

# 气候变化政策的协同收益研究述评

傅京燕 刘佳鑫\*

**摘要:**区域大气污染与温室气体的产生具有同根同源性,多污染物协同控制将是未来重要的低碳减排路径,因此需要从协同效应的角度出发寻找协同收益的影响因素。本文对协同收益的内涵及其经济学特征进行了界定,之后从理论以及实证和核算标准方面对气候政策协同收益进行了综述。本文发现已有的协同效益研究虽已表明温室气体减排与区域空气质量有高度的关联性,但针对多种污染物协同治理的研究缺乏对二者协同效应的方向和大小等基础性问题的回答。当前气候政策的协同收益研究也存在不足,包括忽视了地方政府间的竞争,缺少有关地方政府间在公共管理领域合作的研究等。未来的研究方向包括:从经济学的视角考量协同治理的成本-收益机制;如何在兼顾公平与效率的原则下解决跨界大气污染问题,构建起可持续的区域生态补偿机制。

**关键词:**气候政策;协同控污;协同收益

## 一、问题的提出

快速的工业化和城市化进程给当下的中国带来了大气污染减排与温室气体减排的双重压力,2016年12月发布的《“十三五”生态保护规划》中提出12项约束性指标,其中涉及环境质量就有8项指标;2016年11月颁布的《“十三五”控制温室气体排放工作方案》(以下简称《工作方案》)也明确提出“到2020年碳排放总量得到有效控制,工业过程温室气体累计减排二氧化碳当量11亿吨以上”。从产生来看,区域大气污染物与温室气体均主要由矿物燃料的燃烧造成,二者具有同根同源性;而且气候变化与空气污染往往通过大气化学反应而紧密相联(Burtraw et al., 2003)。因此,多污染物协同控制将是未来重要的低碳减排路径。从经济学的宏观路径看,二者的协同减排策略可以更有效地节约减排成本,并达到减排效果的最大化,这就需要考虑不同减排策略的成本-收益以及区域差异对减排目标的影响,从协同效应的角度出发寻找协同收益的影响因素并将协同减排与区域低碳发展路径相关联,其结论可以为

\*傅京燕,暨南大学经济学院,邮政编码:510632,电子信箱:fuan2@163.com;刘佳鑫,暨南大学经济学院,邮政编码:510632,电子信箱:317609747@qq.com。

本文系国家自然科学基金项目“基于强度减排的碳交易机制对产业竞争力影响的理论研究与ECGE模拟”(71273115)的阶段性成果。感谢匿名审稿专家的宝贵建议,文责自负。

我国事半功倍地实现温室气体和其他大气污染物的多重减排目标提供科学依据。同时,大气污染物协同治理的成本与收益的估算,有助于设计出净收益最大的大气污染政府间协同治理机制。因此,研究大气污染与温室气体的协同减排一方面有助于提高区域大气污染协同治理的效率和效果,同时以公平效率的原则对环境治理成本与收益在区域间进行分配,另一方面有利于为国内不同区域之间有效的转移支付分配机制提供政策依据。

受到早期水污染物协同控制的启发,大气污染与温室气体协同控制的理念迅速发展,并经历了“二者独立考虑→环境政策的协同效应评估→二者协同控制”的演化。近年来的环境政策中将电力行业纳入重点控排行业之一,并在全国范围内的燃煤电厂推行污染物“超低排放协同控制技术”,在减少 CO<sub>2</sub> 排放的同时达到硫、氮和烟尘等污染物的协同减排。就温室气体与大气污染物之间的协同减排来说,主要有两个研究方向:(1)区域大气污染物减排导致温室气体减排的协同;(2)温室气体减排导致区域大气污染物减排的协同,温室气体减排政策实施的全部或部分成本将与政策附带的效益抵消,这些效益包括污染物减排产生的当地人口健康效益和额外的生态、经济效益。其中,第二类研究目前较受关注,因为从估计的方法学角度而言,当期减少碳排放的收益是未来全球变暖减缓,而当期减少污染物排放的收益是即期的(Ekins,1996)。协同收益可以通过减少社会损失来证明气候变化政策的有效性,提高了严格的气候政策的稳健性。空气质量的协同效应也比气候效应早,使得社会收益计算对折现率的选择较不敏感,从而降低了使用低或高折现率的重要性(Stern & Taylor,2007)。如果贴现率为正值,当期附加收益与未来的主要收益相比会更受重视。温室气体减排政策与主要收益之间的时滞带来的一个是如何确定正确的贴现率,由此会导致这些未来收益评估的不确定性。因此,大多数学者都偏向估计气候政策的即期附加收益。

本文侧重研究温室气体减排对区域大气污染物减排的协同,这是从我国高度重视气候变化问题的战略重点出发的,加之欧、美等发达国家针对气候政策与大气污染协同控制已有相应成熟的经验,立足于温室气体减排,研究适合我国国情的温室气体和大气污染物联动协调机制,对我国现阶段来说更有针对性。从控排企业的角度看,控排企业为控制全球变暖所增加的成本需要激励机制来冲抵,而协同减排恰恰能激励企业从事全球温室气体的减排,该机制不仅能促使企业完成碳减排目标,而且同时考虑和优化对大气污染物排放的限制,而不是根据不同污染物的减排计划在不同时间分别进行减排。另外,探索协同减排作用机制以激发协同减排的正面效益,减少负面协同效应,有助于解决“低碳不环保”的难题,提高气候政策实施的效率和可接受性,推进大气环境改善政策与措施的协调发展。

## 二、气候政策协同收益的界定及经济学特征

### (一) 气候政策协同收益的涵义及重要性

协同效益最初出现于 2001 年政府间气候变化专业委员会(IPCC)发布的第三次评估报

告,其含义为缓解温室气体排放的政策和行动所产生的社会经济效益。Nemet 等(2010)认为,温室气体减排的政策与行动所带来最重要的协同收益是人类健康的改善,而这源于温室气体减排活动所产生的空气污染协同减排。减缓气候变化所获得的收益称为主要收益,除了这一直接收益外,从气候变化政策所获得的其他收益被广为忽略,这种收益称为气候政策的附加收益或次级收益,它是气候政策引致而不是减缓气候变化所获得的主要收益。对主要收益的评估需要掌握区域及全球大气环境的大量知识,而目前有关全球变暖过程的认识还很不全面,由此导致对主要收益评估的不确定性要大于附加收益(Krupnick et al.,1999)。虽然环境附加收益的评估也复杂,但比全球变暖损害的评估要简单很多(Boyd et al.,1995)。因此,研究气候政策的协同收益具有必要性和可行性。

