

张振明,刘俊国,申碧峰,等. 2011. 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, 31(9): 1851-1857

Zhang Z M, Liu J G, Shen B F, et al. 2011. Evaluation of ecosystem services of the Yongding River in Beijing[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 31(9): 1851-1857

永定河(北京段)河流生态系统服务价值评估

张振明¹, 刘俊国^{1,*}, 申碧峰², 刘培斌², 魏炜², 高鹏杰², 张艺³

1. 北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083

2. 北京市水利规划设计研究院, 北京 100044

3. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083

收稿日期: 2010-11-15

修回日期: 2011-03-10

录用日期: 2011-04-18

摘要: 借鉴《千年生态系统评估》中对生态系统服务的划分(供给、调节、文化与支持四项服务),建立生态服务价值评价指标体系,开展永定河(北京段)供水、调蓄洪水、气候调节、休闲娱乐、生物多样性等功能的调查研究,明确永定河(北京段)生态系统主要功能与服务。研究结果如下:永定河(北京段)生态服务总价值 432.82 亿元。其中供给功能价值为 2.67 亿元、调节功能价值为 251.17 亿元、文化功能价值为 164.48 亿元、支持功能价值为 14.50 亿元。可以看出,在永定河生态服务价值中,调节和文化功能占主导地位,约占总服务价值的 90% 以上。通过估算永定河生态系统服务价值,为制定永定河(北京段)生态修复目标和河道生态服务价值的评估提供一定的科学依据。

关键词: 河流生态系统; 生态服务功能; 评价; 永定河

文章编号: 0253-2468(2011)09-1851-07

中图分类号: X171

文献标识码: A

Evaluation of ecosystem services of the Yongding River in Beijing

ZHANG Zhenming¹, LIU Junguo^{1,*}, SHEN Bifeng², LIU Peibin², WEI Wei², GAO Pengjie², ZHANG Yi³

1. College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083

2. Beijing Institute of Water, Beijing 100044

3. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083

Received 15 November 2010;

received in revised form 10 March 2011;

accepted 18 April 2011

Abstract: Based on the classification of ecosystem services (i. e. provisioning services, regulating services, cultural services and supporting services) in the “Millennium Ecosystem Assessment”, an evaluation index system is set up which includes water supply, flood control, climate regulation, recreation, biological diversity and others to clearly assess the main ecosystem functions of the Yongding River in Beijing. Results show that the total value of the ecosystem services of the Yongding River in Beijing is 43.28 billion Yuan RMB at current prices. The values of the provisioning, regulating, cultural and supporting services are 0.27 billion, 25.12 billion, 16.45 billion and 1.45 billion Yuan (all in RMB), respectively. Among the four different services, the regulating and cultural ecosystems account for over 90% of the total ecosystem values. This study provides theoretical basis for the ecological restoration of the Yongding River in Beijing and the assessment of river ecosystem services.

Keywords: river ecosystem; ecological service function; evaluation; Yongding River

1 引言(Introduction)

有关生态服务的研究始于 20 世纪 70 年代,其标志性事件是 1977 年 Westman 提出的“自然的服务”概念及其价值评估问题(Westman, 1977)。自 20 世纪 90 年代以后,生态服务价值的研究开始日益增多,相关理论与方法不断涌现(Serafy, 1988; Sagoff, 1998),尤其是由全球 95 个国家 1360 名科学家共同参与完成

的国际合作项目“千年生态系统评估”(Millennium Ecosystem Assessment, 简称 MA),更让生态服务评估成为生态学研究领域的研究热点(Finlayson *et al.*, 2005)。我国生态系统价值研究中,开展较早的是森林生态系统价值研究,1982 年,张嘉宾等利用影子工程法、替代费用法估算了云南怒江、福贡等森林固持土壤与森林涵养水源功能价值(张嘉宾, 1982)。1984 年,马世骏先生发表了名为《社会经济自然复合生态

基金项目: 北京市科技计划重大项目资助课题(No. D090409004009003);教育部新世纪优秀人才支持计划(No. NCET-09-0222)

