



基于经济空间结构的 河流污染跨地区协同治理研究

Trans-Regional Synergistic Governance of River Pollution
Based on Economic Spatial Structure

徐志伟 ◎ 著



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

本书获得国家社会科学基金项目“基于经济空间结构的河流污染跨区域协同治理研究”(14CGL032)的资助



基于经济空间结构的 河流污染跨地区协同治理研究

Trans-Regional Synergistic Governance of River Pollution
Based on Economic Spatial Structure

徐志伟 ◎ 著



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

基于经济空间结构的河流污染跨地区协同治理研究/徐志伟著. —北京: 经济管理出版社, 2018. 7

ISBN 978 - 7 - 5096 - 5896 - 3

I. ①基… II. ①徐… III. ①河流污染—污染防治—研究 IV. ①X522

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 161351 号

组稿编辑: 杨雅琳

责任编辑: 杨雅琳

责任印制: 黄章平

责任校对: 陈 颖

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn

电 话: (010) 51915602

印 刷: 三河市延风印装有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 710mm × 1000mm/16

印 张: 14.5

字 数: 252 千字

版 次: 2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5096 - 5896 - 3

定 价: 58.00 元



· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

序 言

党的十八大报告将生态文明建设放在突出地位，与经济建设、政治建设、文化建设、社会建设一起构成了推进中国特色社会主义事业的“五位一体”总体布局。党的十九大报告将建设富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国作为奋斗目标，进一步突出了生态文明建设在全面建成小康社会过程中的重要地位。

建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计，党和国家多年来给予了高度重视。但长期以来，河流污染问题仍然是困扰中国“绿水青山”目标实现的痼疾之一。经过多年的努力，中国主要河流水质状况虽然总体上出现了一定程度的改善迹象，但所面临的水污染形势依然严峻，并具体表现为部分水系污染依然严重，中小河流和支流水质依然较差，跨界水污染事件仍旧频发。严重的河流污染不仅影响我国环境友好型社会建设，还易引发上下游地区对立，造成居民恐慌，危害社会安全稳定大局，已经成为当前亟须解决的关键问题。河流污染具有多地区（上游、下游）、多主体（政府、企业、居民）、多目标（控污染、保发展）的“三多特征”，任意单方的独立行动都无法从根本上解决问题，因此，进行协同治理尤显必要。

经济空间结构是河流污染协同治理过程中一个非常重要，而又经常被忽视的重要问题。经济空间结构是区域经济各种空间形态在一定地域范围内的组合方式。由于在地理位置、经济水平等方面存在的差异以及在商品、要素流动等方面产生的联系，区域间往往形成差异化的经济空间结构，并具体表现在区位中心及分布、经济水平及差距、经济互补性及联系等多个方面。现实中，经济空间结构作为前置条件影响着跨地区的经济行为与政策选择，即差异化的经济空间结构往往导致地区间选择差异化的行为，进而导致差异化的均衡结果。

本书将经济空间结构抽象为“点—轴”形态，研究差异化经济空间结构下上下游地区在河流污染治理过程中协同治理行为的产生条件、协同效应发挥的影响因素、环境规制政策的有效性等一系列相关问题。本书共分三个单元进行展



开：理论分析与现状描述单元重点从经济学视角对污染协同治理问题进行了重新审视，对中国主要河流的污染现状及污染物排放的空间相关性进行了描述性分析，并运用演化博弈模型对不同空间结构下河流污染治理行为的稳态均衡结果进行了考察；海河流域案例分析单元基于实证数据分别对海河流域主要河流的污染现状和流域 25 个主要城市的经济空间结构进行了评价，在此基础上通过实证模型考察了经济空间结构与海河流域污染减排协同性之间的关系，最终测度环境规制的减排效果是否会因经济空间结构的差异而有所差异；研究结论与政策措施单元主要是在对研究结论进行归纳和总结的基础上，基于经济空间结构视角提出实现流域河流污染协同治理的政策措施。

