

ENERGY

能源经济与能源政策
协同创新中心前沿研究系列

能源变局

林伯强◎编著

Changes in Global Energy Supply



科学出版社

能源经济与能源政策协同创新中心前沿研究系列

能源变局

Changes in Global Energy Supply

林伯强 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

近年来,美国的“页岩气革命”所取得的出乎意料的成功,为其实现“能源独立”提供了可能性和广阔前景。随着中国对国际油气资源依赖程度的加深,能源安全日益成为国家重要利益,美国“能源独立”的潜在影响不容忽视。而根据中国石油经济技术研究院的预测,预计2015年中国石油消费对外依存度将突破60%。本书从美国石油产业变化、中东能源政策以及页岩气发展等角度分析美国的能源安全战略和政策,并结合对中国能源安全现状及能源“走出去”的分析,提出美国能源独立对中国的战略影响以及中国能源安全策略的政策建议。

图书在版编目(CIP)数据

能源变局=Changes in Global Energy Supply/林伯强编著. —北京: 科学出版社, 2015.3

(能源经济与能源政策协同创新中心前沿研究系列)

ISBN 978-7-03-043792-1

I. ①能… II. ①林… III. ①能源战略-研究报告-中国 IV. ①F426.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第051900号

责任编辑:范运年/责任校对:陈玉凤

责任印制:张 倩/封面设计:无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

文林印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年3月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2015年3月第一次印刷 印张:15 1/4

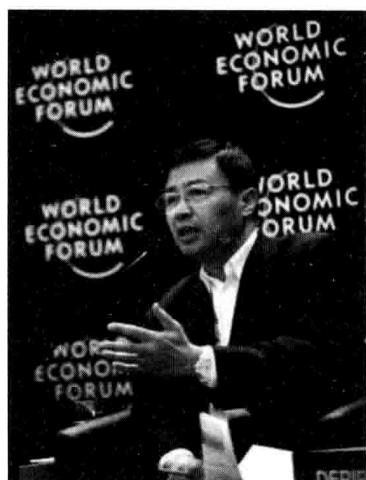
字数:307 000

定价:78.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

作者简介

林伯强，美国加利福尼亚大学（Santa Barbara）经济学博士。现任厦门大学中国能源政策研究院院长、能源经济与能源政策协同创新中心主任、中国能源经济研究中心主任、博士生导师，是2008年教育部“长江学者”特聘教授，新华都商学院教授。其目前主要的研究和教学方向为能源经济学和能源政策。国内兼任国家能源委员会能源专家咨询委员会委员，国家发展和改革委员会能源价格专家咨询委员会委员，中国能源学会副会长，新华社特聘经济分析师，中央人民广播电台特约观察员。国际方面现兼任达沃斯世界经济论坛能源顾问委员会委员和达沃斯世界经济论坛全球议程低碳能源理事会委员。



前 言

由于 1973 年的石油危机对美国的打击,使得美国从无节制挥霍国际石油资源,改变为谨慎应对危机,由尼克松政府首次提出了国家“能源独立计划”,旨在加快国内能源资源开发,希望依靠自身力量满足国家能源需求,其本质是对进口石油的依赖减少或降低到对国家能源安全 and 经济稳定不造成较大影响的程度。

此后,美国历届政府都持续追求“能源独立”,并不断发展和完善相关政策,涵盖了联邦和州的法案、产业计划、专项条例等。关键性的能源政策大致包括:1974 年尼克松政府的《独立运动计划》、1975 年福特政府的《能源独立法案》、1977 年卡特政府的《国家能源计划》(系列法案)、1987 年里根的《能源安全报告》、1991 年老布什政府的《国家能源战略》、1997 年克林顿政府的《联邦政府为迎接 21 世纪挑战的能源研发报告》、2001 年小布什政府的《国家能源政策报告》以及奥巴马政府的《能源安全未来蓝图》和《2011 年战略规划》。从战略和政策演变看,美国能源独立战略思路经历了一系列的转变,从需求管理到供给管理,从石油天然气供给保障到发展非常规油气和替代能源,从政府的积极干预政策到主要依靠市场力量配置能源资源的政策。

经历 40 年的发展、修改和完善,美国建立了完善而系统的能源安全政策体系,这一庞大体系包括政策主体、决策进程、制度保证、法律保障等,总体上是制度化、机制化和法制化的产物,其战略与政策具有延续性和可预期性。事实上,美国能源安全政策的基本框架、政策目标、政策重点和政策工具、措施和手段等都已经成熟且体系化。在政策工具上,其涵盖经济、政治、外交、军事等手段。客观地评价美国的能源安全战略和政策,在保障国际能源安全、国际能源市场的稳定和平稳发展方面,都起到了积极作用。

