

中国碳排放

区域差异与减排机制研究

Regional Differences and Reduction Mechanisms
of China's Carbon Dioxide Emissions

任志娟◎著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

中国碳排放

区域差异与减排机制研究

Regional Differences and Reduction Mechanisms
of China's Carbon Dioxide Emissions

任志娟◎



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

中国碳排放区域差异与减排机制研究 / 任志娟著. —北京: 知识产权出版社, 2018. 9

ISBN 978 - 7 - 5130 - 2944 - 5

I. ①中… II. ①任… 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 (2014) 第 198640 号

内容提要

本书从影响二氧化碳排放的具体因素入手, 对中国二氧化碳的排放区域进行划分, 研究碳排放区域差异在时间和空间上的演变, 探求不同地区碳减排的实施路径, 构建区域碳排放平衡机制。本书首先分析了中国二氧化碳排放区域差异的具体表象; 接着探究二氧化碳区域差异产生的原因, 制定差异化的减排实施路径; 然后研究两种碳减排机制, 碳交易机制和碳税机制, 对不同地区的企业的减排效果或影响; 最后为中国协调区域差异下的二氧化碳减排任务的完成提出建议。

责任编辑: 宋 云 王颖超

封面设计: 李志伟

责任校对: 王 岩

责任印制: 孙婷婷

中国碳排放区域差异与减排机制研究

任志娟 著

出版发行: 知识产权出版社有限责任公司

社 址: 北京市海淀区气象路 50 号院

责编电话: 010 - 82000860 转 8388

发行电话: 010 - 82000860 转 8101/8102

印 刷: 北京虎彩文化传播有限公司

网 址: <http://www.ipph.cn>

邮 编: 100081

责编邮箱: songyun@cnipr.com

发行传真: 010 - 82000893/82005070/82000270

经 销: 各大网上书店、新华书店
及相关专业书店

开 本: 787mm × 1092mm 1/32

版 次: 2018 年 9 月第 1 版

字 数: 170 千字

ISBN 978 - 7 - 5130 - 2944 - 5

印 张: 6.875

印 次: 2018 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

出版版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

摘 要

围绕二氧化碳排放权的全球博弈上演得越来越激烈，究其原因来自于背后的巨大利益之争。二氧化碳减排经济成本较高，对经济发展的影响也较为负面。正因如此，碳排放权在一定程度上代表着生存和发展的权利。作为世界上二氧化碳排放量最大的中国，在面临着国际和国内的双重压力下，提出了自身的二氧化碳减排目标。中国二氧化碳排放的现状是不仅排放总量高，而且各地区的碳排放极不均衡，碳排放的不均衡会造成不同的省份和地区在碳减排任务分配时存在较大的地区利益冲突。中国的二氧化碳减排不仅是要降低二氧化碳排放总量，更需要在降低碳排放总量下解决地区发展的不平衡问题，降低碳排放总量的同时还要避免地区间的碳排放差异的扩大，促进各地区协调发展。

本书从影响二氧化碳排放的具体因素入手，对二氧化碳排放区域进行划分，研究碳排放区域差异在时间和空间上的演变，探寻不同地区碳减排的实施路径，并且对碳交易机制和碳税机制进行深入剖析，保证我国协调区域差异发展下碳减排任务顺利完成。本书的具体内容与结论如下：

(1) 分析我国二氧化碳排放区域差异的具体表象。研究围绕两个问题展开：一个是如何对我国的碳排放进行合理的区域划分；另一个是对我国二氧化碳排放差异如何进行测度以及差异在时间上是如何演变的。我们以 2003 ~ 2010 年 30 个省份的碳排放强度、人均碳排放、单位 GDP 能耗、人均 GDP、第三产业增加值



占 GDP 的比重所构成的多指标面板数据进行聚类分析, 将全国 30 个省(市、自治区)按照经济发展、碳排放量和能源消耗的不同划分为 5 类地区, 利用相对剥夺理论分别以碳排放强度和人均碳排放作为研究对象考察全国的碳排放差异。研究发现: 相较于区域内部的差异而言, 不同区域之间的碳排放差异是全国碳排放差异的主要来源。基于碳排放强度和人均碳排放的基尼系数和地区间的相对剥夺的测算发现: 在 2003 ~ 2010 年间, 基于人均碳排放计算的全国基尼系数逐步缩小, 但是 2005 年以后, 碳排放强度计算的全国基尼系数有上涨的趋势, 而且经济不发达的地区对经济发达地区的相对剥夺还有上升的趋势, 但是趋势不明显。考虑到我国目前正在构建的以降低二氧化碳排放强度为目标的减排体系, 降低二氧化碳排放, 对经济不发达地区而言任务会更艰巨。

