

# 基于成都都市圈差异的 碳排放合作治理策略研究

徐浩

西南石油大学经济管理学院，成都

**摘要** | 成都都市圈作为全国第四个批复确定的国家级都市圈，是四川省主体功能区规划中的城镇化战略格局规划的“一核”，其中一个显著特点是不仅在经济产业等领域一体化，更要秉持生态环境合作治理的理念。本文在成都都市圈经济环境异质性基础上，提出了碳排放生态补偿、低碳技术授权以及协同合作三种治理模式，分别探析了不同治理模式的特征及相应的对策，并通过案例分析了三种合作模式的应用与绩效。成都都市圈应结合自身发展特点与实际选择最有利于经济与环境双重绩效的合作治理模式，达到帕累托改进的效果。

**关键词** | 成都都市圈；生态补偿；低碳技术授权；协同合作；绩效

Copyright © 2023 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## 1 引言

随着经济高速发展，二氧化碳等温室气体的排放量也与日俱增，不仅给人

基金项目：成都市哲学社会科学规划项目（2022BS113）；四川省哲学社会科学“生态文明建设专项”项目（SC22ST13）；教育部人文社会科学研究青年基金项目（22YJC630171）；四川石油天然气发展研究中心年度课题（SKB21-01）；四川省自然科学基金青年项目（2023NSFSC1055）。

作者简介：徐浩（1990-），男，重庆市人，西南石油大学经济管理学院讲师，管理学博士，研究方向：环境经济与管理。

文章引用：徐浩. 基于成都都市圈差异的碳排放合作治理策略研究 [J]. 管理前沿, 2023, 5 (3): 37-49. <https://doi.org/10.35534/fm.0503004>

类健康和生活会带来巨大的威胁，而且二氧化碳的大量排放也会产生温室效应，造成全球气候变暖<sup>[1]</sup>。为了降低二氧化碳排放，世界各国都在积极制定碳减排规划。例如，作为全球最大的发展中国家，习近平总书记在2020年9月22日向全世界郑重承诺，中国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。同时，我国2021年的“十四五”规划也明确要求，“落实2030年应对气候变化国家自主贡献目标，制定2030年前碳排放达峰行动方案”。我国通过颁布碳达峰、碳中和的“N+1”政策进行全面部署，但政策更加注重行业层面的双碳工作推进，缺乏从区域角度进行总体布局。因此，虽然各地普遍对落实国家的双碳战略形成广泛共识，一些省市已积极探索并制定双碳行动计划，但面对区域层面的双碳实施这一复杂而艰巨的系统工程，各地区普遍面临巨大压力。

作为全国第三个、中西部首个获批的都市圈，成都都市圈是协调四川南北发展的战略纽带，也是推动经济第四极建设的重要引擎。成都都市圈不仅要在经济、产业、交通等领域实现协同发展，还要打造一个绿色的都市圈。特别是在“双碳”目标下，成都都市圈的重要战略优势在于协同联动能力，以协同推进区域的碳达峰和碳中和。但从实践来看，要想实现不同区域之间的碳减排协同治理仍面临着巨大挑战，主要体现在如下两个方面：首先，成都都市圈各区域之间的碳排放量存在较大差异，导致区域间的碳减排治理成本不一致。以2022年2月四川省环境质量数据为例，成都、德阳、眉山、资阳四市的PM<sub>2.5</sub>平均浓度分别为70微克/立方米、39微克/立方米、54微克/立方米、57微克/立方米。其次，区域性碳排放治理的一个突出特征是以水污染和大气污染为代表的污染物跨地区间单向或双向流动，区域间传输与跨界的特征愈发明显<sup>[2-4]</sup>。而由于碳排放物品具有公共属性、产权的不明确以及自身的动态扩散性而容易发生“公地的悲剧”<sup>[5]</sup>，导致各地区政府都不愿投入资源治理碳排放。在上述分析背景下，碳排放跨界下每个地区为了自身的利益都希望别的地区去积极投入治理而获得“搭便车”行为，此时积极治理的地区受到“搭便车”的影响也会消极治理而导致两地区都不愿投入精力治理污染，造成“囚徒困境”的局面<sup>[6]</sup>。因此，地区政府之间在污染跨界、跨地区的环境策略协调十分重要；最后，我

