

能源大转型

气体能源的崛起与下一波经济大发展

罗伯特·海夫纳三世 (Robert A. Hefner III) / 著

马圆春 李博抒 / 译

THE GRAND ENERGY TRANSITION

The Rise of Energy Gases, Sustainable Life and Growth
and the Next Great Economic Expansion



中信出版社 · CHINA CITIC PRESS

能源大转型

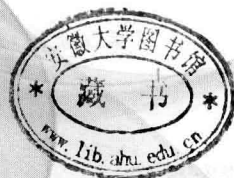
气体能源的崛起与下一波经济大发展

罗伯特·海夫纳三世 (Robert A. Hefner III) / 著

马圆春 李博抒 / 译

THE GRAND
ENERGY TRANSITION

The Rise of Energy Gases, Sustainable Life and Growth
and the Next Great Economic Expansion



图书在版编目 (CIP) 数据

能源大转型 / (美) 海夫纳三世著; 马圆春, 李博抒译. —北京: 中信出版社, 2013. 8
书名原文: The Grand Energy Transition: The Rise of Energy Gases, Sustainable Life and Growth,
and the Next Great Economic Expansion
ISBN 978-7-5086-4029-7

I. ①能… II. ①海…②马…③李… III. ①能源研究-研究-世界 IV. ①F416.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 106280 号

The Grand Energy Transition: The Rise of Energy Gases, Sustainable Life and Growth,
and the Next Great Economic Expansion by Robert A. Hefner III

Copyright © 2009 by Robert A. Hefner III

Simplified Chinese translation copyright © 2013 by China CITIC Press

ALL RIGHTS RESERVED

本书面向全球发行销售

能源大转型

著 者: [美] 罗伯特·海夫纳三世

译 者: 马圆春 李博抒

译 校: 陈卫东

策划推广: 中信出版社 (China CITIC Press)

出版发行: 中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲 4 号富盛大厦 2 座 邮编 100029)

(CITIC Publishing Group)

承 印 者: 三河市西华印务有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 15

字 数: 208 千字

版 次: 2013 年 8 月第 1 版

印 次: 2013 年 8 月第 1 次印刷

京权图字: 01-2012-7304

广告经营许可证: 京朝工商广字第 8087 号

书 号: ISBN 978-7-5086-4029-7/F·2933

定 价: 35.00 元

版权所有·侵权必究

凡购本社图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由发行公司负责退换。

服务热线: 010-84849555 服务传真: 010-84849000

投稿邮箱: author@citicpub.com

序一

我和海夫纳先生认识，得助于我们共同的朋友何潮辉先生的介绍。由此我知道，海夫纳先生作为企业家，也可以说是能源思想家，是美国能源界的风云人物，他一辈子都在和天然气打交道。1984年，接到时任中国石油工业部部长唐克的邀请，海夫纳来到四川寻找能源领域的商业机会，从此和中国结下不解之缘。在近三十年的时间里，他结合理论与实践，不遗余力地推动中国能源界对天然气的重视。这次通过与中国能源网及中信出版社合作，翻译出版他的心得著作《能源大转型》，无疑是他努力的继续，也得以使我们可以系统地了解海夫纳的观点和成就。由于各种众所周知的原因，海夫纳还没能在中国复制他在美国的成功故事，但美国在页岩气方面突飞猛进的发展，以及四川盆地页岩气资源的勘探开发，正在对世界能源格局产生颠覆性影响，也直接佐证了海夫纳关于天然气资源的论断。

海夫纳认为，天然气是唯一清洁灵活、储量丰富的能源，中国和美国都应该快速转型到使用国产天然气为主要的能源来源。在20世纪90年代，当我还在中金公司的时候，我的同事蔡金勇、朱寒松就大力宣传应提高天然气在能源消费中的比重，作为他们的支持者，我也和他们一起呼唤，一些激进的企业家、经济学家和银行家，甚至提出了天然气经济的理论，但这种观念在当时并不被人接受。我们那时的努力可以称之为“天然气梦”，看今日之美国，海夫纳的努力已经梦想成真。目前，天然气占全球一次能源消费的比

