

# 世界能源研究综述

魏蔚 徐小杰\*

2013年,全球能源产业在全球经济复苏、世界政治经济格局“再平衡”和局部地区的动荡中发展。在开发页岩气和致密油资源潜力的技术推动下,美国石油与天然气产量明显回升,刺激着美国经济复苏,改变着北美地区在全球能源供应和贸易中的地位 and 角色,重构着全球能源版图;同时中国、印度等新兴经济体继续成为全球能源需求增长的驱动力。全球能源产业出现了明显的结构性调整,是世界能源研究的主要背景。

2013年能源领域的重要研究方向:美国的“能源独立”,全球能源结构优化,“天然气黄金时代”论,非常规油气资源开发,核能和可再生能源优势劣势分析,能源效率与节能减排,全球能源治理。

## 一、对美国页岩气革命和“能源独立”的深入研究

从第一次石油危机以来,历届美国政府都承诺采取各种措施实现“能源独立”,但一直进展不利。然而2005年后,随着页岩气开发的战略突破和崛起,“页岩气革命”和“能源独立”成为美国 and 全球能源领域研究的热点。国内关于美国页岩气革命和“能源独立”的研究迅速升温。国内一些国际关系问题专家一度认为,美国页岩气革命可能是类似金融市场或房地产市场的一场“泡沫论”,或类似里根政府时期提出“星球大战”那样的一场“阴谋”。但是,国内外能源领域的专家始终认为,美国页岩气的大发展,无论从地质理论突破、开发技术与经验、商业模式创新和调控角度看,都是一场革命。

美国的页岩气革命进一步验证了非常规天然气快速发展的潜力和趋势。页岩气革命和由此带来的美国“能源独立”(即能源自给率明显上升)命题,一直是2010年后国内外能源研究的一个热点。可以说,页岩气革命改善了美国能源的布局,降低了能源对外依存度,使美国逐步走向“能源独立”,但美国“能源独立”确实改变了美国的国内能源结构、进出口格局和地缘政治环境;页岩气的快速发展同时改变着世界能源的生产和供应,使西半球的油气生产和供应地位不断上升,从而影响世界能源供需格局和地缘政治格局。但是,这场“能源独立”并不意味着美国不从外部进口油气资源,削弱美国的对外政治经济关系和外交关系。

徐小杰(2013)<sup>①</sup>从美国“页岩气革命”的原因和对美国、北美和全球经济带来的影响,美国油气自身产量的未来趋势和原油进口来源国家的变化,特别是随着美国页岩气、致密气、

\* 魏蔚、徐小杰,分别为中国社会科学院世界经济与政治研究所副研究员和研究员。

① 徐小杰(2013):“美国能源独立趋势和全球影响”,载于王洛林、张宇燕(2013)(主编)《2012年世界经济形势分析与预测》,第278-298页,北京:社科文献出版社。

加拿大油砂和墨西哥深海油气开发的推进等方面对美国的“能源独立”进行了分析,认为到2020年美国不仅将发展成为世界最大的天然气生产国和更大的石油生产国,而且可能推动北美地区发展成为世界石油供应的“新中东”(即石油产量占据世界总产量25%左右);他坚持认为,美国页岩气的发展是一场革命,而不是“泡沫”和“阴谋”,“能源独立”仅是美国国内能源自给率上升(或对外依存度下降)趋势的一种反映,不代表未来美国能源战略走向独立或自我依赖的倾向。相反,美国的“能源独立”发展趋势,对美国经济复苏、对北美地区和全球石油供应、全球能源经济乃至全球地缘政治及未来制定能源政策都产生重大影响。美国与外部世界的能源关系不是削弱,而是发生重大的改变。

页岩气革命对世界能源市场发展的影响主要表现如下(高辉清,2013;张经明等,2013;张荣楠,2013)<sup>①</sup>:

其一,对美国经济的影响。主要表现在加速美国“再工业化”进程,推动经济与就业增长;随着能源利用效率的提高和新能源的开发,石油需求量和人均能源消费量持续下降,从而改善美国能源消费结构,降低对石油的依赖。而其中以页岩气为代表的非常规油气的成功开发是重要突破口。

其二,对国际能源市场的影响更大,北美地区可能成为匹敌中东的新油气供应基地。首先,北美地区非常规天然气储量居世界首位;其次,北美地区非常规天然气的技术可采量为世界第一;最后,除了非常规天然气之外,美国生物质能源和加拿大油砂矿也呈现快速增长之势;而中东地区能源战略地位相对下降。长期以来,中东都是世界能源版图的中心。然而随着北美能源地位的提高,中东未来退居为亚洲的石油供应中心,而不再是世界石油供应中心。预计到21世纪30年代中期,美国经济可以与中东石油脱钩。随着美国能源供应渐渐回归美洲,欧洲能源供应越来越趋于多元化来源,中东越来越像是“亚洲人的中东”,以中印为代表的发展中国家将越来越明显地成为中东石油消费的主力。对中国来说,有利于扩大天然气进口量,有利于中国与能源出口大国之间开展合作,同时有利于推动本国的页岩气发展。

其三,美国的页岩气革命不仅影响了美国经济与世界能源市场,而且影响了国际政治。随着时间推移,这些影响将越来越显著:(1)能源将成为军事力量之外美国推进全球霸权的第二个武器;(2)俄罗斯在欧洲天然气市场的统治地位将被削弱,战略重心东移速度将加快;(3)天然气生产者卡特尔组织难以形成。这些变化都与美国的“能源独立”紧密关联。

对于这一问题,英国智库 Chatham House 的报告也认为,由于对能源需求的减少和国内供应的增加,美国从国外进口石油的现象将发生逆转,这种趋势至少会持续到2020年;美国的天然气将非常经济且可持续性地发展下去,导致北美可能出口液化天然气。但是,美国的页岩气和致密油资源大多远离基础设施,在加工方面会面临较大的挑战,而国内的多数炼油企业按照中东较重的原油而设计的,一时难以替代。因此,可以判断美国依然需要从中东、非洲和周边国家进口石油,目前的能源供应充足是一种表象,虽然从北美以外的地区进口原油在减少;虽然能源安全的政策理由会逐步减弱,但是,至少在10年内美国维持一定规模的进口石油,而且不会对全球石油市场的稳定和安全视而不见。<sup>②</sup>

还有观点认为,应该将美国能源独立扩大为包括加拿大和墨西哥在内的北美能源独立现

① 高辉清(2012):“美国页岩气革命及其对我国的影响”,《发展研究》,第12期。

② John Mitchell. 2013. “US Energy: the New Reality, Chatham House’s Energy.” *Environment and Resources Working Paper*, EER BP 2013/02.

