

我国低碳经济 发展框架与科学基础

——实现2020年单位GDP碳排放降低40%~45%的路径研究

刘卫东 陆大道 张雷 王礼茂 等著
赵建安 李胜功 马丽 唐志鹏



商务印书馆

我国低碳经济发展框架 与科学基础

——实现 2020 年单位 GDP 碳排放
降低 40%~45% 的路径研究

刘卫东 陆大道 张 雷 王礼茂 等著
赵建安 李胜功 马 丽 唐志鹏

商 务 印 书 馆

2010 年 · 北京

图书在版编目(CIP)数据

我国低碳经济发展框架与科学基础/刘卫东等著. —北京:商务印书馆, 2010

ISBN 978-7-100-07143-7

I. ①我… II. ①刘… III. ①气候变化-影响-经济发展-研究-中国 IV. ①F124

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 082185 号

所有权利保留。
未经许可,不得以任何方式使用。

我国低碳经济发展框架与科学基础

刘卫东 陆大道 张 雷 王礼茂 等著
赵建安 李胜功 马 丽 唐志鹏

商 务 印 书 馆 出 版

(北京王府井大街36号 邮政编码 100710)

商 务 印 书 馆 发 行

北京瑞古冠中印刷厂印刷

ISBN 978-7-100-07143-7

2010年5月第1版

开本 787×1092 1/16

2010年5月北京第1次印刷

印张 12%

定价: 35.00 元

致 谢

本书的出版得到了国家科技支撑计划专题“产业转型对中国碳排放影响的检测与分析技术”(2007BAC03A11-04)、国家科技基础性工作专项课题“经济地理学方法研究”(2007FY140800-2)以及国家科技支撑计划专题“气候变暖背景下我国减缓和适应重大问题对策研究”(2007BAC03A12-6-2)的支持,特此致谢!

《我国低碳经济发展框架与科学基础》 研究组

顾问: 陆大道 中国科学院院士、中国地理学会理事长
刘毅 中国科学院地理科学与资源研究所所长、研究员
葛全胜 中国科学院地理科学与资源研究所副所长、研究员
彭斯震 中国 21 世纪议程管理中心副主任、研究员

课题组: 刘卫东 中国科学院地理科学与资源研究所研究员
张雷 中国科学院地理科学与资源研究所研究员
王礼茂 中国科学院地理科学与资源研究所研究员
赵建安 中国科学院地理科学与资源研究所研究员
李胜功 中国科学院地理科学与资源研究所研究员
马丽 中国科学院地理科学与资源研究所副研究员
张雷明 中国科学院地理科学与资源研究所副研究员
唐志鹏 中国科学院地理科学与资源研究所助理研究员
胡中民 中国科学院地理科学与资源研究所助理研究员
宋周莺 中国科学院地理科学与资源研究所助理研究员
刘红光 中国科学院地理科学与资源研究所博士研究生
高菠阳 中国科学院地理科学与资源研究所博士研究生
李红强 中国科学院地理科学与资源研究所博士研究生
余金艳 中国科学院地理科学与资源研究所硕士研究生
李艳梅 中国科学院地理科学与资源研究所博士研究生
刘杏认 中国科学院地理科学与资源研究所博士后
方杰 中国科学院地理科学与资源研究所硕士研究生
王志辉 中国科学院地理科学与资源研究所工程师

《我国低碳经济发展框架与科学基础》

执笔人

第一章	我国低碳经济发展的基本框架	刘卫东、陆大道、唐志鹏、刘红光
第二章	我国能源消费与供应格局情景分析	马 丽
第三章	结构节能减排的潜力分析	张 雷、李艳梅
第四章	工业技术节能减排的途径与潜力分析	赵建安
第五章	低碳能源发展情景及减排潜力分析	王礼茂、李红强
第六章	交通出行节能减排途径与潜力分析	高菠阳
第七章	建筑节能减排潜力分析	余金艳
第八章	生态系统的碳汇效应分析	李胜功、张雷明、胡中民、刘杏认、方杰