重约为 24%，英国、荷兰、意大利等欧洲国家，该比重已达 40%，而中国这一比重才近 5%。煤炭在中国能源结构中占比过高，不仅能源使用效率低下，更导致燃烧排放物对环境污染严重。现在北京雾霾问题日益严重，元凶并非汽车，而是京津冀地区近 4 亿吨的燃煤消费。天然气是中国最应重点发展的清洁能源，京津冀地区如果可以减少 1.5 亿吨的燃煤消费，按标准煤折算相应增加 1 200 亿立方米的天然气消费，这相当于是 2012 年全国天然气消费量的 80%。要满足这么大的天然气增量需求，重点是开发国内非常规天然气资源。二十多年前，海夫纳先生就前瞻性地指出中国拥有庞大的陆上天然气资源，特别是四川盆地蕴藏丰富，而这一认识直到最近才成为共识。美国通过页岩气革命，能源发展回到“脱碳”和气体能源轨道上，使能源独立有可能成为现实。尽管中国和美国地质构造不同，开发条件有差异，但中国非常规天然气发展前景同样巨大。海夫纳先生希望中国可以少走美国在能源发展上的弯路，尽早、尽快推动由固体能源向气体能源的转型。

在海夫纳先生看来，能源转型有三方面的推动力，分别是政府干预、领导力和个人行为，他并不主张政府干预。中美国情不同，我认为，中国加快实现向气体能源的转型，积极的政府干预必不可少。中国的石油发展史上有两个成功经验，一是上世纪 60 年代的“大庆模式”，搞石油会战，集中资源办大事，另一是在上世纪 80 年代引入国际通行的产品分成合同模式，成立中海油，对外开放并合作开发中国近海油气资源。非常规天然气的发展，也可以借鉴这两个经验，似可考虑成立由三大石油公司、中投等国有机构投资者、社会资本共同参股的国家级非常规天然气公司，以加快页岩气、煤层气、页岩油等非常规能源的发展。

厚朴投资董事长
方风雷

序二

2006年12月的一天，中国企业投资协会副会长、高盛高华证券公司董事长、著名投资家方风雷先生把我叫到他办公室，给我一本小册子，同时交给我一项任务——将这本小册子作者的观点推荐给中国能源行业的领导，促进中国天然气产业的大发展。

这本名为“能源的气体时代：发挥全球表率作用的机会”的小册子，作者就是罗伯特·海夫纳三世。我拿到这本小册子，一口气连读了三遍，对作者的观点产生了极大的共鸣。从1997年我发表第一篇《关于我国天然气资源概况及使用方向的建议》的论文起，就一直极力鼓励国家应大力开发天然气，积极利用天然气治理环境污染，提高能源效率，改善城市公共设施，并通过天然气促进能源结构的大调整，依靠天然气拉动经济实现可持续发展。海夫纳先生长期从事天然气勘探开发，他具有革命性的天然气成气理论极大地鼓舞了我们，进一步支撑了我们对地球蕴藏极为丰富的天然气资源足以确保人类百年文明的认识。

此后，我们将这本小册子发给了国家发改委、国务院能源领导小组办公室、能源局等各部门主管领导。2007年6月7日，我们有幸邀请海夫纳先生到北京，与包括国家能源领导小组办公室徐锭明副主任，著名油气地质学家、中国工程院翟光明院士，中国石油天然气股份有限公司副总裁胡文瑞（2011年当选为中国工程院院士），中国能源学会副会长、前发改委

能源所所长周凤起，国家安全生产监督管理总局办公厅主任兼中国煤炭工业发展研究中心主任郭云涛博士以及新华社世界问题研究中心资深研究员杨元华等专家，在方风雷副会长的主持下进行了深入对话，并将讨论纪要进行了更大范围的传阅，他的观点也被多篇文章引用，得到了广泛的传播。

