

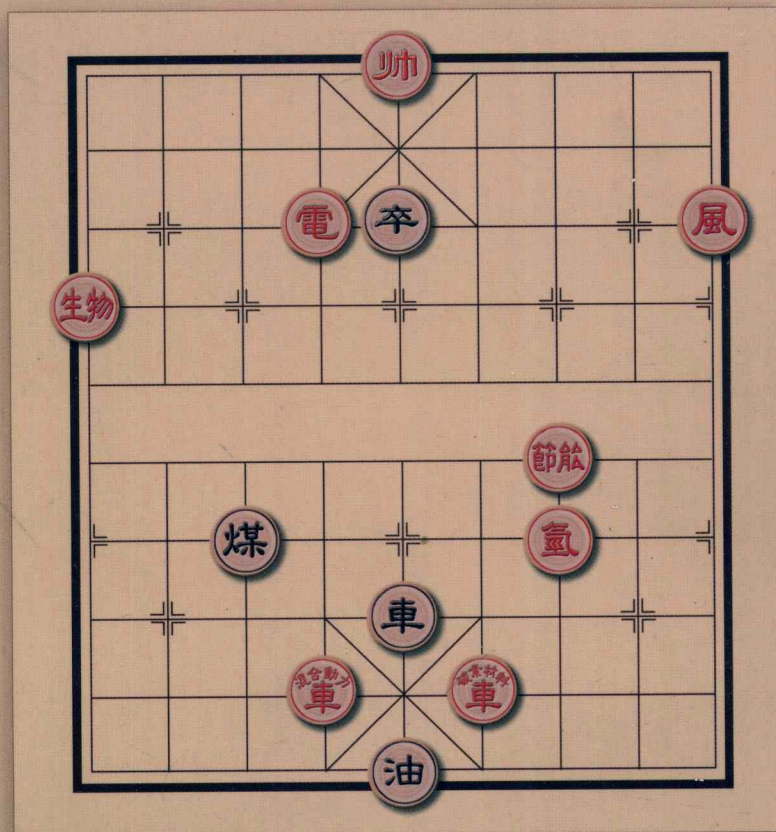
Winning the Oil Endgame

Innovation for Profits, Jobs, and Security

石油博弈

解困之道

通向利润、就业和国家安全



Amory B. Lovins, E. Kyle Datta, Odd-Even Bustnes, Jonathan G. Roomey, Nathan J. Glasgow 著

李政 江宁 译

易申申 Darrin Magee 译校

清华大学出版社

Winning the Oil Endgame

Innovation for Profits, Jobs, and Security

F471.262
L989

石油博弈 解困之道⁻³⁷

通向利润、就业和国家安全

Amory B. Lovins
E. Kyle Datta
Odd-Even Bustnes
Jonathan G. Koomey
Nathan J. Glasgow

著

李 政
江 宁

译

易申申
Darrin Magee

译校

F471.262
L989

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是一份写给美国商界和军界领导者的独立报告,它描绘了一幅如何使美国彻底地、完美地并且低成本地摆脱石油依赖的路线图。本书战略整合了4种替代石油的技术路线:将石油利用效率提高到目前的两倍,利用生物燃料、节约下来的天然气或者生产出的氢替代石油。在实现2025年GDP翻一番的过程中,充分利用当今最好的节能技术将会节约美国预期用量的一半,而且每桶油的节油成本相当于预期的一半,此外非石油燃料也会比石油更廉价。本书所提出的针对后石油时代的转型所采取的路线将会扩大消费者的选择范围和福利,并且会带来可观的商业利润。

Amory B. Lovins, E. Kyle Datta, Odd-Even Bustnes, Jonathan G. Koomey, Nathan J. Glasgow

Winning the Oil Endgame: Innovation for Profits, Jobs, and Security

ISBN: 1-881071-10-3

Copyright © 2005 by Rocky Mountain Institute.

Original language published by Rocky Mountain Institute. All Rights reserved.

Simplified Chinese translation edition jointly published by Rocky Mountain Institute and Tsinghua University Press.

本书中文简体字翻译版由清华大学出版社和 Rocky Mountain Institute 合作出版。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。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2009-0501号

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

石油博弈 解困之道:通向利润、就业和国家安全/(美)卢安武(Lovins, A. B.)等著;李政,江宁译. —北京:清华大学出版社,2009.10

书名原文:Winning the Oil Endgame: Innovation for Profits, Jobs, and Security

ISBN 978-7-302-19643-3

I. 石… II. ①卢… ②李… ③江… III. 石油经济—研究—美国 IV. F471.262

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第027144号

责任编辑:曾洁 洪英

责任校对:刘玉霞

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:19.5 字 数:435千字

版 次:2009年10月第1版 印 次:2009年10月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:65.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:023741-01

在您手中的是一份独立、翔实、清晰,而且广受认可的路线图,它将引领美国在商业利益的驱动下,在 21 世纪 40 年代完全摆脱石油依赖。它已经改变了人们对石油的谈论,人们的话题已经从“我们能否适度地减少石油进口?”变成了“为什么我们不干脆摆脱石油,而仅用今天石油开销的 1/6 来大大增强我们的经济和安全呢?”正如我将要描述的,本书中提到的很多意见其实很早就已经开始被采纳了。

当初我这本书是写给美国的商业和军事领导人的,我不知道它也会吸引中国领导人的关注(我本应该有这个意识的,因为 1999 年我与 Paul Hawken 和 Hunter Lovins 合著的《自然资本论》就在中国引起关注¹)。因此,当清华大学清洁能源研究与教育中心的李政教授安排清华大学出版社出版本书中文版的时候,我非常高兴,因为中美两国在石油问题上的态度对我们共同的未来将是至关重要的。

