

能源革命促进中国清洁低碳发展的 “攻关期”和“窗口期”

林伯强

[摘要] 中国正处于经济发展和低碳清洁转型的关键时期。能源生产和消费革命的核心是能源供给侧和能源消费改革及创新。党的十九大报告指出要推进能源生产和消费革命,构建清洁低碳、安全高效的能源体系。本文通过分析能源革命的必要性和紧迫性,指出目前能源革命正处于重要的时间窗口。由于能源消费和生产革命对促进低碳清洁转型的重要作用,以及能源制度对低碳清洁转型的保障作用,所以需要通过能源生产和消费革命完善能源体制,以支持中国低碳清洁转型顺利推进。在分析讨论的基础上,本文提出,需准确理解能源生产和消费革命,要通过促进能源生产和消费改革加快能源价格机制和能源体制改革,完善能源制度。中国新能源依靠道路自信与制度自信实现了跨越发展,未来中国需要巩固能源制度自信,以及进一步发扬和传播自信。

[关键词] 能源革命; 低碳清洁转型; 能源制度自信; 能源体制改革; 能源安全
[中图分类号]F206 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1006-480X(2018)06-0015-09

一、引言

能源是国民经济社会发展重要的要素投入,从历史上看,绝大多数经济体在高速发展的阶段,能源需求都会随经济发展而快速增加。中国目前是全球最大的能源生产国和消费国,受制于资源禀赋的约束,过去很长一段时间以来,能源结构以煤炭为主,由此带来了环境污染和过多碳排放等一系列问题。党的十九大报告指出,要推进能源生产和消费革命,构建清洁低碳、安全高效的能源体系。党的十九大报告对能源生产和消费的阐述使用了“革命”这个词,既说明了能源领域改革的重要性和迫切性,也从侧面反映出现阶段能源、环境、经济之间的矛盾突出,已到了必须进行“革命”的程度,也彰显出政府高层推进能源改革的决心。

早在2014年,中央财经领导小组会议就提出推动能源生产和消费革命。2017年4月正式公布的中国《能源生产和消费革命战略(2016—2030)》(以下简称《战略》)不仅指出能源发展的重点,还回答了应该如何引导能源发展。《战略》提出推动化石能源清洁化,2020年能源消费总量控制在50亿吨标准煤内,争取非化石能源消费的比重达到15%,基本形成较完善的能源安全保障体系;2021—2030年将能源消费总量控制在60亿吨标煤以内,大幅减少高碳化石能源的利用,非化石能源占一次能源消费的比重达20%,初步构建现代能源体系;到2050年,能源消费总量基本稳定,非化石能源消费占一次能源消费的比重超过50%。

[收稿日期] 2018-03-15

[作者简介] 林伯强,厦门大学管理学院教授,博士生导师,经济学博士;电子邮箱:bqlin@xmu.edu.cn。感谢厦门大学管理学院博士研究生栾冉冉和杜之利对本文注解和文章编辑的协助。

党的十九大报告又进一步强调了能源生产和消费革命的重要性，提出通过能源革命促进能源高效和低碳清洁转型，保障能源安全。近几年能源改革虽然取得了一些成绩，但在一些关键性的领域，能源改革进展仍然缓慢，能源领域目前的市场化程度还相对较低，例如，能源的政府定价和交叉补贴，不仅降低了能源生产和消费效率，同时也对能源安全产生了一些负面影响。所以，党的十九大是全面深化能源领域改革的一个重要里程碑，未来需要从中国能源现状入手，结合国内外能源变化，树立能源改革的道路自信和制度自信，积极稳步坚定地推进能源革命。正如党的十九大报告提出，创新是引领发展的第一动力，目前能源领域正处于生产系统大革命和能源技术大创新的时代，需要通过能源生产和消费革命完善能源体制机制，促进新能源和储能、核电、页岩气、海洋油气资源开发、电动汽车、分布式能源、特高压输电、能源互联网等技术的快速发展与创新。

二、能源革命的意义

党的十九大报告提出中国社会现阶段的主要矛盾为人民日益增长的美好生活需要和发展的不平衡不充分之间的矛盾，这一提法符合现实的经济增长情况，也反映了收入水平提高后公众对美好生活的迫切需求，这也是中国低碳清洁发展意义的基本背景。改革开放 40 年，中国的经济建设成就巨大，经济总量排名已成为世界第二，人民生活水平大大提高。但是，这些成就以能源资源的大量投入和严重的环境污染为代价，反过来，经济的可持续增长也受到环境污染的严重威胁。2016 年中国 GDP 占全球比例为 14.8%，但能源消费却占全球的 23.0%^①。

