

吴泽宁 吕翠美 著
胡彩虹 管新建

水资源生态经济价值能值 分析理论与应用



科学出版社

水资源生态经济价值能值 分析理论与应用

吴泽宁 吕翠美 胡彩虹 管新建 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者关于水资源生态经济价值能值分析研究的总结。以生态经济学能值价值论为理论支撑,界定了水资源生态经济价值的概念和构成,构建了水资源生态经济价值能值分析的理论框架,建立了区域水资源生态经济系统及其子系统的能量和能值网络,提出了水资源能值贡献率的概念及其能值量化方法,构建了水资源生态经济价值的能值评估方法。以郑州市为例进行了应用研究,评估了 2000~2007 年郑州市水资源的生态经济价值。

本书可供水利、环境、资源等专业的科技工作者、管理者及高等学校相关专业的师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

水资源生态经济价值能值分析理论方法与应用/吴泽宁等著. —北京:科学出版社,2013

ISBN 978-7-03-036939-0

I. ①水… II. ①吴… III. ①水资源-资源经济学-研究 IV. ①F407.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 042551 号

责任编辑:周 炜 / 责任校对:纪振红

责任印制:张 倩 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏立印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 4 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2013 年 4 月第一次印刷 印张:8 3/4

字数:165 000

定价:60.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

水资源价值是自然系统、社会系统和经济系统中各因素相互影响、相互作用、相互耦合的产物，是经济价值、社会价值和生态环境价值的统一体。就其本质而言，水资源生态经济价值应属于水资源价值的研究范畴。为了突出与以经济学为基础的传统水资源价值概念的区别，并体现水资源的经济、社会和生态环境价值的统一，以生态经济学为基础，采用水资源生态经济价值更能反映水资源价值本质。

水资源生态经济价值的准确描述与定量评估有助于实现水资源利用的生态环境效益、经济效益和社会效益的协调统一，为科学合理地利用和保护水资源等宏观决策提供依据，对促进节约用水、合理配置水资源和缓解水资源危机具有重要意义。

水是生命之源，生产之要，生态之基。水资源具有社会价值、经济价值和生态环境价值已是共识。由于水资源的经济价值、社会价值和生态环境价值的表现形式和量纲各异，在实践中对水资源各类价值进行统一分析和比较成为一个难题。针对水资源价值问题，国内外学者进行了大量的研究，在理论、方法和实践方面都取得了丰硕的成果，但是如何客观计算水资源的生态经济价值并用统一的标准进行度量是尚未解决的问题。为此，作者在国家自然科学基金的资助下，以区域水资源生态经济系统为研究对象，提出了水资源生态经济价值能值分析的理论方法，本书是对研究成果的初步总结。

本书以区域水资源生态经济系统为对象，以生态经济学能值价值论为理论支撑，以水资源生态经济价值的能值评估为主线，结合水资源生态经济功能和效用，界定了水资源生态经济价值的概念和构成；根据能值分析的一般原理，结合水资源生态经济价值评估的要求，构建了水资源生态经济价值能值分析的理论框架；通过水循环及其伴生过程的能量分析，明确了水资源生态经济系统及其子系统内各生态经济流的传递、转化过程及相互作用关系，提出并建立了区域水资源生态经济系统及工业生产系统、农业生产系统、社会生活系统、生态环境系统的能量和能值网络；从生态经济学角度，探究了水资源在经济生产过程中的作用机理，提出了水资源能值贡献率的概念及其能值量化方法；构建了水资源生态经济价值的能值评估方法，实现了水资源经济价值、社会价值和生态环境价值的统一度量；以郑州市为典型区，评估了 2000~2007 年郑州市水资源生态经济价值。

本书的研究成果得到了国家自然科学基金项目“区域水资源生态经济价值能

值分析方法研究”(项目编号: 50879081)的资助,并得到了郑州大学水资源与水利经济研究所、郑州市水利局领导和专家的指导和支持,在此一并表示感谢!

除本书的作者外,参加本项目研究的还有蒋桂芹、郭瑞丽、于洪涛、高军省等,对他们在研究中付出的辛勤劳动表示感谢!

