

能源经济预测与展望研究报告

FORECASTING AND PROSPECTS RESEARCH REPORT ON ENERGY ECONOMY

CEEP-BIT-2016-002 (总第 18 期)



能源需求预测误差历史回顾与启示

2016 年 1 月 6 日

北京理工大学能源与环境政策研究中心

www.ceep.net.cn

特别声明

北京理工大学能源与环境政策研究中心出版若干系列研究报告。如果需要转载，须事先征得本中心同意并且注明“转载自北京理工大学能源与环境政策研究中心系列研究报告”字样。

能源需求预测误差历史回顾与启示

执笔人：蔡嘉玮 廖 华 魏一鸣

作者单位：北京理工大学能源与环境政策研究中心

联系人：廖 华

研究资助：国家自然科学基金项目（71521002, 71273027, 7132230）。



CEEP-BIT

北京理工大学能源与环境政策研究中心

北京市海淀区中关村南大街5号

邮编：100081

电话：010-68914459, 68918551

传真：010-68918651

邮箱：hliao@bit.edu.cn

网址：www.ceep.net.cn

Center for Energy and Environmental Policy Research

Beijing Institute of Technology

No.5 Zhongguancun South Street, Haidian District

Beijing 100081, P.R. China

Tel: 86-10-68914459, 68918551

Fax: 86-10-68918651

E-mail: hliao@bit.edu.cn

Website: www.ceep.net.cn

能源需求预测误差历史回顾与启示

一、开展能源需求预测是制定能源战略与规划的基础性工作

能源需求预测研究旨在未雨绸缪,提前预见能源需求及其不确定性,并提出系统性应对方案。能源基础设施建设周期长、化石能源资源储量有限且不确知、能源需求影响因素众多且互为因果、能源转型受政策影响大、不同类型的企业和居民的用能行为难以精确刻画,能源供应过剩或短缺都会对经济社会系统产生重大负面冲击。这些都要求做好中长期能源需求预测。从某种意义上讲,能源需求预测研究也是一种能源政策模拟。中国是世界上最大的能源生产和消费国,2015年消费量将近43亿吨标准煤,约占全球消费总量的四分之一。科学预测未来中国的能源需求,这对于引导国际社会形成合理预期、稳定世界能源市场也具有重要意义。

我国的能源需求具有更大的不确定性,其预测难度更大。与发达国家历史相比,我国工业化周期短、城镇化规模大、信息技术渗透速度快、融入国际经济体系步伐快,经济结构突变频繁、经济转型升级节奏快。这也增加了中国能源需求预测的难度。图1反映了主要经济体过去20年来的能源需求增速的不平稳性。中国的能源增速标准差要显著高于其它经济体。历史上有关中国的能源需求预测与实践也存在较大偏差。国际能源署(IEA)在1993年发布的《世界能源报告》中,预测中国2010年能源需求为11.9亿吨标准油(基准情景),而实

际上为 24.7 亿吨标准油(IEA 口径), 低估了 52%。同样, 美国能源信息署(EIA)在 1995 年预测的 2010 年中国能源需求量与实际相比低估了 40%左右。

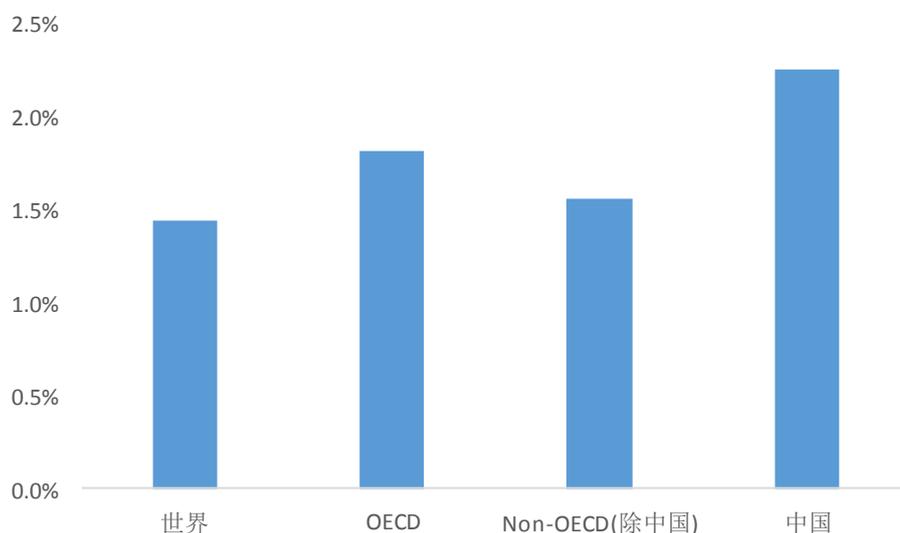


图 1 1994-2014 年能源需求增速的不稳定性 (用标准差度量)
(数据来源: CEEP)

