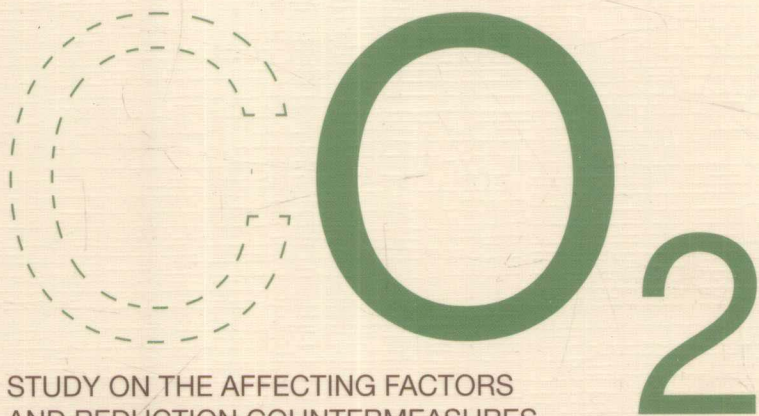




中国劳动关系学院
青年学者文库



STUDY ON THE AFFECTING FACTORS
AND REDUCTION COUNTERMEASURES

CHINA'S
CARBON EMISSIONS

中国碳排放 影响因素分析及减排对策 研究

徐军委 著



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)



中国劳动关系学院
青年学者文库

STUDY ON THE AFFECTING FACTORS
AND REDUCTION COUNTERMEASURES

CHINA'S
CARBON EMISSIONS

O₂

中国碳排放 影响因素分析及减排对策 研究

徐军委 著



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

图书在版编目(CIP)数据

中国碳排放影响因素分析及减排对策研究 / 徐军委

著. -- 北京: 社会科学文献出版社, 2016. 9

(中国劳动关系学院青年学者文库)

ISBN 978 - 7 - 5097 - 9488 - 3

I. ①中… II. ①徐… III. ①二氧化碳 - 排气 - 研究
- 中国 IV. ①X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 169253 号

· 中国劳动关系学院青年学者文库 ·

中国碳排放影响因素分析及减排对策研究

著 者 / 徐军委

出 版 人 / 谢寿光

项目统筹 / 高明秀 王晓卿

责任编辑 / 王晓卿 楚洋洋 李秀梅

出 版 / 社会科学文献出版社 · 当代世界出版分社 (010) 59367004

地址: 北京市北三环中路甲 29 号院华龙大厦 邮编: 100029

网址: www.ssap.com.cn

发 行 / 市场营销中心 (010) 59367081 59367018

印 装 / 北京季蜂印刷有限公司

规 格 / 开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 12 字 数: 151 千字

版 次 / 2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5097 - 9488 - 3

定 价 / 49.00 元

本书如有印装质量问题, 请与读者服务中心 (010 - 59367028) 联系

 版权所有 翻印必究

前 言

二氧化碳排放问题目前已成为国际社会普遍关注的全球性重大问题，它不仅会对全球环境和生态产生重大影响，而且还与人类社会的生产、消费和生活方式等息息相关。1992年5月22日联合国政府间谈判委员会就气候变化问题举行谈判，旨在控制大气中二氧化碳、甲烷和其他造成“温室效应”的气体的排放，最终达成《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）。其明确规定，各缔约方应在公平的基础上，根据它们共同但有区别的责任和各自的能力，为人类当代和后代的利益去保护气候系统，发达国家应率先采取行动应对气候变化及其带来的不利影响。

伴随着社会经济的飞速发展，我国工业化和城镇化的进程不断加快，对能源尤其是化石能源的消耗量也在逐年加大，由此所带来的二氧化碳排放量也逐年增多。目前，我国已超过美国成为全球第一大二氧化碳排放国，这使得我国未来要面临的二氧化碳减排压力不断加大。在这样的国际背景下，对我国二氧化碳排放增长驱动因素的分析研究就显得越来越重要。

