中？（1861 年）.....	53
第十节 卡加尔-高尔基：神经元学说（1872 年）.....	57
第十一节 詹姆斯的神经网络（1890 年）.....	61
第十二节 心理学（1879 年）.....	65
第三章 智能学孕育期：整个科学是她的母亲.....	70
第一节 海森堡不确定性原理（物理，1926 年）.....	70
第二节 哥德尔不完备性定理（数学，1931 年）.....	75
第三节 图灵：智能的本质（1932 年） 计算机能做什么？（1936 年）	86
第四节 脑模型（1943 年）.....	93

第五节	冯·诺依曼计算机 (1945 年)	95
第六节	维纳控制论: 动物和机器中控制和通信的科学 (1948 年)	101
第七节	申农信息论 (1948 年)	105
第八节	神经元学习 (1949 年)	108
第九节	维特根斯坦: 机器不能思维! (1935 ~ 1951 年)	112
第十节	图灵测验: 机器能思维吗? (1950 年)	114
第十一节	沃森与克里克: 美妙的 DNA 双螺旋 (1953 年)	118
第四章	智能学初生: 坎坷又辉煌的童年	124
第一节	人工智能与认知科学诞生 (1956 年)	124
第二节	纽厄尔-西蒙: 问题求解器 (1956 年, 1961 年)	128
第三节	搜索方法——解决问题的途径 (1961 年)	133
第四节	现代语言学与机器翻译 (1957 年)	137
第五节	罗森勃拉特感知器 (1958 年)	141
第六节	明斯基与神经网络 (1961 年, 1969 年)	144
第七节	扎德模糊数学 (1965 年)	146
第八节	弗格-霍兰: 进化计算 (20 世纪 60 年代)	150
第九节	费根鲍姆: 专家系统 (1969 年) 与知识工程 (1977 年)	154
第十节	尼尔逊-纽厄尔: 物质符号系统假设 (1976 年)	156
第十一节	人工神经网络蓬勃发展 (20 世纪 80 年代)	158
第十二节	粗糙集理论 (1970 ~ 1986 年) 与粒计算	167
第十三节	法默: 人工免疫系统 (1986 年)	171
第十四节	兰顿: 人工生命 (1987 年)	173
第五章	当今智能世界什么样: 这个世界真精彩	177
第一节	机器学习 (20 世纪 80 年代)	177
第二节	复杂性与复杂系统 (1981 年, 1996 年)	183
第三节	计算与智能数学 (20 世纪 90 年代)	190
第四节	西尔勒: 中文屋子 (1980 年, 2000 年)	195
第五节	彭罗斯: 电脑没有头脑! (1989 年)	199
第六节	人-机国际象棋大战 (1990 ~ 2004 年)	203
第七节	克里克: 意识是脑神经活动 (1994 年)	208
第八节	脑科学与生物信息学	215
第九节	智能体 (1995 年)	219
第十节	集成电路与机器人	221

第十一节	王守觉：高维空间几何信息学·····	229
第十二节	徐雷：“阴阳”学习理论（1995年）·····	233
第十三节	多种智能技术集成·····	236
第十四节	走向成熟与融合·····	240
第六章	智能世界将来如何：同人类荣辱与共·····	244
第一节	模拟论·····	244
第二节	不断退缩的未知与神秘·····	250
第三节	智能学不迷信神秘·····	253
第四节	智能机器将灭绝人类？·····	256
第五节	提升争论水准·····	259
第六节	自然哲学之困境·····	261
第七节	群体智能·····	264
第八节	尾声：无处不在的智能学·····	267
	主要参考文献·····	269

开场白：智能世界探秘

在科学发展过程中，在那些已经建立起来的学科之间，还存在着一些被人忽视的无人区，正是从这些领域里可能得到最大的收获。^①

——维纳

从起源中理解事物，就是从本质上理解事物。^②

——杜勒鲁奇

智能生物：宇宙的雪莲花

你能想像“150 亿年”有多长吗？——太难了！宇宙学家说，150 亿年前宇宙发生了大爆炸。大爆炸开始时，宇宙体积无限小、温度无限高。之后，宇宙每增大两倍，温度下降一半。随着宇宙渐渐展开，那复杂多样的内涵也徐徐显现。温度下降，粒子开始结块。大约 140 亿年前，星体、恒星、星系开始形成。

对于生命而言，宇宙的绝大多数地方都可怕：不是超低温的岩石、空虚的太空，就是核爆炸源地或引力坍塌的黑洞。但是，奇迹发生了。有个地方的温度与引力刚好，原子连接成为复杂的大分子，……。这就是美妙的地球，出现了生命物质的绿洲。生命进化的漫长过程开始了。大约 700 万年前，人类启动了历史的步伐。——啊，部分灵长类动物毅然决然地走出了决定性的一步，走向（目前所知）宇宙唯一的高级智能生物：人类！

