

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2021.08.016

能源转型与管理领域的科学研究问题^①

张增凯¹, 彭彬彬^{1*}, 解伟², 廖华³, 唐葆君³, 赵晓丽⁴, 吴力波⁵

(1. 天津大学管理与经济学部, 天津 300072; 2. 北京大学现代农学院, 北京 100871; 3. 北京理工大学管理与经济学院, 北京 100081; 4. 中国石油大学(北京)经济管理学院, 北京 102249; 5. 复旦大学经济学院, 上海 200433)

摘要: 能源转型与管理是保障能源安全、降低污染排放和应对气候变化的必然选择. 本文结合能源转型学术研究和实践经验的最新进展, 基于国家自然科学基金委“十四五”优先领域“能源系统的转型规律”专家研讨会, 针对能源转型过程、所涉及的管理科学问题及该领域在“十四五”期间主要研究方向进行了系统梳理. 归纳出, 1) 能源系统可持续性转型的管理理论与方法, 2) 能源经济与环境系统协同治理, 3) 能源系统减排机制, 4) 能源市场运行规律与机制设计, 5) 重大突发事件与能源安全五个重要研究方向, 为“十四五”期间能源转型与管理领域学者论文选题和项目申报提供借鉴.

关键词: 十四五; 能源转型; 能源市场; 能源经济; 能源安全

中图分类号: C934 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2021)08-0147-07

0 我国能源转型现实背景及科学意义

2020年,我国非化石能源占一次能源消费比重达15.9%,但距离“2030年达到25%”的国家自主贡献目标仍有不小差距,且我国煤炭消费量占能源消费总量的比重仍高达56.8%.以传统化石能源为主的能源消费结构,是我国面临的能源环境问题的主要原因.数据显示,我国已经成为全球温室气体排放最高的国家,2019年碳排放量占全球总量的29%^[1];2020年,全国337个地级及以上城市PM_{2.5}平均浓度为33微克每立方米,显著高于世卫标准10微克每立方米.现有研究指出我国大气污染导致过早死亡人数每年高达136万人^[2],冬季供暖政策加重了北方雾霾污染,使淮河以北地区的人均预期寿命下降5年^[3].此外,我国石油对外依存度接近70%,天然气对外

依存度超过40%,能源安全结构性矛盾突出.2020年9月22日,国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话,提出要在2030年之前实现二氧化碳排放达峰,到2060年实现碳中和目标,这一目标也成为能源结构转型进程的最大的牵引和要求.因此,由高污染、高排放为主要特征的传统能源体系向清洁低碳、安全高效的现代能源体系转型是应对气候变化、防治大气污染和保障能源安全的必然选择.

能源转型是指通过创新低碳能源技术、提高能源使用效率、优化能源供给结构、转变能源消费行为,实现新能源和可再生能源逐渐替代化石能源,构建清洁低碳、安全高效的新型能源供给和消费体系.能源转型战略是世界各国的共同选择.美国政府从上世纪70年代已经开始重视可再生能源发展,出台了“绿色电价”项目、电网收购政策、

① 收稿日期: 2021-03-15; 修订日期: 2021-07-10.

基金项目: 国家自然科学基金资助专项项目(71940001; 71940007); 国家自然科学基金资助项目(71974141).

通讯作者: 彭彬彬(1990—),男,湖北荆州人,博士,讲师. Email: pengbinbin@tju.edu.cn

可再生能源配额制度等一系列措施支持可再生能源发展. 欧盟通过的《2030年气候与能源政策框架》, 提出到2030年可再生能源在欧盟能源结构中的占比至少达到27%. 近年来, 我国先后颁布与实施《可再生能源发展“十三五”规划》、《风电发展“十三五”规划》、《太阳能发展“十三五”规划》、《节能中长期专项规划》、《“十三五”节能减排综合工作方案》等一系列重要规划, 从顶层设计上推进能源转型. 坚持和促进能源转型, 已经成为我国经济社会发展的指导性原则, 是构建现代能源体系、协同推进经济高质量发展和生态环境高水平保护的关键路径, 更是有效解决当前我国社会经济发展突出问题的可行手段.

