

大连市水生态系统服务功能价值评价

门苗苗, 杨凤林

大连理工大学环境与生命学院, 大连 (116023)

E-mail: miaomiaom1011@yahoo.com.cn

摘要: 城市水环境日益恶化的现实情况使得水生态系统服务功能的研究逐渐兴起。本文在总结了水生态系统服务功能分类和价值评价方法的基础上, 分析评价了大连市水生态系统服务功能价值, 为人类全面认识水的经济价值, 合理利用水资源, 实现水循环经济提供科学依据。

关键词: 城市水, 水生态系统服务功能, 价值评价

1. 引言

上个世纪以来, 随着我国城市化进程步伐的加快, 自然水循环越来越多地受到人类活动的影响。人类在对城市中原有自然资源大规模开发利用的同时, 大大破坏了城市当中的水生态系统, 产生了一系列的水环境问题, 比如湿地大面积减小, 河流干涸等等。这不仅严重影响到人类的生产生活, 而且严重破坏了生态系统的协调性。近年来, 随着生态系统服务功能研究的兴起, 人们逐渐意识到, 造成这些问题的根源在于没有将水生态系统提供的服务作为一种自然资本来看, 导致水资源的滥用。因此, 需要对城市水生态系统服务功能的价值进行评估, 建立一个和谐的城市水生态系统, 为水资源的合理利用以及水生态环境的恢复和重建提供科学的依据。

2. 水生态系统服务功能

2.1 水生态系统服务功能内涵

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^[1]。它不仅是人类社会经济的基础资源, 还维持了人类赖以生存与发展的生态环境条件^[2]。城市本身是一个自然——人工二元复合的生态系统, 而城市当中的水资源更是这个复合生态系统中极为重要的部分。如何利用城市当中有限的水资源创造出最优的生态效益和经济效益是目前研究的重点。

2.2 城市水生态系统服务功能分类

对生态系统的服务功能分类是评价生态系统服务功能的前提, 也是建立服务功能评价指标体系的基础。研究表明, 生态系统服务功能的各类功能有时是交叉的。不同的研究目的、研究对象和研究区域, 水生态系统的功能类型划分不尽相同^[3]。

在城市中的人工——自然二元复合的水生态系统当中, 水所承担的生态系统服务功能有其自身的特点, 归纳起来大致可以分为以下几种:

(1) 淡水供应功能: 这是城市水循环最重要的服务功能, 所蓄之水用于生活饮用, 工业用水, 农田灌溉等方面, 其服务价值由水量和水质决定。

(2) 调节功能: 城市水循环的调节功能主要包括水文调节, 蓄水防灾, 区域气候调节, 河流输送, 侵蚀控制等。

(3) 生物资源生产功能: 主要包括陆地及水体的粮食, 蔬菜, 水果, 树木, 草地, 植物, 藻类等有机物质的初级生产与次级生产的鱼类和水禽等产品。

(4) 生物栖息生境功能: 绿地及水环境具有维持生物多样性和生命支持功能, 形成水

陆动物, 植物和微生物完整的生物群落, 提高城市生态系统整体抗风险的能力, 为生物提供生息, 繁衍, 迁徙的生境和廊道。

(5) 环境净化功能: 通过水文运动和生物生理活动对污染物起到稀释, 扩散, 降解等一系列物理化学和生物学的净化作用, 也可通过人工湿地和氧化塘来净化污水。

(6) 文化娱乐功能: 凭借水环境自然景观, 给人以视觉和精神的享受, 供人类休闲娱乐活动, 享受生态美好, 促进身心健康, 同时可孕育文化文明的功能。

城市的状况不同, 因此在对具体城市的水生态系统服务功能价值进行评价时, 可以将以上各类型的服务功能再进行细化分析, 更好地得出评价结果。

3. 城市水生态系统服务功能评价方法

不同类型的生态系统服务功能需要采用不同的评价方法进行评估^{[5][6]}, 具体如下表所示

表1 城市水生态系统服务功能评价方法

淡水供应功能	市场价值法	替代成本法
调节功能	市场价值法	替代成本法
生物资源生产功能	生产成本法	
生物栖息生境功能	恢复费用法	
环境净化功能	恢复费用法	
文化娱乐功能	享乐成本法	旅行费用法

