

我国达到中等发达国家水平时的能源供求展望*

Prospects for the Energy Supply and Demand When China's Economy Reaches the Level of Medium—Developed Countries

周大地

(国家计委能源研究所, 副所长、研究员 北京 102206)

朱跃中

(国家计委能源研究所能源经济室, 助理研究员 北京 102206)

一、对已有能源需求预测方法及结果的简评

改革开放以来,我国国民经济已经取得长足的进步,综合国力也进入了世界 10 强之列,但距离我国“经济三步走的发展战略部署”仍有相当大的距离。能源是一个国家经济发展的基础和动力,我国在今后几十年内经济保持较高速增长必然需要充足的能源供应,届时能源需求量将非常巨大。

全球经济发展日趋一体化使得各国之间的联系越来越密切,随着我国经济实力的提高,必然会对今后世界能源格局产生影响,因而未来我国能源供求前景也逐渐成了世界各国所关心的热点问题,国内外多家研究机构都对我国未来的能源供求趋势作了展望,有的甚至预测到 2050 年。从它们所作的预测来看,大多属于“趋势外推类”。这种方法比较符合人们通常的思维方式,可以较充分地考虑人们已经认识到的一些规律和约束条件。但这种方法也存在明显的不足和局限,当经济系统本身结构性变化比较大时,已有的模型方法往往难以模拟这些变化;在预测的时段较长时,这种局限表现尤为明显。综观国内外大多数能源长期预测的结果,存在以下问题:

1. 对我国达到中等发达国家水平时的能源终端消费模式和结构的构想和预计脱离了世界经济发达国家的普遍趋势,似乎我国到 2050 年时平均的主要商品和服务消费水平仍比不上发达国家本世纪 80 年代或 90 年代的水平。

2. 由于我国人口基数大,各种预测都将我国未来的人均能耗设想得很低,这样低的人均能耗是否

能够使我国赶上和达到中等发达水平则让人生疑,有待探讨。

3. 仅从我国的现有资源储量和勘探水平出发,断定我国以煤为主的能源结构势难大变,从而忽视了世界能源资源全球开发、利用的大趋势,隔离了我国能源发展和世界能源发展间的必然联系。

4. 对我国能源效率的提高作了非常高的期望,但又没有充分的依据和必要的步骤和措施来说明是否能达到、如何能达到这样的节能目标。

二、能源需求预测的新视角和新方法及基本结果

1. 能源需求预测方法的新选择

这里选择的能源需求预测的另一类方法就是情景分析法,其基本思路是从未来经济社会发展的目标情景设想出发,来构想未来的能源需求。这种构想可以不囿于现有条件的限制,而多采用横向对比的方式。情景分析方法允许人们首先考虑未来希望达到的目标,然后再来分析达到这一目标所需要采取的措施及其可行性。这种情景分析往往不只设定一个情景,因而可以进行多方案的对比分析。针对未来我国经济发展的战略部署,采用情景分析方法可以帮助我们更多地摆脱传统计划经济分析模式的束缚,有利于我国对未来能源需求作更客观更深入的分析,似乎更能反映未来我国能源需求趋势。

2. 主要情景预测描述及预测结果

(1)达到届时中等发达国家水平时我国社会经济宏观情景描述:

城镇化率达到 70~80%,城乡差别基本消除。

* 本报告参考了国家计委宏观经济研究院 98'院重点课题《中国中长期能源战略研究》的部分研究成果;该课题主要撰稿人为周大地、高世宪、朱跃中、胡秀莲及徐华清等。

人口仍将缓慢增长,2050年人口总规模约在15亿左右,“城乡居民”仅有居住地区别的意义。

——居民生活质量明显提高,普遍过上比较富裕的生活,生活水平相当于目前发达国家的水平;经济总量约占届时世界GDP的 $1/3 \sim 1/4$,人均GDP达到2~2.5万美元之间。

——产业结构得到优化,产品和服务结构发生较大变化。资金密集型、技术密集型的产品和服务在GDP中所占比重高于目前发达国家水平,劳动力密集型产品比重降低,劳动力成本份额增加。低能耗、高附加值的产品与劳务占主导地位。

——人均服务建筑物面积扩大。目前发达国家人均服务建筑物面积约为人均居住面积的50%,参照推算,2050年我国人均服务面积约达 15m^2 。

——社会化服务程度明显提高,基础设施、公共设施达到比较完善的水平。

(2)届时我国用能终端主要情景描述:

——居民生活/建筑物用能 国外发达国家经验表明,当居民收入达到一定水平后,炊事用能的增长速度要低于生活用能的增长速度,且炊事用能构成中电力和气体燃料的比重上升;家用电器在能耗中比重上升;建筑物取暖中电力、天然气比重上升;建筑物用能基本优化或全部优化,煤炭基本退出建筑物/居民生活消费。

