



2036, 气候或将灾变

环境与能源新解

《环球科学》杂志社
外研社科学出版工作室 | 编

南极冰川会大崩解？
全球变暖引发了超级寒冬？
谁温暖了欧洲冬天？
极端天气将成常态？
可燃冰是解决世界能源危机的妙方？
.....

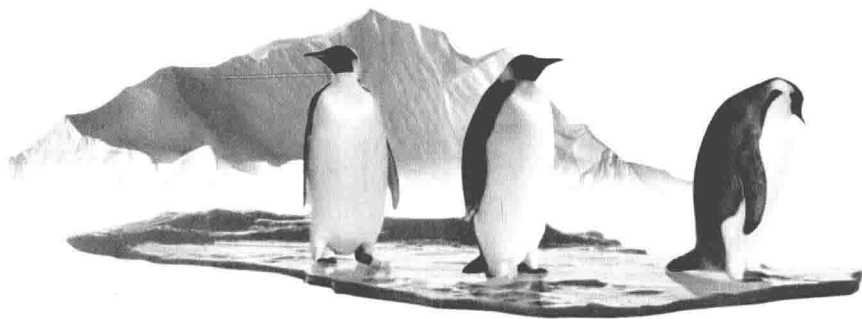


外语教学与研究出版社
FOREIGN LANGUAGE TEACHING AND RESEARCH PRESS



“十二五”国家重点
出版物出版规划项目

《科学美国人》精选系列



2036, 气候或将灾变

环境与能源新解



《环球科学》杂志社
外研社科学出版工作室 | 编



外语教学与研究出版社
FOREIGN LANGUAGE TEACHING AND RESEARCH PRESS
北京 BEIJING

图书在版编目 (CIP) 数据

2036, 气候或将灾变 : 环境与能源新解 / 《环球科学》杂志社, 外研社科学出版
工作室编. — 北京 : 外语教学与研究出版社, 2016.8

(《科学美国人》精选系列)

ISBN 978-7-5135-8007-6

I. ① 2… II. ① 环… ② 外… III. ① 气候变化—气候影响—生态环境—普及读物
② 新能源—能源开发—普及读物 IV. ① P467-49 ② X171.1-49 ③ TK01-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 215170 号

出 版 人 蔡剑峰
责任编辑 朱元刚 蔡 迪
封面设计 锋尚设计
版式设计 陈 磊
出版发行 外语教学与研究出版社
社 址 北京市西三环北路 19 号 (100089)
网 址 <http://www.fltrp.com>
印 刷 北京华联印刷有限公司
开 本 730×980 1/16
印 张 12.5
版 次 2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5135-8007-6
定 价 39.80 元

购书咨询: (010) 88819926 电子邮箱: club@fltrp.com

外研书店: <https://waiyants.tmall.com>

凡印刷、装订质量问题, 请联系我社印制部

联系电话: (010) 61207896 电子邮箱: zhijian@fltrp.com

凡侵权、盗版书籍线索, 请联系我社法律事务部

举报电话: (010) 88817519 电子邮箱: banquan@fltrp.com

法律顾问: 立方律师事务所 刘旭东律师

中咨律师事务所 殷 斌律师

物料号: 280070001



《科学美国人》精选系列

丛书顾问

陈宗周

丛书主编

刘 芳 章思英

褚 波 刘晓楠

丛书编委（按姓氏笔画排序）

丁家琦 朱元刚 杜建刚 吴 兰 何 铭

罗 凯 赵凤轩 韩晶晶 蔡 迪 廖红艳

本书审校（按姓氏笔画排序）

刘贵华 张 洋 陈 文 周天军 蔡国田 廖翠萍

气候变化关乎每个人的生活

李崇银

中国科学院院士

中国科学院大气物理研究所研究员

解放军理工大学气象学院教授

地球气候及其变化本质上是一种自然现象，是自然科学所面对的问题。但是近些年来随着气候变化影响的加剧，气候变化已经成为重要的社会问题、经济问题和国际问题，引起了全世界民众及各国政府的高度重视。《2036，气候或将灾变：环境与能源新解》一书收集了世界上一些知名教授、学者、作家、资深记者和自由撰稿人所写的与全球气候变化及影响有关的文章，用通俗易懂的语言向读者指出了气候变化及其影响的严重性，也简要提出了一些应对办法，很值得大家（包括政府官员、企事业领导、科学工作者以及其他各类从业人员）阅读。这将有助于提高我们对气候变化及环境问题的认知水平，从而更好地保护我们的地球生态环境。