Supported by the Key Project of Science and Technology of Beijing (No. D090409004009003) and the New Century Excellent Talents in University of Ministry of Education of People's Republic of China(No. NCET-09-0222)

作者简介: 张振明(1979—),男, E-mail: zhenming.zh@gmail.com; * 通讯作者(责任作者), E-mail: water21water@yahoo.com

Biography: ZHANG Zhenming (1979—), male, E-mail: zhenming.zh@gmail.com; * Corresponding author, E-mail: water21water@yahoo.com

系统》的文章 表明生态学家已开始涉足经济学领域 (马世骏和王如松 ,1984) . 1999 年中国科学院生态环境研究中心的欧阳志云等首先采用了生态系统服务的概念 并对我国陆地生态系统的 6 种服务价值进行了初步评估 得出我国陆地生态系统服务经济价值每年为 148 万亿元人民币(欧阳志云等 ,1999a; 欧阳志云等 ,1999b) . 赵同谦等(2003) 对我国陆地地表水生态系统服务进行了初步的评价 按照河流、水库、湖泊和沼泽 4 种类型 建立了由生活及工农业供水等 5 项直接使用价值和调蓄洪水等 7 项间接使用价值构成的指标体系 得出 2000 年我国陆地地表水生态系统的总价值为 9810 亿元. 赵军等(2005) 以上海浦东张家浜为例 采用支付卡式 CVM 研究方法 获得城市河流生态系统的平均支付意愿为 195. 07 ~ 253. 04 元·年⁻¹·户⁻¹.

综观以上研究 生态系统服务功能评价是近年来生态系统可持续管理与经营研究的热点问题之一 , 国内外学者已在湖泊、河流、流域、区域、国家等不同尺度上就生态系统提供的各种服务功能及其价值进行了探索(Postel *et al.* ,1996; Daily , 1997; Wilson and Carpenter , 1999; 赵同谦等 ,2003; Ye *et al.* , 2004; Van Jaarsveld *et al.* , 2005; Yang *et al.* , 2008; 李芬等 ,2010) . 虽然目前对湿地生态系统服务功能的评价较多(Lu *et al.* , 2003) ,但对河流生态系统服务功能主要集中在单项功能上 ,评价方法多为条件价值评估法(Loomis *et al.* , 2000) . 尽管有些研究对河流生态系统服务功能进行了全面定性的描述(Luan and Chen ,2004; Brismar ,2002) ,但对河流生态系统服务功能的全面研究和计算还较少.

永定河是北京的母亲河 随着北京市居民生活水平的提高 人们对永定河的生态功能有了更高的需求. 近年来 永定河河流生态系统退化严重 河流生态系统修复面临极大的挑战. 如何结合永定河河情区情 建立一套适合永定河的生态服务价值评价指标体系? 如何量化永定河河流生态服务价值? 这些都将作为开展永定河河流修复目标体系研究的基础理论. 本文在全面总结河流生态系统服务功能的基础上 对永定河(北京段) 生态系统服务功能进行评价 以便为永定河(北京段) 生态修复提供坚实的科学依据.

2 研究区域与方法(Study area and methods)

2.1 研究区域

永定河流域位于东经 112°06′ ~ 117°45′ ,北纬

39°18′ ~ 41°20′ 之间 发源于内蒙古高原的南缘和山西高原的北部 ,东邻潮白、北运河系 ,西临黄河流域 ,南为大清河水系 ,北为内陆河. 永定河流域总面积 47016 km². 永定河北京段(幽州 ~ 梁各庄) 位于北京西部 ,主河道长 169. 6 km ,流经门头沟、石景山、丰台、大兴和房山五个区 ,流域面积为 3168 km² ,占总流域面积的 6. 7% . 永定河流域位于欧亚大陆东部中纬度地带 ,大陆性气候明显. 近年来 ,由于三家店以下河道断流 河床裸露 每遇大风 沙尘弥漫 给北京市交通、生产和生活带来恶劣的影响.

