



开放人文

EXPLORING THE BRAIN OCEAN

HOW HUMAN BEINGS PLUMB THE
DEPTH OF HUMAN NATURE



顾凡及 编著

脑海探险

人类怎样认识自己

上海世纪出版集团

脑 海 探 险

——人类怎样认识自己

顾凡及 编著

世纪出版集团 上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

脑海探险：人类怎样认识自己 / 顾凡及编著. —

上海：上海科学技术出版社，2014.12

(世纪人文系列丛书)

ISBN 978-7-5478-2352-1

I. ①脑… II. ①顾… III. ①脑科学-普及读物

IV. ①R338.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 191318 号



脑海探险——人类怎样认识自己

顾凡及 编著

出版 世纪出版集团 上海科学技术出版社

(200235 上海钦州南路 71 号 www.cwen.co www.sstp.cn)

发行 上海世纪出版集团发行中心

印刷 上海商务联西印刷有限公司

开本 635 × 965 mm 1/16

印张 23.75

字数 250 000

版次 2014 年 12 月第 1 版

印次 2014 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-2352-1/N · 88

定价 58.00 元

世纪人文系列丛书编委会

主任

陈 昕

委员

丁荣生	王一方	王为松	毛文涛	王兴康	包南麟
叶 路	何元龙	张文杰	张英光	张晓敏	张跃进
李伟国	李远涛	李梦生	陈 和	陈 昕	郁椿德
金良年	施宏俊	胡大卫	赵月瑟	赵昌平	翁经义
郭志坤	曹维劲	渠敬东	韩卫东	彭卫国	潘 涛

出版说明

自中西文明发生碰撞以来，百余年的中国现代文化建设即无可避免地担负起双重使命。梳理和探究西方文明的根源及脉络，已成为我们理解并提升自身要义的借镜，整理和传承中国文明的传统，更是我们实现并弘扬自身价值的根本。此二者的交汇，乃是塑造现代中国之精神品格的必由进路。世纪出版集团倾力编辑世纪人文系列丛书之宗旨亦在于此。

世纪人文系列丛书包涵“世纪文库”、“世纪前沿”、“袖珍经典”、“大学经典”及“开放人文”五个界面，各成系列，相得益彰。

“厘清西方思想脉络，更新中国学术传统”，为“世纪文库”之编辑指针。文库分为中西两大书系。中学书系由清末民初开始，全面整理中国近现代以来的学术著作，以期为今人反思现代中国的社会和精神处境铺建思考的进阶；西学书系旨在从西方文明的整体进程出发，系统译介自古希腊罗马以降的经典文献，借此展现西方思想传统的生发流变过程，从而为我们返回现代中国之核心问题奠定坚实的文本基础。与之呼应，“世纪前沿”着重关注二战以来全球范围内学术思想的重要论题与最新进展，展示各学科领域的新近成果和当代文化思潮演化的各种向度。“袖珍经典”则以相对简约的形式，收录名家大师们在体裁和风格上独具特色的经典作品，阐幽发微，意趣兼得。

遵循现代人文教育和公民教育的理念，秉承“通达民情，化育人心”的中国传统教育精神，“大学经典”依据中西文明传统的知识谱系及其价值内涵，将人类历史上具有人文内涵的经典作品编辑成为大学教育的基础读本，应时代所需，顺时势所趋，为塑造现代中国人的人文素养、公民意识和国家精神倾力尽心。“开放人文”旨在提供全景式的人文阅读平台，从文学、历史、艺术、科学等多个面向调动读者的阅读愉悦，寓学于乐，寓乐于心，为广大读者陶冶心性，培植情操。

“大学之道，在明明德，在新民，在止于至善”（《大学》）。温古知今，止于至善，是人类得以理解生命价值的人文情怀，亦是文明得以传承和发展的精神契机。欲实现中华民族的伟大复兴，必先培育中华民族的文化精神；由此，我们深知现代中国出版人的职责所在，以我之不懈努力，做一代又一代中国人的文化脊梁。