观点摘要

在哥本哈根世界气候变化大会上,温家宝总理向世界各国宣布,到 2020 年,我国单位国内生产总值(GDP)的二氧化碳排放量将比 2005 年下降 40%~45%。这个减排指标将作为约束性指标被纳入我国国民经济和社会发展的中长期规划。本报告在对已有研究成果进行系统梳理的基础上,分析了影响我国碳排放的主要因素,核算了主要减排途径的碳减排潜力,提出了至 2020 年我国发展低碳经济的路线图。

从根本上讲,人类社会经济系统的能源消耗取决于 3 个基本因素:消费、出口和投资。此外,与耗能相关的技术、管理和节约意识等,影响着能源使用的效率,从而也影响到能源消耗量。从产生碳排放的角度来看,一次能源结构(非化石能源所占比例)决定着单位能源消耗的碳排放强度。根据以上考虑,本报告主要从两大领域分析发展低碳经济的途径,即降低能源消耗量和优化一次能源结构,并且主要关注那些在宏观上可以调控的减排途径。前者包括产业结构调整、工业技术节能、建筑节能、道路交通节能等;后者主要是指发展非化石能源。在这些方面,国家可以出台硬指标或约束性指标来推动节能减排,实现低碳经济的发展目标。

一、2005 年我国碳排放现状

2005 年我国能源消费总量为 22.47 亿吨标准煤。其中,煤炭占 69.1%,石油占 21.0%,天然气占 2.8%,水电核电占 7.1%。长期以来,煤炭占我国一次能源消费总量的比重一直在 70%左右,没有大的变化。以煤为主的能源结构,是我国能源消费和碳排放的基本特点。

从部门结构来看,工业特别是冶金、化工、建材等行业是主要的耗能行业。2005 年,工业能源消费量为 15.95 亿吨标准煤,占能源消费总量的 71.0%。其中,冶金、化工和建材三个行业就占全部能源消费量的 46.8%。此外,生活消费、商业与交通运输业也是我国主要的能源消耗部门,分别占能源消费总量的 10.4%和 9.6%。

2005 年我国碳排放总量为 14.26 亿吨碳,其中第二产业占 84.8%。单位 GDP 碳排放强度为 1.8 万吨碳/亿元(GDP 按 1990 年不变价计,下同)。从直接排放来看,电力和冶金两大行业是最大的排放部门,分别占当年我国碳排放总量的 46.9%和 16.5%。在电力行业的直接排放中,38.0%是由于最终消费引起的,31.0%是由于资本形成引起的,34.3%是由于出口引起的(投入产出表存在误差,因此合计值不等于 100%,下同)。冶金

行业的直接碳排放则主要是由于投资和出口活动引起的。此外,交通运输和化工也是直接碳排放量较高的部门。

受投入产出联系的影响,直接排放不能反映最终需求导致的碳排放。通过非竞争型投入产出表,可以计算出各部门的完全碳排放量,即最终使用的碳排放量。2005年,建筑业和机电行业以及服务业(包括金融保险、房地产、文教体卫、科研机关、公共管理等其他服务业)是主要的完全排放部门,其完全排放量分别占当年我国排放总量的25.1%、25.4%和13.7%。建筑业的完全排放主要是由国内投资引起的,机电行业的完全排放则主要是由出口和国内投资活动引起的,服务业的完全排放则主要是由国内消费引起的。

根据非竞争型投入产出表,还可以计算出不同部门的碳排放敏感度。2005年,我国碳排放敏感度最高的行业是机电工业和建筑业。机电工业的产出每增加一个百分点,我国碳排放总量增加0.254个百分点;其中机电工业出口每增加一个百分点,我国碳排放量增加0.145个百分点。建筑业投资每增加一个百分点,会导致碳排放总量增加0.211个百分点。

二、影响我国碳排放的主要因素及减排潜力

1. 发展方式与产业结构

能源消费导致的碳排放强度与产业结构水平之间存在一条倒“U”字型的曲线。按照一般规律,在工业化初期,工业部门的快速增长导致碳排放总量和强度都呈上升趋势;在工业化中期,虽然电力、冶金、化工、建材等原材料部门的快速增长导致碳排放总量继续上升,但是由于第三产业比重上升,碳排放强度呈现比较稳定甚至下降的状态;工业化后期,原材料工业发展达到高峰,工业在经济活动中的比重下降,第三产业比重继续上升,导致碳排放强度呈现下降趋势。