开展能源需求预测的研究已有很多, 但是对以往预测工作进行回顾和评估的研究工作比较少。本报告旨在回顾过去一些主流机构能源预测结果的误差, 并量化分析其部分成因, 为做好今后的预测工作提供一些借鉴或启示。

二、中长期能源需求预测回顾

国内外众多机构和学者对世界主要经济体能源需求持续开展了预测研究。上世纪 70 年代以来, 有关能源预测与展望的研究日益增多, 特别是在能源需求增速和能源价格较高的时期。开展能源预测与展望研究的机构类型众多, 有政府间支持或赞助的著名机构, 例如国际能源署每年 11 月份会发布《世界能源展望》, 国际应用系统分析研

究所（IIASA）每隔数年会发布一期能源中长期研究报告；有政府部门下属的研究机构，例如美国能源部下属的能源信息署每年会发布《国际能源展望》；有非盈利组织，例如世界资源研究所（WRI），也会发布有关能源展望的研究报告；有大学研究机构，例如斯坦福大学能源建模论坛（EMF）不定期发布能源专刊；有能源企业，例如 BP 石油公司；也有商业咨询和信息机构，例如 IHS 公司、The Economist 杂志等。此外，还有很多学者个人长期开展能源需求预测与展望研究。

以国际能源署为例，该机构在采集和更新各国历史数据的基础上，建立和更新其世界能源模型（WEM），每年对全球各国和经济体分能源品种、分行业开展中长期能源需求预测与展望研究，并根据可能出现的不同经济发展水平、政策力度设置了若干种不同的情景。

历史上不准确的能源预测导致了较严重的经济和社会代价。能源史专家 Smil（2002）曾提出长期预测所遵循的一条“铁律”：不存在各方面完美的长期预测，大多数预测要么在定量上、要么在定性上会犯错，有些预测即使在定量上接近准确也会或多或少的犯一些定性的错误。历史表明，一些预测结果被证明能够很好的契合实际经济发展和能源消费情况，另一些则被发现与实际情形相去甚远。不太准确的预测作为政策制定依据所导致的社会、经济代价常常是十分严重的。比如上世纪末，国内外众多机构显著低估了我国的能源需求增速，导致电力基础设施建设投资不足，部分程度上造成了我国在 2002 年后持续多年的电力供应短缺。错误的需求预测或者预期也会导致能源市场大幅动荡、放大市场风险。

能源需求预测误差存在显著的国别差异和品种差异，主要机构曾经严重低估了中国的能源需求。对国际主流机构的历史预测数据显示，在 2000 年对 2010 年的预测中（基准情景），世界总体及 OECD 国家一次能源需求分别低估 12% 和高估 13%，基本处于可接受的误差范围内；东亚、俄罗斯和拉丁美洲虽然一次能源需求总量预测相对准确，但其结构预测误差很大（分能源品种正负预测偏误的相互抵消）。例如，东亚（除中国）国家一次能源需求预测百分比误差仅为 3%，然而煤炭需求被低估了约 29%，而石油需求被高估了约 48%。中国和印度的一次能源需求总量严重低估，误差分别达到 34% 和 44%；多数能源品种误差也被严重低估，其中中国煤炭需求被低估 45%，天然气被低估 39%，石油需求预测相对准确。