——交通运输能源 蒸汽机车完全退役;除电力机车、部分管道运输和部分气体燃料汽车外,其它交通运输用能源均油品化。

——能源消费部门构成 工业用能、交通用能和居民/服务业/农业用能将各占 $1/3$ 左右,接近目前发达国家水平;从终端能源消费构成看:工业终端能源消费可能略高于 $1/3$ 的份额,占40%左右;而交通运输业略低于平均数,达30%左右。从终端用能看,主要以油气、电力为主,充分体现了终端能源结构优质化、能源利用高效率的特点。

——能源利用经济效率 从世界范围看,经济越发达,人均能源消费量越高;我国国民经济达到中等发达国家水平后,人均能源消费量必有一定数量的增加,特别是优质能源需求量将增加,很难想象我国能够以现有的人均能源消费水平去维持未来现代化生活的需求。但鉴于未来环保的压力,届时我国的能源需求量不可能无限制地增长。为满足届时经济、环境和能源之间的协调发展,未来我国能源利用经济效率至少应高于目前日本水平,也就是人均2~2.5吨标油的水平,否则将受到优质能源和环保的双重制约。

为了达到2050年届时中等发达国家的社会经济和能源消费水平,从现在到2020~2030年期间的20~30年时间内就应不断创造条件,建设好新能源基础设施,为优化能源消费结构而努力。如果

以2020~2030年作为我国经济发展的分界点,在此之前主要经济发展目标,即人均GDP12 000~15 000美元将大体达到;在此之后,经济增长速度可以适当放慢,以确保经济发展战略目标的全面实现。总的看来,未来我国经济增长基本表现为前高后低的态势,预测期内的能源需求量及能源结构优化程度也将体现类似特点。

3. 主要预测结果

(1)2050年我国要达到届时世界中等经济发达国家水平,能源消费数量必将有较大幅度的增长,能源消费量占世界能源消费总量的比重将由目前的10%,上升为未来的20%左右。2020~2030年期间全国能源消费量将略超过目前美国水平。

(2)2050年基本完成由以煤为主向以油气为主的能源消费结构的转变,能源消费构成中煤炭占30~35%,油气占40~50%,一次电力占15~20%;2020~2030年期间,煤炭在一次能源消费量中所占比重预计将降低到50~55%,石油、天然气的比重有较大幅度的上升,达到30~40%,一次电力达到10%左右。

(3)2050年能源消费部门结构将发生较大变化,工业、交通运输业、服务业/居民生活等能源消费比例接近目前世界经济发达国家水平,各占 $1/3$ 。

(4)能源利用经济效率要有较大幅度上升,到2050年能源消费经济效率较目前世界能源利用经济效率最高的日本高29~101%。

三、下世纪前半叶我国能源供应战略的选择

要满足届时巨大的能源需求,无外乎选择以下两种供应路线,一种是立足于国内资源条件,同时加强煤炭的清洁利用,继续保持以煤为主的能源供应结构;另一种是建立在提高能源效率基础上,充分利用国内外两种资源、两个市场,转向以油气为主的能源供应路线。

1. 立足国内,以煤为主的能源供应路线不能满足我国国民经济发展的需要

通常意义上所说的以煤为主的能源供应路线就是指:2020~2030年期间,一次能源供应构成中,煤炭约占供应总量的65~70%,油气占20~25%,一次电力及其它能源占5~10%;2050年时以煤为主的能源供应路线是指煤炭在一次能源供应结构中的比重为55~60%,油气比重25~30%,一次电力的比重10~15%。从前面预测期内我国终端能源需求的情景描述来看,目前发达国家的工业、交通和建筑物(含民用和服务业)用能折合成一次能源约各占 $1/3$,终端能源消费品种也是以电力、液体和气体燃(原)料为绝对优势。如果我国要达到届时

中等发达国家的水平,现在发达国家终端用能结构和方向将是我国发展的趋势。我国要保持以煤为主的能源供应路线,同时人民生活水平也要达到中等发达国家水平,必然需要越来越多的煤炭转化成电力、气体和液体燃料,这样才能满足终端能源消费优质化的要求;同时要使未来能源供应系统的能源效率保持较高的水平,就必须加大高技术含量的洁净煤技术的推广应用。而以下分析表明,以煤为主的能源供应结构并不能保证我国能源效率达到预期目标。

