

国家环保公益性行业科研专项项目 (2010467066)

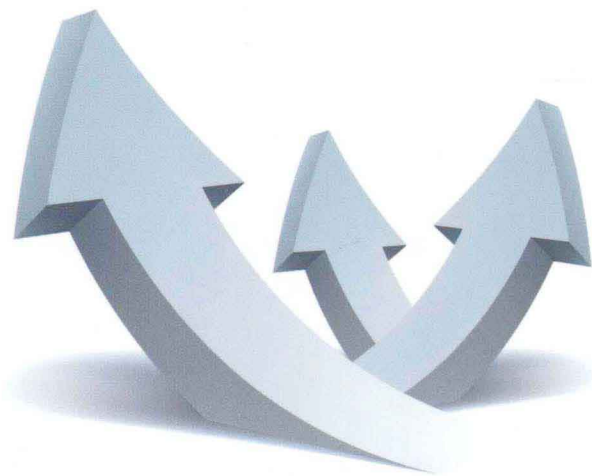
国家环境管理科技支撑计划项目 (2007BAC16B09)

国家环境保护环境规划与政策模拟重点实验室开放基金课题 (20110101)

污染减排的 经济效应分析

ECONOMIC IMPACT ANALYSIS OF
POLLUTION REDUCTION

蒋洪强 张 伟 王明旭 著



中国环境出版社

国家环保公益性行业科研专项项目 (2010467066)

国家环境管理科技支撑计划项目 (2007BAC16B09)

国家环境保护环境规划与政策模拟重点实验室开放基金课题 (20110101)

污染减排的经济效应分析

蒋洪强 张 伟 王明旭 著



中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

污染减排的经济效应分析/蒋洪强, 张伟, 王明旭著. —
北京: 中国环境出版社, 2013.5

ISBN 978-7-5111-1447-1

I. ①污… II. ①蒋…②张…③王… III. ①污染
防治—经济效果—研究②节能—经济效果—研究
IV. ①X5②TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 100947 号

出版人 王新程
责任编辑 葛莉 刘焱
文字编辑 赵楠捷
责任校对 尹芳
封面设计 彭杉

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)
010-67113412 (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 2013 年 6 月第 1 版
印 次 2013 年 6 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 16
字 数 355 千字
定 价 48.00 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

前 言

改革开放三十多年来，中国取得了举世瞩目的成就，全国 GDP 保持了年均 9.6% 的快速增长，人民群众生活水平有了显著提高，国家经济实力和综合国力大幅度增强。然而，我国经济总量的增长实际上走的是一条粗放式的发展道路，对资源进行掠夺式开发利用，对生态环境造成了严重破坏和污染，所取得的经济成就建立在大量资源消耗和环境污染的基础上。面对我国当前日益严峻和复杂的环境形势，十六大以来，党中央提出了树立和落实科学发展观、构建社会主义和谐社会、建设生态文明的重大战略思想。中央的一系列战略决策表明，我国环境与发展的关系正在发生重大变化，环境保护成为现代化建设的一项重大任务，环境容量成为区域布局的重要依据，环境管理成为结构调整的重要手段，环境标准成为市场准入的重要条件，环境成本成为价格形成机制的重要因素。这些重大变化，标志着我国环保工作进入了从牺牲环境换取经济增长转向以保护环境优化经济增长的新阶段。

第六次全国环保大会上，温家宝总理意味深长地强调，做好新形势下的环保工作，关键是要加快实现三个转变：一是从重经济增长轻环境保护转变为保护环境与经济增长并重，把加强环境保护作为调整经济结构、转变经济增长方式的重要手段，在保护环境中求发展。二是从环境保护滞后于经济发展转变为环境保护和经济发展同步，做到不欠新账，多还旧账，改变先污染后治理、边治理边破坏的状况。三是从主要用行政办法保护环境转变为综合运用法律、经济、技术和必要的行政办法解决环境问题，自觉遵循经济规律和自然规律，提高环境保护工作水平。这三个转变是方向性、战略性、历史性的转变，是我国环境保护发展史上一个新的里程碑。

由“环境换取增长”阶段到“环境优化增长”的新阶段，表明环境保护与经济增长之间由此消彼长的替代关系，改变为一种相互促进的互补关系，“环境”由一种被放弃、被排斥的对象，转变为对经济增长起到促进作用的因素。一方面表现为环境保护可以直接产生经济利润，创造国内生产总值（GDP），增加利税，提供新的就业机会，拉动经济的发展。这是环境保护优化和改善经济增长的最有说服力的证据之一。另一方面表现为环境保护可以

优化经济发展的质量,改善经济结构,提出资源利用效率,降低污染物排放量,促使传统工业脱胎换骨,实现科学发展。

作为环境保护的重要手段和抓手,“十一五”期间我国实施的污染减排战略对环境改善起到了重要作用。在化学需氧量和二氧化硫排放量方面,均超额完成了规定的减排目标,2010年比2005年分别下降12.45%和14.29%。污染减排措施对减少污染物排放、改善环境质量起到了较为明显、积极的作用。全国脱硫机组装机容量已经达到5.78亿kW,占全部火电机组的比例从2005年的12%提高到82.6%。城市污水处理能力达到1.25亿 m^3 ,城市污水处理率由2005年的52%提高到75%以上。2010年全国地表水国控监测断面中,I至III类水质断面比例为51.9%,劣V类水质断面比例为20.8%,I至III类水质断面比例比2005年提高14.4个百分点,劣V类水质断面比例下降6.6个百分点;全国城市大气中二氧化硫、可吸入颗粒物的年均浓度分别下降26.3%和12%。

