



碳排放权交易机制： 模型与应用

张跃军/著



科学出版社

碳排放权交易机制：模型与应用

张跃军 著

国家社科基金重大项目

国家自然科学基金优秀青年、面上项目

国家“万人计划”青年拔尖人才项目

长江学者奖励计划青年学者项目

湖南省“湖湘青年英才”支持计划

资 助

科学出版社

北 京

内 容 简 介

碳排放权交易已成为我国发展低碳经济、应对气候变化及参与全球气候治理的重要政策手段。当前,全国碳交易的顶层制度设计和相关立法工作正在紧张进行,迫切要求科研工作者通过科学的理论方法,做出扎实可靠、面向中国特色的研究成果,为国家宏观决策提供科学依据。鉴于此,本书秉承学术性、系统性和创新性原则,基于复杂系统思维,综合运用多学科模型方法,以碳交易机制相关科学问题为导向,开展了较为系统、深入的理论分析和实证研究,期望为碳市场参与者认识国内外碳市场的运行机制和变化规律提供重要参考,也为我国全国统一的碳交易市场顺利上市、稳定运行和全面发挥碳减排作用提供决策参考。

本书适合能源经济、环境管理、碳金融、风险管理与投资等领域的专业人员、高等学校相关专业的高年级本科生、硕士生、博士生和教师阅读;也适合从事经济管理工作的政府部门领导、金融机构领导及企业中高层经理参考。

图书在版编目(CIP)数据

碳排放权交易机制:模型与应用 / 张跃军著. —北京:科学出版社, 2019.1
ISBN 978-7-03-055889-3

I. ①碳… II. ①张… III. ①二氧化碳-排污交易-研究-中国 IV. ①X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 305472 号

责任编辑:郝悦 / 责任校对:王晓茜
责任印制:霍兵 / 封面设计:无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717
<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 1 月第 一 版 开本:720×1000 B5
2019 年 1 月第一次印刷 印张:13 1/2
字数:270 000

定价:122.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

一位前辈告诫说：任何一个学术领域，只有做了十年以上研究的人才能说出值得别人尊重的话。2007年，我们开始关注欧盟排放交易体系以及碳交易机制问题，至今10年有余，其间陆续在国内外学术期刊发表了一系列关于碳排放权交易的论文，特别是2009年初，研究团队提交的政策报告《应对气候变化的市场机制：欧盟排放交易体系对我国的启示》被国务院办公厅采用，相关建议被国家“十二五”规划纲要采纳；2014年，本人提交的《碳交易市场分析报告》被国家发展和改革委员会与科学技术部采用，相关观点在国家发展和改革委员会当年年底发布的《碳排放权交易管理暂行办法》中得到反映。应该说，从2007年开始，我们研究团队一直在关注国内外碳排放权交易的理论研究、政策动态和市场行情，也从理论和实证等角度做了一些基础性的研究工作，但是，未来仍然值得期待，这种期待源于一个很重要的背景，就是碳排放权交易已经成为我国发展低碳经济、应对气候变化和参与全球气候治理的重要政策手段。

2011年，为了推动运用市场机制，以较低成本实现我国温室气体减排目标，国家发展和改革委员会同意在北京市、上海市、天津市、重庆市、湖北省、广东省和深圳市等开展碳排放权交易试点，并于2013年上市交易。2015年，习近平同志提出，2017年我国将在前期试点的基础上启动全国碳交易市场。2017年12月19日，国家发展和改革委员会印发《全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业）》，这标志着全国碳排放权交易体系完成了总体设计，并正式启动，全面上市交易指日可待。同时，为了确保碳市场顺利上市和规范碳市场运行，碳交易制度的顶层设计和相关立法工作正在紧张进行，迫切要求我们科研工作者面向中国建立健全碳交易市场的战略需求，针对碳交易体系顶层设计的关键科学问题，通过科学的理论方法，做出扎实的、面向中国特色的研究成果，为国家宏观决策提供科学依据。

值此关键时刻，本书秉承学术性、系统性和创新性原则，基于复杂系统的思维，综合运用微观博弈、管理决策、数学规划、计量经济、信号处理等多学科的方法，以碳交易机制相关科学问题为导向，开展了较为系统、深入的理论分析和实证研究。本书讨论的碳交易机制包括碳市场内部机制（碳配额分配机制、碳配额定价机制和碳市场风险管理机制）和碳市场外部影响机制，并侧重于前者。核心研究内容包括以下几个方面。

