

生态补偿在我国大气污染治理中的应用及启示

汪惠青 单钰理*

摘要:党的十八大以来,以习近平同志为核心的党中央始终把生态文明建设摆在治国理政的重要战略位置。我国生态文明建设工作的一项重要任务,就是治理大气污染,改善空气质量。目前,我国大气污染治理工作已步入科学化和精细化阶段,各项政策措施正在积极推进和部署。但由于我国存在产业结构偏重、能源结构偏煤、交通运输结构不合理等现实情况,导致出现大气污染物排放总量大、排放强度高、治理资金不足等问题,大气污染防治工作已进入攻坚阶段。在此背景下,建立大气污染治理生态补偿机制,不仅能够协调大气污染治理各参与方的相关利益,提高大气污染治理效率,而且有利于发挥金融手段对市场的激励和引导作用,推动生态文明建设事业长足发展。但是,由于大气污染的成因复杂,且具有明显的跨区域流动性,相对于生态补偿的传统领域而言,大气污染治理生态补偿对区域间的协同合作要求更高,是生态补偿的难点领域。我国应从促进生态补偿与社会经济协同发展,拓展市场化、多元化的补偿途径,健全大气污染治理的投融资机制,完善大气污染治理生态补偿制度体系等角度出发,加快建立市场化、多元化的大气污染治理生态补偿机制。

关键词:生态补偿;大气污染治理;市场化补偿机制;多元化补偿机制

一、引言

工业化在解放生产力和发展经济的同时,也造成了严重的环境污染。随着新兴经济体开始群体性崛起,工业化步入快速发展阶段,大气环境也面临着严峻的挑战(魏巍贤、王月红,2017)。中国作为新兴经济体发展的“领头雁”,大气污染问题十分严重,大气污染治理刻不容缓。为了实现生态文明建设的总体目标,践行“绿水青山就是金山银山”的科学理念,从中央到地方各级政府纷纷出台系列政策,重拳出击治理大气污染。

*汪惠青,对外经济贸易大学国际经济贸易学院,邮政编码:100029,电子信箱:wanghuiqing310@126.com;单钰理(通讯作者),荷兰格罗宁根大学能源与可持续发展研究所,邮政编码:9747 AG,电子信箱:y.shan@rug.nl。

感谢匿名审稿人提出的宝贵意见。文责自负。

我国的大气污染治理工作萌芽于20世纪50年代,正式开始于20世纪70年代,早期的治理政策主要围绕工业点源污染展开。随着工业化进程的快速发展,大气污染的成因日趋复杂,污染程度不断加深,范围不断扩大;针对大气污染治理的政策、法律、制度、技术也逐步深化提高(冯贵霞,2016)。结合特定时期社会经济发展的历史特征,我国关于大气污染治理的实践探索可以划分为五个阶段:

(1)1965-1978年,大气污染防治工作开始萌芽。在这一时期,我国开展了全国范围的污染调查,并陆续出台了一系列针对工业点源污染的相关防治政策(刘宏焘,2015)。

(2)1979-1991年,大气污染治理法律体系得到初步建设。1979年颁布的《环境保护法》,标志着我国环境保护进入法制管理阶段。1991年,国务院批准颁布《大气污染防治法实施细则》,规定了对大气污染物排放浓度和排放总量同时进行控制。自此,我国大气污染防治工作正式进入法制化管理阶段。

(3)1992-2002年,为更好地开展大气污染防治工作,我国开始探索建立大气环境防治管理的市场机制(魏巍贤、马喜立,2015)。1991年,大气排污许可证的试点工作在上海市、徐州市等16个城市开始进行。1993年,大气排污交易政策在太原、柳州等6个城市开始试点。1996年,我国开始推行对主要污染物进行总量控制和定期公布的制度,排污交易得到政策的大力支持,并在探索中不断发展(董战峰等,2008;王金南等,2014)。与此同时,我国大气污染防治的法制化进程也得到进一步完善,《大气污染防治法》分别于1995年和2000年进行了修订,初步形成了大气污染防治的法律法规体系。

(4)2003-2010年,随着工业化和城市化的持续快速发展,能源消费和机动车保有量激增使空气中的SO₂、NO_x等有害物质浓度持续上升,大气污染开始呈现出典型的区域性特征。在“生态文明”“和谐社会”等战略思想的影响下,我国大气污染防治的工作思路发生重大转变,开始探索突破属地管理的区域合作模式(蔡岚,2019;陈曦,2019)。

(5)自2010年以来,我国大气污染呈现出多层面、多主体、多区域的复合特征,以灰霾、雾霾为主导的城市大气污染全面爆发。为了遏制空气环境进一步恶化,2010年环保部联合发改委、科技部等八部委共同制定了《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》,并提出要在2015年建立大气污染的联防联控机制(冯贵霞,2016);2013年,国务院印发《大气污染防治行动计划》(简称“大气十条”),提出建立区域协作机制,统筹区域环境管理;到2017年底,我国空气质量总体上得到明显改善,“大气十条”提出的各项空气质量改善目标得到全面实现^①。但随着治理工作的深入,大气污染防治也不断出现新问题(罗知、李浩然,2018)。我国长期以来都面临着产业结构偏重、能源结构偏煤、交通运输结构不合理等多重压

^①资料来源于<http://www.yicai.com/news/5402308.html>。

力,出现大气污染物排放总量大、排放强度高、经济增长与污染排放未脱钩等诸多问题,大气污染的防治工作进入攻坚阶段(王金南等,2018)。为了打赢蓝天保卫战,2015年4月,中共中央、国务院发布《关于加快推进生态文明建设的意见》,提出要“健全生态保护补偿机制”“加快形成生态损害者赔偿、受益者付费、保护者得到合理补偿的运行机制”(王越,2015)。2016年11月,国务院印发《“十三五”生态环境保护规划》,提出要“加快建立多元化生态保护补偿机制”“创新生态环境联动管理体制机制”,建立健全区域生态保护补偿机制和跨区域排污权交易市场。党的十九大报告进一步强调,必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,要“加快大气污染防治和综合治理”“建立市场化、多元化生态补偿机制”。为了贯彻落实十九大报告精神以及国务院办公厅《关于健全生态保护补偿机制的意见》要求,发改委等九部委联合印发了《建立市场化、多元化生态保护补偿机制行动计划》。生态补偿机制能有效解决生态环境保护领域的外部性问题,建立大气污染治理的生态补偿机制,将是我国进一步开展大气污染防治工作的重点(程玉,2015)。

二、生态补偿理论的基本概念及在我国的发展

(一)生态补偿理论的基本概念

国外的生态补偿主要以“生态环境或服务付费”(Payment for Environmental/Ecosystem Service, PES)的概念出现。早期关于PES的研究初步定义了PES的基本概念并总结了相关的实践经验(Börner et al., 2017)。在PES的定义方面,Wunder(2005)提出了自愿性、有条件的交易、至少有一位买方、至少有一位卖方和产权界定明晰五条原则。Wunder(2015)进一步提出“PES是服务的提供者和消费者基于对自然资源管理达成的协议而进行的自愿交易”。Pagiola等(2005)将PES理解为是对生态资源供给者提供的补助,目的是为了激励生态资源供给者持续提供服务供给。Tacconi(2012)认为环境经济学和生态经济学在PES的定义、关键要素以及PES在生态保护和城市发展中的作用等方面都给出了截然不同的观点;PES的关注重点应聚焦于成本效益,提高计划的透明度。Gregory和Steven(2017)认为市场机制的引入能够使环境保护过程中产生的治污成本和机会成本内部化,以此达到使PES的消费者为所享受的权益支付费用的目的。