海夫纳先生的观点极大地影响了中国能源界，越来越多的人开始逐步接受他的观点，此后世界能源发展的大趋势也进一步印证了他的真知灼见。海夫纳先生说，1990~2000年这十年，全球共发现了37个大油田，储量380亿桶；同期发现的40个大气田，储量相当于1200亿桶石油当量，几乎是石油的三倍多。进一步研究发现，这些油田储量中有30%~40%是以天然气折合油当量换算而来的，如此一来天然气几乎是油的6倍。作为一个地质学家和勘探专家，海夫纳坚信未发现的气田要比油田多得多。

他在研究中发现，南美、美国、加拿大等地的地层中都有天然气不停地泄漏。他还曾乘坐潜水艇到深海海底，与研究机构一同考查，发现地球5%的海底都有甲烷气体漏出现象。他认为这可能是海洋深处大量天然气水合物的成因之一。在他看来，石油仅仅是碳氢化合物中很小的一部分，由于天然气可被压缩，所以会大量存储在地壳深处的多种岩层之中。

为此，海夫纳从上世纪70年代后期开始，在美国国会先后18次作证，坚称地球上的天然气资源非常丰富。而埃克森美孚石油公司却坚称，天然气即将耗尽，到1978年或1979年将面临枯竭。这种观点很像石油峰值理论，支持这一理论的专家多半与大石油公司和华尔街密切相关，因为只有让人们误以为石油稀缺，才能推升石油的价格赚更多的钱。埃克森美孚石油公司声称美国的天然气储量只有2.8万亿~8.5万亿立方米，而海夫纳先生的估计是他们的5~7倍，如果加上页岩气资源还将增加50%。多数专家支持了海夫纳的观点，后来事实也证明了天然气资源极其丰富。此后美国页岩气、页岩油和致密砂岩油等一系列技术突破，油气产量的迅速增加，不仅使美国摆脱了对中东石油的依赖，有望实现梦寐以求的“能源独立”，并进一步延伸成“再工业化革命”，改变全球的能源、经济和金融格局。

在 2007 年的那次交流中，海夫纳先生让我们开始第一次关注到页岩气资源，此时距离德文公司推广米歇尔的页岩气水平井和水力多级压裂技术只有一年时间。在海夫纳先生看来，有油的地方一定有气，有气的地方则不一定有油。大部分气田都在油田之下，而且气田比油田普遍更深。不仅如此，能找到煤的地方也能找到天然气，在美国很多煤矿都能找到天然气，这不仅指煤层气，因为在一些煤田下发现了大型的天然气田，这似乎也预示着天然气和各种碳氢化合物之间复杂的伴生关系。

海夫纳先生来自石油世家，他的祖父 1903 年就在美国勘探石油，他的父亲也继承了石油勘探。他毕业于俄克拉何马大学地质学和地质物理学系，从 1955 年大学时代起，他就开始对天然气产生极大的兴趣，并持续研究，积极尝试、不断创新。他是一个世界级的深井钻探专家，深井技术更多地用于天然气的钻探开发。他对中国的影响并非仅限于此，1984 年他第一次来到中国，应邀参加广州的一个国际能源会议，并极力宣传天然气将是人类未来最佳的能源。地质部邀请他到北京会见了石油工业部部长唐克。

唐克部长对他能钻到地表 1 万米以下，承受 15 000 磅/平方英寸的高深度、高压、高温技术非常感兴趣。从此他开始了和中国石油界的密切交往。1985 年 1~2 月，他应邀到四川省进行天然气勘探开发的研究，在西南石油的配合下进行了地震和地质研究考查，并进行深井钻探，为后来四川盆地天然气开发提供了支持。他对中国西部、鄂尔多斯盆地、四川省、内蒙古等地的地质资源情况进行了研究，得出结论，中国是有巨大天然气藏量的国家。1986 年和 1987 年，他与地质部和石油工业部进行探讨，得出的结论是中国和美国的常规天然气资源基本相当，大约有 20 万亿~30 万亿立方米。

