

基于物质平衡模型的水价理论与实证研究

Theoretical and Empirical Study on Water Prices
Based on Material Balance Model

周芳 / 著

中国环境出版社

基于物质平衡模型的水价理论与实证研究

周 芳 著

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

基于物质平衡模型的水价理论与实证研究 / 周芳著.
—北京: 中国环境出版社, 2016.3
ISBN 978-7-5111-1719-9

I. ①基… II. ①周… III. ①水价—研究—中国
IV. ①F426.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 026392 号

出 版 人 王新程
责任编辑 张维平
封面设计 岳 帅

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67112738 (管理图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2016 年 3 月第 1 版
印 次 2016 年 3 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 11
字 数 260 千字
定 价 46.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序

我国面临越来越严峻的水资源短缺和水环境污染问题。水污染的来源主要有三个，一是企业违法无处理排放废水，二是超标排放，三是排放标准低，虽然达标排放，但排出去依然是污水。水价政策是保护水环境、控制水污染、节约水资源的重要手段。但是，我国水价政策体系目前存在着水价标准低、排放标准低、使用者用水成本低、用水量和污染物排放量大、使用者环境红利大、环境损害成本大等问题。识别出我国有多少统计之外的无处理排水，建立水价收费标准和水污染排放标准的关系，提出水价政策的基本原则和改进建议，对我国水污染防治和水环境质量改善具有重要作用。

物质平衡理论是环境经济学的基础理论，揭示了残余物的物质流动过程及其与污染的关系，说明了外部性的普遍存在性。1991年我编辑出版的《RFF环境经济学丛书》中就包含了克尼斯教授等著的《经济学与环境——物质平衡方法》一书。遗憾的是，这个早在1969年就提出的经典理论，在我国的环境经济学研究中并未受到重视。在参与水专项“中国水环境保护价格与税费政策示范研究”课题的过程中，为了搞清楚工业用水何来何往、企业又交了多少水费的问题，周芳在物质平衡理论的基础上构建水平衡模型，她出色地完成了该项工作，并将其用于水价研究，希望能够在理论上和实践上进一步地探索。

本书系统地论述了水平衡模型，提出了水价政策的制定机理、原则和方法，并通过实证研究分析了保证环境质量不退化的全成本水价对不同主体的社会经济影响。其基本特点归纳起来大致有两点：第一，对水平衡模型及水价政策涉及的内容论述全面，体系完整，如对物质平衡、公共经济学等基本理论进行了系统梳理，对我国现行水价政策体系及其制定和执行进行了分析；第二，注重理论方法的构筑及应用，如构建的水量平衡模型既可以在理论上核算水资源使用和废水

排放的真实情况，又可以在实践中作为监管的技术手段供环保部门使用。

作为导师，我很高兴看到此书出版，希望该研究能够对完善我国水价政策和加强水环境管理做出贡献。

马 中

2016 年 3 月于中国人民大学环境学院

前 言

水资源短缺和水环境污染,已经严重影响我国经济社会可持续发展,直接威胁饮用水安全和食品安全,危害公众的身体健康。宽松的水价政策和失效的管理是我国水资源短缺和水环境污染的重要原因。我国现行水价政策并未考虑无处理排水和水环境质量要求,存在水价政策宽松、结构失衡、监管不严等问题。大量污染物低水平处理排放、超标排放和偷排,污染者在破坏环境的同时获得巨额经济收益。长期以来,环境和政府一直在为污染者埋单,既违背了污染者付费原则,又造成了环境和公共财政的“双败”。

为了解决水资源短缺和水环境污染问题,亟需改革现行失效的水价政策。本书在物质平衡模型的基础上,构建了水量平衡模型和水资源 CGE 模型,提出了水价政策的制定机理、原则和方法,在合肥市和重庆市进行了实证研究,计算了保证环境质量不退化的全成本水价,分析了水价政策改革对不同主体的社会经济影响,以期为我国水价政策的改革和完善提供依据和参考。本书共分为 7 章:

(1) 第 1 章为绪论。介绍本书的研究背景、意义、国内外研究现状、研究内容与方法、主要创新点等内容。

(2) 第 2 章为理论基础。对物质平衡、污染者付费、公共经济学等理论进行系统梳理,为本书研究奠定了坚实的理论基础。

(3) 第 3 章为水价政策现状及问题分析。从政策制定、执行和效果 3 方面对现行水价政策进行分析,梳理水环境标准体系,提出水价政策存在的问题,表明水价政策改革的必要性。