目前已有大量研究证实了环境库兹涅茨曲线假说，认为随着经济的发展，能源消费量存在转折点 (Selden and Song, 1994; 宋马林和王舒鸿, 2011; 万文玉等, 2016)。参照发达国家的经验，2016 年中国人均国内生产总值已经达到 8000 美元，中国已经具备了环境治理的基本收入水平条件，人民对于美好生活的需要已经不仅仅是物质建设，而是需要物质文明、精神文明、政治文明和生态文明协同发展。应对新形势下主要矛盾的变化，中国需要转变以往的能源生产和消费模式。

石油安全是国家能源安全的关键所在，石油需求持续增长的同时，国内原油产量近年来持续下降。在资源禀赋限制和需求持续增长的双重作用下，中国油气对外依存度不断快速上升，2017 年石油和天然气的对外依存度已经分别接近 70% 和 40%。作为一个经济大国，除了能源安全的担忧，随着中国成为第二大石油消费国和第一大石油进口国，石油价格波动使中国比以往更容易受到冲击 (谭小芬等, 2015)。如何对石油进行替代，既涉及国家安全，又涉及低碳清洁转型。

作为发展中的经济大国，中国的低碳清洁转型难度很大。2016 年煤炭占中国能源消费的 62%，煤炭在我国能源消费中处于主导地位这一大的格局在未来相当长一段时间内不会改变，这是庞大的能源消费量和煤炭在能源结构中占绝对比重所决定的。中国形成“以煤为主”的能源结构有两个主要原因：一是资源禀赋；二是煤炭的低成本优势。煤炭方便和便宜，但有更高的污染物排放和碳排放系数，使生态和环境承受了巨大的压力 (姜春海等, 2017)。目前中国人均能源消费还处于比较低的水平，2016 年中国的人均电力消费量约为 4000 千瓦时，人均能源消费量约为 3.1 吨标准煤^②，相当于美国的 1/3，日本、韩国的 1/2，因此，可以预见中国的能源需求还将继续增长。在经济快速增长阶段，能源需求大起大落，难以准确预测。因此，基于能源需求假定的相关指标模拟预测需要谨慎，由于短缺的影响比过剩大，能源电力产能有必要保持“适度”超前。

虽然近年来风电、太阳能等可再生能源快速发展，对天然气的利用也有所增加，但是煤炭消费

① 由《中国统计年鉴》(2017)附录 2-4 及《BP 世界能源统计年鉴》(2017)得出。

② 分别由 CEIC 中国经济数据库、《中国统计年鉴》(2017)计算得出。

在能源结构中的比重依然过高(林伯强和李江龙,2015)。并且,盲目的“去煤化”会使目前的能源结构骤然失衡,导致能源结构调整的“硬着陆”,进而影响整个经济社会的持续健康发展(韩建国,2016)。由于资源禀赋、石油价格和能源安全问题,属于化石能源的石油一直很稳定地占18%左右。水电近年来由于资源潜力的约束,今后可能稳定在9%左右。也就是说,“十三五”期间,能源结构中石油和水电两个板块的比例(共占比约27%—28%)将保持相对稳定。《能源发展战略行动计划(2014—2020年)》把化石能源中的天然气和非化石能源中的核电、风电、太阳能也统称为清洁能源,目前天然气、风电、太阳能和核电加总大致占11%。在建核电到2020年可占到2.5%左右;风电和太阳能需要从目前的2.4%增长到4%左右;加上水电稳定在9%左右,非化石能源比重大约可以达到15%。如果“十三五”期间天然气在能源结构中的比例可以实现3%的增长,加之2%的非化石能源增长,可以使煤炭占能源结构中的比例减少5个百分点,从2016年的62%下降为2020年的57%。

