

黄 超 吕学都 马秀琴 著

LOW-CARBON DEVELOPMENT OF
INDUSTRIAL SECTORS WITH
HEAVY GHG
EMISSIONS IN CHINA

**论中国主要温室气体
排放行业的低碳发展**

中国环境出版社

论中国主要温室气体排放行业的 低碳发展

STUDY ON LOW-CARBON DEVELOPMENT OF MAIN GHG
EMISSION INDUSTRIES FOR CHINA

黄超 吕学都 马秀琴 著

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

论中国主要温室气体排放行业的低碳发展/黄超, 吕学都, 马秀琴著. —北京: 中国环境出版社, 2014.2

ISBN 978-7-5111-1721-2

I. ①论… II. ①黄…②吕…③马… III. ①有害气体—大气扩散—污染防治—研究—中国 IV. ①X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 025668 号

出版人 王新程
责任编辑 殷玉婷
责任校对 唐丽虹
封面设计 宋 瑞



出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67187041 (学术著作图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2014 年 2 月第 1 版
印 次 2014 年 2 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 19.25 彩插 6
字 数 380 千字
定 价 59.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序

经济低碳化已经成为全球未来经济发展的必然。2013年9月27日政府间气候变化专门委员会(IPCC)颁布了其组织编写的第五次气候变化评估报告第一工作组的决策者摘要,用更加确凿的科学证据向全世界公布了如下结论:人为排放的温室气体导致了全球气候变化已经是不争的事实,来自化石燃料的碳排放和土地的使用导致温室气体已达到前所未有的水平,是80万年以来的最高水平。强烈热带气旋(台风)出现的频率将会更高,预计到2050年,北极区将成为几近无冰的区域。自1880年以来,地球平均的表面温度上升了 0.85°C ;过去3个十年,每一个十年都比自1850年以来其他任何一个十年更加炎热;过去30年是自公元600年以来最热的30年;预计至2100年,全球气温将上升 $2\sim 4.8^{\circ}\text{C}$ 。1901—2010年,全球海平面平均上升了19 cm,比过去2000年的任何一个时期都快,21世纪的海平面上升速度将更快,预计至2100年,海平面将上升 $26\sim 81\text{ cm}$ 。这份最新报告还警告全世界:如果没有温室气体大幅减排,全球变暖很可能在整个21世纪继续下去,进而极大改变地球的自然环境以及数十亿人的生存条件。

IPCC最新科学评估报告的颁布,必将对正在谈判中的联合国气候变化框架公约关于2020年后全球应对气候变化的协议产生重大的推动作用;也将对世界各国制定和实施低碳发展战略、发展目标以及发展路径起到推动和指导作用。

自联合国制定和实施《联合国气候变化框架公约》及《京都议定书》以来,减缓温室气体排放、发展低碳经济已经成为国际社会的共识;各国政府已经制定和颁布了大量的政策、法规和措施,促进了全球减排温室气体技术的研发和应用;拟于2015年完成的联合国气候变化框架公约下的新的全球应对气候变化协议,将进一步勾画出全球在2020年后减排温室气体、促进低碳发展、适应气候变化不利影响的新的蓝图。毫无疑问,低碳发展必将成为未来全球发展的不二选择。

低碳发展也是我国经济和社会发展的必然选择。我国目前是全球第一温室气体排放大国,温室气体排放量已经占全球排放量的20%以上;我国当前的温室气体排放增量则占全球增量的一半以上。因此,国际社会对我国采取更多的政策和措施降低温室气体排放增长水平期望很高,我国面临着空前的减排温室气体压力。另一方面,依靠大量消耗化石能源资源、维持了30多年高速经济发展的我国,面临着巨大的保护资源与环境的

压力。2013 年上半年全国范围内的大面积雾霾天气、超大城市经常出现的持续性雾霾天气,从一个侧面反映了我国不可能继续走依靠大量消耗资源和能源发展经济的道路。目前我国的能源消费已经超过 35 亿 t 标准煤,据估算,按照现在的发展模式,到 2020 年,我国的能源消费将超过 45 亿 t 甚至 50 亿 t 标准煤。我国的环境容量、现有基础设施将面临难以承受的压力。这种发展模式无论如何不可能继续下去。

中共中央在国家中长期发展战略的指导纲领中明确提出了生态文明建设的要求,其核心内涵之一就是要走低碳发展之路;国务院及中央相关部门对减排温室气体、发展低碳经济做出了一系列部署,颁布了促进低碳发展的投资、财税、科技、标准、贸易和流通等方面的法律法规,组织实施了低碳技术研发和应用、低碳省市试点、低碳节能减排行动计划、碳交易等国家计划或国家试验示范区。低碳发展已经有了良好的政策环境和社会氛围。公众的低碳发展意识有了明显提高。