虽然半个世纪以来,我国的碳排放强度变化基本符合这个规律,但是在2002~2005年,我国的碳排放强度出现反弹性上升。这与加入WTO后我国经历的新一轮重工业化密切相关。2002年以来,受出口高速增长的带动,电力、冶金、化工、建材等部门迅速扩张,占工业总产值的比重由2002年的22.8%迅速上升到2007年的24.6%。而第三产业比重不但没有上升,反而略有下降。

低端产品“世界工厂”的发展模式在带来高速增长的同时,也使我国付出了巨大的资源和环境成本。以2007年为例,出口活动产生的增加值仅占我国GDP的27%,但产生的完全碳排放量却占全国的34%。如果不能尽快转变这种发展模式的话,其他减排途径的效果会随着低端产品的出口而漏失!

对1995年以来我国单位GDP能耗进行的数学拟合分析表明,第三产业比重和高耗能部门比重(火电、冶金、化工和建材)可以很好地解释我国过去15年来单位产出能耗的

变化趋势(误差只有 0.93%)。假定一次能源结构不变,则这两个变量也解释了碳排放强度的变化情况。根据这个拟合函数,若 2020 年我国第三产业比重达到 47%(每年提高 0.6 个百分点),高耗能工业比重下降到 22%(每年下降 0.2 个百分点),则碳排放强度将下降为 1.34 万吨碳/亿元 GDP,比 2005 年降低 25.6%。若 2020 年第三产业比重达到 50%(接近日本 1990 年的结构水平,上升速度恢复到 20 世纪 90 年代的水平),而且高耗能工业比重下降到 20%,则碳排放强度将下降为 1.19 万吨碳/亿元 GDP,比 2005 年降低 33.9%。

因此,发展方式的转变和产业结构的调整是我国发展低碳经济的主要路径。加快结构调整对实现 2020 年碳强度降低 40%~45% 目标的贡献程度在 75% 以上。可以说,没有实质性的结构调整就无法完成 2020 年的减排目标。

2. 技术节能

技术进步可以提高能源使用效率,降低单位产出的能耗,从而在能源结构不变的情况下降低碳排放强度。尽管我国近年来十分重视节能减排工作,但工业、建筑、交通等部门的能源使用效率、耗能指标等仍与国内外先进水平有一定的差距。进一步推广节能技术,是降低我国碳排放强度的重要途径。按照适度的节能技术推广力度,2020 年我国工业、建筑和道路交通等三大领域可节能 8.13 亿吨标煤,减少碳排放 5.32 亿吨,对实现 2020 年减排目标的贡献率可达 20% 左右。

在电力生产方面,我国的发电煤耗、线损率和厂用电率与国外先进水平仍有一定的差距。若 2020 年发电煤耗下降到 325 克标煤/千瓦时,线损率下降到 4.0%,厂用电率下降到 4.5%,则可节煤 2.86 亿吨标煤,减少碳排放 1.81 亿吨。通过兼并重组、更新改造和推广新工艺,2020 年冶金工业可节能 6700 万吨标煤,减少碳排放 4252 万吨。若 2020 年全部落后产能被淘汰,建材工业可节能 8280 万吨标煤,减少碳排放 5255 万吨。

我国单位建筑面积能耗是发达国家的 2~3 倍。采用国际先进技术,可以使相关产品的能耗下降 30%~80%。建筑节能的途径很多,主要包括采用复合墙体和隔热窗、推广节能灯和节能家电、利用价格杠杆、树立节能意识等。若新建建筑都采用节能设计和节能材料,2020 年现有建筑的节能改造率达到 60%、现有用电设备的节能更新率达到 45%,则可节能 2.9 亿吨标煤,减少碳排放 2.0 亿吨。

