

魏庆琦 雷晓玲 肖伟 著

碳交易 市场设计与构建 ——以重庆为例

Tan Jiaoyi Shichang
Sheji yu Goujian



西南交通大学出版社

“十二五”国家科技支撑计划项目“气候变化国际谈判与国内减排关键支撑技术研究与应用”——课题12“碳排放交易支撑技术研究与示范”(课题编号: 2012BAC20B12)与重庆市科技攻关计划项目“重庆市典型行业碳排放交易支撑技术研发与应用”(项目编号: cstc2012ggB90001) 资助

碳交易 市场设计与构建

——以重庆为例

Tan Jiaoyi Shichang
Sheji yu Goujian



魏庆琦 雷晓玲 肖伟 著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

碳交易市场设计与构建: 以重庆为例 / 魏庆琦, 雷晓玲, 肖伟著. — 成都: 西南交通大学出版社, 2014.8
ISBN 978-7-5643-3259-4

I. ①碳… II. ①魏… ②雷… ③肖… III. ①二氧化碳—排污交易—研究—重庆市 IV. ①X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 180257 号

碳交易市场设计与构建

——以重庆为例

魏庆琦 雷晓玲 肖伟 著

责任编辑	孟秀芝
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	四川川印印刷有限公司
成品尺寸	148 mm×210 mm
印 张	5.25
字 数	135 千字
版 次	2014 年 8 月第 1 版
印 次	2014 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-3259-4
定 价	60.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

《碳交易市场设计与构建——以重庆为例》

编委名单

魏庆琦	副教授	重庆交通大学
雷晓玲	教授	重庆市科学技术研究院
肖伟	教授	重庆交通大学
皮晓青	研究员	重庆市科学技术研究院
曹竹	经济师	重庆联合产权交易所
杨帆	研究员	重庆市科学技术研究院
黄媛媛	助理研究员	重庆市科学技术研究院
陈垚	副教授	重庆交通大学
彭鹃	研究生	重庆交通大学