上海世纪出版集团

世纪人文系列丛书编辑委员会

2005年1月

脑海探险

——人类怎样认识自己

序

顾凡及教授把新著《脑海探险》的样稿寄给我，读后我很受启发，愿意把自己的读后感介绍给读者。

《脑海探险》比较全面地介绍了神经科学的一些基本问题。所谓基本是就脑功能大的方面而言的，例如关于人的精神或者神智(mind)*到底在心还是在脑的问题，又如脑功能是定位的，还是整体、不定位的，这些都是脑研究理论中重大而出现过的争论的问题。所谓基本还指脑活动基本“工作方式”而言，例如生物电的发现、神经元学说的建立、“汤”和“火花”之争等问题。以上这些都是神经科学中最基本的问题，《脑海探险》不但对这些问题全面地作了介绍，并且讲了它们的来龙去脉。

《脑海探险》对于现代认知神经科学的发展渊源作了重点而多方

* 这完全是一个名词翻译上的问题。英文里有 mind 这个词，现在国内通常译成“心智”，而我偏爱用“神智”，因为现在大家都同意，心脏是一个循环器官，而不是一个神智(mental)器官，这一点我 2008 年在拙作《神经科学的历史发展及思考》的序言中已作了说明。

面的介绍与分析。例如，现代认知神经科学发展的一个重要原因是，一些认知心理学家希望摆脱行为主义（behaviorism）框框，不满足于用行为主义模式来认识人的行为。又如，认知神经科学必然要牵涉人脑与动物脑的进化问题、语言的出现问题、意识问题。认知神经科学的发展还与近代计算机科学的发展有关，两者的交叉导致一门崭新的学科——计算神经科学诞生。所有这些都是现代认知神经科学的重要内容，而恰恰也是顾教授本身的专长所在，对相关的问题他都作了系统而有深度的分析与阐述。

我特别欣赏顾教授在自序中所说的一段话：“本书则试图结合神经科学史、神经科学家传记及某些最新进展的材料，希望把它们重新编织成一个个惊心动魄的故事，向读者介绍人类怎样认识自己的脑和心智的这一征程。”这一点很重要，要想了解一门科学，了解这门科学中一些主要观点的来龙去脉，的确需要把学科的历史和最新进展，还有对未来的展望结合起来。而顾教授高瞻远瞩，在这本书里结合21世纪十多年来国际上脑研究的新发展，提出了神经科学界所共同面临的问题，以及中国神经科学家应该如何参与这方面工作的想法。

以上是我读了《脑海探险》之后印象最深的几个方面。总之，我感觉读后很有收获，很受启发。他请我写一个序，我不敢当，谨把我的学习体会写下来，与读者共享。

陈宜张

2014年8月26日

于上海第二军医大学

自序

如果说我比别人看得更远些,那是因为我站在了巨人的
肩上。

——牛顿

除非设法知道前人懂得了些什么,就无法清楚地明白
我们究竟懂得了哪些东西。如果不知道怎样欣赏往日的成
就,也就不能真正理解如今的进展。

——歌德

人乃万物之灵,人脑和人的心智是世界上最复杂的系统和现象。
研究脑和心智,也就是要认识我们人类自己,认识我们究竟是谁。那
么在这些方面我们到底知道了多少? 这些认识又是怎样得来的,其
根据是什么? 这是一些长期萦绕在我脑际的问题,相信也是许多读
者感到好奇的。

