

全球能源格局变动，中国的能源安全状况改善了吗？

李雪慧¹，史丹²

(1. 中国社会科学院财经战略研究院，北京 100028；2. 中国社会科学院工业经济研究所，北京 100836)

摘要：金融危机以来，全球政治、经济、能源格局都发生了深刻的变化。新旧平衡交替在我国保障能源供应提供相对宽松环境的同时，也带来了很多的不确定性。准确把握国内外新形势下我国能源安全的现状及面临的主要风险对于保障我国能源安全有着重要的现实意义。本文在对新形势下能源安全内涵重新界定的基础上，采用“PSR模型”对2000—2015年我国能源安全状况进行了总体评价，研究结果表明，我国能源安全状况总体趋势向好，但短期风险加大，能源相关的环境安全取代了能源供应安全，成为当前影响我国能源安全的主要问题。

关键词：能源安全；能源供应；风险；响应能力

中图分类号：F416 **文献标识码：**A **文章编号：**1003-2355-(2017)09-0025-07

Doi: 10.3969/j.issn.1003-2355.2017.09.005

Abstract: Since the financial crisis, the world has undergone profound political, economic and energy-related changes. The transition towards new world order provides a relatively relaxed environment for China's energy supply security, as well as brings lots of uncertainty. It is of great practical significance to know well China's energy security status and the main risks facing for ensuring China's energy security. Firstly, the article conceptualizes energy security and then employs PSR model to evaluate the energy security performance of China from 2000 to 2015. The results show that trend of China's energy security is getting better in long-run, however, in short term it faces increased risk. Environment-related problems are replacing energy supply problem to be primary factor affecting China's energy security.

Key words: Energy Security; Energy Supply; Risk; Response Ability

1 引言

美国页岩气革命改变了全球能源供应格局，以中东、俄罗斯为首的传统能源供应格局朝着多极化方向发展，能源供应由短缺转向过剩，能源配置将由局部平衡转向大范围优化（黄晓勇，2016），能源定价机制也向着区域化方向发展。全球能源供应中断的可能性降低，且影响在不断减弱。但与此同时，新旧格局交替之际，全球经济仍处于深度调整和再平衡阶段，传统安全和非传统安全形势相互交织，局部冲突外溢效应愈发凸显，气候变化、环境污染等问题在全球层面引发的政治经济社会问题也愈发明显。

全球政治、经济、能源格局的变动给中国能源安全带来了新的机遇，同时也带来一定挑战。一方面，全球能源供应宽松，为我国获取海外资源提供了相对宽松的环境，同时也有利于我国赢得更多的能源定价的话语权；而另一方面，全球政治、经济局势的不确定性风险在加大，美国能源独立等新政策，将有助于推动其对中国安全问题的各种行动。随着当前及未来能源格局朝向有利于美国战略行动的方向转变，不排除美国因素将造成中国能源供应安全风险大幅提升的局面。准确判断新时代下我国能源安全的主要状况和面临的主要风险，尽早制定相应的政策措施，对于

收稿日期：2017-07-24

作者简介：李雪慧，博士，中国社会科学院财经战略研究院助理研究员，主要研究领域为能源经济。

确保我国能源安全，构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，以及推进经济绿色发展和可持续发展具有重要意义。

2 模型和数据

2.1 能源安全内涵的界定

传统观点认为，能源安全是指防止能源供应中断的能力 (Lesbirel, 2004; Lieb-Doczy, 2003; Bohi and Toman, 1993; Olz et al., 2007; Lefevre, 2012)。其后随着全球化的发展，地缘政治、环境、气候变化等问题的凸显，以供应安全为目标的传统安全观正逐步向综合能源安全观转变，对能源安全的研究也不再仅仅局限于能源供应和能源价格，需要对政治、经济、外交、社会、环境等各方面进行综合考量。综观国内外的研究，本文认为无论是侧重于能源供应和能源价格的概念，还是涵盖自然、经济、社会、环境等多个维度的概念，都可以看出，能源安全是一种观念而非政策，其本质上是关于能源供应中断的风险管理，主要目的是防止能源供应中断，确保整个经济、社会 and 环境的可持续发展。基于这些研究，本文将能源安全定义为“以合理的价格确保经济、社会、环境可持续发展所需要的能源供给的能力”。能源安全应该包含以下 5 个方面的内容，具体见图 1。