2.2 研究方法

根据《千年生态系统评估》报告 通过对永定河现状调查、各类文献和数据的收集整理、问卷调查、访谈调查等方法 结合河流生态系统提供服务的机制、类型和效用 可以把永定河生态系统的服务功能划分为供给服务、调节服务、文化服务和支持服务四大类 ,制定了永定河生态服务价值指标体系(表 1) . 结合市场评估法、替代市场评估法等多种方法 提出各项生态服务的定量核算方法.

表 1 永定河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 Yongding River

服务功能	评价指标	评价功能量	服务价值计算方法
供给	供水	农业用水	市场价值法
		工业用水	
		环境用水	
		生活用水	
	水产品	渔业生产	市场价值法
		官厅水电站发电量	
		下马岭水电站发电量	
		下苇甸水电站发电量	
	水资源存贮	河道地表水资源量	替代工程法
		地下水资源量	
		水库蓄水量	
		对 N 纳污能力	
调节	净化	对 COD 纳污能力	替代工程法
		增加负离子数量	
		吸收粉尘量	替代工程法
		调蓄洪水	
	河流输沙	调蓄量	影子工程法
		输沙量	
		固碳	替代工程法
		释氧	
	游憩	旅游娱乐	造林成本法
		休闲	
		工业制氧法	直接市场法
		旅行费用法	
文化	景观美学	房地产升值	意愿支付法
		水文化价值	
		水文化价值	意愿支付法
		一级保护物种	
支持	生物多样性	一级保护物种	支付意愿法
		二级保护物种	

3 结果(Results)

3.1 供给服务

3.1.1 供水 河流水供给功能的评价利用市场价值法, 利用现行水价, 把各类用水量作为考核指标, 衡量永定河供水的价值. 计算公式为:

$$V_1 = \sum (Q_{1i} \times P_{1i}) \tag{1}$$

式中, V_1 为水供给功能价值(元); Q_{1i} 为 i 种用途的水量(m^3); P_{1i} 为 i 种用途水的价格(元 $\cdot m^{-3}$).

根据北京市发展和改革委员会公用商品现价规定, 居民生活用水每 m^3 为 3.70 元, 工商业用水每 m^3 为 5.60 元, 环境用水的水价取公园、湖泊用地表水每 m^3 为 1.30 元; 根据北京市发展和改革委员会、北京市水务局、北京市财政局关于印发《北京市农业用水水资源费管理暂行办法》的通知(京发改[2007]536 号)(北京市发展改革委等 2007), 农业用水水资源费征收标准为: 粮食作物每 m^3 0.08 元, 其它均为每 m^3 0.16 元. 本研究采用 0.16 元作为农业用水水价. 2008 年, 官厅水库除工业供水外, 无其他供水. 官厅水库工业供水量 4675 万 m^3 , 总价值为 2.62 亿元.

3.1.2 渔业生产 由于永定河三家店以下长年断流, 生态系统以陆地生态系统为主. 所以渔业产品的生产区域集中在永定河门头沟区. 据门头沟 2008 年统计年鉴知, 2008 年门头沟区渔业总产值为 92.6 万元, 以此作为永定河 2008 年渔业生产功能价值.

3.1.3 水力发电 水力发电价值计算采用市场价值法:

$$V_2 = \sum (Q_{2i} \times P_{2i}) \tag{2}$$

式中, V_2 为水力发电的功能价值(元); Q_{2i} 为水力发电总量($kW \cdot h$); P_{2i} 为水力发电的电价(元 $\cdot kW^{-1} \cdot h^{-1}$).

永定河主要的水力发电站有官厅水电站、下马岭水电站、下苇甸水电站. 根据《北京水生态服务价值研究》([2009]2177 号)(北京市水利科学研究所和中国科学院生态环境研究所 2009) 2008 年官厅水库蓄发电量为 90 万 $kW \cdot h$, 下马岭水电站 2008 年发电量为 660 万 $kW \cdot h$, 下苇甸水电站 2008 年发电量为 278 万 $kW \cdot h$. 水电价格记为 0.364 元 $\cdot kW^{-1} \cdot h^{-1}$. 所以, 以上 3 个水电站 2008 年水力发电的总价值量为 374.19 万元.