(2) 探究我国二氧化碳区域差异产生的原因, 制定差异化的减排实施路径。基于全国面板数据计量方法分析了人均碳排放和碳排放强度的影响因素, 研究表明: 在人均碳排放的影响因素中, 人均 GDP、能源强度、煤炭占一次能源的比重依次位于前三名。在碳排放强度的影响因素中, 能源强度、煤炭占一次能源的比重、人均 GDP 依次位于前三名。在样本期内, 能源强度的显著降低抑制了人均碳排放和碳排放强度的增长, 但是持续增长的人均 GDP 对人均碳排放的正向作用要远大于其对碳排放强度的作用, 因此人均碳排放最终出现上升而碳排放强度则出现下降; 正是各个区域差异较大的能源强度、煤炭占一次能源的比重以及经济发展水平最终造成了不同区域碳排放强度和人均碳排放的差异。不同地区的碳排放影响因素大同小异, 具体来说, 对于第 1、第 2 类地区而言, 能源强度和煤炭占一次能源的比重对于碳排放强度影响显著, 因此, 这些地区未来应该进一步改进企业的技



术,提升能源效率,争取率先出现经济增长和节能减排并举的双赢局面;对于第3、第4类地区而言,第二产业增加值占GDP的比重、能源强度和煤炭占一次能源的比重对于碳排放强度影响显著,因此,调整产业结构、促进技术进步是这个地区碳减排的实施路径;对于第5类地区而言,能源强度和煤炭占一次能源的比重对于碳排放强度影响显著,因此,提高能源效率是这个地区降低碳排放强度的关键。

(3) 考虑到不同地区企业在减排成本和生产成本的不同,我们构建了一个东西部厂商竞争的双寡头模型,研究了在减排任务外生时,仅开征统一碳税下东西部厂商的产量、利润以及社会福利的变化,结果表明:对碳排放总量征税必定会带来社会总产出的减少,并且随着碳税的增加社会总产出的减少额也会增加。但是开征碳税下东西部厂商的产量未必都减少,厂商的产量是否减少取决于东西部厂商间的碳排放强度的差异。如果政府在开征碳税的同时又进行补贴,那么社会福利的变化方向不定,社会福利可能增加也可能减少。

(4) 利用事件分析法对清洁发展机制的效果,尤其是对不同地区、不同规模的企业的减排效果进行了研究。具体来说,第一,通过计算38家上市公司其清洁发展机制项目通过联合国CDM执行理事会注册日的股票的异常收益率,发现:在10%显著性水平下有4家公司在事件日存在显著为正的异常收益率,而且异常收益率最高的3家公司全部来自经济不发达地区;第二,通过计算事件日38家公司的平均异常收益率和事件窗内的累积平均异常收益率,发现: t 检验下平均异常收益率和部分累积平均异常收益率显著为正,但是秩检验下收益率并不显著;第三,不论是事件日的平均异常收益率还是事件窗内的累积平均异常收益率抑或是标准累积平均异常收益率,经济不发达地区企业的各



种收益率都要比经济发达地区的大。实证结果从一定程度上表明,经济不发达地区的企业通过参与清洁发展机制能够获得更大的收益,因此,在建立全国统一的碳排放权交易市场时,可以优先考虑以清洁发展机制为接口进行不同区域碳交易市场的对接。

(5) 利用 copula 方法对国际碳现货市场收益率与我国电力、钢铁、化学原料、非金属矿物制品等深度参与碳交易的行业的市场收益率进行相关性分析,发现碳市场与这些市场存在较弱的正相关性,考虑到我国在“十三五”期间将会建立一个全国性的统一碳交易市场,碳交易对于企业的影响将会日益增强,企业的碳交易风险也会日益显现,因此,在碳市场的建设中要适时考虑推出相应的金融衍生品方便企业对冲碳交易风险。