象来整体研究。Anthony (2013) 通过能源技术与油气储备估算,探讨了未来美国对能源进口的依赖及其对美国战略的影响。文中特别指出,目前美国政府机构(如 EIA)所指的“能源独立”是把北美地区作为一个整体来考虑的,而不仅仅限于美国。谈到美洲石油和其他液体燃料生产增加的影响时,他认为,美国能源独立是建立在美国得益于加拿大的能源生产和进口的基础上的,美国未来将主要依靠进口液体燃料满足交通领域的需求。即使按照最好的情景(美国增加液体燃料,减少从周边国家的直接进口),那么美国的“能源独立”也至少还需要 10 年。他从美国天然气产量增加的影响、美国对印度洋区域、中东北非石油和海湾的进口依赖等方面探讨了美国的能源战略;他根据美国 EIA 和其他能源预测计划,对天然气进行了详细分析,认为美洲 OECD 国家天然气产量从 2010 年到 2040 年将增加 56%,美国是美洲 OECD 国家最大的天然气生产国家,占天然气增加产量的 75%,页岩气产量将从 2010 年的 4.9 万亿立方英尺增加到 2040 年的 16.7 万亿立方英尺,完全可以弥补其他类型天然气生产的减少。2040 年美国页岩气产量将占天然气产量 50% 以上,致密气将占 22%,本土海上天然气占 9%,煤层气和本土陆上天然气占 19%。而加拿大和墨西哥的增长有限。加拿大可以生产少量的天然气、煤层气和致密气,但产量无法与美国相比。IEA 曾在 2012 年预测 2020 年美国将成为天然气净出口国,如果按能源的净需求考虑,美国将在 2035 年实现能源自给自足。主要依据是美国钻井技术的进步,使其能够获得大量的天然气和开采大批难动用的石油资源,同时能源效率将不断提高,可再生能源的开发加速发展。

Anthony 还认为,像小麦等其他全球性商品一样,原油出口的战略上的重要性不依赖于一定时间内是否从一个国家到另一个国家,而是依靠全球市场供给和需求的平衡。美国充分认识到,这一问题不仅仅是石油问题,而是如何有保证和稳定的形成能够对世界经济造成影响的能源出口流。EIA 和 IEA 都认为,到 2035-2040 年,全球经济将越来越多地受海湾能源出口的影响,还需要强调的是,美国经济也越来越依赖全球经济的健康发展,同时也从亚洲和欧洲进口制造业产品而间接的进口石油。目前,IEA 和 EIA 都没有将后者计算到美国进口石油项目中。

美国不是唯一从中东海湾地区直接进口石油的国家,但是每次海湾战争或危机都使美国为石油和其他相关能源产品付出高价格,而且全球供应的减少或者预期减少也会增加这些成本。美国越来越依赖全球经济,进口制造业产品也需要海湾地区的石油能够安全的出口到亚洲和欧洲。此外,在美国从亚洲和欧洲进口的货物中,大约有 1/3 是与当地天然气和石油进口相关,而这一点在美国的进口依存度中无论是过去,还是现在,都没有得到关注。这也是未来影响美国能源独立的一个重要的因素。

全球经济严重依赖于海湾国家的石油出口,美国的战略制定者一直认为海湾地区现在和将来都将保持世界石油资源的战略核心地位。<sup>①</sup>

国际能源专家在谈到美国能源独立时,不仅看到了页岩气的异军突起,而且研究了页岩气开发对北美致密油的带动作用。因为近年来美国不断将页岩气的勘探开发技术运用于致密油开发,从而大幅提高了致密油的产量,使得美国的原来认为难动用的致密油得到了开发,也会对美国“能源独立”和世界能源结构产生重大影响。侯明扬等通过分析北美致密油勘探开发现状及发展前景,从资源供需、行业发展、地缘政治和国际油价等四个方面分析了其影

<sup>①</sup> Anthony H. Cordesman. 2013. “American Strategy and US ‘Energy Independence’.” *CSIS Working Paper*, October.

响,认为致密油在北美发展迅速,进一步强化了美国在世界能源体系中的主导地位,增加了市场上非 OPEC 国家原油供给,改变了世界能源供需版图,间接地促进了新兴国家能源来源多元化。北美向世界展示了成功开发致密油的必备条件,吸引了大量公司和资金投入非常规资源的勘探开发活动中,但北美以外的其他国家受地质条件和配套设施等的制约,目前无法快速复制其发展经验。

致密油的发展也有助于抑制油价上涨,但其产量尚不足以决定国际油价走势,其开发成本难以使国际油价降至 80 美元/桶以下。但是,此举可以提高美国油气产量,使美国能源自给率提升,对中东石油的直接依赖度下降,对其战略重心向亚太地区转移整体有利;同时进一步增强美国在石油市场的话语权,有助于影响资源市场,巩固其经济霸主地位;通过油气出口,可能因此改变国际油气资源贸易流向,使欧洲国家对俄罗斯的能源依赖程度有所下降,从而造成俄罗斯在全球油气地缘政治中的地位相对下降;最后,还可以促进全球油气供需将向多极化迈进。<sup>①</sup>

## 二、全球能源结构优化

能源结构优化一直是世界能源研究的重点,特别是近些年,随着油气勘探技术的提高和世界经济(特别是发展中国家的经济)发展,使得世界能源生产和消费布局产生了较大的变化。以美国为首的西半球国家在全球油气生产中的重要性逐步增加,在 2020 年有望成为另一个能源生产和供应“中东”,而以中国和印度为首的发展中国家则成为能源消费的“中东”,中东地区能源消费也大幅增长,全球能源消费东移的态势明显。

国际能源署(IEA)在其《2013 年国际能源展望》(2013 World Energy Outlook)中对全球能源结构变化做了如下分析:

1、能源需求的重心正清晰地 toward 新兴经济体转移,特别是向中国、印度和中东地区转移。这些国家占据全球能源需求增长三分之一以上。

2、在能源价格研究方面,随着全球天然气市场的快速推进,区域天然气市场价格差异有可能进一步缩小,当前 LNG 合同结构中的僵死局面和以石油价格为基准的定价机制放松。在有些地区,特别是中国、部分拉丁美洲地区和部分欧洲国家,有可能跟随和扩展美国在非常规天然气资源开发上的成功,尽管他们在资源质量、生产成本和公众接受程度上仍存在不确定性。

