

生态文明导向的沿海灌区 水价优化研究

ShengTai WenMing DaoXiang De YanHai GuanQu ShuiJia YouHua YanJiu

◎ 辛宝贵 侯贵生 / 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

山东科技大学学术著作出版基金资助出版

生态文明导向的沿海灌区 水价优化研究

ShengTai WenMing DaoXiang De YanHai GuanQu ShuiJia YouHua YanJiu

◎ 辛宝贵 侯贵生 / 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

生态文明导向的沿海灌区水价优化研究 / 辛宝贵,
侯贵生著. —北京: 经济科学出版社, 2016. 6

ISBN 978 - 7 - 5141 - 7030 - 6

I. ①生… II. ①辛…②侯… III. ①沿海 - 灌区 -
水价 - 研究 - 中国 IV. ①F426. 9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 141929 号

责任编辑: 段 钢

责任校对: 刘 昕

责任印制: 邱 天

生态文明导向的沿海灌区水价优化研究

辛宝贵 侯贵生 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮箱: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http: //jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京万友印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 14 印张 210000 字

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 7030 - 6 定价: 48.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191502)

(版权所有 侵权必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

前 言

生态文明是强调生态效益、社会效益和经济效益的协调统一与可持续发展。在沿海灌区，以生态文明为导向优化水价，促进生态效益、社会效益和经济效益的协调发展，有利于激励利益相关者节水、治污和开源，有利于合理配置水资源、提高用水效率，有利于实现生态、社会和经济三大效益协调统一的总用水效益最优，有利于促进沿海灌区生态环境和经济社会的协调发展，是应对水危机的一项重要措施，也是我国当前的一个重要研究课题。

本专著主要从以下三个方面开展研究：

(1) 研究生态文明导向的沿海灌区水价优化模型建模及其解法。

将生态文明导向的沿海灌区水价优化问题归结为的一个三层次多目标规划问题，即实现生态效益、社会效益和经济效益三个层次顺次实现优化，构建多目标三层次优化模型，并运用模糊数学理论给出了此模型基于整体满意度最优的解法。并以垦利灌区为研究对象，处理实际数据，求得其水价优化方案，以便于指导垦利灌区以及其他沿海灌区生态文明导向的水价改革。

(2) 研究沿海灌区水价动态博弈演化的复杂性。

三个供水寡头的水价博弈演化非常复杂，表现出余二维分析现象和混沌现象。因而，在研究动态的水价博弈演化与优化问题会显得难度较大，需要根据实际情况进一步简化模型。

(3) 研究基于生态响应的灌区间水价动态演化的协调同步问题。

首先构建了一个考虑生态响应的离散水价动态演化模型，并设计了一个基于线性状态误差控制的投影同步方案，实现了两个水价动态演化系统的协调同步。

本专著的研究一直受数据准确性、情景完备性和模型可靠性、政策建议针对性和有效性等问题的多重困扰。因而，模型的构建、求解与应用需要多次循环进行，不断反馈、完善和提高，更好地服务于社会经济实践。

作者

2016年4月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 研究意义	2
1.1.1 激励利益相关者节水、治污和开源	2
1.1.2 合理配置水资源、提高用水效率	3
1.1.3 实现生态、社会和经济三大效益协调统一	3
1.1.4 促进沿海灌区生态环境和经济社会的协调发展	3
1.2 国内外研究现状	4
1.2.1 生态文明的理论和研究	4
1.2.2 生态文明导向的自然资源管理	6
1.2.3 水资源定价研究	7
1.2.4 灌区水价研究	19
1.2.5 优化理论和方法在水资源定价领域的应用	28
1.3 研究思路与结构安排	31
1.4 主要研究方法	33
第2章 沿海灌区水价的形成分析	35
2.1 沿海灌区水资源的供给和需求弹性测算	36
2.1.1 供给弹性测算	36
2.1.2 需求弹性测算	37
2.2 不同水源直接成本与外部成本的测算	41