(1) 碳配额分配机制，包括省际区域、工业行业、五大发电企业、控排企业相

关产品等多个层面。

(2) 碳配额定价机制，包括碳市场内部不同产品之间的价格关联、碳市场与能源市场之间的波动溢出等多个角度。

(3) 碳市场风险管理机制，包括碳市场自身的极端风险测度、市场效率测算及不同碳市场之间的动态套利机制等多个维度。

(4) 碳市场外部影响机制，包括碳交易对减排绩效、减排潜力及经济收益的影响等多个视角。

本书在研究过程中，既深入分析了欧盟碳市场的相关问题，也对全国碳交易试点地区的市场效率、交易机制、市场影响等方面开展了系统的探讨，旨在为全国碳交易市场顺利上市、尽快全面发挥碳减排作用提供决策参考。

一直记得我国系统工程领域一位先驱鼓励自己的弟子：要在好的学术期刊上发表好的论文，而不要轻易追求所谓“著作等身”的虚名。所以，我们始终对学术专著心怀敬畏，始终想着先把一个问题接着一个问题的研究做好，把相关理论和政策动态了解清楚。值得庆幸的是，本书核心章节的大部分研究内容已经发表于领域内国际知名学术期刊 *Energy Policy*、*Annals of Operations Research*、*Journal of Cleaner Production* 等，得到了国际评审专家的广泛认可，其中，多篇论文上榜基本科学指标 (Essential Science Indicators, ESI) 数据库热点论文或高被引论文。

本书的研究工作得到了本人主持的国家自然科学基金优秀青年项目“石油金融与碳金融系统建模”(71322103)、面上项目“碳排放配额交易的市场机制与政策研究”(71273028)、面上项目“中国碳排放配额交易对碳减排的影响机制建模及优化策略研究”(71774051)、国家社科基金重大项目“完善我国碳排放交易制度研究”(18ZDA106)、中共中央组织部国家“万人计划”青年拔尖人才项目、教育部长江学者奖励计划青年学者项目、湖南省“湖湘青年英才”支持计划及湖南大学“岳麓学者”等重要科研和人才项目的资助。

特别是，我们的研究工作也得到了中国科学院科技政策与管理科学研究所徐伟宣研究员、中国航天科技集团公司于景元研究员、国务院发展研究中心李善同研究员、中国科学院数学与系统科学研究院汪寿阳研究员和杨晓光研究员、湖南大学马超群教授、南京航空航天大学周德群教授、中国石油大学(华东)周鹏教授、南京师范大学田立新教授、美国劳伦斯伯克利国家实验室沈波研究员、瑞典皇家工学院严晋跃教授、新西兰奥克兰大学 Basil Sharp 教授、新加坡国立大学能源研究所苏斌博士、美国加利福尼亚大学伯克利分校张宇博士、北京理工大学王科教授、北京科技大学赵鲁涛副教授、科学技术部中国 21 世纪议程管理中心张贤博士等国内外专家学者的指点和帮助。当然，点滴的研究进展都离不开恩师北京理工大学魏一鸣教授的引路、指点和提携。在此对各位前辈、专家的热心帮助和悉心指导一并表示衷心的感谢！

感恩我们正在经历的这个时代和所处的这个国家。当代中国正在经历着历史上最为广泛而深刻的社会变革，也正在进行着人类历史上最为宏大而独特的实践创新。这种前无古人的伟大实践，必将给理论创造、学术繁荣提供强大动力和广阔空间。环顾当下，我国经济发展稳中向好，环境约束得到社会广泛关注，低碳发展已经蔚然成风。在美国特朗普政府宣布退出《巴黎协定》、大幅削减气候变化和环境治理研究经费的同时，我们国家坚定不移地做全球气候治理进程的维护者和推动者，相关研究经费和资助比例稳步上升，特别是能源安全战略、应对气候变化战略等重大问题都已进入中央高层决策者的视野。面对这样一个极富希望的时代和蓬勃发展的国家，我们没有理由不担负起科研工作者的责任，保持对学术前沿的敏感，锲而不舍，久久为功。

另外，本书能够在全国碳交易市场即将上市之际顺利出版，非常感谢我们研究团队的博士生姚婷、任奕帅、孙亚方、靳雁淋、刘景月、刑丽敏，硕士生王傲东、彭逾璐、彭华荣、陈铭应等的大力协助，也很感谢科学出版社的编辑对本书所做的工作。

不忘初心，砥砺前行。全国碳交易的大幕已经拉开，低碳发展的国家战略也已深入新时代经济社会的各行各业，而我们的研究一直在路上，我们对科学研究服务宏观决策的初心也一直不曾忘记。

