

资源环境科技发展报告

国际资源环境科技 政策纵览

曲建升 熊永兰 张志强 等/编著

An Overview of International Science and Technology
Policy on Natural Resources and Environment



科学出版社

资源环境科技发展报告

国际资源环境科技 政策纵览

曲建升 熊永兰 张志强 等/编著

An Overview of International Science and Technology
Policy on Natural Resources and Environment

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书对自然资源与可持续利用、污染防治与环境安全、灾害预防与减灾工程、环境变化与可持续发展、海洋资源与环境五个领域自 20 世纪 70 年代以来的科技政策和行政管理政策进行了梳理,分析了这些领域的科技政策体系框架、科技政策推进特点模式及科技政策规划与趋势,同时,结合我国现有资源环境科技政策体系框架,对比分析了国内外资源环境科技政策的差异。然后在此基础上,总结归纳了科技大国资源环境科技政策的特点与趋势,分析了我国资源环境科技政策体系及其特点与需求。

本书可供地球科学、资源环境科学和可持续发展领域的战略研究人员、科研管理人员和科学研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

资源环境科技发展报告:国际资源环境科技政策纵览/曲建升等编著. —北京:科学出版社, 2018. 3

ISBN 978-7-03-056997-4

I. ①资… II. ①曲… III. ①资源经济-科技发展-研究报告-世界 ②环境经济-科技发展-研究报告-世界 IV. ①F113.3 ②X196

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 051672 号

责任编辑:刘 超 / 责任校对:彭 涛

责任印制:张 伟 / 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>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018 年 3 月第一次印刷 印张:21

字数:490 000

定价:256.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

自然资源和生态环境是人类社会生存和发展的自然物质基础，是人类生活资料和社会生产资料的基本来源。自工业化革命以来，人类社会的生产力水平与科技水平不断提高，人类开发、利用和改造自然的能力也快速提升，人类社会已经进入了“人类世”这一全新的地质时代。

科技政策是国家为实现一定历史时期经济社会发展任务而确定的科技事业发展方向、战略与准则。世界主要国家在发展的不同时期，会针对资源环境领域的专门化问题主动或被动地制定相关的科技发展与科技管理政策，以引导和扶持相关的科学技术活动。事实证明，通过有针对性的科技政策引导，相关的资源环境问题会在科学技术的支持下得到有效的遏制或缓解。

我国的资源环境科技政策总体上存在着起步晚、体制建设分散、政策落后于需求、重大优先方向有待加强、配套政策有待完善等一系列问题。资源环境科技政策在我国资源环境问题应对、协调环境与发展矛盾等工作中的作用亟待加强。为此，课题组开展了资源环境相关领域的科技政策研究，以期了解该领域的科技政策历史及其发展趋势，找寻我国资源环境科技政策的问题与缺口，完善我国资源环境科技政策体系的路线设计，提供有益参考和借鉴。

从国际资源环境科技政策的制订主体来看，主要包括国际组织、国家与区域（地区）组织等，从国际资源环境科技政策约束或规范的对象来看，主要包括受到经济社会活动影响的自然资源与生态环境的诸多方面；从国际资源环境科技政策的形式来看，主要包括法律法规、科技规划、行动计划和具体的技术文件等。本书以自然资源开发利用、环境污染防治、自然灾害预防

与减轻、环境变化与可持续发展、海洋资源与环境等各类资源环境问题为主线，调研分析主要发达国家的科技政策框架和政策路线，系统评估国外相关领域的科技政策实施效果及外部效益，并与我国对应领域的科技政策进行详细对比分析，以发现我国相关科技政策工作的不足与工作方向，进而提出相关建议与思考。

本书由中国科学院兰州文献情报中心资源环境战略情报团队分工负责完成。全书共9章，其中：前言和第1章引言由熊永兰、曲建升执笔完成；第2章自然资源与可持续利用由郑军卫、刘学、唐霞执笔完成；第3章污染防治与环境安全由张树良、廖琴执笔完成；第4章灾害预防与减灾工程由安培浚、赵纪东、裴惠娟、王立伟执笔完成；第5章环境变化与可持续发展由曾静静、董利苹、王宝、李恒吉执笔完成；第6章海洋资源与环境由王金平、牛艺博、刘燕飞执笔完成；第7章科技大国资源环境科技政策特点与趋势预测由赵纪东、张树良、曾静静执笔完成；第8章我国资源环境科技政策体系及其特点与需求由曲建升、刘文浩、熊永兰执笔完成。