2.2.1	资源成本测算	41
2.2.2	工程成本测算	45
2.2.3	环境成本测算	46
2.3	农户用水成本、收益及其承受能力分析	47
2.3.1	成本和收益分析	47
2.3.2	农户承受力分析	50
2.4	水权和排污权的交易成本与收益分析	52
2.4.1	水权交易成本与收益	52
2.4.2	排污权交易成本与收益	54
2.5	用水的生态补偿机制设计与量化分析	56
2.6	用水的经济效益、社会效益和生态效益测度	58
2.7	本章小结	59
第3章	沿海灌区水价动态博弈演化的复杂性分析	61
3.1	模型构建	62
3.2	稳定性分析	66
3.3	余二维分岔分析	71
3.4	混沌的存在性检验	76
3.5	本章小结	81
第4章	生态文明导向的沿海灌区水价优化模型	83
4.1	问题描述	86
4.1.1	沿海灌区系统论	86
4.1.2	多层次多目标优化特征	87
4.1.3	研究框架	88
4.2	目标解析	88
4.2.1	第一层:生态效益目标	88
4.2.2	第二层:社会效益目标	91

生态文明导向的沿海灌区水价优化研究

5.3.2	参数设定	148
5.3.3	计算过程	149
5.3.4	结果分析	157
5.4	政策建议	159
5.4.1	做好供水成本核算工作	159
5.4.2	实行水价改革	160
5.4.3	加强垦利水资源短缺的宣传	160
5.4.4	成立农民用水协会	161
5.4.5	增加农民收入,提高农民缴纳水费能力	163
5.4.6	提高污水处理能力,推广再生水利用	164
5.5	本章小结	165
第6章	灌区间水价动态演化的协调同步研究	167
6.1	灌区间水价动态演化模型的复杂性研究	169
6.1.1	建模	169
6.1.2	模型的混沌存在性检测	171
6.2	基于线性控制的离散协调同步理论	173
6.3	灌区间水价动态演化的协调同步研究	174
6.3.1	灌区间水价动态演化的协调同步方案	174
6.3.2	数值模拟	177
6.4	本章小结	183
第7章	总结与展望	185
7.1	本书总述	186
7.2	有待进一步研究的问题	187
译名对照表		189
参考文献		192

生态文明导向的沿海
灌区水价优化研究

Chapter 1

第1章 绪 论

1.1 研究意义

随着工业文明的不断推进,我国经济、社会持续快速发展,取得了一系列举世瞩目的成就,但是在这个过程中各种自然资源也付出了代价。水资源作为社会经济发展的重要支柱,在过度掠夺式开发过程中显得越来越短缺。农业用水在总用水中占比约 2/3,其中沿海 11 省市(区)陆地面积 12768 万公顷,海岸线长 18000 余公里,虽然这些地区大多经济发展迅速,但应玉飞(1999)认为沿海灌区的水供需矛盾突出,水价系统构成不合理。^[1]我国沿海灌区现有水价体系既不能充分反映水资源的稀缺性和环境治理成本,也不能推进灌区经济发展。所以我们需要根据灌区不同水源供水组合的成本构成和价格形成之间的差异,以生态文明为导向重新优化水价体系。

1.1.1 激励利益相关者节水、治污和开源

我国沿海灌区水价偏低且水资源供应成本差距较大,用水者不注重节水,水价设定机制中没有考虑水资源的环境成本,水资源开发供应商由于灌区水行业的低利润甚至亏损减少对水资源开发和利用的投资。自水资源进入商品化的阶段,我国沿海灌溉水价也在不断地调整,水资源供应成本也在不断提高,但是两者之间的差异越来越大,水价偏低既会降低用水者的节水意识,也会影响供水企业开源、供水的积极性。优化沿海灌区的水价体系,调整沿海灌区水价更加接近水资源开发和供应的边际成本,使用水者更加注重节约用水,国家管制部门更好地将水价中生态环境成本应用于治污,水资源开发和供应公司更加积极地开源。