目 录

1 引 言	1
1.1 研究背景及意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	4
1.2 相关研究综述	6
1.2.1 区域碳排放影响因素的研究	6
1.2.2 碳排放区域差异测度的研究	11
1.2.3 碳排放区域划分的研究	13
1.2.4 碳减排机制的研究	15
1.3 主要研究方法	27
1.3.1 面板数据聚类方法	27
1.3.2 面板数据计量分析方法	28
1.3.3 事件分析法	30
1.3.4 Copula 方法	30
1.3.5 博弈理论与方法	31
1.4 结构安排与创新之处	31



1.4.1	结构安排	32
1.4.2	创新之处	35
2	碳排放区域划分及差异测度与分解	36
2.1	各省份碳排放基本情况分析	37
2.1.1	核算方法	37
2.1.2	排放系数	38
2.1.3	基本情况	39
2.2	碳排放区域划分及区域特征分析	43
2.2.1	多指标面板数据聚类方法	43
2.2.2	区域划分结果及其特征	47
2.3	碳排放差异测度与分解	53
2.3.1	相对剥夺理论与方法	53
2.3.2	差异测度与分解	55
2.4	小结	61
3	区域差异成因及减排实施路径分析	63
3.1	碳排放区域差异成因分析	64
3.1.1	全国面板数据计量模型	64
3.1.2	区域差异成因	67
3.2	各区域碳减排实施路径分析	76
3.2.1	区域面板数据计量模型	76
3.2.2	区域减排实施路径	77
3.3	小结	78
4	区域差异与减排机制分析	80
4.1	碳减排机制的概念与内容	80
4.2	碳减排机制的发展及演变	82
4.2.1	法律法规机制	83



4.2.2	行政命令机制	88
4.2.3	市场机制	89
4.2.4	公众参与机制	94
4.3	基于区域差异视角的碳减排机制问题分析	95
5	碳税减排机制博弈分析	100
5.1	一般模型	101
5.2	碳税下厂商竞争博弈模型	103
5.2.1	差异化税率下厂商竞争博弈模型	104
5.2.2	统一税率下厂商竞争博弈模型	107
5.3	碳税补贴下厂商竞争博弈模型	117
6	碳交易减排机制实证分析	128
6.1	碳交易原理与碳市场	129
6.1.1	碳交易原理	129
6.1.2	国际碳交易市场	133
6.1.3	全球碳市场的发展对中国碳市场建立的启示	137
6.2	清洁发展机制减排效果实证分析	144
6.2.1	清洁发展机制的区域分布	144
6.2.2	事件分析法	149
6.2.3	实证分析	153
6.3	国际碳市场与中国能源市场相关性研究	162
6.3.1	Copula 方法	163
6.3.2	实证分析	166
6.4	小结	174
7	结论与建议	177
7.1	结论	177
7.2	建议	182



附录:程序	187
参考文献	192
后 记	206

1 引言

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

二氧化碳等温室气体超量排放引发的全球气候变暖，成为 21 世纪人类面临的最重大挑战之一，应对气候变化是全人类的共同责任。气候变化作为一个全球性问题，它不单单是环境问题、技术问题，更是经济问题、社会问题、政治问题。

1.1.1.1 碳排放与全球气候博弈

政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）的第四次评估报告（2007）中将全球变暖是由于人为的温室气体排放的可能性上调到 90% 以上。此外，该委员会还在不断地警醒国际社会，应当尽快大幅减少温室气体排放，否则，全球气温升高将导致海平面上升、粮食减产、传染病增加、水资源短缺、濒危物种灭绝等严重后果，对自然生态系统和人类社会产生相当不利的影响。因此，必须积极行动起来，应对气候变暖。

为了应对日益严峻的全球气候变化形势，1992 年联合国环境与发展大会上，通过了《联合国气候变化框架公约》（以下简称《公约》），这是第一个全面控制二氧化碳等温室气体排放以对付