自1900年以来，全球平均气温上升了1.5℃左右。有研究认为，到2100年全球平均气温预计还可能会上升1~5℃。全球变暖导致海平面的明显上升，过去一个世纪全球海平面平均已升高10~25厘米，预计到2100年全球海平面的升高幅度可能达到50厘米，甚至更多。海平面的升高对各国沿海地区的社会经济发展，以及一些海岛的开发、建设和保护都将带来一定的影响。全球变暖极有可能加剧自然灾害，使极端天气事件发生频次增加。正如本书中《极端天气将成常态》《全球变暖引发超级寒冬》所写，全球平均气温的增高导致全球范围内大量极端天气的出现。联合国经济与社会事务部2008年的报告指出，自然灾害对经济造成的威胁正在加大。与20世纪70年代相比，2000~2006年间自然灾害每年对经济安全的威胁已增长至4倍，每年造成的损失增加了7倍，受灾人数上升了4倍；而且一些分析研究表明自然灾害很有可能在贫穷国家造成更大灾难，这尤其值得关注。气候变化必然带来生态环境的恶化、生物多样性的破坏和土地沙漠化等一系列严重问题，对人类生存和福利造成威胁。在本书中，《食物网即将洗牌》《珊瑚的悲伤》反映的正是这一问题，气候的变化使得动物的生存状态面临极大挑战。2005年3月联合国在一份《千年生态系统评估》中指出“在使地球生命得以生存的生态体系中，有60%已严重恶化或不能持续利用”，“地球物种已出现巨大和不可逆转的损失，有10%到30%的哺乳动物、鸟类和两栖动物已濒

临灭绝”。另外，气候变化对国家安全也存在明显影响。2007年4月16日，美国海军分析中心军事咨询委员会发布了《国家安全与气候变化威胁》的报告，从军事角度评估了气候变化对美国国家安全的潜在威胁。2008年6月25日，美国国家情报委员会联合美国16个国家级情报机构，又发布了《2030年前全球气候变化对国家安全的影响》报告，对全球未来的气候变化可能对美国的国家安全产生的影响做出了评估。

近百年来全球平均气温有明显升高，联合国政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）已先后发布了5次评估报告（即IPCC报告），对于导致全球变暖的原因已给出了明确结论，即全球变暖有90%以上是人类活动造成的，人类活动（特别是燃烧化石燃料）所导致的温室气体排放量的持续增加是罪魁祸首。因此，面对全球气候变化的挑战，必须控制和减少二氧化碳排放量；要大力改变能源结构，大大减少煤炭和石油的使用量，大力发展可再生绿色能源。基于众多模式研究结果，大家将450ppm的大气二氧化碳含量和全球平均增温2℃（相对工业化前）视为阈值，希望全球气候变化能够维持在阈值之内。这是一场环境与利益的博弈。为了不超气候变化的阈值，保证人类社会的可持续发展，新能源的开发已经十分迫切。而对于新能源的使用，如何实现温室气体的低排放又不造成新的污染是不容忽视的问题。《油砂开采：环境与利益的博弈》《从石油到核电：能源成本大比拼》《“烫手”的可燃冰》等文章就讨论了这些问题。正如《新能源尚未启航》一文中所说，全球能源向可再生能源体系转型的过程可能比我们想象的要漫长得多。

地球气候变化是极其复杂的，就时间尺度而论，主要有年际、年代际、千年及更长时间尺度的变化，不同时间尺度变化间的相互作用会改变气候变化的形态。气候及其变化是大气、海洋、固体地球、生物圈及行星空间运动和变化的共同作用所形成的，在气候变化的不同时期会存在主要的影响因子，但也需要同时注意其他因素的作用。正如IPCC报告所指出的，近百年的全球持续变暖主要是大气中二氧化碳浓度持续增加所导致的温室效应造成的，为了保护我们赖以生存的地球环境，全世界都必须控制和减少二氧化碳的排放。至于本书提出“2036年气候或将灾变”的问题，我们可以将其视为一种警示并加以关注；但是否在2036年真的出现气候灾变，这还有不确定性，需要研究。因为“2036年气候或将灾变”的结论是根据预估的二氧化碳排放量通过气候模型计算得出的，随着全世界对气候变化认识的提高，二氧化碳排放量的减少，就有可能不出现所谓的气候灾变；另一方面，地球气候变化也受到太阳活动等因素的影响，一些俄罗斯学者根据近期及未来太阳活动的变化，认为全球平均气温在2040年左右还会趋于降低。