实现低碳发展,核心是要促进低碳工业技术的开发和应用,以低碳技术的研发和应用形成新的经济增长点,促进我国经济结构的根本变革,优化我国的产业结构,保持经济和社会的长期持续稳定和良性增长。目前,我国主要工业部门能耗约占全国能耗的 70%。其中,冶金、建材、火力发电、石油炼化、化工、重型装备制造六大行业消耗的能源又占了工业总能耗的 79%。抓住重点工业领域的低碳技术发展和节能降耗,无疑是实现国家低碳发展的关键所在。

全书共分为八篇,第一篇为气候变化与低碳经济,主要论述了气候变化发展趋势和国内外低碳发展现状,是本书的背景篇。第二篇为中国企业面临的低碳发展挑战与机遇,重点从政策、能源、环境、市场以及技术等角度介绍了企业面临的挑战以及可能获得的发展机遇。第三篇为中国主要温室气体排放行业能耗和温室气体排放,通过实际调研中国十几个行业的能耗和温室气体排放现状,选出五大温室气体排放行业进行重点分析,评估了其未来发展趋势。第四篇为国际用能趋势及节能新技术,重点介绍了国际上先进的工业能源效率和主要工业行业的最佳节能实践经验,给出了国内外主要行业能耗的基准调查表,并介绍了 11 项先进的工业节能技术。第五篇为中国企业节能与减排的决策方法,重点介绍了企业层面的节能潜力计算方法、企业节能效益评价方法以及企业节能减排投资决策方法,并介绍了一个实际案例。第六篇为构建低碳经济指标体系,介绍了低碳经济指标体系的构建和评价方法,并用实例进行了分析验证。第七篇为低碳发展的政策和实践,提出了实现低碳发展战略目标所需的法规与政策环境,并介绍了低碳发展的一些实践经验与教训。第八篇为低碳发展前景与展望,对低碳经济的发展前景进行了展望,并对当前及潜在的问题提出了可能的解决方案。

作者期望本书对从事低碳发展决策的政府部门、企业高级经理和技术专家、高等院校师生、从事低碳经济研究的专家、大众传媒以及有志于推动低碳经济发展的仁人志士

在其工作中有所帮助和参考作用；并期望能够帮助高耗能行业的企业对减排温室气体投资做出正确决策提供帮助，引导企业走上低碳可持续发展之路。

本书的出版得到了国家科技支撑计划项目“低碳经济发展评价指标、战略规划与配套政策研究”（项目号：2009BAC62B01）、国家科技支撑计划项目“我国主要行业温室气体检测与核算技术研究”（项目号：2012BAC20B11）、亚洲开发银行技术援助项目“Promoting Energy Efficiency (EE) in Tianjin”（项目号：TA7640）、河北省科技支撑计划项目“钢铁行业碳排放核查技术与低碳技术评价”（项目号：14273701D），“可再生能源三联供优化设计及监控系统应用研究”（项目号：14214304D）和河北省节能减排专项基金项目“河北省节能减排技术转移服务平台推广与应用”（项目号：2013045703）的联合资助。本书的内容是对以上研究成果的总结和归纳。作者对以上项目的管理部门中华人民共和国科学技术部、亚洲开发银行、天津市科学技术委员会和河北省科学技术厅致以诚挚的谢意。

国家气候中心阎宇平研究员和刘颖杰博士，美国哈莫尼公司副总裁秦健民博士和李彤高级研究员，河北工业大学研究生李伟、苏柳文、何思奇和褚林配同学，南京信息工程大学研究生孙佶和王艳萍同学参与了上述部分课题的研究工作，为本书的编著出版做出了重要贡献。作者在此一并表示衷心感谢。

作 者

2013年10月

目 录

第一篇 气候变化与低碳经济	1
1 气候变化发展趋势	1
2 国内外低碳发展现状	3
第二篇 中国企业面临的低碳发展挑战与机遇	17
3 企业面临的国内外挑战	21
4 工业企业应把握的发展机遇	25
5 节能减排项目投资影响因素	42
第三篇 中国主要温室气体排放行业能耗和温室气体排放	44
6 电力行业	45
7 冶金行业	48
8 石化行业	56
9 建筑行业	62
10 交通行业	67
11 小结	76
第四篇 国际用能趋势及节能新技术	77
12 能源使用和效率趋势	77
13 国际最佳实践	79
14 主要行业能耗的基准调查	84
15 节能技术	88
第五篇 中国企业节能与减排的决策方法	94
16 节能潜力计算和节能效益评价	94
17 案例研究	108

