

读点**石油财经**丛书

丛书主编◎王国樑

能源的未来

低碳转型路线图

[英] 菲尔·奥基夫 [英] 杰夫·奥布赖恩 [英] 妮古拉·皮尔索尔◎著
阎志敏 王建军◎译

著名专家学者和你一起探讨传统能源、核能和可再生能源及技术的优劣
新的角度、新的文字和新的图表让你对能源的利用产生新的想法
让你快速了解能源方面的所有重大问题



THE FUTURE OF ENERGY USE

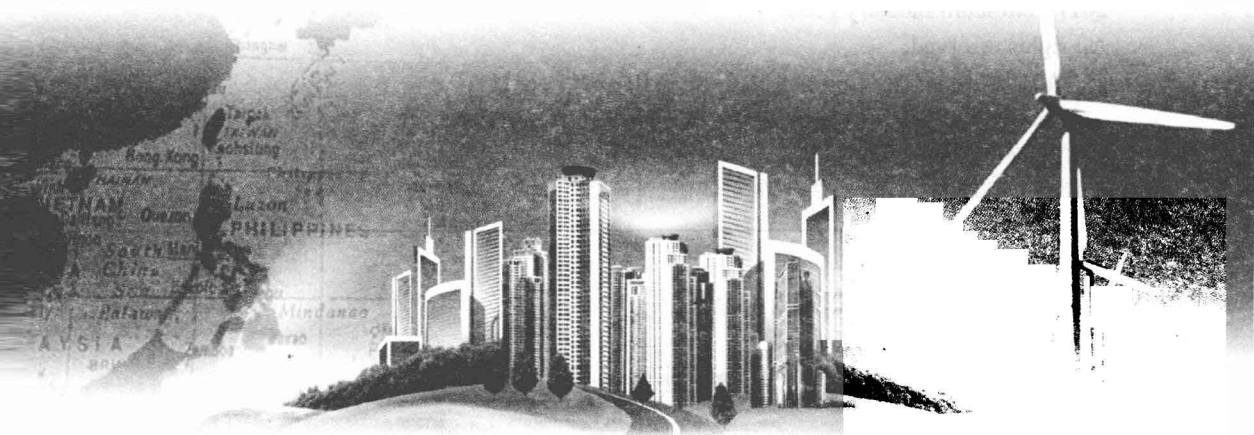
石油工业出版社

读点石油财经丛书
丛书主编◎王国樑

能源的未来

低碳转型路线图

[英] 菲尔·奥基夫 [英] 杰夫·奥布赖恩 [英] 妮古拉·皮尔索尔◎著
阎志敏 王建军◎译



THE FUTURE OF ENERGY USE

石油工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

能源的未来: 低碳转型路线图 / [英] 菲尔·奥基夫, [英] 杰夫·奥布赖恩, [英] 妮古拉·皮尔索尔著; 阎志敏, 王建军译. —北京: 石油工业出版社, 2011. 11

(读点石油财经丛书)

THE FUTURE OF ENERGY USE(SECOND EDITION)

ISBN 978-7-5021-8650-0

I. 能…

II. ①奥… ②奥… ③皮… ④阎… ⑤王…

III. 节能—研究

IV. TK01

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第175977号

THE FUTURE OF ENERGY USE(SECOND EDITION) by PHIL O'KEEFE, GEOFF O'BRIEN AND NICOLA PEARSALL

Copyright:©2010 BY PHIL O'KEEFE,GEOFF O'BRIEN AND NICOLA PEARSALL

This edition arranged with EARTHSCAN LTD.

through Big Apple Agency, Inc., Labuan, Malaysia.

Simplified Chinese edition copyright:

2011 Petroleum Industry Press

All rights reserved.

北京市版权局著作权合同登记号: 图字 01-2011-1411

能源的未来: 低碳转型路线图

[英] 菲尔·奥基夫, [英] 杰夫·奥布赖恩, [英] 妮古拉·皮尔索尔著; 阎志敏, 王建军译

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里二区1号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523613 发行部: (010) 64252978