然而,在关注污染减排措施发挥巨大的环境改善效应同时,同样需要关注污染减排对经济发展以及结构调整优化的作用。客观地说,虽然我们开始认识到环境保护、污染减排对于优化经济发展的作用,但对这些的认识还是初步的、浅层的,不能准确地、定量地说明它、把握它。例如,大家都知道过去30多年所进行的环境保护工作,包括加强工业污染防治、污染源限期治理、关停并转、提高环保准入标准、强化环保法治、普及环境意识等,已经在一定程度上促进了经济结构调整,改善了经济增长方式,对经济发展作出了贡献,但这种贡献究竟有多大,今后随着环保要求不断提高,又在多大程度上可以促进经济增长方式进一步转变,这些都是国家宏观决策时亟需了解的,但我们还不能定量准确地回答。

为了深入研究环境保护对优化经济发展的贡献效应,特别是研究“十一五”期间我国污染减排措施对经济增长和结构调整的贡献效应,在环境保护部科技标准司等有关部门支持下,设立了“环境优化经济发展的贡献及其政策设计”(国家环境管理科技支撑计划项目,2007BAC16B09)、“污染减排对经济结构调整的作用机理、效果评估及协同预警研究”(国家环保公益性行业科研专项项目,2010467066)和国家环境保护环境规划与政策模拟重点实验室开放基金课题(20110101),本书是作者在承担和参与上述课题的研究成果基础上撰写的一部学术专著。

鉴于污染减排的经济效应研究复杂性和涉及学科的广泛性,在研究和写作过程中,本书突出定量分析和模型技术应用,强调理论研究和案例研究相

结合。一是建立了污染减排的经济效应分析框架和理论方法；二是建立了污染减排的经济效应投入产出模型体系；三是从国家、东中西三大区域、珠江三角洲地区、松花江流域、重点行业等多个研究尺度，实证测算分析了污染减排对经济发展、产业结构调整的贡献作用，总结了不同研究尺度污染减排经济效应的特征规律，提出了相关政策建议，为我国“十二五”污染减排政策制定以及后评估提供了决策支持。

全书共分9章。第1章是概论，介绍了我国经济快速发展面临的资源与环境压力，研究理论基础、相关研究进展以及本书研究的技术框架。第2章对我国“十一五”期间污染减排背景、目标、实施情况以及环境效果进行了全面回顾。第3章论述了污染减排经济效应分析的一般理论和方法，主要包括投入产出模型、可计算一般均衡模型、计量经济学模型和系统动力学模型等。第4章建立了基于环境经济投入产出模型的污染减排经济效应测算模型，该模型分别将环保投资、治理运行费以及淘汰落后产能、环保标准等污染减排措施纳入投入产出表中，从而测算上述污染减排措施的实施对经济增长和经济结构调整的贡献作用。第5至9章分别从国家、三大区域、重点行业、松花江流域、珠江三角洲地区等多个研究尺度，定量化测算分析污染减排对区域经济发展、产业结构调整的贡献作用和经济社会贡献效应。

全书由环境保护部环境规划院国家环境规划与政策模拟重点实验室常务副主任蒋洪强研究员、张伟助理研究员以及广东省环境科学研究院王明旭统稿。在本书的研究、撰写过程中，得到了环境保护部规划财务司、科技标准司和环境规划院领导的关怀和悉心指导。贾金虎处长、王金南副院长、吴舜泽副院长、周国梅研究员、周军博士、张平淡教授、朱艳春博士、朱松博士等对本书研究成果提出了宝贵意见和建议。中国环境出版社为本书的出版付出了大量心血。环境规划院重点实验室同事卢亚灵、吴文俊、张静、杨勇、刘年磊、武跃文、刘洁、杜鹏等在工作中给予了帮助。在此，对以上所有人员表示衷心感谢。由于作者水平有限，书中不足与错误难免，恳请读者批评指正。

作者

2012年12月

目 录

第 1 章 概 论	1
1.1 研究背景	1
1.2 理论基础	20
1.3 国内外研究与实践进展	29
1.4 技术框架	34
第 2 章 国家“十一五”污染减排回顾评价	38
2.1 污染减排工作回顾	38
2.2 “十一五”污染减排目标	39
2.3 “十一五”污染减排实施评估	41
2.4 “十一五”污染减排的环境效应分析	51
2.5 主要结论	57
第 3 章 污染减排经济效应分析的一般模型方法	59
3.1 投入产出模型	59
3.2 可计算一般均衡模型	67
3.3 计量经济模型	74
3.4 系统动力学模型	88
第 4 章 污染减排的经济效应测算模型	97
4.1 模型构建的基本思路	97
4.2 环境经济投入产出表的构建	100
4.3 污染减排投入贡献度测算模型	101
4.4 结构减排贡献度测算模型	108
4.5 产业结构优化贡献测算模型	109
第 5 章 国家污染减排的经济效应分析	111
5.1 研究背景	111
5.2 研究思路及框架	113
5.3 数据来源及相关参数	114
5.4 测算结果分析	117

