

本书由复旦大学出版基金资助出版

赵来军 / 著

WOGUO HUPO LIUYU KUAXINGZHENGQU SHUIHUAJING
XIETONG GUANLI YANJIU

我国湖泊流域跨行政区水环境协同管理研究 ——以太湖流域为例



 复旦大学出版社

本书由复旦大学出版基金资助出版

赵来军 / 著

WOGUO HUPO LIUYU KUAXINGZHENGQU SHUIHUAJING

XIETONG GUANLI YANJIU

我国湖泊流域跨行政区水环境协同管理研究 ——以太湖流域为例



复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

我国湖泊流域跨行政区水环境协同管理研究——以太湖流域为例 / 赵来军著. —上海: 复旦大学出版社, 2009. 4

ISBN 978 - 7 - 309 - 06567 - 1

I. 我… II. 赵… III. 太湖—流域—水环境—环境管理—研究 IV. X524

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 044831 号

我国湖泊流域跨行政区水环境协同管理研究 ——以太湖流域为例

赵来军 著

出版发行 复旦大学出版社 上海市国权路 579 号 邮编: 200433
86-21-65642857(门市零售)
86-21-65100562(团体订购) 86-21-65109143(外埠邮购)
fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

责任编辑 盛寿云

出品人 贺圣遂

印	刷	句容市排印厂
开	本	890×1240 1/32
印	张	6.75
字	数	175 千
版	次	2009 年 4 月第一版第一次印刷

书	号	ISBN 978 - 7 - 309 - 06567 - 1 / X · 08
定	价	12.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

前 言

目前国内外湖泊流域水质恶化和富营养化问题日益严重,而跨国、跨行政区的大型湖泊流域跨界水污染问题尤为严重,不但加速了流域水质恶化,而且频繁引发跨界污染纠纷,甚至引发上下游地区之间的群体性事件。湖泊流域跨行政区水污染问题已引起了强烈的社会反响,成为流域管理机构和流域各地区共同关注和亟待解决的现实问题。本书以太湖流域为具体研究对象,探讨应用行政、税收等手段解决我国湖泊流域跨界水污染问题,推动湖泊流域跨行政区水环境协同管理。

本书各章主要研究内容包括:

第一章介绍了国内外流域跨行政区水污染的理论研究与管理实践,通过对太湖流域自然、经济、社会、水环境分析,总结了太湖流域水环境的总体特征,对太湖流域跨行政区水污染的现状进行了具体分析,指出太湖流域跨行政区水污染是流域环境管理系统性偏差所致,必须进行系统创新,构建以生态补偿体系为核心的太湖流域跨行政区水环境协同管理模式。

第二章分析了湖泊流域的结构特点,定义了描述湖泊流域跨行政区水环境协同管理的六个基本假定。提出流域跨行政区水环境协同管理“双向付费”的理论框架,并构建了湖泊流域跨行政区水环境协同管理结构描述模型。以太湖流域为例,分析了流域跨行政区污染纠纷的产生机理,构建了太湖流域跨行政区水环境协

同管理结构描述模型,提出建立流域跨行政区生态环境区域补偿体系是解决流域跨界污染纠纷、实施流域跨行政区水环境协同管理的核心和关键的论断,并具体提出了生态环境区域补偿体系的主要内容。

第三章构建了我国工业污水、城市污水削减成本函数,并通过太湖流域环境统计数据,得到苏浙沪两省一市的化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)、总磷(TP)三种主要污染物的削减成本函数,结果表明两省一市三种主要污染物的削减成本函数差异很大。

第四章提出了应用行政手段建立流域跨行政区水环境行政协调模型,行政协调模型由流域环境成本最小模型和生态环境区域补偿模型两部分组成,其中流域环境成本最小模型归结为一个带有多约束的非线性规划问题,其解为流域各地区的污染物最优削减量,生态环境区域补偿模型采用“节余成本均分法”确保补偿地区和接受补偿地区的利益均衡。构建了面向 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 削减的太湖流域行政协调模型,太湖流域的实证分析表明行政协调模型不但有效解决了湖泊流域资源优化配置问题,而且使上下游地区达到“双赢”效果,较好地解决了流域跨行政区污染纠纷问题。