国现行制度重于“经济考核”而轻于“环境绩效”，特别是国家将长江经济带发展作为国家战略后，一些地方政府强化晋升的“锦标赛机制”而更加重视经济发展导致环境保护流于形式。已有研究表明，增强各区域之间的碳减排协同治理是降低整个地区碳排放量的有效手段之一<sup>[7, 8]</sup>；此外，苑清敏（2020）<sup>[9]</sup>与也证实区域之间的碳减排协同治理在降低京津冀碳排放强度的同时，也提高了碳生产率。为此，如何针对成都都市圈内碳排放区域差异情形，在此背景下，本文提出了生态补偿机制、治污技术授权机制与协同合作机制三种不同的合作模式选择（如图1所示），分析了三种污染治理模式的具体内容与实施建议，并进一步运用相关案例验证了其可行性，对区域双碳目标的达成具有重要的参考价值。

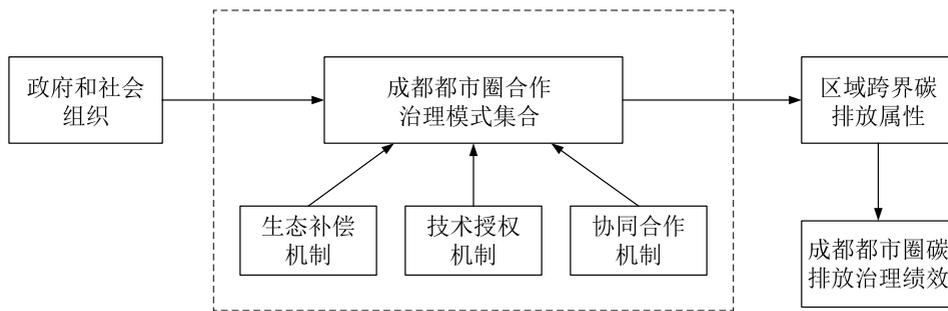


图1 成都都市圈碳排放合作治理模式

Figure 1 Cooperative Carbon Emission Governance Model for Chengdu Metropolitan Area

## 2 成都都市圈碳排放合作治理模式分析

由于碳排放的溢出性和跨界性特征突破了传统的行政边界，从环境公共物品属性和个体理性角度来看，成都都市圈内的每个地区都希望邻近地区积极处理碳排放问题而获得“搭便车”行为。然而，当一个地区积极治理碳排放时，却受到其他地区的消极治理的影响，导致两个地区都不愿投入精力来治理碳排放，形成了“囚徒困境”。因此，在碳排放溢出的情况下，地区政府之间的合作治理策略就显得十分重要。本文拟引入碳排放生态补偿、低碳技术转移与授