在PES的理论发展方面,Westman(1977)最先提出生态系统服务付费的概念,将生态系统功能定义为可以获得收益的服务,以期引起公众对保护生态系统和生物多样性的关注。Pearce和Moran(1994)提出应将生态系统服务价值分为使用价值和非使用价值两类。Costanza等(1997)通过对全球生态系统服务价值进行评估,将PES的研究推向前沿,使得生态系统的价值以货币的形式得到体现,为生态补偿的实际应用奠定了基础。Jack等(2008)认为PES能通过激励措施有效地引导个人和团体提供生态服务,并从社会经济、环境、政治背景等角度

分析了PES政策的环境效益、成本效益和扶贫效果。Greiner和Stanley(2013)将PES的社会共同利益分为三类:第一,服务提供者从应收到的报酬中直接获得收益;第二,服务提供者提供服务的过程中收到的与报酬无关的收益;第三,与前两项收益相关的流动性收益。在没有机会成本差异和服务提供商处于极端不利条件的情况下,政府对公共事业的PES投资可提供具有社会效益和环境效益的投资策略。随着生态系统服务价值评估方法的不断发展,PES逐渐成为保护生态系统和生物多样性的主流手段(Gómez-Baggethun et al., 2010)。

在生态补偿的主客体研究方面,Pagiola和Platais(2007)认为生态补偿的主体应该是生态环境服务的消费者。但Wunder等(2008)认为由于生态资源具有公共性,其补偿主体应是政府,而补偿客体则是能被清晰界定的生态环境产品和服务的提供方。Cranford和Mourato(2011)认为生态补偿的客体可以是社区和社区内的所有居民,并提出了“先补偿社区,再补偿个人”的原则。

补偿标准是生态补偿的关键问题,在补偿标准的计算方法中,机会成本法的使用最为普遍,但准确性会受到异质性和信息不对称的影响(Kaczan & Swallow, 2013)。Kosoy等(2007)设计了三个替代参数对机会成本进行估算,提高了量化机会成本的可行性。Thu Thuy等(2009)认为,应依据补偿客体的实际机会成本来计算补偿标准,这种计算方法能有效提高生态补偿的效率。支付意愿法也是应用较广泛的补偿标准计算方法,它评估了补偿主客体能接受的补偿水平范围。Gupta(2016)对印度居民的公路运输碳税的支付意愿进行了分析,调查表明居民的环境活动、教育程度、收入和年龄在决定支付意愿方面起着重要作用。Ericka等(2019)对意大利消费者购买新能源汽车的支付意愿进行调查,研究表明潜在的购车者愿意为每公里二氧化碳排放量降低20%而支付2100欧元的价格溢价。条件估值法基于个人陈述偏好对生态环境受益者的生态补偿支付意愿进行模拟(Bateman & Willis, 2001),在生态补偿实践中的运用也非常广泛(Belay et al., 2020; Chu et al., 2020)。Sierra和Russman(2006)以哥斯达黎加的农场样本为例,对比了通过直接向土地所有者付款和生态环境服务付费两种方式对保护森林资源的效率的影响,研究表明直接付款对该地区森林保护的影响有限且效果滞后,PES能够有效地加速森林的再生和服务。

(二)生态补偿理论在我国的发展

生态补偿是我国实现生态文明建设的一项重点工作内容,自20世纪80年代起,我国就开始了生态补偿的相关研究。生态补偿涉及经济学、法学、生态学、环境学等多个学科,是一个复杂的跨学科交叉问题。毛显强等(2002)在对生态补偿的理论探讨中指出,生态补偿可以理解为一种资源环境保护的经济手段,建立生态补偿机制能调动生态建设参与者的积极性,对环境保护产生利益驱动、激励和协调。从公共政策和环境管理的角度出发,王金南等(2006)将生态补偿的基本内涵概括为一种协调生态环境保护者、受益者和破坏者之间的经济

利益关系的制度安排,其目的是为了保护生态服务功能、促进人与自然和谐相处,补偿的参考依据包括生态保护成本、生态系统服务价值和发展机会成本。王前进等(2019)认为,生态补偿不仅是一个经济问题,也是一个政策问题,从马克思主义政治经济学的角度来看,利润平均化理论是生态补偿的理论基础,通过生态补偿能够实现各部门的利润平均化。

1.我国生态补偿理论的研究进展

通过信息可视化分析软件 CiteSpace 对 CSSCI 数据库 1998–2019 年间收录的 982 篇以“生态补偿”为主题的文献进行数据分析(Chen, 2004),可以得到如图 1 所示的文献共被引网络图谱:

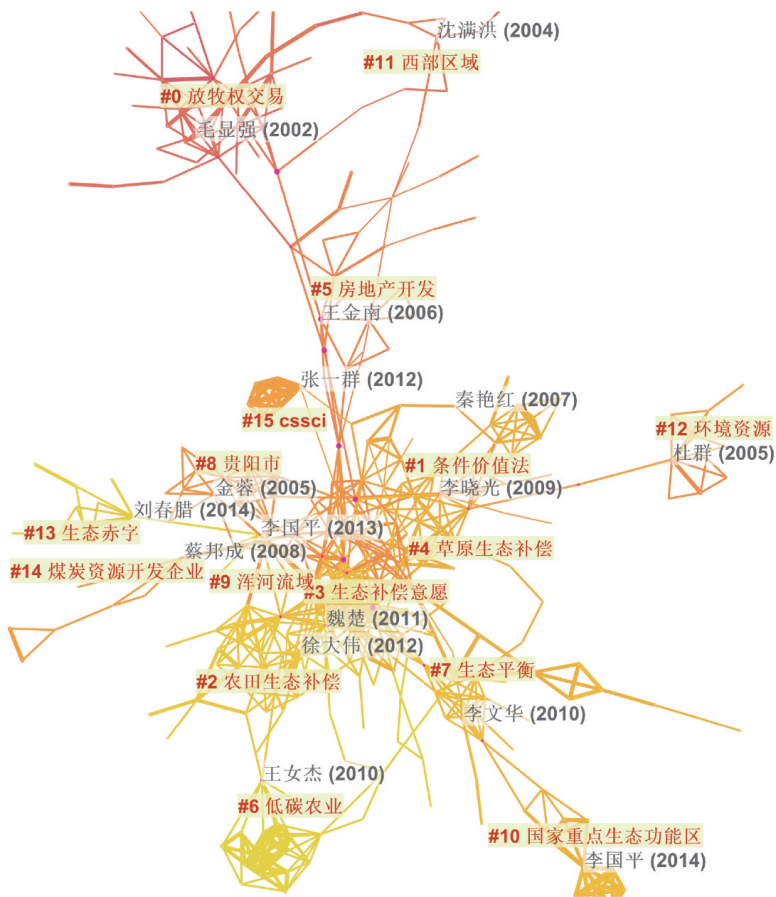


图1 “生态补偿”的文献共被引网络图谱

根据图1文献共被引聚类分析的结果,国内关于生态补偿的相关研究可以划分为15个主要类别,其中早期的研究以#0放牧权交易、#3生态补偿意愿、#4草原生态补偿、#11西部区域、#8贵阳市、#10国家重点生态功能区和#14煤炭资源开放企业为该领域的重点研究案例,#2农田生态补偿、#6低碳农业和#13生态赤字是近年来的研究重点。