全书框架设计由曲建升、熊永兰、张志强等完成，由曲建升、熊永兰、张志强等进行了全书的统稿，王金平、赵纪东、刘文浩等对本书进行了校对。

由于时间和水平所限，本书难免存在不足之处，敬请广大读者和专家批评指正。

编者

2017年10月

目 录

第1章 引言	001
参考文献	002
第2章 自然资源与可持续利用	003
2.1 能源领域	004
2.2 矿产资源领域	025
2.3 水资源领域	043
参考文献	064
第3章 污染防治与环境安全	070
3.1 国际污染防治与环境安全领域科技政策框架	070
3.2 综合性国际污染防治与环境安全科技政策	071
3.3 大气污染	072
3.4 土壤污染	097
参考文献	115
第4章 灾害预防与减灾工程	120
4.1 地震	120
4.2 滑坡	130
4.3 洪涝	143
4.4 干旱	161
参考文献	173
第5章 环境变化与可持续发展	178
5.1 可持续发展	178
5.2 气候变化	197
5.3 农业政策	219
5.4 城市化	236
参考文献	258

第 6 章 海洋资源与环境	267
6.1 海洋环境领域	267
6.2 海洋资源领域	287
参考文献	304
第 7 章 科技大国资源环境科技政策特点与趋势预测	308
7.1 国际科技政策格局及其特点	308
7.2 国际科技政策发展趋势	311
参考文献	316
第 8 章 我国资源环境科技政策体系及其特点与需求	317
8.1 我国的资源环境科技政策体系	317
8.2 我国与国外资源环境科技政策差异	322
8.3 我国的资源环境科技政策需求	326
参考文献	329

第1章 引言

科学技术是第一生产力，已毋庸置疑。在第二次世界大战中，科技发挥了关键性作用，特别是美国在日本投掷的两颗原子弹，更是让全世界深刻认识到科技的巨大力量和科学研究事业的必要性和紧迫性。在这种背景下，1945年，万尼瓦尔·布什应罗斯福总统的要求撰写了题为《科学：无止境的前沿》的报告，首次明确提出政府要制定政策引导和支持科学发展（周东华，2011）。以此为正式起点，围绕科技的政策研究也就正式进入人们的视野。同时，随着科学技术的迅猛发展，科学日益社会化，社会日益科学化，从而使科技政策的研究和制定变得日益重要。

对一个国家而言，其科技事业要得到发展，既要处理好科技领域内部的各种关系，有利于科技事业的发展；又要处理好科技与经济社会的相互关系，促进它们的协调发展。因此，国家必须制定统一的基本行动准则，发挥政府的宏观调控作用，实施有效的政策管理（熊世育，2007）。科技政策即国家为实现一定时期科学技术发展任务而制定的指导方针和策略原则。科技政策协调控制着整个科技活动，保证科学技术朝着一定的目标、沿着正确的路线有序发展。

科技政策引领科技发展不乏先例。第二次世界大战之后，美国通过调整联邦政府科技政策、推动资源整合，建立了全新的科技政策体系，使大量的政府资金得以支持大学的科学研究，极大地促进了美国的科技实力不断进步，并最终超越欧洲成为世界第一科技大国。

世界各国已日益意识到科学技术在国家发展中的重要性和制定科技政策的必要性。科学技术不仅能帮助我们理解自然界及其与人类福祉之间的关系，也能使我们认识到如何利用有限的自然资源来促进人类更大的发展。

科技变革被认为是解决自然资源开发利用和重大环境问题，特别是如气候变化等大规模长期问题的重要因素（IPCC，1996；Weitzman，1997）。科技创新在提高资源利用效率、寻找替代资源、开发新资源和减少资源消耗方面发挥着越来越重要的作用。与此同时，破除生态环境瓶颈、解决环境污染、实现可持续发展必须依赖整体的科技革命。而科技政策正是科技革命的推动力。科技政策不但决定着科技发展的战略目标和战略方向，而且在调整科技在社会中的地位，决定社会对科学技术的重视程度方面发挥着引导作用。因此，完善配套的科技政策可推动科技创新乃至催生新的科技革命。

伴随我国经济社会的发展，我国对自然资源的依赖程度和开发利用程度在深度与广度上均日益扩大。同时，我国资源与环境领域的问题也日趋严峻，主要表现在自然资源供给不足，资源开发利用有待提高；自然生态系统斑块化破坏严重，生态服务功能总体有所

下降；城镇化发展迅速，人口聚集导致的资源供给与环境影响格局显著变化，自然灾害影响的潜在风险显著增强；环境污染影响范围不断扩大，一些污染问题表现为从河源到海洋的流域性、区域性問題，大气雾霾、水污染和土壤污染等问题日益受到关注。