由于作者水平所限,书中难免有疏漏及不足之处,敬请读者批评指正。

作 者

2012年10月

目 录

前言

第 1 章 水资源价值研究综述	1
1.1 水资源价值理论与水资源价值概念演变	1
1.1.1 水资源价值理论	1
1.1.2 水资源价值概念演变	4
1.2 水资源经济价值核算模型	7
1.2.1 影子价格模型	7
1.2.2 边际机会成本模型	8
1.2.3 收益现值模型	8
1.2.4 CGE 模型	9
1.2.5 模糊数学模型	9
1.3 水资源生态经济价值核算方法	10
1.3.1 水生态系统服务功能价值评价	10
1.3.2 能值分析在水资源生态经济价值核算中的应用	12
1.4 水资源价值研究发展趋势	13
1.4.1 水资源价值研究待解决的问题	13
1.4.2 水资源价值研究发展趋势	14
第 2 章 水资源生态经济价值	16
2.1 水资源生态经济系统	16
2.1.1 生态经济系统	16
2.1.2 水资源生态经济系统	17
2.1.3 生态经济价值理论	19
2.2 水资源生态经济价值的概念和内涵	20
2.2.1 水资源生态经济价值概念	20
2.2.2 水资源生态经济价值内涵	21
2.3 水资源生态经济价值的构成	24
2.3.1 经济价值	24
2.3.2 社会价值	25
2.3.3 生态环境价值	26

第 3 章 水资源生态经济价值能值分析理论框架	28
3.1 能值理论概述	28
3.2 能值分析方法	29
3.2.1 基本概念	29
3.2.2 能值分析基本思路	32
3.2.3 能值指标	32
3.3 水资源生态经济价值能值分析框架	33
3.3.1 收集数据资料	34
3.3.2 编制系统能值分析表	37
3.3.3 系统能量和能值网络	41
3.3.4 水体的太阳能值转换率	42
3.3.5 水资源的能值贡献率	42
3.3.6 水资源生态经济价值的分类计算与综合	43
第 4 章 区域水资源生态经济系统能量和能值网络	44
4.1 基本概念与原理	44
4.1.1 能量系统图与能值综合图的概念	44
4.1.2 能量系统图与能值综合图的构建原理	45
4.2 水资源生态经济系统能量分析	47
4.2.1 农业生产系统能量分析	49
4.2.2 工业生产系统能量分析	50
4.2.3 社会生活系统能量分析	50
4.2.4 生态环境系统能量分析	51
4.3 水资源生态经济系统能量和能值网络图	51
4.3.1 区域水资源生态经济系统能量和能值网络图	52
4.3.2 农业生产系统能量和能值网络图	53
4.3.3 工业生产系统能量和能值网络图	54
4.3.4 社会生活系统能量和能值网络图	56
4.3.5 生态环境系统能量和能值网络图	57
第 5 章 水体太阳能值转换率	59
5.1 水体太阳能值转换率计算原理	59
5.2 水体分类	63
5.3 水体太阳能值转换率计算方法	64
5.3.1 天然水体太阳能值转换率	64
5.3.2 工程水体太阳能值转换率	66
5.3.3 污染水体太阳能值转换率	67

