

THE HUMAN ADVANTAGE

A New Understanding
of How Our Brain Became Remarkable

最强大脑

为什么人类
比其他物种更聪明

[巴西] 苏珊娜·埃尔库拉诺-乌泽尔 著

Suzana Herculano-Houzel

缪文 译



中信出版集团 · CHINA CITIC PRESS

The background of the entire page is a light gray with a pattern of scattered, stylized numbers in various sizes and orientations. The numbers include 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, and 9, some appearing as simple outlines and others as solid black shapes. They are distributed across the page, creating a mathematical or cognitive theme.

THE HUMAN ADVANTAGE

A New Understanding of How Our
Brain Became Remarkable

最强大脑

为什么人类比其他物种更聪明

[巴西] 苏珊娜·埃尔库拉诺-乌泽尔 著
Suzana Herculano-Houzel

缪文 译

图书在版编目 (CIP) 数据

最强大脑：为什么人类比其他物种更聪明 / (巴西)
苏珊娜·埃尔库拉诺-乌泽尔著；缪文译. --北京：中
信出版社，2016.11

书名原文：The Human Advantage: A New
Understanding of How Our Brain Became Remarkable
ISBN 978-7-5086-6829-1

I. ①最… II. ①苏… ②缪… III. ①脑科学 IV.
①R338.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第 248363 号

The Human Advantage by Suzana Herculano-Houzel
Copyright © 2016 Massachusetts Institute of Technology
Simplified Chinese translation copyright © 2016 by CITIC Press Corporation
ALL RIGHTS RESERVED.
本书仅限中国大陆地区发行销售

最强大脑：为什么人类比其他物种更聪明

著 者：[巴西] 苏珊娜·埃尔库拉诺-乌泽尔

译 者：缪 文

策划推广：中信出版社 (China CITIC Press)

出版发行：中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编 100029)

(CITIC Publishing Group)

承印者：北京诚信伟业印刷有限公司

开 本：880mm×1230mm 1/32

版 次：2016年11月第1版

京权图字：01-2016-7226

书 号：ISBN 978-7-5086-6829-1

定 价：49.00元

印 张：8.75 字 数：160千字

印 次：2016年11月第1次印刷

广告经营许可证：京朝工商广字第8087号

版权所有·侵权必究

凡购本社图书，如有缺页、倒页、脱页，由销售部门负责退换。

服务热线：400-600-8099

投稿邮箱：author@citicpub.com

前 言

我们当然特别，难道不是吗

人类真了不起。相对于我们的身体来说，我们的脑子显得不合比例——足足大了 7 倍。不难理解，这样的脑子经历了极其漫长的演化。相对于整个脑子的大小，人类大脑皮层的面积是最大的，前额叶部分也是最大的。人脑每天消耗惊人的能量，占整个身体全天能量消耗的 25%。在演化史上，它的增大过程仅耗费了很短的时间，把我们的近亲类人猿远远甩在身后——它们孱弱的脑子仅是人类脑子的 1/3。因此人脑是特殊的，对吗？

错！根据来自我们实验室的新证据（这些你将在之后的章节中有更多的了解），人脑非常卓越，但是并不特殊。它不是演化规则的例外，不能被称作独特。但是，我们似乎拥有这个世界上最有能力的脑子——我们使用它来研究其他生物的脑子，而不

是被其他生物作为研究的对象。如果我们的脑子不是演化规则的例外，那么人类的优势体现在哪里呢？

本书希望你抛下长久以来认为人类特别的偏见，以演化和显示人脑独特认知能力不同来源的新证据的视角，重新审视我们的脑子：我们的脑子异于其他生物脑子的原因，不在于我们是演化的例外，而在于演化的基本规则——我们的脑子中有大量的神经元，其数量多到人类之外的任何其他生物都无法负担。我将论证人类的优势在于：第一，我们是灵长类动物，这类动物的脑子是以一种相比于其他动物来说非常经济的缩放规则建造的，这让较小的体积能容纳大量的神经元；第二，作为灵长类，我们的祖先在 150 万年前学会了一种目前其他生物还无法掌握的新技能——烹饪，这让其后代能负担起快速增长为天文数字的神经元数量；第三，归功于人脑的快速扩张（由于能效提高而节省了能量，丰富得令人眼花缭乱的烹饪技术也支撑了这种扩张），人类大脑皮层拥有的神经元数量冠绝众生，而大脑皮层正是大脑中负责寻找模式、逻辑推理、为最坏情况做好准备、发展技艺并传授给后人等功能的部分。

将人脑与其他大小各异的动物脑子比较是最震撼人心的体验——它提醒我并没有证据支持人类在其演化历史中，或者在任何意义上是“被选中的”这样的说法。我希望，对人脑的重新思考，能让我们作为一个物种，对自己在地球上的位置有更为清楚的认识。虽然我们的大脑并不特别或例外（因为它跟其他灵长类遵循同样的