首先来看 2020~2030 年时的能源供应结构。为了促进终端用能的优质化,必须提高一次能源中煤炭转化成电力的比重。到 2020~2030 年,火力发电量将达到 4 500TWh,其中煤炭用于发电的比重要上升到 50%以上,总电量在终端能源构成中达到 20%左右,火力发电效率的提高将主要依靠常规火力发电技术的进步(也包括煤炭高效燃烧与发电技术的贡献)。考虑到煤炭炼焦、石油炼制、火力发电及煤制气等能源转换后能源系统中间环节的能源利用效率略低于 1995 年的水平(73%左右),尽管预测期内高技术产业有所发展,但由于工业部门中高耗能产品单耗下降不大,届时终端能源利用效率不可能大幅提高。预计届时我国终端能源利用效率接近 50%,能源系统效率也就是 36.5%左右,仅比 1995 年我国能源系统效率提高 2.2 个百分点,尚不及 OECD 国家 80 年代的水平。2050 年时能源供应结构中,由于煤炭在一次能源供应总量中的比重依然达到 55~60%,这样要有 50%左右的煤炭将被转换为电力、液化气或煤气(其余的煤炭将直接用于炼焦、工业锅炉、窑炉、民用及商业采暖以及化工原料等)。虽然随着终端能源消费结构的优化以及工业、民用/商业、交通等部门能源利用效率的提高,终端能源利用效率可提高到 55%左右(相当于 OECD 国家目前的效率水平);但由于能源系统中间环节中煤炭转换为电力的比重增大,而发电效率提高幅度不大(目前较为先进的 IGCC 技术的热效率也就 45%左右),将导致能源系统中间环节能源利用效率下降到 70%左右,其结果将抵消一部分终端能源利用效率提高的节能效果,致使能源供应系统的能源效率将低于 40%,仅相当于 OECD 国家 1990 年的相应效率水平。

从以上分析可以看出,如果要实施以煤为主的能源供应路线,2020~2030 年我国能源效率与发达国家 90 年代的能源效率相差近 10 个百分点;2050 年的能源效率与目前发达国家先进水平(55~60%)的差距将拉大到 15 个百分点以上。这反映出以煤为主的能源供应路线很难使得我国能源效率得到较大幅度提高,与国外先进水平差距将越来越大。由此可见,我国若要保持以煤为主的能源供应

路线,经济发展很难达到届时中等发达国家水平。要实现未来经济目标,我国只有增加能源供应,也就是说将人均能耗提高到 2050 年的 2.7~3.3 吨标油,这又将影响能源、环境与经济之间的可持续发展。

2. 放眼全球,转向能源结构优质化的供应路线可以保证我国经济稳定持续增长

从世界范围看,目前尚没有一个国家能够依靠以煤为主这种低效的能源消费结构实现现代化。前面分析表明,如果我国立足于以煤为主的能源供应路线,届时能源效率只有 40%左右,为了满足届时终端能源结构优质化的需求,一次能源供应量势将超过 42.8~53.6 亿吨标煤,显然这种状况很难支持我国经济、环境与资源的可持续发展。为了实现第三步经济发展的战略目标,我们必须在思想和观念上有一个明确的开放方针,不应当囿于国内资源条件而约束能源需求,而应当借鉴西方发达国家的经验,放眼全球,利用国际优质能源资源,提高能源利用效率。

世界能源的探测和结构演变趋势表明,未来三五十年来油气探明储量仍将丰富,油气在世界能源消费构成中的主体地位不会改变,天然气有可能成为未来能源消费的主导方向。我国应当向世界能源主流靠拢,转向优质能源为主的供应路线,因为只有立足优质能源为主的供应结构才可以使得我国以较高的能源经济效率,追赶上届时世界中等发达国家的经济发展水平。要转向以油气为主的能源供应路线,到 2050 年我国一次能源供应构成中,石油天然气比重要从以煤为主的能源供应路线时的 25~35%提高到 40~50%,一次电力将从 10~15%上升到 15~20%,煤炭比重则由 55~60%降到 30~35%。届时除炼焦、煤制气、煤液化等用途的用煤外,用于发电的煤炭只能提供发电量的 50%左右,加上一次电力电量后,仍将有部分天然气用于发电。发电电源结构的优化,使得电力转换效率由以煤为主供应路线时的 40%提高到 43%左右,这样能源系统中间环节的能源利用效率可以提高到 78%左右。终端能源供应结构与以煤为主的供应路线相比,优化程度很显著,除特殊要求外,基本上消除了煤炭直接用于燃烧的状况,这样供应系统的能源效率将达到目前发达国家的水平(55~60%)。2020~2030 年的一次能源供应路线中煤炭仍占主导地位,但所占比重与以煤为主的供应路线相比下降了 10~15 个百分点,油气比重上升了 15 个百分点,一次电力比重略有上升。电力转换仍将以煤炭为主,但煤炭直接燃烧的份额减少,能源系统中间环节的能源利用效率与以煤为主的供应路线相比不会有太大的变化,略高于 73%;终端能源消费中,用于直接燃烧的煤炭减少了近 6 亿吨标煤,同时油

