

苏州金鸡湖水环境治理工程的环境经济分析*

逢 勇 丁 玲 陈燕羽

(河海大学水环境学院,南京 210098)

提 要 对苏州金鸡湖水环境综合治理的环境效益和经济费用进行了综合分析,得出:工程建成运行后的金鸡湖及周边河道的水质基本可达国家地面水 III 类水标准。金鸡湖水环境治理工程建成运行后费用约为 $0.92 \text{ 元}/\text{m}^3 \sim 1.62 \text{ 元}/\text{m}^3$ 之间,若考虑金鸡湖水环境改善后地价的升值、旅游收入的增加,金鸡湖水环境治理的经济费用还会降低。总体来看,该项工程环境及社会效益比较明显,经济费用也在比较合理的范围内。

关键词 金鸡湖 水环境治理工程 环境经济分析

分类号 X196

目前,对建设工程的效益分析已从社会、经济、环境中的单一效益分析扩展到了社会、经济、环境的综合效益分析,国外 70 年代逐步兴起这一分析方法^[1]。我国近十年来逐步开始这一方面的应用和研究,目前和发达国家相比还有不少差距^[2]。金鸡湖位于苏州工业园区中部偏西,是一天然湖泊,面积为 7.38 km^2 、平均水深 1.6 m 、容积约 $0.12 \times 10^8 \text{ m}^3$,是苏州工业园区内最主要的水面。金鸡湖水体受环湖河道及周边地区工业、农业、居民生活污水以及湖内养殖业的影响,目前水质已达 IV~V 类水质,主要以有机污染为主,湖水已达富营养化水平。按工业园区总体规划要求,金鸡湖将从目前农村型湖泊转变成一个城市型湖泊,并从过去农灌、养殖和调洪等作用为主转变为供观赏娱乐和美化环境之用,兼有洪涝调蓄排水功效,因此,必须进行水环境治理和建设。金鸡湖水环境治理工程措施的投资比较大,在进行环境效益分析的同时,有必要进行工程投资的经济费用估算,只有在效益—费用分析基础上,才能全面、客观地掌握工程的实际意义。本项分析的学术意义是将环境效益分析和经济费用分析综合为一体进行跨学科研究,其实用价值是可以全面把握工程在环境和经济方面的总体利弊情况。