演化规则)，但确实在认知能力上极为杰出。而且，神经元数量上的优势给了人类改变自己未来的潜力——无论是好的还是坏的。

2015 年 1 月于里约热内卢

前言

我们当然特别，
难道不是吗

XI

目 录

前 言 我们当然特别，难道不是吗 // IX

| 第一章 | 人类统治

人类至尊：演化的进程 // 005

比应有的结果更具优越性的人脑 // 011

脑化指数 // 016

脑化指数的问题 // 018

唯一的特别是处处特别 // 020

| 第二章 | 脑之汤

所有的脑子都是以同样的方式构建的吗 // 027

没有实验室如何计算细胞数量 // 031

答案在汤中 // 033

| 第三章 | **有脑子吗**

像我们一样的灵长类 // 045

非洲的大小哺乳动物 // 049

| 第四章 | **脑子不是以同种方式构建的**

啮齿类和灵长类之外 // 067

神经元缩放规则的不同意味着什么 // 076

灵长类动物的优势 // 080

做个灵长类意味着什么 // 086

| 第五章 | **卓越，但不特殊**

溶解人脑 // 092

按其他灵长类动物构建脑子的方式 // 095

人类演化：类人猿与古人类 // 098

| 第六章 | **屋子里的大象**

大象的脑之汤 // 114

到底是什么影响了认知能力 // 116

鲸目动物的情况 // 121

| 第七章 | **扩展的是哪个皮层**

相对于剩余脑区的大脑皮层扩展 // 137

前额叶皮层扩展了吗 // 140

| 第八章 | **身体的因素**

更大的体型意味着更大的神经元吗 // 162

| 第九章 | **需要多少能量**

运行一个脑子的代价 // 175

先讲点儿历史 // 177

回到未来 // 179

更大的神经元，更高的神经胶质细胞/神经元比例 // 185

一个神经元消耗多少 // 192

那么，它消耗多少呢 // 194

那么为什么人脑消耗这么多 // 201

| 第十章 | **脑子还是肌肉：鱼与熊掌不可兼得**

能量输入=能量输出 // 210

卡路里摄入的限制 // 213

脑子还是肌肉 // 218

| 第十一章 | **为烹饪向你的神经元致谢**

更多能量，更少时间 // 229

为什么烹饪能提供这么多能量 // 234

生食者的情况是怎样的 // 238

那么，什么是人类的优势呢 // 239

| 第十二章 | **但是，大量的神经元还不够**

作为认知原材料的更多神经元 // 245

现代技术革命 // 255

后 记 我们在自然界中的位置 // 259

致 谢 // 263

第一章
人类统治

THE HUMAN ADVANTAGE

A New Understanding of
How Our Brain Became Remarkable

似乎是理所当然的，我们人类是特别的——至少大部分神经科学的书本是这样写的。人脑被认为包含 1 000 亿个神经元和 10 倍于此数量的神经胶质细胞。人类的大脑皮层也大得异乎寻常——150 万年以来，大脑皮层的面积增加到最初的三倍。以演化史的尺度来衡量，150 万年完全不值一提。在这段时间内，类人猿的脑子体积没有发生什么变化——实际上 600 万年以来都是如此，这使得如今类人猿脑子的体积变成了人脑的 1/3。作为智人的人类曾经与尼安德特人共存甚至混居过，但最终只有我们这一支幸存下来。我们因此统治了世界，不只是掌控其他生物，还能随心所欲地前往地球的任何地方，甚至地球之外。

这些技能的背后是我所谓的“人类的优势”。人类的优势在于我们是唯一研究自己和其他事物，并且在研究的过程中产生知识，完好无损地传播开来的物种；我们能改变自己，用戴眼镜、植入和手术等方式弥补自己的缺陷，从而改变自然选择的规律；我们彻底改变自己所在的环境，使我们能在任何地方居住；我们

使用工具制造工具，使工具变得更强大，能解决更多更困难的问题；我们不断寻找更复杂的问题的解决方案，这让我们自己的能力也随之增长；我们创造描述知识的方法，让后人学习知识时不再需要直接的演示——这些都使我们变得特别。虽然所有需要的认知能力都不是人类独有的，我们应用这些认知能力的复杂性和灵活性显然是其他任何物种难以望其项背的。

数十年来，人们认为人类的优势似乎在于人脑的独特性——人脑具有的一些特征让它看起来与众不同。大猩猩的体型是人类体型的两到三倍，但是它们脑子的重量只有人脑的1/3。这样的扩张让人脑每天需要耗费超出合理范围的能量，虽然人脑的重量仅占我们体重的2%。适用于其他物种的规则因此不适用于我们。考虑到我们的成就让我们跟其他物种区别开来，我们卓越的认知能力必然需要一个卓越的脑子——只有如此解释才行得通。

考虑到我们能做的事情，人脑显然是卓越的。但是它真的是非凡（超越规则）的吗？这个问题是本书的核心问题。我们的脑子真的如很多权威人士论断的那样，是由1 000亿个神经元和10倍于此的神经胶质细胞构成的吗？它真的耗费了太多的能量吗？如果人脑不是非凡的，那么它为何能够拥有如此卓越的特征呢？