3、在非常规油气资源研究方面,当前致密油和超深海石油等新资源种类以及现有油田采收率的技术能力的提高,已大大提升了对剩余可采石油储量的评估规模;但是,中东依然是长期石油展望所倚重的中心。在未来 10 年内,欧佩克满足世界石油需求的作用会因美国石油产量、加拿大油砂产量、巴西深水产量以及全球天然气液产量的增长而有所下降。但是,到 21 世纪 20 年代中期前,非欧佩克产量开始下降,中东仍将是全球大部分能源供应增长的主要来源。

4、在能源需求结构方面,交通运输和石化产业的需求使 2035 年前的石油消费保持增长之势,但增长步伐放缓。石油供需结构的重大变化使全球炼油厂遭受了前所未有的复杂挑战。它们中有些企业将被淘汰。

5、在电力部门研究方面,到 2035 年,可再生能源将近占全球发电能力增长的一半,其

<sup>①</sup> 侯明扬、杨国丰(2013):“北美致密油勘探开发现状及影响分析”,《国际石油经济》,第 7 期。

中可变电电源（风能和太阳能电池板）占据45%。中国将是可再生能源发电绝对量增长最大的国家，超过欧盟、美国和日本增长的总和。<sup>①</sup>

中国社科院世界经济与政治研究所（IWEP）在其《2013—2014 世界能源中国展望》中也认为，从2013年的视野看，发展中国家经济持续增长和人口的增长带动了全球能源需求的不断上升，出现了能源需求持续东移的现象。同时，他们还判断，不同能源部门的需求和供应受到各国能源政策的影响出现抑制或刺激而变化。天然气和新能源是今后全球能源变化的最大变数。无论从地区结构还是种类上看，全球能源供应继续走向多中心化。而不是国内一些人所谓的西移趋势。在这一过程中，全球能源需求和市场变化继续受新兴经济体的制约以及发达国家能源效率和创新机制的制约。新的供需地理意味着全球石油贸易重心的重构，对地区和全球石油安全，全球能源合作带来诸多影响。<sup>②</sup>

龚金双等则进一步分析认为，由于技术进步和高油价的原因，使得非常规资源正在成为战略接替。西半球（美洲）在世界油气生产中的地位越来越重要。但随着非常规油气产量快速提高，在未来10—20年内，西半球将从净进口变为净出口；“油气消费东移”是指处于东半球的亚太地区油气需求正在取代北美成为世界最大的油气消费地区。由于发展中国家油气消费进入快速增长期，世界油气需求重心由西向东转移，亚太地区成为世界最大油气消费地区则表现得更为明显。除了地理意义外，油气消费东移更多反映的是正在发生的油气消费从西方发达国家转向东方发展中国家的事实。这些将改变世界油气市场和地缘政治格局，改变世界竞争形势，对中国来讲，既是机遇，更是挑战。<sup>③</sup>

总体来说，能源结构调整，核心是技术的进步，促进了非常规油气的开发利用，从而改变了能源的供给版图。能源消费的增长，主要依靠经济的发展和人口的增加，而发展中国家经济的快速发展，也改变着能源消费的模式和发展方向。

### 三、天然气黄金时代的研究

近些年美国页岩气产量的爆发性增长，引起人们对非常规天然气的极大关注，是一场地质理论认识上的突破和技术应用上的革命，是天然气时代的最大推动力。这一革命带动了能源结构的升级优化、低碳化和清洁化的趋势。2010年后，国际诸多能源研究机构认为，天然气不仅是化石能源结构向非化石能源转变的“桥梁”，而且还可能是世界能源消费的终端资源。

2011年开始，国际能源署针对天然气议题出版了《我们进入天然气的黄金时代了吗？》特别报告<sup>④</sup>。2012年12月，国际能源署在2012年的《世界能源展望》中又发表了《天然气黄金时代的黄金规则》特别报告，对天然气发展做出了更加全面的分析。该报告认为，天然气即将进入发展的黄金时期，但只有在盈利的情况下并以环境可接受的方式对世界上储量巨大的非常规天然气（页岩气、致密气和煤层气）中的大多数资源进行开发时方可实现。但非

① IEA. 2013. *2013 World Energy Outlook*, Paris.

② 中国社科院世界经济与政治研究所课题组（2013）：《世界能源中国展望（2013—2014）》，第15—30页，北京：社会科学文献出版社。

③ 龚金双等（2013）：“全球油气生产西移与消费东移的趋势及其影响”，《中国能源》，第2期。

④ IEA. 2011. “Are We Entering the Golden Age of Gas?” *2011 World Energy Outlook, Special Report*, Paris.

常规天然气在未来极具前景的发展道路上也存在无数的障碍，特别是与其开采相关的社会 and 环境的担忧。为此，国际能源署开发了一套“黄金规则”，建议了一些原则，让政策制定者、监管机构、运营商和其他单位依次处理这些环境和社会方面的影响。这些“黄金规则”强调，实现完全透明开发与管理、对环境影响进行测量和监测、与当地社区进行接洽是解决公众关切的关键所在。<sup>①</sup>

张抗（2013）在《页岩油气发展的中国之鉴—致密油气和煤层气》<sup>②</sup>一文中，从国内致密油气成功规模开发所形成的技术基础，到对煤层气长期发展迟缓的原因两个方面进行了讨论，认为：美国非常规天然气的快速发展，得益于将致密油气开发中的技术应用于煤层气和页岩油气并使之适应其特点的结果；中国致密油气开发技术总体上达到国际先进水平，这是中国页岩油气发展的雄厚技术基础，通过适应中国特殊地质条件的技术改造和不同页岩类型中完善核心技术与设备的国产化过程，可以形成配套的技术体系；中国煤层气起步早，有一定资源和技术基础，但体制制约减缓了其发展势头，如果不加以改革，并完善法规，则非常规油气产业难以顺利发展。邱中建等（2013）在《非常规气的非常规发展》中也认为，目前中国常规天然气仍处于高速发展时期，离进入高峰期还为时尚早，但由于中国能源结构过于畸形，不能走先发展常规天然气再发展非常规天然气的老路，而应全力促使常规和非常规天然气并重发展，全球非常规天然气的大爆发为中国非常规天然气发展增添了新的动力。中国能源结构的状况和非常规天然气的全球效应决定了中国天然气发展的理念应为常规和非常规天然气整体发展、共同发展，推进中国天然气的发展速度。从资源可靠性、技术水平和经济效益来看，致密气是非常规天然气发展的领头羊，煤层气已有相当基础，具备加快发展的可能，页岩气前景光明，需要扎实工作，认为这一发展状况也代表我国发展非常规天然气的先后顺序。在技术进步、政策扶持和效益可期的情况下，中国非常规天然气将会快速发展。预计用20年左右的时间，非常规天然气产量占据天然气产量的一半，最终可能成为我国天然气产量的主体。<sup>③</sup>