本书研究以能源经济学、现代管理学、统计学、指数分解理

论、随机过程论、灰色系统理论、优化论为基础,采用定性分析与定量研究相结合的方法,以国内外相关研究成果为基础,剖析了我国二氧化碳排放增长的现状及其形成的原因,并估算了历年能源活动和工业生产活动的二氧化碳排放清单;然后以省级数据为依据运用指数分解法对二氧化碳排放增长的影响因素进行分解,并对各主要影响因素进行分析;结合我国减排优化目标,针对上述主要影响因素进行研究,重点对能源结构调整和产业结构调整目标进行优化,在不同的组合情景下对2020年碳强度目标进行测算,并依据测算结果分析了减排目标实现的可能性;最后,在综合考虑资源、环境、碳排放控制总量等约束条件下,提出了我国二氧化碳减排的对策和措施,并对分地区分行业的节能减排对策进行研究。

目 录

CONTENTS

绪 论	1
第一节 本书研究的背景及意义	1
第二节 国内外研究综述	4
第三节 本书研究的主要内容和方法	19
第四节 本书研究的技术路线	23
第一章 理论基础	31
第一节 低碳经济理论	31
第二节 指数分解法	36
第三节 灰色系统模型	39
第四节 马尔科夫链	43
第二章 我国二氧化碳排放清单分析	47
第一节 我国二氧化碳排放现状及排放源分析	47
第二节 我国能源活动的二氧化碳排放清单分析	49
第三节 我国工业生产活动的二氧化碳排放清单分析	55
第四节 我国二氧化碳排放清单分析	58

第三章 我国二氧化碳排放特征和影响因素分析	62
第一节 我国二氧化碳排放特征分析	62
第二节 我国二氧化碳排放的影响因素分析	69
第三节 各主要因素对二氧化碳排放的影响	71
第四章 基于 LMDI 的指数分解模型的构建研究	83
第一节 模型的选取	83
第二节 基于 LMDI 二氧化碳排放因素分解模型的构建	91
第三节 模型计算与求解	98
第四节 计算结果分析	106
第五章 减排目标实现的情景分析	119
第一节 减排影响因素分析	119
第二节 组合情境下减排目标实现分析	123
第三节 减排对策研究	147
第六章 结论与展望	161
第一节 主要结论	161
第二节 本书的主要创新点	164
第三节 研究展望	164
参考文献	166
附表	179
后记	185

绪 论

二氧化碳排放已经成为全球关注的热点之一，对于该领域的研究由来已久，最早起源于发达国家。这些国家的工业发展带来的环境污染和温室效应使得这些国家的学者最早关注这方面的研究。随着我国工业化进程的不断推进，伴随的环境问题也日趋突出，因此二氧化碳排放因素研究才逐渐被国内的学者关注。本研究基于国际社会对我国二氧化碳排放不断施压的背景，针对我国二氧化碳排放的现状进行深入分析，选题具有较强的理论和现实意义。

第一节 本书研究的背景及意义

一 研究背景

为应对环境变化给人类社会带来的挑战，世界各国已经做出了很多努力。1988年，世界气象组织（WMO）和联合国环境规划署（UNEP）联合设立联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC），主要职责是评估有关气候变化问题的科学信息以及评价气候变化可能带来的环境和社会经济后果。

2007年,IPCC第二十七次全会就第四次评估报告各工作组报告中关键研究发现和不确定性的声明达成一致^①。报告指出,全球平均气温和海温升高、大范围积雪和冰融化以及全球平均海平面上升等现象足以证明气候变暖是明显的。根据1850年以来全球地表温度器测资料,1850年以来最暖的12个年份有11个出现在1995~2006年;全球温度普遍升高,北半球较高纬度地区温度升高幅度较大,在过去的100年中,北极温度升高的速率是全球平均速率的2倍;全球平均海平面在1961~2003年以每年1.8毫米的平均速度上升,其中1993~2003年平均海平面以每年约3.1毫米的速度上升。所有的观测数据表明自然系统正在受到区域变化的影响,特别是温度升高的影响,而二氧化碳等温室气体浓度的升高是诱发全球变暖的主要因素之一。高速的经济增长加速了二氧化碳的排放,碳排放所带来的环境和气候变化等问题也已逐渐引起国际社会的普遍关注^②。

目前世界经济正处于向低碳经济的转型期,而我国也面临着工业化和城市化的快速发展。由于受到传统经济增长方式的影响,我国在经济发展过程中的碳排放增长必将会遭受国际社会更多的质疑,碳排放的压力也会越来越大。据荷兰环境评价部的研究报告显示,我国2007年的二氧化碳排放量为67.2亿吨,我国已取代美国成为世界上最大的二氧化碳排放国。这使得发达国家纷纷把矛头指向我国,国际上对我国控制碳排放总量以及承担温室气体减排义务的呼吁也越来越强烈。如果我国以发展中国家的发展权为由拒绝承

① IPCC, *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change: Working Group III Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC* (Cambridge UK: Cambridge University Press, 2007).

