

国家发展和改革委员会宏观经济研究院
基本科研业务费专项资金资助

NENGYUAN
WENTI YANJIU WENJI
能源问题
研究文集2009—2010

国家发展和改革委员会能源研究所 编

石油工业出版社

能源问题研究文集 2009—2010

国家发展和改革委员会能源研究所 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是国家发展和改革委员会宏观经济研究院下达能源研究所的“2009—2010 年度基本科研业务费专项资金课题”研究成果的汇编,内容涵盖了能源经济、节能与能效、能源环境与气候变化以及可再生能源发展等领域共 13 个专题的研究成果。

本书适合于能源研究和能源使用领域的相关人员阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

能源问题研究文集 2009—2010/国家发展和改革委员会能源研究所编.
北京:石油工业出版社,2012.2
ISBN 978-7-5021-8920-4

- I. 能…
- II. 能…
- III. 能源经济-经济发展-中国-文集-2009—2010
- IV. F426.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 010598 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010)64523553 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京晨旭印刷厂

2012 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷

889×1194 毫米 开本:1/16 印张:25.25

字数:758 千字

定价:90.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

本文集是国家发展和改革委员会宏观经济研究院下达能源研究所的“2009—2010 年度基本科研业务费专项资金课题”研究成果的汇编。基本科研业务费专项资金课题是财政部支持宏观经济研究的一项基础性研究,以选拔人才、培养科研骨干为主要目的。为圆满地完成研究任务,国家发展和改革委员会能源研究所严格按照宏观经济研究院下发的《基本科研业务费专项资金课题管理办法》组织实施,并专门成立了由所内外学者组成的“基本科研业务课题专项学术委员会”,负责选题、开题、验收和指导,并通过该学术委员会的秘书处对每一个课题实行过程管理和控制。

同以往相比,最近两年的选题,在延续往年注重人才选拔和培养的基础上,更加注重研究所的学科建设和社会热点、难点问题的研究,此次汇集的 13 个专题的研究成果,内容虽然同以往一样涉及能源经济、能源效率、能源环境、气候变化与低碳发展、可再生能源等领域,但课题的设立更有针对性,如针对当前低碳发展的问题,在常规能源研究中,设立了“天然气在我国能源低碳化发展中的地位和作用”、“我国煤基液体燃料发展评价方法初步研究”以及“低碳背景下我国煤炭发展亟待解决的关键问题分析”三个课题;针对国际油价变化无常的状况,设立了“国际油价波动因素分析”课题;为“十二五”规划和实施设立了“节能潜力分析方法及‘十二五’节能潜力初探”、“我国 CO₂ 排放控制目标分解的关键因素研究”和“中国建筑能耗的宏观统计方法及实证研究”课题;在支持气候变化谈判方面设立了“全球温室气体长期减排目标的可行性研究”、“四种人均历史累积排放权分配方法研究和比较”、“应对气候变化背景下的中国能源需求和碳排放情景分析”等课题;在减排的市场机制建设方面,设立了“国内自愿减排交易的风险识别和控制研究”;在促进可再生能源健康发展方面,设立了“并网可再生能源发电系统补偿激励政策研究”、“能源外部性评价指标体系研究”等课题,所有上述题目的确立,均经过学术委员会严格把关,并在研究过程中给予具体指导。

经过近两年的努力,年轻的课题承担者及成员们按要求提交了研究的综述报告和成果报告,并在国内外期刊上发表了至少一篇反映研究成果的文章。研究成果不仅全部通过了宏观经济研究院组织的评审和验收,而且《四种人均历史累积排放权分配方法研究和比较》、《我国煤基液体燃料发展评价方法初步研究》分别获得 2009 年度国家发展和改革委员会宏观经济研究院“基本科研业务费专项课题”二、三等奖;《我国 CO₂ 排放控制目标分解的关键因素研究》、《国际油价波动因素分析》、《节能潜力分析方法及“十二五”节能潜力初探》分别获得 2010 年度国家发展和改革委员会宏观经济研究院“基本科研业务费专项课题”一、二、三等奖。为了加强相关领域的交流,鼓励青年科研人员多出研究精品,我们将其研究成果汇编成册,供大家分享。毋庸置疑,本论文集尚有许多不足之处,有些课题的理论性尚需进一步阐述,研究结论有待进一步深入,欢迎读者提出宝贵意见。

在此,特别感谢北京理工大学管理与经济学院院长魏一鸣教授、国家发展和改革委员会宏观经济研究院的王永治研究员、李建立研究员、吴晓华研究员,对我所实施该项目的大力支持和对每位青年研究人员的指导与帮助。

国家发展和改革委员会能源研究所副所长 戴彦德

2011 年 12 月

目 录

第一篇 能源经济

低碳背景下我国煤炭发展亟待解决的关键问题分析	肖新建(3)
天然气在我国能源低碳化发展中的地位和作用	杨 光(38)
国际油价波动因素分析	苗 韧(69)
我国煤基液体燃料发展评价方法初步研究	肖新建(88)

第二篇 节能与能效

节能潜力分析方法研究及“十二五”节能潜力初探	熊华文(147)
中国建筑能耗的宏观统计方法及实证研究	谷立静(172)

第三篇 能源环境与气候变化

全球温室气体长期减排目标的可行性研究	冯升波(209)
应对气候变化背景下的中国能源需求和碳排放情景分析	刘 强(241)
我国 CO ₂ 排放控制目标分解的关键因素研究	高 翔 牛 晨(274)
国内自愿减排交易的风险识别和控制研究	丁 丁 卢 璐(292)
四种人均历史累积排放权分配方法研究和比较	于胜民 高翔 翟丽华 马翠梅(307)

第四篇 可再生能源发展

能源外部性评价指标体系研究	赵勇强(323)
并网可再生能源发电系统补偿激励政策研究	陶 冶(344)