1.1.2 合理配置水资源、提高用水效率

长期以来,我国农业灌区存在用水量占总用水量比重高和用水效率低这两个特点。一方面水价作为水资源配置的杠杆,合理的水价能够更加客观、准确地反映水资源开发和供应的成本,面对水资源稀缺的社会现实,使水资源流向利用率更高的地方或者用户,进而合理配置水资源。另一方面,将灌区水价与水资源的利用率结合起来,通过优化水价,改善水资源定价机制可以增强对灌区水资源的管理,提高灌区水资源的利用率。

1.1.3 实现生态、社会和经济三大效益协调统一

采用生态文明导向的优化水价可以将灌区生态、社会和经济三方面有机地结合起来,改变以往仅以经济效益定价的机制,将生态环境的治理和维护效益、社会的合理适度用水效益以及经济上的发展和进步效益结合起来,达到总用水效益的最优化。在生态、社会和经济三个方面考虑水资源使用效益时,最后的定价规则和定价结果会差别很大,用水效益较优可能需要以效益作为代价。将三方面结合起来讨论,优化水价达到生态、社会和经济三方面总用水效益最优才是最符合现代社会发展、最有利于生态可持续发展的方法。

1.1.4 促进沿海灌区生态环境和经济社会的协调发展

沿海灌区用水量大,在水资源的开发和利用过程中资源的不断减少加剧了水资源的稀缺程度,伴随着这种开发灌区周围的生态环境也受到了很大冲击,环境不断退化。优化沿海灌区水价,将水资源开发和利用过程中对生态环境的消极影响降到最低,在灌区水价中反映出

水资源消耗与生态环境代价之间的关系，将水价中有关生态环境的成本用于环境的治理和维护。在经济社会不断发展的过程中，加强灌区水资源的循环利用，保持良好的生态环境，促进生态环境与经济社会的协调发展。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 生态文明的理论和研究

生态文明作为工业文明的发展和升级，要求人们在享受现代生活时更加注重对环境的保护，更加注重人与自然的和谐相处。20 世纪 60 年代之前，人们还没有真正意识到生态环境对人类生存的意义，没有进行对生态环境文明的研究。1972 年，罗马俱乐部在斯德哥尔摩联合国环境大会上发表了以《增长的极限》为题的报告，这篇报告引起了世界上的政界和学术界对生态环境问题的关注，关于生态环境的研究进入人们的视野。在此之后国外学者开始不断进行生态文明方面的研究，如表 1-1 所示，最初的研究是以“生态现代化”为起点。

表 1-1 生态现代化研究汇总	
作者	研究成果
Janicke	提出生态现代化概念，给出环境问题“预防性”政策的构想，强调以系统性的生态创新为基础的环境问题研究路径 ^[2]
Hajer	以几个发达国家为案例研究生态现代化的制度安排和制度框架，认为生态环境保护并不仅带来成本也会带来回报，形成了保护环境的经济成本内在化的现代化综合性新政策论 ^[3]
Christoff	认为生态环境保护和社会经济的发展应相互结合、相互促进，将生态环境和经济发展两者有机结合起来提出了生态现代化的弱化强化论 ^[4]
Spaargaren	从社会生活和消费的角度出发，提出了消费观念的生态化，认为生态环境会受到社会生活方式和消费者的消费观念的影响 ^[5]

续表

作者	研究结果
Mol	认为生态现代化需要和现代化的技术、市场经济效率以及政府干预结合起来，创建生态市场，以达到社会、经济和生态共同协调发展 ^[6]
Lundqvist	以瑞典为例，从政府职能的角度分析了生态现代化进程，提出生态现代化制度优化命题 ^[7]
Baker	以欧盟的可持续发展理论为背景，分析了欧盟生态现代化政策的目标、措施与效果 ^[8]
Clifford Cobb	认为实现生态文明的首要任务是人类改变原有的行为和思考方式，改变片面、短浅的思维方式向整体、长远的思维方式转换 ^[9]
John Cobb	提出在工业文明进程中，生态环境遭到破坏，建设生态文明过程中人类应该改变看待自然的態度，树立世界性的生态观念 ^[10]