(4) 第 4 章为本书研究的核心。构建水平衡模型。首先,构建水量平衡模型,核算工业和城镇居民用水、排水的真实情况,并可以作为监管的技术手段,评价水价政策的执行效果;其次,构建水资源 CGE 模型,将水价作为外生变量,模拟水价政策改革的社会经济影响。

(5) 第 5 章为水价政策改革设计。指出水价政策的目标和功能,提出水价政策的制定机理、原则和方法,分析水价政策的执行,为我国水价政策改革提供参考。

(6) 第 6 章为实证研究。基于合肥市水资源和水环境状况,考虑水平衡关系,计算得到合肥市保证水环境质量不退化的全成本工业和城镇居民水价;基于合肥市

的水价计算结果,设置4种不同的水价提升情景,模拟水价改革对重庆市总体和部门经济增长、经济主体收入、劳动需求量和用水量等方面的影响。

(7)第7章为结论和建议。总结本书在水价理论和实践方面的结论,提出相应的建议,指出本书存在的不足和有待进一步研究的问题。

为了保证水环境质量不退化,水价政策的制定机理为:基于水质基准制定水环境质量标准,根据水环境质量标准制定水污染物排放标准,基于水污染物排放标准制定水价收费标准。据此制定的水价收费标准是基于水质的,能够真正实现水价政策的收入、调节和服务功能。水环境质量标准和水污染物排放标准应当随着水环境容量动态变化,不断修订。为了与环境标准保持一致,水价收费标准也应该随之动态变化,保证水环境质量不退化。本书实证研究表明,我国企业、居民和政府都可以承受保证水环境质量不退化的水价。

确定水的公共产品和商品属性,识别不同属性水的不同需求弹性,是制定和实施水价政策的前提和基础。水价可以分为征收水价和支付水价两种形式。征收水价是政府向水资源使用者和废水排放者征收的价格;支付水价是政府向水务企业(包括供水公司和城镇污水处理厂)支付的价格。支付水价必须基于全成本制定,但征收水价要根据水的不同属性,针对不同使用者实行差别定价。对于属于公共产品且需求缺乏弹性的居民基本生活用水,征收水价应低于全成本,支付水价应不低于全成本,二者之间的差额由公共财政补贴;对于属于私人产品且需求富有弹性的奢侈性生活用水和工业用水,征收水价和支付水价都应不低于全成本,不应有财政补贴,保证用水和排水不会产生水资源退化和水环境污染。需要注意的是,必须严格对水价政策的监管管理,杜绝无处理排水,否则再好的水价政策也是纸上谈兵。

本书是西藏大学农牧学院高层次人才科研启动项目“水价理论与实证研究”的研究成果凝练。本书得到了中国人民大学马中教授的指导和帮助,马老师是我进入环境经济学领域的引路人,在此对恩师表示由衷地感谢!本书还得到了西藏大学农牧学院各位领导和同事的指点和支持,在此一并表示感谢!最后,感谢中国环境出版社的领导和编辑为本书出版付出的辛勤劳动。

本书中难免存在疏漏,不足之处敬请读者批评指正。

周 芳

2016年3月于西藏大学农牧学院

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究意义	5
1.3 国内外研究现状	6
1.4 研究内容与方法	16
1.5 研究创新点	19
第 2 章 理论基础	20
2.1 物质平衡理论	20
2.2 污染者付费原则	24
2.3 公共经济学理论	28
2.4 无处理排水的行为动机	38
第 3 章 中国水价政策现状及问题分析	41
3.1 中国水价政策综述	41
3.2 中国水环境标准分析	46
3.3 中国水价政策分析	51
3.4 中国水价政策存在的问题	55
第 4 章 水平衡模型构建	58
4.1 水量平衡模型	58
4.2 水资源 CGE (W-GEM) 模型	63
第 5 章 中国水价政策改革设计	80
5.1 水价政策的目标和功能	80
5.2 水价政策的制定	82
5.3 水价政策的执行	91
第 6 章 水价政策改革实证研究	95
6.1 合肥市水资源与水环境概况	95
6.2 合肥市水价政策分析	100

6.3	合肥市环境无退化的全成本水价	105
6.4	基于 W-GEM 模型的水价改革社会经济影响研究.....	108
第 7 章	主要结论与政策建议	130
7.1	主要结论	130
7.2	政策建议	134
7.3	研究中存在的不足	138
参考文献		139
附录 1	2013 年上半年我国媒体报道的企业偷排废水事件	146
附录 2	2011 年我国各省水资源费收费标准	158
附录 3	2007 年重庆市扩展水资源社会核算矩阵	160