通过研究发现，以跨界补偿为主要形式的激励机制和强度足够的惩戒机制是实现河流污染协同治理的必要条件。从主体构成角度看，下游地区拥有越高的经济发达程度和越强的区位中心性，河流污染协同治理就越易于实现。从联结关系角度看，紧密的经济联系和互补的产业结构关系也有利于河流污染协同治理关系的达成。以上结论均能够从理论和实证两个角度得到证明。

传统观念认为，环境污染的跨区域治理主要依赖于两条路径：其一，以制定严格的排污限额，“关停并转”高排污企业，对超标排污企业进行经济处罚，对污染严重地区领导进行追责为主的指令控制型规制；其二，以开展排污权交易为主的市场激励型规制。本书可能为相关问题的解决提供了新的视角，即包括河流污染在内的环境污染治理可通过提升地区间经济联系强度和产业衔接水平这一“第三条路径”予以实现。

寄希望本书能够为相关部门更好地开展河流污染协同治理工作提供决策参考，为达成“绿水青山”的发展目标贡献一点绵薄之力。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 问题提出	1
第二节 文献综述	5
一、污染治理的行为博弈：非合作博弈还是合作博弈	5
二、污染治理的模式选择：契约协同还是行政协同	10
三、环境规制政策的实施效果：效果显著还是效果缺失	14
四、文献评述	17
第三节 概念界定	18
一、河流污染	18
二、协同治理	19
三、经济空间结构	20
第四节 研究框架	21
第二章 河流污染协同治理的经济学分析	23
第一节 排污权属性的经济学分析	23
一、河流排污权的产品属性	23
二、河流排污权的产品属性与排污强度	24
三、河流排污权的产品属性与排他成本	26
第二节 技术利用效率的经济学分析	30
一、研究的基本假定	30
二、不考虑排他成本条件下的分析	30
三、考虑排他成本条件下的分析	32
四、结果的比较及其结论	33



第三节 外部性影响的经济学分析	34
一、河流污染协同治理过程中的外部性	34
二、外部性强度与经济补偿规模	37
第四节 福利影响的经济学分析	39
一、两种福利状态	39
二、资源配置手段与福利状态	40
三、河流污染治理过程中的福利状态比较	41
第三章 基本态势与空间相关性分析	45
第一节 中国河流污染的基本态势	45
一、中国七大水系	45
二、中国七大水系的污染状况	47
三、中国河流跨界污染典型事件	49
四、中国河流污染的基本特征	52
第二节 中国废水排放的基本态势	53
一、指标的选取	53
二、废水排放的总体变化趋势	54
三、废水排放的省际变化	56
四、废水排放的分区比较	58
五、中国废水排放的基本特征	61
第三节 废水排放的空间关系	62
一、空间相关性	62
二、空间相关性的测度	63
三、废水排放的空间相关性分析	64
四、废水排放的空间相关性特征	67
第四章 经济空间结构与河流污染协同治理的理论推演	69
第一节 经济空间结构的设定	69
第二节 经济发达程度、互补性与河流污染协同治理	70
一、河流污染协同治理行为	70
二、支付矩阵的构建	71



三、博弈方法的选择	72
四、演化博弈过程	74
五、行为的仿真模拟	85
第三节 区位中心性、经济联系紧密性与河流污染协同治理	89
一、理论解释	89
二、经济联系紧密性与河流污染协同治理行为之间的关系	90
三、区位中心性与河流污染协同治理行为之间的关系	93
第五章 海河流域河流污染情况评价	96
第一节 海河流域及其水系的基本概况	96
一、海河流域的基本概况	96
二、海河水系的基本概况	96
三、滦河水系的基本概况	98
四、徒骇马颊河水系的基本概况	99
五、海河流域水系的基本特点	99
第二节 海河流域河流水体质量情况评价	101
一、水功能区的划分	101
二、海河流域水系水功能区的划分概况	102
三、海河流域水系水质状况的评价结果	103
第三节 海河流域水系污染物排放情况评价	112
一、水污染物的统计分类	112
二、海河流域水系总体污染物排放情况及污染源评价	114
三、海河流域重点城市主要污染物排放情况及污染源评价	119
第六章 海河流域经济空间结构情况评价	125
第一节 海河流域主要城市基本概况	125
一、北京市	126
二、天津市	126
三、石家庄市	126
四、唐山市	127
五、保定市	127