能源转型在产业形态上的典型表现就是可再生能源产业和节能服务产业. 发展可再生能源产业和节能服务产业是重要的国际发展趋势, 我国在全球能源转型中发挥着越来越重要的作用. 国际可再生能源署发布《全球可再生能源展望》指出, 推进以可再生能源为基础的能源转型可以使现在到2050年全球GDP增长98万亿美元, 并可在能源产业及相关行业新增就业达到7800万个. 我国过去10年在可再生能源新增投资总额达到约2.5万亿元, 是全球可再生能源领域的最大投资国, 风电、光伏发电装机均为世界第一. 2018年, 我国低碳节能服务产业产值达到4774亿元, 全国从事节能服务的企业6439家, 行业从业人数72.9万人, 年节能能力达3930万吨标准煤. 伴随着经济实力的快速增长, 我国的合作伙伴越来越多, 影响力和号召力日益增强. “一带一路”、“亚洲基础设施投资银行”等多边平台为我国参与全球绿色治理、推动全球能源转型提供了广阔场景.

作为国家可持续发展战略的重要组成部分, 加快发展非化石能源、推进能源转型是我国“十四五”期间重要发展方向之一, 但同样面临着系列的挑战. 促进能源转型, 推动可再生能源产业和节能服务产业发展, 需要建立与之相适应的管理理论, 这无疑对实现能源安全和可持续发展的

国家战略具有重要意义.

1 能源转型与管理领域国内外学术研究现状

以能源转型与管理为主题的研究逐渐被国际学者所重视. 论文发表方面, 在 Google Scholar 以“Energy Transition”和“Energy Management”为关键词, 搜索到的学术论文分别就有几百万篇^②. 近年来在 *Nature*、*Science* 和 *PNAS* 等国际顶级期刊上发表的论文达到几十篇. 其中, 在 *Management Science*^[4,5]、*American Economic Review*^[6-8]、美国科学院院刊(*PNAS*)^[9-11]等管理与经济类国际顶级期刊上已发表论文几十篇. 期刊导向方面, 2016年, 自然出版集团推出了新子刊 *Nature Energy*, 旨在推动必要的跨学科讨论, 以解决能源领域所面临的社会挑战; 2018年, 自然出版集团推出了新子刊 *Nature Sustainability*, 旨在推动低碳能源与可持续发展领域的多学科交叉, 除了基础研究之外, 新刊还将发表关于应用性、问题解决性以及政策相关性的文章.

能源转型与管理相关研究也得到了国内学者的高度重视. 论文发表方面, 从“百度学术”中使用论文标题中包含“能源转型与管理”进行搜索, 2017年~2020年期间共检索到上千篇公开发表的中文学术论文. 近几年, 在经济研究^[12,13]、管理世界^[14-16]、中国社会科学^[17-19]、管理科学学报^[20-22]等中文顶级期刊发表相关论文数十篇. 我国学者在本领域的研究成果也多次发表在国际权威期刊上, 例如, 中国科学院生态环境研究中心吕永龙研究组于2015年4月23日在 *Nature* 上发表了题为 Five priorities for the UN Sustainable Development Goals 的评论文章, 提出国际科技界为实施联合国可持续发展目标(UN SDGs)的5项优先工作^[23]. 清华大学能源环境经济研究所张希良研究组于2016年6月20日在 *Nature Energy* 上发表了题为 Modelling the potential for wind energy integration on China's coal-heavy electricity grid 的文

② 2020年7月30日网络搜索数据.

章,估算中国2030年的风能发电量及其在电力总需求中的比例^[24].清华大学能源转型与发展研究中心何继江课题组于2019年8月12日在*Nature Energy*上发表了题为City-level analysis of subsidy-free solar photovoltaic electricity price, profits and grid parity in China的文章,分析中国太阳能光伏项目在整个生命周期期内相关的净成本和净利润^[25].清华大学顾朝林课题组于2020年6月19日在*Scientific Reports*上发表了题为System dynamics modelling of urbanization under energy constraints in China的文章,模拟中国从1998年到2050年的城市化和能源消耗,提出在未来几十年中,中国应促进可再生能源的使用,追求低碳的生活方式^[26].项目资助方面,国家自然科学基金资助了“绿色低碳发展转型中的关键管理科学问题与政策研究”、“可再生能源发展的驱动机理及路径选择”等一系列重大及重点项目,这些都为能源转型与管理领域的重大突破奠定了基础.