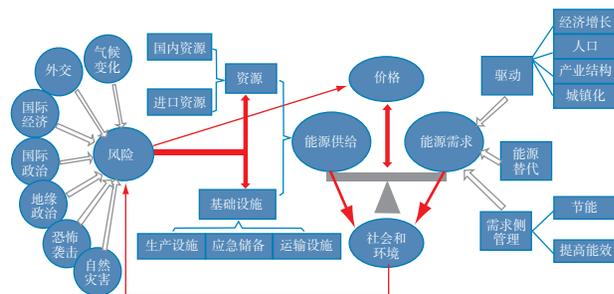


图 1 能源安全的分析框架

(1) 可靠和充足的能源供应，反映出—个地区或者国家内部资源保障能力、国际市场获取能力、能源生产、能源运输和储存的能力。

(2) 需求侧管理，反映—个国家提高能源利用效率，减少能源需求的能力。

(3) 合理的能源价格，反映能源价格波动对经济的影响。

(4) 完善的应急储备机制，反映—个国家或地区短期应对能源供给中断的能力。

(5) 社会和—环境可持续发展，—个国家能源生产、运输、消费不会对社会、—环境造成重大影响。

2.2 指标体系构建

20 世纪 70 年代中期，美国统计局与加拿大两名统计学家 Tony Friend 和 David Rapport 合作，共同提出压力—响应环境统计系统。该系统通过引进环境压力和环境响应两个概念阐述人们的生产、消费活动与环境状况变化的关系。之后，这种压力—响应的体系方法被 OECD 用以分析环境问题，并经过—系列改良和完善后，将其发展成—套较为成熟的评价指标体系，即 PSR (Pressure-State-Response) 模型。本文借鉴 PSR 模型的思想，遵循压力—状态—响应的逻辑，阐释我国能源安全的作用机理，并在此理论指导下建立起能源安全评价指标体系。该模型主要用以解释研究对象的现状、造成的原因以及如何应对这 3 个问题。由于国内外能源环境的影响，如中东局势变动、能源价格剧烈波动等，都会给我国能源安全造成—种“压力”，而这种压力会对我国能源安全产生负效应，从而—影响我国能源安全的“状态”，但国家可以通过“响应”，实施有效的能源相关政策，对能源安全产生正效应，维护我国能源安全的稳定发展，从而提升能源安全的“状态”。

表 1 能源安全评价体系 (能源安全目标下的各级目标)

目标层	准则层	指标层	指标单位	
中国能源安全评价指标	压力类指标	短期	国际原油价格波动率	无量纲
			外交冲突指数	无量纲
			主要能源进口国风险指数	无量纲
		长期	能源消费增速	无量纲
			对中东地区能源依存度	%
			人均碳排放增速	%
	状态类指标	国内资源保障能力	储采比	年
		国内生产供应能力	能源自给率	%
			能源品种多样性	无量纲
		国际市场获取能力	长期进口能力指数	无量纲
			进口来源多样性	无量纲
		经济可承受性	能源进口额占 GDP 比重	%
	环境质量	单位面积 PM _{2.5} 含量	μg/m ³	
	响应类指标	应急保障能力	石油储备水平	天
		能源结构	非化石能源占比	%
能源使用效率		单位能耗 GDP	万元/tce	
对外投资		对外投资存量	亿美元	
环境治理		环境治理投资	亿元	