第二节	经济发达程度评价	128
一、	评价指标的选取	128
二、	评价结果的分析	129
第三节	区位中心性评价	136
一、	评价指标的选取	136
二、	评价结果的分析	136
第四节	经济联系紧密性评价	141
一、	评价指标的选取	141
二、	评价结果的分析	141
第五节	产业互补性评价	144
一、	评价指标的选取	144
二、	评价结果的分析	145
第七章	海河流域经济空间结构与污染减排协同性	150
第一节	研究对象的选择	150
第二节	指标的选取	151
一、	污染减排协同性的界定	151
二、	污染物排放指标的选取	152
三、	具体指标的构建	153
第三节	模型的设定	154
第四节	核心变量的描述性分析	156
一、	经济联系紧密性指标的描述性分析	156
二、	产业同构程度指标的描述性分析	158
三、	工业废水排放“标杆协同”度指标的描述性分析	160
第五节	模型的估计	161
一、	经济联系紧密性、互补性与“标杆协同”减排效应的估计	161
二、	加入经济发达程度和区位中心性变量的再估计	164
三、	加入控制变量的再估计	165
四、	“标杆协同”减排效应的滞后影响	167
第六节	实证研究的现实意义	170

第八章 海河流域经济空间结构与环境规制政策有效性	172
第一节 环境规制政策	172
一、法律追责	172
二、环境标准与市场准入	173
三、排污税(费)	173
四、押金—退款制度	174
五、排污权许可证与排污权交易	174
第二节 中国水环境规制政策的演进	175
一、单一指令控制型规制时期	176
二、市场激励型规制准备时期	177
三、市场激励型规制引入时期	178
四、指令控制与市场激励并重时期	179
第三节 经济发达程度与环境规制政策的有效性	180
一、模型的构建	180
二、准自然实验对象的选取	183
三、变量的选取与描述性分析	184
四、实证结果与分析	187
第四节 区位中心性与环境规制的有效性	191
一、模型的构建、变量选取与描述性分析	191
二、实证结果与分析	194
第九章 研究结论与政策措施	196
第一节 研究结论	196
第二节 政策措施	197
一、激励机制: 跨界补偿的模式与手段	197
二、惩罚机制: 处罚力度、诉讼制度与执法体系	203
三、合作机制: 经济联系与产业衔接	206
第三节 研究拓展方向	209
参考文献	211
后记	220

第一章 绪论

第一节 问题提出

习近平总书记在党的十九大报告中指出，必须树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念，坚持节约资源和保护环境的基本国策，像对待生命一样对待生态环境。

水乃生命之源、生产之要、发展之基。干净、清洁、可被持续利用的水资源对于一个国家社会经济的发展具有重要意义，是实现“绿水青山”奋斗目标的重要一环。作为社会经济快速发展的大国，中国人均水资源拥有量仅为世界平均水平的1/4，并且在华北、西北等地区水资源短缺矛盾表现得更为突出。与此同时，严峻的水污染现实使得中国缺水困局进一步加重。根据2015年6月环保部公布的《中国环境状况公报》，2014年在长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河七大流域和浙闽片河流、西北诸河、西南诸河中，水质处于Ⅳ类及其以下的国控断面占比紧接30%。^① 在一些流域，水污染形势更为严重。例如，海河流域的国控面中，Ⅳ类水质占14.1%、Ⅴ类占9.3%、劣Ⅴ类占37.5%。相对于大江大河而言，数量更多的中小河流污染情况更甚，如海河支流劣Ⅴ类水质占比就达到了44%。严重的河流污染在进一步加重水资源短缺困局的同时，还易于引发上下游地区对立、居民恐慌，危害社会安全稳定大局（周生贤，2010）。

^① 根据国家技术监督局（现更名国家质量监督检验检疫总局）制定的《中华人民共和国地表水环境质量标准》，中国水质按功能高低依次分为五类。其中，Ⅲ类以下水质恶劣，不能作为饮用水源。