一些学者认为气候政策的附加收益与就业增加或技术进步相联系。通过征收碳税,可以减少扭曲性的劳动税,由此增加劳动供给。近年来有不少关于环境税的研究表明通过减少劳动成本可以实现收入循环的双重红利效应(李洪心、付伯颖,2004;Andre et al.,2005)。关于技术进步,Pearce(2000)强调气候政策引致的技术进步会扩散至控排部门之外的其他部门,这些外溢效应也可视为气候政策附加收益的经济收益。本文集中于气候政策附加收益的环境收益,因为就业增加和技术进步等经济收益与区域环境质量改善带来的环境收益相比要小很多。

控制温室气体排放导致的其他污染物排放的减少所获得的正的健康效应是附加收益的最重要形式(Ayres & Walter,1991;Heintz & Tol,1996),也是一国减缓温室气体排放的主要考虑因素(Davis et al.,2000)。在此过程中,化石能源燃烧的减少和能源结构的调整还可以减少空气污染的其他负面效应,例如可见度的降低和对建筑物的腐蚀。Sollner(1999)认为需要重点关注污染物的负面健康效应,而其他负面效应相比较而言影响较小。

## (二) 气候政策附加收益研究的经济学特征

### 1. 区域公共品特征

区域公共品是一种特殊意义上的公共品,它是从区域内的地区经济合作的角度、从区域整体发展的角度特别区分出来的公共品,从本质上讲它仍然具有一般公共品的特点,即体现在消费上的非排他性或非竞争性上。我们将区域公共品定义为以实现区域经济长期稳定的发展为目标,保障区域经济发展的安全和秩序,并为区域内广大群众所消费的,在整个区域中起着影响作用的公共品。公用品悲剧是指凡是属于大多数人的公共财产常常是最少受人照顾的事物,大气污染问题就属于公共品悲剧,在本身不污染其他人也还是会污染的思想下,人们会没有节制的污染环境,结果大气生态被破坏,人们的生活也受影响(共同背叛的结果)。

### 2. 外部性特征

针对环境的外部性问题,相关学者曾认为最好的政策措施是实施庇古税。而科斯提出的以产权交易为主要内容的科斯定理,认为在某些条件下,经济的外部性或者说非效率可以通

过当事人的谈判而得到纠正,从而达到社会效益最大化。解决外部性问题,主要是让外部性内部化,即通过制度安排将经济主体经济活动所产生的社会收益或社会成本,转化为私人收益或私人成本,将技术上的外部性转化为金钱上的外部性,在某种程度上强制实现原来并不存在的货币转让。而在政策协同中,研究不同政策工具的边界也是基于外部性视角的。针对大气污染防治问题,基于大气污染的外部性,力图以适当的经济政策或制度设计将污染成本内部化,重新实现竞争性均衡的帕累托最优状态。

目前对气候政策效应的研究更多关注的是主要收益,即气候政策的碳减排效应,普遍忽略了气候政策的附加收益。也就是说,从气候政策中获得的间接收益而不是减缓气候变化本身获得的直接收益。这是因为协同效应是区域性的,而主要效应是全球化的。而气候变化政策具有纯公共产品和私人产品的双重效应,由此具有准公共产品的特征。温室气体减排措施的主要效应和协同效应越大,国家实施额外的温室气体减排措施的动机就越强。但是,温室气体减排政策不太可能涵盖所有行业,例如碳税可以覆盖电力行业,却不能抑制小型工业和住宅的所有碳排放(Metcalf & Weisbach, 2009)。如果碳减排措施无法覆盖整个经济,那么被覆盖部门的碳价上涨可能会产生多种次优效应,导致碳排放转移到碳减排措施未覆盖的部门(即碳泄漏)。

### 三、气候政策协同收益的理论研究

本部分将按照治理对象-治理主体-治理方式-治理效应的逻辑展开分为四个部分:(1)多污染协同治理的必要性,本文通过整理相关文献来佐证协同减排机制已成为最佳减排路径的一大选择;(2)政府间协同治理的动因研究,大气污染协同治理机制本应包括中央政府和地方政府、地方政府之间、部门与部门之间等方面的协同,即涉及“条”“块”之间交叉关系的研究,这里从内因、外因对政府这一主体参与协同治理的必要性进行佐证;(3)多污染协同减排的环境政策设计,这里的政策工具是协同治理机制产生协同收益的主要途径;(4)多污染协同减排的成本-收益分析,通过运用多种政策工具,我们对协同减排的成本-收益进行量化评估。

#### (一)多种污染物协同治理的必要性研究

迄今为止,只有很少的学者研究多种污染问题。在静态框架中,学者们运用等成本的概念来检验几种污染物的情况(Cansier, A. & Cansier, 1999; Endres, 1985)。在动态背景下, Nordhaus(2000)考虑了不同的温室气体(GHGs)排放情况,但在限制了二氧化碳(CO<sub>2</sub>)排放的条件下提出了最优选择。Michaelis(1997)在给定二氧化碳预算下结合可计算一般均衡模型估计了若干温室气体协同减排的成本,Manne和Richels(2000)结合经济和气侯子模型等不同模式组成部分,建立了一个跨期的一般均衡模型来评估多个温室气体和二氧化碳排放的情景,发现除了转型期经济体之外,所有发达地区都将受益于采用多种温室气体协同减排战略,而不是仅减排二氧化碳。Reilly等(1999)在综合全球系统模型框架下研究多种温室气体协同减

排策略得出同样结论。此外,Böhringer等(2006)在综合可计算一般均衡评估框架内,研究二氧化碳和甲烷减排的协同收益,发现甲烷减排同样受益于二氧化碳减排。Burniaux(2000)着重于通过在不同的灵活性制度下实证测定协同减排成本,他们发现,忽略对二氧化碳排放的关注只会造成协同减排成本估算的上升偏差。Dellink(2005)采用自下而上的方法来估算不同污染物的减排成本,并分析不同环境主体之间的相互作用,如气候变化和烟雾形成之间的作用以及监管的后果。Moslener和Requate(2001)则指出,如果多种污染物在社会成本方面发生相互作用,协同减排则是最佳的减排路径。严雅雪(2017)的研究中发现,在城市化水平较低的地区,碳排放和雾霾污染的协同效应较为显著,采用协同治理效果更好。以上研究说明多种污染物协同治理为气候政策开拓了更广的研究空间,研究气候政策的协同减排路径、分析不同污染物之间的相互作用,是气候政策精细化管理的必经之路。