实现能源创新需要同时依靠技术创新和管理创新.现有文献针对不同类型能源转型技术进行了大量研究,相关管理理论的研究虽然近几年快速发展,但仍然有很大的发展空间.结合国内外能源转型进程的现状和现有研究的梳理,依托2020年5月召开的国家自然科学基金委“十四五”优先领域“能源系统的转型规律”专家研讨会,对“十四五”期间能源转型领域的主要研究方向进行了总结.

2 “十四五”能源转型与管理领域主要研究方向

2.1 能源系统可持续性转型的管理理论与方法

能源系统可持续性转型需要多方主体的协同、有序推动,也受到诸多不确定因素的制约和影响.在供给侧,要在加速清洁能源技术研发、创新和扩散的基础上,低成本、高质量推动可再生能源的总量供应和结构布局;同时,能源效率进一步提高、能源密集型产业持续升级等还需要释放潜力.在需求侧,能源系统转型将改变市场主体(企业、消费者等)的用能方式(如煤改气、煤改电等)和

用能结构,塑造或形成新的能源需求格局.能源系统可持续性转型特征、规律、驱动机制的揭示,以及转型程度、快慢、效果的评估等,都是亟待开展的基础科学问题.

典型科学问题举例:能源系统可持续性转型的表征、事实与规律,能源系统可持续性转型路径,能源系统可持续性转型的驱动机制,能源系统可持续性转型的多主体行为规律,能源系统可持续性转型的效果评价,推动能源系统可持续性转型的政策设计等.

2.2 能源经济与环境系统协同治理

能源、经济与环境系统之间存在高度的关联性,其协同治理是保障国家能源安全、应对气候变化的必然选择.能源经济和环境系统的协同治理,不仅要求三者之间协同有序可持续发展,同时也需要不同区域、不同产业及不同类型的行为主体之间的相互合作,从而最大程度地提高能源效率、环境绩效和经济发展质量.区域、产业和企业作为能源经济和环境治理的对象,其在发展阶段、政策目标、技术水平和行为决策等方面的差异性均会对协同治理的效果产生重要影响,而合理的政策设计对于引导区域、产业和企业向更加绿色、低碳、高效的发展方式和生产模式转变,最终实现能源经济与环境系统的协同可持续发展具有至关重要的作用.

典型科学问题举例:能源经济和环境系统的交互影响机理与协同发展规律,能源转型与气候变化治理的协同策略与模式创新,经济发展与环境保护的不平等性及其治理机制,能源供需系统的绿色转型发展机制与实现路径,多区域、产业和企业间绿色转型发展的协同机制,环境约束下能源转型不同层级主体间的冲突机理与协调策略,能源与环境政策的协同效应评估与优化路径.

2.3 能源系统减排机制

降低温室气体与空气污染物排放,推进绿色经济发展,是我国可持续发展的必然选择;对此,制定科学、合理、有效的能源系统减排机制,以有力确保其减排成效并有效控制其减排成本,是能源转型与管理的关键工作.为控制排放物的总量和浓度,我国已引入多种能源系统减排机制,包括

市场机制(如碳交易、资源税、环境保护税等)和行政机制(如错峰停产、落后产能淘汰和超低排放标准等),以激励排放者开展技术升级与能源结构调整等减排举措,实现整个能源系统的污染物减排。然而,各减排机制均面临着责任分配、标准制定、地区差异,以及与其它减排机制协同作用等难题。为有效设计能源系统减排机制,需要准确核算排放基数,综合建立经济指标、环境指标等衡量标准,合理公平分配各区域、各行业与各企业减排责任。

典型科学问题举例:我国不同尺度温室气体与空气污染物排放基础数据库研究,全国统一碳排放权交易市场和排污权交易市场的机制设计研究,我国减排责任在不同地区、不同行业、不同企业之间的分配机制研究,环境保护税征收税率的地区、行业和污染物差异研究,排放标准制定的地区、行业和污染物差异研究,不同减排机制的协同作用机理研究,减排机制实施成效的定量评估研究,减排机制的社会经济成本定量研究,循环经济视角下的垃圾分类政策、二手市场等减排机制研究。

