

快速了解变化的世界

经济前沿

这是一本重要的能源战略参考

美国的能源战略前瞻

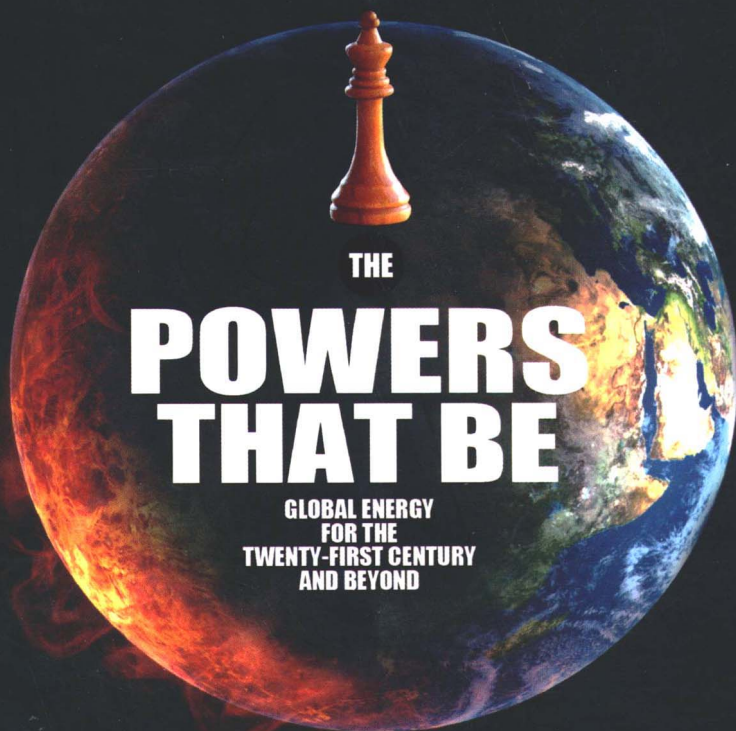
能源主导的六大条件

全球能源安全、能源博弈、能源开发

全球能源 大趋势

[美] 斯科特 L. 蒙哥马利 (Scott L. Montgomery) 著

宋阳 姜文波◎译



THE
**POWERS
THAT BE**

GLOBAL ENERGY
FOR THE
TWENTY-FIRST CENTURY
AND BEYOND



机械工业出版社
China Machine Press

快速了解变化的世界

经济前沿

全球能源 大趋势

[美] 斯科特 L. 蒙哥马利 (Scott L. Montgomery) 著

宋阳 姜文波◎译



机械工业出版社
China Machine Press

Scott L. Montgomery. *The Powers That Be: Global Energy for the Twenty-first Century and Beyond*.

Copyright © 2010 by Scott L. Montgomery.

Simplified Chinese Translation Copyright © 2012 by China Machine Press.

No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system, without permission, in writing, from the publisher.

All rights reserved.

本书中文简体字版由 Scott L. Montgomery 通过 Andrew Nurnberg Associates International Ltd. 授权机械工业出版社在中华人民共和国境内（不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾地区）独家出版发行。未经出版者书面许可，不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

封底无防伪标均为盗版

版权所有，侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号：图字：01-2011-2729

图书在版编目（CIP）数据

全球能源大趋势/（美）蒙哥马利（Montgomery, S. L.）著；宋阳，姜文波译．—北京：机械工业出版社，2012.8

（经济前沿）

书名原文：The Powers That Be: Global Energy for the Twenty-first Century and Beyond

ISBN 978-7-111-39341-2

I. 全… II. ①蒙… ②宋… ③姜… III. 能源经济—研究—世界 IV. F416.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 179364 号

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：蒋桂霞 版式设计：刘永青

北京瑞德印刷有限公司印刷

2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

170mm × 242mm · 19.75 印张

标准书号：ISBN 978-7-111-39341-2

定价：49.90 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

客服热线：（010）68995261；88361066

购书热线：（010）68326294；88379649；68995259

投稿热线：（010）88379007

读者信箱：hzjg@hzbook.com



献给玛丽莲、凯尔和卡梅伦

不要轻视我们的力量，
在浩瀚的宇宙中，
我们已经留下了足迹。
或者说，
我们已经让宇宙，
成了现在这样。

——罗伯特·弗罗斯特（Robert Frost），
《基蒂霍克》（*Kitty Hawk*）

前言

本书关心的是问题和观念，而不是数字和单位。当然，本书中的确有数字和单位，还有很多事实以及其他显然的智力产物。社会中的能源属于科学和工程学范畴，这一点毫无争议。但是，能源也是受思维方式支配的现实，受很多力量和因素影响，比如你可能会想到的有技术、经济、政治和历史，还有文化、心理和信念。

