

PEARSON

大国能源的未来

[美] 丹尼尔·波特金(Daniel B. Botkin) 著
戴安娜·佩雷茨(Diana Perez)

草沐译

丹尼尔·波特金

《纽约时报》称他为“世界领先的环境研究者之一”；

2007年（剑桥大学）阿斯特年度讲师奖得主；

国际林业领域杰出贡献费诺奖得主；

可持续发展米切尔国际奖得主。

如何解决我们的能源问题？

如何使我们能够做出理性的、符合经济和环保的决定？

追溯到最为可靠的事实和信息，

毫无个人偏见地分析核对后，发现一些令人惊奇的结果。



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



PEARSON

大国能源的未来

[美] 丹尼尔·波特金(Daniel B. Botkin) 著
戴安娜·佩雷茨(Diana Perez)

草沐译

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

Authorized translation from the English language edition, entitled POWERING THE FUTURE: A SCIENTIST'S GUIDE TO ENERGY INDEPENDENCE, 9780137049769 by BOTKIN, DANIEL B., published by Pearson Education, Inc, publishing as FT Press, Copyright © 2010 by Daniel B. Botkin.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY Copyright © 2012

本书简体中文版专有出版权由 Pearson Education 培生教育出版亚洲有限公司授予电子工业出版社。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书简体中文版贴有 Pearson Education 培生教育出版集团激光防伪标签，无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号：图字：01-2011-6379

图书在版编目 (CIP) 数据

大国能源的未来 / (美) 波特金 (Botkin, D. B.), (美) 佩雷茨 (Perez, D.) 著; 草沐译.
—北京: 电子工业出版社, 2012.3

书名原文: Powering the Future: A Scientist's Guide to Energy Independence

ISBN 978-7-121-14908-5

I. ①大… II. ①波… ②佩… ③草… III. ①能源—普及读物 IV. ①TK01-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 218803 号

策划编辑: 张 昭

责任编辑: 周宏敏 文字编辑: 施易含

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 880×1230 1/32 印张: 11.25 字数: 300 千字

印 次: 2012 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

致 谢

我要承认来自下列人士的重要贡献并表达我对他们的贡献的感谢和赞赏。

首先，我妻子黛安娜·佩雷斯·波特金就本书的手稿与我紧密合作。她是一位有丰富经验的职业编辑，并且我们两人都把本书看做是能潜在地发挥作用，都专心于把这本书搞好。这本书在易读和易理解上所达到的程度是她的功劳，以及我姐姐桃乐茜·罗森塔尔的功劳，她是长滩州立大学的退休教授，她不止一次地阅读了本书的大部分内容。帕特·霍尔在为本书的插图获得使用许可方面提供了无价的帮助。

凯斯西储大学威廉·乌姆斯塔特运筹学教授马修·索贝尔提供了有关经济分析和成本预测的富有洞察力的和重要的意见，并完成了本书中所运用的一些基本的经济计算。

美国企业研究所驻院学者肯尼斯·格林核对了我的计算，以确保它们是精确的。

我儿子乔纳森·波特金核对了书中有关替代能源的很多计算并在对技术信息的解释方面提供了帮助。

纽约州前副州务卿兼纽约州哈德逊克劳顿的前任市长罗伯特·艾略特帮助我理解如何最佳地跟那些参与政府和政治的人交流本书中的理念。

耶鲁大学地质系教授布赖恩·斯金纳指导我找到矿产资源方面的专家。《世界铀矿藏》一书（1993年初版，新的版本在2009年2月份出版）的作者兼矿业公司的咨询委员会成员弗朗茨·达尔坎普博士与我通信探讨铀来源，美国地质调查局铀资源专家、哲学博士詹姆斯·奥顿也就这个问题跟我通信。铁马铁路公司董事兼大北太平洋铁路公司总裁汤姆·佩

恩提供了有关铁路建设成本的重要信息。乔治梅森大学公共政策学院院长金斯利·海斯教授提供了有关汽车运输方面的数据。铁路史方面的权威、历史学家阿尔弗雷德·荣特帮助我联系铁路专家。来自加州理工学院的人类学家兼《大型水坝的未来》的作者特德·斯卡德帮助我分析大型新水电设施，以及有没有潜力发展更多的水电设施。