## (二) 大气污染政府间协同治理的动因研究

### 1. 从内因上看

中国环境污染问题严重,超出地区环境承载能力的污染排放物导致污染事故频繁发生。关于大气污染区域协同治理的内因,即从污染自身原因出发,主要有两点动因:污染物的跨区域性和区际污染溢出。首先,关于污染物的跨区域性的影响。李莉等(2008)对长三角地区大气中 $O_3$ 和 $PM_{10}$ 的传输进行了模拟,模拟结果显示:该地区的大气污染与化学转化对环境空气质量及污染类型有着显著的影响,风向气流与太阳辐射对大气污染特征的影响程度也有着一定差异。薛文博等(2014)以 $PM_{2.5}$ 为研究指标考察了全国各省市的跨区域传输规律,研究发现在排放清单、气象场及空气质量影响下,各省市间 $PM_{2.5}$ 及其主要成分也都存在显著的跨区域传输特征。其次,关于污染物区际污染溢出,较多学者考察了区际污染产业转移与环境污染之间的内生关系。Van Beers和Van Den Bergh(1997)研究发现,通过降低环境规制标准来吸引高环境规制标准国家产业转入的竞争,会导致环境规制标准一降再降,使得环境质量不断恶化。俞毅(2010)通过构建资源消耗和经济增长的模型并深入分析污染承接地的“门限效应”,研究表明污染转移效应助长了区际污染排放,对区域环境产生不良影响。周浩和郑越(2015)运用泊松模型考察了环境规制对中国新建制造业企业选址的影响,发现环境约束越放松的地方越容易吸引污染型企业,即存在“污染避难所”效应。

### 2. 从外因上看

地方政府进行区域大气污染协同合作治理时也存在主体性动力,且主要源自于合作利益的增加性预期。黄少安(2000)认为,合作形成的条件是加入网络合作的收益与未合作所产生的收益差额大于零。龙朝双和王小增(2007)以及杨龙(2008)认为我国地方政府合作的引力来源于对行政区内利益的追求以及地方政府官员的升迁诉求。一方面,由于地方政府及官员

是“公共人”,追求公共价值的实现,这些动力通过地方官员的理性自觉而表现出来;另一方面,地方政府及官员是理性“经济人”,认为协同合作可以进行资源互补,进而更能实现自己利益的最大化,即实现辖区内的经济利益,或可达到政治晋升的目的。

### (三) 多种污染物协同减排的环境政策设计分析

在多重环境污染中,并非所有的污染物都受到环境政策管制,即使是受环境政策管制的污染物也可能面临不理想的治理效果,因此,多重污染物排放给环境政策的设计带来了困难。已有的一些研究分析了多种污染物背景下的环境政策设计,但它们都是在完全信息情况下进行的。Endres(1985)认为两种污染物在社会损害函数中是能够相互作用的,然而他假设不存在减排成本信息的不对称。Kuusman 和 Laukkanen(2011)在动态框架中对多种污染物减排政策进行了分析。但他们的重点是研究最佳排放路径,而不是监管工具的选择。Montero(2001)以及 Caplan 和 Emilson(2005)分析了几种污染物的环境规制政策的设计,但他们只考虑了可交易的排放配额这一种政策工具。Stefan 和 Jessica(2013)的研究扩展至多种污染物和信息不对称的背景下如何在不同的政策工具之间进行选择,这些政策工具包括价格、数量或两者的结合。在现实世界中,政府必须在成本和收益显著不确定性的情况下制定和实施政策(Weitzman,1974;Lewis,1996)。Ostblom 和 Samakovlis(2007)将空气质量协同收益纳入 CGE 模型中,并发现如果不考虑气候政策,空气质量改善成本就会被夸大,因此多种污染物排放治理要考虑环境政策组合的优化设计。

### (四) 多种污染物协同减排策略的成本-收益分析

在对单一污染物背景下不同政策工具之间的相互作用进行分析时,一些学者分析了混合政策的福利效应框架,Weitzman(1974)最早提出影响政策工具选择的两个主要参数:减少污染的边际收益的斜率和企业减排成本的斜率。当收益曲线相对于成本曲线而言更加平坦时,应该优先考虑基于价格的政策工具,反之,则基于数量的政策工具更好。但是,Weitzman 的分析只涉及单一污染物。美国清洁空气法中,如何选取减排方式以达到国家空气质量标准(NAAQS)是法案实施的关键减排策略问题。在不同的减排方式下,收益-成本比例通常也有所不同(Simpson & Eliassen,1999;Guariso et al.,2004)。Nordhaus(2014)利用更新的综合评估 DICE-2013R 模型(气候变化社会经济影响全面综合模型 2013 版)测算碳排放的社会成本,估计碳排放社会成本每年增长 3%,但是该研究未考虑到折现率对社会收益的影响,不连续的减排政策也会导致协同收益受到损失。由于空气污染都具有一些共同的前体污染物,对一种污染物进行控制会影响其他污染物的排放水平,因此可以在协同达标的方案中考虑成本收益的分析。Mandell(2008)提出在存在几家企业和一种污染物的情况下,对一部分企业进行征税的同时,通过排放交易机制管制其他企业的混合政策可能会更加有效。但是,Fullerton 和 Karney(2017)认为由于技术或信息条件的限制可能会妨碍正确估计社会收益和成本,而且政

策的提出也会具有时滞性。综上,从理论研究方面来说,学者们在选择治理对象的必要性、选择治理主体的内外因、治理路径的设计、治理效应的测度等方面均展开了研究,这为进一步研究气候政策关于不同大气污染物的协同减排收益提供了充分的理论基础。