在某种程度上，这正是我想换个角度探讨能源问题的原因。本书不仅仅是描述和分析，更是反思，我希望帮助读者了解全球能源系统的本质和方向。通俗点儿说就是这个系统是怎样形成的，现在有哪些能源，在致力于哪些替代能源，我们可以抱有哪些现实的期望，如今有哪些政治活动和问题在起支配作用，这个系统似乎在走向何处。但是除此之外，我们还必须认真思考这一切的含义。毕竟，自从我们进入现代社会以来，有些根本问题一直没有解决，比如丰富与稀缺的概念、知识的作用、技术的力量和限制、能源关系中的民族主义、进步的后果等。如果说在这些细节中有一个潜在的主题在静静等待的话，那么它就是：我们的能源格局尤其依赖于受现实左右的观念——政策、计划、抱负、希望和误解。

还有必要说明的是，有些内容不在本书的讨论范围之内。本书不是宣言，也不是曝光，关注的重点不是哪一次“危机”，也不是为了实现能源可持续和能源安全我们很可能必须做什么。如今，有关石油、气候变化和其他问题的担忧都是绝对有道理的，都使得能源问题以及新一轮的诊断和布道变得更加紧迫。相关的文献源源不断，甚至可以说是潮涌而来，布道坛也已应接不暇。

但是，我们还需要别的东西；或许，我们不该急于做出不成熟的定论，而首先应该理解和反思。

如今，大家对能源已经非常担忧甚至感到恐慌。一个普遍的观点认为，全球的石油产量已经或者即将达到峰值，因此从汽油到刮胡膏，我们熟悉和喜爱的一切都将涨价，直到文明走向黑暗和消亡；或者，燃油的价格会变成5美元一升，我们全都骑自行车出门并放弃航空旅行。然而，十来年后我们很可能会发现，这种认为现代生活方式将终结的说法有点儿言过其实。

另外还有一种科学或者工程学的观点，倾向于赞成严肃的定量方法。然而，我们可能会非常激动地阐述这些眼前的问题，“这些数字必须合乎情理。”当涉及气候变化或者核废料这样的问题时，伦理、道德和政治的因素可能就会影响我们，但不管言辞多么尖锐激烈，讨论必须始终“基于事实”。这种观点的第一部分无可否认，而且至关重要。结果已经证明，有很多代表某种资源或技术的主张站不住脚，经不起实践的检验。然而有时候，仅有能源数字还不够，经济因素也同样关键：资本投入、盈利能力以及风险水平都不容忽视。即便这些都想到了，成功也还是未定之数——一座风电场或太阳能装置的各方面指标都令人满意，但却可能因附近居民的不满和抗议而停止运行。有句心理学的老话说得好，事实并不总是替自己辩护；就像末日恐惧问题一样，事实往往也无助于解决道德伦理问题。

真正的困难又重新回到了以现实主义（数字只是其中的一部分）为基础的观念。“能源”不仅仅是一个物理化学的或经济的现实，而且是一个特殊的领域，其中容纳了信念、进步的概念和社会变革的哲学，甚至还有关于我们是什么人的概念。

三十年前，我们的能源格局与现在比起来并没有显著的不同。然而再过三四十年的，情况几乎可以肯定会与现在截然不同。在全球大多数国家共有的长期敏感性推动下，我们今天看到的这些趋势和变革动机是影响深远的。如今有数十亿人等在现代能源消费的门口，而高超的技术则完全有能力马上把他们放进来。这将是一个怎样的过程，这些人将如何加入现代世界，这两个问题意义重大。这种规模的转变将再也不会发生。因此，我们的了解和认识