要实现2020年非化石能源在能源结构中占15%和天然气占化石能源10%的目标并不容易。以目前中国的经济结构,经济增长还离不开能源增长,发展潜力比较大的清洁能源占能源总量比例较小,难以在满足能源消费增长的同时替代煤炭,只有比较低的能源需求才能顺利进行煤炭替代,使碳排放减少,也就是说,只有维持比较低的能源需求增长才可能使煤炭在能源结构中的比例持续下降。林伯强和吴微(2018)利用动态投入产出模型,对中国经济新常态下煤炭需求增长进行的分析表明:资本形成周期的波动是煤炭需求变动的主要原因,一旦资本形成增长回升,煤炭需求将会反弹。事实也证明,虽然2014年起煤炭消费曾连续三年负增长,但是2016年随着经济增长和能源需求增长,煤炭又逐渐展示出其强势地位,2017年煤电发电量增长了6.3%。

林伯强和李江龙(2014)通过对风电标杆电价政策的研究表明,风电发展仅仅依靠市场很难自发发展。清洁能源发展还需要面对替代煤炭的资源和高成本问题(姚昕等,2011)。目前政府正在推进的雾霾治理措施,包括“煤改气”、“煤改电”等措施将提高能源的使用成本。为了降低雾霾的治理成本,进行有效的成本分摊,必须进行能源价格改革,并通过价格设计解决公平负担和消费效率问题。因此,需要通过能源革命来解决中国清洁低碳转型的障碍。能源消费革命和生产革命对中国未来能源安全和可持续发展具有重要的意义,政府不是采用之前的“能源改革”而是使用“能源革命”,在说明问题困难性的同时,也表明了问题的紧迫性。

三、能源改革和创新的时机和大环境

从经济学视角看,能源需求的微观经济学基础与其他种类的商品并无差异。诸多原因都可以导致能源需求的产生。家庭消费能源是为了满足某种特定需要,通过将家庭收入合理分配至各种不同的需要来使家庭总支出的效用达到最大化。工商业能源消费者将能源视为生产的投入成本,他们的目标是生产总成本的最小化。根据经典经济学需求理论,在预算约束下消费者将追求某种能源的效用最大化。效用被假定为是商品消费量的增函数,即随着商品消费量增加,效用增加。而边际效用则被假定为是商品消费量的减函数,即边际效用随能源消费而下降。由于消费者对某个能源品种的需求价格取决于购买者的边际效用,因此能源的需求价格会随能源消费的增加而呈递减趋势。

“替代效应”存在于促进经济增长的各要素间。能源替代机理是由能源替代双方的成本变化所决定,某种能源或要素价格的不断上涨会改变能源间的比价关系,使原先开采利用成本较高的能源或要素的价格呈现优势,逐渐趋于能参与竞争和替代。理论上讲,在不考虑经济成本的情况下,不同的能源品种是可以相互替代的,然而实际上,技术进步和经济发展均会对这种替代产生影响。技术进步最显著的作用在于能使一时期内的边际开采成本下降,从而降低总边际成本和能源价格。从长

期看,当某能源的价格比其可替代能源价格低时,则可替代能源仍无法以可接受的价格替代原有能源,但随着原有能源数量的减少,能源短缺问题出现,其资源补偿费的初始水平会提高或者上升速度加快。这时,在原有能源耗尽之前,可替代能源便会以较低的价格进入市场,因此,原有能源的稀缺性下降,其资源补偿费也随之降低,从而进一步推动能源替代的产生。然而,根据“优等资源”优先开采的经济学原则,能源的总边际成本不会一直下降,这种状态只是暂时的,最终还会上升。当短期边际成本靠近转换价格时,则应开发利用新的替代能源,停止开采原有能源。

从以上能源经济学理论可以看到,在人类能源使用的历史进程中,能源价格扮演了重要的角色。因此,能源价格机制改革是能源体制革命的核心,应尽可能地去还原能源的商品属性,构建有利于竞争的市场体系。体制对能源消费、能源供给甚至是能源技术革命,既可能有支持,也可能有制约的作用,因此是能源革命的核心。能源价格是市场经济的灵魂和信号,以能源价格为核心的市场竞争直接决定了能源消费、能源供给以及能源技术革命的有效性。

党的十九大后,改革的大环境愈发成熟。能源价格改革不到位或延缓的原因存在于很多方面。一方面,从长期看,政府忽略了环境和可持续发展,而侧重于通过维持较低的能源价格促进经济增长和满足普遍的能源服务。由于能源价格长期处于较低水平,因此在价格改革中政府必须将公众对能源价格上涨的接受程度纳入考虑范围,这不仅包括支付意愿,还包括支付能力。另一方面,中国是一个发展中国家,能源补贴在人均收入水平较低时具有一定的合理性。但是,若参照发达国家的经验,目前中国已经具备了环境治理的收入条件。此外,在环境和能源的双重约束愈加凸显的背景下,公众对通过改革治理雾霾的态度整体上是支持的,政府应该利用这一点,及时进行改革。