对能源供给安全做出评价是一个庞大复杂的命题。考虑到数据获取的限制,很难实现面面俱到的综合评价,因此,关键性指标的选取和把握十分重要。基于现有能源安全评价的研究(IEA, 2007; ERIA, 2012; Ranjan and Hughes, 2014; Hippel et al., 2011; Sovacool and Mukherjee, 2011; Sovacool, 2012),本文根据PSR模型的作用机理,并借鉴国内外能源安全评价所选取的指标,最终构建一个包含1个目标层(国家能源安全评价指标体系)、3个准则层(压力类指标、状态类指标、响应类指标)和18个指标层的指标体系,具体见表1。

2.3 评价方法及数据来源

评价指标权重的确定是多目标决策的一个重要环节,权重赋值的合理与否直接影响到评价结果的合理性。目前,确定指标权重的方法分为主观赋权法、客观赋权法和主客观综合集成赋权法三大类。其中主观赋权法采取定性的方法,由专家根据经验进行主观判断而得到权数,然后再对指标进行综合评估。具体方法有层次分析法、专家调查法、二项系数法、环比评分法等。客观赋权法则是根据历史数据研究指标之间的相关性或者指标与评估结果的关系来进行综合评估。具体方法包括最大熵技术法、主成分分析法、因子分析法、多目标规划法等。主观赋权法是根据决策者的知识经验和偏好对指标的权重进行分配,能充分运用以往的经验,也有利于将专家预测引入结果中。同时主观赋权具有一定的继承性,便于结果的纵向比较和横向比较。但是存在主观性较强,具有一定的随意性的弊端。客观赋权法是在没有明显结构层次和重要性程度显现时,根据指标数据的内在联系确定各指标的权重,其中数据的属性是决定权重的最主要因素;客观赋权法的优点是透明度强,不会随着人的主观认知可能存在的错误而发生严重不符合实际的结果,但是其继承性较差,权重的分配会随着数据的变化而不断变化,同时也不能吸收以往经验,有时得出的结果可能与各指标的实际重要程度相悖。为此,有学者提出主客观赋权法,通过将决策者的主观权重信息与客观决策矩阵信息进行有机集成,使得确定的权重同时反映主观意愿和客观信息。

由于主观赋权法和客观赋权法各有优缺点,本文采用“层次分析法”和“变异系数法”组合赋权法,使得权重分配既能符合客观事实又能反映决策者的主观信息。

本文以2000—2015年为评估时段,以我国能源安全为评估对象。其中,原油价格波动率根据布伦特原油价格测算,外交冲突指数数据来自美国国际报告集团的《国家风险国际指南》,主要能源进口国风险指数根据美国国际报告集团的国家风险国际指南和联合国贸易数据库中国能源进口数据计算所得,能源消费弹性系数来源于《中国能源统计年鉴》,对中东地区能源依存度、长期进口能力指数、进口来源多样性、能源进口额占GDP比重测算中所使用的数据来自联合国贸易数据库,储采比、能源品种多样性、能源自给率测算中所使用的数据来自英国石油公司的《statistical review of world energy 2016》,单位能耗GDP、对外投资存量来源于《中国统计年鉴》,石油储备来自IEA数据库,环境治理投资来源于历年中国环境状况公报。

3 评价结果

3.1 目标层能源安全指数分析

2001—2015年我国能源安全目标层综合指数如图2所示。可以看出,3种权重测算方法计算出的能源安全综合指数差异不大。2000—2015年,我国能源安全状况整体趋势向好。其中,2001—2005年,能源安全评级指数出现较大幅度的下降,但从2005年开始,能源安全指数整体步入了上升通道。

