

皖西大别山五大水库生态系统服务功能价值评估

黄 润,王升堂,倪建华,孙贤斌,王笑梅

(皖西学院资源环境与旅游管理学院,安徽 六安 237012)

摘要:根据皖西大别山5大水库水资源特征,将其水生态系统服务划分为直接使用价值和间接使用价值2大类8个小类,以2010年为评价基准年份,运用市场价值法、费用支出法、替代工程法等环境经济价值评估方法,对大别山5大水库生态系统服务功能价值定量评价。研究表明,2010年5大水库生态系统服务功能的总价值为60.59亿元,占当年六安市国内生产总值的8.95%,其中直接使用价值为19.62亿元,占总价值的32.41%;间接使用价值为40.97亿元,占总价值的67.59%。调蓄洪水和水资源蓄积的功能价值构成比例高,分别为34.32%和32.51%,水库在防御洪涝灾害和涵养水源方面具有重要的作用。

关 键 词:皖西大别山;水库;生态系统服务;价值评估

中图分类号:F119.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2014)10-1270-05

水生态系统不仅提供了维持人类生活和生产活动的基础产品,还具有维持自然生态系统结构、生态过程与区域生态环境的功能^[1]。定量评价水生态系统的服务功能,有助于全面地认识水资源价值,科学合理地利用水资源,将水资源的利用达到生态效益和经济效益最优化,对建立生态补偿机制、指导水资源开发利用与保护具有重要作用。水生态系统服务的价值评估研究已经成为生态学和资源环境经济学等研究的热点和前沿之一。国内外学者已在湖泊、河流、湿地、流域、区域、国家等不同尺度上就水生态系统提供的各种服务功能及其价值进行了探索^[2-13]。

2011年颁布的《全国主体功能区规划》中,大别山区列为国家二十五个重点生态功能区之一。降水量丰富,多年平均降水量为900~1 600 mm,水源充足。地表水资源多年平均 $60.0 \times 10^8 \text{ m}^3$,丰富的地表水资源使大别山成为周边地区十分重要的水源涵养地。淠史杭灌区是新中国成立后兴建的3个特大型灌区之一,担负着安徽、河南两省4市17个县区的农业、工业和城乡居民生产生活防洪、灌溉、供水的重任,灌区优质的水源是1 330万人的生命之源,尤其是安徽省六安、合肥、淮南等大

中城市最重要水源地^[14,15]。位于大别山区的佛子岭、磨子潭、梅山、响洪甸、龙河口五大水库是淠史杭灌区的主水源(图1),五大水库总库容 $66.35 \times 10^8 \text{ m}^3$,目前,淠史杭灌区年均从五大水库引水达30多亿 m^3 ,是安徽省近1/3国民经济的用水保障,是维持淠史杭灌区良好生态的源头活水,在安徽省经济社会发展中发挥着不可替代的巨大作用。

1 资料来源和评价方法

1.1 资料数据来源

以2010年为评价基准年份,收集五大水库的生活及工农业供水、水利发电、内陆航运、水产品生产、旅游等各类调查统计数据,数据来源包括《2010年安徽省水资源公报》、《2011年安徽水利年鉴》^[16]、《安徽省第一次水利普查公报》、《2011年安徽统计年鉴》^[17]、《2011年六安统计年鉴》^[18]、《2011六安市水资源公报》、《六安市城市总体规划(2008~2030年)》、《六安市十二五国民经济和社会发展规划纲要》以及安徽省水利局、淠史杭管理局、六安市水利局、六安市物价局等部门提供和公布的数据,另外,对水库景点旅游人数及消费支出等数据采取实地抽样调查获得。