第一篇 能源经济

低碳背景下我国煤炭发展亟待解决的关键问题分析

肖新建

内容提要:本文在对我国到 2020 年实现非化石能源目标及 CO₂ 减排强度目标的低碳背景论述下,分析了我国煤炭发展的地位和作用,进一步归纳和筛选了我国煤炭清洁发展的关键在于煤炭的如何利用。在对不同的煤炭利用方式及技术的特点论述的基础上,简要预测了不同技术情景下,煤炭利用的节能潜力及减排潜力,勾画了未来煤炭利用方向及路线图,最后提出了相关的政策建议。

1 低碳背景下我国煤炭发展地位、作用和趋势分析

1.1 我国能源的发展状况与趋势

1.1.1 我国能源发展状况

(1)能源资源总况

我国能源资源主要有煤炭、石油、天然气、水力资源和其他可再生能源等。我国能源资源分布不均衡,煤炭资源主要在华北、西北地区,其中晋陕蒙宁地区储量占将近 65%,水力资源主要分布在西南地区,石油、天然气资源主要在东北地区、华北地区、西部地区和海域。我国主要的能源消费地区集中在东南沿海经济发达地区,资源赋存与能源消费地域存在明显差别。

总体上,我国能源资源开发难度较大。与世界相比,我国煤炭资源地质开采条件较差,大部分储量需要井工开采,极少量可供露天开采;石油天然气资源地质条件复杂,埋藏深,勘探开发技术要求较高;未开发的水力资源多集中在西南部的高山深谷,远离负荷中心,开发难度和成本较大;非常规能源资源勘探程度低,经济性较差。

近些年,在我国经济快速增长的同时,能源的消耗量也在逐渐增长。能源的剩余可采量也在不断减少,表 1-1 是截至 2009 年底我国能源资源剩余探明的可采储量。

表 1-1 截至 2009 年底我国能源资源剩余探明可采储量

能源资源	总 量	占世界储量的份额,%	储采比,年
煤炭	1 145 亿 t	13.9	38
石油	20 亿 t	1.1	10.7
天然气	2.46 万亿 m ³	1.3	28.8
天然铀	17.14 万 t	2.7	

注:近日我国科学家经过不懈的努力,在第四代先进核能系统技术(快中子反应堆)上取得了重大突破,其形成的核燃料闭合式循环,可以使铀资源的利用率提高至 60% 以上(现有核电站只有 1%,也就是提升了 60 倍)。

资料来源:国家能源局 2010 年数据手册。

从表 1-1 所列的数据中可以看出,我国煤炭资源相对丰富,但石油资源的可探明剩余储量很匮乏,储采比已不足石油资源勘探的一个完整周期;天然气的探明剩余可采储量相对于石油资源还较多,未来可以考虑加大天然气的开发力度;我国水力资源开发程度接近 50%,应大力开发水力资源;我国天然铀资源总量也相对不足。

表 1-1 列出的都是一些传统能源,除了这些传统能源外,我国还有许多可开发利用的新能源资源,其具有低污染、低排放、清洁可再生等优点,将是我国未来开发利用的重要能源。

水力资源:我国水力资源理论蕴藏量 6.94 亿 kW,年发电量 60 829 亿 kW·h;技术可开发资源量 5.42 亿 kW,年发电量 24 740 亿 kW·h;经济可开发资源量 4.02 亿 kW,年发电量 17 534 亿 kW·h。

太阳能:包括太阳能发电和太阳热能,发电商业化是当前太阳能能源发展的热点。我国陆地年太阳辐射量 5×10^{22} J,年地表吸收太阳能折合 17 000 亿 tce,年可利用量为 22 亿 kW^①。

风能:包括风力→机械能及风力→发电,发电已初步实现,还需要规模化和推广。我国陆地风能可利用量为 4.5 亿 kW,海上为 3 亿 kW^②。

生物质能:我国生物质包括农作物秸秆、林木剩余物、畜禽粪便、工业有机垃圾、城市有机垃圾等,全计可利用的能源资源量为 2.8 亿 tce。

地热能:包括地热利用及地热发电。

海洋能:主要指海洋能发电。

正在开发的新能源资源(二次能源),如:煤炭地下气化,生成 $\text{CO} + \text{H}_2$,也可认为是二次能源;氢能,一种最优质的二次能源;煤层气,其中 90% 以上为 CH_4 ,亦为优质天然气;可燃冰^③,即天然气水合物,位于海底 500~1000m, 1m^3 可燃冰可释放出 160~180 m^3 的天然气,其能量密度是煤的 10 倍,而且燃烧后不产生任何残渣和废气;声能发电,某些学者提出的一种新型的发电方式;岩浆发电,某些学者提出的一种新型的发电方式。

(2) 能源生产状况

我国的能源资源禀赋及经济发展状况,决定了我国目前能源生产以煤炭为主,油气、水电为辅,核电及其他能源资源开发利用为补充的格局。据统计,建国 60 年以来,全国共生产原煤约达 456 亿 t。2010 年全国能源生产总量达 29.6 亿 t,其中原煤生产达 32 亿 t,占世界煤炭总产量的 45%,占全国一次能源生产比重的 77.2%;石油生产 1.9 亿 t,占比为 9.2%;天然气 940 亿 m^3 ,占比为 4.2%,其他水电、核电、风电等折标量为 2.78 亿 tce,占比为 9.4%。表 1-2 和图 1-1 是 1980—2010 年(主要年份)我国一次能源的生产量及构成。