按被引次数对代表性文献的相关共被引聚类结果进行总结(如表1所示),从突现度来

看,高被引文献普遍具有较高的突现度,分别体现了相应时期的研究前沿。从中介中心性角度来看,高被引文献的中介中心性相对较高,同时也是相应时期的研究热点。

表1 代表性文献的相关共被引聚类结果

被引次数	突现度	中介中心性	代表文献
41	19.58	0.01	毛显强等(2002)
18	3.28	0.15	李国平等(2013)
15	7.55	0.03	洪尚群等(2001)
14	-	0.11	李晓光等(2009a)
12	5.52	0.05	沈满洪和陆菁(2004)
11	5.05	0.04	杜群(2005)
10	-	0.11	李晓光等(2009b)
10	-	0.16	魏楚和沈满洪(2011)
10	4.93	0.34	王金南等(2006)
10	4.95	0.00	秦艳红和康慕谊(2007)

2.我国生态补偿的基本框架

建立生态补偿机制是我国实现生态文明建设和社会经济发展双赢目标的重要举措,对生态补偿基本框架的探讨,可从参与主体、补偿原则、支付标准、支付模式以及补偿范围等角度入手。

(1)参与主体。生态补偿的参与主体包括补偿主体和受偿主体。补偿主体以国家公权主体和社会组织为主,受偿主体则是指在生态补偿的法律关系中,自身权益受到损害或限制的主体。受偿主体一般可概括为生态环境建设者、生态功能区内的地方政府和居民以及环保技术的研发主体这几类(参见表2)。

表2 生态补偿的补偿主体和受偿主体

补偿主体		受偿主体	
类型	范围	类型	范围
国家公权主体	全国性的重点生态功能区,例如三江源自然保护区	生态环境建设者	受到禁牧、休牧和划区轮放政策影响,由政府给予粮食和饲料补助的农牧民
	全国性的大型生态环境工程,例如退耕还林工程	生态功能区内的地方政府和居民	由于特殊的环境保护要求,经济活动和特定自然资源的开发受限,地方财政收入减少,各项公益事业的发展和居民就业机会因此受到影响的地方政府与居民
	大型生态修复工程,例如淮河水污染防治	环保技术的研发主体	为提高生态环境和自然资源保护及利用水平而进行相关技术研发的单位和个人
地方政府	辖区内相关生态功能区保护、生态修复等补偿	采用新型环保技术的企业	积极主动保护生态环境,节约自然资源和企业能源的企业
社会组织	非营利社会团体		
企业	造成生态破坏的企业		

(2)补偿原则。生态补偿的首要原则是要明确生态补偿的责任主体,以“谁开发、谁保护,

谁破坏、谁恢复,谁受益、谁补偿,谁污染、谁付费”为原则开展生态补偿工作。这一原则,对生态补偿的责任主体作了初步分类,生态环境的消费者——开发者、破坏者、受益者和污染者需要承担相应的生态恢复责任,而生态环境的保护者则应得到相应的补偿(林黎,2012)。生态补偿的核心作用,是通过调整生态保护参与主体之间的利益关系,使生态服务的外部性得到内部化。因此,厘清相关主体之间的利益关系,是实现生态补偿的前提(郑云辰等,2019)。沈满洪(2017)对中央出台的生态补偿相关文件进行分析,总结出我国生态补偿机制建设从狭义到广义、从区内到区际、从林水到土地、从陆上到海洋、从政府到市场、从政府到居民、从模糊到精准以及从单一制度到制度组合的八大趋势,并提出完善生态补偿机制需要从生态服务产权界定、生态环境价值评估和生态保护绩效评价等方面着手。

(3)支付标准和支付模式。生态补偿的支付标准是生态补偿机制研究中的关键和难点。目前生态补偿的支付标准计算方法主要是从成本评估、收益评估和支付能力评估三个角度出发(Sun et al., 2017)。

生态补偿的支付模式主要包括政府主导型和市场主导型。政府主导型的生态补偿资金来源以财政拨款为主,由政府机构或相关组织进行管理和监督;市场主导型的生态补偿资金来源包括政府、社会组织、企业和个人,管理和监督过程也以市场化为主(武靖州,2018)。在由政府主导的生态补偿模式中,政府通过向生态环境服务的受益方收取税费,以直接或间接的方式向生态环境服务的供给者提供补偿。这一模式在难以界定生态资源产权的情况下具有较大优势(袁伟彦、周小柯,2014)。市场主导型的生态补偿模式是基于科斯产权理论发展起来的,强调发挥市场在生态补偿中的作用,通过运用产权交易和金融工具,优化生态资源配置,吸引社会资本投入到生态补偿中(肖加元、潘安,2016)。

(4)补偿范围和传统领域。随着生态补偿在生态文明建设中的作用越来越重要,生态补偿的研究范围也呈现由狭义到广义的趋势(沈满洪,2017)。早期的生态补偿主要集中在生态开发过程中的破坏和生态保护的收益上,主要针对造成生态破坏的一系列社会经济活动征收补偿费(朱丹,2017)。随着生态补偿在理论和实践中的不断探索,生态补偿的范围开始转向对发展权的补偿,资源产权主体的环境经济行为的机会成本开始受到重视(林黎,2012)。针对生态补偿展开的研究主要集中在流域、森林、草地、土地等传统领域(刘利花、杨彬如,2019)。

(5)资金来源。充足的资金供给是保障生态补偿各项工作顺利开展的基础。十九大报告中提出“建立市场化、多元化的生态补偿机制”,生态补偿资金来源的市场化、多元化是重要的突破口。目前,我国生态补偿的资金来源主要有三种:一是中央政府对地方政府(或省级政府对下级地方政府)的财政转移支付,此类转移支付又被称为纵向补偿转移支付;二是生态补偿区域内,地方政府对地方政府的财政转移支付,此类转移支付又被称为横向补偿转移支付;三

是全社会范围内通过市场对生态服务产品进行购买支付,此类补偿方式又被称为市场化的生态服务付费(舒旻,2015)。

三、生态补偿在我国大气污染治理中的探索与应用

(一)建立大气污染治理生态补偿机制的必要性

由于大气污染的成因和扩散路径复杂,大气污染治理是一个复杂的系统工程。从时间上看,大气环境的恶化是日积月累形成的;从空间上看,大气污染具有“叠加效应”,是大环境、小环境和周边环境共同作用的结果。鉴于此,对大气污染的治理,仅靠一地一时的努力,无法达到预期的效果,需要举全国之力,区域间协同合作,责任共担、利益共享(屠海鸣,2014)。大气的公共物品属性使得长期以来对大气污染的治理主要由中央和各级地方政府负责,治理资金以中央和各级地方政府的财政转移支付为主要来源。但随着我国大气污染的范围扩大、强度增加、难度增大以及治理要求的不断提高,大气污染治理工作的复杂程度越来越高,资金和技术的需求缺口也逐渐扩大,仅仅依靠政府治理、财政出资,已经不能满足我国大气污染治理的目标要求。

