

基于三对均衡关系的碳排放初始权 和谐配置分析框架

王济干¹ 吴凤平¹ 张 婕^{1,2} 程铁军³

(1. 河海大学商学院, 江苏南京 211100; 2. 沿海开发与保护协同创新中心, 江苏南京 210098;
3. 南京邮电大学经济学院, 江苏南京 210046)

摘 要:全国碳交易市场的碳配额确认及初始配置工作是碳交易顺利实施的前提。借鉴和谐理论, 基于供给与需求、区域与行业、公平与效率三对均衡关系的探讨, 分析碳排放初始权和谐配置的内涵与思路, 并构建我国碳排放初始权和谐配置理论与方法的框架体系。具体思路包括: 根据国家减排承诺、经济发展及能源消耗等情况确定碳排放初始权配置的总目标, 依据情景分析理论、区间数学理论等建立碳排放初始权预配置模型, 从而可以得到碳排放初始权的预配置方案; 构建和谐性判别模型, 评判预配置方案的和谐性程度; 构建预配置方案的和谐性演化模型, 对未通过和谐性评判的预配置方案改进并反馈, 直至获得最终配置方案。

关键词:碳排放初始权; 供给与需求; 区域与行业; 公平与效率; 和谐配置

中图分类号:F832.5;X19 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-4970(2017)05-0048-07

一、引 言

根据国务院碳交易主管部门的设计,2017 年第三季度将完成我国碳市场的启动工作。届时,石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、电力、航空 8 大高耗能产业的 7 000 ~ 8 000 家企业将全部纳入全国碳市场,形成一个覆盖 30 亿 ~ 40 亿吨碳配额的大市场^[1]。为了保障碳交易市场得以顺利实施,必须要对碳市场中的碳配额进行科学、合理的初始配置。目前,7 个试点城市碳排放初始权的配置方法主要是历史排放法与基准线法^①,该类配置方法可操作性强,但是没有考虑行业间的关系、效率等问题。针对即将建立的全国统一碳交易市场,其涵盖区域范围广、行业多,在进行碳排放初始权配置时,受到的制约条件与面临的不确定影响因素也很多。其一是全国碳配额总量供给与各区域碳配额需求的制约。目前试点城市碳配额总量是依据国家碳强度约束指标、本区域经济发展速度以及能源总量控制目标来

确定待配置的碳配额总量目标。全国市场碳配额总量则是根据国家减排目标、GDP 发展速度及能源总量控制目标来制定。由于各地 GDP 增速及在全国 GDP 中的比重不同,则会出现每个区域碳配额的加总与全国碳市场的碳配额总量不一致的情况。其二是全国碳配额初始配置的区域与行业制约。由于不同地区自然特性、地理特性的差异,决定了不同地区、不同行业碳排放需求难以适用统一尺度,导致在统一的碳交易市场中难以兼顾配置的公平与效率。一些经济落后的中西部省份、能源消耗比较大的行业面临减排压力的增大。碳交易市场是不完全竞争环境的市场,碳配额的初始配置会影响二级交易市场中的碳价格以及交易效率,从而影响碳减排的效率^[2]。同时,碳市场活跃程度不高、企业参与的积极性不高、碳市场缺乏期货手段等问题也较为突出^[3]。因此,笔者研究碳排放初始权配置问题,即碳配额的初始配置问题,有利于完善全国碳交易市场的建设并有效控制我国碳排放总量。

收稿日期:2017-04-20
基金项目:国家自然科学基金项目(41471457);中央高校基本科研业务费专项资金资助(2016B09414)
作者简介:王济干(1959—),男,江苏淮安人,教授,从事资源环境管理、人力资源管理、系统工程等方面研究。
①上海碳交易市场对于工业(电力除外)企业采取“历史排放法”,即基于企业历史排放水平,结合先期减排贡献确定其碳排放配额;针对电力、港口等行业采用基准线法进行配置。

碳排放权配置各种方法中,免费发放方式占据主要地位,而且在2020年前将持续扮演重要角色^[4]。在免费发放方式中,文献集中在国家间分配、国家内部区域分配以及行业分配等3个层面。