表 1-2 1980—2010 年我国一次能源生产量及构成

年 份	发电煤耗计算法				
	一次能源生产量 万 tce	占能源生产总量的比重, %			
		原煤	石油	天然气	水电、核电及其他能源
1980	63 735	69.4	23.8	3.0	3.8
1985	85 546	72.8	20.9	2.0	4.3
1990	103 922	74.2	19.0	2.0	4.8
1995	129 034	75.3	16.6	1.9	6.2
2000	135 048	73.2	17.2	2.7	6.9
2005	216 219	77.6	12.0	3.0	7.4
2006	232 167	77.8	11.4	3.4	7.5
2007	247 279	77.8	10.8	3.7	7.8
2008	261 210	76.6	10.7	4.1	8.6
2009	275 000	77.2	9.9	4.1	8.8
2010	296 000	77.2	9.2	4.2	9.4

资料来源:1980—2009 年数据来源于《中国能源统计年鉴 2009》,2010 年数据来源于国家能源局报告。

① 太阳能年可利用量是按照 20% 的屋顶面积、2% 的戈壁和荒漠地区面积安装太阳能发电设备估算。

② 陆地风能资源量取自国家气象局最新风能资源普查结果,为 10m 高程技术可开发资源量。

③ 我国西沙海域约 4.1 万亿 m^3 储量。目前,我国科考人员在南海北部神狐海域钻探目标区内圈定 11 个可燃冰矿体,储量约为 194 亿 m^3 ,国际科学界预测,“可燃冰”是石油、天然气之后最佳的替代能源,一些发达国家将利用该能源的时间表定在 2015 年。

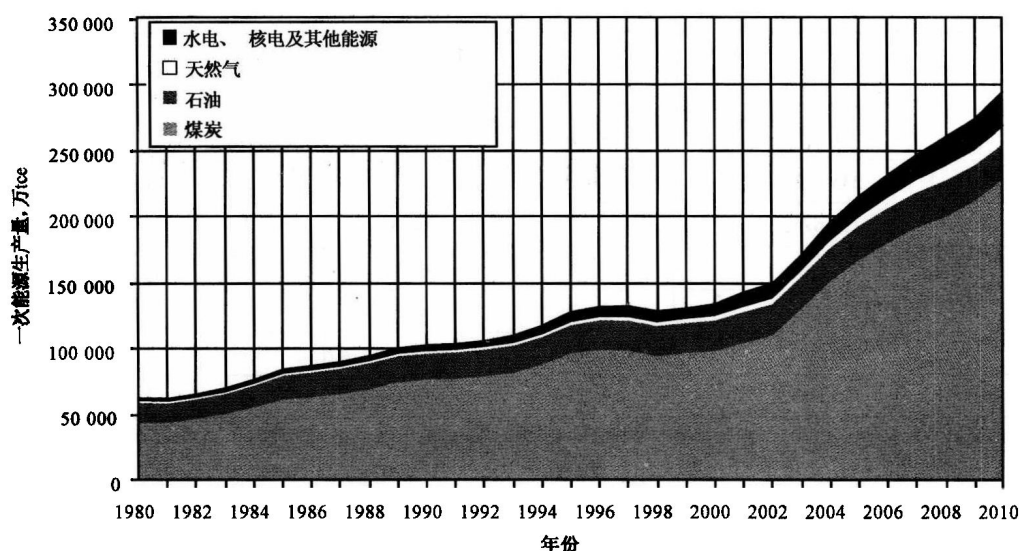


图 1-1 1980—2010 年我国一次能源生产量

从图 1-1 和表 1-2 可以看出,1980 年以来我国能源生产以煤炭为主,并且煤炭生产比重总体呈增大趋势,而石油占总能源的比重在逐渐减少,天然气所占比重近些年来正在逐渐增加,水电、核电等其他能源的比重也在稳步增长。未来很长一段时间煤炭在能源生产中的地位将不可替代。国家能源局 2008 年的《全国能源战略研究》表明,2020 年和 2030 年我国原煤产量将分别达到 34 亿 t 和 38 亿 t,此后煤炭生产保持在 38 亿 t 左右,但从“十一五”以来及 2010 年我国能源发展实际来看,预计“十二五”末期,我国煤炭生产就将达到 38 亿 t。

(3) 能源消费状况

改革开放以来,随着经济的不断发展,我国能源消费总量从 1980 年的 6.03 亿 tce,增长到 2000 年的 14.55 亿 tce,2010 年又增长到 32.5 亿 tce。

中国是世界煤炭消费量最多的国家,2009 年占世界煤炭消费总量近 42%,煤炭在我国一次能源中的消费比例远高于世界平均水平,2010 年预计全国煤炭消费量达到 31.5 亿 t。石油消费在我国能源结构中占的比例虽较小但总量位居世界第二,仅次于美国,预计 2010 年全国石油表观消费量达到 4.1 亿 t,在我国一次能源中的消费比例为 18%,与世界平均水平有较大距离。2010 年我国天然气消费量达到 1200 亿 m^3 ,在一次能源消费中的比例为 4.9%,远低于世界平均水平。水力发电消费总量位居世界第一,占世界水电消费总量的 15.4%,在一次能源中的消费比例为 5.9%,略低于世界平均水平 7.02%。核能消费量较少,仅占世界核能消费总量的 2.3%,在一次能源消费中的比例为 1.2%,也低于世界平均水平 6.84%。表 1-3 和图 1-2 是近 30 年(主要年份)来我国能源消费总量及构成。

表 1-3 1980—2010 年我国能源消费总量及构成

年 份	发电煤耗计算法				
	能源消费总量 万 tce	占能源消费总量的比重,%			
		煤炭	石油	天然气	水电、核电及其他能源
1980	60 275	72.2	20.7	3.1	4.0
1985	76 682	75.8	17.1	2.2	4.9
1990	98 703	76.2	16.6	2.1	5.1
1995	131 176	74.6	17.5	1.8	6.1
2000	145 531	69.2	22.2	2.2	6.4

续表

年 份	发电煤耗算法				
	能源消费总量 万 tce	占能源消费总量的比重, %			
		煤炭	石油	天然气	水电、核电及其他能源
2005	235 997	70.8	19.8	2.6	6.8
2006	258 676	71.1	19.3	2.9	6.7
2007	280 508	71.1	18.8	3.3	6.8
2008	291 448	70.3	18.3	3.7	7.7
2009	306 600	70.3	18.0	3.9	7.8
2010	325 000	69.1	18.0	4.9	8.0

