

国际贸易技术溢出 对中国能源效率的 影响研究

GUOJI MAOYI JISHU

YICHU DUI

ZHONGGUO

NENGYUAN

XIAOLU

DE YINGXIANG YANJIU

高大伟 著

中国环境出版社

郑州轻工业学院博士科研基金资助

国际贸易技术溢出对中国能源 效率的影响研究

高大伟 著

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

国际贸易技术溢出对中国能源效率的影响研究 / 高大伟著.
—北京: 中国环境出版社, 2013.12
ISBN 978-7-5111-1705-2

I. ①国… II. ①高… III. ①国际贸易—影响—能源
效率—研究—中国 IV. ①F206

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 312971 号

出 版 人 王新程
责任编辑 孔 锦
助理编辑 李雅思
责任校对 唐丽虹
封面设计 金 喆

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 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2013 年 12 月第 1 版
印 次 2013 年 12 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 10
字 数 200 千字
定 价 48.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载，侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

前 言

能源作为支撑经济增长的基本要素,是人类社会生存和发展的重要物质基础。能源过度消耗引起的资源耗竭和环境问题成为 21 世纪人类亟须解决的重要问题之一。世界上多个国家将提高能源效率纳入战略决策,能源效率已经成为新时期国际战略竞争的重要因素,也已被各国政府与能源行业视为一种至关重要的“能源来源”。提高能源效率是保证能源供应、减缓温室气体排放和保障能源安全强有力的战略。中国是世界上第二大能源消费国,中国能源效率问题不仅关系到当前能源供应,也关系到未来中国能否继续保持可持续发展的长远目标。在 2006 年的政府工作报告和“十一五”规划纲要中,中国首次把单位 GDP 能耗指标列入国家发展目标,计划在 5 年内将能源强度降低 20%左右。

能源效率受经济结构、能源消费结构、技术进步、对外开放等多种因素影响。据研究分析,技术进步对节能贡献率达到 40%~60%。技术进步除了可以通过本国的自主研发获得,还可以通过国际贸易技术溢出获得。目前中国自主研发水平不高,研发强度不但远低于国外发达国家,而且还低于世界平均水平。从国际贸易视角研究技术溢出效应对能源效率的影响,对于提高中国能源利用效率,完成“十一五”节能降耗目标,缓解能源对经济社会发展的约束和限制,都具有非常重要的意义。鉴于此,本书进行了如下研究:

(1) 研究了贸易结构的变化对能源效率的影响。把贸易结构按技术贸易、货物贸易和服务贸易分成三类,并分别研究这三类贸易进出口总

额变化对中国能源强度的影响。

(2) 从国家层面分析进出口贸易依存度对能源效率的影响,以确定中国进出口贸易与能源效率之间是否存在长期均衡和因果关系。以进出口贸易依存度为研究对象,利用计量经济学中的协整检验和格兰杰因果关系检验,分析中国全要素能源效率与进出口贸易依存度是否存在长期均衡关系和因果关系,以确定是否存在技术溢出效应。

(3) 研究了进口贸易技术溢出对省际全要素能源效率的影响,以确定国际 R&D 溢出效应是否促进了中国省际能源效率的提高,利用 DEA 模型测算省际的全要素能源效率,再根据 Tobit 模型来研究国际贸易技术溢出对中国省际全要素能源效率的影响。

(4) 研究了进口贸易技术溢出对中国工业行业全要素能源效率的影响,分析技术溢出效应是否提高工业行业的能源效率,利用 DEA 模型测算中国工业行业全要素能源效率,再根据 Tobit 模型来研究国际贸易技术溢出对工业行业全要素能源效率的影响。

由于作者水平有限,书中难免出现疏漏和错误,恳请读者批评指正,在此表示衷心感谢!

