

LINKED

链接

网络新科学

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

[美] 艾伯特·拉斯洛·巴拉巴西 著 徐彬 译



湖南科学技术出版社



LINKED

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

《链接》一书揭示了为什么 Google 会成为互联网上最受欢迎的搜索引擎，为什么弗农·乔丹的社会网络会影响到美国的整体经济。我们会了解到如何打击像基地组织这样的恐怖分子组织，以及为什么爱因斯担的一个不大为人所知的发现会改变我们对自己周围的网络的看法。理解了网络的结构和行为方式，会永久地改变我们的世界，使我们设计出“完美”的商业模式，或是在某种疾病在全球爆发之前阻止它。

本书的文字引人入胜且令人信服，使读者可以了解下一世纪科学的面貌。

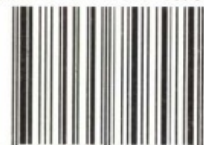
“巴拉巴西的书在多个科学领域之间周旋穿梭，向读者展现了复杂网络这一日新月异的新领域，为人们了解数学、相变、艾滋病、人类基因组、癌症治疗、互联网、国际公司合并以及国际金融危机等一系列领域带来了新的曙光。对于一门新理论的建设者，能够用非技术语言清晰地描述深奥的数学观点，实在是难能可贵。阅读此书犹如享用美味的盛宴。”——马克·格兰诺维特，斯坦福大学社会学教授

“这本奇书揭示了所有的网络——从性病传播网络到电网，从互联网到酵母细胞的网络——都具有相似的特性。本书还解释了为什么现代工业化社会，虽然具有优化的效率，能够抵御随机出现的故障，但在面临有目的的攻击时却不堪一击。本书为我们揭示了一门令人激动的新科学的全貌。”——唐纳德·博尼迪，《科学》杂志主编

责任编辑 何 苗 吴 炜
整体设计 刘 谊

上架建议：科普类

ISBN 978-7-5357-4858-4



9 787535 748584 >

定价：28.00 元

LINKED

链接

网络新科学

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

〔美〕艾伯特·拉斯洛·巴拉巴西 著 徐彬 译

K 湖南科学技术出版社



Copyright©2002 Albert-László Barabási

湖南科学技术出版社通过美国 Brockman, Inc. 公司授权独家获得本书简体中文版
中国大陆地区出版发行权。

本书根据美国 Perseus Publishing 2002 年版本译出。

著作权合同登记号: 18-2002-206

版权所有 侵权必究

图书在版编目 (C I P) 数据

链接网络新科学/ (美) 巴拉巴西著; 徐彬译. —长沙:
湖南科学技术出版社, 2007. 4

ISBN 978 - 7 - 5357 - 4858 - 4

I. 链… II. ①巴…②徐… III. 社会学 - 研究 IV. C91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 033332 号

链接网络新科学

著 者: [美] 艾伯特·拉斯洛·巴拉巴西

译 者: 徐 彬

责任编辑: 吴 炜 何 苗

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-4375808

印 刷: 长沙科地印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市岳麓区桐梓坡路 92 号

邮 编: 410013

出版日期: 2007 年 4 月第 1 版第 1 次

开 本: 880mmx1230mm 1/32

印 张: 10.375

插 页: 2

字 数: 230000

书 号: ISBN 978 - 7 - 5357 - 4858 - 4

定 价: 28.00 元

(版权所有·翻印必究)

目 录

第1章 导言/ 1
第2章 随机宇宙/ 10
第3章 六度分隔/ 29
第4章 小世界/ 48
第5章 中心节点和连接者/ 65
第6章 80/20 规则/ 78
第7章 富者愈富/ 94
第8章 爱因斯坦的遗产/ 110
第9章 阿基里斯的脚踵/ 128
第10章 病毒与时尚/ 144
第11章 互联网的觉醒/ 167
第12章 破碎的万维网/ 186
第13章 生命地图/ 207
第14章 网络经济/ 229

