

a mindstyle business 与思想有关

全球复杂网络研究权威巴拉巴西经典作品
复杂网络奠基之作 社交网络入门之作

[美] 艾伯特·拉斯洛·巴拉巴西◎著 沈华伟◎译

Albert-László Barabási

链接

商业、科学与生活的新思维

How Everything Is
Connected to Everything Else and
What It Means for Business, Science, and
Everyday Life

十周年
纪念版



浙江人民出版社
ZHEJIANG PEOPLE'S PUBLISHING HOUSE

013064642

TP393. 4-49

11

Linked: How Everything Is
Connected to Everything Else and
What It Means for Business, Science, and
Everyday Life



链接

商业、科学与生活的新思维

[美] 艾伯特-拉斯洛-巴拉巴西◎著

(Albert-László Barabási)

沈华伟◎译

图书馆



北航

C1672330



浙江人民出版社
ZHEJIANG PEOPLE'S PUBLISHING HOUSE

TP393.4-49
11

图书在版编目 (CIP) 数据

链接：商业、科学与生活的新思维（十周年纪念版）/（美）巴拉巴西著；沈华伟译. —杭州：浙江人民出版社，2013.7
ISBN 978-7-213-05655-0

浙江省版权局
著作权合同登记章
图字:11-2013-131号

I. ①链… II. ①巴…②沈… III. ①互联网络-普及读物
IV. ①TP393-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 156732 号

上架指导：网络科学

版权所有，侵权必究

本书法律顾问 北京诚英律师事务所 吴京菁律师
北京市证信律师事务所 李云翔律师

链接：商业、科学与生活的新思维（十周年纪念版）

作者：[美] 艾伯特·拉斯洛·巴拉巴西 著

译者：沈华伟 译

出版发行：浙江人民出版社（杭州体育场路347号 邮编 310006）

市场部电话：(0571) 85061682 85176516

集团网址：浙江出版联合集团 <http://www.zjcb.com>

责任编辑：朱丽芳

责任校对：张彦能 陈 春

印刷：蕺城市京瑞印刷有限公司

开本：720 mm × 965 mm 1/16

印 张：24.5

字 数：28.3 万

插 页：3

版 次：2013 年 7 月第 1 版

印 次：2013 年 7 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 978-7-213-05655-0

定 价：59.90 元

如发现印装质量问题，影响阅读，请与市场部联系调换。



北航

C1672330

C 湛庐文化
Cheers Publishing

a mindstyle business



与思想有关

ALBERT- LÁSZLÓ BARABÁSI



全球复杂网络研究第一人

艾伯特 - 拉斯洛 · 巴拉巴西

- 他是全球复杂网络研究第一人，无尺度网络的创立者。
- 他是美国物理学会荣誉会员，匈牙利科学院外籍院士，欧洲科学院院士。
- 世界著名科技杂志《科技新时代》赞誉道：“他可以控制世界。”
- 他，就是艾伯特 - 拉斯洛 · 巴拉巴西。



吸血鬼故乡走出的诺贝尔奖大热人选

——ALBERT-LÁSZLÓ BARABÁSI——

1967年，艾伯特-拉斯洛·巴拉巴西出生于罗马尼亚。童年时代，他的父亲在设立于米克城堡中的塞克勒博物馆担任馆长。所以，小巴拉巴西得以在吸血鬼故乡的古堡中长大。他可以自由徜徉在博物馆的图书室和各类收藏品中，能够查阅只有极少数历史学家才能够查阅到的文件。

年少的巴拉巴西曾经梦想成为一名雕刻家，但他后来发现自己在物理方面有着极高的天赋。高中一年级，他在当地物理奥林匹克竞赛中拔得头筹。进入大学后，他选择攻读物理与工程专业。在波士顿大学获得博士学位后，巴拉巴西在IBM托马斯·沃森研究中心参加了为期一年的博士后研究。随后，