2.4 能源市场运行规律与机制设计

中共中央、国务院分别于2015年和2017年发布了《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》以及《关于深化石油天然气体制改革的若干意见》,这表明能源行业将进一步深化改革,通过价格机制、交易机制等新的体制机制设计,提高能源配置效率和可再生能源竞争力。新的市场化运行模式必然会对原有能源系统的运行特征和规律造成影响,也必然对能源供需结构和政府治理模式产生影响。因此,为满足经济高质量可持续发展目标的能源需求,更好发挥市场调节作用,激发能源市场的内生发展动力,需要对以电力市场和油气市场为代表的能源市场在其不断深化改革背景下的运行规律及其管理模式和机制创新问题展开研究。

典型科学问题举例:能源市场化改革中的价格形成机制,计划与市场双重作用下能源市场资源配置特征与效率,能源转型过程中多能源市场交互作用机制,市场化改革中的能源供需结构优化与主体行为响应,电力市场改革中促进可再生

能源发展的机制创新,油气市场改革中管网资源优化与治理模式创新。

2.5 重大突发事件与能源安全

能源转型过程中,化石能源与可再生能源生产消费的结构、规模、成本和收益都发生了巨大变化,从而使得传统的能源安全保障机制必须要进行相应变革;而且由于在国家、地区和产业等不同维度上能源转型路径具有显著的时空异质性,因此能源安全的挑战也呈现出相应的复杂性和多元性。被动的能源安全往往在转型过程中以确保传统的安全供应底线为特征,很难避免不对转型形成一定程度的阻碍;而主动的能源安全则需要通过技术、市场和政策的多重设计来使保障手段更为多元、保障效率更加优化,实现安全保障与能源转型的相互促进。重大突发事件往往会对能源安全产生不可忽视的影响,例如此次新冠疫情的爆发对全球能源市场形成剧烈冲击,进而影响到整个能源产业链,对能源转型路径产生直接影响。重大公共安全事件、自然灾害、地缘政治动荡等对于能源产业链的影响不可忽视,由此而传导到经济社会运行的机制十分复杂,不同结构的能源供应消费体系,在外部冲击下的传导路径和反馈机制也不同,均亟需深入研究。在我国油气供应对外依存度居高不下、化石能源和可再生能源供应地区普遍生态脆弱性高、环境气候风险大、生产和消费在空间上高度分离等诸多约束条件下,能源转型过程的能源安全保障问题研究需要从风险测度、规律识别、影响评估、应对机制优化、保障体系设计等多个维度深入刻画其科学规律,以使转型过程得以顺利实现。

典型科学问题举例:公共安全事件、自然灾害、社会格局动荡等重大突发事件对能源供应安全的传导机制,能源系统外部冲击和内部扰动的预测预警关键技术,能源安全风险的演化规律与测度技术,市场、政策和技术等多维度下,化石能源向可再生能源转型的多元安全保障机制、协同安全强化机制、应急供应机制、风险应对机制等。

3 结束语

能源转型是指通过创新低碳能源技术、提高

能源使用效率、优化能源供给结构、转变能源消费行为,实现新能源和可再生能源逐渐替代化石能源,构建清洁低碳、安全高效的新型能源供给和消费体系。由高污染、高排放为主要特征的传统能源体系向清洁低碳、安全高效的现代能源体系逐步转变是保障能源安全、降低污染排放和应对气候变化的必然选择。本文以国家自然科学基金委“十四五”优先领域“能源系统的转型规律”专家研讨会为基础,针对能源转型过程中所涉及的管理科学问题及该领域在“十四五”期间主要研究方向进行系统梳理,归纳出能源系统可持续性转型的管理理论与方法、能源经济与环境系统协同治理、能源系统减排机制、能源市场运行规律与机

制设计、重大突发事件与能源安全五个重要研究方向。本文对于“十四五”期间能源转型与管理领域学术论文选题和项目申报具有一定的借鉴意义。

致谢:本研究是在张维教授主持的“国家自然科学基金管理科学部未来发展战略研究”项目组前期调研的基础上完成的。感谢魏一鸣教授对本领域研究方向及科学问题的指导性意见。杜慧滨、方德斌、关大博、梁巧梅、刘兰翠、鲁玺、马铁驹、邵帅、汤玲、王群伟、王兆华、魏楚、杨洪明、余碧莹、於世为、周德群、周鹏等教授(排名不分先后)参与了本领域研究方向及科学问题的讨论并提出重要观点。在此一并致谢。