第1章 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 中国水资源状况

2001—2013 年,中国水资源总量平稳变动,由 2001 年的 2.7 万亿 m^3 增加到 2013 年的 2.8 万亿 m^3 , 年均增加 1.5%。其中,地表水资源量占水资源总量的比重保持在 96% 左右,地下水资源量的比重保持在 4% 左右(图 1-1)。2013 年,中国人均水资源量 2 059.7 m^3 , 仅为世界人均水平的 30%。随着经济增长和城市化进程的加快,中国用水量不断增加,由 2001 年的 5 567.4 亿 m^3 增加到 2013 年的 6 183.4 亿 m^3 , 年均增长 0.9%。中国水资源供需矛盾日益突出,年均缺水量 500 多亿 m^3 ^①。我国 657 个城市中,有 300 多个属于联合国人居环境署评价标准的“严重缺水”和“缺水”城市^②。水资源短缺导致部分地区水资源超采严重,越来越多的城市依靠跨流域调水,引发一系列水生态环境问题。我国华北地区地下水超采严重,仅河北省地下水超采面积达 6.7 万 km^2 ,已经形成世界上最大“漏斗区”^③。

1.1.2 中国水环境状况

2013 年,中国地表水总体为轻度污染,部分城市河段污染较重^④。七大水系中,长江、珠江水质状况良好,海河为中度污染,其余均为轻度污染。中国第 2 次湖泊现状调查显示,138 个面积大于 10 km^2 湖泊中有 85.4% 的湖泊超过了富营养化标准,其中达到重富营养化标准的占 40.1%,年均均为贫营养水平的湖泊仅 1 个^⑤。

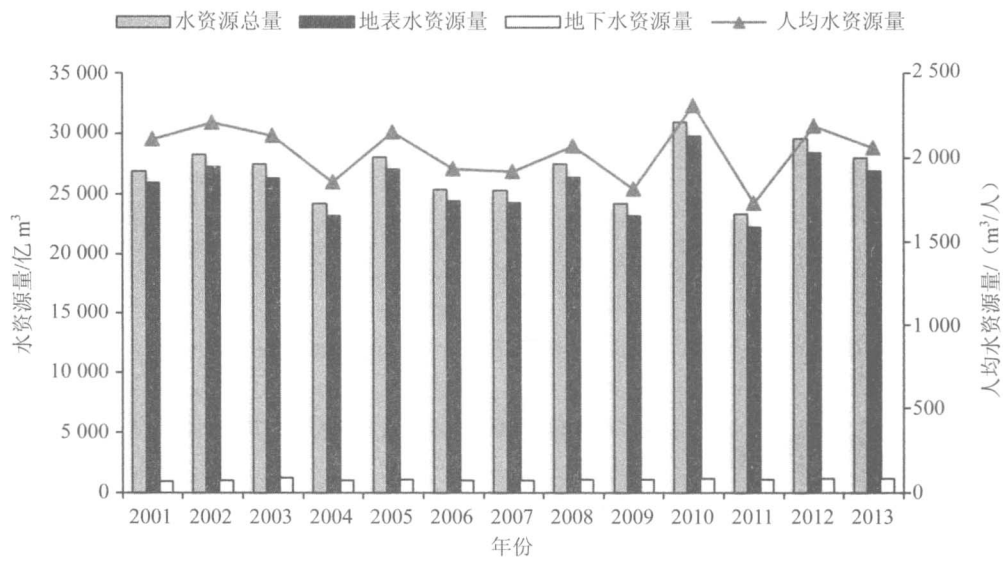
① 中国新闻网. 水利部:5 到 10 年完成跨省江河流域水量分配方案. 2012 年 5 月 3 日. 网址: <http://www.chinanews.com/gn/2012/05-03/3862716.shtml>.

② 杜宇,何雨欣. 全国 657 个城市有 300 多个“缺水”. 北京日报, 2014 年 5 月 18 日. 网址: http://bjrb.bjd.com.cn/html/2014-05/18/content_180208.htm.

③ 杜震,方亮. 华北地下水超采严重,形成世界上最大“漏斗区”. 2014 年 5 月 7 日. 网址: <http://news.qq.com/a/20140507/011209.htm>.

④ 环境保护部. 2013 年中国环境状况公报.

⑤ 杨桂山,马荣华,张路,等. 中国湖泊现状及面临的重大问题与保护策略[J]. 湖泊科学, 2010, 22 (6): 799-810.