5.5 结论与建议.....	125
第6章 三大区域污染减排的经济效应分析——以东、中、西部为例.....	129
6.1 研究背景.....	129
6.2 数据来源及相关参数.....	130
6.3 测算结果分析.....	134
6.4 结论与建议.....	149
第7章 重点行业污染减排的经济效应分析——以“两高一资”重点行业为例.....	153
7.1 研究背景.....	153
7.2 数据来源及相关参数.....	154
7.3 测算结果分析.....	156
7.4 结论与建议.....	167
第8章 重点流域污染减排的经济效应分析——以松花江流域为例.....	170
8.1 研究背景.....	170
8.2 松花江流域环境经济发展状况.....	171
8.3 数据来源及相关参数.....	172
8.4 测算结果分析.....	174
8.5 结论与建议.....	182
第9章 重点城市群污染减排的经济效应分析——以珠三角区域为例.....	185
9.1 研究背景.....	185
9.2 区域概况.....	186
9.3 “十一五”发展情况回顾.....	187
9.4 数据来源及相关参数.....	189
9.5 测算结果分析.....	192
9.6 结论及建议.....	212
附表.....	218
参考文献.....	238

第1章 概 论

改革开放三十多年来,中国取得了举世瞩目的成就,社会生产力得到极大的解放和发展,全国 GDP 从 1978 年的 3 645 亿元增加到 2010 年的 39.8 万亿元,年均保持了 9.6% 的快速增长,人民群众生活水平有了显著提高,国家经济实力和综合国力大幅度增强。然而,我国经济总量的增长实际上走的是一条粗放式的发展道路,对资源进行掠夺式开发利用,已经对生态环境造成了严重破坏和污染,所取得的经济成就建立在大量资源消耗和环境污染的基础上。随着我国经济的快速发展,经济社会的发展同资源环境压力之间的矛盾日益显现出来。转变经济发展方式的需求也越来越迫切。

中国的现实国情要求中国经济要保证健康平稳发展,因此,如何在保证经济发展的同时逐步转变我国“高耗低效”的发展方式,建立现代化工业体系是中国面临的重大问题。“环境优化经济增长”是国家实现经济增长方式战略转型的必然途径。通过制定包括政策、法规、标准在内的综合体制机制,把环境保护作为一种手段,倒逼经济结构升级以及发展方式转变,实现“环境保护优化经济增长”,推动经济增长由粗放型向集约型转变,由片面追求经济增长向全面协调可持续发展转变,从而促进国民经济又好又快发展,达到环境保护与经济发展双重目标。环境将不再是被经济增长所牺牲、排斥的因素,相反成为促进经济增长的重要因素。而作为我国环境优化经济增长的主要措施,“十一五”期间实施的污染减排战略通过产业结构调整、末端治理工程以及监管等措施,实现环境保护倒逼经济方式转变,取得了十分显著的效果,进一步印证了环境保护优化经济发展和结构调整的突出作用。

1.1 研究背景

1.1.1 我国经济快速增长的结构性难题

新中国成立 60 多年来,中国经济取得了令世界瞩目的高速增长,年均增长率达到了 7.8%,尤其是 1978 年改革开放以来的 30 多年间,中国 GDP 年均增长更是高达 9.76%。在世界近代史上,连续 30 多年高速增长非常罕见,作为一个大国来说更是绝无仅有的。第二次世界大战后日本经济的黄金时期也只持续 20 多年。中国目前是世界最大出口国和制造国,也是第二大经济体。

改革开放后,虽然中国不同地区的经济增长率存在差异,但各省份的经济都呈现飞速发展态势。目前,长三角、珠三角和京津冀三大都市经济圈的生产总值已经占全国的 35%,投资消费占 1/3,进出口总额占 3/4,成为拉动经济社会发展的三大引擎。中国区

域发展战略也不断完善，中央在做出率先发展东部地区决策后，相继制定了实施西部大开发、振兴东北老工业基地、促进中部地区崛起等重大战略部署。西部地区、东北地区、中部地区近些年经济发展速度明显高于发展战略实施前，中国区域协调发展格局基本形成。另一方面，中国仍然是世界上发展最快的国家，即便是 31 个省（市、自治区）中增长速度最慢的省份，其速度也要高于世界上任何一个国家。世界银行发布报告称即使中国经济增速放缓，也将可能在 2030 年前跻身高收入行列，并成为世界第一大经济体。

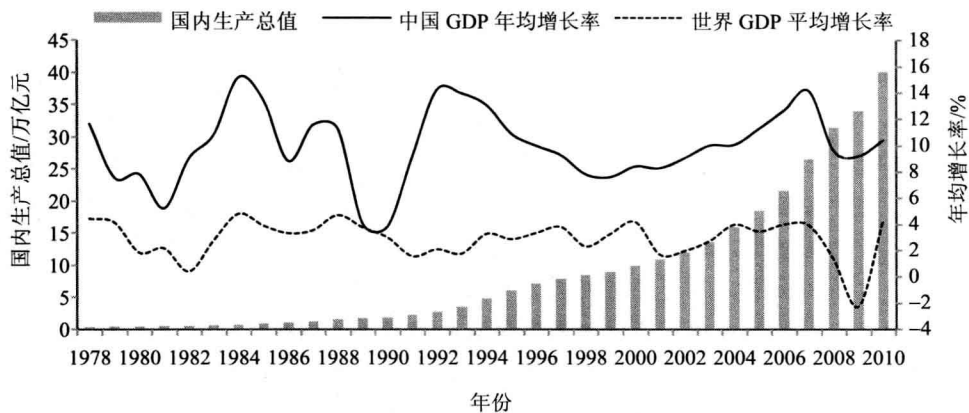
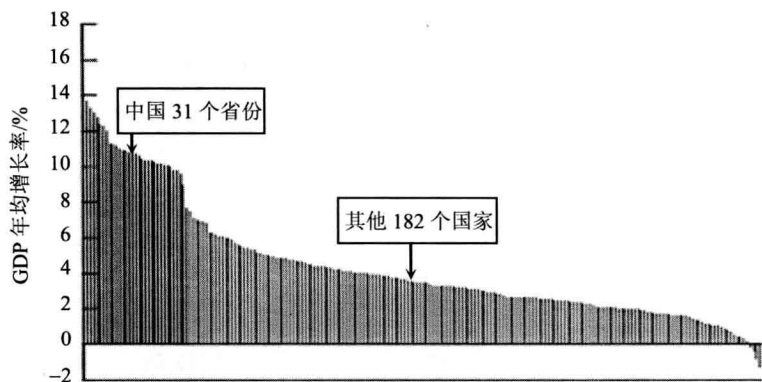