作者

2013 年 11 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景及现状	1
1.2 研究目的与意义	8
1.3 研究设计	9
第 2 章 文献综述	16
2.1 国际贸易技术溢出的理论渊源	16
2.2 国际贸易技术溢出机制与经验研究	25
2.3 能源效率的测算及影响因素	33
2.4 本章小结	40
第 3 章 贸易结构对能源效率的影响	41
3.1 中国对外贸易结构概况	41
3.2 贸易结构变化对能源强度的影响	53
3.3 本章小结	59
第 4 章 国际贸易与能源效率的长期均衡与因果关系	61
4.1 中国对外贸易发展状况	61
4.2 全要素能源效率的测算	65
4.3 国际贸易与能源效率的长期均衡与因果关系模型介绍	70
4.4 国际贸易与能源效率的长期均衡与因果关系实证分析	74
4.5 本章小结	77
第 5 章 国际贸易技术溢出对中国省际能源效率的影响	79
5.1 区域能源消费现状	79
5.2 省际全要素能源效率的测算	88
5.3 省际国内外 R&D 资本存量的测算	93

5.4 技术溢出对省际能源效率影响的实证分析.....	98
5.5 本章小结	105
第 6 章 国际贸易技术溢出对中国工业能源效率的影响.....	106
6.1 工业能源消费现状分析.....	106
6.2 工业行业全要素能源效率测算.....	112
6.3 工业行业国内外 R&D 资本存量测算	114
6.4 技术溢出对工业能源效率影响的实证分析.....	118
6.5 本章小结	126
第 7 章 政策建议.....	127
7.1 重视自主创新, 提高自主研发能力.....	127
7.2 实施差异化的国际贸易战略, 扩大国际贸易技术溢出效应.....	128
7.3 调整工业结构, 提高能源利用效率.....	129
7.4 优化贸易结构, 增强技术溢出效应.....	131
7.5 加强国际合作, 积极组建全球研发战略联盟.....	133
第 8 章 研究结论与展望.....	135
8.1 研究结论	135
8.2 研究的创新点	136
8.3 研究不足与展望	136
参考文献	138
附表一: 中国工业行业来自德国的进口额.....	144
附表二: 中国工业行业来自法国的进口额.....	145
附表三: 中国工业行业来自加拿大的进口额.....	146
附表四: 中国工业行业来自美国的进口额.....	147
附表五: 中国工业行业来自日本的进口额.....	148
附表六: 中国工业行业来自意大利的进口额.....	149
附表七: 中国工业行业来自英国的进口额.....	150
附录八: 能源政策——提高能源利用效率须多策并举.....	151

第1章 绪论

自工业革命以来,随着工业化进程不断向前推进,能源同资本、劳动力一样,成为一种重要的经济要素,在经济发展中发挥着越来越重要的作用。自我国改革开放 30 年以来,经济发展取得了巨大成就,但是能源的大量消耗所带来的资源耗竭和环境污染问题,使得我国在快速发展经济的同时,承受着能源短缺和环境保护的压力,提高能源效率成为当前急需解决的重要问题之一。

1.1 研究背景及现状

能源是能够提供某种形式能量或动力的自然资源。分四类:一是来自太阳的能量,包括直接的太阳辐射能和间接来自太阳能的煤炭、石油、天然气、生物能、水能、风能、海洋能;二是地热能;三是核能;四是天体与地球相互吸引产生的潮汐能^①。人类的能源利用经历了从薪柴时代到煤炭时代,再到油气时代的演变,在能源利用总量不断增长的同时,能源结构也在不断变化。每一次能源时代的变迁,都伴随着生产力的巨大飞跃,极大地推动了人类经济社会的发展。同时,随着人类使用能源特别是化石能源的数量越来越多,能源对人类经济社会发展的制约和对资源环境的影响也越来越明显^[1]。

自 20 世纪 70 年代两次石油危机以后,能源的重要性越来越突出,国际上一些国家特别是经济发达国家,出于经济持续发展和国家安全战略考虑,更加关注能源的可持续利用问题。1973 年成立的国际能源署(IEA)从建立初期以确保石油供给安全,到后来构建能源效率指标,开始关注能源效率问题。20 世纪 90 年代以后,世界上多个国家为了提高能源效率开始建立相关的研究机构和政府部门,例如,美国成立的能源信息署、澳大利亚建立的能源部以及新西兰建立的能源效

