

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4701.2016.01.07

# 艾溪湖生态与生物资源利用实验室

南昌大学 南昌 330029

(1. 南昌大学教育部鄱阳湖湖泊生态与生物资源利用实验室,江西 南昌 330029;2. 江西省水利规划设计研究院,江西 南昌 330029)

**摘要:** 艾溪湖位于南昌市城东、高新区产业区内,地理位置:东经 115°58'08"~115°59'37",北纬 28°40'16"~28°42'55",为赣江废弃古河经积水而成的河成湖,商周时已经形成,属于外流淡水湖,是南昌市第二大城市湖泊。湖面呈条状,南北长约 5 km,东西长约为 0.8~1.4 km,水域范围从广阳大桥到鱼尾闸,自建闸之后,已由天然湖汉变为人工调控的水库型湖泊。湖面面积约 4.0 km<sup>2</sup>,平均水深约 1.5 m,景观水位 16.73 m。

**关键词:** 艾溪湖;生态与生物资源利用;实验室

**中图分类号:** X832 R123.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-4701(2016)01-0032-04

## 1 艾溪湖概况

艾溪湖位于南昌市城东、高新区产业区内,地理位置:东经 115°58'08"~115°59'37",北纬 28°40'16"~28°42'55",为赣江废弃古河经积水而成的河成湖,商周时已经形成,属于外流淡水湖,是南昌市第二大城市湖泊。湖面呈条状,南北长约 5 km,东西长约为 0.8~1.4 km,水

域范围从广阳大桥到鱼尾闸,自建闸之后,已由天然湖汉变为人工调控的水库型湖泊。湖面面积约 4.0 km<sup>2</sup>,平均水深约 1.5 m,景观水位 16.73 m。

艾溪湖周边工业经济比较发达,乡镇企业发展迅猛,目前已基本发展成为新型工业化与新型城镇化互动发展、先进制造业和现代服务业共同繁荣、经济发展和生态建设相得益彰的生态科技新城区、低碳经济示范区和战略性新兴产业聚集区。



图 1 艾溪湖地理位置图



量的计算模型分别采用有机物水环境容量和营养物质水环境容量<sup>[6-7]</sup>,这两种计算模型均采用完全均匀混合箱体水质模型来预测湖泊水体长期的动态变化,即将湖泊视为一个完全混合反应器。这已在一些湖泊的水环境容量计算中得到了应用,如滇池<sup>[8]</sup>、玛纳斯流域的蘑菇湖水库<sup>[9]</sup>。

### 3.1.2 COD 水环境容量计算模型

根据湖泊(水库)物质平衡方程,可以得到有机物的水质模型方程,其计算公式为:

$$V \frac{dC}{dt} = QC_r - qC_c - KCV \quad (1)$$

式中:  $V$ —水库容积,  $m^3$ ;

$C_r$ —入库水中污染物平均浓度,  $mg/L$ ;

$Q$ —入库流量,  $m^3/a$ ;

$C_c$ —出库水中污染物平均浓度,  $mg/L$ ;

$q$ —出库流量,  $m^3/a$ ;

$C$ —水库中污染物平均浓度,  $mg/L$ ;

$K$ —污染物的生化降解系数,  $d^{-1}$ 。

当水库处于稳定状态时,  $\frac{dC}{dt} = 0$ , 则计算公式可变为:

$$QC_r - qC_c - KCV = 0 \quad (2)$$

当  $C_r = C_c = C$  时, 即水库中污染物达到规定水质标准时的最大容许纳污量, 即水库水环境容量  $W$  为:

$$W = QC_r = qC_s + KC_sV \quad (3)$$

$C_s$ —达到规定水质标准时 COD 浓度,  $mg/L$ 。

### 3.1.3 TN、TP 水环境容量计算模型

水库中总氮、总磷等营养盐的浓度随时间的变化率是输入、输出及沉淀的物质的量的函数。营养盐模型以物质平衡方程为基础, 对于不同水体, 其水文、地理环境及社会发展情况不同, 适用的模型也不同。比较著名的有沃伦威德尔模型、狄龙模型、合同健模型等。考虑到沃伦威德尔模型中沉降系数难以确定, 因此选择狄龙模型计算总氮、总磷的水环境容量。其计算公式为:

$$L = \frac{C_s \rho_w \bar{Z}}{(1-R)} \quad (4)$$

$$W = LA \quad (5)$$

式中:  $L$ —总磷(总氮)单位面积负荷量,  $g/(m^2 \cdot a)$ ;