本书中译本得以面世,要感谢李政教授、江宁博士和他的翻译同事(特别是秦海岩)的大力支持和努力,以及 Eric Martinot 博士,落基山研究院的实习研究员 Darrin Magee 博士和易申申硕士,顾问 C. S. Kiang 教授,Christine Loh 教授和 Feng An 博士细心的帮助和精辟的意见。本书的出版还获得了能源基金会北京办事处的资金支持。我的合著者和我本人希望本书可以引起中国读者对石油问题的思考,并且希望他们能提出自己的看法来改进书中的不足之处。

但是首先我们要为以下四点道歉。第一,我们的写作目标主要着眼于改变美国的石油战略,它是写给美国读者的,所以我希望中国读者们能理解和原谅任何狭隘的或与中国国情关联较少的内容。第二,我们引用了许多美国的例子、隐喻和观点,希望中国读者可以用自己的类推来代替。第三,尽管美国现在逐渐开始使用国际单位制(SI)体系,我们写这本书时使用的还是美国已经过时的量度单位,而我们的中国朋友也希望我们还是保持原样。第四,当然,美国和中国有着很多巨大的区别。2002—2003 年度,我有幸在北京大学教授“自然资本主义”,这使我深刻感受到这些差别有多么巨大。令人遗憾的是,我自身对中国的了解仍然很有限,并且也没有时间为中国

¹ 2000 年,已故的中国共产党资深理论家李宝恒安排了《自然资本论》的翻译和出版事宜,由上海科技教育出版社出版。标价 8 元人民币的该书的电子版可以在下面的地址下载: www.chinesebook.com.cn/fenglei_book/booklist.asp。李政教授的同事,著名的经济学家董大林,也为该书更好地在中国读者中发行和传播起了很大作用。该书的英文版以及相关的补充材料可以在 www.natcap.org 上找到。该书已经被翻译成多种语言出版,其中也包括繁体中文版。

读者或从中国的角度来重写这本书。但是,我相信,这里提出的几乎所有技术和经济角度的分析,以及许多政策理念,都可供中国专家采用或借鉴,因为技术是不分国界的,更何况我们两国社会之间微妙的相似之处可能要比明显的差异更为重要。

我完成了这本书之后的三年,世界发生了什么改变?当时的世界还是个更安全的地方。数以千计的美国人和伊拉克人还没有以生命为代价来检验伊拉克是否会成为幼发拉底河上的新加坡还是有石油的南斯拉夫的问题。朝鲜和伊朗的核问题还不那么清楚。受不宽容的极端主义意识形态驱使的恐怖主义尚未在世界范围内广泛传播。气候变化问题还没有从一个很大的争议话题变为一个被广泛接受的全球危机。并且美国,这个最应承担制造这些问题的责任的,和最有能力解决这些问题的国家,也还没有失去过多的声望和信誉。

还有,负责处理沙特阿拉伯 2/3 石油的 Abqaiq 石化厂,以及负责运输其产品的两个码头中较大的 Ras Tanura 码头当时还未分别遭到第一次和第二次袭击(目前尚未袭击成功)。那时的主要产油国俄罗斯和委内瑞拉与美国的关系还比较好,尼日利亚也还较为稳定。恢复伊拉克的石油输出仍然还有希望。也没有报道说,科威特实际的石油储量还不到其之前声称的一半²。国际石油价格也还没有持续走高或者反复无常——更不用提那些一贯存在的频繁震荡了。

但是在中国,一些能影响全球能源市场的重要迹象从 2004 年起就已经开始显现³。中国现在是世界上第二大能源消费国,2007 年温室气体的排放可能已经超过了美国。2001—2006 年间,中国的能源消耗比预计快 4 倍,占全球总需求 15% 还多。2006 年,国际能源署(IEA)预测中国到 2030 年对能源的需求会占世界需求的 20%,超过了美国,也超过了欧洲和日本的总和。这一预测相比以往提高了 63%,也多于印度到 2030 年的预计能源需求。

在 2001 年,中国仅消耗了世界能源的 10%,而不是 25%,因为那时中国创造单位 GDP 价值的能耗要比 1978 年少 2/3。这个能耗削减力度可能是史无前例的——这是一种相当于每年 5% 的,快速而且持续的“剧烈”能耗削减。而与此同时,中国仍然保持了年均 9% 左右的经济增速,而报道的能耗增长仅为每年 4%。其结果就是中国的经济增长了 8 倍的同时,并没给能源消耗带来巨大的压力。但是,中国的能源需求增速与经济增长的比率在 1978—2000 年为 0.5,可为什么到了 2001—2006 年间,该比率一跃增至 1.5 呢?中国往日惊人的但是稳定的能耗下降,为什么突然转变成了能耗增长呢?令人惊讶的是,这段时间的能源强度增长其实仅有一小部分是由耗油、天然气以及电力的空调和汽车的需求而带动的。虽然这种需求已经至关重要,足

2 “石油储量计算:科威特研究”,《石油信息周刊》,2006 年 1 月 30 日出版, www.energyintel.com/documentdetail.asp?document_id=167229。关于这一点,官方的统计还有分歧;见 www.csmonitor.com/2006/0316/p07s02-wome.html。1985 年到 1990 年间,当石油输出国组织(OPEC)规定了按储量设置生产指标的时候,许多石油储量丰富的国家突然提高了他们声称的储量(没有被外界证实),同时也没有相对应的新的发现的报道。

3 关于这一点的大量的研讨可以在 D. H. Rosen 和 T. Houser 写得非常有用的“China Energy: A Guide for the Perplexed,”以及 2007 年 5 月,《中国的资产负债表》(美国战略和国际研究中心/国际经济学会)看到,也可以在美国劳伦斯伯克利国家实验室(www.lbl.gov)的关于中国的能源数据库或者和中国的专家讨论中得到。

以影响到中国将来的能源前景,但是目前能源需求增加的主要原因仍是结构性的,中国以前经历了从重工业转为轻工业的变革,现在却在剧烈地将这一变革逆转。在短短几年内,中国突然转变到了一个由基本原料生产主导的,非比寻常的发展模式。