作为经济社会发展副产物的资源环境问题，是我国快速工业化和城市化进程中所必须面对的新问题。尽管我们已经认识到这一问题的重要性与紧迫性，但“先污染、后治理”的影响与成本也已凸显。我们目前既要承担先前污染的治理与修复任务，也面对着通过提升工艺水平、实现增长模式的转变等措施，降低经济社会发展对自然生态与环境的影响。我们一方面需积极应对不容忽视的资源环境问题，另一方面要加快建设以生态文明为核心的经济社会发展新格局。但在这一重要转折期，我们仍然面临对资源环境问题机理认识不足与应对手段缺乏、资源环境投资比例偏低与资金使用效率有待提高、适应新需求的管理体制机制亟待优化调整等问题。持续加强设计及推出更有针对性和更有效的科技与管理政策，支撑资源环境问题解决的设计、政策制定和相关行动是当务之急。“他山之石，可以攻玉”，世界主要发达国家在治理资源环境问题方面已经积累了相对丰富的政策实践，其中不乏可以为我国解决此类问题所借鉴的教训与经验，本书各章节将从具体的资源环境问题切入，系统地梳理国际资源环境科技政策，并结合我国的政策需求进行探讨分析，以供相关工作参考。

参 考 文 献

- 熊世育. 2007. 我国高新技术产业发展循环经济的现状分析及政策研究. 合肥: 合肥工业大学硕士学位论文.
- 周华东. 2011. 科技政策研究: 嬗变、分化与聚焦. 科学学与科学技术管理, 32 (11): 5-13.
- IPCC. 1996. Economic and Social Dimensions of Climate Change, Vol. 2, Climate Change, IPCC Second Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press.
- Weitzman L M. 1997. Sustainability and Technical Progress. Scandinavian Journal of Economics, 99 (1): 1-13.

第2章

自然资源与可持续利用

自然资源是指存在于自然界中能够被人类利用或在一定技术、经济和社会条件下能被利用作为生产、生活原材料的物质、能量来源。因所依据的标准不同,国内外对自然资源的分类方案众多。若按照类型来划分,当前人类可利用的自然资源主要包括能源资源、矿产资源、水资源、生物资源、土地资源、气候资源等;若按照可恢复性划分,自然资源可分为可再生资源和非再生资源;按照赋存的地理位置来划分,自然资源可分为陆地自然资源和海洋自然资源;若按照数量变化的角度来划分,自然资源可分为耗竭性自然资源、稳定性自然资源、流动性自然资源;若根据在经济部门中的地位,可以将自然资源分成农业资源、工业资源、交通资源、服务业资源等。

自然资源既是人类社会发展的物质基础,也是人类实现可持续发展的前提条件。纵观人类及人类社会的发展历史,任一时期人类的生存和发展都离不开自然资源的支撑。从本质上来说,人类经济社会的发展史就是人类对地球自然资源的认识、发现、开发和利用的历史,而且这一历史趋势仍将伴随人类社会的发展而长期存在。

人类社会的每一次重大进步都与人类对自然资源开发利用的变革性突破密切相关。原始人对石质、骨质工具的制造和使用,促进了人类自身的发展,直立行走和工具的使用彻底将人类与动物区别开来。随着对自然界认识的不断增强,人类逐步掌握了植物种植和动物养殖技术,实现了对生物、土地和水资源进行大规模的开发利用,从而结束了人类茹毛饮血的历史,人类社会进入了文明时代。而随着冶炼技术的发明与发展,对铜、铁等矿产资源的大量开发利用,造就了人类社会的古代文明。18世纪中叶以来人类对煤炭资源的规模化利用,推动了欧洲的工业革命,开启了人类工业化和现代化的进程。20世纪40年代以来对油气资源的大规模开发使用,使人类社会先后进入了工业时代和后工业时代。

自然资源对保障国家经济高速、稳定和持续发展,具有积极的现实意义和深远的历史意义。随着人类社会工业化、信息化进程的加快和经济的高速发展及全球人口数量的不断膨胀,自然资源的供需矛盾日益尖锐,确保对能源资源、矿产资源、水资源和生物资源等的持续、稳定、安全、经济供给,对经济社会的稳定发展至关重要。

人类对自然资源的开发利用过程中,科学技术起着关键性的作用。依靠科技的变革性创新,实现对自然资源的可持续利用,既是破解当前自然资源约束导致的经济社会可持续发展主要瓶颈的基本途径,也是彻底解决人类未来面临的自然资源短缺这一紧迫问题的根本之策。自然资源的可持续利用主要表现在以下方面:自然资源探明程度的提高、自然资源有效产出的提高和自然资源利用效率的提高等。在自然资源的可持续利用中,科技政策发挥了重要的推动作用。本章主要讨论与能源资源、矿产资源、水资源及其可持续利用相