数据来源：《2014 年中国统计年鉴》。

图 1-1 2001—2013 年中国水资源基本情况

环保部、水利部和国土资源部的数据显示中国地下水已经严重污染。环保部发布的《2013 年中国环境状况公报》表明，2013 年城市层面的地下水中，水质优良的监测点占 10.4%，良好的监测点占 26.9%，较好的监测点占 3.1%，较差的监测点占 43.9%，极差的监测点占 15.7%；水利部发布的《2013 年中国水资源公报》表明，2013 年省级层面的地下水中，水质适用于各种用途的Ⅰ～Ⅱ类监测井占 2.4%，适合集中式生活饮用水和工农业用水的Ⅲ类监测井占 20.5%，适合饮用外其他用途的Ⅳ～Ⅴ类监测井占 77.1%；中国地质科学院水文地质环境研究所实施的国土资源大调查计划项目《华北平原地下水污染调查评价（2006—2011 年）》指出，华北平原浅层地下水中，Ⅰ～Ⅲ类地下水占 22.2%，Ⅳ～Ⅴ类地下水占 77.8%。

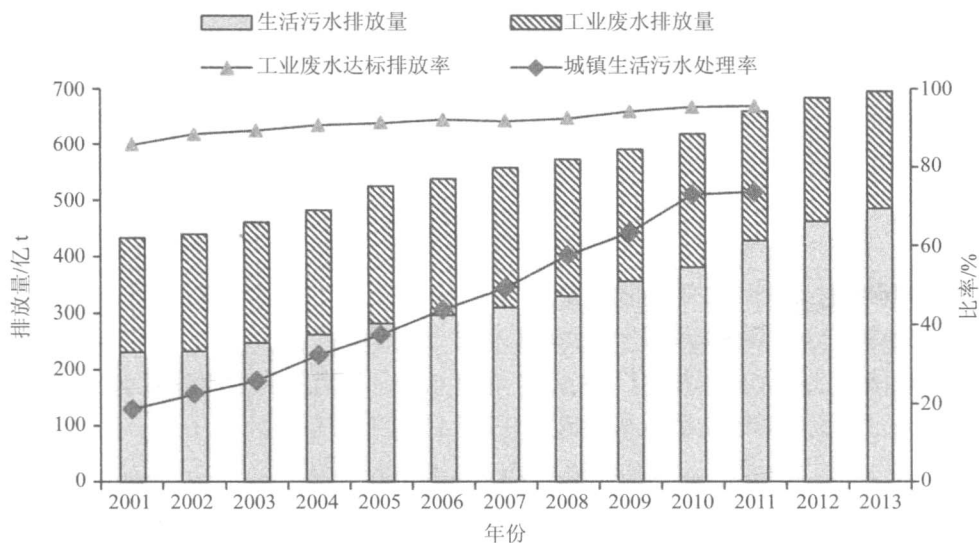
水污染威胁饮用水安全和食品安全，损害公众健康和生态环境。过去 10 多年中，淮河流域内的河南、江苏、安徽等地多发“癌症村”，部分区域癌症死亡率高于离河较远地区 4～5 倍，沈丘县一年癌症死亡 2 000 人，研究证实癌症高发与水污染直接相关^①。中国很多地区长期使用污水灌溉农田，污水中的污染物在土壤中累积，造成土壤污染。中国近 2 000 万 hm² 耕地（约占耕地总面积的 1/6）受镉、砷、铬、铅等重金属污染，每年因重金属污染的粮食高达 1 200 万 t，造成的直接经济损失超过 200 亿元。据估算，修复这些被重金属污染的耕地至少需要 6 万亿元^②，相当于 2013 年中国财政收入的近一半。

① 新京报. 淮河水殇, 沈丘县一年癌症死亡两千人. 2013 年 6 月 28 日. 网址: <http://www.bjnews.com.cn/news/2013/06/28/270640.html>.

② 中国证券网. 6 万亿土壤修复蛋糕, 10 股尽享盛宴. 2013 年 6 月 18 日. 网址: http://www.cnstock.com/v_market/smk_scxw/201306/2621475.htm.