虽然相比于经济合作与发展组织(OECD)成员,中国目前的重工业单位产值能耗通常要多 20%~50%,但是中国也在不断地努力提高能源使用效率。可惜在 2001—2006 年间,这些能效提高被淹没在各种高耗能的原材料工业的快速膨胀中了。2006 年,中国生产了世界上 49% 的平板玻璃,48% 的水泥,35% 的钢铁以及 28% 的铝,远远超过了本身的需求。中国在钢铁工业领域是世界上最大的生产者和出口者,但也正是钢铁板块消耗了整个国家 16% 的能源,也就是中国所有居民使用能耗的 3/5 还多;中国的铝业生产也是净出口的,它已经消耗了比整个商务板块消耗的还要多的能源;另外,化工产业的能耗也超过了交通行业。总体来说,2006 年中国的重工业占了 54% 的能源消耗,而 5 年前这一比例是 39%。

2001 年之前,中国采用的发展模式结合了它自身劳动力充足的特点,惠及全国人民长达 1/4 个世纪;但 2001 年之后,中国采用的是一种就业机会较少的,而且建立在能源、原材料、资本和技术等全球稀缺资源基础之上的新模式。原因何在呢?答案是复杂的,但是基本上说,是由于资本、地权、能源、水和环境承载能力的价格扭曲。同时,各个地方和省际之间的不良竞争、经济增长目标给地方政府带来的压力、过于分散的工业结构、全国目标与地方结果的不一致性、统计的不透明性都使得这一情况加剧。不幸的是,这样的一种发展模式又在政治上被强化了,不断巩固着该模式的公司比政府机构还要强势。这就意味着这种局面非常不容易改变。

然而,改变这些模式——以便更好地管理能源、安全 and 环境需求,重新平衡对外贸易,以及纠正有害的宏观经济的扭曲——是整个国家所急需的,而且中国所做的努力也已经初见端倪。眼下中国已经展开了一些关于对资本和土地使用权的激烈讨论,寻求这两者更有效的分配方式。环境和公共卫生面临的挑战,也将可能导致治污成本的内部化比预期实现得更早。随着这些生产要素变得越来越昂贵,我们可以预见到能源、原材料、劳动力和技术(随着知识产权保护的更加完善)的价格都会上涨。鉴于此,2008 年 1 月,中国国家发展改革委员会宣布了一条严格的新规定,从此将根据省级和地方官员是否能准确完成既定的节能目标而进行奖惩⁴。

所有这些形成了一种趋势,能够在中长期改正中国的向高耗能材料制造业过度分配资源的问题。从而也就消除了造成 2001—2006 年节能工作没有效果的主要障碍,如今一些成果已经开始显现了。而那时,能源需求的重心也会从对这些能源密集型原材料的生产转移到对其的使用上。对原材料的使用包括将其变为建筑物和消费品等的运作,可能会提高对电力和石油的长期需求。这就是为什么未来几年的头等大事是极大地提高那些新设备的效率:否则它们将会陷入一种长期的浪费性消耗模式,从而进一步危及中国的经济和环境。

举例而言,2002 年到 2006 年间,中国道路的客车数量翻了一倍,超过了 2500 万辆。仅 2006 年一年,就销售了 500 万辆新车。这些车辆来自全国 21 个省份的 33 家

⁴ 请看 www.gov.cn/gongbao/content/2008/content_848836.htm。

汽车生产商,而且他们也得到了当地政府的大力支持。几个比较可靠的西方预测都表明中国的机动车辆在未来的1/4个世纪里面将增至10倍,从3700万增加到3.7亿辆。如果这些机动车在能效上不提高好几倍的话,全球的石油供应都将面临严峻的挑战,25年后全球石油需求增长的1/4可能都来自中国。中国来自汽车尾气的CO₂排放量(占总量的6%)也将会随之剧增,与之俱来的还有大量农田被道路和停车场占据的残酷现实。

每年有超过1000万的中国人口从农村转移到城市,这种转移的代价是昂贵的,他们对住房的需求,占了每年产值大约2700亿美元的中国房地产业——占据中国总投资23%的一个产业——的绝大部分。中国开始显现出的效仿西方无规则城市扩张的局面令人担忧,与此同时西方国家也正在全力扭转这种过时的和具有破坏性的趋势。2006年,中国的交通行业基础设施建设吸收了大约1400亿美元的投资,其中一半以上是投向了高速公路,将近20%给了铁路。同时很多城市还在压缩自行车的生存空间以发展汽车。为了能让老百姓享有更高质量的生活,中国人民对自己社区的打造,是应该以汽车为中心,还是以人为中心呢?

一些更大的结构性问题也导致了效率的低下。中国的上游能源价格越来越受到市场竞争的影响,但是零售价格,尤其是汽油和柴油的零售价格,却始终被控制在一个较低的水平,这在2006年给中国的炼油厂商共带来了50亿美元的损失。长期以来,这一直比美国较低水平时的价格还要低,何况即使以世界范围的标准看,美国的燃料税也是非常低的(中国的汽油价格在2006年底的时候确实追上了美国的水平,但是柴油的价格还是要便宜1/5左右)。事实上,如果论改革速度,中国的能源板块也是在整个经济体系内最滞后的。该板块主要由市场来设定需求,并由一些少数的政府人员计划供应量,这导致了能源板块的结构和价格信号一味地倾向于供应的膨胀,远远地偏离了需求的最优化。因此,1990年到2006年间,中国石油使用逐渐达到了所有能源消耗的21%,也就是从每天230万桶升到了720万桶,大约占到了世界石油使用量的9%。中国的石油大约一半给了交通行业,剩下的给了工业(后者的比例比西方的要大得多)。但自1995年以来,中国油耗增长的42%都归因于交通行业。