基于此,建立市场化、多元化的大气污染治理生态补偿机制,是当前我国开展大气污染治理工作的重要任务。通过大气污染生态补偿机制的建立,不仅能够充分调动各利益相关主体参与大气污染治理的积极性,为我国大气污染治理提供持续的资金和技术支持;而且可以有效协调各方利益,营造公平、公正的治理环境,提高大气污染治理的效率,为打赢“蓝天保卫战”提供坚实的基础。

我国在生态补偿领域有丰富的理论和实践经验,取得了丰硕的成果,但这些理论研究和实践经验主要集中在流域、森林、土地等传统领域,针对大气污染治理的生态补偿经验相对匮乏。自2014年起,我国陆续在山东、河南、湖北、安徽、河北等地开展了大气污染治理生态补偿的试点实践工作,也获得了一些理论和实践经验,但尚未形成统一的大气污染治理生态补偿机制和生态补偿标准。

由于大气污染的特殊性,相对于传统领域(流域、土壤、森林等)而言,建立大气污染生态补偿机制更加具有挑战性。首先,大气污染物成因复杂、来源广泛,从“谁污染谁负责”的角度来看,责任人难以准确界定,可谓“人人有责”,难以均衡补偿责任。其次,大气污染的保护主体广泛,各类社会经济活动参与的主体都可以成为大气污染的保护对象。从“谁保护谁受偿”的角度来看,受益人难以准确区别,可谓“人人受益”,难以起到激励作用。此外,相比森林、水域、湿地等生态环境系统,大气环境的自净能力较强,受风向降雨等自然因素影响较大,在区域间的污染传导具有不确定性,加大了建立大气污染治理生态补偿机制的难度。

(二)对大气污染治理生态补偿的理论探索

生态补偿是一项具有激励性的政策,能够有效解决大气污染治理的外部性问题,是能够

为大气污染治理“保驾护航”的有效手段(王瑞红,2016)。马骏等(2014)从经济学的角度对我国的大气污染治理问题进行分析,研究认为,为了达到我国的大气污染治理目标,需要建立起北京市对河北省的区域补偿机制。郭高晶(2016)分析了山东省的大气污染生态补偿机制,认为山东省实践过程中有机地结合并完善了大气污染监测管理制度、绩效考核制度、基金扣缴补偿制度以及信息公开制度。冷雪飞(2017)从法律层面对山东省和湖北省的大气污染治理生态补偿模式进行探索,并针对生态补偿标准、空气质量监测、生态补偿资金来源等方面的立法可行性进行了分析。史会剑和管旭(2017)结合理论分析以及对山东、湖北、河南等省大气污染生态补偿的实践分析,提出了基于区域一体化视角的大气环境生态补偿模式,这一模式在一定程度上解决了由于空气产权模糊导致的生态环境“负外部性”问题。王立平等(2018)对京津冀地区的大气污染治理成本进行了分析,认为河北省的大气污染治理成本比北京市和天津市低;如果由河北省承担京津冀地区大气污染治理的主要任务,北京市和天津市需要对河北省因治理大气污染而造成的经济损失进行合理补偿。整体而言,目前学术界对空气质量生态补偿机制的研究滞后于政策实践的需要,这与大气污染损害主体不明确、保护主体众多、利益关系庞杂和补偿标准难测度等因素紧密相关。

(三)对大气污染治理生态补偿的实践探索

从生态补偿的理论和实践经验来看,现有研究主要集中在对流域、森林、土地等传统领域的治理、开发和保护上,针对大气污染治理领域的生态补偿理论和实践经验都相对匮乏。并且,由于大气污染成因、传导和治理的复杂性,以及我国不同地区社会经济和生态环境存在巨大差异等问题,目前尚未形成统一的大气污染治理生态补偿机制(魏巍贤、王月红,2019)。为了响应《大气污染防治行动计划》和《打赢蓝天保卫战三年行动计划》中对大气污染治理的工作部署和治理要求,近年来,我国部分省市开展了对大气污染治理生态补偿的早期实践探索。山东、湖北、河南、安徽和河北等地先后出台了具有地方特色的大气污染治理生态补偿政策,旨在通过经济杠杆的调节,充分发挥各级地方政府在大气污染治理中的积极性和主动性,从而提高大气污染治理的有效性。目前,大气污染治理生态补偿的实践,主要以省级政府提出生态补偿方案并且对地方政府制定考核奖惩目标和具体方案的形式进行。

2014年3月,山东省政府办公厅印发了《山东省人民政府办公厅关于印发山东省环境空气质量生态补偿暂行办法的通知》(鲁政办字〔2014〕27号)(冷雪飞,2017),明确提出建立旨在改善空气质量的地区间的生态补偿机制,开始进行大气污染治理的生态补偿探索。2015年12月,山东省政府办公厅发布修改后的《山东省环境空气质量生态补偿暂行办法》(鲁政办字〔2015〕241号),对在山东省境内施行大气污染生态补偿提出了12条具体的工作要求,从2016年1月1日起施行,有效期两年。2017年3月,山东省政府办公厅又进一步印发了《山东省环境空气质量生态补偿暂行办法》(鲁政办字〔2017〕43号),有效期至2019年3月。2019年3月,

山东省政府办公厅发布《建立健全生态文明建设财政奖补机制实施方案》,随同方案发布《山东省环境空气质量生态补偿暂行办法》(鲁政办字〔2019〕44号)(冷雪飞,2017),有效期至2020年12月31日。随着对大气污染生态补偿实践的不断探索,政策方案不断的完善,山东省在大气污染治理生态补偿方面取得了显著的成效,也逐渐摸索出了一套适合本省社会经济发展和生态环境基础的大气污染生态补偿机制。

除了山东开展的积极探索外,其他地区也先后出台了大气污染生态补偿的相关政策。湖北省与中央签订了“到2017年,可吸入颗粒物下降12%以上”的大气污染治理目标责任书。面对艰巨的空气污染治理任务,湖北省政府办公厅于2015年12月印发了《关于印发湖北省环境空气质量生态补偿暂行办法的通知》(鄂政办发〔2015〕89号),从考核范围、考核频次、数据来源、资金核算、资金来源以及资金用途等方面对大气污染生态补偿作了全面规定。2018年11月,湖北省政府办公厅印发了《湖北省环境空气质量生态补偿暂行办法》(鄂政办发〔2018〕74号),对大气污染生态补偿政策进行了进一步完善。经过省政府和地方各级政府的不懈努力,湖北省的环境空气质量得到持续改善,全省环境空气质量生态补偿的激励机制效果明显。河南省的大气污染生态补偿工作开展得相对较晚,于2016年7月出台了《河南省城市环境空气质量生态补偿暂行办法》(豫政办〔2016〕119号),于2017年6月印发了《河南省城市环境空气质量生态补偿暂行办法》和《河南省水环境质量生态补偿暂行办法》(豫政办〔2017〕74号),将季度考核调整为月度考核,对大气污染治理的效果进行了更严厉的考察。随后,安徽省也开展了大气污染生态补偿的探索,安徽省人民政府办公厅于2018年7月印发了《关于印发安徽省环境空气质量生态补偿暂行办法的通知》(皖政办〔2018〕30号),以 $PM_{2.5}$ 为主, PM_{10} 为辅,遵循奖优罚劣,纵横结合的原则,实施大气污染生态补偿方案。