至关重要。有一种倾向会阻碍我们去认识，那就是经济学家托马斯·谢林（Thomas Schelling）所强调的“把不熟悉误认为不可能”。帮助读者克服这种“不熟悉”，就是本书的用意。

在这一点上，我自己的现实主义烙印来自我在能源行业中二十多年的研究、写作和教学经历。我非常熟悉这个行业的方方面面，比如钻油井、评价前沿的作业方法或技术、与工程师和管理者讨论公司的目标等，这为我写作本书打下了坚实的基础。以能源为主题的写作不必是件枯燥、愤怒或者充满恐惧的事。除了通俗易懂的风格（希望是这样），本书还采用了简单直接的结构。尽管每一章都是相对独立的，但我还是希望大家能根据自己的喜好、时间和兴趣按顺序阅读。诚然，即便如此你得到的印象仍然是不完整的，但却很有可能是丰富多彩并且有价值的。

在写作本书期间，我得到了很多热心的帮助。自2003年以来，在华盛顿大学的教学机会一直让我受益匪浅，为此我最应该感谢的就是丹尼尔·齐洛特。作为一个项目，本书的灵感最早诞生于亨利·杰克逊国际研究学院（Henry M. Jackson School of International Studies）主办的专门讨论会结束之际，也就是美军入侵伊拉克的一周前。真正动笔是几年以后的事了，而最终成书则多亏了罗宾·孔茨（Robin Koontz）的艺术才能。我应该感谢的人实在太多了，如果要一一列出的话，恐怕难免会有遗漏。因此，我决定只提最先想到的两个名字：苏珊·艾布拉姆斯（Susan Abrams）和克里斯蒂·亨利（Christie Henry）。苏珊是芝加哥大学出版社的资深编辑，为本书的构思和成书提供了很多帮助和督促。作为朋友、同事，我深深地怀念她。克里斯蒂是苏珊的继任者，也非常优秀，她的耐心和通情达理是我平生仅见的。

最后，和往常一样，我得感谢凯尔、卡梅伦和玛丽莲。作为家人，他们给了我最大的支持和宽容，而我不辞劳苦地写作本书也首先是为了他们。

目 录

前 言

第 1 章 是什么把我们联系在一起 /1

更多的选择意味着更大的责任，而更大的责任意味着相信人类能够用观念决定自身的命运。

第 2 章 能源的过去：历史能给我们哪些教训 /14

历史可以给出的最后一个教训在于，过度依赖和指望任何单一的燃料或技术都是不明智的。技术发展的动力来自我们的创意。

第 3 章 能源的现在：全球趋势及其意义 /30

我们之所以投入巨资，围绕着化石燃料的开采和利用建立起庞大的系统，这有合情合理的技术原因。然而，恰恰是这个庞大的系统给重大的变革提出了挑战。尽管形势紧迫，但颠覆这样一个系统并转向新的能源，将需要多年的努力。

第 4 章 石油的现实：迫在眉睫的问题 /52

目前，“汽车”仍然意味着石油，而且这还将持续几十年。这种认识要求发达国家负起责任，利用它们的财富和人力资本来推动替代燃料的发展。仅有希望是不够的；除了看不见的手，看得见的手也同样不可或缺。

第 5 章 天然气：轻型化石燃料 /82

天然气市场已经进入了不断变化的时期。液化天然气和非常规天然气可能会相互竞争，还可能会有重叠。不管怎样，更多的天然气将有助于满足全

球巨大的新增电力需求。

第6章 煤炭：昔日能源霸主，来日能否称雄 /96

毫无疑问，煤炭利用是一个亟需英明谋划的领域。然而，让煤炭扮演“燃料中的麦克白”，让它注定被淘汰，这似乎是误入歧途。煤炭暂时还在这里。该跟这个事实讲和了，也该严肃而又一致地做些什么了。