张跃军

2018年12月

目 录

第 1 章 碳交易的政策背景与发展需求	1
1.1 中国应对气候变化的宏观形势	1
1.2 碳交易的本质与发展状况	2
1.3 碳交易可持续发展的关键需求	6
第 2 章 基于 Shapley 值方法的中国区域碳排放配额分配研究	9
2.1 中国区域碳排放配额分配机制及研究诉求	9
2.2 国内外研究状况	10
2.3 数据说明与研究方法	12
2.4 中国区域碳排放配额分配结果分析	18
2.5 主要结论与启示	25
第 3 章 基于公平与效率原则的中国工业碳排放配额分配研究	27
3.1 中国工业行业碳排放配额分配原则及主要问题	27
3.2 国内外研究状况	28
3.3 数据说明与研究方法	30
3.4 基于公平与效率原则的中国工业碳排放配额分配结果	40
3.5 主要结论与启示	47
第 4 章 中国五大发电集团的碳排放配额分配研究	48
4.1 中国发电企业碳排放配额分配原则及主要特征	48
4.2 国内外研究状况	51
4.3 数据说明与研究方法	52
4.4 研究结果讨论分析	59
4.5 主要结论与启示	64
第 5 章 碳配额分配机制对控排企业产品定价及减排行为的影响研究	66
5.1 中国碳交易试点地区的碳配额分配机制	66
5.2 国内外研究状况	67
5.3 研究方法	69
5.4 优化结果分析	74
5.5 主要结论与启示	78

第 6 章 欧盟碳期货市场多尺度价格关联机制研究	79
6.1 欧盟碳期货市场定价机制	79
6.2 国内外研究状况	80
6.3 数据说明与研究方法	82
6.4 EUA 与 sCER 的多尺度价格关联机制研究结果	85
6.5 主要结论与启示	93
第 7 章 欧盟碳市场与能源市场的波动溢出效应研究	94
7.1 欧盟碳市场与能源市场的关联机制	94
7.2 国内外研究状况	95
7.3 数据说明与研究方法	97
7.4 欧盟碳市场与能源市场的波动溢出实证结果分析	102
7.5 主要结论与启示	109
第 8 章 中国碳交易市场效率研究	110
8.1 中国碳市场交易状况及问题	110
8.2 国内外研究状况	110
8.3 数据说明与研究方法	111
8.4 基于 Hurst 指数的碳市场效率实证结果分析	114
8.5 主要结论与启示	121
第 9 章 欧盟碳期货市场极端风险测度研究	123
9.1 欧盟碳期货市场的风险特征	123
9.2 国内外研究状况	123
9.3 数据说明与研究方法	125
9.4 基于 EVT-VaR 方法的欧盟碳市场极端风险测度 结果分析	128
9.5 主要结论与启示	132
第 10 章 欧盟碳期货市场动态最优套利策略研究	134
10.1 欧盟碳市场套利环境及主要问题	134
10.2 国内外研究状况	135
10.3 数据说明与研究方法	137
10.4 欧盟碳期货市场最优套利策略实证结果分析	140
10.5 主要结论与启示	146
第 11 章 中国碳交易对试点地区碳排放的影响研究	147
11.1 问题的提出	147
11.2 国内外研究状况	148
11.3 数据说明与研究方法	151

11.4	中国碳交易对碳排放的影响结果分析·····	156
11.5	主要结论与启示·····	163
第 12 章	中国碳交易对工业经济产出与碳减排绩效的影响研究·····	165
12.1	问题的提出·····	165
12.2	国内外研究状况·····	166
12.3	数据说明和研究方法·····	168
12.4	碳交易对工业经济产出与碳减排绩效的影响结果分析·····	171
12.5	主要结论与启示·····	181
参考文献	·····	184
附录	·····	202

第 1 章 碳交易的政策背景与发展需求

1.1 中国应对气候变化的宏观形势

气候变化是当今人类社会面临的共同挑战，它对全球自然生态系统产生了显著影响，也给人类生存和发展带来了严峻考验。作为一个温室气体排放大国，中国一直积极做好自身的减排工作，走绿色低碳的发展道路。

近年来，随着我国经济持续高速发展，粗放的经济增长方式与资源环境约束之间的矛盾日益突出，人民群众对环境的焦虑和不满也越来越突出。在此背景下，我国“十三五”规划明确了“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念，顺应了绿色低碳发展的国际潮流，把低碳发展作为我国经济社会发展的重大战略和生态文明建设的重要途径。积极应对气候变化，既是我国贯彻落实五大发展理念、实现“两个百年”奋斗目标的内在需要，也是积极参与全球治理、打造人类命运共同体的责任担当。