关的科技政策, 对其余资源的相关政策则在其他相关章节中论述。

2.1 能源领域

能源资源是人类生存、经济发展、社会进步不可或缺的重要物质基础, 是关系国家经济命脉和国防安全的重要战略物资。人类社会发展的历史与人类认识、开发和利用能源的历史密切相关。国内外经济发展的实践表明, 能源资源及其开发利用会直接影响人类文明和社会经济的发展与进程。同时, 能源资源(特别是石油和天然气)还是国际外交舞台上的重要筹码, 是引发军事冲突和战争的重要因素。第二次世界大战后的“苏伊士运河战争”“马岛之战”“海湾战争”“阿富汗战争”“伊拉克战争”“俄罗斯与乌克兰天然气争端”“尼日利亚国内局势紧张”等都有大国争夺油气资源的背景。美国发动的“海湾战争”“伊拉克战争”就存在着明显地争夺中东石油资源的目的, 而“阿富汗战争”则隐藏着其控制中亚、里海油气资源及其出海通道的打算。

在人类开发和利用能源的历史上, 先后经历了“柴薪时代”“煤炭时代”和“石油时代”三次重大变革, 目前正在步入“天然气时代”(史斗和郑军卫, 2001), 未来人类可能进入更为高效的“光电时代”或其他能源时代。每次能源变革都给社会生产带来了变革性的影响, 引起经济发展的飞跃。自进入工业化时期以来, 能源在任何国家的社会与经济生活中都起着无可替代的重要作用。为了满足不断增长的能源需求, 世界各国大量开采煤、石油、天然气等化石燃料。但是, 目前人类使用的能源, 特别是不可再生能源却是有限的, 甚至是稀缺的, 其在某种程度上制约着人类社会的持续发展。与此同时, 由于利用方式的不尽合理, 与日俱增的能源消费对环境造成越来越严重的后果, 在不同程度上损害着地球环境, 甚至严重威胁到人类自身的生存和发展。

可持续发展是当今世界各国的一项长期发展战略, 而资源是可持续发展的物质基础, 能源是资源的重要组成部分, 并与环境、经济、社会等要素密切相关。随着工业化和人口的增加, 人类对能源的巨大需求和大规模开发使用, 也产生了巨大的反作用, 造成很大的环境问题。因此, 安全可靠、价格适宜的能源供应是实现可持续发展的必要条件。可持续的能源支持系统和不危害环境的能源利用方式应是人类社会可持续发展战略的重要构成部分。人类必须寻求能源开发利用的合理方式, 制定可持续的能源发展战略和相关政策, 并以此来保障社会经济的健康、稳定、持续发展。

2.1.1 国际能源领域科技政策框架

能源安全一直是各国政府和社会各界长期高度关注的战略问题。以高效、环保、价格可承受的方式为社会经济发展提供充足的能源资源是所有国际能源研究组织和国家政府部门及众多研究者进行能源资源战略和政策研究的最终目的。

除国际能源署(International Energy Agency, IEA)、石油输出国组织(Organization of the Petroleum Exporting Countries, OPEC)、美国能源信息署(Energy Information

Administration, EIA)、英国石油公司 (BP)、埃克森美孚公司 (Exxon Mobil) 等机构长期从事能源战略与政策研究外, 世界上一些能源生产和消费大国也都非常重视能源资源的可持续利用, 较早就开展了能源发展战略和相关政策研究, 并据此制定相应战略和政策以促进对能源的可持续利用。目前, 一些发达国家普遍加强了对其他国家能源安全的研究并针对当前国际新形势制定了相应的国家能源发展战略和政策。例如, 美国 2001 年布什总统上台伊始, 就下令制定了新的国家能源政策, 并将为美国提供可靠的、经济的和有利于环境的能源作为布什政府的能源政策的总体目标 (National Energy Policy Development Group, 2001); 2012 年实施的新 CAFE (corporate average fuel economy, 公司平均燃油经济性) 标准要求 2025 年前新车燃油经济性平均值需达到 54.5 mile^①/gal^②, 比当时水平提高了近 1 倍 (Mihalascu, 2011); 2014 年 1 月, 奥巴马基于美国蓬勃发展的页岩气产业, 在国情咨文中正式提出以继续增加天然气供应为主, 发展低碳经济的战略 (The White House, 2014)。日本抛出了“亚洲能源安全”论, 从全亚洲的角度考虑其本国的能源安全和能源发展战略; 2012 年, 福岛事件后, 日本为降低其对核电的依赖, 通过了可再生能源上网电价方案, 要求日本公共事业部门 20 年内需按照约定的价格购买太阳能、风能、地热能等可再生能源发出的电力 (赵硕刚, 2013)。俄罗斯更是制定了面向 2035 年能源战略, 并对其能源行业转型、节能技术、油气资源的出口等问题进行了考虑 (刘乾, 2014)。欧盟将保障能源安全作为其能源政策的重要目标, 要求其成员方至少要有 90 天的战略石油储备, 同时在能源利用效率方面欧盟将一些主要家电产品的能源标识在最高级别以上增加了 3 个新等级, 并首次将工业设备等能源相关产品列入能源标识范畴 (EU, 2010a)。加拿大在能源立法和相关条例中明确提出了增强国家能源安全的措施等。