5.3.4 其他水体太阳能值转换率·····	68
第6章 水资源对社会经济系统贡献的能值分析 ·····	69
6.1 水资源贡献研究概述·····	69
6.1.1 水资源贡献的文献分析·····	69
6.1.2 水资源贡献的概念·····	70
6.1.3 水资源贡献的定量分析·····	71
6.2 水资源贡献的度量·····	72
6.3 水资源贡献的能值分析方法·····	73
6.3.1 水资源对农业生产的能值贡献率·····	74
6.3.2 水资源对工业生产的能值贡献率·····	75
6.3.3 水资源对社会生活的能值贡献率·····	75
6.3.4 水资源对社会经济系统能值贡献率·····	76
第7章 水资源生态经济价值的能值计算方法 ·····	78
7.1 水资源经济价值的能值计算方法·····	78
7.1.1 消耗性用水能值价值·····	78
7.1.2 非消耗性用水能值价值·····	79
7.2 水资源社会价值的能值计算方法·····	80
7.2.1 劳动力恢复能值价值·····	80
7.2.2 休闲娱乐能值价值·····	81
7.3 水资源生态环境价值的能值计算方法·····	81
7.3.1 保护生物多样性能值价值·····	82
7.3.2 调蓄水分能值价值·····	82
7.3.3 净化环境能值价值·····	83
7.3.4 气候调节能值价值·····	83
7.3.5 输送能值价值·····	83
7.3.6 污水损失能值价值·····	84
7.3.7 污水回用能值价值·····	85
7.4 水资源生态经济价值综合·····	85
第8章 水资源对郑州市经济生产贡献的能值分析 ·····	87
8.1 郑州市基本概况·····	87
8.1.1 自然地理概况·····	87
8.1.2 社会经济概况·····	87
8.1.3 水资源开发利用状况·····	88
8.1.4 水环境概况·····	90
8.2 郑州市水资源生态经济系统能值指标计算·····	91

8.3 郑州市水体太阳能值转换率	94
8.3.1 天然水体太阳能值转换率	94
8.3.2 工程水体太阳能值转换率	95
8.3.3 污水及中水太阳能值转换率	97
8.3.4 矿泉水与纯净水能值转换率	98
8.4 水资源能值贡献率计算结果及分析	99
8.4.1 水资源对农业生产能值贡献率	99
8.4.2 水资源对工业生产能值贡献率	101
8.4.3 水资源对社会生活能值贡献率	104
第9章 郑州市水资源生态经济价值能值评估	106
9.1 郑州市水资源经济价值	106
9.1.1 农业生产系统水资源能值价值	106
9.1.2 工业生产系统水资源能值价值	107
9.1.3 郑州市水资源经济价值综合	108
9.2 郑州市水资源社会价值	109
9.2.1 劳动力恢复能值价值	109
9.2.2 休闲娱乐能值价值	109
9.2.3 郑州市水资源社会价值综合	110
9.3 郑州市水资源生态环境价值	110
9.3.1 保护生物多样性能值价值	111
9.3.2 调蓄水分能值价值	111
9.3.3 净化环境能值价值	112
9.3.4 气候调节能值价值	113
9.3.5 污水损失能值价值	113
9.3.6 污水回用能值价值	114
9.3.7 郑州市水资源生态环境价值综合	115
9.4 郑州市水资源生态经济价值及其分析	115
9.4.1 水资源生态经济价值与水价	116
9.4.2 天然水资源价值与水资源费	117
第10章 研究总结与展望	120
10.1 研究总结	120
10.2 研究展望	121
参考文献	123

第 1 章 水资源价值研究综述

本章评述了水资源价值理论和水资源价值概念的研究现状，归纳了水资源价值核算方法的研究进展，在此基础上提出了水资源价值研究中待解决的问题和研究的发展趋势。

1.1 水资源价值理论与水资源价值概念演变

1.1.1 水资源价值理论

基于对传统的自然资源价值观的反思和对现实的自然资源供给与需求矛盾的认识，人们越来越深刻地认识到传统的自然资源价值观念难以适应经济社会快速发展的需要，必须重新认识并加以完善。因此，自然资源价值的研究日趋活跃，已成为资源经济学、环境经济学、生态经济学和国民经济学等有关学科研究的一个热点。国内外关于直接探讨水资源价值理论的文献并不多见。但在一些资源价值理论研究、资源核算的必要性探讨文献中，不同程度地涉及了水资源价值问题。以下简要分析了与水资源价值有关的理论。

1. 马克思劳动价值论

早在 1662 年，配第在他的《赋税论》一书中首次提出了劳动价值论观点，布阿吉尔贝在《法国详情》中提出商品按劳动量进行交换，商品的交换价值取决于生产商品的劳动时间，到了 18 世纪，斯密和李嘉图系统阐述了劳动价值论。1867 年，马克思《资本论》第一卷问世，形成科学的劳动价值论。20 世纪 90 年代，国内学者封志明、钱阔等对马克思劳动价值论做了进一步发展。