$C_s$ —达到规定水质标准时总磷(总氮)浓度,  $g/m^3$ ;

$\bar{Z}$ —水库平均水深,  $m$ ;

$\bar{Z}$ —水力冲刷系数,  $\bar{Z} = Q/V1/a$ ;

$R$ —磷的理论滞留系数,  $R = 0.426 \exp(-$

$$0.271q/A) + 0.573 \exp(-0.00949q/A);$$

$A$ —水库水面面积,  $m^2$ ;

$W$ —水库水环境容量,  $t/a$ 。

## 3.2 模型参数的确定

### 3.2.1 COD 水环境容量计算参数确定

(1)设计流量: 水库设计库容采用死库容。

(2)污染物 COD 降解系数: 参考有关成果<sup>[10]</sup>, 水质降解系数参考值(水质和水生态环境为劣的湖泊水库(相应水质为 V 类或劣 V 类), 其 COD 降解系数为 0.01~0.03/d, 则本工程水体 COD 降解系数取 0.03/d。

艾溪湖 COD 水环境容量模型参数见表 3。

### 3.2.2 TN、TP 水环境容量计算参数确定

艾溪湖 TN、TP 水环境容量模型参数见表 4。

## 4 艾溪湖流域水环境容量计算结果

根据上述计算方法和参数, 可得艾溪湖湖泊理论水环境容量, 根据污染物统计分析可知艾溪湖实际污染物排放量, 并计算出湖区污染物消减量。计算结果详见表 5。

水环境容量都是针对一定的水质目标而言的, 因此, 要计算水环境容量, 必须给定水质保护目标。艾溪湖水质管理目标为 IV 类<sup>[2]</sup>, 根据该湖水质管理目标, 计算出艾溪湖 COD 水环境容量为 1 971.0 t/a, TN 及 TP 水环境容量分别为 299.48 t/a 和 19.97 t/a。由表 5 可见, 每年的入湖污染物已经超过了艾溪湖的水环境容

表 3 艾溪湖 COD 水环境容量参数

| 参数名称                               | 符号    | 数值                  |
|------------------------------------|-------|---------------------|
| 水库库容/ $m^3$                        | $V$   | $600 \times 10^4$   |
| COD IV 类控制浓度/( $mg \cdot L^{-1}$ ) | $C_s$ | 30                  |
| 出库流量/( $m^3/a$ )                   | $Q$   | $1.168 \times 10^8$ |
| 降解系数/ $d^{-1}$                     | $K$   | 0.03                |

表 4 艾溪湖 TN、TP 水环境容量参数

| 参数名称                   | 符号        | 数值                |
|------------------------|-----------|-------------------|
| 水库水面面积/ $m^2$          | $A$       | $600 \times 10^4$ |
| 水力冲刷系数/( $1/a$ )       | $\rho_w$  | 19.47             |
| 氮、磷滞留系数                | $R$       | 0.415             |
| IV 类水水质控制浓度            | 总氮        | $C_s$ 1.5         |
| /( $mg \cdot L^{-1}$ ) | 总磷        | $C_s$ 0.1         |
| 水库平均水深/ $m$            | $\bar{Z}$ | 1.5               |