1.1.3 中国废水排放状况

2001—2013 年, 中国废水排放量持续增加, 由 2001 年的 433 亿 t 增加到 2013 年的 695 亿 t, 年均增长 4%。其中, 工业废水排放量总体稳定, 生活污水排放量持续上升。《中国环境统计年报》的统计数据显示, 1999 年以来, 中国生活污水排放量始终高于工业废水排放量。2013 年, 生活污水排放量 (485 亿 t) 是工业废水排放量 (210 亿 t) 的 2.3 倍。中国工业废水达标排放率和城镇生活污水处理率持续上升, 分别由 2001 年的 85.6% 和 18.5% 上升至 2013 年的 95.5% 和 73.5% (图 1-2)。



数据来源:《2001—2013 年中国环境统计年报》。

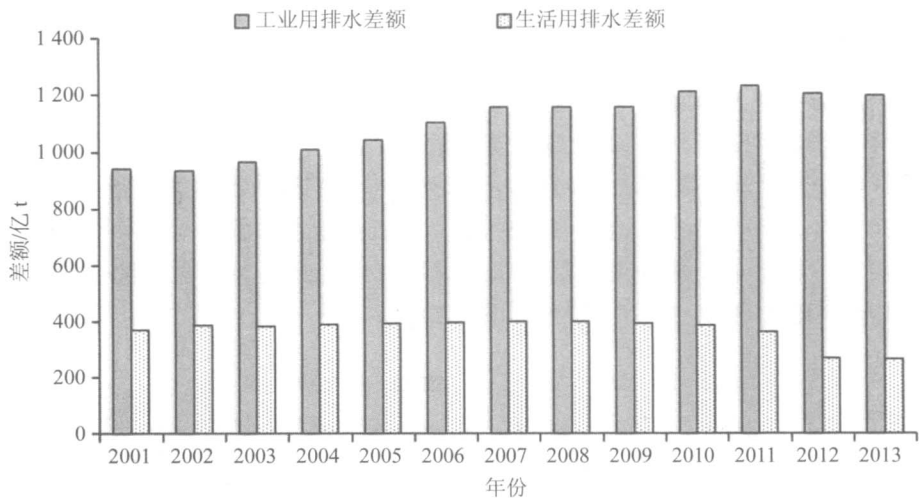
图 1-2 2001—2013 年中国废水排放量与工业废水达标排放率、城镇生活污水处理率

但是, 中国工业和生活的用水量与排水量之间存在巨额差距。2001—2013 年, 工业用排水差额不断增大, 由 2001 年的 939.2 亿 t 增加到 2013 年的 1 196.6 亿 t, 年均增长 2.1%。生活用排水差额先增后减, 由 2001 年的 369.5 亿 t 增加到 2007 年的 400.2 亿 t, 年均增长 1.4%, 此后以年均 6.1% 的速度下降, 减少到 2013 年的 265 亿 t (图 1-3)。即使扣除中间过程的耗水^①和损水^②, 我国工业和生活的用排水量仍然存在巨大的差距, 表明有必要利用水平衡模型定量核算水资源取用和废污水排放的真实状况, 识别出无处理排水量^③。

① 耗水指在输水、用水过程中, 通过蒸腾蒸发、土壤吸收、产品带走、居民和牲畜饮用等多种途径消耗掉的水量。

② 损水指在输水、供水、生产和排放过程中, 由于管网跑水、冒水、漏水、滴水、渗水等造成的水量流失。

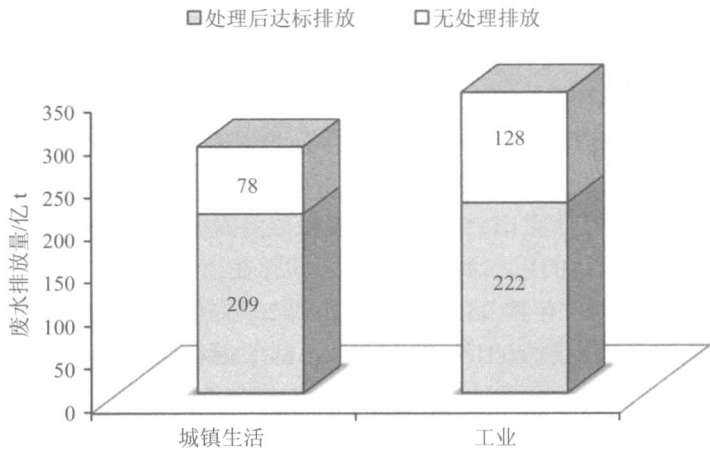
③ 无处理排水指未经处理排入环境的废水。



数据来源：《2014 年中国统计年鉴》《2001—2013 年中国环境统计年报》。

图 1-3 2001—2013 年中国工业和生活用排水量差距

根据环保部的统计和水平衡模型测算，2011 年，中国工业和城镇生活污水排放总量为 637 亿 t。其中，处理后达标排放污水 431 亿 t，无处理排水 206 亿 t。工业无处理排水 128 亿 t，是城镇生活无处理排水（78 亿 t）的 1.6 倍。如果考虑无处理排水，工业废水排放量（350 亿 t）超过城镇生活污水排放量（287 亿 t）（图 1-4）。