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京晨旭印刷厂

2011年11月第1版 2011年11月第1次印刷

740×1060毫米 开本: 1/16 印张: 18

字 数: 245 千字

定 价: 49.80 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

《读点石油财经丛书》

编 委 会

主 任：王国樑

副 主 任：周明春 温青山 白泽生

贾忆民 张来斌

主 编：王国樑

编 委：（按姓氏笔画排序）

王 震 车长波 任 皓

刘克雨 朱世宏 张卫国

杨 志 陈 忠 周春生

高世宪 崔民选 黄晓勇

潘国潮 魏巍贤

总 策 划：白泽生 张卫国

编 辑 组

组 长：张卫国

成 员：郎东晓 章卫兵 马小彦

王焕弟

在全球化的视野下，能源问题已经成为国际政治、经济、环境保护等诸多领域的中心议题，甚至成为国际政治的重心。国家间围绕世界能源的控制权所进行的激烈争夺，各国维护自身利益所制定的能源安全战略，以及各国政府积极主导的替代能源开发，使能源问题日益成为国际社会的焦点；而油价波动、低碳经济、气候变化以及环境保护诸多问题，不仅是政府首脑、智库学者的案头工作议题，而且成为切切实实的民生问题。中国在能源领域的国际合作也在不断扩大，从最初的以石油天然气为主，扩展到了煤炭、电力、风能、生物质燃料、核能、能源科技等各个方面，而伴随着能源问题的国际化，中国也从国际社会的幕后走到台前，承担的责任越来越重。

中国石油作为国有大型骨干企业，承担着履行政治、经济、社会三大责任，承担着保障国家能源安全的重要使命，围绕着建设综合性国际能源公司这一战略目标，积极实施“资源”、“市场”和“国际化”三大战略，注重国内外资源和国内外市场的开拓，取得巨大成就。但是，能源问题不再是一个简单的经济问题，石油企业的海外发展往

往伴随复杂的国际政治、经济、社会和环境因素。引人瞩目的中俄石油管线一波三折，中海油收购美国优尼科石油公司的无果而终，无不打着深刻的政治烙印。中国石油企业的海外创业经验，给扩大国际能源合作提出了一系列亟待解决的重要课题。

在此背景下，组织国内外能源领域的专家、学者，研究能源领域的前沿问题、热点问题，将学术研究与企业决策支持相结合，显得十分必要和迫切。为此，我们考虑建立一种长效机制，从国外引进一批优秀的国际石油政治、经济、金融、法律类图书，翻译出版，并与国内专家学者的研究成果结合起来，组成“读点石油财经丛书”系列，计划每年出版10种左右的图书，逐步形成一定的规模，起到一定的借鉴、参考和决策支持作用。

我希望通过“读点石油财经丛书”的陆续出版，为石油企业广大干部、员工提供国内外最新的石油财经方面的知识储备，并为大众读者拓宽能源问题的全球视野。

王国樑

中国石油天然气集团公司总会计师、党组成员

T 致谢 hanks

首先，我想感谢罗伯特·希尔教授和现已退休的科林·斯内普博士，他们共同完成了《能源的未来——低碳转型路线图》第一版的编写工作。在诺森布里亚大学，他们所开创的科学研究传统至今仍在这所大学回响，多年来一直影响着从本科生到博士后各个层次的学生。其次，我们要感谢该书首次出版时的那些审稿者们，正是他们的鼓励才共同促成了该书的第二次出版。另外，我们还要送出我们的第三份谢意，不过在感谢之前需要稍作一点解释。

从该书首版至今，能源领域并没有出现新的重大技术突破，甚至在这段时间内我们对已有能源技术的利用程度都还不够，所以我们起初曾认为该书的再版将是一件十分简单的事情，再版只需在首版的基础上对一些有关能源的数字和图表做些更新并再加上一些涉及能效提高的内容就可以了。可后来我们才意识到这种想法是多么的错误。在过去的20年中，有关能源政策的讨论框架已经完全发生了变化，尽管新能源的实际应用规模仍旧很小，然而关于能源的讨论框架已经完全是另外一个样子了。这种变化的动力则来自于人类对于控制温室气体排放的渴求，人类活动加快了温室气体向大气中的排放，而这则危及到了人类的生存。人类想要走出这种能源困局，最可依赖的两种途径便是提高能效和研发可再生能源。然而这些途径又会给人类带来新的问题，那些耗能的产业部门（尤其是电力和交通运输）都把重点放在了已有能源技术的研究应用上，电力行业把重点放在了煤电、核电以及远距离电力传输上，而交通运输则主要依靠石油和四通八达的路网，这些部门由于事先投入了巨额资金，因此未来很难走向一个可持续发展的道路。在这方面，地球观察组织给我们提供了实实在在的支持，在此我们要向该组织表示感谢。