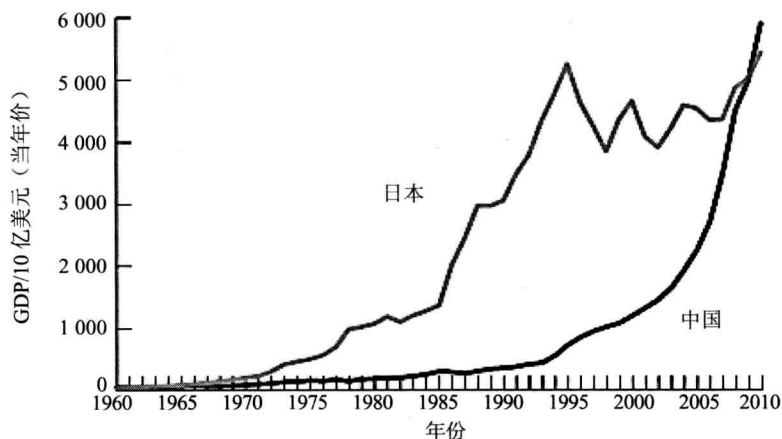
图 1-1 中国改革开放 30 年经济发展情况

数据来源：《2011 年中国统计年闻》；世界货币基金组织（IMF）数据库（<http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>）。



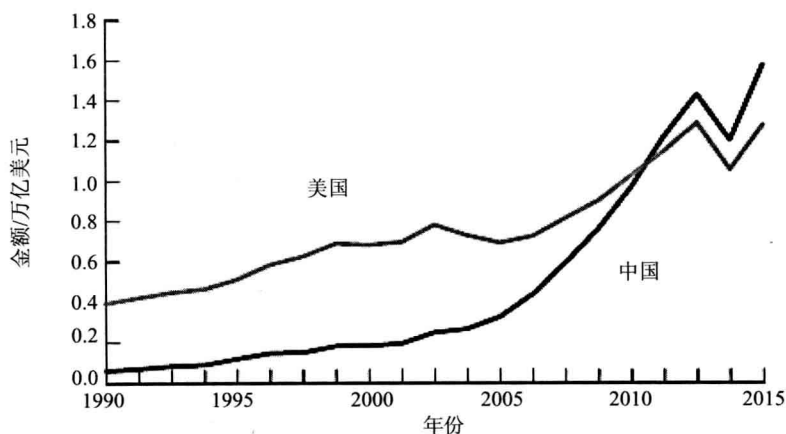
数据来源：NBSC 2010；世界银行 2011。

a. 中国整体呈快速增长状态



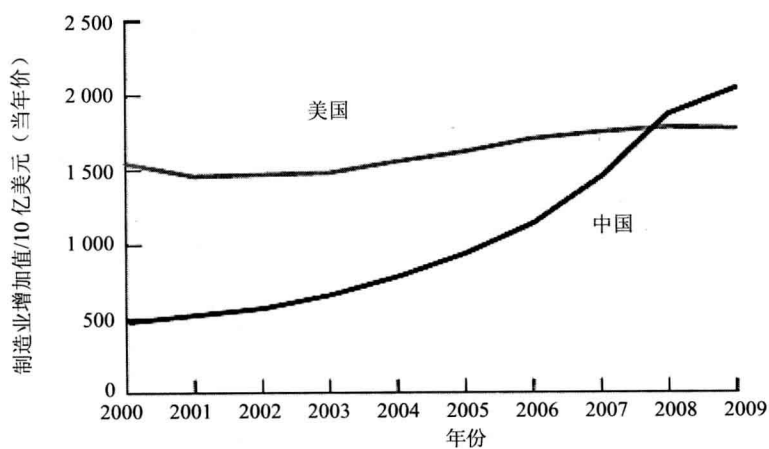
数据来源: NBSC 2010; 世界银行 2011.

b. 中国已成为第二大经济体



数据来源: NBSC 2010; 世界银行 2011b.

c. 中国将成为世界最大出口国



数据来源: UNSD 2010.

d. 中国成为世界最大工业制造国

图 1-2 中国经济发展与世界其他国家比较

图表来源: 世界银行报告《China 2030》. (<http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/China-2030-complete.pdf>)

改革开放 30 年来,长期困扰我国经济发展的产业结构不合理的状况有了较大改观,三次产业增加值在国内生产总值中所占的比例从 1978 年的 28.2:47.9:23.9 调整为 2010 年的 10.1:46.8:43.4 (图 1-3)。第三产业的比重明显加大,2010 年第三产业仅比第二产业低 3.4 个百分点;第一产业呈逐年下降趋势,2010 年占国民经济比重仅为 10.1%。但第二产业比重呈现一定的波动性,20 世纪 80 年代呈一定下降趋势;到 20 世纪 90 年代,呈现较为明显的增长趋势;21 世纪头十年则逐渐趋缓,呈小幅提高趋势。