河流污染及其治理具有“三多”特征：①多地区。就像几乎所有环境污染共同存在的问题一样，河流污染一般也涉及多个不同的经济主体。由于外部性的存在，上游地区的排污行为往往会对下游地区产生负外部影响。因此，单纯依靠一方的治污行动很难从根本上解决问题。②多主体。河流污染及其治理不仅涉及多个地区之间的关系，还涉及一个地区内部政府、企业、居民多个主体之间的利益关系。政府往往是河流水环境的监督主体、水污染的处罚主体和治理主体；企业往往是河流污染的排放主体，同时也可能成为治理主体；居民往往是水污染的受害主体，但同时也是生活污水的排放主体。因此，“多重主体与多重角色”相互交织是河流污染及其治理的又一基本特征。③多目标。人类的生产活动必然伴随着一定的自然资源消耗和污染物的排放。无论是将水污染物的排放作为生产要素，还是将其视为生产过程的副产品，实际上都是将水环境污染视作了经济发展的代价。因此，在技术水平既定的条件下，任何地区都存在着在促进经济发展与保护环境质量两个目标之间进行权衡的问题。从这个角度来看，河流污染同时具有多目标的特征。

正是基于河流污染的“三多”特征，治污工作必须在权衡经济发展与环境保护多重目标的基础上，通过上下游多地区以及地区内部政府、企业、居民多主体之间的协同行动才可能取得较好的治理效果。如图 1-1 所示，河流污染治理往往形成区域内（同一地区政府、企业、居民之间）和跨区域（上下游地区之间）两个相对独立又相互关联的系统。由于上下游往往分属不同行政区，利益关系更难协调，进行跨区域协同的难度一般也就更大。

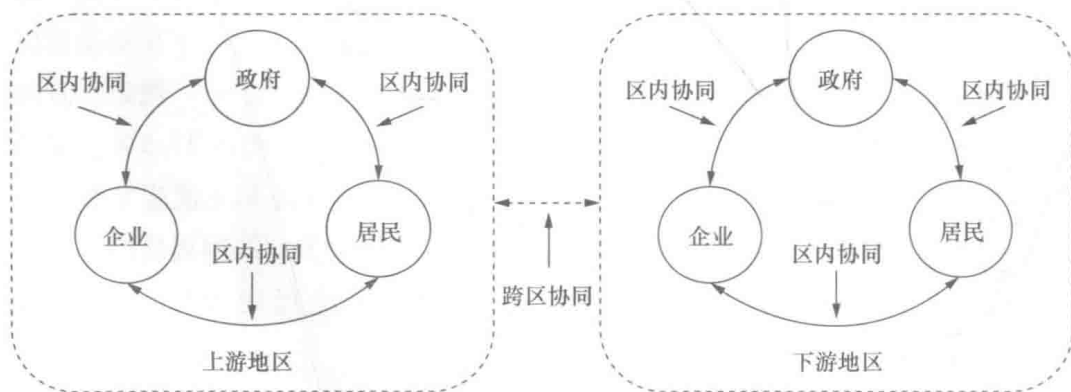


图 1-1 河流污染治理过程中的区内与跨区域协同关系



目前,我国河流污染及其治理在上下游区域间形成了以下三种效果:

第一,“上游获益,下游受损”。例如,早在1994年夏季,为缓解连续降水带来的压力,淮河上游采取开闸放水的方式泄洪,致使2亿多立方米的污水顺流而下,造成流域下游地区大量鱼虾死亡。更为严重的是,部分居民饮用遭污染的河水后出现恶心、呕吐的身体不适症状,沿河自来水厂停止供水54天,百万人出现饮水困难。又如,2004年四川沱江的上游企业在试生产过程中因技术故障将大量含有氨氮污染物的工业冷凝液排入江中,致使下游地区近百万户居民饮水困难,直接经济损失高达2019亿元。近年来,虽然投入大量的人力、物力进行水污染治理,但跨界水污染事件依然频发。例如,2011年8月发生的云南曲靖铬渣污染水体事件,2013年初发生的浊漳河水污染事件,2013年3月发生的黄浦江死猪污染水体事件,2013年6月发生的“昆明东川小江变身‘牛奶河’”事件,2014年4月发生的兰州苯含量超标事件等,都是跨界水污染现象的集中、突出反映,其最终结果都是上游地区为追求经济利益致使下游地区利益受损。由于空间位置决定上下游地区往往在河流污染博弈过程中处于非对等地位,因此“上游获益,下游受损”的情形最为常见。