第六篇 构建低碳经济指标体系	122
18 碳指标	122
19 低碳经济及其指标体系研究	131
20 评价低碳指标体系的方法	136
21 实证分析	150
22 河北省低碳经济发展的时空分析	160
第七篇 低碳发展的政策和实践	172
23 低碳经济发展战略目标	172
24 实现低碳发展战略目标所需的法规、政策及措施	181
25 低碳发展实践的经验与教训	200
第八篇 低碳发展前景与展望	208
26 发展前景展望	208
27 潜在问题与解决方案	209
附件 1 中国节能法律、法规和政策列表	212
附件 2 国际节能政策和法规	214
附件 3 提高能效的技术	258
参考文献	291

第一篇 气候变化与低碳经济

1 气候变化发展趋势

1.1 气候变化问题

工业革命以来,由于人为活动排放的温室气体大量增加,使得地球温室效应增强,进而引起全球气候变化,全球气候变化问题越来越引起人类的广泛重视,已经成为 21 世纪人类面临的最严峻挑战。《联合国气候变化框架公约》将气候变化定义为:“由于人类的直接或者间接活动,改变了全球大气组成,造成气候的变化,即在相当一段时间内观测到的自然气候变率之外的气候变化。”除二氧化碳(CO₂)外,人类活动排放的温室气体主要还有甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟化碳(PFCs)以及六氟化硫(SF₆),具体的特征见表 1-1。

表 1-1 温室气体种类和特征

种类	增温效应/%	生命期/年	100 年全球增温潜势(GWP)
二氧化碳(CO ₂)	63	50~200	1
甲烷(CH ₄)	15	12~17	23
氧化亚氮(N ₂ O)	4	120	296
氢氟碳化物(HFCs)	11	13	1 200
全氟化碳(PFCs)		50 000	—
六氟化硫(SF ₆)	7	3 200	22 200

作为自然环境的一个重要组成部分,气候的任何变化都会对自然生态系统和社会经济系统产生影响。当前全球气候变化主要是指气候变暖,气候变暖所产生的影响将是全方位、多尺度和多层次的,包括正面影响和负面效应两个方面^[1]。但目前而言人们更加关注的是它的负面影响,因为这将严重危害到人类社会未来的生存与发展。全球气候变暖导致干旱、暴雨、飓风、洪水等极端天气出现频率大大增加,同时导致冰川融化,水

循环系统发生改变,海平面上升,严重影响沿海地区人类的生存以及经济的发展,气候难民也因此形成;气候变化还将严重影响全球生态系统,导致地球上自然带的迁移,影响地表植被和农作物生长,给人类经济带来重大损失;不仅如此,气候变化还影响到人类健康,例如,昆虫的增长加快了疾病的传播,同时也有一些物种因此而灭绝。

我国面临人口众多、经济发展水平不平均、气候条件复杂、受资源禀赋制约、生态环境脆弱等现状,严重受到气候变化影响,同时面临着发展经济、消除贫困和减缓温室气体排放等多重压力,使我国在应对气候变化领域面临着比发达国家更严峻的挑战。我国控制温室气体排放行动、应对气候变化的目标符合贯彻落实科学发展观,建设资源节约型和环境友好型社会的要求。

1.2 能源问题

工业革命后,由于人类大量使用化石燃料所产生的温室气体排向大气导致了全球气候变化。化石燃料属于一次能源和不可再生能源,不可再生能源是经过数亿年形成的,并不是取之不尽用之不竭的,短时间内无法补充,对于人类来说数量是有限的。随着大规模的开采和利用,化石燃料储量越来越少,终有一天将会枯竭。全世界对能源的需求正不断快速增长,特别对于中国这样的资源紧缺型发展中国家来说,发展可再生能源是解决我国能源不足和环境保护的一条有效途径。同时可再生能源使用所产生的温室气体排放量要比化石燃料这样的传统能源低很多,产生的污染也小,将减少对环境的破坏。根据《2013 中国能源统计年鉴》的数据,通过发电煤耗计算法得出的我国能源消费总量及构成见表 1-2。

表 1-2 我国能源消费总量及构成

年份	能源消费总量/ 万 t 标准煤	占能源消费总量的比重/%			
		煤炭	石油	天然气	水电、核电、其他能发电
2001	150 406	68.3	21.8	2.4	7.5
2002	159 431	68.0	22.3	2.4	7.3
2003	183 792	69.8	21.2	2.5	6.5
2004	213 456	69.5	21.3	2.5	6.7
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	306 647	70.4	17.9	3.9	7.8
2010	324 939	68.0	19.0	4.4	8.6
2011	348 002	68.4	18.6	5.0	8.0
2012	362 000	67.4	19.0	5.3	8.3

