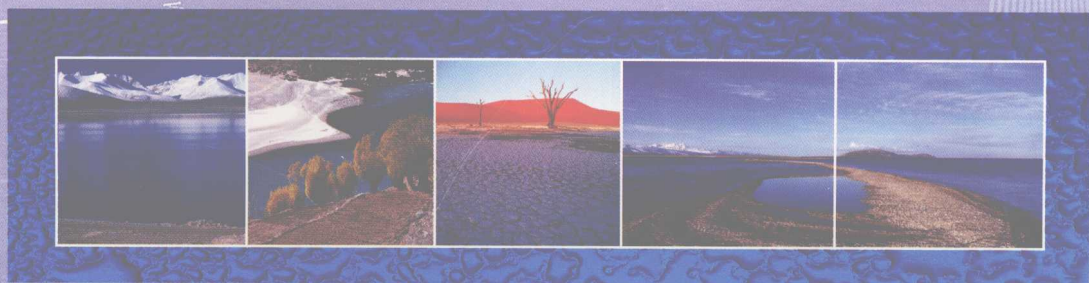


Research on mechanism design about
tradable water rights
under sustainable constraints in China

中国可持续发展条件下的 水权交易机制研究



罗慧 著

气象出版社

中国环境与发展国际合作项目
环境政策研究中心
环境政策研究中心环境政策研究室

中国可持续发展条件下的 水权交易机制研究



王毅 著

中国可持续发展条件下的 水权交易机制研究

罗 慧 著

气象出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国可持续发展条件下的水权交易机制研究 / 罗慧著.
北京: 气象出版社, 2007. 4
ISBN 978-7-5029-4300-4

I. 中… II. 罗… III. 水资源管理-研究-中国
IV. TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 036330 号

气象出版社出版

(北京中关村南大街 46 号 邮编: 100081)

总编室: 010-68407112 发行部: 010-62175925

网址: <http://cmp.cma.gov.cn> E-mail: qxcbs@263.net

责任编辑: 成秀虎 吴庭芳 终审: 黄润恒

封面设计: 大气洋流 责任技编: 都 平 责任校对: 石 仁

*

北京京科印刷有限公司印刷

气象出版社发行

*

开本: 787×960 1/16 印张: 14.75 字数: 200 千字

2007 年 4 月第一版 2007 年 4 月第一次印刷

印数: 1~1200 册 定价: 32.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等, 请与本社
发行部联系调换

序

—

罗慧博士要出专著，书名叫《中国可持续发展条件下的水权交易机制研究》，约我写序，原因可能是在这本书稿的主要内容还是她的博士学位论文的时候，我参与过评审；再者可能因为我自己爱水、学水、干水的缘故。但不管出于什么原因，我答应写，因为这是又一次向青年学者学习的机会。

水资源紧缺和水环境恶化，已使水问题上升为世界性的问题，成为 21 世纪全球关注的热点。河水断流，湿地干涸，湖泊污染，地下水过度开采，地沉地裂，干旱缺水……，几乎每天都可以从传媒中听到或看到这些触目惊心的、灾难性的涉水现实，迫使各国的决策者和政策制定者，急切寻求改进水资源管理的新理论、新方法和有效途径，也促使不同学科的专家学者们，从不同角度关注和研究水问题。

罗慧博士的书，正好适应了这种形势的需要，证明作者敏锐的学术触角和探索精神。

本书针对中国缺水和水污染问题并发的现实，以陕北黄土高原为例，研究可持续性环境约束条件下的水权，尤其是水量权和排污权——“两维水权”交易的机制设计研究问题，以此作为研究的主线，综合应用环境资源经济学、可持续发展理论、博弈理论、产权理论、运筹学等多学科理论和方法，力求创新。最大的创新点在于，将水资源中水量和水质这两个最重要层面的问题紧紧联系在一起，从两维水权的角度，详细研究了水资源的可持续发展以及面向可持续发展的水权交易问题。研究中构建并拓展了水资源最优配置以及水权交易的市场机制模型，运用了数值仿真方法和实证研究相结合，并进行了计量经济分析，得出了有价值的结论和有依据的政策建议。这种研究和思路方法，具有明显的

前沿性，主要体现在：（1）建立了包含水量和水质的中国水权管理中的博弈模型，主要从静态博弈和动态博弈两个角度分析问题；（2）提出符合中国国情的水权“准市场”交易机制，是将政府管制和市场机制比较优势有机结合、水量和水质紧密结合的模式，通过政府管制作用来确保把基流量和水质保证作为水权交易的品质标准，通过市场机制设计来自动调配水权、提高用水效率；（3）在综合考虑水量权和排污权的前提下，把保障河道最小基流量（IFN）作为环境约束条件，把水质影响集成到水量分配中，研究解决减少负外部性问题；（4）建立了两维水权最优配置模型，通过最优控制求解水量权和污染权的外部性大小、最优价格以及社会成本的关系函数；（5）进一步提出两维水权交易的市场设计模型，引入政府管制和交易成本等重要参变量，通过解决最优控制问题，深入研究了水权交易市场机制和市场均衡问题。