起初，人类只不过是一种弱小动物；面对猛兽，东躲西藏。依靠比其他动物更高级的脑和群体智慧，人类在地球生命大家庭中有了“万物之灵”的地位。今天，也是智力使人类向太空挺进。我们有充足的理由赞美智能。正如英国哲学家、数学家伯特兰·罗素所言：

① 维纳，《控制论》，郝季仁译，北京：科学出版社，1962 年，第 2 页。

② 转引自冯天瑜，《新语探源》，北京：中华书局，2004 年，第 1 页。

最美妙的不是繁星布满的苍穹，而是人类对它们的洞察。

不过，什么是智能？它在哪里？我们对它了解多少？

顺延历史长河

自古以来，人们就不断地谈论着智慧、智力或智能，谈论人如何比动物聪明，哪个孩子更聪明；说某人“有脑子”，“智商”高（或低）；谈论诸葛亮的智慧与“既生瑜，何生亮？”的故事；如今智力开发、智力投资与人才竞争是一个国家或集体必须研究的策略问题；等等。

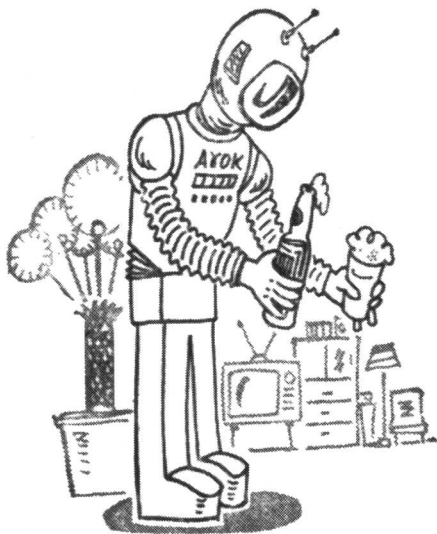
近些年来，技术领域中的“智能控制”、“智能仪器”、“智能机器人”、“抢险救灾机器人”，协助外科手术的“达·芬奇外科系统”，“智能机器狗”、跟人聊天的“网络对话机器人”，战争中的“智能炸弹”；有号称“智能导弹”的药物分子，专杀癌细胞，不伤健康组织；还有“智能调节”肌肤水分代谢，保持最佳状态的“生物智能保湿霜”之类的化妆品广告。……不胜枚举，“智能”二字成了时髦。这仅仅是炒作吗？

近20年来，描写像人（或超人）的机器人的电影、电视故事已不计其数，有的惊心动魄，有的令人深思。有多少是真有可能？科学会给我们带来什么？

在学术界，几乎所有的学科都涉及智能的探讨。计算机与信息科学中，“人工智能”、“专家系统”、“计算智能”、“机器学习”、“语音识别”、“机器翻译”、“人机对弈”（计算机下棋）等研究已入主流。现代心理学与神经科学理论的核心就是



2004年6月8日中国首届国际象棋人机对弈开战。国际象棋特级大师诸宸与“紫光之星”笔记本电脑对阵。诸宸在最后关头被电脑抓住破绽，无奈先负。四天后再战，诸宸灵活变阵，还是输了。电脑战胜了人脑吗？



1978年，英国业余爱好者设计了一个家庭服务机器人。以后一个时期发展受阻。近些年高级机器人不断出现。

智能与意识概念；与之相关的“人工神经网络”、“神经计算机”；与生命科学相关的“生物智能”、“进化计算”、“自然计算”；与控制论关联的“没有推理的智能”，模仿老鼠胡须巧妙探测功能的“老鼠机器人”，模仿动物智能的“人造昆虫”、“机械乌龟”等。智能科学引起了空前的关注。看来，这种状况今后还会发展。然而，一些基本问题还很不清楚。比如：

- (1) 发生了什么事情，使得智能问题如此突出？
- (2) 什么是智能？其他动物有智能吗？智能在哪里？它什么样？
- (3) 人的感知、思维、精神与感情可以复制吗？什么是人工智能？电脑真有智能和精神吗？
- (4) 智能学的发展会给人类带来什么？将来智能机器人是否会对人类造成威胁？

问题很有趣，也难回答；有些问题从古至今争论不休。

本书斗胆带领大家沿着历史长河漫游，去瞧瞧奇妙而博大的智能世界，领略各时期代表人物的主要思想与追求，看看他们是如何在睿智的争论中推动智能学发展。回溯历史，是要对过去再发现，对现在反复思考，对未来要探索。作为导游，我会和大家一起边看、边谈。