资料来源:《2013 中国能源统计年鉴》。

从表 1-2 中数据可以看出,“十五”和“十一五”期间我国能源消费总量一直呈现增长趋势,2012 年比 2001 年增长了近一倍。我国能源消费以煤炭、石油等传统能源为主,其中煤炭作为最主要的能源占到了能源消费总量的近 70%,而水电、风电等可再生能源总共只占不到 9%。正是我国的这种能源结构,导致温室气体大量排放,也是全球气候变暖的局部原因,并且我国乃至全世界煤炭、石油等不可再生能源终有消耗殆尽的一天,据估计,我国煤炭资源可供开采量已经不到 100 年。为了适应和应对全球气候变化问题以及能源紧缺问题,必须进行能源结构调整,减少传统能源所占比重,提高能源利用效率,发展清洁能源,通过金融手段,解决好能源价格问题。

1.3 低碳经济

由于全球人口数量的上升和经济规模的不断增长,人们越来越清楚地认识到使用化石能源等常规能源造成的环境问题及其严重后果,近年来,废气污染、水污染和光化学烟雾等危害,以及大气中温室气体浓度升高引起的全球气候变化,已经被证实为人类破坏自然环境、不健康的生产生活方式和常规能源的利用所带来的恶劣后果,低碳经济这一概念在此背景下应运而生。“低碳经济”一词出自 2003 年英国《能源白皮书》,白皮书中提出了英国温室气体减排目标,2007 年英国发布了《气候变化法案》和《英国气候变化战略框架》,提出了全球低碳经济的设想。所谓低碳经济是指碳生产力和人文发展均达到一定水平的一种经济形态,旨在实现控制温室气体排放的全球共同愿景。

气候变化不仅仅是外交问题,更是一个科学发展问题,2007 年胡锦涛主席在 APEC 会议上指出,“气候变化从根本上说是发展问题,只有在可持续发展的前提下才能妥善解决,应该建立适应可持续发展要求的生产方式和消费方式,优化能源结构,推进产业升级,发展低碳经济,努力建设资源节约型、环境友好型社会,从根本上应对气候变化的挑战”。减缓气候变化的核心内容是减少温室气体的排放、增加对 CO_2 的吸收、收集和储存。所以低碳经济与国际社会控制温室气体排放的工作密切相关,使经济结构向低碳经济转型关键在于能源消费所产生的碳排放比重不断降低和单位产量能耗不断下降。降低能源消费所产生的碳排放主要是使能源结构清洁化,这由资源禀赋、资金和技术能力有关,而单位能耗提高就是要提高能源利用效率。

2 国内外低碳发展现状

2.1 后金融危机时代的低碳经济

2009 年,在大规模金融救助措施的实施和经济刺激政策的引导下,全球主要经济体

经济增长均出现不同程度的复苏。在金融危机爆发后,世界经济得益于大规模刺激政策而显现复苏迹象之时,如何在重振增长中找到可持续发展的动力成为焦点。在“后危机时代”如何调整经济发展战略,正日益成为各国关心的问题。未来世界经济摆脱危机和实现跨越式发展的路径在哪儿?通过科技创新,实现节能和新能源技术的突破,发展低碳经济是解决气候变化和经济发展这一矛盾的根本出路。从当前看,实体经济的调整已非纸上谈兵,最可能的调整方向,是结合应对全球气候变化,向有别于传统实体经济的新经济形态转型——发展低碳经济。在“后危机”时代低碳经济将成为世界经济可持续发展的重要推力。发展低碳经济是金融危机下世界经济突围的必然要求,也是全球经济结构调整的结果。金融危机催生了以低碳经济为代表的新技术革命,低碳复苏有望带动全球经济找到新的增长点 and 动力^[2]。

低碳经济是新的经济发展形态,发展低碳经济成为新的经济增长点。低碳经济作为一种新经济模式,包含三方面的内涵。首先,低碳经济是相对于“高碳”经济而言的,是相对于基于无约束的碳密集能源生产方式和能源消费方式的高碳经济而言的。因此,发展低碳经济的关键在于降低单位能源消费量的碳排放量(即碳强度),通过碳捕捉、碳封存、碳蓄积降低能源消费的碳强度,控制 CO₂ 排放量的增长速度。其次,低碳经济是相对于新能源而言的,是相对于基于化石能源的经济发展模式而言的。因此,发展低碳经济的关键在于促进经济增长与由能源消费引发的碳排放“脱钩”,实现经济与碳排放错位增长(碳排放低增长、零增长乃至负增长),通过能源替代、发展低碳能源和无碳能源控制经济体的碳排放弹性,并最终实现经济增长的碳脱钩。最后,低碳经济是相对于人为碳通量而言的,是一种为解决人为碳通量增加引发的地球生态圈碳失衡而实施的人类自救行为。因此,发展低碳经济的关键在于改变人们的“高碳”消费倾向和碳偏好,减少化石能源的消费量,减缓碳足迹,实现低碳生存。可以认为,低碳经济是一种由“高碳”能源向“低碳”能源过渡的经济发展模式,是一种旨在修复地球生态圈碳失衡的人类自救行为。