他不遗余力地宣传和推动中国发展天然气，建议中国用天然气替代煤炭和石油，通过天然气的灵活性容纳更多不稳定、不确定和不可靠的可再生能源如风电、太阳能、小水电和生物质能等，并通过分布式能源技术提高对天然气的综合利用效率。他先后撰写了《全球能源的未来、亚洲的机遇和中国的明智选择》等数篇文章并自费印刷发布，自费一次次来华宣讲。《能源的

气体时代：发挥全球表率作用的机会》一文就是希望中国抓住“发挥全球表率作用的机会”。遗憾的是，在当时那个热衷国民生产总值，不惜透支资源环境、健康、财政、民心和道德的氛围下，决策者未能认真听取他的建议，不仅没有做出明智的选择，还错失了为全球表率的机会，将自己的美好家园变成了全球最乌烟瘴气的地方，使中国成为能源消耗最多、温室气体排放最多、生态环境恶化最快的国家，成了全球的众矢之的。

所幸的是，中国共产党十八大新一届党中央将“大力推进生态文明建设，努力建设美丽中国，实现中华民族永续发展”作为团结带领人民为之奋斗的时代新目标。习近平主席表示，决不以牺牲环境为代价去换取一时的经济增长，不搞竭泽而渔式的发展。要对人民群众、对子孙后代高度负责，真正下决心把环境污染治理好、把生态环境建设好，努力走向社会主义生态文明新时代，为人民创造良好的生产生活环境。

在海夫纳先生“全球能源转换曲线图”中的世界能源结构历史，煤炭替代了木柴，石油取代了煤炭，现在是人类再次实现大更替的转折点。21世纪的能源结构将是分布的、非资金密集的、复杂化的、高度智能和多种技术相互融合的。海夫纳说，中国为了真正实现和平崛起，还是必须将其以煤炭和石油为主的能源结构，转为更加节能环保的21世纪能源。在人类文明漫长的发展过程中，人类已再一次准备好迎接能源来源和能源科技的转型和长期变革。为了做出恰当的抉择，政策制定者必须时刻意识到能源的投入对经济的影响可能与资金的投入同样重要。能源对经济的作用并不是中性的，它对经济生产力和效率一直有着至关重要的影响。毋庸置疑，煤炭和石油过度使用已经导致庞大的外部成本，需要整个社会透过增税、环境补贴、医药补贴、牺牲民众健康和生活水平以作补偿。政策制定者必须明白，正确的能源选择不仅可以转化为经济增长潜力，还可以降低环境治理和公共卫生代价。

中国要下决心把环境污染治理好，把生态环境建设好，关键一步就是调整能源结构，减少高污染的煤炭石油消费，增加清洁能源和可再生能源的供

应。以煤炭为主的能源结构，能源利用效率低下，生态环境负担沉重，造成一系列经济、社会、环保、政治和外交问题，中国急需，也必须进行能源结构的彻底调整，其中积极开发和合理利用天然气，必须成为打造中国经济升级版的重中之重。

韩晓平

中国企业投资协会金融委员会副主任

中国能源网 首席信息官

序三

罗伯特·海夫纳三世，美国 GHK 勘探公司的创始人，他不仅是美国深层天然气勘探开发的先行者、著名的能源企业家，也是一位眼光独到、思想深刻的思想家，一位哲人。作者“一生都在勘探生产天然气，并研究社会中的能源使用情况”，《能源大转型》一书就是要把自己关于“能源大转型的独特经验和理论分享给美国民众、议会、奥巴马总统及其政府”。现在中国能源网研究中心和中信出版社翻译并出版这本书，把海夫纳先生的经验和理论介绍到中国来是恰逢其时，非常有意义的事情。就像海夫纳先生在其中文版序言里讲到的那样，“今天，石油和煤炭污染危害着‘中国梦’成为现实。天然气是唯一清洁灵活、储量丰富的能源，可以在未来十几年内大规模取代煤炭发电和交通运输领域石油使用，从而消除这些污染”。“实现‘中国梦’——这个梦想不仅对中国人民，同时对我们所有的人都至关重要，因为我们都是‘中国梦’成功实现的利益攸关者”。

