

文章编号: 1674 - 5566(2013)02 - 0240 - 06

## 利用综合营养状态指数和修正的营养状态指数评价千岛湖水质变化(2007年 - 2011年)

杨梅玲<sup>1</sup>, 胡忠军<sup>1</sup>, 刘其根<sup>1</sup>, 任丽萍<sup>2</sup>, 陈来生<sup>2</sup>, 李培培<sup>1</sup>

(1. 上海海洋大学 农业部水产种质资源与利用重点开放实验室, 上海 201306; 2. 浙江省杭州市淳安县千岛湖发展有限公司, 浙江 杭州 311700)

**摘要:** 2007 - 2011 年对千岛湖 5 个采样点进行了逐月水质调查, 分析了透明度、总磷、总氮、高锰酸盐指数和叶绿素 a 在 5 年内的变化规律, 运用综合营养状态指数 (*TLI*) 和修正的营养状态指数 (*TSI<sub>M</sub>*) 对其营养状态进行了评价。结果表明, 2007 - 2011 年, 千岛湖叶绿素 a 平均值为  $(2.720 \pm 1.380) \mu\text{g/L}$ , 透明度平均值为  $(5.599 \pm 0.942) \text{m}$ , 总磷平均值为  $(0.015 \pm 0.002) \text{mg/L}$ , 总氮平均值为  $(0.990 \pm 0.090) \text{mg/L}$ , 高锰酸盐指数平均值为  $(0.857 \pm 0.168) \text{mg/L}$ 。两种营养状态指数从上游向下游逐渐降低, 季节上呈夏秋高冬春低的趋势。*TLI* 和 *TSI<sub>M</sub>* 的均值分别为 26.6 和 35.5, 且逐年缓慢增加。总体上看, 千岛湖研究期间处于从贫营养型向中营养型的过渡期。

**研究亮点:** 分析了 2007 - 2011 年共 5 年千岛湖水的透明度、总磷、总氮、高锰酸盐指数、叶绿素 a 及其营养状态的变化, 长期稳定的监测数据更能反映千岛湖水质的变化; 同时分析了降雨及降雨形成的地表径流对千岛湖综合营养状态的影响。

**关键词:** 新安江水库; 营养状态指数; 水质评价; 时空变化

**中图分类号:** X 824

**文献标志码:** A

千岛湖是一个集旅游、航运、水力发电、水资源供应和渔业生产等多个社会功能于一体的人工深水湖泊, 是我国东部地区为数不多的良好的饮用水源地, 其水环境质量对地区的经济和社会发展具有极其重要的影响, 因而有关其营养盐来源和水质营养状况一直受到关注<sup>[1]</sup>。特别是 1998 年和 1999 年发生大面积蓝藻水华、水质出现严重异味后, 对千岛湖水质的研究引起了广大专家、学者的重视<sup>[2-7]</sup>。自 2000 年起, 在千岛湖实施了以鲢鳙放养为主要措施的旨在预防、控制蓝藻水华和改善水质的保水渔业试验<sup>[8]</sup>。

中华人民共和国环境保护部 2004 年颁布的《湖泊(水库)富营养化评价方法及分级规定》推荐的综合营养状态指数法 (*TLI*) 及日本相崎守弘等人的修正的营养状态指数 (*TSI<sub>M</sub>*)<sup>[9]</sup> 是当前通用的一种适合评估湖泊/水库水体营养状态的水

质评价方法。运用这两种方法对当前千岛湖的水质状况开展评价, 不但有助于了解千岛湖的营养状况、预测其未来演化趋势, 同时也可合理评价保水渔业对千岛湖水质的中长期影响。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 研究区概况

千岛湖, 原名新安江水库, 是 1959 年建造我国第一座自行设计、自制设备的大型水力发电站而形成的大型深水湖泊, 位于浙皖交界浙江省淳安县境内 ( $29^{\circ}22' \sim 29^{\circ}50' \text{N}$ ,  $118^{\circ}34' \sim 119^{\circ}15' \text{E}$ )。千岛湖湖区岛屿星罗棋布, 常见的岛屿有 398 个, 大中岛屿 1 078 个, 是世界上岛屿最多的湖。千岛湖水量主要来自地表径流, 共有大小入库支流 30 余条, 其中新安江是最主要的入库地表径流, 占入库地表径流总量的 60% 左右。千岛