下列人士阅读了本书原稿的全部或部分内容并提供了非常有价值的建议：肯尼斯·珀迪、查尔斯·桑松、布鲁斯·赫克托博士和约翰·吉布森；以及南希·波特金。美国地质调查局矿物信息组首席科学家小约翰·德扬（注释1）帮助我找到有关铀矿和钍矿及原子能经济和原子能前途的可靠信息。嘉吉公司（退休）高管、“卓越商业公司圆桌会议”的领导人兼《商业之道》的作者汤姆·维布伦帮助我理解了大公司业务高管看待能源和社会的视角。

当然，本书中所有的陈述、计算和结论都是我自己得出的，我对其中的任何错误负责，但我已经尽了我的全力来避免计算中出现任何错误。除本书出版商外，没有任何人和任何组织、基金会或任何其他实体曾资助本书。因此本书完全是作者本人的独立看法。

关于作者

丹尼尔·波特金是美国加州大学圣塔芭芭拉分校生态学、进化和海洋生物学系退休教授，是环境研究中心主任，这家非营利机构提供针对复杂环境问题的独立的、基于科学的分析。《纽约时报》称他为“世界领先的环境研究者之一”，他在“普及使用世界自然资源的同时也在维护资源的理念方面做了很多”。

他的研究包括建立生态学领域第一个成功的电脑仿真；他探究荒野和天然公园生态系统——他的足迹从非洲赛伦盖蒂平原到美国明尼苏达州边界水域独木舟区，到罗亚尔岛国家公园；他关注面临生存威胁的濒危物种——美洲鸣鹤、鲑鱼、弓头鲸和抹香鲸，还有非洲象。他是考察全球变暖可能造成的生态影响，并帮助美国国家航空航天局运用卫星成像研究地球的全球环境的首批人士之一。

他出版的众多书籍中包括《不调和的和谐：21世纪新的生态学》，按《纽约时报》的说法，这本书“被很多生态学家看做是[环境]运动的经典教科书”。《多石山脉的另一边》描绘了欧洲殖民者定居前美国西部的风光，这本书是以刘易斯和克拉克的探险日记为基础写成的。《不属于任何人的花园》分析了自然的价值和人与自然的关系。他在很多主要报纸的特写稿版发表过文章，内容涉及全球变暖、生物多样性及能源，他还发表过超过150篇科学论文。

他近期获得的奖项包括2007年（剑桥大学）阿斯特年度讲师奖；（佛蒙特州）绿山大学年度杰出访问学者奖；加州长滩的长滩水族馆在2008年11月份推举他为该水族馆史上首位杰出访问科学家。他还获得过国际林业领域杰出贡献费诺奖，是可持续发展米切尔国际奖得主。

他担任的其他学术职务包括：佛蒙特州费尔法克斯乔治梅森大学生物学教授及全球变化项目主任；马萨诸塞州伍兹霍尔耶鲁林学

和环境研究学院系统生态学教授及生态系统中心研究科学家。他获得过罗切斯特大学物理学学士学位、威斯康星大学文学硕士学位和罗格斯大学生物学博士学位。

前 言

本书是什么

本书探讨的是如何解决我们的能源问题。它展示了有关我们的能源需要、欲望和能源供应的事实，以及能源的获取和使用给环境和人造成的影响。本书的目的是为美国公民和被选举出来代表我们的人提供信息，使我们能够做出理性的、符合经济和环保的决定。

什么是我们面临的能源问题？我们又为什么有这些问题？一些人相信，能源成为问题，仅仅是因为持续燃烧化石燃料将导致令人讨厌的全球变暖。但是，即使全球变暖的可能性不存在，世界上的人，尤其是美国人（美国的能源消耗量高于其他任何国家），仍面临一个能源问题：对能源的需要和欲望的增长速度快于能源的标准来源能够提供能源的速度。随着世界人口的增长，以及生活水准和预期的提高，全世界的人都将想要更多的能源。与此同时，石油资源是有限的，并且，据石油地质学家和经济学家估计，到2050年，石油很可能变得非常稀有，以致油价也许太高，大部分能源应用领域用不起石油。化石燃料带来的污染仍将是一个问题，并且问题很可能随着开采和使用的增加而恶化。随着人口的继续增长和对生活质量预期的提升，对土地和水的竞争将会加大。对美国而言，军事和经济安全也是寻求能源独立，或者是尽可能接近能源独立的强烈原因。