美国能源信息署 Nakano（2012）等专家研究了亚洲页岩气开发的潜力，认为到2035年中国和印度将占全球能源消费增长50%以上。其中，中国具有巨大的页岩气资源开发潜力，需要在政策规制、基础环境、价格机制、环境和资源管理、技术创新以及社会挑战等方面做出合理的政策框架。否则，中国页岩气开发不可能像北美那么成功。<sup>④</sup>

作为天然气的主要消费地区，亚洲天然气市场地位会越来越上升，在天然气的黄金时代中起到决定性的作用。英国智库 Chatham House 和 IEA 的专家对此进行了深入的研究，他们认为在未来十年，以中国为首的东亚、南亚国家将成为天然气主要市场，到2030年需求将增加4倍。保证稳定和便宜的进口是中国和韩国减少二氧化碳排放计划的重要保证，也是日本核事故后弥补核电减少的潜力所在。尽管中国和俄罗斯天然气管道谈判陷入10年僵局，但2013年东部天然气管线可能取得进展，这对供需各方的能源安全意义重大；认为2013年上半年是决定中俄天然气管道开通的关键时期，错失这一机会将会使双方失去双赢的结果，同

① IEA. 2012. "Golden Rules for a Golden Age of Gas 2011 World Energy Outlook." Special Report on Unconventional Gas, Paris.

② 张抗（2013）：“页岩油气发展的中国之鉴—致密油气和煤层气”，《天然气工业》，第4期。

③ 邱中建等（2013）：“非常规气的非常规发展”，《中国石油石化》，第1期。

④ Jane Nakano et al. 2012. "Prospects for Shale Gas Development in Asia." CSIS Working Paper, Examining potentials and Challenges in China and India, August.

时会使未来全球液化天然气价格上升。<sup>①</sup> Keun Wook Paik 等认为, 中国非常规天然气生产前景和未来从东非和美国进口液化天然气的潜力等因素将改变亚洲天然气市场环境; 中俄国家石油公司和中日韩天然气进口联盟会支持形成一个平衡的天然气管道协议, 并为该地区的能源安全奠定基础。<sup>②</sup>

Warner 等认为天然气也会对亚太地区的能源安全、经济发展和环境保护产生非常重要的作用。未来亚洲天然气的角色拓展关键是在国际市场上自动地参与竞争, 其价格能否更多地与该地区的供给和需求紧密连接在一起。亚洲的天然气需求增加, 到 2015 年将达到 7900 亿立方米, 成为世界第二大的天然气需求市场。亚洲的天然气市场主要是和石油价格相关的长期合同, 以保证其能源供给安全, 而天然气出口国也需要保证其投资的回报, 造成了亚洲天然气价格过高。亚洲目前天然气的制约因素包括缺乏一个贸易中心, 同时缺乏透明的价格指标来刺激天然气基础设施的投资。此外, 亚太地区天然气供应主要是液化天然气 (LNG), 依靠全球液化天然气供应链, 需要船运和再气化终端的投入, 缺少管道天然气 (PNG)。

同时, 可靠的亚洲天然气市场价格需要一个有竞争力的国家或区域市场, 有一些机制和合理结构吸引新的参与者, 并鼓励市场参与者积极利用贸易中心的作用。从中短期看, 新加坡是亚洲天然气贸易中心的合适竞争者。

Warner 等认为, 政府未在交通、批发价格规制、网络建设、非歧视准入等方面推进市场化改革, 因此目前在亚洲建立竞争性的天然气批发市场是不现实的。在比较成熟的亚太市场对建立批发市场的需求也基本为零, 因为该地区的政府一直强调安全目标而非经济目标。<sup>③</sup>

在亚太地区, 竞争性的天然气市场和可靠的天然气价格并非一夜建成, 也并非必然导致天然气价格的下降。但是, 这样的市场化发展会增加亚太经济体的市场参与者, 同时使天然气市场的灵活性不断增强, 地区天然气市场不断成熟, 对未来全球天然气市场的稳定发展具有重要的意义。

#### 四、核能和可再生能源研究进一步深入

为了减轻化石能源发展对环境的影响, 提高能源利用效率和发展核能和可再生能源是世界各国必然的选择, 这也是世界能源结构调整和转型的重要方向。北欧国家的清洁电力生产和跨境电力运输、日本能源结构调整和巴西在新能源和可再生能源领域的良性发展等都使人们对新能源和可再生能源的认识和研究更加深入。对以水能、风能、太阳能、生物质能和核能为主的新能源和可再生能源以及碳捕捉与封存技术等的应用等研究进一步细化。

2013 年国内出版的德国经济学家赫尔曼·希尔的《能源变革最终的挑战》一书提出可再生能源完全可以替代核能和传统化石能源, 认为这一替代最早可能是在 2050 年, 而且这种完

<sup>①</sup> 2014 年 5 月, 中俄达成东部天然气协议, 从 2018 年起, 俄罗斯开始通过中俄天然气管道东线向中国供气, 输气量逐年增长, 最终达到每年 380 亿立方米, 累计 30 年。

<sup>②</sup> Keun Wook Paik. 2012. "Glada Lahn and Jens Hein, Through the Dragon Gate? A Window of Opportunity for Northeast Asian Gas Security." Chatham House's Energy, Environment and Resources, Working Paper, EER BP 2012/05, Dec.

<sup>③</sup> Warner ten Kate, László Varró, Anne - Sophie Corbeau. 2013. "Developing a Natural Gas Trading Hub in Asia: Obstacles and Opportunities." IEA Report, Feb.