全球变暖给人类经济和社会带来不利影响的国际公约。在《公约》框架下，世界各国进行了一系列国际气候谈判，这些谈判表面上是为了应对气候变暖，本质上是各国经济利益和发展空间的角逐。二氧化碳减排经济成本高，对经济发展的影响也较为负面。二氧化碳排放权被认为是发展权（杨泽维，2011）。对于发达国家而言，降低二氧化碳排放意味着影响生活质量，对于发展中国家而言，降低二氧化碳排放短期会影响经济增速。因此，从谈判开始至今，气候谈判总体呈现发达国家和发展中国家两大阵营对立的格局，从二氧化碳排放趋势看，发达国家历史排放量大，当前和未来排放量总体呈下降趋势；发展中国家历史排放量少，当前和未来呈增加趋势。全球排放格局的变化，在很大程度上导致了发达国家和发展中国家在“谁先减排、减多少、怎样减”以及如何提供资金与技术支持发展中国家减排等问题上的激烈争论。

《公约》虽确定了控制温室气体排放的目标，但没有确定发达国家温室气体量化减排指标。2005 年生效的《京都议定书》（以下简称《议定书》）明确了世界各国 2012 年之前的温室气体减排任务。《议定书》给附件 I 国家（发达国家）规定了 2008 ~ 2012 年的减排任务，但是对附件 II（发展中国家）没有约束。2005 年年底在加拿大蒙特利尔召开的《公约》第 11 次缔约方大会上，正式启动了 2012 年后的《议定书》二期减排谈判，主要是确定 2012 年后发达国家减排指标和时间表。2007 年年底的“巴厘路线图”意味着气候谈判进入了《议定书》二期减排谈判和《公约》长期合作行动谈判并行的“双轨制”阶段。2009 年年底，当 100 多个国家首脑史无前例地聚集到哥本哈根参加《公约》第 15 次缔约方大会，期待着签署一揽子协议时，终因分歧太大，没能就《议定书》二期减排和“巴厘路线图”中的主要方



面达成一揽子协议，只产生了没有被缔约方大会通过的《哥本哈根协议》。之后的气候谈判会议，如坎昆会议、德班会议、多哈会议、华沙会议都没有对 2020 年前的各个国家的减排承诺达成一致意见。

国际气候谈判的不断反复与减排承诺迟迟难以达成一致只是说明碳排放权背后的利益争夺愈演愈烈。

1.1.1.2 中国二氧化碳减排任务及其特殊性

中国作为发展中国家，在《议定书》的第一承诺期并没有承担减排任务。但是，作为二氧化碳排放量迅猛增加的发展中国家，中国的二氧化碳排放遭受了来自国内和国际的双重压力。

从国际来看，作为世界经济全球化的最大受益者，中国的 GDP 已于 2010 年超过日本成为世界第二大经济体，迅猛发展的经济对环境气候等产生了巨大的负外部性，这种负外部性的突出表现就是中国在 2009^① 年超过美国成为世界第一大二氧化碳排放国。身兼世界第二大经济体和最大二氧化碳排放国于一身的中国，在不断增强国际影响力的同时，也成为国际社会关注的焦点甚至是批评的对象。

从国内来看，中国过去的经济发展是建立在高能耗、高污染、高排放的发展模式上的，这种模式已经无法持续下去。在未来，能源供应压力 and 环境污染将成为我国经济发展的重要制约。1997~2007 年，中国的国内生产总值增加 1%，能源消耗增长 0.58%，如果该能耗速度持续，我国现有能耗仅能支持经济发展 20 年左右。

出于国际社会的压力，更是出于中国自身发展的需要，我国政府于 2009 年提出：到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放

① 不同资料显示的中国成为第一大二氧化碳排放国的时间可能不同。



比 2005 年下降 40%~45%，并在《国民经济和社会发展第十二个五年规划》（以下简称《“十二五”规划》）中明确指出在“十二五”期间，我国单位国内生产总值的二氧化碳排放要降低 17%，使得二氧化碳的减排对内具有约束力。

但是对于中国而言，实现二氧化碳减排目标面临着诸多困难。中国正处在不断提高的工业化、城市化发展阶段，中国以煤为主的能源结构，出口以能源密集型产品为主、进口以高附加值产品为主的贸易结构，再加之中国本身较低的能源使用效率、较差的低碳技术等，都对中国实现这一目标造成了较大的困难。特别是，中国在降低二氧化碳排放的同时还要解决扶贫、就业、区域差异等诸多问题，而这些问题的解决都有赖于经济的增长，而且经济增长的速度还不能过低，但是经济的增长与减少二氧化碳排放量之间是存在一定矛盾的。