## 四、气候政策协同收益的实证结果及核算方法

### (一) 气候政策协同收益的实证结果

#### 1. 发达国家气候政策协同收益大小及影响因素研究

美国对协同收益的分析考虑的是电力部门,因为电力部门是美国碳排放的主要部门。Burtraw 等(2003)运用 CGE 模型模拟发现,美国电力部门在每立方吨碳排放收税 25 美元的政策下,对  $\text{NO}_x$  的协同减排所产生的健康收益为每立方吨 8 美元,Groosman 等(2011)则运用 APEEP 模型(综合评价模型)估算出在 Warner-Lieberman 法案背景下,2010-2030 年间每年可避免 1030~12000 亿美元的健康损失,这些协同收益主要来自气候政策所产生的燃煤电厂  $\text{SO}_2$  的协同减排。Rypdal 等(2007)对欧洲 2012 年后多种气候政策情景下对北欧地区空气质量的协同效应进行了分析,通过运用 CGE、RAINS(区域性酸性信息与模拟)模型,发现更加严格的二氧化碳减排目标可以减少更多的空气污染物排放,并且对生态系统以及人体健康有益,避免实施空气污染控制措施所需要的成本。得出同样结论的还有 Bollen(2015),他使用可计算的一般均衡模型来分析作为气候政策副产品的大气污染物减排的协同效益,结果表明气候政策将大大减少大气污染物的排放,但是协同收益的估计是不确定的。Ayres 和 Walter(1991)是最早对美国和欧洲气候政策附加收益进行比较的学者。他们发现德国的附加收益大于美国,其原因在于德国的人口密度大于美国。Burtraw 和 Toman(1997)以及 Burtraw 等(1999)认为欧洲气候政策协同收益高于美国的原因还在于地理因素的作用,因为美国东部很大一部分  $\text{SO}_2$  排放靠近海岸而欧洲是在内陆。Schucht 等(2015)通过气候-空气质量链接模型进行模拟,认为在全球范围内采取严格的气候政策到 2050 年将会在欧洲范围降低 68% 的由  $\text{PM}_{2.5}$  导致的死亡率,85% 由臭氧造成的早死率,节约 77% 的空气污染治理成本,这些健康收益和避免成本将抵消该地区气候政策 85% 的额外成本。Radu 等(2016)使用 IMAGE2.4 框架(评估全球环境的综合模型)的 10 个情景探讨未来气候和大气污染政策的不同假设如何影响温室气体和空气污染物的排放,也认为气候变化政策对于  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_x$  的排放具有巨大的影响。例如,Färe 等(2012)发现  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_x$  是生产中的替代品。而 Woollacott(2015)也通过构建 CGE 模型验证了碳税可以减少美国电厂二氧化硫的排放,因此碳税的收益可以从二氧化硫减排的协同收益中获得。

#### 2. 发展中国家协同收益的比较研究

很多研究发现以发展中国家为样本的协同收益会更大。例如,有关美国空气质量改善的健康收益的 10 个研究得到每吨  $\text{CO}_2$  减排协同收益为 2~128 美元(以 2008 年美元计价)(Nemet et

al., 2010)。Nemet 等(2010)对 37 个研究结果进行了统计,发现发达国家协同收益的均值和中位数分别为每吨 CO<sub>2</sub> 为 44 美元和 31 美元,发展中国家为 81 美元和 43 美元。Dong 等(2015)通过 AIM/CGE 模型评估 CO<sub>2</sub> 减排和大气污染治理的协同效应,并认为效应的大小与地区经济发展水平相关。Bollen(2015)运用 CHE 模型从全球视角进行了分析,也认为气候变化政策对污染物减少的协同收益非常巨大,尤其是发展中国家,协同收益占比可以达到成本的 75%。Complainville 和 Martins(1994)运用多国多部门的动态一般均衡模型研究 CO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub> 和 NO<sub>x</sub> 的排放,认为空气质量的改进在发展中国家和发达国家都具有显著性。Morgenstern(2000)则指出对发展中国家协同收益的研究偏少,事实上发展中国家的协同收益要大于美国。

### 3. 气候变化与大气污染控制的政策组合研究

鉴于空气污染控制和气候变化政策存在很多方面的共同之处,学者们也相继进行政策组合分析。首先是局部与总体环境政策组合,Bollen 等(2010)拓展 MERGE 模型(合并模型),表明综合环境政策产生净全球福利,同时证明了减少局部空气污染带来的效益远远超过了全球气候变化政策的效益,至少提高了 2 倍。其次是不同情景下政策组合,随着研究角度的扩展和政策评估模型的丰富,一些学者将协同减排纳入政策效果,探讨多种环境政策组合的效率:Nam 等(2014)运用 CGE 模型,按政策组合的严格程度设置情景,对比中美两国协同减排对政策组合的反应程度,认为美国较中国具有更有效的协同减排,但两国的协同减排效应均对政策严格程度反应不敏感;Bollen 等(2010)、Radu 等(2016)和 Henneman 等(2016)均基于不同政策情景下的协同减排程度,评估政策组合的成本有效性或成本收益,由此探讨最佳碳减排目标或环境规制政策组合的设定。除此之外,学者还通过综合不同模型研究气候政策与污染减排政策的协同,He 等(2010)认为能源政策是实现温室气体减排和污染物控制双向协同效应的重要结合点,通过构建一个结合能源预测模型、排放评估模型、空气质量模拟模型和健康效益评估模型的综合模型来评估中国的能源政策在两方面的协同作用,结果显示积极的能源政策带来了巨大的效益,包括 1469 百万吨的 CO<sub>2</sub> 减排、12%~32% 的大气污染物浓度下降以及超过 100 百亿的健康收益。Zhang 等(2015)通过节能供应曲线结合 GAINS(温室气体和空气污染相互作用和协同作用)模型来估计中国水泥行业节能对 CO<sub>2</sub> 和大气污染物减排的共同效益,认为共同效益的大小取决于交叉价格弹性的大小以及其他污染物的价格与边际损害的高低(Fullerton & Karney, 2017),同时也认为纳税污染物的变化取决于其他污染物是否面临税收或许可政策。

#### (二) 气候政策协同收益的核算标准和方法

(1) 关于核算标准,温室气体减排措施的协同收益的经济核算一般包括两个角度(Bollen et al., 2010):一是减少的健康影响和货币化的健康效益(也称为直接核算方法),是指实施气候政策所避免的气候损害之外的外部成本(边际环境损害),一般以健康收益来度量;二是对



于节约的减排措施成本的测算(也称为间接核算),是指实施气候政策所避免的环境规制成本(边际减排成本)。就间接核算方法而言,附加收益等于避免的环境规制成本,如末端治理装置的成本。这些技术装置的投资在不同的国家不同,因此这一成本在不同的国家也有所差异(Ayres & Walter,1991)。