①在国家间碳排放初始权免费分配方面,Grubler等提出所有国家都必须被分配连续的碳减排比例,这种分配方式没有考虑历史碳排放水平是受到该国家人口数量或人类活动的影响^[5];Grubb考虑人口数量的影响,提出基于人口的初始碳排放权的配置方式^[6];Fischer等认为碳排放权或者碳配额的初始配置应该坚持公平、平等原则,构建平等人均碳排放权模型^[7];Phylipsen等考虑了人类活动的影响,认为所有国家必须有平等的单位GDP碳排放权,提出基于单位GDP碳排放的分配方式^[8]。考虑国家间经济发展的不平衡,发展中国家出于保护本国经济发展的需要,主张“人均累计排放”意义上的公平,允许发展中国家人均碳排放在一定时期内适度高于发达国家,例如Pan等通过对这些不同碳排放权分配方案的比较和评估,认为最有效的方案是公平与效率统一,通过人均累计排放的碳基尼系数来量化初次分配的公平性,通过全球减排成本的贴现来描述经济效益的实现,运用公平获得可持续的发展模型^[9]。

②针对某一国家不同区域的碳排放权分配方面,学者们基于不同配置原则提出了相应的配置模式,如陈文颖等提出4种基于人均碳排放限额的分配模式,并用其计算了全球9大区域以及中国2050年的碳排放限额^[10];Yi基于效率原则,利用碳排放强度对中国省域之间的碳排放权进行配置^[11];刘琦铀等提出了基于经济最优与公平兼顾的碳排放权初始配置策略^[12];宣晓伟等认为国内碳交易试点地区的碳配额配置应该平衡考虑可接受性、公平、效率、市场流动性和稳定性等各方面的影响因素,并根据区域自身能源、经济、政策情况,选择和创新适合本区域的碳配额初始配置方法^[13]。在配置方法方面,Huang等在梯度经济发展模式下,运用空间计量经济学方法分析中国区域碳排放的空间特征^[14];Zhang探讨了基于夏普利值法的中国碳排放权分配^[15];林坦等探讨了零和DEA方法在欧盟国家碳减排的运用^[16];郑立群探讨了DEA方法在中国各省碳减排责任分摊的运用^[17];何梦舒探讨了B-S期权定价模型方法在中国碳排放初始分配中的运用^[18]。

③不同行业之间的碳排放权配置方面,Hong等指出根据历史排放量的“祖父法”分配方式,依据能源输入与产出的“标杆机制”法分配方式都可以适用于行业之间的碳排放权配置^[4]。

综上所述,现有研究对国家层面、区域层面、产

业层面的碳排放权分配均有涉及。从碳排放权配置的发展趋势看,由行政性指令配置逐步向建立科学配置模型方向转变,配置模型包括指标法、优化方法、对策论方法、混合方法4大类^[19]。碳排放权配置指导思想方面,由单纯考虑历史排放因素向总量控制、公平配置、效率等多种因素转变。但从有关碳排放初始权配置方法的科学性和可操作性来看,尚存以下3个方面问题:①基于国家整体碳减排目标,在碳排放总量既定情况下,如何考虑各省区的社会经济发展状况、自然条件、资源禀赋、能源消费结构等因素,建立针对全国碳交易市场的科学碳排放初始权配置模型;②由于各行业的碳排放量不同,对碳排放初始权的需求也不相同,如何在碳排放初始权配置中实现区域与行业的均衡配置;③在总量既定情况下,碳排放初始权在各地区的配置如何兼顾公平与效率,以达到碳排放初始权和谐配置的目的。因此,本文基于供给与需求、区域与行业、公平与效率三对均衡关系,依据系统思想、博弈论与和谐理论等研究全国碳排放总量的初始分配问题,使有限的碳排放限额发挥最大的经济效益和环境效益。

二、三对均衡关系与和谐配置

1. 碳排放初始权配置中的三对均衡关系

国内外许多学者对碳排放权概念观点不一,从法学、资源与环境学、经济学等多个视角均进行了相关界定与内涵解释。基于法学视角,碳排放权是法律赋予相关碳排放主体向大气环境中排放CO₂的权利^[20],该权利具有强制性特征。基于资源与环境学视角,碳排放权被看作排污权的一种,是碳排放主体对大气环境资源的使用权,该权利具有确定性特征^[21]。在该视角下,由于大气环境资源的制约,碳排放权的实质就是确定的碳排放总量。经济学视角下的碳排放权则是一种产权,由于碳排放总量的控制,碳排放权具有稀缺性,从而具有一定经济价值,可以在市场上进行交易^[22]。综合上述观点,碳排放权具有强制性、确定性、稀缺性、可交易性等特征。

碳排放权在配置、交易及使用过程中,分为用于初始配置的碳排放权和用于市场交易的碳排放权,两种排放权对应碳交易的一级市场和二级市场。本文研究碳排放初始权,指的是在一级市场通过免费发放、拍卖等形式进行配置的碳排放权,属于碳排放权的一部分,是全国碳交易市场中碳配额的初始供给量。因此,碳排放初始权配置是指运用科学、合理的方法,依据一定原则,将有限的碳配额初始供给量在各个碳排放权需求部门之间进行配置。其配置目标是:通过对碳排放初始权科学、合理配置,做到碳