收稿日期: 2012-04-27 修回日期: 2012-11-24

基金项目: 国家自然科学基金(30670388, 31072218); 上海市重点学科项目(Y1101)

作者简介: 杨梅玲(1985—), 女, 硕士研究生, 研究方向为水域生态学。E-mail: mei.06@163.com

通信作者: 刘其根, E-mail: qgliu@shou.edu.cn

湖南北长 150 km,最大水深达 100 m,岸线总长度 1 406 km。千岛湖水位 108 m 时,库区面积为 573 km<sup>2</sup>,总库容为 178.4 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,平均水深 30.44 m,是我国特大型深水水库。千岛湖地处亚热带季风气候区的北缘,由于森林覆盖率高,以及千岛湖水面的调节作用,故气候温暖湿润,一年四季分明,年平均气温为 17 ℃,气温的年较差和日较差小,千岛湖集雨面积达 10 486 km<sup>2</sup>,流域年均降雨量为 1 679.70 mm,雨日为 155 d,但是年际变化大,年内分配不均,降雨一般集中在 5 月至 7 月份,洪水涨落迅速,历时短,水位变化快(最大时 7~8 m 落差),呈现明显的山谷型水库特征(自淳安县环境监测站);多年平均入库水量为 94.5 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,出库水量为 91.07 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,水体交换周期长达 2 年。因此千岛湖水体既是一座山谷型水库,同时也具有了湖泊型水库的典型性状。

## 1.2 采样点设置

千岛湖呈树枝型,岸线总长度 1 406 km,分为东北、东南、西北、西南、中心五大湖区。根据千岛湖的水体形态、水流特点等,从上游至下游设置 5 个采样点(图 1),分别是赤山(S1, 118°45′08.5″E, 29°42′37.1″N),温馨岛(S3, 119°01′54.1″E, 29°38′105″N),猴岛(S4, 118°57′56.6″E, 29°34′47.7″N),姥山(S8, 119°00′37″E, 29°33′12″N),密山(S9, 119°08′55.5″E, 29°31′46.8″N)。其中 S1 位于西北湖区, S3、S4 位于中心湖区, S8、S9 位于东南湖区。

## 1.3 水样的采集和数据处理

使用 20 L 采水器采集水样,水样带回实验室后立即进行各种水化学测定。水样采集在每月中旬进行。根据各采样点水深情况及生态特点,对各采样点水样进行相应的分层采集。其中, S1 按照 0.5、4、8、12、16、20、25 m 等水层依次采集; S4 按照 0.5、4、8、12、16、20、25、30 m 等水层依次采集; S9 按照 0.5、4、8、12、16、20、25、30、35、40、45、50 m 等水层依次采集; S3 和 S8 按照 0.5、4、8、12、16、20、25、30 m 等水层进行混合采样。

透明度(SD)使用 Secchi 盘进行测定;总磷(TP)、总氮(TN)采用国家地表水质量监测标准进行,其中 TN 测定用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法(GB11894—1989), TP 测定采用磷钼酸铵比色法(GB11893—1989),高锰酸盐指数

(COD<sub>Mn</sub>)采用高锰酸钾酸性法<sup>[10]</sup>。

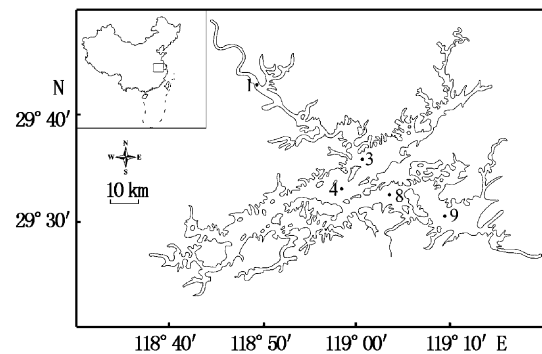


图 1 千岛湖地形图及采样点设置  
Fig. 1 Map of Lake Qiandaohu showing the sampling stations

## 1.4 评价方法

目前国内外有关富营养化的研究方法主要有营养状态指数法(TLI)、修正的营养状态指数法(TSI<sub>M</sub>)、营养度指数法和评分法,其中营养状态指数法和修正的营养状态指数由于可对营养状态进行连续的数值化分级,从而为大多数研究工作所采用。依据《湖泊(水库)富营养化评价方法及分级规定》采用综合营养指数法和修正的营养状态指数法(TSI<sub>M</sub>)对千岛湖的营养现状进行评价<sup>[11-12]</sup>。