我国已成为世界上二氧化碳排放的第一大国，无论是从中国还是从全人类的发展来讲，我们都应该坚持“节能减排”国策，保证社会经济的可持续发展。而且，我国还是一个发展中国家，社会经济发展还处于较为粗放的阶段，“节能减排”是必由之路；根据2014年北京大学国家发展研究院能源安全与国家发展研究中心《中国能源体制改革研究报告》中的数据，我国单位GDP

能耗是世界平均水平的1.93倍，美国的2.45倍，德国和法国的3.65倍，日本、英国和意大利的4倍。虽然经过多年的努力，我国的能耗指数已有明显下降，但与先进国家相比仍有差距和进一步降低的空间。总之，中国经济要可持续发展，绝不能再走高消耗、高排放的老路，必须节能减排，大力降低能耗，大力调整产业结构、淘汰落后产业；必须科学利用资源，让有限资源发挥最大效益，构建循环经济体系，变废为宝，使生产智能化、产品原料化；必须使经济与社会和生态环境协调发展，实现经济增长，人民生活富裕，环境舒适美好。

最后，希望通过阅读本书，广大读者能够了解气候变化及其对环境的影响，了解新能源开发的必要性，意识到全球的环境变化已经给人类的生存造成了威胁。气候变化关乎每一个人。尽管很多人没有意识到，但实际上它已经影响到了我们的生活。为了使经济可持续发展，人类社会可持续发展，人们的生活有更好的保障，不但需要国家在这方面投入很多精力，更需要提高全民的环保意识。相信随着我们国家经济的发展，再加上大家共同的努力，尤其是全民环境意识的提高，我们国家的环境工作会取得更好的成果。

李崇银

科学奇迹的见证者

陈宗周

《环球科学》杂志社社长

1845年8月28日，一张名为《科学美国人》的科普小报在美国纽约诞生了。创刊之时，创办者鲁弗斯·波特（Rufus M. Porter）就曾豪迈地放言：当其他时政报和大众报被人遗忘时，我们的刊物仍将保持它的优点与价值。

他说对了，当同时或之后创办的大多数美国报刊都消失得无影无踪时，170岁的《科学美国人》依然青春常驻、风采迷人。

如今，《科学美国人》早已由最初的科普小报变成了印刷精美、内容丰富的月刊，成为全球科普杂志的标杆。到目前为止，它的作者，包括了爱因斯坦、玻尔等150余位诺贝尔奖得主——他们中的大多数是在成为《科学美国人》的作者之后，再摘取了那顶桂冠的。它的无数读者，从爱迪生到比尔·盖茨，都在《科学美国人》这里获得知识与灵感。

从创刊到今天的一个多世纪里，《科学美国人》一直是世界前沿科学的记录者，是一个个科学奇迹的见证者。1877年，爱迪生发明了留声机，当他带着那个人类历史上从未有过的机器怪物在纽约宣传时，他的第一站便选择了《科学美国人》编辑部。爱迪生径直走进编辑部，把机器放在一张办公桌上，然后留声机开始说话了：“编辑先生们，你们伏案工作很辛苦，爱迪生先生托我向你们问好！”正在工作的编辑们惊讶得目瞪口呆，手中的笔停在空中，久久不能落下。这一幕，被《科学美国人》记录下来。1877年12月，《科学美国人》刊文，详细介绍了爱迪生的这一伟大发明，留声机从此载入史册。

留声机，不过是《科学美国人》见证的无数科学奇迹和科学发现中的一个例子。

可以简要看看《科学美国人》报道的历史：达尔文发表《物种起源》，《科学美国人》马上跟进，进行了深度报道；莱特兄弟在《科学美国人》编辑的激励下，揭示了他们飞行器的细节，刊物还发表评论并给莱特兄弟颁发银质奖杯，作为对他们飞行距离不断进步的奖励；当“太空时代”开启，《科学美国人》立即浓墨重彩地报道，把人类太空探索的新成果、新思维传播给大众。

