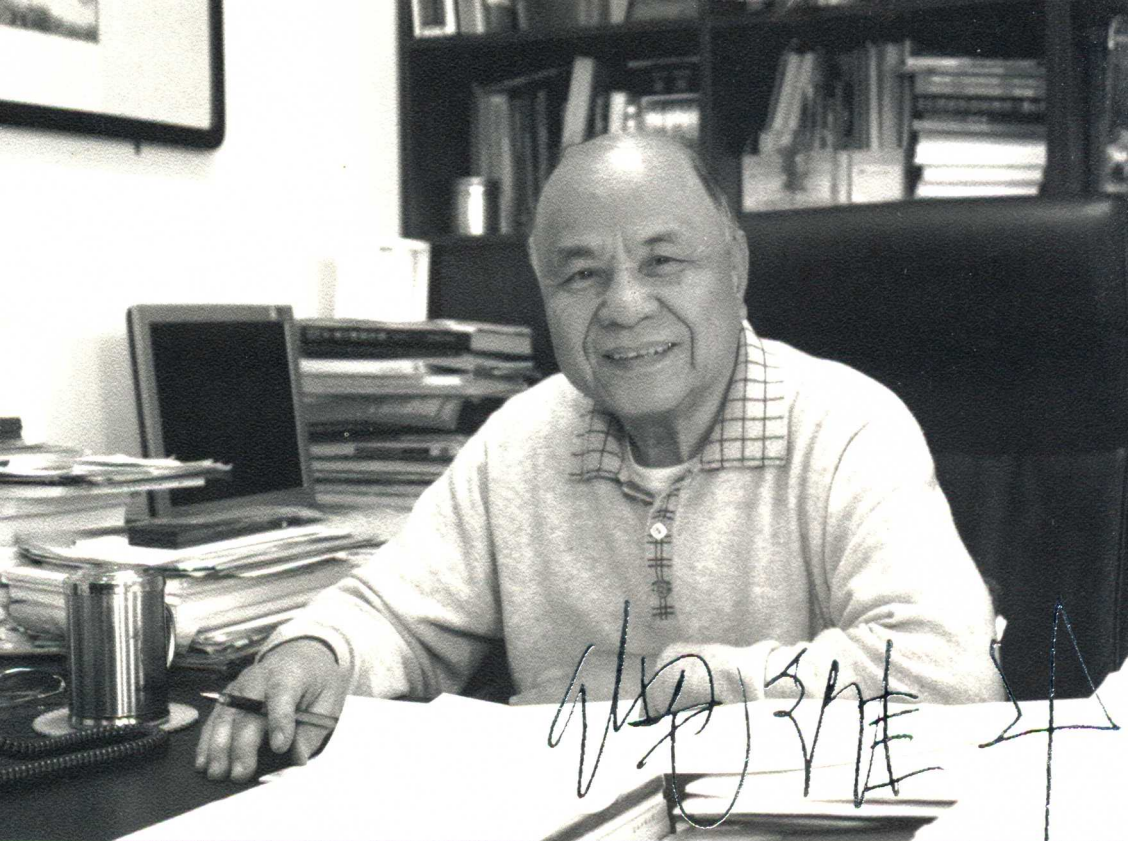




KUNJU YU TUPO

困局与突破

——倪维斗院士谈能源战略

上海辞书出版社

困局与突破

——倪维斗院士谈能源战略

倪维斗 著



上海辞书出版社

图书在版编目(CIP)数据

困局与突破:倪维斗院士谈能源战略/倪维斗著.