他进入圣母大学担任教职，2000年，年仅三十多岁的巴拉巴西成为该校最年轻、最具天赋的教授。2004年，他创立了复杂网络研究中心。2005—2006年，他成为哈佛大学客座教授。2007年秋，巴拉巴西离开圣母大学，成为美国东北大学教授，网络科学研究中心创始人、主任，同时任职于哈佛大学医学院医学系。

经过多年的研究与积累，当年的天才少年已经成为全球复杂网络领域当之无愧的第一人，他提出的无尺度网络成为众多后来者研究的理论基础。由于在这一领域做出了卓越的贡献，巴拉巴西也成为诺贝尔奖获奖呼声最高的候选者。

ALBERT- LÁSZLÓ BARABÁSI

巴拉巴西是一名研究成果极为丰富的科学家，他的文章是世界顶级科技期刊上的常客。目前，他已经在《科学》和《自然》上发表学术作品三十余篇，在《美国科学院院报》上发表作品逾百篇。他的论文被引用总次数接近10万次，H-指数高达96，是复杂网络领域被引用最多的科学家。

巴拉巴西的研究也获得了各界的高度认可。他现在是美国物理学会荣誉会员，匈牙利科学院外籍院士，欧洲科学院院士。他曾先后获得2005年欧洲生物化学学会联盟（FEBS）颁发的生物系统年度奖项；2006年匈牙利计算机学会颁发的冯·诺依曼金质奖章；2008年

钟爱湖蓝色T恤、只喝健怡可乐的
科学狂人

日本C&C基金会颁发的计算机与通信奖和美国国家科学院颁发的Cozzarelli奖章；2011年国际工业与应用数学大会颁发的拉格朗日奖（Lagrange Prize-Crt）。

不过，在学术领域之外，生活中的巴拉巴西也只是一个普通人，喜欢过简单的生活，坚持自己的小执拗。例如，他钟爱湖蓝色的T恤，一买就买一打；他喜欢喝可乐，但却不接受健怡以外的其他口味；他会利用空闲时间，带可爱的儿子去丛林里寻找躲起来的老虎，去吃侍者口中“一点儿也不辣”，但他们却觉得味蕾崩溃的食物。

无尺度网络

颠覆“随机网络”理论

ALBERT-LÁSZLÓ BARABÁSI

巴拉巴西第一次对网络产生兴趣，还是在 IBM 托马斯·沃森研究中心做博士后的时候。也是在那个时期，他将自己今后的研究方向确定为网络研究。他第一篇关于网络的论文大约在 1995 年完成，可惜被几家期刊拒稿，因为对方认为：“这和我们有什么关系呢？”不过，现在人们已经深刻地认识到，复杂网络不仅和我们有关，而且关系极为密切。

1999 年，巴拉巴西提出了一个惊人的网络模型——无尺度网络模型。该模型后来被命名为艾伯特-巴拉巴西模型。在他提出“无尺度网络”的概念之前，科学家习惯将所有复杂网络视为符合泊松分布的随机网络。但巴拉巴西在研究万维网时，却发现万维网并不是随机的。他的实验结果令人非常惊讶：基本上，万维网是由少数高连接性的页面串连起来的，80% 以上页面的链接数不到 4 个。然而，只占节点总数不到万分之一的极少数节点，却有 1000 个以上的链接。这一发现，彻底推翻

了“复杂网络是随机的”这一得到人们多年认可的理论，巴拉巴西翻开了复杂网络研究的新篇章。

关于“无尺度”一词的由来，巴拉巴西说道：“当我们开始研究万维网时，原本预期节点会像人类的身高一样呈现钟形的泊松分布，但是后来发现有些节点不遵循这种分布。我们就像突然发现了很多身高百尺的巨人一样，大吃了一惊。因此，我们想出了‘无尺度’的说法。”