1 工程方案

研究区域内有娄江、苏州外城河、吴淞江、阳澄湖、独墅湖、金鸡湖等主要河流湖泊,金鸡湖周围水系及主要工程布置见图 1。

1.1 截污控制工程

主要有:沿娄江截污;沿苏州外城河截污;金鸡湖周围控制工程;湖西地区河道换水控制工程等。

1.2 阳澄湖引水工程

从阳澄中湖引水可供选择的线路有三条,第一条为西路;第二条为东路;第三条为中路。

* 收稿日期:2001-08-05;收到修改稿日期:2002-03-20。逢 勇,男,1957 年生,博士,教授。

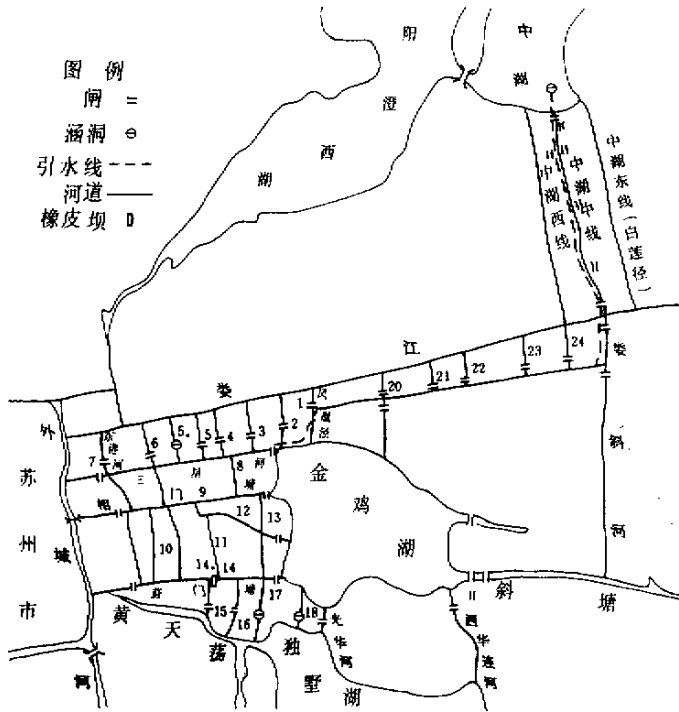


图 1 苏州金鸡湖周围水系分布

Fig. 1 Map of river networks around Jinji Lake, Suzhou City

综合比较这三条线路,选择中路为中湖引水线路. 中湖引水方案中,又可分为明渠引水和管道引水两种方案,明渠引水工程费用低,但水体水质易被污染;管道引水工程费用高,但水体水质不易被污染.

1.3 湖底清淤工程

采用 GPS 和超声探测技术对金鸡湖的底泥分布进行了测量^[3],结果为:从凤凰经由北向南有一条宽约 150m 的深槽,槽内积满淤泥,厚度为 0.2m 至 2.0m,且已淤平;其次,在斜塘河口、北塘河口、金鸡湖东北岸及西北岸有厚度约 1.5m 的淤泥. 这些淤泥富含营养物质,不清除则会对湖内水质产生较大影响.

2 水环境治理效果计算分析

针对金鸡湖周围河网水情复杂及流向顺逆不定的特点,采用河网非稳态水量、水质数学模型^[4]进行水环境治理效果计算. 水质参数采用室内模拟实验及野外实测相结合的方法^[5],综合分析得各参数值.

根据金鸡湖治理过程,对水量、水质预测分为初期(此时,金鸡湖及园区河道水质为皆为 V 类水)和稳定期两种情况考虑. 稳定期又可分为:(1)金鸡湖达 III 类水,区内河道为 IV 类水;(2)金鸡湖及区内河道均为 IV 类水. 计算工况见表 1.

表 1 各方案引水调度及水质改善情况

Tab.1 The water quality improvement in different plans of water diversion dispatching

方案	工况	工况分析	计算出的水质浓度(mg/L)	
初期				
I	先抽干区内所有湖(河)水,再引水	换水彻底,历时较短,但需增加抽水泵站基建费用	6.0	
II	边引水边排水,使原湖(河)水基本换水一遍	与方案 I 相比,换水不彻底,且历时较长,但不需另增基建费用	6.48	
稳定期				
情形一*	A	先引水 2 日抬高水位,然后调度边界各闸,边引边排	预提水位,出流易于控制,但时间略长	6.5
	B	不先抬高水位,调度边界各闸,边引边排	较方案 A 引水历时短,但出流不易控制	6.5
情形二*	A	先引水 2 日抬高水位,然后调度边界各闸,边引边排	预提水位,出流易于控制,但时间略长	6.2
	B	不先抬高水位,调度边界各闸,边引边排	较方案 A 引水历时短,但出流不易控制	6.2

* 情形一:湖河均为 IV 类水;情形二:湖为 III 类水、河为 IV 类水。

2.1 初期引、换水方案分析

初期引、换水方案分析比较见表 2。

表 2 初期引水、换水方案比选

Tab. 2 The comparison of water quality and expenses between Plan One and Plan Two in the initial stage

方案	抽、排水费用 ($\times 10^4$ 元)	增加泵站费用 ($\times 10^4$ 元)	总费用 ($\times 10^4$ 元)	抽、排水总天数 (d)	方案实施后金鸡湖 COD _{Mn} 浓度(mg/L)
方案 I	534.6	300	834.6	58	6.0
方案 II	599.1	0	599.1	65	6.0

2.2 稳定期引、换水方案分析

稳定期又分两种调度情况:A)先抬高湖区及湖西河道水位 0.12m,然后边排边引水;B)不预先抬高湖区及湖西河道水位,边引水边排水。情形一和情形二下方案 A 和方案 B 的引、换水历时见表 3。

表 3 方案 A 及方案 B 换水费用

Tab. 3 The expenses of water diversion between Plan A and Plan B

方案	情形一,方案 A	情形一,方案 B	情形二,方案 A	情形二,方案 B
引、换水历时(d)	43	41	137	96
费用($\times 10^4$ 元)	396.3	377.9	52.6	36.9