如表3所示,现有的大气污染生态补偿具有典型的区域性特征,各省根据自身的社会发展特色和大气污染特征制定了有针对性的生态补偿方案(洪雪雯,2019)。

从考核指标来看, $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 是通用的指标,河南省在此基础上加入了对优良天数比例的考核,山东省则在河南省的考核指标基础上进一步加入了 SO_2 、 NO_2 作为考核指标。从污染权重来看,河南省和湖北省分别对不同指标进行核算,未涉及污染权重分配;安徽省和山东省则采用权重的形式,对不同污染物设定权重,构建了复合型的考核指标。从考核方式来看,山东省基于稀释扩散调整系数将17个市分为两类,第一类包括青岛、烟台、日照和威海市,大气污染物稀释扩散调整系数为1.5;第二类包括余下13个城市,大气污染物稀释扩散调整系数为1。河南省按行政区域级别划分,分别对省辖市和省直管县(市)进行考核。湖北省和安徽省采取统一考核的方式对各市进行大气污染治理生态补偿。从补偿标准来看,各地都制定了生态补偿资金的计算公式,大致可以归纳为:

$$\text{生态补偿额度} = \sum_{i=1}^j \Delta \text{大气污染指标}_i \times \text{权重}_i \times \text{修正系数}, \quad (1)$$

各省根据实际情况对污染的权重和修正系数进行了相应的调整,具体生态补偿资金计算标准参见表4。

表3 各省大气污染生态补偿方案对比

	山东省	湖北省	河南省	安徽省
考核指标	PM _{2.5} 、PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO ₂ ; 优良天数比例	PM _{2.5} 和PM ₁₀	PM _{2.5} 和PM ₁₀ ; 优良天数比例	PM _{2.5} 和PM ₁₀
污染物权重	50%、20%、10%、20%; 优良天数单独考核	单独核算	单独核算	75%和25%
补偿标准	污染物浓度:80万元/(μg/m ³); 优良天数比例:20万元/%; PM _{2.5} 、PM ₁₀ 达到《环境空气质量标准》二级标准的地市,一次性给予1000万元奖励; SO ₂ 、NO ₂ 达到《环境空气质量标准》二级标准的地市,一次性给予500万元奖励	市(州):连续两年达到二级标准,80万元/(μg/m ³),否则50万元/(μg/m ³); 县(市、区):连续两年达到二级标准,40万元/(μg/m ³),否则20万元/(μg/m ³)	五级阶梯奖惩制 省辖市:惩罚按5~25万元/(μg/m ³)递增,补偿按4.5~22.5万元/(μg/m ³)递增,优良天数奖惩20万元/天; 省直管县(市):惩罚按1~5万元/(μg/m ³)递增,补偿按0.9~4.5万元/(μg/m ³)递增,优良天数奖惩5万元/天	30万元/(μg/m ³); 达到《环境空气质量标准》二级标准的地区,一次性给予500~800万元奖励
考核方式	按稀释扩散调整系数将17市分为两类	市(州)和县(市、区)分类考核	省辖市和省直管县(市)分别考核	统一考核
主要特色	差异化分类考核,稀释扩散调整系数,达标一次性奖励	《环境空气质量》二级标准达标;天气变化系数	以全省均值为基数,按五级阶梯标准奖惩	PM _{2.5} 季度考核目标;季度系数;目标修正系数

表4 各省份生态补偿资金计算标准对比

省份	生态补偿资金计算标准	
山东省	$(\Delta PM_{2.5} \times 50\% + \Delta PM_{10} \times 20\% + \Delta SO_2 \times 10\% + \Delta NO_2 \times 20\%) \times 80 + \Delta \text{优良天数比例} \times 20$	
湖北省	市(州)	连续两年达到二级标准 $\Delta PM_{10} \times 80 \times \text{天气变化系数} + \Delta PM_{2.5} \times 80 \times \text{天气变化系数}$ 未连续两年达到二级标准 $\Delta PM_{10} \times 50 \times \text{天气变化系数} + \Delta PM_{2.5} \times 50 \times \text{天气变化系数}$
	县(市、区)	连续两年达到二级标准 $\Delta PM_{10} \times 40 \times \text{天气变化系数} + \Delta PM_{2.5} \times 40 \times \text{天气变化系数}$ 未连续两年达到二级标准 $\Delta PM_{10} \times 20 \times \text{天气变化系数} + \Delta PM_{2.5} \times 20 \times \text{天气变化系数}$
河南省	五级阶梯奖惩制	
安徽省	$(\Delta PM_{2.5} \times 75\% + \Delta PM_{10} \times 25\%) \times 30 \times \text{季度系数} \times \text{目标修正系数}$	

从大气污染治理生态补偿的效果来看,山东省根据各城市的产业结构和环境质量现状设置了两类污染物稀释扩散调整系数,并且设立了省、市两级大气生态环境补偿专项资金,一方面由省级向大气环境改善的城市提供补偿,另一方面由大气环境恶化的城市向省级进行赔偿。这一奖惩并行的双重约束机制,为山东省大气污染治理提供了有效保障。根据山东省生

态环境厅公布的“2019年度山东空气质量生态补偿考核”结果,2019年山东省全境PM_{2.5}浓度相较2013年下降了49%,空气质量优良天数增加了42.6%,重污染天数下降了79.8%,空气质量得到大幅度改善。湖北省在全省范围内建立了161个大气监测点,10座大气超级站,依托完善的大气监测网络分别对市、县空气质量制定了严格的达标标准,实现对大气污染的大范围监测和防控。河南省作为大气污染的重点防治地区,采取铁腕治污政策,实施月度考核机制,以经济手段倒逼18个省辖市和10个省直辖县落实大气污染治理任务;并且依托辖区内321个县级自动监测站和309个乡镇自动监测站实施全面监测,采取五级阶梯奖惩机制激励地方政府和企业落实大气污染治理主体责任。根据安徽省出台的空气质量生态补偿季度考核制度,空气质量较上一年恶化的城市须向省级财政上缴赔偿资金,空气质量得到改善的城市可以获得相应的补偿资金。

整体而言,我国各省市根据自身的污染现状、经济结构以及监测能力,对大气污染治理生态补偿展开了试点实践,在探索的过程中不断修正和完善大气污染治理的生态补偿机制,既体现出上下级政府在整个框架上的一致性和衔接性,又融入了地方社会经济发展特征和大气污染治理特色,有效地推进了我国的大气环境质量改善工作。

四、我国大气污染治理生态补偿现阶段存在的问题及解决路径探讨

(一)存在的问题及困难

首先,与生态补偿传统领域较明确的补偿主体和受偿主体相比,大气污染在主体的确定上有较大困难。对不同社会经济活动而言,各相关参与主体既可能是大气污染的制造者也可能是大气污染治理的受益者;对不同时间段而言,各相关参与主体在大气污染治理中的角色会发生改变。因此,对大气污染生态补偿主体的确定难以形成统一的标准。

其次,生态补偿的标准通常依据受偿主体为生态环境治理所承担的损失进行计算。落实到大气污染的生态补偿,需要依据各地因治理大气污染而承担的经济增长的机会成本,进行补偿资金的计算。因此,厘清大气污染治理的经济成本,是补偿标准制定中需要攻克的重点问题。