排放配额的供给与社会经济发展对其的需求基本均衡、行业需求与区域需求均衡,使得有限的碳排放配额能带来较好的综合效益,实现可持续发展目标。

碳排放初始权配置受到社会、经济、环境等多方面因素影响,是一个涉及配置主体、层次、目标、准则等的复杂系统工程。碳排放初始权配置就是考虑社会、经济、环境等诸多影响因素,在遵循经济与环境相协调、效率与公平相统一的原则的基础上^[23]对全国碳排放市场的碳排放权配额,从规模、结构、质量3个方面进行优化配置,具体关系分析如下。

(1)供给和需求均衡是控制全国碳排放“规模”的关键

“供给”是指全国碳交易市场所能提供的用于初始配置的碳排放权配额,该配额是在国家减排承诺下,依据经济发展速度以及能源需求情况制定的全国碳排放控制目标;“需求”是指碳排放权需求方为满足自身经济增长需要所要求的碳排放初始权配额。对于需求主体来说,所获得碳排放初始权总量越大越有利于碳需求主体的经济发展;而对于供给方,即中央政府来说,如何设定合理的碳排放初始权限额、如何进行配置,才能实现既可以满足经济发展,又可以保障环境可持续性的目标。

(2)区域与行业均衡是控制全国碳排放“结构”的关键

中国地域辽阔,东部与中西部、南北区域的经济发展差异较大;各行各业对能源的需求不尽相同,行业的碳排放效率也存在巨大差异,碳排放初始权配置本质是对区域以及行业发展所需要的经济资源的再配置,从而可以对区域经济发展以及行业发展起调控作用。因此,在碳排放初始权配置时,如何均衡同一区域不同行业、不同区域相同行业碳排放初始权之间合理的匹配关系,从而实现既保证关系国家经济命脉行业的合理碳排放空间,又兼顾不同区域发展差异性目标。

(3)公平与效率均衡是控制全国碳排放“质量”的关键

碳排放初始权配置包括初始权的量与质两个方面的配置,在配置时必须同时要同时考虑质与量。不同区域的碳排放初始权的量和质是统一的,例如北京和西藏的同等碳排放量,其对空气质量影响是不一样的,存在着量变到质变的过程,体现着公平与效率的关系。因此,在碳排放初始权配置时,不仅要遵循公平原则、兼顾社会共同进步,还要充分考虑各区域的资源禀赋优势、经济发展水平、历史排放条件,兼顾配置的效率原则,把握二者的均衡,综合考虑碳排放初始权配置的质与量的关系,从而控制全国碳排放

放初始权的“质量”。

综上所述,在碳排放初始权配置中,必须考虑供给与需求、区域与行业、公平与效率三对均衡的关系。

2. 碳排放初始权和谐配置内涵及思路

和谐配置概念是基于和谐管理理论、系统理论提出的,最早是在水资源管理与分配中得以应用,随后也应用在人力资源管理方面^[24-25]。和谐理论提倡用“以和为贵”的理念来处理各种关系,提倡理性地认识各种关系中的矛盾与冲突,坚持以人为本、系统观点,研究多种多样的关系^[26-27]。基于系统角度探讨,和谐是一种关系,反映系统内部分和部分、元素和元素、部分与整体之间的相互关系^[28]。碳排放初始权和谐配置就是基于系统思想,在碳排放配额的限额—交易体系下,以系统整体观点进行碳排放初始权配置,使得供给与需求、区域与行业、公平与效率三对关系在最终配置方案中达到和谐均衡的状态。和谐配置方案的具体含义如下。

(1)碳排放初始权和谐配置是自然界的供给与人类需求和谐关系的体现

在限额—交易的配置体制下,以免费发放形式进行碳排放初始权配置,其和谐内涵表现为人类对碳排放初始权的需求与自然环境所能容忍的碳排放限额间的和谐关系。尤其是自然界的供给不能满足人类需求时,需要构建一定的和谐规则,进行碳排放初始权的和谐配置,使有限的碳排放初始权可以支撑人类活动与社会发展。同时,人类社会发展、科技进步又会改变人类生活方式与生产方式,影响实际排放的二氧化碳。

(2)碳排放初始权和谐配置是不同需求主体的多个需求目标和谐关系的体现

由于碳排放初始权的需求方包括不同区域、不同行业,各个需求主体的需求目标各不相同,配置目标不仅要满足区域之间的公平原则,还要满足资源使用的效率原则,同时兼顾行业与区域的均衡。因此,和谐配置体现在配置方案实现多目标的和谐与优化。