第五章通过对流域管理机构和流域各地区的博弈分析,提出了应用转移税(费)手段建立流域跨行政区水环境转移税(费)协调模型,并把转移税(费)协调模型转化为一个两层优化问题,上层是一个非线性优化问题,下层是一个多地区均衡问题,采用理想点法求解这个两层优化问题的数值解,即为转移税(费)协调模型的最优税率水平,也是流域生态环境区域补偿标准。构建了面向 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 削减的跨行政区水环境转移税(费)协调模型,

太湖流域的实证分析表明转移税(费)协调模型和行政协调模型具有相同的成本节约效果,都优于目前执行的现状模型以及地区内部优化模型。综合比较分析,提出转移税(费)协调模型既能充分利用经济手段发挥流域各地区污染物削减成本差异优势,降低流域污染削减成本,又具有强制执行、公平感强等优势,因此,选择转移税(费)协调模型推动我国流域跨行政区水环境协同管理比较合适。

第六章以太湖流域为例从体制、机制、组织、技术、标准、监测、法律等十个方面提出了促进我国湖泊流域跨行政区协同管理的具体政策建议。

第七章总结了本书的主要理论创新成果、具体政策建议和有待进一步研究的问题。

本书是我最近几年主持的国家自然科学基金项目(70741028、70673012)和国家社会科学基金项目(08CJY026)关于湖泊流域的最新研究成果,因此,首先感谢国家自然科学基金委和全国哲学社会科学规划办公室的研究资助,取得的部分研究成果和政策建议已经通过相关渠道递交给国家决策部门,供其进行流域水污染治理决策参考。同时,在数据搜集和太湖流域现场调研过程中,得到了太湖流域管理局的大力帮助,在研究过程,还得到中国水利水电研究院王浩院士、太湖流域管理局朱威副局长等许多专家、学者的宝贵建议、支持和帮助。

随着对河流流域、湖泊流域跨行政区水污染的不断深入研究,我越来越感觉到流域跨行政区水环境协同管理是流域管理学科中一个非常复杂的多学科交叉问题,不仅在学术上有很大的研究价值,而且对指导实践也具有重要的现实意义。2007年在复旦大学出版基金的资助下,出版了《我国流域跨界水污染纠纷协调机制研

究——以淮河流域为例》，是对河流流域跨界水污染治理的研究总结，于 2007 年入选国家新闻出版总署“迎接党的十七大重点图书选题和社会主义和谐文化重点图书选题”的 100 部重点图书，于 2008 年获得上海市第九届哲学社会科学优秀成果奖一等奖。本书再一次获得复旦大学出版基金资助，针对湖泊流域结构特点，提出了一套推动我国湖泊流域跨行政区水环境协同管理的理论和方法，可以说是上一本专著的姊妹篇。虽然本书凝聚了我多年来的研究心血，把取得的一些研究成果奉献给读者，但由于本人才疏学浅，书中难免会有错误和瑕疵，敬请读者批评指正，以利于本人的进一步研究和流域管理科学的发展。

赵来军

2009 年 2 月 28 日

目 录

1 绪论	1
1.1 解决我国流域跨行政区水污染迫在眉睫	1
1.2 国内外流域跨行政区水污染研究与实践现状分析	4
1.2.1 国外流域跨行政区水污染研究现状	4
1.2.2 国内流域跨行政区水污染研究现状	9
1.2.3 国外流域跨行政区水污染治理实践	14
1.2.4 国内流域跨行政区水污染治理实践	20
1.3 太湖流域自然经济社会与水环境概况分析	27
1.3.1 太湖流域自然概况分析	27
1.3.2 太湖流域经济社会概况分析	33
1.3.3 太湖流域水环境总体特征分析	35
1.4 太湖流域跨行政区水污染现状分析	39
1.5 小结	45
2 湖泊流域跨行政区水环境协同管理框架分析	47
2.1 湖泊流域跨行政区水环境协同管理的基本假设	47
2.2 湖泊流域跨行政区水环境协同管理“双向付费”理论框架	50
2.3 湖泊流域跨行政区水环境协同管理结构描述模型	53
2.4 流域跨行政区水污染产生机理分析	58
2.4.1 环境外部性分析	58
2.4.2 流域跨行政区水污染产生机理分析	59