近年来,交通运输部门的能源消耗增长速度一直高于我国全社会的能源消耗增长率。因此,减少该部门的能源消耗,是降低我国碳排放强度的重要途径。道路交通节能的环节很多,主要包括提高公交出行比例、鼓励发展小排量汽车、降低单车百公里油耗、实施更高排放标准等。若 2020 年我国大中城市的公交出行比重达到 40%,小排量汽车市场占有率达到 60%,新增机动车单车百公里平均油耗达到 6.5 升,30% 的汽车尾气排放达到欧 IV 标准,则道路交通领域可节能 8746 万吨标煤,减少碳排放 5545 万吨。

3. 非化石能源

碳排放主要是化石能源消费导致的。以煤为主的能源结构必然导致同样能源消费量的碳排放量偏高,因而优化能源结构,改变煤炭比例过高的现状,积极发展非化石能源,是降低碳排放强度的重要途径。非化石能源主要包括可再生能源和核能,其中可再生能源又以水电、生物能源、风电、太阳能为主。

根据对我国各种非化石能源发展现状和发展趋势的分析,在适度低碳情景下,2020年我国非化石能源规模将达到6.66亿吨标煤。其中,水电规模达到2.7亿千瓦,核电规模达到6210万千瓦,风电规模达到8600万千瓦,光伏发电规模达到874万千瓦,太阳能热水器达到3.0亿平方米。若2020年我国能源消费总量为45亿吨标煤,非化石能源的比例达到15.1%,则可减少碳排放2.24亿吨(超出7.1%比例以上部分的减排量,下同)。若2020年我国能源消费总量为37亿吨标煤,非化石能源的比例达到17.9%,则可减少碳排放2.54亿吨。

三、低碳经济发展的基本框架

本书设定的经济增长情景为:“十二五”期间GDP年均增长速度保持在8%,2015年GDP总量达到18.9万亿元(GDP按1990年不变价计);“十三五”期间GDP增长速度保持在7%,2020年GDP总量达到26.5万亿元。在这个增长情景下,实现碳排放强度下降40%~45%的目标,所需要的减排总量在20.3~21.6亿吨。

根据上面的分析,在所有减排途径中,产业结构调整起着主导作用。即使是按过去15年的趋势延伸下去,产业结构变化对2020年碳排放强度下降40%~45%的贡献程度也将在63.9%~56.8%。事实上,我国能否实现2020年单位GDP碳排放下降40%~45%,关键在于我们能否切实转变经济增长方式,加快产业结构调整。这里我们把这个主导减排因素设为两种情景:

- 产业结构基准情景:2015年第三产业比重上升为44%(“十二五”期间每年上升0.6个百分点)、高耗能产业比重下降为23%(“十二五”期间每年下降0.2个百分点),2020年第三产业比重和高耗能产业比重分别为47%和22%。
- 加快产业结构调整情景:2015年第三产业比重上升为45%(“十二五”期间每年上升0.8个百分点)、高耗能产业比重下降为22%(“十二五”期间每年下降0.4个百分点),2020年第三产业比重和高耗能产业比重分别为50%和20%。

基于这两种结构变化情景的低碳经济发展基本框架见表1和表2。

- 产业结构基准情景:2015年亿元GDP碳排放下降为1.235万吨(比2005年下降31.36%),2020年下降为1.054万吨(比2005年下降41.43%)。在2020年的减排总量中,结构调整贡献61.5%,工业技术节能贡献14.3%,建筑节能贡献

10.1%，增加非化石能源贡献 11.3%，道路交通贡献 2.8%。在此情景下，2020 年我国一次能源消费总量为 44.2 亿吨标煤，其中非化石能源消费 6.66 亿吨标煤，占一次能源消费的比例达到 15.1%。

- 加快产业结构调整情景：2015 年亿元 GDP 碳排放下降为 1.186 万吨（比 2005 年下降 34.12%），2020 年下降为 0.891 万吨（比 2005 年下降 50.52%）。在 2020 年的减排总量中，结构调整贡献 67.2%，工业技术节能贡献 11.8%，建筑节能贡献 8.3%，增加非化石能源贡献 10.5%，道路交通贡献 2.2%。在此情景下，2020 年我国一次能源消费总量为 37.2 亿吨标煤，其中非化石能源为 6.66 亿吨，占一次能源消费的比例达到 17.9%。