马克思的劳动价值论认为，价值量的大小决定于它所消耗的社会必要劳动时间，也就是说人类赋予水资源的劳动消耗量决定水资源的价值。运用劳动价值论来考察水资源的价值，关键在于水资源是否凝结着人类的劳动。在这一点上，存在着不同的观点。一种观点认为，处于自然状态下的水资源是自然界赋予的天然产物，不是人类创造的劳动产品，没有凝结着人类的劳动，它没有价值。另一种观点则认为，当今人类社会发展到今天，已不是马克思所处的年代，人类为了保持自然资源消耗速度与经济发展需求增长相均衡，投入了大量的人力物力，天然水资源等自然资源无不打上人类劳动的烙印，如对天然水资源进行观测、管理、

监测等。它们含有人类劳动，因而具有价值。

事实上，立足于劳动价值论下的两种不同的结论都没有解决水资源被无偿使用的问题。前者认为水资源没有凝结着人类劳动，因而衍生出没有价值的结论，导致水资源被无偿使用和掠夺性地开发，破坏了生态平衡；后者尽管谈及水资源具有价值，但价值的补偿只是对所耗费的劳动进行补偿，没有涉及对水资源本身被耗费的补偿。因此，运用单纯的马克思的劳动价值论解决水资源等自然资源的价值问题是有一定困难的，必须发展或寻求其他更好的途径。

2. 边际效用价值论

边际效用价值论最早出现于 19 世纪 30 年代，英国经济学家劳埃德在 1833 年首先用边际效用价值论观点阐述了商品的价值。到了 19 世纪 70 年代，经过奥地利的门格尔，英国的杰文斯和法国的瓦尔拉斯的努力，该理论初具雏形，后经维塞尔与庞巴维克的发展，边际效用价值论形成完整的理论体系。1991 年，国内学者李金昌出版专著《资源核算论》，系统介绍了边际效用价值论的主要观点。

边际效用价值论认为：效用是价值的源泉，是形成价值的必要条件，效用同稀缺性结合起来，形成商品的价值；边际效用是衡量价值量的尺度。

运用边际效用价值理论很容易得出水资源具有价值的结论。一方面，水资源是人类生活不可缺少的自然资源，无疑对人类具有巨大的效用；另一方面，自 20 世纪 70 年代以来，水资源供给与需求之间产生了尖锐的矛盾，水资源短缺已成为全球性问题，水资源满足既短缺又有用的条件，因此，水资源等自然资源具有价值。边际效用价值论确实有其科学性，但也同样存在缺陷：将商品的价值等同于使用价值或物品的效用；效用本身是一种主观心理现象，效用价值理论将客观的经济问题转化成主观的心理范畴，未能反映水资源价值的客观内涵。

尽管通过边际效用价值理论能得出水资源具有价值的结论，但由于该理论存在上述缺陷，因此，建立在有缺陷的理论基础之上的水资源价值论是不完善的。

3. 环境价值论

莱奥波尔德是现代环境哲学的奠基人和创立者，1933 年，他的著名论文“大地伦理学”的发表，标志着环境价值论研究的开始。此后，佩切伊的“自然极限论”、卡普拉的“生态世界观”、拉塞尔的“地球觉醒观”、罗尔斯顿的环境哲学思想都对环境价值理论进行了改进和完善。1993 年，弗里曼在《环境与资源价值评估——理论与方法》一书中，首次系统阐述了环境价值论。

环境价值论是一种既不同于西方效用价值论，也不同于马克思劳动价值论，

而是将两种理论结合起来的新的价值理论。这里的环境是指以人类为中心或主体,与人类生存、发展和享受有关的,一切外界有机的和无机的物质、能量及其功能的总体。环境价值论认为,环境资源的价值不仅表现为有形的物质性的资源实体的价值,而且包括无形的舒适性服务等生态功能的价值。