中国是在中东之外的第四大产油国。中国石油天然气集团公司也是世界上第五大碳氢化合物生产企业(产量比埃克森(Exxon)公司还要多)。但是早在1993年,中国就不再是石油净出口国了。激增的石油需求,有限的储量,和并不大景气的自身产量,使得中国目前用的油几乎一半都已经是进口的。中国已经成为世界上第三大石油净进口国和第二大石油消耗国(排在美国之后,日本之前):过去的五年里,全球大约1/3的石油需求增长都来自中国,其主要原因并不是出人意料蓬勃发展的汽车业,而是重工业。还有,中国大部分的进口原油都购于现货市场的现状,储备水平的不公开,以及政府和国内石油公司之间频繁发生的价格紧张情况,使中国受起伏不定的世界原油价格所影响的局面越来越让人担忧了。

中国领导人很明智,他们很清楚不能在这个已经把西方和日本吞没了的石油陷阱里越陷越深。中国近期采取的节能标准,尤其是针对新车的,是走向原油高效使用之路的重要一步,之后还要一步步地减少用油,最终走向淘汰用油,这个过程对中国

和全世界来说都意义重大。我们希望本书能帮助这一目标的实现,并且能比以前预想的要走得更远、更快。

中国还需要很多的努力来克服结构性问题,要将美好的未来建立在对能源和资源超高效率使用的基础上。但我们的中国读者应该欣喜地看到自本书在 2004 年 9 月 20 日出版之后,一些令人欣慰而且得到广泛认可的进步已经开始显现了。本书的分析受到了企业界和军事界读者的广泛好评⁵,他们也正是我写这本书的目标读者,而且本书也经受了广泛的技术性检验。一些研究也已经证实了,书中所有的重大发现可能都是比较保守的,书中的建议也得到越来越多人的采纳。

2005 年年中的时候,落基山研究所发起了一个为期三年,初步耗资达 400 万美元(现在正在继续投资)的工程来使本书在美国的应用得到彻底的贯彻。我们的策略叫做“体制针灸”:就是去找到商业逻辑阻塞不畅的经脉和节点,然后用针插进去让它们的“气”流动顺畅。我们的这种不寻常的努力,受到私人捐赠者和慈善机构的大力资助,其效果也大大地出人意料。为了使美国能走上摆脱石油的道路,我们认为有六个领域必须有所改变。而我认为其中至少有三个,有可能是四个,已经突破了“引爆点”,也就是说改变它们所需的实质性努力已经变得更轻松了。这三个领域分别是:

- 航空。在我 2004 年写本书的时候,波音在落后于空客公司的情况下,刚刚开始了一个大胆的针对性措施:一种节能 20% 的 7E7 飞机,它有同样的价格和大大简化的结构,50% 由碳混合材料构造,并且非常容易建造和运营,后来改名叫做“787 梦想飞机”(Dreamliner)。波音这一建立在节能、轻质材料和设计集成之上的突破性竞争策略后来被证明是相当成功的。到 2008 年 6 月,波音已经销售了 934 架这种飞机(896 架已确认,38 架待定),以及 434 架的意向合同。这是历史上卖得最快的机型,目前接到的订单可以使它生产到 2017 年。波音现在计划在空客赶上来之前在每一架飞机上都采用同样的创新手段。并且波音打算再接再厉,利用目前良好的资金流来进行更高效的设计来巩固它的竞争优势。到目前为止,波音的策略已经成为了在商业史上一个伟大的逆转故事:仅仅用了两年的时间(如果从 2004 年的公开声明算到 2009 年的第一次交货,就是五年),波音就摆脱了困境,走向了成功。
- 重型卡车。本书中提到了如何通过一系列综合的改良来使重型卡车(8 级,18 个轮子)节能 3 倍,主要是在空气动力和轮胎上下工夫,使得整体的内部收益率达到 60%。为什么卡车购买者们尚未采取行动呢?我好奇地给一些和我们业务往来的,大企业的领导打了电话询问此事,他们每年购买重型卡车的数量占全美国大约 1%。正像我怀疑的那样,他们根本没有意识到这样一笔巨大的节约潜力的存在。因此我们安排了其中一家公司和它的供应商对话。他们很快发现前 25% 的燃料节约是无需额外成本的。但是他们又提出:“零成本还不够好,我们希望投资得到回报。你能帮助我们做什么?”就

⁵ 基本的反馈和书评都登在 www.oilendgame.com, 本书的英文版全文(包括本前言的原本),以及所有的本研究的技术细节附录(包括每一项计算细节和数据来源)都可以在这个地址免费下载。

这样,一个个利润丰厚的好机会迅速涌现了。2005年10月,这家公司宣布今后采购的卡车必须在未来几年中能耗效率提高25%(这个目标在2008年年底就基本上可以实现),然后到2015年能源效率提高100%,也就是翻一番。这个公司就是沃尔玛,世界上最大的公司。由于能节省几十亿美元的净现值,所以企业很有动力。沃尔玛巨大的需求拉动会使能源效率加倍的卡车进入市场,那时大家就都可以购买了。现在,我们正在努力扩大买家的联盟,从而敦促卡车供应商的革新,进一步研发3倍节能的设计(沃尔玛认为这是可以实现的)。沃尔玛与中国企业紧密的联系也会激励中国相关厂家清洁而且高效地生产出各式各样的节能设备。

- 军事。作为美国国防科技委员会下面两个特别小组的一名独立成员,我一直大力主张军队提高能源效率⁶。我也对在军队领导们开始重视运输(到战区的战场平台)中省出的燃料价值——至少超过它的价格一个数量级——印象深刻。本书中的估计在一个比较实际的范围内,再过几十年,把军事设备的平均能效提高到现在的3倍看起来是肯定能实现的,甚至可能是保守的。目前美国以及外国军事政策中令人懊丧的是,大部分战区内的伤亡都集中在运输车队和他们的守卫,而且这些车的燃料使用效率很低。所幸的是,这种情况给安全、经济和环保这三者目标的统一带来了一个很好的机会。军事平台的能效如果可以提高几倍,可以极大地减轻昂贵和脆弱的后勤保障的负担。革新的重点在于采用轻而且坚固的材料和增强马力等方面。这也会进一步促进民用汽车、卡车和飞机制造业等产业向3倍节能的目标前进——就像过去的军事研发带动了因特网、全球定位系统以及喷气发动机和芯片工业的发展一样。五角大楼也因此在美国政府部门中渐渐成为使美国摆脱石油依赖的领军者,大家今后也就不需要为石油而打仗了。