近年来,美国的“页岩气革命”所取得的出乎意料的成功,为其实现“能源独立”提供了可能性和广阔前景。2013 年,美国页岩气产量接近 3000 亿立方米,而同年中国天然气总消费量仅仅为 1676 亿立方米。2010 年,美国石油对外依存度首次降到 50% 以下;2012 年,美国原油产量增至 890 万桶/日,其国内原油产量已经能够满足国内 83% 的能源需求;2013 年,美国一次能源自给率达到了 83.7%。

一个国家的能源独立不是说这个国家的所有的能源消费都自己生产满足,而是说这个国家的能源对外依存可控,其宏观经济、社会稳定和外交政策不被能源依存所影响(绑架)。IEA 预测,至 2035 年美国将成为天然气净出口国,石油进口可能降低到



30%以内,此时美国“能源独立”可以基本实现。相反,国际能源机构(International Energy Agency, IEA)预测,到2035年中国石油对外依存度可能会接近80%,而厦门大学中国能源经济研究中心研究预测,2035年中国天然气对外依存度将接近50%。

美国“能源独立”将影响中国主要油气进口国的地缘政治环境和政治稳定。美国对国际石油市场的高度依赖给其能源和外交政策带来了矛盾和冲突,这一情况在中东、伊拉克、里海油气运输管道等问题上得到了典型体现,而中国能源安全也可能受到“美国其他外交政策的优先目标”的影响,如伊朗和苏丹等问题。随着美国“能源独立”的逐渐实现,美国一方面可能会松动以往对中东产油区“维稳为主”的基本战略,进而使中东未来局势更加动荡;另一方面可能会加大对伊朗和苏丹等美国眼中的“问题国家”,同时也是中国重要石油进口国的制裁和打击力度。上述两方面都会给中国能源安全带来较大负面影响,并导致中美在部分国际问题(如伊朗核问题等)上的战略冲突。

美国“能源独立”将削弱中国能源进口通道的安全性。在世界六大石油运输咽喉要道中,中国能源进口至少严重依赖其中两个:霍尔木兹海峡与马六甲海峡,且目前这种依赖有增无减。美国依靠强大的军事实力维持着上述通道的安全,这意味着中国的能源生命线严重依赖于美国的政治和军事保障。在中国缺乏相应手段维护海上主要商业航道安全的情况下,中国石油供应的“低可靠性”是显而易见的。随着美国“能源独立”和对上述通道依赖程度的下降,美国维持这些通道的“可靠性”努力是值得怀疑和警惕的。从维持全球霸权的角度看,虽然美国撤离上述通道的可能性比较小,但也不排除美国利用“中国进口石油的脆弱性”的可能性,尤其是当中美出现矛盾和冲突时。

美国“能源独立”将加剧中国应对国际能源价格波动的脆弱性。美国“能源独立”对国际能源价格的影响有两面性。一方面,可能会强化美国对国际能源价格的控制,主要原因是美国将增加对国际油气市场的供应;另一方面,也可能会减弱美国对国际能源价格的控制,主要原因是美国越来越依赖国内能源供应,从而忽视维护国际能源市场稳定,甚至有意利用国际油价的不稳定。上述两个方面都意味着中国将越来越暴露于国际油气市场波动风险之中,对中国获取可预期的、稳定价格下的油气供应产生不利影响,从而加剧中国应对国际能源价格波动的脆弱性。

美国“能源独立”将增加中国应对全球气候变化的压力。美国“页岩气革命”对其能源消费结构产生了重要且长期的影响。美国借助页岩气,近年来已经成功地减排大约3亿吨的二氧化碳,其趋于清洁化的能源消费结构将使美国有条件更积极地面对全球气候变化问题。在气候变化谈判领域,美国强调“共同的责任”,而中国坚持“共同但有区别”的减排原则。这一根本分歧将会随着美国“能源独立”而强化,使中国在工业化城市化尚未完成时,就面临更加紧迫的大气污染减排问题。



美国“能源独立”将由于“亚太再平衡战略”而恶化中国周边安全环境。历史上,由于美国对国际油气资源的严重依赖,其大量军事和外交资源用于维持国际油气资源的供应和价格稳定。美国“能源独立”使其有更充足的资源和更多的灵活性投身于“亚太再平衡战略”。尽管美国一再声称该战略并不在于遏制中国发展,但近两年的实践表明,它在客观上的确恶化了中国周边安全环境。可以预期,随着美国“亚太再平衡战略”的推进,维护周边安全将牵制中国更多的经济和外交资源,给我国的经济发展和能源安全带来负面影响。

