



经济管理学术新视角丛书

RESEARCH ON THE PRODUCTIVITY GROWTH OF
CHINA COAL INDUSTRY UNDER ENVIRONMENTAL CONSTRAINTS

环境约束下 中国煤炭产业生产率增长研究



李 强◎著



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE



自然资源部

中国地质调查局
地质研究所

环境约束下 中国建筑业生产率增长研究

中国地质调查局
地质研究所

王 强

中国地质调查局
地质研究所



经济管理学术新视角丛书

RESEARCH ON THE PRODUCTIVITY GROWTH OF
CHINA COAL INDUSTRY UNDER ENVIRONMENTAL CONSTRAINTS

环境约束下 中国煤炭产业生产率增长研究



李 强◎著

感谢国家自然科学基金青年项目“考虑环境因素的煤炭产业生产率测度及提升机制研究”(71103181)、国家统计局全国统计科研计划重点项目“考虑能源与环境的工业生产率计算方法研究”(LX2010LB10)的资助。



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

环境约束下中国煤炭产业生产率增长研究 / 李强著. —北京: 经济管理出版社, 2015.1
ISBN 978-7-5096-3573-5

I. ①环… II. ①李… III. ①煤炭工业—劳动生产率—增长—研究—中国 IV. ①F426.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 312641 号

组稿编辑: 赵喜勤

责任编辑: 张 艳 赵喜勤

责任印制: 司东翔

责任校对: 王 淼

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: 北京京华虎彩印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 720mm × 1000mm/16

印 张: 12.25

字 数: 260 千字

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

书 号: ISBN 978-7-5096-3573-5

定 价: 45.00 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

前言

煤炭在中国一次能源结构中占据主体地位，煤炭产业可持续发展对中国经济平稳健康增长至关重要。长期以来，中国煤炭产业由于片面追求速度优先，沿用“高投入、高消耗、高污染”的粗放型增长模式，造成资源过度开发，环境严重破坏。不断累积的负面效应使得中国煤炭产业资源与环境的承载力已经接近极限。在生态文明成为全社会共同追求的大背景下，煤炭产业亟须转型升级，科学合理的发展方式有利于资源、环境与经济相互间的良性循环，反之将会引起一系列不良的连锁反应。煤炭产业作为国民经济基础产业和资源环境双重约束产业，“又好又快”、“绿色增长”将在今后很长一段时间成为中国煤炭产业发展的重要目标之一。“又好又快”突出了“好”在煤炭产业增长中是首要的、决定性的，以“好”来统领“快”；“绿色”则强调低污染、低排放。“又好又快”和“绿色增长”更加重视煤炭产业科学发展，强调发展的质量和效益，把节约资源、保护环境提高到更加重要的战略地位。

本书以“生产率”为主线，将环境因素纳入中国煤炭产业生产率分析框架，系统研究环境约束下的中国煤炭产业的生产率测度及影响因素问题，是对传统生产率理论的拓展和延伸，有助于更加明晰地把握中国煤炭产业增长过程中的资源消耗和环境污染，有助于各地区有针对性地构建煤炭产业绿色增长的实施路径，为提高煤炭资源整合效率和推动煤炭产业转型升级提供参考，具有重要的理论和现实意义。

本书研究的内容主要包括：①设计未考虑和考虑环境因素两种情形下的中国煤炭产业生产率测度方法。分别利用产出距离函数和方向性距离函数并基于DEA方法构建Malmquist指数和Malmquist-Luenberger指数，对未考虑和考虑环境因素两种情形下的煤炭产业生产率、技术进步和技术效率进行测算，并将两种情形下的煤炭产业生产率测度结果进行对比，更深入地论证考虑环境因素对客观评价中国煤炭产业增长质量的重要意义。②比较分析煤炭产业和其他能源产业环境生产率的差异性。将二氧化硫排放作为能源产业生产过程的“坏”产出，构建SML指数模型测算中国能源产业及其四大细分行业的环境生产率、环境技术进步和环境技术效率，并将其与在未考虑环境污染情形下所计算的结果进行比较。在