与西方的生态文明研究相比，我国的研究起步较晚，20 世纪 90 年代我国学者才开始关注生态文明的研究。申曙光（1994）认为取代工业文明引导人们继续发展的文明是生态文明，生态文明是工业文明的发展和继承，能够避免工业文明的弊端，有利于资源的循环利用和社会的可持续发展。^[11]白光润（2003）提出生态文明主要体现在人对人与自然关系产生的觉悟的新理念，以及这种新理念产生的人对人与自然关系方面的价值观和行为修养。^[12]任恢忠等（2004）指出生态文明是指人类在某一地理区域中，建立起的以物态平衡、生态平衡和心态平衡为基础的高度信息化的新的社会文明形态。^[13]廖才茂（2004）提出生态文明不仅仅是一种局部的社会现象，而是一种相对于农业文明、工业文明的社会经济形态，并指出生态文明的基本特征可以从技术体系、产业体系、政府行为与法律制度、生产方式与生活方式等方面来揭示。^[14]

李鹏鸽（2006）认为生态文明提倡“认识自然的一员”的价值转变，提倡爱自然就是爱人类本身的观点，提倡保护生态环境是伦理道德的首要准则，提倡自然环境要与经济社会发展统一。^[15]马桂新（2007）认为生态文明作为一种新型文明，它以人与自然协调发展作为行为准则，是对工业文明进行反思的结果，是比工业文明更进步、更高级的人类文明形态。生态文明以尊重和维护生态环境为宗旨，以

可持续发展为根据,以未来人类继续发展为着眼点,强调自然界是人类生存与发展的基础,强调人与自然环境的共处相融。^[16] 郇庆治(2013)认为我国的社会主义生态文明远非是一种具有客观确定性的结果,严格意义上的社会主义生态文明既不是一种必然然而然意义上的唯一性选择,也不是一种自然而然意义上的唯一性结果,在建设过程中不能过度强调生态文明的社会主义属性。^[17] 王灿发(2014)认为生态文明既是人类处理人与自然关系过程中取得的积极成果的集合也是一种更加高级的社会形态,生态文明建设过程中需要创新法律保障体系。^[18]

1.2.2 生态文明导向的自然资源管理

生态文明的建设和自然资源消耗之间有着密切的联系,近年来越来越多的学者开始重视生态文明导向的自然资源管理问题的研究。张孝德(2008)提出了“金砖”四国在资源与环境约束下,需要建立一种与西方工业文明中“成本外化”模式不同的低耗能、自净化的“成本内化”生态文明模式。^[19] 廖福霖(2009)认为资源问题、环境问题从生态文明的角度来看可以从资源节约友好的消费观念和绿色消费模式上寻求破解路径,并提出以绿色消费、循环消费和低碳消费指导生态文明下的自然资源消费。^[20] 成金华(2011)认为搞好自然资源管理是建设生态文明的基本任务,我国要不断实现社会经济发展,资源能源节约以及生态环境保护相协调的发展模式。^[21] 张彦英、樊笑英(2011)认为生态文明建设应该使资源环境价值的生态价值和生产力价值平衡的同时实现资源高效利用和生态保护能力不断上升。^[22] 李臻谛、罗勋(2011)认为应以生态文明观念为基础,建立一种科学、系统的自然资源评价体系,在自然资源管理过程中全面考虑经济效益、社会效益和生态效益。^[23] 生态文明与自然资源管理的研究大都局限于资源的分配、资源体系评价,以及发展模式中的自然资源和经