美国“能源独立”将使得美国“再工业化”战略得以实施,对中国经济发展和出口产生负面影响。美国“能源独立”的一个重要结果是,国内油气资源价格尤其是天然气价格迅速下降,并带动整体能源成本的持续下降,为其推进“再工业化”战略提供了较低成本的能源动力。由此,美国能源价格尤其是天然气价格持续下降,其降幅已经超过了80%(2013年与2008年相比),是目前全球最低水平。美国是中国最大的贸易伙伴和竞争对手,据调查,已有相当多的美国跨国公司表示有意向或已经将生产车间由中国转回美国。在中国产业结构升级完成之前,上述趋势将对中国经济发展和出口产生负面影响。

中国政府应该制定应对方案和完善能源安全战略。随着中国对国际油气资源依赖程度的加深,能源安全日益成为国家重要利益,美国“能源独立”的潜在影响不容忽视。当前,中国的能源安全战略不完整、不统一,在实践中也多变、易变。建议评估美国“能源独立”的潜在影响并借鉴美国成功经验,制定应对方案并完善能源安全战略(包括具体的能源规划和路线图),并将能源安全上升为国家法律。可考虑制定《国家能源安全法》,涵盖基本框架、政策目标、政策重点和政策工具、措施和手段等,在综合已有法律法规的基础上,吸收相关政策措施,如石油战略储备制度、能源进口多元化、能源国际合作等。

中国应该坚持国内节能减排和拓宽国际油气资源来源渠道“两条腿走路”的方针。将节能减排由政策上升为基本国策,使各级政府投入更多的精力和资源实施节能减排、改善环境,在建设“美丽中国”的旗帜下,扎实做好节能减排工作。另一方面,中国需要尽快拓宽国际油气资源来源渠道。最近中俄签署的天然气协议是中国天然气进口多元化的重要一步,基本完成了中国天然气通道的“四角战略”(西北、西南、东北及海上(液化天然气)通道)。然而,在拓宽国际油气资源来源渠道的过程中,很难避免与美国利益的交汇和融合,为了尽快完成中国国际油气资源来源渠道的布局,需要争取时间,因此,要尽可能防止在寻找油气资源过程中和美国发生冲突。

中国应该通过能源企业“走出去”和积极运用市场机制,构建我国能源安全市场化体系。与拓宽国际油气资源来源渠道相配合,海外“份额油”是中国能源安全的重要组



成部分,也是导致中美能源冲突的矛盾点,事实上并非所有的“份额油”都会运回中国。中国应强化能源企业“走出去”的商业色彩,并通过多种场合游说美国(和其他国家)尊重中国“走出去”战略,可以减少中国“走出去”的难度。另一方面,国内要加强市场机制安排,打破油气垄断、支持民营资本参与能源“走出去”战略、扩大油气资源开采中的金融支持等,通过市场方式提高中国能源安全。能源“走出去”战略还应该包括健全合作双方的利益共享机制,既可以降低风险,又可以避免落下“资源掠夺方”的口实。

中国应该开展积极有为的能源外交。广义的能源外交包括:国际能源对话、多边合作机制、支持能源企业“走出去”等。中国能源外交的战略思路可以考虑:设置能源事务协调的常设机构,该机构可由国家安全委员会领导,主要职责是强化能源安全中的事前预防和事后处理能力;将能源外交纳入外交部的核心工作任务之一,通过外交手段,尤其是通过与能源输出国发展良好、稳定的关系等来降低能源安全风险,同时也为能源企业“走出去”铺路搭桥;强化中国能源政策的国际宣传,通过利益共享、关注环境等友善行为破解国际社会对中国能源“走出去”的防范、误解和“攻击”。发展多层次的能源合作关系,根据对中国能源安全重要程度的不同,与供应国设置层次不同的能源对话和合作机制。有效的能源外交不能就能源论能源,应在能源合作中注入经济、文化、环境、民生等合作方感兴趣的内容,提升能源合作的可靠性。而对不稳定的油气供应国,在不干涉内政的前提下,与国际社会积极合作,同时运用中国特有优势提出更为具体、可操作性的外交手段,展现负责任、有所作为的大国形象。

中国应该积极研究和落实中美能源合作,减少美国因素的负面影响。中美两国在能源领域的对话和讨论渠道较多,但实际措施较少,这很大程度上源于双方在能源安全问题上的猜忌、怀疑和误解。应着力促成两国在具体实施层面的合作,例如,如果美国同意采取实际措施鼓励本国能源公司与中国公司开展战略合作,中国可以考虑更多地向美国公司开放极具潜力的国内下游市场。又如,在页岩气开采方面,中国可以考虑适当放宽市场准入门槛、提高美国公司的利益分享,吸引美国资金和技术进入中国页岩气市场。总之,通过制度性的安排和具体措施使中美能源关系建立在相互依存的基础上,可以减少美国因素的负面影响,有助于提高中国的能源安全。要重视中美能源技术合作和共同应对气候变化的合作机遇,目前中国政府为改善环境质量的努力和全球应对气候变化的努力是一致的,中美两国在能源和环境领域的合作将使两国乃至国际社会都受益。