第二,“下游获益,上游受损”。北京市在经济社会快速发展和用水需求与日增加的同时,降水量却呈现减少态势。资料显示,20世纪的前10年北京市年平均降水量为432.8毫米,较19世纪50年代减少47%,较60年代减少25%,较70年代和80年代都分别减少21%,较90年代减少28%。降水量的减少进一步加重了北京市用水紧张局面。作为重要水源地的河北省张家口和承德部分地区自2001年开始实施“退稻还旱”工程。10年间累计将约13万亩的水稻田改种灌溉用水需求较少的玉米作物。根据测算,“退稻还旱”每年亩均可减少灌溉用水400立方米,年节水5200万立方米左右。通过“退稻还旱”工程,北京市的用水权和发展权得以充分保护,节约的5200万立方米水资源也可为北京市创造2.08亿~3.17亿元的水费收入。考虑现行水价并非水资源真正的市场价格,而是由政府综合考虑水资源使用成本、经济发展客观需要、社会承受能力等方面因素制定的行政价格,通过“退稻还旱”工程给北京市创造的经济价值应当远高于水费收入。“退稻还旱”在保证北京市供水安全的同时,给河北省水源地带来了经济损失。曾有学者对“退稻还旱”工程的主要实施地——张家口市赤城县及其周边地区农民经济损失进行了估算(董文福,2007),“退稻还旱”工程将使得河北省赤城县后城村农民家庭收入平均减少3.42%,丰宁县胡麻营村农民家



庭收入平均减少 3.40%，赤城县巴图营村农民家庭收入平均减少 13.7%。如果通过水稻种植面减少所产生的机会成本对经济损失进行估算，综合考虑水稻和玉米作物亩产与单价的差异，“退稻还旱”工程给河北省水源地造成的经济损失大约在 6500 万元/年（徐志伟，2013；黄芳，2014）。此外，为保证下游京津地区水库水质，地处滦河流域上游的河北省相关地区也采取限制开发、居民外迁等一系列措施保护水源地环境。虽然下游地区也曾经给予有限制开发地区一定的经济补偿，但总体而言，水源地“因水致贫”现象仍然存在。正常情况下，上游地区基于空间位置优势往往在河流水资源博弈中处于优势地位，但政府通过“有形的手”扭转了博弈过程中的“非对称性”，结果最终导致“下游获益，上游受损”情形的发生。

第三，“多方共治，合作双赢”。2000 年，浙江省东阳市和义乌市通过谈判达成水权购买协议：义乌市一次性出资 2 亿元购买东阳横锦水库每年约 5000 万立方米水的永久性使用权。从横锦水库到义乌境内引水工程由义乌规划和投资建设，其中，东阳境内段引水工程的管道工程施工由东阳市负责，费用由义乌承担。转让用水权后水库原所有权不变，水库运行、工程维护仍由东阳负责，义乌按当年实际供水量每立方米 0.1 元支付综合管理费（包括水资源费、工程运行维护费、折旧费、大修理费、环保费、税收、利润等所有费用）。通过水权交易，东阳市获得了 2 亿元的水利建设资金以及每年约 500 万元的供水收入，而长期困扰义乌市的缺水困局也得到了很好的解决。^①与此同时，为保证所交易水资源的质量，东阳市于 2013 年决定设立东阳市横锦水库水源保护专项资金，主要用于对横锦水库水源环境保护区范围内的水质监测、生活垃圾处理、生活污水处理、农村农业面源污染综合治理、自然生态修复等项目的补助和对横锦水库、南江水库水源保护做出突出贡献单位、个人的奖励。通过跨地区合作，在保证义乌市供水的同时，相关河流和水库的水环境质量也得到了有效的保护。东阳—义乌之间的水权交易基本实现了“多方共治，合作双赢”的目标，但类似情形仅为个案，在此后的近 20 年时间里并不多见。