当发达国家大力推进以高能效、低排放为核心的“低碳革命”,着力发展“低碳技术”之际,全球的产业、能源、技术、贸易等政策都面临着重大调整,中国经济面临的压力和挑战是不言而喻的。发展低碳经济对中国而言,紧迫性是显而易见的,因为我们可能会面对一个所谓“锁定效应”问题,即如果我们今天用比较高的碳技术或者低效技术去装备基础设施系统,也就是高排放的基础设施系统,那么它将会持续几十年,即未来中国几十年排放的状况不可避免地在最近几年内就被锁定。以后我们要改变它,可供选择的空間非常小。同时,由于低碳经济很有可能是未来国际经济发展的一种新趋势,低碳经济可能会带来贸易条件、国际市场、国际技术竞争格局的变化,我们不能违背时代大趋势,而要跟上时代的变化。而在中国开发低碳经济,其实益处多多,一是有助于

节约能源,可以在很大程度上减轻日益增加的能源需求,减少对进口能源的依赖,从而巩固能源安全;二是有助于缓解当地的污染物并保护当地环境的完整性;三是有助于缓解中国面临的温室气体减排压力和保护资源环境压力,确保发挥后发优势、在未来社会的国际竞争力和发展潜力;四是可以创造新的就业机会;五是有助于推动发展创新和先进的技术,从而增加中国在国际竞争中的优势;六是有助于实现可持续发展战略目标。因此,发展低碳经济完全符合国家利益以及推动社会经济朝着低碳经济战略转型,是落实科学发展观、推进生态文明建设的必然选择。低碳经济是一个技术经济问题,但由于世界各国发展不均衡,目前已演变为政治问题,我们要早做准备在低碳经济国际新规则的制定过程中拥有话语权、掌握话语权,为全面建设小康社会营造宽松的外部环境。

2.2 各国低碳经济发展水平的比较

1985—2009 年世界各国二氧化碳排放量分布见图 1-1。

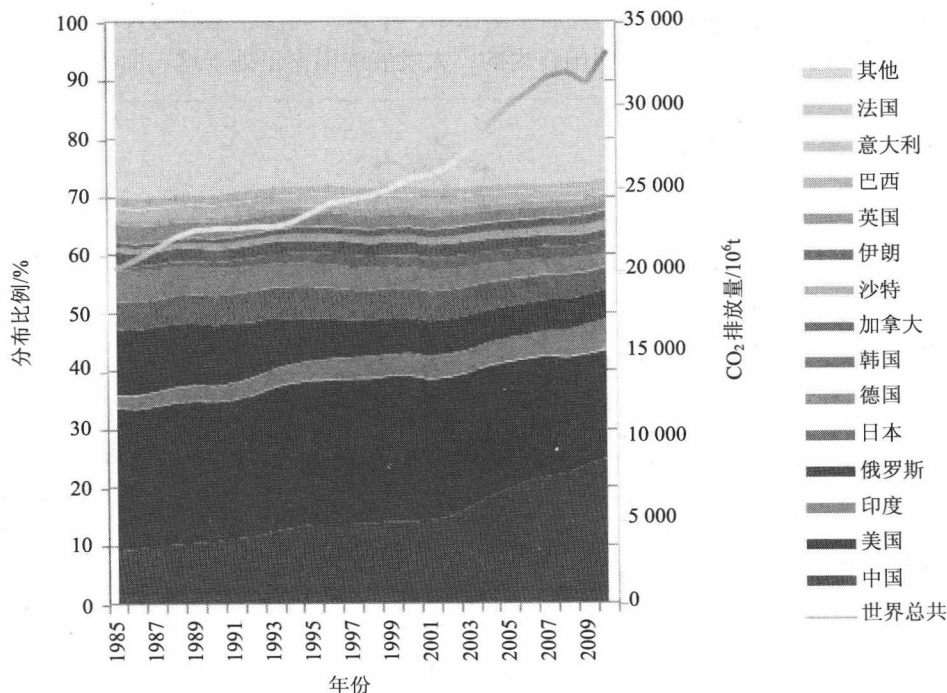


图 1-1 各国二氧化碳排放量分布

我们分别看一下世界几大经济体（欧盟、日本、美国等）。欧盟及日本的经济界，由于《京都议定书》的约束不得不承担减排义务，但先期的义务现如今已经大幅度加速了其

经济低碳竞争力的提升。如丹麦掌握的能源技术产品和服务水平目前已处于世界领先水平,其相关技术出口收入近些年获得大幅提升;日本大力发展光伏技术,其光伏企业目前已占领该行业的高端市场。再看美国,尽管美国没有承诺国家减排业务,其企业也只是自愿减排,但美国的很多企业现如今却已是节能降耗和减排技术的世界级引领者,其技术和服 务已经打入世界市场,渗透到诸多领域,也引领着下一步产业发展的方向^[3]。