(3)碳排放初始权和谐配置是配置方案动态调整、循环往复过程的表现

碳排放初始权配置方案的形成过程,其实质是对碳初始排放权限额进行“计算—和谐性评判—演化改进—推荐方案”循环往复的过程。在这个循环过程中,需要不断征询各个需求主体的意见,构建和谐度指标,对预配置方案的和谐性进行评判,最终确定使需求方、供给方、多目标主体等均满意的和谐配置方案。

碳排放初始权和谐配置主要从供给与需求、区

域与行业、公平与效率三对均衡关系出发来评判配置方案的和谐性。构建配置方案的和谐度指标,包括供给与需求和谐度、区域与行业和谐度、公平与效率和谐度(图1)。和谐度是一个在0~1之间的指标,指标越接近于1,表示和谐性越好^[29]。图1中的 $a(1,1,1)$ 点是满足三对关系均衡的理想最优配置方案。但是,现实情况是需求部门对碳配额的需求量始终大于碳交易市场中的供给量;区域之间的资源禀赋差异以及行业间的差异导致碳排放初始权配置时,难以同时兼顾公平与效率;碳排放初始权在不同区域之间进行配置时,对行业的公平与效率也是难以兼顾。因此,理想最优配置方案点 $a(1,1,1)$ 难以达到。在寻找和谐配置方案时,三对均衡关系的和谐性均存在和谐区间,例如供给与需求的和谐区间为 $[d,a)$,即当预配置方案的供给与需求和谐度指标属于区间 $[d,a)$ 时,说明该预配置方案满足供需和谐性评判。由图1可知,区域和行业的和谐区间为 $[a',a)$,公平与效率的和谐区间为 $[b,a)$,三维的和谐区间所构成的立方体 $abcd a' b' c' d'$ 则是配置和谐方案存在的和谐域。对预配置方案的和谐性评判就是分析预配置方案围绕最优配置方案波动情况,从而判断预配置方案的和谐性。

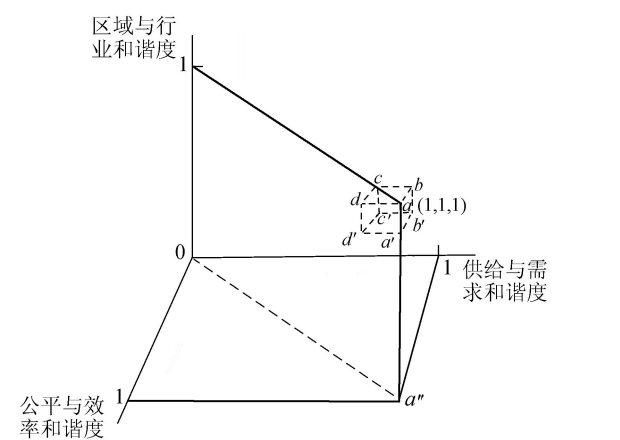


图1 碳排放初始权配置和谐方案

碳排放初始权和谐配置中存在的主要问题及难点为:①如何设计配置指标体系才能满足三对关系均衡的要求?②如何构建初始预配置模型?③如何进行预配置方案的和谐性评判与改进?为此,设计3个关键步骤来予以解决:①基于情景分析理论,描述碳排放配置效率情景,在识别影响碳排放配置效率控制约束强弱的关键指标基础上,设计碳排放初始权预配置指标体系;②将三对均衡关系按照供给与需求、行业与区域、公平与效率顺序进行优先排序后,结合区间数理论描述不确定性问题,并利用动态投影寻踪技术(Project Pursuit, PP技术),对构建的众多指标进行降维处理,构建动态区间投影寻踪配

置模型,得到不同碳配置效率控制约束情景下各省区碳排放初始权预配置方案;③基于和谐理论、博弈理论等理论方法,构建碳排放初始权预配置方案的和谐性评判模型,计算预配置方案的和谐度,并对其进行和谐性评判,对未通过和谐性评判的方案再次进行改进,直至通过和谐性评判。因此,碳排放初始权和谐配置实际上是一个具有不确定性、多情景约束的多指标混合、动态配置问题,需要多方面理论和技术支撑,主要包括情景分析理论、区间数理论、博弈理论、和谐理论、投影寻踪技术等。具体分析思路见图2。