—上海:上海辞书出版社,2012.1

ISBN 978-7-5326-3532-0

I. ①困… II. ①倪… III. ①能源战略—研究—中国

IV. ①F426.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 205026 号

责任编辑 沈 岩

装帧设计 杨钟玮

困局与突破

倪维斗院士谈能源战略

倪维斗 著

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上 海 辞 书 出 版 社

(上海市陕西北路 457 号 邮政编码 200040)

电话:021-62472088

www.ewen.cc www.cishu.com.cn

太仓市印刷厂有限公司印刷

开本 720×1000 1/16 印张 18.5 插页 2 字数 313 000

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5326-3532-0/T·155

定价:39.00 元

如发生印刷、装订质量问题,读者可向工厂调换

联系电话:0512-53522239

倪维斗院士简介

倪维斗,1932年10月6日出生于上海,浙江宁波人,中共党员。清华大学教授,博士生导师,中国工程院院士。1950年入清华大学,1957年在苏联莫斯科鲍曼高等工程学院获工程师学位,1962年在苏联列宁格勒加里宁工学院获涡轮机械专业技术科学副博士学位。1990年被俄罗斯圣彼得堡国立技术大学授予荣誉博士学位,1991年被选为国际高等学校科学院院士。1962年至今就职于清华大学,历任讲师、副教授、教授、系主任、副校长、校学术委员会副主任。曾任煤燃烧国家重点试验室主任、中国动力工程学会副理事长、国家“攀登计划”B项目



首席专家、北京市科协副主席、国家重点基础研究规划(973)专家顾问组成员、中国环境与发展国际合作委员会(CCICED)能源战略与技术工作组中方组长、教育部科学技术委员会主任。1999年被选为中国工程院院士。

倪维斗院士长期从事热力涡轮机系统和热动力系统动态学方面的研究。曾获国家教委、电力部科技进步一、二等奖,国家科技进步二等奖,国家级优秀教学成果二等奖。在核心刊物上发表论文300余篇,出版著作6部。

近十年来,倪维斗院士致力研究我国能源的可持续发展问题,承担若干个国家级能源战略研究课题。他提出了以煤气化为核心的多联产战略是解决未来经济、环境和能源可持续发展的必然出路观点,并在国内外大力倡导多联产战略的研究和实施,以及醇醚替代燃料在国内的应用研究。对我国再生能源的发展也进行了研究。此外,他还大力推进燃气轮机在我国的研究、开发和应用。

近七八年来参与并推动一系列国内国际合作,为热能工程学科发展开拓新的方向。例如,参与并推动以清华大学为主的由国家发改委审核批准的“燃气轮机与煤气化联合循环国家工程研究中心”,与英国石油公司(BP)合作成立“清华 BP 清洁能源研究与教育中心”,与日本三菱重工(MHI)合作成立“清华大学-三菱重工业研究开发中心”来开展以燃气轮机关键技术为核心的研究,这些工作都取得了显著成绩。

培养博士研究生(已毕业)35人、硕士研究生(已毕业)30余人、博士后8名。所培养的学生中已有3人成为工程院院士。在培养中突出研究生做人、做事、做学问的教育,并和学生共同前进,深得大家认同。

序 言

清华 BP 清洁能源研究与教育中心(以下简称“中心”)自成立以来,一直致力我国能源发展战略的研究,力图对我国能源发展问题形成深入的透视力、系统的认识及分析方法和正确的决策参考意见。

倪维斗院士是中心指导委员会主任,是中心能源战略研究的开拓者、领导者和学术灵魂。他以渊博的学识、深入的洞察力和多年来积累的对中国能源发展问题的通达认识,指导和带领中心的能源战略研究形成了自己的特点和风格,其要点主要包括:在全球经济、环境和能源发展的大视野下如何看待我国的能源发展;始终坚持紧密结合中国国情和社会发展阶段,立足于对中国社会发展和相关能源问题的深入理解,来找寻中国的能源出路;以开放的、系统的、全面的、联系的、历史的、发展的观点科学地研究中国的能源问题等。

2009 年 9 月,中心选辑了倪维斗先生及其团队近年来关于我国能源发展问题的研究文章、报告以及媒体访谈实录,系统阐述了对我国能源长期发展战略的观点和想法,以期能“抛砖引玉”,与同行及同道者交流、切磋。选集印刷后,得到同行广泛兴趣和好评,第一版被索取一空。为满足读者的进一步要求,中心在原版基础上增加倪维斗先生近期的言论、心得及著述,尤其是对我国节能问题和煤炭利用问题的认识和评述,汇成此第二版。