权以及地区间协同合作模式来规范地区之间的治理。

## 2.1 区域碳排放生态补偿机制

生态补偿制度最早是用于上下游水域由于上游地区的污染排放对下游造成负外部性而向下游支付的一系列补偿制度，生态补偿机制的建立是以内化外部成本为原则，对保护行为的外部经济性的补偿依据是保护者为改善生态服务功能所付出的额外的保护与相关建设成本和为此而牺牲的发展机会成本，对破坏行为的外部不经济性的补偿依据是恢复生态服务功能的成本和因破坏行为造成的被补偿者发展机会成本的损失<sup>[10]</sup>。2021年9月12日，中共中央办公厅、国务院办公厅正式印发了《关于深化生态保护补偿制度改革的意见》，确定生态补偿机制是开展区域环境污染治理的重要策略。由于成都都市圈内受到碳排放和大气污染等交叉影响，每个地区不仅承受自身排放的伤害，还会受到邻近地区碳排放污染的影响。而根据成都都市圈内各城市的发展情况，诸如成都平原地区的成都市、德阳市经济较发达，而资阳市、眉山市经济发展情况较弱，在经济和第三产业较发达的成都市和工业发达的德阳市，相对于眉山和资阳市，碳排放更多，但由于碳排放的溢出性，各地区共同承受碳排放造成的污染，而经济欠发达地区却缺少资金治理污染。因此，根据上述分析，发达地区对不发达地区进行一定的生态补偿来降低区域总污染容量具有一定的现实意义，引入生态补偿机制具有合理性。根据王素凤等（2022）<sup>[7]</sup>的研究，对山东等七个省份97个地级市2015—2019年的环境经济数据进行样本分析，并借助倾向得分匹配—双重差分（PSM-DID）发现，生态补偿措施能够有效降低PM<sub>2.5</sub>污染水平，但由于成都城市圈各县（市、区）碳排放分布不均匀，且其经济发展水平、资源禀赋等差异极大，各市的碳生态补偿标准空间差异也较大。因此，本文提出成都都市圈推进碳排放污染治理生态补偿的主要策略：（1）加快构建以四川省级政府为主导的碳补偿制度，建立成都都市圈碳排放生态补偿机制领导小组，由该领导小组统筹安排碳生态补偿资金的收支。由于涉及不同城市之间利益博弈，因此应由上级政府出面，确保碳生态补偿资金的顺利支付。具体操作过程为：经济较发达的城市可以先将需要支付的补偿资金上缴至平台财政，

然后平台财政统一将补偿资金下拨给应收到碳生态补偿资金的城市；（2）完善碳排放计量和检测体系，建立以市、区县为单位的碳收支账户，准确核算各省碳排放是实施碳补偿制度的基本前提。因此，需要建立碳排放统计指标体系和统计制度，并逐步完善当前的计量和监测体系。通过强化对能源、工业、农业、林业和废弃物处理的相关统计和定期编制国家及省级温室气体排放清单，逐步建立完善市和区县两级行政区域的碳收支账户；（3）多样化生态补偿形式，强化政府与市场的作用，建立政府引导、市场运作、社会参与的多元化投融资机制，包括政府转移支付和补贴、受益企业和机构支付、民间公益组织和社会捐助等。碳生态亏损地区在向碳生态盈余地区进行生态补偿时，不应局限于资金补偿的方式，可以根据两地的具体情况以多种方式灵活进行补偿。如针对公共基础设施较为薄弱的碳生态盈余地区，碳生态亏损地区可以通过援助基础设施建设的方式进行补偿。而针对人力资源较为薄弱的碳生态盈余地区，碳生态亏损地区可以通过人才援助的方式进行补偿。此外，还可以探索市场化、多元化生态补偿机制，引入市场机制和市场化交易，创造生态补偿活血，降低地方政府财政负担。

## 2.2 低碳技术授权与转移机制

解决环境问题不能仅靠行政命令与补偿策略，更依赖于技术进步和产业升级，这也是在治理碳排放污染的同时保持经济增长的根本方法，而其中的关键在于先进减排技术的推广和普及，例如碳捕获与封存技术（Carbon capture and storage technology）便可将工厂、发电厂、化工厂等排放源产生的二氧化碳收集起来，并用各种方法储存以避免其排放到大气中的一种减排技术<sup>[11]</sup>。二十大报告指出，推动经济社会发展绿色化和低碳化是实现高质量发展的关键环节，绿色低碳技术创新是中国实现“双碳”战略目标的基础。为此，国家知识产权局出台了《绿色低碳技术专利分类体系》。该《分类体系》围绕“双碳”目标，明确了绿色低碳技术专利的统计监测依据，旨在促进绿色低碳技术专利的国际交流和转移转化，推进绿色低碳技术创新和专利产业化。但我国存在低碳技术创新分布不均的问题，长三角地区、京津冀地区和粤港澳大湾区创新势能更足，