表 5 艾溪湖 COD、TN、TP 水环境容量及削减量

| 污染物 | 水环境容量/(t/a) | 排放量/(t/a) | 削减量/(t/a) | 削减率/% |
|-----|-------------|-----------|-----------|-------|
| COD | 1 971.0     | 16 065.37 | 14 094.37 | 87.73 |
| TN  | 299.48      | 806.61    | 507.13    | 62.87 |
| TP  | 147.25      | 167.22    | 147.25    | 88.06 |

量,COD、TN、TP 每年入湖量分别是水环境容量的 8.2、2.7、1.1 倍,表明入湖污染物 COD、TN、TP 已超出水体自净的能力,不削减污染物入湖量,则水质难以改善。

艾溪湖水质要达到Ⅳ类水体水质目标,满足理论水环境容量要求,则 COD、TN 和 TP 需消减 14 094.37t/a、507.13 t/a 和 147.25 t/a,削减率分别是 87.73 %、62.87 %、88.06 %。

## 5 结论

(1)基于艾溪湖的水质管理目标为Ⅳ类,经计算,艾溪湖 COD、TN 及 TP 水环境容量分别为 1 971.0 t/a、299.48 t/a 和 19.97 t/a。

(2)根据计算结果,现有的污染物排放量远超过了水环境容量,要水质达标,必须削减入湖污染物。经计算,艾溪湖 COD、TN、TP 削减率分别是 87.73 %、62.87 %、88.06 %。根据表 2 的入湖污染物构成分析,入湖污染主要来自于艾溪湖上游的幸福渠周边排放的污染源。因此,要治理艾溪湖水污染问题,必须首先要削减入湖污染物,加快艾溪湖上游幸福渠水系的整治,完善水系周边的截污工程,减少外源营养盐的输入,同时控制内

源性营养盐的释放。

## 参考文献:

- [1] 黄立章,金腊华,万金保.艾溪湖水污染现状分析及治理对策[C],中国水利学会论文集,2013.
- [2] 江西省水利厅.江西省环保厅.江西省地表水(环境)功能区划[D].2007.
- [3] 南昌市水文局.南昌市水资源质量公报. <http://www.jxncsw.com/list.jsp?classid=51>.
- [4] 闫莉,郝岩彬,徐晓磷,等.水环境承载力相关概念分析[J],人民黄河,2009,31(11):52~53.
- [5] 盛海洋,朱惠斌.四川省黄河流域表生元素分布特征[J].人民黄河,2007,29(4):3~4.
- [6] 夏青,孙艳,贺珍等.水污染物总量控制实用计算方法概要[J].环境科学研究,1989,2(3):1~73.
- [7] 黄玉凯.水污染物排放总量控制的定量化过程与方法[J].上海环境科学,1990,9(5):2~4.
- [8] 杨文龙,杨常亮.滇池水环境模型研究及容量计算结果[J].云南环境科学,2002 年.
- [9] 盛东,李峻峰,何新林.玛纳斯河流域水环境容量分析及污染削减方案[J].人民黄河,2008,30(9):55~57.
- [10] 中国环境规划院.全国地表水水环境容量核定技术复核要点[R],2004 年.

编辑:张绍付

## Water environmental capacities of COD, TN and TP in Aixi Lake in Nanchang city

HUANG Lizhang<sup>1,2</sup>, ZHU Yanfang<sup>2</sup>, ZHANG Zilin<sup>2</sup>

1. Key Laboratory of Poyang Lake Ecology and Bio-resource Utilization, Ministry of Education, Nanchang University, Nanchang 330029; 2. Jiangxi Provincial Water Conservancy Planning and Designing Research Institute, Nanchang 330029.

**Abstract:** For the Aixi Lake, the water environment quality is deteriorating, and is becoming the major problems affecting the regional sustainable development. Based on the analysis of water quality and pollution sources, the water environmental capacities of COD, TN and TP were calculated according to the goal of water quality management in water function area. Control schemes of pollutant emission were also put forwarded.

**Key words:** Aixi Lake; Water environment capacity; Control scheme

• > ◊ £ 43 >>