最后,随着生态补偿实践的推进,对生态补偿的资金需求也不断增加,生态补偿的资金来源问题,成为维护生态补偿机制持续稳定发展的关键问题。目前我国生态补偿的资金来源主要依靠中央和地方政府财政的转移支付,存在严重的来源单一问题。为了进一步建立健全生态补偿机制,在资金来源方面,需要建立多元化的资金来源渠道,为生态补偿机制提供充足的资金支持。对目前我国大气污染治理的投融资现状进行总结,大致可以发现四个严重的问题:一是我国大气污染治理的投融资总量严重不足,二是我国大气污染治理的资金需求过度依赖政府性投资,三是我国大气污染治理的投融资渠道依然闭塞,四是我国企业在大气污染治理过程中的主体责任没有落实(董战峰等,2016)。

(二)建立多元化、市场化的大气污染治理生态补偿机制

1.促进生态补偿与社会经济协同发展

从本质上来看,大气污染治理和社会经济发展并不是矛盾的对立面,两者在社会主义生态文明建设的框架下,能够实现内在统一和协同发展。我国生态文明建设的目标要求各地区不能因为追求经济的增长而使社会经济活动超出环境承载力;但同时各地方政府也不能对过低的社会经济发展水平无动于衷。中央和各地方政府应该根据各城市的社会经济发展历史事实和客观规律,积极探索污染治理和经济增长的双赢策略。大气污染治理的相关政策制定,不仅需要考虑技术上的可行性,也要重视经济层面的可行性与实施和监管中的可能性,从社会经济发展的视角进行分析,协助寻找到低成本的控污策略。

在大气污染治理的过程中,各地方政府为了降低大气污染物排放量,容易在缺乏客观理性分析的情况下,采取跟风式的产业结构升级行动,“一刀切”式地淘汰本地区重工业产业,并且向其他相对落后地区转移高污染高能耗产业。为了避免上述情况的发生,需要采取有针对性的大气污染治理对策。对各个地方政府而言,大气污染治理与经济矛盾的矛盾在于对工业生产活动的监督和管理,在于是否综合采取了“环境友好”和“可持续发展”的生产方式。工业生产活动是造成大气污染的主要原因,对大气污染开展的各项治理措施,势必会直接影响各城市工业生产的布局。然而纵观我国社会经济发展的历史,由于在资源禀赋、地理位置、基础建设等方面发展的不均衡,各个城市的工业化发展路径需要遵循历史事实和客观规律。因此,对大气污染的治理,特别是对大气污染治理生态补偿机制的探索,应在科学合理的城市工业化发展路径下开展。大气污染治理生态补偿与城市工业化进程的协同发展路径,才是实现大气污染治理和经济增长的双赢路径。

从各个城市的工业化发展的历史事实和客观规律来看,我国部分城市(如山西、陕西等地)由于在资源禀赋、地理位置、基础建设等方面有较大的比较优势,更适宜作为我国重要的能源和重工业基地,发展能源主导型和重工业主导型产业。此类城市在为其他城市提供能源和重工业产业相关的产品和服务的同时,承担了更多大气污染的代价。因此,需要得到来自服务对象城市的大气污染治理生态补偿支持,以促进相关企业的技术进步,降低工业废气排放,改善本地区的大气环境。相应地,以高新技术和服务业为主导的发达城市,在经历了多轮产业结构优化升级后,将本地区大部分的高污染高能耗产业转移到其他地区。此类城市在集中资金和技术优势发展经济的同时,也是各类能源资源产品和服务的消费大户,对由于工业生产活动造成的大气污染应承担更多的治理责任,需要向相关产品和服务的提供者以及承接本地区高污染高能耗产业的城市提供大气污染治理生态补偿援助。

落实到大气污染治理生态补偿机制的建立,本文认为大气污染治理生态补偿的补偿主体和受偿主体的确立,应该与各个城市所处的工业化发展阶段相协调。在实行大气污染生态补

偿的过程中,积极引导处于工业化发展后期阶段的城市,在转移高污染高能耗产业的同时,承担起“补偿主体”的责任,为处于工业化发展初期和中期阶段的城市提供资金和技术上的支持,协助这类城市在减排治污的技术上实现突破、提高能效,循序渐进地完成产业结构优化升级和实现高质量的工业化发展。对处于工业化发展初期和中期阶段的城市而言,作为大气污染生态补偿的“受偿主体”,需要合理利用补偿资金完成对高耗能高污染产业的升级改造,接受社会各方对大气污染治理工作的监督,实现大气污染治理目标和产业结构合理优化,促进生态补偿与社会经济协同发展。

2.拓展市场化、多元化的补偿途径

(1)建立和完善排污权交易市场。排污权交易制度是西方国家实现节能减排的成熟、有效的机制,发达国家已经建立起多层次的排污权交易市场。排污权交易通过市场机制充分调动地方政府、企业等相关参与主体的积极性,让大气污染治理由政府主导向企业主动参与转型。在建立和完善排污权交易市场的过程中,需要统筹兼顾全国统一性和地方特殊性问题。为了提高排污权交易市场的制度化、规范化和规模化,要对排污权交易市场进行统一的监督和管理,制定可统一量化的交易指标体系,规范排污权交易市场的交易准则。

(2)引导社会资本参与大气污染治理生态补偿。虽然财政、税收、价格、贸易等途径都能促进生态补偿的实现,但是引入社会资金和公众参与的市场化、多元化生态补偿机制更具有可持续性。社会资本给予大气污染治理的支持形式较多且更灵活,发展绿色金融体系,动员和激励大量社会资金投入到大气污染治理中,有利于推动我国投资结构和经济结构的绿色转型。

由于环境治理的需求不断加大,仅仅依靠政府的财政支持难以满足全面开展各项治理工作的资金需求。从国际经验来看,政府与企业合作开展的PPP(Public-Private Partnership)模式具有较广阔的开发前景。在我国经济进入新常态的背景下,绿色产业需要积极探索模式创新,通过金融创新寻求充足的资金支持,积极引导社会资本参与绿色PPP项目,充分发挥PPP模式中政府与市场的优势互补作用。此外,针对绿色PPP项目普遍存在的资金需求大、投资周期长等特征,中央和地方政府需积极探索建立绿色PPP项目引导基金,切实降低项目参与各方的投资风险,提高社会资本的参与积极性。

(3)厘清不同投资主体责任。拓展市场化、多元化的补偿途径,需要进一步厘清不同投资主体在大气污染生态补偿中的责任。根据经济学原理,环境污染是“市场失灵”的表现,要消除这种外部不经济性,需要政府、企业和社会共同努力,其中一个重要的前提,就是要明确政府和市场的责任边界。首先,通过对政府职能和责任的界定,可以及时有效地为需要获得政府直接投资的项目注入财政资金,确保大气污染发生时与生态补偿相关的政策和措施有效开展。其次,通过对政府职责的明确界定,可以向市场释放清晰的信号,引导市场及时关注和投资大气污染治理领域,在需要市场机制充分发挥作用的的相关领域,鼓励私人部门和社会资

本积极参与。通过政府和市场的有机配合,最终形成政府从宏观上把握大气污染治理生态补偿的发展方向,提供完善的规划指导和公共基础设施建设,鼓励社会资本积极参与,充分发挥市场作用的市场化、多元化发展模式。