资料来源:1980—2009 年数据来源于《中国能源统计年鉴 2009》,2010 年数据来源笔者初步统计。

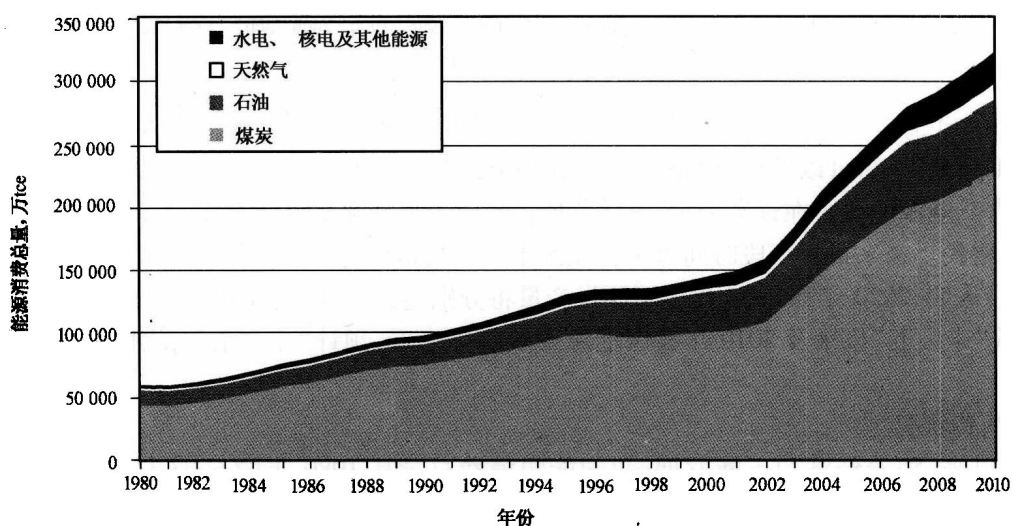


图 1-2 1980—2010 年我国能源消费总量

从图 1-2 和表 1-3 中可知,我国一次能源的消费总量不断增长,但结构略有变化,煤炭占比相对下降,石油消费的占比略下降,天然气及水电、核电等其他能源消费所占的比重正在不断增加。

(4) 输送通道

我国的煤炭运输大部分都靠铁路解决,全国各主要线路的运煤量很大。1) 三西地区(山西、陕西、内蒙古西部)煤外运铁路分为北路、中路和南路三个主要通道,如 2009 年石太线 5 660 万 t,邯长线 475 万 t,太焦线 38 665 万 t。2) 出关运煤通道包括京沈、京通和京承三条线路,最近十几年煤运量呈下降趋势。3) 华东地区的煤炭运输。目前进入华东的主要运煤铁路有陇海、石德、津浦、新荷、湘赣、京九、武九及麻城等七条铁路。这几条线路构成了我国煤资源外运的主力线路(张国强,2009)。

石油、天然气的输送主要是依靠管道输送。我国管道输油(气)的里程由 2005 年的 4.40 万 km 增长到 2009 年的 6.91 万 km。我国油气资源四大进口通道为中俄原油管道、中哈原油及中亚天然气管道、中缅油气管道、海上通道(船运石油和液化天然气)。

(5) 其他

新能源代替传统的化石能源,是当前我国能源发展的一个方向,但在中国当下的能源结构中,新能源依然微不足道。

有专家认为,目前中国比较现代化的煤炭、石油、天然气工业的完整体系主要是 20 世纪 80 年代中后期及 20 世纪 90 年代刚刚建成的,设计寿命一般都在 30~50 年,整个体系的运转才刚刚成熟,在短期内停掉它

们是不可想象的。如果短时间内强行改变这种被锁定的能源结构,可能会对消费结构、就业结构等产生破坏性冲击,甚至会影响社会稳定。

可以说,中国目前的能源结构至少在未来 20~30 年内无法根本转型。在煤炭依然占一半以上,新能源还没有能力挑大梁的时候,只能把新能源作为“预备队”而不是“主力军”(王阳等,2009)。

1.1.2 我国能源发展战略

2007 年 12 月国务院发布的《中国的能源状况与政策》白皮书中,明确提出了我国的能源发展战略:“坚持节约优先、立足国内、多元发展、依靠科技、保护环境、加强国际互利合作,努力构筑稳定、经济、清洁、安全的能源供应体系,以能源的可持续发展支持经济社会的可持续发展。”其中“立足国内”和“努力构筑安全的能源供应体系”的措辞,表明石油替代产业在中国将有较大的发展空间;“坚持节约优先、保护环境、经济、清洁”表明我国能源要向高效利用、清洁开发方向发展;“多元发展、依靠科技”体现我国能源除了解决好化石能源的利用方式问题外,还要求我国加大可再生能源、新型能源及核能等的发展。

2011 年 1 月全国能源工作会议,指出“十二五”期间,我国能源发展要在继续贯彻落实节约优先、立足国内、多元发展、加强环保的指导方针的同时,针对国内外能源发展环境变化的特点,尤其要加强清洁能源和非化石能源的发展。重点任务是:采取有效措施加大节能力度,提高传统能源清洁利用水平,加大天然气等清洁能源的利用规模;加快推进水电和核电的开发建设,积极做好风能、太阳能、生物质能等可再生能源的转化利用,大力推进能源结构优化调整;统筹规划重点能源基地和跨区能源输送通道建设,促进能源资源优化配置。