需要指出的是,由于视野和知识范围所限,文中观点不免有“一家之言”之虞,敬请广大读者批评指正。



清华 BP 清洁能源研究与教育中心主任

2011 年 5 月 31 日

目 录

倪维斗院士简介.....	1
序言.....	1

第一部分 整体能源战略

我国的能源现状与战略对策.....	3
思路很重要	21
氢绝非解决车用能源的唯一途径	27
煤的协同利用及和其他能源的协同是低碳发展的关键	31

第二部分 节 能

构建节能中国的四重思考	65
有关我国节能的几个战略指导思想	74
控制能源生产和消费总量势在必行	88
应设置能源消费总量“天花板”	91
在能源“天花板”下稳定发展	99
高能耗行业危机暗涌.....	105
加大“电阻”控制能源消费总量.....	109
关于广义节能的思考.....	112
节能和能源利用方面的几个重要项目建议.....	126

第三部分 煤的清洁高效利用

煤的低碳利用势在必行.....	135
煤的清洁利用：中国式低碳的关键	139

煤的清洁利用是中国低碳经济的关键·····	144
发展 IGCC 多联产已刻不容缓·····	147
煤基多联产期盼政策东风·····	151
能源体系转型须打好“煤炭牌”·····	157
用电风和现代煤化工的集成系统生产“绿色”甲醇/二甲醚·····	161
破冰能源资源困境·····	170

第四部分 可再生能源

新能源发展规划不应忽视煤·····	175
端正新能源发展思路,加大吸纳人才力度·····	177
发展新能源必须考虑经济性·····	180
5 万亿元新能源投资不够花·····	185
警惕新能源等高端产业低端制造·····	189
拥有核心技术,才有高端产业·····	194
把合适的东西放在合适的地方·····	198
生物质能利用的现状、前景及应用指标·····	202
人类要甘当大自然的小学生·····	214
致国家领导关于生物质发电的一封信·····	217
一座生物质电厂的账本·····	219
从秸秆直燃发电谈能源系统优化问题·····	223
稳步前进 风电需要高质量发展·····	228
发展风电要理顺产业链和利益链·····	234
风电行业的“不断革命论”和“革命阶段论”·····	238
中国风电发展的几个重要问题·····	242
有关新疆发展风电的几点意见·····	248

第五部分 峥嵘岁月

倪维斗的“争论”经·····	253
翱翔在广阔的能源天地·····	259
现代青年如何体现人生价值·····	266
命运坎坷多磨难 一生心血为能源·····	276
最大的安慰是培养出了很多优秀学生·····	281



第一部分

整体能源战略



我国的能源现状与战略对策*

近年来,能源及与之相关的环境问题成为世界各国最为关注的热点,各国都从自己本国的国情出发来解决它们。对于我国来说,由于人均能源资源短缺(尤其是石油、天然气、水),环境容量(也是资源)有限,西部生态脆弱,这个问题显得尤为严重,它将极大地制约我国的可持续发展,并挤压中华民族子孙万代的生存空间。近年来,我国国内生产总值(GDP)每年以10%的速度发展,能源消耗急骤增加,环境、生态日益恶化。这种对自然无序的、掠夺性索取的发展模式已难以为继,实际上已造成当前十分严重的、不可逆转的后果,大自然的惩罚已经不断地凸显出来,并还要继续加重。在这样严峻的形势下,每一个能源领域的工作者,尤其是身上负有责任的各级政府官员,都要充分想到身上的重担。

几个无法改变的现实

(1) 煤现在是,将来(直到2050年或更晚)仍是我国能源的主力,虽然煤在总能源中所占的比例会逐渐下降(从75%下降到60%),但年消耗总量不会低于20亿吨标准煤。