我听过海夫纳先生的讲演，他还单独向我讲解过他那张著名的能源转型图：能源大转型就是离开固体和液体燃料，迈向气体能源新时代。能源转型是人类文明不断进化和能源技术不断进步的结果，是一个不断累积和不可逆转的过程。海夫纳的理论基础是能源资源的重新分类，煤炭、石油和天然气不再被看成是独立的燃料，也不再简单地把它们归类为化石燃料，而是考虑能源资源的物理形态如固体、液体或气体。新的分类，新的视角，石油一类

的液体燃料只不过是人类从漫长的固体燃料时代到无穷的气体燃料时代的一个暂短的中间过渡性的燃料。看完这本书再回想起当时对话的情形，其实我当时并没有理解海夫纳先生的深刻思想。为写序我认真通读了全书，对他的思想有了一定的认知，虽然我还不完全认同他“气体能源是无限的”和人类将进入单一“气体能源”时代的结论，但我认为海夫纳先生关于固体能源、液体能源和气体能源的分类是一种“创造性破坏”，创立了自己的能源转型逻辑和理论体系。

海夫纳先生通过这本书向我们展现了在他心目中的这幅人类千年能源转型的历史画卷。我相信所有关注能源领域的人，包括行业里的从业人员、研究人员、专家学者，乃至政治家，不论你是否认同他的理论，凡读过这本书的人都会对他的执着、他的专注、他的胸怀和他的远见所感动，都会有所思考、有所感悟的。

海夫纳先生不仅仅是个思想者，他也是一位执着的实践者。海夫纳先生为清洁灵活的天然气奋斗了一生，他也有一个梦，就是推进能源由固体燃料向气体燃料的转型。他上世纪70年代早期就参与了美国国会关于制定能源、尤其是天然气政策的听证，至今海夫纳参加了18次国会关于能源的听证会。近四十年来，一直坚持的一个观点就是美国拥有丰富的天然气资源，任何认为天然气是稀缺资源的观点都是错误的，因此任何限定天然气使用的政策都是错误和有害的。只要尊重市场规律，让“看不见的手”来调剂供求关系，能源转型就能实现，人与自然就能和谐相处。美国过去几十年走过的弯路和后来的页岩气革命都雄辩地证明了这一点。

20世纪80年代，海夫纳先生应中国政府的邀请考察了中国的天然气资源，他认为中国的天然气资源与美国一样丰富，希望中国能采取积极的态度大力发展和利用天然气。时至今日，事实证明当时海夫纳先生对中美两国天然气资源的判断都是正确的，但当时同样都没有得到两国政府、业界和社会的认同。

他认为，能源转型之所以很缓慢，因为这与个人生活习惯的改变有关，

改变个人的生活习惯是个十分艰难且漫长的过程。能源转型的影响范围很广，它关系到个人、家庭、企业和政府的日常能源消耗。能源转型需要三种推动力，分别是政府干预、领导力和个人行为。

在海夫纳先生看来，能源转型是必然的，但又不是自然而然的过程。如果政治家领导者没有“创造性破坏”的魄力和勇气、如果政府只计较眼前利益而没有长远的规划、如果社会大多数的民众没有对自身长远利益的认识和争取，能源转型的进程就会停滞甚至逆转。

海夫纳在书中以美国政府在能源领域的宏观经济干预为例，说明看得见的手是如何阻碍了能源转型并阻碍了人类社会进步的。美国立法禁止清洁低碳的天然气在发电和新型工业两个能源领域规模最大、发展速度最快的市场中使用。因此，这两个市场只能通过增加煤炭和石油的使用来满足日益增长的能源需求。其结果是大约 100 亿吨二氧化碳排放到大气中，这原本是可以避免的。这两种高碳能源的大量使用虽然满足了经济增长的需求，但却几乎中止了能源系统的脱碳进程。结果造成人为排放的二氧化碳量激增，危害到地球的大气层。我们为这一轮经济扩张付出的代价包括全球污染、能源和经济安全问题，以及当前大气层二氧化碳的大量聚集。