因此，这是一本富于创新且具有理论深度与使用价值的好书，通过这本专著的问世，祝愿作者的努力能为解决我国乃至世界的水问题立下新功，也祝她再上一层楼。

中 国 工 程 院 院 士
国际干旱半干旱地区水资源
与环境研究培训中心主任

2007 年元旦于长安大学

序 二

随着经济的快速发展以及由此带来的全球变暖的影响,在影响生态环境的各因素中,水资源问题已成为 21 世纪全球关注的热点。在中国,一方面由于污染和过度使用地表水资源使水资源短缺问题日益突出;另一方面,由于气候变暖促使青藏高原上方水蒸气量的改变又有可能引发一些地方洪水泛滥。因此,能否实现水资源有效和持续的利用已成为中国经济社会发展面临的突出问题,也成为近几年学术界关注的重点。

本书是罗慧在其博士学位论文的基础上完善而成的。罗慧自 2002 年 3 月考入西安交通大学管理学院在我指导下在职攻读博士学位以来,能够以研究问题为导向高效地学习,求知若渴,勤于钻研,通过其刻苦努力顺利获得了博士学位。在确定其学位论文选题时,适逢我在美国加州伯克利大学做高级访问学者,发现国际上的水权研究已经开始注重应用市场设计等相关理论去解决现实问题,结合中国水资源问题的特点,我建议她围绕水权交易的机制或市场设计开展研究。面对这项富有挑战性的资源经济类研究工作,她迎难而上,在导师的指导下以产权经济学、机制及市场设计等理论为参照构建模型并在分析中结合较新的仿真模型及计量经济方法,最终取得了一系列有价值的成果。

本书立论新颖、结构合理,通过可持续性环境约束条件下的水权及二维水权交易的机制设计研究,对水权最优配置和水权交易模型进行了拓展,本书反映的研究成果具有相当的理论深度和较好的实际应用价值。

教授、博士生导师

万迪明

2007 年元月于西安交通大学

摘 要

随着中国水资源匮乏和水污染态势日益严峻,建立一个面向可持续发展的水权交易机制的需求日益凸现。目前国内关于水权交易机制的研究以及国内外把水量权和污染权结合在一起的相关研究并不多见,本研究提出建立一种“准市场”的水权交易机制,将这二维水权有机结合,既满足可持续发展环境约束条件,同时也能解决水短缺和水污染问题,因而具有很强的现实意义。本书主要研究内容和创新点如下:

(1) 建立了在可持续发展条件约束下水资源政府管制和市场机制相结合的水权博弈分析模型。在描述和比较了传统行政模式和市场模式下水权管理不同特征的基础上,表明了不同模式下各自的利与弊,目前无论哪一种单纯的管理模式都不能满足水资源的可持续发展要求。本书建立了将政府管制和市场机制比较优势有机结合的博弈模型,把水量和水质两个维度纳入该模型之中,分别从静态和动态博弈两个方面,在保证水质前提下,解决了各个水用户的用水量问题。

(2) 针对上述分析结果,结合中国国情,提出了一种准市场的水权交易机制分析框架。始终把保障基流量 IFN (河道内流量需求) 和水质保证作为环境约束条件,把水质影响集成到水量配置的研究中,结合了政府管制与市场机制两种配置方式的优势,建立了兼顾水量权和污染权的水权最优配置和水权交易市场设计分析框架。该框架中,包括界定初始水权、监管 IFN 和水质的环境约束、制定水权交易规则的政府管制因素,同时包括自动调配水权、提高用水效率和水市场的有效性的市场机制设计因素,两者结合减少负外部性的产生,满足了面向水资源可持续发展的

水量和水质目标, 兼顾了水资源有效分配和公平问题。

(3) 根据这个分析框架, 建立了准市场机制下的二维水权最优配置模型。模型包括政府管制影响函数、水实际消费量、水排放量、可供使用的水量、水质水平等五个状态变量, 通过解决不等式约束下的最优控制问题, 求解得出决定水量权和污染权的外部性大小、最优价格以及社会成本的关系函数, 并通过应用基于有限元和核函数的数值仿真方法研究重点分析了外部性特征, 研究得出在环境约束下水环境负外部性与自变量因子相关性的假设关系, 发现负外部性随自变量 i 线性变化, 邻近水用户之间的外部效应是递增的, 越到下游地区越明显。并将理论研究和实证研究相结合, 通过经济计量分析来验证假设, 具体研究了中国企业用水中由于水量权和排污权交易造成负外部性受哪些因素的影响, 支持了有关论点。