此基础上,利用核密度函数估计法分别检验了中国省际能源产业环境生产率及其四大细分行业环境生产率的收敛性。③从理论和实证两方面系统研究了未考虑环境规制和考虑环境规制两种情形下中国煤炭产业生产率的影响因素问题。首先基于内生增长理论、新制度经济学和发展经济学等理论,充分考虑中国转型期煤炭产业发展特征(包括环保形势严峻、投融资体制不健全、劳动力流动频繁、产权改革有待深入、区域发展不平衡等),在深入剖析技术创新、进出口、市场化进程和基础设施对中国煤炭产业生产率作用机制的基础上,引入环境规制因素,重点分析了环境规制对技术创新、进出口与中国煤炭产业生产率相关性的外部影响,构建了环境约束下中国煤炭产业生产率的影响因素理论分析框架。然后分别设计未考虑环境规制与考虑环境规制的实证检验模型,利用1999~2011年中国省级煤炭产业数据对煤炭产业生产率影响因素进行实证分析,厘清了环境约束对中国煤炭产业生产率的特殊影响。④设计了中国环境友好型煤炭产业生产率增长路径。根据理论和实证研究结论,为推动中国煤炭产业“又好又快”、“绿色增长”,实现经济效益与环境效益的“双赢”,从环境规制、技术创新、进出口、市场化进程和基础设施五个方面构建中国环境友好型煤炭产业生产率增长路径。

感谢国家自然科学基金青年项目“考虑环境因素的煤炭产业生产率测度及提升机制研究”(71103181)、国家统计局全国统计科研计划重点项目“考虑能源与环境的工业生产率计算方法研究”(LX2010LB10)的资助。

限于本人的学识和能力,本书的研究过程和结论仍有许多值得推敲和不尽如人意之处,敬请读者和学界同仁批评指正。

李 强

2014年12月

目 录

第一章 导 论	1
第一节 选题背景及问题提出	1
第二节 研究意义	6
第三节 技术路线与研究内容	7
第四节 研究方法	10
第二章 国内外研究综述	11
第一节 生产率内涵及测度方法研究	11
第二节 基于中国数据的生产率测度研究	16
第三节 生产率影响因素研究	20
第四节 已有研究评述	34
第三章 中国煤炭产业发展现状	37
第一节 中国煤炭资源分布和生产布局	37
第二节 中国煤炭产业经济效益分析	42
第三节 中国煤炭产业市场化改革历程及成效	54
第四节 中国煤炭产业兼并重组现状	58
第四章 未考虑环境因素的中国煤炭产业生产率测度	63
第一节 未考虑环境因素的生产率测度模型构建	63
第二节 样本选择与变量选择	68
第三节 未考虑环境因素的中国煤炭产业生产率测度结果	70
第四节 本章小结	76
第五章 考虑环境因素的中国煤炭产业生产率测度	79
第一节 考虑环境因素的生产率测度思路和模型构建	79

第二节	样本选择与变量选择	86
第三节	考虑环境因素的中国煤炭产业生产率测度结果	88
第四节	考虑与未考虑环境因素的测度结果对比	91
第五节	本章小结	97
第六章	中国煤炭产业与其他能源产业生产率比较研究	99
第一节	引言	99
第二节	数据来源与指标选择	100
第三节	中国能源产业环境生产率比较研究	101
第四节	中国省际能源产业环境生产率收敛性研究	105
第五节	结论与启示	110
第七章	环境约束下中国煤炭产业生产率影响因素理论分析	113
第一节	环境约束下的技术创新与中国煤炭产业生产率	113
第二节	环境约束下的进出口与中国煤炭产业生产率	119
第三节	市场化进程与中国煤炭产业生产率	121
第四节	基础设施与中国煤炭产业生产率	127
第八章	中国煤炭产业生产率影响因素实证分析	131
第一节	中国煤炭产业生产率影响因素检验模型构建	131
第二节	数据来源与指标选取	134
第三节	变量的描述性统计与分析	138
第四节	未考虑环境因素的中国煤炭产业生产率影响因素实证检验	147
第五节	考虑环境因素的中国煤炭产业生产率影响因素实证检验	153
第六节	本章小结	157
第九章	研究总结、政策建议与展望	161
第一节	研究总结	161
第二节	环境约束下提升中国煤炭产业生产率的政策建议	164
第三节	研究展望	172
参考文献		175