3.2 调节服务

3.2.1 贮水功能 贮水功能价值利用替代工程法进行计算, 计算公式为:

$$V_3 = (A + B) \times P_3 \tag{3}$$

式中, V_3 为贮水价值(元); A 为地表水资源总量(m^3); B 为地下水资源总量(m^3); P_3 为单位蓄水量的库容成本(元 $\cdot m^{-3}$).

由北京市 2008 年水资源公报可知, 2008 年永定河的地表水资源量为 3.22 亿 m^3 , 地下水资源量为 3.52 亿 m^3 . 单位贮水价值, 取每建设单位库容需投入的成本 6.1 元(王兵等, 2008). 所以, 永定河的贮水功能价值为 41.11 亿元.

3.2.2 调蓄洪水 用替代工程法计算永定河调蓄功能价值, 计算公式为:

$$V_4 = \sum (Q_{4i} \times P_4) \tag{4}$$

式中, V_4 为洪水调蓄价值(元); Q_{4i} 为水库、河道的洪水调蓄能力(m^3); P_4 为单位水库库容造价(元 $\cdot m^{-3}$).

根据 2008 年度北京市水务统计资料(表 2) 将河道官厅—三家店、三家店—卢沟桥拦闸河、卢沟桥拦闸河—梁各庄各段的调蓄能力、水库的调蓄能力合并相加, 可得出永定河的调蓄总能力为 33.79 亿 m^3 . 已知单位水库库容造价为 6.1 元 $\cdot m^{-3}$, 计算知永定河的洪水调蓄能力为 206.12 亿元.

表 2 永定河调蓄能力及水库防洪库容统计

Table 2 Regulation and storage capacity and flood control capacity of Yongding River

河段名称	长度/km	宽度/m	调蓄量/万 m^3	水库名称	规模	防洪库容/万 m^3
官厅—三家店	108.70	200	6588	官厅水库	大型	291300
三家店—卢沟桥拦闸河	16.39	400	1966.8	永定河滞洪水库	中型	4392
卢沟桥拦闸河—梁各庄	61.76	1800	33350.4	珠窝水库	中型	280

3.2.3 河流输沙 河流输沙功能价值用替代工程法进行计算, 计算公式为:

$$V_5 = Q_5 \times P_5 \tag{5}$$

式中, V_5 为河流输沙价值(元); Q_5 为河流年均输沙

量(t); P_5 为人工清理河道成本费用(元 $\cdot t^{-1}$).

一般人工清理河道成本费用为 1.5 元 $\cdot t^{-1}$ (北方)、4.7 元 $\cdot t^{-1}$ (南方), 取平均值 3.1 元 $\cdot t^{-1}$. 根据永定河各站点输沙量统计资料, 1980 至 2000 年永

永定河的年均输沙量(北京段)为 885t. 计算得每年永定河流域输沙价值为 0.27 万元.

3.2.4 净化功能

(1) 水质净化

水质净化功能价值利用替代工程法进行计算, 计算公式为:

$$V_6 = \sum (Q_{6i} \times P_{6i}) \quad (6)$$

式中, V_6 为河流净化价值(元); Q_{6i} 为河流对第 i 类的纳污能力(t); P_{6i} 为处理第 i 类物质所需要成本(元·t⁻¹).

根据北京市人民政府关于印发北京市“十一五”时期水资源保护及利用规划的通知(京政发[2006]24号)(北京市水务局和北京市发改委, 2006)北京市现有河道水量对 COD 纳污能力(水环境容量)为 7.8 万 t, 对氨氮纳污能力(水环境容量)为 0.32 万 t. 按永定河占北京市地表水资源总量的 1/4 折算出永定河流域对 COD 的纳污能力为 1.95 万 t, 对氨氮的纳污能力(水环境容量)为 0.08 万 t. 按 COD 的处理成本为 3.5 元·kg⁻¹, 生活污水处理成本氮 1.5 元·kg⁻¹ 进行估算. 永定河净化 COD 价值量为 6825 万元, 永定河净化氨氮价值量为 120 万元, 总价值为 6945 万元.