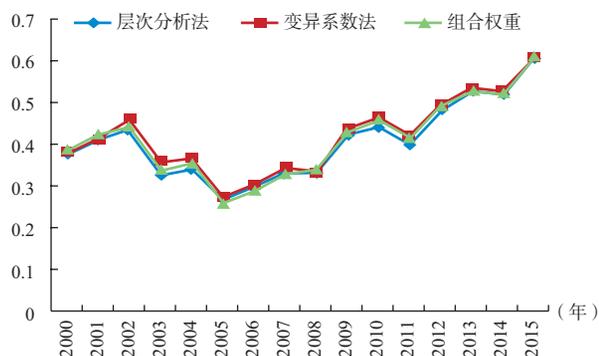


图2 不同方法测算出的能源安全评价综合指数走势

3.2 准则层安全指数分析

2000—2015年,我国能源安全面临的整体风险略有上升,安全综合指数的提高主要得益于响应能力的提高。由图3可以看出,2000—2005年,能源安全综合指数中,状态指数贡献最大,但从2005年开始,响应指数贡献份额由0.02提高至2015年的0.35,状态指数贡献份额仅从0.08提高至0.14。压力类指数对能源安全的贡献于2002

年达到峰值，之后一直维持在 0.20 左右，2009 年之后，压力指数对能源安全的贡献开始缓慢下降，到 2015 年降至 0.12。表明 2009 年之后我国能源安全面临的风险有所上升。

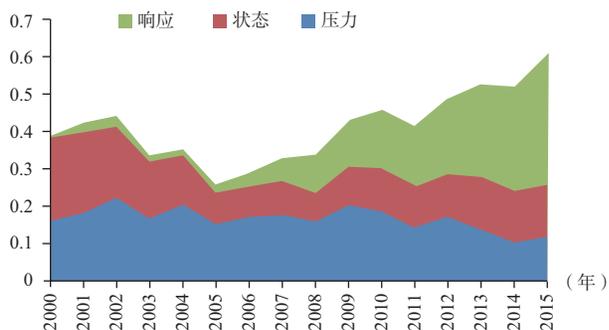


图3 准则层安全指数走势

我国能源安全面临的长期压力有所缓解，但短期压力明显加剧。压力指标解释的是哪些因素给我国国内能源安全状态带来挑战和压力，压力指标指数越大，显示风险越高。2000—2015年，我国能源安全面临的整体压力略有增加，其中2009年之前，我国能源安全面临的压力以长期压力为主，之后短期压力占据主导。2005—2008年，短期压力指数由 0.09 提升至 0.44，2009 年下降至 0.33，2015 年进一步增加至 0.94。长期压力指数总体呈现下降趋势，2000—2015 年由 0.57 下降至 0.27，其中，2008—2015 年由 0.50 下降至 0.27，且未来有进一步下降的趋势。

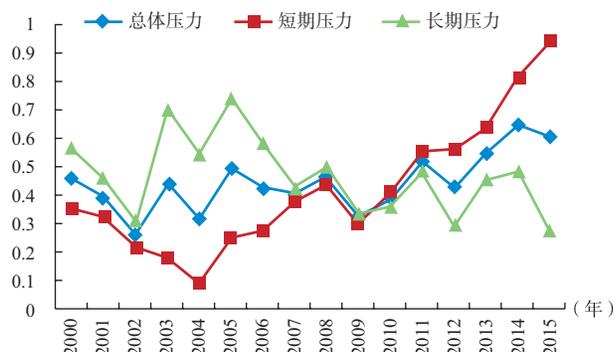


图4 压力类指标指数走势

短期压力之所以显著增加主要是受我国主要能源进口国风险提高的影响，特别是金融危机之后，我国外交风险和主要能源进口国的风险快速增加。2004—2015年，我国主要能源进口国的国家安全加权指数从 67.0 下降至 56.7，见图 5。外交冲突风险自 2004 年开始也出现不同程度的增加，2012 年之后风险加剧。原油价格波动对能源

安全造成的风险在 2008 年最为显著，其他年份的影响相对有限，见图 6。



图5 进口前10位国家加权安全指数



图6 短期压力指数

长期来看，受经济增速下降以及产业结构转型升级的影响，能源消费增长对能源安全造成的压力在逐渐减弱，人均碳排放增速的放缓也使得我国面临的环境压力有所减缓。但对中东地区能源依存度的提高使得我国长期面临的地缘政治风险并没有得到明显改善，见图 7。



