

基于能源需求理论的全球 CO₂ 排放趋势分析

李晓明, 王安建, 于汶加

中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心, 北京 100037

摘 要: 能源消费是影响 CO₂ 排放的最主要因素, 本文以能源消费基本规律为基础, 按照人均累积 CO₂ 排放、人均 CO₂ 排放以及 CO₂ 排放强度三个重要指标, 系统分析了英国、美国、法国、日本、中国等典型国家 CO₂ 排放的历史轨迹, 全面预测了未来 20 年全球及中国 CO₂ 排放量。结果表明: 2030 年中国 CO₂ 排放总量将为 124 亿吨, 人均排放约为 8.5 吨, CO₂ 排放强度为 356 吨/百万美元, 与处于相同发展程度的美国(1994 年)相比, 人均排放指标和排放强度指标均不到其一半水平。2020 年和 2030 年, 中国的 CO₂ 排放强度与 2007 年比将分别降低 46%和 60%, 将为减缓温室气体排放做出突出贡献。

关键词: 能源需求理论; 2030 年; CO₂ 排放趋势预测

中图分类号: F113.3; F113.4 文献标志码: A 文章编号: 1006-3021(2010)05-741-08

A Trend Analysis of Carbon Dioxide Emissions Based on the Energy Demand

LI Xiao-ming, WANG An-jian, YU Wen-jia

Research Center for Strategy of Global Mineral Resource, CAGS, Beijing 100037

Abstract: Of numerous human activities that produce greenhouse gases, the use of energy represents the largest source of CO₂ emission. Based on the energy demand theory, this paper analyzes the historical track of CO₂ emissions of typical countries according to inference of cumulative CO₂ emissions, CO₂ emissions per capita and CO₂ emission intensity, and then predicts CO₂ emissions in the next 20 years. It is found that in 2030, cumulative CO₂ emission, CO₂ emission per capita and CO₂ emission intensity in China will reach 12400 million ton, 8.5 ton and 0.36. As for the level of CO₂ emission per capita, China is far below the level of developed countries, and the CO₂ emission intensity of China will keep going down in the next 20 years. So it's clear that China has already made and will continue to make a contribute to reducing greenhouse gas emissions.

Key words: energy demand theory; in 2030; prediction of CO₂ emission

全球气候变暖已经无可争议, 最近 100 年(1906 年至 2005 年)全球平均增温 0.74 摄氏度的事实目前已成为国际社会普遍接受。然而, 鉴于气候变化是一个研究难度极大的复杂科学问题, 究竟多大程度上是人类活动引起的这种变化, 迄今为止乃至未来一段时间内, 科学界尚无法提供一个有说服力的、可以被广泛接受的准确研究结论。

然而, 全球 CO₂ 排放在过去的 100 多年里确实

发生了超越自然趋势的剧烈改变, 而这一变化与人类的工业化进程基本吻合。据 IEA 统计, 自工业革命以来, 全球因化石能源燃烧产生的年均 CO₂ 排放, 已经自 1870 年的近零排放剧增至 2007 年的 290 亿吨。因此, 无论科学界内部的争论结果如何, 在一定时间段内, 将大气 CO₂ 浓度控制在某个适当的水平之内, 已经成为全球政治共识。

本文根据人均累积 CO₂ 排放、人均 CO₂ 排放以

本文由地质调查项目(编号: N0702)和国家开发银行研究项目(编号: E0811)联合资助。

收稿日期: 2010-07-30; 改回日期: 2010-09-02。

第一作者简介: 李晓明, 1978 年出生。在读博士研究生。主要从事资源经济学、资源环境学方向研究。通讯地址: 100037, 北京市西城区百万庄大街 26 号。电话: 010-82616610。E-mail: emailtolee@163.com。

及 CO₂ 排放强度三个指标,对英国、美国、法国、日本和中国等几个典型国家能源消费引起的 CO₂ 排放的历史轨迹进行总结分析,进而全面、科学地评估我国 CO₂ 排放的现状和未来一段时间的发展趋势,相关预测结果有望为国家实施碳减排战略以及新一轮国际温室气体减排谈判提供科学的决策参考。

1 碳排放趋势分析的理论基础

1.1 能源消费与碳排放的关系

影响 CO₂ 的排放的相关因素非常复杂。杜立民等(2009)对 CO₂ 排放影响因素的综合分析研究发现,经济发展水平、能源消费结构、城市化水平、重工业比重和技术进步是影响我国 CO₂ 排放的最主要因素。然而,在一定程度上,上述各种因素同时也是决定能源消费水平的主要因素,而能源消费水平直接影响到 CO₂ 的排放水平,因此,考察能源消费与 CO₂ 排放的关系至关重要。

根据 IPCC 第四次报告,由人类活动产生的温室气体排放中,能源的生产和消费占据了相当大的比例。从图 1 中可以看出,附件 1 国家¹2006 年的统计表明,能源系统产生的温室气体排放占总排放的 83%,而 CO₂ 的排在能源系统总排放中占据 94%。由此可以推算,附件 1 国家的 CO₂ 排放占其温室气体总排放的 78%,而在全球温室气体总排放中,这一比例约为 60%。需要强调的是,这是基于全球平均获得的估算结果,实际中,因各国能源结构的不同,这一比例也会相应变化。