^① 摘自《中国百科大辞典》第十六卷。

率节约结构等等^[2]。这些部门和机构的建立说明了各国把目光聚焦于能源效率的提高上面,以此来改变能源供给短缺和环境污染等局面。从国内环境来看,我国现在也开始重视了能源利用和节约问题,2007年10月28日胡锦涛主席签署了《中华人民共和国节约能源法》,该法分为:总则、节约管理、合理使用与节约能源、节能技术进步、激励措施和法律责任几个部分。2008年8月8日国家能源局正式挂牌成立,作为国家发展改革委管理的国家局,国家能源局具体职责是:拟订能源发展战略、规划和政策,提出相关体制改革建议;实施对石油、天然气、煤炭、电力等能源的管理;管理国家石油储备;提出发展新能源和能源行业节能的政策措施;开展能源国际合作。随着经济的快速发展和人民生活水平的不断提高,能源需求也将会不断增长,能源效率的有效利用、能源供需矛盾以及资源环境制约等将是我国在未来较长一段时期内需要面对的问题。

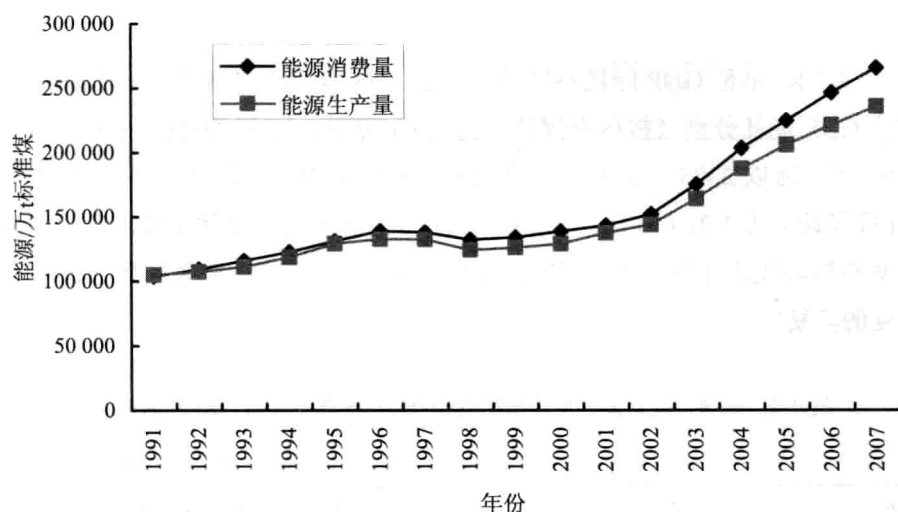
以下从能源需求、能源效率、能源消费结构、对外贸易和自主研发等方面对我国的现实情况进行分析,从中可以发现我国在这些方面存在的一些问题,可以更好地从国际贸易角度来研究其对我国能源效率的影响,进而为提高我国能源效率、降低能耗和减排提供有力的支撑。

1.1.1 能源需求日益增长

随着工业化的推进和经济的迅猛发展,我国能源消耗在不断快速增加。1991年能源生产总量为10.48亿t标准煤,2007年能源生产总量上升到23.55亿t标准煤,净增13.07亿t标准煤,比1991年增长了124.57%;1991年能源消费总量为10.38亿t标准煤,2007年能源消费总量为26.56亿t标准煤,净增16.18亿t标准煤,比1991年增长了155.9%。2007年能源供需缺口达到3亿多t标准煤(见图1.1),为弥补这个缺口就需要从国外进口能源,我国对能源进口的依赖度越来越大,短期内这个问题很难解决。

与世界上一些国家相比(均按标准油计),我国人均能源供应量很低,2002年人均能源供应量为0.95t/人,2006年人均能源供应量为1.43t/人;加拿大2002年和2006年人均能源供应量分别为7.97t/人和8.27t/人;美国2002年和2006年人均能源供应量分别为7.94t/人和7.74t/人;日本2002年和2006年人均能源供应量分别为4.09t/人和4.13t/人。从整体上看,虽然我国人均能源供应量每年在逐渐增长,但却远远低于世界发达国家水平,更低于世界平均水平,这在一定程