智能学与哲学

哲学 (philosophy) 一词源于希腊语 philosophia, 由 philo (爱好) 和 sophia (智慧) 组成, 意为“爱智之学”。由此可见哲学与智能学有同一渊源。在古代, 科学包含在哲学中。在现代, 科学大师爱因斯坦说:“哲学是科学之母”。智能学的大部分指导思想是由哲学家或有明显哲学背景的科学家提出来的。所以, 如若一个国家或大地域的人们普遍忽略了哲学思想的繁荣, 恐怕难有大的创新。

智能学起源于古代哲人对人类智能的反思与研究。我国先秦时期和古希腊的思想家们都有精彩的发现。不幸的是, 那以后的一千多年的历史交给了宗教、神学的发展与冲突, 欧洲中世纪宗教狂热、迷信横行, 中国“罢黜百家”、思想沉闷。直到 13~15 世纪才开始欧洲的启蒙运动和文艺复兴, 理智向黑暗和愚昧大反攻。17 世纪, 哲学家终于认识到自己不同于神学家, 要把命运从上帝手中夺回到人的自由意志之中。大批哲学家、科学家为智能研究与文明的发展做出了历史性贡献。

从历史尺度看, 这一发展潮流再没有停顿。它势不可挡、硕果累累。然而在近代, 不少哲学家认为, 西方哲学已陷入有史以来最幽暗的境地, 而科学却以更高的速度前进。比起历史悠久的物理学、天文学和工程学等学科, 20 世纪中期才冒头的智能学的发展更为迅猛, 吸引了众多朝气蓬勃的新一代科学家。

有学者说:“学物理的学生有理由感到, 所有精彩的研究思想都已被伽利略、牛顿、爱因斯坦等先辈们想尽了, 再有新意太难。与此相反, 新兴的智能



机器智能研究, 是否会打开了潘多拉魔盒, 放出了魔鬼?

学为热衷于研究‘爱因斯坦式’的人提供了很好的机会”^①。如果说传统科学积淀很厚，新兴国家追赶难度大，那么，在智能学领域大家的起点比较接近，出现了较为均衡的机会。来吧，把你的智慧投入这新的园地，培育更美丽的花朵！

读者

智能学涉及面太广，作者的能力太有限。我冒着对相关学科有不敬之危险，大胆寻找它们的内在联系，且还只能重点介绍少数人物、故事和思想。闯入如此境地，难免有错误或曲解，恳请大家批评指正、参与探讨。

本书尽力把学术通俗化，把用到的数学公式限制在高中范围，用简单的术语说明多学科的方方面面。当然，会有些青年和非专业人士觉得某些地方难读。我建议他们对这些地方“走马观花”而过，阔步走遍智能世界的广阔领域。对于大学生、研究生，本书能帮他们走出自己的专业，进入更大的时空，或许因而更明白了自己专业的真谛，或许有了创新灵感。对于相关领域的老师和学者们，本书也许能为他们提供一些平日不易到手的资料、思考的论点和闲谈的话题。

致谢

早在1990~2002年，荷兰Twente大学电子工程系Z. Houkes博士为我提供了研究机会和大量相关资料；比利时Mons理工学院Boite教授（已故）1992年热心给予了珍贵的神经元结构图片。2005年，开拓神经网络新纪元的霍普费尔德（J. Hopfield）教授亲自寄来他本人新近的照片。还有我以前的研究生陈哲博士，从加拿大寄来120张相关学科科学家照片、资料以及他们的联系地址；近期的研究生刘洪波为本书制作了大量图片。笔者表示由衷的谢忱。

本书的写作、修改和出版，先后得到王守觉院士、吴佑寿院士、李衍达院士、钟义信教授、史忠植教授和赵明生教授的鼓励、帮助、咨询和指正，还得到香港中文大学讲座教授徐雷的支持，在此一并鸣谢。

本书为国家青年科学基金项目（60403012，负责人徐建良教授）工作之一，并得到中国海洋大学信息工程中心（主任丁香乾教授）的资助。

科学出版社是我尤其敬重的出版社。早在1983年，拙著《智能机器与人》得到过陈永锵编辑的热情帮助，这次又有侯俊琳编辑的大力协作，深感愉悦之情。

最后，感谢我家人的支持，使我有更多的时间与精力完成写作。

^① Russell S, Norvig P, 《人工智能：一种现代方法》，姜哲等译，北京：人民出版社，2004年，第3页。