3.1 市场价值法

适用于没有费用支出, 但有市场价格的城市水生态系统服务功能的价值评估。

3.2 替代成本法

在水生态系统遭受破坏之后人工建造一个水系统来替代原来的水生态系统服务功能, 用建造新工程的费用来估计水生态系统破坏所造成的经济损失的一种方法。

3.3 生产成本法

其基本原理是将生态系统作为生产中的一个要素, 生态系统的变化将导致生产效率和生产成本的变化, 进而影响价格和产出水平的变化, 或者将导致产量或与受益的损失。

3.4 恢复费用法

因为水生态服务的存在而可以避免特定灾害的发生, 如果没有这种水生态服务那么灾害就会无法避免, 所以, 人为去恢复这种灾害所造成的损害所需要的费用就是这种水生态系统服务的价值。

3.5 旅行费用法

人们在旅游消费中对生态系统的提供的服务接近于免费供应, 但是在进行消费时仍然要付出代价。这主要表现在消费生态系统服务时, 要花费往返的交通费、时间费以及其他有关费用。利用这些费用的资料求出该活动的消费者剩余, 以此作为水生态系统服务的价值。

3.6 享乐成本法

基于效用理论, 即人们如果因为娱乐要素的存在而意愿额外支付的成本。

目前, 国内外对水环境生态系统服务功能的研究主要是关于服务功能类型及其价值的评

估^[7-24]，关于城市水体生态系统服务功能的研究，目前仍处于探索阶段，尚未形成系统的功能分类和价值评估方法体系。

4. 大连市水生态系统服务功能评价

4.1 大连市概况

大连地处辽东半岛南端，西北濒临渤海，东南面向黄海。它位于东经 120 度 58 分至 123 度 31 分、北纬 38 度 43 分至 40 度 10 分之间。面积：12573.85 平方公里。全年平均气温在 10 摄氏度左右；年降水量 550-950 毫米；全年日照总时数为 2500-2800 小时。

大连地区主要有黄海流域和渤海流域两大水系，淡水资源总量为每年 37.86 亿立方米，其中地表水资源 34.2 亿立方米、地下水资源为 8.84 亿立方米，两者重复水资源量 5.8 亿立方米。大连市全市共有大中型水库 23 座，主要分布在周围的各县区，随着近年来“引英入连”、“引碧入连”等工程的实施，这些周边的水库对城市水循环调节越来越起到了不可替代的作用。

4.2 大连市水生态系统服务功能价值评估

大连市水生态系统的主要由河流和水库构成，所以将大连市水生态系统服务功能分为四个方面进行评价，分别是淡水供应功能，调节功能，休闲娱乐功能，环境净化功能。

4.2.1 淡水供应功能价值

城市当中的淡水供应是城市整个水务系统当中最基础的一个环节，而淡水的供应都来源于城市当中的水生态系统。目前大连城市供水水源主要来自于各个水库以及地下水。淡水供应功能价值可以采用影子价格法，根据供应水的价值量来替代计算。

由大连市各种用途水单价和此结合《大连市水资源公报》^[25-29]和《大连市年鉴》^[30-34]中给出的各种用途的用水量，计算淡水功能的价值。具体的计算公式见公式 1。

$$\text{淡水供应价值} = \sum_{i=1}^n x_i \beta_i \quad (1)$$

其中 β_i : 淡水用途 {农业灌溉、生活用水、工业用水.....}

x_i : 相应用途水的单价 (元/m³)