2.1.1.1 主要国际政策

国际能源政策主要体现在国际能源法和国际能源战略两个方面。

(1) 国际能源法

随着国际社会对能源问题关注度的不断升温, 国家间的能源外交与能源对话变得日益频繁, 构建有序的国际能源新秩序和出台相应的国际能源法或国际能源战略逐步成为时代需求。国际能源法是现代政治、经济、文化、科技等各种因素错综复杂的变革与博弈的产物 (赖超超, 2012), 是国际法的发展和完善。国际能源法主要通过建立、维持或认可主体之间在能源相关方面的权利和义务关系来实现其对国际能源关系的调整。

国际能源法主要体现在国际组织或国家间制定签署的全球性或区域性条约、章程等方面。1991 年 12 月 17 日制定并于 1998 年 4 月生效的《能源宪章条约》(Energy Charter Treaty) 是最早和最具代表性的国际能源法, 也是迄今为止唯一一部将环境规范纳入其中的多边法律文件。其作为国际能源领域具有法律约束力的多边条约, 对推动和促进能源领

① 1 mile $\approx$ 1069.34 m。

② 1 gal $\approx$ 4.51 L。

域的贸易、投资和运输活动具有重要意义。《能源宪章条约》主要由投资保护、能源贸易和运输保护、能源效率及争端解决等 8 个正文部分和附录构成 (The International Energy Charter, 2016)。据能源宪章网站信息,截至 2016 年底,全球已有 50 多个国家或国际机构签署《能源宪章条约》。另外一部典型能源法是 1980 年 7 月 23 日 IEA 理事会通过的《国际能源署争议解决中心章程》,其是解决国际能源领域中争议的一个重要法律依据。随着人们对能源利用相关环境问题的关注,一些学者将《京都议定书》《联合国气候变化框架公约》《巴黎协定》等视为广义的国际能源法。

目前,与其他传统的各类国际法相比,国际能源法的理论基础有待加强,理论体系尚需完善,需要进一步开展研究和加强发展。

(2) 国际能源战略

1) 国际能源署的世界能源展望系列报告。IEA 在 1973 ~ 1974 年石油危机期间成立,是经济合作与发展组织 (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD) 下属的一个政府间组织,总部设在法国巴黎,截至 2016 年有成员方 29 个。IEA 主要承担其成员方的能源政策顾问,为成员方及其他国家提供确保可靠、廉价的清洁能源供应方法的权威研究和分析 (IEA, 2017a)。IEA 最初作用是负责协调成员方应对石油供应的紧急情况,但随着能源市场的变迁,其使命也随之改变并扩大,逐步纳入了基于提高能源安全、经济发展和环境保护 (“3E”) 均衡能源决策概念。IEA 现阶段的工作重点依然是研究应对气候变化的政策、能源市场改革、能源技术合作,以及开展与世界其他地区的合作,特别重视与中国、印度、俄罗斯和 OPEC 国家展开合作 (IEA, 2017a)。

自 1994 年开始,IEA 每年发布《世界能源展望》(World Energy Outlook) 对全球能源现状、未来发展趋势及选择某个或某几个国家的能源战略和政策进行评述。例如,在 2017 年 11 月发布的《世界能源展望 2017》(IEA, 2017b) 除对全球 2016 年能源状况及至 2040 年能源利用情景进行关注外,还重点对中国能源展望和天然气进行了分析。选择中国作为研究对象的原因是中国除在煤炭、石油、天然气和核能方面具有根深蒂固的影响力外,目前已被确认为是全球可再生能源、能源效率和能源创新的领导者。选择天然气作为剖析案例的原因则是美国领导的页岩气革命及对传统天然气商业和价格模型提出挑战的液化天然气革命。

此外,IEA 每年还会发布一些其他的报告,如能源技术路线图、能源勘探开发相关的环境问题等专门研究报告。

IEA 自 2008 年开始发布《能源技术展望》报告,此后每年发布一次。2017 年 6 月 12 日,IEA 在中国上海发布了《能源技术展望 2017: 加速能源技术变革》(Energy Technology Perspectives 2017: Catalysing Energy Technology Transformations) 报告 (IEA, 2017a),指出全球能源市场正在发生迅速的变化,能源行业依然是经济可持续发展的关键,未来能源的发展可能存在多种模式,并对至 2060 年的 3 种能源发展情景进行了预测分析。技术的进步和不断涌现的政治、经济和环境问题,促使能源行业正在经历一个历史性的转型。该报告着重分析了在能源领域纳入和加快大规模部署清洁能源技术的前景和潜力,首次在推向所有行业最大实际限制的情景下,分析了清洁能源技术能够在多大程度上帮助我们实现