(2) 煤炭用于发电的比例会越来越大,目前为50%,预计到2020年,将达到70%以上。这意味着燃煤电厂排放的二氧化碳将占二氧化碳排放总量的60%以上。

* 本文原载于《科技日报》2007年1月25日。曾被上海市委书记、原湖北省委书记俞正声,作为单行本印发,供各级干部阅读。本文自发表以来被转载10余次,如《绿色财富》2009年第1期、《山西能源与节能》2008年第2期。

(3) 煤的开采和直接燃烧已引起严重的生态和环境污染问题,70%~80%的二氧化硫、氮氧化物、汞、可吸入颗粒物、二氧化碳等都是由于煤炭直接燃烧所引起的。

(4) 由于我国石油短缺,车用液体燃料还得从煤基替代燃料上找出路。2007年,我国进口原油及其成品油约1.79亿吨,估计2010年将进口原油2.5亿吨,对外依存度将超过50%^①,这会引发一系列能源安全问题。当然,煤炭对于我国来说也是稀缺产品,但相对其他能源资源仍可“承受”,若每年将煤炭产量的1/8用于车用液体燃料(或甲醇,或二甲醚,或煤制油)的生产,从总的能源供应角度来看不会带来很大的不平衡。前一时在我国广泛推广的粮食乙醇,从长远来看很难作为一个有份额的替代。因为我国的具体情况是用世界上7%的可耕地来养活世界22%的人口,这是一个大前提。按现有的技术水平,3.5吨粮食生产1吨乙醇,考虑到乙醇的热值,则相当于5吨粮食生产1吨汽油当量。此外,还要消耗0.5~0.8吨的煤用于发酵和脱水。若生产1000万吨汽油当量的替代品,则需用粮食5000万吨,这是我国粮食总产量的1/10,这显然是不可能的。当然,可以考虑用木薯和甜高粱等其他作物来生产乙醇,或用秸秆及其他纤维素来制造(目前技术还没有商业化),但后者存在着大规模收集与运输问题。

(5) 煤的直接燃烧难以解决温室气体减排问题,从电厂尾气中捕捉二氧化碳的巨大投资和能耗难以承受。对于60万千瓦、100万千瓦的大型燃煤电厂,采用超超临界蒸汽参数的供电效率可达43%~45%。采用尾部烟气脱二氧化碳效率将下降11个百分点,即效率为32%~34%。要得到相同的有用功,需要消耗更多的煤,从而形成恶性循环。目前,我国温室气体排放量已居世界第二位,近年来还在不断地快速增长,如此下去,在10年或略长一些时间内将超过美国,居世界第一。

(6) 可再生能源(主要是风能、太阳能和生物质能)在2020年以前很难在总能源平衡中占有一定分量的比例,这个情况和欧洲的其他国家在国情上有很大区别。一些欧洲国家,他们总能耗已经不再增长(或增长很少),开发的可再生能源在逐步替代目前在用的化石能源。而我国仍处于总能耗急剧增长的情况下,单是发电设备(其中主要是燃煤的发电),每年增长的装机容量是6000万~8000万千瓦,超过3个长江三峡大坝的装

^① 最新数据为,2010年进口原油2.39亿吨,对外依存度达53.7%。

机容量。在这个高速增长量中,可再生能源所能起的作用是很有限的,更不用说去替代原有的化石能源消耗。譬如说,按国家将要修改的规划,若2020年风力发电的装机容量达到1亿千瓦,考虑到每单位装机容量的满负荷工作时间平均只有2500小时(实际上更低),即1千瓦风电相当于0.4千瓦火电,所以1亿千瓦的风电相当于4000万千瓦左右火电,也就是说,占2020年我国发电总装机容量9.5亿~10亿千瓦的4%左右。太阳能热发电最多几万千瓦的示范,光伏电池不会比风电多。生物质能可利用的农作物秸秆为3亿吨标准煤,可利用的森林达3亿吨标准煤。因此,可再生能源的总量相当有限。其高度分散性和运输困难的特征决定了它们适宜分布式就地利用,应当首先满足广大农民采暖和炊事的需求,以及中小城镇工业锅炉的需求。