巴拉巴西为复杂网络理论和研究做出了杰出贡献，且贡献涉及社会科学、物理学、数学、计算机科学等多个领域。他让人们第一次真正了解了互联网是如何从最初的一个人类发明变得越来越像一个生命体或生态系统，这背后体现了那些支配所有网络的法则是多么的强大。难怪世界著名科技杂志《科技新时代》赞誉道：“他可以控制世界。”

相关作品



湛庐文化
Cheers Publishing
mindstyle 与思想有关

特别制作



LINKED 推荐序一

链接，大数据之钥

程学旗

中科院计算所所长助理

中科院网络数据科学与技术重点实验室主任

著于世纪之初的《链接》一书，展现了世界万物之间泛在的关联关系，揭示了社会、信息、生物、技术、经济等各种复杂系统的网络化存在。书中，巴拉巴西教授着重以网络思维来刻画和解析了复杂系统的链接特性和相关的普适性规律。如今，十余年过去了，人类可获取和待处理的数据规模、数据增长速度和数据复杂性经历了大幅度提升，社会进入了“大数据”时代。一方面，大数据为我们认识自然界和人类社会自身提供了前所未有的机遇；另一方面，技术上所面临的挑战需要我们从本质上发现和总结大数据计算与大数据科学的基本规则与理论体系。在这样的背景下，一起重温《链接》一书，领略科学家们在网络科学伊始对链接泛在性、数据复杂性、规律普适性的认识和思考，对我们在大数据时代抓住机遇、迎接挑战将大有裨益。

复杂性引领《链接》。从随机宇宙到无尺度小世界，记录着人类对复杂性认识的进步。复杂性蕴含于万物之间的关联关系中，体现为无序和有

序的共存，反映在无处不在的无尺度和幂律上。链接既是刻画复杂性的方式，又是认识复杂性的途径。大数据的复杂性，同样体现为数据之间的复杂关联，正是这种复杂关联使得数据复杂性随着数据规模非线性增长。因此，认识数据复杂性最终需要回到理解和掌握数据之间的复杂关联关系上。正如《链接》书中所言：在沿着还原论这条路飞奔时，我们撞上了复杂性这堵墙。网络让世界变得不同，链接是人类认识复杂性的脚手架。

普适性贯穿《链接》。规律的普适性是科学发展孜孜追求的目标，从亚里士多德到伽利略，从哥白尼、开普勒到牛顿，从普朗克到爱因斯坦，正是普适性引领科学一点点拨开复杂性的面纱，一步步揭示复杂性背后简单而深刻的规律。各个领域形形色色的网络，呈现出共有的无尺度、小世界和高聚团性；富者愈富和适者生存的简单法则，支配着各个领域网络的生长和演化；从微观尺度的基因网络到宏观尺度的经济网络，无不蕴含着枢纽节点和层级结构。探求普适性规律，小处着手、大处普适，对于我们应对和处理规模不断增长的大数据世界具有重要的借鉴和指导意义。

计算蕴含于《链接》。自然界和人类社会不仅仅是一个静态的客观存在，更是一个具有自我计算能力的动态系统。蛋白质能够快速地完成转录、鸟群能够高速有序地飞行和有效地觅食、通过互联网的通信而自动完成的寄生计算，这些无不在启示我们自然界固有的计算模式。从计算的视角来看，计算是对复杂性所蕴含规律的一种实现，高效的计算需要找到有效而简单的规律。每一种计算都体现着一种规律，简单而深刻的规律对应着高效而简洁的计算。寻找数据复杂性背后的固有规律，是我们有效处理和利用大数据的钥匙，大数据时代的计算亟需探索大数据复杂性

的普适规律。

温故而知新，《链接》一书将带我们回顾人类对复杂性的探索历程，领会网络思维的启迪，探寻数据复杂性的普适规律，为大数据时代的计算找回那把迷失的钥匙。

推荐序一

序

清华大学计算机系 李国杰

在《链接》一书出版之前，我曾多次在网络上看到有人推荐这本书。这本书的出版，对于国内的网络科学界来说，无疑是一件大事。这本书不仅是一本关于网络科学的科普读物，更是一本关于网络科学的学术著作。它从网络科学的基本概念出发，深入浅出地介绍了网络科学的理论、方法和应用。这本书的出版，不仅为网络科学的研究者提供了一本权威的参考书，也为广大读者提供了一本生动的科普读物。这本书的出版，是网络科学界的一件盛事，也是国内网络科学界的一件大事。