第7章 大辩论：油井何时枯竭 /113

这个世界与石油的热恋关系是不可持续的；对整个全球运输而言，这种有限资源的临界状态将不会很快过去。但是，人类的发明创造有能力也有办法应对这种局面。

第8章 核能：新的形势，变化的观点 /131

我们可以利用和改进核能，从中获得更大的利益，或者我们也可以采取相反的态度和做法，但是，我们绝对不能忽视它。

第9章 一论可再生能源：现实与可能 /154

到目前为止，可再生能源已经成功地应用于农村地区的烹饪（小型太阳能炉灶、生物燃气）、照明和通信（太阳能发电、生物质能发电）、供暖和制冷以及抽水。

第10章 二论可再生能源：来源、技术和局限 /168

如果像以前一样，可再生能源的巨大潜力“就在那里”，那么浪费机会的可能性亦然。我们可能希望故事的这一部分不再重演。可再生能源不会马上接管世界，但它们提供的有限动力却很可能是世界非常需要的。

第11章 氢：是取之不尽的燃料，还是痴心妄想 /190

作为一个现实的愿景，氢能仍有很多不确定性。没有人敢肯定地说氢能的到来会伴随着什么，是惊叹、欢呼还是无人喝彩？

第12章 聚变能：热情似火 /205

核聚变并不是神奇的魔杖或药丸；它也会引起环境担忧，而且像氢一样，它也不是我们的能源未来的唯一希望。就算它能满足全球相当大一部分的

电力需求，它也不会彻底改变我们的整个能源格局。

第 13 章 地缘政治与能源：不断演化的地理 /219

如果真像孟德斯鸠说的，能否成功取决于你是否知道取得成功需要多长时间，那么我们就很有理由既急切又耐心。能源冲突也许很容易引起关注，但是合作才能让问题得到最有效的解决。