现象背后，为何仅有少数能够实现河流污染的跨区域协同治理，大多数却“顾此失彼”？究竟哪种模式更有利于保证行动上的“多方共治”，哪种模式更易

^① 本部分相关数据主要来源于浙江省水利厅发布的《关于东阳市向义乌市转让横锦水库部分用水权的调查报告》，并经本书作者整理而成。



于实现利益上的“合作双赢”？现有研究中，相关学者从河流污染及其治理的行为博弈、河流污染协同治理的模式选择等多个视角展开了针对性的研究。

第二节 文献综述

一、污染治理的行为博弈：非合作博弈还是合作博弈

博弈主要反映了多方参与的活动中，由各自以自身利益最大化为目标的参与人各自策略所组成的相互依存关系。由于能够解释追求自身利益最优的相关主体行为选择方式及其在共同作用下系统的演进逻辑，博弈方法被广泛用于描述河流污染治理过程中的主体行为（Madani, 2011）。基于不同视角，可对博弈进行多种分类：如根据参与人是否同时采取行动，可划分为静态博弈和动态博弈；根据参与人拥有的知识，可划分为完全信息博弈和不完全信息博弈等。现有关于河流污染及其治理行为的博弈研究，更多地关注于博弈双方是否能够产生合作治理行为，因此更多学者分别从合作和非合作博弈的视角进行了针对性研究。

1. 基于非合作博弈视角的研究

非合作博弈更多地强调参与人在博弈过程中自主决策，而不兼顾策略选择可能对其他参与人造成的福利影响，因此往往在行动过程中难以达成约束性的协议。相对于合作博弈而言，非合作博弈更侧重研究参与人在利益相互影响的局势中如何最大化自身收益，被广泛运用于上下游地区河流污染冲突的研究过程。

在外文文献中，部分学者关注于非合作博弈条件下上下游地区博弈获得的纳什均衡解。Dockner（1999）在离散时间、无限次重复博弈条件下，求解受到邻近地区水污染的城市所存在的马尔可夫均衡解。Krawczyk（2005）通过对静态和动态两种假设条件下的非合作博弈结果比较，分析河流污染治理过程中的纳什均衡解。Kerachina（2006）运用随机冲突解决模型研究封闭系统情境下的跨界水污染问题，并求得纳什均衡解。Hamouda（2006）运用图论（Graph Models）方法将行为偏好纳入研究模型，基于偏好强度差异性研究国家间河流污染冲突，并给出了基于偏好差异的纳什均衡解，研究发现，由于空间优势的存在，上游地区



往往在河流污染冲突博弈中处于优势地位。Gromova (2015) 运用非合作微分博弈模型研究了发达国家与发展中国家在河流污染治理过程中的策略选择问题,并在开环博弈中求得最优均衡解。Giorgio (2015) 基于非合作微分博弈,求得了开环条件下随时间变化的马尔可夫完美的纳什均衡,并证明了均衡的稳定性。

此外,部分学者重点关注了非合作博弈条件下,参与人在河流污染及其治理过程中的策略问题。Zeitouna (2006) 以中东地区的尼罗河和幼发拉底河为对象,研究权利不对等条件下水资源数量和质量冲突,发现通过资源捕获和控制策略,博弈一方可以建立优势地位,并且冲突强度和权力地位将影响双方最终的博弈结果。Madani (2010) 通过“囚徒困境”“懦夫博弈”和“狩猎博弈”比较,描述了跨界水污染的相关主体纯策略行为选择模式及整个系统的演进路径,发现在很多情况下合作成本要高于不合作成本。