度上制约着我国经济的发展（见表 1.1）。



资料来源：《中国统计年鉴 2008》。

图 1.1 1991—2007 年中国能源产量和能源消费量

表 1.1 世界主要国家人均能源供应量

单位：t/人（按标准油计）

国家和地区	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年
世界	1.65	1.69	1.75	1.77	1.80
加拿大	7.97	8.28	8.40	8.47	8.27
美国	7.94	7.84	7.92	7.89	7.74
法国	4.33	4.38	4.41	4.40	4.31
韩国	4.24	4.34	4.44	4.42	4.48
德国	4.19	4.21	4.22	4.19	4.23
日本	4.09	4.04	4.17	4.14	4.13
英国	3.85	3.90	3.90	3.89	3.82
意大利	2.99	3.14	3.14	3.17	3.13
俄罗斯	4.25	4.42	4.47	4.59	4.75
中国	0.95	1.06	1.22	1.32	1.43
巴西	1.07	1.07	1.14	1.16	1.18
印度	0.51	0.46	0.48	0.49	0.51

资料来源：《中国能源统计年鉴 2008》。

1.1.2 能源效率偏低

由于技术落后,我国能源利用效率与国际先进水平相比,远远落后于他们。“十五”期间,单位 GDP 能耗不降反升,以 2000 年为基年来计算,2002—2005 年单位 GDP 能耗分别(按标准煤计)为 1.3 t/万元、1.36 t/万元、1.43 t/万元和 1.43 t/万元。而以 2005 年为基年计算得到的单位 GDP 能耗,2005—2007 年分别(按标准煤计)为 1.22 t/万元、1.21 t/万元和 1.16 t/万元。总体来说,我国能源利用效率与国际先进水平还有一定的差距,也同时意味着在能源利用方面存在相当程度的浪费。

表 1.2 每单位能源消耗所产出的 GDP (2005 年不变价, PPP 方法)

单位:美元/kg(按标准石油计)

年份	中国	日本	法国	德国	意大利	英国	加拿大	美国
1980	0.86	6.28	5.75	4.35	8.01	5.06	2.93	3.19
1981	0.91	6.64	5.94	4.53	8.26	5.16	3.11	3.36
1982	0.97	6.81	6.23	4.67	8.5	5.29	3.14	3.44
1983	1.03	6.91	6.15	4.74	8.6	5.48	3.25	3.59
1984	1.12	6.63	6.02	4.69	8.68	5.62	3.27	3.69
1985	1.24	6.95	5.84	4.65	8.8	5.51	3.35	3.8
1986	1.3	7.07	5.88	4.76	8.95	5.63	3.37	3.93
1987	1.38	7.24	5.88	4.79	8.87	5.83	3.4	3.9
1988	1.46	7.23	6.17	4.93	9.02	6.06	3.43	3.9
1989	1.49	7.33	6.16	5.21	8.94	6.2	3.42	3.98
1990	1.45	7.21	6.2	5.54	9.07	6.21	3.57	4.13
1991	1.6	7.36	5.93	5.94	8.98	5.94	3.5	4.08
1992	1.76	7.27	6.1	6.19	9.1	5.96	3.45	4.14
1993	1.9	7.24	5.95	6.19	9.07	6.03	3.42	4.17
1994	2.05	6.95	6.31	6.38	9.38	6.24	3.46	4.25
1995	2.13	6.92	6.2	6.43	8.88	6.4	3.52	4.3
1996	2.26	6.92	5.93	6.28	8.96	6.31	3.5	4.35
1997	2.46	6.95	6.25	6.45	9.01	6.67	3.58	4.5
1998	2.66	6.9	6.27	6.61	8.88	6.8	3.74	4.65
1999	2.85	6.79	6.47	6.9	8.93	6.96	3.83	4.73
2000	3.06	6.88	6.65	7.08	9.08	7.16	4	4.77
2001	3.31	7	6.56	6.96	9.22	7.3	4.12	4.91