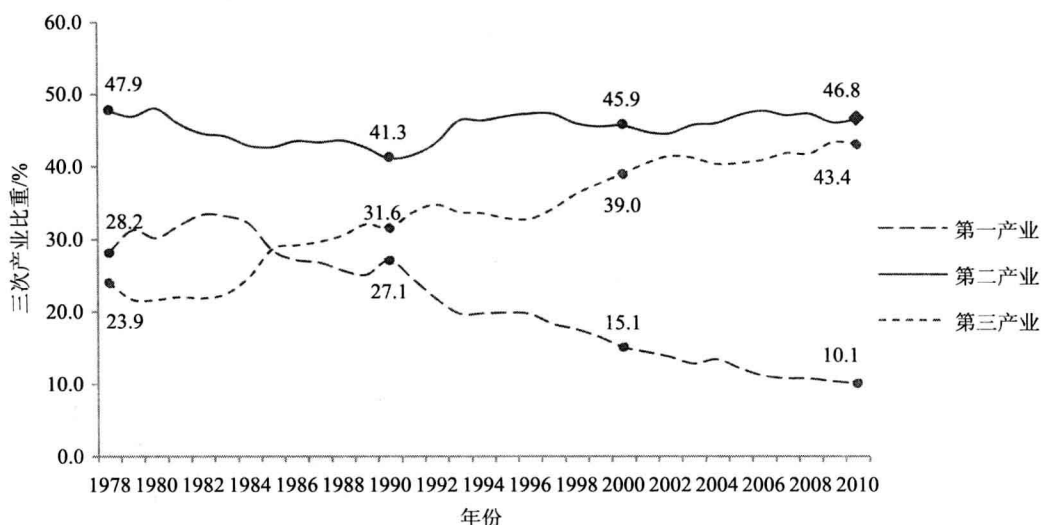


图 1-3 中国 1978—2010 年三次产业格局变化

数据来源: 2011 年《中国统计年鉴》。

过去 30 年,中国产业发展呈现以下特征:

(1) 农业发展成绩突出。中国用占世界不足 10% 的耕地解决了超过世界 20% 人口的吃饭问题,到 20 世纪 80 年代中期农产品供给长期短缺的现象即得到根本改观,实现了总量基本平衡、丰年有余;同时,农业结构调整取得明显成效,国民经济所占比重从 1984 年的最高的 33.4% 逐步下降为 2010 年的 10% 左右。

(2) 工业实现跨越式发展。按可比价计算,2010 年工业增加值是 1978 年的 33 倍,达到 160 867 亿元;2010 年水泥、粗钢、化学纤维、汽车以及产量分别比 1978 年增长 28 倍、19 倍、108 倍、122 倍和 15 倍,目前已超越日本,确立了世界最大制造业国家地位;加快淘汰落后产能,工业技术水平不断提升,火电主力机组已发展到 30 万 kW 和 60 万 kW 级,钢铁工业连铸比超过 95%,铜铅冶炼先进工艺产能占 70% 以上,新型干法水泥达到 56%。

(3) 服务业发展迅猛。30 年期间年均增长 10.8%,2010 年服务业增加值达到 17.3 万亿元,交通运输及仓储邮电业、批发和零售业、住宿和餐饮业增加值分别比 1978 年增长 18.4 倍、20.1 倍和 38.3 倍。

在产业结构优化的同时,中国对外贸易结构也不断升级,出口商品结构实现了“两个转变”:一是实现了从初级产品为主到工业制成品为主的转变,工业制成品的比重由

1978 年的 46.5%提升为 2010 年的 96.2%；二是实现了从劳动密集型产品为主到资本密集型和技术密集型产品为主的转变，1980 年机械及运输设备占全部出口的比重为 4.6%，到 2010 年机电和高新技术产品占全部出口的比重分别达到 42%和 22%。

中国目前所取得的成就，即使是改革开放当初的设计者也是想象不到的。然而中国模式在给世界带来经济增长奇迹的同时，本身所存在的结构性难题也不容忽视^[1]。主要表现在以下四个方面：

(1) 劳动和资本收益的差距在扩大。马克思在 100 多年前的《工资价格和利润》一文中就指出，劳动和资本的利益冲突是资本主义经济不稳定的一个重要原因。社会主义要消除劳资冲突，实现按劳分配。但从 2000 年以来，国民收入账户中劳动和资本的份额已经从 50%和 50%迅速变为 30%和 70%。最低工资法在企业中实施困难。劳动和资本相抗衡的力量有待进一步提高。劳动和资本在新价值分配中的结构失衡是目前经济发展中需要协调的重要问题之一。

(2) 城乡二元化结构特征使社会要素流动性增强、城市和农村发展的差异拉大。我国的城乡发展差异经历了一个“V”字形的收入变动，目前是其关键阶段。新中国成立初期城乡差距不明显，到计划经济时的工农业剪刀差造成了城乡差距，1978—1984 年改革开放初期，城乡收入差距从 2.6:1 缩小到 1.8:1。从这以后出现了一个重要的拐点，此后城乡差距一直持续拉大。截止到 2008 年，城乡收入差距已经扩大到 3.3:1。如果将城乡居民财产性收入计算在内，这个比例还将会扩大。