(4) 在最优配置模型基础上又引入了交易成本函数、水量权交易函数和排污权交易函数等共计八个参变量函数, 建立了水用户交易水量权和污染权的市场设计模型。通过解决最优控制问题, 进一步研究了中国水权交易市场机制和市场均衡问题, 求解得出水市场均衡 Nash 解, 发现在达到均衡时, 上游用户不愿意向非邻近的下游用户购买许可证, 而下游用户也不愿意向非邻近的上游的许可证支付机会成本; 同时也发现了交易成本是决定水权交易市场效率的最重要的因素; 由于从上游到下游的一个无论水量水平还是水质水平的转移, 增长了下游节点 i 的水量和水质, 减少了 i 的 IFN 约束, 邻近水用户之间水权交易可以有效减少负外部性, 这对于满足最优解决方案的水权交易市场是很有意义的。

关键词: 可持续发展; 水权; 水权交易; 负外部性; 机制设计

Research on mechanism design about tradable water rights under sustainable constraints in China

Abstract

Along with the growing scarcity of water shortage and increasing of waste water pollution in China, the need for an efficient, equitable and sustainable mechanism design about tradable water rights has increased. However, few correlative studies on combining water flow with pollution rights in domestic and abroad literatures are found currently. This paper tries to combine tradable water flow rights with pollution rights. The quasi-market mechanism of tradable two-dimension water rights is set up, which is not only under sustainable environmental constraints but also useful to solve the water shortage and pollution problems. The chief research results of this dissertation are followed:

(1) It constructs the game model of water rights under sustainable environmental constraints both under government regulation and market mechanism in China. It describes and compares the different game characters respectively under traditional government regulation and pure market mechanism. The results show that it goes against sustainable development of water resources under current water management pattern since each of them has its respective advantage and disadvantage. It constructs the game model of water rights under sustainable environmental constraints which combines the predominance of each model as well as combines two dimensions, e. g. water quanti-

ty with water quality from the point of view of static game theory and dynamic game theory. The result shows needs for water users of both water quality and water flow are satisfied. The problems of water flow need for each water user are solved; meanwhile water quality standard is also satisfied.

(2) In the light of the analyses as mentioned above, a framework is put forward, which is about the quasi-market mechanism of tradable water flow rights as well as pollution rights in China. It is always constrained by Instream Flow Need (IFN in brief), which means minimum water flow and water quality standard, combines the advantages of government regulation with market mechanism. It establishes analytic framework of optimal allocation of water rights and market design of tradable water rights by combining the water flow and its rights with water pollution and its rights. In this framework, it includes government regulation factors, e. g. the defining and allocation of primary water rights, supervision of IFN, water quality need and implementing of tradable rules. It also includes market design factors, e. g. stimulation to allocate water rights automatically, improving the efficiency of water usage. Thus it can mitigate the negative externalities, aim at sustainability of water flows and water quality and satisfy both efficiency and equity.

(3) According to this quasi-market mechanism frame, a model of the optimal allocation of water flows and pollution rights is made under sustainable environmental constraints. Five state variables are introduced in the two-dimension such as functions of influence government regulation, actual water consumption, discharged water flows, and water flows and the others. The calculating results show functions that deciding the externalities, imputed price and social costs of water flows and pollution rights by solving optimal control problems under inequality con-

straints. It is found that negative externalities of adjacent water user increase with i from upstream to downstream, which support the optimal solution will have permit values. It also results in the relativity of all variables and the negative externalities at the optimum solution by numerical simulation based on finite element methods and kernel functions calculating. Then, this dissertation tries to combine the theory study with empirical study. Questionnaire is designed according to hidden hypotheses obtained from mathematic characteristics through numerical simulation. Hard investigations of some corporations and interviews with some experts are made. It applies the econometrics software to the econometric analysis with these data. These hypotheses are validated and points are supported.

(4) Based on the optimal model, the two-dimension market design model of tradable water rights is made. There are eight variables' functions in all, including the other three important functions such as influence function of transactions costs, function of tradable water flows and function of tradable water pollution damages. For the optimal control problems under inequality constraints are solved, a Nash equilibrium in a water market for tradable water rights is reached in conjunction with a market for pollution damages, which solves the optimal problem. It shows that upstream users will never purchase permits from non-adjacent downstream users at equilibrium. In addition, downstream users are never willing to pay the opportunity cost for non-adjacent upstream permits at the margin. It also shows that the transactions costs are the most important factors to determine the efficiency of the water market. The results also show that adjacent trades can reduce the negative externalities since a shift in water use from upstream to downstream of i increases the volume and improves the quality of flows at site i , and meanwhile,

it reduces i 's IFN constraints, which is significant to satisfy optimal scenario of tradable water rights market.