半个多世纪以前，我在大学里学的专业并非神经科学和认知科学（当时还没有神经科学这个术语，更不要说认知科学了），甚至也不是生命科学。只是由于1961年毕业分配到中国科学技术大学生物物理学系任教，单位安排我到中科院生物物理研究所进修生物控制论，我才和生理学特别是神经生理学打上了交道。我到当时的北京医学院旁听生理学课程，也到北京大学“偷听”神经生理学的专门化课程，由此对脑及其高级功能有了初步的了解，并对此产生了浓厚的兴趣。在这半个世纪里，除了“文革”十年以外，基本上都是和神经科学在打交道。不过当时由于教学和科研工作都只跟脑科学的某个局部打交道，因此自学的也只是和当前任务有关的知识，并没有认真地、全面地学习神经科学和认知科学。2004年退休以前，上海交通大学梁培基教授接受北京工业大学出版社的委托，组织一批书稿，她也盛情邀请我参与写作。因为退休在即，我觉得这是个机会，把自己半个世纪以来在神经信息处理研究和教学中碰到的苦辣酸甜总结一下，这对后来者也许不无借鉴，因此就和梁教授合作写了一本给来自其他领域而有志于脑研究的人们的入门书《神经信息处理》。为此，首先要给原来对脑所知甚少的人一个虽然篇幅不很大但有足够深度的神经科学知识，而不是像许多有关脑的交叉领域的专著那样，只给脑以极度简化的漫画式描述。要做到这一点，我自己首先就要恶补以前无暇顾及而缺少的知识，搞懂曾经一知半解或茫然无知的问题。这样，写作的过程等于自己重新学习的过程。而这一学习的结果，不仅是出版了一本书，还使自己对脑及其高级功能的认识有了质的飞跃，更对脑的神奇惊叹不已。同时我深切地感到，只有认识脑才能正确地认识我们人类自己，才能破除许多迷信，而后者在社会上还十分普遍。这样我就萌生了在退休以后为脑科学普及而写作的想法。感谢老朋友杨雄里

院士和寿天德教授推荐，由少年儿童出版社和上海科学技术出版社分别出版了我的两本科普作品《好玩的大脑》和《脑科学的故事》。这两本书出版以后得到了读者的肯定和鼓励，也更坚定了我以余生为脑科学普及而写作的决心。

在学习和写作有关脑科学的科普作品时，长期萦绕在我心头的问题又强烈地提了出来：我们现在所已知的有关脑和心智的知识，究竟是怎么得来的？这些知识的根据是什么？还可能有不同的解释吗？科学家究竟通过什么来给出他们的断言？在他们的探索过程中，有没有什么经验教训值得后人借鉴？对于科学来说，我们不仅要知其然，更重要的是知其所以然。科学从来是在不断的争论之中发展起来的，我们在认识脑和心智的过程中有过哪些重要的争论？根据什么理由，一些学说得到了承认，而另一些学说则被证伪？所有这些问题在教科书中往往语焉不详，甚至在一些科学史的著作中也只是平铺直叙地列出什么年头、什么人，作出了什么发现而已。此外，许多此类书籍缺乏趣味性，自然就给它们的普及价值打了折扣。又根据1989年美国国家精神卫生顾问委员会向美国国会提交的报告估计，到当时为止人类所知道的有关脑的知识中，有95%来自最后十年。在这以后，有关脑和心智的研究更呈爆炸性增长。今天的神经科学从广度和深度上来说，由基因到细胞，再到回路，直到认知和心智，甚至还开始渗透到传统上当作人文社会科学的学科中去了，譬如神经经济学和神经法学。尽管时至今日，还远未产生一个最终的、宏大的统一理论，但是神经科学进展速度之快，很难有其他学科可望其项背。关于这些最新进展，在许多神经科学史的著作里面根本就不会提到。于是我就产生了冲动，要把神经科学史、神经科学家传记和神经科学知识以及神经科学某些最新进展熔于一炉，写一部介绍我们人类究竟怎样

认识自己的脑与心智的科普作品。

要讲述这样的系列故事，正如卷首所引牛顿和歌德的名言，当然离不开神经科学史(其实神经科学也涉及认知科学和心理学，下文中文为行文简单起见，就以“神经科学”一词来代替所有涉及脑和心智的研究领域)，也离不开神经科学家的传记。正是前辈科学巨匠的工作奠基了我们今天的认识。

神经科学史给了我们一条脉络，使我们清楚地看到人是怎样一步步达到现在这一步认识的。但一本典型的神经科学编年史往往是按年代的先后，讲述什么时候有什么发现，只讲结果不讲过程，而且还往往一讲到近代就戛然而止。可是正如前文所述，最近三四十年的研究对于我们认识脑和心智作出了最大的贡献，我们有关脑和心智的绝大部分知识恰来自于最近半世纪不到的研究，而且知识的累积还在不断加速。不讲这些贡献，就不能真正了解我们对自己的认识已经到达了哪一步。不过限于篇幅，也为了尽可能避免和已出版的有关脑和心智的科普读物在内容上重复，本书只选取这一探索过程的主干和某些重要的科学课题展开，讲述几代科学家怎样前赴后继，像福尔摩斯那样根据一些蛛丝马迹，循迹追踪，既采用临床观察和动物实验等方法去获取证据，又开动脑筋进行合理的推断，提出大胆却是有根据的假说，最后通过实践来加以验证；科学家们怎样激烈争论，逐步拨开重重迷雾而找到答案。和科学史不一样，本书并不严格考证某些思想由谁最先提出，也并不对所有在历史上有过贡献的人和事都一一道来。