综合营养指数法评价因子营养状态指数计算公式:

$$TLI(\text{Chl. } a) = 10 \times (2.5 + 1.086 \times \ln \text{Chl. } a)$$

$$TLI(TP) = 10 \times (9.436 + 1.624 \times \ln TP)$$

$$TLI(TN) = 10 \times (5.453 + 1.694 \times \ln TN)$$

$$TLI(SD) = 10 \times (5.118 - 1.94 \times \ln SD)$$

$$TLI(\text{COD}_{Mn}) = 10 \times (0.109 + 2.661 \times \ln \text{COD}_{Mn})$$

式中:叶绿素 a(Chl. a)单位为 μg/m<sup>3</sup>,透明度 SD 单位为 m;其它指标单位均为 mg/L。

$$\text{综合营养状态指数计算公式: } TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j TLI(J)$$

式中:TLI(Σ)为综合营养状态指数;m为评价参数的个数;TLI(J)为第j种参数的营养状态指数;W<sub>j</sub>为第j种参数的营养状态指数的相关权重。

以 Chl. a 作为基准参数,则第 J 种参数的归

$$\text{一化的相关权重}(W_j) \text{计算公式为: } W_j = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^m -r_{ij}^2}$$

式中:m为评价参数的个数;r<sub>ij</sub>为第j种参数与基

准参数 Chl. *a* 的相关系数。

根据  $TLI(\Sigma)$  数值对湖泊(水库)营养状态进行分级<sup>[13-14]</sup>, 分级标准见表 1。同一营养状态下, 指数值越高, 其富营养程度越重。

表 1 湖泊(水库)营养状态分级标准  
Tab. 1 Classification standard of lake (reservoir) trophic level

综合营养指数	富营养化程度
$TLI(\Sigma) < 30$	贫营养(oligotrophic)
$30 \leq TLI(\Sigma) \leq 50$	中营养(mesotrophic)
$50 < TLI(\Sigma) \leq 60$	轻度富营养(lightly eutrophic)
$60 < TLI(\Sigma) \leq 70$	中度富营养(moderately eutrophic)
$TLI(\Sigma) > 70$	重度富营养(severely eutrophic)

相崎守弘等人将卡尔森以透明度为基准的  $TSI$  指数改为以叶绿素 *a* 为基准的营养状态指数, 称之为修正的营养状态指数( $TSI_M$ )。修正的  $TSI_M$  法采用 0~100 一系列连续的数字对湖泊营养状态分级, 指数在 30 以下为贫营养; 30~50 为中营养; 50~100 为富营养。

修正的营养状态指数( $TSI_M$ )法评价因子营养状态指数计算公式:

$$TSI_M(\text{Chl. } a) = 10 \left( 2.46 + \frac{\ln \text{Chl. } a}{\ln 2.5} \right)$$

$$TSI_M(SD) = 10 \left( 2.46 + \frac{3.69 - 1.52 \ln SD}{\ln 2.5} \right)$$

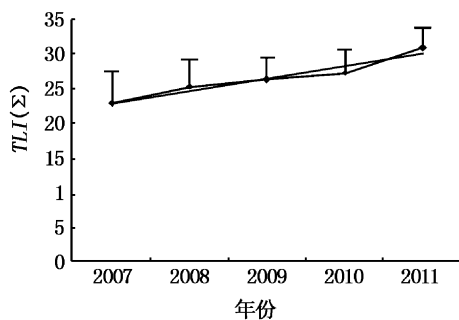
$$TSI_M(TP) = 10 \left( 2.46 + \frac{6.71 + 1.5 \ln TP}{\ln 2.5} \right)$$

$$TSI(\Sigma) = 0.54 TSI_M(\text{Chl. } a) + 0.297 TSI_M(SD) + 0.163 TSI_M(TP)$$

## 2 结果

### 2.1 千岛湖水化学指标及叶绿素 *a* 的年度变化

从表 2 中可以看出千岛湖藻类的数量呈上



升趋势, 透明度正好相反, 氮磷的含量变化不大, 有机物含量略有增加。叶绿素 *a* (Chl. *a*) 5 年平均值为  $(2.72 \pm 1.38) \mu\text{g/L}$ , 千岛湖透明度(SD)为  $(5.60 \pm 0.942) \text{m}$ , 总磷(TP)为  $(0.0151 \pm 0.00183) \text{mg/L}$ , 总氮(TN)为  $(0.990 \pm 0.090) \text{mg/L}$ , 高锰酸盐指数( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ )为  $(0.857 \pm 0.168) \text{mg/L}$ 。