今天，科学技术的发展更加迅猛，《科学美国人》的报道因此更加精彩纷呈。新能源汽车、私人航天飞行、光伏发电、干细胞医疗、DNA计算机、家用机器人、“上帝粒子”、量子通信……

《科学美国人》始终把读者带领到科学最前沿，一起见证科学奇迹。

《科学美国人》也将追求科学严谨与科学通俗相结合的传统保持至今并与时俱进。于是，在今天的互联网时代，《科学美国人》及其网站当之无愧地成为报道世界前沿科学、普及科学知识的最权威科普媒体。

科学是无国界的，《科学美国人》也很快传向了全世界。今天，包括中文版在内，《科学美国人》在全球用15种语言出版国际版本。

《科学美国人》在中国的故事同样传奇。这本科普杂志与中国结缘，是杨振宁先生牵线，并得到了党和国家领导人的热心支持。1972年7月1日，在周恩来总理于人民大会堂新疆厅举行的宴请中，杨先生向周总理提出了建议：中国要加强科普工作，《科学美国人》这样的优秀科普刊物，值得引进和翻译。由于中国当时正处于“文革”时期，杨先生的建议6年后才得到落实。1978年，在“全国科学大会”召开前夕，《科学美国人》杂志中文版开始试刊。1979年，《科学美国人》中文版正式出版。《科学美国人》引入中国，还得到了时任副总理的邓小平以及时任国家科委主任的方毅（后担任副总理）的支持。一本科普刊物在中国受到如此高度的关注，体现了国家对科普工作的重视，同时，也反映出刊物本身的科学魅力。

如今，《科学美国人》在中国的传奇故事仍在续写。作为《科学美国人》在中国的版权合作方，《环球科学》杂志在新时期下，充分利用互联网时代全新的通信、翻译与编辑手段，让《科学美国人》的中文内容更贴近今天读者的需求，更广泛地接触到普通大众，迅速成为了中国影响力最大的科普期刊之一。

《科学美国人》的特色与风格十分鲜明。它刊出的文章，大多由工作在科学最前沿的科学家撰写，他们在写作过程中会与具有科学敏感性和科普传播经验的科学编辑进行反复讨论。科学家与科学编辑之间充分交流，有时还有科学作家与科学记者加入写作团队，这样的科普创作过程，保证了文章能够真实、准确地报道科学前沿，同时也让读者大众阅读时兴趣盎然，激发起他们对科学的关注与热爱。这种追求科学前沿性、严谨性与科学通俗性、普及性相结合的办刊特色，使《科学美国人》在科学家和大众中都赢得了巨大声誉。

《科学美国人》的风格也很引人注目。以英文版语言风格为例，所刊文章语言规范、严谨，但又生动、活泼，甚至不乏幽默，并且反映了当代英语的发展与变化。由于《科学美国人》反映了最新的科学知识，又反映了规范、新鲜的英语，因而它的内容常常被美国针对外国留学生的英语水平考试选作试题，近年有时也出现在中国全国性的英语考试试题中。

《环球科学》创刊后，很注意保持《科学美国人》的特色与风格，并根据中国读者的需求有所创新，同样受到了广泛欢迎，有些内容还被选入国家考试的试题。

为了让更多中国读者了解世界科学的最新进展与成就、开阔科学视野、提升科学素养与创新能力，《环球科学》杂志社和外语教学与研究出版社展开合作，编辑出版能反映科学前沿动态

和最新科学思维、科学方法与科学理念的“《科学美国人》精选系列”丛书，包括“科学最前沿”（共7册）、“专栏作家文集”（共4册）、《不可思议的科技史》《再稀奇古怪的问题也有个科学答案》《生机无限：医学2.0》《快乐从何而来》《2036，气候或将灾变》和《改变世界的非凡发现》等。

丛书内容精选自近几年《环球科学》刊载的文章，按主题划分，结集出版。这些主题汇总起来，构成了今天世界科学的全貌。

丛书的特色与风格也正如《环球科学》和《科学美国人》一样，中国读者不仅能从中了解科学前沿和最新的科学理念，还能受到科学大师的思想启迪与精神感染，并了解世界最顶尖的科学记者与撰稿人如何报道科学进展与事件。