汽车行业有着笨重的规模和落后的文化,是最难也是最慢接受改变的部门。但经过17年多的努力,我很高兴地告诉大家,此行业中已发生了重要而快速的转变。我们在2004年预见到的潮水般的“创造性破坏”现在正在重塑这个行业,给领导者的思想观念带来了前所未有的冲击,迫使他们改变思维方式。自从我写这本书以来,美国汽车制造商三巨头之一(克莱斯勒),像许多其他领先的汽车供应商一样,已经被一家私人控股投资公司收购;三巨头中两家公司的CEO也被汽车行业的新人所取代。本书曾建议底特律效仿波音公司的竞争策略,福特汽车公司便聘用了波音商用飞机的主管作为其新的总裁兼首席执行官,意图在于转型。(我本人也是董事长Bill Ford转型顾问委员会中的一员。)2007年,我组织的汽车团队进行了两个汽车转型项目,无论哪一个均有可能改变这个行业,其中一个与汽车制造商合作,另一个与一批第一阶供应商合作,他们的效果都超出了我们的预期。一场从根本上对汽车行业进行的

⁶ 1999—2001年的报告登在 www.acq.osd.mil/dsb/reports/fuel.pdf, 2006年到2008年的报告在 www.acq.osd.mil/dsb/reports/2008-02-ESTF.pdf。其中附录E表明了关于开始实施提高军队的效率的新政策已经正式开始了。大部分的能效提高都来自技术的发展,当然也离不开良好的运行;美国的将军们对中国同仁们把军用飞机拖到跑道之后再打开引擎以节省燃料的办法刮目相看。

重新改革,在汽车经销商和美国汽车工人工会的支持下,正在迅速展开。

值得一提的是,本书中曾经提到的汽车轻型化策略,在 2007 年底的时候已经成为了全球汽车行业最有战略性的趋势。福特公司 2007 年 11 月份宣布该公司从 2012 新产品年度每一款车型都必须比现在减轻 113~340kg; 尼桑(日产)也宣布在 2015 新产品年度之前公司所产汽车平均减轻车重 15%。2007 年 12 月,中国吉利公司也开始推行汽车轻量化工程,目标是到 2010 年将其生产的汽车重量减轻 200kg。更令人瞩目的是,2007 年 10 月份,丰田公司在东京展示了一款 1/X 的概念车,一种碳纤维材料的四座车型,内部容量和普锐斯(Prius)一样,但是使用的燃料只有它的一半,重量也只有其 1/3。(420kg,其中 20kg 是额外的电池,使它成为插拔式的混合动力车。剩下的净重量 400kg,正是我在 1991 年预测的——曾被业界讥笑的——一辆优秀的碳纤维四座汽车应该有的重量。)此车的引擎容量为 0.5L,可选择采用不同燃料,并安放在后座的下面。在丰田宣布新车型的前一天,东丽工程株式会社(Toray),世界上最大的碳纤维制造商,宣布将在日本名古屋投资 300 亿日元,建造一个可以为丰田、尼桑(日产)和其他汽车制造商大规模生产碳纤维汽车部件的工厂。这两项决定标志和印证了建立在金属材料基础上的汽车行业的一个战略性转变。在 2007 年,丰田突出的转型能力让它的普瑞斯混合动力车在美国的销量已经超过了福特的开拓者(Explorer)——十年来卖得最好的顶级 SUV。丰田也凭借着这一成绩赶上了世界第一大汽车生产商通用公司。

与此同时,东丽工程株式会社的决定也得到了其他美国同类竞争者的认同。落基山研究所的一个名字叫做 Fiberforge 的子公司(www.fiberforge.com),现在已经有了自己的基础设备,能够为航空领域大量生产自动、高速、低成本的高级复合材料。印度的塔塔集团也发布了它独一无二的仅售 2500 美元的 Nano 汽车,号称“大众之车”。该车的诞生可以称得上是揭开了几十年来汽车领域的崭新篇章。在政策层面,美国汽车制造商对本书中提到的“费补”定价机制的建议非常感兴趣,这也可以促使企业更快地把更节能、成本更低的汽车推向市场,同时也为汽车厂商带来更多的利润。

燃料和金融领域的变化也是可喜的。从纤维素乙醇到正丁醇再到海藻油,一批令人振奋的可代替石油的新生物质燃料正从实验室走向市场,其中包括许多还没有公布于世的新突破。(我们的团队最近协助了一家纤维素乙醇厂进行重新设计,帮助他们节省了一半的蒸汽,3/5 的电力,以及 1/3 的资本成本。而且在这个过程中出现的一些最新技术还可以使成本进一步降低。)2008 年 2 月,理查德·布兰森(Richard Branson)先生的维珍(Virgin)航空公司在一架 A380 上实验了一种新的植物油造的航空燃料。全球的金融领域仅在 2007 年就在新的“清洁能源”上面投资了 1170 亿美元。

在这本书很多的预测中,我们都假定在 2004 年的春天之后就没有任何方面的改革创新了,但事实上,科技的迅速发展使我们的预测结果显得更加保守。以车为例,本书描述了一辆安全、马力大、超轻型、超低阻力并采用当今出色的混合动力系统的 SUV,如何可以节省当前其他型号所耗燃料的 72%,并只需在两年内就可按照美国或者中国的石油价格支付其额外成本(这是由于它是混合动力型,而不是因为它是超轻型的缘故)。新发明的纤维素 E85 乙醇燃料(含 85%乙醇和 15%汽油),将其每公