② 秦大河、罗勇、陈振林:《气候变化科学的最新进展:IPCC第四次评估综合报告解析》,《气候变化研究进展》2007年第6期,第311~314页。

担二氧化碳的减排责任,多年以来我国致力于树立的“负责任国家”的国际形象和创造的和谐的国际环境将不可避免地受到损害,而且也会为我国未来经济的发展带来不必要的阻力。以我国当前所处的发展阶段以及面临的经济运行情况来看,承担碳减排任务与实现经济增长目标之间必然会发生冲突。

我国是世界上最大的发展中国家,经济发展迅猛,特别是进入21世纪以来,我国国民经济取得了快速的发展,2010年我国GDP总量达到58786亿美元,已超过日本成为世界第二大经济体。这些成就使得我国在国际上的影响力不断提升,我国也日益成为国际社会关注的焦点^①。但与此同时,我国的二氧化碳排放总量已经超过美国,我国已成为世界第一大二氧化碳排放国,这带来了许多负面的影响,比如资源消耗和浪费严重、碳排放显著增加等,因此在国际上,我国也遭受了更多的指责和批评。随着世界各国对气候环境变化的持续关注,碳排放问题也越来越引起我国政府的重视。

由对目前国内经济运行发展态势的分析可知,受前期宏观经济因素的影响,我国宏观经济增长呈温和回落态势,国民经济发展将继续保持偏高增长。2016年,李克强总理在政府工作报告中指出,“十二五”期间我国经济持续较快发展,国内生产总值年均增长7.8%,预计“十三五”时期平均增长保持在6.5%以上。因此未来一段时间内,我国国民经济仍将保持快速增长,这将加大对能源的需求以及对环境的压力,从而形成我国经济发展的制约因素,成为经济可持续发展的瓶颈。

^① 李尚竹:《如何实现从“国富民穷”到“国富民富”的转变》,《经济导刊》2011年第5期,第12~13页。

因此,为应对全球气候变化给人类生存环境带来的挑战,我国应该积极主动地实施节能减排相关措施,转变经济增长方式,在经济稳定增长的同时对碳排放总量进行约束,实现我国经济的可持续发展。

二 研究意义

结合我国二氧化碳的排放现状,本书运用指数分解法对我国二氧化碳排放影响因素进行分解研究。考虑我国政府承诺的碳减排目标,本书对该目标的现实可行性进行分析,并结合实际提出相应的对策。本书中指数分解模型的构建具有一定的理论意义,本书对碳排放影响因素的分析和碳强度减排目标实现可能性的研究具有重要的现实意义。

第二节 国内外研究综述

一 指数分解法研究综述

指数分解法的基本思想就是把一个目标变量的变化分解成若干个影响因素变化的组合,以辨别各个因素影响程度的大小,即贡献率,从而客观地确定出贡献较大的因素。在数据可获取的情况下,把此分解方法逐层进行下去,最终就可以把各种影响因素对目标变量的贡献区分开来。关于指数分解法的应用,国内外都做了大量的研究,特别是国外在此领域的研究较为成熟。