面临五个严峻挑战

1. 能源需求总量的急剧增加和能源供应的巨大压力

从2000年到2020年,国家原有规划全国GDP翻两番,而能源消耗翻一番,这意味着能源弹性系数应为0.5。但是最近3年,这个系数为1.3以上,即能源需求将远远大于规划。从目前的发展趋势来看,我国能源消费总量将在2010年左右超过美国,位居世界第一。我国工业已进入重化阶段(图1),按世界各国发展的历史规律来看,能耗迅速增长阶段似乎不可逾越。能源消费总量的急剧增加给我国的能源供应带来了巨大的压力。这么火的一次能源需求我们是否能够满足供应?其所引起的污染是否有足够的环境容量?怎么解决?

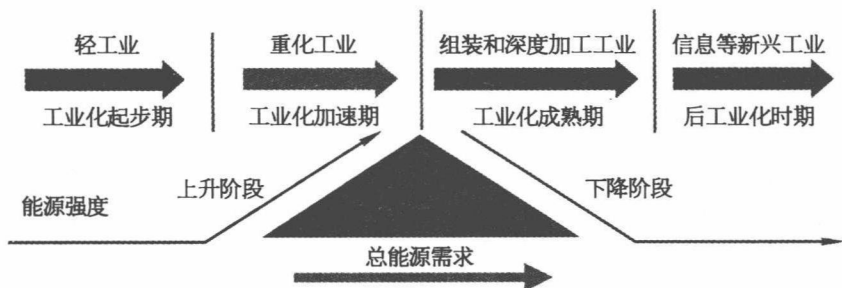


图1 能源强度与工业化不同时期的关系

2. 液体燃料短缺

从图 2 可以看出,2007 年我国进口原油及其成品油约 1.79 亿吨(年消耗量减上一年产量),对外依存度达到 49%,今后将继续增加,能源安全如何考虑?如何加速石油的替代?我国的汽车工业、石化工业如何用创新的发展模式来适应这个形势?在车用替代燃料方面我国应以此为契机走自主创新的道路。

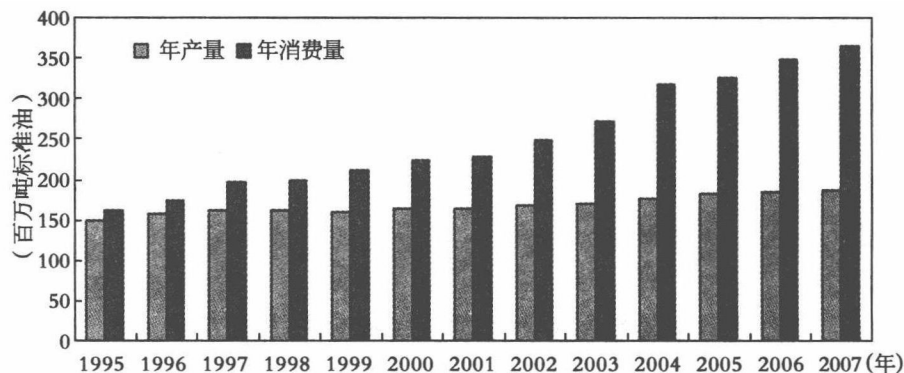


图 2 我国石油的年产量和年消费量(1995—2007 年)

3. 环境污染严重

污染物主要是二氧化硫、氮氧化物、可吸入颗粒物、汞和二氧化碳,这些污染物的 80%是由于化石能源的利用,尤其是煤的直接燃烧所引起。目前,我国有 30%~40%的地区(尤其是西南地区)出现酸雨现象,呼吸系统疾病不断增加。需要认真研究的是,我国对这些污染物“可容忍”的环境容量究竟是多少?