三、碳排放初始权和谐配置技术框架

碳排放初始权和谐配置主要用来解决如何配置全国碳交易市场的碳排放初始权问题。碳排放初始权和谐配置技术框架搭建3个模型来进行,基本思路如下:首先,基于碳排放总量控制,以市场化需求为导向,兼顾各地区、重点行业及重点企业的实际需要,考虑影响碳排放初始权配置的各种因素,设置碳排放初始权配置原则,提炼区域碳排放初始权配置的指标体系,建立碳排放初始权预配置模型,以获得碳排放初始权预配置方案。其次,对获得的碳排放初始权预配置方案进行和谐性评判。和谐性评判要重点考虑供给与需求、区域与行业、公平与效率三对关系的均衡和谐度,从程度性和效应性两个维度建立碳排放初始权预配置方案和谐性判别模型,如果预配置方案在图1所示的立方体 $abcd a' b' c' d'$ 和谐域范围内,则通过和谐性评判,否则不通过。第三,针对未能通过和谐性判别的配置方案,基于演化博弈分析,建立碳排放初始权配置方案和谐性进化模型,对预配置方案进行演化改进后,重新进行和谐性判别,最终获得和谐性配置方案。整体技术框架如图3所示。

1. 碳排放初始权预配置技术框架

在全国范围内的碳排放初始权预配置中,需要全面考虑影响碳排放初始权配置的各种因素,结合全国碳交易市场的碳配额总量要求,考虑各省级区域、重点行业、重点项目及企业的碳排放实际状况,注重配置结果的公平性及满足社会经济发展要求的目标,设立碳排放初始权配置原则,设计指标体系,建立碳排放初始权预配置模型,以获得各省级区域的碳排放初始权配置量。具体思路如图4所示。

根据图4可知,碳排放初始权预配置技术主要包括3个步骤:①计算碳排放初始权的限额,即根据国家碳排放减排指标测算出要配置的碳排放权限额。②制定省级分配的指标体系。在分析省级区域经济水平、发展潜力、社会状况、地缘要素、技术能力和环境因素等各种影响碳排放初始权配置因素的基础