(2) 空气净化

①负离子

净化空气, 增加负离子的功能使用替代工程法进行计算, 计算公式为:

$$V_7 = Q_7 \times L \times P_7 \quad (7)$$

式中, V_7 为增加空气负离子的价值(元); Q_7 为单位面积增加负离子个数(个·cm⁻³); L 为河道影响高度(cm); P_7 为市场负离子单价(元·10⁻¹⁰个).

2010 年 4 月 7 日—8 日, 在永定河沿岸共测得 15 个点的负离子值, 平均值为 1315.6 个·cm⁻³. 北京市平均负离子浓度为 732 个·cm⁻³ (邵海荣等, 2005). 永定河空气中负离子浓度为北京平均负离子浓度的 1.80 倍. 由于河流的存在, 增加的空气负离子浓度为 583.6 个·cm⁻³. 永定河的河道水面面积为 686.99 hm². 按照河道上方 10 cm 处所含的负离子总数来计算流动河水所增加的负离子数量, 计算得出负离子的总数为 4.01 × 10¹⁴ 个, 根据市场上负离子发生器生成离子的单位价格为 2.08 元·10⁻¹⁰ 个, 永定河增加负离子含量的功能价值为 8.34 万元.

②吸收粉尘

吸收降尘的功能价值使用替代工程法进行计算, 计算公式为:

$$V_8 = Q_8 \times P_8 \quad (8)$$

式中, V_8 为吸收粉尘的价值(元); Q_8 为吸收粉尘量(t); P_8 为工业粉尘处理成本(元·kg⁻¹).

按照水域吸收的降尘量来计算, 研究区五区县平均月均降尘量为 11.992 t·km⁻²·月⁻¹. 根据 2005 年全国土地利用分类, 统计出城区、各区县水域面积. 永定河的河道水面面积为 686.99 hm², 可知, 永定河一年吸收的粉尘量为 165 t, 工业粉尘处理成本为 0.15 元·kg⁻¹, 所以永定河吸收粉尘的价值量为 2.48 万元.

3.2.5 固碳释氧

(1) 固碳

用碳税法或造林成本法计算永定河的固碳价值. 计算公式:

$$V_9 = Q_9 \times P_9 \quad (9)$$

式中, V_9 为固碳的价值(元); Q_9 为固定 CO₂ 的量(t); P_9 为造林成本价/国际碳税(元·t⁻¹).

根据官厅水库浮游植物初级生产量, 官厅水库水面面积为 13000 hm², 根据刘焕亮等(2008)按日初级生产量划分的 5 种初级生产量类型, 官厅水库取较高型中间值 4.0 g·m⁻²·d⁻¹, 根据光和作用方程, 湿地生态系统每生产 1g 干物质能固定 1.63 g 的 CO₂, 同时能向空气中释放 1.2 g 的 O₂.

官厅水库的浮游植物初级生产量为 19.032 万 t (干重), 则其固定 CO₂ 的量为 31.02 万 t, 释放 O₂ 量为 22.84 万 t. 经计算得到吸收 CO₂ 量为 31.02 万 t, C 的单位固定价值采用中国造林成本和国际碳税标准的平均值 770 元·t⁻¹, 则永定河一年的固碳价值为 2.39 亿元.

(2) 释氧

用造林成本法或工业制氧法计算永定河的释氧价值. 计算公式:

$$V_{10} = Q_{10} \times P_{10} \quad (10)$$

式中, V_{10} 为释氧的价值(元); Q_{10} 为释放 O₂ 的量(t); P_{10} 为造林成本价/工业制氧(元·t⁻¹).

永定河每年释放氧气的量为 22.84 万 t. 单位释放价值用造林成本法和工业制氧价格的平均值 376.465 元·t⁻¹. 则永定河一年的释氧价值为 0.86 亿元.

综上所述, 永定河每年的固碳释氧价值为 3.25 亿元.