(一) 国外研究现状

近年来,随着国际上对二氧化碳排放问题的日趋关注,国内外学者对二氧化碳排放量以及排放因素分析的研究也越来越多,

尤其是运用因素分解法对二氧化碳排放进行分析是主流的研究方法。

目前主要有以下一些分解方法。其中最早的可以追溯到 1871 年 Laspeyres 提出的以基期价格为权重的指数,其主要被用来处理一些经济问题,比如一个企业产量和价格的变化对该企业销售额的影响,并未广泛应用到能源领域。到 20 世纪 70 年代发达国家出现的石油危机才使人们真正关注能源消费等相关问题,学者试图去研究工业结构的变化对整体能源消费的影响,以及工业能源消费量变化的机理,此后指数分解法才逐步被研究人员采用并应用到能源领域解决现实问题^①。在 20 世纪 80 年代,指数分解法的理论体系和应用方法得到不断发展和完善。随着世界各国对气候变化以及二氧化碳减排问题的日趋关注,国外对指数分解法的研究也不断深入。

国外对指数分解法的研究相对较多,也涉及许多领域。1995 年 Ang^② 在撰写的综述性论文中列举了与指数分解法相关的 50 篇研究论文,并于 2000 年再次对指数分解法的新进展进行综述,当时的研究论文多达 120 多篇^③。截至 2012 年,国外相关的研究文献已超过千篇,表 0-1 列举了 2000~2012 年的主要相关文献。

(二) 国内研究现状

国内对于指数分解法的研究起步相对较晚,大都是从最近几年开始的应用性研究。从所采用的研究方法上看也比较有限,应用最广的就是 Divisia 和 Laspeyres 分解法,其他的分解方法应用得相对较少。

① 张炎治、聂锐:《能源强度的指数分解分析研究综述》,《管理学报》2008 年第 5 期,第 647~650 页。

② Ang B. W., "Decomposition methodology in industrial energy demand analysis," *Energy* 20 (1995): 1081-1095.

③ Ang B. W., Zhang F. Q., "A survey of index decomposition analysis in energy and environmental analysis," *Energy* 25 (2000): 1149-1176.

表 0-1 2000 ~ 2012 年与指数分解法相关的外文研究文献

文献作者	年份	研究选择的 国家或地区	应用领域		分解方法		
			能源	其他	LMDI	ADMI	其他
K. Liaskas, G. Mavrotas, M. Mandaraka, D. Diakoulaki	2000	欧盟		√			√
B. W. Ang, F. Q. Zhang	2000		√			√	√
Cheng F. Lee, Sue J. Lin	2001	中国台湾	√				√
Johan Albrecht, Delphine François, Koen Schoors	2002			√			√
Ki-Hong Choi, B. W. Ang	2002			√	√	√	
Rutger Hoekstra, Jeroen C. J. M. van den Bergh	2003			√			√
Ki-Hong Choi, B. W. Ang	2003			√			√
B. W. Ang, F. L. Liu, Hyun-Sik Chung	2004	韩国	√				√
Winfried G. Hallerbach	2005			√			√
B. W. Ang	2005		√	√	√		
Tae-Hyeong Kwon	2005	英国		√			√
Subhes C. Bhattacharyya, Arjaree Ussanarassamee	2005	泰国		√			√
B. W. Ang, N. Liu	2006		√	√			
Richard Wood, Manfred Lenzen	2006		√		√		
Manfred Lenzen	2006			√	√		√
D. Diakoulaki, G. Mavrotas, D. Orkopoulos, L. Papayannakis	2006	希腊	√				√
Wietze Lise	2006	土耳其	√				√
Yuk-shing Cheng, Sung-ko Li	2006	中国		√			√
B. W. Ang, Na Liu	2007		√				√
B. W. Ang, Na Liu	2007		√		√		
B. W. Ang, Na Liu	2007			√	√		
D. Diakoulaki, M. Mandaraka	2007	欧盟		√			√
Shinichiro Okushima, Makoto Tamura	2007	日本	√				√