4.2.2 调节功能价值

大连市水生态系统的调节功能主要是通过水库的蓄水来实现，从而起到防洪抗洪的作用。本文采用市场价值法计算该功能的价值。根据相关文献水库蓄水成本^[35]，并由水资源公报中的每年蓄水总量计算调节功能价值，其公式见 2。

$$\text{调节功能价值} = \alpha * \rho * V \quad (2)$$

其中 α : 水库蓄水成本 取为 0.67 元/t

ρ : 水密度 (1t/m³)

V : 水库蓄水量 (亿 m³)

4.2.3 休闲娱乐价值

大连是我国著名的避暑胜地和旅游热点城市,不仅有"半个中国近代史天然博物馆"的人文历史旅游资源,还有许多风景奇秀的自然旅游资源^[36]。98 年荣获中国首批优秀旅游城市称号。南部沿海风景区、旅顺口风景区、金石滩风景区和冰峪沟风景区是大连四大名胜风景区。在众多旅游资源中,自然山水风光所占的比重是 24.43%,若假定水体在自然山水风光中的吸引力为 60%,则水生态系统的休闲娱乐功能应占旅游总收入的 14.66%。

本文拟采用费用支出法计算水生态系统休闲娱乐功能价值,公式见式 3。

$$\text{休闲娱乐功能价值} = \gamma * M \quad (3)$$

其中 γ : 水生态系统娱乐功能价值占旅游总收入百分比 (%)

根据前述假定, $\gamma = 14.66\%$

M : 旅游总收入 (亿元)

4.2.4 环境净化功能价值

水文运动和生物生理活动能对污染物起到稀释,扩散,降解等一系列物理化学和生物学的净化作用,河流自净作用主要包括除氮和除磷,由此产生的这部分价值叫做环境净化价值。

这部分价值可以采用费用分析法来进行计算,即达到同样的净化功能需要投入的费用多少表示,其公式见式 4。

$$\text{环境净化价值} = \text{氮 (N) 处理费} + \text{磷 (P) 处理费} = \sum \lambda * C * F \quad (4)$$

其中 λ : 去除率 (t/km²年) N 去除率=3.98, P 去除率=1.86^[37]

C : 污水处理成本 (元/kg) 去 N 成本=1.5 去 P 成本=2.5^[38]

F : 河流流域面积 (km²)

4.3 结果与讨论

4.3.1 计算结果

由上一节给出的具体计算方法,得到大连市 2001 年-2005 年水生态系统服务功能总量及占 GDP 的比值,计算结果如下表所示:

表 1 计算结果汇总表

年份	2001	2002	2003	2004	2005	
GDP	1235.6	1406	1632.2	1961.8	2150	
功能价值总和	35.50	38.15	36.84	49.78	57.21	
淡水供应价值	总量 (亿元)	12.83	13.90	14.09	15.72	16.68
	占总价值比重 (%)	36.15	36.41	38.24	31.60	29.15
调蓄价值	总量 (亿元)	5.71	3.63	3.58	8.35	8.86
	占总价值比重 (%)	16.08	9.50	9.73	16.79	15.48
环境净化价值	总量 (亿元)	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
	占总价值比重 (%)	2.14	1.99	2.06	1.53	1.33
休闲价值	总量 (亿元)	16.20	19.88	18.41	24.93	30.91
	占总价值比重 (%)	45.63	52.10	49.97	50.09	54.04