数据来源：根据《2011 年中国环境统计年报》数据和水平衡模型计算得到。

图 1-4 2011 年中国工业和生活废水排放的构成

无处理排水属于非法排放，水污染物浓度远高于处理后排水，是造成我国水污染的重要来源。监管不严导致我国偷排严重，无处理排水大量存在。近年来，公众和媒体对污水偷排的关注度不断增加。2011—2013 年上半年，中国媒体累计报道了 267 起污水偷排事件，仅 2013 年上半年报道了 88 起（见附录 1）。2014 年 2 月在北京市开展的排水专项整治行动中，20 家排污单位中有 15 家涉嫌排污超标，还有 5 家连排污许可证都没有，也就是说，

污水偷排率达到 100%^①。在北京尚且如此，其他城市的偷排现象必然更加严重。但是，无处理排水并未纳入中国环境统计和管理的范畴，亟须采取有效的政策杜绝偷排。

1.1.4 中国水环境标准状况

中国水环境标准分为水环境质量和水污染物排放标准两类。现行水环境质量标准主要指《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002），水污染物排放标准包括《污水综合排放标准》（GB 8978—1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）和 52 个重点工业行业的污染物排放标准。这三类水污染物排放标准都远低于水环境质量标准。《污水综合排放标准》以甜菜制糖业为例，COD 浓度限值是排入水体水质的 5~6.7 倍；《城镇污水处理厂污染物排放标准》的 COD 浓度限值是排入水体水质的 2.5~3.3 倍；工业行业污染物排放标准以造纸业为例，制浆企业在 2008 年提高标准前的 COD 排放浓度限值是排入水体水质的 8.8~17.5 倍，2008 年提高标准后的 COD 排放浓度限值是排入水体水质的 2~4 倍（表 1-1）。

表 1-1 我国污水 COD 排放标准与环境质量标准的差距 单位：mg/L

	地表水环境 质量标准	污水综合 排放标准	城镇污水处理厂 排放标准	造纸工业排放标准	
				2008 年提标前	2008 年提标后
III 类水	20	100	60	350	80
IV 类水	30	200	100	350	80
V 类水	40	200	100	350	80

在中国大部分水体水质已经低于水环境质量要求的情况下，这样的排水水质不仅不能改善水质，还会使水质进一步恶化。根据现行水污染物排放标准，达标排放的污水也可能是劣 V 类水，即达标排放的污水在“合法”污染环境。水污染物排放标准远低于水环境质量标准，必然导致基于排放标准制定的水价收费标准过低。直接从天然水体取水，又将废水处理后排入天然水体的工业企业，只需缴纳 0.25 元/t 的水费。

1.2 研究意义

合理的水价能够起到节约水资源与防治水污染的作用，使水资源发挥最大的经济、社会和环境效益。但是，中国现行水价政策和管理失效，水价收费标准长期过低，导致大量污染物低水平处理排放、超标排放和偷排，污染者在破坏环境的同时获得巨额利益。长期以来，环境和政府一直在为污染者埋单，既违背了污染者付费原则，又造成了环境和公共财政的“双败”。因此，为了解决水资源短缺和水环境污染问题，亟须改革现行失效的水价政策，研究水价政策的制定机理、原则和方法，分析水价改革对不同经济主体的社会经

^① 叶晓彦. 北京抽查 20 家单位 15 家排污超标，处罚上限提升. 北京晚报，2014 年 2 月 17 日. 网址：<http://env. people. com. cn/n/2014/0217/c1010-24385410. html>.

济影响。

2013 年 11 月 12 日,十八届三中全会通过的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》规定:“推进水、石油、天然气、电力、交通、电信等领域价格改革,放开竞争性环节价格。”2013 年 12 月 31 日,国家发改委、住建部发布的《关于加快建立完善城镇居民用水阶梯价格制度的指导意见》规定:“2015 年底前,设市城市原则上全面实行居民阶梯水价制度;具备实施条件的建制镇,也要积极推进居民阶梯水价制度。”2015 年 4 月 16 日,国务院印发《水污染防治行动计划》(被称为“水十条”)的规定:“加快水价改革。县级以上城市应于 2015 年底前全面实行居民阶梯水价制度,具备条件的建制镇也要积极推进。2020 年底前,全面实行非居民用水超定额、超计划累进加价制度。深入推进农业水价综合改革。”“水十条”发布后,乌鲁木齐、济南、张家口、衡水等城市开始执行阶梯水价调整,水价上涨成为普遍现象,有的地方综合平均水价上涨超过 70%^①。城镇居民阶梯水价拉开了中国水价改革的帷幕,中国水价进入了新的上涨周期。