**“十二五” 国家科技支撑计划项目
“气候变化国际谈判与国内减排关键支撑
技术研究与应用”——课题 12
“碳排放交易支撑技术与示范”
(课题编号: 2012BAC20B12)**

课题组名单

课题负责人: 雷晓玲

课题承担单位: 重庆市科学技术研究院

子课题一: 重庆市碳排放交易平台支撑技术研究及试点平台建设
与示范

承担单位: 重庆市科学技术研究院

子课题负责人: 雷晓玲、杨帆

子课题组成员: 皮晓青、黄媛媛、张鹏、杨燕、熊黎丽、吴夏、
黄建、何亮、高超、刘毅、蒋丽、王海燕、
王海超、李昱婷、龚伟

子课题二: 碳交易试点省市经验共享与我国碳交易中长期发展
战略研究

承担单位: 中国 21 世纪议程管理中心

子课题负责人: 张九天、仲平

子课题组成员: 郭日生、彭斯震、高新全、贾莉、王文涛、
何霄嘉、周海林、孙新章、刘荣霞、王兰英、
常影、秦媛、谢茜、周斌

子课题三：我国碳排放交易市场运行方案研究

承担单位：清华大学

子课题负责人：滕飞

子课题组成员：顾阿伦、王宇、周剑、杨曦、潘勋章、
张驰、哈月娇

子课题四：我国碳排放交易体系政策模拟平台与中长期发展战略研究

承担单位：中科院科技政策与管理科学研究所

子课题负责人：范英

子课题组成员：朱磊、姬强、郭剑锋、李长胜、莫建雷、
崔连标、刘明磊、段宏波、陈跃

子课题五：排放权交易特征及集成模型分析

承担单位：中科院科技政策与管理科学研究所

子课题负责人：邹乐乐

子课题组成员：王毅、睦纪纲、曲婉、肖尤丹、吴晓华、
王孝炯、王婷、郭杰

子课题六：重庆市碳排放交易现状分析与模式设计

承担单位：重庆交通大学

子课题负责人：肖伟、陈垚

子课题组成员：许茂增、秦宇、刘振、何锦峰、魏庆琦、
胡莺、孟卫军、龚科、王陆平、彭鹃

子课题七：碳排放登记簿系统研究与开发

承担单位：重庆联合产权交易所

子课题负责人：彭涛

子课题组成员：刘强、曹竹、李科

子课题八：北京碳排放交易试点研究与经验共享

承担单位：北京市可持续发展促进会

子课题负责人：叶建东

子课题组成员：章永洁、付萌、蒋建云、韩东梅、郭浩

子课题九：广东省碳排放交易支撑技术及试点研究

承担单位：广东省环境科学研究院

子课题负责人：肖荣波

子课题组成员：刘乙敏、王明旭、周健、韩瑜、张颖、张慧敏

子课题十：上海市碳排放交易试点研究与经验共享

承担单位：上海市环境科学研究院

子课题负责人：胡静

子课题组成员：汤庆合、朱环、周晟吕、戴洁、胡冬雯、
李立峰、赵敏、裘季冰、蒋文燕

子课题十一：碳排放交易市场规则及保障制度研究

承担单位：北京中创碳投科技有限公司

子课题负责人：唐进

子课题组成员：唐人虎、郑喜鹏、郭伟、钱国强、金琳、杨晋、
李鹏、朱娜、朱庆荣、王文强、王乐、董琳琳、
盛海文、廖婧、刘璇、杨强

子课题十二：天津市区域碳排放交易支撑技术与效果分析

承担单位：天津大学

子课题负责人：刘金兰

子课题组成员：林盛、安旬、白寅、刘宏哲、梁经纬、王仙雅、
陈丽云、王茜、张臻、魏庆刚、于伟杰、史灵

子课题十三：我国碳交易市场模拟与碳市场发展战略研究

承担单位：天津大学

子课题负责人：杨宝臣

子课题组成员：苏云鹏、海小辉、贺川、温贝贝、李甲稳

子课题十四：江苏省碳排放交易体系支撑技术的研究

承担单位：江南大学

子课题负责人：阮文权、任洪艳

子课题组成员：成小英、隋新颖、梁捷、邢晨、陈燕

子课题十五：江苏省碳排放交易方案研究

承担单位：江苏省生产力促进中心

子课题负责人：徐杰明、秦克

子课题组成员：吴瑶、程一鸣、李璇、李雪亚、沈杰、
左红、姚义刚、孙逊、胡伟伟

子课题十六：天津市区域碳排放交易支撑技术研究与效果分析

承担单位：天津排放权交易所

子课题负责人：王靖

子课题组成员：金雷、邓羽腾、姜晓林、张昭贵、安丽、
郭薇、蔡杨、贾睿、刘呈呈

内容简介

气候变化背景下，碳排放限制已经成为我国经济发展与人民生活水平提高的重要障碍，以提高碳排放资源利用效率和碳减排为目的碳交易成为我国未来低碳可持续发展的有效途径。虽然碳交易已经在发达国家开始实施并获得了许多宝贵的经验，但我国的碳交易市场构建才刚刚起步，仅有若干试点城市的碳交易市场开始建设，而温室气体均匀性污染物的特性决定了未来中国必须建立全国统一的大范围碳交易市场。为了达到这个目的，中国政府和企业还面临着更多的挑战。本书选择我国首批低碳经济试点城市、首批碳交易试点城市——重庆作为研究对象，结合案例分析，计量经济分析、多目标优化和智能算法等技术，对碳交易市场的设计与构建进行了分析与介绍。本书对从事碳交易与可持续发展研究与实践的政府规划管理人员、科研机构人员、高等院校相关专业的教师等具有一定的参考价值。

致 谢

感谢“十二五”国家科技支撑计划项目“气候变化国际谈判与国内减排关键支撑技术研究与应用”——课题12“碳排放交易支撑技术研究与应用”（课题编号：2012BAC20B12）以及重庆市科技攻关计划项目“重庆市典型行业碳排放交易支撑技术研发与应用”（项目编号：cstc2012ggB90001）对本书的大力支持。

前 言

近年来，气候变化问题已经成为全球性的重要议题，“气候变化”“碳排放”“碳交易”等专业词汇频频出现在政府规划、企业报告甚至大众媒体中，引起了各行各业人士的广泛关注。为了在继续发展经济的同时，减少温室气体排放对全球气候的影响，中国正在积极采用各种手段促进碳减排，而碳交易市场的构建正是其中一种重要手段。目前，我国已经在北京、上海、广州和重庆等低碳试点城市开展了区域性碳交易市场的设计、建设和运作，作为未来构建综合性全国碳交易市场的理论和实践基础。