改革的时机对改革是否能够取得成功非常关键。比较好的能源价格改革时间窗口需具备以下两个特征:一是能源需求增长较慢,能源供需宽松;二是能源价格下行或稳定。能源改革虽有共识,但还要考虑能源价格上涨对社会经济的影响和公众对改革力度的接受程度,因此,顺利进行改革并非那么容易。能源供需宽松、价格低迷、并且可预期在今后一段时间能源价格仍将相对稳定的时候是改革比较好的时机。近年来,全球能源供应整体宽松,价格低迷,供需状况和供应格局的巨大变化对中国进行能源价格改革十分有利。国际方面,从需求侧看,中国是全球最大的能源进口国,在全球能源市场有着举足轻重的地位。一旦中国的经济增长放缓,相对应的能源需求增长也会减缓,从而在较大程度上影响全球能源需求增长。从供给侧看,美国页岩油气发展迅速,从而改变了全球能源供应格局。目前国际原油价格大幅度走低的根本原因是卖方竞争加剧、买方需求不足、供给过剩,且市场对今后几年的石油价格并不很乐观,许多学者认为在相当一段时间内预期价格会持续疲弱。国内方面,党的十九大后政府更注重经济增长质量和环境治理,能源需求增长将放缓。改革是为了提高效率,当需求增长很快时,效率是其次的,满足需求增长才是首要任务,然而当需求放缓成为常态的时候,效率改革的重要性就显而易见了。

长期以来,由于受到公众承受能力、支付意愿等各因素的限制,中国能源价格改革一直处于缓慢滞后的被动状态。严峻的雾霾问题让公众感受到过度消费化石能源对环境产生的负外部性,对环境治理产生的成本也更愿意共同分担。因此,能源价格市场化改革导致的能源价格上涨要获取公众的理解和支持是相对比较简单的。而且,为减轻雾霾治理成本的压力,进行有效的成本分摊,也要求进行能源价格改革。20世纪70年代美国的环保革命表明了民众对清洁低碳发展的认可,会反过来促使政府和企业走清洁低碳发展道路,Bastianoni et al.(2009)也证明,想要保证经济增长,在使用传统能源的同时,要加强可再生能源的投资。能源价格市场化改革的方向虽有共识,但改革的迫切性(改革的程度和速度)、对改革时机的认可和对改革后果的把握却颇有争议。能源价格改革的基本

原则是改变政府参与能源市场的方式,从直接定价参与改变为通过财税和补贴参与,通过能源价格改革和机制设计平衡社会公平和能源效率的关系。

人类正处于能源大变革和大创新的时代,中国不能落后。中国需要通过推进能源生产和消费革命去推动能源技术创新。从这个意义上讲,能源革命正处于重要的关头。一方面,近年来,以新能源、电动汽车为代表的新型能源技术发展快速,已经在许多方面实现了技术突破;另一方面,传统的能源生产和使用技术也正在发生新一轮的革新,这也为更好地实现“两个一百年”的发展目标提供战略机遇。在能源生产方面,以风电、光伏为代表的非化石能源的生产成本不断下降,已经具备了大规模应用的经济价值。另外,储能技术的不断发展也将使得能源系统对大规模的清洁能源消纳成为可能。未来随着光伏、风电和储能成本的进一步下降,整个能源供应结构将发生改变。清洁能源在一次能源消费中的比重将大幅度提高,甚至成为主导能源。在能源的需求侧,随着电动汽车与电池技术的成熟与广泛应用,城市环境将变得更加清洁,能源安全保障水平也将得到提升。随着经济发展方式的转变,电能在终端能源中的比重也将得到提升。此外,即使在还需要化石能源投入的领域,随着天然气的替代以及能源清洁利用技术的推广,能源的使用也会变得更加清洁。

能源体制机制改革也处于有利时期。党的十九大报告提出要加快完善社会主义市场经济体制,特别指出要打破行政性垄断,防止市场垄断,加快要素价格市场化改革。能源是国民经济基础性的投入要素,其生产、加工和使用环节目前还存在着较多的垄断和政府管制。能源要素价格的改革,是未来要素价格市场化改革的重点之一。应该说,目前对能源体制改革已经具有了广泛共识,只是剩下的改革内容所涉及的都是“硬骨头”,改革会对现有的既得利益体系形成巨大的冲击,其所受到的阻力也会很大。中国现在已经拥有了成熟的改革大环境,而党的十九大精神为能源体制革命提供了坚实的保障。未来需要把握体制机制改革的窗口期,全面深化能源改革,打破利益固化的藩篱,激发能源创新活力,让能源体制更好地适应和促进能源技术的发展与应用。