全替代可能于2030年前后在某些具有自然潜能和技术潜能的国家首先实现。<sup>①</sup>其实,完全替代是难以实现的。IEA《2013年世界能源展望》和中国社会科学院《世界能源中国展望(2013—2014)》提出,到2035年依靠清洁能源(天然气、核能、可再生能源)的快速发展,全球将在2035年左右形成多能并存的格局。

但是,不可否认可再生能源确实有可能在一些具有条件的欧洲国家首先实现。欧盟可再生能源发展战略已经初见效果。2013年3月,欧盟委员会公布了自2009年《可再生能源指令》生效以来的首个进展报告。报告指出,2010年欧盟整体的可再生能源占最终能源消费的比率已达到12.7%,比指令制定的2011年与2012年的2年平均中间目标10.7%高出2个百分点。27个成员国中的23个在2010年已经达到了2011年到2012年的中间目标值。其中最好的是瑞典,已经达到49.1%,意味着其最终能源消费的近一半由可再生能源满足。西班牙、德国及意大利等风能和太阳能发电装机容量居欧洲前列的国家,也达到了比中间目标值高近3个百分点的数值。2010年未达到中间目标值的是英国、荷兰、拉脱维亚及马耳他4个国家。为此,欧盟分别制定了2013年到2014年、2015年到2016年及2017年到2018年的2年平均中间目标,欧盟每两年会公布一次进展报告,以不断推动成员国达到甚至超过这一目标。

在日本新能源和可再生能源中,由于2011年日本福岛核事故的发生,使核电的发展引起很大的关注。福岛核泄漏以后,日本的能源政策出现了重大调整:(1)不再新建核反应堆,加强对现有核反应堆的安全监管,运行到设计期满便退役;(2)提高可再生能源生产的产业地位,促进以太阳光、地热能为主的可再生能源的利用;(3)努力促进核电技术输出,将自己的核电技术优势转化为经济优势。<sup>②</sup>得益于日本能源结构的多元化战略积累,去核电并未造成日本能源系统的运行紊乱与停滞,反而成为日本政府推动能源相关改革与刺激经济复苏的有效工具。<sup>③</sup>张季风(2013)<sup>④</sup>对日本的能源的调整作了分析,他认为:第一,近中期只能增加火力发电,以解燃眉之急。第二,逐步开始重新启动处于停机状态的核电站,加快出口核电设备的步伐。第三,加快新能源的研究开发步伐。从日本多数能源文献分析可见,新能源虽然存在成本高、技术难度大、能源分布分散、单位规模小以及间歇性等问题,但是,新能源则是清洁低碳,代表着世界经济社会发展的方向。日本在《新能源法》中明确提出大力发展新能源,减少对石油的依赖。以这次大地震为契机,在开发新能源的同时进一步开发节能技术,提高能源利用效率,并继续调整产业结构,甚至改变国民的生活方式,为进一步减少能源消费总量而做出各种努力。在日本的能源改革中,如何利用核电是其核心。迫于民众的压力,2012年9月民主党政权已经把到2030年核电为零的方案写入《革新能源环境战略》中,但在2014年4月日本政府最新公布的《第四次能源基本计划》中,可再生能源的比例相对由《革新能源环境战略》中的30%降低到20%,减少了10%,尽管日本目前并没有确定《第四次能源本计划》的能源组合,但减少的10%极有可能由包括核电在内的其他能源来替代。因此,日本的核电战略究竟何去何从是一个关注点。最后的决定可能对未来能源结构及

① 赫尔曼·希尔著,王乾坤译(2013):《能源变革最终的挑战》,北京:人民邮电出版社。

② 俞培果(2012):“日本能源政策抉择及其对我国的启示”,《现代日本经济》,第6期。

③ 陈友骏(2013):“福岛核事故对日本核电工业的影响及其中东政策的调整”,《国际关系研究》,第5期。

④ 张季风(2013):“日本能源战略调整及中日能源领域的竞争与合作”,《东北亚学刊》,第3期。



技术的发展产生重大的影响。

最后,必须关注近 10 多年来巴西的可再生能源发展顺利,能源政策起到了非常重要的推动作用。李仁方、单郸(2013)<sup>①</sup>认为,巴西根据自身资源禀赋优势,积极发展乙醇燃料、生物柴油和风能等可再生能源,最终实现了能源独立和能源安全。在大力推广和应用新能源过程中,巴西政府发挥了重要作用,其新能源发展政策卓有成效。巴西政府通过有效而细致地贯彻执行各项新能源政策,使“国家乙醇燃料计划”、“国家生物柴油计划”、“PROINFA 计划”等都取得了显著成就,增加了就业机会,改善了社会环境,同时减少了温室气体的排放。

## 五、能源效率与节能减排研究不断深化

在提高能源效率方面,IEA 的能源效率专家做了大量的调研,他们从能源政策、能源效率、电力、可再生能源、石油天然气和研发投入等方面评估了各成员国在能源领域的新举动,能源安全、环境保护和经济发展是主要目标。尽管存在成本压力,但为了实现这些目标,需要提高能源效率、增加可再生能在能源供给和消费中的比例,同时还要提高政策的透明度和公众的参与程度。<sup>②</sup>

碳捕捉和封存技术在传统产业中的应用,受到了特别的关注。该技术的应用可以大幅度的减少二氧化碳排放。IEA 的分析表明,水泥、钢铁、化工、炼油等耗能产业排放了全球 1/5 的二氧化碳,而且在未来几十年中还会增加,碳捕捉和封存技术的应用到 2050 年可使二氧化碳排放减少一半,未来碳捕捉和封存技术将在产业发展的去碳化过程中起到关键的作用,需要引起政策制定者的关注。目前确认的影响该技术发展的主要三个因素包括是:在高成本和技术缺口、技术竞争力和有限的参与程度。因此,目前碳捕捉和封存技术的产业应用进展缓慢,政策制定者也缺乏足够的经验。今后,政府和企业的联合是推动这一技术发展的关键。

电力供应和效率。也是研究的重点。2013 年,IEA 还发布了低碳电力系统转型情况下保证电力供应和效率的研究报告,该报告分析了《电力安全行动计划》下,通过对去碳化过程中电力发展面临的问题研究,分析了未来与电力市场和安全相关的研究框架。他们认为,为了保证低碳电力,使电力市场变得更加灵活,各国政策规制需要统一框架,同时需要建立跨境的电力网络。未来 20 年对传统化石能源发电能力的替代和可再生能源电力比例的增加是保证电力安全供应的核心。同时需要注意,低碳政策的不确定性会加剧电力批发市场投资的风险;在市场趋紧的情况下,实施精心设计的电力市场规制是在需求高峰时提供正确投资信号的关键;这些挑战需要政府高度关注,扩大风能和太阳能进入竞争性电力市场的布局需要有一个良好功能的跨境的大范围的电力市场,同时要高效的利用现存的基础设施,这将为未来电力政策改革提供了机会。