4. 温室气体排放

目前,全球每年排放 250 多亿吨二氧化碳,空气中的二氧化碳,从工业化开始 250 多年以来,其体积比已从 280×10^{-6} 增至 380×10^{-6} ,目前每年以体积比 3×10^{-6} 的速度增长。对于温室气体将对地球形成灾难性的后果,全世界的学者在经历了长期的争论后,已有共识。所以,全世界都在采取多种措施减排二氧化碳,我国已于 2002 年成为《京都议定书》的第 37 个签约国。总的来说,作为一个负责任的大国,我国在不远的将来必然要承担

一定量甚至大幅度的温室气体减排任务。目前,我国的二氧化碳排放总量已接近 60 亿吨,实际上已居世界第一。因此,从战略高度,从现在开始就应该认真考虑我国二氧化碳如何分阶段减排的有关战略技术和政策问题,否则,在今后几十年,我国将会为此付出更大的代价。

5. 8 亿农民及城镇化所需能源的供应

到目前为止,有相当数量的农民没有得到良好的能源服务,他们仍以当地的农业废弃物(秸秆、柴草等)作为主要能源,有些地方甚至仍在砍伐森林和破坏生态。此外,我国城镇化率以每年 1% 的速度在增长,每年有将近 1 000 万人口进入新的城镇。据统计,城镇居民的人均能耗是农村的 3.5 倍。这部分份额巨大的能源应来自何处? 如何才能结合社会主义新农村的建设,为广大农村和新建中小城镇提供符合中国国情的现代化能源服务,以减少生态破坏、减少室内污染、提高农民生活质量等? 这是整体能源战略的重要组成部分。

以上五点是我国能源面临的严峻挑战,能源战略、能源科技、能源政策都应应以解决以上五个问题为出发点和落脚点。

若干重要的战略对策

整个能源、环境问题是一个庞大的系统工程,牵涉到科学、技术、文化、历史传统、教育、外交、政治等方面,且这些方面是相互耦合、相互影响的。这里只是从技术层面提出若干个重要的战略对策,还远远不能说明问题的全部,甚至所提到的科学、技术也只能是一个局部而已。

1. 控制能源生产和消费总量势在必行

近几年来,全国能源消费总量的快速增长已引起中央政府宏观调控部门和国内外能源界的极大关注。目前,国家一直在贯彻单位 GDP 能耗每 5 年降低 20% 的方针,从这几年的实践来看,这个指标没有完成,即使完成也根本无法控制全国总能耗的增长。

在 21 世纪初,鼓舞人心的国家规划是到 2020 年 GDP 翻两番,能源需求翻一番,即从 2000 年我国总能耗 15 亿吨标准煤增长到 2020 年 30 亿吨标准煤。言犹在耳,然而 8 年不到,实际情况却大不相同。到 2007 年总能

耗已达 26.5 亿吨标准煤,2008 年至少为 28.5 亿吨标准煤,因为前两年的每年净增量都大于 2 亿吨标准煤。按此估计,2009 年将超过 30 亿吨标准煤,2010 年不会小于 32.5 亿吨标准煤。这还是比较保守的估计,也就是说,原来 2000—2020 年的总能耗指标在 2009 年将被突破,提前了 11 年。

目前,只有关于能源强度每 5 年下降 20% 的指标要求(事实上,由于体制、政策、税收和其他经济杠杆不到位,这个指标也很难完成),而没有硬性的每年总能耗量的严格指标和相应的措施;同时在追求 GDP 增长的强力驱动下,事实上,我国允许总能耗快速增长这扇大门一直是敞开的。

如果按这样的增长速度延续下去,在 2015 年总能耗量可能达 50 亿吨标准煤,2020 年达 70 亿吨标准煤,将超过原来规划的 30 亿吨标准煤的 1 倍多!这远远超过我国资源、环境生态所能承载的极限。美国是世界第一耗能大国,2006 年的总能耗为 33.3 亿吨标准煤,而我国将在 2010 年就要超过美国成为世界第一耗能大国,且增势不减。然而,且不说温室气体排放在世界上引起的巨大压力,就从资源供应、环境容量、生态退化、能源安全来说,这个总量也是我国这块土地所无法承受的。

我们在 21 世纪初提出,要在 2020 年全面建设小康社会,当时规划的 2020 年能源消费总量是 30 亿吨标准煤,但现在预计为 60 亿~70 亿吨标准煤,且不得不以煤为主,从小康社会的目标来说,这样就不可能真正地做到以人为本,因为小康社会的一个基本要求是使全体人民在良好的生态环境中生活,有清洁的空气、干净的水。2008 年奥运会,北京要满足环境要求已如此艰难,在将来能耗成倍增长的情况下,全国将是一幅什么样的图景?

