

中国工业 节能技术创新研究

Research on Industrial Energy-saving Technological Innovation in China

吴滨 著



经济管理出版社

ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

中国工业 节能技术创新研究

Research on Industrial Energy-saving Technological Innovation in China

吴滨 著



经济管理出版社

ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

中国工业节能技术创新研究/吴滨著. —北京: 经济管理出版社, 2015.12
ISBN 978-7-5096-4184-2

I. ①中… II. ①吴… III. ①工业—节能—技术革新—研究—中国 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 307489 号

组稿编辑: 杨国强

责任编辑: 杨国强 张瑞军

责任印制: 司东翔

责任校对: 张 青

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn

电 话: (010) 51915602

印 刷: 北京九州迅驰传媒文化有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 710mm × 1000mm/16

印 张: 13

字 数: 169 千字

版 次: 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5096-4184-2

定 价: 48.00 元

·版权所有 翻印必究·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

目 录

第一章 导 论	001
第一节 研究背景	001
一、技术创新是解决我国能源问题的重要途径	002
二、工业部门是我国能源问题的焦点	006
三、我国工业节能技术创新潜力巨大	009
第二节 国内外研究回顾	013
一、结果论研究路径	015
二、机制论研究路径	021
三、两种路径的比较及评述	030
第三节 研究范畴及研究思路	031
一、相关假定与研究范畴	031
二、研究思路及研究方法	033
第四节 研究的创新与不足	035
第二章 节能技术创新概念及理论	037
第一节 工业节能技术创新的概念界定	038
一、技术创新理论发展简介	038
二、工业节能技术创新概念界定	041
三、工业节能技术创新的测度	045
第二节 工业节能技术创新的特征及研究框架分析	047

一、工业节能技术创新的特征分析	048
二、工业节能技术创新的研究框架	051
第三节 工业节能技术创新的模型发展	053
一、从“自下而上”到“自上而下”	053
二、油灰—黏土模型扩展之一	057
三、油灰—黏土模型扩展之二	060
第三章 能源价格与工业节能技术创新	063
第一节 我国工业节能技术创新的价格引致研究	064
一、我国能源相对价格变化趋势	064
二、相关经验研究介绍	067
第二节 我国能源价格的表现及国际比较研究	071
一、我国能源价格的变化趋势分析	071
二、能源价格的国际比较研究	073
三、能源价格机制改革直接作用空间分析	077
四、国际能源价格上涨的作用分析	078
第三节 制约我国工业节能技术创新的能源价格 机制因素	080
一、中国能源价格机制的演变与现状	081
二、现有能源价格机制中存在的主要问题	085
第四章 市场结构与工业节能技术创新	089
第一节 市场结构与工业节能技术创新关系的理论分析	089
一、市场结构与技术创新的研究简介	090
二、工业节能技术创新中市场结构的影响	092
第二节 产业集中度与工业节能技术创新的经验研究	097
一、我国工业行业产业集中度分析	097
二、我国工业行业能源效率分析	100

三、产业集中度与工业节能技术创新的关系	103
四、补充分析：以能源为原料行业的节能技术创新	107
第三节 企业规模与工业节能技术创新研究	108
一、中小企业能源利用效率	108
二、大型企业 with 中型企业比较研究	109
三、不同规模企业节能技术创新潜力	111
第四节 制约我国工业节能技术创新的市场结构因素	112
一、主要高耗能工业行业相对集中度过高是制约我国工业 节能技术创新的重要因素	112
二、大企业工业节能技术创新面对激励和规模双重制约	112
三、能力问题是制约我国中小型企业节能技术创新的 主要因素	114
四、部分行业的行政垄断制约我国工业节能技术创新	114
第五章 工业投资与节能技术创新	117
第一节 我国工业投资的能源技术效率分析	117
一、模型设定与方法介绍	117
二、行业归类与数据来源	121
三、实证研究结果分析	124
第二节 我国工业投资周期及节能技术创新的迫切性	127
一、我国工业投资周期分析	127
二、我国节能技术创新的迫切性分析	130
三、淘汰落后产能：工业节能技术创新的保障	133
第三节 能源技术低水平重复建设的表现与成因	135
一、近年来我国能源技术低水平重复建设的表现	135
二、我国能源技术低水平重复建设的成因	137