收稿日期:2013-12-03; 修订日期:2014-02-19

基金项目:安徽省高校自然科学重点项目(KJ2012A276);安徽省科技厅软科学项目(1402052055);安徽省人文地理学重点学科资助项目资助。

作者简介:黄 润(1963-),男,安徽六安人,博士,教授,研究方向为生态安全与环境经济。E-mail:huangrun@wxc.edu.cn

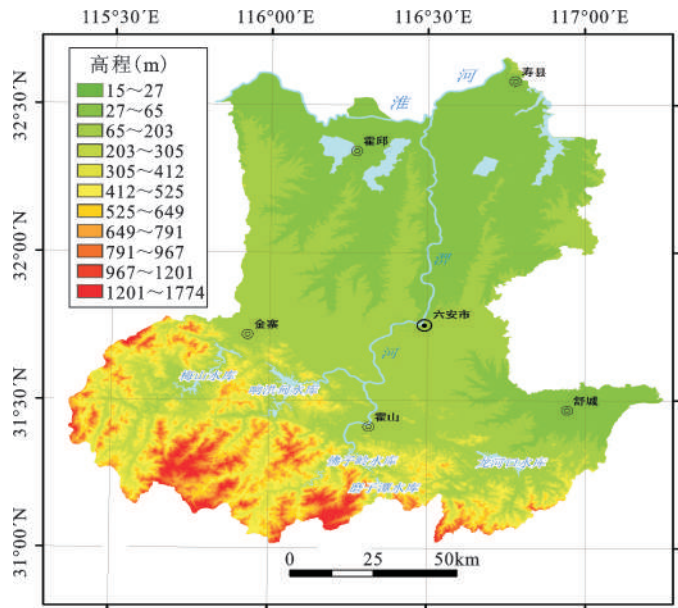


图1 皖西大别山五大水库分布图

Fig.1 Distribution of the five reservoirs in Dabie Mountains, West Anhui Province

1.2 研究方法 with 指标体系

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及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用^[4]。根据水生态系统提供服务的消费与市场化特点,可以把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,生命支持系统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。结合皖西大别山五大水库水生态系统特征及基础数据资料的可收集性,我们将其水生态系统服务功能划分为2大类8小类进行评价(表1),即工农业及生活供水、水产品生产、水力发电、内陆航运、休闲娱乐文化5项直接使用价值的功能;调蓄洪水、水资源蓄积、生物栖息地3项间接使用价值的功能,评价方法(表1)如下:

1) 市场价值法,适用于没有费用支出但有市场价值的环境效应价值核算。

2) 费用支出法,它以人们对某种环境效益的支出费用来表示该效益的经济价值。

3) 替代工程法,是指用人工建造一个工程来代替原来或被破坏的生态系统服务功能,用建造新工程的费用来估算原来生态系统的服务功能价值的一种方法。

表1 皖西大别山五大水库生态系统服务功能评价指标体系与方法

Table 1 The ecosystem service evaluation index system and method for the five reservoirs

服务功能	评价指标	评价功能量	服务价值计算方法
直接使用价值	供水	工农业生产用水	市场价值法
		生活用水	市场价值法
	水产品生产	渔业生产	市场价值法
	水力发电	水库发电量	市场价值法
	内陆航运	客货量	市场价值法
间接使用价值	休闲娱乐	旅游收入	费用支出法
	调蓄洪水	调蓄量	替代工程法
	水资源蓄积	水库蓄积量	替代工程法
	生物栖息地	生物多样性维持	替代工程法

2 水库生态系统服务功能价值评估

2.1 直接价值评估

2.1.1 供水

皖西大别山五大水库水资源丰富,担负着周边许多地市工农业生产及生活用水供应。供给功能价值采用市场价值法进行评估,计算公式为:

$$V_1 = \sum A_i \times P_i$$
 (1)

式中, V_1 是水资源供给功能价值; A_i 是第 i 种水的供给量, P_i 是第 i 种水的市场价格。

根据 2010 年安徽省水资源公报,六安市供水

总量为 $29.78 \times 10^8 \text{ m}^3$, 其中农业用水(含灌溉、林牧渔畜用水) $23.96 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、工业用水 $3.47 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、城镇居民生活用水(含城镇公共、生态环境用水) $2.35 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。农业灌溉用水价格按照2002年安徽省政府办公厅38号文件定价为0.056元/ m^3 , 工业用水和居民生活用水分别按照六安市基本水价1.65元/ m^3 和1.200元/ m^3 计算。依据公式可计算五大水库的供水价值为9.89亿元。另外, 目前合肥市每年从大别山五大水库买水, 供水价格为0.232元/ m^3 , 年供应量 $2.50 \times 10^8 \text{ m}^3$, 共计0.58亿元。两者合计总价值 V_1 为10.47亿元。