基于上述认识,本文将着重考察能源消费需求

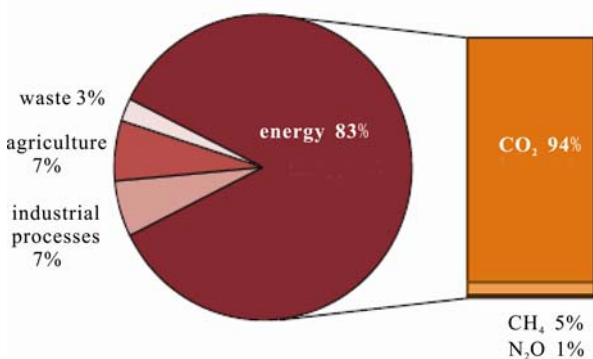


图 1 附件 1 国家 2006 年碳排放结构示意图

(资料来源: 国际能源机构(IEA), 2009)

Fig. 1 Shares of anthropogenic greenhouse-gas emissions in Annex I countries, 2006

(Source: International Energy Agency (IEA), 2009)

¹是指《联合国气候变化框架公约》附件一所述的缔约方国家,包括澳大利亚、奥地利、白俄罗斯等 40 个国家,这些国家被归类为发达国家和转型国家。

的规律,同时兼顾其他影响因素,进而分析 CO₂ 排放的未来趋势。曲建升等(2008)对国际主要温室气体排放数据集作了比较分析研究,在此基础上,本研究使用了美国橡树岭国家实验室 CO₂ 信息分析中心(CDIAC)的各国 CO₂ 逐年排放数据,该数据集覆盖 1751 年至 2007 年,本文综合各种因素考虑,以 1900 年为可靠数据的统计起点。

1.2 能源消费基本规律概述

学者研究表明,不论各国国情如何,在人均能源消费与人均 GDP 的关系上表现基本一致(王安建等, 2010; 于汶加等, 2010; 王高尚, 2010; 徐铭辰等, 2010; 刘占成等, 2010)。在农业社会,人均能源消费处于较低水平,进入工业化阶段,呈现近似线性的增长,迅速达到峰值,步入后工业化阶段,经济增长的能耗水平将会越过顶点,趋于不再增长或缓慢下降趋势。这个全周期的增长模式构成了一个“S”形变化关系(图 2)。S 形曲线的形态和三个转折点因各个国家工业化时代、经济发展模式以及消费理念的差异略有不同,但总体规律是一致的。

根据以上讨论,对于那些率先实现工业化的发达国家来说,它们已经处于“S”形上部的平缓阶段,人均能源消费“零增长”时代已经到来。目前中国正处于“S”形曲线中段部分,随着人均 GDP 的增长,人均能源消费将会呈现近线性持续上升。在部门能源消费和经济增长方式没有发生重大变革之前,这种关系是难以超越的。

统计数据显示,2007 年世界人均能源消费 1.88 吨油当量,发达国家人均 5.6 吨油当量,发展中国家人均仅为 1.2 吨油当量。这种能源消费水平的差异本质上是由于不同国家和地区经济发展水平和所处经济发展阶段不同。英、美等先期工业化国家能源消费的起点较早,目前已经越过快速增长阶段,接

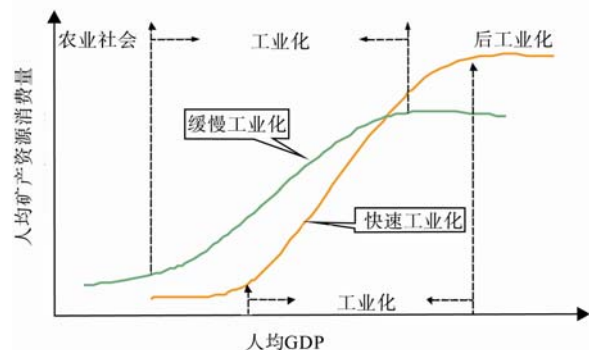


图 2 人均能源消费与人均 GDP 的全周期“S”形规律

Fig. 2 Per capita energy consumption and per capita GDP S-shaped rules

近或者越过峰值, 而中国等新型工业化国家正处于工业化进程之中, 经济快速增长, 因而能源需求同步快速增长的现象十分正常。

王安建等(2010)还发现, 能源消费强度呈倒“U”形规律(图 3)。在工业化初期, 能源消费强度呈缓慢上升趋势, 进入工业化中期, 随着产业结构的不断优化升级, 生产效率的不断提高, 能源消费强度越过顶点后呈下降趋势, 形成倒“U”形轨迹。倒“U”形规律, 说明能源消耗强度在一定阶段会出现拐点, 这种先升后降的变化趋势反映了产业结构升级和科技进步的巨大动力。

2 典型国家 CO₂ 排放的历史轨迹分析

2.1 典型国家人均累积 CO₂ 排放的历史轨迹分析

美国橡树岭国家实验室 CO₂ 信息分析中心(CDIAC)的数据显示, 发达国家历史累积 CO₂ 排放总量较大。1900 年至 2007 年, 英国历史累积 CO₂ 排放为 566 亿吨, 法国为 300 亿吨, 美国为 3300 亿吨。日本是典型的新兴工业化国家, 其能源消费和碳排放趋势上均呈现快速上升的态势, 1900 年至 2007 年, 日本的历史累积 CO₂ 排放达到 506 亿吨。