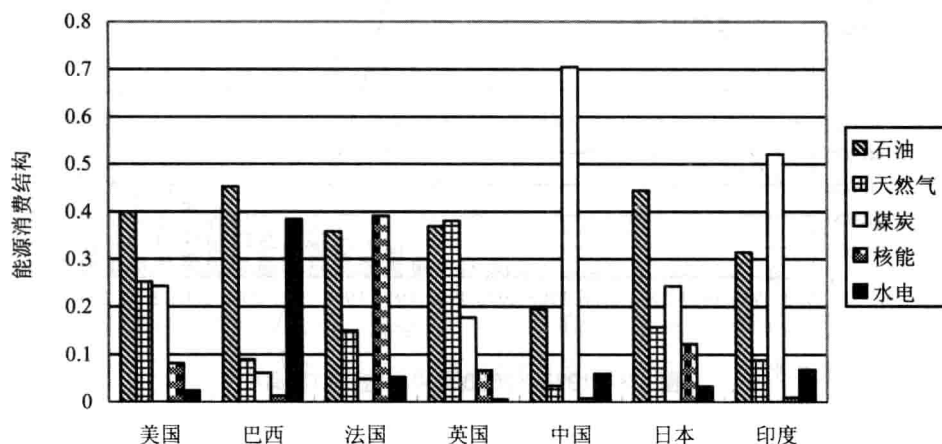
年份	中国	日本	法国	德国	意大利	英国	加拿大	美国
2002	3.34	7.01	6.63	7.13	9.24	7.65	4.17	4.92
2003	3.23	7.17	6.58	7.08	8.89	7.73	4.05	5.06
2004	3.05	7.14	6.66	7.15	8.89	7.94	4.09	5.16
2005	3.11	7.3	6.75	7.28	8.78	8.08	4.16	5.3
平均值	2.00	7.00	6.21	5.88	8.88	6.35	3.57	4.24

资料来源：中经网数据库。

1.1.3 能源消费结构问题突出

近年来，随着经济的发展，我国煤炭生产和消费节节攀升，目前已成为世界上最大的煤炭生产和消费国。2007年煤炭消费占总能源消费的比重在70%以上，石油所占的比重为19.48%；而同期美国煤炭消费比重为24.3%，石油为39.93%；日本分别为24.29%和44.46%。可见，我国煤炭消费比重高于美国和日本，更是远远高于法国和英国（见图1.2）。

随着工业化进程的进一步推进，在较长一段时期内，以煤炭消费为主的能源消费结构占有主导地位的局面将保持不变。



资料来源：《BP 世界能源统计 2009》。

图 1.2 2007 年世界主要国家能源消费结构

1.1.4 对外贸易规模不断扩大

在经济全球化与贸易投资一体化的进程中,各国之间的联系更加紧密,国际商品贸易和信息技术的传播日益加强。自从实行改革开放政策以来,我国对外贸易取得了举世瞩目的成就,进出口贸易规模不断扩大,1978年,货物进出口总额355亿元,出口167.6亿元,进口187.4亿元。2008年,货物进出口总额179 921.5亿元,是1978年的506.8倍,其中出口100 394.9亿元,是1978年的599倍;进口79 526.5亿元,是1978年的424.4倍。

如图1.3所示,30年来,进出口贸易额呈现不断增长的趋势,进入20世纪90年代以后,出口贸易额略高于进口额,特别是最近几年,贸易顺差逐步增大,进出口贸易增长速度高于国内生产总值的增长速度,为经济发展作出了重大贡献。我国在世界贸易国家中的地位从1978年的25位上升到2008年的第3位,成为了世界上重要的贸易大国。

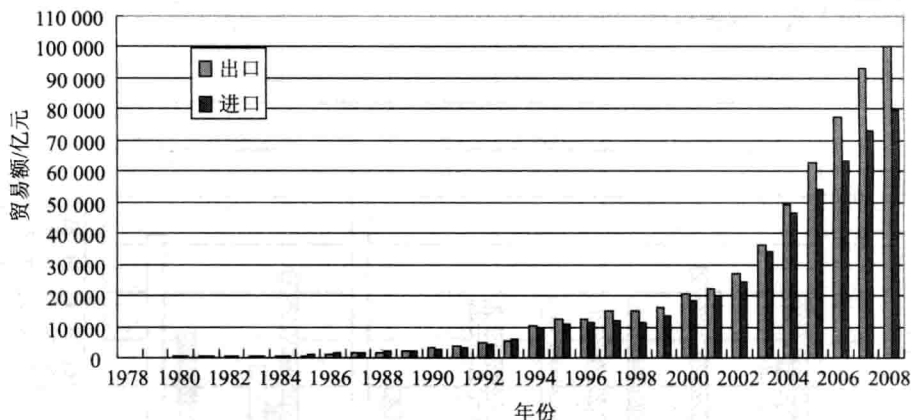


图 1.3 1978—2008 年中国进出口贸易

1.1.5 自主研发水平不高

一直以来,我国研发投入占GDP的比重不高,2000年为0.9%,到2006年上升到1.42%,但是还是落后于世界平均水平2.15%和2.3%,与美国和日本等发达国家相比,差距更大(见表1.3),美国在2000年和2006年的研发强度分别是