衡量一个国家或经济体低碳经济发展状况的指标应该能够测量向低碳经济发展的整个进程,不仅要包括其自身直接排放的相关指标,也要包括通过产品服务的输入输出活动与世界其他部分产生联系、相互作用的其他指标。考虑到低碳发展的实现途径,衡量一个国家或经济体低碳发展状态的指标体系,主要考虑人均碳排放水平、碳经济强度、碳能源强度 3 个指标^[4]。

(1) 人均碳排放水平

人均碳排放指标具有公平的含义。人均碳排放水平日本 9.02 t, OECD 国家平均 10.61 t, 德国 9.79 t, 英国 8.32 t。发展中国家中,中国人均排放与人均 GDP 之间存在近似倒 U 型的曲线关系,包括中国在内的广大发展中国家正处于这一曲线的爬坡阶段。

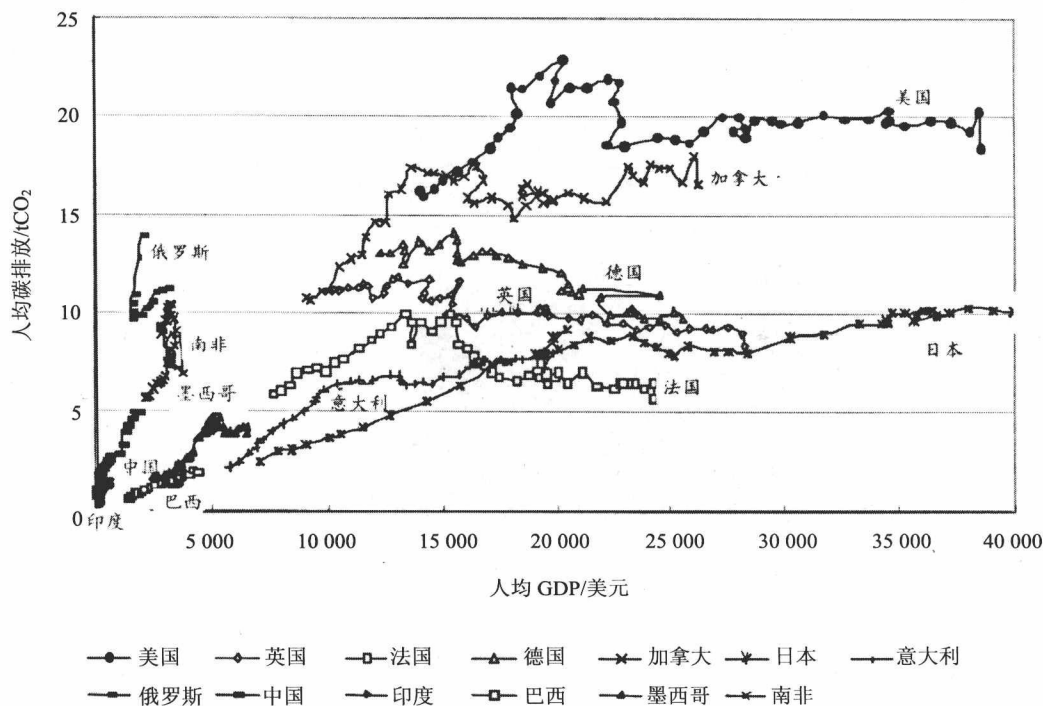


图 1-2 人均 GDP 与人均碳排放关系图

资料来源:朱守先,世界各国低碳发展水平比较分析,开放导报 2010 年 12 月第 6 期,总第 153 期。

一方面,发展中国家工业化、城市化、现代化进程远未完成,发展经济、改善民生的任务艰巨。为了实现发展目标,发展中国家的能源需求将有所增长,这是发展中国家发展的基本条件。另一方面,《斯特恩报告》也指出,从全球来看,如果没有足够的政策干预,人均收入增长和人均排放之间的正相关关系将长期存在。必须通过适当的政策措施,才能打破这种联系。由此可见,人均碳排放是衡量低碳经济的一个非常重要指标。