本书以重庆市为例，对碳交易市场的设计与构建进行了详细的分析与探讨。在结构上，本书共分为五章：第一章在介绍碳交易相关背景和概念的基础上，对全球主要碳交易体系进行了对比与分析，并简单展示了国内碳交易试点的进展情况。第二章主要分析碳交易市场设计中重要的总量分配问题。根据我国目前低碳试点建设的特征，为了完成碳减排任务，通常采用两种分配方式，一是将低碳试点的碳减排任务分配到试点城市辖区内二级行政区域；二是在试点区域内选择部分行业和企业作为碳交易的主体。因此，第二章主要从区域分配和企业分配两方面进行总量分配设计。在设计区域分配时，强调了公平性；在企业分配时，同时强调了效率、公平和生产连续性等因素，进行了多目标优化分配。第三章对重庆市工业行业的碳排放资源利用效率进行了分析，是选择碳交易市场交易主体的实证基础。首先分析了工业能耗相关碳排放量变化的驱动因素及其影

响力，其次对于重庆市不同工业行业的碳排放资源利用效率进行了比较与聚类，最后对重庆市工业碳强度分布的差异与收敛性变化进行了研究。第四章在分析重庆市碳交易经验的基础上，对重庆市碳交易管理体系和碳交易信息化平台进行了设计。第五章在前面章节的基础上，分别针对重庆市建设碳交易市场和中国构建统一的碳交易市场提出了相应的政策建议。

本书的出版，不但得到了设于重庆交通大学的重庆市重点学科“管理科学与工程”的大力支持，而且得到了重庆市科学技术研究院领导和专家的支持与帮助。西南交通大学出版社的各位编辑为本书的顺利出版做出了大量细致的工作，在此一并感谢。由于碳交易市场仍然是一个新兴的市场，缺少运行的数据，同时碳交易市场自身具有相当的系统性和复杂性，加之作者自身水平有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

作者

2014 年 4 月

目 录

第一章 碳交易模式与碳交易市场体系	1
第一节 碳交易简介	1
第二节 全球主要碳交易体系	3
第三节 主要碳交易市场的对比	17
第四节 国内碳交易试点进展	22
第二章 碳排放总量分配方式设计	32
第一节 基于公平性的区域碳排放总量分配方式	33
第二节 基于多目标决策的企业 CO ₂ 排放权初始 分配方法	50
第三章 重庆市工业碳排放资源利用效率分析	66
第一节 重庆市工业耗能相关碳排放驱动因素研究	66
第二节 重庆市工业行业碳排放资源利用效率研究	81
第三节 重庆市工业碳强度分布差异与收敛性研究	97
第四章 重庆市碳交易体系设计与信息化平台开发	112
第一节 重庆市基于项目的碳交易经验	113
第二节 重庆市基于配额的碳交易管理体系设计	129
第三节 重庆市碳交易信息化平台开发	134

第五章 中国建设碳交易市场的政策建议	140
第一节 重庆市构建碳交易市场、实施碳交易的 问题与对策	140
第二节 中国构建统一碳交易市场的难点与对策	144
参考文献	147

第一章 碳交易模式与 碳交易市场体系

气候变化被列为全球十大环境问题之首。随着工业化过程中温室气体的排放，温室效应带来的极端气温、水灾、旱灾等异常气象已发展到不容忽视的程度，温室效应成为制约世界各国经济活动开展的重要因素。关注温室效应及相关问题，积极寻求对策减少碳排放，各国对此都已达成共识。在此背景下，减少碳排放、缓解气候变暖已成为全球关注的环境问题。由于人类活动碳减排的紧迫性日益提升，而碳排放又是人类活动不可缺少的资源，因此，为了提升碳排放资源的配置效率，“碳交易”这一基于市场的碳排放资源优化手段应运而生。

第一节 碳交易简介

碳交易是为促进全球温室气体减排、减少全球二氧化碳排放所采用的市场机制，该机制把二氧化碳排放权作为一种商品进行交易。碳交易的基本原理是，合同的一方通过支付另一方获得温室气体减排额，买方可以将购得的减排额用于减缓温室效应从而实现其减排的目标。在六种被要求减排的温室气体中，二氧化碳（CO₂）为最大宗，所以这种交易以每吨二氧化碳当量（tCO₂e）为计算单位，通称为“碳交易”，碳交易的市场称为碳交易市场（Carbon Market）。碳排放交易是基于《联合国气候变化框架公约》及《联合国气候变化框架公约的京都议定书》（简称《京都议定