在我们努力建设创新型国家的今天，编辑出版“《科学美国人》精选系列”丛书，无疑具有很重要的意义。展望未来，我们希望，在《环球科学》以及这些丛书的读者中，能出现像爱因斯坦那样的科学家、爱迪生那样的发明家、比尔·盖茨那样的科技企业家。我们相信，我们的读者会创造出无数的科学奇迹。

未来中国，一切皆有可能。

陈宇周

目 录

食物网即将洗牌	1	为了防止水母、真菌和其他生物突然侵袭健康的栖息地，科学家正在探索食物网及其发生彻底转变的临界点。
珊瑚的悲伤	11	贝龙被人们称为“现代达尔文”，他发现的珊瑚品种占世界已知品种的20%还多。现在，他正不遗余力地向人们宣传，珊瑚礁正处在超乎想象的危险之中。
让大自然修复湿地	19	科学家发现，早前许多湿地恢复项目失败，是因为他们将目标定位于全面恢复生态系统。最近科学家调整策略，并取得了成功——他们将重点放在一两个有限的目标上，其他则顺其自然。
资源危机新解	31	能源、水和食物的短缺，都是我们正在面对的问题。许多国家和地区试图将这三者分开来解决，但是，面对这样的难题，整合资源与产业或许才是更好的出路。
水的重生：从污水到饮用水	41	如果我们能克服心理上的反感，处理后的污水或许可以成为最安全，也是最环保的自来水水源。
南极大崩解	55	冰川崩解，涌向大海，速度比所有模型预测的更快。科学家正全力以赴，弄清南极大陆冰架消融的速度及其对海平面升高的影响。
全球变暖最终结局	69	我们对地球的影响有多深远？

2036, 气候或将灾变	79	尽管全球气温上升的速度可能达到了一个较平稳的水平, 但气候危机仍然可能在不久的将来出现。
全球变暖将更快到来	87	一系列反馈效应会使气候变化的速度大大加快, 使气候系统逐渐失控。
极端天气将成常态	99	过去四年的夏季和冬季中, 全球范围内出现了大量极端天气。 不久后, 这些极端天气很有可能会成为常态。
全球变暖引发超级寒冬	113	北极海冰消失, 将会让美国和欧洲的冬天更容易出现恶劣天气。
谁温暖了欧洲冬天	125	为什么欧洲大陆比地处同一纬度的其他大陆地区更暖和? 是因为有一支源于热带海区并纵跨大西洋的暖水流使得欧洲大陆有了温和的冬天吗? 也许并非如此。
二氧化碳换能源	135	处理二氧化碳的问题, 被很多国家、企业视为负担, 因为这样做要投入高昂的成本。可是, 如果有一种方法, 在处理二氧化碳的同时还可以产生大量可用的能源呢?
油砂开采: 环境与利益的博弈	147	随着容易开采的石油储备越来越少, 人们将能源需求转向了油砂矿等新的燃料来源。但是, 开采和使用来自油砂的油会导致温室气体排放大幅增加。因此, 必须谨慎考虑是否应该修建输油管以扩大油砂生产。

从石油到核电：能源成本大比拼

159

“烫手”的可燃冰

165

新能源尚未启航

179

石油越来越难开采，这意味着其价格也会越来越高，未来该投资什么能源的决策将非常关键。

甲烷水合物是解决世界能源危机的“妙方”，还是加速全球变暖的“毒药”？

全球能源向可再生能源体系转型的过程，可能比我们想象的要漫长得多。

食物网 即将洗牌

为了防止水母、真菌和其他生物突然侵袭健康的栖息地，科学家正在探索食物网及其发生彻底转变的临界点。

撰文 / 卡尔·齐默 (Carl Zimmer)

翻译 / 冉隆华



精彩速览

食物网是复杂的，但是数学模型可以揭示其中的关键联系。如果这些联系受到干扰，就会导致食物网转变为另外的状态，甚至崩溃。

一旦食物网发生彻底转变，往往不可能恢复到原来的状态。在美国密歇根州与威斯康星州交界附近的彼得湖和保罗湖进行的实验表明，模型可以在剧变发生前做出预测，让生态学家有机会改变一个生态系统，并把它从崩溃的边缘拉回来。