一些人相信，我们应该成为能源极微主义者，每个人尽可能少使用能源。本书持与此不同的看法。本书设想我们应当尽可能高效地使用能源，但充足的能源是实现今天人们期待的生活质量所必需的。最低能源的概念应该是提供食物、水、栖身之地和医疗所需

要的能源。人类的文明需要更多的能源。人们需要受教育；艺术、人文、科学以及消遣和娱乐需要资金。生活应该是快乐的，音乐、舞蹈和绘画艺术不是不消耗能源的。如果人们能获得的能源如此有限，他们只能把仅有的能源专注于满足生活的必需，他们就没有时间思考要把选票投给谁、如何组织和运作政治活动、去参加市政会议，等等——这些都是我们认为想当然的事情，但是它们是民主的必需品。因此，情况可能是，比最起码的人类生存需要所需的最低能源多的能源，能使民众受益，甚至是民主所必需的。

当然，在仅有刚刚足够的能源以获取食物、水和栖身之地，和拥有任何人在任何时候所可能想得到的一切之间，是一个很宽泛的区域——对于什么是基本生活条件，什么是奢侈铺张这一问题的判断，远远超出了本书的范围。我的观点只是，能源使我们能做比仅仅维持生存更多的事，没有能源，我们就不可能拥有和平、文化、快乐和文明，更不要说自由和民主了。在本书最后一章，我考虑了各种可能发生的情景，其中的一些情景在人均能源使用方面有非常大的差异对比。

充足的能源和太过充足的能源可以用来做坏事，也能用来做好事，它能为战争火上浇油、为庞大的军队提供燃料，为压迫人民的独裁政权、为恐怖主义这一人类最恶劣的行为推波助澜。但是，如果没有充足的能源，没有人能够做关乎人们的好的、对人们有益的事情。能源是关键。物理学家们把能量定义为使物质运动的能力或性能，这意味着，人类要做任何事情，包括做那些值得做的事和好事，能量都是必不可少的。好消息是，我们的能源问题能够得到解决：今天的技术能解决这个问题。美国能实现能源独立——我们国家能提供充足的可持续的能源供应，同时确保我们的生活质量或我们的整体生活水平仅发生相对较小变化。真的，如果很小心地应对这一问题，结果将是环境的好转和我们中大多数人生活质量的

改善。

另一方面，不幸的消息是，实现这种能源独立将是代价高昂的，并且需要对民主体制来说非同寻常的全国性的责任共担，尽管这并非没有先例。我们历史上这种全国性的责任共担的例子包括：买下路易斯安纳，实现以欧洲为根基的文明在西进中的扩张；美国对20世纪30年代的大萧条及对第二次世界大战做出的反应；以及在做出决定十年后，我们成功地实现了把一个人送上月球。但是，这种齐心协力的全国努力是罕见的。通常来说，我们倾向于得过且过，经常等到直到旧桥最终垮塌了才建造新桥。

解决问题需要有掌握了充分信息的公民和掌握了充分信息的政治人物。它需要在我们在过去数十年内没有选择过探索的道路上行走的政治决心和单独个体的个人承担。清晰的思维、理性的基于科学的分析是实现能源独立的一个必不可少且重要的部分。它需要创新、创造力和企业家精神。本书意在成为通往能源独立大道上的一块基石。

本书不是什么

本书中提及但未深入探讨的两个与能源有关的题目是碳抵消和补贴。补贴这个题目太大，太复杂，要分析每种能源来源的补贴的来龙去脉——从发现、发明和勘探，到使用和处理废物及土地功能转换的问题，需要另外写一本书。同样道理适用于碳抵消。通过寻求一条替代全部化石燃料的道路，本书也的确把道路指向了减少燃烧化石燃料产生的二氧化碳的规模。本书只是没有涉及不同的能源来源的二氧化碳排放的特别之处及彼此的区别。本书无意降低上述两个议题中任何一个的重要性。