2015 年底，巴黎气候大会顺利召开。习近平主席出席了会议，并阐述了全球气候治理的中国方案。我国为巴黎会议的成功做出了历史性贡献，与会各方达成的《巴黎协定》，明确了 2020 年后全球气候治理的制度安排，既体现了“共同但有区别的责任”原则，维护和拓展我国发展空间，又发出了全球向绿色低碳转型的积极信号，与我国生态文明建设的战略选择保持一致。

我国作为全球最大的发展中国家、第二大的经济体、最大的能源消费国和碳排放国，碳排放存量上和增速快的趋势在短期内难以改变，由此面临着很大的国际减排压力，亟须化挑战和压力为推动低碳转型与能源革命的机遇和动力，贯彻落实中央部署的发展新理念，主动引领经济新常态，为人民创造良好的生产、生活环境，为全球生态安全做出新贡献。

2011 年，为推动运用市场机制以较低成本实现我国控制温室气体排放的行动目标，加快经济发展方式转变和产业结构升级，国家发展和改革委员会批准北京市、上海市、天津市、重庆市、湖北省、广东省、深圳市开展碳交易试点工作，并于 2013 年正式启动碳排放配额上市交易。2015 年 9 月，习近平主席和美国奥巴马总统联合发布《中美元首气候变化联合声明》，明确提出我国计划于 2017 年启动覆盖钢铁、电力、化工、建材、造纸和有色金属等重点工业行业的全国碳排放权交易体系。2017 年 2 月，联合国开发计划署 (United Nations Development

Programme, UNDP)发布的《环维易为中国碳市场研究报告 2017》称,中国碳市场启动后,将覆盖 40 亿吨二氧化碳当量,超过欧盟碳市场的两倍,将成为全球最大的碳交易体系^①。2017 年 12 月 19 日,国家发展和改革委员会发布《全国碳排放权交易市场建设方案(发电行业)》,以发电行业为突破口,率先启动全国碳排放权交易体系。随着方案的发布,全国碳排放权交易市场建设进入新的阶段。

1.2 碳交易的本质与发展状况

1.2.1 碳交易的本质

全球日益增长的碳排放及其导致的气候变暖已对经济社会发展和人类身体健康甚至生存造成了巨大威胁。根据美国国家航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)数据分析,2016 年上半年全球温度和北极海冰面积已打破多项纪录。同时,全球气候变化会给人类带来难以估量的损失,会使人类付出巨额代价,控制碳排放刻不容缓的观念已被全世界广泛接受。1997 年,通过艰难的国际谈判,在日本京都举行的《联合国气候变化框架公约》第三次缔约方大会上通过了《京都议定书》,其中提出了碳排放权交易(又称碳配额交易或碳交易)^②的灵活机制,以帮助有关国家完成数量化的温室气体减排目标。

碳交易是以成本有效的方式控制碳排放的一种政策工具。这是因为碳排放具有外部性特征,而根据外部性理论,碳交易的方式可将碳减排成本内部化。从本质上看,碳交易是一种利用市场机制达到预防污染和实现碳减排目标的市场控制模式。具体而言,碳交易是政府将碳排放空间分配到各排放主体,并在一定规则下允许市场化交易,各排放主体按照市场规律做出灵活选择,在交易过程中追求自身利益最大化,从而推动全社会在既定碳排放总量空间下实现最大的产出效益(康艳兵等,2015)。因为碳交易体系具有以最低成本实现既定碳减排目标、激励低碳创新的特点,所以受到众多政策制定者的密切关注,目前已成为全球气候治理的重要手段。

归纳起来,在众多节能减排的政策工具中,碳交易作为一种重要的制度创新,其本质应该包括三个关键要素,即推动二氧化碳减排,降低碳减排成本,以及推动低碳技术投资增长和低碳技术进步。

^① 据国际碳行动合作组织(International Carbon Action Partnership, ICAP)预测,全球将有 19 个碳交易体系运行,这些碳市场将负责超过 70 亿吨的温室气体排放,其所在经济体贡献着全球近一半的国内生产总值(gross domestic product, GDP),并占全球超过 15%的碳排放量。

