

网络出版时间:2012-04-16 15:42

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120416.1542.034.html>

基于物元分析与替代市场法的水资源 价值量核算研究

高鑫¹, 解建仓¹, 汪妮¹, 张建龙²

(1 西安理工大学 教育部西北水资源与环境生态重点实验室, 陕西 西安 710048; 2 山西省水利建设开发中心, 山西 太原 030002)

【摘要】【目的】定量研究水资源的价值量和价格, 为水价制定和水资源管理提供参考。【方法】根据景观水
资源利用的特点和作用, 将水资源价值分为自然资源价值、旅游景观价值及居民舒适性享受价值3部分; 利用物元分
析法和替代市场法, 建立水资源的价值量和价格计算模型, 分析水质、水量、人口自然增长率、人均国内生产总值等指
标; 以西安浐灞生态区为例, 对该生态区的水资源价值进行全面核算。【结果】基于建立的水资源价值量和价格核算
模型, 对西安浐灞生态区的水资源价值进行分析, 结果表明, 浐灞生态区的水资源总价值为 6.26×10^3 万元, 其中自然
资源价值、旅游景观价值和居民舒适性享受价值分别为 3.60×10^3 , 2.65×10^3 和 8.96 万元, 水的自然资源价值最大,
其次是旅游景观价值, 舒适性享受价值相对较小; 水资源价格为 2.24 元/ m^3 。【结论】用本研究所建模型对西安浐灞
区的计算结果与实际基本相符, 其对浐灞生态区的水价制定、水资源管理和开发具有一定的指导意义。

【关键词】 水资源; 价值量核算; 物元分析法; 替代市场法; 浐灞生态区

【中图分类号】 TV213.4

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2012)05-0224-07

Accounting the value of water resources based on the matter-element and alternative market method

GAO Xin¹, XIE Jian-cang¹, WANG Ni¹, ZHANG Jian-long²

(1 Northwest Key Laboratory of Water Resource and Environment Ecology of Ministry of Education, Xi'an University of Technology,
Xi'an, Shaanxi 710048, China; 2 Water Conservancy Construction Development Center in Shanxi Province, Taiyuan, Shanxi 030002, China)

Abstract: 【Objective】The quantitative research on value and price for water resources can provide ref-
erence for water price formulation and water resources management. 【Method】According to the character-
istics and functions of the water in landscape, the value of water resources was divided into natural re-
sources value, tourism landscape and recreational value, and matter-element analysis and alternative market
methods were used to establish the value and price calculation model, and the index of water quality and
quantity, the natural population growth rate, the per capita gross domestic product were analyzed. Taking
Chan-Ba ecological zone of Xi'an as an example by establishing water resources value model, the water re-
sources value was accounted comprehensively. 【Result】Based on water resources value and price account-
ing model, analysis of Xi'an Chan-Ba water resources value shows that the total value of water resources in
Chan-Ba ecological zone is 62.6 million yuan, including natural resources, tourism landscape and recreation-
al value is 36.0 million, 26.5 million and 89.6 thousand yuan respectively. The value of water as natural re-

* [收稿日期] 2011-11-23

[基金项目] 国家自然科学基金项目(51079120, 51109177, 51109175); 公益性行业(水利)科研专项(201001011); 陕西省教育厅
2010年省级重点实验室项目(2010JS077)

[作者简介] 高鑫(1987—), 女, 新疆昌吉人, 在读硕士, 主要从事区域经济与水资源管理研究。E-mail: gaixin_happy@126.com

[通信作者] 解建仓(1963—), 男, 陕西眉县人, 教授, 博士生导师, 主要从事水资源系统工程研究。E-mail: jcxie@mail.xaut.edu.cn

sources is the largest, followed by the tourism value, and recreational enjoy value is relatively small, the price of water is 2.24 yuan/m³. 【Conclusion】 The typical survey shows that the calculation result is nearly consistent with the reality, it has the directive significance to a certain extent for water price formulation and water resources management and development in Chan-Ba ecological zone.