图7 长期压力指数

状态指数中，国内资源保障能力和环境质量明显减低，但国际市场获取资源的能力大幅度提高。2000—2015年，我国化石能源储采比逐年下

降,国内资源保障能力指数一路下探,但国际市场获取资源的能力不断增强。在国内生产供应能力方面,受能源需求总量快速增加的影响,我国能源自给率不断下降,但由于风电、光伏发电等可再生能源的发展,能源品种多样化指数不断增加,国内能源供应能力也在不断提升。环境质量方面,受以煤为主能源消费结构的影响,我国大气质量下降趋势明显。2000—2015年间,虽然国际能源价格出现了大幅度波动,但由于国内经济增速较快,其对整体经济的影响相对较小。

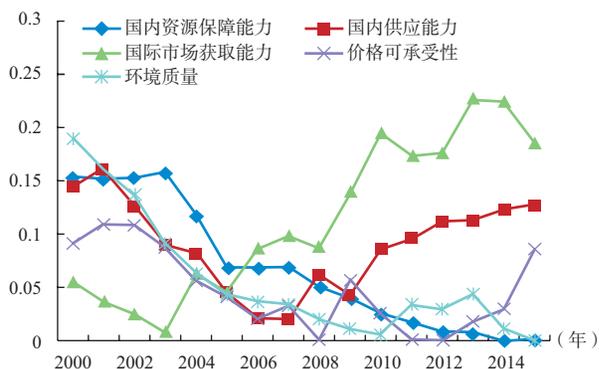


图8 状态类指标指数走势

响应指标解释的是我国采取了哪些能源措施来应对能源压力。响应指数越大,说明我国缓解能源压力的能力越强。由图9可以看出,2005年之后,我国采取了多项措施进一步提高能源利用效率,加快能源储备建设,鼓励能源企业走出去,在抵消了压力带来的负效应外,还在一定程度上提高了能源安全度,使得状态指数由0.16提高至0.21。

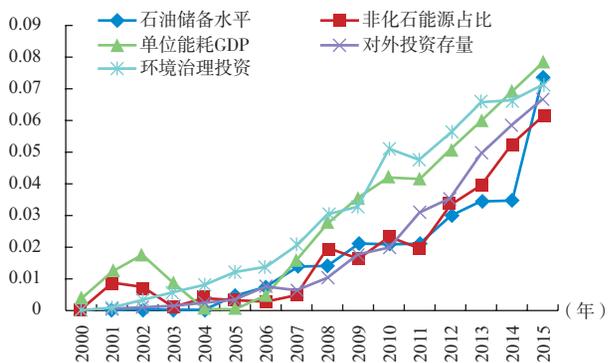


图9 响应指数指数走势

4 结论和政策建议

本文采用“压力—状态—响应”模型,选取

18个指标,通过纵向比较和横向比较,对我国能源安全现状进行了全方位的研究。研究表明2005—2015年,我国能源安全整体趋好,能源安全状态略有改善,响应能力快速提升,但面临的短期风险在不断加大。

能源供应安全风险由总量不足转为结构性风险。在状态指数中,我国获取海外资源的能力快速提高,国内能源供应的能力也在不断增强。在压力指标方面,能源需求增加对于我国能源安全造成的长期压力也开始明显减弱。这些都表明,能源供应总量不足已不再是制约我国能源安全的主要因素,取而代之的是油气对外依存度的快速上升和国内煤炭、电力等行业的产能过剩,以及弃风、弃光、弃水现象的加剧。也就是说,能源供应安全风险更多地体现为结构性风险,即油气对外依存度不断提高与部分行业产能过剩并存。