2.5	建立流域跨行政区生态环境区域补偿体系	61
2.6	小结	63
3	工业污水及城市污水污染物削减成本分析	64
3.1	工业污水及城市污水处理成本研究现状分析	64
3.2	工业污水污染物削减成本分析	65
3.2.1	工业污水污染物削减成本函数分析	65
3.2.2	太湖流域工业污水污染物削减成本函数构建	67
3.3	城市污水污染物削减成本分析	80
3.3.1	城市污水污染物削减成本函数分析	80
3.3.2	太湖流域城市污水污染物削减成本函数构建	81
3.4	小结	92
4	湖泊流域跨行政区水环境行政协调模型研究	93
4.1	国内外流域管理机制分析	93
4.1.1	我国流域管理机制分析	93
4.1.2	国外流域管理机制分析	96
4.2	我国流域水污染治理现状模型分析	97
4.3	湖泊流域跨行政区水环境行政协调模型研究	98
4.3.1	流域环境成本最小模型	98
4.3.2	生态环境区域补偿模型	101
4.4	太湖流域跨行政区水环境行政协调模型的实证研究	105
4.4.1	面向 COD、NH ₃ —N 削减的太湖流域行政协调模型 分析	105
4.4.2	面向 TP 削减的太湖流域行政协调模型分析	110
4.4.3	太湖流域跨行政区水环境行政协调模型实证分析	111
4.5	小结	134

5 湖泊流域跨行政区水环境转移税(费)协调模型研究	137
5.1 排污收费概况分析	137
5.1.1 庇古税与排污收费分析	137
5.1.2 我国排污收费制度现状分析	139
5.2 湖泊流域跨行政区水环境转移税(费)协调模型研究	141
5.2.1 转移税与排污税对比分析	141
5.2.2 湖泊流域跨行政区水环境转移税(费)协调模型分析	142
5.3 太湖流域跨行政区水环境转移税(费)协调模型实证研究	145
5.3.1 构建太湖流域跨行政区水环境转移税(费)协调模型	145
5.3.2 面向 COD 削减的转移税(费)协调模型实证分析	149
5.3.3 面向 $\text{NH}_3\text{—N}$ 削减的转移税(费)协调模型实证分析	151
5.3.4 面向 TP 削减的转移税(费)协调模型实证分析	154
5.3.5 两种模型的污染物削减成本对比	156
5.4 湖泊流域跨行政区水环境协同管理模型适用条件分析	157
5.5 小结	159
6 我国湖泊流域跨行政区水环境协同管理对策研究	161
6.1 建立以流域管理为主、区域管理为辅的湖泊流域管理新体制	162
6.2 全面推进以功能区水质控制为目标的湖泊流域管理新机制	163
6.3 重塑权威高效的湖泊流域跨行政区水环境协同管理机构	164
6.4 建立统一的湖泊流域生态环境区域补偿管理办法	165
6.5 确立合理可行的流域跨行政区生态补偿因子和补偿	

标准	166
6.6 采用转移税(费)协调模式实施跨行政区水环境协同管理	167
6.7 提高工业企业与城镇污水处理厂污水合并处理比例	168
6.8 构建覆盖全流域的水质水量自动监测体系	169
6.9 制定促进流域跨行政区生态环境区域补偿的法律体系	170
6.10 “软”“硬”兼施地推进湖泊流域水环境综合治理	171
6.11 小结	172
7 结论	174
7.1 推进湖泊流域跨行政区水环境协同管理的理论创新成果	174
7.1.1 提出了我国湖泊流域跨界污染的产生机理和解决跨界污染的理论框架	175
7.1.2 采用行政手段建立了湖泊流域跨行政区水环境行政协调模型	176
7.1.3 采用经济手段建立了湖泊流域跨行政区水环境转移税(费)协调模型	177
7.1.4 选择转移税(费)协调模型推进我国湖泊流域跨行政区水环境协同管理	179
7.2 推进我国湖泊流域跨行政区水环境协同管理的政策建议	180
7.3 有待进一步深入研究的问题	183
参考文献	185
附录 1 2008 年 6 月太湖流域省界水体水资源质量状况	195
附录 2 2008 年 6 月太湖流域省界缓冲区水质达标状况	199
附录 3 2008 年 6 月太湖各湖区水质及营养状态	203