表 2 2007-2011 年千岛湖水质参数  
Tab. 2 Water quality parameters of Lake Qiandaohu from 2007 to 2011

年份	Chl. <i>a</i> / ( $\mu\text{g/L}$ )	TP/ ( $\text{mg/L}$ )	TN/ ( $\text{mg/L}$ )	SD/ m	$\text{COD}_{\text{Mn}}/(\text{mg/L})$
2007	1.62	0.013 7	1.13	7.07	0.630
2008	2.27	0.015 0	0.958	6.03	0.750
2009	2.23	0.013 1	1.02	4.91	0.900
2010	2.34	0.016 4	0.934	5.06	0.948
2011	5.13	0.017 5	0.906	4.93	1.060
均值	2.72	0.015 1	0.990	5.60	0.857
标准差	1.38	0.001 83	0.090	0.942	0.168

### 2.2 千岛湖营养状态指数( $TLI$ 、 $TSI_M$ )的年度变化

用  $TLI$  和  $TSI_M$  对 2007-2011 年千岛湖年平均水质指标进行综合营养状态分析(图 2), 可以看出, 千岛湖综合  $TLI$  值呈缓慢上升的趋势, 从贫营养湖泊逐渐变为中营养湖泊, 2007-2010 年为贫营养湖泊, 2011 年为中营养湖泊。  $TLI$  5 年平均值为 26.6,  $TLI$  最小值出现在 2007 年为 23.0, 最大值出现在 2011 年为 30.9。2009-2010 年增长速度较慢, 但是在 2010-2011 年度增长速度明显变快: 2011 年(13.27%) > 2008 年(10.25%) > 2009(4.08%) > 2010 年(3.47%)。

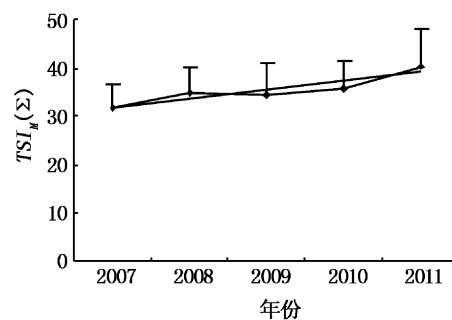
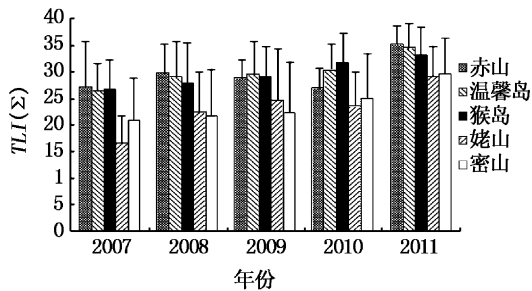


图 2 2007-2011 年千岛湖营养状态( $TLI$ 、 $TSI_M$ ) 年际变化

Fig. 2 Yearly change in trophic level of Lake Qiandaohu from 2007 to 2011

$TSI_M$  的变化趋势与  $TLI$  基本一致(图 2),也呈现缓慢上升的趋势,2007-2011 年均为中营养湖泊。 $TSI_M$  5 年平均值为 35.5,最小值出现在 2007 年为 31.8,最大值出现在 2011 年为 40.5。2009 和 2010 年增长速度较慢,甚至出现了负增长(2009 年),2008 年和 2011 年增长速度较快:2011 年(12.95%) > 2008 年(9.68%) > 2010 年(3.44%) > 2009 年(-0.57%)。



### 2.3 千岛湖营养状态指数的空间变化

图 3 表明,除 2009 年、2010 年河流区(赤山)的  $TLI$ 、 $TSI_M$  值比过渡区(温馨岛)和湖泊区的猴岛略低外,2 种营养状态指数的空间变化趋势年份间基本相似,即河流区营养水平(赤山)较高,过渡区(温馨岛)次之,湖泊区(猴岛、姥山和密山)较低。