3.3 文化服务

2010 年 7 月, 针对永定河文化服务价值开展了问卷调查. 本次调查共发放问卷 2100 份, 回收有效问卷 1783 份. 调查区域涉及永定河流经的门头沟、石景山、丰台、房山、大兴五个区以及北京市内经济水平较高的西城、东城、海淀、朝阳、宣武五个区, 两类区域约各占 50%.

3.3.1 游憩功能

(1) 旅游娱乐:

根据各区县旅游部门统计的数据, 利用市场价值法计算旅游总价值:

$$V_{11} = \sum_{i=1}^R T_i \quad (11)$$

式中, V_{11} 为永定河生态系统旅游娱乐服务价值(元); T_i 为游客在各旅游风景区的消费总数(元); R 为旅游风景区的个数(个).

永定河河道上的旅游景点主要有卢沟晓月和珍珠湖. 卢沟桥景点票价为 10 元, 每年旅游人数约为 53 万人; 珍珠湖景区票价为 20 元, 每年旅游人数约为 10 万人. 按照景点平均票价定为 15 元, 每人吃住至少需要 50 元计算, 这样, 旅游者至少消费 65 元. 永定河流域内, 现状旅游价值 0.4095 亿元·年⁻¹.

(2) 休闲功能

利用旅行费用法, 采用调查问卷的方式获取游客的支付意愿来估算永定河的休闲功能价值, 计算公式:

$$V_{12} = \sum (C_i \times n_i + S_i \times t_i) / N \times P_{12} \quad (12)$$

式中, V_{12} 为永定河生态系统休闲服务价值(元); C_i 为调查对象每次去永定河周边的开销(元); n_i 为调查对象每年去永定河郊野自助游的次数(次); S_i 为调查对象的日工资(元); t_i 为调查对象每次郊游的天数(日); N 为样本数(个); P_{12} 为北京市总人口数(人).

本次调查问卷平均人均年旅游次数为 2 次, 每次平均旅游天数为 1 天, 旅游花费平均值为 243 元. 2008 年北京市总人口数为 1695 万人, 按照选择首选去永定河旅游的问卷调查样本比例(6.45%)、平均去永定河旅游次数及平均花费, 计算得永定河的休闲娱乐价值为 7.09 亿元.

3.3.2 景观美学 采用支付意愿法计算永定河的水景观价值. 计算方法:

$$V_{13} = Q_{13} \times P_{13} \quad (13)$$

式中, V_{13} 为房地产增值部分总量(元); Q_{13} 为房地产总面积(m²); P_{13} 为每平方米房地产增值数额(元).

历史上的永定河流域曾经有过碧波荡漾、鱼翔浅底、芦苇丛生、飞鸟戏水的美景. 但是由于目前该流域水源短缺、河道干涸, 曾经的景观已经不复存在, 所以其目前的景观美学价值已经基本不存在.

3.3.3 水文化传承 水文化价值的计算采用条件价值评估法(CVM). 计算公式:

$$V_{14} = Q_{14} \times P_{14} \quad (14)$$

式中, V_{14} 为水文化价值(元); Q_{14} 为北京市总人口数(人); P_{14} 为每户平均支付意愿金额(元).

调查结果表明, 公民个人在水文化传承方面每年的平均支付意愿为 486 元, 受访者认为政府在永定河水文化传承方面每年的平均支付费用为 1366.30 元. 取其平均值为 926.15 元. 因此, 永定河的文化传承价值为 156.98 亿元.

3.4 支持服务

本文采用支付意愿法对生物多样性保护的价进行计算, 计算公式为:

$$V_{15} = \sum (Q_{15i} \times P_{15i}) \quad (15)$$

式中, V_{15} 为生物多样性保护总价值(元); P_{15i} 为第 i 级保护物种的支付意愿(元); Q_{15i} 为第 i 级保护物种的物种数(种).

参照《中国生物多样性国情研究报告》(中国生物多样性国情研究报告编写组)中的研究成果, 永定河门头沟段湿地自然保护区共有国家保护野生动物 5 目 8 科 11 种, 其中国家 I 级保护野生动物有黑鹳、大鸨 2 种; 国家 II 级保护野生动物有大天鹅、鸳鸯、灰鹤等共 9 种.