能源相关的环境安全问题将成为未来我国能源安全主要的制约因素。改革开放以来,我国经济发展方式是一种依靠要素投入驱动赶超型发展模式,这种模式的主要特点有:产业结构上促进经济增长主要依靠工业带动;需求结构上主要依靠投资、出口拉动;要素投入上则以物质要素投入为主。在这种发展模式下,能源需求快速增长,能源效率低下,环境污染严重,能源短缺是能源安全最突出的问题。然而,随着经济增长由高速向中高速换挡,经济结构从增量扩能为主转向调整存量、做优增量的深度调整,发展动力也由要素驱动、投资驱动转向创新驱动,国内能源供求关系发生了改变,能源需求进入低速发展期。能源短缺已经不再是影响我国能源安全的主要因素,取而代之的是环境和生态安全。以大气污染为例,对比发达国家可吸入颗粒物情况,2010—2015年,我国平均可吸入颗粒物都在 $55\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上,而美国平均约为 $8.2\mu\text{g}/\text{m}^3$,日本、德国、法国相对高于美国,但也仅保持在 $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右。根据中国环境与发展国际合作委员会(2015)¹报告,按照环境空气质量二级标准测算的全国 SO_2 、 NO_x 最大允许排放量(即全国333个地级城市 $\text{PM}_{2.5}$ 年均浓度全部达标情景下的大气环境容量)分别为1363万t和1258万t。而在2014年这两项污染物的排放总量就已经分别超过环境容量的45%和65%。可以预见的是,即使“十三五”期间主要污

1 中国环境与发展国际合作委员会,“十三五”中国绿色增长路线图研究报告。

染物排放的叠加总量达到峰值并迅速下降,我国仍将处于环境承载力的严重超载阶段,环境质量难以在短期内得到全面改善。

受外交风险和主要进口国风险加大的影响,我国能源安全面临的短期风险有所提高。虽然近年来我国能源进口多元化趋势明显,但从中东地区进口原油仍然超过进口总量的50%以上。而在中东地区,各种纷争致使中东局势远未明朗。除了油气进口国风险加大外,我国自身的外交风险也在不断增加。近年来,美国推行所谓的“重返”亚洲再平衡战略,意在制约我国的经济

发展。基于上述结论,本文认为随着国内外能源形势的变化,我国必须重新审视当前“能源安全”的实质,明确安全之所系,构建新的能源安全观:摆脱能源安全直接等于加大供应的传统理念,营造供求双方科学协调的环境,以满足合理的能源需求;将能源的科学高效利用作为实现中国能源安全的重要环节,使“能源生产、利用与环境保护并重”理念成为中国能源安全战略中的重要内容;站在全球角度谋求我国能源安全,紧跟国际能源发展趋势,加强国际合作,积极投身全球能源治理体系中,实现能源势力向能源权利转换。

(1)加强能源规划管理,实现能源规划的系统优化

加强能源需求预测研究工作,提高预测人员的专业水平,增强能源规划的可操作性,使能源规划成为能源项目审批、核准、备案的重要依据。与此同时,规范省级能源规划,加强国家和省级能源规划的衔接,建立能源规划执行情况的常态监督检查机制,定期对能源规划的实施情况、实施过程、实施效果进行监督检查和评估,并根据评估结果,动态调整能源规划。

(2)化解煤电过剩产能,优化能源结构

对于目前产能过剩严重的煤炭、炼油和煤电项目,建议3年不上新项目;放缓风电、光伏发电发展节奏,力争将弃风、弃光率控制在合理水平。加大落后产能淘汰力度,尽快对炼油、煤电行业组织开展调研,进一步摸清底数,制定淘汰标准,确定淘汰产能,完善土地开发利用、融资支持、优势产能置换等相关配套政策。加快推动能源价格机制改革,充分发挥市场的决定性作用,运用市场手段化解产能过剩问题。

(3)加快能源技术进步,促进可再生能源发展

积极开发和推广节约、替代、循环利用和治理污染的先进适用技术,为能源技术进步创造良好的政策环境。逐步建立以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系。大力组织先进能源技术的研发和推广应用,通过市场机制,引导企业加快技术进步,提高能源利用效率。大力加强能源科技人才培养,注重完善政策法规和技术标准,为能源技术发展创造良好条件。同时,我国不仅要加强前沿技术研究,也要开展基础科学研究。