Key words: water resources; magnitude of value accounting; matter-element analysis; alternative market approach; Chan-Ba ecological district

水资源不仅作为一种自然资源存在,为人类社会提供生产资料与生活资料,而且还作为一种环境要素存在,给人类提供各种舒适性服务,维护着生态平衡。在本研究中,水资源价值特指与社会物质生产系统和社会精神系统紧密联系的部分,其构成包括水的自然资源价值、水的旅游景观价值和居民舒适性享受价值。在我国水资源价值核算研究中,温善章等^[1]运用影子价格法研究了黄河一些河段的水资源价值;姜文来^[2]出版《水资源价值论》一书,对水资源价值模糊数学模型进行了深入分析;蒋水心^[3]提出了3种水资源价值量的实用算法,即产值分摊法、影子价格法和水资源价值模糊数学模型法;龙爱华等^[4]引入水账户理论和方法,以研究流域水资源的利用状况;吕翠美^[5]在综合分析水资源生态经济系统及其子系统能流、物流与货币流的基础上,提出了工农业生产系统和生活系统“水资源贡献率”的能值量化方法;赵雯^[6]探讨了水资源社会循环研究的水资源混合账户核算方法和价值流分析方法。由于水资源的价值难以量化,因此目前关于水资源实物量核算的研究成果虽相对较为丰富,但尚缺少将自然资源纳入国民经济核算体系的水资源价值量核算研究。针对以上问题,本研究对水资源价值核算模型进行了探讨,试图运用物元分析法和替代市场法较全面地计算水资源的价值量与价格,以期为建立合理的水资源价值量的核算办法提供参考。

1 水资源价值核算方法及模型分析

1.1 研究方法

物元分析研究解决矛盾问题的规律和方法^[7]。它可以将复杂问题抽象为形象化的模型,并应用这些模型研究基本理论,提出相应的应用方法。利用物元分析方法,可以建立事物多指标性能参数的质量评定模型,并能以定量的数值表示评定结果,从而较完整地反映事物质量的综合水平。水资源作为自然资源给人类社会物质经济系统提供生产资料与生活资料,而人类社会产生的各种废物又作用于水资源系统,两系统共同构成水资源的自然资源价值系

统,该系统内物质和能量的交换是十分复杂的。因此,本研究将水质评价标准、评价指标及其特征值作为物元,通过对评价级别和实测数据的归一化,可以得到模型的经典域、节域、权系数及关联度,其次依据水量、人口自然增长率、人均国内生产总值等因素建立水资源评价的物元模型。

当所研究的对象本身没有市场价格来直接衡量时,可以寻找替代物的市场价格来衡量,这就是替代市场法^[8]。其主要包括旅行费用法和资产价值法。旅行费用法是指用旅行费用作为替代物来衡量人们对旅游景点或其他物品的评价。资产价值法也是替代市场法的一种;由于环境物品没有自己的市场价格,或其市场价格过低,难以反映其真实价值,但其可影响某一资产的价值,所以其价值也隐含在该资产价值中。

1.2 模型建立

本研究针对景观水资源,将水资源价值的计算分为3部分:一是水资源的自然资源价值,可以运用物元分析法来计算;二是水资源的旅游景观价值,可以用旅行费用法来计算;三是居民舒适性享受价值,可以运用资产价值法来计算。

1.2.1 水资源总价值及水价的计算模型 水资源总价值为:

$$W = W_z + W_j + W_h. \quad (1)$$

式中: W 为包含自然资源价值、旅游景观价值和居民舒适性享受价值在内的总价值; W_z 为水的自然资源价值; W_j 为水的旅游景观价值; W_h 为居民舒适性享受价值。