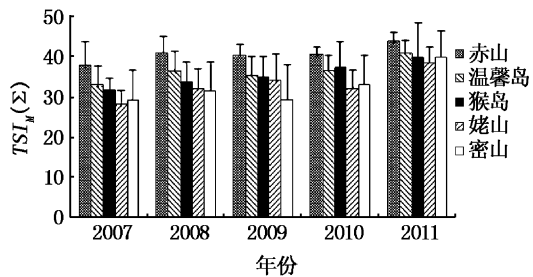


图 3 2007-2011 年千岛湖 5 个样点综合营养水平 ( $TLI$ 、 $TSI_M$ ) 空间变化

Fig. 3 Spatial variation of trophic level of Lake Qiandaohu from 2007 to 2011

5 个采样点的  $TLI$  平均值的波动范围 2007 年在 16~27 之间,2008 年在 21~29 之间,2009 年在 22~29 之间,2010 年在 23~31 之间,2011 年则在 29~35 之间;5 个采样点的  $TLI$  平均值除赤山外均为 2011 年最高,2007 年最低,赤山 2011 年最高,2010 年最低。

5 个采样点的  $TSI_M$  的平均值的波动范围 2007 年在 27~37 之间,2008 年在 31~40 之间,2009 年在 29~40 之间,2010 年在 32~40 之间,2011 年则在 38~40 之间。5 个采样点的  $TSI_M$  平均值均为 2011 年最高,2007 年最低,除猴岛和姥山外其它  $TSI_M$  平均值大小为:2011 年 > 2010 年 > 2008 年 > 2009 年 > 2007 年。

### 2.4 千岛湖营养状态指数 ( $TLI$ 、 $TSI_M$ ) 的季节变化

图 4 显示 2011 年的营养水平比 2007-2010 年明显偏高。2007-2011 年千岛湖  $TLI$  和  $TSI_M$  总体呈夏秋高春冬低的趋势,2007 年、2010 年、2011 年  $TLI$  和  $TSI_M$  变化趋势一致:2007 年为春高冬低、2010 年为秋高冬低、2011 年为夏高春低。2008 年、2009 年  $TLI$  值分别为夏高春低,夏高冬低,2008、2009 年  $TSI_M$  值分别为秋高春低、春高冬低。除 2008 年夏季和 2011 年全年处于中营养水平外,2007-2011 年其他季节均处于贫营养水平。

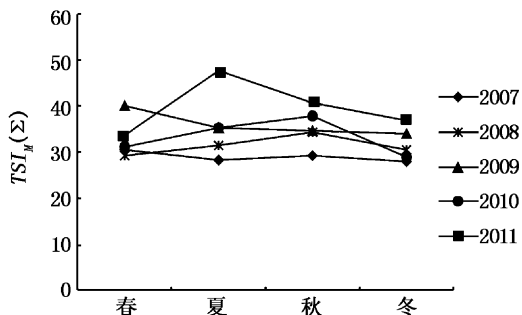
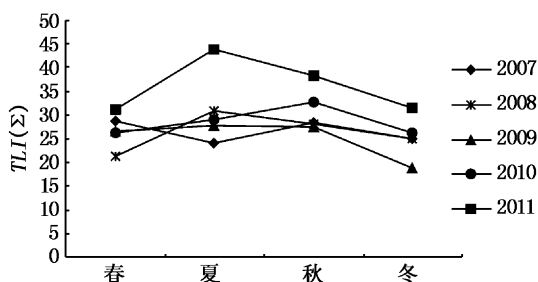


图 4 2007-2011 年千岛湖综合营养指数 ( $TLI$ 、 $TSI_M$ ) 的季节变化

Fig. 4 Seasonal variation of trophic level of Lake Qiandaohu

### 3 讨论

#### 3.1 千岛湖营养状态的空间变化

图3表明,总体上从赤山到密山  $TLI$  值和  $TSI_M$  值呈现出一个明显的下降趋势,即河流区营养水平(赤山)较高,过渡区(温馨岛)次之,湖泊区(猴岛、姥山和密山)较低。这与湖泊呈现出的营养盐梯度是相一致的,这间接验证了余员龙等<sup>[1]</sup>、谭湘萍和闵怀<sup>[6]</sup>、严力蛟等<sup>[7]</sup>、韩伟明等<sup>[13]</sup>、吕焕春等<sup>[16-18]</sup>、李娟英等<sup>[19]</sup>和王飞儿等<sup>[20]</sup>的研究结果,即上游的营养盐浓度高,下游的营养盐浓度低。营养状态水平在水流方向上呈梯度降低。上游不断有新安江的江水注入,带入大量的营养盐。特别是在汛期,新安江水库泄洪,洪水中携带大量的泥沙,导致上游营养状态指数高于下游。

