中国能源模型论坛研究报告

第14期

2019年12月

**IPAC模型分析：我国实现巴黎协议升温目标下的能源转型情景研究**

2015年巴黎气候变化大会提出了到2100年全球升温控制在2℃以下的目标，同时欧盟和小岛国共同提出了全球1.5升温的目标，这些目标最终作为巴黎协议的正式目标提出。自此，全球实现将升温控制在2℃以下，以及努力实现1.5℃升温目标开始作为国际气候变化合作的政治目标，进入政府政策制定的视野之内。

本研究分析了我国实现全球升温控制在2℃，以及1.5℃目标下减排情景，探索实现这些目标的能源转型路线图并分析其可行性，进而提出我国可能的减排途径。主要研究内容包括：扩展IPAC模型以适应针对2℃和1.5℃目标下减排情景的分析，评估已有的全球研究，识别关键技术和途径，定量分析我国在全球实现该目标下的碳预算中的减排情景，评估减排成本以及对现有政策的冲击和转型的需要，分析其可行性，给出未来的减排途径；给出我国的应对升温2℃和1.5℃目标下的战略。

本研究在IPAC模型组前期开展的中国减排情景分析的基础上，分析实现升温2℃和1.5℃目标下，所需要的各种对策。情景的参数设置与过往的中国减排情景基本一致，包括人口、城市化率、经济发展、产业结构等（见相关研究报告和论文）。在此基础之上，进一步强化节能、可再生能源、核电发展、碳捕获和存储技术（CCS）等领域的对策，特别是大规模生物质能发电的CCS，实现电力的零排放甚至负排放，大力促进终端用能的电力化，实现整个能源体系到2050年实现深度减排，以及近零排放。

研究中利用IPAC-AIM技术模型进行情景的定量分析。IPAC由国家发展改革委能源研究所开发，是对中国的能源和环境政策进行综合评价的模型。自1992年以来，能源研究所开始在能源模型开发与应用方面进行研究，通过与国际上一些知名研究机构的长期合作，已经开发完成了一组能源与气候变化模型，包括我国能源需求供应、温室气体排放、大气雾霾排放模型研究等等。2000年，能源研究所开始有针对性地构建我国的能源环境综合评价模型，已经形成一个综合评价模型框架，我们称之为中国能源环境综合政策评价模型（IPAC）。

自2000年模型构建完毕，IPAC模型组参与了多项重大政策研究，包括我国多种温室气体排放情景研究（国家发展改革委）、2015年我国能源消费总量控制目标研究（国家能源局）、我国能源快速转型途径研究、2050年我国能源发展战略研究（中国工程院）、我国国家自主贡献目标研究（国家气候变化专家委员会）、十三五规划能源、气候变化目标研究（国家发展改革委规划司）等。除此之外，IPAC模型组也参与了全球能源和排放情景研究，从全球减排、能源资源分布、技术进步等方面分析我国的能源需求和供应。

利用IPAC-AIM技术模型分析得到能源排放情景，图1是1.5℃情景下能源活动CO2排放量，图2是1.5℃情景下分部门CO2排放量。研究结果表明，2015年之后CO2排放量基本不再增长，2020年之后开始进入大幅度下降阶段。2020年之后每年下降量在3.84亿吨CO2，大于2014年到2016年每年2.4亿吨减排量。2011年到2050年累积CO2排放量为2300亿吨。



图1 能源活动和工艺过程CO2排放量



图2 1.5℃情景下分部门CO2排放量

一次能源需求情况见图3和4。未来一次能源的发展体现出两个重要特征。一是能源增长缓慢，这一方面源于经济结构的调整和升级，另一方面源于能源效率的提升。二是能源结构调整明显，1.5℃情景下，2050年可再生能源占一次能源的比重是35%，核电占比为33%，天然气占比为14%，煤炭占比为14%，石油占比为5%。



图3 2℃情景下一次能源需求量



图4 1.5℃情景下一次能源需求量

模型结果表明，2℃升温目标下的能源转型是可以实现的。目前的政策环境已经能够支持这样的转型的实施。而上文的情景深入研究也可以看出，通过即刻采取很多激进的政策，实现我国CO2的尽快减排和大幅度减排，1.5度的情景也是可以实现的。从目前的政策方向来看，我国已经有这样的基础。

1.5度情景表明，我国CO2排放量需要在2015到2020年达峰，2020年后进入快速下降阶段。2020年之后每年下降量约为3.84亿吨CO2，大于2014年到2016年每年2.4亿吨减排量。

由于经济结构调整和节能技术的普及，以及将终端能源结构更多转向电力，未来我国将进入一个低能源需求增长阶段。从2020年到2030年开始，终端能源消费量增长速度降低到0.7%到1.4%左右，2020年左右有可能达到峰值，之后缓慢下降。

我国未来的战略目标已经清晰，构建生态文明、打造美丽中国，实现我国大气环境全面改善，支持全球气候变化减缓目标，成为全球有竞争力的经济、技术国家。能源系统是其中最为关键的行业之一。能源系统的转型对上述目标的实现有着重大影响，需要更加明确未来的政策路径。政策建议如下：

1. 强有力的落实习总书记提出的能源革命，坚定不移的控制能源消费增长，加大清洁能源的发展，大力推进我国能源转型。
2. 强化节能力度，在已有的大力推进节能的成效之上，推进节能标准、低能源低碳消费，开发节能技术。
3. 不再安排任何新建燃煤电站（IGCC电厂除外），让燃煤电站自然淘汰，有序实现煤炭工业的转型。
4. 全面发展低能耗、低排放建筑，采用国际最先进建筑标准，使低能耗、低排放建筑在近期占据新建建筑的主要部分。到2020年全部新建建筑符合低能耗、低碳建筑要求。
5. 根据不同城市规模，大力发展轨道交通、公共交通，以及构建慢行绿色交通体系。促进电动汽车发展，构建适合电动汽车发展的基础设施。到2030年全部城市实现低碳交通体系。
6. 在2020年之前尽早采取经济财税政策，如碳定价政策，促进节能和清洁能源发展。我国长期采取政令措施，效果已经大大弱化，需要转向以财税为主的政策体系，推动能源转型。
7. 大力促进可再生能源发展，提供各种政策支持，包括补贴、配额制等。以使可再生能源到能够在未来几年实现较高装机目标。
8. 大力推进核电发展，每年达到1500万千瓦的新增装机规模，2050年达到4亿到5.5亿千瓦装机。
9. 制定我国能源发展的路线图，推动能源转型的逐步落实，设计平稳转型规划，避免能源转型带来的对经济和就业的负面影响，在国家可以接受和制度安排的条件下实现转型。
10. 要注重对化石能源的投资，在全球已经走向低碳能源的格局下，煤炭、石油在2050年之前会大幅度减少，导致其价格长期处于低位，目前对煤炭和石油的投资风险极大，如对煤化工、国外油田的投资等，国家需要明确的政策进行控制。
11. 在未来能源消费增长缓慢、清洁能源大力发展的格局下，需要重新考虑能源基地的安排，特别是对某些依赖能源的地区，如新疆等，需要重新考虑其经济发展格局，避免一个区域过度依赖化石能源，而未来可能出现重大转变带来的区域问题。