优势地区的技术布局也各有侧重,相比之下,西部地区整体发展较弱,且区域内部差距也很大。《巴黎协定》中第十条指出,发达国家应向发展中国家缔约方提供支助,包括资金支助,包括在技术周期不同阶段的技术开发和转让方面加强合作行动,从而在支助减缓和适应之间实现平衡。因此,基于国际气候变化的战略借鉴,成都都市圈存在典型的异质性,成都市的相关环境技术企业和研发机构拥有先进的减排技术,例如成都市的天府永兴实验室是全国重要的先进绿色低碳技术创新平台,主要进行碳中和相关技术的研发,而都市圈内的其他城市在减排技术方面存在着巨大的差距。从以上分析可以看出,引入先进减排技术授权或转移机制来促进区域碳污染控制,一方面可以提升产生技术减少碳排放发生,另一方面可以推广先进的减排技术,降低减排成本,实现成都都市圈的绿色发展。尚永敏等(2023)基于2005—2019年中国城际间低碳技术专利转让数据发现,中国城际低碳技术转移对技术转入地碳排放降低具有积极影响,同时转移水平不断提高,但整体水平仍然偏低,主要集中在京津冀、长三角和珠三角等主要城市群,尤其是西部地区在低碳技术授权与转移方面与东部地区存在较大差距。

根据上述分析并结合成都都市圈各城市间的经济发展和环境禀赋异质性,本文提出以下具体措施和建议:(1)针对目前成都都市圈关于低碳技术授权与转移呈现出零散低效、政策碎片化等特征,难以形成系统性、完整性的低碳技术授权与转移机制,因此要积极完善低碳技术转移服务体系,加快制定省级层面的绿色低碳技术转移实施方案,完善低碳技术交易网络,支持建设一批专业化从事低碳技术交易和技术转化服务的中介机构,提升低碳技术交易服务能力,有效促进低碳技术转移供需端的沟通对接。创新低碳技术转移利益共享机制、对口帮扶援助机制、技术转移投入机制和科技成果市场化评价机制,培养专业化的技术转移服务人才,为低碳技术跨区域转移营造良好环境;(2)建立低碳技术授权机制的运作与激励机制。低碳技术授权的主体是企业与相关产学研单位,而政府则在其中起着核心作用。首先,成都都市圈的政府要进行积极引导,如经济发展较落后的市政府可以带领相关污染企业与发达地区进行合作,进行访问与实地考察,创造企业之间技术授权的基础。其次,政府应加大对先

进减排技术的宣传，引导高排放和高污染企业通过购买授权企业的低碳技术来降低二氧化碳排放。同时，积极构建多中心、多层级的低碳技术转移网络体系；

(3) 技术授权或技术转移的方式，一方面可以依托专业的环境治理公司或研究机构，充分发挥学术研究机构的公益性、共享性和开放性优势，弥补企业低碳技术转移的市场失灵；另一方面，工业企业作为主要碳排放源，若不同地区之间的同质企业处于市场竞争关系，则技术授权有可能会威胁授权方的市场竞争力。因此，如何激励同质企业积极授权低碳减排技术或专利给其他企业是亟待解决的问题。目前，主流的专利或技术授权方式主要包括固定费用和特许权收费制度，固定费用是指无论被授权者需要治理多少当量的碳排放，只收取一次性的固定授权费，而特许授权则是根据具体的碳排放治理当量来收取费用，授权费用与二氧化碳当量相关。国内外的相关研究对此进行了较多的经济分析，例如叶光亮（2018）<sup>[12]</sup>认为当企业之间处于完全竞争关系时，固定授权方式优于特许权收费，Xu 和 Tan（2023）<sup>[13]</sup>认为选择哪种治污技术授权方式与污染对当地区的伤害程度相关，固定费用授权与特许费用授权在满足一定条件时都可以作为选择。

### 2.3 成都都市圈碳排放协同合作机制

区域协同低碳发展是实现“双碳”战略目标的关键路径。我国幅员辽阔，各地区的能源资源禀赋、绿色低碳技术水平和产业结构存在着很大的差异，因此“双碳”目标实现路径要注意到区域差异化，但更要重视区域之间的协同。随着经济与工业的快速发展，成都都市圈内生态破坏和环境污染问题的跨区域性质日益明显，相互毗邻的地方政府应打破行政壁垒，协同一致地进行环境治理，这是提升全局环境质量的必要手段，但是，关注自身利益最大化的地方政府，通常没有动力投入足够多的资源治理本地污染，甚至有可能将污染源迁移至边界地区或者主动放宽对边界区域的环境监管，从而引发环境污染的“边界效应”<sup>[8]</sup>。因此，探索构建“成本共担、效益共享、合作共治”的跨区域碳排放治理长效机制是破题的关键。理论分析表明，中央政府通过自上而下对地方政府的合作行为进行持续协调，并确保协作结果对各个地方政府可见，有助于推动地方政