(2) 碳经济强度

碳经济强度是单位 GDP 产出的碳排放量,用来衡量一个经济体的效率水平。由于碳经济强度取决于人均碳排放与人均 GDP 两个指标,所以收入水平的高低和碳经济强度的大小并没有直接的联系。根据 International Energy Agency (IEA) 的数据,2008 年发达国家中碳经济强度最低的是瑞士,为 $0.15 \text{ kgCO}_2/2\,000$ 美元,美国为 $0.48 \text{ kgCO}_2/2\,000$ 美元,加拿大为 $0.63 \text{ kgCO}_2/2\,000$ 美元,澳大利亚为 $0.77 \text{ kgCO}_2/2\,000$ 美元,英国为 $0.29 \text{ kgCO}_2/2\,000$ 美元,日本为 $0.22 \text{ kgCO}_2/2\,000$ 美元,OECD 国家为 $0.41 \text{ kgCO}_2/2\,000$ 美元;发展中国家中印度为 $1.73 \text{ kgCO}_2/2\,000$ 美元,中国为 $2.30 \text{ kgCO}_2/2\,000$ 美元。

值得注意的是,一些低人类发展指数的国家,如莫桑比克的碳经济强度为 $0.24 \text{ kgCO}_2/2\,000$ 美元,为全球前 7 位碳经济强度最低的国家之一,然而其人类发展指数仅为 0.402,在全球位于第 172 位。可见,作为衡量低碳经济发展状态的指标之一,碳经济强度指标比较适合经济发展水平(或人文发展水平)比较接近的国家之间对比。碳经济强度指标无法考量一个国家(经济体)的人文发展水平以及奢侈排放情况。

(3) 碳能源强度

碳排放来源于化石能源的使用,广泛产生于人类生产和生活之中。煤炭、石油和天然气的碳排放系数递减,绿色植物是碳中性的,太阳能、水能、风能等可再生能源以及核能属于清洁的非化石能源。《京都议定书》规定的 6 种温室气体包括二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亚氮(N_2O)、六氟化硫(SF_6)、氢氟烃(HFCs)和全氟烃(PFCs)^[12]。其中二氧化碳是最主要的温室气体,大约占温室气体排放总量的 80%。能源结构指标可以有两种表达形式,一种是碳能源强度,即单位能源消费的碳排放量,反映的是各国的能源消费结构,另一种是非化石能源(包括可再生能源和核能)占一次能源消费中的比例。

关于第一种形式,根据 IEA 的数据,2008 年,碳能源强度排名世界第一的蒙古每吨油当量的二氧化碳排放量为 $3.62 \text{ tCO}_2/\text{t}$ 油当量;发达国家中澳大利亚为 $3.05 \text{ tCO}_2/\text{t}$ 油当量,美国为 $2.45 \text{ tCO}_2/\text{t}$ 油当量,OECD 国家为 $2.32 \text{ tCO}_2/\text{t}$ 油当量,日本为 $2.32 \text{ tCO}_2/\text{t}$

油当量,德国为 $2.40 \text{ tCO}_2/\text{t}$ 油当量;发展中国家中印度为 $2.30 \text{ tCO}_2/\text{t}$ 油当量,中国为 $3.07 \text{ tCO}_2/\text{t}$ 油当量,巴西为 $1.47 \text{ tCO}_2/\text{t}$ 油当量。关于第二种形式的非化石能源,中国政府在 2009 年 11 月明确提出,2020 年实现“非化石能源占一次能源消费比重达到 15% 左右”,欧盟提出到 2020 年可再生能源消费比例要占终端能源消费的 20%。非化石能源(包括可再生能源)发展水平既与资源禀赋相关,也与资金和技术实力(能力)相关,是实现低碳经济和低碳发展的一条重要途径。

2.3 低碳经济是世界各国发展的必然选择

在经济飞速发展的今天,能源供应日渐紧张、环境污染日益严重,这将成为经济发展的阻力。为了更好地促进经济的健康平稳发展,我国应该在努力发展经济的同时兼顾能源环保产业的发展状况,做到协调发展。所以在现在这一关键时刻,发展低碳经济似乎已经成为了各国发展的必然选择。发展低碳经济也就是在发展经济的条件下采用低碳的方式。每个国家都有一个碳排放强度高峰,然后逐渐降下来^[5]。

(1) 世界各国二氧化碳排放量份额(见图 1-3)