四、推进能源消费和能源生产革命

党的十九大提出要树立社会主义生态文明观,坚持绿色发展理念,推进能源生产和消费革命,构建清洁低碳、安全高效的能源体系。能源消费革命是由中国庞大的能源消耗总量以及愈加严峻的环境压力决定的。为了推动能源生产和消费革命,政府提出了五点要求,并将推动能源消费革命,抑制不合理能源消费摆在首位,同时明确要求树立勤俭节约的消费观,加快形成能源节约型社会,这代表无限制满足消费侧的能源需求、敞开式的传统能源供应模式已经结束。全社会应该追求用更少的能源做更多的事,从而逐步适应适度从紧的能源供应。能源消费增长推动能源需求增长,因此,控制能源消费是实现能源需求总量控制目标最直接的手段。

能源消费革命对清洁低碳发展的重要性不言而喻。最清洁的能源消费方式是,加强各消费领域的节能降耗,提高能源利用效率,扼制不合理能源消费。此外,能源消费革命还包括通过调整产业结构影响能源的消费,在城镇化建设过程中注重节能工作等。中国的工业化和城镇化仍未完成,仍需要大量的能源消费作支撑,仍需要推动能源的有效利用和节约。长期以来,能源的定价是在政府指导下进行的,能源价格并非市场上供需的充分反映,也没有充分考虑环境污染和不可再生能源的稀缺成本。在经济发展初级阶段,为了获得经济增长和提供普遍的能源服务,政府希望维持较低的能源成本,这个政策措施好像是合理的,但是它没有考虑到价格激励对消费者的促进作用。价格是影响能源消费的关键因素,是消费者节能降耗、提高能源效率的基本动力,若没有适当的价格激励,消费者有效利用能源、节约能源的积极性就会大打折扣,因而也就谈不上能源的有效利用和节约。

能源消费革命可以向能源生产端传导,更加清洁的能源消费方式将迫使能源生产更加清洁化,推动能源供应结构的转变,例如,增加非化石能源消费和天然气消费比例也是使能源消费清洁化的重要手段。党的十九大报告提出建设“美丽中国”的美好愿景,治理雾霾迫在眉睫,改变以化石能源为主的能源消费已在全社会达成共识。推出和严格执行消费侧的节能政策有利于产业结构升级——从低附加值、高能耗高排放行业升级到高附加值、低能耗低排放行业,并在升级中形成新的经济增长点。未来能源消费总量控制目标将得到严格执行,能源供应从紧的压力将日益成为常态。这并不意味着能源短缺,政府能源政策的重要目标依然是满足普遍的能源需求,核心是追求“用更少的能源做更多的事”。这种类型的例子有很多,如通过技术进步和汽车设计提高燃油经济性,开发替代燃料汽车等。更多的消费侧节能技术可能提供更多的节能选择和空间,这类技术的进步及其商业化运用对形成节能消费模式的作用很大。

能源生产革命,即在满足能源需求前提下改变能源结构,发展清洁能源,形成多元化能源供应体系,保障能源安全等,使能源供给低碳化、清洁化、多元化、稳定化、网络化发展。环境污染的主要原因是庞大的能源消费和以煤为主的能源结构,在环境治理压力下,位居能源供给革命首位的是能源的清洁化与多元化。近年来雾霾蔓延,一般的观察说明,“蓝天白云”的地方都维持比较低的煤炭消费占比。“清洁”煤炭受到成本限制,也受到碳排放的约束。中国可能需要大幅度减少煤炭占比,才能实现真正的“蓝天白云”。顺利的清洁低碳转型需要关注能源成本,转型的短中期主要靠用较清洁的能源如天然气替代煤炭,长期则可以依靠光伏、风电、核电的发展。对于中国实现能源清洁低碳转型,页岩气的发展和风电、光伏的发展可能同样重要。但是,天然气的发展尤其是非常规天然气的发展相对滞后,政府需要通过税收和补贴政策,营造有利于页岩气技术进步的大环境。从体制上放宽市场准入、鼓励民营资本参与,同时配套实施能源价格改革、开放管网基础设施、降低民营资本投入的风险和盈利的不确定性等。