府从“各自为战”走向“合作共赢”。李倩等(2022)<sup>[8]</sup>利用长三角地区所实施的大气污染防治协作机制准自然实验发现,地方政府机动车和企业污染排放等污染源进行了实质性的治理整顿,使得长三角区域内的空气质量持续改善,尤其在省际边界地区取得了明显的治污效果。这表明对于跨界污染严重或碳排放溢出的区域之间实行协同合作策略是能够有效控制碳排放的。

针对成都经济圈的异质性特征,本文提出以下协同合作策略:首先,要实现协同治理,须完善联系与交流机制,实行双边或多边的联席会议制度,构建信息交流平台,增进交流互动,推进跨区域碳排放污染治理的民主协商和科学决策。建立信息通报制度,搭建信息共享平台。实现区域重点污染企业在线监测系统联网,共享和监控重点企业信息。例如成渝地区双城经济圈的主体四川省和重庆市山水相连,经济发展密切,不定期举行“成渝地区双城经济圈建设重庆四川党政联席会议”,不仅在经济、产业、交通、民生等领域协同合作,还发布了《成渝地区双城经济圈生态环境保护规划》《成渝地区双城经济圈碳达峰碳中和联合行动》等多项实质性的协同治理文件和决策制度,参考成渝地区双城经济圈在信息交流与合作平台的设置,成都都市圈内的成都市、德阳市、资阳市以及眉山市同样可以继续完善相关合作平台建设及机制设计,为下一步的协同合作治理碳排放提供先决条件;其次,由于成都都市圈各城市之间类似一个松散的合作联盟,根据新制度经济学原理,松散联盟若没有权威的协调机制及其容易产生不稳定状态,造成减排合作治理流于形式,得不到具体的应用。特别是各地区在排放、环境承载力等方面的异质性将引起碳减排责任分担上的争议,如果无法解决上述问题,易造成扭曲市场激励机制,降低环境政策减排效率。因此,上述特征需要不同地区之间政府采取碳减排责任分担及相应的协调及合作机制,通过协调与合作使双方都有治理的积极性而达到环境与社会福利的共同改善。因此,保持成都都市圈碳排放协同合作治理的关键在于保持合作的稳定性,可以采取契约方式,签订正式的合作契约,明确四方在合作减排中的投入、职责与任务分配,建立双方都满意且有继续合作下去的共同收益分配机制。最后,应完善公众参与机制与绩效考核机制。明确公众参与跨区域碳排放治理协作范围,强化公众知情权与话语权。通过公益诉讼、协商会议、授

权 NGO 等多种形式拓宽公众参与渠道。建立科学规范的绩效考核体系，破除单纯以 GDP 为标准的绩效评估理念和方式，建立跨区域综合绩效考评机制和科学的环保问责制度，规范问责程序，实现环保问责常态化、程序化和制度化，层层落实环保责任。