(3) 要素禀赋差异导致的地区差距增大。截止到 2010 年，我国 70%的 GDP 是沿海省份贡献的，江、浙、粤、沪四省市的 GDP 总量占比已超过 40%。占国土面积 70%的中部、西部地区，经济发展依然滞后。由于制度和外部环境（如土地、环境）的制约，后发优势已经逐步变成为后发劣势。大量的后发展地区居民如何实现工业化和现代化，是经济转型中的一个紧迫问题。

(4) 劳动力供需形势发生巨大转变。中国的人口结构正推动着中国的劳动力市场和区域发展分布发生着重大转折，中西部地区的劳动力人口不再向东部大量流动，直接导致东部劳动力价格飙升。而西部地区劳动力人口数量增加，使得中西部本来不太充足的各种商品供应更为紧张。劳动力引导的区域发展布局颠覆了我国传统工业和制造业的发展格局，东部沿海地区、西部地区以及中部地区都将随着劳动力供需新特征而进一步调整。

1.1.2 经济快速增长面临资源环境压力

传统增长模式把国内生产总值的增长作为经济发展的首要甚至是唯一的目标。在这种发展观的指导下，人们关心的只是国内生产总值的数量，并以此作为衡量发展水平高低的唯一尺度。这种发展观的弊端现已逐步显露，传统增长模式几乎不考虑经济增长对环境和生态系统的破坏性影响，它是以资源可以无限制供应的假设为基础的^[2]。中国在经济领域取得了惊人的增长主要是依靠大量资源、环境要素投入和牺牲，粗放型经济增长方式带来经济指标上升的同时，也带来了严重的环境问题。各种污染物排放不仅恶化了环境质量，也遏制了经济的进一步增长，中国每年因环境污染造成的经济损失巨大。

环境保护部环境规划院发布报告^①指出, 30 年的改革开放和经济增长带来了中国生态环境的“翻天覆地”的退化。中国用了 30 年的时间取得了发达国家 100 多年的经济增长成就, 同时发达国家 100 多年(甚至 200 多年)的环境问题在中国 30 年内都已经集中爆发。30 年的生态环境判断是: 生态环境总体恶化, 环境质量局部改善, 环境污染相当于美国和欧洲 20 世纪 60—70 年代的水平。中国已经是主要污染物排放最大的国家, 中国也必然是未来承受环境压力最大的国家, 同时中国也是实际上的环境污染的最大受害国。分析表明, 中国环境污染和生态破坏的损失已经占到全国 GDP 的 7%~8%, 环境问题已经严重影响经济的可持续发展以及公众健康和社会稳定。总体上说, 中国过去 30 年的高速增长付出了巨大的资源环境代价, 30 年的发展是一种“高经济增长、高资源消耗、高环境代价”的发展, 环境污染损失正在蚕食经济成就。

1.1.2.1 资源能源消耗量巨大, 使用效率低下造成严重浪费

(1) 资源保障程度较低。改革开放 30 多年来, 中国工业化和城市化进程突飞猛进, 经济的高速增长依赖高投入、高消耗、高污染、低效率的粗放型增长方式, 以“资源换增长”的资源消耗型发展模式仍普遍存在。与其他国家相比, 我国的资源相对紧缺, 人均资源占有量大大低于世界平均水平。据统计, 1990—2009 年, 我国石油消费由 1.18 亿 t 增加到 3.84 亿 t, 煤炭由 10.55 亿 t 增加到 29.58 亿 t, 粗钢由 5 100 万 t 增加到 5.72 亿 t, 铜由 51.2 万 t 增加到 413.49 万 t, 铝由 86.1 万 t 增加到 1 288.61 万 t, 19 年间能源矿产消费增加了 2 倍多, 金属矿产消费增加了 8~15 倍。2009 年我国石油、铁矿石、铜和铝的对外依存度分别达到 52%、69%、65%和 55%。资源消耗持续增长的同时, 资源利用效率依然较低, 目前, 以每生产 1 t 钢的用水量为例, 中国是 25~56 m³, 美国是 5.5 m³, 英国是 5.5 m³。中国单位产值的矿产资源与能源消耗量是世界平均值的 3 倍。据测算, “十一五”期间我国资源产出率仅为 320~350 美元/t 的水平, 且有逐年下降的趋势, 目前先进国家已达到 2 500~3 500 美元/t。根据初步判断, 中国人力资源的红利期最多还能持续到 2015 年左右, 而投资持续增长的支撑十分有限, 中国近 30 年来是用 20%~25%的投资增长率在维持着 9.7%~11.6%的经济增长速度。这样的资源禀赋不可能支撑高投入、高消耗的发展模式。

(2) 矿物资源开发规模日益扩大, 但开采效率低下, 生态破坏较为严重。改革开放以来, 为了加快经济发展, 提高资源保障程度, 我国矿产资源开发强度日益加大, 1999—2008 年我国非油气矿产资源开采量从 41.84 亿 t 快速增加到 67.2 亿 t, 年均增长 4.9%。我国的矿石资源的开采效率较低, 产值也较小, 如 2008 年每吨金属矿石开挖量创造的价值为 26 美元, 比世界平均水平低 26%。其中, 铁矿开采的资源效率分别是美国的 37.7%、日本的 76.9%、德国的 62.8%。同时, 我国矿产资源开采造成的环境污染问题十分严重, 2008 年每开采 1 t 矿产资源的废水、COD、氨氮排放量分别是 0.21 t、0.22 kg、0.01 kg, 远高于发达国家水平。粗放式的矿产资源开发态势, 不仅造成了矿物资源的极大浪费,

^① 王金南, 於方, 董战峰, 等. (2009). “中国改革开放 30 年经济增长的环境代价分析”. 重要环境信息参考 (环境规划院内刊), 第 5 卷 第 1 期.