^② 本书不区分碳排放权、碳排放配额和碳配额三种说法,将它们视为同一个概念,其区别只源于翻译和用词的习惯。

1.2.2 国外碳交易发展态势

碳交易是许多国家和地区控制碳排放的重要气候政策。自2005年启动碳交易以来,欧盟排放交易体系(EU ETS)成为全球最大的碳交易市场,纳入交易的二氧化碳排放量占欧盟碳排放总量的45%,涵盖了欧盟各个成员方和欧洲经济区的冰岛、列支敦士登和挪威等3个国家。同时,美国和加拿大多个州、省联合签署的西部气候行动形成了区域碳交易市场。在该市场框架下,加利福尼亚州碳交易体系纳入交易的二氧化碳排放量占该州碳排放总量的85%。另外,澳大利亚、韩国、日本等国的碳交易市场也正在稳步发展中。不难发现,碳交易作为控制温室气体排放的重要气候政策,已经得到世界主要国家的普遍认可。

EU ETS依据《欧盟2003年87号指令》成立于2005年1月1日,目前已进入第三阶段^①,其目的是将环境“成本化”,借助市场的力量将环境转化为一种有偿使用的生产要素,通过建立“欧盟排放配额”(European Union allowance, EUA)交易市场,有效地配置环境资源,鼓励节能减排技术的发展,实现在气候环境受到保护下的企业经营成本最小化。EU ETS采取“总量交易”的机制:确定纳入限排名单的企业根据一定标准免费获得EUA,或者通过拍卖有偿获得EUA,而实际排放低于所得配额的企业可以将其在碳交易市场出售,超过所得配额的企业则必须购买EUA,否则会遭受严厉的惩罚。目前,EU ETS覆盖的国家、行业与企业范围逐渐扩大,配额分配过程中拍卖的比例逐渐提高,免费配额的分配方式也从历史排放法(又叫祖父法)过渡到基准线法,体现出EU ETS管理体制的不断成熟。

从国际上看,碳交易主要采用“总量交易”机制实现控排,这不仅可以节约社会治理的总成本,而且鼓励技术先进者治污并获得治污红利,有利于环保技术和低碳技术的不断创新(赵细康,2013)。总量上限设定有“自顶向下”和“自底向上”两种方式。其中,“自顶向下”方式依据社会总体或行业层面的碳排放控制目标确定碳排放配额总量;而“自底向上”方式按照相应的分配规则确定纳入控排主体的碳排放配额数量,所有控排主体的碳排放配额的总和即总量上限。两

^① EU ETS发展至今已明确四个阶段。第一个阶段是2005~2007年:主要为《京都议定书》积累经验、奠定基础。该阶段所限制的温室气体减排许可交易仅涉及二氧化碳,行业覆盖能源、石化、钢铁、水泥、玻璃、陶瓷、造纸,以及部分其他具有高耗能生产设备的行业,并设置了被纳入体系的企业的门槛。第一阶段覆盖的行业占欧盟总排放量的50%。第二个阶段是2008~2012年:排放限制扩大到其他温室气体(二氧化硫、氟氯烷等)和其他产业(交通),时间跨度与《京都议定书》首次承诺的时间保持一致。第三个阶段是2013~2020年:减排目标设定为总量减排21%(2020年与2005年相比),年均减排1.74%,所覆盖的产业也进一步扩大。特别是,航空业被正式纳入EU ETS的覆盖范围(设立独立的交易标的EUA)。第四个阶段是2021年之后:2017年2月28日,欧盟理事会代表欧盟成员方就EU ETS第四阶段改革事宜达成共同立场,第四阶段将于2021年拉开序幕。欧盟理事会达成一致的内容包括:在欧洲碳市场重新建立稀缺性的额外措施、拍卖配额相对免费分配配额的比例、由EU ETS拍卖资助的气候基金,以及碳泄漏等。

种机制互为参照，欧盟和美国加利福尼亚州的碳交易体系主要采用“自顶向下”的总量上限设定方式，即在碳排放配额总量上限设定的基础上，调整覆盖主体的配额。

实际上，碳减排总量目标宽松和碳配额过剩是碳交易实践中存在的重要问题。碳配额过剩往往会导致碳市场交易活跃度和流动性不足，以及碳交易制度刺激碳减排和推动技术创新的成效减弱。历史数据表明，欧盟碳交易运行以来一直存在总量目标宽松导致碳配额过剩的问题；同时，美国初始阶段的二氧化硫排污权交易、东北部十个州的碳交易都出现过碳配额过剩的情况。而解决这些问题需要建立坚实的数据基础和科学的预测方法，还需要政府采取灵活措施，根据减排状况和市场行情对总量目标与碳配额进行动态调整。