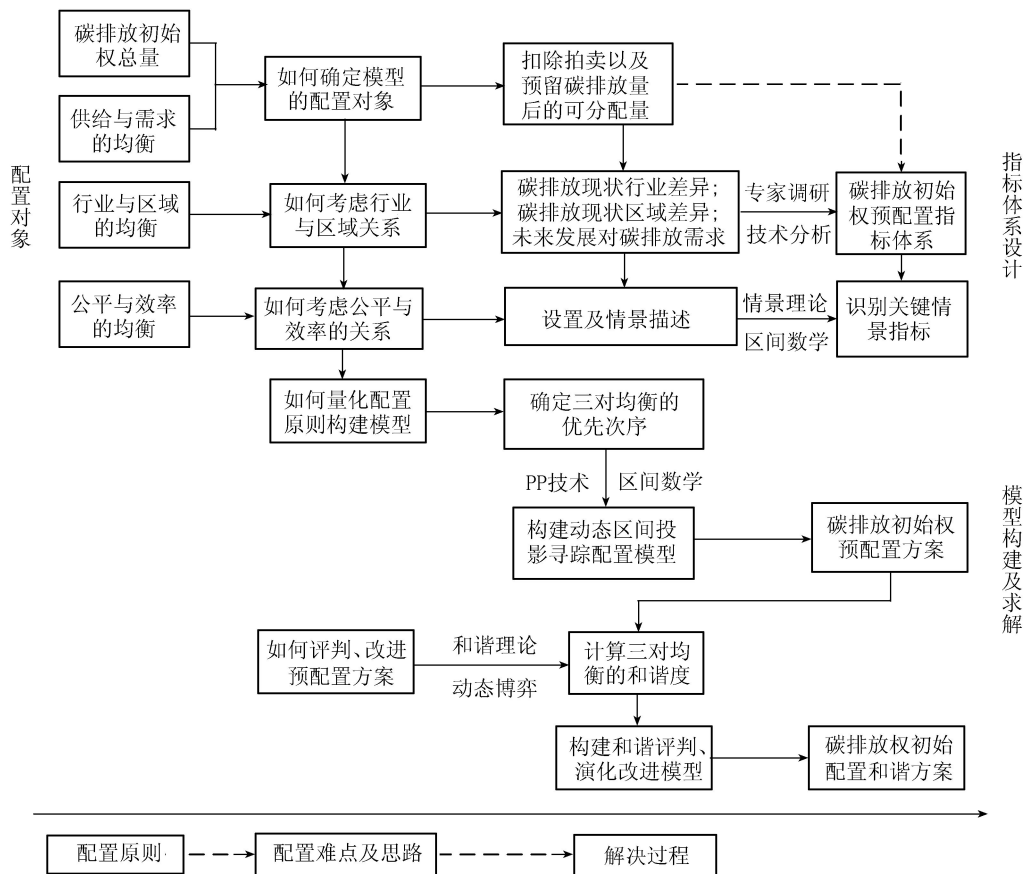


图2 碳排放初始权和谐配置思路

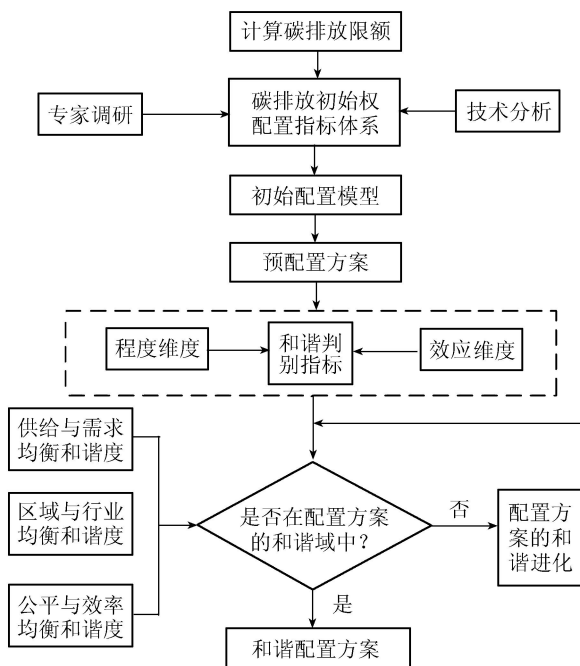


图3 碳排放初始权配置整体技术框架

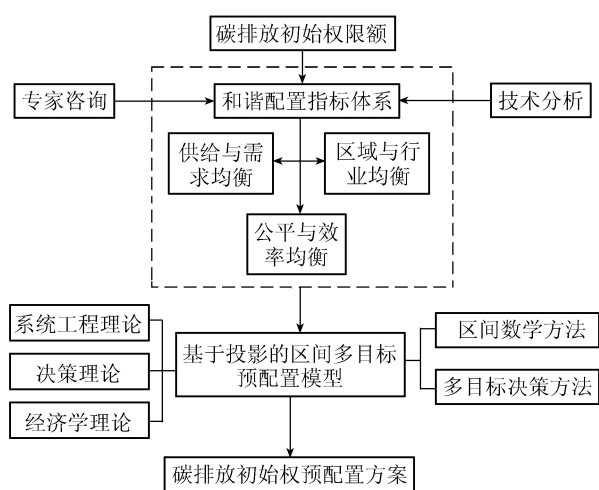


图4 碳排放初始权预配置技术思路

2. 碳排放初始权预配置方案和谐性判别技术框架

得到碳排放初始权预配置方案之后,需要对该预配置方案进行和谐性评判。和谐性评判目的就是从配置系统整体上来评判预配置方案是否满足供给与需求、行业与区域、公平与效率三对均衡关系的要求。同时,和谐性评判还要求配置方案能够满足自然与人类关系的和谐,满足各个需求主体的多个目标之间的和谐。因此,在和谐性评判阶段,主要是设计和谐度指标体系,构建碳排放初始权配置方案和谐

谐性判别模型,对预配置方案进行三对均衡方面的和谐度评判。

具体思路如图 5 所示:①设计和谐判别指标。基于供给与需求均衡、公平与效率均衡,从均衡满足程度和均衡满足效应两个维度设计和谐度指标来科学度量预配置方案在促进区域与行业均衡、区域之间均衡发展的和谐性。②进行和谐性判别。衡量任意两个区域之间碳排放初始权与其判别指标值之间的匹配程度,基于格序理论的模糊多目标评价模型构建程度性判别准则,对方案进行程度性判别;度量“区域对”碳排放初始权配置方案提高各区域及行业之间的协同有序发展态势的效应,基于协调度理论的灰理想关联决策模型构建效应性判别准则,对方案进行效应性判别。③若配置方案均通过程度性和效应性判别,且三对均衡的和谐度指标均在和谐区间范围内,则认为该方案通过了和谐性判别,否则认为该方案未通过和谐性判别。