基于中国水资源短缺、水环境污染的严峻形势,现行水价政策和管理失效的问题,本书在物质平衡模型的基础上,利用水量平衡模型和水资源 CGE 模型,提出了水价政策的制定机理、原则和方法,在合肥市和重庆市进行了实证研究,计算了保证环境质量不退化的全成本水价,分析了水价改革的社会经济影响,为中国水价政策的改革和完善提供依据和参考。本书提出了水价改革的政策设计,能够真正实现水价政策的目标和功能,有利于水资源节约和水环境改善,保证水环境质量不退化。因此,本书既具有学术价值,又具有现实意义。

1.3 国内外研究现状

1.3.1 水平衡模型研究综述

现有水平衡研究均为水量平衡研究,多为质量守恒原理在水文学上的应用,用于评价不同水文条件下每个水文参数的重要性,部分研究者将水量平衡研究扩展到社会经济系统,从供给和需求平衡的角度研究水量平衡问题。这些研究主要集中在如下三个层面:

(1) 降雨径流蒸发平衡

降雨径流蒸发平衡是指降水量与蒸发量、径流量的平衡,它是一个区域或流域总的水量平衡关系,也是水文循环意义上的水量平衡。朱岗昆最早提出降水量、蒸发量和径流量是水量平衡方程中的三个基本元素(朱岗昆,1957)。之后一些学者在三要素水量平衡方程的基础上,进一步细化和扩展了降雨径流蒸发水量平衡方程。例如,刘昌明提出了水量平衡的六要素方程,可以作为地区水资源开发利用评价的基础(刘昌明,2002)。Macdonald 采用降雨-径流模块中的 NAM 模型对泰缅跨界河流 Kok 河进行水资源供需平衡分析,并以水质模块分析流域内 BOD、总磷(TP)、总氮(TN)等污染物的产生、累计和移移

^① 新华网。“水十条”落地:多地水价上涨,最高达 70%。2015 年 4 月 21 日。网址: <http://money.163.com/api/15/0421/16/ANO55K1500254TI5.html>。

(Macdonald, 2004)。黄显峰等建立了基于水量平衡的雨水利用潜力分析模型,提出了以水量平衡为基础,考虑降雨、蒸发、径流、入渗和土壤蓄水量等水文物理过程的城市雨水资源化利用潜力分析方法,以武汉市郑东新区为例进行了实证分析,认为与传统经验公式法相比,该模型和方法具有全面、计算过程明了、计算结果置信度高等优点(黄显峰等, 2007)。叶楠等根据降雨径流蒸发的水量平衡原理,提出了水量平衡方程以及模型中各要素的计算方法(叶楠, 2007),并在江苏省盐城市的陶舍小区进行了实证分析,认为该区域水量总体处于平衡状态。

(2) 取用耗排平衡

取用耗排平衡是取水量、用水量、耗水量、排水量的平衡,它是从机理上认识和描述一个区域或流域内已经形成的水资源收支平衡关系。张士锋、贾绍凤指出,由于降雨径流蒸发水量平衡方程中的部分变量难以完全在实际工作中测出,在实际应用时,可以根据已经产生的水资源量的分配、消耗和排泄,建立新的水量平衡方程(张士锋等, 2003)。马中、周芳基于物质平衡模型,构建了经济系统水平衡模型及三个部门(工业、居民和废水处理)的水平衡模型,认为在一个封闭的(没有含水产品流入和流出)、没有水量净积累的经济系统中,在足够长的时间内,从环境进入经济系统的水量(取水量)必然大致等于从经济系统排入环境的水量(排水量)(马中等, 2012)。并且,排入环境的水可以分为耗水、损水、处理后排水和无处理排水。

(3) 供给需求平衡

水资源供需平衡是指自然条件可以供给的水资源量与社会经济环境对水资源的需求关系之间的平衡,它描述了社会经济系统的水量平衡,体现了水资源供需安全问题,即水资源在各个部门优化配置问题。三次平衡分析是水资源供需平衡研究的重要方法,也是现代水资源配置理论的核心。自王浩在黄淮海平原地区水资源配置规划中第一次提出三次平衡水资源配置思想以来,三次平衡分析的水资源配置模式已经成为水资源配置过程中最为有效实用的配置思想(王浩, 2003)。之后,秦大庸、张黎渊、张占庞等应用三次平衡的分析方法,在供水和需水量预测的基础上,分别进行了基于现状供水能力、水资源承载能力和外调水的三次平衡计算,分析了沈阳和天津的水资源平衡问题(秦大庸, 2007; 张黎渊, 2008; 张占庞等, 2008)。康爱卿提出了水资源全要素配置框架下的三次平衡理论,它是从水量的供需平衡、污染物排污总量控制和水功能区水质达标以及河道生态流量要求等多重目标出发达到的平衡,并以西辽河流域为例进行了实证分析(康爱卿, 2011),对于推广水质水量控制要求的三次平衡具有重要意义。