相比较而言, 因经济发展程度远远落后于发达国家, 发展中国家的历史累积排放总体处于较低水平, 中国截至 2007 年的排放总量为 1084 亿吨, 仅仅与美国 1960 年的水平接近(图 4)。

从人均累积 CO₂ 排放对比来看, 在 2007 年时, 发达国家水平已经很高。如英国为 931.68 吨, 法国为 492.08 吨, 德国是 769.73 吨, 日本是 397.34 吨。中国 2007 年是 73.51 吨, 与美国 1907 年的水平接近。基于历史累积 CO₂ 排放和人均累积 CO₂ 排放的国际对比(图 5), 不难发现, 一个国家的能源消费带来的 CO₂ 排放同其经济社会发展程度和水平密切相关。

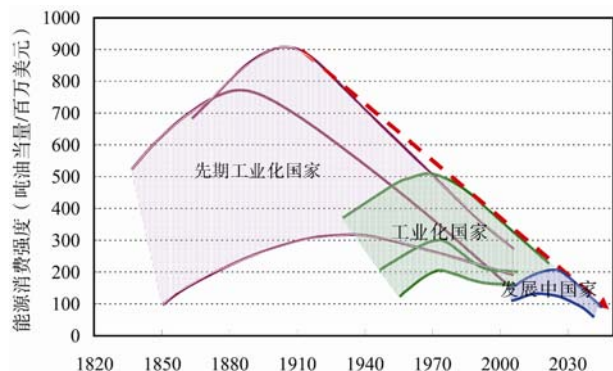


图 3 能源消费倒“U”形图及顶点下降规律图
Fig. 3 Trend of energy consumption intensity of major countries

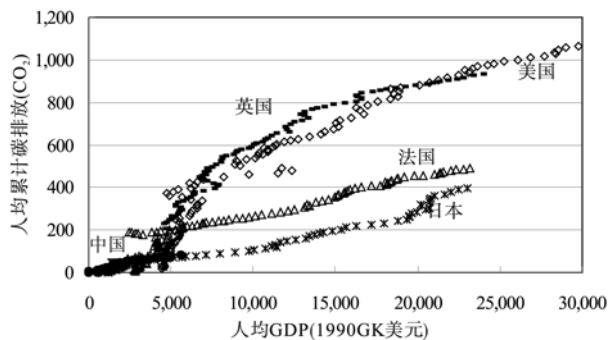


图 4 部分国家人均累积 CO₂ 排放随经济发展水平变化轨迹图

(数据来源: 美国能源部二氧化碳信息分析中心(CDIAC), 2010; 格罗宁根增长和发展中心(GGDC), 2010)

Fig. 4 Cumulative CO₂ emissions per capita with per capita GDP in some major countries

(Source: Carbon Dioxide Information Analysis Center(CDIAC), 2010; The Groningen Growth and Development Centre(GGDC), 2010)

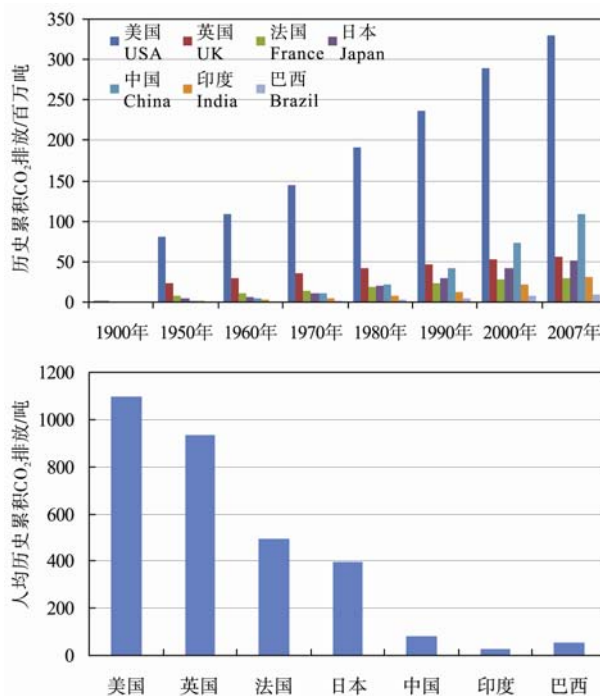


图 5 部分国家历史累积 CO₂ 排放与人均累积 CO₂ 排放对比图

(1900-2007 年; 数据来源: CDIAC, 2010; GGDC, 2010)

Fig. 5 Cumulative CO₂ emissions and cumulative CO₂ emissions per capita of some major countries (1900-2007; Source: CDIAC, 2010; GGDC, 2010)

考察日本的历史可以发现, 其到 1960 年的人均累积 CO₂ 排放只有 60.4 吨, 但与其经济快速发展同步, 人均累积 CO₂ 排放到 2007 年已增加了 6.6 倍。在日本工业化的黄金 10 年, 1960 年至 1970 年, 其年均 CO₂ 排放增长率高达 13.5%, 高于任何一个先期工业化国家。