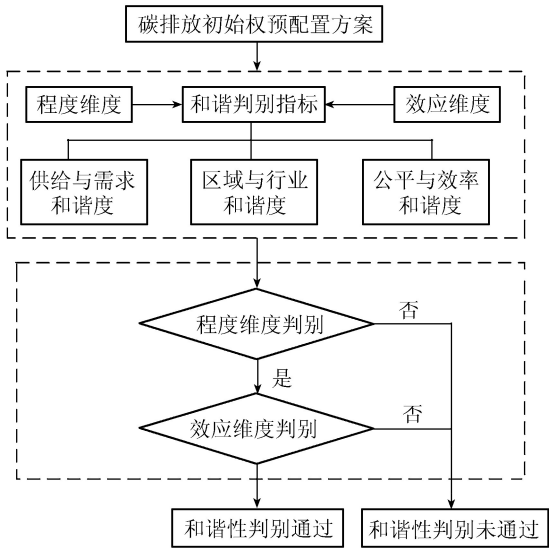


图 5 碳排放初始权配置方案的和谐性判别技术思路

3. 碳排放初始权演化配置技术框架

由于待分配的碳排放初始权是一定的,因此在配置方案中,各个区域获得的预配置方案是此消彼长的关系。当预配置方案的和谐性评判不通过,则需要对该方案进行演化改进。因此,碳排放初始权演化配置技术是针对未通过和谐性判别的碳排放初始权配置方案,进行反向追踪不和谐因素以及不和谐区域;采用演化博弈模型来调整各区域的碳排放初始权,从而得到改进后的碳排放初始权演化配置方案。对该演化方案再次进行和谐性判别,直到演化方案通过和谐性判别为止,即获得了碳排放初始权配置推荐方案。这是一个由不和谐到和谐的多阶段进化过程。

基本思路如图 6 所示:①针对未通过和谐性判

别的碳排放初始权配置方案,反向追踪不和谐区域,识别出“碳排放过少区”和“碳排放过多区”;②基于各博弈方的有限理性,构建各博弈方的损益函数,建立“碳排放过少区”和“碳排放过多区”之间的演化博弈模型,分析各区域在碳排放权调整策略上的复制动态方程和演化稳定策略;③基于演化稳定策略,调整各博弈方的碳初始排放权,改善各博弈方的综合效益,以获得碳排放初始权进化方案。

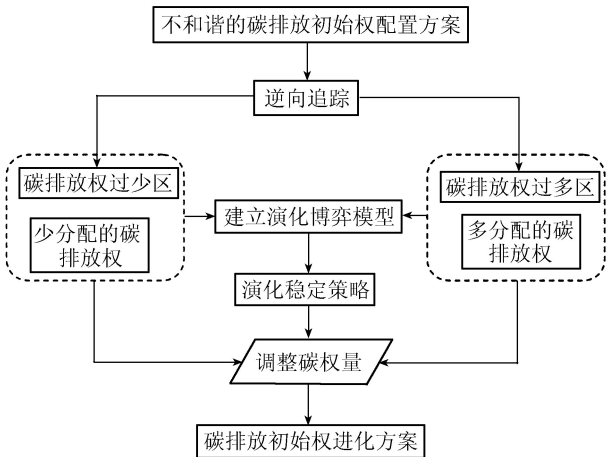


图 6 碳排放初始权配置方案的和谐性进化技术思路

四、结 语

为适应国家节能减排的战略、实现 CO₂ 减排的目标,设计了基于三对均衡关系的碳排放初始权和谐配置框架体系,详细阐述在该框架体系下碳排放初始权配置的具体工作原理及相互之间的关系,主要结论如下。

(1)在对国内外已有研究现状梳理基础上,针对对现有研究的不足,提出基于三对均衡关系的碳排放初始权和谐配置框架体系;界定碳排放初始权配置的概念,阐述配置中需要考虑供给与需求、区域与行业、公平与效率三对均衡关系;提出碳排放初始权和谐配置的概念,从 3 个维度阐述了和谐配置的涵义,给出和谐配置基本思路。

(2)提出基于三对均衡的碳排放初始权和谐配置的具体技术思路及技术框架:碳排放初始权预配置技术框架、碳排放初始权预配置方案的和谐判别技术框架、碳排放初始权演化配置技术框架。通过“计算—和谐性判别—演化改进—推荐方案”循环步骤,获得最终的碳排放初始权分配方案。

在后续研究中,尚存以下问题需要讨论和拓展:首先,在理论研究方面,在预配置方案和谐性评判中,三对均衡关系在模型中的嵌入程度与评判准则的确定问题,需要进一步研究;其次,在实践研究方面,研究应该包含全国范围内的所有区域碳排放初

始权配置,才能够满足研究国家节能减排的目标。将结合全国及试点省市碳排放初始权配置的实践,进行案例分析和实证研究,并检验碳排放初始权配置方案的有效性和实用性,进一步丰富和完善我国碳排放权理论与方法。

参考文献:

[1] 中碳所. 时间已定,中国 2017 年第三季度将启动全国碳市场 [EB/OL]. [2016-04-05]. <http://www.tanjiaoyi.com/article-16372-1.html>.