第 15 章 没有蜘蛛织网的网络 / 251

注释 / 259

译后记 / 326

第 1 章 导 言

2000 年 2 月 7 日，对雅虎（Yahoo）来说是个不寻常的日子。若在往常，一般会有几百万访问者登陆这个互联网搜索引擎。而这一天，却有几十亿用户试图进入网站。人气这般飙升本该使雅虎成为新经济中最值钱的宝贝。不过，这次却出了问题。这些访问者都恰恰在同一时间登陆，而且搜索的都不是常见的诸如股票价格或山核桃烤饼之类的信息。这些用户发出的信息都是电脑语言脚本形式的，内容相当于“好的，我听见了！”而雅虎呢，对此却莫名其妙，因为它什么都没说。可不管怎么说，加利福尼亚圣克拉拉（Santa Clara）的雅虎公司总部的数百台电脑却疲于应付，忙不迭地回应这些疯狂的消息。与此同时，只是想查找电影名称或飞机票信息的数百万合法用户却不得不苦苦等待。我就是他们中的一员。当然了，那时候我也不知道，雅虎当时正拼命地应对数十亿的网络妖魔的服务请求。我耐心地等待了大约 3 分钟，终于还是换了另一个反应速度更快的搜索引擎。第二天，其他一些大型网站，包括亚马逊（Amazon.com）、易趣（eBay）、有线电视新闻网（CNN）、

ETrade、Excite 等，都遭遇了同样的厄运。它们同样收到了数十亿的访问请求，内容与导致雅虎的服务器瘫痪的请求相同。真正的消费者却不得不手持亮晶晶的信用卡排队等候。

当然，数十亿真正的电脑用户不早不晚，偏偏赶在太平洋时间 10:20 向浏览器中键入“Yahoo.com”是不可能的。世界上根本就没有这么多电脑。早间的新闻报道分析说，搞垮了这些大牌电子商务网站的是一伙老谋深算的黑客。大家一致认为，这些变态的技术狂人热衷于挑战复杂的安全系统。这些人侵入了多所学校、研究室、公司等电脑的安全系统，通过这些电脑向雅虎上千次地发出“好的，我听见了”这样的信息。每秒钟都有大量的数据涌向这个大网站，信息量远远超过了它能处理的程度。对雅虎的拒绝服务攻击引发了世界范围内对肇事黑客的追查，媒体对此事进行了广泛的报道。

令人惊讶的是，这个被联邦调查局列为大案要案的事件，最后抓到的却不是预想中的电脑恐怖组织。美国联邦调查局最终在一个郊区住宅内抓到了一个加拿大少年。监听网络聊天室的办案人员偶然听到了这个少年请别人提供可供攻击的新目标的谈话。他就在吹牛的那会儿被抓了。

这个 15 岁少年在网上使用 MafiaBoy（黑手党少年）的假名。他成功地攻击了多家市值十亿美元公司的电脑系统，而这些公司其实拥有全世界最好的电脑安全专家。我们是否可以把看成当代的大卫？他用不起眼的家用电脑当弹弓，打败了信息时代的巨人歌利亚？事后，专家们在一点上取得了一致意见：这次攻击并不是天才之举。这些攻击使用的都是多个黑客网站提供的现有工具。MafiaBoy 在网上古怪的举动说明他还是个业余选手。他在网上留下了许多蛛丝马迹，使警察能够顺藤

摸瓜，直接到了他父母的门口。事实上，他的行为更像是歌利亚，而不是大卫。他缺乏渗透到任何所攻击的网站的知识；他行动笨拙迟缓；他只能攻击防范措施不强的目标，其中主要是大学和小公司的电脑，再让这些电脑对雅虎的主机发动攻击。

我们都能想象得到，一个 15 岁的少年，坐在电脑前，看着雅虎不断收到“好的，我听见了”的信息是如何的欣喜若狂。他自己一定是上百万次地重复过“好的，我听见了”这句话。从小到大，他爸爸妈妈肯定是一喊他去吃饭或是去倒垃圾，他就这么答应。这个攻击不是靠复杂的计谋，而是通过暴力外加一点点胆量取胜的。但是我们纳闷的也正是这一点：这么一个毛孩子的所作所为，为什么能把新经济中的最大的一些企业给搞得如此狼狈？既然这样一个孩子都能在互联网上兴风作浪，那么要是一小撮受过训练的专业人士也这么搞，结果会如何？面对此类攻击，我们究竟是多么的不堪一击？

1.