3.健全大气污染治理的投融资机制

大气污染治理是一项长期、复杂并且艰巨的任务,需要国家和地方持续投入大量的人力、物力和财力。大气污染治理生态补偿机制能够在短期内化解经济发展与大气污染治理共赢的难题,协调各大气污染治理参与主体之间的利益关系,是实现大气污染治理目标的重要途径。但是,如果生态补偿的资金来源主要依赖政府的财政转移支付以及国际组织或非政府环保组织的贷款和捐助,生态补偿在大气污染治理中的有效性则会由于补偿资金不足而大打折扣。习近平总书记在十九大报告中提出要“建立市场化、多元化生态补偿机制”。落实到大气污染治理生态补偿领域,为了解决“资金来源”单一,资金支持不足等问题,需要建立健全大气污染治理生态补偿的投融资机制。

4.完善大气污染治理生态补偿制度体系

相对于生态补偿的传统领域如流域、土壤、森林等,大气污染治理生态补偿对区域间的协同合作要求更高,是生态补偿的难点领域,相关理论研究和实践经验均较少。尽管目前我国部分省市已开展了对大气污染治理生态补偿的初步探索,但整体来看,大气污染治理生态补偿生态补偿涉及面广、利益关系复杂,机制的建立健全还受多方面因素影响,稳定长效的生态补偿制度体系尚未形成。当前我国大气污染治理生态补偿在法律法规、技术体系、长效机制、效益评估机制等方面都存在较大欠缺,亟需完善大气污染治理生态补偿的各项制度体系。

参考文献:

- [1] 蔡岚. 粤港澳大湾区大气污染联动治理机制研究——制度性集体行动理论的视域[J]. 学术研究, 2019, (01): 56-63.
- [2] 陈曦. 长三角区域大气污染联防联控——基于上海世博会和杭州 G20 峰会的比较分析[J]. 中国集体经济, 2019, (08): 36-37.
- [3] 程玉. 论我国京津冀区际大气环境生态补偿: 依据、原则与机制[J]. 中国环境法治, 2015, (01): 15-26.
- [4] 董战峰, 於方, 曹东, 李云生. 中国排污交易政策的实践及发展建议[J]. 环境保护与循环经济, 2008, (07): 55-57.
- [5] 董战峰, 袁增伟, 郝春旭. 中国大气污染防治行动计划实施的投融资需求与影响[M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- [6] 杜群. 生态补偿的法律关系及其发展现状和问题[J]. 现代法学, 2005, (03): 186-191.
- [7] 冯贵霞. 中国大气污染防治政策变迁的逻辑[D]. 山东: 山东大学, 2016.
- [8] 郭高晶. 空气污染跨域治理背景下府际空气生态补偿机制研究——以山东省空气质量生态补偿实践为例[J]. 资源开发与市场, 2016, 32(07): 832-837.
- [9] 洪尚群, 马丕京, 郭慧光. 生态补偿制度的探索[J]. 环境科学与技术, 2001, (05): 40-43.

- [10] 洪雪雯. 安徽省空气污染状况及生态补偿政策研究[D]. 安徽:安徽财经大学, 2019.
- [11] 冷雪飞. 辽宁省空气质量生态补偿立法分析[J]. 环境保护与循环经济, 2017, 37, (05): 67-71.
- [12] 李国平, 李潇, 萧代基. 生态补偿的理论标准与测算方法探讨[J]. 经济学家, 2013, (02): 42-49.
- [13] 李晓光, 苗鸿, 郑华, 欧阳志云. 生态补偿标准确定的主要方法及其应用[J]. 生态学报, 2009a, 29(08): 4431-4440.
- [14] 李晓光, 苗鸿, 郑华, 欧阳志云, 肖焱. 机会成本法在确定生态补偿标准中的应用——以海南中部山区为例[J]. 生态学报, 2009b, 29(09): 4875-4883.
- [15] 林黎. 中国生态补偿宏观政策研究[M]. 四川:西南财经大学出版社, 2012.
- [16] 刘宏焱. 20世纪70年代的环境污染调查与中国环保事业的起步[J]. 当代中国史研究, 2015, 22(04): 68-80.
- [17] 刘利花, 杨彬如. 中国省域耕地生态补偿研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(02): 52-62.
- [18] 罗知, 李浩然. “大气十条”政策的实施对空气质量的影响[J]. 中国工业经济, 2018, (09): 136-154.
- [19] 马骏, 李治国等. PM_{2.5}减排的经济政策[M]. 北京:中国经济出版社, 2014.
- [20] 毛显强, 钟瑜, 张胜. 生态补偿的理论探讨[J]. 中国人口·资源与环境, 2002, (04): 40-43.
- [21] 秦艳红, 康慕谊. 国内外生态补偿现状及其完善措施[J]. 自然资源学报, 2007, (04): 557-567.
- [22] 沈满洪. 生态补偿机制建设的八大趋势[J]. 中国环境管理, 2017, 9(03): 24-26.
- [23] 沈满洪, 陆菁. 论生态保护补偿机制[J]. 浙江学刊, 2004, (04): 217-220.
- [24] 史会剑, 管旭. 基于区域一体化的大气环境生态补偿制度研究[J]. 环境与可持续发展, 2017, 42(03): 27-30.
- [25] 舒旻. 论生态补偿资金的来源与构成[J]. 南京工业大学学报(社会科学版), 2015, 14(01): 54-63.
- [26] 屠海鸣. 治理雾霾应建立生态补偿机制[N]. 联合时报, 2014-03-01(004).
- [27] 王金南, 丁焰, 柴发合. 专家解读《打赢蓝天保卫战三年行动计划》[R]. 2018.
- [28] 王金南, 万军, 张惠远. 关于我国生态补偿机制与政策的几点认识[J]. 环境保护, 2006, (19): 24-28.
- [29] 王金南, 张炳, 吴悦颖, 郭默. 中国排污权有偿使用和交易: 实践与展望[J]. 环境保护, 2014, 42(14): 22-25.
- [30] 王立平, 陈飞龙, 杨然. 京津冀地区雾霾污染生态补偿标准研究[J]. 环境科学学报, 2018, 38(06): 2518-2524.
- [31] 王前进, 王希群, 陆诗雷, 郭保香. 生态补偿的经济学理论基础及中国的实践[J]. 林业经济, 2019, 41(01): 3-23.
- [32] 王瑞红. “生态补偿机制”为大气治理保驾护航[N]. 上海金融报, 2016-01-05(A02).
- [33] 王越. 我国生态文明建设公众参与研究[D]. 辽宁:大连理工大学, 2015.
- [34] 魏楚, 沈满洪. 基于污染权角度的流域生态补偿模型及应用[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21, (06): 135-141.
- [35] 魏巍贤, 马喜立. 硫排放交易机制和硫税对大气污染治理的影响研究[J]. 统计研究, 2015, 32, (07): 3-11.
- [36] 魏巍贤, 王月红. 跨界大气污染治理体系和政策措施——欧洲经验及对中国的启示[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(09): 6-14.
- [37] 魏巍贤, 王月红. 京津冀大气污染治理生态补偿标准研究[J]. 财经研究, 2019, 45(04): 96-110.
- [38] 武靖州. 国外生态补偿基金的实践与启示——基于政府与市场主导模式的比较[J]. 生态经济, 2018, 34(10): 195-201.
- [39] 肖加元, 潘安. 基于水排污权交易的流域生态补偿研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(07): 18-26.
- [40] 袁伟彦, 周小柯. 生态补偿问题国外研究进展综述[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(11): 76-82.
- [41] 郑云辰, 葛颜祥, 接玉梅, 张化楠. 流域多元化生态补偿分析框架: 补偿主体视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(07): 131-139.
- [42] 朱丹. 中国生态补偿的制度变迁[J]. 生态经济, 2017, 33(02): 135-139.
- [43] Bateman, I. J. and K. G. Willis. Valuing Environmental Preferences: Theory and Practice of the Contingent Valuation Method in the US, EU, and Developing Countries[M]. UK: Oxford University Press, 2001.
- [44] Belay, G., M. Ketema, and M. Hasen. Households' Willingness to Pay for Soil Conservation on Communal

Lands: Application of the Contingent Valuation Method in North Eastern Ethiopia[J]. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2020, (02): 1–19.