第六章 政府行为与工业节能技术创新	141
第一节 能源环境税与工业节能技术创新	142
一、能源环境税在工业节能技术创新中的作用	142
二、国外能源环境税制度的建立与发展	145
三、我国能源环境税制度现状及问题	147
第二节 政府投入与工业节能技术创新	150
一、政府节能技术创新投入的理论依据	150
二、国外政府工业节能技术创新投入政策	153
三、我国政府节能技术创新投入现状研究	157
第三节 政府节能技术创新信息平台建设	160
一、工业节能技术创新中的信息问题	160
二、我国节能技术创新信息服务政策	163
第七章 工业节能技术创新体系	167
第一节 技术创新体系理论与实践	167
一、国家创新体系、部门（产业）创新体系、 技术体系	168
二、创新体系在节能技术创新领域的应用	171
第二节 建立我国工业节能技术创新体系的若干建议	173
参考文献	179

第一章 导 论

第一节 研究背景

20 世纪中期以来，科学技术在经济和社会发展中的作用越来越突出，与之相应，技术创新理论（创新经济学）受到了普遍关注，相关研究取得了长足的进步，新增长理论、演化经济学、制度经济学均对技术创新理论做出了新的贡献。但就技术创新理论而言，基于效率的生产要素与产出关系的研究始终是技术创新理论的重要内容之一，正如熊彼特（1934）所说：“生产意味着把我们所能支配的原材料和力量组合起来，生产其他的东西，或者用不同的方法生产相同的东西，意味着以不同的方式把这些原材料和力量组合起来。”^① 作为技术创新领域的一种具体形式，节能技术创新的研究是将生产过程中的能源消耗作为主要对象，探讨如何在生产过程中消耗更少的能源或如何在既定能源消耗下获得更多的产出。目前，我国能源消耗增长迅速、环境污染日趋严重，能源环境问题已经成为我国经济社会进一步发展

^① [美] 约瑟夫·熊彼特：《经济发展理论——对于利润、资本、信贷、利息和经济周期的考察》，何畏等译，商务印书馆 2000 年版。

的重要制约因素。基于上述含义，节能技术创新是解决我国能源与环境问题的主要途径之一，对我国经济社会稳定和谐地发展具有重要现实意义。

一、技术创新是解决我国能源问题的重要途径

改革开放以来，中国经济社会发展取得了举世瞩目的成就，经济保持了长达 30 多年的持续稳定增长，经济总量大幅增加，2005 年国内生产总值约为 1978 年的 12 倍。在经济高速增长的同时，与世界大多数国家一样，中国面临越来越严重的能源与环境问题。2005 年中国能源消费总量为 22.3 亿吨标准煤，约为 1978 年的 5.7 亿吨标准煤的 3.9 倍。30 多年来，我国的能源消费结构并未发生根本性变化，尽管资源消耗低的水电、核电与风电的比重有所提升，2005 年比 1978 年提高了 3.8 个百分点，但煤炭和石油依然为我国能源消费的主体，2005 年占一次能源消费的 89.9%，仅比 1978 年下降了 3.5 个百分点。与能源消费高速增长相对，我国能源资源总量虽然较大，但资源结构严重不均，未来经济发展急需的石油、天然气储量较低（见表 1-1），加之我国人口众多，人均资源数量明显低于世界平均水平（见表 1-2）。在能源消费大幅度增长的背景下，我国能源进口量大幅度提升，20 世纪 90 年代中期，我国属于能源净输出国，然而从 1997 年开始我国成为能源净进口国，能源进口数量不断增加，2005 年能源进口量达 2.70 亿吨标准煤，净进口 1.55 亿吨标准煤。尽管进口数量相对我国能源整体消费数量来说并不大，但石油的对外依存已经较为明显，2005 年我国石油消费为 4.69 亿吨标准煤，对外依存度高达 44.88%，较 1995 年的不足 7.6%上升了近 37 个百分点。与能源问题相伴，我国也面临着日益严重的环境问题。近年来，我国环境污染不断加剧，2005 年我国工业废气排放量达 26.90 万亿标准立方米，工业固体废物产生量为 13.44 亿吨，分别是 2001 年的 1.67 倍和 1.51 倍。我国环境状况日趋恶化，二氧化碳的大量排放、酸雨的大范围肆虐均给我国造成极大损失。