为什么是人类，而不是其他物种，发展出了这样卓越的认知能力？在演化中发生了什么，使我们能统治其他所有物种？生活形式的演进在人类中达到顶峰，这是演化的终极成就吗？

人类至尊：演化的进程

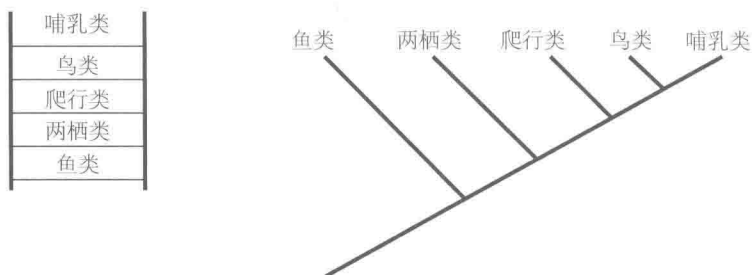
人脑发育到如今被认为特别的水平，是与演化的历史息息相关的，这并不令人奇怪。很久以来，都是解释多而事实少。

生命，自 37 亿年前首次出现以来，一直随着地质年代演变。这是一个不需要解释的事实，生命随着时间演变，也就是我们所说的“演化”，这是一个 200 年前才开始出现的名词。从诞生开始，演化的内涵一直在变化：从最初的“向完美进化”到现代的“随时间缓慢变化”。不过，未能清楚认识“演化”从来没有限制人类去认识其特征——通过演化诞生的绝妙的生命形式多样性。

面对多样性，我们的大脑自动地进行了分类，就像书写工具有“钢笔”和“铅笔”，交通工具有“汽车”、“卡车”和“自行车”，人眼所见的生物都被分类了——至少从 2 300 多年前开始，就有了“植物”和“动物”的类别。亚里士多德发展了生物分类，他构想了“存在之链”的概念。在该概念下，所有的自然事物都在阶梯式的分类中有它们对应的位置，从最高阶的“原动者”到最低阶的“矿物质”。动物则按照其“灵魂的完美程度”分布在自然阶梯上。在这个之后数世纪被广泛接受的概念中，人类排在第二位，仅次于上帝。

直到“演化”这一概念出现之前，自然阶梯的等级一直是固定的，生物在所属类别中的情况过去是这样，未来还将如此，而博物学家则根据亘古不变的自然阶梯来设计他们的研究。

18—19 世纪时，一些年代地质层中越来越多的化石被发现，不可避免地导致新概念的形 成——生命的华章是在时代中逐步书写的。大众熟知的演化概念由查尔斯·达尔文（Charles Darwin）在 1859 年提出。在演化意义下，自然阶梯在很大程度上变成了演化阶梯——生物在随时间推进的演化过程中不断在阶梯上爬升，由简单变为复杂。自然的伟大阶梯现在不再是固定的了（如图 1-1 所示）。它向上延伸，这样人类仅出现在最近时代的化石层就可以被合理解释了。



简化版的脊椎动物进化阶梯（左图），用来显示生物的进化程度。线的交叉（右图），显示当代鸟类跟哺乳类有共同的祖先，而它们的祖先跟爬行类有共同的祖先，再往前跟两栖类有共同的祖先，如此类推，直到地球上的第一种生命形式。该脊椎动物“谱系树”实际上是错误的，见图 1-4。

图 1-1 物种演化阶梯

正因如此，德国神经学家路德维希·埃丁格（Ludwig Edinger）被很多人称为比较神经解剖学之父。在 19 世纪末，埃丁格把大脑的演化视为单向的进化过程：从鱼类到两栖类，再到爬行类、鸟类和哺乳类，到人脑达到最高峰——以智商从低到高

排序，根据不同脊椎动物在地球上出现的时间顺序。埃丁格认为，在演化攀登该自然阶梯的过程中，现有的脊椎动物的脑子继承了之前的结构。因此，在演化进程背景下，比较现有动物的脑解剖结构，能在以往物种的脑子中找到新近物种脑结构的起源。以往物种在现代物种脑结构中的证据，与德国胚胎学家恩斯特·海克尔（Ernst Haeckel）在 1886 年提出的可总结为“个体发育重演种系发生”（意为在发育的过程中重复演化的过程）的重演律相似。海克尔声称新近物种（更高级）在发育过程中经历一系列阶段，这些阶段跟以往物种（低级）的成年态有对应关系。海克尔相信他在物种胚胎发育中看到了这种关系，埃丁格将这种理论扩展到了大脑的发育过程。

在 20 世纪初，埃丁格认为每个演化过程中新出现的脊椎动物群体都获得了一种更先进的脑分区结构，就像地球的地质层随时间形成一样，新的立于旧的之上（如图 1-2 所示）。这跟生物从鱼类到两栖类、爬行类、鸟类、哺乳类，最后到人类的演化理论相符，特别是在复杂性和尺寸的逐步变化上。这种分区使人联想到人脑中神经系统的分区（脊髓、延髓、脑桥、小脑、间脑、中脑、端脑）也在爬行类动物的脑中出现。被认为是最新形成的、处在顶层的端脑，在不同的物种之间大小差异最大，因此是合理的。端脑的重量占人脑全重的 85%（如图 1-3 所示），是人类非常容易识别的部分。