续表

文献作者	年份	研究选择的 国家或地区	应用领域		分解方法		
			能源	其他	LMDI	ADMI	其他
Esteban Fernández, Paula Fernández	2008			√			
Emmanouil Hatzigeorgiou, Heracles Polatidis, Dias Haralambopoulos	2008	希腊		√	√	√	
P. Zhou, B. W. Ang	2008			√			√
Chunbo Ma, David I. Stern	2008	中国	√		√		
B. W. Ang, H. C. Huang, A. R. Mu	2009				√	√	√
Katerina Papagiannaki, Danae Diakoulaki	2009	希腊、丹麦		√	√		
Sunil Malla	2009	亚太和北美洲		√	√		
Ilyoung Oh, Walter Wehrmeyer, Yacob Mulugetta	2010	韩国	√		√		
Yanli Dong, Masanobu Ishikawa, Xianbing Liu, Can Wang	2010	日本、中国		√			√
Claudia Sheinbaum, Leticia Ozawa, Daniel Castillo	2010	墨西哥	√		√		
B. Sudhakara Reddy, Binay Kumar Ray	2010	印度	√				√
Gürkan Kumbaroğlu	2011	土耳其		√			√
William Chung, M. S. Kam, C. Y. Ip	2011	中国香港	√		√	√	
Isabela Butnar, Maria Llop	2011	西班牙		√			√
Elif Akbostancı, Gül İpek Tunç, Serap Türit-Aşık	2011	土耳其		√	√		
Alvydas Baležentis, Tomas Baležentis, Dalia Streimikiene	2011	立陶宛	√		√		
Ki-Hong Choi, B. W. Ang	2012		√		√		

续表

文献作者	年份	研究选择的 国家或地区	应用领域		分解方法		
			能源	其他	LMDI	ADMI	其他
Colin Wren	2012	欧洲					√
Bin Su, B. W. Ang	2012	中国		√	√	√	√
Claudia Sheinbaum-Pardo, Sergio Mora-Pérez, Guillermo Robles-Morales	2012	墨西哥	√		√		
Tadhg O'Mahony, Peng Zhou, John Sweeney	2012	爱尔兰		√	√		
G. P. Hammond, J. B. Norman	2012	美国	√				√

注：“研究选择的国家或地区”一栏中的空白处表示该研究没有选定特定国家或地区。本表所列文献的具体内容见本章附录 I。

从研究的内容上看，国内学者大都对能源强度变动、二氧化碳排放、能源消费等能源相关领域的课题进行研究。近年来，随着国际社会对碳排放问题的日趋关注，国内许多学者对这方面的研究逐渐增多，研究方法也不断丰富。张明^①基于指数分解法的基本思想建立了分解模型，定量地研究了中国能源消耗、二氧化碳排放和交通部门能源消耗等相关影响因素，并对模型的运算结果进行了详细说明；邓晓^②以 1980 ~ 2007 年湖北省统计数据为基础，通过因素分解法分析了经济发展、能源结构及效率对湖北省人均碳排放变化所产生的影响，并提出了减少人均碳排放量的相关对策和建议；徐国泉^③以能源效率为中心，运用 Divisia 分解方法对我国的能源强度影

① 张明：《基于指数分解的我国能源相关 CO₂ 排放及交通能耗分析与预测》，博士学位论文，大连理工大学，2009，第 30 ~ 112 页。

② 邓晓：《基于 LMDI 方法的碳排放的因素分解模型及实证研究——以湖北省为例》，硕士学位论文，华中科技大学，2009，第 34 ~ 44 页。

③ 徐国泉：《中国能源效率问题研究》，博士学位论文，大连理工大学，2008，第 63 ~ 168 页。

响因素进行了分解研究,并指出效率因素是促使能源强度下降的决定性因素;贺红兵^①在对碳排放进行分析的基础上,采用 Shapley 值分解分析方法对碳排放增长的影响因素进行了无残差的分解分析,并与 Laspeyres 分解分析方法的结果进行了对比研究;薛勇、郭菊娥、孟磊等^②采用投入产出分解方法对我国 1997~2004 年的二氧化碳排放变动因素进行了分解研究,得出经济增长是二氧化碳变动的主要驱动因素;刘兰翠^③采用了不同的分解方法对我国二氧化碳减排政策进行研究;杨国锐^④结合我国当前的实际情况,采用 LMDI 方法对我国低碳经济发展的影响因素进行了分解研究,并对发展路径进行了深入探讨;蔡伟光^⑤以我国建筑能耗驱动因素为研究对象,运用 LMDI 方法对影响因素进行定量研究;张纪录^⑥基于消费角度下的碳排放问题,采用结构分解法(SDA)对我国消费过程中间接产生的碳排放进行因素分解分析;聂锐、王迪^⑦结合我国二氧化碳排放现状,采用改进的因素分解方法对我国二氧化碳排放变动进行分解分析;国涓^⑧运用定性与定量分析相结合的方法,对我国能源