第 14 章 技术上的当务之急：对人类创造力的一些反思 /248

什么东西拥有最大的力量，能够帮助我们解决 21 世纪的能源问题？什么东西将起到决定性作用，推动我们坚定地前行？答案似乎只有一个：技术。

第 15 章 气候变化与能源：四大元素随想 /271

我们建立起来的能源系统不仅规模巨大，而且是整个现代社会的一部分，深深地渗透到社会的各个角落。修正这个系统将需要多个层面上多年的协同行动。

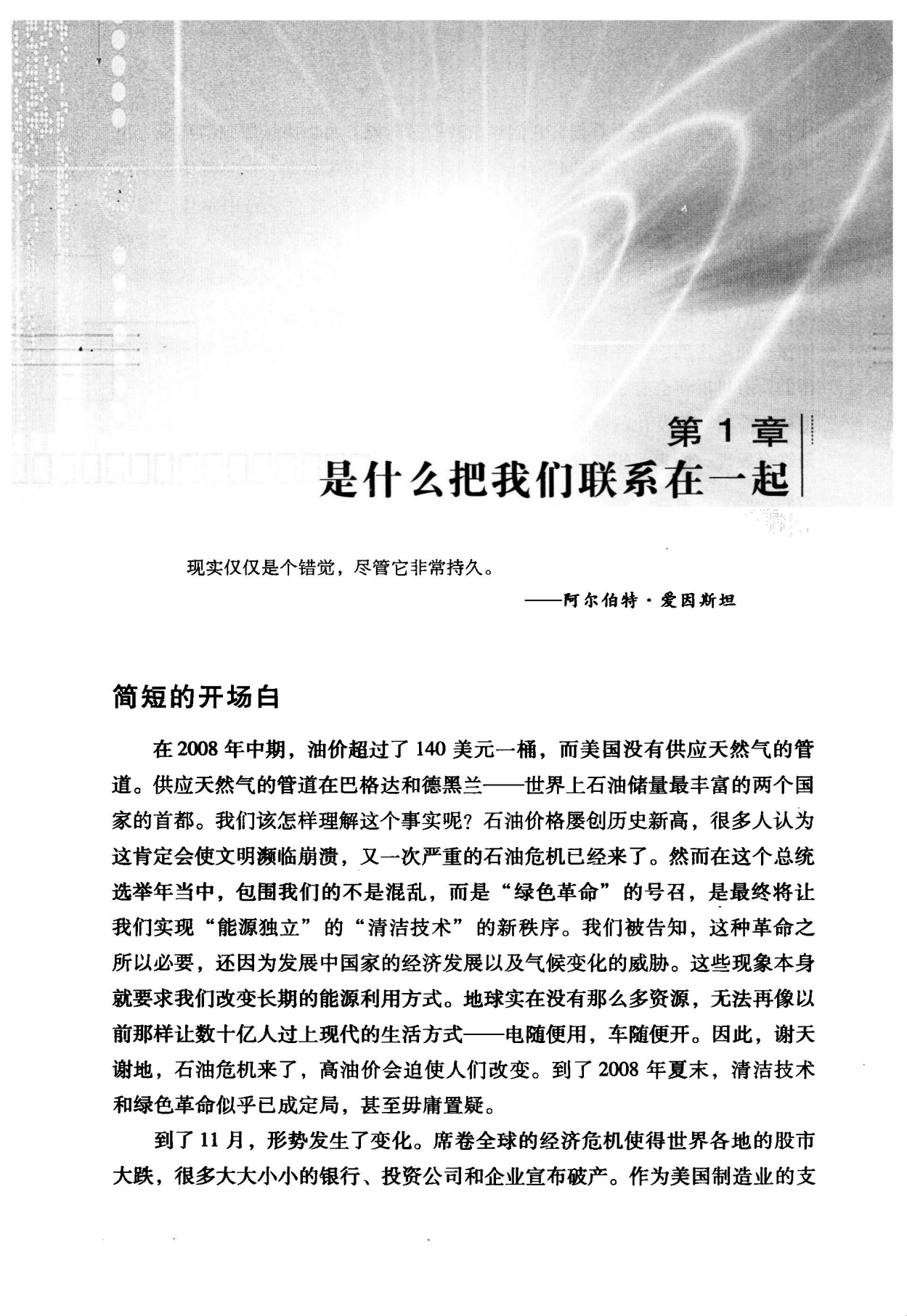
第 16 章 结论：有关新开端的最后一些想法 /292

在现代国家里，如今的能源政策比以往任何时候都更加错综复杂，这个事实无法回避。全球的能源战略很可能需要应对气候变化，需要把效率的提升跟减碳结合起来，尤其是在发电和交通运输领域。

附录 缩写表 /305

注释[⊖]

⊖ 若了解本书注释，请登录 www.hzbook.com。



第 1 章 是什么把我们联系在一起

现实仅仅是个错觉，尽管它非常持久。

——阿尔伯特·爱因斯坦

简短的开场白

在 2008 年中期，油价超过了 140 美元一桶，而美国没有供应天然气的管道。供应天然气的管道在巴格达和德黑兰——世界上石油储量最丰富的两个国家的首都。我们该怎样理解这个事实呢？石油价格屡创历史新高，很多人认为这肯定会使文明濒临崩溃，又一次严重的石油危机已经来了。然而在这个总统选举年当中，包围我们的不是混乱，而是“绿色革命”的号召，是最终将让我们实现“能源独立”的“清洁技术”的新秩序。我们被告知，这种革命之所以必要，还因为发展中国家的经济发展以及气候变化的威胁。这些现象本身就要求我们改变长期的能源利用方式。地球实在没有那么多资源，无法再像以前那样让数十亿人过上现代的生活方式——电随便用，车随便开。因此，谢天谢地，石油危机来了，高油价会迫使人们改变。到了 2008 年夏末，清洁技术和绿色革命似乎已成定局，甚至毋庸置疑。

到了 11 月，形势发生了变化。席卷全球的经济危机使得世界各地的股市大跌，很多大大小小的银行、投资公司和企业宣布破产。作为美国制造业的支

柱，整个汽车产业遭受重创，它们恳求政府暂时撇开自由市场原则的传统，出手相救。其实，世界各国的政府都在展开大规模的救援行动，而且其中至少冰岛（Iceland）已经濒临破产。油价又是什么情况呢？简直是自由落体，仅仅三个月的时间，就从 147 美元的高点掉到了 45 美元以下。那么，认为“绿色是美国的新希望”^①这种说法就是板上钉钉吗？¹当数十亿美元被用来解救银行时，“清洁技术之未来”的市场化解决方案又将走向何处呢？随着金融危机的加深，质疑声四起。在投注了大量的希望和金钱之后，我们在新能源技术上取得的所有进展将会有怎样的命运？“绿色泡沫”会破裂吗？中国的经济增长会怎样？应对气候变化的努力又会如何？这难道将成为命运的讽刺吗？难道我们最终会发现，原来要想减少碳排放，控制我们的能源胃口，经济崩溃以及全球的能源需求跟着急转直下才是最快的“办法”吗？我们已经悲观或者绝望到了这种地步了吗？