早期的基督教不过是犹太教的一个派别。当时的犹太和罗马政权都将其视作异端，极力迫害其教徒。没有任何历史证据表明，基督教的精神首领耶稣曾有意要使自己的影响超越犹太教徒的范围。他的观点对犹太人已经够难接受、够有争议的了，更不要说说服异教徒信仰他的观点了。初入教的人，如果不是犹太人，就必须施行割礼，必须遵行当时的犹太教法典，而且也要被逐出“犹太宗庙”——这是早期犹太基督教的精神核心。很少有人能走通这条路。实际上，让他们得到并接受这一切教义几乎是不可能的。在一个四分五裂的世俗社会中，

消息和思想要通过人的双腿传播，而同时，群体和群体之间的距离又很远。基督教和人类历史上的其他宗教一样，似乎一开始就注定了要消亡。虽然当年基督教发扬光大的机会渺茫，可如果我们放眼当前的世界，会发现世界上有 20 亿人自称是基督徒。基督教是如何传播开来？如何成为西方世界主流信仰的根基的呢？

许多人把基督教的成功归功于一个历史人物的预言，这个人就是耶稣。当今的营销人才会说耶稣的言辞非常“有磁力”，他的话能在人脑子里反复回响，并且能代代相传。而与之相比，其他的宗教却已烟消云散。不过基督教的成功，事实上要归功于一个保守而且虔诚的犹太人，而且他从未与耶稣谋面。他在希伯来语中的名字是索尔（Saul），不过更多的人熟悉的是他的罗马名字：保罗（Paul）。保罗一生的目标，就是匡正基督教。他跋涉四方，前去训诫那里的基督徒，因为那些人把耶稣这个被宗教权威谴责为叛教分子的人置于和上帝等同样的位置。他使用了鞭刑、革出教门等手段来维持传统，使异端人物恪守犹太教法典。尽管如此，根据历史记载，这个严酷的基督教迫害者在 34 岁那年突然转变了信仰，成了基督教这个新的信仰的坚定的支持者，使这个小小的犹太教教派变成了此后 2000 年西方世界占主导地位的宗教。

保罗是如何获得成功的呢？保罗知道，基督教要想超越犹太教传播开来，就必须废除成为基督徒的高门槛。割礼以及严格的斋戒律条必须予以放松。他把这些信儿捎给了耶路撒冷的耶稣早期的门徒，并受到了他们的委派。那些人让他继续宣讲福音，而无须要求教众施行割礼。

但是保罗知道仅有这些是不够的，还必须将宗教信息传递

开来。因此，他就利用了自己关于从罗马到耶路撒冷的文明世界第一个世纪中社会关系网络的第一手知识，尽自己所能，劝人皈依基督教。在接下来的12年的时间里，他徒步走了将近1万英里（约16093千米）的路去宣教。不过，他的宣教之旅不是毫无目标的云游。他走遍了自己在地区最大的居民聚居区。他选择的都是基督教最容易生根发芽的地方。他是基督教历史上第一个传道者，也是最成功的传道者。他对神学和社会关系网络的掌握同样的娴熟。因此，基督教的成功，究竟是应归因于保罗，还是耶稣，抑或是耶稣的言辞呢？这种情况还会重复吗？

2.

MafiaBoy 和保罗之间存在巨大的差异。MafiaBoy 的行为是破坏性的。而保罗，不论其初衷如何，最终成了早期基督徒团体之间的联系人。不过两人在一些重要的方面有相似之处：他们都精通网络。虽然两人都没有从这个意义上考虑过这事情，但是他们成功的关键，在于复杂的网络为他们的行为提供了有效的媒介。MafiaBoy 操作的是电脑网络。互联网是在第三个千年之交可以影响最多人的最快、最高效的网络。保罗是人类第一个世纪中掌握社会和宗教链接的高手。那是人类现代文明的开端时期存在的唯一能够传播信仰的网络。对于曾帮助了他们的网络，两人都没能完全把握。当我们开始试图理解保罗和MafiaBoy 是如何成功的时候，离保罗生活的时代，已经过去了2000年。现在我们知道，这个答案既隐藏在网络的结构和运行的拓扑结构中，也隐藏在他们操纵网络的能力上。

保罗和 MafiaBoy 之所以能成功，是因为我们都是相互联系在一起的。我们的生物学的存在、社会、经济以及宗教传统等都具有极其复杂的相关性。正如伟大的阿根廷作家若热·路易斯·博格斯（Jorge Luis Borges）所描述的那样：“万物相互影响。”

3.