能源生产和消费革命需要坚持以能源安全为本。稳定的能源供应是经济社会发展的保障,也是国家安全的核心。推进能源生产革命,一个重要方面是提升非化石能源和天然气在一次能源消费中的比例,增加页岩气、煤层气的开发和利用。另一个重要方面是积极拓宽能源供应的渠道,加快能源企业“走出去”,形成能源多元供应。近年来,由于治理雾霾简单有效的途径便是减少煤炭消费,因此,能源生产革命的重点是用清洁能源替代煤炭,包括发展绿色低碳技术,推动技术、产业和商业模式的创新,促进能源利用技术与其他技术相结合,培育新增长点带动产业升级。历史上的两次产业革命都与能源利用技术的转变有着密切的联系,在以蒸汽机的发明为标志的第一次产业革命中,煤炭得到了大量使用,而在第二次产业革命中,电力和内燃机的技术革新是产业革命的推动力,可再生能源技术革新和互联网的广泛运用被认为是未来产业革命的基石。

五、完善能源革命的体制

能源行业体制机制改革是能源生产和消费革命的制度保障,完善的能源体制是衡量能源革命是否成功的重要标志。能源体制改革主要包括能源价格机制改革、还原能源商品属性、构建有利于市场竞争的交易体系、转变政府对能源的监管方式、建立健全能源法制体系。

中国的能源价格长期实行政府成本加成定价,公众习惯能源价格缓慢向上调整,加上他们不了解能源企业的生产成本,因此对能源价格改革非常敏感。中国的清洁转型无论以何种方式进行,都将涉及能源的环境相关成本的内部化。如果能源价格无法正确反映供需关系,将导致资源配置失当。如何通过能源价格改革有效分摊能源成本会影响清洁低碳发展的程度和速度,所以改革势在必

行。党的十九大报告指出要推动能源生产和消费革命,强调还原能源商品属性,让市场决定能源价格,能源价格改革强势进入公众视野。以这个原则为基础,现阶段能源价格改革的核心是建立合理、透明的能源价格机制,并以公平、有效的能源补贴设计和严格的成本监管作为补充。

对能源企业,甚至受价格监管的能源垄断企业,改革是中长期利好。能源价格改革减少了政府干预,意味着更稳定和可预期的营运环境。能源价格改革有助于民营资本进入能源行业和混合所有制的改革。长期以来,政府将能源价格作为政策工具,导致价格扭曲,能源价格形成机制不合理、不透明、不确定,且民营资本进入能源行业的风险升高。民营资本对能源领域投资的长期不足已证明了这一点。因此,减少政府价格干预是民营资本参与的一个基本条件。

由于历史的原因,经济体制改革中最大的短板是能源管理体制,能源管理体制常被看做计划经济最后的“堡垒”(林伯强,2014)。目前能源行业整体国有化程度很高,在经济高速发展阶段,国有能源企业能满足能源需求的高速增长,但其效率相对低下、垄断寻租、竞争力不足等问题都可能阻碍能源行业进一步健康可持续发展,也不利于技术创新。技术创新需要好的环境和宏观支持,包括能源行业体制和能源价格机制。通常,参与主体越多,市场竞争越激烈,越能促进技术创新。政府行政定价可能导致企业缺乏技术创新的动力。

改革开放后很长一段时期,中国在能源技术和能源管理方面都处于模仿和追随西方发达国家的过程,往往都是在某项能源技术或者管理模式发展到比较成熟后,中国才开始学习和运用。随着中国经济实力的提升,简单“追随”模式难以支撑经济跨越式发展和低碳清洁转型。因此,中国能源领域开始探索自己的发展道路,也取得了很大成就。在部分能源技术领域,中国已经走在世界发展的前列,目前,中国的风电和光伏装机总量居世界第一位并保持快速增长,大规模的产业应用大幅降低了光伏和风电的成本。例如,光伏组件的价格在2007年约为30元/瓦,2012年降至约10元/瓦,2017年最新价格低至2元/瓦。就国内光伏市场简单计算,相当于累计装机容量每翻一倍,产品成本下降35%。成本优势已使得中国风电与光伏制造业领跑世界新能源市场。目前中国新能源汽车的保有量已超过180万辆,占全世界新能源汽车保有量(340万辆)的一半以上。中国新能源行业发展深刻地诠释了中国的道路与制度优势。