2.74%和 2.61%，日本分别为 3.04%和 3.40%。比例远高于我国的研发强度，研发支出绝对量更高。较高的技术水平不但能够促进生产率的提高，而且能够提高能源的有效利用。我国能源效率低下，其中一个重要的原因就是科技研发投入少，科技发展水平较低。这对于按期完成节能减排的目标将会是一个很大的挑战。

表 1.3 研究与开发经费支出占国内生产总值的比重

单位：%

国家和地区	2000 年	2006 年
世界	2.15	2.30
高收入国家	2.45	2.48
中等收入国家	0.70	0.94 ^②
中国	0.90	1.42
印度	0.77	0.69 ^①
日本	3.04	3.40
美国	2.74	2.61
法国	2.15	2.12
英国	1.86	1.80

注：① 2004 年数据；② 2005 年数据。

资料来源：世界银行数据库。

随着我国经济持续快速增长，能源消费量也在不断快速上升，能源消费结构不合理、能耗高、能效低下等问题突出，节能工作形势严峻。到 2010 年，单位 GDP 能耗降低 20%左右、主要污染物排放总量减少 10%，是国家“十一五”规划纲要提出的重要约束性指标。截至 2009 年年底，“十一五”的前四年，全国单位 GDP 能耗降低 14.38%。另外，中国政府承诺到 2020 年单位 GDP 二氧化碳排放要比 2005 年降低 40%~45%，今后的节能减排压力与挑战不言而喻。

能源效率是未来世界经济可获得的最重要能源，并且，能源效率在减少温室气体排放方面也扮演着非常重要的角色。技术进步是实现节能减排最重要的举措，据研究分析，技术进步对节能贡献率达到 40%~60%。要提高能源利用效率，降低日益增长的能源消耗，必须依靠科技进步。而目前我国自主研发水平不高，研发强度不但远低于国外发达国家，并且还低于世界平均水平。要靠技术进步来提高能源效率，一方面要加大自主研发创新能力，另一方面还要引进国外的先进技术和设备。30 年的对外开放，使我国从一个贸易小国变成贸易大国，我国应依靠国际贸易这一重要技术溢出渠道，积极获取先进技术和设备，来提高技术水平，

以提高能源利用效率。

1.2 研究目的与意义

1.2.1 研究目的

能源效率是一种至关重要的“能源来源”。提高能源效率是降低对能源的依赖和减少温室气体排放的重要战略。目前,我国实现节能减排目标正面临着巨大的压力,如何提高能源效率促进我国节能减排目标的快速实现正是当前面对的关键问题。技术进步是提高能源效率的一个非常重要手段。国内自主研发可以促进技术水平的提高,但是作为发展中国家的中国,更多是依赖国际贸易技术溢出这一重要渠道来提高我国的整体技术水平。本书研究目的主要是关注国际贸易技术溢出是否提高了我国的能源利用效率。

1.2.2 研究意义

1.2.2.1 理论意义

本书以国际贸易技术溢出理论为基础,研究了国际研究与试验发展(R&D)溢出效应对中国各省区和工业行业全要素能源效率的影响。国际贸易技术溢出理论指出,国际贸易特别是中间品进口能够提高进口国的最终产品的生产效率和生产水平,生产效率的提高得益于技术溢出效应;另外,还可以促进进口国的技术创新能力和技术进步的提升。本书在此基础上,进一步深化了国际贸易技术溢出理论,延伸了国际贸易技术溢出效应。国际贸易技术溢出可以提高一国的生产效率和技术进步,而技术进步是提高一国能源利用效率的重要影响因素,在这一理论假设下,研究了国际贸易技术溢出对中国能源效率的影响,研究结果表明这一理论假设得到了证实。所以本书丰富了国际贸易技术溢出理论,同时为研究技术进步提高能源效率提供了一种新的思路。