- ① J. Kleinberg, "An Introduction to the Theory of Complex Networks", Cambridge University Press, 2010.
- ② A.-L. Barabási, "Network Science", Springer, 2016.
- ③ M. E. J. Newman, "Networks: An Introduction", Oxford University Press, 2010.
- ④ S. J. Kleinberg, "Networks: An Introduction", Oxford University Press, 2010.
- ⑤ M. E. J. Newman, "Networks: An Introduction", Oxford University Press, 2010.

链接：泽万物以生机

周涛

电子科技大学教授，互联网科学中心主任

《链接》这本书是复杂网络最初四五年激动人心成果的一次总结。书中提到的很多发表不久的成果，都成了复杂网络研究的奠基之作：尽管节点倾向于在局部紧密连接，但少量“捷径”或者“弱连接”让真实网络变成了小世界^①；网络在富者愈富的马太效应驱动下生长，使得总有少量的枢纽节点拥有远远大于平均数的链接^②；枢纽节点的存在，使得网络同时具备面对噪音的健壮性和面对蓄意攻击的脆弱性^③，也使得病毒可以在感染率很低的情况下长期存在^④。

① D. J. Watts, S. H. Strogatz, Collective dynamics of 'small-world' networks, Nature 393 (1998) 440.

② A.-L. Barabási, R. Albert, Emergence of Scaling in Random Networks, Science 286 (1999) 509.

③ R. Albert, H. Jeong, A.-L. Barabási, Error and attack tolerance of complex networks, Nature 406 (2000) 378.

④ R. Pastor-Satorras, A. Vespignani, Epidemic Spreading in Scale-Free Networks, PRL 86 (2001) 3200.



如果把 1998 年视为复杂网络元年，那么十年前，复杂网络刚刚走过它的童年，我们依稀可以从它稚嫩的面容中辨认出它长大后可能的样子。从《链接》出版到现在的这十年，复杂网络度过了它的少年期，它疯狂地攫取和生长，短短十年就从统计物理学家的掌心玩偶变成了具有广泛影响力的交叉科学发展核心。那时候的生长是野蛮而没有章法的，一切关于纲领、路线、范畴、方法论的讨论都没有引起过真正的重视——问题和解决方案统治着最聪明的头脑。现在，复杂网络进入了它的青春期，尽管成长依然快速，但是它有时候也会慢下来，思考作为一门科学所应该具备的理论基础、方法体系和应用场景。

网络科学研究的浪潮，主要应归功于 1998 年沃茨等人提出小世界网络的模型以及 1999 年巴拉巴西等人提出无尺度网络的模型。那时候，我正在成都七中读高中，每天下午准时出现在中国科学院成都分院旁边一条阴暗小路上阴暗的游戏厅里面。《链接》这本书的英文原版，是 2003 年出版的，那时我已经在中國科技大学待了两三年——辩论队里歌舞升平，脑子不见长，嘴皮子倒是锋利得无以复加。

我第一篇学术论文就是 2003 年发表的，那时候在周佩玲老师的指导下已经多少知道了一些复杂性科学的概念，但是对于复杂网络还一无所知。前几天从湛庐文化拿到这本十周年纪念版，才突然意识到那些锣鼓震天，彩旗飘扬的日子已经过去十多年了。