100 多年来中国的社会形态发生了翻天覆地的变化, 历经艰难曲折, 完成了从农业文明向工业文明的嬗变。但是, 中国能源消费在上世纪 50 年代才开始加速增长。1957 年, 中国能源消费只有 0.68 亿吨油当量, 2007 年迅速增加至 18.6 亿吨。王安建等总结指出, 在新中国成立之后的 50 年间, GDP 增长 22 倍, 一次能源增长 26 倍, 人均 GDP 增长 10 倍, 人均能耗增长 11 倍。相应地, 这期间中国人均 CO_2 排放增长了 3.8 倍, 1900 年至 2007 年, 中国的累积 CO_2 排放量为 1084 亿吨。

通过对比可以更清楚地了解这些数字的含义。中国从 1900 年到 2005 年, 105 年间人均累积 CO_2 排放量为 82.24 吨, 大致相当美国或英国 1900 年 ~ 1907 年这 8 年的人均累积排放。

2.2 典型国家人均 CO_2 排放的历史轨迹分析

从时间序列上考察各国 CO_2 排放的轨迹可以发现, 在发达国家中, 美国、日本、加拿大和澳大利亚等国 CO_2 排放量目前依然呈增加趋势; 而欧盟各主要国家, 包括英国、法国、德国和意大利等国, 从 20 世纪 70 年代中期以来 CO_2 排放量呈下降趋势或平稳状态。英国的排放量在 20 世纪 70 年代初就已达到 CO_2 排放峰值 6.6 亿吨, 此后基本保持下降态势, 2007 年其 CO_2 排放量在 5.4 亿吨, 大约与其 20 世纪 50 年代初的水平接近; 法国 70 年代末以来的下降尤其明显, 从 1979 年的 5.3 亿吨已降至 2007 年的 3.7 亿吨。

考察从 1900 年以来发达国家逐年人均 CO_2 排放量的变化历史, 可以发现: 一是任何发达国家, 都经历过某个人均 CO_2 排放高速增长期, 如美国 1901 年至 1910 年的人均 CO_2 排放增长率平均为 7%, 德国在 1956 年至 1979 年为 8.8%; 二是发达国家都出现过人均 CO_2 排放高峰期, 如美国在 1973 年、英国在 1971 年、德国和法国在 1979 年分别达到人均排放高峰, 其后开始略有下降或基本保持不变。

中国 2007 年人均 CO_2 排放仅 4.96 吨, 与人均 GDP 达到 5000 盖凯美元的相同发展阶段相比, 这一排放水平不到美国的 1/3, 相当于英国的 1/2。从时间序列上对比, 美国与英国在 1900 年就已经分别达到了 8.64 吨与 10.21 吨, 中国当前的排放水平相当于 1924 年法国、1968 年日本的人均排放水平。

2.3 典型国家 CO_2 排放强度的历史轨迹分析

考察 CO_2 排放强度可以发现, 其随着经济发展水平, 总体上呈现出不对称的倒“V”形轨迹(图 7), 随着时间序列演化出近似倒“U”形轨迹。英、法、美等经历缓慢工业化的国家, 在其发展早期, 能源

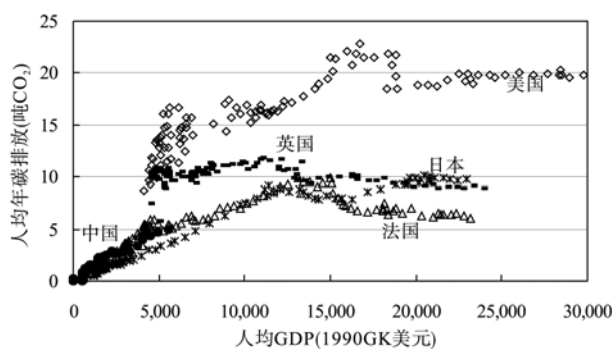


图 6 典型国家人均 CO_2 排放随经济发展水平变化轨迹图

(1900-2007; 数据来源: CDIAC, 2010; GGDC, 2010)

Fig. 6 CO_2 emissions per capita of some typical countries (1900-2007; Source: CDIAC, 2010; GGDC, 2010)

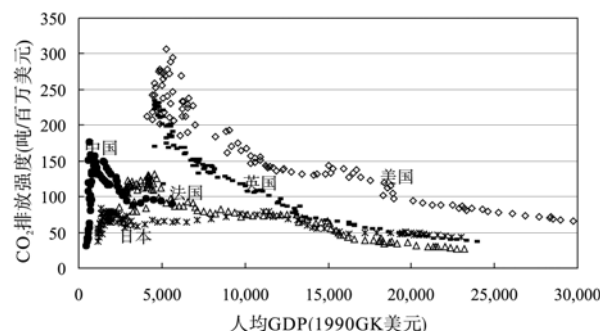


图 7 部分国家 CO_2 排放强度随经济发展水平变化轨迹图

(数据来源: CDIAC, 2010; GGDC, 2010)

Fig. 7 CO_2 emission intensity with per capita GDP in some major countries (Source: CDIAC, 2010; GGDC, 2010)