这些从 20 世纪 70 年代末开始实行的政策，尤其是在美国这一世界能源领导者和世界上最大的能源市场中实施的能源政策，阻碍了能源大转型。这些真实的外部成本在 20 世纪 70 年代开始激增，因为煤炭和石油的使用量激增，中东石油危机后用于保障石油自由流通的安全成本提升。从而导致了三大能源风险的形成。第一大风险是日益扩大的灾难和未来应对气候变化的大量成本支出；第二大风险是大量财富向石油输出国转移加剧了全球金融体系的泡沫化，加剧了全球经济的不平衡；第三大风险是潜在的持续升级的全球地缘政治紧张局势可能导致更大的石油战争，甚至开启新一轮的冷战。

里根时代，美国政府的政策回到了正确的轨道，放松管制让资本重新大规模进入天然气领域，取消了天然气发电和工业使用的限制，被压抑的企业家精神再一次在天然气工业发扬光大。正是亚当·斯密强调的那只“看不见

的手”创造了“页岩气革命”的奇迹，美国能源轨迹重回“脱碳”和气体能源的正确轨道上。美国能源独立有可能成为现实，能源转型将推动新的工业革命的出现，美国再一次成为能源转型的旗手。

然而，今天的世界只有美国的进步是远远不够的，还得有中国。中美这两个世界上最大的能源消费国、二氧化碳排放国、近期和未来最大的经济体，结成能源联盟，才能闯开这条能源转型的新道路。海夫纳先生希望中美两国结成能源联盟，并和全世界所有国家团结一心，形成合力，共同推动能源大转型。能源联盟有责任为技术研发制定积极的政策，并提供资金，从而使人类在 2050 年实现地球上可持续生存与发展。

在这个大变革的时代，创造、创新和发明爆炸式地增长，出现了大量意想不到的全新机遇。煤炭为工业革命时期的经济大爆发提供能源，石油为二战后的经济大爆发提供能源，把世界变成了今天全球化、高度互联的世界。同样气体能源时代也会为前无古人的经济大爆发提供充足的能源。

希望通过翻译和出版海夫纳先生的这本《能源大转型》，搭建起一个新的能源界对话平台，增加相互的了解，增进对能源转型的共识。我想这也是中国能源网研究中心和中信出版社的愿望。

这本书增加了我的知识，开阔了我的思路，让我看到了美国能源精英的所思所想，祝本数的读者们同样开卷有益，有所思考，有所收获。

陈卫东

2013 年 6 月 18 日于北京

中文版序言

习近平宣布要带领中国人民走向“中国梦”，这个梦想，我曾于1985年在四川待了3个月清晰地看到，邓小平主席的改革政策正在发生。当时我说，“钟摆已经开始摆向另一端，将带动中国在21世纪全面发展，充分发挥其潜力……中国崛起对我们的子孙后代来说，将比任何一件事都更有深远影响。”因为我自身就坚信“中国梦”，所以在1994年初，我就曾告诉克林顿总统：“美国和中国将成为未来一个世纪最大的两个经济体。”

GHK公司作为天然气勘探和生产的专家，长期致力于深层高压天然气的勘探和生产，这和四川省的地质状况相似。时任石油工业部部长唐克先生邀请我们研究中国的天然气潜力，我和GHK公司团队一起来到四川，随后他也成为我多年的好朋友。

我们对四川、鄂尔多斯、塔里木和其他盆地做了深入研究，研究结果令我们震惊，这和美国陆上盆地和天然气潜力是如此相似。我们向石油工业部、地质部和其他科学组织上报，中国的天然气资源应该约等于美国，当时我估计的结果是至少1100万亿~1400万亿立方英尺（或30万亿~40万亿立方米），1993年，我的估计上升到约3000万亿立方英尺（或84万亿立方米）。因此，我对中国的建议和我长期以来对美国的建议一样：我们这两个经济体应该快速转型到使用国产天然气为主要的能源，在美国，我们应该立即开始逐步减少发电的煤炭和交通运输领域的石油，中国也应使用清洁的天然气以满足其巨大的