Key Words: Sustainable development; Water rights; Tradable water rights; Negative externalities; Mechanism design

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 研究背景	(3)
1.1.1 资源背景	(3)
1.1.2 制度背景	(6)
1.2 问题的提出	(10)
1.3 主要概念界定	(13)
1.4 研究意义	(16)
1.4.1 现实性	(16)
1.4.2 先进性	(17)
1.5 研究目标	(19)
1.6 研究框架、思路与方法	(20)
第二章 理论综述	(23)
2.1 水资源可持续发展	(25)
2.2 水权和水权交易	(29)
2.2.1 产权经济理论	(29)
2.2.2 水权	(33)
2.2.3 典型的水权制度	(36)
2.2.4 水权交易	(39)
2.2.5 水权交易实例的研究	(51)
2.3 水权管理体制	(53)
2.4 本章小结	(56)

第三章 中国水权管理博弈特征分析	(59)
3.1 中国水权特征分析	(61)
3.1.1 中国水权分类	(61)
3.1.2 水权的行政计划配置模式	(63)
3.1.3 水权的市场配置模式	(65)
3.1.4 水权配置模式的比较	(66)
3.2 水资源政府管制的博弈分析	(69)
3.2.1 关于水量的博弈分析	(69)
3.2.2 关于水质的博弈分析	(71)
3.3 水资源市场配置的博弈分析	(73)
3.3.1 关于水量的博弈分析	(74)
3.3.2 关于水质的博弈分析	(77)
3.4 水权准市场交易机制框架的提出	(83)
3.5 本章小结	(86)
 第四章 水权最优配置模型及其数值仿真分析	(89)
4.1 水权准市场交易机制分析	(91)
4.1.1 水权准市场交易机制的目的	(91)
4.1.2 水权准市场交易机制的前提假设	(93)
4.2 水权准市场交易机制中的政府管制分析	(95)
4.2.1 确保水资源可持续发展的环境约束条件 ...	(96)
4.2.2 集中配置和公平的作用	(98)
4.3 可持续发展约束条件下的水权最优配置模型 分析	(101)
4.4 水权交易的数值仿真	(108)
4.4.1 基于核函数的有限元方法应用	(108)
4.4.2 水权交易的数学特征及其假设	(112)
4.5 本章小结	(116)

第五章 水权准市场机制模型及其市场均衡分析	(119)
5.1 水权准市场交易的前提	(121)
5.2 水权准市场交易的市场主体及有效性分析	(126)
5.2.1 水权准市场交易的市场主体分析	(126)
5.2.2 水权准市场交易中的有效性分析	(129)
5.2.3 水权管理中政府部门代理人道德风险 分析	(130)
5.3 水权准市场交易机制模型的构建	(137)
5.3.1 主要参变量的进一步拓展	(137)
5.3.2 水权交易市场机制模型的分析	(139)
5.4 水权交易市场均衡的 Nash 解	(142)
5.5 本章小结	(148)
第六章 水权交易的研究背景选择及其特点	(151)
6.1 样本的选择和概况	(153)
6.1.1 样本的选择	(153)
6.1.2 样本的概况	(156)
6.2 陕北黄土高原气候干旱特点及水资源利用 现状	(160)
6.2.1 陕北黄土高原地区气候干旱特性的 混沌研究	(160)
6.2.2 陕北黄土高原水资源利用现状	(164)
6.3 问卷设计及内容	(165)
6.3.1 调查问卷的设计	(165)
6.3.2 访谈提纲的设计及其他数据的收集	(167)
6.3.3 问卷调查的内容	(167)
6.3.4 调查执行过程	(168)
6.4 本章小结	(170)

第七章 水权交易的经济计量分析及政策建议.....	(171)
7.1 研究数据的收集及问卷的总体分析	(173)
7.1.1 研究样本数据的有效性判断	(173)
7.1.2 企业水权交易的初步分析	(174)
7.2 水权交易机制的 Pooled Sample 回归分析	(176)
7.3 水权交易机制的 Panel Data 模型分析	(179)
7.3.1 Panel Data 模型设定	(180)
7.3.2 Panel Data 模型回归结果	(182)
7.4 相关政策建议	(185)
7.5 本章小结	(189)
第八章 结论和展望.....	(191)
8.1 结论	(193)
8.2 创新点	(195)
8.3 研究展望	(197)
致谢.....	(198)
参考文献.....	(200)
附录.....	(214)