消费强度快速上升, CO_2 排放随之攀升, 当经济发展进入工业化中期阶段, 对应于人均 GDP 在 5000 美元左右时, 能源消费强度达到峰值, CO_2 排放强度随之达到顶点, 二者随后缓慢下降。例如, 英国在 1908 年达到 CO_2 排放强度峰值 2350 吨/百万美元, 对应的人均 GDP 为 4449 盖凯美元, 美国在 1917 年 CO_2 排放强度达到峰值 3060 吨/百万美元, 对应的人均 GDP 达到 5247 盖凯美元, 法国在 1930 年达到 CO_2 排放强度峰值 1320 吨/百万美元, 对应人均 GDP 值为 4531 盖凯美元。

综合考察各国 CO_2 排放强度随经济发展水平及时间序列变化轨迹可以发现, 新兴快速工业化国家, 如日本, 在 1935 年达到 CO_2 排放强度峰值 800 吨/百万美元, 对应人均 GDP 为 2120 盖凯美元, 此后缓慢下降。较晚进入工业化进程的中国与日本类似, 同样具有较低的 CO_2 排放强度顶点, 中国在 1960 年达到峰值 1770 吨/百万美元, 对应的人均 GDP 为 662 美元, 从时间序列上看, 相比先期工业化国家以更低

的CO₂排放强度越过顶点,然后缓慢下降,并趋于与发达国家一致。随着能源利用技术的成熟和进步,各国CO₂排放强度总体降低并趋于一致是一种必然趋势(图8)。

2.4 小结

基于历史累积CO₂排放和人均累积CO₂排放两个指标的国际对比发现,一个国家的能源消费带来的CO₂排放同其经济社会发展程度和水平密切相关。发达国家与发展中国家的CO₂排放不过是先排放与后排放的关系。

基于典型国家1900年以来逐年人均CO₂排放量的变化历史分析发现:发达国家进入工业化阶段都经历了人均CO₂排放高速增长期,在后工业化阶段都出现过人均CO₂排放高峰期,其后开始略有下降或基本保持不变。而发展中国家,如中国的人均CO₂排放水平远低于发达国家,目前仍处于上升阶段。

基于单位GDP的CO₂排放强度指标的历史轨迹分析发现,总体上随着经济发展水平,各国GDP的碳排放强度呈现出不对称的倒“V”形结构,随着时间序列演化出近似倒“U”形轨迹。后进工业化国家相比先期工业化国家以更低的CO₂排放强度越过顶点,然后缓慢下降。随着能源利用技术的成熟和进步,各国CO₂排放强度总体降低并趋于一致是一种必然趋势。

3 全球及中国碳排放趋势分析

3.1 基于全球能源消费需求的碳排放趋势分析

基于能源消费规律及对未来全球经济社会发展的需要,王安建等对未来20年的全球能源需求进行了科学预测。结果显示:全球一次能源需求总量将从2008年的124亿吨油当量增长到2020年的

156亿吨和2030年的185亿吨油当量,增幅分别为25.8%和49.2%,人均能源消费达到2.4吨油当量,人均GDP达到13800美元。能源消费增长的主要拉动者将来自发展中国家。全球石油、天然气和煤炭需求量将分别达到54.18亿吨、4.88万亿立方米和108亿吨原煤。

预测表明,2007年至2030年,发达国家能源需求将仅增加8.8%,而届时发展中国家将增加近90%。发展中国家将成为全球能源需求增长的主要动力,亚洲将成为全球能源增长的中心。中国一次能源需求将从2008年的19.6亿吨油当量增长到2030年的41亿吨油当量。

根据上述能源消费预测结果,基于IPCC基准方法计算公式 $CO_{2i} = (A_i \times CF_i \times c_i \times 10^{-3} - EC_i) \times OF_i \times 44/12$,式中,i表示燃料类型,CO₂表示当年燃料的CO₂排放量(Gg CO₂ e),A表示当年燃料的表观消耗量(燃料的种类不同,计量单位也不同,如煤炭、石油等按吨计算;天然气、煤气等气体能源按立方米计算;电力按千瓦时计算;热力按千卡计算。CF表示将燃料原始单位(表观消耗量)转换成通用能量单位(TJ)的转换系数,c表示燃料的平均碳含量(t C/TJ),乘以10⁻³是将t转换成Gg,EC表示扣除的碳量(Excluded Carbon)(Gg C),OF表示燃料的碳氧化系数,乘以44/12是将计算结果转换成CO₂排放量。可以推算2030年全球及中国的CO₂排放趋势预测结果。参见表1。

3.2 结果分析

值得注意的是,上述全球能源消费格局的重大变化反映在未来国际碳减排压力方面,已经实现了工业化的发达国家将显示出“以逸待劳”的“先排”优势。

以美国为例,2007年,美国占世界人口4.58%,消费了世界22%的能源,创造了世界20.5%的GDP;其人均能源消费为8.4吨油当量,是世界人均水平的4.8倍,其中一半以上是用于不创造GDP的生活和交通能源消费。如果美国人节约消费能源,即维持目前的能源消费范围不扩大,提高能效合理消费,那么未来20年其将在科技进步的基础上消化因人口增长带来的能源消费增量,以能源消费总量不增长或减少的情况,保持经济社会的可持续发展。

相应地,美国奥巴马政府主动提出的到2020年碳排放比2005年减少17%的“宏伟”目标,也将通过发展新能源、适度调整能源消费结构和碳捕获与存储轻易地实现。也就是说,如果美国人能够较大幅度地改变能源消费习惯,则完全可以通过能源消费