四、主要结论

节能减排、发展低碳经济，不仅是为应对全球气候变化的政府间谈判的需要，而且也是我国必须要走的一条可持续发展之路。降低社会经济发展的能源消耗强度，可以减少发展对环境的损害，增强可持续发展能力，而且也可以提高国家安全的程度。无论围绕全球气候变化的国际政治角逐如何进行下去，低碳经济都应成为我国今后发展的战略性任务。

2020 年碳排放强度降低 40%~45% 的目标可以实现，但前提是发展模式转变和产业结构调整必须取得实质性成效。碳排放强度与产业结构演化之间存在一条倒“U”字型曲线，进入工业化中期以后，第三产业比重上升和高耗能产业比重下降是碳排放强度降低的主要原因。没有发展模式的根本性转变和产业结构的实质性调整，我国将无法完成 2020 年的减排目标。

尽管“十五”以来我国大力推行工业技术节能，但至今仍有很大潜力。在不同情景下，工业技术节能对实现 2020 年减排目标的贡献程度在 12%~14%。建筑节能和增加非化石能源规模分别可以起到 10%左右的贡献。道路交通的贡献率在 2%~3%。

与一些人认为只要保持经济高速增长就可以实现碳排放强度降低 40%~45% 的目标相反，我们认为，只有保持适度增长才能实现这个目标。过去 20 年的经验表明，我国实现两位数的经济增长主要是依靠出口高速增长带动的，没有出口的增长，我们的 GDP 增长速度就只能维持在 7%~8% 左右。而出口带动的高速增长会导致“结构畸形”，即第二产业比重和高耗能产业比重偏高、第三产业比重偏低。2002~2008 年我国的经济增长就是这样的结果。本书的研究表明，这种“结构畸形”是导致碳排放难以下降的主要原因。可以说，不切实转变经济增长方式，继续依赖出口带动高速增长，我们是很难实现 2020 年单位 GDP 碳排放下降 40%~45% 的目标的！

尽管本书给出了两种不同情景下低碳经济发展的路线图，但这些路径并不等同于最终的实施方案。实施方案的确定还要考虑各种途径的成本、代价和风险。路线图仅粗略地考虑了这些因素，实施方案还有待进一步的研究。

表 1 低碳经济发展框架——产业结构基准情景

减排领域	减排途径	标志性指标	“十二五”或 2015 年		“十三五”或 2020 年	
			指标值	2015 年减排量(万吨碳)	指标值	2020 年减排量(万吨碳)
降低能源消费量	结构调整	第三产业比重	每年上升 0.6 个百分点	56182	每年上升 0.6 个百分点	122150
		高耗能产业比重	每年下降 0.2 个百分点		每年下降 0.2 个百分点	
	工业技术节能	火电煤耗/千瓦时	330 克标煤	13207	325 克标煤	18137
		输电线损率	5.5%		4.0%	
		火电厂用电率	5.0%		4.5%	
		吨钢综合煤耗	610 公斤标煤	4074	600 公斤标煤	2475
		吨铝综合能耗	8.8 吨标煤	866	8.5 吨标煤	1155
		水泥综合能耗	115 公斤标煤	4744	110 公斤标煤	5255
		乙烯综合能耗	900 公斤标煤	924	850 公斤标煤	1494
		炼油综合能耗	95 公斤标煤		90 公斤标煤	
	道路交通节能	公交出行比例	30%	1891	40%	5545
		小排量汽车比重	50%		60%	
		单车百公里油耗	7 升		6.5 升	
	城镇建筑节能	新增建筑节能	节能 50%	8163	节能 50%	14004
		既有建筑改造	每年改造 4%	1435	每年改造 4%	2153
		照明设备节能	每年更新 10%	2659	更新完毕	3817
		用电设备节能	每年更新 3%		每年更新 3%	
		树立节能意识	每年节能 2%		每年节能 2%	
改善能源结构	非化石能源	水电规模	2.20 亿千瓦	增加非化石能源消费 2.05 亿吨标煤;减少碳排放 1.3 亿吨	2.70 亿千瓦	增加非化石能源消费 3.53 亿吨标煤;减少碳排放 2.24 亿吨
		核电规模	3500 万千瓦		6210 万千瓦	
		风电规模	4500 万千瓦		8600 万千瓦	
		光伏发电规模	200 万千瓦		874 万千瓦	
		太阳能热水器	2.27 亿 m ²		3.00 亿 m ²	
		沼气等	315 亿 m ³		440 亿 m ³	
		燃料乙醇	600 万吨		1200 万吨	
总体减排结果	年减排量(亿吨碳)		9.42+1.3=10.72		17.62+2.24=19.86	
	单位 GDP 碳排放(万吨/亿元)		1.237(比 2005 年下降 31.28%)		1.054(比 2005 年下降 41.43%)	