所以, 2001 年~2005 年大连市水生态系统服务功能价值总量依次为 35.50, 38.15, 36.84, 49.78, 57.21 亿元。

4.3.2 结果分析

(1) 由图 1, 2001 年至 2005 年期间, 大连市水生态系统服务功能价值呈总体上升趋势, 2003 年受干旱和非典疫情的影响, 总价值量略有下降。

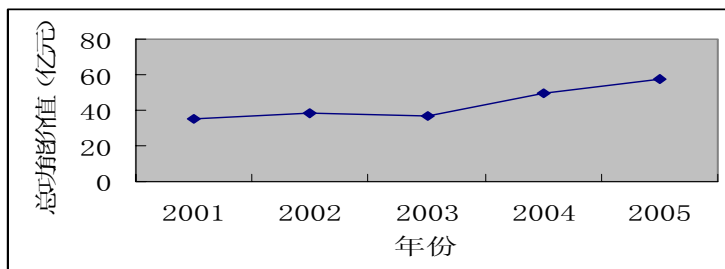


图 1 2001 年~2005 年大连市总功能价值发展趋势图

Fig.1 Trend line for the total function value in Dalian among year2001~2005

由图 2 大连市水生态系统服务功能价值总量与 GDP 的比值呈先下降后缓步上升趋势。

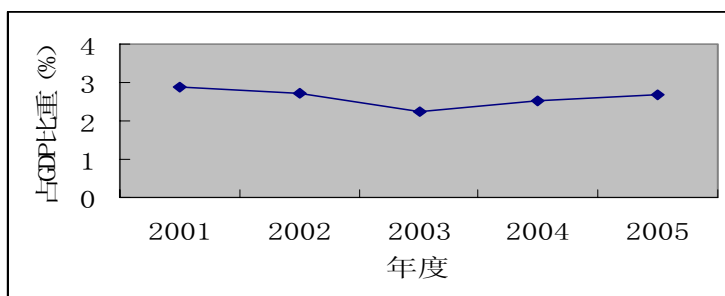


图 2 2001 年~2005 年大连市生态系统总功能发展相对 GDP 趋势图

Fig.2 Relative trend line of the total biological system function with GDP

表明这 5 年间, 大连市水生态系统服务功能受到了一定程度的损害, 水污染和水枯竭导致水生环境无法良好得为人类提供福利。城市的建设和开发取得的成绩的是以牺牲了部分甚至大部分的资源环境为代价的, 人类盲目的行为会产生巨大的负面效应。可喜的是 2004 年、2005 年两年生态服务功能占 GDP 比重有所回升, 表明政府已经加大了水环境投入力度, 实施水循环经济会给环境和民生带来积极的影响。

(2) 各年淡水供应功能价值量逐年上升, 而其占当年 GDP 比重却有着相反的变化趋势。也就是说淡水供应功能相对价值在下降。本文认为造成这种现象的原因主要是水价制定得不合理, 不能完全真实地反映出淡水供应功能的实际价值。所以应该适当调整水价, 使人们充分认识到淡水供应的价值, 从而促进节水和新水源的开发利用。

(3) 调节功能的价值总量随着降雨量的变化而变化。由此可见, 大连这座严重缺水型的城市, 应当充分利用雨洪资源, 大力发展集雨工程项目, 增加城市蓄水量, 从而达到缓解水资源短缺的目的, 同时集雨工程还可以与中水回用等环境改善项目结合, 充分发挥出经济效益, 社会效益, 环境效益。

(4) 休闲娱乐价值相对于 GDP 并没有呈现明显的上升趋势。忽略 2003 年非典疫情的影响, 各年相对价值呈现明显波动。2005 年与 2001 年相比, 虽然有所增幅, 但增加百分比仅仅为 10%。抛开价格等次要因素的影响, 其原因主要为水生态环境的自身的变化。休闲

娱乐价值随着水生态环境状况的变化而变化。所以在发展旅游的同时,不忘水生态环境保护,二者是相辅相成,共同提升的。

(5) 2001年至2005年,大连市主要河流的自净能力下降,其主要原因是随着经济的发展,污水排放量增加,相应的污水处理设施跟不上,导致水环境的恶化。为了避免水环境的继续恶化,应当减少污水的排放量,将污水经过处理之后循环利用,降低水体自净的负担。

(6) 各项服务功能价值占当年服务功能的比例基本稳定,以2005年为例,如下图所示:

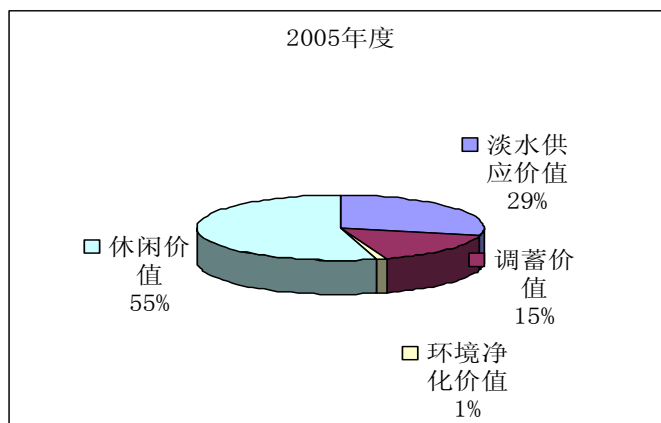


图 3.14 2005 年度分项功能对比图
Fig.3.14 Balance figure for subentry function, 2005

其中淡水供应价值和休闲娱乐价值占优,二者所占比重较大,调蓄价值其次,环境净化价值最低。由此可见,淡水供应价值和休闲娱乐价值发挥作用较大,而水的调蓄功能和净化功能相对较弱,有待于进一步提高,尤其是环境净化功能。大连作为一个国际知名的环保和适合人居城市,应该有更为优势的水环境净化能力。

4.3.3 误差分析

大连市的水生态系统服务功能还包括淡水资源生产功能和生物栖息生境功能等等,由于数据资料的有限,没有对以上两种服务功能进行价值评价。另外由于计算方法的缺陷,计算结果受人为因素影响较大,因此需要对评价方法进行改进,进一步减小误差,使评价结果更加科学可信。

5. 结论

本文采用费用分析法等方法对大连市水生态系统服务功能价值进行深入细致的评价。将大连市水生生态系统服务功能分为淡水供应、调蓄、环境净化、休闲价值四个方面,并对其价值量进行了横向和纵向的比较,并分析了其中各个过程的影响因素,得出以下结论:

(1) 大连市水生态系统服务功能绝对价值量呈总体上升趋势,但占 GDP 的总量呈总体下降趋势。除了调蓄价值以外,其他服务功能价值占 GDP 的比重也呈下降趋势。所以说 2001 年至 2005 年间,大连市水生态系统遭到了一定程度的破坏,需要采取一定的措施防止城市水环境的进一步恶化。