一年之后，到了 2009 年年底，金融危机宣告结束了，尽管根据预测其影响还将持续好多年。关于能源我们得到了哪些教训呢？从油井到太阳能电池板，全球的能源系统以及推动它的趋势和力量并没有崩溃。事实上，我们有了比以前更多的石油和天然气，而且也比以前更加关注“绿色技术”。在美国，关于怎样让一切变得更美好，是要“全盘绿化”还是要彻底开放近海石油开采，我们已经看到了很多的建议和提案。对那些在能源行业中摸爬滚打的过来人而言，这个领域并没有发生任何深远的转变。起起落落的经济、变来变去的政治潮流、重新包装的老观念——所有这些早就是动态演化的地理学的一部分，而且始终在寻找平衡。

然而事实是，改变已经发生了。不管这个转折点多么难以预料，一些基本原则问题已经浮现。其中有些早已变得神圣，而有些则是最近才出现。我们怎样才能在全球文明进步的同时，确保我们人类乃至整个生物圈能有一个安全的未来？我们怎样才能在发展现代能源的同时，减轻这个过程可能会给江河湖海以及大气层造成的影响？关于能源安全，各国将继续坚持打自己的小算盘——美国靠海外石油，中国靠进口，欧盟依赖连接俄罗斯的天然气管道，欧佩克则

① 此处原文是 green is the new red, white and blue，直译过来是“绿色是新的红、白、蓝”。红、白、蓝是美国国旗的颜色，因此这句话暗指绿色是美国的希望和未来。——译者注

指望全球的石油需求。但是在最深处，在全球化的市场所织成的关系网络中，所有国家又都不可改变地联系在一起。美国所谓的“绿色革命”，必然会引起或者要依靠其他国家的重大改变。比如说，加拿大和墨西哥是美国最大的石油和天然气供应国，巴西跟荷兰要依赖于美国的煤炭出口，德国的西门子能源（Siemens Energy）和丹麦的维斯塔斯（Vestas）是全球最大的两家风能系统制造商。正因如此，“能源独立”既是不可能的，最终也是不明智的。对选举年中的政客们来说，“能源独立”是一个充满象征性含义和影响力的口号。但是，在全球关系的现实世界中，它是一个谎言：美国超过 90% 的交通运输要靠石油来驱动，石油需求大约占全球的四分之一。这个消费量实在太大了，对石油的严重依赖使得美国根本不可能在一二十年内切断自身跟沙特阿拉伯、委内瑞拉和科威特等主要石油供应国的联系。此外，完全终止来自这些国家的石油供应，还很可能造成意想不到的后果，比如社会动荡，痛失美国对石油供应国的影响力等。另外别忘了，美国还从德国进口太阳能设备，从丹麦进口风力涡轮机，从日本进口混合动力的交通工具。绝对的能源独立，是一个不受欢迎的能源孤立主义的幻想。

进步只能以某种不同的方式到来，因为另一个基本的事实是，能源的未来必定是全球化的未来，而不是贸易保护主义的未来。毕竟，在如今的全球系统中，发展中国家扮演了比过去更重要的角色，其新增的能源消费（不管是按桶还是按英制热量单位计算）占到了全球的 80%；这是一个惊人的变化。如果我们关心化石燃料还剩多少或者其消耗可能造成哪些影响，那么我们就必须把目光转向北美和欧洲以外的国家。未来的几十年里，从确保粮食和饮水安全，到抗击疾病和保持城市的活力，很多最伟大的胜利以及磨难都将或迟或早、或直接或曲折地回到各国怎样共同面对这个事实上来。