里油耗再降 4 倍,到达现有水平的 1/16。另外,氢燃料电池可以同时取代发动机和 E85 乙醇燃料。而这一系列可以节省大部分或全部汽车用油的方法,其实还没有涵盖全面。2007 年,落基山研究院在技术和商业模式上的创新,可以在相当普遍的条件下,使人们能够负担得起带插入发电功能的混合动力车,这将至少使汽车单位燃油行驶里程再翻一番。(在 2008 年初,落基山研究院新建了一家公司来将这种车型推向市场。)

此外,我们的分析还没有包括柴油机,因为柴油机是否有能力满足日趋严格的颗粒物空气污染标准的问题,我们还不好把握。2007 年,美国科罗拉多州的一家小公司(www.sturmanindustries.com)演示了一种数字控制电子阀门的新型发动机,适用于轿车、卡车、火车、轮船,以及其他特定的用途,可以带来高于柴油的效率,保证燃烧过程的清洁,并且成本较低,体积较小,重量较轻。这个概念性发动机可以在最短时间内,使内燃机的效率达到甚至超过燃料电池,而且还有很大的提高空间。与此同时,麻省理工学院的研究人员发现向汽车引擎中及时注射一点乙醇可以减缓燃烧过程,并可在 3 倍于正常压缩比率的情况下抑制燃烧爆震,此举给一种新引擎的诞生带来了可能,这种新引擎在产生同样扭力的情况下,体积可以减半,而且节能 1/4。当然,潜在的更多优势还在于它能够使得并不多的乙醇供应能够满足全国范围内的汽车的使用。

这些创新加强了另一项令人振奋的创新:交通工具中石油使用和电力系统的迅速融合。无论是中国还是世界范围内,二氧化碳排放量的近 2/5 都来自发电过程中化石燃料的燃烧。如果能通过一个“智能车库”连接到电网,插入式混合动力蓄电池,或燃料电池汽车的分布式燃料电池发电机则都可能变得非常重要,甚至成为电力供应的主导要素,最初可用于高峰荷载,将来可以满足更为广泛的需求。事实上,在 2004 年这本书出版不久之后,落基山研究院的研究就证实了,一场不可见的电力革命在世界范围内已经发生。“微电力”是《经济学家》杂志提出的命名两种分散发电方法的术语:

- 热电联产。主要靠燃气的燃烧,它替代了相互独立的发电和发热过程,节省了一半以上的碳排放,而且降低了成本;
- 分布式可再生电力。指除了大型水力发电站之外产生的所有可再生能源,落基山研究院和世界能源理事会的定义是单位机组容量小于 10MW。

2005 年,微电力在世界范围内生产了世界所有电力的 1/6,也就是世界新增电能的 1/3⁷。在十几个工业国家中,它提供的电力已经占总电能的 1/6 到一半以上不等。2007 年,中国、西班牙和美国分别增加的风能装机容量超过了全世界增加的总核电容量。全球核电工业预计到 2010 年,新增的核电量将达到 17GW,但是微电力每 15 个星期就能增加 17GW,较之快约 18 倍。

由于“负瓦”(节省的电力)每年可能节省的电量和微电力所增加的一样多,它们

⁷ 这些数据的更新可以在 www.rmi.org/sitepages/pid256.php#E05-04 找到。清华大学 Eric Martinot 博士做的一个类似的独立汇编刊登在 www.ren21.net,这个汇编采用了中国的惯例——小水电厂的上限是 50MW。

现在共同提供全世界至少一半的新的电力供应。所有集中式发电厂——煤炭、天然气、石油、核能和大型水电站——占有的市场份额明显下滑至低于 50% 的水平。此外,微电力和负瓦基本上全部由私人风险资本提供资金(仅 2007 年一年,提供给分布式可再生能源的资本为 710 亿美元),这和地球上任何新的核电厂都不一样,它们只由中央规划者购买。

为什么分散的解决办法会使集中式发电站的市场占有率迅速降低呢?这显然是因为它们的成本低,且具有较低的融资风险,最近的经验上的对比也证实了这一点⁸。这对中国来说有着非常重要的含义,中国的风能与核能发展目标差不多,但是现在更可能出现的情况是,风能成本仅为新核电站成本的一半⁹,这是根据最新的美国经验得出的。购买最便宜的、最快的能源品种无论对国家的发展还是对气候的保护这两项任务而言,都是最佳的选择。因为这种投资策略将不断替代燃煤发电。电效率的提高对这两项任务也起着独一无二的重要作用,并有着促进中国发展的特殊潜力。因为在重要的场合,与扩大电力供应(也就扩大了煤的消耗)相比,它只需要千分之一的资本,投资回收速度快了 10 倍,但可以达到相同的效果,从而可以把电力板块从一个资金消耗转化成为一个资金来源,用于为国家的其他购买需要提供资金。

中国已经是世界上领先的分布式发电大国,截至 2006 年已有 49GW 的装机容量,为核能装机容量的 7 倍,并且增长速度也比核能快 7 倍。在可再生能源的投资方面,中国已经处于世界领先地位,在 2005 年赶上了德国。中国的风能增加量在世界排名第五,在印度之后。今天至少有 50 家中国公司,大多在国内,从事风力涡轮机业务。2007 年,中国就已经打破了它原定的 2010 年的风电目标。目前的政策水平下,中国的可再生能源产业预计风能在 2020 年将达到 50GW(相比之下政策既定目标只有 30GW)。如果有更好的政策支持会达到 80GW,如果得到政策的全力支持甚至会达到 122GW,是原来 2020 年目标的 4 倍。中国具备的世界级风能资源和行业实力会使其在这一重要、稳定、环保的技术领域成为领跑人。

诚然,中国现在每个星期就增加 1000~2000MW 的燃煤电厂,它们大多是当地或省级项目,并没有获得中央政府的批准¹⁰。但我敢说,等到这种短暂的“煤炭热”遇到不断严格和提高了的节能标准和新兴的微电力之时,它们当中的多数最终将闲置或者关闭。效率和可再生能源已经吸引了大批蓬勃发展的民营企业。如果中国改革继