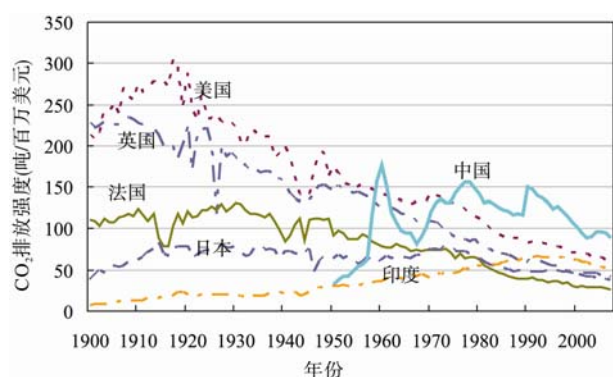


图8 部分国家CO₂排放强度随时间序列变化轨迹图(1900-2007; 数据来源:CDIAC, 2010; GGDC, 2010)

Fig. 8 Trend of CO₂ emission intensity with time in some major countries

(1900-2007; Source: CDIAC, 2010; GGDC, 2010)

表 1 全球及中国能源需求和碳排放预测结果
Table 1 Comparison of energy demand and carbon emission predictions in the World and China

品种 (亿吨油 当量)	区域	2010 年	CO ₂ 排放量 (亿吨)	2015 年	CO ₂ 排放量 (亿吨)	2020 年	CO ₂ 排放量 (亿吨)	2025 年	CO ₂ 排放量 (亿吨)	2030 年	CO ₂ 排放量 (亿吨)
一次能 源总量	全球	125	379.48	140	425.02	156	473.59	174	528.24	185	561.63
	中国	22.8	69.22	28.7	87.13	33.8	102.61	37.5	113.84	41	124.47
煤炭	全球	34	103.22	38.4	116.58	43.6	132.36	47.7	144.81	53.1	161.20
	中国	15.4	46.75	17.7	53.73	18.3	55.56	19	57.68	19.6	59.50
石油	全球	43.8	132.97	45.4	137.83	49	148.76	51.8	157.26	54.2	164.54
	中国	4.3	13.05	5.3	16.09	6	18.22	6.3	19.13	6.5	19.73
天然气	全球	28.7	87.13	30.1	91.38	34.6	105.04	39	118.40	43.9	133.27
	中国	1.1	3.34	2.2	6.68	3.1	9.41	3.5	10.63	3.8	11.54

总量的下降轻易实现上述减排目标。

反观正处于工业化中期的中国，2007年中国的人均能耗不及美国人均的1/3，仅为目前发达国家平均水平的一半左右，与之对应的是中国的人均CO₂排放水平也远低于美国，仅相当于其1/4(图9)。但是，经济发展阶段决定了中国的能源消费以及CO₂排在总量上仍将保持增长态势。在国际碳减排的巨大压力面前，无疑是一个“负重前行”的角色，肩负总量增长和结构调整的双重重担。

根据上述预测结果，从CO₂排放总量上看，中国在2020年将超过102亿吨，人口将会增长至14.3亿，以此计算中国人均排放水平依然较低，仅在7.1吨左右；2030年，中国CO₂排放总量增长至124亿吨，届时人口约为14.6亿，人均排放约为8.5吨，远低于美国2007年人均排放19.4吨的水平，仅与欧盟2007年8.4吨的排放水平相当。如果考虑到历史排放量，这一差距还将进一步扩大。

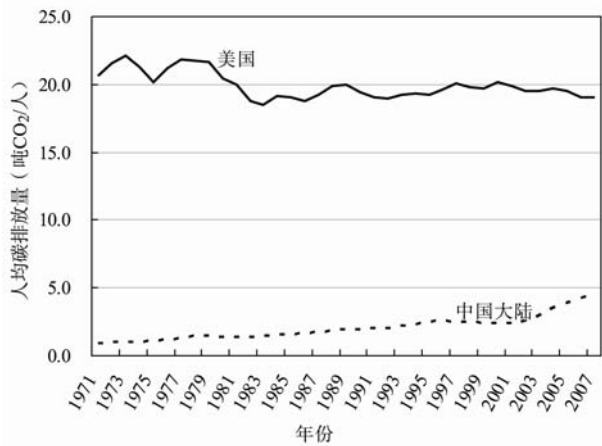


图 9 中美人均碳排量变化比较
(数据来源: CDIAC, 2010; GGDC, 2010)
Fig. 9 Carbon emissions per capita/metric tons between USA and China
(Source: CDIAC, 2010; GGDC, 2010)

按照美国2020年完成较2005年减少17%碳排放量的目标计算，届时美国累积碳排放量达到1111亿吨碳，接近中国的2倍；其人均能源消费有望降低至7.8吨油当量，但仍为中国的4.3倍，相应地人均CO₂排放量13.79吨，是中国的1.9倍。

根据上述预测结果，中国在2020年和2030年CO₂排放强度分别为480吨/百万美元、360吨/百万美元，与2007年的890吨/百万美元相比下降幅度分别高达46%和60%。中国2020年人均GDP将达到1.5万盖凯美元，而美国处于相同经济发展程度的时间是1970年，其CO₂排放强度则为1430吨/百万美元，大约是中国的3倍。2030年，中国人均GDP将达到2.4万盖凯美元，相当于美国的1994年，后者当时的CO₂排放强度为820吨/百万美元，约为中国的2.3倍。