书》)对各国分配碳排放指标的规定,依法创设出来的一种虚拟交易,是实现低成本减排的一条有效路径。根据《京都议定书》的约定,一共产生了3种碳交易,分别是:第六条所确立的联合履行(简称JI)、第十二条所确立的清洁发展机制(简称CDM)以及第十七条确立的排放贸易(简称ET),而CDM是发展中国家广泛参与的一种。1997年通过的《京都议定书》对39个工业化国家的排放做出了限制,要求2008—2012年CO₂等6种温室气体的排放量要比1990年减少5.2%。由于发达国家的能源利用效率高,能源结构优化,新的能源技术被大量采用,因此他们进一步减排的成本高,难度较大。而发展中国家能源效率低,减排空间大,成本也低。这导致了同一减排量在不同国家之间存在着不同的成本,形成了价格差。发达国家有需求,发展中国家有供应能力,CDM交易市场由此产生。

2005年《京都议定书》正式生效后,全球碳交易市场出现了爆炸式的增长;近年来,国内关于开展碳交易的讨论和试点工作也日渐升温。2011年德班气候大会通过决议,建立德班增强行动平台特设工作组,决定实施《京都议定书》第二承诺期并启动绿色气候基金;会议进一步明确了《京都议定书》的第二承诺期,并启动了2020年后国际社会减排行动的谈判进程。2012年多哈气候大会通过了包括《京都议定书》修正案在内的一揽子决议,要求发达国家在2020年前大幅减排并对应对气候变化增加出资,《京都议定书》第二承诺期将于2013年开始实施,这将进一步助推全球碳交易市场的发展。

从经济学的角度看,碳交易遵循科斯定理,即以二氧化碳为代表的温室气体需要治理,而治理温室气体则会给企业造成成本差异;既然日常的商品交换可看作一种权利(产权)交换,那么温室气体排放权也可进行交换,由此,借助碳排放权交易便成为市场经济框架下解决污染问题最有效率的方式。这样,碳交易把“气候变化”这一科学问题、“减少碳排放”这一技术问题与“可

持续发展”这一经济问题紧密地结合起来，以市场机制来解决这个涉及科学、技术、经济的综合问题。在环境合理容量的前提下，包括 CO₂ 在内的温室气体的排放行为要受到限制，由此导致碳排放权和减排量额度（信用）开始稀缺，并成为一种有价产品。由于同一减排单位在不同实体之间存在着不同的成本差异，通过引入碳排放交易的市场机制，可以在全社会实现低成本减排和污染治理的目的。

依据类型来划分，目前全球碳排放交易市场可分为以项目为基础的市场和以配额为基础的市场^①。根据世界银行发布的《2012 全球碳交易市场发展趋势报告》，2011 年全球碳交易总量为 102.8 亿吨二氧化碳当量，交易额已达到 1 760 亿美元，其中，以项目为基础的市场份额占 15.4%，以配额为基础的市场份额占 84.6%。世界银行预计，到 2020 年，全球碳排放交易额将达到 3.5 万亿美元，碳交易市场或将与石油市场并列成为最大的资源交易市场。

第二节 全球主要碳交易体系

目前，全球除中国外有 20 多个碳交易平台，分布在欧洲、北美、亚洲以及南美洲。根据标准的不同，碳交易市场中较通用的产品如欧洲排放额度（EUA）、核证减排量（CERs）、排放削减单位（ERUs）、自愿交易减排量（VERs）都可以在这些平台中进行交易。在碳交易市场构架下，全球形成了欧洲市场（以欧盟排放交易体系 EU ETS 为主）、北美市场（以美国、加拿大的区域市场为主）、大洋洲市场（以澳大利亚、新西兰为主）、亚洲市场（以日本、韩国、印度为代表）、南美市场（以墨西哥、巴西为代表）

^① 根据研究需要，本研究主要针对以配额为基础的碳交易市场进行分析，而不是以项目为基础的碳交易市场（如 CDM、JI 等）。