科学家传记给出了更详细的材料，里面会生动具体地讲到科学家是怎样历尽艰辛作出他们主要贡献的，但本书也不是一本传统的神经科学家传记集。在传记里往往要讲述科学家的一生，也许其中许多内

容和我们的主题并无多少直接关系，例如他们的童年、家庭以及和我们所述问题无关的其他活动。一位科学家也许有多方面的成就，科学家传记当然必须介绍传主的所有成就，而本书只谈科学家对我们所讲到的重大科学问题的贡献，而他的其他贡献，哪怕是对其他领域的重要贡献，都略去不谈。另外，在世的科学家也很少有传记问世，而正是这些科学家的研究对我们现在认识脑与心智作出了关键性的贡献。在对脑研究作出巨大贡献的科学家当中，自1901年诺贝尔奖颁发以来得此殊荣的科学家的故事，当然在本书中占了相当的分量。但即使是诺贝尔奖得主，其贡献也并非都能经得起时间的考验，因此我们也不能不加以取舍。还有些诺贝尔奖得主如休伯尔、威瑟尔和坎德尔，他们的发现故事已在拙作《脑科学的故事》里得到相当详细的讲述，在本书中就不再重复了。

另外，一般的神经科学教科书往往只告诉读者现在对脑和心智的认识，但较少讲到这些认识是怎样经过几代人的研究与争论得到的，本书则试图结合神经科学史、神经科学家传记及某些最新进展的材料，希望把它们重新编织成一个个惊心动魄的故事，向读者介绍人类怎样认识自己的脑和心智的这一征程。

由于对“脑海”的探险依然处于起航未久的阶段，至今还有许许多多未知之地在等待着人类去探索。对于这些未知之地，本书将不回避，而是老实地说不知道，或者介绍当前人们对此的种种猜测。在那些我们认为已经知道了的东西当中，也许还有像当年把中美洲误认为是印度的错误，这类错误只有通过进一步的探索和实践才能觉察。因此，本书不仅希望读者知道有关脑和心智的一些知识，更重要的是知道科学家怎样通过观察、实验、理性思维乃至推理得出这些知识。希望读者能从先贤的经验中得到启迪，学得科学家的一些思想

方法和治学之道，同时也学会像这些先驱一样不迷信他人结论，以批判的眼光来看待书中所讲的一切。

本书的第1章和第2章聚焦于人类在认识脑和心智的历史过程中有关两个基本问题的争论。一个问题是，心智的藏身之地究竟在何方，是心还是脑？第二个问题是，在明确了脑是心智的器官以后，执行脑的某一功能究竟是需要全脑参与，还是只需要一部分脑参与？后一个问题也就是所谓的整体论和定位论之争。

脑功能活动的基础是什么？经历了两个多世纪的科学探索，人们对此已经有了相当深入的认识，但是这一探索历程至今仍在继续着。这是实验科学家施展身手的广阔舞台，他们不但在实验中创新技术和独辟蹊径，而且在科学讲坛上唇枪舌剑、互诘真相。第3章企图写出这一壮阔的历程。

第4章专门介绍人类在认识自己心智过程中的“否定之否定”：从古人只注重内省和思辨式地研究自己的心智过程，到20世纪上半叶占统治地位的行为主义否定这种情况，而只研究可以客观测量的刺激-反应，再到20世纪下半叶兴起的认知科学开始重新研究内心活动，作为对行为主义的扬弃。第5章则介绍了对两个脑半球分工的探索，从这些探索中人们初步认识了人脑两半球为实现心智功能而进行的一定程度上的分工及整体协调。