1.2.2.2 现实意义

在分析中国各地区和工业行业差异性的基础上,有必要为提高地区和工业行业能源利用效率寻求新的解决途径。据研究分析,技术进步对节能贡献率达到

40%~60%。技术进步除了可以通过本国的自主研发获得,而且可以通过进口国外先进技术和设备,来促进一国的技术进步。中国经济正处于快速增长时期和工业化中期阶段,工业行业特别是重工业行业对能源的消费需求日益迫切,计划五年内完成单位 GDP 能耗降低 20%左右的目标面临严峻的挑战。因此有必要从各地区和工业行业来提高能源利用效率,降低能源消耗量。研究国际贸易技术溢出效应对各地区和工业行业能源效率的影响,对于提高我国能源利用效率,完成“十一五”节能降耗目标,缓解能源对经济社会发展的约束和限制,都具有非常重要的现实意义。

总之,本书的研究不仅丰富国际贸易技术溢出理论研究,而且为提高能源利用效率提供了一种新思路。通过本书的研究弥补了国内相关研究的缺乏,也发现了尚需研究的问题。并且可以为解决现实问题与未来政策制定提供决策支持。

1.3 研究设计

1.3.1 技术相关概念解释

1.3.1.1 技术与技术进步

(1) 技术

技术(technology)一词源于古希腊,是由希腊文“*techne*”(工艺、技能)与“*logos*”(系统的论述、学问)演化而来,本意是“对造型艺术和应用技术进行论述。”18世纪末,法国科学家狄德罗指出“技术是为某一目的共同协作组织的各种工具和规则体系”,这是较早给“技术”下的定义。《大英百科全书》对技术的定义是人们用以改变或者操纵其环境的手段或活动。随着人类创造的科学知识越来越多地被应用于生产领域,产生经济价值,技术还同科学及其应用联系在一起^[3]。我国《辞海》(上海辞书出版社)则把技术定义为“泛指根据生产实践和自然科学原理而发展成的各种工艺操作方法和技能”及“相应的生产工具和其他物资设备,以及生产的工艺过程或作业程序、方法”。可见,对技术的定义和描述是十分复杂的。随着社会经济的不断发展,技术作为一个非常重要的对象被认识和研究。技术是人们在生产、生活或社会活动中所创造、总结出来的系统知识,它与生产要素相结合,转化为直接的生产力,技术水平是生产力发展水平的主要标志,

劳动生产率随着技术的进步而不断提高。

（2）技术进步

技术进步泛指技术为实现一定的目标，通过对原有技术（或技术体系）的改造、革新、研究，开发出新的技术（体系）来代替原有旧的技术（体系），从而达到应用的目的。技术进步的理解有狭义和广义的差别。狭义上的技术进步主要是指生产工艺、中间投入品以及制造技能等方面的革新和改进。具体表现为对旧设备的改造和采用新的设备、改进旧工艺和采用新工艺、使用新的原材料和使用新的能源、对原有产品进行改进和研究开发新产品、提高工人的劳动技能等；广义上的技术进步是指扣除劳动力、资金投入数量增长的因素，其他增长因素的贡献之和，即产出增长率大于投入要素增长率。具体包括知识进展、政策、管理水平和劳动者的素质等因素。

① 外生（*exogenous*）技术进步和内生（*endogenous*）技术进步。外生技术进步是由经济体系之外的要素决定；当创新是由现有资源的数量决定，并且创新的速度及其对产出的影响是由经济体系内在力量决定的，这即为内生技术进步。传统经济增长理论一般假定技术进步为外生，但只有内生技术进步假设才是对现实经济更为真实的反映^[4]。

② 物化性（*embodied*）技术进步和非物化性（*disembodied*）技术进步。根据技术是否体现于资本设备角度，可分为物化性技术进步和非物化性技术进步。物化技术性进步是指技术隐含于产品（特别是设备、机器）中，通过使用这些产品而使生产率得到提高，并达到了技术扩散的过程；而通过著作、专利、期刊、杂志和国际学术会议等形式的技术进步则为非物化性技术进步。当今，国际贸易已经成为世界各国之间物化性技术进步的重要渠道，并且受到越来越多的经济学家和专家的关注。

③ 中性的（*neutral*）技术进步和非中性的（*nonneutral*）技术进步。按照技术进步带来的收入分配效应来看，技术进步可划分为非中性的技术进步和中性的技术进步。当技术进步对资本和劳动的边际生产力的增加程度相同时，称其为中性的技术进步。反之，如果技术进步对资本和劳动的边际生产力的增加程度不同时，则称为非中性的技术进步。