注：①经济增长情景按文中所设。即“十二五”期间增速为 8%，2015 年 GDP 达到 18.9 万亿元；“十三五”期间增速为 7%，2020 年 GDP 达到 26.5 万亿元。GDP 为 1990 年不变价。

②碳减排量指与 2005 年排放强度相比总排放量的减少值。

③非化石能源新增量指当年非化石能源消费量扣除按 2005 年比例 7.1%折算量后的增加量。（2020 年能源消费总量为 44.1 亿吨标煤，其中非化石能源消费量为 6.66 亿吨标煤，占 15.1%）

表2 低碳经济发展框架——产业结构加快调整情景

减排领域	减排途径	标志性指标	“十二五”或 2015 年		“十三五”或 2020 年	
			指标值	2015 年减排量(万吨碳)	指标值	2020 年减排量(万吨碳)
降低能源消费量	结构调整	第三产业比重	每年上升 0.8 个百分点	64941	每年上升 1.0 个百分点	162604
		高耗能产业比重	每年下降 0.4 个百分点		每年下降 0.4 个百分点	
	工业技术节能	水电煤耗/千瓦·时	330 克标煤	13207	325 克标煤	18137
		输电线损率	5.5%		4.0%	
		火电厂用电率	5.0%		4.5%	
		吨钢综合煤耗	610 公斤标煤	4074	600 公斤标煤	2475
		吨铝综合能耗	8.8 吨标煤	866	8.5 吨标煤	1155
		水泥综合能耗	115 公斤标煤	4744	110 公斤标煤	5255
		乙烯综合能耗	900 公斤标煤	924	850 公斤标煤	1494
		炼油综合能耗	95 公斤标煤		90 公斤标煤	
	道路交通节能	公交出行比例	30%	1891	40%	5545
		小排量汽车比重	50%		60%	
		单车百公里油耗	7 升		6.5 升	
	城镇建筑节能	新增建筑节能	节能 50%	8163	节能 50%	14004
		既有建筑改造	每年改造 4%	1435	每年改造 4%	2153
		照明设备节能	每年更新 10%	2659	更新完毕	3817
		用电设备节能	每年更新 3%		每年更新 3%	
		树立节能意识	每年节能 2%		每年节能 2%	
改善能源结构	非化石能源	水电规模	2.20 亿千瓦	增加非化石能源消费 2.15 亿吨标煤;减少碳排放 1.36 亿吨	2.70 亿千瓦	增加非化石能源消费 4.01 亿吨标煤;减少碳排放 2.54 亿吨
		核电规模	3500 万千瓦		6210 万千瓦	
		风电规模	4500 万千瓦		8600 万千瓦	
		光伏发电规模	200 万千瓦		874 万千瓦	
		太阳能热水器	2.27 亿 m ²		3.00 亿 m ²	
		沼气等	315 亿 m ³		440 亿 m ³	
		燃料乙醇	600 万吨		1200 万吨	
总体减排结果	年减排量(万吨碳)		10.30+1.36=11.66		21.66+2.54=24.20	
	单位 GDP 碳排放(万吨/亿元)		1.187(比 2005 年下降 34.04%)		0.891(比 2005 年下降 50.52%)	

注:①经济增长情景按文中所设。即“十二五”期间增速为 8%,2015 年 GDP 达到 18.9 万亿元;“十三五”期间增速为 7%,2020 年 GDP 达到 26.5 万亿元。GDP 为 1990 年不变价。