根据《北京水生态系统服务价值》研究报告, 鸟类级别中, 国家一级保护物种的物种价格为 5 亿元, 国家二级保护物种的物种价格为 0.5 亿元. 永定河的各类物种统计由于数据不足, 本研究采用永定河门头沟段湿地自然保护区的数据代替, 计算出生物多样性保护的功能价值量为 14.5 亿元.

4 结论(Conclusions)

根据永定河生态服务功能评价指标和评价方法, 分别对永定河各类生态服务功能进行了评估. 永定河服务功能价值包括供给、调节、文化、支持功能, 总价值 427.66 亿元(见表 3). 其中供给功能价值为 2.67 亿元、调节功能价值为 251.17 亿元、文化功能价值为 164.48 亿元、支持功能价值为 14.50 亿

元。可以看出,在永定河生态服务价值中,调节和文化功能占主导地位,约占总服务价值的90%以上。根据最新统计,2009年五区的GDP总量约为1302亿元,永定河服务价值占五区GDP总量的32.85%。2008年永定河总水资源量为6.74亿 m^3 ,则永定河现状每立方米的水生态服务价值为63.45元。

表3 永定河服务功能价值总表

Table 3 Value of the Yongding River Ecological Services 亿元

供给	调节	文化	支持	合计
2.67	251.17	164.48	14.50	432.82

生态服务价值的研究有一个很大的难点就是尺度问题。本研究仅仅集中在河流生态系统,而流域生态系统服务价值评估则需要大量的遥感数据支撑,该项研究正在进行中。因此,如何将两个尺度的生态服务价值研究进行对照,将是我们以后研究的重点问题之一。同时,本文主要是研究现状(静态)永定河生态服务价值,将时间因素纳入到静态研究,能够揭示生态服务价值随时间变化的动态特征,更有益于深刻的理解永定河不同历史时期的生态服务价值及其变化趋势。生态服务价值的动态分析也将是我们下一步研究重点。

责任作者简介:刘俊国(1977—),男,博士,教授/博导,主要从事生态系统评价与水文水资源研究。E-mail: water21water@yahoo.com.

参考文献(References):