则包含水资源作为环境资源、自然资源因素在内的水资源的价格为:

$$J = \frac{W}{M}. \quad (2)$$

式中: J 为水资源价格; W 为该水体的价值; M 为该水体的水量。

1.2.2 自然资源价值的量化方法及模型 构成水资源的自然资源价值因素有3类:自然因素、经济因素和社会因素。自然因素是决定水资源价值的重要

因素之一,它是非人工控制的,决定了水资源态势,即水资源的丰度和品质;经济因素对水资源价值具有重要影响,它主要包括产业结构、规模、用水效率、国民生产总值等;社会因素在水资源价值的形成过程中不容忽视,它主要包括技术、人口、政策、文化、历史背景等。在水资源的自然资源价值评价模型中,选择水质(即水体中主要污染物浓度)、水量(地表水可利用量)、人口自然增长率、人均国内生产总值等 4 项因素参与评价^[9],其涵盖了自然及社会、经济因素。

(1)物元的定义。给定事物的名称 N 、事物的特征 c 的量值为 v ,则可将 v 组成的有序三元组 $R = (N, c, v)$ 作为事物的基本元,简称物元。若事物 N 有多个特征,它的 n 个特征 $c_1, c_2, \dots, c_n$ 和相应的量值 $v_1, v_2, \dots, v_n$,可构成以下阵列:

$$R = \begin{bmatrix} N & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

(2)经典域与节域。对经典域,有:

$$R_j = (N_j, c_i, X_{ji}) = \begin{bmatrix} N_j & c_1 & v_{j1} \\ & c_2 & v_{j2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & v_{jn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_j & c_1 & \langle a_{j1}, b_{j1} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{j2}, b_{j2} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & \langle a_{jn}, b_{jn} \rangle \end{bmatrix} \quad (4)$$

式中: $N_j (j=1, 2, \dots, m)$ 表示将待评价的物元分为 j 个等级; v_{ji} 表示 c_i 的相应量值; $X_{ji} = \langle a_{ji}, b_{ji} \rangle$, 表示 N_j 各个等级各个特征的取值范围; a_{ji} 表示取值范围的下限; b_{ji} 表示取值范围的上限。

对节域,有:

$$R_p = (N_p, c_i, X_{pi}) = \begin{bmatrix} N_p & c_1 & v_{p1} \\ & c_2 & v_{p2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & v_{pn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_p & c_1 & \langle a_{p1}, b_{p1} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{p2}, b_{p2} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & \langle a_{pn}, b_{pn} \rangle \end{bmatrix} \quad (5)$$

式中: N_p 是事物等级的全体; v_{pi} 是 N_p 关于特征 c_i 的取值范围,即节域; a_{pi} 表示取值范围的下限; b_{pi} 表

示取值范围的上限。

(3)待评价物元。待评价物元可表示为:

$$R_0 = (P_0, c_i, y_i) = \begin{bmatrix} P_0 & c_1 & y_1 \\ & c_2 & y_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & y_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

式中: P_0 为待评价的对象; y_i 为 P_0 关于 c_i 的量值,即经分析所得到的具体数据。

(4)关联度及权重系数。各单项特征属于各质量等级的关联度公式如下:

$$K_j(x_i) = \begin{cases} \frac{\rho(y_i, x_{ji})}{\rho(y_i, x_{pi}) - \rho(y_i, x_{ji})}, (y_i \notin x_{ji}), \\ \frac{-\rho(y_i, x_{ji})}{|x_{ji}|}, (y_i \in x_{ji}). \end{cases} \quad (7)$$

式中: $K_j(x_i)$ 为关联度; $\rho(y_i, x_{ji})$ 、 $\rho(y_i, x_{pi})$ 为物元的距, $\rho(y_i, x_{ji}) = \left| y_i - \frac{a_{ji} + b_{ji}}{2} \right| - \frac{1}{2} (b_{ji} - a_{ji})$, $\rho(y_i, x_{pi}) = \left| y_i - \frac{a_{pi} + b_{pi}}{2} \right| - \frac{1}{2} (b_{pi} - a_{pi})$ 。

设 α_{ij} 为特征 c_i 的权重系数,则 P_0 关于第 j 个等级的关联度为:

$$K_j(P_0) = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} k_j(y_i) \quad (8)$$