从世界万物的联系形式，到细胞中的微观宇宙，以及无边无际的互联网，这些领域当中都有我们所不了解的。好在近来科学家一直在试图将相关性的要素绘制成地图。他们绘制的网络地图能帮助我们了解网络状的宇宙，为我们带来新奇的体验以及考验。而这一切在几年前还是不可想象的。互联网的详细地图解释了为什么在网络黑客面前它如此不堪一击。由贸易和所有关系串联起来的公司关系地图揭示了硅谷中金钱和权力的走向。把生态系统中物种间的相互作用绘制成地图，有助于人们了解人类对环境的破坏力。细胞中的基因图使我们可以了解癌细胞的秘密。真正令人感到惊奇的是把这些地图并排放在一起，我们会看到，这些不同的地图竟然遵循相同的蓝本。这一点有点像我们人类，虽然面孔各不相同，但我们的骨架看上去却非常类似。近期的新发现使我们不得不承认，令人惊异的简单而又影响深远的自然法则控制着我们周围所有的复杂网络结构的演化。

4.

大家是否注意过，儿童都喜欢拆卸玩具？那么你有没有见过当一个小孩意识到自己无法把拆开的玩具组装起来时急哭的样子？这里我就给大家透露一个从未见诸报端的秘密：我们人类拆散了宇宙，却不知道如何再把它组装起来。在上个世纪，我们人类在花费了上万亿的研究经费分解了自然之后，现在才认识到，除了把自然继续分解，我们并不知道应该何去何从。

整个20世纪的科学研究，大部分都是依照简化论进行的。简化论告诉我们，要想了解自然，就必须首先将其拆为分散的零件。这一想法的前提设想是一旦我们理解了各个部件，就容易抓住全局了。对自然要分而治之。魔鬼就隐藏在细节之中。因此，许多年来，我们都是被迫以微观的方式，观察自己身处的世界。我们所受的教育，就是通过观察研究超弦和原子来了解宇宙；通过研究分子来了解生命；通过研究基因来了解复杂的人类行为；通过研究预言来观察时尚和宗教的起源。

现在我们似乎知道了关于事物片断的方方面面的知识，但是对于整个的自然界，仍旧是一无所知。实际上，重新组合自然的过程要比科学家预计的要难得多。原因很简单：大搞简化论的同时，我们一头撞在了复杂性这堵墙上。我们已经意识到，自然不是一个设计完美的、只有唯一答案的谜题。在复杂系统中，部件可以以许多种不同的方式组合起来，要想把每个可能性都尝试一下，需要数十亿年的时间。而自然界却能以短短百万年的时间，将这些部件优雅、精致地组合在一起。自然界组合这些零件的奥秘，是利用了包容一切的自组织法则。该

法则究竟源自何处，这对我们还是未知之谜。

现在，我们越来越认识到，没有任何事情是在独立的环境中发生的。大多数的事件和现象都和复杂宇宙谜题中的其他部分或有关联，或有因果，或相互作用。我们已经意识到自己生存的世界很小，此中的万事万物都彼此息息相关。我们正目睹造物的巨大变革，因为不同领域的科学家都发现，复杂性具有严格的架构。我们已经开始把握网络的重要性。

互联网主宰了我们的生活。现在，“网络”成了人人挂在嘴边上的一个词，同时也频繁出现在公司名称和流行杂志的名字上。“9·11”事件后，大家都认识到了恐怖分子网络的巨大破坏力，也开始适应“网络”这个名词的另一层含义。不过，只有极少数人意识到，关于网络的科学的快速进展，正在揭示出比“网络”这个词带来的通常用途更为激动人心，也更有启发性的现象。这些发现中，有些极为新鲜，其中有许多重要的结果还只是在科学界作为未发表的论文在流传。这些发现开启了观察我们周围相互关联的世界的全新的视角。它们指出网络将主宰新的世纪，而且其广泛、深入的程度，超过了大多数人的心理准备。这些发现将在即将到来的新时代促使我们审视一些构成我们的世界观的根本性的问题。

本书的主旨很简单：促使读者从网络的角度思考问题。本书探讨的是关于网络的出现、网络的模样及其演变规律的话题。本书将向读者展示基于网络的自然、社会和商业的图景，还将提供新的框架，帮助我们理解从民主政治到互联网，从互联网的薄弱所在到致命病毒肆虐等方面的问题。