水资源供需平衡研究经历了由面向社会经济(陈永奇等, 1997; Rayan, 2001; Cai X M, 2002)到面向生活、生产和生态环境(三生)转变(杨志峰等, 2004)的过程。一些学者用BP神经网络、MIKE BASIN、系统动力学等方法进行了水资源供需平衡研究(陈睿羚, 2007; 顾世祥等, 2007; 张宝安等, 2008)。还有一些学者从当地水资源现状和供水趋势出发,基于统计数据,分别对西安市、呼和浩特市、昆明市、北京市怀柔区等的水资源供给和需求量进行预测,分析不同情境下的水资源供需平衡矛盾及问题,提出建立水资源供需平衡的途径和方法(汤奇成等, 2002; 肖玲等, 2005; 胡雪媛等, 2007; 陈旭等, 2009; 孙艳等, 2011)。

(4) 现有研究评述

根据物质平衡模型，水平衡模型分为水量平衡模型、水污染物平衡模型（加入物质）和水价值平衡模型（加入水价）三类。但是，现有研究主要分析水量平衡，对水污染物平衡模型的研究较少，尚未有研究水价值平衡模型报道。要研究水价的定价方法及其社会经济影响，既要构建水量平衡模型，又要引入水价构建水价值平衡模型。因此，本书的水平衡模型包含水量平衡模型和水资源 CGE 模型两类，水量平衡模型可以识别水资源取用和废水排放的真实情况，水资源 CGE 模型将水价作为外生变量，可以模拟水价改革对经济主体产生的社会经济影响。

1.3.2 水价政策研究综述

水价政策是调节水资源配置的重要经济杠杆，能够起到筹集资金、节约水资源与防治水污染、提供公共服务的作用（马中等，2012）。我国水价政策由中央、省级、市级三级政府制定，包括水资源费、供水价格、污水处理费和污水排污费 4 项政策，主要针对居民生活、行政事业、工业、经营服务业、特种行业 5 类用水户，决策涉及价格、财政、经济贸易、环境保护、市政建设和水行政 6 个部门，综合形成的价格体系。结合本书的研究内容，本节从水价政策的作用、定价方法、存在的问题及改革建议、社会经济影响 4 个方面对水价政策研究进行综述。

(1) 水价政策作用

水价政策的目标具有多样性，既能刺激用水户节水，还具有公众可接受性、水厂的收入稳定性、社会公平性、易操作性、透明性等目标（Hussain et al., 2002；褚俊英等，2003）。傅涛等认为政策、消费者和企业对水价的定价目标期望不同，政府的水价改革目标是节水和合理利用水资源，实现水资源可持续利用，消费者期望的是保证服务、安全以及水质条件下的低水价；理性的战略投资者期望的是持续、稳定、长期、合理的投资收益，最终形成的水价目标是三方利益的均衡（傅涛等，2006）。张辉等认为提高水价一方面可以改善甚至扭转供水部门长期经济亏损状况，另一方面可以实现控制用水量，节约利用水资源，缓解用水紧张的效果（张辉等，2006）。周望军认为水价改革对于合理配置水资源、提高用水效率、节约用水、促进治理水污染和优化水环境具有重要促进作用（周望军，2010）。但是只依靠价格改革不能完全解决缺水和水污染治理问题，需要在推进价格改革过程中，进一步完善体制机制，把价格作为外生变量统筹考虑。郑新业等利用 222 个地级市的联立方程，估计了我国城市居民生活用水需求的价格弹性和收入弹性（郑新业等，2012），认为城镇居民的水需求对价格变化较为敏感，若能有效控制自备井的使用和考虑低收入者的承受力，水价提升能有助于解决城市供水的需求缺口。

(2) 水价定价方法

水价的制定既要反映水资源的稀缺性，体现水资源价值，又要体现水资源本身的特点。现有水价定价方法的研究可以分成三类：基于生产成本的定价方法、基于全成本均衡的定价法和考虑可操作性的定价方法（表 1-2）。