### 3 成都都市圈碳排放合作治理模式选择与绩效分析

上节分析了成都都市圈内基于差异化的碳排放合作的三种模式，由于都市圈内各城市经济、环境等发展具有较大的异质性特征，因此，本节通过相关案例分析探讨不同模式下的碳排放治理选择与绩效。案例一：武汉城市圈的碳生态补偿，是以中国中部最大城市武汉为中心，由武汉和周边约 100 公里半径范围内的黄石、鄂州、孝感、黄冈、咸宁、仙桃、天门、潜江九市构成的城市联合体，具有类似于成都都市圈的特征，即碳排放呈现出异质性特征和经济发展不平衡的特点，武汉城市圈“西高东低，南北低中心高”的空间分布特点，并且该空间分布特征逐渐强化，城市圈内各区域土地利用净碳排放差异巨大。李璐等（2023）<sup>[14]</sup>通过计算发现，武汉城市圈内存在 14 个碳生态补偿支付区，25 个碳生态补偿受偿区，通过此种生态补偿方式，一方面从各区域建设和发展现状来看，不仅促使地区降低碳排放、保护碳汇资源，推动区域实现碳中和的远期目标，另一方面还有助于提升各地区经济发展的均衡性和生态资源利用的公平性，也与现实发展需求较为相符。案例二：2022 年科技部等九部门联合印发了《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030 年）》，其中之一是低碳零碳技术示范行动，旨在形成一批可复制和可推广的先进技术引领的节能减碳技术综合解决方案，促进低碳技术的转移与扩散。长三角地区是我国低碳减排技术转移较为活跃的地区，采用多种技术转移服务模式，实行“一站式”技术转移服务机制。江浙沪三地政府都十分关注为技术转移提供良好的体制氛围、创新环境，各级、各部门政府将技术转移作为建设行业领域创新机制的首要环节和重要条件，通过宏观政策为技术转移工作提供指导。上海、杭州和苏州三个地区政府主要部门在建立技术

转移体系、推动技术转移进度等方面均提供了大力扶持。江苏省不仅在4年时间内，投入了大量专项资金支持科研项目，其中就包括大量与“碳达峰与碳中和”相关的科研专项，并且通过专项资金撬动多种类型的社会投资，各级政府积极出台扶持技术转移的支持政策，有利于完善当地技术转移的整体制度体系。但同时也要认识到，我国各城市圈都市圈的差异较大，部分地区的低碳技术转移水平还不足，例如由于中国各地区技术水平、经济基础、环境规制水平等存在差异，低碳技术转移对不同地区碳排放降低产生的效果不同，东部地区产业经济水平相对较高，绿色低碳意识及环境规制力度较强，通过积极推动产业绿色低碳转型，进而促进了碳排放持续降低<sup>[15]</sup>。因此，要加强对中西部地区的低碳技术转移支持力度。

案例三：京津冀大气污染协同治理机制。京津冀地区是我国最早建立跨域污染协同治理的地区之一。2022年，京津冀三地PM<sub>2.5</sub>平均浓度为37微克/立方米，较2013年的107微克/立方米下降了65.1%。PM<sub>2.5</sub>平均浓度十年下降超六成，协同治理机制取得了显著的绩效。2013年，北京市牵头会同周边省区市成立京津冀及周边地区大气污染防治协作小组，并相继组建了《京津冀生态环境执法联动工作机制》《推进京津冀生态环境联建联防联治走深走实的行动宣言》《推进京津冀生态环境联建联防联治走深走实的措施清单（第一批）》等重要文件。围绕深化污染治理协同、建立完善共享机制等10个协同事项、24条具体措施，建立了协同措施清单的动态更新机制，实行动态上账和挂账销号的方式，持续推进京津冀生态环境联建联防联治走深走实。京津冀地区经济发展、环境禀赋都存在极大的差异，但通过一系列举措，真正实现了协同治理环境污染，对很多协同浮于表面的都市圈/经济圈来讲具有重要的参考价值。

## 4 结论与展望

成都都市圈发展的基础是坚持生态优先原则，坚持环境与经济共同发展，但由于都市圈内各城市经济社会环境发展的差异以及碳排放的负外部性导致的“搭便车”及“囚徒困境”等问题，再加上碳排放的溢出性特征，仅靠单个政府治理碳排放很难达到相应的治理效果，各城市间必须寻求合作治理排放策略。

在此背景下, 本文尝试探索相互竞争及具有异质性特征的成都都市圈各方政府如何打破合作壁垒, 实现有效的减排合作治理, 引入碳排放生态补偿、低碳技术授权或转移以及都市圈协同合作治理三种模式, 并分别探讨了三种模式下的基本思路与建议, 并列举了相关案例进行策略绩效分析。各种政策并没有绝对的优劣之分, 成都都市圈在有效评判自身条件以及相应的合作策略机制之后, 选取符合自身的合作模式是未来各方碳减排的重点。