1.1.3 我国一次能源需求预测

(1) 一些机构的分析预测参考

近年来,国内不同研究机构都曾对中国未来的能源消费进行过预测,以下是一些关于能源需求和能源结构的预测。

在国家能源局成立之前,国家能源领导小组办公室曾专门对我国未来的能源需求总量及结构进行过预测,预测时间比较长远。结果表明到 2050 年按全国达到中等发达国家水平,人均能源需求达到 4.2tce 计算,能源需求总量到 2050 年控制在 63 亿 tce(表 1-4),届时,按煤炭占能源消费结构的 43.9% 计算,煤炭需求总量为 27.66 亿 tce,合 38.72 亿 t 原煤。

表 1-4 未来我国能源需求总量及结构预测

年 份	需求总量 亿 tce	结构, %					
		煤炭	石油	天然气	核电	水电	其他可再生能源发电
2020	40	59.3	20.6	7.1	1.9	6.3	4.8
2030	51	52.8	20.1	8.0	4.3	6.5	8.3
2050	63	43.9	18.2	9.4	9.9	5.2	13.4

2008 年,中国工程院“中国能源中长期发展战略研究”课题组,也对我国未来能源需求总量及结构进行了分析预测(表 1-5)。该分析预测突显了煤炭消费结构的调整成效,以及核电未来的贡献作用。结果表明到 2020 年、2030 年、2050 年的能源消费总量分别为 40 亿、54 亿和 65 亿 tce。

表 1-5 未来我国能源需求总量及结构预测(2008 年)

年 份	需求总量 亿 tce	结构, %			
		煤炭	石油和天然气	核电	水电和其他可再生能源发电
2020	42	56.5	27.1	3.8	12.6
2030	54	45.7	29.1	8.8	16.4
2050	65	40.9	27.4	10.9	20.8

以上从不同角度对我国能源需求进行预测,由上可以大致判断,未来 10 年我国能源需求总量仍十分巨大,清洁能源将得到快速发展,低碳能源技术将日益成为国家核心竞争力的关键因素。

(2) 全国能源工作会议报告预期参考

“十一五”期间,我国能源消费年均增加 1.68 亿 tce,按这个速度增加下去,到“十二五”期末,我国一次能源消费总量将超过 40 亿 tce。目前各地都在制定的“十二五”发展规划中,初步统计能源消费总量将超过 50 亿 tce,这样的消费模式肯定是难以为继的。

2011 年 1 月全国能源工作会议召开,材料表明,我国“十二五”能源发展的总量目标为:一次能源消费总量控制在 40 亿 tce。其中煤炭消费总量控制在 40 亿 t 左右,净进口 2 亿 t 左右;石油消费总量控制在 5 亿 t 左右,净进口 3 亿 t。

在这样的形势下,2015 年我国能源消费总量有可能达到 40 亿 tce,2020 年有望超过 45 亿 tce。

(3) 本次需求预测分析及结果

统计改革开放 30 多年来能源消费增长情况,本次研究采用弹性系数法,以 2010 年我国能源消费为基点,预测 2015 年、2020 年的一次能源需求情况。

1) 到 2020 年经济增长预期:

改革开放以来,我国经济经历了 30 多年的高速发展期。我国 GDP 从 1978 年的 3 645 亿元,增长到 2010 年的 39.8 万亿元,增长了 108 倍(图 1-3)。21 世纪以来,从经济增长的动力来看,我国经济经历了两个增长周期,从上一轮经济上升期(1999—2007 年)经济增长贡献数据看,GDP 平均年增长 9.7%,内需的贡献平均为 8.7 个百分点,经济加速上升的主要动力是外需。2008 年全球金融危机以来,内需拉动经济增长越来越重要,今后一段时期我国经济增长将主要依靠内需拉动。若按本轮经济上升期中内需对经济增长的平均贡献估计,“十二五”时期我国经济潜在增长率应在 8.7% 左右(岳国强等,2009)。

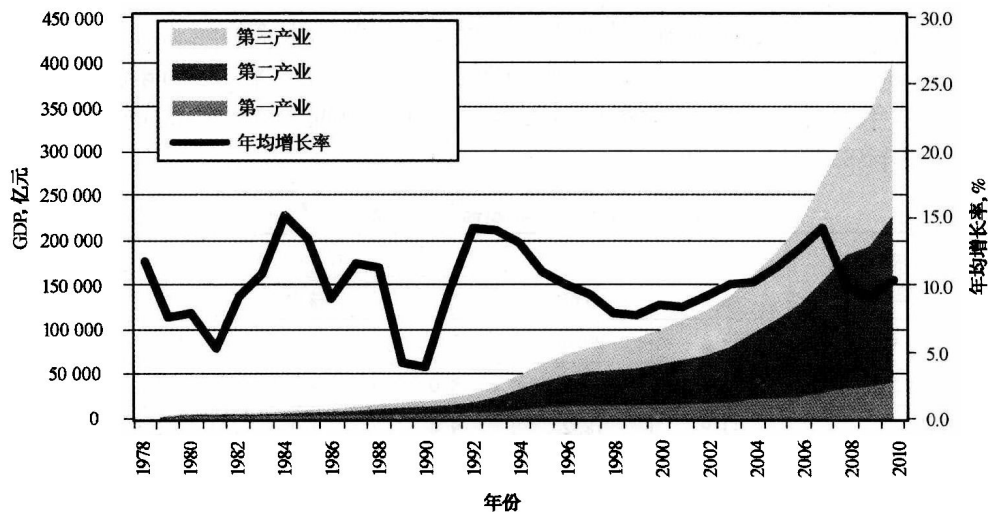


图 1-3 1978—2010 年我国经济增长情况

据最新情况表明,我国“十二五”发展规划期间,不再以牺牲环境为代价来换取高速增长,不再盲目铺摊子,造成产能过剩,加大环境资源压力,导致经济发展不可持续。因此,中央基准定调“十二五”期间我国 GDP 增速计划年均增长 7%。“十二五”时期是我国经济结构调整的关键时期,也是我国全面建设小康社会的关键期。未来我国经济不可能再保持改革开放前 30 年的势头,经济增速势必放缓,可预期的“十三五”时期(2016—2020 年)我国 GDP 增速将比“十二五”时期更为降低,假若“十三五”时期经济增长按年均 5% ~ 6% 测算,预测我国未来经济增长情况见表 1-6。预计 2015 年我国 GDP 总量可达 55.8 万亿元,2020 年 GDP 总量估计为 71.24 万亿 ~ 74.70 万亿元。