2.1.2 水产品生产

六安市五大水库水产品资源丰富包括鱼类、甲壳类、贝类; 水生态系统的水产品评估的价值公式为:

$$V_2 = \sum U_i \times P_i \quad (2)$$

式中, V_2 是水产品的价值; U_i 是第 i 种物质的产品量; P_i 是第 i 种物质的市场价格。

根据2011年六安统计年鉴^[18], 六安市2010年水产品总量为262 400 t, 其中水库为29 627 t(主要为五大水库), 六安市淡水鱼产品的平均价格为8元/kg, 可计算五大水库水产品的价值 V_2 为2.37亿元。

2.1.3 水力发电

皖西大别山区五大水库总装机为 $14 \times 10^4 \text{ kW}$, 年发电 $4 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 时。水电的影子价格取0.4元/ $\text{kW} \cdot \text{h}$ ^[19], 则五大水库的水力发电的总价值 V_3 为1.60亿元。

2.1.4 内陆航运

六安市五大水库建成后, 库区常年通航, 完善了山区的交通, 提高了城乡物质交流水平; 20世纪70年代以前, 水库航运是库区最主要的交通形式, 但是随着公路交通的发展, 航运比重逐年降低。河流航运功能计算公式为:

$$V_4 = G \times Pg + F \times Pf \quad (3)$$

式中, V_4 是水库的航运价值; G 是水路旅客周转量; Pg 是客运价格; F 是水路货运周转量; Pf 是货运价格。

由于五大水库缺乏航运统计数据, 加以六安市航运主要发生在五大水库地区, 所以, 本文以六安市航运统计数据来代替五大水库的航运量。2010年六安市水运客运周转量 $176 \times 10^4 \text{ 人} \cdot \text{km}$ 、货运周转量 $533\,818 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{km}$ 。客运和货运价格分别采用0.240元/(人·km)及0.060元/(t·km)^[1], 故可

以计算六安市五大水库的航运价值 V_4 为3.21亿元。

2.1.5 休闲娱乐

水作为“自然风景”的“灵魂”, 其旅游服务功能巨大, 同时, 作为一种独特的地理单元和生存环境, 水生态系统对形成独特的传统和文化类型影响很大^[4]。该部分价值采用费用支出法, 即以旅游费用的实际支出为尺度进行衡量。五大水库中由于龙河口水库(即万佛湖景区)是国家4A级大型旅游景区, 因此, 以景区旅游收入统计数据计算, 2010年该景区共接待境内外游客66.27万人次, 旅游综合收入为1.65亿元; 其他4个水库年旅游人数约15万人, 水库景点门票价格为10元, 另按每人吃住行等正常消费约200元计算, 旅游费用支出为0.32亿元。则五大水库合计旅游休闲娱乐价值 V_5 为1.97亿元。

2.2 间接使用价值的评估

间接使用价值包括环境能够提供的效用来支持目前的生产和消费活动的各种功能中间所能获得的效益。间接使用价值评价的基本数据来源于2011年安徽省水利年鉴(表2)。

表2 皖西大别山五大水库水资源基本数据

Table 2 The water resource basic data of the five reservoirs

水库名称	佛子岭	磨子潭	梅山	龙河口	响洪甸
总库容($\times 10^8 \text{ m}^3$)	4.91	3.47	22.62	9.03	26.32
兴利库容($\times 10^8 \text{ m}^3$)	3.48	1.37	9.57	4.66	9.97
防洪库容($\times 10^8 \text{ m}^3$)	1.56	1.91	10.65	3.03	13.86
2010年蓄水量($\times 10^8 \text{ m}^3$)	2.39	1.22	11.41	4.01	10.35

2.2.1 调蓄洪水价值

调蓄洪水功能价值利用替代工程法进行计算, 计算公式为:

$$V_6 = \sum R \times Pc \quad (4)$$

式中, V_6 是调蓄洪水价值(元); R 是水库调蓄洪水能力(防洪库容); Pc 是单位贮水价值, 水库蓄水成本取0.67元/ m^3 ^[20]。

五大水库防洪总库容为 $31.01 \times 10^8 \text{ m}^3$, 可计算调蓄洪水功能价值 V_6 为20.78亿元。

2.2.2 水资源蓄积价值

水资源蓄积功能价值利用替代工程法进行计算, 计算公式为:

$$V_7 = \sum K \times Pc \quad (5)$$

式中, V_7 是水资源蓄积价值(元); K 是水库年末水资源蓄积量(m^3); Pc 是单位贮水价值, 水库蓄水成本

取0.67元/m³[21]。

根据淠史杭灌区2010年第三期水情信息,五大水库2010年蓄水量为29.38×10⁸m³,可计算水资源蓄积功能价值V₇为19.68亿元。

2.2.3 生物栖息地

各种水体与湿地是地球上最重要的野生生物的栖息地或避难所,对维持生物多样性具有重要作用。目前缺乏对水生态系统提供栖息地功能价值的有效评估,根据Costanza等人的研究成果^[5],沼泽或泛滥平原提供栖息地或避难所这一服务功能的年生态效益为439美元/hm²,折合人民币2997.27元/hm²(以100美元兑换人民币682.75元计,2010年),五大水库水面总面积约169.4 km²(2011年影像Rapid eye,分辨率5 m),则五大水库提供栖息地或避难所这一服务功能的年生态效益V₈为0.51亿元。

2.3 评价结果

运用市场价值法、费用支出法、替代工程法等资源环境经济学的评价方法,对皖西大别山五大水库生态系统服务功能价值进行评估,总价值为60.59亿元,其中直接使用价值为19.62亿元,占总价值的32.41%;间接使用价值为40.97亿元,占总价值的67.59%(表3)。

3 结论与讨论

3.1 结论

2010年皖西大别山五大水库生态系统服务功能的价值评价结果表明,水生态系统的服务功能总价值为60.59亿元,占当年六安市国内生产总值(676.1亿元)的8.95%。由此可见,皖西大别山五大水库在区域经济社会生态等方面具有十分重要的作用。

1) 从服务价值构成来看,直接使用价值占总价值的32.41%;间接使用价值占67.59%,间接使用价值是直接使用价值的2.09倍,这说明五大水

库生态系统服务价值主要体现在间接使用价值上。在所评价的8种功能价值中,按照价值量大小,依次为:调蓄洪水>水资源蓄积>供水>内陆航运>水产品生产>休闲娱乐>水力发电>生物栖息地功能,这基本上反映了目前五大水库生态系统的特点和服务功能的价值特征。

2) 在水生态系统的间接价值中,调蓄洪水功能的价值构成比例最高,达20.78亿元,占总服务功能价值的34.32%,比直接使用价值的总量还大。说明五大水库生态系统在防御洪涝灾害方面具有极其重要的作用,也是作为防洪灌溉建设的初衷。

3) 水资源蓄积功能价值大是五大水库的服务功能价值构成的又一个显著特点,占总服务功能价值的32.51%。由此可见,皖西大别山作为安徽省重要水源保护地,五大水库承担着特别重要的作用和地位。

3.2 讨论

采用的价值量法评估水库水生态系统服务功能,所得结果是货币值,便于引起人们对水库水生态系统服务功能的足够重视,促进水生态系统服务的持续利用与管理,易于与环境核算体系相结合,将其纳入国民经济核算体系。同时,对水源地生态补偿机制的建立也具有重要参考依据。需要指出的是水生态系统是一个动态的、复杂的系统,对其服务功能的评价是一项非常复杂的工作。由于基础研究的局限和评估方法的不完善,加以数据可获得性的限制,因此,本研究是对皖西大别山五大水库生态系统服务价值进行的初步研究成果,存在着服务功能评价不完全问题,如在间接使用价值估算中忽略了水质净化、固碳释氧等价值,另外,对非利用价值如存在价值、遗产价值等也未考虑。所以,我们的估算结果应该是皖西大别山五大水库生态系统服务价值的最低值,对价值的

表3 皖西大别山五大水库水资源生态服务价值构成

Table 2 The composing of ecosystem service value for the five reservoirs

功能类型	价值量(亿元)	比例(%)	功能类型	价值量(亿元)	比例(%)
供水	10.47	17.29	调蓄洪水	20.78	34.32
水产品生产	2.37	3.91	水资源蓄积	19.68	32.51
水力发电	1.60	2.64	生物栖息地	0.51	0.76
内陆航运	3.21	5.30			
休闲娱乐	1.97	3.25			
直接使用价值	19.62	32.41	间接使用价值	40.97	67.59

评估也只是保守的估计。但即使这样一个评估也还是有助于人们对其生态系统价值的了解,为生态环境保护政策的制定和生态补偿机制的建立提供参考依据。

参考文献:

- [1] 赵同谦, 欧阳志云, 王效科, 等. 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[J]. 自然资源学报, 2003, 18(4): 443~452.
- [2] 陈福军, 沈彦俊, 李 倩, 等. 中国陆地生态系统近 30 年 NPP 时空变化研究[J]. 地理科学, 2011, 31(11): 1409~1414.
- [3] 吴海珍, 阿如旱, 郭田保, 等. 基于 RS 和 GIS 内蒙古多伦县土地利用变化对生态服务价值的影响[J]. 地理科学, 2011, 31(1): 110~115.
- [4] 欧阳志云, 赵同谦, 王效科, 等. 水生态服务功能分析及其间接价值评价[J]. 生态学报, 2004, 24(10): 2091~2099.
- [5] Costanza R, D Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387(15): 253~260.
- [6] Loomis John, Paula Kent, Liz Strange, et al. Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey [J]. Ecological Economics, 2000, 33(1): 103~117.
- [7] 李文华. 生态系统服务功能价值评估的理论、方法与应用[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2008.
- [8] 李万莲, 由文辉, 王 敏. 淮河流域蚌埠城市水生态系统服务价值评估[J]. 资源开发与市场, 2006, 22(5): 457~460.
- [9] 周葆华, 操璟璟, 朱超平, 等. 安庆沿江湖泊湿地生态系统服务功能价值评估[J]. 地理研究, 2011, 30(12): 2296~2304.
- [10] 崔丽娟. 鄱阳湖湿地生态系统服务功能价值评估研究[J]. 生态学杂志, 2004, 23(4): 47~51.
- [11] 张振明, 刘俊国, 申碧峰, 等. 永定河(北京段)河流生态系统服务价值评估[J]. 环境科学学报, 2011, 31(9): 1851~1857.
- [12] 马国军, 林 栋. 石羊河流域生态系统服务功能经济价值评估[J]. 中国沙漠, 2009, 29(6): 1173~1177.
- [13] 李 芬, 孙然好, 杨丽蓉, 等. 基于供需平衡的北京地区水生态服务功能评价[J]. 应用生态学报, 2010, 21(5): 146~152.
- [14] 安徽省溁史杭灌区管理总局. 走进溁史杭[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006.
- [15] 万会林. 锦绣溁史杭[M]. 合肥: 安徽人民出版社, 1998.
- [16] 安徽水利年鉴编辑委员会. 安徽水利年鉴 2011[M]. 合肥: 合肥工业大学出版社, 2011.
- [17] 安徽省统计局. 安徽统计年鉴 2011[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [18] 六安市统计局. 六安统计年鉴 2011[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [19] 李友辉, 董增川, 孔琼菊. 江西省水资源生态系统服务功能价值评价[J]. 江西农业学报, 2007, 19(1): 95~98.
- [20] 王 欢, 韩 霜, 邓红兵, 等. 香溪河河流生态系统服务功能评价[J]. 生态学报, 2006, 26(9): 2973~2974.
- [21] 李景保, 刘春平, 王克林, 等. 湖南省大型水库服务功能的经济价值评估[J]. 水土保持学报, 2005, 19(2): 163~166.

Ecosystem Service Functions of the Five Reservoirs in Dabie Mountain, West Anhui Province

HUANG Run, WANG Sheng-tang, NI Jian-hua, SUN Xian-bin, WANG Xiao-mei

(College of Resources Environment and Tourism Management, West Anhui University, Lu'an Anhui, 237012)

Abstract: Dabie Mountain is one of the most important water conservation in Anhui Province. According to the features of water resources, the water ecosystem services of the five reservoirs in West Anhui were classified into 2 categories (direct and indirect valuation) and 8 subcategories in this article. At the same time, a set of valuation index system was constituted with market value method, cost payout method, substitute engineering approach and so on, the value of the five reservoirs water ecosystem service was assessed by means of value evaluation in 2010. The result demonstrated that the total value of the five reservoirs water ecosystem service was 60.59×10^8 yuan RMB, and was up to 8.95% of the GDP of Lu'an City in 2010. The direct value was estimated as 19.62×10^8 yuan RMB, and indirect value was 40.92×10^8 yuan RMB. Among the different ecological service categories of the five reservoirs, flood control and water resource storage were of great value. The five reservoirs play an important role in flood control and water resource storage.

Key words: Dabie Mountain; the five reservoirs; ecosystem service; value assessment