-
- ① 贺红兵:《我国碳排放影响因素分析》,博士学位论文,华中科技大学,2012,第54~105页。
- ② 薛勇、郭菊娥、孟磊:《中国 CO₂ 排放的影响因素分解与预测》,《中国人口·资源与环境》2011 第 5 期,第 106~112 页。
- ③ 刘兰翠:《我国二氧化碳减排问题的政策建模与实证研究》,博士学位论文,中国科学技术大学,2006,第 84~117 页。
- ④ 杨国锐:《中国经济发展中的碳排放波动及减碳路径研究》,博士学位论文,华中科技大学,2010,第 65~92 页。
- ⑤ 蔡伟光:《中国建筑能耗影响因素分析模型与实证研究》,博士学位论文,重庆大学,2011。
- ⑥ 张纪录:《消费视角下的我国二氧化碳排放研究》,博士学位论文,华中科技大学,2012,第 49~110 页。
- ⑦ 聂锐、王迪:《中国能源消费的 CO₂ 排放变动及其驱动因素分析》,《中国矿业大学学报(社会科学版)》2011 年第 1 期,第 73~78 页。
- ⑧ 国涓:《中国能源强度变动的成因及效应研究》,博士学位论文,大连理工大学,2010,第 29~100 页。

强度变动的效应和影响因素进行分析,并对能源强度变动的因素进行分解研究;郭朝先^①采用 LMDI 分解技术对我国的碳排放进行研究,并分别从地区和产业层面进行分解分析;刘俊杰、贾兴梅^②采用 AWD 分解模型对我国 1978 ~ 2008 年的碳排放强度变化因素进行了分解研究;李志强、王宝山^③采用因素分解模型对山西省 1990 ~ 2008 年的二氧化碳排放变动影响因素进行了解,得出经济增长因素呈指数增长,而能源结构和能源效率在碳排放增长方面的抑制作用不断弱化;李艳梅、张雷、程晓凌^④以我国 1980 ~ 2007 年的碳排放数据为依据,通过构建模型对经济总量、产业结构和碳排放强度数据进行了分解研究;顾成军、龚新蜀^⑤从影响因素角度入手,采用 LMDI 分解方法对新疆维吾尔自治区 1999 ~ 2009 年的碳排放进行了分解研究;徐雅楠、杜志平^⑥在估算 1995 ~ 2008 年我国交通运输业碳排放量的基础上,利用 STIRPAT 模型对碳排放进行了分解研究;雷厉、仲云云、袁晓玲等^⑦通过构建 LMDI 分解模型,对我国各地区 1995 ~ 2008 年的人均碳排放进行了分解研究,并得出人均 GDP 是碳排放增

-
- ① 郭朝先:《中国碳排放因素分解:基于 LMDI 分解技术》,《中国人口·资源与环境》2010 年 12 期,第 116 ~ 120 页。
- ② 刘俊杰、贾兴梅:《中国碳排放强度变化的分解与减排途径分析——基于 AWD 分解因素模型》,载《第十二届中国管理科学学术年会论文集》,2010,第 502 ~ 508 页。
- ③ 李志强、王宝山:《基于因素分解模型的二氧化碳排放影响因素分析——以山西为例》,《生产力研究》2010 年第 12 期,第 99 ~ 101 页。
- ④ 李艳梅、张雷、程晓凌:《中国碳排放变化的因素分解与减排途径分析》,《资源科学》2010 年第 2 期,第 218 ~ 222 页。
- ⑤ 顾成军、龚新蜀:《1999 ~ 2009 年新疆能源消费碳排放的因素分解及实证研究》,《地域研究与开发》2012 年第 3 期,第 140 ~ 144 页。
- ⑥ 徐雅楠、杜志平:《我国交通运输业的碳排放测度及因素分解》,《物流技术》2011 年第 6 期,第 16 ~ 18 页。
- ⑦ 雷厉、仲云云、袁晓玲:《中国区域碳排放的因素分解模型及实证分析》,《当代经济科学》2011 年第 5 期,第 59 ~ 65 页。