目前，“能源”已经挂在了很多人的嘴上，这倒是应该的。经济危机丝毫没有缓解这一领域的紧迫形势——事实上正相反。最近这次石油危机跟 20 世纪 70 年代发生的不同：那时是石油输出国组织采取行动，人为制造出来的供应短缺和价格猛涨，而从 2002 ~ 2008 年，石油需求增长太快，供给则增长太慢，供需矛盾的问题是真实存在的。在 20 世纪 90 年代，石油的新增产能太小，新建的炼油厂也太少，以至于在 21 世纪的头 10 年里，石油领域未能对亚洲大开的胃口做好准备。另外，由于形势如此紧张，一些以前看似无关紧要的

供应威胁，比如飓风、蓄意破坏、石油工人罢工等，如今也变得严重起来。因此，具有讽刺意味的是，全球金融危机的到来给消费和需求泼了一盆冷水，暂时缓解了这一切。但是，当全球的经济开始复苏时，局面又将如何呢？

在 2008 年，美国没有天然气管道，因为这不是 1973 年。政策已经变了，美国人已经吸取了一些教训。在 2008 年，美国有庞大的石油储备，并且没有实施价格管制，这一时期，油价允许上涨，而人们应对油价上涨的办法就是减少开车。同一时期，伊朗采取的做法则是修建天然气管道，因为他们对汽油给予巨额补贴，使得汽油格外便宜（在 2008 年大约是 25 美分一加仑），汽油需求因此变得极其旺盛。在 2008 年，随着汽车保有量的增加，人口超过 6 500 万的伊朗是仅次于美国的第二大汽油进口国。伊朗对原油的需求激增还有另一个原因，那就是他们使用石油来发电。然而，他们的油田一直在迅速地枯竭，每年萎缩 8% ~ 11%。伊朗并没有拿出口石油赚到的钱来改善油田的采收率，并没有升级年久失修的油料供应基础设施，相反，他们宁愿把大量的资金投至社会福利，好让相对贫困的国民“开心”。这意味着什么呢？随着需求的增长以及产能的下降，他们的石油出口必然会遭殃。照现在的速度，伊朗的石油出口可能会迅速减少，甚至会很快停止。因此，伊朗宣称他们需要利用核能来发电，这种要求或许有一定的正当性，这当然也是其自身管理不善的一个标志。²然后我们再来看看巴格达：在 2008 年，也就是遭到美国入侵的 5 年之后，紧跟着发生的蓄意破坏、偷窃和腐败催生了天然气管道。同样，无需详细的解释我们也能知道，现在的伊拉克不是 1973 年或者 1979 年的伊拉克。

这次危机的规模也不同于以往。前几次石油危机把相当多的新增收入转移给了盛产石油的国家。然而从 2006 ~ 2008 年，我们见证了自成吉思汗占领亚洲和近东的肥沃土地和辉煌城市之后最大的财富转移，有数万亿美元从石油消费国流进了石油输出国。在 2008 年，作为世界最大的两个石油供应国，沙特和俄罗斯的石油收入达到了每天 10 亿美元。中国的石油进口水平是 50%，美国是 60%，欧洲更高，日本和韩国则超过了 85%。与此同时，从全球的范围和规模来看，我们还没有给石油找到明确的替代品。然而，尽管存在这些起码的事实，仍有很多人在继续谈论什么“化石燃料时代的终结”。

我们必须了解能源问题，因为它们关系到我们的生活方式，而且还是数不清的误解、歪曲和错误观念的起因。几年前，新闻记者保罗·罗伯茨（Paul

Roberts) 说美国人是“能源文盲”，而这也是能源领域中专家们的普遍感觉。³ 这个带有强烈暗示的词语还是很准确的，尽管它并不能描述整个现实。关于能源，美国人的确有某些常用词汇。然而，这个词汇表是不完整、不全面的，其中包含了很多不断吸收进来的概念。不幸的是，美国人很难在超乎党派背景下理解能源，尤其是在现实世界中。人们在这个至关重要的认识领域只能自己摸索，这或许才是现实问题——与其说是无知，不如说是教育缺失。换句话说，我们的确需要本书这样的一本书。