第一章 导 论

第一节 选题背景及问题提出

一、选题背景

(一) 中国煤炭产业发展迅速

经过新中国成立以来 60 余年的快速发展,中国已经成为全球增长速度最快的经济体之一,而工业经济是推动中国经济快速增长的主要动力。特别是进入 21 世纪以来,中国的工业化进程不断加快。根据中国社会科学院蓝皮书《中国工业化进程报告》,1995 年中国工业化水平综合指数为 18,尚处于工业化初期,2002 年这一指数上升到 33,开始迈入工业化中期阶段,预计到 2021 年,中国将实现工业化^①。从工业产品生产能力来看,中国已经成为名副其实的“世界工厂”。2012 年,中国原油产量 20700 万吨,发电量 49377.70 亿千瓦时,水泥产量 220984.08 万吨,钢材产量 95577.83 万吨,汽车产量 1927.62 万辆,水泥、钢材、电视机、服装等一大批工业产品的产量居世界第一位^②。

中国工业特别是高耗能产业的快速增长带动了对能源的巨大需求,由于煤炭在中国一次能源结构中长期处于主体地位,使得煤炭生产、进口、消费等均呈现出明显的上升趋势,数据如表 1-1 所示。煤炭产业投资也急剧增加,从 2006 年的 1459.02 亿元上升到 2012 年的 5370.24 亿元^③。煤炭产业为国家创造了大量的社会财富和就业岗位,为国民经济持续增长提供了强有力的支撑。

① 陈佳贵等. 中国工业化进程报告 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2007.

②③ 数据来源于国家统计局网站。

表 1-1 2006~2012 年中国煤炭生产、进口、消费情况

单位：万吨

年份	煤炭生产量	进口煤量	煤炭消费量	工业煤消费量
2006	252855.1	3810.5	255065.5	238510.2
2007	269164.3	5101.6	272745.9	256202.8
2008	280200	4034.1	281095.9	265574.2
2009	297300	12584	295833.1	279888.5
2010	323500	16309.5	312236.5	296031.6
2011	351600	18209.8	342950.2	326230
2012	364500	28841.1	352647.1	335714.7

注：数据来源于国家统计局网站。

(二) 中国煤炭产业发展付出沉重的资源环境代价

在经济快速增长的同时，我们也必须清醒地认识到，中国为之付出了沉重的资源环境代价。中国虽然地大物博，但人均资源拥有量却很贫乏。中国人均水资源量仅为世界人均占有量的 1/4，人均耕地不到世界平均水平的 40%，人均森林占有面积更是只有世界人均水平的 1/5^①。与此同时，中国有多种主要能源资源人均占有量更是极少，人均石油开采储量仅有 2.6 吨，人均天然气开采储量 1074 立方米，人均煤炭开采储量仅 90 吨，分别为世界平均水平的 11.1%、4.3%和 5.4%^②。能源产品的短缺已经成为严重制约中国经济发展速度及规模的关键因素，近几年发生的大规模“电荒”、“煤荒”、“油荒”等有力地说明了这一点。另外，中国经济发展中的资源浪费现象非常严重。一方面体现在资源开采过程中乱采滥挖，回采率低。如为煤炭资源开采的“挑肥弃瘦”行为，大量的“边角煤”、“三下”压煤被弃采，回采率平均只有 30%左右，而发达国家总体回收率达 60%~70%^③。另一方面体现为中国技术水平相对落后，资源耗用量较大，单位 GDP 能耗、原材料消耗和国外有较大差距。世界银行《世界发展报告(2002)》指出，中国 1 亿美元 GDP 所消耗的能源大约是日本的 7.20 倍、德国的 5.62 倍、美国的 3.52 倍、印度的 1.18 倍、世界平均水平的 3.28 倍，资源节约形势异常严峻。