1 绪 论

1.1 解决我国流域跨行政区水污染迫在眉睫

地理意义上的流域是指由分水线所包围的河流集水区,分地面集水区和地下集水区两类,平时所称的流域,一般都指地面集水区。但是,流域并不仅仅是一个纯粹的水文系统,还是一个社会经济系统,可以说流域是以水为纽带、由上中下游组成的具有因果联系的复合生态系统。因此,流域有自然边界和行政边界之分,自然边界是流域长年累月自然形成的水力边界,而行政边界是为了便于经济、社会事务管理人为划分的,两者的范围常常不一致。正因为流域被不同行政区,甚至不同国家分割管辖,上下游之间、流域两岸之间常常因为利益冲突而引起跨行政区污染纠纷,严重影响了整个流域的污染防治和经济、社会发展,危害巨大,在国内外均引起了高度关注。例如,欧洲第三大河莱茵河流经瑞士、法国、德国、荷兰等 9 个国家,从 20 世纪 50 年代末开始出现跨国界污染纠纷问题;到 80 年代初,跨界污染使下游的德国、荷兰的生产和生活受到严重的影响。琵琶湖是日本京都、大阪、神户三市 1 000 多万人的生活水源和工业水源。20 世纪 60 年代,随着日本工业化进程加快,琵琶湖周边城市竞相加大向湖体排污,湖体水质急剧恶化,到 70 年代初期,琵琶湖水质污染达到高峰,湖体呈现严重富营养化,1977 年琵琶湖爆发大规模赤潮。位于美国东海岸的切萨皮克湾(Chesapeake Bay)是美国 130 个海湾中最大的一个,其北部

在马里兰州,南部抵弗吉尼亚州,海湾南北长 314 千米,东西宽 6—50 千米,湾区水域面积 1.10 万平方千米,人口 1 500 万,对美国来说,切萨皮克湾具有极为重要的商业、生态和娱乐价值,从 20 世纪 50 年代开始,水质开始恶化,鱼类大量减少,表现为富营养化、夏季缺氧严重、有毒污染严重、水生植物减少等。在我国,尤其是改革开放初期,人们强调单一经济目标的流域开发模式导致流域的资源、环境急剧恶化,环境问题日益严重。由于我国的环境管理体制和运行机制问题,我国流域跨行政区水污染纠纷问题一直存在,只是近二三十年来,随着经济的高速发展,跨行政区水污染呈现出上升趋势,跨行政区污染纠纷愈演愈烈,产生了巨大的社会经济危害,引起了强烈的社会反响。早在 1989 年,河北沧州吴桥县就开始与山东德州就南运河跨行政区污染问题交涉打官司。1992 年国务院下发了《关于解决山东省德州市与河北吴桥县就南运河水污染纠纷问题的通知》,这是国务院首次以专门文件的形式处理的污染纠纷,但是跨行政区污染问题依然没有得到解决。再如,2000 年底渤海沧州海域发生的严重渔业污染事件就是上游河南、山东的工业和生活污水导致下游河北沧州海域水质恶化,全国政协委员李有成说,“渤海湾要变清必须打破地方保护主义,解决渤海海域跨省污染问题”(《燕赵都市报》,2002)。再如,2002 年被央视《今日说法》和媒体广泛报道的泗安水库污染案中,安徽省广德县有机合成化工厂明明“把排污水管搁在下游邻居的家门口”,但是由于现行的环保体制,浙江省环保局对安徽省的企业既无权管理,更无权监督,待到污染事故发生后,广德县环保局以管辖权为由,拒绝配合浙江省环保局进行水样调查,由于行政区域限制增加了流域合作治污难度。2007 年 5 月 29 日江苏太湖蓝藻爆发导致无锡百万人无水可用、无水可饮;2007 年 7 月 2 日江苏沭阳遭上游山东客水污染团污染导致沭阳 20 多万人断水 40 多小时。跨行政区水污染问题已成为我国大型流域水环境管理的难治之症。