卡尔·齐默经常为《纽约时报》供稿，他还是十几本书的作者或合著者，其中包括与生物学家道格拉斯·埃姆仑（Douglas J. Emlen）合著的教科书——《进化：理解生命》（*Evolution: Making Sense of Life*）。



在美国密歇根州与威斯康星州的交界处附近，有一片枫树林，林子深处隐藏着彼得湖。2008年7月的一天，美国威斯康星大学麦迪逊分校的生态学家斯蒂芬·卡彭特（Stephen Carpenter）和一些同事、研究生，带着一些鱼来到了彼得湖。他们把12条安装了传感器的黑鲈放入湖中，就打道回府了。而那些传感器会全天候工作，每隔5分钟测量一次湖水的清澈度。

2009年，科学家又去了彼得湖两次，每次都向彼得湖投放15条黑鲈。几个月过去，彼得湖经历了季节轮回——湖水结冰然后又解冻，生命再次繁盛。到了2010年夏天，彼得湖发生了巨大的变化。科学家开始观测之前，彼得湖盛产黑头呆鱼、驼背鳞鳃太阳鱼和其他小鱼。然而，这些曾经占主导地位的捕食者现在变得数量稀少，主要原因是它们被黑鲈吃掉了，只有少数幸存者躲藏在浅滩里。而水蚤和其他小动物则蓬勃发展——它们曾是黑头呆鱼、驼背鳞鳃太阳鱼等鱼类的美食。因为水蚤这些小动物以藻类为食，湖水变得越来越清澈。两年后，彼得湖的生态系统依然保持着改变后的状态。

彼得湖的食物网已经彻底转变，从存在了很久的格局变为新格局。卡彭特有意促成了这种转变，这是实验的一个部分，他和同事的目的在于确定哪些因素会使捕食者与被捕食者的食物网发生永久变化。近几十年来，世界各地的食物网也在更大的尺度上发生着出人意料的转变。现在，水母在纳米比亚海岸水域占据主导地位；饥饿的蜗牛和真菌在美国北卡罗来纳州海岸湿地泛滥蔓延，导致湿地生态崩溃；在西北大西

洋，龙虾大量增殖，而鳕鱼急剧减少。

不论是捕鱼、把土地变成农场和城市，还是让全球变暖，人类正通过各种方式，给自然生态系统施加着巨大的压力。因此，生态学家预计，未来几年里，更多的食物网将发生彻底转变。然而，预测这些突然转变绝非易事，因为食物网的复杂程度是惊人的。

这就是卡彭特的用武之地。卡彭特及其同事利用彼得湖30年的生态研究成果，开发了生态网络的数学模型，从而能够在食物网发生彻底转变之前15个月获得早期预警信号。卡彭特说：“我们可以提前很长时间看到转变。”

借助这些模型，卡彭特和其他科学家开始探寻一些决定着一个食物网是保持稳定，还是超过临界点，继而发生重大变化的规则。他们希望利用这些知识监测生态系统的状态，从而识别那些有着崩溃危险的系统。理想的情况是，早期预警系统会告诉我们，人类应该在何时收敛某些行为，以免把生态系统推向崩溃的边缘，甚至还能让我们把处于崩溃边缘的生态系统挽救回来。科学家认为，预防是关键，因为生态系统一旦越过临界点，再想恢复就异常困难了。

建立食物网模型

卡彭特的工作建立在对过去一个世纪的基础研究之上，以前的生态学家做这些研究，都是试图回答一个简单的问题：为什么不同物种的种群数量会是现在这个样子？例如，为什么苍蝇这么多，而狼这么少？为什么在不同的年份，苍蝇的种群数量变化很大？为了找到答案，生态学家开始绘制食物网，标明谁吃谁，每个捕食者吃多少。然而，食物网可以包含几十、几百甚至几千个物种，最后绘制出来的图表，往往会变得混乱不堪。

为了理清这种混乱状况，生态学家把食物网转换为数学模型。他们写出了一个方程来描述物种的生长，把一个物种的繁殖率，与该物种能获得多少食物，以及被其他生物吃掉的概率联系起来。由于所有变量都会变化，即使是求解描述简单食物网的方程都非常棘手。幸运的是，最近便宜、运算速度又快的电脑问世，这让生态学家可以