(2)关于收益核算的方法,大多数研究的结果均认为控制温室气体排放的附加收益很大,但研究结果差异很大,国家间的显著差异源于模型设置、测算指标以及选择的污染物等。另外,有关欧洲研究所使用的模型存在一些问题,这源于一些估计方法上的因素:如行业不够细分(Burtraw & Toman,2000)、对环境影响的经济估值较高(Morgenstern,2000)以及附加收益的系数固定(Pearce,1992)。Holland(2011)将协同减排效应分解为替代效应和互补效应以区分主要污染物和协同污染物之间的关系,若为替代关系则可能会导致协同增排,由此带来的附加收益为负,因此在研究协同治理的同时需要分清污染物之间的替代与互补关系。Agee等(2014)研究认为,CO<sub>2</sub>和SO<sub>2</sub>二者可以相互替代或补充。如果它们是替代品,那么碳税可能导致生产中产生更多的SO<sub>2</sub>,但美国环保局认为碳税减少了煤炭的使用。在这种情况下,如果减少SO<sub>2</sub>的排放,碳税可以产生巨大的协同收益。在美国电力行业现行的总量控制和交易政策下,Burtraw等(2014)发现二氧化硫减排的协同收益比二氧化碳减排的协同收益略大。然而,美国发电厂SO<sub>2</sub>排放受到了许可限制(Schmalensee et al.,1998;Burtraw et al.,1998;Carlson et al.,2000),如果碳税改变了二氧化硫的排放需求,那么许可限制可能会改变CO<sub>2</sub>和SO<sub>2</sub>的互补程度。但是,如果许可限制确定了二氧化硫的排放值,碳税就不会减少硫排放。Fullerton和Karney(2017)以美国电力行业为研究对象发现二氧化碳和二氧化硫之间为互补关系,可以通过征收碳税减少二氧化硫的排放提高协同收益。学者们在研究税收政策和许可价格时,大多都没有考虑到强制性和能效标准等非价格政策的影响,并且一般均衡模型分析增加了问题分析的复杂性(Fullerton & Karney,2017)。

(3)最后是收益评估的复杂性。美国清洁空气中,如何选取减排方式以达到国家空气质量标准(NAAQS)是法案实施的关键减排策略问题。在不同的减排方式下,收益-成本比例通常也有所不同(Simpson & Eliassen,1999;Guariso et al.,2004)。由于空气污染都具有一些共同的前体污染物,对一种污染物进行控制会影响其他污染物的排放水平,因此可以在协同达标的方案中考虑成本-收益的分析,但评估过程中,更多的是寻找成本最小化的达标方式,由于收益的不确定性问题,很少涉及收益评估(Rabl et al.,2005)。

### (三)大气污染协同治理的路径研究

#### 1.政策协同的路径研究

如何有效率地控制区域大气污染,供给区域各主体共同支付意愿下的空气质量,是我国当前及未来一段时间需要着力解决的区域公共问题。赵新峰和袁宗威(2016)结合我国区域

大气污染防治实践,梳理总结其中政策工具的发展历程及其演进特点,提出完善区域大气污染治理政策工具体系。赵新峰和袁宗威(2014)以京津冀区域大气污染治理为例,从经济基础、行政体制和协调机制三个方面探究政策不协调的原因,并分别从价值层面、组织架构、实现机制和利益平衡四个方面,探寻政策协调的破解之策。Price等(2011)评价了我国政府在“十一五”期间所采取的排污政策措施的影响,Schreifels等(2012)也做了类似的研究。Lin和Liu(2015)分析了提高能源利用效率和促进技术进步等政策措施对减排的影响,类似研究还有Geng等(2010)、Hasanbeigi等(2014)。

## 2. 区域协同的路径研究

关于政府间区域协同合作,需要考虑激励机制问题,如王玉明(2017)认为城市群环境治理必须构建一种长效的复合激励机制,他提出需要分担环境公共产品的生产成本,主要包括直接成本的核算和机会成本的核定,以及政府环境合作的交易成本分担,包括信息成本、缔约成本和执行成本。而薛俭(2013)也发表了相似的观点,认为治理成本的公平分配是对促进政府跨区域协同治理的一项很好的激励措施,他列举了当前四大主流的成本分配方法:Shapley值(夏普利值)、核心法、GQP法(游戏二次编程法)和MCRS法(缩微目录计算机检索系统法),通过对这四种分配方式的对比得出最适宜的分配方式,然后构建了四个模型,比较全面地量化了大气污染跨区域协同治理的激励机制。除此之外,学者们结合构建区域环境协作治理长效机制的相关思考,围绕大气污染区域协同政策所配套的各类激励手段进行分析,提出为区域大气污染协同政策的长效机制提供激励保障的方法,比如污染税、立法机制等(李艳芳,2005;张卉聪、穆治霖,2015;常纪文,2014a,2014b)。

## 五、总结与评述

多种污染物协同综合治理是最有效果且最有效率的环境保护方式,美国国家研究委员会构建了一个长期的空气治理方案,其特点就是绩效导向的多种污染物综合协同治理的方法(Bollen et al.,2010),包括多种污染物、多区域和多行业之间的协同。对气候政策和污染政策进行组合搭配有助于找到用最小化的成本实现应对气候变化与环境保护双重目标的途径,为气候及环境政策目标的“精细化组合管理”提供量化基础。

国外对于跨区域环境治理研究起步较早,形成了较为成熟、系统的研究理论和方法,但我国国内对于跨区域环境治理研究还处于起步阶段。国内跨区域环境治理的研究主要侧重于跨区域水资源的治理,而在大气治理方面主要集中在科学技术或者法律方面的研究,对大气污染研究得并不充分;其次,现有研究偏向于对笼统的对策研究,但对于其中的关键部分——地方政府间的协作,研究较浅。现有气候政策协同收益研究一方面多侧重于地方政府间合作方面的研究,忽视了地方政府间竞争方面的内容;另一方面多侧重于经济上的合作,而忽视了

地方政府间在公共管理领域上的合作。

我国对大气污染协同治理的探索呈现出以国家政策形式实施和地方自主性探索实践相结合的特点,这些政策与实践积累了一些成功的经验,但仍存在一些不足:

对大气污染治理的协同机制研究主要仍集中在公共管理、环境科学、环境工程这三大学科,尚未建立起统一的研究框架,鲜有从经济学的视角考量协同的成本-收益机制;国家目前出台的不少政策文件提出了各种大气污染协同防治的政府与市场手段,但均仅限于提出原则性意见,却没有涉及区域污染治理机制的具体内容和方法,从而使得现有的协同机制在实施过程中难以实现。大气污染协同治理机制的框架,应包括中央政府和地方政府、地方政府之间、部门与部门之间等方面的协同,即涉及“条”“块”之间交叉关系的研究,这需要经济学中的博弈论、成本效益分析等方法支撑,并与政治学、公共管理学有机结合起来。如何在解决跨界大气污染问题中兼顾效率与公平,从而构建可持续的区域生态补偿机制还存在着很大的研究空间。比如可以对《大气十条》的实施细则和工作规定进行分析,将更好地为部门间协同治理过程中的权责分配、牵头配合、协调博弈提供现实参考。

## 参考文献:

- [1] 常纪文. 新环境保护法:史上最严但实施最难[J]. 环境保护, 2014a, (10): 23-28.
- [2] 常纪文. 大气污染区域联防联控应实行共同但有区别责任原则[J]. 环境保护, 2014b, (42): 43-45.
- [3] 黄少安. 经济学研究重心的转移与“合作”经济学构想——对创建“中国经济学”的思考[J]. 经济研究, 2000, (5): 60-67.
- [4] 李洪心, 付伯颖. 对环境税的一般均衡分析与应用模式探讨[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, (03): 21-24.
- [5] 李莉, 陈长虹, 黄成, 黄海英, 李作攀, J. S. Fu, C. J. Jang, D. G. Streets. 长江三角洲地区大气 O<sub>3</sub> 和 PM<sub>10</sub> 的区域污染特征模拟[J]. 环境科学, 2008, 29(1): 237-245.
- [6] 李艳芳. 公众参与和完善大气污染防治法律制度[J]. 中国行政管理, 2005, (3): 52-54.
- [7] 龙朝双, 王小增. 我国地方政府间合作动力机制研究[J]. 中国行政管理, 2007, (6): 65-68.
- [8] 王玉明. 构建城市群环境治理合作的复合激励机制[J]. 理论月刊, 2017, (07): 130-135.
- [9] 薛俭. 我国大气污染防治省际联防联控机制研究[D]. 上海: 上海大学, 2013.
- [10] 薛文博, 付飞, 王金南, 唐贵谦, 雷宇, 杨金田, 王跃思. 中国 PM<sub>2.5</sub> 跨区域传输特征数值模拟研究[J]. 中国环境科学, 2014, 34(6): 1361-1368.
- [11] 严雅雪. 碳排放与雾霾污染的协同关系分析[J]. 环境经济研究, 2017, (2): 52-63.
- [12] 杨龙. 地方政府合作的动力、过程与机制[J]. 中国行政管理, 2008, (7): 96-99.
- [13] 俞毅. GDP 增长与能源消耗的非线性门限——对中国传统产业省际转移的实证分析[J]. 中国工业经济, 2010, (12): 57-65.
- [14] 张卉聪, 穆治霖. 以严格的法律制度向大气污染宣战——大气污染防治法(修订草案)的亮点评析与完善建议[J]. 环境保护, 2015, (43): 45-47.
- [15] 赵新峰, 袁宗威. 京津冀区域政府间大气污染治理政策协调问题研究[J]. 中国行政管理, 2014, (11): 18-23.

- [16] 赵新峰,袁宗威. 区域大气污染治理中的政策工具:我国的实践历程与优化选择[J]. 中国行政管理, 2016, (07):107-114.
- [17] 周浩,郑越. 环境规制对产业转移的影响——来自新建制造业企业选址的证据[J]. 南方经济,2015, (04):12-26.
- [18] Agee, M. D., S. E. Atkinson, T. D. Crocker, and J. W. Williams. Non-separable Pollution Control: Implications for a CO<sub>2</sub> Emissions Cap and Trade System[J]. Resource and Energy Economics, 2014, 36(1): 64-82.
- [19] Andre, F. J., M. A. Cardenette, and E. V. Elazquez. Performing an Environmental Tax Reform in a Regional Economy: A Computable General Equilibrium Approach[J]. The Annals of Regional Science, 2005, 39(2): 375-392.
- [20] Ayres, R. U. and J. Walter. The Greenhouse Effect: Damages, Costs and Abatement[J]. Environmental and Resource Economics, 1991, 1: 237-270.
- [21] Böhringer, C., A. Löschel, and T. F. Rutherford. Efficiency Gains from “What”-Flexibility in Climate Policy—an Integrated CGE Assessment[J]. Energy Journal, 2006, 27: 405-424.
- [22] Bollen, J. The Value of Air Pollution Co-benefits of Climate Policies: Analysis with a Global Sector-Trade CGE Model[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2015, 90: 178-191.
- [23] Bollen, J. S., B. Hers, and B. Van Der Zwaan. An Integrated Assessment of Climate Change: Air Pollution, and Energy Security Policy[J]. Energy Policy, 2010, 38(8):4021-4030.
- [24] Boyd, R., K. Krutilla, and W. K. Viscusi. Energy Taxation as a Policy Instrument to Reduce CO<sub>2</sub> Emissions: A Net Benefit Analysis[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1995, 29: 1-24.
- [25] Burniaux, J. Multi-Gas Assessment of the Kyoto Protocol[R]. 2000.
- [26] Burtraw, D., A. Krupnick, E. Mansur, D. Austin, and D. Farrell. Costs and Benefits of Reducing Air Pollutants Related to Acid Rain[J]. Contemporary Economic Policy, 1998, 16(4): 379-400.
- [27] Burtraw, D., J. Linn, K. Palmer, and A. Paul. The Costs and Consequences of Clean Air Act Regulation of CO<sub>2</sub> from Power Plants[J]. American Economic Review: Papers & Proceedings, 2014, 104(5): 557-62.
- [28] Burtraw, D., A. Krupnick, K. Palmer, A. Paul, M. Toman, and C. Boyd. Ancillary Benefits of Reduced Air Pollution in the U.S. from Moderate Greenhouse Gas Mitigation Policies in the Electricity Sector[R]. 1999.
- [29] Burtraw, D., A. Krupnick, K. Palmer, A. Paul, M. Toman, and C. Boyd. Ancillary Benefits of Reduced Air Pollution in the US from Moderate Greenhouse Gas Mitigation Policies in the Electricity Sector[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2003, 45(3):650-673.
- [30] Burtraw, D. and M. Toman. Ancillary Benefits of Greenhouse Gas Mitigation Policies, Climate Change Issues Brief No. 7[M]. Washington, DC: Resources for the Future, 2000.
- [31] Burtraw, D. and M. Toman. The Benefits of Reduced Air Pollutants in the U.S. from Greenhouse Gas Mitigation Policies[R]. 1997.
- [32] Cansier, A. and D. Cansier. Umweltstandards bei Unsicherheit aus entscheidungstheoretischer Sicht[R]. 1999.
- [33] Caplan, A. and S. Emilson. An Efficient Mechanism to Control Correlated Externalities: Redistributive Transfers and the Coexistence of Regional and Global Pollution Permit Markets[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2005, 49(1): 68-82.
- [34] Carlson, C., D. Burtraw, M. Cropper, and K. Palmer. Sulfur Dioxide Control by Electric Utilities: What are the Gains from Trade? [J]. Journal of Political Economy, 2000, 16(4): 379-400.