为了解决流域跨行政区水污染问题,发达国家在其工业化过

程中,从流域环境管理机制、跨行政区污染治理机制、治污财政投入、污染排放标准、水环境综合治理技术和工程等方面逐步总结经验,流域各地区也吸取了“先污染后治理”和“公地悲剧”式排污导致的惨痛教训,流域跨行政区污染问题得到逐步缓解,流域水质逐渐好转。莱茵河九国在 20 世纪 80、90 年代经过 20 多年的治理,付出了巨大的代价,才逐步恢复了原来的生态系统。日本通过明确各地区的污染物排放总量、严格控制污染物排放标准和环境影响评价标准、控制生活污水入湖、控制农业面源及修筑生态修复工程等措施,通过 35 年的治理,琵琶湖水质逐步好转,目前的水体透明度达 6 米以上,成为著名的旅游胜地。切萨皮克湾周边的四个州(市)以及国会、环保署等相关单位先后在 1983 年、1987 年、1992 年联合签署综合整治协议,经过 10 多年的治理,富营养化、有毒污染等问题逐步得到解决。

由于流域水污染问题尤其是跨行政区水污染问题不断恶化,引起了我国中央政府的高度重视,先后通过了“三河”(淮河、海河、辽河)、“三湖”(太湖、巢湖、滇池)水污染防治的“九五”、“十五”计划。在这些计划中,均明确提出了不同时期流域水质目标,尤其是各个时期各省的污染物削减指标、流域跨省断面水质指标,并对跨省断面逐步开展实时监测,流域相关省份都和国家环保总局(部)签订了水污染防治工作目标责任书,也经常表态要加大流域协作治污的力度。可是在实际行动中,各地方政府却拼命追求地方局部经济利益,不仅没有承担治污责任,而且不断出台“土政策”,导致地方保护肆意横行,不断侵占其他地区的环境资源,肆意排污,跨行政区水污染已经成为流域水污染防治的关键问题。根据太湖流域水环境监测中心提供的数据,2003 年 11 月,太湖流域省界河流 21 个监测断面,52%超标;2005 年 4 月,太湖流域省界河流 22 个监测断面,91%超标;2006 年 11 月,太湖流域省界河流 22 个监测断面,95.5%超标;2007 年 8 月,太湖流域省界河流 35 个断面,34 个超标,超标率达 97%。为了治理跨行政区水污染纠纷问题,

国家环保总局在 2007 年初首次施行“区域限批”政策,7 月份又出台“流域限批”政策,从 2007 年 7 月 3 日起,对长江、黄河、淮河、海河四大流域部分水污染严重、环境违法问题突出的 6 市 2 县 5 个工业园区实行“流域限批”,但是国家环保总局潘岳副部长认为:如果不改变目前“垂直分级负责、横向多头管理”的流域水环境保护体制,不建立一个跨地区、跨部门的流域管理机制,就不可能执行有效率的水污染防治措施。因此,要防止类似无锡蓝藻水危机事件重演已非目前分割的治水管理体制所能解决的,尽快建立跨地区、跨部门的流域污染防治机制,推动流域跨行政区水环境协调管理已迫在眉睫。

1.2 国内外流域跨行政区水污染研究与实践现状分析

流域是一个具有因果联系的复合生态系统,流域跨行政区污染冲突解决的最大难题在于上下游之间、两岸之间的利益协调问题,其涉及政治、经济、社会、生态、环境等多方面利益,是一个包括法律、经济、管理、地理、生态和系统理论的多学科方法的综合集成。

1.2.1 国外流域跨行政区水污染研究现状

跨国、跨地区的大型流域通常会涉及水量分配和跨界水污染问题。截至 2003 年,全世界各流域共签订了 3 600 多份双边或多边协议,但是没有一份协议真正解决跨界污染问题(Vinogradov S. 等,2003)。国际河流通常因水量分配、跨境污染问题导致国家间冲突,中东地区争夺约旦河水源的“六日战争”就是因水冲突导