⁸ 关于这一点的详细阐述,请参照本书英文版第 258 页或者本书中文版第 235 页,我在《国际化的核工业技术》(2005 年 12 月)一书中有一个详尽的成本比较,可以在 www.rmi.org/images/other/Energy/E05-15_MightyMice.pdf 免费下载。该书的其他论述支持可以在 www.rmi.org/images/other/Energy/E05-14_NukePwrEcon.pdf 看到,我在英国皇家工学院做的一个演讲的版本在 www.rmi.org/images/other/Energy/E06-04_NucPwrEconomics.pdf。后期核电的成本估计将远远更高,关于这一点在即将于 2008 年秋由 Ambio 出版的一个新白皮书里面有总结,它的预览经过允许发布在 www.rmi.org/images/PDFs/Energy/E08-01_AmbioNucIllusion.pdf。

⁹ 美国 2007 年的政府关于风能地位的研究(www.eere.energy.gov/windandhydro/pdfs/41435.pdf)确认了风能的成本要比 2007 年中期的一份 Keystone Center 研究中的一个新核电厂成本的一半还要少,更新的核电成本显示仅为其 1/3。

¹⁰ 译者注:这是作者自己的理解,和中国的现实情况未必相符。

续鼓励更透明的投资决策和更具竞争性的电力市场,那么自身的电力需求将会变少,而且其中多数将会来自更小型、更良性的能源,中国也将变得更加安全、稳定和繁荣。能源安全性也将会因为其高效的使用而得到提高,分布式的可再生能源也可以增加对灾难性事件的抵抗力,比如中国 2008 年初的灾害性天气和“5·12”汶川大地震。我们也将共同迈向一个更富裕、更公平、更安全、更凉爽的世界。

当今世界,矿物燃料二氧化碳排放量的 42%来自燃烧石油,41%来自发电站。本书展示了几种有利可图的,而且广泛适用的方案来解决石油这部分问题。更好的电力解决方案也在不断涌现。中国有能力而且必须在这两个方面领导世界,中国非比寻常的能力和人才也使得这一切变得可能与合情合理。中国可以制定并实现一些大胆的目标,因为中国必须这样做。如果你觉得不会有像本书中所述的那么好的事情发生,请记住马歇尔·麦克卢汉(著名传媒理论家)的一句话:“只有微不足道的秘密才需要保护,重大的发现往往已被公众的怀疑所保护了。”

西方批评家经常声称,中国若不能减少煤和石油的燃烧或碳排放量,将重蹈美国和西方低效能源利用和技术老旧的覆辙。我不相信这一点。很多年前,中国国务院发展研究中心的马洪教授曾教诲我,如果不能非常有效地使用能源和资源,中国就拿出财力来发展,因为仅在能源供给方面的投资就将拖垮财政预算。我觉得中国的领导人明白这一点,并正在努力地恢复节约能源和生产能源的投资平衡。这就是为什么提高能源效率是中国第十一个五年计划的最重要的战略重点。中国的经济增长重点是建设大量基础设施、建筑物、车辆、工厂,这些基础设施的设计可以也必须在第一次便采取强有力的能源效率措施。我认为中国的能源产量提高必然会比它的经济增长更快,正如美国已经有了行之有效地提高能源效率的机制,在 2006 年甚至没有费劲就实现了能耗的降低(就像老子的一个概念那样:无为而治)。中国在绿色建筑和高效率的工厂方面已有了光辉的典范,它们只是需要广泛和快速的竞相效仿。

当然,这并不容易。2001—2005 年,尽管没有任何专门的政府指令,能源强度在美国下降了 8%,在印度下降了 11%,而中国在有政府指令的情况下却增长了 7%。需要指出的是,造成这个问题的社会力量,同样也可以解决它,只要找到近期结构扭曲的根本原因并扭转这一势头就可以。2006 年,美国的能耗强度下降了 4%(电力强度下降了 3%),与此同时 GDP 增长了 3%。这样总的能源、煤炭和石油使用就都下降了。这种情况也是没有特别的费力,就像所谓的“无为”,而且并没有引起人们的关注。想象一下如果美国人民真的开始关注了——就像中国人民一样——我们能做成怎样吧!

我们西方国家期待着被中国新诞生的例子所启发,并把我們最优秀的才能结合在一起共同学习。2006 年我曾有幸在加州举行的中国/美国气候峰会上做总结发言,加州的人均使用电力近 30 年来基本没有变化,同时人均实际收入却提高了 79%,节省了 1000 多亿美元和 65GW 的电力供应投资。当时我以一种可能让我们的中国客人感到惊讶的方式,说:“贵国的文化比我们的要长上五千年,贵国的头脑数量也是我们的 5 倍——而且很可能是更好的头脑。大约有 90%的造成西方工业革命的科学技术是在中国发明的;中国是世界上唯一一个 25 年内每年削减其能源强度 5%~8%(直到 2001 年)的国家;中国也是世界上唯一一个将提高能源效率作为

其国家发展首要任务的国家。可以肯定的是,此项任务的实施仍处于早期阶段,并面临许多巨大的挑战:任重而道远。但是,中国人民比美国人民有一个更好的能源效率政策基础,有更多有能力的领袖,士气更加高昂,工作更加勤奋。基于所有这些原因,我认为我们可以依靠中国来领导世界改变气候的不良现状。”

我觉得在使我们的国家和世界都摆脱石油依赖这个问题上,我的话依然没有错。我和此书的合著者真诚地希望这本书可以帮助中国的政府、军队、企业、组织、民间团体的领导者和创新者使梦想变为现实。中国在实现自己梦想的过程中,给我们带来的经验、智慧和努力将决定整个世界的命运。让我们不怕困难,怀着这个可以实现的愿望,共同生存、努力。

卢安武(Amory Lovins)