- [35] Complainville, C. and J. O. Martins. NO<sub>x</sub>/SO<sub>x</sub> Emissions and Carbon Abatement[R]. 1994.
- [36] Davis, D. , A. Krupnick, and G. Thurston. The Ancillary Health Benefits and Costs of GHG Mitigation: Scope, Scale and Credibility[R]. 2000.
- [37] Dellink, R. B. Modelling the Costs of Environmental Policy: A Dynamic Applied General Equilibrium Assessment[J]. *Journal of Policy Modeling*, 2005, 28(2): 207–221.
- [38] Dong, H. , H. Dai, and L. Dong. Pursuing Air Pollutant Co-benefits of CO<sub>2</sub> Mitigation in China: A Provincial-level Analysis[J]. *Applied Energy*, 2015, 144: 165–174.
- [39] Ekins, P. The Secondary Benefits of CO<sub>2</sub> Abatement: How Much Emission Reduction do they Justify? [J]. *Ecological Economics*, 1996, 16: 13–24.
- [40] Endres, A. Environmental Policy with Pollutant Interaction[M]. New York: Lang, 1985.
- [41] Färe, R. , S. Grosskopf, C. A. Pasurka Jr, and W. L. Weber. Substitutability among Undesirable Outputs[J]. *Applied Economics*, 2012, 44: 39 – 47.
- [42] Fullerton, D. and D. H. Karney. Multiple Pollutants, Co-benefits, and Suboptimal Environmental Policies[J]. *Journal of Environmental Economics & Management*, 2017, 87: 52–71.
- [43] Geng, J. , Y. Lu, T. Wang, J. P. Giesy, and C. Chen. Effects of Energy Conservation in Major Energy-intensive Industrial Sectors on Emissions of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans in China[J]. *Energy Policy*, 2010, 38(5): 2346–2356.
- [44] Groosman, B. N. Z. , E. Muller, and E. O’Neill-Toy. The Ancillary Benefits from Climate Policy in the United States[J]. *Environmental and Resource Economics*, 2011, 50, (920): 585–603.
- [45] Guariso, G. , G. Irovano, and M. Volta. Multi-objective Analysis of Ground-level Ozone Concentration Control[J]. *Journal of Environmental Management*, 2004, 71: 25–33.
- [46] Hasanbeigi, A. , L. Price, Z. Chunxia, N. Aden, X. P. Li, and F. Q. Shangguan. Comparison of Iron and Steel Production Energy Use and Energy Intensity in China and the U. S. [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2014, 65: 108–119.
- [47] He, K. , Y. Lei, X. Pan, Y. Zhang, Q. Zhang, and D. Chen. Co-benefits from Energy Policies in China[J]. *Energy*, 2010, 35(11): 4265–4272.
- [48] Heintz, R. J. and R. S. J. Tol. Secondary Benefits of Climate Control Policies: Implications for the Global Environment Facility[R]. 1996.
- [49] Henneman, L. R. , F. P. Rafaj, H. J. Annegarn, and C. Klausbrückner. Assessing Emissions Levels and Costs Associated with Climate and Air Pollution Policies in South Africa[J]. *Energy Policy*, 2016, 89: 160–170.
- [50] Holland, S. P. Spillovers from Climate Policy to Other Pollutants[M]. Chicago: University of Chicago Press, 2011.
- [51] Johannes, B. , B. Van Der Zwaan, C. Brink, and H. Eerens. Local Air Pollution and Global Climate Change: A Combined Cost-benefit Analysis[J]. *Resource and Energy Economics*, 2009, 31(3): 161–181.
- [52] Krupnick, A. , D. Burtraw, and A. Markandya. The Ancillary Benefits and Costs of Climate Change Mitigation: A Conceptual Framework[R]. 1999.
- [53] Kuosman, T. and M. Laukkanen. Efficient Environmental Policy with Interacting Pollutants[J]. *Environmental and Resource Economics*, 2011, 48(4): 629–649.
- [54] Lewis, T. R. Protecting the Environment When Costs and Benefits are Privately Known[J]. *RAND Journal of Economics*, 1996, 27: 819–847.
- [55] Lin, B. and H. Liu. A Study on the Energy Rebound Effect of China’s Residential Building Energy Effi-

ciency[J]. Energy and Buildings, 2015, 86: 608-618.

[56] Mandell, S. Optimal Mix of Emissions Taxes and Cap-and-trade[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2008, 56(2): 131-140.

[57] Manne, A. and R. Richels. A Multi-gas Approach to Climate Policy-with and without GWPs[J/OL]. (2000-11-28) [2017-5-20]. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=235464](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=235464).

[58] Metcalf, G. and D. Weisbach. The Design of a Carbon Tax[J]. Harvard Environmental Law Review, 2009, 33(2): 499-556.

[59] Michaelis, P. S. Unstable Greenhouse Policies: The Role of Non-CO<sub>2</sub> Gases[J]. Structural Change and Economic Dynamics, 1997, 10(2): 239 - 260.

[60] Montero, J. P. Multi-Pollutant Markets[J]. Rand Journal of Economics, 2001, 32(4): 762-774.