(2) 适当调整水资源价格,使其真实反映水资源的实际价值,从而增强全民节水意识,鼓励节约用水,惩罚浪费。同时综合利用经济杠杆建立节水型产业,最终建立节水型城市。

(3) 水生态系统调蓄能力较低,水资源短缺严重,所以需要积极推广集雨工程,增加水资源的可利用量,改善水循环。

参考文献

- [1] Yong R A, Gray S L. Economic value of water: concepts and empirical estimates. National Water Commission Report, NO. SBS72-047, 1972
- [2]]Brown T C, Taylor J G, Shelby B. Assessing the direct effects of stream flow on recreation: a literature review. Water Resources Bulletin[J],1992,27(6):979-989
- [3] Sub-Global Assessment Selection Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Millennium Ecosystem Assessment Sub-Global Component: Purpose, Structure and Protocols . <http://www.Millenniumassessment.org>, 2001
- [4] 赵同谦等. 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. 自然资源学报[J], 2003,18(4): 434-452
- [5] 戴星翼, 俞厚未, 董梅. 生态服务的价值实现. 北京: 科学出版社, 2005. 79-87
- [6] 王浩, 陈敏健, 唐克旺. 水生态环境价值和保护对策. 北京: 清华大学出版社; 北京交通大学出版社, 2004. 85-96
- [7] Bowker J M, English D B, Donovan J A. Toward a value for guided rafting on southern rivers. Journal of Agricultural and Applied Economics[J],1996,28(2):423-432
- [8] Kulshreshtha S N, Gillies J A. Economic evaluation of aesthetic amenities: a case study of river view. Water Resource Bulletin[J],1993,29(2):257-266
- [9] Duffield J W, C J Nether, T C Brown. Recreation benefits of in stream flow: application to Montana's Big Hole and Bitterroot Rivers. Water Resources Research[J],1992,(28):2169-2181
- [10] Hasnsen L T, Hallam A J. Single-stage and two-stage decision modeling of recreation demand for water. Journal Agricultural Economic Research[J],1990,42(1):16-26
- [11] Moore S D, Wilkosz M E, Brickler S K. The recreational impact of reducing the "Laughing Water" of Aravaipa Creek. Arizona Rivers[J],1990,1(1):43-50
- [12] Word F A. Economics of water allocation to instream uses in a fully appropriated river basin: evidence from a New Mexico Wild River. Water Resource Research[J],1987,23(3):381-392
- [13] Daubert J, Young R. Recreational demands for maintaining instream flows: a contingent valuation approach. American Journal of Agricultural Economic[J],1981,63(4):666-675
- [14] Wilson M A, Carpenter S R. Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States: 1971-1997. Ecological Applications[J],1999,9(3):772-787
- [15] Loomis J, K Paula, L Strange, etc. Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: result from a contingent value survey. Ecological Economics[J],2000,(33):103-117
- [16] Boyer T, Polasky S. Valuing urban wetlands: A review of non-market valuation studies. Wetlands[J],2004,4(24):744-755
- [17] 潘文斌等. 湖泊生态系统服务功能评估初探——以湖北保安湖为例, 应用生态学报[J],2002,13(10):1315-1318
- [18] 鲁春霞等. 水利工程对河流生态系统服务功能的影响评价方法初探. 应用生态学报[J],2003,14(5):803-807
- [19] 黄瑜, 谭克修. 城市小水系生态系统服务功能及价值评估方法. 城市规划汇刊[J], 2004(1):83-87
- [20] 侯小阁, 尚金城. 长春市水环境生态系统服务功能价值评估. 江苏环境科技[J], 2003,16(2):24-27
- [21] 赵军等. 上海城市河流生态系统服务的条件价值评估. 环境科学[J],2005,26(2):5-10
- [22] Li W H, Quyang Z Y, Zhao J Z. Research on Ecosystem Services. Beijing: China Meteorological Press. 2002
- [23] R. Costanza. Introduction special Section: From on Valuation of Ecosystem Services the Value of Ecosystem Services. Ecological Economics[J],1998,25(2):1-2
- [24] Michael Prior. Economics Valuation and Environmental Values. Environmental Values[J],1998,7(4):423-441
- [25] 大连市水资源公报, 2001
- [26] 大连市水资源公报, 2002
- [27] 大连市水资源公报, 2003
- [28] 大连市水资源公报, 2004
- [29] 大连市水资源公报, 2005
- [30] 大连年鉴, 2001
- [31] 大连年鉴, 2002
- [32] 大连年鉴, 2003
- [33] 大连年鉴, 2004
- [34] 大连年鉴, 2005
- [35] 李仁宝. 长江中下游地区大中型湖库资源调查与综合开发研究. 北京: 气象出版社, 1998
- [36] [大连市历年旅游发展指标 <http://www.dltour.gov.cn/inforclassshow/yainforshow2.asp>
- [37] 中国江河防洪丛书[M].北京: 中国水利水电出版社, 1998
- [38] 王金南. 排污收费理论学[M].北京: 中国环境出版社, 1997

Value Assessment of Ecosystem Service Function of Water of Dalian

Men Miaomiao, Yang Fenglin
Dalian University of Technology, Dalian (116023)

Abstract

The increasingly worsen of city water environment spurs the research of the service function provided by the water ecosystem. The classification and value evaluating method of this service function are concluded in this paper and from which the value of water ecosystem in Dalian city is analyzed and evaluated. This paper provides a scientific gist for people to realize the economic value of water, to utilize the water resource reasonably, to carry out the water cyclic economy.

Keywords: city water, service function of water ecosystem, value assessment