低碳背景下我国煤炭发展亟待解决的关键问题分析

表 1-6 到 2020 年 GDP 预测

年 份	GDP, 亿元	GDP(2005 年价), 亿元	年均增长, %
1980	4 546		
2000	99 215		9.9(1981—2000 年)
2005	184 937	184 937	9.8(2001—2005 年)
2010	397 983	360 819	11.2(2006—2010 年)
2015	558 200	522 000	7(2011—2015 年)
2020	712 400 ~ 747 000	678 000 ~ 705 000	5 ~ 6(2016—2020 年)

2) 到 2020 年能源需求预测:

我国能源需求从 1980 年的 6.03 亿 tce, 快速增长到 2010 年的 32.5 亿 tce, 30 年间增长了 5.4 倍。

我国能源发展支撑着国民经济快速发展, 1980—1990 年我国能源消费以年均 5.06% 的增长率, 支持着国民经济以年均 9.34% 的增速发展, 能源消费弹性系数为 0.54; 1990—2000 年, 我国能源消费年均增长 3.96%, 而同期 GDP 年均增长为 10.46%, 能源消费弹性系数为 0.38; 21 世纪以来的 10 年, 是我国能源消费增长最快的 10 年, 年均增长达 8.37%, 同期 GDP 年均增长 10.47%, 能源消费弹性系数为 0.8。2000—2010 年的粗放式的能源发展不可为继, 我国“十二五”发展规划将不再追求这种高耗能、高污染的发展方式, 未来 10 年及更长时期, 我国能源消费将控制在较低的年均增长水平, 1990—2000 年的能源增长方式是比较符合我国未来发展预期的。因此, 将未来 10 年的能源消费弹性系数比照 1980—2010 年间数值, 假定为 0.6, 根据上述对未来 10 年国民经济和社会发展的预期, 2010—2015 年我国能源消费年均增长率为 4.2%, 2015—2020 年能源消费年均增长为 3.0% ~ 3.6% (表 1-7)。

表 1-7 我国未来 10 年能源消费增长率预测

年 份	能源消费增长率, %	GDP 年均增长, %	弹性系数	备 注
1980—1990	5.06	9.34	0.54	实际值
1990—2000	3.96	10.46	0.38	实际值
2000—2010	8.37	10.47	0.80	实际值
2010—2015	4.2	7	0.6	预测值
2015—2020	3 ~ 3.6	5 ~ 6	0.6	预测值

根据上述 2010—2015 年间及 2015—2020 年间的能源消费年均增长率, 以 2010 年全国能源消费总量 32.5 亿 tce 为基数, 预测到 2015 年全国能源消费总量达 39.92 亿 tce, 到 2020 年全国能源消费总量为 46.28 亿 ~ 47.65 亿 tce。

值得说明的是, 上述预测结果是在“十二五”期间经济年均增长 7%、“十三五”期间经济年均增长 5% ~ 6% 的基础上实现的, 如果未来 10 年的 GDP 年均增长超过上述设定值, 则全国一次能源需求总量将还会增大。上述的结果与 2011 年 1 月全国能源工作会议中对 2015 年、2020 年的预期判断接近。

1.2 实现 15% 非化石能源目标的背景分析

全球气候变化及其不利影响是人类共同关心的问题。工业革命以来的人类活动, 尤其是发达国家在工业化过程中大量消耗能源资源, 导致大气中温室气体浓度增加, 引起全球气候近 50 年来以变暖为主要特征的显著变化, 对全球自然生态系统产生了明显影响, 对人类社会的生存和发展带来严重挑战。为了应对全球气候变化, 我国政府明确提出到 2020 年单位 GDP 碳排放比 2005 年减少 40% ~ 45%, 非化石能源比重达到 15%。这就要求我国大力发展水电、核电、风电、太阳能等可再生能源, 以减少化石能源带来的高排放。

为保证到 2020 年单位 GDP 碳排放比 2005 年减少 40% ~ 45%、非化石能源(包括水电、核电、风电、生物质能、太阳能等)消费占一次能源消费总量的比重达到 15% 这两大目标能够顺利实现,结合我国发展现状,国家能源局制定了 2020 年各项能源发展所要达到的目标:煤炭和石油等基础性能源生产规模适度增长,天然气、核电、水电和风电等支柱性绿色能源加快发展,太阳能发电、二代生物质能和快堆等战略替代性绿色能源技术和示范取得突破,能源结构得到初步优化,化石能源消费得到有效控制,温室气体排放强度明显下降,现代能源体系初步形成。其中,煤炭产量控制在 34 亿 t,石油产量 1.97 亿 t;能源消费不超 43 亿 tce,煤炭消费不超 34.5 亿 t,石油不超 6 亿 t,清洁能源(包括天然气)占一次能源消费比例为 23%;石油对外依存度不超过 60%;能源强度和碳排放强度分别比 2005 年下降 35% ~ 40% 和 40% ~ 45% 以上。

实现 2020 年非化石能源在一次能源消费比重的 15% 目标会有几个变数:首先是到 2020 年全国能源消费总量的变数,这是一个预期值;第二,水电、核电、风电、太阳能及生物质能源发展的量,究竟能达到多少,也是一个预期的值。下面对这些预期的值进行分析。