也产生了很大的生态环境问题,严重影响了矿产资源的可持续开采和生态环境的可持续利用。

(3) 能源消费量持续增长,能源效率依然较低。中国的能源消费总量节节攀升,由1978年的5.71亿t标准煤增长到2011年的34.80亿t标准煤,年均增长5.6%,成为世界第二大能源消耗国(图1-4);同时中国以煤炭为主的能源消费结构并没有较大改观,虽然我国水电、核电、风电等清洁能源比例进一步提高(2011年达到了8%),但煤炭消费比重仍然占68.4%,能源消费结构不利于污染减排(图1-5)。在节能方面,中国节能提效工作取得一定的成绩,单位能耗呈一定下降趋势(图1-4),但我国能源效率仍然偏低,2010年每万美元能耗是世界平均水平的2.2倍,是美国的2.7倍,是德国的4.3倍、日本的4.4倍、法国的4.2倍,甚至是巴西的3.4倍(图1-6)。根据世界能源机构2006年统计,中国的普通钢、水泥、合成氨等高耗能产品的单位能耗要比最先进的国家分别高出50%、60%和33%。中国的综合能源效率约为33%,比发达国家低约10个百分点。电力、钢铁、有色金属、石化、建材、化工、轻工、纺织等8个行业主要产品单位能耗平均比国际先进水平高40%。钢铁、水泥、纸和纸板的单位产品综合能耗比国际先进水平分别高21%、45%、120%。机动车油耗水平比欧洲高25%,比日本高25%。中国单位建筑面积采暖能耗相当于气候条件相近的先进发达国家的2~3倍。与此同时,我国碳排放占全球碳排放的份额也逐年提高,由1978年的7.9%增加到2011年的28%^①,超过美国,成为世界碳排放第一大国。

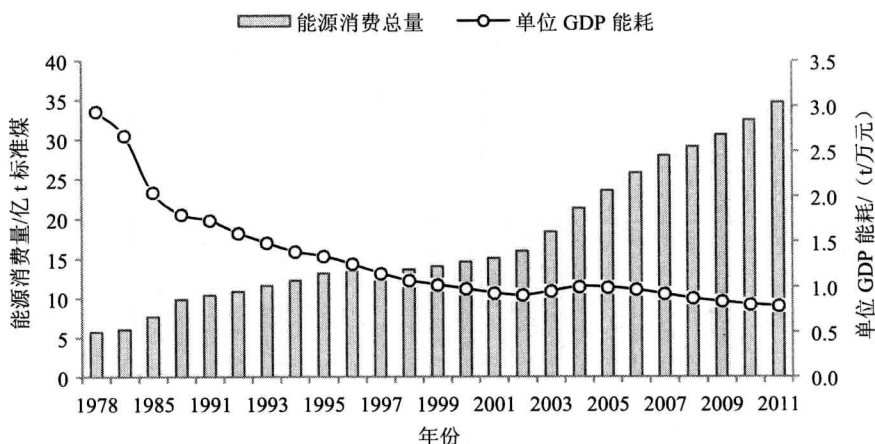


图1-4 中国1978—2011年能源消费总量及能源消费强度

数据来源:《中国统计年鉴2011》。

^① Peters G., Andrew R., Boden T., et al. 2012. The challenge to keep global warming below two degrees[J]. Nature Climate Change, 2012 (3): 4-6.