六、结论和政策建议

中国梦的重要组成部分不仅包括为提高人民生活水平和生活品质创造良好的自然环境,也包括积极应对气候变化。中国的清洁转型过程需要能源生产改革和能源消费改革。能源生产和消费革命的战略目标是构建安全、节约、绿色、创新的能源系统,需要从消费、供给、技术、体制、国际合作等几个方面全面展开。

1. 以能源体制改革推进能源生产与消费革命

中国面对庞大的能源需求、环境污染和能源安全等问题,需要通过能源生产和消费革命来不断完善能源制度;而更为完善的能源体制机制反过来可以促进能源生产和消费革命,也是能源自信的基础和保障。能源生产和消费革命与能源制度改革和完善是一个相互作用、共同发展的过程。

通过能源生产和消费革命推进和加快市场化改革,让市场在能源要素的配置中起决定性作用。减少民营经济进入能源领域的障碍,提升能源生产和使用效率,激发能源领域的创新活力。通过全国性碳交易市场的建立,加快排污费等环境税费征收体系的建设,使能源价格能够反映能源外部成本。

能源生产和消费革命可以激发能源行业活力,加快企业混合所有制改革。目前能源国有企业收益普遍不高,因此如何在收益水平和确定性上满足民营资本的投资收益要求便成为混合所有制改

革的最大考验。所以，混合所有制改革需要其他政策的配套和支持。改革目前的能源管理体制，放开市场价格管制和市场准入的隐性天花板，可以激发市场参与主体的活力。

2. 坚持节能优先的政策设计

能源供应是一个生产过程，需要投入；同样的，节能也是一个生产过程，也需要投入。满足一定量的能源需求，资源配置的最优是能源生产供给和节能投入的边际收益相等。由于无法“内部化”能源的外部成本（包括环境污染、资源稀缺、能源安全、代际影响等），节能和能源供应不是 1:1 的关系。因此政策设计需要更多的向节能倾斜。

3. 提高清洁能源消纳能力，促进清洁能源发展

提高化石能源价格（“内部化”化石能源成本）和对新能源补贴都是为了解决成本问题。“内部化”化石能源成本现实中很困难，而新能源的政策补贴是不确定、不可靠、不可持续的。只有技术进步和创新降低成本才是确定、可靠、可持续的。政府的新能源发展政策需要改变目前的补贴设计和补贴方式，使其更有利于技术创新。能源生产和消费革命要求中国新能源发展需实现从“量”到“质”的突破，减少甚至取消目前的消费端补贴。政府应适时出台可再生能源配额制，建立全国可再生能源绿色证书交易机制，引导和支持清洁能源发展。清洁能源技术创新是改善能源结构、保障能源安全、推进生态文明建设的重要任务。中国需要抓住新一轮能源技术革命的契机，充分利用中国能源发展的制度优势，坚持不断发展和创新，探索与突破能源技术发展的前沿，加快创新能源技术的应用，使中国不仅是能源生产和消费大国，也应该是能源清洁转型和应对气候变化的典范。

4. 为保障能源安全进行提前布局

每个国家对自己的能源安全会有不同的定义，中国作为发展中的经济大国，在相当长一段时间内，能源需求仍将不断上升。受制于自身资源禀赋和国际形势，能源安全成为中国社会经济实现可持续发展面临的重要问题。政府应把握能源供需情况和国际能源市场变化，提前布局，以及时应对国际国内能源格局的改变。为了保障中国的能源安全，避免国际油价大幅波动的影响，不仅要加快石油战略储备，多元化石油的进口，还要进行石油消费替代，降低石油的消费量。通过建立和完善能源期货市场，增加能源大宗商品的国际影响力，并构建高效的资本市场促进能源企业的全球市场发展。

5. 建立道路自信、理论自信、制度自信与文化自信

通过树立中国特色能源低碳转型发展的道路自信，中国清洁能源的发展已经走在了世界的前列，考虑到市场空间以及技术创新水平，未来中国具有领导全球能源结构转变的巨大潜力。反观一些西方国家，近年来受保守势力抬头等多重因素的影响，清洁低碳发展相对缓慢。未来中国可以根据自身的实际情况，通过能源消费和生产革命，完善能源体制机制，树立道路自信和制度自信，坚持对自身能源发展道路的信心，推进国内清洁能源发展，参与重塑全球能源格局和构建“人类命运共同体”。通过“一带一路”合作倡议，加强同其他国家的能源合作，加快“全球能源互联网”等全球战略构想的落地，建立能源利益共同体，以使能源生产和消费能够更好地促进人类社会的发展。