如果到 2020 年全国非化石能源消费量比例达到 15% 的目标了,能不能实现到 2020 年全国单位 GDP 的 CO₂ 排放量比 2005 年减少 40% ~ 45% 的目标,也有几个变数:首先也是能源消费总量的变数,这是一个预期值;第二是能源消费结构的变数,剔除非化石能源消费占 15% 情况下(假设非化石能源完全不排放 CO₂),煤炭和石油的消费比例分别为多少,在这直接影响单位 GDP 的 CO₂ 排放强度;第三,在煤炭消费总量中,煤炭的消费结构也是一个变数,因为不同行业的煤炭消费类型,对排放的 CO₂ 的可收集程度是不一样的,如 CCS 技术发展使得煤炭发电等集中排放的 CO₂ 能够得到有效收集与处理,从而可以获得减排的功效;最后,到 2020 年国家的经济增长总量也是一个变化的值,这直接影响单位 GDP 的 CO₂ 排放强度,很可能也是决定性因素。

1.2.1 各种非化石能源发展潜力分析

(1) 水电发展潜力

2010 年我国能源消费结构中,煤炭占 69.1%,石油占 18.0%,水电、风电、核能等新能源一共才占 8.0% 左右,加上天然气占 4.9%,我国清洁能源比重较低,由此带来的环境问题尤为突出。据中电联统计快报,2010 年我国电力发展中,火电装机 7.07 亿 kW,约占电力总装机的 73.4%;水电装机 2.13 亿 kW,约占 22.2%;核电装机 1 080 万 kW,占 1.1%;其他电力装机 3 136 万 kW,占 3.3%,主要为风力发电。这种过度依赖煤炭的能源结构及电力装机结构,在消耗大量资源的同时给环境和交通运输带来了巨大的压力。

1) 水力资源及产能:

水电是一种绿色能源,基本不排放 CO₂ 温室气体和 SO₂ 等有害物质。

我国地势西高东低,西部地区江河落差大,是世界上水电资源最丰富的国家,水力资源总量居世界第一,理论蕴藏量巨大,理论可开发装机 69 440 万 kW,占世界水电资源的 1/6;技术可开发装机容量 54 164 万 kW,年发电量 24 740 亿 kW·h;经济可开发装机容量 40 180 万 kW,年发电量 17 534 亿 kW·h。

2010 年我国水电装机已达 2.13 亿 kW,开发利用程度仅 53%,远低于发达国家开发利用程度的 70% ~ 80%,我国水电未来仍具有巨大开发潜力。

我国水电资源 3/4 分布在西南地区,40% 分布在藏东南地区,未来开发大水电必须面临如何做好“西电东输”、移民、生态环保等问题。

2) 我国水电发展状况:

改革开放以来,我国电力装机从 1978 年的 5 712 万 kW,增长到 2000 年的 3.19 亿 kW,又快速增长到 2010 年的 9.62 亿 kW,2000—2010 年年均增速达 11.7%,到 2010 年,人均电力装机达 0.71 kW。同期,我国水电也保持了快速的发展势头,由改革开放初年的 1 728 万 kW 装机,增长到 2000 年的 7 935 万 kW,年均增速为 7.2%,到 2010 年快速增长到 2.13 亿 kW,2000—2010 年年均增速为 10.4% (表 1-8、图 1-4)。1978—2010 年全国年发电量构成及比重见表 1-9 和图 1-5。

低碳背景下我国煤炭发展亟待解决的关键问题分析

表 1-8 1978—2010 年全国发电装机容量构成及比重

年 份	总计 万 kW	水电		火电		核电		其他	
		容量,万 kW	比重, %	容量,万 kW	比重, %	容量,万 kW	比重, %	容量,万 kW	比重, %
1978	5 712	1 728	30.3	3 984	69.7				
1980	6 587	2 032	30.8	4 555	69.2				
1985	8 705	2 641	30.3	6 064	69.7				
1990	13 789	3 605	26.1	10 184	73.9				
1995	21 722	5 218	24	16 294	75	210	1		
2000	31 932	7 935	24.8	23 754	74.4	210	0.7	33	0.1
2005	51 718	11 739	22.7	39 138	75.7	684.6	1.3	156.4	0.3
2010	96 219	21 340	22.2	70 663	73.4	1 080	1.1	3 136	3.3

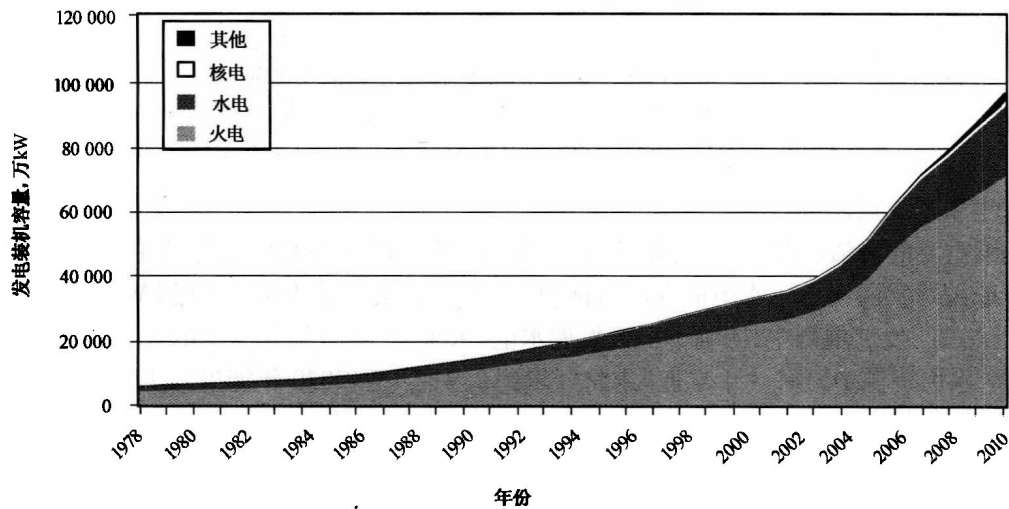


图 1-4 1978—2010 年全国发电装机容量构成及比重

资料来源:1978—2007 年数据来源于《改革开放三十年的中国电力》,2008—2009 年数据来源于中电联《电力统计年报》,2010 年数据来源于中电联《电力统计快报》。