十年间，复杂网络研究的发展是有目共睹的。

首先，研究者的视角发生了很大的变化。十年前的网络科学中最有吸引力的发现是从万维网到科学家合作网，从蛋白质相互作用网络到航

空网络,形形色色、各不相同的网络表现出在统计规律上惊人的一致性。而如今,我们更注重发现不同类别网络独特的性质,也正是这些深入的测量分析以及从共性到个性,再从个性提取共性的思路,推动了复杂网络在不同应用领域的快速发展^①。另外,我们不仅着眼于挖掘宏观统计规律本身,而且更关心重建从微观属性和驱动力到中观结构形成,再从中观结构组织到宏观规律涌现之间的桥梁^②。

其次,研究对象有了极大的扩充。十年前的研究主要集中在简单无向网络,而如今有向网络、含权网络、多部分网络、超网络、多维网络、多层网络等都是我们研究的对象。特别地,网络研究和真实的地理空间^③与行为时间^④产生了深入的联系,既拓展了我们研究的对象,也使得理论结果和实际应用之间的鸿沟被缩短。

再次,我们对于结构和动力学关系的认识大大加深了。十年前,学者们刚刚开始关注网络结构对动力学的影响,主要的研究还集中在传播、渗流和同步方面,只有少量领先学者提出要关注更多的动力学以及动力学对结构的影响^⑤。现在,我们有深入研究的动力学,除了传播、渗流和同步,还包括交通、博弈、级联、自旋玻璃等,这些研究揭示了不同动力学之间深刻的一致^⑥和深刻的区别^⑦。探讨动力学对于网络结构本身的

① L. da F. Costa O. N. Oliveira Jr., G. Travieso, F. A. Rodrigues, P. R. V. Boas, L. Antigueira, M. P. Viana, L. E. C. Rocha, Analyzing and modeling real-world phenomena with complex networks: a survey of applications, *Adv. Phys.* 60 (2011) 329.

② S. Fortunato, Community detection in graphs, *Phys. Rep.* 486 (2010) 75.

③ M. Barthélemy, Spatial networks, *Phys. Rep.* 499 (2011) 1.

④ P. Holme, J. Saramäki, Temporal networks, *Phys. Rep.* 519 (2012) 97.

⑤ M. E. J. Newman, The structure and function of networks, *SIAM Rev.* 45 (2003) 167.

⑥ S. N. Dorogovtsev, A. V. Goltsev, J. F. F. Mendes, Critical phenomena in complex networks, *Rev. Mod. Phys.* 80 (2008) 1275.

⑦ C. Castellano, R. Pastor-Satorras, Thresholds for Epidemic Spreading in Networks, *PRL* 105 (2010) 218701.



影响，甚至从动力学的输出中重构网络的结构^①，都变得可能。

最后，我们开始尝试针对网络的预测和人工干预。人类大部分坚实科学分支的发展都需要经历从解释到预测，再到人工干预这三部曲，一切对于网络结构、演化和功能的认识是否正确，都需要预测来进行检验，进一步地，对网络进行人为干预是把理论研究转化为实际应用至关重要的一步。以预测^②和推荐^③为代表的网络信息挖掘和以控制^④为代表的网络干预，极可能成为这十年复杂网络研究的重要突破点。

作为一本科普著作，对于很多读者而言，《链接》里面包含了很多新颖的内容。但是对于复杂网络这个蓬勃发展的新兴学科方向，十年包含了它从出生到现在三分之二的的时间，十年前的书就像侏罗纪里面的恐龙一样悠远，实在代表不了现在陆生动物的性状和形态，我们也很难从这本书中找到什么我们还不清楚的技术和方法。恐龙终究是灭绝了，但《链接》这本书的精神到现在丝毫没有褪色。它带给了我们一种整体的、关联的、系统论的审视世界的方式，使我们不仅仅将视野局限于孤立的单元。我相信，广泛存在的链接是从简单到复杂、从单一到多样、从平凡到璀璨的桥梁。如果要我用一句话总结《链接》的价值，我会选择：“链接：泽万物以生机”！

① W.-X. Wang, R. Yang, Y.-C. Lai, V. Kovanis, C. Grebogi, Predicting Catastrophes in Nonlinear Dynamical Systems by Compressive Sensing, PRL 106 (2011) 154101.