他们的政策建议是:通过多种法律途径,完善规章制度安排,提高电力的可靠性;促进贸易和增加可再生能源的份额,同时要认识到电力安全和电力市场的集成的本性。在市场趋紧的情况下保证价格信号不被扭曲,同时为灵活的服务提供合适的报酬;如果不能生产足够

<sup>①</sup> 李仁方、单郸(2013):“巴西新能源政策及其效果分析”,《西南科技大学学报:哲学社会科学版》第 30 卷,第 5 期。

<sup>②</sup> IEA. 2013. *Energy Policy Highlights*, Paris.

的电力,则可以选择一个产能的机制可以创造一个安全的网络,同时要保证通过法律建立一个适度的电力容量市场;较好的分布网络成本可以保证市场参与,不断提高可再生能源的市场份额,不断拓展以市场为基础的机制的网络的主动性;提高低碳政策的准确性和技术分布的目标,使包括可再生能源和其他低碳能源的应用达到最大化,提高传统发电的市场确定性。<sup>①</sup>

通过对能源气候变化地图的研究,IEA认为,全球2/3的温室气体排放来自于能源领域,而全球能源消费的80%来自于化石能源。<sup>②</sup>近年来,温室气体排放增速一直在加快,从长期看,温度上升可能位于3.6°C和5.3°C之间。而目前全球对控制温度上升2°C的行动还不充分。尽管从科学的角度看,这一目标是可能实现的,但面临巨大的挑战。需要在2020年之前采取重大行动,在全球层面达成广泛一致的全球气候协议和共同行动。

IEA的研究还表明,2012年全球与二氧化碳有关的温室气体排放增加1.4%,达到31.6G吨,非OECD国家的排放占60%。为了到2050年将温度上升控制在2°C的目标,需要加强四个方面的政策:一是采用特殊的能源效率测量方法(可以减少49%的温室气体排放);二是限制低效率的燃煤电厂的建立和使用(减少21%的温室气体排放);三是最低程度减少上游油气生产的甲烷排放(减少18%的温室气体排放);四是加快减少对化石燃料消费的补贴速度(减少12%的温室气体排放)。同时,极端气候天气对能源生产也会产生影响:对电厂、电网、油气生产、风电场及其他设备的安装等都会造成危险。

他们认为,在控制全球温度上升2°C的目标情况下,到2035年核能和可再生能源的净收入需要增加到1.8万亿,而煤电需要减少同样水平,同时8%的煤电在没有完全收回投资的情况下需要退役,30%的煤电厂需要配备碳捕捉和封存技术,而目前正在生产的油气田在完全达标前不需要关闭。如果在2020年前不采取这些积极的行动,成本代价会很大,加入减少1.5万亿美元的低碳投资,到时则需要多投入5万亿美元来弥补。

丹麦、芬兰、瑞典等在内的北欧五国在其能源系统去碳化的过程中表现突出。他们制定的2050年能源转型计划比公认的控制温度上升2°C的最高目标还严格。他们认为,去碳化的关键是电力生产和产业、交通和建筑领域能源的节能减排,同时利用碳捕捉和封存技术加以减少温室气体排放。<sup>③</sup>

2050年北欧地区电力生产全部去碳化。目前风电占电力生产的3%,到2050年要占到25%;产业领域的温室气体排放减少60%,具备能源效率评估和碳捕捉和封存技术;2050年50%的水泥厂,30%的钢铁厂和化工厂配备碳捕捉和封存技术;交通领域的二氧化碳排放要从2010年的8000万吨减少到2050年的1000万吨,为此需要减少交通需求的增长速度,减少电动车的成本,保证生物燃料的供应;建筑领域的能源利用会使二氧化碳的排放从2010年的5000万吨减少到2050年的500万吨。IEA的专家认为,近期政策聚焦现有建筑的改造,长期发展需要应用先进的节能绿色的建筑技术,结合城市规划和智能系统,鼓励消费者改变消费行为和生活方式。这一系统可以使能源系统转变成更加灵活、绿色和可持续。能源需求和供给的改变,需要各个部门的协同发展,包括供暖、发电、电动汽车、城市垃圾处理、产

① OECD/IEA. 2013. "Secure and Efficient Electricity Supply During the Transition to Low Carbon Power Systems." *IEA Report*, Paris.

② IEA. 2013. "Rewarding the Energy - climate Map." *World Energy Outlook Special Report*, June, Paris.

③ IEA. 2013. *Nordic Energy Technology Perspectives*, Paris.

业能源利用等。现在北欧国家已经走出了积极的一步。

欧盟高度连通的能源系统为北欧国家提供了巨大的发展机会。低成本、低碳的电力生产和电网的连通,可以使北欧国家成为主要电力出口商。长期来看,北欧国家具有出口 50 - 100 太瓦时的电力潜力。而北欧的水电可以调节欧洲的电力系统。

根据全球能源发展态势,中国社会科学院《世界能源中国展望(2013—2014)》在分析全球能源革命和趋势的基础上,针对中国的能源发展状况,提出了“生态能源新战略”等系列观点。主要包括:大力推动煤炭的清洁高效利用、从油气并举过渡到“稳油增气”,加大天然气开发和利用、以市场方式发展风能和太阳能等可再生能源、积极稳妥发展核能、积极推进“智能电网”建设,完善新能源与传统能源供应体系、大力推广节能技术,高能源利用效率等方面。同时,将“生态能源新战略”作为核心情景进行分析并与 IEA 的《国际能源展望》的“新政策情景”进行比较分析,使各种指标更加量化,丰富了中国对世界能源的研究内容。这一报告还指出,要实现从现有的政策情景向“生态能源新战略”情景的转型,需要在政府政策、生产方式乃至生活方式上出现一系列重要变革:第一,要求中国更加积极主动参与全球气候变化议程,积极调整推动中国能源的清洁化和能源生态文明建设;第二,推动能源领域的技术进步,促进清洁能源技术的应用;第三,积极推动能源消费方式的转变。