[2] HAHN R W. Market power and transferable property rights[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1984, 99 (4): 753-765.

[3] 宋丽颖,李亚冬.论我国碳排放权交易市场之完善[J].学术交流,2015(4):134-138.

[4] HONG T. Benchmarks as a tool for free allocation through comparison with similar projects: focused on multi-family housing complex [J]. Applied Energy, 2014, 114 (2): 663 - 675.

[5] GRUBBLER A, NAKICENOVIC N. International burden sharing in greenhouse gas reduction [M]. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis, 1994.

[6] GRUBB M. The greenhouse effect: negotiating targets [J]. International Affairs, 1990, 66 (4): 67 - 89.

[7] FISCHER C, PARRY I, PIZER W. Instrument choice for environmental protection when technological innovation is endogenous [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2003(45): 523-545.

[8] PHYLIPSEN G. A triptych sectoral approach to burden differentiation; GHG emissions in the European bubble [J]. Energy Policy, 1998, 26 (12): 929 - 943.

[9] PAN X, TENG F, WANG G. A comparison of carbon allocation schemes: on the equity-efficiency tradeoff [J]. Energy, 2014(74): 222-229.

[10] 陈文颖, 吴宗鑫. 气候变化的历史责任与碳排放限额分配 [J]. 中国环境科学, 1998, 18 (6): 481-485.

[11] YI W. How can China reach its CO₂ intensity reduction targets by 2020: a regional allocation based on equity and development [J]. Energy Policy, 2011 (39): 2407 - 2415.

[12] 刘琦铄, 张成科, 张能福, 等. 碳排放权初始配置及其在我国实施的理论分析 [J]. 预测, 2015, 34 (6): 75-80.

[13] 宣晓伟, 张浩. 碳排放权配额分配的国际经验及启示 [J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(12): 10-15.

[14] HUANG G, OUYANG X, YAO X. Dynamics of China's regional carbon emissions under gradient economic development mode [J]. Ecological Indicators, 2015 (51): 197-204.

[15] ZHANG Y J, WANG A D, DA Y B. Regional allocation

of carbon emission quotas in China: evidence from the shapley value method [J]. Energy Policy, 2014 (74): 454-464.

[16] 林坦, 宁俊飞. 基于零和 DEA 模型的欧盟国家碳排放权分配效率研究 [J]. 数量经济技术经济研究, 2011 (3): 36-50.

[17] 郑立群. 中国各省区碳减排责任分摊——基于零和收益 DEA 模型的研究 [J]. 资源科学, 2012, 34 (11): 2087-2096.

[18] 何梦舒. 我国碳排放权初始分配研究——基于金融工程视角的分析 [J]. 管理世界, 2011(11): 172-173.

[19] ZHOU P, WANG M. Carbon dioxide emissions allocation: a review [J]. Ecological Economics, 2016(125): 47-59.

[20] 韩良. 国际温室气体排放权交易法律问题研究 [M]. 北京: 中国法制出版社, 2009: 20-21.

[21] HANCOCK J. Environmental human rights [M]. Chongqing :Chongqing Publishing House, 2007.

[22] 苑泽明, 李元祯. 总量交易机制下碳排放权确认与计量研究 [J]. 会计研究, 2013(11): 8-15.

[23] 张才琴. 中国碳排放交易权分配模式比较 [J]. 求索, 2015(2): 24-27.

[24] 王济干. 战略管理视角下的水资源和谐配置 [M]. 南京: 河海大学出版社, 2004: 9.

[25] 王济干, 郭靖荣. 人力资源和谐配置逻辑框架构建 [J]. 河海大学学报 (哲学社会科学版), 2010, 12 (2): 59-62 .

[26] 左其亭. 和谐论理论·方法·应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2016: 4.

[27] 左其亭, 刘欢, 马军霞. 人水关系的和谐辨识方法及应用研究 [J]. 水利学报, 2016, 47(11): 1363-1379.

[28] 王济干, 董增川, 张婕. 区间分析在水资源配置和谐性评判中的运用 [J]. 水利水电技术, 2003, 34(11): 12-15.

[29] 王济干, 张婕, 董增川. 水资源配置的和谐性分析 [J]. 河海大学学报 (自然科学版), 2003, 31(11): 702-705.

(责任编辑:高虹)