环境污染不仅降低了人们的生活质量而且直接影响了我国经济发展，环境问题已经成为一个无法回避的问题。未来一段时期，我国面临的环境压力将更大，据美国 EIA 预测，2001~2025 年，我国二氧化碳的排放量将以年均 3.3% 的速度增长，增长速度居世界之首。

表 1-1 截至 2006 年底中国常规能源资源储量

	煤炭 探明储量 (亿吨)	储采比	石油 探明储量 (亿吨)	储采比	天然气 探明储量 (万亿立方米)	储采比
中国	1145	48	22	12.1	2.45	41.8
世界	9090.64	147	1645	40.5	181.46	63.3
中国占世界比例 (%)	0.126		0.013		0.013	

资料来源：BP Statistical Review of World Energy June 2007，<http://www.bp.com>。

表 1-2 中国人均常规能源资源

	煤炭 (吨)	石油 (吨)	天然气 (立方米)
中国人均探明储量	88.35	1.77	1720.68
世界人均探明储量	142.82	25.44	28205.81
占世界比例 (%)	61.86	6.98	6.10

资料来源：依据 BP Statistical Review of World Energy June 2005 和《中国统计年鉴 2006》计算。

日益突出的能源与环境问题不仅是我国未来发展的重要制约因素，而且也成为少数国家散布“中国威胁论”的重要证据，其认为中国将成为世界能源的“掠夺者”，是全球变暖的主要“责任人”。姑且不提“中国威胁论”的政治含义，但就经济角度而言，这种说法明显站不住脚。虽然能源消费量是衡量一个国家能源消耗的重要指标，但能源效率是更为重要的指标，因为能源效率将经济发展与能源消费结合起来，体现了能源利用水平和能力。改革开放以来，在经济保持持续高速增长的同时，中国能源强度^①大幅度下降，2005 年能源强度仅为 1978 年的 32%，特别是 2002 年之前持续稳定下降（见图 1-1）。以 1978 年不变价格计算，2002 年中国能源强度为 4.64 万吨标准煤/亿元，较

① 能源强度为能源利用效率的倒数，即为单位 GDP 能源消耗。

1978 年下降了 70%。以往的国际经验表明, 一个国家经济增长与能源强度的关系一般表现为倒 V 形, 即在经济增长的初期, 能源强度呈现上升趋势, 经济增长到一定时期后, 能源强度才转为下降。中国在长达 20 年高速增长的同时, 能源强度不断下降的事实似乎成为一个“谜”。据此, 国外部分学者对中国统计数据真实性提出了质疑 (Rawski, 2001; Sinton, 2000, 2001), 认为中国存在 GDP 高估或者能源消费的低估。针对上述质疑, 国内学者进行批评和解释, 史丹 (2002) 指出, 不考虑能源效率变化, 单单依靠能源消费推算 GDP 缺乏合理性, 同时即使存在能源生产企业瞒报和漏报产量的倾向, 但出于税收考虑, 能源消费企业并不存在瞒报能源消费的动机。作为一个人口众多的改革中的大国, 中国的发展是史无前例的, 出现一些特有现象也属正常。众多学者对中国能源强度变化进行研究, 普遍认为中国能源强度持续下降主要归结于技术水平提高、产业结构调整和经济体制改革。尽管存在争论, 但中国能源效率提高的事实是对“中国威胁论”的有力回击。