3 单位水价的经济费用分析

Bjarne Madsen^[6]以及 Barry C^[7]曾对环境经济学的理论以及费用分析方法作了全面、详细的分析。金鸡湖水环境治理主要工程为截污工程、引排水工程、底泥清淤工程、驳岸工

程,采用现值分析和等额年金分析法^[7]进行单位水价的经济分析;金鸡湖水环境治理工程的运行费用主要包括引、换水费用(为引、换水过程中的电费)、工程运行时的人员管理费用等,采用年平均支出法进行计算。

3.1 建设工程投资费用计算

3.1.1 费用现值计算 费用现值的计算公式如下

$$F = P(F/P, \alpha, n) = P(1 + \alpha)^n \quad (1)$$

其中, P 为施工开始年年初投资费用, F 为施工结束年年末投资费用, 即要折算的运行年年初的投资费用, α 为投资利率, 按照目前环境效益分析的规定, 此处取为 5%^[8], n 为施工历时, 金鸡湖建设工程预计三年完成, 根据工程分期实施计划: 环湖截污工程在三年内完成, 其建设投资在三年内基本均匀分配; 引水工程在第二年投资较大; 湖底清淤工程主要在第一年完成; 驳岸工程在三年内完成, 其建设投资在三年内也基本均匀分配。表 4 为按(1)式计算出的上述工程的现值结果, 其中, 对引水工程分明渠引水和管道引水两种方案进行计算。

表 4 工程现值计算结果

Tab 4 The calculated results of present worth of the project

工程名称	施工期第一年投资 P	施工期第二年投资 P	施工期第三年投资 P	施工期末投资总值 F	
	($\times 10^4$ 元)	($\times 10^4$ 元)	($\times 10^4$ 元)	($\times 10^4$ 元)	
截污控制工程	748.0	748.0	748.0	2476.0	
引水工程	明渠	1760.0	3520.0	1760.0	7766.2
	管道	21036.0	4213.0	2106.0	9294.1
湖底清淤工程	2700.0	0.0	0.0	3215.6	
驳岸工程	2391.0	2392.0	2391.0	7915.6	
总计	明渠	8796.8	7342.7	5144.0	21283.5
	管道	9197.3	8106.7	5507.3	22811.3

3.1.2 费用等额年金 费用等额年金的计算公式为:

$$EUAC = F \times \frac{\alpha \times (1 + \alpha)^m}{(1 + \alpha)^m - 1}$$

其中, $EUAC$ 为费用等额年金; F 为工程现值; m 为工程运行期, 按照水利部颁布的《水利建设项目经济评价规范》^[9], 该类工程的运行期取为 30a 至 50a, 考虑金鸡湖建设工程的特点, 本文取运行期为 50a。表 5 为按(2)式计算出的费用等额年金计算结果。

表 5 费用等额年金计算结果

Tab. 5 The calculated results of equal annual cost

项目名称	截污控制工程	引水工程		湖底清淤工程	驳岸工程	总计	
		明渠	管道			明渠	管道
工程开始年年初现值 $F(\times 10^4$ 元)	2476.0	7766.2	9294.1	3125.6	7915.6	21283.5	22811.3
费用等额年金 $EUAC(\times 10^4$ 元)	135.6	425.4	509.1	171.2	433.6	1165.8	1249.5

3.2 工程运行费用计算

3.2.1 引、换水方案费用计算 根据金鸡湖水环境治理工程中不同的引、换水方案, 取五种组合进行计算: 方案一, 一年换两次水, 一次为初期换水, 换水费用为 599.1 万元; 一次为稳定定期情形一换水, 费用为 377.9 万元, 总计费用为 977 万元。方案二, 一年换两次水, 一次为

初期换水,换水费用为 599.1 万元,一次为稳定期情形二换水,费用为 36.9 万元,总计费用 636 万元. 方案三,一年换两次水,都为稳定期情形一换水,总费用为 755.8 万元. 方案四,一年换两次水,都为稳定期情形二换水,总费用为 73.8 万元. 方案五,一年换两次水,一次为稳定期情形一换水,费用为 377.9 万元,一次为稳定期情形二换水,费用为 36.9 万元,总计费用 414.8 万元.

3.2.2 人员管理费用 管理人员费用为:每人每年工资为 12000 元,奖金 6000 元,福利 6000 元,办公费用 3000 元,合计 27000 元/年,按 26 人计算,每年为 70.2 万元.