对于评价等级 $N_i (i=1, 2, \dots, m)$ 的门限值 $x_{ij} (j=1, 2, \dots, n)$, 权重系数 $\alpha_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^n x_{ij}$ 。则水的自然资源价值综合评价结果为: $V = K_j(P_0)$ 。

(5)水资源价格的确定。运用上述模型所得 V 是一个无量纲的向量,必须通过某种方法将其转换为水资源价格。首先确定价格向量,价格向量采用社会承受能力的方法加以确定,即用水费承受指数反映水资源价格中的社会承受能力^[10]。根据国家多年收费调查可知,水费承受指数以 0.025~0.03 为宜。水资源价格的上限就是达到最大水费承受指数时水资源的价格^[11-12],其可用下式表示:

$$P = A \times E / C - D \quad (9)$$

式中: P 为水资源价格上限, A 为最大水费承受指数, E 为实际收入, C 为用水量, D 为供水成本及正常利润。

由此可知,水资源价格在 $[P, 0]$ 之间。可以根据实际情况,将其按不同的间隔划分为价格向量,如等差间隔等。这样,可得水资源价格向量 $S = (P, P_1, P_2, P_3, 0)$ 。

借鉴姜文来^[13]提出的转换公式,求得水资源价格 $WLJ = V \cdot S$ 。其中, WLJ 为水资源价格, V 为水的自然资源价值综合评价结果, S 为水资源价格

向量。则水的自然资源价值量为: $W_z=M \cdot WLJ$ 。

1.2.3 旅游景观价值的量化方法及模型 为了估计游客的支付意愿(即需求函数),可以用旅行费用作为替代物来估计旅游景点的价值,即旅行费用法。具体估计方法、步骤及模型如下。

(1)根据各出发地计算每一地区的人均参观比率,求第 1 阶段需求函数。即用不同地区人均参观比率与旅行费用和社会经济指标进行回归,有:

$$V_i / pop_i = a_0 + a_1 TC_i + a_2 Y_i + \xi_i。$$
 (10)

式中: V_i 为消费者的旅游次数, pop_i 为地区人口数, a_0 、 a_1 、 a_2 、 ξ_i 均为方程回归系数, TC_i 为旅行费用, Y_i 为社会经济指标, i 代表不同的地区。

(2)对每一地区计算第 2 阶段需求函数,有:

$$TC_i = \beta_{0i} + \beta_{1i} V_i。$$
 (11)

式中: $\beta_{0i} = \frac{a_0 + a_2 Y_i}{a_1}$, $\beta_{1i} = \frac{1}{a_1 pop_i}$, $i = 1, 2, \dots, n$ 。

(3)计算每一地区的消费者剩余。根据实际 TC_i 值预测该地区总参观人数 V_i ,然后将第 2 阶段需求函数从 0 到 V_i 积分,然后再将各地区消费者剩余加总。即:

$$W_i = \int_0^{V_i} TC_i dV_i。$$
 (12)

可得该水体的旅游景观价值为: $W_J = \sum_{i=1}^{V_i} W_i$ 。

1.2.4 居民舒适性享受价值的量化方法及模型 本研究选用房产价值来反映居民舒适性享受价值。在实际操作过程中,由于河流附近的房产价值被限制在特定的空间区域内,可以认为决定房产价值的各外部因素基本相同;同时,为了简化模型,可以假定所考察的房屋内部因素也基本相同。由于人们在生态区选择房屋时,其主要因素取决于距离湖泊或者景观河流的远近,其目的是为了舒适性享受,因此,该河流的居民舒适性享受价值可以通过距离河流远近不同的单位资产价值来表现。

表 1 泸瀾河流域水质评价指标归一化后的分级标准

Table 1 Classification standard of water quality evaluation index after normalization in Chan-Ba river						mg/L
等级 Level	氨氮 Ammonia nitrogen	总磷 Phosphorus	COD	石油类 Petroleum	粪大肠菌群 Fecal coliform	
1	0.075	0.05	0.375	0.05	0.005	
2	0.25	0.25	0.375	0.05	0.05	
3	0.5	0.5	0.5	0.05	0.25	
4	0.75	0.75	0.75	0.5	0.5	
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