②碳减排量指与 2005 年排放强度相比总排放量的减少值。

③非化石能源新增量指当年非化石能源消费量扣除按 2005 年比例 7.1%折算量后的增加量。(2020 年能源消费总量为 37.2 亿吨标煤,其中非化石能源消费量为 6.66 亿吨标煤,占 17.9%)

目 录

观点摘要

第一章 我国低碳经济发展的基本框架	1
第一节 引言	1
第二节 2005 年我国碳排放现状及其分解	3
第三节 影响我国碳排放强度的主要因素	9
第四节 主要减排途径及其减排潜力	20
第五节 至 2020 年低碳经济发展框架	37
第六节 小结	39
第二章 我国能源消费与供应格局情景分析	46
第一节 我国能源消费的发展趋势与增长因素分析	46
第二节 未来我国的能源消费需求预测	49
第三节 未来我国的能源供应情景预测	60
第四节 小结	64
第三章 结构节能减排的潜力分析	68
第一节 基本认识与判断方法	68
第二节 我国产业结构演进过程及特征	70
第三节 我国能源消费及其行为特征	72
第四节 我国产业结构节能减排的潜力分析	85
第五节 小结	91
第四章 工业技术节能减排的途径与潜力分析	94
第一节 我国工业能源消费及二氧化碳排放的国际比较	94
第二节 我国工业实现节能减排的主要问题	101
第三节 工业节能减排的主要途径与减排潜力测算	103
第四节 实现工业节能减排的主要对策	112
第五章 低碳能源发展情景及减排潜力分析	116
第一节 低碳能源发展现状与资源基础	116
第二节 低碳能源发展情景与规模预测	120
第三节 不同情景下我国低碳能源发展潜力评估	128

第四节	低碳能源对实现国家减排承诺的贡献·····	131
第五节	2020 年非化石能源占 15% 目标的可行性分析和路径设计 ·····	133
第六节	小结·····	136
第六章	交通出行节能减排途径与潜力分析 ·····	139
第一节	交通运输部门碳排放量现状·····	139
第二节	道路运输行业减排途径·····	142
第三节	交通出行减排潜力测算·····	148
第四节	交通出行减排对策·····	151
第七章	建筑节能减排潜力分析·····	153
第一节	建筑能耗的定义及其构成·····	153
第二节	我国建筑能耗现状及与其他国家的对比·····	156
第三节	建筑节能的途径·····	160
第四节	我国建筑节能减排潜力分析·····	163
第八章	生态系统的碳汇效应分析·····	175
第一节	过去 30 年土地利用变化对生态系统碳汇的影响 ·····	175
第二节	生态系统碳汇功能的现状·····	177
第三节	增加生态系统碳汇的可能途径与未来增汇潜力·····	181
第四节	小结·····	185

第一章 我国低碳经济发展的基本框架^①

第一节 引言

2009年9月22日,在联合国气候变化峰会上,胡锦涛主席代表我国政府向世界承诺,到2020年我国非化石能源占一次能源消费的比重达到15%左右。2009年11月25日,温家宝总理主持召开国务院常务会议,研究部署应对气候变化的工作,决定到2020年我国单位国内生产总值(GDP)的二氧化碳排放量比2005年下降40%~45%,并将其作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划。在哥本哈根世界气候变化大会上,温家宝总理向世界各国宣布了这一减排目标,表明了中国政府的减排决心。无论围绕全球气候变化的国际政治角逐如何进行下去,从我国能源供给、环境变化和可持续发展的角度看,节能减排都是我们必定要追求的一条道路。低碳经济只不过是这条可持续发展之路的代名词而已。

对于40%~45%这样一个碳排放强度降低目标,并不存在能否实现的问题,而只是成本和代价有多大的问题。碳减排与发展权密切相关,肯定是要付出一些代价的。毋庸置疑,摆在我们面前的低碳路径并不少,但是,各条路径在成本、代价和风险上存在差异。因此,实现碳排放强度降低40%~45%的目标,并不是一个简单地罗列各种减排途径的问题,而是需要科学地分析和论证,选择成本、代价、风险最小,而减排效果最明显的路径。但是,这样深入的工作并非短期内就可以完成的;在短短1~2个月的时间内,本报告只能对已有的研究成果进行梳理和集成,分析影响我国碳排放的主要因素,核算主要减排途径的碳减排潜力,提出至2020年我国发展低碳经济的路线图。具体的实施方案有待更加深入的研究和论证。