参 考 文 献:

- [1] International Energy Agency. World Energy Outlook 2020[R]. Paris: International Energy Agency, 2020.
- [2] Lelieveld J, Evans J S, Fnais M, et al. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale[J]. Nature, 2015, 525(7569): 367–371.
- [3] Chen Y, Ebenstein A, Greenstone M, et al. Evidence on the impact of sustained exposure to air pollution on life expectancy from China's Huai River Policy[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2013, 110(32): 12936–12941.
- [4] Kök A G, Shang K, Yücelş. Impact of electricity pricing policies on renewable energy investments and Carbon Emissions [J]. Management Science, 2018, 64(1): 131–148.
- [5] Sunar N, Birge J R. Strategic commitment to a production schedule with uncertain supply and demand: Renewable energy in day-ahead electricity markets[J]. Management Science, 2019, 65(2): 714–734.
- [6] Lee K, Miguel E, Wolfram C. Appliance ownership and aspirations among electric grid and home solar households in rural Kenya[J]. American Economic Review, 2016, 106(5): 89–94.
- [7] Christiane B, James D H. Structural interpretation of vector autoregressions with incomplete identification: Revisiting the role of oil supply and demand shocks[J]. American Economic Review, 2019, 109(5): 1873–1910.
- [8] Olivier D G, Frank V. Subsidies and time discounting in new technology adoption: Evidence from solar photovoltaic systems [J]. American Economic Review, 2019, 109(6): 2137–2172.
- [9] Byrnes S J, Blanchard R, Capasso F. Harvesting renewable energy from Earth's mid-infrared emissions[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2014, 111(11): 3927–3932.
- [10] Eisenberg R, Gray H B, Crabtree G W. Addressing the challenge of Carbon-free energy[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2020, 117(23): 12543–12549.
- [11] Jacobson M Z, Delucchi M A, Cameron M A, et al. The United States can keep the grid stable at low cost with 100% clean, renewable energy in all sectors despite inaccurate claims[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2017, 114(26): E5021–E5023.
- [12] 徐 斌, 陈宇芳, 沈小波. 清洁能源发展、二氧化碳减排与区域经济增长[J]. 经济研究, 2019, 54(7): 188–202. Xu Bin, Chen Yufang, Shen Xiaobo. Clean energy development, carbon dioxide emission reduction and regional economic growth[J]. Economic Research Journal, 2019, 54(7): 188–202. (in Chinese)