根据表 1,取归一化后的 1~5 级标准对应的取

假定影响房产价值的其他内外部因素不变,设 F 为不同房屋之间的差价, S 为具有不同差价房屋距离水环境的远近程度,可以建立以下函数关系式: $F=f(S)$ 。则每 m^2 房屋隐含的水环境资源价值为: $W_H = \frac{\int_{S_0}^{S_i} f(S) dS}{S_i - S_0}$ 。其中, W_H 为居民舒适性享受价值, S 为房屋资产与水环境的距离, i 为不同的距离范围。

2 实例研究

西安产瀾河生态区位于川道平原区,规划范围总面积 129.9 km^2 ,多年平均水资源总量为 0.28 亿 m^3 ,地势南高北低,区域内地形开阔,地势平坦,宜于开发利用。通过 5 年的建设,生态区水质恢复到地表Ⅲ类水平,区域生态环境得到根本改善,城市生态功能显著增强,逐渐成为市民的休闲胜地^[14]。采用以上方法分别计算生态区的自然资源价值、旅游景观价值和居民舒适性享受价值,然后将这 3 部分相加即可得到生态区的水资源价值总量。

2.1 泸瀾生态区水资源的自然资源价值

在水资源的自然资源价值评价模型中,选择水质、水量、人口自然增长率和人均国内生产总值 4 项因素参与评价。

2.1.1 关于各要素的综合评价 依据泸瀾河流域 2011 年 14 个水质断面的水质监测资料,采用国家标准《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)进行评价。选择的评价因子有 5 个,分别为氨氮、总磷、COD、石油类、粪大肠菌群,如某断面水质的监测数据为 $1.2, 0.25, 23, 0.225$ 和 $38\ 000 \text{ mg/L}$ 。由于各评价指标量化值所在的区间不完全相同,因此需对数据进行归一化^[15],处理后的评价标准见表 1,归一化后该断面水质的实测数据为 $0.6, 0.625, 0.575, 0.225, 0.95$ 。

值范围作为经典域,即:

$$\begin{aligned} R_1 &= \begin{bmatrix} 1 \text{ 级} & \text{氨氮} & \langle 0, 0.075 \rangle \\ & \text{总磷} & \langle 0, 0.05 \rangle \\ & \text{COD} & \langle 0, 0.375 \rangle \\ & \text{石油类} & \langle 0, 0.05 \rangle \\ & \text{粪大肠菌群} & \langle 0, 0.005 \rangle \end{bmatrix}, \\ R_2 &= \begin{bmatrix} 2 \text{ 级} & \text{氨氮} & \langle 0.075, 0.25 \rangle \\ & \text{总磷} & \langle 0.05, 0.25 \rangle \\ & \text{COD} & \langle 0, 0.375 \rangle \\ & \text{石油类} & \langle 0, 0.05 \rangle \\ & \text{粪大肠菌群} & \langle 0.005, 0.05 \rangle \end{bmatrix}, \\ R_3 &= \begin{bmatrix} 3 \text{ 级} & \text{氨氮} & \langle 0.25, 0.5 \rangle \\ & \text{总磷} & \langle 0.25, 0.5 \rangle \\ & \text{COD} & \langle 0.375, 0.5 \rangle \\ & \text{石油类} & \langle 0, 0.05 \rangle \\ & \text{粪大肠菌群} & \langle 0.05, 0.25 \rangle \end{bmatrix}, \\ R_4 &= \begin{bmatrix} 4 \text{ 级} & \text{氨氮} & \langle 0.5, 0.75 \rangle \\ & \text{总磷} & \langle 0.5, 0.75 \rangle \\ & \text{COD} & \langle 0.5, 0.75 \rangle \\ & \text{石油类} & \langle 0.05, 0.5 \rangle \\ & \text{粪大肠菌群} & \langle 0.25, 0.5 \rangle \end{bmatrix}, \\ R_5 &= \begin{bmatrix} 5 \text{ 级} & \text{氨氮} & \langle 0.75, 1.0 \rangle \\ & \text{总磷} & \langle 0.75, 1.0 \rangle \\ & \text{COD} & \langle 0.75, 1.0 \rangle \\ & \text{石油类} & \langle 0.5, 1.0 \rangle \\ & \text{粪大肠菌群} & \langle 0.5, 1.0 \rangle \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