济、社会的和谐,对于生态文明导向的自然资源定价研究较少。

我国很多学者基于生态文明理论,对具体的自然资源管理进行了研究。余达锦(2010)以鄱阳湖流域生态经济区为研究对象,对生态文明建设中的新型生态经济区的发展进行了系统分析,要积极转变生态经济区的资源依赖型产业,增强资源的集约意识。^[24]杜宇等(2009)构建了我国生态文明建设评价递进的层次指标体系,并根据定量分析的结果提出了建设节水型社会是解决我国水资源短缺问题的根本出路以及对资源的综合性利用。^[25]樊新中(2011)认为应该基于生态文明理念开发和保护水能资源,在水资源开发过程中坚持可持续发展,坚持人与人、人与自然、人与社会和谐共处。^[26]杨怡(2011)认为构建生态文明导向下的生态税制是环境政策创新的一个方向,有利于正确处理人与自然之间的关系。^[27]

1.2.3 水资源定价研究

由于水资源的稀缺以及世界各地面临水资源危机,如何通过水资源定价机制控制水资源的合理利用,如何通过水价减少水资源的浪费、提高水资源利用率以及实现水资源的循环使用,不断成为国内外学者关注的问题。围绕水价和水资源价值,国内外不少专家学者进行了与水资源定价相关的分析研究,取得了一些可圈可点的成果。资源定价的研究主要围绕三个方面:定价原则、定价方式、定价目标。水资源定价的研究开展较早,但生态文明导向的水价优化研究有待深入。

1. 水资源定价原则

水资源作为一种有限性非专用性的物品,有限性指水资源的量是一定的,每个人的平均量是一定的,一个人使用多则另一个人使用的相对减少,非专用性指水资源不为某个体或者团体所拥有,每个人平等拥有水资源使用权。所以水价要促进水资源循环有效的利用,体现

水资源的稀缺性、有限性、非专用型，需要遵循一定的定价原则。徐晓鹏（2003）提出水资源定价的原则主要包括公平性原则、效率性原则、生态平衡原则，以保证水资源的循环利用和效率最大。^[28]王旗（2005）提出制定合理的水价需要遵循可持续发展原则、成本分摊原则、共享原则，充分考虑水资源的成本和用户的承受能力。^[29]

（1）可持续发展原则。

水资源定价的可持续发展原则有两个方面的含义：一是指水资源价格必须能够保证水资源的持续开发和利用；二是指水资源价格充分考虑水资源自身的可持续发展。虽然水资源是可再生资源，但从某种意义上来说水资源是有限的，水资源所在的整个自然的环境是不可再生的。水价设定不合理，开发和供应企业不能持续开发水资源，水资源过度浪费，资源本身难以实现循环可持续，因此制定水价的过程中要遵循可持续发展原则。沈大军（1999）认为可持续发展的水价中应包含水资源开发利用的外部成本，如在水价中包含排污费以及污水处理费用。^[30]陈小林（2010）认为在水资源有限的情况下，水资源需要反映水使用权上的外部性，随着时间的推移，水的价值不断增加，水的使用权的价值也不断增加，水使用权代代相传的过程中控制水的外部性，保证水不断循环。^[31]

（2）高效配置原则。

水资源定价的高效配置原则指水资源价格必须使水资源和水环境实现最佳的经济效益、社会效益和生态效益。水资源的稀缺性要求水资源的配置必须十分高效，此原则下的水价可以适度控制水资源不断稀缺的现状，改善水资源稀缺和利用率低的矛盾现象。水价是水资源高效配置最有效的杠杆，只有当水价能够真实反映水资源开发和生产的成本以及相关企业的利润时，水行业效率才能有效提高，水行业的效率才能有效保证。高效配置情况下的水价能够使水资源仅在水市场调节的情况下流向价值更高的使用地区或者使用者。司训练等（2006）提出水价需要体现水的稀缺性以满足多目标的用水。^[32] Tsu