因此,除了原有的节能要求外,我国必须按照本国资源供应、环境容量、能源安全的具体情况,在考虑适当进口和可再生能源发展的条件下,制定出 2020 年和更长一些时间内每年可以消费的能源总量,把它作为“天花板”。然后,按年限定出每年能源消耗总量的硬性指标,并在仔细分析、调研的基础上,分解到各地区、各行业,进而要求各地区、各行业在分配到的总能耗量框架下,进行“逆向思维”,发展各自的特色,做各自的“文章”。

有人会问,总能耗量控制是否会妨碍我国社会、经济的发展?从根本上看,我国单位 GDP 的能源消耗具有很大的减少空间,我国能源强度比先进国家大 3~5 倍。众所周知,近几年我国的耗能工业增长极其迅速,远比全国 GDP 增长快得多。2007 年前 3 个季度,全国六大耗能行业的增长速度为 22.6%,比全国 GDP 增长速度大 1 倍多。目前,我国 GDP 总量约占全世界 GDP 总量的 5%,却消耗全世界 30% 的钢铁、47% 的水泥、40% 左右的

铝。相比于其他发展迅速且人口相对众多的国家,这难道是一个正常的现象吗?国家一再采取措施限制耗能产业,但这些产业这几年来仍“涨势”不减。其根源是有巨大的需求,加上银行、证券出自本身的利益,对这种需求不断进行助推。

这些需求主要来自房地产业持续高速的发展(我国人均住房面积已达 27 米²,世界平均为 33 米²,房屋已在一定程度上脱离其居住的功能而成为投资品),规模极为巨大的城市建设(都以所谓的“与国际接轨”、“50 年不落伍”等来要求,很多城市盲目地模仿 CBD 总部经济的发展模式)和遍布全国的基础设施建设(大量的港口、桥梁、8~10 车道的世纪大道等),这些项目推动了对电力、钢铁、水泥、铝、玻璃等耗能工业产品的需求,又成为电力、钢铁、水泥、电解铝(2006—2007 年我国电解铝增量为 24%以上)等耗能工业新上大项目的巨大动力(因为有巨大的利润空间),进而又成为地方政府收入、GDP 增长、官员业绩和向上升迁的推力。这样就形成了一个不可抑制的全国总能耗快速增长的“恶性”循环,或是一个循环促进的“正反馈”机制。

GDP 增长是我国社会、经济发展的必需,但问题在于 GDP 增长的内涵。若是通过产业结构调整、科技创新、开发有自主产权的核心技术和产品,进而在国际市场上提升核心竞争力等,那才是可持续发展的模式。可惜的是,这几年的现实并不是如此,而主流却是上面所描述的那种“正反馈”机制,因为通过这种方式取得 GDP 增长相对比较容易。不管国家如何号召、指导,下面实施是另一回事,最终还是无法贯彻。

只要坚决执行总量控制,严防死守,全国上下一致行动,就有可能把目前这种增长模式加以抑制,迫使各级领导按可持续发展的模式来规划发展(在开始时可能对 GDP 有影响),制定政策,改变机制。在这个过程中,中央政府要首先垂范,进而要求地方政府层层带头。

2. 节能为本

我国虽然人均资源短缺,供应压力较大,但单位 GDP 的能耗强度却很大,是日本的 5~6 倍,其原因是多层次的。

(1) 工业结构的原因。如产业高能耗、低附加值;制造业缺乏自主创新,处于低端;第三产业不够发达,等等。

(2) 技术相对落后的原因。我国发电、水泥、炼钢、电解铝等的单位能耗都比技术先进国家高 20%~30%。

(3) 政策方面的原因。节能往往是软指标,政策相互不配套,贯彻不