我们的第四份谢意要送给泽纳·盖迪玛，她不仅在书的编排上给我们提供了很大帮助，还在资料的研究收集和文字录入上做了大量工作。这是一个普通人很难做到的，因为在她提供帮助期间，她还要同时兼顾她的研究生学业、其他工作以及养活一个家庭。我们的确要很好地谢谢她。另外，我们还要感谢利安娜·威尔逊和乔安妮·罗斯，在资料收集和录入方面我们曾经多次得到他们的帮助。

最后，我们要把感谢送给那些正在求学的一代莘莘学子们，他们推进了有关能源使用的争论，是他们让我们明白：所有的政治家无论他的政治观点如何，所有的政策制定者无论他的理论倾向如何，都应该基本同意这样一个事实，即把未来的能源安全放在维护人类环境安全的高度上考虑。随着我们工作的继续以及必要游说工作的进行，来自学子们的力量将会成为推动能源使用进步的最重要力量。

菲尔·奥基夫，杰夫·奥布赖恩，妮古拉·皮尔索尔
诺森布里亚大学

前言

Preface

对于能源的未来，人类面临着两个直接的实实在在的挑战，而具有讽刺意味的是，这两个挑战如果离开政治家的有心参与是无法被克服的。气候变化加速和气候不稳定性增加是人类面临的第一个挑战，这是由于大量的人造温室气体排放增加造成的。为应付这种挑战，我们必须重点关注以下几个问题：

为确保大气中二氧化碳浓度保持在350mg/L以下的水平，我们如何测算并避免达到这个环境质变临界点？

要确保实现二氧化碳浓度不高于350mg/L的环境目标，我们需要借助于科技，而所有的科技都会改变人类和环境的关系，同时还会改变人与人之间的关系，因此，我们要问的第二个问题是：我们需要什么样的技术？对这些技术的应用又需要达到一个什么样的规模？

我们如何才能让一个可持续发展的能源消费方式在我们这代人以及子孙后代中推广延续下去，而不至于出现能源政策清晰而碳排放政策模糊的局面？

人类面临的第二个挑战便是要构建一个氢世界，这样的世界既没有化石燃料，也没有核燃料，而当前全球交通运输和电力行业的技术布局却有悖于此。当前全球私家车的交通出行主要依赖石油这样的碳氢化合物，而且大型电厂的电力生产以及电力传输也是建立在碳氢化合物以及核能的基础上，然而这样的能源消费结构却扭曲了人们出行和电力消费的价格。无论是交通出行，还是电力消费，都没有反映其真实的市场价格，原因则是二者都严重依赖政府直接或间接的补贴，电力和交通部门都属于天然垄断行业，其自身有着扩大规模的内在驱动力，例如路网和电网的修建都需要提前投入大量资本，这都需要获得政府的额外帮助。在我们向氢能经济推进的过程中，提高能源消费终端的使用效率必须要成为我们力求达到的目标。所有国家（包括

发达国家和发展中国家)都需要关注能源贫穷问题,社区性的能源本地化解决方案需要得到重视。

在书的末尾,我们认为有必要针对30年来人类围绕能源和环境所作的研究进行一番反思。虽然过去30年在能源环境上我们所取得的研究成果不可谓不多,然而其对未来能源使用的影响却很小。菲尔·奥基夫发现,尽管人类可以使用计算机构建出较好的能源模型,然而它对于国际社会和美国的能源发展规划的作用却微乎其微。在过去的30年中,真正主导能源市场的是以自由市场为基础、以逐利为导向的能源供应模式。而且,在过去的一段时期,政府对于新能源技术(例如对于生物质能)和能效提高技术的支持力度还有所下降,另外政府对于非政府组织和社区组织的支持力度也不够。在过去的15年中,杰夫·奥布赖恩持续关注石油行业,并为该行业设计出了一种环境干预模型,而现在杰夫·奥布赖恩则担心提高能效仍然不会成为未来能源使用的关注核心,另外他还担心私人和国有能源企业会在市场上形成寡头垄断,从而阻碍能源本地化解决方案的实施。妮古拉·皮尔索尔作为一位理论和实践并重的科学家,将持续关注可再生能源的发展情况,虽然可再生能源尤其是他擅长研究的光伏发电系统已经出现了持续进步,但是与传统发电方式相比,太阳能发电技术研发仍旧缺乏足够的实实在在的资金支持,而且这种发电方式也缺乏实现规模化商业应用的动力,所有这些都明显降低了可再生能源的影响力。