本书关注的焦点是技术上如何以一种尽可能对环境有益的、良

性的方式获得能源供应。尽管我的确在一定程度上探讨了成本，但本书主要不是一本有关经济学的书。我希望本书能为经济学家和其他人提供一个基础，以此为基础，人们可以更为细致地设想不同的选择所带来的经济结果，思考能以哪些方式激发社会和个人做出选择并向特定的解决方案努力。

能源解决方案已成为一项重大的政治和意识形态争议，而且显然这一问题关乎大量的金钱、影响力及我们社会的方向。在过去几年中，在很多的论坛中有人要我探讨能源供应解决方案，有时是作为小组讨论和辩论的一部分。很多人是从一个特定的政治或意识形态目标出发来接近这个重要的题目，这导致他们专门选取那些支持这些目标的事实、忽略那些不支持这些目标的事实，这种情形应该并不令人奇怪。我相信他们的这种方法是通往失败之路。当然，没人能彻底避免预断和情绪化的假设，但要解决像能源供应这样的大规模技术问题，需要理性的方法。我们必须更小心翼翼，将此视为更多的是一个稳固地基于科学的工程学问题，而不是政治哲学或意识形态信念的表达。

我为什么写这本书

作为一名有物理学背景的生态学家，作为加州大学圣塔芭芭拉分校的环境研究项目的主持人，我对在自然生态系统中如何获得和使用能源、来自我们的环境的能源如何影响我们，以及我们在追逐能源的过程中如何影响了我们的环境的问题一直有长久的兴趣。为了我的研究工作，我必须跟上能源问题的脚步，在这样做的过程中我注意到从2002年前后开始出现的一些异常的矛盾。在世界上的很多地方，太阳能和风能已经开始提供能量，但与我一同工作的环境经济学家不断地给我讲一个与此不同的故事。他们说，“传统智慧”认

为太阳能和风能永远不可能成气候。

当时，我儿子乔纳森为一家名叫“能光”的公司工作，全球最大的太阳能设施中的一些是该公司生产和安装的（以前他为美国风能工作过）。考虑到所有的参与者可能都感兴趣，我在环境经济学家和“能光”的工程师之间组织了一系列的电话会议。每次当其中的一位经济学家提出一个有关太阳能的问题并且问题被工程师回答时，这位经济学家就会回复道：“但根据传统智慧，太阳能和风能永远不可能成气候。”在电话会议中这种情形持续了三个星期，直到最终工程师和我都垂头丧气地放弃了，因为似乎没人对事实感兴趣。

此后不久，《纽约时报》发表了一篇对詹姆斯·拉夫洛克的专访，他是英国著名的化学家和环境学家，他提出过被他称为“盖亚假说”的理论，“盖亚假说”表达的理念是行星系统使我们与所有的生命发生关联。谈到能源问题时，拉夫洛克表示：“如果人们感觉竖立风车或者在他们的屋顶上装块太阳能板是好事，那好啊，就这样做吧。这样做有一点儿帮助，但根本不是解决问题的答案。”

与此同时，在发展中国家有数以十万计的人在购买或建造廉价的太阳能和风能装置，以便为他们提供足够的电力烹调食物、运行电脑和一些小家电，他们因此而走入了现代化时代。这不仅使他们感觉良好，这还正在改善他们生活的基本面。

伴随着对我们的能源供应的种种争论、供应廉价和充足的油气的时代的终结，以及对全球变暖的关切，我决定审视每一种形式的能源：有多少可用，我们现在用了多少，我们未来将用多少，以及如果离开化石燃料，我们能够选择什么。我所采取的方法将是与我全部科学问题所采用过的方法相同的方法，这就是：考察现有的最可靠的数据并做出显而易见的计算和分析。过去，我总是被事实所揭示来出的东西所震惊，因为事实所告诉我的常常与传统智慧相矛