网络无所不在。我们只需睁开双眼去观察，就能察觉它们的存在。大家逐章阅读本书，就能学会将整个社会看作是一个

复杂的社会网络，并能高瞻远瞩地审视这个我们所处的世界。大家将了解到，保罗究竟如何以及为何能够成功。另外，大家也会了解到，除了一些显而易见的差异之外，他所处的社会环境其实和我们的十分相似。大家会从本书了解到，医生在诊治疾病的时候，关注的是单个的分子或基因，却全然不顾生命体各部分之间复杂的相互关系。大家将了解到，对互联网实施攻击的并非只有 MafiaBoy 一个人。大家会发现，虽然大家都认为互联网是人类的发明，其实在许多方面，它越来越像生物体或生态系统。互联网向我们展现了支配所有网络的基本规则。大家会了解到恐怖主义的出现如何受到网络组织规则的控制，以及这些可怕的网络是如何充分利用自然网络的可靠性发展的。阅读本书，大家会发现不同的系统，如经济体系、细胞，以及互联网之间存在的令人惊异的相似之处，并学会触类旁通，理解不同系统的特点。阅读本书的过程，将是一个开阔视野的旅程。作者希望大家能走出简化论的框框，对网络逐个进行探索，找到下一场科学革命——网络新科学——的奥秘。

第2章 随机宇宙

1783年9月18日，在圣彼得堡，莱奥哈尔德·欧拉（Leonhard Euler）像往常一样开始了新的一天。他给自己的一个孙子讲了一节数学课，然后计算了一下气球飞行的问题。就在三个月前，在里昂（Lyon）南边，蒙戈尔费埃兄弟（Montgolfier brothers）将一个巨大的气球升到了6500英尺（约1.98千米）的高空，然后安全降落在1英里（约1.61千米）开外。欧拉计算的是气球的飞行机制。而当时蒙戈尔费埃兄弟正准备在巴黎当着国王路易十六的面将一只绵羊用气球送上天空。这个飞行是于第二天，即9月19日举行的，不过欧拉从来没听说过这事儿。午饭后，他和助手一起计算了最近发现的行星天王星的轨道。他使用的公式能计算出天王星怪异的轨道，从而导致了几十年后人们发现了海王星。然而欧拉没有活到海王星被发现的那一天。当天下午大约5点钟的时候，他发生了脑溢血。当时他说了一句“我不行了”，接着就失去了知觉。当天晚上他就去世了，人类数学史上最多产的一个生命就这样结束了。

数学家欧拉生于瑞士，他一生主要的时间在柏林和圣彼得堡度过。他对数学、物理学和工程学的各个领域都产生了极大的影响。他之所以伟大，不仅在于他的发现之重要性无人能及，而且在于其质量也令人叹为观止。欧拉的著作部分收录于《欧拉全集》（*Opera Omnia*），现在已经编撰超过了73卷，每卷的厚度则有600页。欧拉生命的最后17年，即1766年他回到彼得堡到他于76岁高龄去世，过得很不平静。虽然他个人生活充满了悲剧，但是其一生著作的一半都出自这个时期。这其中包括了775页的探讨月球运行的论文，一部颇有影响的代数学教科书，一部三卷本的积分论集。这些都是在他每周为圣彼得堡的科学期刊写一篇数学论文的同时写出来的。最令人惊异的是在这段时间里，他基本上不读书，也不写字。1766年回到圣彼得堡不久，欧拉就丧失了部分视力。1771年他做了白内障手术，但是手术失败了，导致他完全失明。他的数千页的理论著作都是凭记忆口述出来的。

30年前，当时欧拉的视力还正常，他曾写过一篇简短的论文，讨论源自哥尼斯堡（Königsberg）的一个有趣的问题。哥尼斯堡离欧拉在圣彼得堡的家不远，是位于普鲁士境内的一个开满鲜花的城市。在18世纪早期，人们还完全预料不到这个城市会受到第二次世界大战战火的蹂躏。当时的一幅版画反映出这个位于皮格尔河畔的城市欣欣向荣的景象，河道里是满载货物的船队，岸旁当地的商人家庭过着殷实富足的生活。经济的健康发展使该城财政实力不凡，市政府在河上建起了不下7座桥梁。大多数桥梁都连着奈佛夫（Kneiphof）这个美丽的小岛。该岛是皮格尔河的两个分支夹在中间的沙洲，城市的一部分就位于该岛上。另外还有两座桥将皮格尔河的两个分支连