虽然宗教上说人是上帝按自己形象创造出来的“天之骄子”纯属无稽之谈，事实上人是由动物进化而来，人脑和其他动物的脑之间并没有不可逾越的鸿沟，但在进化过程中会出现类似于物理学上“相变”这样由量变积累到一定程度突然发生质变的阶段，人脑也确实有其特殊性，人类在某种意义上是一个崭新的物种。近年来，一些卓越的神经科学家已开始注意研究这个问题。这就是第6章的主题。当

然，具有高级意识是人类的最大特点，由于这个问题既大又难，因此专门另辟一章(第7章)加以介绍。

一如上面一再强调过的，对脑和心智的科学研究还只是处于起始阶段，但以其来势之猛可以相信，今后重大的发现与突破将会层出不穷，并对我们如何看待我们自己，以及解决困扰人类的心理健康问题，作出不可估量的贡献；同时也为工程技术提供启示，制造出真正具有类似于人的某些智能的机器。由于脑的高度复杂性，没有哪一种单独的方法可以完全揭开脑和心智之谜，更不要说人工地去创造出某些功能类似于人脑的机器，这就需要对脑进行多学科的研究。这是第8章要介绍的内容。

对脑和心智的研究正方兴未艾，已引起了世界各国的高度重视。20世纪末有美国的“脑的十年”计划、欧盟的相应计划和日本为期20年的“脑时代计划”。从今年起，欧盟和美国又要启动为期十年各耗巨资的“人脑计划”和“尖端创新神经技术脑研究计划”(开始时称为“脑活动图计划”)，希望在这方面有所突破，结果能否如愿还有待观察。以笔者管见，我们现在对脑和心智的认识还很有限，大量重要的问题依然未得到解决，至今还缺少一个有关脑功能和心智的经得起实践考验的理论框架，这些问题很难期望在短期内得到解决，我们还不能对未来的航程作出精确预言。但是由于问题的重要性以及我们已经积累的相当多的材料和知识，对于在可预见将来我们应在哪些方面寻求突破作一展望，还是有必要的，这是最后一章的内容，当然带有更多的猜测性和争论，也有笔者个人的倾向性意见，究竟是对还是错，只有通过今后的实践才能得出结论。

脑是已知宇宙中最复杂的东西，而神经科学与其他科学领域不同的一点是，我们用自己的脑去研究的对象正是脑本身，这就使得我们

的研究领域不免会遇到前所未有的困难。虽然我们已经发现了许多瑶池琼楼，积累起大量有关脑的知识，可是我们尚未探索过的未知世界更是广阔无垠！对脑和心智的研究正像地理大发现的开始阶段（有许多科学家会不同意笔者的这一看法），而其困难的程度则要远远超过前者。还有什么比这更神秘莫测的探险故事呢？许多读者自己目前可能还不是我们探险队的一员，不过听听编撰者搜集起来的历史上或当代著名的“脑海探险家”怎样探险的故事，也许会让你们心向往之，立志把自己装备起来，有朝一日也参加甚至组织一支“船队”到广袤无边的“脑海”中去扬帆远航。

在笔者看来，一部好的科普作品应该兼具科学性、趣味性和前沿性三个要素。出于前面讲过的原因，笔者不能保证本书中所讲的一切都毫无错误，但是至少保证有充分根据；作为一部科普作品，内容必须引人入胜，方能吸引读者特别是非专业的读者去看；书的内容也必须与时俱进，不能只介绍古典的成就，还要介绍最新的进展，即使是在激烈争论中尚未有定论的热点问题。科学在本质上就是在争论中发展起来的，有成就的科学家都是一些有批判精神的人，正因为他们不盲目相信书上的话，哪怕是权威的论断，才使得他们能够脱开前人的窠臼，作出独创性的贡献。本书中并不回避争议性的问题，笔者也会发表自己的一些看法，哪怕也许有些看法以后会表明是错了。希望读者对这些有争论的问题深入思考，作出自己的判断。当然我这样说并非主张“怀疑一切”，正如卷头所引牛顿的名言，前人经受住了时间考验的成果，正是使后人得以在他们肩膀上看得更远的基础。这也是人有别于其他物种的优异之处，其他物种只能从基因中获取祖辈求存之道，而人可以通过文化把知识和能力代代相传。

在此要说明的一点是，“脑海”是如此之广袤，限于笔者水平，