致战争的典型案例。国家内部州(省)之间因水源而引起的纠纷,如不妥善解决,也可能转变为暴力冲突。例如 20 世纪 20 年代,加利福尼亚的农民多次破坏从本地区向南部城市输水的管道;20 世纪 30 年代,亚利桑那州出动军队,以保护位于亚利桑那州与加利福尼亚州之间的科罗拉多河上的引水设施。在美国西部有 21 条跨州界的河流由相关各州之间签订的协议管理(Bennett, 2000),但是大部分只考虑了水量分配问题而没有为水质纠纷给出合理的解决机制,造成了美国西南部几大流域的跨行政区水污染事件,损失高达数亿美元。Jing M. A. 等(2008)提出以强制能力、协议执行、纠纷处理三个准则来评判跨界水资源协议的优劣。随着跨界水污染纠纷问题日益突出和其广泛存在,国外很多专家、学者对流域跨行政区水污染问题从各个不同的侧面进行了大量研究。

解决流域跨界污染纠纷普遍采用行政、税收、排污权交易等三种手段,目前看来,无论发达国家还是发展中国家,直接管制手段一直都是环境管理的基本手段,政府明显倾向于借助强制执行标准、颁布许可证和监督制裁解决流域上下游跨行政区污染问题。但与税收等其他经济手段相比,直接管制手段存在执行成本高、效率低等问题(Baumol 等, 1975; Pearce 等, 1990)。并且,一旦跨界污染问题跨越国界,就必须采取与国内处置不同的处理方法,故直接管制手段在国际水污染纠纷中很难起作用。因此,近年来,采用经济手段和市场手段解决跨界污染问题越来越受到关注。通过征收排污税(费)等经济手段也是解决流域跨行政区污染这类外部性问题的常用手段, Schulze 等(1974)讨论了在完全信息、竞争的市场环境下外部性税收的最优化问题。许多研究表明许可证交易手段明显优越于直接管制手段,如果应用许可证交易系统代替直接管制系统可以节约大量成本(Tietenberg, 1992)。Barcena-ruiz (2006)讨论了上下游两个国家的环境税收问题; Axel Michaelowa (2004)则强调排污权交易等手段必须与其他流域管理政策相配合才能发挥作用。Charles D. Kolstad (2005)、D. W. K. Yeung

(2007) 运用博弈模型分析了跨界污染问题中的不确定性问题。协商谈判是许多国家采取的另一种解决流域跨界纠纷的方法(Bennett, 2000)。与直接管制手段相比较, 协商谈判有较好的灵活性, 但存在协商成本大、周期长、监督难、执行难等问题, 并且需要一个规范的社会和法律环境。Siebert(1997)提出了跨行政区水污染的非合作解决方案和合作解决方法, 分析了上游国家污染下游国家的情况, 与非合作方法对比, 在合作方法中, 两个国家追求联合成本最优, 认为下游国家的减污仅仅使本国受益, 而上游国家减污使上下游均受益, 因此, 提出了“单向付费”(side payments)的解决方法, 即下游国家向上游国家单方面付款, 但“单向付费”并不是令人满意的解决方法。“对于单方向外部性的博弈解倾向于受害者为避免污染而付款, 这种受害者付费的体制违反了被国际社会普遍接受的‘污染者付费原则’(PPP), 由于收入不均衡, 下游国家可能拒不执行向上游国家单方面付款以免遭水污染危害的方案。”(Bennett 等, 1997) Siebert 等提出的模型没有考虑流域类型(湖泊或河流)问题, 也没有反映出流域管理机构与各地区之间的博弈关系问题。Veeran 等(1999)以莱茵河为例提出了跨行政区水污染最小减污成本方法, 认为在目前跨行政区水污染治理中给流域各个国家和地区同样比例的减污目标, 而不考虑产生污染物的行业和所处位置, 这样看似公平, 实际上并不是最有效率的, 即如果考虑行业间减污成本的差异和减少排污导致的上游地区对下游地区水质影响的差异, 可以用更低的成本达到同样的水质目标。Veeran 等以莱茵河的磷和硝酸盐削减为例对所提出的新方法进行了分析, 认为通过排污权交易方式不但能够达到水质目标, 而且保证成本最小。Veeran 等人的研究只以莱茵河这样的河流流域为研究对象, 而未考虑湖泊流域。John 等(2001)通过建立两个地区的非对称动态博弈模型研究跨行政区污染的环境政策安排问题, 研究结果指出联合收益肯定大于分散控制收益, 但他们只分析了两个跨行政区污染地区的动态博弈关系。Helmuth 等(2004)研