英国政府为低碳经济发展设立了一个清晰的目标:到 2010 年二氧化碳排放量在 1990 年水平上减少 20%,到 2050 年减少 60%,到 2050 年建立低碳经济社会。为此,英国引入了气候变化税、碳排放贸易基金、碳信托交易基金、可再生能源配额等政策。日本与英国在低碳经济发展方面有很多共同的愿景。2007 年 6 月,日本与英国联合主办了以“发展可持续低碳社会”为主题的研讨会,勾画了未来低碳社会发展的蓝图,并投入巨资开发利用太阳能、风能、光能、氢能、燃料电池等替代能源和可再生能源,积极开展潮汐能、水能、地热能等方面的研究;停止或限制高能耗产业发展,鼓励高能耗产业向国外转移,对一些高耗能产品制定了特别严格的能耗标准。2007 年 7 月,美国出台了《低碳经济法案》,公布了题为《抓住能源机遇:创建低碳经济》的报告,提出了创建低碳经济的 10 步计划,对风能、太阳能、生物燃料等一系列可再生能源项目实行减免税收、提供贷款担保和经费支持等优惠政策。巴西、墨西哥、印度等发展中国家也主动减排、限排,发展低碳经济已成为国际社会主流的战略选择。目前,中国碳排放强度高峰现在已经过去了,从“十一五”开始,万元 GDP 能耗已经下降了,在此之前是增加的。可以说“十一五”是一个转折点,碳排放强度高峰已经往下走了。而且我们承诺,以后会走得更低,到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放强度要比 2005 年下降 40%~45%。绝对碳排放强度高峰什么时候能下来?估计还需要 30 年的时间,就是到 2040 年或者到 2050 年前,绝对碳排放强度高峰可以过去,低碳经济的发展才可以获得真正的意义。

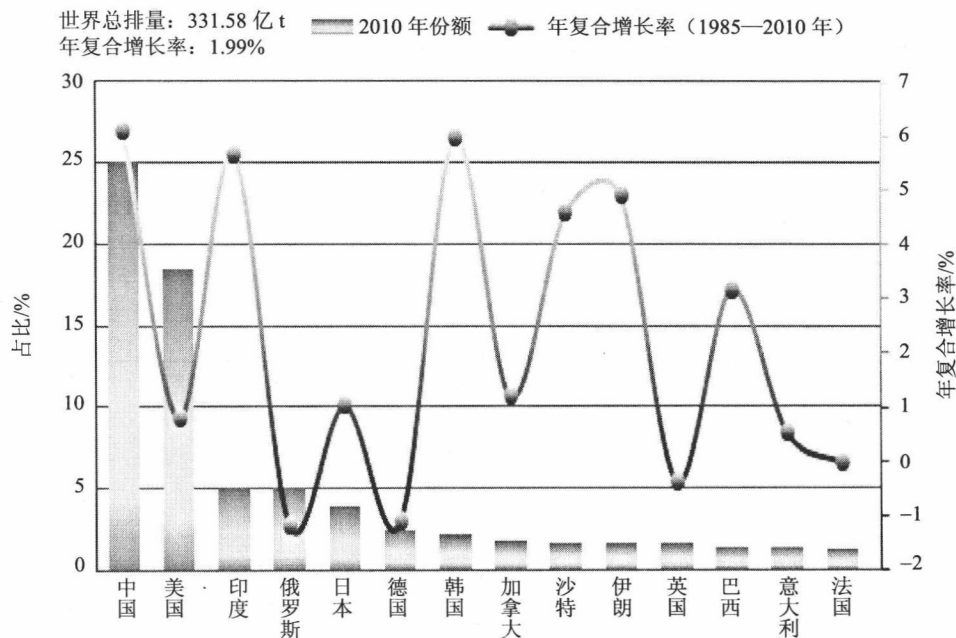


图 1-3 世界各国二氧化碳排放量比较

2002—2030 年, 中国将净增二氧化碳排放量 38.37 亿 t, 占世界二氧化碳排放净增量的 1/4 以上。因此, 除将排放的二氧化碳进行封存外, 将其循环利用也是必要的选择。我们把采用高新技术将二氧化碳等温室气体变为绿色高新精细化工产品和功能新材料称为二氧化碳绿色化。具体方法是首先采用变压吸附等高新技术将化肥厂、石油化工厂、电厂、水泥厂、钢铁厂、生物发酵厂、石灰厂等产生的二氧化碳工业废气净化和回收, 为精细化工和功能新材料提供原料。然后采用催化、反应精馏、纳米技术、离子液体等高新技术, 把二氧化碳衍生成碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、三光气等绿色高新精细化工产品和聚碳酸酯、聚氨酯等新材料。我们已将二氧化碳绿色化作为中国精细化工行业的一个主攻方向, 组织全行业的专家、教授、科技工作者、企业家和管理干部, 组建全国低碳经济与二氧化碳绿色化利用行业联合会, 进行科技和技术攻关, 进行商业化、产业化和国际化的示范。