(4)进一步加强国际合作,积极参与全球能源治理

主动参与全球能源投资布局。不断加强面向全球的能源资源勘探开发,扩大海外能源投资机会,重点推进与巴西、委内瑞拉、墨西哥、加拿大等美洲国家的油气共同开发,加快推进中哈、中土、中俄、中缅等跨境油气运输管道建设,加强远洋石油、液化天然气运输能力建设,建设完善的能源贸易基础设施,增强对国际能源市场的影响力和话语权。

加强国际能源合作。积极推动与周边地区及对我国影响重大地区的新型多边合作机制,促进与能源输出国间的对话,主动发掘合作共赢模式;进一步稳定中东地区,巩固非洲地区,积极开拓美洲地区,实现互利合作。要积极与有关国家开展海上安全合作,进一步加强对海上运输通道的保护和控制能力。重点加强与“一带一路”国家在能源基础设施方面的互联互通,开展区域电网建设合作,共享能源资源和能源收益。

扩大与先进国家以及IEA和OECD等国际组织的合作。加强能源技术、管理、人才的交流,共享可再生能源、先进核电、智能电网等领域的先进技术和管理经验。

参考文献:

- [1] Ang B.W., Choong W.L., Ng T.S. Energy security: Definitions, dimensions and indexes[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015, (42): 1077-1093.
- [2] Asia Pacific Energy Research Centre (APERC). A quest for energy security in the 21st century—resources and constraints[R]. <http://www.ieej.or.jp/aperc>.
- [3] Ichiro Kutani. Study on the development of an energy security index and an assessment of energy security for east Asian countries[R]. ERIA Research Project Report, 2013.
- [4] David von Hippel, et.al. Energy security and sustainability in Northeast Asia[J]. Energy Policy, 2011, (39): 6719-6730.
- [5] Sovacool B.K. The methodological challenges of creating a