30年很长,我们在能源使用上的进步却很小。这到底应该怪谁?从某种意义上说,我们所有人都要为此承担责任,因为我们没有把能源进步排上社会进步的日程。然而仔细考虑,那些分属不同政治阵营的政客和政策制定者们则要为此承担主要责任,因为他们没有对那些有关能源的数字变化进行认真思考,从而也就不能在能源问题上从长远角度考虑,兼顾我们和子孙后代的利益。在全球化的今天,我们必须发展新的能源经济,而这种经济的核心指导原则是民主参与和适当约束。这就意味着,决定我们能源未来的不仅仅是那些互相竞争的能源技术,还决定于我们对于人权、伦理道德、安全、正义、绿色金融政策的选择以及在致力于全球科学可持续发展上面所做出的努力。对此我们拭目以待。

目 录

Contents

第一章 不断演化的能源形势 /1

工业革命以来，人类文明取得了巨大的进步，但也消耗了大量能源，特别是以煤炭、石油和天然气为主的化石燃料需求更是增长迅猛。然而化石燃料的资源储量有限，这些资源不可能永久性的支撑世界的可持续发展。即使在一段时间内化石燃料仍能满足全球未来的能源需求，但它上涨的价格和供应体系的脆弱性也会给人类的生产生活造成严重的影响。不仅如此，使用化石燃料还会导致全球气候变暖，而气候变化则会给人类的命运带来严重威胁。因此，我们要重新审视当前的能源系统并逐步对它做出改变。

- 4 / 能源和国内生产总值
- 5/ 全球能源储量
- 7/ 能源的未来
- 10/ 能源供应的脆弱性
- 16/ 全球环境政策
- 21/ 2002年约翰内斯堡可持续发展世界峰会
- 24/ 巴厘岛路线图
- 25/ 碳交易机制
- 28/ 应对气候变化的两大战略：减轻还是适应

第二章 能源成本与能源前景 /33

改变当前的能源系统，自然就要首先对各种能源技术的应用成本有一个评估。在考虑到能源发展的社会成本时，这种评估就显得特别复杂，各种各样的评估方法层出不穷，但确定性的标准方法却非常难寻，而且不同的能源也都有着各

自不同的评估难点。经验表明，只要政府采取透明的环保和能源管理措施，某些可再生能源是具有发展竞争优势的，这也给我们下一步制定能源发展规划打下了比较坚实的基础。

- 36/ 发电成本
- 43/ 可再生能源的全面推广
- 44/ 发展可再生能源对未来的意义
- 44/ 能源的商业经营战略
- 46/ 化石燃料
- 47/ 核能的可行性
- 48/ 生物质能面临的挑战
- 49/ 国际性减排承诺
- 50/ 外部性成本内部化政策
- 51/ 商业性能源供应的快速变化
- 52/ 能源情景规划
- 52/ 影响能源情景规划的参数
- 54/ 能源和碳减排情景规划
- 55/ 未来能源和气候情景分析
- 56/ 情景分析面临的局限

第三章 能源发展规划 /59

制定能源发展规划要实现两大目标：确保能源安全和推进可持续发展。不同国家面临的发展阶段不同，自然需要不同的能源技术，因此制定能源发展计划要把握灵活性，同时要注重把能源规划与能源扶贫联系在一起。这些都需要我们在制定规划时要综合考虑各地的经济、社会和文化习俗状况。

- 61/ 对现有能源体系的反思
- 64/ 能源利用阶梯
- 66/ 能源技术转移
- 67/ 可再生能源发展面临的障碍
- 68/ 能源贫穷

Contents

目录

- 69/ 能源发展经验
- 69/ 非洲面临的能源挑战
- 72/ 能源和公平
- 74/ 非洲的能源需求和木材砍伐
- 75/ 非洲燃料木发展经验
- 76/ 解决方案

第四章 能源终端使用效率 / 79

确保能源安全和实现可持续发展，首先要尽可能提高能源的使用效率，而提高效率就要首先提高高耗能部门的能效，因此交通、建筑和工业部门的能效提高会首当其冲。证据也表明，这些部门也确实存在着很大的能效改进空间。为此，我们需要优化交通网络，需要提高机动车的燃油效率，需要提高建筑保温性能和电器设施能效标准，还需要提高工业电机能效。

- 82/ 能效
- 84/ 能源发展趋势
- 85/ 能源和建筑
- 87/ 提高建筑保温性能
- 87/ 零能耗建筑
- 88/ 低能耗建筑
- 89/ 零能耗建筑的界定
- 91/ 发展零能耗建筑的潜在难题
- 92/ 英国建筑
- 95/ 非住宅建筑
- 96/ 家用电器和照明设施
- 100/ 欧盟的能效技术研发
- 100/ 未来的能效改进之路
- 103/ 电机能效
- 105/ 能效改进的障碍
- 106/ 交通能耗
- 113/ 欧盟的交通政策