《巴黎协定》的目标。《能源技术展望 2017：推动能源技术的变革》还涵盖了 IEA《清洁能源进展 2017》(*Tracking Clean Energy progress 2017*) (IEA, 2017c) 年度报告的部分内容, 显示当前全球清洁能源技术发展和部署只处于次优状态。

2) 美国能源信息署的国际能源展望系列报告。EIA 成立于 1977 年, 是隶属于美国能源部的一个统计机构, 主要为美国政府能源决策提供支持服务。其使命是向决策者提供独立的数据、预测、分析, 以促进健全决策、建立有效率的市場, 让公众了解有关能源及其与经济环境的相互作用。

EIA 自 2006 年开始每年发布一次《国际能源展望》(*International Energy Outlook*) 报告, 对近期和未来一段时间内全球能源按不同类型、不同国家和不同行业对产量与消费等情况进行统计和预测。2016 年 5 月发布的《国际能源展望 2016》(*International Energy Outlook 2016*) 报告 (EIA, 2016a) 对 2012~2040 年全球能源生产和消费情况进行统计和预测, 提出了全球能源利用的前景, 在未来 30 年需求水平仍然呈现上涨的趋势, OECD 以外的国家增长较快, 特别是在亚洲。亚洲非 OECD 的国家, 包括中国和印度, 在预测期内能源需求增长将超过世界能源消费累计涨幅的一半以上。该报告还预测了这段时期世界二氧化碳的排放量, 指出全世界与能源有关的二氧化碳排放量从 2012 年的 322 亿 t, 到 2020 年增加到 356 亿 t, 到 2040 年增加到 432 亿 t, 在整个预测期内增长 34%。大部分碳排放量的增长归因于发展中的非 OECD 国家, 其中许多国家仍严重依赖化石燃料来满足其能源需求的快速增长。

此外, EIA 还发布主要针对美国的《年度能源展望》(*Annual Energy Outlook*) 报告、不定期的《短期能源展望》(*Short-Term Energy Outlook*) 报告等能源统计和展望类产品。

3) 石油输出国组织世界石油展望系列报告。OPEC 成立于 1960 年, 宗旨是协调和统一成员方的石油政策, 维护各自和共同的利益。截至 2016 年底 OPEC 有沙特阿拉伯、伊拉克、伊朗、科威特、阿拉伯联合酋长国、卡塔尔、利比亚、几内亚、尼日利亚、阿尔及利亚、安哥拉、厄瓜多尔、委内瑞拉、加蓬共 14 个成员方。

2016 年 10 月, OPEC 发布《2016 年世界石油展望》(2016 *World Oil Outlook*) 报告 (OPEC, 2016), 对 2040 年以前的世界石油需求趋势及石油需求和供应前景进行了分析, 强调全球石油市场存在不确定性和复杂性, 各国需更深入理解市场的驱动因素、挑战和机遇。该报告预计, 2021 年全球石油需求量将超过 9900 万桶/d^①, 未来四年油价预期为 60 美元/桶。报告还指出, 由于发展中国家需求持续旺盛, 预计 2040 年全球石油需求将增加至 1.09 亿桶/d, 其中发展中国家石油需求约为 6600 万桶/d。

OPEC 的出版物还有《石油市场月度报告》《石油输出国组织公报》《石油输出国组织评论》《统计年报》等。

4) 俄罗斯科学院能源研究所世界能源展望系列报告。2014 年 4 月 21 日, 俄罗斯科学院能源研究所 (Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences, ERI RAS) 和俄罗斯联邦政府分析中心 (Analytical Centre of the Government of the Russian Federation,

① 7.33 桶油约合 1t 油。

ACG RF) 联合发布《至 2040 年全球和俄罗斯能源展望》(Global and Russian Energy Outlook to 2040) 报告(ERI RAS and ACGRF, 2014), 分析了改变全球经济和能源的传统趋势近期变化及未来 25 年世界能源发展前景。该报告认为亚洲发展中国家和非洲国家是全球能源消费增长的重心, 2010~2040 年年均增长率分别为 2.2%、2.2%; 全球能源低碳化发展趋势明显, 欧盟、美国和亚洲发达国家能源碳强度将出现零增长或负增长; 在全球一次能源消费构成中, 非水电可再生能源发电增长最快, 预计年均增长将高达 8.5%, 但到 2040 年总量仍不会超过一次能源的 5%, 未来可再生能源快速发展仍需要有新的技术突破。2016 年, ERI RAS 和 ACG RF 在考虑到新的全球经济、能源市场、地缘政治、能源优先政策和能源相关技术变化的情况下发布新的能源展望报告——《全球和俄罗斯能源展望 2016》(Global and Russian Energy Outlook 2016)(ERI RAS and ACGRF, 2016) 对一些具体预测数据进行调整, 但全球趋势与 2014 年报告并无明显变化。