由此也表明，从CO₂排放强度的角度而言，中国已经并将继续为减缓温室气体排放做出了突出贡献。因此，在减缓温室气体的国际谈判中，发达国家片面强调我国当前CO₂排放总量显然有失客观和公允。

4 讨论与结论

能源是影响二氧化碳排放的最主要因素，能源消费随经济社会发展呈现出一系列基本规律。本文以能源消费基本规律为基础，按照人均历史累积CO₂排放、人均CO₂排放以及CO₂排放强度三个重要指标，系统分析了英国、美国、法国、日本、中国等典型国家CO₂排放的历史轨迹，结果表明，一个国家的能源消费带来的CO₂排放同其经济社会发展程度和水平密切相关。发达国家与发展中国家的CO₂排放不过是先排放与后排放的关系。发达国家进入工业化阶段都经历了人均CO₂排放高速增长期，在后工业化阶段都出现过人均CO₂排放高峰期，其

后开始略有下降或基本保持不变。而发展中国家,如中国的人均CO₂排放水平远低于发达国家,目前仍处于上升阶段。随着经济发展水平,各国GDP的碳排放强度呈现出不对称的倒“V”形结构,随着时间序列演化出近似倒“U”形轨迹。后进工业化国家相比先期工业化国家以更低的CO₂排放强度越过顶点,然后缓慢下降。随着能源利用技术的成熟和进步,各国CO₂排放强度总体降低并趋于一致是一种必然趋势。

基于能源消费基本规律,本文全面预测了未来20年全球及中国CO₂排放量。结果表明:2030年中国CO₂排放总量将为124亿吨,人均排放约为8.5吨,碳排放强度为360吨/百万美元;与处于相同发展程度的美国(1994年)相比,人均排放指标和排放强度指标均不到其一半水平。

中国近年来往往因碳排放总量受到一些国家的非议,但任何一个洞悉历史与现实的人都清楚,这是近几年才发生的事,在1950年以前,中国碳排放每年不到5000万吨碳,而美国在20世纪初即已达到2亿吨碳以上,1950年超过8亿吨碳,是中国排放量的16倍。包括中国在内的新型工业化国家出现的碳排放总量和增速变大的背后,是这些国家经济快速发展的事实。在世界能源消费格局的演变中,上世纪90年代开始出现一个分水岭,即发展中国家开始超过发达国家的能源消费需求,这意味着占世界人口超过80%的发展中国家将逐渐代替发达国家成为能源消费和碳排放的主要力量。因此,发展中国家近年来碳排放增速较快就变得容易理解,与发达国家走过的道路一样,这是其发展经济必然要经历的阶段。

在全球气候变化谈判中,中国学者任国玉等(2002)、潘家华等(2009)、丁仲礼等(2009)近年来力主基于人均碳排放指标来计算各国碳排放权。国际上一些学者,如海瑞德·温克勒(2008)等一直对人口基数较大的中国在全球气候变化谈判中采用人均排放指标颇有微词,但是,即使不考虑这一强调人文发展基本权利的指标,中国在节能提效以及降低CO₂排放强度方面的努力也是举世瞩目的,2007年中国每万元GDP能耗已经从1995年的4.01吨标准煤降低至1.16吨,成效十分显著;何建坤(2004)研究表明,从1980到2000年,中国碳排放强度年下降率平均为5.5%,远高于世界发达国家。同时,根据本文预测,中国在2030年的CO₂排放强度指标有望比2007年下降60%,远远高于同期发达国家碳排放强度下

降率,充分表明了中国已经并将继续为减缓温室气体排放所作的突出贡献。

参考文献:

- 丁仲礼,段晓男,葛全胜,张志强. 2009. 2050年大气CO₂浓度控制: 各国排放权计算[J]. 中国科学 D 辑: 地球科学, 39(8): 1009-1027.
- 杜立民,魏楚. 2009. 经济发展水平、能源消费结构与我国二氧化碳排放——基于省级面板数据的研究[C]. 第九届中国经济学会年会, 1-19.
- 海瑞德·温克勒. 2008. 强调发展中国家选择的减缓气候变化谈判[M]. 美国: 联合国开发署.
- 何建坤,刘滨. 2004. 作为温室气体排放衡量指标的碳排放强度分析[J]. 清华大学学报(自然科学版), 44(6): 740-743.
- 刘占成,王安建,于汶加,李铭. 2010. 中国区域碳排放研究[J]. 地球学报, 31(5): 727-732.
- 潘家华,郑艳. 2009. 基于人际公平的碳排放概念及其理论含义[J]. 世界经济与政治, (10): 6-16.
- 曲建升,曾静静,张志强. 2008. 国际主要温室气体排放数据集比较分析研究[J]. 地球科学进展, 23(1): 47-54.
- 任国玉,徐影,罗勇. 2002. 世界各国CO₂排放历史和现状[J]. 气象科技, (3): 129-134.
- 王安建,王高尚,陈其慎,于汶加. 2010. 矿产资源需求理论与模型预测[J]. 地球学报, 31(2): 137-147.
- 王高尚. 2010. 后危机时代矿产品价格趋势分析[J]. 地球学报, 31(5): 629-634.
- 徐铭辰,王安建,陈其慎,杜雪明. 2010. 中国能源消费强度趋势分析[J]. 地球学报, 31(5): 720-726.
- 于汶加,王安建,王高尚. 2010. 中国能源消费“零增长”何时到来[J]. 地球学报, 31(5): 635-644.