3.3 总水价计算

总水价计算公式为:

$$S = \frac{\sum EUAC_i + M + O}{V}$$

式中, S 为每方水水价; M 为工程人员管理费; O 为换水工程运行费; V 为金鸡湖平均库容,金鸡湖平均库容取为 $0.142 \times 10^8 \text{ m}^3$.

经计算,工程建成运行后,金鸡湖的费用约为 0.92 元/m^3 至 1.62 元/m^3 之间,若考虑金鸡湖水环境改善后地价的升值、旅游收入的增加,金鸡湖水环境治理的经济费用还会降低;另外,考虑金鸡湖水水质改善后,当地居民舒适度的提高,还有一些其它社会效益,则该项工程环境效益、社会效益比较很明显,经济费用也在一个比较合理的范围内.

4 结论

对金鸡湖水环境综合治理的环境效益和经济费用进行了计算分析. 金鸡湖水环境治理工程方案主要有:截污、引水、底泥清淤、驳岸,生态治理以及环湖绿化等,工程建成运行后的金鸡湖及周边河道的水质基本可达国家地面水 III 类水标准. 另外,本文分建设工程投资和运行费用两部分对金鸡湖水环境治理的经济费用进行了计算,得出:工程建成运行后金鸡湖每方水的费用约为 0.92 元 至 1.62 元 之间,若考虑金鸡湖水环境改善后地价的升值、旅游收入的增加,金鸡湖水环境治理的经济费用还会降低. 总体来看,该项工程环境效益、社会效益比较明显,经济费用也在一个比较合理的范围内.

参 考 文 献

- 1 Henk Folmer. Principles of environmental and resource economics. Great Britain: Edward Elgar Press, 1995: 1-17
- 2 王金南. 环境经济学. 北京:清华大学出版社,1994:259-263
- 3 赵学民等. 金鸡湖水下地形与淤泥分布信息采集和处理. 河海大学学报,2001,29(1):55-58
- 4 梁瑞驹等. '91 太湖洪涝灾害. 南京:河海大学出版社,1993:84-90
- 4 逢 勇等. 太湖地区大气-水环境的综合数值研究. 北京:气象出版社,1998:92-107
- 5 Bjarne Madsen. Modelling the economy and the environment. Berlin: Springer-Verlag,1996
- 6 Barry C Field. environmental economics. New York: McGraw-Hill Inc,1994
- 7 张象枢等. 环境经济学. 北京,中国环境科学出版社,1998
- 8 中华人民共和国行业标准. 水利建设项目经济评价规范. 北京:水利电力出版社,1994

Environmental Economics Analysis on the Engineering of Improving the Water Quality in Jinji Lake, Suzhou City

PANG Yong DING Ling CHEN Yanyu

(College of Aquatic Environment, Hohai university, Nanjing 210098, P. R. China)

Abstract

Jinji Lake is located in the developed area of Suzhou City, Jiangsu Province. The area of Jinji Lake is about 7.38 km^2 , with mean water depth of about 1.6 m and a volume of about $0.12 \times 10^8 \text{ m}^3$. According to National Environmental Quality Standards for Surface Water of P. R. China, the water quality in Jinji Lake is about Grade IV—V which is mainly caused by the industrial, agricultural and sewerage pollution around Jinji Lake. The municipal government of Suzhou City decides that Jinji Lake will become a lake for of sight-seeing near the city area, so that the function of the lake will be changed from irrigation to the entertainment. In order to improve the water quality in Jinji Lake, the comprehensive measures is planned to put into the use in Jinji Lake.

The environment benefit and economic expenses of the engineering to improving the water quality in Jinji Lake have been analyzed comprehensively in this paper. The engineering can change the water quality in Jinji Lake from Grade IV—V to Grade III (National Environmental Quality Standard for Surface Water, PRC). As cauculated, the expected economic expenses is about 0.92 to 1.62 Yuan RMB/ m^3 . If we consider the rise of landed estate and travel income once the lake water quality has been improved, the economic expenses would be lower. In conclusion, the engineering could bring out obvious environment and social benefits, and the economic expenses is also reasonable.

Keywords: Jinji Lake; engineering for improving the water quality; environmental economic analysis