表 1-9 1978—2010 年全国年发电量构成及比重

年 份	总发电量 亿 kW · h	水电		火电		核电		其他	
		发电量 亿 kW · h	比重 %	发电量 亿 kW · h	比重 %	发电量 亿 kW · h	比重 %	发电量 亿 kW · h	比重 %
1978	2 565	446	17.4	2 119	82.6				
1980	3 006	582	19.4	2 424	80.6				
1985	4 107	924	22.5	3 183	77.5				
1990	6 213	1 263	20.3	4 950	79.7				
1995	10 070	1 868	18.6	8 074	80.2	128	1.3		
2000	13 685	2431	17.8	11 079	81.0	167.37	1.2	7.63	
2005	24 975	3 964	15.9	20 437	81.8	530.88	2.1	43.12	0.2
2010	42 280	6 863	16.2	34 145	80.8	768	1.8	504	1.2

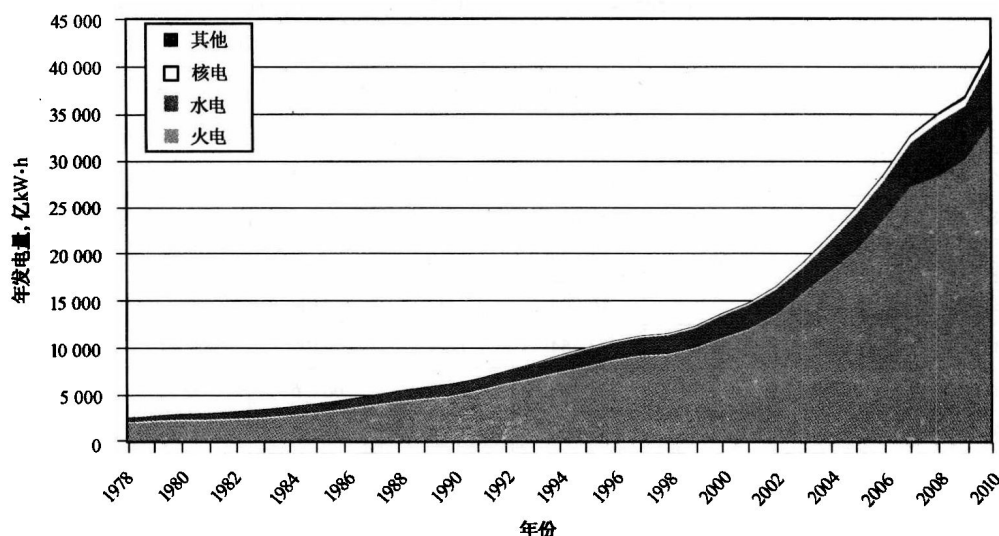


图 1-5 1978—2010 年全国年发电量构成及比重

资料来源:1978—2007 年数据来源于《改革开放三十年的中国电力》,2008—2009 年数据来源于中电联《电力统计年报》,2010 年数据来源于中电联《电力统计快报》。

3) 我国水电未来发展趋势:

水电是我国重要的清洁能源,是实现到 2020 年全国非化石能源占 15% 目标的主要依靠能源。根据《国家可再生能源中长期发展规划》,水电的发展目标为:2010 年装机容量达到 1.9 亿 kW,这一目标已经实现。

在我国“十二五”发展规划中,明确了积极发展水电,未来 10 年将是我国水电大力发展时期。在经济可开发的 4 亿 kW 水力资源中,预计“十二五”末将开发到 2.9 亿 kW,2020 年能进一步开发到 3.5 亿 kW。

(2) 核电发展潜力及作用

1) 我国核电发展状况:

核电是一种安全、高效率、低污染、清洁的能源,也是我国未来绿色能源发展的支柱性能源。截至 2010 年底,我国核电运行机组 13 台,装机容量为 1 080 万 kW,占全国电力装机总容量的 1.1%;核发电量为 768 亿 kW·h,占全国发电总量的 1.8%,远远低于 16% 的世界平均水平。

我国核电发展潜力巨大。有一些因素促成我国核电将大力发展。首先,低碳发展下对清洁电力需求是我国大力发展核电的一个背景前提;其次世界及我国核电技术的成熟,为大力发展核电提供技术支持及安全发展基础;再次,我国具有一支能适应大力发展核电的设计、建设、安装、运营管理的队伍;最后,我国核电装备制造制造业也具备相应的能力,支撑核电的大力发展。因此,核电在我国迎来了前所未有的发展机遇。

2) 核电发展预期对减排的贡献:

核电发展基本上不排放 CO₂,但如果考虑全生命周期,核电仍有少部分排放,但已远远低于同等容量的火电的排放。

核电站建设期间,电站本身和相应核设施的建造所用材料在其生产过程中温室气体的排放,折合其寿期内的单位电量 CO₂ 排放值为 6.726g/(kW·h)。核电设施运行期间,其能量来自核裂变,并不产生温室气体,但其附属设施的运行则涉及温室气体排放,折合成等效 CO₂ 为 6.984g/(kW·h)。因此,整个核电燃料链温室气体排放系数折合等效 CO₂ 约为 13.71g/(kW·h)。

而有专家计算,煤电燃料链温室气体排放系数折合等效 CO₂ 为 1 302.3g/(kW·h)。煤电燃料链温室气体的排放主要集中在煤矿开采、运输、燃烧发电等相关环节。表 1-10 给出了煤电燃料链和核电燃料链不同阶段的温室气体排放系数(卢键明等,2009),整个燃料链过程中,核电的温室气体排放是煤电的 1.05%。