水资源环境价值论就是在此背景下提出的,它以环境的变化对水资源影响评价或者水资源变化对环境的影响评价为主要研究内容,其实质就是用经济的方法综合评价水资源功能,以便从价值角度把握水资源。

由于水环境价值体现形式多样,再加上时空动态多变等复杂属性,用经济学的方法统一进行水环境价值定量计算存在很大难度。到目前为止,环境价值论仍然是一个处于探讨和实验中的课题,尽管已构建了一些理论框架,但尚未形成完整的理论体系,目前基于环境价值论的水资源价值核算仍在探索和完善当中。

4. 生态价值论

自20世纪下半叶以来,尤其20世纪80年代以后,环境危机和生态危机并存交织,导致人与自然关系紧张到了空前尖锐的程度,使生态与经济的极不协调成为当代经济社会发展的重大矛盾。20世纪80年代,有关学者尝试初步分析自然资源的生态环境价值,并建立起了生态价值论。1993年,车江洪根据马克思的再生产理论,详细阐述了水资源等自然资源生态价值理论的内涵。

水资源不仅具有随机性和循环再生性的一面,作为自然生态系统的重要组成部分,还存在脆弱性、利害双关性的另一面。作为生态系统中的一个控制性要素,除具有使用价值外,还具有存在价值和生态价值,这就要统筹考虑价值观和生态学理论的水资源生态价值观。生态价值论将经济社会放在生态系统中考察,克服了以往只顾向大自然索取,缺乏对大自然投入,忽视经济发展对大自然依赖关系等传统价值理论的缺陷,对于重新认识水资源价值具有极大的启发作用,但是也不可避免地存在一些缺陷,如生态价值论仅仅把水资源等作为一种生产资料来考察,忽略了水资源作为环境资源的价值。另外,生态价值论所涉及的补偿,仅仅包括对水资源等直接消耗的补偿,未包括由此引发的间接消耗的补偿。因此,尽管生态价值论能够在一定程度上阐述水资源的“价值”,但是由于其存在上述缺陷,它没能很好地解释水资源价值的来源。

5. 其他价值理论

还有一些经济学家提出了诸如哲学价值论、供求决定论等价值理论,从不同角度对水资源的价值进行分析研究,但都非完善的价值理论。例如,哲学价值论将价值概括为:客体的存在、作用以及它们的变化对于一定主体需要及其发展的

某种适合、接近或一致,换言之,价值是指客体的属性或功能能够满足主体需要的一种功效或效用价值,即客体对主体的意义或者说客体对主体生存和发展的意义。从哲学价值论角度探讨,水资源价值问题是由于水资源不能满足人们的需要而引起的,当人们讨论、研究水资源的时候,已经充分而且必须考虑水资源的存在、水资源在社会生活中的作用以及它们的变化对于社会需要及其发展的影响。尽管从哲学高度推导出水资源等自然资源具有价值并不困难,但哲学中的价值概念,是在普遍学科的基础上高度概括的产物,所以哲学中的价值如何进行度量是一个很棘手的问题,因此,从哲学角度得出水资源具有价值的结论,只是在理论上给予启示,必须从量化角度进行辅证。供求决定论认为,商品的价值就是它的实际市场价格,决定于市场供需关系。供求决定论创始人瓦尔拉运用数学方程式的形式,分析了商品交换的比例问题,建立了“一般均衡理论”。该理论认为,商品的价格是相互联系、相互影响的,一种商品供给和需求的变动不仅影响该商品价格的变化,而且还会影响其他商品价格的变化。当所有商品的价格使得所有商品的供给和需求相等时,市场就处于均衡状态,这时的价格就是均衡价格,即商品的价值。

1.1.2 水资源价值概念演变

伴随着不同水资源价值理论的提出和实践,不同内涵的水资源价值的概念也被提出。从水资源价值研究的历程上讲,最早出现也是应用最广的名词是“水资源价值”一词,随着环境危机和生态危机的出现,水资源的生态系统服务功能开始被大家熟知,由此展开了一系列水资源生态服务功能价值评估方面的研究。进入 21 世纪,人们越来越强烈地意识到,水资源的经济价值、社会价值和生态环境价值是不可分割的整体,只有将三者统一衡量和研究,才能实现水资源利用的经济效益、社会效益和生态环境效益的统一,水资源的可持续开发利用才具有理论基础。基于此,“水资源生态经济价值”一词作为水资源经济、社会和生态环境价值的统一体开始被研究人员提及和论述。