## 参考文献

- [1] 宋国君, 王语苓, 姜艺婧. 基于“双碳”目标的碳排放控制政策设计 [J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(9): 55-63.
- [2] 范永茂, 殷玉敏. 跨界环境问题的合作治理模式选择——理论讨论和三个案例 [J]. 公共管理学报, 2016, 13(2): 63-75, 155-156.
- [3] Li H, Guo G. Dynamic decision of transboundary basin pollution under emission permits and pollution abatement [J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2019, 532(10): 1-16.
- [4] 徐松鹤, 韩传峰. 基于微分博弈的流域生态补偿机制研究 [J]. 中国管理科学, 2019, 27(8): 199-207.
- [5] 张希良, 张达, 余润心. 中国特色全国碳市场设计理论与实践 [J]. 管理世界, 2021, 37(8): 80-95.
- [6] 汪明月, 刘宇, 杨文珂. 环境规制下区域合作减排演化博弈研究 [J]. 中国管理科学, 2019, 27(2): 158-169.
- [7] 王素凤, 方晖, 焦建玲. 生态补偿减少了PM2.5污染吗?——基于PSM-DID的检验 [J]. 城市与环境研究, 2022, 34(4): 60-76.
- [8] 李倩, 陈晓光, 郭士祺, 等. 大气污染协同治理的理论机制与经验证据 [J]. 经济研究, 2022, 57(2): 142-157.
- [9] 苑清敏, 何桐. 京津冀经济—资源—环境的脱钩协同关系研究 [J]. 统计与决策, 2020, 36(6): 79-83.
- [10] 刘桂环, 王夏晖, 文一惠, 等. 近20年我国生态补偿研究进展与实践模

- 式 [J]. 中国环境管理, 2021, 13 (5): 109–118.
- [ 11 ] 程粟粟, 易永锡, 李寿德. 碳捕获与碳封存机制下跨界污染控制微分博弈 [J]. 系统管理学报, 2019, 28 (5): 864–872.
- [ 12 ] 叶光亮, 何亚丽. 环境污染治理中的最优专利授权: 固定费用还是特许权收费? [J]. 经济学 (季刊), 2018, 17 (2): 633–650.
- [ 13 ] Xu H, Tan D. Optimal abatement technology licensing in a dynamic transboundary pollution game: Fixed fee versus royalty [J]. Computational Economics, 2023, 61: 905–935.
- [ 14 ] 李璐, 夏秋月, 董捷, 等. 武汉城市圈县域空间横向碳生态补偿研究——基于土地利用碳收支差异 [J]. 生态学报, 2023, 43 (7): 2627–2639.
- [ 15 ] 尚勇敏, 宓泽锋, 周灿, 等. 中国城际低碳技术转移对碳排放的影响——基于知识学习与技术学习“二分法”视角 [J]. 资源科学, 2023, 45 (4): 827–842.

## Research on Carbon Emission Collaborative Governance Strategies Based on the Differences in Chengdu Metropolitan Area

Xu Hao

*School of economics and management, Southwest Petroleum University, Chengdu*

**Abstract:** As the fourth national level metropolitan area approved in China, the Chengdu metropolitan area is the “core” of the urbanization strategic pattern

planning in the main functional area planning of Sichuan Province. One notable feature is not only the integration in economic and industrial fields, but also the concept of ecological and environmental cooperation and governance. Based on the heterogeneity of the economic environment in the Chengdu metropolitan area, this article proposes three governance models: carbon emission ecological compensation, low-carbon technology authorization, and collaborative cooperation. The characteristics and corresponding strategies of different governance models are analyzed, and the application and performance of the three cooperation models are analyzed through case studies. The Chengdu metropolitan area should choose the cooperative governance model that is most conducive to the dual performance of economy and environment based on its own development characteristics and actual situation, in order to achieve the effect of Pareto improvement.

**Key words:** Chengdu Metropolitan Area; Ecological compensation; Low-carbon technology licensing; Synergy; Performance