5) 英国石油公司能源展望报告。除每年公布世界能源生产和消费统计数据外, 近年来英国石油公司还开展世界能源展望研究并发布报告对未来能源转型和全球能源市场趋势进行分析。2017 年 1 月发布的《BP 能源展望(2017 年版)》(BP Energy Outlook 2017 Edition) 报告(BP, 2017), 根据对未来政策、技术和经济变化的假设和判断, 描绘出未来 20 年全球能源市场“最有可能”的发展路径。报告还探讨了能源转型所带来的一些关键问题和议题, 并设计出替代案例来探讨一些关键的不确定性。报告认为未来 20 年全球经济地增长将带动能源需求地增长, 尽管能源效率的快速提升会在很大程度上抵消这种增长的趋势, 但能源需求仍将增长约 30%, 天然气的增长将明显快于石油和煤炭; 尽管石油、天然气和煤炭仍是主体能源, 但能源结构保持持续调整; 2035 年以后, 可再生能源、核能和水电将提供半数以上的额外能源需求。

6) 埃克森美孚公司能源展望报告。埃克森美孚公司是又一个对全球能源趋势开展研究的大型跨国能源公司。在其最新发布的《2017 年能源展望: 对 2040 年的观点》(2017 Outlook for Energy: A View to 2040) 报告(ExxonMobil, 2017) 中, 对至 2040 年的全球能源发展趋势进行了分析, 报告指出能源支撑了经济增长, 非 OECD 国家主导了未来资源增长的方式, 全球能源结构正在演化, 石油仍然是世界最主要的能源, 天然气是增长最快的能源, 2030 年全球与能源利用相关碳排放将达到峰值, 技术发展的步伐不断加快可能会出现新的能同时实现能源目标和环境目标的方法。

2.1.1.2 主要国家和地区政策

由于能源资源禀赋不同, 各国的能源政策亦存在很大差异。例如, 美国国内能源资源丰富, 但由于消费量巨大, 在北美页岩气革命发生之前, 长期以来仍需要从国际市场进口大量的油气资源来满足其国内需求, 因而其能源政策的重点是提高能源供应的自主性; 日本国内能源资源匮乏, 其能源来源(特别是石油)主要依赖进口, 其能源政策的要点是节能和提高能源效率、发展新能源和可再生能源, 逐步摆脱对石油的过度依赖; 加拿大、俄罗斯等国家国内能源资源丰富, 其能源政策的核心是确保本国能源资源得以优化利用, 注重对能源勘探开发效益和资源管理、加强能源开发过程中的环境保护等问题。

(1) 美国

美国既是世界上能源生产大国,又是能源消费大国。美国一次能源消费构成以化石能源为主,石油、天然气和煤炭为当前美国能源消费的主体。2015年,美国一次能源消费总量达22.81亿t石油当量,约占当年全球能源消费总量的17.3%,居全球第二位,其中:消费石油为8.52亿t,占世界石油消费总量的19.7%;消费天然气为7780亿m³,占世界天然气消费总量的22.8%;消费煤炭为3.96亿t石油当量,占世界煤炭消费总量的10.3%;石油、天然气和煤炭三者之和占美国能源消费总量的86%以上,其余约14%则由核能、水电和可再生能源供给(BP, 2016)。2006~2015年,美国年石油消费量基本徘徊在8.17亿~9.30亿t,但由于国内石油产量的下降,美国石油对外依存度增加,由2006年的67.3%下降到2015年的33.4%(BP, 2016)。美国的石油进口主要来自加拿大(1.86亿t, 2015年)、委内瑞拉(0.88亿t, 2015年)、中东地区(0.75亿t, 2015年)和墨西哥(0.38亿t, 2015年),其中,来自北美地区的石油进口量超过60%(2015年为61%)。美国历届政府都十分重视能源问题,并根据本国的利益需要,不断地对其能源政策进行修正和调整。

2001年,美国制定《国家能源政策》(*National Energy Policy*)(National Energy Policy Development Group, 2001)致力于“为美国的将来提供可靠、价格合理和环境友好的能源”。明确提出要利用先进技术,加强其国内油气资源的勘探与开发,并将北极国家野生动物保护区和美国西部地区列为油气开发的重点区域。同时强调在油气资源科技领域要加强以下技术研发:复杂(深水)地表环境下油气勘探技术、先进的具较高能源效益的油气钻采方法、改进油气开发性能和效益、先进的钻井设备、三维地震勘探技术、深水钻探技术、高能激光钻井技术、水平井技术等(郑军卫等, 2012)。

2005年美国发布《2005能源政策法案》(*Energy Policy Act of 2005*)(United States Congress, 2005)鼓励其对国内油气资源的开发,保证国内石油稳定供应,降低对进口石油的依赖。