此外,由于对地区间投入产出的联系尚缺乏研究,我们目前还难以确定和区分不同地区间在碳排放上的责任,因而也无法将减排指标科学合理地落实到各地区。例如,内蒙古过去几年碳排放增长很快,但这到底是其他地区对能源(特别是电力)的强劲需求所带动的,还是内蒙古自我发展导致的?如果内蒙古不发展那么大规模的煤炭和火电产业,我们巨大的能源需求又能到哪里去满足?我们认为,在相当大的程度上,最终需求是问题的关键。在对不同地区间碳排放的联系和责任进行深入研究之前,我们不能武断地将减排指

^① 本章是在后面各章的基础上完成的总报告。部分内容与后面章节有重复。

标分配到各地区,否则可能会导致一些关键产业链的断裂,影响国民经济的正常发展。

大气中温室气体的来源是多样化的,既有自然过程的排放,也有人类活动导致的排放。目前主流的观点是,人类消耗的化石能源是大气中温室气体浓度较快上升的主要根源,而且二氧化碳浓度与升温被紧密地联系起来。尽管这个观点不断遭到挑战,但它主导着围绕全球气候变化所进行的国际间政治和经济角力。其实,不论这个观点能否经得起历史的考验,从化石能源的不可再生性来看,减少社会经济发展对化石能源的依赖、发展低碳经济,都是正确的选择。因此,本报告不过多涉及气候变化问题,而是紧紧围绕节能减排这个核心,着重从能源消费的角度研究实现 2020 年单位 GDP 碳排放降低 40%~45%这一目标的主要途径。

我们的社会经济系统是一个庞大而复杂的系统,能源是这个系统运转的基础,其消耗渗入到系统的每一个环节。因而,可以节能减排的环节应该是不计其数的。但从根本上讲,这个系统的能源消耗取决于三个基本因素:消费(最终使用,与收入水平相关);出口(与国际竞争力相关);投资(基本建设,与发展水平相关)。此外,与耗能相关的技术、管理和节约意识等,影响着能源使用效率,从而也影响到能源的消耗量。当然,从产生碳排放的角度来看,一次能源结构(非化石能源比例)决定着单位能源消耗的碳排放强度。根据以上考虑,本报告主要研究那些在宏观上可以调控的减排途径,包括产业结构调整、能源结构调整、工业技术节能、建筑节能、交通节能等。在这些方面,国家可以出台硬指标或约束性指标来推动节能减排、实现低碳经济的发展目标。而对于个人树立低碳消费意识(如适度消费)等途径,只能采取鼓励和引导的措施,不宜设立“硬”指标。**本章的主要结论为:**

- 2020 年碳排放强度降低 40%~45%的目标可以实现,但前提是发展模式转变和产业结构调整取得实质性成效。碳排放强度与产业结构演化之间存在一条倒“U”字型曲线,进入工业化中期之后,第三产业比重上升和高耗能产业比重下降是碳排放强度降低的主要原因。结构调整对实现 2020 年减排目标的贡献率在 62%~67%。**没有发展模式的根本性转变和产业结构的实质性调整,我国无法完成 2020 年的减排目标。**
- 尽管“十五”以来我国大力推行工业技术节能,但仍有很大潜力。在不同情景下,工业技术节能对实现 2020 年减排目标的贡献程度在 12%~14%。建筑节能和增加非化石能源规模分别可以起到 10%左右的贡献;道路交通的贡献率在 2%~3%;若采取相应的增汇措施,2020 年,我国生态系统的固碳能力可达到当年碳排放量的 10%左右,成为一个重要的减排措施。
- 与一些人认为只要保持经济高速增长就可以实现碳排放强度降低 40%~45%的目标相反,我们认为,只有保持适度增长才能实现这个目标。过去 20 年的经验表明,我国实现两位数的经济增长主要是依靠出口高速增长带动的,没有出口的增长,我们的 GDP 增长速度只能维持在 7%~8%左右。而出口带动的高速