环境破坏是中国煤炭产业发展进程中需要关注的另一个关键问题。据统计，中国现有河流近 50%的河段受到污染，10%的河段严重污染，不能饮用的地表水占全部监测水体的 40%。中国酸雨面积已占国土面积的 30%，空气质量达标城市

① 数据来源于中国国土资源部网站。

② 数据来源于中国生产力学会网站。

③ 数据来源于新华网网站。

仅占 1/3。与发达国家相比,中国每增加单位 GDP 的废水排放量要高出四倍,单位工业产值产生的固体废弃物高达 10 倍以上^①。2014 年,耶鲁大学和哥伦比亚大学在世界经济论坛公布了《环保表现指标》(EPI),对世界多个国家和地区的环保表现进行了排名,中国只排在第 118 位。具体到煤炭产业,煤炭开发利用对环境的破坏性主要表现在:第一,煤炭开采对区域生态环境破坏严重,包括煤矸石对环境的污染、开采对矿井水的污染、排放瓦斯对环境的污染,煤炭在储、装、运过程中的粉尘污染、地表土地塌陷、水土流失、土地沙漠化、固体废弃物占压和污染土地等,恢复治理难度大。矿产资源开发过程中的每一个阶段都需要生态环境资源的配合,同时都包含对生态环境资源的消耗^②。据预测,2015 年西部地区煤炭开采将形成土地沉陷面积 4.18 万公顷,产生煤矸石和煤泥 3.52 亿吨、煤矿瓦斯 91.15 亿立方米^③。第二,以煤炭为基础的资源深加工和产业链延伸对水资源的消耗大。我国“十二五”重点开发的西部煤炭矿区大多位于干旱半干旱地区,水资源短缺。以鄂尔多斯市煤化工产业为例,每生产 1 吨甲醇、二甲醚和煤制油分别要耗水 17 吨、14 吨和 12 吨,而所在地区年降水量不足 400 毫米,年蒸发量却超过 2500 毫米^④。第三,重工业化的煤炭产业发展导致二氧化碳等温室气体大量排放。我国承诺到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%,并将二氧化碳减排指标纳入地方政府的考核体系,碳减排已成为经济可持续发展的内在要求。高污染、高排放的煤炭产业过快增长造成煤炭矿区的碳减排形势更加严峻。

(三) 中国煤炭产业发展面临资源环境的双重约束

煤炭产业的发展离不开资源环境。科学合理的增长方式有利于资源、环境与经济相互间的良性循环,反之将会引起一系列不良的连锁反应,造成资源的浪费和环境的破坏,终将使产业发展受阻。正如《增长的极限》一书中所提出的警告,这个地球既是我们的,也是子孙的,绝不能贪婪无度地向自然界索取。

可以预期,随着中国经济在较长时期内维持高增长水平运行,煤炭产业发展与资源、环境之间的矛盾将更加突出。由于在煤价黄金时期,大部分煤炭企业片面追求速度优先,长期沿用“高投入、高消耗、高污染”的粗放型增长模式,造成中国煤炭产业经济效益不高,资源过度开发,环境破坏严重。不断累积的负面效应使得中国煤炭产业资源与环境的承载力已经接近极限,若继续延续下去,将

① 数据来源于中国生产力学会网站。

② 朱迪·丽丝.自然资源:分配、经济学与政策 [M].蔡运龙等译.北京:商务印书馆,2002.

③ 国家能源局.煤炭工业发展“十二五”规划 [R].2012.