1. 水资源价值

“水资源价值”一词的出处已无从考证。水资源价值的探讨始于 20 世纪 70 年代,认为水的价值是在给定时间和地点购买单位体积水的社会意愿和能够支付的最大值,部分学者还根据机会成本理论对水资源价值作出解释,即在既定时间、地点和水流条件下,当另外某人取走用水时,水资源所有者可以接受的每单位水的最小费用。

我国的水资源价值研究兴起于 20 世纪 70 年代,当时水资源的短缺、水污染的加剧,迫使人们采用经济手段管理水资源,对“资源无价”的传统资源价值观

开始进行反思和冷静分析,越来越深刻地认识到传统资源价值观难以适应现代经济社会发展的需要。随后水资源价值研究在资源核算研究的带动下得到迅速发展。李金昌(1990,1991)相继发表了资源核算应列入国民经济核算体系、经济发展中的资源空心化现象及其根源等论文,不同程度地论及了水资源的价值问题。综观国内外水资源价值的研究,从“水资源价值”概念提出以后,学术界就对水资源价值的认识存在分歧,如水资源价值主要包括哪些内容、水资源价值内涵如何确定等。

姜文来对水资源价值进行了较深入的探讨。1995年,在其博士论文《水资源价值研究》中首次比较系统地阐述了水资源价值的相关概念和内涵。姜文来等(1996)在“我国水资源价值研究的现状与展望”一文中,明确提出水资源价值的内涵为:水资源使用者为了获得水资源使用权需要支付给水资源所有者(国家或集体)的一定货币额,其实质是水资源地租的资本化。沈大军和梁瑞驹等(1998)阐述水资源价值的内涵主要体现在3个方面,即稀缺性、资源产权和劳动价值。杜玉芬(2002)在“水资源价值初论”一文中,描述水资源价值为水资源本身的价值(天然水资源价值);毛春梅、袁汝华(2003)将水资源价值定义为水资源经济价值;杨彩霞等(2006)则将水资源价值定义为水资源使用权的价值(水权价值)。

纵观水资源价值研究进展,目前水资源价值研究存在概念不清的问题,人们对水资源价值的认识存在不同程度的偏差,对其本质缺乏更深层次的理解,“水资源价值”一词未能很好地概括水资源价值的本质。

2. 水生态系统服务功能及其价值

水生态系统服务功能是指水生态系统及其生态过程所形成和维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。水生态系统服务功能种类繁多,不同学者对水生态系统服务功能类型的划分及价值的命名也不相同,目前还没有统一的说法。

赵同谦等(2003)根据水生态系统提供服务的消费与市场化特点,将我国陆地水生态系统的服务功能划分为具有直接使用价值的产品生产功能和具有间接使用价值的生命支持系统功能两大类。产品生产功能是指水生态系统提供直接产品或服务维持人的生活、生产活动的功能,主要包括生活、农业及工业用水供应、水力发电、内陆航运、水产品生产和休闲娱乐等;生命支持系统功能则是指水生态系统维持自然生态过程与区域生态环境条件的功能,主要包括调蓄洪水、疏通河道、水资源蓄积、土壤持留、净化环境、固定碳、提供生境和维持生物多样性等功能。

王浩等(2004)根据水提供服务的消费与市场化特点,将水的服务功能分为水经济服务功能与水生态服务功能。水经济服务功能是指水维持人的生产与生活

活动的功能,包括生活用水、农业用水、工业用水、发电、航运和渔业等;水生生态系统服务功能是指水维持自然生态过程与区域生态环境条件的功能,包括泥沙的推移,营养物质的运输,环境净化,维持森林、草地、湿地、湖泊和河流等自然生态系统的结构与过程,以及其他人工生态系统的功能。