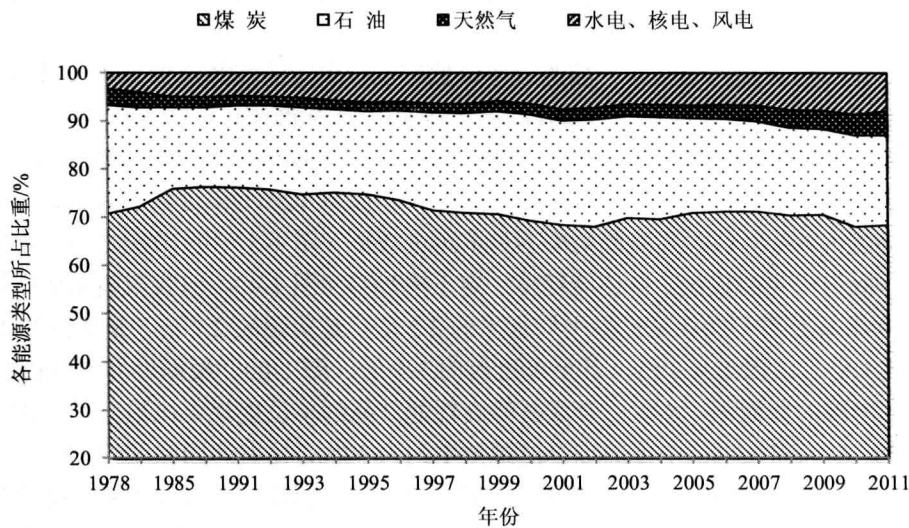


图 1-5 改革开放以来中国能源结构的变化趋势

数据来源：《中国统计年鉴 2011》。

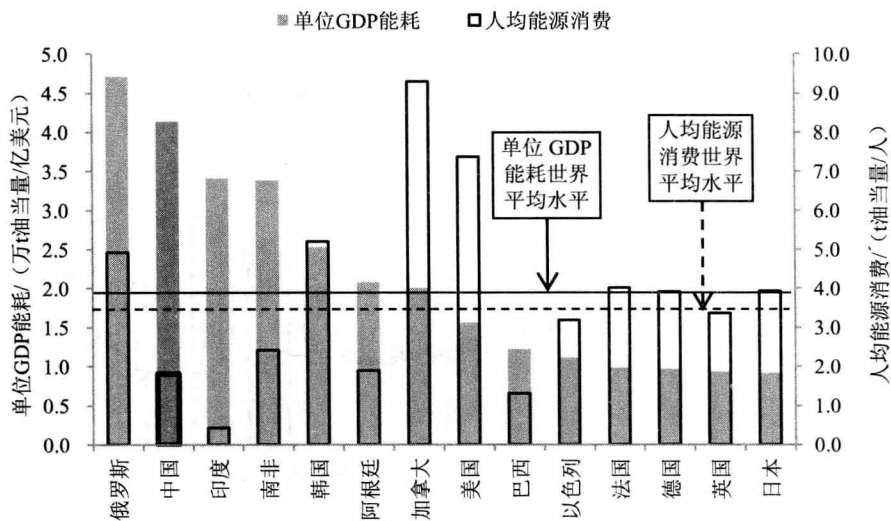


图 1-6 2010 年世界主要国家能源效率比较

数据来源：能源数据来源于 BP 公司报告《Statistical Review of World Energy 2011》；人口数据来源于国际货币基金组织（IMF）网站；GDP 数据来源于《中国统计年鉴 2011》。

(4) 人均水资源量较低，利用效率仍待提高。我国水资源总量在世界上处于前列，但是人均水资源量较低，2010 年仅为 2310.4 m^3 ，只有世界平均水平的 $1/4$ ，属于缺水国家，水资源短缺也是制约我国可持续发展的重要“瓶颈”，并呈现日益严重的发展态

势。随着经济发展和城市化进程的加快,缺水范围在不断扩大,缺水程度日趋严重。据统计,全国 662 个城市中,400 个城市常年供水不足,其中有 110 个城市严重缺水。水资源利用率呈增长态势,但与发达国家相比,我国用水效率仍然严重低下,我国平均每立方米用水实现国内生产总值仅为世界平均水平的 1/5;2006 年美国的用水效率 238 元/t,是中国用水效率的 6.43 倍。我国平均每立方米用水实现国内生产总值仅为世界平均水平的 1/5,农业灌溉用水有效利用系数为 0.4~0.5,而发达国家为 0.7~0.8,万元 GDP 用水量高达 399 m³,而发达国家仅 55 m³;一般工业用水重复利用率在 60%左右,发达国家已达 85%。此外,我国在污水处理回用、海水雨水利用等方面也处于较低水平,用水浪费进一步加剧了水资源的短缺。

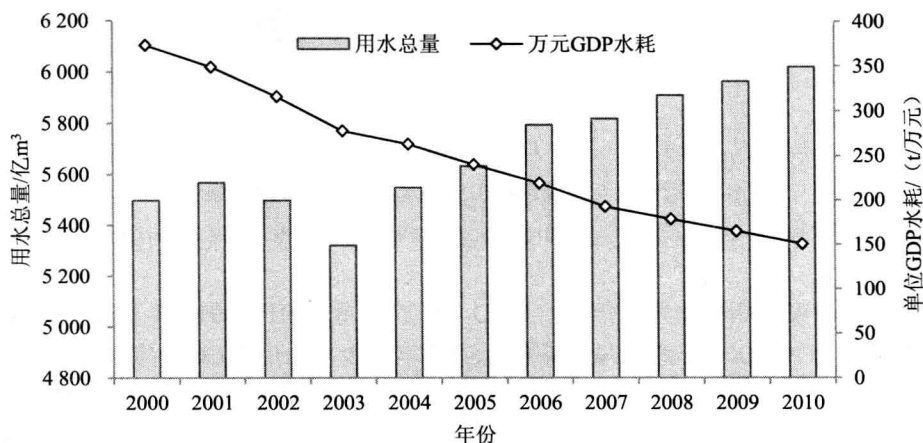


图 1-7 我国水资源利用效率变化趋势

数据来源:《中国统计年鉴 2011》,采用 2010 年不变价。

1.1.2.2 主要污染物排放总量较大, 污染减排仍面临巨大压力

改革开放以来,我国工业化和城市化高速发展,给环境保护工作带来巨大的压力,经济社会发展与生态环境保护的矛盾日益显现,COD、SO₂、NO_x、POPs、THP、EDS、Hg 等主要污染物排放量都位居世界榜首。

(1) 废水及其污染物排放逐年递增

从总量来看,近 10 年全国废水排放量逐年增加,从 2001 年的 433 亿 t 增加到 2010 年的 617 亿 t,其中工业废水排放量所占比例逐年下降,从 2001 年的 47% 下降到 2010 年的 38%。生活废水比例逐年上升,从 2001 年的 52% 上升到 2010 年的 62%,成为主要废水排放来源。从排放效率看,近 10 年废水排放强度呈现平稳下降趋势,从 2001 年的 27.1 t/万元降低到 2010 年的 15.4 t/万元,十年期间减少了 40% 左右;而工业废水排放强度下降更为明显,从 2001 年的 37.5 t/万元降低到 2010 年的 17.6 t/万元,十年期间减少了 53% 左右(图 1-8)。