② L. Lü, T. Zhou, Link prediction in complex networks: A survey, Physica A 390 (2011) 1150.

③ L. Lü, M. Medo, C. H. Yeung, Y.-C. Zhang, Z.-K. Zhang, T. Zhou, Recommender Systems, Phys. Rep. 519 (2012) 1.

④ Y.-Y. Liu, J.-J. Slotine, A.-L. Barabási, Controllability of complex networks, Nature 473 (2011) 167.

需要特别一提的是,《链接》(十周年纪念版)的中文译者是沈华伟。华伟兄是微微有些严肃的帅哥,在中科院计算所的一大票人中,我和华伟、学旗、俊铭、国清、国强、苏琦合作很多,光是复杂网络方面的论文,和华伟兄合作的就有几篇。华伟兄是复杂网络研究领域的专家,他的博士论文获得了中国计算机学会的优秀博士论文奖——一个每年让成千上万计算机专业博士生垂涎三尺的崇高奖项。前些日子,他又“驾鹤西游”,到巴拉巴西的研究小组做博士后了。中国恐怕找不出几个比他更适合翻译这本书的学者了,我特别佩服湛庐文化能从万人中把他挖掘出来,恐怕也多少用到了网络分析和大数据的技术和理念。

十年了,大家从这本书里面看到了涌动思想的前沿,我从这本书里面看到了远去青春的背影。

祝福下一个十年!

以为序。

如何阅读商业图书

商业图书与其他类型的图书，由于阅读目的和方式的不同，因此有其特定的阅读原则和阅读方法，先从一本书开始尝试，再熟练应用。

阅读原则1 二八原则

对商业图书来说，80%的精华价值可能仅占20%的页码。要根据自己的阅读能力，进行阅读时间的分配。

阅读原则2 集中优势精力原则

在一个特定的时间段内，集中突破20%的精华内容。也可以在一个时间段内，集中攻克一个主题的阅读。

阅读原则3 递进原则

高效率的阅读并不一定要按照页码顺序展开，可以挑选自己感兴趣的部分阅读，再从兴趣点扩展到其他部分。阅读商业图书切忌贪多，从一个小主题开始，先培养自己的阅读能力，了解文字风格、观点阐述以及案例描述的方法，目的在于对方法的掌握，这才是最重要的。

阅读原则4 好为人师原则

在朋友圈中主导、控制话题，引导话题向自己设计的方向去发展，可以让读书收获更加扎实、实用、有效。

阅读方法与阅读习惯的养成

- (1) 回想。阅读商业图书常常不会一口气读完，第二次拿起书时，至少用15分钟回想上次阅读的内容，不要翻看，实在想不起来再翻看。严格训练自己，一定要回想，坚持50次，会逐渐养成习惯。
- (2) 做笔记。不要试图让笔记具有很强的逻辑性和系统性，不需要有深刻的见解和思想，只要是文字，就是对大脑的锻炼。在空白处多写多画，随笔、符号、涂色、书签、便签、折页，甚至拆书都可以。
- (3) 读后感和PPT。坚持写读后感可以大幅度提高阅读能力，做PPT可以提高逻辑分析能力。从写读后感开始，写上5篇以后，再尝试做PPT。连续做上5个PPT，再重复写三次读后感。如此坚持，阅读能力将会大幅度提高。
- (4) 思想的超越。要养成上述阅读习惯，通常需要6个月的严格训练，至少完成4本书的阅读。你会慢慢发现，自己的思想开始跳脱出来，开始有了超越作者的感觉。比拟作者、超越作者、试图凌驾于作者之上思考问题，是阅读能力提高的必然结果。

好的方法其实很简单，难就难在执行。需要毅力、执著、长期的坚持，从而养成习惯。用心学习，就会得到心的改变、思想的改变。阅读，与思想有关。

[特别感谢：营销及销售行为专家 孙路弘 智慧支持！]