图4表明千岛湖营养状态的季节变化趋势与湖泊的水位变化对应,夏秋季丰水期升至峰值,冬春季枯水期降至谷值,这充分显示了汛期入湖的污染物在大型湖库中的沉降、消解过程<sup>[13]</sup>。图4中除2009年营养状态峰值出现在春季外,其它4年均出现在夏季或秋季。

#### 3.2 降雨及地表径流对千岛湖营养状态的影响

2011年夏季,千岛湖发生大暴雨,降水量分别为5月134.9 mm,6月616.3 mm,8月125.6 mm,特别是6月突发暴雨,降雨量达616.3 mm,新安江水库大量泄洪,导致大量外源营养盐输入,来不及沉降,2011年千岛湖综合营养水平高峰出现在夏季,同时引起千岛湖整体综合营养指数偏高。2007年3-4月、9月降雨量较大,虽然9月的降雨量比春季大,但是夏秋季浮游植物大量生长,所以夏秋季千岛湖营养状态水平并没春季高。2008年降雨主要集中在6-8月,千岛湖出现近十年罕见暴雨,湖区水位接近108 m的高度<sup>[1]</sup>,大量营养盐的输入导致千岛湖综合营养状态出现一个小高峰。2009年全年降雨比较均匀,所以营养状态水平波动不大。

降雨除了带入大量营养盐的同时还会冲刷地面产生地表径流,径流中含有的大量营养物质随之输入湖中<sup>[15-17]</sup>。上游新安江径流输入占千岛湖总输入的60%,位于安徽境内的汇水区输入湖区大量的营养盐<sup>[6]</sup>,流域内来自农田的地表径流带入大量营养盐进入水体,属于农业非点源污

染<sup>[6,13]</sup>。千岛湖流域以坡地为主,受东南季风的影响,土壤分化、侵蚀和淋溶作用强烈,降雨径流导致泥沙和营养物质大量进入千岛湖水体<sup>[15]</sup>。研究表明降雨径流中固体悬浮物和营养盐浓度极高,特别是氮磷的输入,日降雨量的大小与径流水中的总氮、可溶氮、总磷、可溶磷均呈显著正相关关系,随着日降雨量的加大,径流中总氮、总磷和可溶磷浓度显著增高,可溶氮的浓度变化不大<sup>[16]</sup>。降雨量过大还可能出现生活污水溢流的情况。

综上所述,通过5年来对千岛湖  $TLI$  的分析研究,发现千岛湖整个湖区营养状况处于中营养水平,但  $TLI$  指数呈现逐年增加的趋势,因此需采取较为有效的管理和修复措施以减缓该湖的富营养化进程。在不同年份的综合营养状态( $TLI$ 、 $TSI_M$ )呈现出的不同变化趋势显示外源输入和底部营养盐释放是该湖营养指数上升的主要来源。针对千岛湖流域目前存在的富营养化问题,结合当地社会经济现状,提出几点措施和环境保护对策:(1)控制总氮总磷,控制湖内污染源,如旅游污染,船舶污染和养殖污染;(2)合理运用生物操纵,发展养殖业。