中国应该积极考虑加入国际能源安全领域的多边合作机制。目前,美国正努力把中国纳入致力于应对地区和全球性资源挑战的论坛、研讨和国际机构中。但中国的策略似乎更多的是参与和协调,而非制度上加入。事实上,加入多边合作机制,并履行其中的相关承诺,主动积极介入国际能源对话和能源多边合作机制安排,有助于消除美



国等西方国家在能源安全问题上对我国“单边能源外交”的疑虑和猜忌,也有助于我国更及时地掌握美国和其他能源生产和消费大国的能源外交动态,以及缓解美国因素的负面影响。当然,在国际重大安全机制安排上,应仔细考量利弊,确保不伤害国家利益。

页岩气支持下的美国“能源独立”初见成效。美国能源价格,尤其是天然气价格的持续下降,其降幅已经超过了80%(2013年与2008年相比),是目前全球天然气的最低价格。这一价格趋势至少已经带来两个方面的影响:第一,优化了(清洁化)美国电力供应结构,降低了美国发电成本;第二,能源成本的下降助推了奥巴马政府的“再工业化”战略,缩小了中美制造业成本上的差距,对其经济稳定和发展提供了一定的支持。美国“能源独立”对我国能源安全有可能产生一系列不利影响,中国必须未雨绸缪,尽早作出合理的评估和具体的应对预案。

本书将供有兴趣的读者、特别是能源领域的科研人员阅读和参考。希望本书可以为能源经济学者、能源领域第一线的工作者,社会各界对能源问题和政策感兴趣的广大读者,特别是可以尽可能地为能源政策当局提供准确全面的分析解读。

本书是团队合作的结果。本书受到新华都商学院、厦门大学能源经济与能源政策协同创新中心的经费支持。新华都商学院能源经济与低碳发展研究院、厦门大学能源经济与能源政策协同创新中心、厦门大学中国能源经济研究中心的李科、孔庆宝、欧阳晓灵、刘霞、毛东昕、张国梁、刘畅、张子涵、刘奎、田鹏、杜之利、贺家欣、Shirley Lin等参与了编写。特别感谢我的博士生刘畅和博士后李科所做的大量组织和协调工作。厦门大学能源政策研究院及中国能源经济研究中心的所有教师、科研人员、行政人员、研究生为本书编写提供了诸多的帮助,在此深表感谢。我们深知所做的努力总是不够,不足之处,望读者指证。