根据表 1 中归一化标准值的取值范围及实测数据,确定模型的节域 R_p 和 R_0 ,则有:

$$\begin{aligned} R_p &= \begin{bmatrix} 1-5 \text{ 级} & \text{氨氮} & \langle 0, 1.0 \rangle \\ & \text{总磷} & \langle 0, 1.0 \rangle \\ & \text{COD} & \langle 0, 1.0 \rangle \\ & \text{石油类} & \langle 0, 1.0 \rangle \\ & \text{粪大肠菌群} & \langle 0, 1.0 \rangle \end{bmatrix}. \\ R_0 &= \begin{bmatrix} p & \text{氨氮} & 0.6 \\ & \text{总磷} & 0.625 \\ & \text{COD} & 0.575 \\ & \text{石油类} & 0.225 \\ & \text{粪大肠菌群} & 0.95 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

利用式(7)与(8)计算综合关联度,结果显示, $K_1(P)=-0.99, K_2(P)=-0.99, K_3(P)=-0.406, K_4(P)=-0.99, K_5(P)=-0.634$ 。评价结果表明,西安浐灞生态区水资源符合地表Ⅲ类水标准。由此可得,水质的综合评价结果为 $R_{水质}=(-0.99,-0.99,-0.406,-0.99,-0.634)$ 。

对其他 3 个评价因素水量、人均国内生产总值以及人口自然增长率均采用以上物元模型,可计算出水的自然资源价值评价矩阵为:

$$R = \begin{bmatrix} -0.99, & -0.99, & -0.406, & -0.99, & -0.634 \\ 1, & 1, & -1, & -1, & -1 \\ 0.9, & 1, & -0.9, & -1, & -1 \\ 1, & 1, & -0.87, & -1, & 0.87 \end{bmatrix}。$$

在水资源价值综合评价中,4 个因素的权重确定采用变异系数法,则水资源价值综合评价的权重向量为 $Q=(0.48,0.23,0.22,0.07)$ 。

因此,水的自然资源价值综合评价结果为 $V=(0.29,0.01,0.2,0.3,0.2)$ 。

2.1.2 浐灞生态区水资源价值的转换 确定水资源价格向量的关键是制定水资源价格上限。生态区内,家庭用水平均为 $2.5 \text{ m}^3/(\text{人} \cdot \text{月})$,家庭水费承受指数以 0.03 计,供水成本及正常利润按 $0.5 \text{ 元}/\text{m}^3$ 计,则由式(9)计算水资源价格上限为 $2.73 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。将 2.73 进行等差间隔,间隔差为 0.682 5,则可得到水资源价格向量 $S=(2.73,2.047 5,1.365 0,0.682 5,0)$,则得到浐灞生态区水的自然资源价值量为 $W_z=3.60 \times 10^3$ 万元。

2.2 浐灞生态区水资源的旅游景观价值

本研究主要评价浐灞生态区的旅游景观价值,因有远近各地的旅客来观光欣赏,加之 2011 年西安世界园艺博览会成功举办,生态区区域经济发展持续向好,浐灞品牌优势充分发挥,各项工作进展顺利,旅游人数急剧上升,其基本观察值如表 2 所示。

计算步骤如下:

第 1 步,计算第 1 阶段需求函数。利用表 2 中的观察值,对不同地区的人均参观比率和旅行费用及人均国内生产总值进行回归,其模型如(10)式。选择社会经济指标 Y_i 为人均国内生产总值,通过计算得到以下二元一次线形回归方程: $V/pop=30.55-0.048TC+0.022 5Y$ 。

第 2 步,求解第 2 阶段需求函数: $TC=22 389-0.094 5V$ 。根据每一地区实际旅行费用(TC_i)进一步求该地区总参观人数(V_i),得 $V=229 142.8$ 。