2007年12月美国发布《2007能源独立和安全法案》(*Energy Independence and Security Act of 2007*)(United States Congress, 2007)期望从根本上改变美国使用能源的方式。根据该法案,美国政府计划在2022年前将可再生能源产量提高到360亿gal/a,并为轿车和轻型卡车设置更高的燃料经济性标准,即到2020年,轿车和轻型卡车平均油耗应为35mile/gal,较目前的水平提高40%。该法案也为联邦政府和商业大厦的电气用具制定了能源效率标准,要求将电灯泡的能效提高70%,并加速研究二氧化碳的管理及储存问题。

2005年《美国地质调查局能源资源5年计划》(*The U. S. Geological Survey Energy Resources Program 5-Year Plan*)(USGS, 2005)中提出要对油气资源进行系统的科学研究和评价,研究油气的生成、演化、聚集和分布,持续改进对非常规油气(如盆地中央气、油页岩等)的储量评价方法等。

2007年美国能源部(Department of Energy, DOE)基础能源科学办公室发布《适应21世纪能源体系的地球科学基础研究需求》(*Basic Research Needs for Geosciences: Facilitating 21st Century Energy Systems*)(DOE, 2007)战略报告,指出在未来能源科学基础研究领域

应加强地质介质中多相流体传输、地质介质中化学运移、地下特征、地质系统建模和模拟等研究。

2007年美国国家石油委员会(National Petroleum Council, NPC)发布《直面严峻的能源现实——纵观2030年全球石油和天然气前景》(*Facing the Hard Truths about Energy: A Comprehensive View to 2030 of Global Oil and Natural Gas*)报告(NPC, 2007),指出:在2030年以前,煤炭、石油和天然气在美国和世界能源结构中仍将不可或缺,未来油气供应前景不容乐观,需要不断扩增所有的经济可行能源资源来降低由于常规油气短缺所带来的风险。除了要通过科学技术的进步加强对常规油气资源的勘探和提高现有油气田的采收率外,还要加强对深水油气及致密砂岩气、页岩油气、油页岩、重油、天然气水合物等非常规油气的研发(郑军卫等, 2012)。

2007年,美国地质调查局(United States Geological Survey, USGS)《直面明日挑战——美国地质调查局十年科学战略2007—2017》(*Facing Tomorrow's Challenges—U. S. Geological Survey Science in the Decade 2007—2017*)报告(USGS, 2007),提出了反映USGS根本使命的7项科学目标,同时对未来发展前景进行了展望(USGS, 2007)。2012年,美国地质调查局在已有战略规划基础上优化、调整提出《美国地质调查局能源和矿产资源科学战略(2013—2023年)》,用于指导未来10年能源与矿产资源的研究。该战略涉及认识能源与矿产资源形成的基础地球过程、认识能源与矿产资源及其废弃物的环境行为、提供能源与矿产资源清单及评估、了解能源与矿产资源开发对其他自然资源的影响、认识能源和矿产资源供应的有效性与可靠性5个相互关联的科学目标,以及各目标下的主要问题和将采取的战略行动(Ferrero et al., 2012)。

美国能源部新的战略规划(2014—2018年)确定的美国能源部的新使命是:借助变革性科技创新和市场化解解决方案应对能源与环境挑战,以此强化国家安全并促进经济发展。战略规划设定了三大主体任务,共12项具体的战略目标,内容涉及科学研究、国家安全和机构运营管理。在科学研究方面,该规划所聚焦的未来重点领域包括气候变化、物理学前沿领域、新一代计算技术和先进科学基础设施(DOE, 2014)。

此外,美国还很注重对非常规油气资源的研究,如2000年,美国通过《甲烷水合物研究与开发法案》(*Methane Hydrate Research and Development Act*),以促进甲烷水合物资源研究、评价、勘探和开发,从法律制度上保证规划目标如期实现;2006年发布《甲烷水合物研发机构间路线图》(*An Interagency Roadmap for Methane Hydrate Research and Development*) (DOE, 2006)和特别规划报告《开发美国战略性非常规资源》(*Development of America's Strategic Unconventional Resources*) (Task Force on Strategic Unconventional Fuels, 2006)等,促进对天然气水合物、油页岩、重油、油砂等的研究;2008年,美国地质调查局率先对阿拉斯加天然气水合物资源量进行了系统的评价(USGS, 2008),为以后开发奠定了基础;2016年9月15日,美国能源部宣布,已遴选出6个新的甲烷水合物研究项目,共计将资助380万美元,开展甲烷水合物在受到自然变化、环境变化及开发相关诱发变化时的反应和行为变化,这将帮助确定这一巨量天然气资源的开发可行性,并进一步评估天然气水合物在全球气候循环中的作用(Office of Fossil