林伯强

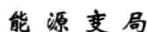
2014年9月于厦门



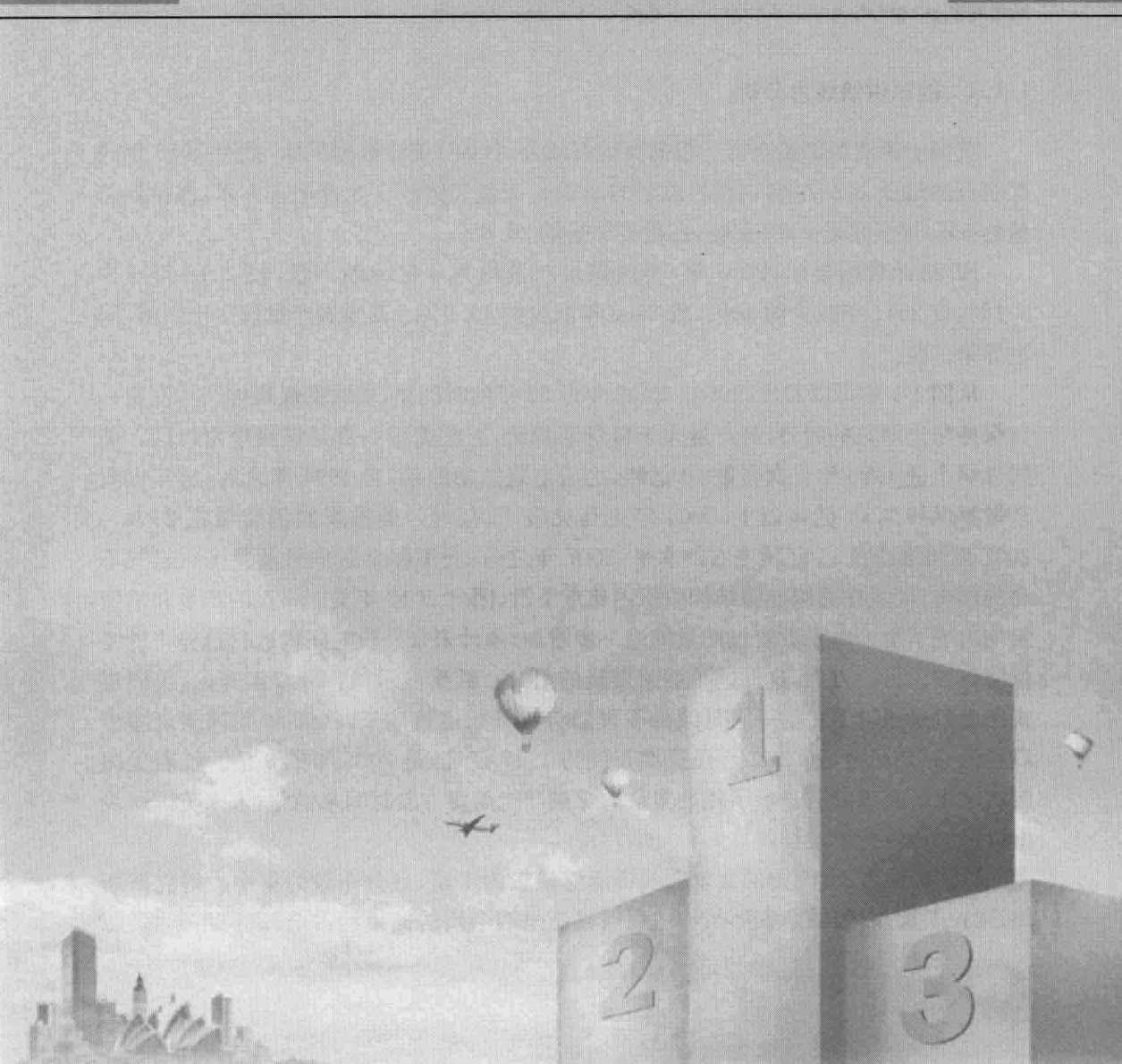
目 录

前言

第 1 章	美国能源概况与能源独立	1
1.1	美国能源生产与消费概况	2
1.2	美国的能源战略	7
1.3	美国能源独立政策	9
第 2 章	美国石油产业现状、发展和未来	13
2.1	美国石油产业产能、对外依存度分析	14
2.2	美国石油消费分析	26
2.3	美国石油储备体系及对中国的启示	31
第 3 章	全球石油定价和 OPEC	37
3.1	国际石油市场	38
3.2	国际石油价格	45
3.3	OPEC 对石油定价体系的影响	52
第 4 章	美国中东能源战略	57
4.1	中东地区在世界能源格局中的重要地位	58
4.2	美国中东能源战略的演变	62
4.3	美国中东能源战略的评价	75
4.4	美国中东能源战略对中国的启示	79
第 5 章	美国页岩气发展对中国的启示	85
5.1	美国页岩气发展历程及原因	86
5.2	中国页岩气发展历程	100
5.3	美国页岩气发展对中国的启示	108
第 6 章	美国能源独立的影响	113
6.1	美国能源独立的背景和演化	114
6.2	美国能源独立对美国能源市场的影响	116
6.3	美国能源独立对世界能源供应格局的影响	118



第1章 美国能源概况与能源独立





“能源独立”作为一种能源政策理念,在 20 世纪 70 年代受石油危机的影响曾被广泛提及。由于美国巨大的能源消费总量,一直以来这一目标从未真正达成。受国内外多重因素影响,奥巴马政府将“能源独立”作为其任期内重要的施政内容,从扩大本土石油产量、大力发展页岩气、提高能效及推广新能源等多方面入手,使得美国石油对外依存度显著降低,有效地保障了美国的能源安全。经过多年发展,美国“能源独立”的意义和影响已经超出了能源领域的范畴,扩展到世界经济、政治等各个领域。

1.1 美国能源生产与消费概况

1.1.1 能源供给能力分析

美国能源资源储量丰富。根据英国石油公司(BP)统计数据显示,截至 2013 年底探明石油储量 442 亿桶,占世界总量的 2.6%,天然气储量 9.3 万亿立方米,占世界总量的 5%,煤炭储量 2373 亿吨,占世界总量的 26.6%。

BP 统计数据显示,2013 年,美国煤炭产量约为 5 亿吨油当量,较 2012 年减少 3.1%,较 2011 年减少约 10%,较 2006 年减少约 15.9%。其煤炭产量仅次于中国,居世界第二位。