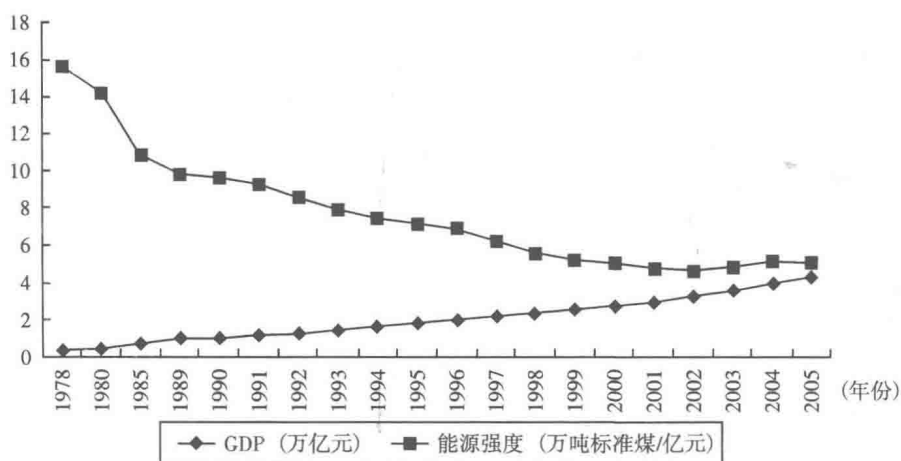


图 1-1 中国 GDP 与能源强度变化趋势

注: 以 1978 年不变价格计算。

资料来源: 依据《中国统计年鉴 2006》数据计算。

作为负责任的大国, 中国提出了科学发展观, 力主在经济适度增长的同时, 实现经济、社会、环境与自然的和谐发展。在我国“第十

一个五年计划纲要”中，能源利用效率被作为一项重要发展目标，而且是约束性指标，纲要提出，“十一五”期间我国能源强度要下降20%。能源效率提高是解决我国能源环境问题的重要途径。然而就现实来看，完成“十一五”规划的目标要求依然任重道远。2003年以来我国能源效率出现了下降的趋势，主要表现为能源强度小幅提升，2005年能源强度较2002年上升了10%左右。因此，如何持续提高能源强度是我国面临的重要现实问题。

一般而言，提高能源效率主要有两条途径：结构调整和技术进步。结构调整是指调整不同行业的比例，通过降低高耗能行业比重来提高经济整体的能源效率，其逻辑起点是技术特征不同的行业之间能源效率存在明显差异。技术进步则通过提高技术水平以降低能源消耗，主要表现为行业本身能源效率的提高。由此可见，结构调整主要关注行业比例关系，而技术进步更加注重行业能源技术水平的提高。依据库兹涅茨、霍夫曼、钱纳里等学者总结的产业发展经验，在消费、劳动力以及资本的共同作用下，一个国家产业结构变化具有明显的客观规律性。1999年开始，我国重工业增长速度再次超越轻工业，出现了新一轮重工业化趋势，特别是2003年以来，重工业化趋势更加明显，2003年规模以上重工业增速为18.6%，轻工业增速为14.5%，重工业增速超过轻工业4个百分点。关于这一轮重工业化的特点，郭克莎（2004，2005）指出：根据工业化的有关理论和经验，工业结构的演进一般要经历重工业化、高加工度化和技术集约化三个阶段。进一步分析可以发现，这三个阶段中分别包含了不同的发展时期，就重工业化阶段而言，可分为以原材料工业为重心和以重加工工业为重心的两个时期，后一个时期同时也是高加工度化的一个时期。近几年出现的重工业化趋势，实质上是重工业化阶段的第二个时期，即以重加工工业为重心的重工业扩张，是重制造化与高加工度化的统一。高加工度化阶段由轻型化向重型化转变，是工业结构升级的表现，而不是工业结构的倒退。至于这一轮重工业化的作用，重加工工业的原材料和能源投