第 3 步,计算每一地区的消费者剩余。利用(12)式得该生态区的旅游景观价值(W_j)为 2.65×10^3 万元。

表 2 西安浐灞生态区旅游费用计算结果

Table 2 Tourism cost action observation of Chan-Ba ecological zone in Xi'an

出发地区 Start area	人口/万 Population	人均国内生产 总值/元 Real GDP per capita	旅游费用/元 Travel expenses	总参观人数/万 Total visitors number	人均参观比率 Per capita visit number
商州区 Shangzhou district	1.05	3 300	200	90	4.08
蓝田县 Lantian county	58.71	5 200	130	200	
长安区 Chang-an district	13.53	6 900	160	130	
灞桥区 Baqiao district	34.90	10 507	115	150	
雁塔区 Yanta district	112.27	20 490	130	330	
总计 Total	220.46	46 397	735	900	

2.3 浐灞生态区水资源的居民舒适性享受价值 性享受价值。通过调查 2011 年西安浐灞生态区周边
选用房产价值来反映浐灞生态区水资源的舒适 选用的房价,得到消费价格见表 3。

表 3 西安浐灞生态区房地产消费价格

Table 3 Price of real estate consumption in Chan-Ba ecological zone in Xi'an

与生态区的距离/m The distance to the region	距离中值/m Distance median	房价/(元·m ²) Prices of every square metre	房屋间差价/元 Price difference of houses
800~1 300	1 050	8 200	1 000
1 300~1 800	1 550	7 200	
1 800~2 300	2 050	6 300	
2 300~2 800	2 550	5 500	
2 800~3 300	3 050	5 000	
3 300~		4 700	300

对以上数据进行分析发现,房地产差价与距河
边距离呈明显的相关性,以 S 为距河边距离, F 为房
屋间差价,建立回归曲线: $F=1\,542.5S-3.5$ 。

由每 m² 隐含的水环境资源价值公式,得每 m²
隐含的环境因素价格为 0.011 2 元。由于浐灞生态
区房屋面积约为 800 万 m²,因此,整个区域的房产
价格中隐含的居民舒适性享受价值 W_H 为 8.96 万
元。

2.4 浐灞生态区水资源的总价值

由水资源总价值模型可得浐灞生态区水资源的
总价值量(W)为 6.26×10^3 万元,由于浐灞生态区
多年平均水资源总量为 0.28 亿 m³,则包含水资源
作为自然资源和环境资源因素在内的水资源的价格
为 2.24 元/m³。需要说明的是,本实例计算出的水
资源价值仅包含与社会经济有关的自然资源价值及
与精神文明建设有关的旅游景观价值和舒适性享受
价值,并不包括水利工程的成本、利润以及水资源对
生态影响的价值。

3 结 论

水资源价值科学核算是将水资源核算纳入国民
经济核算体系和水资源合理规划、开发、配置、保护
决策的前提。研究与价值理论相适应且满足经济社
会发展需要的量化核算方法是亟需解决的问题。基

于此,本研究建立了水资源价值核算模型,并全面、
合理地计算了水资源在经济、生态、社会发展中的价
值,使人们可以定量地理解水资源的巨大价值所在。

本研究以西安浐灞生态区为例进行计算,结果
表明,水资源价值中,水作为自然资源的价值最大,
其次是旅游价值,最小的是舒适性享受价值。由于
西安浐灞生态区尚处于规划与施工并进的阶段,所
以很多设施并不完善,尤其是房地产开发,所以根据
房地产价格推算的舒适性享受价值较低,这是合理
的且与实际相吻合。通过计算可知,西安浐灞生态
区的水资源总价值为 6.26×10^3 万元,这对生态区
未来的规划和发展有重要意义,有利于该区水资源
的合理管理与开发。此外,本研究计算得到的浐灞
生态区水价为 2.24 元/m³,这与实际情况基本一
致。在水资源逐渐减少,节水需求日益迫切的今天,
上调水价是一个不容忽视的趋势。