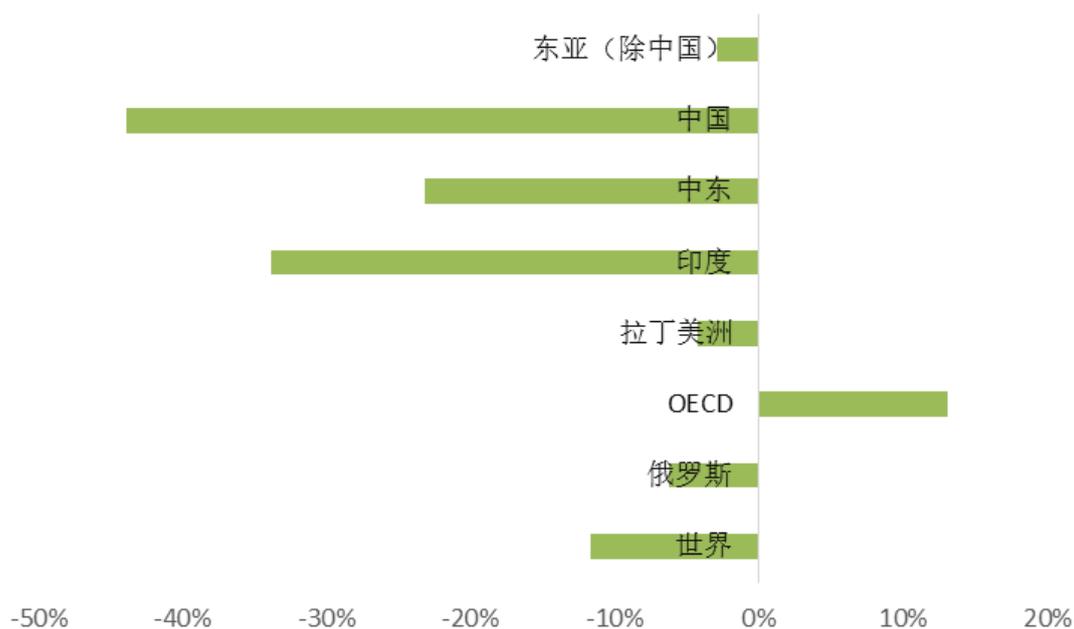


图 2 2010 年能源需求总量预测误差（预测时间：2000 年）

三、能源需求预测误差来源

能源系统中存在大量非线性的正负反馈环节。Smil（2002）认为预测误差主要来自五个主要方面：能源转换（无法预估的技术瓶颈和技术突破）、一次能源需求（“即使是成功预测了总一次能源消费，在其结构的预估上仍然漏洞百出”）、行业层面需求预测（特定行业超预期的需求）、预测资源枯竭（预测化石能源枯竭带来的恐慌）和能源替代（被认为是唯一可以避免的误差，因为其过程非常缓慢）。

研究者往往通过建立数学模型来开展能源需求预测。建模的目的在于充分利用已有的信息和知识，将不同因素综合集成考量，便于研究人员、决策者之间的交流，并尽可能保证结构平衡（经济结构、能源结构等）。虽然不同机构进行能源需求预测所采用的方法和模型不尽相同，很多模型对于读者或用户而言都是个“黑匣子”——我们无法确知其具体的模型结构和参数设定。但是因为长期预测模型通常假定经济中潜在的结构性关系将被延续，而各类预测又基本都是建立在对决定能源消费外生变量的基本假设基础上的，因此这些关键前提假设的错误最终会导致能源需求预测的较大偏误。而如果能够将潜在机理和基本的驱动力阐释清楚，长期预测将是最为有效的。通过对过去预测结果的回顾分析有助于挖掘出这些对未来预测有解释力的驱动因素。

绝大多数能源预测模型的关键假设包括经济增速、人口增速、技术进步、能源价格以及宏观政策。通过重新检查和评估这些关键假设，从而进一步讨论这些假设在实际预测过程中的真正可信度，能够提高

预测模型和预测结果的科学性。本报告通过建立统计模型对于这些可能的“误差来源”所导致的能源需求预测误差进行分解，旨在定量探讨哪些因素是能源需求预测中需要重点考虑的，主要关注的因素包括经济增速、人口增速、国际油价、预测时长以及不同能源品种、不同地区和国家的特异性。

经济增速判断误差是影响能源需求误差的最重要因素。结果表明，经济增速判断误差和能源需求预测偏误之间有较强正相关关系，经济增长率每高估一个百分点会导致能源需求增速高估 0.64 个百分点。过去的能源需求预测误差有 13.1% 来自于经济增速判断失误。

人口判断偏误对于能源需求预测误差的影响较小。人口增长虽然是决定能源需求的重要因素，但是某一地区人口地理特征在短时间内不会有较大变动，因此人口增长率预测误差本身较小（1% 以内），人口预测误差并非能源需求预测误差的主要原因。