[45] Börner, J., K. Baylis, E. Corbera, et al. The Effectiveness of Payments for Environmental Services[J]. *World Development*, 2017, (96): 359–374.

[46] Chen, C. Searching for Intellectual Turning Points: Progressive Knowledge Domain Visualization[J]. *PNAS*, 2004, 101(S1): 5303–5310.

[47] Chu, X., J. Zhan, C. Wang et al. Households' Willingness to Accept Improved Ecosystem Services and Influencing Factors: Application of Contingent Valuation Method in Bashang Plateau, Hebei Province, China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2020, (255): 109925.

[48] Costanza, R., R. D'Arge, R. De Groot, et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital[J]. *Nature*, 1997, 6630(387): 253–260.

[49] Cranford, M. and S. Mourato. Community Conservation and a Two-stage Approach to Payments for Ecosystem Services[J]. *Ecological Economics*, 2011, (71): 89–98.

[50] Ericka, C., D. Montemurro, and D. Giuliani. Consumers' Willingness to Pay for Green Cars: A Discrete Choice Analysis in Italy[J]. *Environment, Development and Sustainability*, 2019, (21): 2425–2442.

[51] Gómez-Baggethun, E., R. De Groot, P. L. Lomas, et al. The History of Ecosystem Services in Economic Theory and Practice: From Early Notions to Markets and Payment Schemes[J]. *Ecological Economics*, 2010, 6(69): 1209–1218.

[52] Gregory, L. and A. Steven. Payments for Ecosystem Services and Wealth Distribution[J]. *Ecological Economics*, 2017, (132): 63–68.

[53] Greiner, R. and O. Stanley. More than Money for Conservation: Exploring Social Co-benefits from PES Schemes[J]. *Land Use Policy*, 2013, (31): 4–10.

[54] Gupta, M. Willingness to Pay for Carbon Tax: A Study of Indian Road Passenger Transport[J]. *Transport Policy*, 2016, (45): 46–54.

[55] Jack, B. K., C. Kousky, and K. R. E. Sims. Designing Payments for Ecosystem Services: Lessons from Previous Experience with Incentive-based Mechanisms[J]. *PNAS*, 2008, 28, (105): 9465–9470.

[56] Kaczan, D. and B. M. Swallow. Designing a Payments for Ecosystem Services (PES) Program to Reduce Deforestation in Tanzania: An Assessment of Payment Approaches[J]. *Ecological Economics*, 2013, (95): 20–30.

[57] Kosoy, N., M. Martinez-Tuna, and R. Muradian, et al. Payments for Environmental Services in Watersheds: Insights from a Comparative Study of Three Cases in Central America[J]. *Ecological Economics*, 2007, 2–3(61): 446–455.

[58] Pagiola, S., A. Arcenas, and G. Platais. Can Payments for Environmental Services Help Reduce Poverty? An Exploration of the Issues and the Evidence to Date from Latin America[J]. *World Development*, 2005, 2(33): 237–253.

[59] Pagiola, S. and G. Platais. Payments for Environmental Services: From Theory to Practice[R]. 2007.

[60] Pearce, D. W. and D. Moran. *The Economic Value of Biodiversity*[M]. UK: Earthscan, 1994.

[61] Sierra, R. and E. Russman. On the Efficiency of Environmental Service Payments: A Forest Conservation Assessment in the Osa Peninsula, Costa Rica[J]. *Ecological Economics*, 2006, 1(59): 131–141.

[62] Sun, J., Z. Dang, and S. Zheng. Development of Payment Standards for Ecosystem Services in the Largest Interbasin Water Transfer Projects in the World[J]. *Agricultural Water Management*, 2017, (182): 158–164.

[63] Tacconi, L. Redefining Payments for Environmental Services[J]. *Ecological Economics*, 2012, 15(73): 29–36.

[64] Thu Thuy, P., B. M. Campbell, and S. Garnett. Lessons for Pro-poor Payments for Environmental Services: An Analysis of Projects in Vietnam[J]. *Asia Pacific Journal of Public Administration*, 2009, 2(31): 117–133.

[65] Westman, W. E. How Much Are Nature's Services Worth?[J]. *Science*, 1977, 4307(197): 960–964.

[66] Wunder, S. *Payments for Environmental Services: Some nuts and bolts*[R]. 2005.

[67] Wunder, S. Revisiting the Concept of Payments for Environmental Services[J]. *Ecological Economics*, 2015, (117): 234–243.

[68] Wunder, S., S. Engel, and S. Pagiola. Taking Stock: A Comparative Analysis of Payments for Environmental Services Programs in Developed and Developing Countries[J]. *Ecological Economics*, 2008, 4(65): 834–852.

Application and Enlightenment of Ecological Compensation for Air Pollution Control in China

Wang Huiqing^a and Shan Yuli^b

(a: School of International Trade and Economics, University of International Business and Economics;

b: Energy and Sustainability Research Institute Groningen, University of Groningen)

Abstract: Since the 18th National Congress of the Communist Party of China, the Chinese government has been taken great efforts in the development of ecological civilization and considered the construction of ecological civilization as a significant strategy. One of the key tasks in the construction of ecological civilization is to control air pollution and improve air quality. At present, the air pollution control work of China is gradually entering a scientific and refined stage, various policies and measures are being actively promoted. However, it should be noted that the reality of China's heavy industrial structure, coal based energy structure, and irrational transportation structure have led to large total emissions of atmospheric pollutants, high intensity of emissions and insufficient funding from the government. Now China's air pollution control has come into a very important tackling phase. Under this situation, the establishment of an ecological compensation mechanism for air pollution control can not only coordinate the relevant interests of all parties involved in air pollution control, improve the efficiency of air pollution control, but also help to play a role of financial instruments to stimulate and guide the market and promote the development of ecological civilization. However, due to the complexity of the causes of air pollution and its interregional mobility, compared with other traditional fields, ecological compensation for air pollution requires higher levels of collaboration and cooperation. In this reason, the government should accelerate the establishment of market-oriented and diversified ecological compensation mechanism from the perspectives of promoting coordinated development of ecological compensation and social economy, expanding marketization and diversified compensation channels, improving investment and financing mechanisms for air pollution control, improving the ecological compensation mechanism for air pollution control and improving the ecological compensation system for air pollution control.

Keywords: Ecological Compensation; Air Pollution Control; Market-oriented Compensation Mechanism; Diversified Compensation Mechanism

JEL Classification: O13, Q53, Q57

(责任编辑:朱静静)