- 北京市水务局,北京市发改委. 2006. 北京市“十一五”时期水资源保护及利用规划[OL]. 2006-09-28. http://www.bjpc.gov.cn/zt/2009jnx/09jnz_zcbj/200906/t396380.htm
- Beijing Water Authority, Beijing Municipal Commission of Development and Reform. 2006. Beijing “Eleventh Five-Year” period of protection and utilization of water resources planning [OL]. 2006-09-28. http://www.bjpc.gov.cn/zt/2009jnx/09jnz_zcbj/200906/t396380.htm (in Chinese)
- Brismar A. 2002. River systems as providers of goods and services: A basis for comparing desired and undesired effects of large dam projects[J]. *Environmental Management*, 29(5): 598-609
- 中国生物多样性国情研究报告编写组. 1998. 中国生物多样性国情研究报告[M]. 北京: 中国环境科学出版社
- China Biodiversity Country Study Writing Group. 1998. China Biodiversity Country Study [M]. Beijing: China Environmental Science Press (in Chinese)
- Daily G C. 1997. Natures Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems[M]. Washington DC: Island Press, 195-214
- Finlayson C M, D' Cruz R, Davidson N, et al. 2005. Millennium Ecosystem Assessment: Wetlands and water synthesis report[R]. Washington DC: World Resources Institute. 15-18
- 李芬, 孙然好, 杨丽蓉, 等. 2010. 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*, 21(5): 1146-1152
- Li F, Sun R H, Yang L R, et al. 2010. Assessment of freshwater ecosystem services in Beijing based on demand and supply [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 21(5): 1146-1152 (in Chinese)
- Loomis J, Kent P, Strange L, et al. 2000. Measuring the economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey [J]. *Ecological Economics*, 33: 103-117
- Lu C X, Xie G D, Cheng S K, et al. 2003. Approaches to evaluate the effects of hydraulic engineering on river ecosystem services [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 14(5): 803-807
- Luan J G, Chen W X. 2004. Typical characteristics and service function of river ecological system[J]. *Yangtze River*, 35(9): 41-43
- 马世骏, 王如松. 1984. 社会-经济-自然复合生态系统[J]. *生态学报*, 4(1): 1-9
- Ma S J, Wang R S. 1984. Social-economical-natural ecosystem[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 4(1): 1-9 (in Chinese)
- 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 1999a. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J]. *应用生态学报*, 10(5): 635-640
- Ouyang Z Y, Wang R S, Zhao J Z. 1999a. Ecosystem services and their economic valuation [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 10(5): 635-640 (in Chinese)
- 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 1999b. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. *生态学报*, 19(5): 607-613
- Ouyang Z Y, Wang X K, Miao H. 1999b. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic values [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 19(5): 607-613 (in Chinese)
- Sagoff M. 1998. Aggregation and deliberation in valuing environmental public goods: a look beyond contingent valuation [J]. *Ecological Economics*, 24: 213-230
- Postel S L, Daily G C, Ehrlich P R. 1996. Human appropriation of renewable fresh water[J]. *Science*, 271: 785-788
- Serafy S I. 1988. Pricing the invaluable: the value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. *Ecological Economics*, 25: 25-27
- 邵海荣, 贺庆棠, 阎海平, 等. 2005. 北京地区空气负离子浓度时空变化特征的研究[J]. *北京林业大学学报*, 27(3): 35-39
- Shao H R, He Q T, Yan H P, et al. 2005. Spatial temporal changes of negative air ion concentrations in Beijing [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 27(3): 35-39 (in Chinese)
- Van Jaarsveld A S, Biggs R, Scholes R J, et al. 2005. Measuring conditions and trends in ecosystem services at multiple scales: The Southern African Millennium Ecosystem Assessment (SAFMA) Experience[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B Biological Sciences*, 360: 425-441
- 王兵, 杨锋伟, 郭浩, 等. 2008. 《中华人民共和国林业行业标准——森林生态系统服务功能评估规范》[S]. 北京: 国家林业局
- Wang B, Yang F W, Guo H, et al. 2008. “People's Republic of forestry

- industry standards-assessment of forest ecosystem services specification" [S]. Beijing: State Forestry Administration (in Chinese)
- Westman W E. 1977. How much are nature's services worth? Measuring the social benefits of ecosystem functioning is both controversial and illuminating [J]. *Science*, 197(4307): 960-964
- Wilson M A, Carpenter S. 1999. Economic valuation of fresh water ecosystem services in the United States: 1971—1997 [J]. *Ecological Applications*, 9: 772-783
- Yang W, Chang J, Xu B, *et al.* 2008. Ecosystem service value assessment for constructed wetlands: A case study in Hangzhou, China [J]. *Ecological Economics*, 68: 116-125
- Ye Y P, Wang R S, Ren J M, *et al.* 2004. Ecological service assessment of human dominated fresh water ecosystem with a case study in Yangzhou Prefecture, China [J]. *Journal of Environmental Sciences*, 16: 755-761
- 张嘉宾. 1982. 关于估价森林多种功能系统的基本原理和技术方法的探讨 [J]. *南京林产工业学院学报*, (3): 5-18
- Zhang J B. 1982. A study of the principles and technique of evaluating the multiple function system of forest [J]. *Journal of Nanjing Forestry University*, (3): 5-18 (in Chinese)
- 赵军 杨凯 邵俊, 等. 2005. 上海城市河流生态系统服务的支付意愿 [J]. *环境科学*, 26(2): 5-10
- Zhao J, Yang K, Tai J, *et al.* 2005. Willingness to pay for ecosystem services of urban river in Shanghai [J]. *Environmental Science*, 26(2): 5-10 (in Chinese)
- 赵同谦 欧阳志云 王效科, 等. 2003. 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*, 7(4): 443-452
- Zhao T Q, Ouyang Z Y, Wang X K, *et al.* 2003. Ecosystem services and their valuation of terrestrial surface water system in China [J]. *Journal of Natural Resources*, 7(4): 443-452 (in Chinese)