发电和交通领域的能源需求，而非煤炭和石油。我建议中国不应跟随美国工业和城市的发展步伐，使用 19 世纪、20 世纪的能源技术和来源，应该向前看，使用一种清洁高效、国内丰富的 21 世纪的燃料——天然气，发展中国的未来。

不幸的是，在美国，很少人相信我对天然气资源量的估算，特别是那些国际石油公司和美国政府。事实上，中国的领导人也一样。随后，人们对天然气的理解发生了巨大转变，使现在大多数负责任的专家都同意 1993 年我做的 3 000 万亿立方英尺的估算。过去十年，美国的水平钻井已经证明了陆上天然气的广泛存在，其巨大的发展也为美国带来相当于 25 美元/桶油水平的国内天然气价格，随之而来的是，已给美国带来超过其贸易伙伴的一项长期的宏观经济优势——他们必须支付更高的平均能源价格。此外，天然气开发和后续的陆上石油开发显著地提升了美国经济和劳动力市场。美国的二氧化碳排放量下降到 20 世纪 90 年代初水平的主要原因就是天然气发电替代了燃煤发电。事实上，自 2006 年以来，美国的二氧化碳排放量一直在减少。

现在，如我之前的预测，中国拥有庞大的陆上天然气资源已被公认，而中国的大部分地区仍在遭受着难以忍受的污染。中国快速的经济增长和城市化进程，需要使用大量的煤炭和石油作为其发展的主要能源，其结果是，中国大多数主要城市现在都笼罩在煤和汽油使用造成的碳灰尘、微颗粒物、汞、二氧化硫、氮氧化物和一氧化碳等空气污染中。中国当前的污染，不仅使人们遭受身体和精神上的痛苦，同时至关重要是污染阻碍国家的经济增长。

今天，石油和煤炭污染危害着“中国梦”的实现。天然气是唯一清洁灵活、储量丰富的能源，可以在未来十几年内大规模取代煤炭发电和交通运输领域的石油使用，从而消除这些污染。出于这一原因，我相信中国的天然气发展必须成为当前和下一个五年计划大规模经济和环境发展的首要任务，可以使中国成功实现“中国梦”——这个梦想不仅对中国人民，同时对我们所有的人都至关重要，因为我们都是“中国梦”成功实现的利益攸关者。

借此《能源大转型》中文版出版之际，我再次呼吁中国的新一届领导人，发展天然气应是当务之急，我相信《能源大转型》中文版将成为一个有用的指南。

引言 能源与经济密不可分

巴拉克·奥巴马总统领导的这一代美国人将面临前所未有的机遇与挑战。挑战是抵制对银行业和金融业过度管制以及对自由贸易的限制。这些在 1929 年美国股市大崩盘和银行系统崩溃后都曾发生过。机遇是我们适逢一个伟大的转型时代，让我们与政府密切合作，利用这个重大机遇，改革我们的能源体系，重获能源独立，带领全球应对气候变化的挑战。就像珍珠港事件之后，美国官民同心，举国振奋，努力生产，不仅为“二战”的胜利提供重要物质保障，并且实现了工业化。机遇再次降临，我们必须抓住。

美国经济过度杠杆化，美国能源使用也严重透支。美国银行和金融机构的过度“杠杆化”导致了当前的金融危机，新闻头条中充斥着为摆脱金融危机所付出的沉重代价。但却很少有人意识到自 20 世纪 70 年代起，我们一直在透支能源来支撑经济增长，而并没有计算能源的全部成本。经济学家通常把这种隐藏的成本称为外部性。这些外部性包括贸易赤字、污染治理支出和相关的健康医疗支出。贸易赤字很大一部分源于石油，其中有保护石油通道的军事成本，甚至有石油战争的成本。过度能源使用造成了城市污染，清理石油、煤炭的有毒排放物，如水银、酸雨、粉尘等，必须支付大量成本，还有治疗有毒排放物造成的呼吸疾病的成本。此外，按照一些科学家和经济学家的估算，未来用于应对气候变化的成本可能高达几千亿甚至几万亿美元。气候变化主要是由排放大量二氧化碳所致。二氧化碳排放主要来自能源消费，