从图 1-1 中可以看出,1960~2007 年近 50 年的时间里,美国的煤炭生产和消费一直保持稳定增长的趋势,且产量大于自身消费量,因此美国一直是煤炭净出口国。美国煤炭产量 1990 年首次突破 10 亿吨,之后出现短期波动,自 1994 年之后,历年煤炭产量都保持在 10 亿吨以上,2004 年更是突破 11 亿吨。美国煤炭消费量在 2004~2007 年均维持在 11 亿吨左右的水平,2007 年之后,受国际金融危机及美国页岩气革命的影响,煤炭在美国能源结构中所占比重下滑,因此 2012 年美国煤炭的产量和消费量均出现下滑。由于页岩气产量的进一步增加,预计未来一段时间内这种趋势将继续保持下去。另一方面,这促进了美国煤炭的出口。数据显示,自 2006 年开始,美国煤炭净出口量扭转了之前一直延续的下降趋势并开始迅速增长,2006 年美国煤炭净出口量为 0.13 亿吨,到 2012 年迅速增长到约 1.17 亿吨,是 2006 年的 9 倍。随着美国国内对煤炭需求的进一步下降且多余的煤炭产能需要一段时间来消化,未来美国煤炭出口可能还将持续增长。

石油资源方面,美国的常规石油资源储量较为丰富,且分布较为集中。得克萨斯州、阿拉斯加州、路易斯安那州和加利福尼亚州四个州的储量约占全部常规石油资源

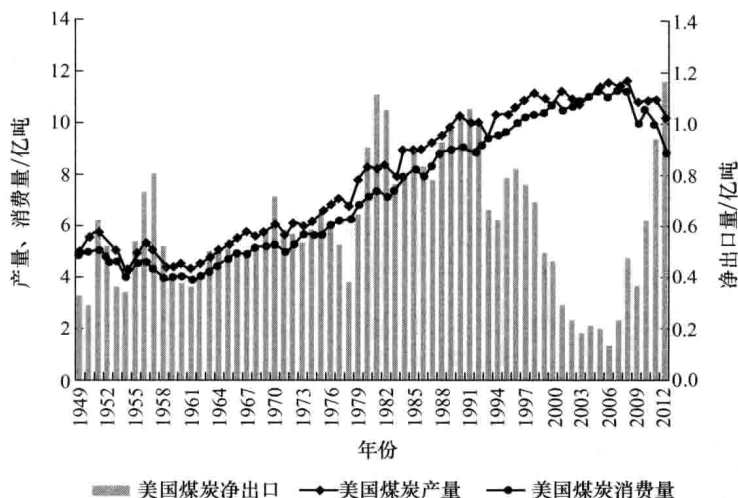


图 1-1 美国煤炭生产、消费及净出口

资料来源: EIA, 作者整理制图

储量的 4/5。20 世纪 80 年代和 90 年代,美国曾大量开采本国石油并导致石油储量快速下降。数据显示,21 世纪初期的石油储量较 20 世纪 90 年代末下降了大约 20%。至 2012 年底,美国石油探明储量约为 350 亿桶,占全球储量的 2.1%。相比之下,中国石油探明储量为 173 亿桶,仅占全球储量的 1%。

石油生产方面,美国是世界上第一个大规模商业化开采石油的国家,石油工业与美国经济的发展具有密不可分的联系。1860 年美国石油产量为 50 万桶,占世界总产量的 98.4%;1860~1950 年,美国国内石油产量基本居世界之首,1970 年美国石油生产达到峰值,年产量约为 5.34 亿吨(35.2 亿桶)。此后美国石油产量开始下降,20 世纪 70 年代末~80 年代中期,产量维持在 5 亿吨左右的水平。随后的 30 多年中,美国石油产量开始逐步下降,1992~2008 年年均递减 1.9%,2008 年产量仅约为 3 亿吨,比 1991 年下跌了 27.9%。受页岩油等非常规石油资源开采的影响,美国的石油产量从 2009 年开始又呈现出迅速增长趋势,2009~2013 年,年产量从 3.22 亿吨(19.5 亿桶)迅速增长到 4.5 亿吨(29.2 亿桶)。

美国天然气工业发展较早,20 世纪初期美国天然气产量已经达到 36 亿立方米。20 世纪中期,美国天然气生产和消费量均突破 1000 亿立方米,并持续保持快速增长趋势。20 世纪 70 年代初,美国天然气产量及消费量均突破 6000 亿立方米,之后这一数字开始下降,从 80 年代中期开始之后的 20 年,美国天然气产量不断回升,近年来更是随着页岩气革命迅速增长。美国能源信息署(Energy Information Administration, EIA)数据显示,2011 年美国天然气总产量约为 6040 亿立方米,增长势头明显。