入较大,其比重上升又会拉动能源需求更大的原材料工业扩张,这种工业结构变化将增加能源、资源和环境的压力。2003年以来,我国能源强度有所回升也印证了上述结论。对于本轮重工业化的态度,学术界存在一定争议,部分学者持反对意见(吴敬琏,2004;林毅夫,2004),但多数学者依据产业演化规律认为新一轮重工业化是我国经济发展的必然规律(厉以宁,2004;李佐军,2004;简新华、余江,2004,2005;郭克莎,2005;赵令彬,2005)。笔者较为赞同后者的观点,尽管本轮重工业化有一定的政府推动作用,但其本质是我国工业化进程的需要,正如郭克莎(2005)所指出的一样,“应当顺应而不是否定新的重工业化趋势”。在这种背景下,节能技术创新在提高能源效率中的作用更加突出,是未来一段时期我国能源效率提高的重要途径。

二、工业部门是我国能源问题的焦点

与发达国家经历的一样,生产用能是中国工业化过程中的主要能源消耗,历年数据显示,生活用能在我国能源消费中比重逐年下降,2005年生活用能比重为10.48%,比1990年下降了5.5个百分点。在生产用能中,工业又是能源消费的主要部门。2005年,工业能源消费占全部能源消费的70.78%,占生产用能的79.06%(见表1-3)。尽管工业用能比重有所波动,但其始终是国民经济中的主要能源消耗部门。更为重要的是2002年以来,工业用能比重明显升高,2005年工业占能源消费总量的比重较2001年上升了近6.3个百分点。

表 1-3 工业能源消费及比重

年份	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
能源消费总量(万吨标准煤)	98703	131176	138553	143199	151797	174990	203227	223319
生产用能(万吨标准煤)	82904	115431	122588	126631	134270	155163	181946	199926
生活用能(万吨标准煤)	15799	15745	15965	16568	17527	19827	21281	23393
工业能源消费(万吨标准煤)	67578	96191	95443	92347	104088	121771	143244	158058
工业占能源消费总量的比重(%)	68.47	73.33	68.89	64.49	68.57	69.59	70.48	70.78
工业占生产用能的比重(%)	81.51	83.33	77.86	72.93	77.52	78.48	78.73	79.06

资料来源:依据历年《中国统计年鉴》数据计算。

在工业中，制造业始终是能源消耗的主体，2005 年制造业一次能源消费中，制造业比重为 80.78%，建筑业比重为 8.38%，电力、煤气及水的供应与生产占 10.83%。在细分行业中，能源消耗非常集中，黑色金属冶炼及压延加工业，化学原料及制品制造业，非金属矿物制品业，电力、蒸汽、热水的生产供应业以及石油加工及炼焦业分列工业能耗的前五位，^①2005 年 5 个行业能源消耗占工业能耗的 66.44%，为 1994 年以来最高。就变化趋势而言，1994 年以来化学原料及制品制造业和非金属矿物制品业能耗比重虽有波动，但整体呈现下降趋势，而黑色金属冶炼及压延加工业，电力、蒸汽、热水的生产供应业以及石油加工及炼焦业能耗比重呈现上升态势，其中能耗第一大行业黑色金属冶炼及压延加工业上升最为明显，2005 年较 1994 年上升了 5.31 个百分点，如表 1-4 所示。

表 1-4 工业中能耗前十名行业能耗比重

单位：%

年份	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
采掘业	10.84	10.33	9.86	10.96	11.02	10.23	9.75	10.42	10.00	9.96	8.53	8.38
煤炭采选业	5.44	5.72	5.35	5.79	5.87	4.76	4.28	4.39	4.08	4.43	4.43	4.38
石油和天然气开采业	3.59	2.92	2.72	3.56	3.55	3.89	3.93	4.34	4.34	3.79	2.53	2.38
制造业	81.65	81.47	80.90	77.99	77.97	77.89	72.84	77.92	76.41	76.51	80.47	80.78
纺织业	3.91	3.67	3.32	3.08	3.01	2.76	2.62	2.90	2.87	2.85	3.18	3.15
造纸及纸制品业	2.25	2.22	2.19	1.94	2.03	1.92	1.91	2.10	2.09	1.95	2.15	2.07
石油加工及炼焦业	4.09	5.79	3.65	7.38	7.27	7.80	7.76	8.49	8.15	7.38	8.50	7.52
化学原料及制品制造业	18.44	16.45	20.05	15.69	14.88	14.19	13.31	13.95	13.94	14.05	14.20	14.23
非金属矿物制品业	14.29	13.58	13.70	12.31	12.32	12.07	10.58	10.81	10.21	10.39	12.63	11.93
黑色金属冶炼及压延加工业	17.46	19.27	18.16	18.14	18.02	18.68	17.59	18.56	18.57	19.77	20.74	22.77
有色金属冶炼及压延加工业	2.91	2.95	3.03	3.29	3.59	3.90	3.78	4.22	4.20	4.44	4.47	4.55
电力、煤气及水的生产供应业	7.51	8.19	9.24	11.05	11.01	11.88	11.33	11.66	11.76	11.78	11.01	10.83
电力、蒸汽、热水的生产供应业	6.59	7.33	8.40	10.07	9.90	10.50	10.15	10.53	10.71	10.90	10.18	10.00