李景保等(2007)将水生生态系统服务功能划分为直接功能和间接功能两大类,前者指流域水生生态系统提供产品功能,主要包括居民用水、农业灌溉、工业用水、水力发电、内陆水运、水产品生产和休闲娱乐等;后者主要指无法商品化的内生服务功能,主要包括调蓄洪水、水资源蓄积、输沙、净化环境、土壤持留和维持生物多样性等。

黎世苻等(2009)评估了天目湖新镇水生生态系统服务功能价值,将水生生态系统服务功能划分为四类:供水功能、调节功能(包括调蓄洪水、调节气候、净化水质和水土保持等)、提供产品功能(包括水生食品、渔业产品、加工原料和航运等)、休闲娱乐功能和人文景观功能。

总结相关文献中涉及的水生生态系统服务功能类型划分,根据水生生态系统提供服务的机制、类型和效用,将常见的水生生态系统服务功能及相应的价值命名列于表 1-1。

表 1-1 水生生态系统服务功能

功能名称	功能简介	价值描述
供水	为工农业生产及生活提供水源	供水经济价值 ^① 、用水价值 ^② 、供水价值 ^③
水力发电	依靠水体势能发电	水力发电经济价值 ^① 、水力发电价值 ^② 、发电价值 ^③
航运	依靠水体浮力运输货物、旅客等	航运经济价值 ^① 、航运价值 ^②
水产品生产	从初级生产力中提取食物	水产品经济价值 ^① 、产品生产价值 ^④ 、水产品价值 ^⑤
休闲娱乐	提供休闲娱乐	休闲娱乐经济价值 ^① 、旅游休闲娱乐价值 ^⑤
科学研究	提供非商业用途	文化娱乐价值 ^⑥
保护生物多样性	物种、遗传及生态系统多样性的维护	生物多样性维持生态经济价值 ^① 、栖息地价值 ^⑦
调蓄洪水	蓄积洪水水量、调节洪峰	调蓄洪水生态效益 ^① 、调蓄洪水价值 ^② 、调蓄水资源价值 ^④
蓄积水量	存储水源、补充水量	水资源价值 ^① 、调蓄水资源价值 ^⑤
输送	输沙及营养物质	输沙生态效益 ^① 、输沙价值 ^② 、供沙价值 ^②
调节气候	稳定、调节局部气候	水分调节价值 ^③ 、固碳放氧价值 ^⑥
净化环境	污染物质转移与分解	水质净化生态经济价值 ^① 、水质净化价值 ^⑦
土壤保持	截留泥沙	土壤保持生态经济价值 ^① 、成陆造地价值 ^③

注:①王浩等(2004);②张进标(2007);③门苗苗(2006);④周祖光(2005);⑤黎世苻等(2009);⑥张亮等(2011);⑦张志飞等(2006)。

对水生态系统服务功能体现出的总价值目前还没有统一的命名,例如,门苗苗(2006)将其称为“水生态价值”,佟才(2004)将其称为“水生态系统价值”,熊雁晖(2004)则将其称为“水生态系统服务功能价值”。

3. 水资源生态经济价值

通过以上分析可以看出,目前对水生态系统服务功能所体现出的价值的命名不统一,内涵不明确,容易混淆。而且文献中所提及的价值都侧重于对水生态系统服务功能的评价,或分功能给出不同的价值称谓,或直接不提“价值”一词,核算时用“功能评价”一词代替,没有上升到“价值”理论高度,更没有给出明确的价值内涵和定义。针对水资源的价值问题开展研究,需要从理论上明确水资源“价值”的内涵和构成。