从图 1-2 中可以看出,1986 年之前美国天然气产量和消费量的变动趋势较为一致,且消费量仅略高于生产量,因此这一时期美国的天然气净进口量比较小,大约保持在 200 亿立方米的水平,天然气对外依存度较小。从 1986 年开始,美国天然气消费量开始迅速增长,尽管同一时期的产量也在增加,但产量的增速小于消费的增速,由此导致美国天然气进口迅速增加,2000 年美国天然气净进口量约为 1000 亿立方米,大约是 1986 年水平的 4 倍。2007 年之后,受金融危机及美国页岩气革命的影响,天然气产量和消费量变化趋势发生较大变动。尽管天然气消费量开始增长,但同时页岩气革命带来的产量迅速增加,由此导致美国天然气净进口量开始迅速减小。EIA 数据显示,2011 年美国天然气净进口量约为 500 亿立方米,仅为 2000 年水平的一半。今后随着美国页岩气产量的进一步增加,天然气在美国能源结构中将会占有更加重要的比重,同时美国天然气净进口量也将不断减小并很有可能变成天然气净出口国。这将对国际天然气贸易局势及全球能源格局产生重要影响。

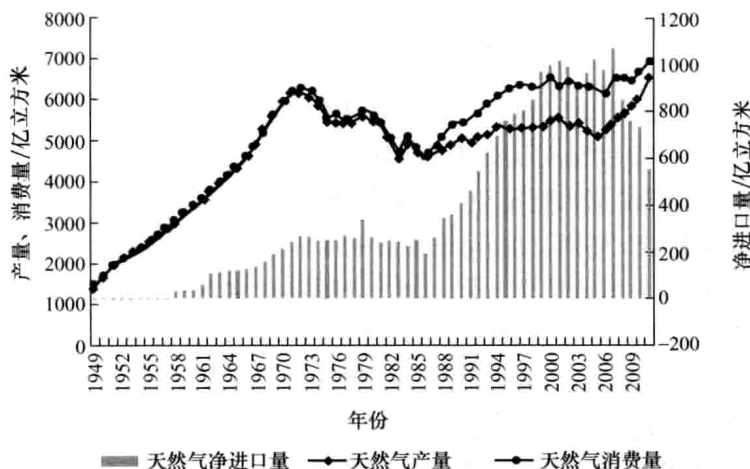


图 1-2 美国天然气产量、消费量及净进口量

资料来源: EIA, 作者整理制图

非化石能源方面,美国的非化石能源主要有核能以及风电、水电和太阳能等可再生资源。目前美国的电力结构中,大约 73% 来自煤电和燃气发电,27% 以上来自核电以及水电、风电、太阳能等可再生能源发电。

数据显示,1957 年美国第一台核电机组正式并网运行。此后美国核电工业高速发展,仅用了 20 年的时间就实现了核电在总发电量中占比突破 10%,此后又用了 15 年左右的时间,实现了核电发电量占比突破 20%。1992 年美国核电发电量约为 2500 亿千瓦时,是 1977 年的 2.5 倍。此后美国核电工业同整个电力工业大体保持相同的发展趋势,即尽管核电发电量在不断增长,但占比持续保持在 20% 左右的水平。2007



年美国核电发电量突破 8000 亿千瓦时,此后一直保持在这一水平。2012 年受日本福岛核电事故的影响,美国核电发电量略微下降至 7700 亿千瓦时^①。美国核电机组数目及装机容量见图 1-3。