资料来源：依据历年《中国统计年鉴》数据计算。

① 不同时期行业能耗比重有所变化，排名主要依据 2000 年之后的数据。

如前所述,能源效率是衡量能源消费重要的指标之一,其体现了经济增长与能源消耗之间的关系。从产业能源效率比较来看,工业能源效率最低,主要表现为工业能源强度最高。如表 1-5 所示,工业能源强度始终高于各个产业及整体能源效率,是我国能源效率的主要影响因素。从变化趋势看,1994~2002 年,各产业能源强度呈现下降趋势,2002 年开始,三次产业能源强度均明显回升(第三产业能源强度回升始于 2003 年),其中第二产业回升最为明显,2005 年较 2001 年上升了 12.09%,而第一产业与第三产业分别上涨了 8.40%和 7.10%。第二产业中,建筑业上升最快,上升幅度高达 58.04%,工业尽管只上升了 10.95%,但考虑到其能源消耗比重较高,其仍为整体能源强度上升的主要拉动力,整体能源强度与工业能源强度数值上的接近性也说明了这一点。在工业中,电力、燃气及水的生产供应业能源强度最高,制造业位居其次,采掘业最低。以当年价格计算,2004 年三者分别为 2.70 万吨标准煤/亿元增加值、2.23 万吨标准煤/亿元增加值和 1.60 万吨标准煤/亿元增加值。同样,综合比较制造业能耗比重和能源强度可知,制造业是工业能源强度的主要影响因素。

表 1-5 产业能源强度变化

单位:万吨标准煤/亿元增加值

年份	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
能源整体强度	7.44	7.16	6.90	6.26	5.57	5.24	5.00	4.77	4.64	4.86	5.13	5.11
第一产业	2.25	2.31	2.29	2.28	2.16	2.12	2.14	2.15	2.22	2.20	2.36	2.33
第二产业	8.59	8.25	7.68	6.91	6.02	5.34	5.17	4.58	4.74	4.92	5.20	5.14
工业	9.06	8.70	8.06	7.23	6.26	5.55	5.31	4.73	4.85	5.03	5.31	5.25
建筑业	1.84	1.62	1.62	1.28	1.61	1.32	1.94	1.23	1.98	1.99	2.10	1.95
第三产业	2.67	2.32	2.35	2.26	2.28	2.29	2.25	2.10	2.05	2.12	2.25	2.25

注:增加值以 1978 年不变价格计算。

资料来源:依据历年《中国统计年鉴》数据计算。

作为能源消耗最大、能源强度最高的部门,工业能源效率提高对我国能源效率的提高具有重要现实意义。此外,与能耗地位相称,工业污染是我国环境污染的主要原因。2001 年以来,我国工业主要污染

物排放量均明显增加，特别是 2005 年，工业废水、二氧化硫、固体污染物排放量分别增加了 9.88%、14.62%和 6.99%。除废水之外，工业二氧化硫及烟尘排放占全部排放的比重均有所上升，2005 年分别高达 85.05%和 80.22%。