## 六、全球能源治理体系研究

全球能源供求格局的变化及对环境影响的关注,引发了人们对全球能源治理问题的新思考。同时,伴随着新兴经济体在全球能源市场的作用不断提升,也迫切要求改革全球能源治理体系。目前,全球没有一个覆盖所有国家和地区的能源治理机构,现存松散的、缺乏约束力的全球能源治理组织框架已经不适应全球能源发展趋势和变化,需要各国在多方面加强地区性和全球性的能源治理体系的探索。各国通过沟通和协调保持世界能源市场的稳定和可持续发展,都可以在未来能源治理体系改革中发挥重要作用。

《世界能源中国展望(2013—2014)》报告认为,目前的全球能源治理格局可以概述为一个多层次的能源治理体系,包含五个层次:第一层次是居于政策协调和信息发布主导地位的发达国家建立的国际能源署(IEA);第二层次是拥有主导地位的油气生产国和出口组织,如石油输出国组织(OPEC)、天然气输出国论坛及非欧佩克资源大国等;第三层次是为适应全球能源治理需求而建立的组织,如能源宪章(ECT)和国际能源论坛(IEF);第四层次是西方国家主导的国际性组织(如世界银行)框架下的相关能源机制;第五层次是 G20 等新兴全球性组织与诸多地区性组织中的能源治理机制<sup>①</sup>(如 APEC 中的能源合作)。

但是,这些全球性和地区性能源治理秩序多形成于 20 世纪七八十年代,盛行于九十年代。在全球性金融危机后,面对新的国际政治经济形势,这些能源治理体系进入了调整期。发达国家和新兴经济体各国都积极参与全球性和地区性能源治理体系的探讨。许多国家希望在平等、安全和可持续的基础上通过积极参与全球能源对话与交流,创造一个新的全球能源治理新体系。随着中国能源的国际地位和影响不断上升,国际能源治理体系课题也引起了国内学者的关注。

<sup>①</sup> 世界能源中国展望课题组(2013):《世界能源中国展望(2013—2014)》,第 253 - 255 页,北京:社会科学文献出版社。

杨元华 (2013)<sup>①</sup> 从全球角度探讨了全球能源治理问题。他认为全球能源治理是涉及国际能源政治、能源经济、能源外交、能源管理、能源安全各方面的综合性命题,是一个参与主体多元化、分配均衡化的过程,其本质在于提高资源配置整合的效率,是世界各国能源合作的制度安排,推动制定规章制度、构建机构、促进合作、消除摩擦、减少风险,从而有利于各国合作发展、安全发展、和平发展、共赢发展。其核心内容一是和平稳定,二是共同发展,从而建立起公平有效的全球能源治理体系。全球能源治理是多层次、多边合作的延伸,它超越国家治理范畴,是全球经济治理的主要组成部分。建立有效的治理机制需要把握参与普遍性、治理公平性、机制要素平衡性、治理方式多样性、治理透明性五项原则。目前,能源安全是全球能源治理的核心,转型是全球能源治理的根本。他同时指出,参与全球能源治理是人类共同的责任。以本国能源治理为基础,充分考虑各国发展的阶段性,建立有效的、可持续的、公平的、安全的治理机制。人们还应该认识到,构建全球治理能源架构是一项长期的任务,是逐步发展的过程,必须坚持发展、平等、互利的原则。这也是全球能源治理的根本方向。

孙阳昭和蓝虹 (2013)<sup>②</sup> 认为,当前的全球能源治理组织架构分散在众多能够影响能源治理的国际机构与国际规则中,仅仅在某一方面发挥着全球能源治理功能,且约束力较弱,难以有效应对全球能源治理面临的新挑战,由于参与全球能源治理的重要主体美国、欧盟和以中国为代表的新兴经济体目前正处于博弈之中,不可能在短期内建立自上而下的政府间全球能源治理机制,而改革趋势更可能是形成自下而上的路径。在上述重要主体继续实施单边能源政策的同时,应加强各国间的相互沟通协调,并注重发挥二十国集团稳定能源价格及协商能源事务的作用。

于宏源 (2013)<sup>③</sup> 则从近年来中国的风电和光伏产业连续遭受欧美反倾销等制裁及新能源领域逐渐成为中美经贸摩擦的重要领域的角度,分析了在应对气候变化和能源安全的大背景下,国际能源合作和竞争都是国际体系内的突出现象。他认为,这些事件背后的意图不仅是因为中国新能源产业发展已经影响到有关发达国家的核心发展战略和竞争力,而且折射出更深层次的问题。国家之间围绕新能源发展主导权的争夺日趋激烈。全球化和相互依存关系正在加深对国际合作的需求,并为国际合作创造了更多的机会。在应对全球能源环境挑战中,世界各国既有全球主义下的合作,也有功利主义下的竞争。为此,中国的对策包括:首先,政治外交和经济外交要同时展开,加强同发达国家和新兴经济体国家在能源环境领域的合作;其次,气候变化是推动中国能源外交的主要力量;再次,中国必须应对能源功利带来的地缘变化;最后,面对功利主义,必须加强中国能源领域特别是新能源领域的技术创新能力。中国参与能源治理的目的基于本国能源发展利益与国际合作责任和承诺,促进中国与世界能源对话、互动,提升全球能源治理能力。

作为经济发展的排头兵和能源需求的主要国家(如金砖国家)在供应和需求两方面是影响全球能源市场的重要力量,需要在全局能源治理中发挥应有的作用。但是,赵庆寺认为,现有西方发达国家主导的能源治理机制缺乏弹性和包容度,并未有效整合金砖国家,难以有效应对能源安全和气候变化等全球性问题,而出于共同维护能源安全与加快能源转型、实现

① 杨元华 (2013):“时代呼唤全球能源治理”,《中国远洋航务》,第1期。

② 孙阳昭,蓝虹 (2013):“全球能源治理的框架、新挑战与改革趋势”,《经济问题探索》,第11期。

③ 于宏源 (2013):“全球能源治理的功利主义和全球主义”,《国际安全研究》,第5期。

能源优势互补、深化金砖国家合作机制、深度参与全球能源治理等方面的需要,金砖国家需要进行能源合作。同时,徐小杰认为金砖国家经济依存度较低、具有大致相同的能源利益与诉求,面临共同的压力与挑战,也迫切需要提升多边能源合作的广度和深度,建立“能源金砖”。