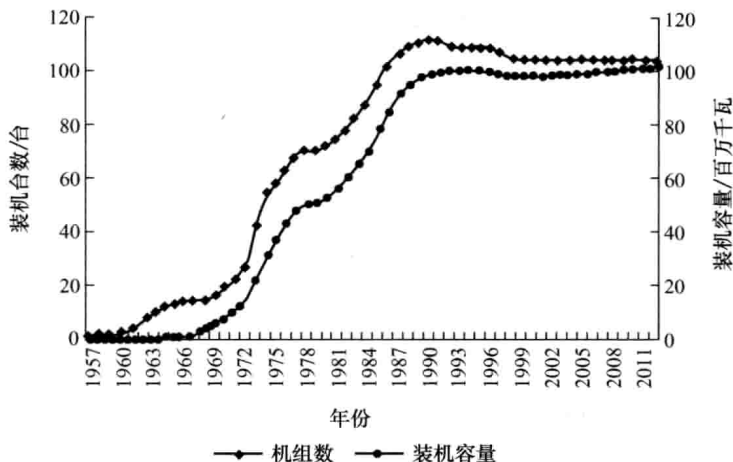


图 1-3 美国核电机组数目及装机容量

资料来源: EIA, 作者整理制表

水电、风电和光伏发电方面。20 世纪上半叶,水电发电量曾经占美国总发电量的 30%~40%。随着美国用电总量的不断增加及其他发电行业的迅速发展,水电所占的比重有所下降,但仍在美国能源结构中占有重要地位。从图 1-4 中可以看出,直到 20 世纪 70 年代中期,美国的水电一直保持大规模增长趋势。由于自然条件方面的限制,1975 年美国水电装机容量达到顶峰后并未持续大规模发展,装机总量保持在约 1 亿千瓦,处于世界领先水平。目前美国年水电发电量占电力生产总量的 6% 左右。

相比于水电,光伏和风电起步较晚。美国的风力发电始于 1980 年左右,此后一直未能取得大规模的进展,直到 21 世纪初风电规模仍十分有限。近年来全球清洁能源整体发展势头良好,美国风电产业发展也较为迅速。数据显示,截止到 2013 年底,美国风电装机容量约为 6.1 万兆瓦,在建容量超过 1.2 万兆瓦,能够满足近 2000 万户家庭的用电需求^②。光伏在美国能源结构中的比重较小,但由于其巨大的能源消耗,美国光伏产业仍然得到了较快发展,装机容量及发电量都增长迅速。数据显示,2012 年累计并网的光伏装机为 7400 兆瓦,是 2002 年的 2.5 倍。

^① 段宇平,姚忠森,申景泉等. 2010. 美国核电工业发展概况及对我国的启示. 中外能源, 05: 21-25

^② 数据来源: 苏晓, 2014, 2013 年美国风电发展简析. <http://news.bjx.com.cn/html/20140522/512909.shtml>, [2014-5-22]

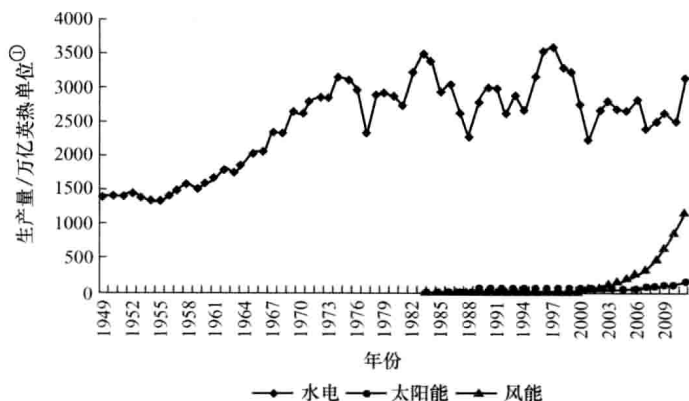


图 1-4 美国水电、风电和太阳能发电等可再生能源生产量

资料来源: EIA, 作者整理制表

1.1.2 能源消费结构分析

1965~2012年,美国一次能源消费总量从1965年的约12.9亿吨油当量增加到2012年的22亿吨油当量,年均增长1.13%。1973~1976年,在石油危机的冲击下,能源消费量下降并持续到1983年。随后,美国能源消费量持续上升。从2007年开始,在“能源独立”战略的推动下,美国能源消费量开始逐渐下降。从图1-5中可以看出,2007~2012年美国总能源消耗整体呈下降趋势,由2007年的23.727亿吨油当量降为2012年的22.088亿吨油当量。

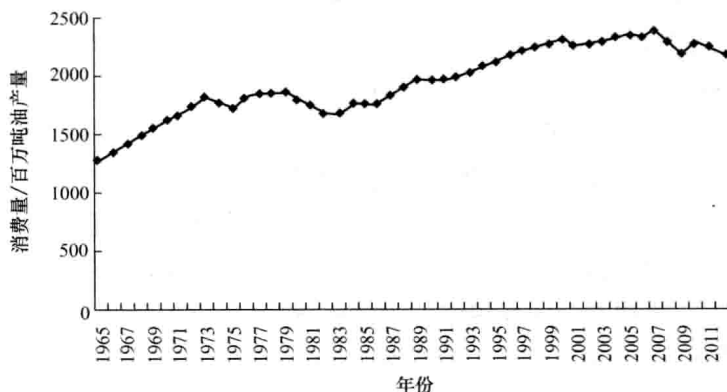


图 1-5 1965~2012年美国一次能源消费

从美国能源消费结构看(图1-6),2013年,美国煤炭、石油和天然气等传统化石能

① 英热单位:简称 BTU,英、美等国常用的一种计算能量或热量的单位,1 英热单位=1.05506×10³ 焦