1.2.3 中国碳交易发展态势

碳交易已成为中国控制温室气体排放的国家战略，市场体系建设稳步推进。中国作为全球最大的碳排放国，2017年的碳排放量占全球碳排放总量的27.6%，在国际气候谈判中承受着巨大的政治压力和社会压力。同时，中国长期粗放式的发展给经济社会带来了巨大的资源压力和环境压力。基于国际和国内的双重严峻挑战，控制碳排放已对我国调整产业结构与能源结构形成倒逼机制，推动我国经济社会转向低碳发展。在此背景下，我国提出建立碳排放权交易体系，试图以市场机制推动节能减排和应对气候变化。

2011年，国家发展和改革委员会发布了《国家发展改革委办公厅关于开展碳排放权交易试点工作的通知》，同意北京、天津、上海等七个地区开展碳排放权交易试点。2012年，国务院发布了《“十二五”控制温室气体排放工作方案》，要求加强碳排放权交易支撑体系建设，制订全国碳排放权交易市场建设总体方案。2013年《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》中要求推行碳排放权交易制度。2014年，国家发展和改革委员会公布了《碳排放权交易管理暂行办法》，规定了全国碳排放权交易的监督和管理原则。2015年，习近平主席提出，2017年我国将在前期试点基础上启动全国碳交易，碳交易正式上升为国家战略。2015年，中国政府在《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》中明确“在碳排放权交易试点基础上，稳步推进全国碳排放权交易体系建设”。2016年1月，国家发展和改革委员会下发《国家发展改革委办公厅关于切实做好全国碳排放权交易市场启动重点工作的通知》，明确提出了推进全国碳排放权交易市场的建立，确保2017年启动全国碳交易。

此后，全国碳市场建设稳步推进。国家发展和改革委员会明确表示，在2016年底前完成国家立法、数据准备、配额分配、支撑系统建设等各项准备工作。2017

年4月7日,中国气候变化事务特别代表解振华明确表示,2017年按照中央关于生态文明体制改革工作的部署,将适时启动全国统一的碳排放权交易市场,他说:“我们已经做到了有机构、有地方立法确定了配额,也分配了这些配额,建立了配额的分配办法,还建立了核算报告、核查的体系,建立了交易规则,完善了监管的体系和能力建设,基本形成了要素完善、特点突出、运行平稳的地方碳排放权交易市场。”2017年5月,被称为全国碳交易市场启动前最关键一步的碳配额分配方案终于成型。2017年12月19日,经国务院同意,国家发展和改革委员会印发《全国碳排放权交易市场建设方案(发电行业)》,这标志着全国碳排放交易体系正式启动。根据方案,纳入碳交易市场的门槛是排放量每年2.6万吨二氧化碳当量,相当于综合能耗1万吨标准煤左右的水平。据了解,发电行业首批纳入碳市场,而初期纳入碳交易市场的发电行业企业有1700多家,排放量超过30亿吨,将来随着纳入碳市场的门槛进一步降低,会有更多企业纳入到碳市场的管理范围。

中国碳交易试点的实施取得了显著进展。2013年到2017年11月,7个碳交易试点地区累计成交碳配额超过2亿吨二氧化碳当量,成交金额超过46亿元。据调研,7个试点地区在利用市场机制应对气候、控制温室气体排放上采取了实质行动,创新了制度和体制,推动了我国在基础设施建设、制度建设、市场建设等方面的发展,为中国碳交易市场机制设计和构建提供了重要基础(郑爽,2014)。例如,实现了具有一定约束力的、由强度目标转换成绝对总量控制目标的、覆盖部分经济部门的“总量交易”政策体系;逐步形成了碳交易市场;显著提高了控排企业的碳减排意识。更为直接的是,开展碳交易以来,试点地区的碳排放总量和碳排放强度均出现了下降趋势。

诚然,前期碳排放权交易试点工作为建设全国碳交易市场奠定了有利基础,但依旧存在一些亟待解决的问题,如相关基础比较薄弱、交易体系不够开放、相关机制缺少协调、存在一定的区域和行业不公平性等。而且,部分省(区、市)^①碳排放核查与复查工作进度严重拖后,数据报送质量较低。此外,碳交易的法律法规还不够完善。因此,当前,为了确保全国碳排放权交易市场的顺利上市和有序运行,发挥碳减排作用,我国亟须推动出台相关法律法规及配套政策,建立健全碳排放权交易市场管理体制,并做好数据核查、能力建设、舆论宣传等工作。