### 英文参考文献

1. Anthony H. Cordesman. 2013. "American Strategy and US 'Energy Independence' ." *CSIS Working Paper*, October.
2. IEA. 2013. *Annual Energy Outlook 2013 with Projection to 2030*. Washington D. C. , April.
3. IEA. 2013. *2013 World Energy Outlook*. Paris, November.
4. IEA. 2013. *Oil Market Report Monthly*, September.
5. IEA. 2013. *Energy Policy Highlights*, Paris.
6. IEA. 2013. *Nordic Energy Technology Perspectives*, Paris.
7. IEA. 2013. "Rewarding the Energy - Climate Map." *World Energy Outlook Special Report*, June.
8. John Mitchel. 2013. "US Energy: The New Reality." Chatham House, *Energy, Environment and Resources*, Working Paper EER BP 2013/02.
9. Keun Wook Paik, Glada Lahn, Jens Hein. 2012. "Through the Dragon Gate? A Window of Opportunity for Northeast Asian Gas Security." Chatham House, *Energy, Environment and Resources*, Working Paper, EER BP 2012/05.
10. Michae Aklin Johannes. 2013. "Urpelainen Political Competition, Path Dependence and the Strategy of Sustainable Energy Transitions." *American Journal of Political Science*, No. 1 - 1612.
11. OECD/IEA. 2013. "Global Action to Advance Carbon Capture and Storage: A Focus on Industrial Applications." Annex to *Tracking Clean Energy Progress*, Paris.
12. OECD/IEA. 2013. *Secure and Efficient Electricity Supply During the Transition to Low Carbon Power Systems*, Paris.
13. Russian Academy of Sciences' Energy Research Institute. 2013. *Global and Russian Energy Outlook into 2040*.
14. Warner ten Kate, Lászlo Varró, Anne - Sophie Corbeau. 2013. "Developing a Natural Gas Trading Hub in Asia: Obstacles and Opportunities" *IEA Report*, February.

### 中文参考文献

1. 彼得·马什 (2013):《新工业革命:消费者、全球化以及大规模生产的终结》,北京:中信出版社。
2. 发改委能源所 (2012):“能源技术路线图,中国风电发展线路图2050”。
3. 龚金双等 (2013):“全球油气生产西移与消费东移的趋势及其影响”,《中国能源》,第2期。
4. 国际能源署 (2012):“工业能源管理行动计划—节能创造价值”,《赛迪译丛》,第31期。
5. 国务院新闻办 (2013):《中国能源政策白皮书 (2012年)》。
6. 国务院发展研究中心企业研究所课题组 (2012):“煤炭行业形势变化要求加快转型发展”,《国研视点》,国研网。
7. 高辉清 (2012):“美国页岩气革命及其对我国的影响”,《发展研究》,第12期。
8. 黄旭春、张军、夏启明等 (2012):“欧洲天然气现货贸易发展及其对俄欧天然气合作的影响”,《国际石油经济》,第12期。
9. 侯明扬、杨国丰 (2013):“北美致密油勘探开发现状及影响分析”,《国际石油经济》,第7期。
10. 赫尔曼·希尔著,王乾坤译 (2013):《能源变革最终的挑战》,北京:人民邮电出版社。
11. 杰里米·里夫金著,张体伟、孙豫宁译 (2012):《第三次工业革命》,北京:中信出版社。
12. 雷毅 (2013):“生态文明:工业文明的最佳替代”,《中国社会科学报》,6月17日。

13. 刘宽红 (2012): “传统发展观及其文明模式的风险困境与重建——生态文明视野下低碳能源安全理论的价值问题探究”, 《求实》, 第2期。
14. 邱中建、赵文智、邓松涛等 (2013): “致密气和页岩气发展路线图”, 《中国石油石化》, 第17期。
15. 邱中建等 (2013): “非常规气的非常规发展”, 《中国石油石化》, 第1期。
16. 世界银行和国务院发展研究中心联合课题组 (2012): 《2030 的中国: 建设现代、和谐、有创造力的社会》, 北京: 中国财政经济出版社。
17. 世界能源中国展望课题组 (2013): 《(2013—2014) 世界能源中国展望》, 北京: 社会科学文献出版社。
18. 孙阳昭、蓝虹 (2013): “全球能源治理的框架、新挑战与改革趋势”, 《经济问题探索》, 第11期。
19. 唐炼 (2013): “世界能源供需现状与发展趋势”, 《国际石油经济》, 第1期。
20. 王仲颖等 (2013): 《中国可再生能源产业发展报告 2012》, 北京: 中国经济出版社。
21. 解振华、冯之浚 (2013): 《生态文明与生态自觉》, 浙江: 浙江出版联合集团、浙江教育出版社。
22. 徐小杰 (2012): 《石油啊, 石油——全球油气竞赛和中国的选择》, 北京: 中国社会科学出版社。
23. 徐小杰 (2013): “中俄能源合作有赖战略智慧”, 《中国石油报》石油时评, 7月2日。
24. 徐小杰 (2013): “中国石油”跨国经营的全球视野分析, 《国际石油经济》, 第7期。
25. 徐小杰 (2013): “美国能源独立趋势和全球影响”, 载于王洛林、张宇燕 (2013): 《2012 年世界经济形势分析与预测》(主编), 第278-298页, 北京: 社科文献出版社。
26. 徐小杰 (2012): “能源金砖——金砖国家合作的新方向”, 《第一财经日报》, 3月26日。
27. 杨元华 (2013): “时代呼唤全球能源治理”, 《中国远洋航务》, 第1期。
28. 俞培根 (2013): “我国能源与环境困境的战略思考”, 《科学社会主义》(双月刊)。
29. 于宏源 (2013): “全球能源治理的功利主义和全球主义”, 《国际安全研究》, 第5期。
30. 张抗 (2013): “页岩油气发展的中国之鉴——致密油气和煤层气”, 《天然气工业》, 第4期。
31. 张经明、梁晓霁 (2013): “‘页岩气革命’对美国和世界的影响”, 《石油化工技术与经济》, 第1期。
32. 张季风 (2013): “日本能源战略调整及中日能源领域的竞争与合作”, 《东北亚学刊》, 2013年第3期。
33. 赵庆寺 (2013): “金砖国家能源合作的问题与路径”, 《国际问题研究》, 第5期。
34. 赵庆寺 (2013): “科学发展观视域中的中国能源安全新范式”, 《探索》, 第2期。