[参考文献]

[1] 温善章,石春先. 河流可供水资源影子价格研究 [J]. 人民黄
河,1993(7):10-13.
Wen S Z, Shi C X. Study on the method of estimation of the
shadow price of water resources available in a river [J]. Yellow
River,1993(7):10-13. (in Chinese)
[2] 姜文来. 水资源价值论 [M]. 北京:科学出版社,1998.
Jiang W L. Theory of water resource value [M]. Beijing: Sci-
ence Press,1998. (in Chinese)

[3] 蒋水心. 水资源价值量的实用计算方法 [J]. 中国农村水利水电, 2002(3):42-44.
Jiang S X. The practical calculation method of water resources value [J]. China's Rural Water Conservancy and Hydropower, 2002(3):42-44. (in Chinese)

[4] 龙爱华,王 浩,程国栋,等. 水账户方法及其在流域水分生产率分析中的应用 [J]. 水利学报,2007(9):1128-1134.
Long A H,Wang H,Cheng G D,et al. Water accounting method and its application to river basin water productivity analysis [J]. Journal of Hydraulic Engineering,2007(9):1128-1134. (in Chinese)

[5] 吕翠美. 区域水资源生态经济价值的能值研究 [D]. 郑州:郑州大学,2009.
Lü C M. The ecological and economic value of regional water resources research [D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2009. (in Chinese)

[6] 赵 雯. 基于价值流理论的上海市水资源价值量核算研究 [D]. 上海:华东师范大学,2010.
Zhao W. Research on value amount of system of environmental-economic accounts for water in Shanghai,based on value flows theory [D]. Shanghai:East China Normal University,2010. (in Chinese)

[7] 蔡 文. 物元模型及其应用 [M]. 北京:科学技术文献出版社,1994.
Cai W. Matter-element model and its application [M]. Beijing: Science and Technology Literature Press,1994. (in Chinese)

[8] 姜文来,武 霞. 水资源价值模型评价研究 [J]. 地球科学进展,1998,13(2):179-181.
Jiang W L,Wu X. Study on model of water resource value evaluation [J]. Progress in Earth Science,1998,13(2):179-181. (in Chinese)

[9] 刘阳春. 水资源价值理论及模型研究 [D]. 重庆:重庆大学,2004.
Liu Y C. Study on the theory and model of water resources value [D]. Chongqing:Chongqing University,2004. (in Chinese)

[10] 陆雍森. 环境评价 [M]. 2 版. 上海:同济大学出版社,2000.
Lu Y S. Environmental assessment [M]. 2nd ed. Shanghai: Tongji University Press,2000. (in Chinese)

[11] 沈珍瑶,杨志峰. 黄河流域水资源可再生性评价指标体系与评价方法 [J]. 自然资源学报,2002(2):188-197.
Shen Z Y,Yang Z F. Yellow River basin water resources renewability evaluation index system and evaluation method [J]. Journal of Natural Resources,2002(2):188-197. (in Chinese)

[12] 姜文来,于连生. 水资源价格上限研究 [J]. 中国给水排水,1993(2):44-45.
Jiang W L, Yu L S. Research on water resource price caps [J]. Water and Wastewater in China,1993(2):44-45. (in Chinese)

[13] 姜文来. 水资源价值模型研究 [J]. 资源科学,1998,20(1):36-37.
Jiang W L. Study on model of water resources value [J]. Resource Science,1998,20(1):36-37. (in Chinese)

[14] 李振兴,张晓斌. 西安市泾渭河下游水质污染状况评价 [J]. 水资源与水工程学报,2011,22(3):152-154.
Li Z X,Zhang X B. The water pollution evaluation of Chan-ba River downstream in Xi'an [J]. Journal of Water Resources and Water Engineering,2011,22(3):152-154. (in Chinese)

[15] 武吉华. 自然资源评价基础 [M]. 北京:北京师范大学出版社,1999.
Wu J H. Evaluation of natural resources foundation [M]. Beijing:Beijing Normal University Press,1999. (in Chinese)