6. 加强能源经济和政策研究

由于能源发展的目标（包括支持经济增长，支持环境可持续性，满足普遍能源需求和保障能源安全），以及能源开发利用的“外部性”，能源市场化是相对的，政府不会远离能源市场。不同的经济发展阶段，政府会强调不同的能源目标，这也是环境库兹涅茨曲线的一个重要支撑。政府一般采用能源价格和能源补贴来平衡能源多个发展目标，能源经济和政策设计的大方向是尽可能采用市场化的方式干预能源。如果可以通过交易解决，就应该尽量避免税费措施。

〔参考文献〕

- [1]韩建国. 能源结构调整“软着陆”的路径探析——发展煤炭清洁利用、破解能源困局、践行能源革命[J]. 管理世界, 2016,(2):3-7.
- [2]姜春海, 宋志永, 冯泽. 雾霾治理及其经济社会效应:基于“禁煤区”政策的可计算一般均衡分析[J]. 中国工业经济, 2017,(9):44-62.
- [3]林伯强. 能源革命下的经济发展观[J]. 农业工程技术(新能源产业), 2014,(8):12-15.
- [4]林伯强,李江龙. 基于随机动态递归的中国可再生能源政策量化评价[J]. 经济研究, 2014,(4):89-103.
- [5]林伯强,李江龙. 环境治理约束下的中国能源结构转变——基于煤炭和二氧化碳峰值的分析[J]. 中国社会科学, 2015,(9):84-108.
- [6]林伯强,吴微. 中国现阶段经济发展中的煤炭需求[J]. 中国社会科学, 2018,(2):141-161.
- [7]宋马林,王舒鸿. 环境库兹涅茨曲线的中国“拐点”:基于分省数据的实证分析[J]. 管理世界, 2011,(10):168-169.
- [8]谭小芬,韩剑,殷无弦. 基于油价冲击分解的国际油价波动对中国工业行业的影响:1998—2015[J]. 中国工业经济, 2015,(12):51-66.
- [9]万文玉,赵雪雁,王伟军. 中国城市居民生活能源碳排放的时空格局及影响因素分析[J]. 环境科学学报, 2016,(9):3445-3455.
- [10]姚昕,蒋竺均,刘江华. 改革化石能源补贴可以支持清洁能源发展[J]. 金融研究, 2011,(3):184-197.
- [11]Bastianoni, S., R. M. Pulselli, and F. M. Pulselli. Models of Withdrawing Renewable and Non-renewable Resources Based on Odum's Energy Systems Theory and Daly's Quasi-sustainability Principle [J]. Ecological Modelling, 2009,220(16):1926-1930.
- [12]Selden, T. M., and D. Song. Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions[J]. Journal of Environmental Economics & Management, 1994,27(2):147-162.

The Period of Carrying out Energy Revolution to Promote Low Carbon Clean Development in China

LIN Bo-qiang

(School of Management, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: China is now at a critical transition point of economic growth and low-carbon clean development. The key of the energy production and consumption revolution is energy reforms and energy technology innovations in both energy demand and supply. The report of the 19th CPC National Congress proposed a plan for promoting the revolutions of energy production and consumption, in order to build an efficient energy system with clean and low-carbon energy, and safeguard energy security. Based on the analysis of necessity and urgency, this paper finds that the energy revolution is at a critical point, and the low-carbon clean transition needs the support of energy revolution and assurance of energy institution. Therefore, it is urgent to carry out revolutions on energy production and consumption, in order to improve the energy system and assure the success of low-carbon clean transition. Based on the analysis, this paper proposes to more accurately understand and implement the energy revolutions, so as to speed up the reforms on energy price mechanism and energy institution, and ultimately improve the energy institution. Relying on self-confidence in renewable energy development path, China's new energy industry has made a great step forward. In the future, China needs to consolidate its self-confidence in energy development path and energy institution, and further develop and propagate this confidence.

Key Words: energy revolution; clean and low-carbon transition; confidence in the energy institution; energy system reform; energy safety

JEL Classification: Q43 Q48 Q58

〔责任编辑:王燕梅〕