目前国内外关于水资源生态经济价值方面的研究还很少见。赵同谦等(2003)在“中国陆地地表水生态系统服务功能及其生态经济价值评价”一文中,首次提出了“水生态系统生态经济价值”一词,并根据水生态系统服务功能,定义了水生态系统的生态经济价值,即水生态系统的产品生产功能和生命支持功能。但文中所讲的生态经济价值侧重于水的生态系统功能,从本质上说,其着眼点是水资源的生态系统,而不是生态经济系统。程金香等(2004)在“水资源生态价值初论”一文中,提到水资源生态经济价值与生态资源价值、生态环境价值和生态认识价值同为水资源生态价值的一种表现形式,作者直接将水资源生态经济价值划归为生态价值的一种,强调的仍是水资源的生态功能,没有将水资源放置于生态经济大系统中考虑。孙宗凤、董增川(2005)在“水资源生态经济价值模型分析”一文中,首次研究了水资源生态经济价值,并根据水在生态经济系统中的不同作用做了论述,但作者没有给出水资源生态经济价值的明确定义。

由此可知,水资源生态经济价值的研究刚刚起步,还没有统一的定义和内涵。因此,进一步明确水资源生态经济价值的内涵和外延,分析其构成,是水资源生态经济价值研究的基础工作。

1.2 水资源经济价值核算模型

水资源价值量核算是非常重要的。许多国家及国际组织的研究人员都认为资源定价十分重要,但同时也承认是十分困难的。目前应用较广的水资源价值核算模型有影子价格模型、边际机会成本模型、收益现值模型、可计算的一般均衡(computable general equilibrium, CGE)模型和模糊数学模型等。

1.2.1 影子价格模型

影子价格又称最优计划价格或效率价格,最早源于数学规划,其理论基础是

边际效用价值论，主要反映资源或产品的稀缺性与价格的关系。其定义为社会处于某种最优状态下，反映社会劳动消耗、资源稀缺程度和对最终产品需求的产品及资源的价格。

影子价格方法出现后，在国内外得到较多的应用。Luis 和 Cavlos (2008) 应用影子价格法测算了西班牙 Zamora 省水资源及其他自然资源的价值；Ian (2004) 采用影子价格法核算了澳大利亚某湿地内水资源及其他自然资源的生态系统服务价值；Shu 和 Ni (2007) 评价了台湾某流域内污水价值的动态变化过程；Wu 等 (2008) 运用影子价格方法估算了某人工湿地内各种资源的生态系统服务价值；温善章等 (1993) 在国内首次测算了黄河各河段可供水资源的影子价格；毛春梅和袁汝华 (2003) 用影子工程法测算了黄河水资源的理论价值，为制定黄河水资源费的征收标准提供了科学的理论依据。

水资源影子价格与通常所说的生产价格、市场价格不同，它只反映水资源的稀缺程度和水资源与总体经济效益之间的关系，不能代替水资源本身的价值。理论上可以通过求解线性规划来获得水资源影子价格，但是实践上存在很大困难。

1.2.2 边际机会成本模型

边际机会成本是指在资源有限的情况下，从事某项经济活动而必须放弃的其他活动的价值。

边际机会成本法出现以后，被多位学者应用到实践中去。Michael 利用边际价格模型、平均价格模型和希恩的价格征收模型，研究了美国南方和西部地区的水价格弹性；Ali 等 (2007) 应用边际机会成本模型，评价了孟加拉国农田灌溉中水资源的收益情况；陈祖海 (2003) 利用边际机会成本理论对赤壁市水价进行了实证分析。

边际机会成本模型将自然资源与环境结合起来，是资源经济学中的一个新突破，但将其应用于水资源价值测算存在着较大缺陷，如应用困难、缺乏可比性、忽略了水质等。特别对于水资源来说，水资源价格不仅与量有关，更重要的是与水质有关，只从量的方面考察水资源价格是片面的。边际机会成本法没有考虑资源的质，这是它的主要缺陷。

1.2.3 收益现值模型

收益现值模型依据替代与预测原理，着眼于未来的预期收益，以适当的折现率折为现值。目前国内外都有应用收益现值模型开展水资源价值评估的实例。Mmopelwa (2006) 利用收益现值模型评估了博茨瓦纳 Okavango 三角洲内芦苇生产过程中水资源的经济效益；邱德华、沈菊琴 (2001) 对水资源资产价值评估收益现值法数学模型的建立及模型中各参数的确定等进行了研究和改进。