定义：我们究竟在谈论什么

那么，从现实的角度来说，我们应该怎样思考能源？就拿本书来说吧。它是怎样制作出来的？首先得有我这个作者，还要有一台打字用的电脑，它用的电来自华盛顿州的一座水电站。我得有一间用天然气供暖的屋子，屋里得有电灯、收音机和打印机，还得有一杯咖啡。当我写完了这本书时，手稿会先后交到审稿人和编辑们手上。他们也要在差不多的环境中工作，也得有电脑、电话、打印机等，而这些设备也要由煤炭或核能来提供动力。稿子要想变成书，后面还离不开造纸厂、化工厂、印刷厂和装订车间，这些地方全都需要更多的电能和热力。装订成册之后，这些书还要用飞机或卡车运输，最终被送到温暖而又明亮的房间里，或许还有一大杯咖啡做伴。

简而言之，书不是静态的物品，而是一种社会容器，里面装满了资源和过程。其实可以说，任何其他的艺术品也都一样，不管它们的材料是石头、画布、胶片还是文字。我们可以谈论天才和灵感，还有更高层次的快乐和令人沉醉的美感，但是这样的才华要想变成物质现实，那就离不开地球上的这些东西，比如煤炭、石油、天然气、水和风。这是一个纯粹的事实，但却被人文科学的很多课程忽略了。

普通美国人的住宅每天要用掉大约 30 度电，而在住宅相对要小很多的欧洲和日本，这个数字不到美国的一半儿。但是，这还没有考虑到盖房子以及造房子里的东西所消耗的全部能源，比如木材、家具、衣物、家用器具、碗碟和玩具等的制造和运输用掉的资源、电力和劳动。不管我们住在什么地方，我们绝对是时时刻刻都被能源消耗所带来的一切包围着。能源消费最直接地把我们

周围的世界、我们的生活方式以及我们彼此联系在了一起。要想摆脱这一切，那将意味着在没有火的山洞中独居生活。

那么，我们实际上应该怎样理解“能源”呢？在科学上，能量被定义为“做功的能力”；这个教科书上的精确定义有着特定的含义（功 = 力 × 距离）。这个定义的确有助于我们描绘一幅心理图像，但它还是太抽象了，它能给我们的帮助很有限。有趣的是，热力学三大定律——这个往往被认为更加专业的来源，却可以给我们提供更大的帮助以及一些丰富的含义。审视一下我们就会发现，我们利用能量所做的一切，全部都以这三大定律的思想为基础。名著《两种文化》（*Two Cultures*）一书的作者 C. P. 斯诺（C. P. Snow）是英国著名的科学家和小说家，他提出了理解三大定律的一种巧妙方法。我把他的解释转述如下：

第一定律：你不可能不劳而获（能量既不会被创造，也不会被消灭，它只会从一个系统转移到另一个系统；能量永远守恒）。

第二定律：你也不可能不赔不赚（能量转移是个不可逆的过程，总是伴随着能量损失，其表现就是熵的增加，或者说系统变得更加无序）。

第三定律：你无法摆脱这个游戏（在绝对零度的理想状态下，所有原子都会停止运动，但绝对零度却无法达到）。

我们的一切活动都受到这些最基本的科学原理的束缚。不管我们是在创造和修建什么，还是在改变、移动甚至拆毁什么，能量始终在转换，而且所涉及的过程必然会受到限制。这些限制永远无法避免，也永远不应忽视；任何过程的能量转换效率都不可能是 100%（输出能量等于输入能量），甚至连接近 100% 的都非常少。例如，当我们燃烧天然气来产生高压蒸汽，再用蒸汽驱动涡轮机来发电时，天然气中最初蕴涵的所有能量，就必然会有很大一部分由于摩擦等原因变成“废热”。如果第一定律告诉你能量是守恒的，那么第二定律就告诉你，在能量转换的过程中，你每走一步都要把一定的能量拱手送给冷酷无情的熵神。然而，这些定律也给出了一些积极的暗示：我们可以提高任何一个步骤的效率，从而提高整个系统的性能；如果我们提高了所有步骤的效率，哪怕只是一点点，那我们也会有巨大的收获，因为这样的过程长期存在，而且