④ 中化新网.内蒙古西部煤化工产业遭遇“水困”[EB/OL].<http://www.ccin.com.cn/ccin/news/2011/09/16/199349.shtml>, 2011-09-16.

有可能引发巨大的经济和社会风险。中国煤炭产业增长面临着严峻的资源与环境双重压力。

(四) 中国煤炭产业需走“又好又快”、绿色发展道路

资源环境约束并不是中国所面临的独有问题,大多数发达国家在发展过程中也都遇到过相似的困扰。虽然各国在实践中采取的应对策略不尽相同,但核心的思想都是提高经济运行效率,实现质量效率型增长,通过全要素生产率提升实现可持续发展。世界银行 2003 年出版的《创新的亚洲:增长的前景》中写道,“以前东亚地区经济的高速增长主要依靠的是资源的大量消耗,其增长方式是资源消耗型增长模式,而这种增长模式如果不改变的话,东亚地区经济就有可能出现边际收益递减的现象,因此,必须走技术集约型的增长道路”。中共十六大报告提出了中国今后应该走科学技术含量高、经济效益好、资源消耗强度低、环境污染少、人力资源优势得到有效发挥的新型工业化道路。在 2006 年度的中央经济工作会议上首次明确要求中国今后的经济增长方式要从“又快又好”转到“又好又快”的发展道路上,从粗放型的增长方式转到集约型的增长方式上来,共建资源节约型、环境友好型社会。中共十八大报告指出,面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势,必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念,把生态文明建设放在突出地位,融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程。2013 年中央经济工作会议再次强调加快传统产业优化升级。从中央的一系列文件和政策可以看出中国政府在发展思想上的重大变化,煤炭产业作为国民经济基础产业和资源环境双重约束产业,“又好又快”、“绿色增长”将在今后很长一个时期成为中国煤炭产业发展的重要目标之一。“又好又快”突出了“好”在煤炭产业增长中是首要的、决定性的,以“好”来统领“快”;“绿色增长”则强调低污染、低排放。“又好又快”和“绿色增长”更加重视煤炭产业科学发展,强调发展的质量和效益,把节约资源、保护环境提高到更加重要的战略地位。

二、问题提出

生产率一直是经济学研究的焦点问题。经济学理论普遍认为,经济增长的源泉主要有两个:增加要素投入和提高生产率。一般而言,在经济发展初期,资本和劳动力等生产要素投入对经济增长的贡献显著,通过大规模的增加资本投入和发展劳动密集型产业能够推动经济快速增长;当经济发展达到较高水平之后,在要素边际收益递减的规律作用下,资本和劳动力等生产要素投入对经济增长的拉动作用已接近极限,此时则需转向生产率提升,发挥技术进步和技术效率等的推

动力作用。高效率的生产过程可以以最小的投入,转化为最大的有价值产出,实现生产的快速和优质发展。

随着中国经济的蓬勃发展,关于中国经济增长的源泉受到了学者们的广泛关注,相关研究成果非常丰富,但研究结论存在显著的差异。Jefferson 等(1996)的研究表明,1978年以后中国所进行的制度变革并没有显著促进中国生产率的增长。Huang 和 Meng(1999)对967个国有企业的调查研究表明,1986~1990年的生产率增长为-2.2%。郑京海等(2002)采用1980~1994年的数据对中国四个工业行业的研究发现,除了纺织业外,其他行业的生产率都一直表现为增长的态势。涂正革(2007)分析认为,全要素生产率增长拉动工业增长平均为9.2%,贡献率约60%。