按照国家发展和改革委员会的规划,全国碳市场建设大致可以分为三个阶段:第一阶段是2014~2016年,属于前期准备阶段;第二阶段是2016~2019年,属于全国碳市场正式启动阶段;第三阶段是2019年以后,属于全国碳市场快速运转阶段,届时,全国碳市场将逐步走向成熟,在温室气体减排中发挥核心作用。

^① 本书中的省(区、市)指省(自治区、直辖市)。

1.3 碳交易可持续发展的关键需求

碳交易市场的构建和运行机制设计是一个庞大的系统工程。由于它是一个新兴的政策市场，全世界对相关方面的建设都在探索当中，可以利用的经验比较稀缺，特别是在数据基础、法律体系、长远布局等方面需求迫切。

首先，构建可靠的温室气体排放统计和数据基础，为科学制定碳交易体系总量上限和合理的碳配额分配提供支撑。真实准确的温室气体排放数据是市场参与者对碳交易市场合理预期的依据，也是设定总量上限和配额分配的依据，对构建碳交易体系至关重要。温室气体核算方法涉及技术和管理问题。现有实践表明，统计温室气体排放量面临着量化目标存在较大不确定性、核算精度不高等难题，这是因为温室气体排放受到多种因素影响，加上不可预期的天气变化和经济周期等因素，使得设定总量上限目标的难度增大。目前，我国在温室气体排放监测报告和管理能力方面缺乏精确的计量设施来支撑监测报告体系的可靠运行，也缺乏系统的规范、制度和专业人才等，迫切需要我国政府从政策扶植、制度设计和市场监管等方面推动温室气体排放数据统计能力的提升与管理体的完善。

其次，构建完善的法律体系是碳交易市场运行的根本保障。碳排放权是一种特殊的用益物权，兼具私益性和公共品性质，因此需要从法律上明确市场参与各方的权利和义务，使碳交易有法可依。EU ETS 的经验表明，碳交易的成功实施离不开健全的法制环境和规范完善的市场经济体制。中国碳交易市场刚刚起步，对于碳交易，国家层面的立法目前仍不具备系统推进的基础和条件，迫切需要进一步构建碳交易法律体系，并注重前后连贯、层次分明、内外协调，尤其是要与巴黎气候大会之后全球碳市场的新形势、新变化、新发展相适应。

最后，国际碳市场、区域碳市场的连接可能成为未来世界各国碳市场发展的主要方向，很有必要从长计议，做好顶层设计。全球性跨区域碳市场是全球气候治理的有效方式，国际社会已经开始从区域层面和产业层面为建立全球碳市场做出了努力。实际上，EU ETS 在这方面积累了较为丰富的经验。EU ETS 不只是进行 EUA 的交易，还与全球的碳减排体系具有紧密联系。在《京都议定书》中，对《联合国气候变化框架公约》附件一国家（即发达国家群体）规定了具有法律约束力的量化减排目标，同时第 6 条、第 12 条和第 17 条分别规定了“联合履约”（joint implementation, JI）、“清洁发展机制”（clean development mechanism, CDM）、“排放权交易”（emission trading, ET）三种协助发达国家履行减排义务同时也鼓励发展中国家采取自愿性减排行动的灵活机制。依照《京都议定书》的设定，CDM 引导发达国家和发展中国家合作开展减排项目，实现的减排量经认证后获得核证

减排量(certified emission reduction, CER), 可用于冲抵发达国家合作方的排放; 而JI机制则规范了发达国家之间基于减排项目的合作, 以及减排成果的认定、转让与使用, 其所使用的减排单位为“排放减量单位”(emission reduction unit, ERU)。与CDM和JI基于项目的机制不同, 以EU ETS为代表的碳排放配额交易市场以EUA作为交易标的, 由政府主管部门设定配额总量, 并通过一定的方法向排放设施或企业分配, 控排企业根据自身实际排放情况选择投资减排或在碳市场购入配额, 以实现自身的减排任务。除了直接交易EUA, CER和ERU也可以在一定比例限制下被等同于EUA在EU ETS市场进行交易。

鉴于此, 从长远来看, 我国应该为跨区域碳市场的建设做好顶层设计, 积极准备。此外, 全国碳交易市场的发展还面临市场环境和内部机制的双重挑战。主要包括: 经济持续增长存在不确定性, 可监测、可报告和可核查(measurable, reportable, verifiable, MRV)机制不统一, 碳排放配额不紧, 碳市场流动性不强, 控排企业能力不够, 地方政府和央企支持力度不够, 以及碳金融环境发展相对滞后等(齐绍洲和黄锦鹏, 2016)。当前, 国家正在开展碳交易制度顶层设计和相关立法工作, 而碳交易市场发展面临的这些重要挑战需要相关部门高度重视和统筹考虑, 具体表现如下。