References:

- CDIAC. 2010. Fossil-Fuel CO₂ Emissions[EB/OL]. [2010-08-02] http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html.
- DING Zhong-li, DUAN Xiao-nan, GE Quan-sheng, ZHANG Zhi-qiang. 2009. Control of atmospheric CO₂ concentration by 2050: An allocation on the emission rights of different countries[J]. Science in China(Series D: Earth Sciences), 39(8): 1009-1027(in Chinese with English abstract).
- DU Li-min, WEI Chu. 2009. Economic development level, energy consumption structure and carbon dioxide emission of China: provincial panel data analysis[M]. The Ninth Annual Meeting of China Economic Association, 1-19(in Chinese).
- GGDC. 2010. Total Economy Database[EB/OL]. [2010-01-10] <http://www.conference-board.org/data/economydatabase/>.
- HE Jian-kun, LIU Bin. 2004. Analysis of carbon emission intensity as the main index for greenhouse gas emission mitigation commitments[J]. Tsinghua Univ(Sci & Tech), 44(6): 740-743(in Chinese with English abstract).

- Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC). 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[M]. Cambridge: Cambridge University Press.
- International Energy Agency. 2009. CO₂ Emissions from Fuel Combustion[EB/OL]. [2010-6-20] http://www.iea.org/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=2143.
- LIU Zhan-cheng, WANG An-jian, YU Wen-jia, LI Ming. 2010. Research on Regional Carbon Emissions in China[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 727-732(in Chinese with English abstract).
- PAN Jia-hua, ZHENG Yan. 2009. The concept of carbon emissions based on interpersonal fairness and it's theory meaning[J]. Journal of World Economy and Politics, (10): 6-16(in Chinese with English abstract).
- QU Jian-sheng, ZENG Jing-jing, ZHANG Zhi-qiang. 2008. Review of the international main greenhouse gases emission databases[J]. Advances in Earth Science, 23(1): 47-54(in Chinese with English abstract).
- REN Guo-yu, XU Ying, LUO Yong. 2002. Carbon dioxide in the history and the current situation of the world[J]. Meteorological Science and Technology, (3):129-134(in Chinese with English abstract).
- WANG An-jian, WANG Gao-shang, CHEN Qi-shen, YU Wen-jia. 2010. The Mineral Resources Demand Theory and the Prediction Model[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(2): 137-147(in Chinese with English abstract).
- WANG Gao-shang. 2010. Mineral Commodity Prices Trend in the Late Crisis Times[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 629-634(in Chinese with English abstract).
- WINKLER H. 2008. Climate change mitigation negotiations, with an emphasis on options for developing countries[M]. New York: United Nations Development Programme(in Chinese).
- XU Ming-chen, WANG An-jian, CHEN Qi-shen, DU Xue-ming. 2010. Trend Analysis of China's Energy Consumption Intensity[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 720-726(in Chinese with English abstract).
- YU Wen-jia, WANG An-jian, WANG Gao-shang. 2010. A Prediction on the Time of Realizing Zero Growth of Energy Consumption in China[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 635-644(in Chinese with English abstract).

《全球构造体系图》编制完成并出版

《全球构造体系图》是以李四光的学术思想为指导,运用地质力学理论和方法,编制完成的一套图件。包括 1:2500 万主图一张及说明书一份和 1:7500 万辅图 6 张及说明书 6 份。该套图件由苗培实研究员担任主编,孙殿卿院士为科学顾问,马宗晋院士为科技指导。

《全球构造体系图》是一个涉及地质力学基本理论、方法、应用和研究的综合性成果。在李四光教授原划分的构造体系的基础上新建立了“全球棋盘格式构造格架”,新厘定了“全球大扭转构造体系”、“南大洋裂离式旋转构造体系”、“经向裂谷型构造体系”以及“大西洋-马里亚纳非对称型壳裂式构造体系”等。

承担这一任务的项目组着重研究了全球构造系统和地球运动问题,把地球运动和构造体系的关系有机地应用到编图工作中。提出地球运动、地球圈层运动和层块差异运动,起源于地球诸多形式运动叠合而成的地球整体叠合运动及逐次控制的概念,并以此为基础分析研究了地球的一系列地质地理的不对称性和全球表壳构造变形规律。通过该图的编制将地质力学研究推向研究地球运动,包括其它星体和全球构造系统研究的阶段,将地球运动和构造体系的关系有机地应用到编图工作中,提高了图件对地球运动的复杂性、多样性、系统性、周期性、相关层次性等的认识。通过 6 张辅助图件的编制,探讨了全球构造体系对固体金属矿产、石油天然气、地震、火山、大气运动、洋流以及地质灾害等的控制作用,提出了规律性的认识。

《全球构造体系图》是世界上第一份用我国自己的地质理论——地质力学理论和方法研究世界地质构造的图件。它资料丰富,内容翔实,既有继承性又有创新性,对推动地质力学发展具有重大意义。

本刊编辑部 采编