需要指出的是,关于中国煤炭产业生产率的研究文献大多没有考虑环境因素。生产率测度的传统方法存在两个方面的问题:一是投入方面。随着中国环境规制制度的不断完善和执行力度的加强,企业为了达到环境规制的要求,必须要投入相关的人力、物力等生产要素。但传统方法并未区分企业的要素投入中哪些用于正常产品生产,哪些用于环境污染防治。二是产出方面。传统方法仅仅用期望产品“好产出”的增长率减去所有投入的贡献,而环境污染等非期望“坏产出”并没有被纳入计算过程。涂正革、肖耿(2009)指出,考虑环境因素的生产率与传统生产率的内涵不同,其主要差异在于前沿产出,即衡量效率高低的标准不同。前者既要求产出高,也要求污染少,两方面综合权衡,而传统生产率的衡量标准只考虑产出最大。因此,考虑环境因素的生产率测度方法与传统方法的计算结果并不相同。传统方法由于忽视环境污染因素,会使生产率的测度结果出现偏差,不利于对煤炭产业生产率的增长质量进行客观评价,进而影响政策建议的科学性和可行性。

因此,面对理论和现实需求,基于实现中国煤炭产业“又好又快”、“绿色增长”的发展目标,围绕“环境约束下的中国煤炭产业生产率”这一主题,有以下问题值得提出:

第一,考虑环境污染“坏产出”的中国煤炭产业生产率水平如何,与未考虑环境因素相比,是否有明显的差异?

第二,与其他能源产业相比,中国煤炭产业的环境生产率处于什么水平,各地区煤炭产业生产率是否存在收敛性?

第三,在生态文明建设目标引导下,中国政府出台了多项针对煤炭产业的环境规制政策。基于中国特殊的制度背景,环境规制是否对中国煤炭产业的生产率产生了影响,环境约束下驱动中国煤炭产业生产率增长的关键因素有哪些?

第四,如何构建中国环境友好型煤炭产业生产率增长的具体路径,助推煤炭

产业转型升级？

本书在已有研究文献的基础上，将环境因素纳入中国煤炭产业生产率的分析框架，尝试从理论和实证角度研究环境约束下中国煤炭产业生产率的测度及影响因素问题。

第二节 研究意义

一、理论意义

本书构建环境约束下的煤炭产业生产率分析框架，是对传统生产率理论的拓展和延伸，对于推进环境经济学与产业发展理论的相互融合具有重要的理论意义，具体表现在：

第一，纳入环境因素，设计煤炭产业生产率测度方法。煤炭生产的期望产品称为“好产出”，而所排放的废水、废气、废渣等环境污染物称为“坏产出”。本书考虑到煤炭生产的特殊性，以资本、劳动力、技术进步和能源作为投入，区别考虑“好产出”和“坏产出”，构建非参数型环境生产前沿理论模型，并对生产率指数进行分解，得出技术进步效应和技术效率效应，有利于克服传统煤炭产业生产率测度方法忽视环境污染产出造成的偏差问题，提高生产率测度的准确性。

第二，考虑中国转型经济的典型特征，系统架构环境约束下的煤炭产业生产率影响因素理论体系。主流经济学的理论强调技术、人力资本对生产率的作用，但是，主流经济学的研究往往是以西方发达市场经济作为研究背景的，研究结论并不完全适用于处于转型期的国家。本书从中国煤炭产业面临的环境规制和资源整合背景入手，基于内生增长理论、新制度经济学和发展经济学等理论，深入分析环境约束下的技术创新、进出口、市场化进程和基础设施等对中国煤炭产业生产率的作用机制，有利于从理论上探究中国煤炭产业生产率背后诸多因素的影响路径和方向。

二、实践意义

当前，中国政府正在大力加强生态文明建设和煤炭资源整合，其目标包括两层含义：一是提高生产率对煤炭产业增长的贡献，促进资源节约；二是降低煤炭

产业发展对环境的不利影响，减少环境污染和排放。本书对中国煤炭产业可持续发展的实践意义在于：

第一，通过测度考虑环境因素的中国煤炭产业生产率，有助于更加明晰地把握中国煤炭产业增长过程中的资源消耗和环境污染情况，更加清楚地反映所面临的资源环境约束，从而客观地评价中国煤炭产业增长的速度和质量；通过比较环境约束下中国各地区煤炭产业生产率的差异性，能够发现各地区煤炭产业在投入产出方面的差距以及是否有上升空间，能为确定政策调控着力点、制定有区别的政策措施提供决策依据。