- [13] 谢伦裕, 张晓兵, 孙传旺, 等. 中国清洁低碳转型的能源环境政策选择——第二届中国能源与环境经济学者论坛综述[J]. 经济研究, 2018, 53(7): 198–202.
Xie Lunyu, Zhang Xiaobing, Sun Chuanwang, et al. China's energy and environmental policy choices for clean and low-carbon transition: Summary of the 2nd China Energy and Environmental Economists Forum[J]. Economic Research Journal, 2018, 53(7): 198–202. (in Chinese)
- [14] 吕燕. 基于供应链协同的可再生能源政策评估研究[J]. 管理世界, 2015, 12: 180–181.
Lü Yan. Research on renewable energy policy evaluation based on supply chain collaboration[J]. Management World, 2015, 12: 180–181. (in Chinese)
- [15] 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.
Han Jianguo. Analysis on the path of the “soft landing” of energy structure adjustment-developing clean coal utilization, solving energy dilemmas, and practicing energy revolution[J]. Management World, 2016, 2: 3–7. (in Chinese)
- [16] 黎江峰, 吴巧生, 汪金伟. 能源安全视角下我国页岩气产业绿色发展路径与保障政策[J]. 管理世界, 2017, 8: 176–177.
Li Jiangfeng, Wu Qiaosheng, Wang Jinwei. The green development path and guarantee policy of China's shale gas industry from the perspective of energy security[J]. Management World, 2017, 8: 176–177. (in Chinese)
- [17] 陈诗一, 陈登科. 中国资源配置效率动态演化——纳入能源要素的新视角[J]. 中国社会科学, 2017, (4): 67–83 + 206–207.
Chen Shiyi, Chen Dengke. Dynamic evolution of resource allocation efficiency in China: A new approach incorporating energy factors[J]. Social Sciences in China, 2017, (4): 67–83 + 206–207. (in Chinese)
- [18] 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 + 207–208.
Lin Boqiang, Wu Wei. Demand for coal in current Chinese economic development[J]. Social Sciences in China, 2018, (2): 141–161 + 207–208. (in Chinese)
- [19] 郑新业, 吴施美, 李芳华. 经济结构变动与未来中国能源需求走势[J]. 中国社会科学, 2019, (2): 92–112 + 206.
Zheng Xinye, Wu Shimei, Li Fanghua. Changes in the economic structure and trends in China's future energy demands[J]. Social Sciences in China, 2019, (2): 92–112 + 206. (in Chinese)
- [20] 石莹, 朱永彬, 王铮. 成本最优与减排约束下中国能源结构演化路径[J]. 管理科学学报, 2015, 18(10): 26–37.
Shi Ying, Zhu Yongbin, Wang Zheng. The cost-effective path of energy mix evolution for China under the emissions budgets[J]. Journal of Management Sciences in China, 2015, 18(10): 26–37. (in Chinese)
- [21] 周健, 华中生, 尹建伟, 等. 基于平均电价的在线电动汽车充电排程定价机制[J]. 管理科学学报, 2018, 21(1): 1–12.
Zhou Jian, Hua Zhongsheng, Yin Jianwei, et al. Online scheduling-pricing based on average electricity price for electric vehicle charging[J]. Journal of Management Sciences in China, 2018, 21(1): 1–12. (in Chinese)
- [22] 张新华, 甘冬梅, 黄守军, 等. 考虑收益下限的火力发电商碳减排投资策略[J]. 管理科学学报, 2019, 22(11): 69–81.
Zhang Xinhua, Gan Dongmei, Huang Shoujun, et al. Investment strategy of carbon emission reduction of coal-fired power firms considering revenue floors[J]. Journal of Management Sciences in China, 2019, 22(11): 69–81. (in Chinese)
- [23] Lu Y, Nakicenovic N, Visbeck M, et al. Five priorities for the UN Sustainable Development Goals[J]. Nature, 2015, 520(7548): 432–433.
- [24] Davidson M R, Zhang D, Xiong W, et al. Modelling the potential for wind energy integration on China's coal-heavy electricity grid[J]. Nature Energy, 2016, 1(7): 16086.

- [25] Yan J, Yang Y, Campana P E, et al. City-level analysis of subsidy-free solar photovoltaic electricity price, profits and grid parity in China[J]. *Nature Energy*, 2019, 4(8): 709–717.
- [26] Gu C, Ye X, Cao Q, et al. System dynamics modelling of urbanization under energy constraints in China[J]. *Scientific Reports*, 2020, 10(1): 1–16.

Scientific research issues in the field of energy transition and management

ZHANG Zeng-kai¹, PENG Bin-bin^{1*}, XIE Wei², LIAO Hua³, TANG Bao-jun³,
ZHAO Xiao-li⁴, WU Li-bo⁵

1. College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China;
2. School of Advanced Agricultural Sciences, Peking University, Beijing 100871, China;
3. School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China;
4. School of Economics and Management, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;
5. School of Economics, Fudan University, Shanghai 200433, China

Abstract: Energy transition and management is an inevitable choice to ensure energy security, reduce pollution emissions and fight climate change. Combined with the latest progress in the academic research and practical experience of energy transition, this paper systematically analyzes the process of energy transformation, the management science issues involved and the main research directions of this field during the 14th Five-Year Plan period, based on the expert seminar on “transition law of the energy system” in the priority area of the 14th Five-Year Plan of the National Natural Science Foundation of China. Five important research directions are summarized: 1) management theory and methodology of the sustainable transition of energy system, 2) collaborative governance of energy, economy and environmental system, 3) emission-reduction mechanism of the energy system, 4) operation law and mechanism design of the energy market, 5) major emergency and energy security. These provide reference for the article topic selection and project application of scholars in the field of energy transition and management during the 14th Five-Year Plan period.

Key words: the 14th Five-Year Plan; energy transition; energy market; energy economics; energy security