(1)经济持续增长存在不确定性。当前, 我国经济发展呈现明显的“三期(即经济增长速度换挡期、结构调整阵痛期、前期刺激政策消化期)叠加”特征, 同时, 世界经济复苏举步维艰, 使得我国经济发展的内外环境更加复杂, 未来经济增长存在一定的不确定性, 由此加大了碳排放配额总量设定和配额分配的难度。因此, 在碳交易市场机制的设计过程中, 不但需要对国内外宏观经济形势有清晰的预判, 对控排企业盈利状况有充分的调研, 还需要有完善的事后调整机制, 及时纠偏, 适应经济增长的不确定性。

(2)MRV机制不统一。核查数据的准确性是碳市场中交易顺利的基石, 如果不同核查机构之间、同一核查机构的不同核查人员之间对核查指南的理解、把握和执行参差不齐, 就会导致核查标准的不统一, 从而影响核查数据的准确性。因此, 国家发展和改革委员会在全国MRV体系的建设过程中, 需要建章立制, 统筹考虑工作人员、方法、流程、审查、监督等, 确保MRV标准统一, 有效实施。

(3)碳排放配额不紧。EU ETS的运行经验表明, 碳交易市场往往具有内在配额偏松的倾向性, 特别是基于历史法实行配额免费分配时, 政府和企业、中央和地方博弈的结果往往是配额分配偏多, 这对碳市场的发展是不利的。如果碳排放配额偏紧, 按照《碳排放权交易管理暂行办法》, 政府可以动用新增预留和政府预留进行市场调节, 规范碳市场运行。

(4)碳市场流动性不强。市场流动性是指在保持价格基本稳定的情况下, 达成

交易的速度，或者说是市场参与者以市场价格成交的可能性，是反映市场运行好坏的重要指标。如果碳市场流动性不强，就不能通过供求的相互作用形成有效的价格信号，就无法引导和改变企业的低碳决策和投资行为，也就无法实现碳交易市场以成本有效(cost-effective)的方式节能减排这一根本目的。因此，在碳交易政策设计中要注重增强市场流动性，在促使市场交易主体和交易规模不断扩大的同时，推动其市场影响并使其对碳减排的作用不断提升。

(5)控排企业能力不够。控排企业是碳交易市场最重要的参与主体，如果它们不熟悉碳交易市场的基本原理和制度规则，就不会主动开展碳资产管理，而是消极、被动地去应付，结果可能以更高的成本进行节能减排，这就背离了建立碳交易市场的初衷。因此，碳交易主管部门先期在加强控排企业能力建设与培训的同时，应注重培育碳交易投资咨询机构，降低控排企业的交易成本。实际上，这也是发展新经济、新产业、新业态、新产品，为经济增长注入新动力的重要方向。

(6)地方政府和央企支持力度不够。全国碳交易市场建设是一个全局性的工作，需地方政府积极支持与密切配合。为此，国家发展和改革委员会明确要求地方政府和央企加强组织保障。例如，要求各地方建立起由主管部门负责、多部门协同配合的工作机制；支持主管部门设立专职人员负责碳排放权交易工作，组织制订工作实施方案，细化任务分工，明确时间节点，协同落实和推进各项具体工作任务；要求各央企集团加强内部对碳排放管理工作的统筹协调和归口管理，明确统筹管理部门，理顺内部管理机制，建立集团的碳排放管理机制，制订企业参与全国碳排放权交易市场的工作方案。实际上，更为务实的举措是，国家在碳交易政策的设计中，应该考虑如何分权让利给地方政府，以调动其积极性，促使全国碳交易市场稳步发展。

(7)碳金融环境发展相对滞后。碳市场的顺利交易离不开碳金融环境的支撑，但是，当前我国金融机构中与碳市场有关的交易产品、配套环境、低碳贷款和低碳融资机制等都还处于初级阶段，迫切需要完善提升。欧盟碳市场的发展经验表明，低碳、绿色发展需要绿色金融保驾护航，政府主管部门在发展碳市场的同时，还需要统筹考虑，鼓励金融机构创新绿色金融服务，研究推进碳期权期货，绿色金融租赁，节能环保资产证券化，以及与碳资产相关的理财、信托和基金产品，节能减排收益权和碳排放权质押融资等。另外，需要鼓励保险机构推动绿色保险的创新，拓展绿色保险产品类型。完善的碳金融发展环境，有利于支持碳市场持续健康发展。