能源价格判断偏误对能源需求预测误差的影响不大。主要机构在历史上对能源价格的判断都出现了比较严重的失误，但本报告的计量分析显示，国际油价判断偏误对于能源需求预测误差解释力度较小。这与能源价格弹性和技术进步速度有关。过去的预测误差显示，油价每高估 10 美元，能源需求增速被低估 1.8 个百分点。

影响需求预测误差另一个重要因素是预测时长。预测时间越远，误差越大。每增加一年的预测时长，能源需求预测误差将扩大 3.6%。不过即使是 GDP 和预测时长也只能解释能源需求预测误差中的 20~30%，其余部分由模型内在结构和参数设置来解释。

从分品种角度看，全球范围内天然气需求潜力被严重低估，煤炭其次，一次能源总量和石油需求预测误差相对较小。以石油作为基准组，一次能源总量、煤炭、天然气、水电的需求预测误差相比于基准组误差水平都有显著差异，回归系数分别为-0.6、-1.1，-1.4和-0.1。天然气的预测偏误最大，这表明在本世纪初，天然气的能源发展潜力被严重低估了；其次是煤炭，包括石油在内其他品种能源需求预测误差则相对较小。

从行业角度看，**OECD** 国家总量需求预测误差较小是由于工业能源需求的高估和交通用能需求的低估相互抵消。通过误差分解技术将总量误差分解到产业层面可以发现，对工业领域的能源需求的高估和交通领域能源需求的低估隐藏在了较小的总量需求误差之下；相对而言居民行业用能预测更为准确。

从国别来看，以中国为代表的“金砖国家”各类能源需求被显著低估，**OECD** 国家需求预测较为准确，对俄罗斯能源需求存在高估。以 **OECD** 为基准组，中国能源需求被低估最为严重，表明即使在控制 **GDP**、人口规模、国际油价、预测时常这四大误差来源后中国能源需求预测误差仍然有很大部分无法解释。同样被低估的还有包括其他东亚国家、印度和巴西在内的主要发展中国家。俄罗斯则恰恰相反，苏联解体后能源需求表现出了显著的被高估。

四、对未来中长期能源需求预测的几点启示

注重能源需求预测中的理论基础。中国经济仍然处在“使市场在

资源配置中起决定性作用”的转型过程中，经济主体的自主性日益增强、市场准入条件在放宽、经济系统的弹性在增大。能源需求预测中应更多地考虑采用市场经济条件下的理论。同时，由于能源资源（特别是天然气）的过度集中于少数国家，以及能源基础设施（电力、油气管网）的自然垄断特征，在能源预测中还应采用博弈论和产业组织理论。

注重能源需求预测中数据加工方法的科学性。能源基础数据质量（口径和可靠性等）对于能源预测的准确性至关重要，这早已成为研究人员和决策的共识。除此之外，数据的加工处理方法同样重要。能源具有经济属性，是重要的生产要素。因此，在加工处理能源数据时，不能仅仅依据热力学定律，更应考虑经济规律，考虑各类能源的不完全替代弹性，否则可能出现信息损失或有偏的情形。

注意能源经济发展阶段的国别差异和历史差异。各国特别是发达国家的历史经验值得借鉴，但不宜简单定量对照、简单照搬。各国资源禀赋、国土面积、技术条件、人口规模和结构、经济建设速度不尽相同，能源需求的驱动力有很大差别，不宜对统计数据进行简单对照和判断。经验很重要，但一个或少数几个国家还不能成为“经验”，应从大量国家的历史差异寻求能源经济一般性规律。

重点关注经济增长趋势对能源需求的影响。正确预估经济体未来增速对于减小预测偏误、提高预测精度至关重要。考虑到经济、能源、社会系统的复杂性，应当对可能影响能源需求的其他“新动力”给予关注。

以天然气为代表的清洁能源和其他可再生能源仍然可能成为能源供应和需求主要的增长点。在全球绿色革命浪潮中，环境问题、全球气候变暖日益受到人们的重视，如果能源领域技术问题得到解决，对天然气和可再生能源为主清洁能源的需求可能成为未来能源需求主要经济增长点。