落基山研究所所长/首席科学家

2008年6月10日

本书英文版由落基山研究所(Rocky Mountain Institute, RMI)出版
www.rmi.org

致谢

本书的作者及 RMI 对给予该报告支持的有关人士及组织深表感激。我们对这些研究人员、支持人士、信息提供人士以及评论者、资助人士表示感谢。

免责声明

本书并不代表美国政府或美国国防部的观点或政治立场。只有本书的作者及 RMI 对该书的观点负责,而不是赞助商、序言撰写者及评论家。在表达这些观点的时候,作者们及 RMI 并没有致力于提供专业的咨询服务。希望得到专业协助或建议的读者可以咨询有关的专业人士。使用本书中的信息不涉及任何特许权。Hypercar 和 Body-in-Black 是 Hypercar 公司的汽车商标,Power by Hour 是 Rolls-Royce 公司的商标,Scotch Brand Tape 是 3M 的商标。Spectra 是 Honeywell 的商标,Chap Stick 是 Wyeth Consumer Healthcare 的商标。所有其他的商标、服务标志、注册的名称,以及图片等均属于其各自所有者的财产。大多数产品的图片都属于其生产商,可以从其对外网站上下载。本书作者在下载图片时,希望得到所有所有者的允许后,再下载图片,可是由于有的没有联系方式,在此向没有得到允许的所有者表示歉意,并深表感谢。尽管在准备本书时,本着学术的原则,但是本书作者、出版商、序言作者、评论人士不对本书中出现的错误、遗漏承担任何责任,不对任何因为使用本书中的信息而带来的损失负任何责任。我们尤其不对因为使用本书中的内容而引起的直接或间接的责任、损失、风险等负任何责任。我们也不对我们网站上的链接包含的内容负责任。该报告不涉及保密,不包含任何秘密性或私人产权性的数据。

译者声明

对本书的翻译,并不代表译者对于书中观点或数据的认同或肯定。由于译者水平所限,在翻译过程中出现错误及疏漏在所难免,译本仅供读者参考。我们不对因为使用本书中内容引起的直接或间接的责任、损失、风险负任何责任。

封面说明

封面棋局选自中国四大残局之“千里独行”。该局特点为双方交锋过程中,车、马、卒和将(帅)、士、象等均各尽所能,充分发挥攻防战斗力,形成“将士象柔中有刚,车马兵攻中有守”的局面。用以象征书中提出的多种措施并举,最终解开陷入僵局的石油博弈的战略构想。

本书中提到的《技术附件》,可在 www.oilendgame.com 下载。

书评

本书作者对中国的情况相当了解,而且观察客观,分析准确……他(在前言中)说,中国能源的需求是由市场决定的,但是供应方却是由少数计划人员在规划,结果是远远地偏离了需求的最优化……这本书的作者不但是能源方面的专家,也是经济和政策方面的专家。我认为这本书非常值得一读。

——著名经济学家 茅于軾

本书的翻译和出版……像“及时雨”一样提出了在汽车领域“提高能源利用率”、“汽车轻量化”、“替代能源和能源多元化”等方面的建议,在21世纪“节能减排、摆脱对石油依赖”的战略方向和目标层面上,它能启发我们“开拓思路、大胆创新”。这是一本很有价值的书,是值得我们学习、研究的书,是中国各有关领导、有关政府部门及汽车界、工程界、能源界等科技工作者值得阅读、研究和思考的好著作。

——中国汽车工业协会副秘书长 荣惠康

如何面对目前能源、环境的严峻形势?……其最最重要的是调动一切力量,科技的、体制的、政策的、文化的、道德的……来节省能源,来保护环境。本书作者对汽车节能,从多个角度,尤其是从政策角度,层次分明地做了阐述,是一本广大能源工作者值得一看的书。

——清华大学 倪维斗院士

中、美当前对石油短缺有相通的处境,该书一些观点对我们有重要的参考价值。我认为当前中国也急需类似的著作。

——原中国汽车工业公司董事长 李刚

本书将有助于掀起、鼓动和宣告一场关于能源、安全、经济 and 环境的,全新且必要的变革。这对我们所有人来说都是至关重要的。

——皇家荷兰壳牌集团前董事长 马克·司徒慕德爵士

关于石油和氢能

我们已经踏上了石油时代的终结之旅。所有正在为现代化而奋斗的国家将做出不同于我们曾经做过的选择,而且必须做出选择。甚至当今的工业动力也将实现能源使用方式的转变……随着其他类型能源的不断增多,富碳燃料所占的市场份额将逐渐较少。因此,能源公司面临的选择是:拥抱未来,认识到多样化燃料的需求将持续增长;抑或无视现实,慢慢地——但却是不可避免地——被时代抛弃。

——麦克·鲍林(Mike Bowlin)

ARCO 公司董事长兼首席执行官,美国石油研究所主席

1999 年 2 月 9 日¹¹

我个人认为,我们正处在石油时代的巅峰期,同时也是氢能时代的起始阶段。其他形式的能源不过是过渡产品。这个过渡时期将异常复杂,将会产生多种互相冲突的技术路线,但最终将归于氢能和燃料电池。

——赫尔曼·奎伯斯(Herman Kuipers)

壳牌全球解决方案公司(SGS)创新与研究部,商务组经理

2000 年 11 月 21 日¹²

传统意义上的石油公司已经时日无多,部分原因是燃料电池等新兴技术的出现……

——彼得·比节(Peter I. Bijur)

Texaco 公司董事长兼首席执行官

20 世纪 90 年代末¹³

市场作用、温室效应和技术创新正塑造着我们工业的未来,并将无情地迫使
我们走向氢能时代。那些不能顺应潮流的人……将后悔莫及。

——弗兰克·因格里斯利(Frank Ingriselli)

Texaco 技术投资公司董事长

2001 年 4 月 23 日¹⁴

¹¹ Bowlin 1999。

¹² Kuipers 2000。

¹³ Bijur, 日期不详。

¹⁴ Ingriselli 2001。