表 1-6 工业主要污染物排放数量及比重

年份	2001	2002	2003	2004	2005
工业废水排放量 (亿吨)	203	207	212	221.14	243
比重 (%)	46.88	47.15	46.19	45.84	46.29
工业二氧化硫排放量 (万吨)	1566	1562	1792	1891.4	2168
比重 (%)	80.43	81.06	83.00	83.88	85.05
工业烟尘排放量 (万吨)	851.9	804	846	887	949
比重 (%)	79.63	79.37	80.65	81.00	80.22

资料来源：依据《中国统计年鉴 2006》数据计算。

三、我国工业节能技术创新潜力巨大

改革开放以来，我国在能源效率提高方面取得了巨大成就，但目前我国能源效率仍远低于发达国家及世界平均水平，甚至低于同为发展中大国的印度。如表 1-7 所示，1980~2004 年，世界能源强度由 3.94 吨油当量/万亿美元下降至 3.22 吨油当量/万亿美元，下降幅度为 18.28%，而我国 2004 年能源强度较 1980 年下降了 67.69%，下降幅度远高于世界平均水平和发达国家。然而，由于我国能源强度基数较大，2004 年我国能源强度仍远高于发达国家，能源强度分别是美国的 3.25 倍、日本的 4.29 倍、意大利的 6.42 倍、世界平均水平的 2.68 倍。尽管印度能源强度有所提高，但我国能源强度仍是其 1.59 倍。

表 1-7 部分国家能源强度

单位：吨油当量/万亿美元

年份	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002	2004
美国	5.43	4.84	4.32	3.61	3.42	3.26	2.90	2.80	2.65
日本	3.17	2.81	2.56	2.25	2.19	2.15	2.15	2.05	2.01
德国	3.06	2.82	2.70	2.55	2.09	1.78	1.63	1.62	1.59

续表

年份	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002	2004
英国	3.50	2.87	2.62	2.37	2.12	1.95	1.75	1.68	1.67
法国	2.39	2.09	1.98	1.92	1.79	1.86	1.69	1.71	1.66
意大利	1.94	1.82	1.59	1.46	1.36	1.36	1.39	1.36	1.34
印度	4.38	5.10	5.43	5.88	5.86	6.00	5.80	5.60	5.44
中国	23.96	27.42	26.71	20.90	18.02	12.50	6.82	7.59	8.63
世界	4.35	4.14	3.94	3.75	3.71	3.51	3.16	3.19	3.22

注：GDP 以 1990 年美元不变价核算。

资料来源：依据魏一鸣等的《中国能源报告（2006）——战略与政策研究》数据计算。

我国能源效率水平低固然有产业结构和经济增长方式的影响，但工业部门能源技术落后是其中重要原因。就微观产品能源消耗而言，20 世纪 90 年代以来，尽管我国主要工业产品能耗逐年下降，1990~2004 年，我国火电供电能耗、钢可比能耗、水泥综合能耗、电解铝交流能耗、乙烯综合能耗分别下降 11.2%、29.3%、21.9%、7.0%（1990~2003 年）和 36.5%，但目前我国高耗能行业主要产品的单位耗能量仍明显高于国际先进水平。表 1-8 显示了 2004 年我国主要能源密集工业品单位能耗与世界先进水平的差距。生产技术水平落后是我国工业产品能耗高的重要原因之一。以工业用电为例，据中国科学院能源战略研究所（2006）研究，我国电动机技术水平、标准、标识和试验方法均与先进国家存在明显差距，相当于 20 世纪 70 年代国际水平的 Y 系列电机依然是我国电机的主体，在中小电机中占 70%，报告显示如果我国采用 YX 系列高效能电机替代 Y 系列电机，我国在 10 年之内每年可节电 337 亿千瓦。中国科学院另一项研究成果——《中国可持续发展总纲：中国能源与可持续发展》也显示了我国能源技术水平的落后：我国工业锅炉效率比国际先进水平低 15~20 个百分点；中小电动机平均效率为 87% 左右，风机、水泵平均设计效率为 75%，均比国际先进水平低 5 个百分点，系统运行效率低近 20 个百分点；与国外先进水平相比，以天然气为原料的大型合成氨装置平均能耗高出 38.7%，以油为原料的大型合成氨装置能耗高出 25%，以煤为原料的中型装置能耗