第二，对影响中国煤炭产业生产率增长的关键因素进行实证分析，特别是考虑环境规制、技术创新、进出口、市场化进程和基础设施的作用，有助于各地区有针对性地构建促进煤炭产业绿色增长的具体路径，为提高煤炭资源整合效率和推动煤炭产业转型升级提供参考。

第三节 技术路线与研究内容

一、技术路线

本书研究的技术路线如图 1-1 所示。

本书首先分析中国煤炭产业增长面临的资源环境约束，提出中国煤炭产业应转变增长方式，实施“又好又快”、“绿色增长”，进而引出将环境因素纳入中国煤炭产业生产率分析框架的必要性。其次，设计考虑环境因素的煤炭产业生产率测度方法，具体计算中国煤炭产业生产率的增长情况，并与未考虑环境因素的传统测度方法进行比较。再次，将煤炭产业与其他能源产业的生产率进行比较分析，探究其差异性，并检验是否存在收敛性。然后，在对环境约束下的中国煤炭产业生产率影响因素做理论分析的基础上，进行实证检验。最后，根据理论和实证分析结论，构建中国环境友好型煤炭产业生产率增长的具体路径，并对未来研究方向进行展望。

二、研究内容

本书共包括九章。各章的主要研究内容如下：

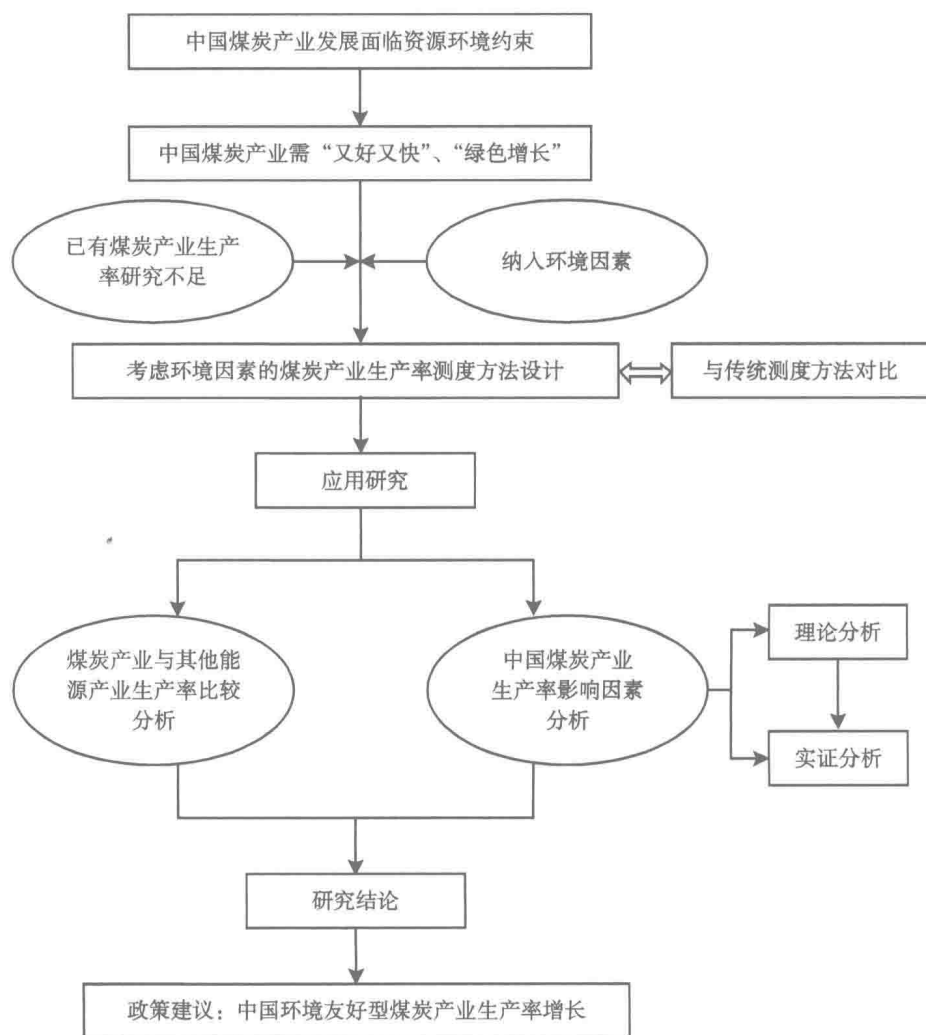


图 1-1 技术路线图

第一章是导论。主要从中国煤炭产业发展面临的资源环境约束以及已有煤炭产业生产率研究存在的不足等方面论证本书的选题背景以及理论意义和实践意义。在此基础上，阐述本书研究的技术路线、研究内容和研究方法。

第二章是国内外相关研究综述。主要以生产率为主线，系统回顾了生产率内涵和生产率测度方法等理论，对国内外关于中国生产率测度以及生产率影响因素的实证研究文献进行了较为细致的梳理。总结已有研究取得的成果，并指出进一步完善的方向。

第三章是中国煤炭产业发展现状。主要介绍中国煤炭资源赋存情况和生产布局，然后分析中国煤炭产业经济效益，选择相应指标及典型企业对煤炭产业的总

体和个体经济效益进行评价，并对中国煤炭产业市场化改革历程进行回顾。最后介绍中国煤炭产业兼并重组的现行政策及实施进展。