第五章 传统能源 /129

以煤炭、石油和天然气为代表的传统能源一直主导着全球过去和当前的能源结构。虽然潜在的可开发石油资源仍然很多，但是石油产量峰值总会出现。全球天然气储量丰富，未来还有很大的需求增长空间。全球丰富的煤炭资源对于人类文明进步和社会发展功不可没，但其造成的碳排放也更为严重，因此，煤炭使用渴望创新的减排技术出现，碳收集存储技术也就是在此背景下应运而生。

- 131/ 石油
- 135/ 天然气
- 136/ 煤炭
- 138/ 政策背景
- 139/ 能源供应战略
- 140/ 热电联产
- 142/ 碳收集存储和碳隔离
- 142/ 碳隔离
- 143/ 土壤
- 144/ 森林和泥炭地
- 145/ 海洋
- 146/ 碳收集和存储
- 149/ 碳存储
- 150/ 地质储碳
- 151/ 海洋储碳
- 152/ 储碳政策
- 153/ 欧盟的储碳政策

第六章 核能 /155

核能的发展历史可谓磕磕绊绊。切尔诺贝利核事故后全球对于核的热情一度陷入冰点，但近年来全球似乎对核电又重新燃起了兴趣，这背后的推动因素就是巩固能源安全和遏制气候变化。但核电开发所需的投资却是非常巨大，且存在核扩散

Contents

目录

风险，而且核废料的安全处理仍是当前核工业面临的一个悬而未决的问题。核工业的未来很可能将是发展和争议齐飞。

159/	核技术概览
160/	核反应
160/	核力
161/	衰变
162/	核能
163/	核电反应堆
165/	反应堆芯
167/	反应堆类型
167/	氧化镁和高级气冷反应堆
168/	水反应堆
169/	快速增殖反应堆
170/	新裂变技术
171/	核聚变
173/	核泄漏风险
176/	核扩散风险
177/	核工业的地位
179/	欧盟和核能
181/	核能开发成本
184/	核废料
186/	核废料的长期存放
188/	核退役
189/	核燃料来源
191/	乏燃料再加工
191/	核资源
193/	新的核燃料钍

第七章 可再生能源 /195

除了提高能效，未来我们还要大力发展可再生能源。
不同的可再生能源虽然有着不同的技术应用特点，但多数

可再生能源都表现出了不稳定性的共同特点。这要求我们在发展可再生能源时要做到因地制宜，还要尽力采取一切可能的措施确保可再生能源的使用不会影响到能源服务质量。可再生能源相对传统能源还未表现出竞争优势，但随着技术的进步，它们的开发成本也必然会出现下降。对于可再生能源，我们可以充满期待。

200/ 阳光入射率

208/ 光伏阵列

214/ 太阳集热技术

222/ 风能

227/ 水能

234/ 生物能

242/ 地热能

248/ 可再生能源技术的实施

第八章 能源未来 /253

在碳减排的背景下规划能源未来具有重要的意义。未来能源的发展必须要在各种减排机制下进行，然而一些减排机制却可能并不能真正促进能源结构的逐步转型，为此我们需要转换机制，以便把我们真正推向一个低碳化的能源未来。

255/ 氢与能源系统

258/ 市场机制和去碳化的能源系统

258/ 排放交易

259/ 碳交易

260/ 实际中的碳交易

264/ 清洁发展机制和联合实施机制

267/ 其他减排手段

268/ 演进中的能源结构



The Changing Energy Landscape

第一章 不断演化的能源形势

工业革命以来，人类文明取得了巨大的进步，但也消耗了大量能源，特别是以煤炭、石油和天然气为主的化石燃料需求更是增长迅猛。然而化石燃料的资源储量有限，这些资源不可能永久性地支撑世界的可持续发展。即使在一段时间内化石燃料仍能满足全球未来的能源需求，但它上涨的价格和供应体系的脆弱性也会给人类的生产和生活造成严重的影响。不仅如此，使用化石燃料还会导致全球气候变暖，而气候变化则会给人类的命运带来严重的威胁。因此，我们要重新审视当前的能源系统并逐步对它做出改变。

- 能源和国内生产总值
- 全球能源储量
- 能源的未来
- 能源供应的脆弱性
- 全球环境政策
- 2002年约翰内斯堡可持续发展世界峰会
- 巴厘岛路线图
- 碳交易机制
- 应对气候变化的两大战略：减轻还是适应