[61] Morgenstern, R. D. Baseline Issues in the Estimation of the Ancillary Benefits of Greenhouse Gas Mitigation Policies[R]. 2000.

[62] Moslener, U. and T. Requate. Optimal Abatement Strategies for Various Interacting Greenhouse Gases[R]. 2001.

[63] Nam, K., J. W. Caleb, P. Sergey, J. M. Reilly, and J. K. Valerie. Synergy Between Pollution and Carbon Emissions Control: Comparing China and the United States[J]. Energy Economics, 2014, 46: 186-201.

[64] Nemet, G. F., T. Holloway, and P. Meier. Implications of Incorporating Air-quality Co-benefits into Climate Change Policy-making[J]. Environmental Research Letters, 2010, 5(1): 1-9.

[65] Nordhaus, W. Estimates of the Social Cost of Carbon: Concepts and Results from the DICE-2013R Model and Alternative Approaches[J]. Journal of the Association of Environmental & Resource Economists, 2014, 1(1): 273-312.

[66] Nordhaus, W. D. Warming the World, Economic Models of Global Warming[M]. Cambridge: MIT Press, 2000.

[67] Ostblom, G. and E. Samakovlis. Linking Health and Productivity Impacts to Climate Policy Costs: A General Equilibrium Analysis [J]. Climate Policy, 2007, (7): 379-391.

[68] Pearce, D. Secondary Benefits of Greenhouse Gas Control[R]. 1992.

[69] Pearce, D. Policy Framework for the Ancillary Benefits of Climate Change Policies[R]. 2000.

[70] Price, L., M. D. Levine, N. Zhou, N. Fridley, D. Aden, H. Y. Lu, M. A. Mcneil, N. Khana, Y. Qin, and P. Yowargana. Assessment of China's Energy-saving and Emission-reduction Accomplishments and Opportunities during the 11th Five-year Plan[J]. Energy Policy, 2011, 39(4): 2165-2178.

[71] Rabl, A., J. V. Spadaro, and B. Van Der Zwaan. Uncertainty of Air Pollution Cost Estimates: To What Extent does It Matter[R]. 2005.

[72] Radu, O. B., M. van den Berg, and Z. Klimont. Exploring Synergies Between Climate and Air Quality Policies Using Long-Term Global and Regional Emission Scenarios[J]. Atmospheric Environment, 2016, 140: 577-591.

[73] Reilly, J., R. Prinn, J. Harnisch, J. Fitzmaurice, H. Jacoby, D. Kicklighter, J. Melillo, P. Stone, A. Sokolov, and C. Wang. Multi-gas Assessment of the Kyoto Protocol[J]. Nature, 1999, 401: 549-555.

[74] Rypdal, K., R. Nathan, S. Aström, N. Karvosenoja, K. Aunan, J. Bak, K. Kupiainen, and J. Kukkonen. Nordic Air Quality Co-benefits from European Post-2012 Climate Policies[J]. Energy Policy, 2007, 35, (12): 6309-6322.

[75] Schmalensee, R., L. Paul, A. Joskow, D. Ellerman, J. P. Montero, and M. E. Baily. An Interim Evaluation of Sulfur Dioxide Emissions Trading[J]. Journal of Economic Perspectives, 1998, 12(3): 53-68.

[76] Schreifels, J. J. , Y. Fu, and E. J. Wilson. Sulfur Dioxide Control in China: Policy Evolution During the 10th and 11th Five-year Plans and Lessons for the Future[J]. *Energy Policy*, 2012, 48: 779–789.

[77] Schucht, S. , A. Colette, and S. Rao. Moving towards Ambitious Climate Policies: Monetised Health Benefits from Improved Air Quality could Offset Mitigation Costs in Europe[J]. *Environmental Science and Policy*, 2015, 50: 252–269.

[78] Simpson, D. and A. Eliassen. Tackling Multi – pollutant Multi – Effect Problems: An Iterative Approach[J]. *Science of the Total Environment*, 1999, 234: 43–58.

[79] Sollner, F. Environmental Health Risks and Tradeable Health Risk Permits[J]. *Environmental and Resource Economics*, 1999, 14: 1–18.

[80] Stefan, A. and C. Jessica. Prices v. s. Quantities with Multiple Pollutants[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2013, 66: 123–140.

[81] Stern, N. and C. Taylor. Climate Change: Risk, Ethics, and the Stern Review[J]. *Science*, 2007, 317: 203–204.

[82] Van Beers, C. and J. Van Den Bergh. An Empirical Multi–country Analysis of the Impact of Environmental Regulations on Foreign Trade Flows[J]. *Kyklos*, 1997, 50: 29–46.

[83] Weitzman, M. L. Prices vs Quantities[J]. *Review of Economic Studies*, 1974, 41(4) : 477–491.

[84] Woollacott, J. No–regrets Climate Policy –the Ancillary Benefits and Welfare Costs of CO<sub>2</sub> Abatement in the U. S. [R]. 2015.

[85] Zhang, S. , E. Worrell, and W. Crijns–Graus. Evaluating Co–benefits of Energy Efficiency and Air Pollution Abatement in China’s Cement Industry[J]. *Applied Energy*, 2015, 147: 192–213.

## Reviews of the Cooperative Benefits of Climate Change Policy

Fu Jingyan and Liu Jiixin

(College of Economics, Jinan University)

**Abstract:** Regional air pollutants have the same origin as greenhouse gases. Thus Multi – pollutant collaborative control will be an important low – carbon emission reduction path in the future , and it is necessary to look for synergistic effects from the perspective of synergies. This paper defines the connotation and economic characteristics of synergy benefits , and then summarizes the synergies of climate policies from theoretical and empirical aspects and accounting standards. It is believed that the existing synergies studies have shown that greenhouse gas emissions and regional air quality have a high degree of correlation, but the research on coordinated treatment of multiple pollutants lacks answers to basic questions such as the direction and magnitude of the synergy between the two. At present , there are also some absence in the study of co – benefits of climate policy , including the neglect of competition among local governments , the lack of research on cooperation between local governments in the field of public administration. The future research direction includes considering the cost and benefit mechanism of cooperative governance from the perspective of economics , and solving the problem of cross boundary air pollution under the principle of fairness and efficiency , and building a sustainable regional ecological compensation mechanism.

**Keywords:** Climate Policy; Collaborative Pollution Control; Synergies

**JEL Classification:** O20, Q53

(责任编辑:朱静静)