盾。在很多情形下，完全缺乏要达到结论所必需的事实——尤其是量化的信息，因为从来没有人费神去了解这些事实，当然，正因为没有这些事实，即使最简单的计算和分析也没有完成。

如此多的人在谈论能源问题，撰写有关能源问题的著作，为什么诸位读者应该关注本书？这是因为我发挥了最大的能力追索到最为可靠的事实和信息，并且尽可能缜密地、尽可能摆脱个人偏见地分析了这些事实和信息，寻找出事实，进行计算，并将这些测量和计算跟其所属领域的专家进行核对。你们肯定会发现其中的一些结果令人惊奇，而我希望你们也会发现这些结果对你们有帮助。

目 录

导言	1
----	---

第1部分 常规能源来源

第一章 石油	11
--------	----

关键事实	12
------	----

 下面可能扯远了，但是假定你是一个生活在1500年前的

爱斯基摩人	12
-------	----

石油来自何处	13
--------	----

石油提供多少能量	15
----------	----

地球上有多少石油，石油的供应将持续多久	16
---------------------	----

地理对我们不利	20
---------	----

何处可能找到新的石油储备	22
--------------	----

两种“非常规”石油来源：油页岩和沥青砂	23
---------------------	----

对规模日益缩小的资源的日益加大的全球竞争	25
----------------------	----

 如果石油供应在缩小，为什么眼睁睁看着石油烧成烟飘

走呢	26
----	----

石油的环境影响	27
---------	----

石油勘探与濒危物种保护之间的矛盾	28
------------------	----

概要	30
----	----

第二章 天然气 31

关键事实	32
在未来用天然气给小汽车和卡车提供燃料方面犹他州是	
否起到了带头示范作用	32
天然气已经提供及能够继续提供多少能量	34
全球的天然气消耗	38
深海中的希望	40
煤层气	40
来自页岩的天然气	42
概要	44

第三章 煤炭 47

关键事实	48
这些煤的来临伴随着煤炭洗选指导	48
煤炭究竟是什么	50
全球消耗多少煤炭	52
我们将耗尽煤炭吗	53
开采煤炭	53
露天开采	53
地下开采	56
将煤炭作为燃料燃烧是一个主要的空气污染源	59
黑梅莎 (Black Mesa)	59
来自煤炭的环境损害的财务成本	62
煤炭发电的未来	62
谁在宣扬煤炭	64

技术将使煤炭变得清洁一些	66
把岩石转化为气体，然后燃烧它	67
把岩石转化为液体，然后燃烧它	67
概要	68

第四章 水力 69

关键事实	70
有关水力的一个故事：爱德华兹水坝被拆除	70
今天我们有多少能源供应来自水电	73
水坝供应的能源，以及它们如何做到	73
发电主坝的缺点，尤其是建造新坝	75
三峡大坝	77
水坝，总体而言	78
在没有水坝的情况下利用河流中蕴藏的动能发电	79
水电能帮助解决问题吗	79
概要	81

第五章 核能 83

关键事实	84
印第安点：在纽约市后院的核电厂	85
核能：不再新鲜，但突然受欢迎了	87
核能的今天和未来	89
我们到底在哪里找到铀矿	93
谁支付代价又是谁受益	95
核电厂有多安全	95

核电厂现今不是更安全了吗	95
放射性废料	96
拆除核电厂是放射性废料问题的一部分	98
只是你没法拥有像乔希的斧子那样的核电厂	98
犹卡山	100
法国尚未解决这个问题吗	102
核电厂能导致灾难吗	104
为什么小投资者不应当投资于核电	104
两起有名的核灾难	105
切尔诺贝利	106
直立的死树：一个关于核辐射的故事	109
更多的背景资料——给那些对核能感兴趣的人	113
概要	115

第2部分 新能源来源

第六章 风能	121
关键事实	122
帆船和风车是老古董	122
风能能成为美国或世界舞台上的一个主要演员吗	125
美国的风能潜力	126
风电有多远	131
风电是用于农村地区、穷人、单户型住宅和欠发达国家的吗	135