同时,部分学者将关注重点置于如何通过机制设计实现河流污染的有效治理,进而达成减排目标。Erisman (2002) 以荷兰氨氮水污染源为对象,运用非合作博弈模型研究政府、消费者、工业生产者和农业生产者四者之间的长期博弈关系,并以成本最小化为目标建立排污削减机制。Loaiciga (2004) 对于通过建立合作与非合作对比博弈模型 (Non-Cooperative and Cooperative), 研究上下游之间水污染冲突,并证明了缺乏有效上级强制力干预条件下合作治理行为难以产生,并在此基础上对政府干预机制进行了设计。Bayramoglu (2006) 以黑海沿岸的乌克兰和罗马尼亚两国为对象,进行了动态非合作博弈、一致性减排政策和恒定减排政策的有效性比较,最终发现,子博弈完美均衡条件下的非合作博弈更有利于双方福利水平的改进。Simon (2007) 采用非合作博弈模型研究了法国多主体之间化解河流污染治理成本分担问题。Madani (2007) 运用非合作博弈模型分析中东阿拉伯国家与以色列之间的水资源数量和质量冲突,并证明了在中东地区通过排污权交易解决河流污染冲突的可行性。Zhao (2009) 认为,比例减排模型导致中国当前严重的跨界水污染问题,并开发了一个包含集体合作和再分配的两阶段效益模型解决冲突。Tidball (2009) 通过有限范围的、两个参与者参加的博弈分析,发现静态合作博弈下达成的帕累托最优,在动态非合作博弈条件下将不可能实现,但合理的税收机制可以达成减少污染的治理目标。Zhao (2009) 运用非合作的 Stackelberg 博弈,研究中国跨界水污染的交易税问题,认为当交易税确定时,博弈者依据税率决定自己的排污水平,并达成整个流域的最小排放。

相对而言,国内关于非合作博弈条件下河流污染及其治理的研究文献相对较



少。主要研究如下：魏守科（2009）对“南水北调”中线工程中的有关利益冲突进行模拟分析，研究发现在非合作博弈条件下，水资源管理过程中调水方利益必然受损；汪国华（2010）分析了政府、企业和环保组织的博弈关系，发现河流污染治理本身存在“囚徒困境”；李胜（2011）研究了地方政府与中央政府在河流污染治理过程中的信号传递以及地方政府之间的博弈冲突，并发现在地区利益冲突、信息不对称和缺乏有效的激励机制条件下，地方政府将难以执行中央政府的河流污染治理政策，地方政府之间的河流污染治理合作也很难形成；孙冬营（2013）运用基于非合作博弈的图模型在策略层面对跨界水污染“局中人”行为进行分析，并以江浙边界和杭绍边界水污染冲突为案例寻求冲突的均衡解，研究发现，中央政府同时采取激励策略与控制策略，江苏省采取部分削减污染物排放策略，浙江省采取沟通协调策略是一种最稳定状态；李正升（2014）从中央政府和地方政府、地方政府之间两个视角研究了河流污染治理中的策略性行为，研究发现，中央政府的监管成本和处罚力度决定了地方政府对辖区流域水污染治理的概率。

2. 基于合作博弈视角的研究

与非合作博弈相对应，合作博弈往往存在参与人的信息互通和有约束力的可执行契约。在合作博弈过程中，参与人之间一般通过妥协增进博弈双方以及整个社会的利益，并在此基础上能够形成一定的福利剩余。相对而言，合作博弈更强调团体理性，其结果是团体整体收益大于非合作博弈时参与人单独行动的总收益。很多学者研究了如何能够在上下游地区形成稳定的合作关系，以实现河流污染的协同治理。

由于更加强调团体利益的最大化，因此学者研究普遍认为合作博弈的均衡解更有利于达成河流污染的协同治理目标。Fernandez（2006）以加拿大和美国为例，通过合作博弈与非合作博弈的比较研究削减成本差异化和或有损害不对称性条件下的跨界水污染防治问题，发现合作要较不合作更有利于污染物的控制。Wirl（2007）通过随机微分博弈分析不确定条件下马尔可夫战略的纳什均衡解，发现地区间的合作将有助于跨界水污染行为的发生。Yang（2008）以北京官厅水库上下游地区为例，通过合作博弈模型研究北京市和河北省在水环境保护上的纳什均衡解，发现合作博弈更有利于实现双方的“共赢”。Mahjouri（2010）以伊朗跨流域调水为对象，在研究流域水资源合理分配的基础上，通过合作博弈模型分析水质保障问题，结果证明，合作博弈模型能够有效解决水资源和水环境冲突。Mahjouri（2011）以伊朗南部地区为例，通过建立包含经济和环境约束的