- comprehensive energy security index[J]. Energy Policy, 2012, (48): 835-840.
- [6] Sovacool BK, Mukherjee I. Conceptualizing and measuring energy security: a synthesized approach[J]. Energy, 2011, (36): 5343-55.
- [7] Fredrik Hedenus, Christian Azar, Daniel J.A. Johansson. Energy security policies in EU-25—The expected cost of oil supply disruptions[J]. Energy Policy, 2010, (38): 1241-1250.
- [8] Greene, D.L., Leiby, P.N. The oil security metrics model[R]. Oak Ridge National Laboratory, ORNL/TM-2006/505.
- [9] Institute for 21st Century Energy. U.S. 2016 Edition index of U.S. Energy Security Risk[R]. 2016.
- [10] Lixia Yao, Youngho Chang. Shaping China's energy security: The impact of domestic reforms[J]. Energy Policy, 2015, (77): 131-139.
- [11] Aleh Cherp, Jessica Jewell. The concept of energy security: Beyond the four As[J]. Energy Policy, 2014, (75): 415-421.
- [12] Marilyn A.B., et.al. Forty years of energy security trends: A comparative assessment of 22 industrialized countries[J]. Energy Research & Social Science, 2014, (4): 64-77.
- [13] Andre Månsson, Bengt Johansson, Lars J. Nilsson. Assessing Energy Security: An Overview of Commonly Used Methodologies[J]. Energy, 2014, 73 (7): 1-14.
- [14] Lixia Yao, Youngho Chang. Energy security in China: A Quantitative Analysis and Policy Implications[J]. Energy Policy, 2014, 67 (4): 595-604.
- [15] Fredrik Hedenus, Christian Azar, Daniel J.A. Johansson. Energy Security Policies in EU-25—The Expected Cost of Oil Supply Disruptions[J]. Energy Policy, 2010, 38 (3): 1241-1250.
- [16] Christian Winzer. Conceptualizing Energy Security[J]. Energy Policy, 2012, 46 (3): 36-48.
- [17] Wensheng Cao, Christoph Bluth. Challenges and Countermeasures of China's Energy Security[J]. Energy Policy, 2013, 53: 381-388.
- [18] Lynne Chester. Conceptualising Energy Security and Making Explicit its Polysemic Nature[J]. Energy Policy, 2010, 38 (2): 887-895.
- [19] Sovacool BK. Evaluating Energy Security in the Asia Pacific: Towards a more Comprehensive Approach[J]. Energy Policy, 2011, 39 (11): 7472-7479.
- [20] Hippel DV, Savage T, Hayes P. Introduction to the Asian Energy Security Project: Project organization and methodologies[J]. Energy Policy, 2011, 39 (11): 6712-6718.
- [21] Hippel DV, et.al. Energy Security and Sustainability in Northeast Asia[J]. Energy Policy, 2011, 39 (11): 6719-6730.
- [22] Vivoda V. Evaluating Energy Security in the Asia-Pacific region: A Novel Methodological Approach[J]. Energy Policy, 2010, 38 (9): 5258-5263.
- [23] IEA. The IEA Model of Short-term Energy Security (MOSES)[Z].
- [24] Energy Research Centre of the Netherlands. EU Standards for Energy Security of Supply[Z].
- [25] Sustainable Energy Authority of Ireland. Energy Security in Ireland A Statistical Overview 2011 Report[R].
- [26] 彭元正, 董秀成. 2017 中国油气产业发展分析与展望报告蓝皮书[M]. 北京: 中国石化出版社, 2017.
- [27] 黄晓勇. 全球能源格局已改变油气定价机制[EB/OL]. 光明网, 2016-7-14.
- [28] 刘立涛, 沈镭, 刘晓洁. 能源安全研究的理论与方法及其主要进展[J]. 地理科学进展, 2012, 31 (4): 403-411.
- [29] 薛静静, 沈镭, 刘立涛, 等. 中国能源供给安全综合评价及障碍因素分析[J]. 地理研究, 2014, 33 (5): 842-852.
- [30] 胡剑波, 吴杭剑, 胡潇. 基于 PSR 模型的我国能源安全评价指标体系构建[J]. 统计与决策, 2016, (8): 62-64.
- [31] 李雪慧, 史丹. 新形势下我国能源安全的现状及未来战略调整[J]. 中国能源, 2016, 38 (7): 11-16.

(上接第 15 页)

把可再生能源占比和煤耗占比约束性指标分解到地方。建议 2017 年下半年开始分解这两个约束目标。钢铁、水泥、煤化工、电力等工业部门的煤控目标要分解到可以落实的执行单位, 如公司、企业或工厂。可再生能源可分解为发电部门和建筑节能(采暖、空调)两部分。煤耗占比分解到地方和企业, 可以有效地发挥控煤作用。

参考文献:

- [1] 袁家海, 张卫东. 2017 年电力行业煤控形势及行动计划[Z]. 2017.
- [2] 张临峰. 2017 年钢铁行业煤控形势及行动计划[Z]. 2017.
- [3] 范永斌, 曾学敏, 孔安. 2017 年水泥行业煤控形势及行动计划[Z]. 2017.
- [4] 阮立军. 2017 年煤化工行业煤控形势及行动计划[Z]. 2017.
- [5] 田智宇. 从上半年形势看全年煤控形势[Z]. 2017.
- [6] 熊华文, 等. 重塑能源: 中国面向 2050 年能源消费和生产革命路线图(工业卷)[M].
- [7] 白泉, 等. 重塑能源: 中国面向 2050 年能源消费和生产革命路线图(电力卷)[M].
- [8] 袁家海, 等. 电力行业煤炭消费总量控制方案和政策研究[J]. 中国能源, 2015, 37 (3): 11-17.
- [9] 袁家海, 等. 经济新常态下中国电力需求展望及煤电前景分析[J]. 中国能源, 2015, 37 (7): 21-27.
- [10] 袁家海, 等. 中国煤电过剩规模量化及去产能路径研究[J]. 中国能源, 2017, 39 (8): 14-20.