主要参考文献

- [1] Burke PJ, Liao H. 2015. Is the price elasticity of demand for coal in China increasing? *China Economic Review*. 36, 309-322.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.chieco.2015.10.004>
- [2] Liao H, Wei YM. 2010. China's energy consumption: a perspective from Divisia aggregation approach. *Energy*, 35(1): 28-34.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2009.08.023>
- [3] Smil V. 2000. Perils of long-range energy forecasting: reflections on looking far ahead. *Technological Forecasting and Social Change*. 65, 251-264.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625\(99\)00097-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625(99)00097-9)
- [4] Wang C, Liao H, Zhao LT, Wei YM. 2014. The fluctuations of China's energy intensity: Biased technical change. *Applied Energy*. 135, 407-414.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.06.088>

北京理工大学能源与环境政策研究中心简介

北京理工大学能源与环境政策研究中心是 2009 年经学校批准成立的研究机构，挂靠在管理与经济学院。能源与环境政策中心大部分研究人员来自魏一鸣教授 2006 年在中科院创建的能源与环境政策研究中心。

北京理工大学能源与环境政策研究中心（CEEP-BIT）面向国家能源与应对气候变化领域的重大战略需求，针对能源经济与气候政策中的关键科学问题开展系统研究，旨在增进对能源、气候与经济社会发展关系的科学认识，并为政府制定能源气候战略、规划和政策提供科学依据、为能源企业发展提供决策支持、为社会培养高水平专门人才。

中心近期部分出版物

魏一鸣，廖华，王科，郝宇等著. 《中国能源报告（2014）：能源贫困研究》. 北京：科学出版社, 2014.

魏一鸣，焦建玲，廖华编著. 《能源经济学》（第二版）. 北京：清华大学出版社, 2013.

魏一鸣，焦建玲编著. 《高级能源经济学》. 北京：清华大学出版社, 2013.

魏一鸣，张跃军主编. 《中国能源经济数字图解 2012-2013》. 北京：科学出版社, 2013.

张跃军，魏一鸣著. 《石油市场风险管理：模型与应用》. 北京：科学出版社, 2013.

唐葆君著. 《新能源汽车：路径与政策研究》. 北京：科学出版社, 2015.1.

中心近年“能源经济预测与展望”报告

- CEEP-BIT-2011-001 (总第 1 期): “十二五”中国能源和碳排放预测与展望
- CEEP-BIT-2011-002 (总第 2 期): 2011 年国际原油价格分析与走势预测
- CEEP-BIT-2012-001 (总第 3 期): 2012 年国际原油价格分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2012-002 (总第 4 期): 我国中长期节能潜力展望
- CEEP-BIT-2012-003 (总第 5 期): 我国省际能源效率指数分析与展望
- CEEP-BIT-2013-001 (总第 6 期): 2013 年国际原油价格分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2013-002 (总第 7 期): 2013 年我国电力需求分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2013-003 (总第 8 期): 国家能源安全指数分析与展望
- CEEP-BIT-2014-001 (总第 9 期): 中国能源需求预测展望
- CEEP-BIT-2014-002 (总第 10 期): 2014 年国际原油价格分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2014-003 (总第 11 期): 我国区域能源贫困指数
- CEEP-BIT-2014-004 (总第 12 期): 国家能源安全分析与展望
- CEEP-BIT-2015-001 (总第 13 期): 经济“新常态”下的中国能源展望
- CEEP-BIT-2015-002 (总第 14 期): 2015 年国际原油价格分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2015-003 (总第 15 期): 我国新能源汽车产业发展展望
- CEEP-BIT-2015-004 (总第 16 期): 我国区域碳排放权交易的潜在收益展望
- CEEP-BIT-2016-001 (总第 17 期): “十三五”及 2030 年能源经济展望
- CEEP-BIT-2016-002 (总第 18 期): 能源需求预测误差历史回顾与启示
- CEEP-BIT-2016-003 (总第 19 期): 2016 年国际原油价格分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2016-004 (总第 20 期): 2016 年石油产业前景预测与展望
- CEEP-BIT-2016-005 (总第 21 期): 海外油气资源国投资风险评价指数
- CEEP-BIT-2016-006 (总第 22 期): “十三五”北京市新能源汽车节能减排潜力分析
- CEEP-BIT-2016-007 (总第 23 期): “十三五”碳排放权交易对工业部门减排成本的影响