中国的二氧化碳减排是在保持经济增长、协调各种矛盾下的减排。

1.1.2 研究意义

中国虽然是世界上最大的碳排放国家，但是作为全球的制造工厂，中国是碳排放量净转移最多的国家，国际贸易中隐含的碳排放量也是世界第一，中国的温室气体排放中的很大一部分是为了满足发达国家的生产和生活需求的。

王文举、向其凤（2011）对国际贸易中隐含的碳排放进行了测算，并对国际贸易中隐含碳排放进出口差额进行了解析，将其分解为规模效应、汇率效应、结构效应、纯技术效应，认为规模效应、汇率效应和结构效应都应该由消费者负责，纯技术效应应该由生产者和消费者共同负责，文章认为基于国际贸易隐含碳排放调整的人均累计碳排放核算标准更能体现“共同但有区别的责



任”原则。该研究表明：通过国际贸易，发展中国家承担了发达国家消费者排放的数量巨大的二氧化碳，中国不是碳排放的唯一责任方。文章提出的责任划分方法确定了我国对外的碳排放总量，同时也有助于缓解中国在气候谈判中面临的压力，为国家争取更大的发展空间。王文举、李峰（2013）进一步证明了这种分配方法是一种最公平合理的贸易碳排放责任分配方法。

碳排放量确定之后，需要在不同时期、不同产业和不同地区之间进行分配。

王文举、向其凤（2014）评估了中国产业结构调整对节能减排的潜力，文章计算了高、低、中3种经济增速情形下我国2020年的生产水平和生产碳排放，利用产业结构调整的动态投入产出模型测算了我国产业结构调整对完成2020年二氧化碳减排任务的贡献，研究表明：产业结构调整对实现中国碳强度目标的贡献最高可达60%左右。

以上研究虽然较好地解决了二氧化碳排放总量的核算及其在产业间的分配，但是并没有考虑我国碳排放的区域差异。中国二氧化碳排放的现状是不仅仅碳排放总量高，而且受到资源禀赋、经济发展、人口规模等因素的影响，各地区的二氧化碳排放也极不均衡。中国的二氧化碳减排要在控制总量的前提下协调地区间的经济发展，并且要避免区域差距的扩大。

本书作为王文举教授主持的国家社会科学基金重点项目“我国碳排放总量确定、指标分配、实现路径机制设计综合研究”的一部分，重点是从区域差异的角度来研究我国的碳排放及减排机制问题，掌握碳排放的空间分布，把握不同区域碳排放的影响因素及演变趋势，测度区域碳排放的差异及变化，分析造成中国区域碳排放差异的原因，构建区域碳排放平衡机制，完成减排任务的同时协调各个区域的平衡发展。



1.2 相关研究综述

1.2.1 区域碳排放影响因素的研究

探寻二氧化碳排放的影响因素是解决碳排放问题的关键,因此分析碳排放量影响因素的国内外文献非常丰富。国内对碳排放影响因素研究视角一开始集中在全国,但是随着研究的深入,从区域层面考察碳排放量影响因素的文章逐渐增多(国内的文献综述如表1-1所示)。

李国志等(2010)按照1995~2007年各省份平均二氧化碳排放量的大小将全国划分为低排放、中排放、高排放3个区域。利用STIRPAT模型分析了人口规模、经济发展和技术对不同区域二氧化碳排放的影响。研究发现:二氧化碳排放存在明显的区域差异,并且差异不断扩大。不同区域人口、经济、技术对二氧化碳排放量的影响弹性不同,就人口而言,中排放区域的影响弹性为负,而低排放区域、高排放区域影响弹性均为正;就技术而言,技术进步对不同区域的碳排放影响弹性都为正,而且低排放区域技术弹性系数明显高于中排放、高排放区域。

王群伟(2010)构建了二氧化碳排放绩效动态变化的Malmquist指数,并利用收敛理论和面板数据回归模型分析了不同区域的区域差异及其影响因素。研究发现:从区域的角度看,东部排放绩效最高,东北和中部绩效稍低,西部的绩效较为落后,但是差异性有下降趋势,二氧化碳排放绩效存在收敛性;从全国的角度看,经济发展水平、产业结构高级化程度、能源强度和所有制结构等对二氧化碳排放绩效影响显著,对外开放的影响不明显。