气等优质能源在终端能源消费结构中比重的上升,使得 2020~2030 年终端能源的利用效率提高到 55%左右,这样届时我国能源供应系统的能源效率将达到发达国家 90 年代的水平,也就是 55%的能源效率。因此如果我国能源供应路线转向油气为主、能源结构优化的供应路线,2020~2030 年与 2050 年我国能源效率可以达到 45%和 55~60%的水平,能够实现届时经济发展战略目标。从以上分析来看,我国要转向油气为主的优质能源供应路线,除了必须大力勘探开发国内的油气资源,尤其是天然气资源的勘探开发,更重要的是要面向国外资源进行勘探开发。

四、几点结论

在开放的国际能源系统下,国内的自然资源结构和生产结构并不是限制一个国家实现能源供应结构优质化的根本因素,随着经济实力的进一步加强,我国也有能力立足于国际能源资源实现以油气为主的能源供应路线。立足于国内外两种市场,并不仅是指将通过利用国际贸易(或者到海外采油)满足国内优质能源的缺口,而是对国内外油气资源开采条件进行经济评估,制定国内可采储量的计算标准和评价体系,建立剩余可采储量的经济评价制度,明确储量动用的经济界限,确立油气田开发的边际经济界限,尽可能最经济化地利用国内外油气资源,也就是要把能源效率放到重要的战略地位,因为我国未来的能源需求巨大,无论如何都将受到能源资源的一定限制,效率最高的能源供应路线将成为成本较低的和较可行的选择。

结论 1 达到中等发达水平本身就应意味着未来我国的终端能源消费部门结构将发生重大变化,即按终端用途计算的一次能源最终消费应由工业、交通、建筑物(含居民和服务业)各占约 1/3;届时终端能源品种应基本实现由电、气、液等优质燃料构成;2050 年时人均能源消费量需要达到 2~2.5 吨标油,我国的能源消费总量达到 30~37.5 亿吨标油左右;这意味着届时的能源经济效率要比目前发

达国家最先进的水平(如日本、法国)高 30~100%;届时能源系统效率也要明显高于目前发达国家的先进水平,即达到 55~60%左右;由于终端能源结构的限定、环境保护特别是全球气候变化公约的约束和非常高的能源效率的要求,以煤为主的能源结构是不可能达到以上需求的;初步估算,2050 年我国的能源结构煤炭不能高于 35%,而油气一次能源应该大约在 40~50%左右,一次电力(核、水、风及其他可再生能源)应该在 15~20%以上。

结论 2 要达到 2050 年的上述能源战略目标,推断 2020~2030 年期间的相应能源战略目标是人均能源消费达到 1.5 吨标油以上,即我国届时的能源消费总量将达到 22.5 亿吨标油以上;2020 年至 2030 年相应的能源经济效率必须达到发达国家 90 年代先进水平;届时我国的能源系统效率必须达到发达国家 90 年代先进水平,即能源系统效率达到 45%左右,比现在提高 10 个百分点以上;环境因素,尤其是大气污染控制的国际环境因素将在我国的能源政策中成为越来越重要的限制因素;届时我国的一次能源结构应该有明显的调整,即煤炭在我国一次能源结构中的比例应从目前的 74%降低到 50%至 55%,石油天然气的比例应该从目前的 20%提高到 35%左右,而一次电力的比例应提高到 10%以上;非如此,则我国在下世纪中叶达到届时中等发达水平的经济社会发展目标将是极难实现的。

结论 3 无论从未来需要的能源供应总量,或能源效率的提高幅度,还是一次能源结构变化的要求来看,上述能源发展目标的实现对我国都是一个巨大的挑战;仅靠国内油气资源不可能提供上述能源需求,进口石油将成为我国石油需求的主要供应渠道,天然气也将需要大量进口;从国际油气市场发展形势来看,世界大约有 20%的石油可采资源和 40%的天然气可采资源有待进一步探明,特别是由于发展中的产油国油气探明程度低,勘探开发潜力较大,今后 15~20 年内世界石油资源呈现的新一轮调整和再分配的局面,将为我国提供良好的机遇。

(责任编辑 蔡德诚)

科技动态

我国科学家首次制成氮化镓一维纳米新材料

清华大学范守善教授主持的研究组,在一维纳米材料的研究中取得重要进展。他们成功地制备出直径为 3~40 纳米、长度达微米量级的氮化镓半导体一维纳米棒。氮化镓是一种重要的光电半导体材料,把氮化镓制备成一维纳米晶体,在国际上尚属首次。美国《科学》杂志(1997.8.20)、美国《化学工程》(1997.9.1)、《研究与

发展信息报》(1997.9.17)和《研究与发展杂志》(1997.11.)等科学刊物相继发表和作相应的报道。《科学》杂志评选的 1997 年国际十大科学发现的第五项,就是认定 1997 年碳纳米管的研究取得了新进展,范守善等的成果已被列为新进展的内容。

(下转第 16 页)