第四章是未考虑环境因素的中国煤炭产业生产率测度。主要是采用传统方法，即在未考虑环境因素的情况下，构建中国煤炭产业生产率指数、技术进步、技术效率等的测度模型，并选择各省份数据进行实证分析。

第五章是环境约束下的中国煤炭产业生产率测度。首先将方向性距离函数应用于考虑环境因素的生产率测算，投入端加入能源因素，产出端考虑环境污染“坏产出”，基于 DEA 方法构建 Malmquist-Luenberger 指数，并将生产率拆分为技术进步和技术效率提高两个部分。在此基础上，将本章的测度结果与第四章的传统方法测度结果进行对比分析，进一步说明在煤炭产业生产率测度过程中考虑环境因素的必要性和科学性。

第六章是中国煤炭产业与其他能源产业生产率比较研究。分别计算中国能源产业以及四大细分行业，即煤炭开采及洗选业、石油及天然气开采业、石油及炼焦加工业和电力、热力及燃气的生产和供应业等的生产率及其分解情况，并进行比较研究。最后，对地区间能源产业生产率的收敛机制进行分析，并对中国省级能源产业生产率及其分解的数据进行实证检验。

第七章是环境约束下中国煤炭产业生产率影响因素理论分析，构建中国煤炭产业生产率影响因素的理论体系。基于内生增长理论、新制度经济学和发展经济学等理论，深入分析环境规制背景下技术创新、进出口、市场化进程和基础设施等对煤炭产业生产率的作用机制，以探究环境约束下中国煤炭产业生产率背后诸多因素的影响路径和方向，为下文的实证分析奠定理论基础。

第八章是中国煤炭产业生产率影响因素实证分析。在理论研究的基础上，实证检验中国煤炭产业生产率影响因素。首先，介绍考虑环境规制和未考虑环境规制两种情况下的实证研究模型构建以及所涉及的相关数据来源及指标选取。其次，对相关指标进行描述性统计和分析。再次，采用面板数据分析方法对实证研究模型进行形式检验并得出实证研究结果。最后，对实证研究结果进行讨论。

第九章是研究总结、政策建议和展望。总结本书的研究成果，基于理论和实证研究结论，构建中国环境友好型煤炭产业生产率增长的具体路径，并对未来的研究工作进行展望。