#### 参考文献:

- [1] 余员龙,任丽萍,刘其根,等. 2007-2008年千岛湖营养盐时空分布及其影响因素[J]. 湖泊科学, 2010, 22(5): 684-692.
- [2] 王飞儿,吕焕春,陈英旭,等. 千岛湖叶绿素 a 浓度动态变化及其影响因素分析[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版, 2001, 30(1): 22-26.
- [3] 李共国,虞左明. 千岛湖轮虫群落结构及水质生态学评价[J]. 湖泊科学, 2003, 15(2): 169-176.
- [4] 刘英,王珂,周斌,等. 千岛湖水体叶绿素浓度高光谱遥感监测研究初报[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版, 2003, 29(6): 621-626.
- [5] 吕焕春,王飞儿,陈英旭,等. 千岛湖水体叶绿素 a 与相关环境因子的多元分析[J]. 应用生态学报, 2003, 14(8): 1347-1350.
- [6] 谭湘萍,闵怀. 千岛湖生态环境主要问题及保护对策[J]. 环境污染与防治, 2004, 26(3): 200-203.
- [7] 严力蛟,俞新华,方志发. 影响千岛湖水质的主要环境问题与富营养化防治对策[J]. 当代生态农业, 2001(3): 94-96.
- [8] 刘其根,陈马康,何光喜,等. 保水渔业一大水面渔业发展的时代选择[J]. 中国水产, 2003, 11: 20-22.
- [9] 王明翠,刘雪芹,张建辉. 湖泊富营养化评价方法及分级标准[J]. 中国环境监测, 2002, 18(5): 47-49.

- [10] 奚旦立,孙裕生,刘秀英. 环境监测[M]. 3版. 北京:高等教育出版社,2004:113-114.
- [11] 中国环境监测总站. 湖泊(水库)富营养化评价方法及分级技术规定[S]. 国家环境保护总局,2001.
- [12] 程婧蕾,王丽卿,季高华,等. 上海市10个城市公园景观水体富营养化评价[J]. 上海海洋大学学报,2009,18(4):435-442.
- [13] 韩伟民,胡水景,金卫,等. 千岛湖水环境质量调查与保护对策[J]. 湖泊科学,1996,8(4):337-344.
- [14] 联合国环境规划署(UNEP). 水体富营养化[J]. 世界环境,1994,2(1):23-26.
- [15] 吕唤春,薛生国,方志发,等. 千岛湖流域不同土地利用方式对氮和磷流失的影响[J]. 中国地质,2004,10(31):112-117.
- [16] 吕唤春,陈英旭,方志发,等. 千岛湖流域坡地利用结构对径流氮、磷流失量的影响[J]. 水土保持学报,2002,16(2):91-93.
- [17] 吕唤春,陈英旭,方志发,等. 千岛湖水体营养物质的主导因子分析[J]. 农业环境保护,2002,21(4):318-321.
- [18] 吕唤春,陈英旭,虞左明,等. 千岛湖水体主要污染物动态变化及其成因分析[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2003,29(1):87-92.
- [19] 李娟英,曹宏宇,王静,等. 上海临港新城地表径流污染特征研究[J]. 上海海洋大学学报,2011,20(4):594-599.
- [20] 王飞儿,吕唤春,陈英旭,等. 基于 AnnAGNPS 模型的千岛湖流域氮、磷输出总量预测[J]. 农业工程学报,2003,19(6):281-284.

## Evaluation of water quality by two trophic state indices in Lake Qiandaohu during 2007 – 2011

YANG Mei-ling<sup>1</sup>, HU Zhong-jun<sup>1</sup>, LIU Qi-gen<sup>1</sup>, REN Li-ping<sup>2</sup>, CHEN Lai-sheng<sup>2</sup>, LI Pei-pei<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Utilization, Ministry of Agriculture, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Hangzhou Qiandaohu Development Co., Ltd., Hangzhou 311700, Zhejiang, China)

**Abstract:** Through monthly monitoring the five sampling sites in Qiandao Lake during 2007 – 2011, the yearly change patterns of transparency, chlorophyll a (Chl. *a*), permanganate index (COD<sub>Mn</sub>), total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP) were investigated, and the spatial and temporal variations of water quality were assessed by two trophic state indices such as *TLI* and *TSI<sub>M</sub>*. The results showed that the 5-year average values of transparency, Chl. *a*, COD<sub>Mn</sub>, TN, and TP were (5.599 ± 0.942) m, (2.720 ± 1.380) ug/L, (0.857 ± 0.168) mg/L, (0.990 ± 0.090 2) mg/L, and (0.015 1 ± 0.001 83) mg/L, respectively. The two trophic indices gradually decreased from the upper reaches to the lower reaches, fluctuated seasonally with the maximum in summer and the minimum in winter, and increased slowly year by year with a 5-year mean value of 26.6 for *TLI* and 35.5 for *TSI<sub>M</sub>*. It was suggested that the 5 study-years was in the transitional period of trophic level from oligo-to meso-trophic status for this lake.

**Key words:** Reservoir Xin'anjiang; trophic status index; assessment of water quality; spatial and temporal variation