

# 杭州小和山西蜜湖水质监测分析及对策

周建武<sup>1a</sup>,黄国奔<sup>1a</sup>,洪西洋<sup>1a</sup>,明道雨<sup>1a</sup>,杨崇轩<sup>1a</sup>,秦熙露<sup>2</sup>,冯元新<sup>1a</sup>,黄 燕<sup>1b</sup>

(1. 浙江科技学院 a. 理学院;b. 校园建设管理处,杭州 310023;2. 浙江环境监测中心,杭州 310007)

**摘 要:** 西蜜湖地处杭州西部,由上埠河及附近山区的山水汇聚而成,再经由西蜜湖流入西部的主河流;因此,对西蜜湖水质情况的了解就相当于对杭州市西部地区水质情况的了解。随着湖四周建筑群的投入使用,湖水污染程度加剧。为此,选取西蜜湖中 4 个具有代表性的点位进行取样,监测其 pH 值、高锰酸盐指数(COD<sub>Mn</sub>)、溶解氧(DO)、氨氮(NH<sub>3</sub>—N)、五日生化需氧量(BOD<sub>5</sub>)、石油类、总磷(TP)、总氮(TN)、氟化物(F<sup>-</sup>)这些指标。结果显示 pH、BOD<sub>5</sub>、石油类、F<sup>-</sup> 质量浓度均符合国家Ⅰ类水质标准,但 NH<sub>3</sub>—N、TP 质量浓度高于Ⅴ类水质的标准,由此可以得出富营养化是西蜜湖的主要问题。在此基础上,提出了相关的改进建议,以期为相关部门了解杭州市西部山区水质变化、采取改善水质措施提供参考。

**关键词:** 西蜜湖;水质监测;水质分析;富营养化;杭州

**中图分类号:** X832      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1671-8798(2012)06-0488-06

## Analysis on water quality monitoring of West Honey Lake in Xiaoheshan area of Hangzhou and corresponding suggestions

ZHOU Jian-wu<sup>1a</sup>, HUANG Guo-ben<sup>1a</sup>, HONG Xi-yang<sup>1a</sup>, MING Dao-yu<sup>1a</sup>,  
YANG Chong-xuan<sup>1a</sup>, QIN Xi-lu<sup>2</sup>, FENG Yuan-xin<sup>1a</sup>, HUANG Yan<sup>1b</sup>

(1a. School of Sciences; 1b. Department of Campus Construction Administration, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China; 2. Zhejiang Environmental Monitoring Center, Hangzhou 310007, China)

**Abstract:** West Honey Lake, located in the west of Hangzhou, is formed by Shangfu River and the water from mountains nearby and flows west into the main stream. Hence, findings of the water quality of West Honey Lake are equivalent to that of the western areas of Hangzhou. As the buildings around are constructed and put into use, the water pollution of the lake is exacerbated because of the sewage pipes of those buildings which lead to the lake. In the research, the investigators sample at four representative positions of West Honey Lake to survey the indexes of pH, permanganate index (COD<sub>Mn</sub>), dissolved oxygen (DO), ammonia

收稿日期: 2012-09-08

作者简介: 周建武(1991— ),男,浙江省龙游人,2010 级应用物理专业本科生。

通信作者: 冯元新,工程师,硕士,主要从事大学物理实验教学。

( $\text{NH}_3-\text{N}$ ), five days biochemical oxygen demand ( $\text{BOD}_5$ ), petroleum, total phosphorus (TP), total nitrogen (TN), and fluoride ( $\text{F}^-$ ). The results show that pH,  $\text{BOD}_5$ , petroleum and  $\text{F}^-$  concentration all meet with the standard of the national water quality criterion I while the  $\text{NH}_3-\text{N}$  and TP concentrations exceed the water quality standard grade V, which means that eutrophication is the main problem of West Honey Lake. The current condition of West Honey Lake is concisely and intuitively presented by the results. This provides referential values for the water amelioration of the western mountain areas of Hangzhou. We also offer some specific proposals on how to make improvement.

**Key words:** West Honey Lake; water quality monitoring; water quality analysis; eutrophication; Hangzhou

西蜜湖位于杭州西部小和山浙江科技学院校园的西部,由上埠河及附近的山水积聚而成,由西北方流向东南方,后注入杭州市西部河流主干道。因此,西蜜湖的水质情况能够很好地反映杭州市西部地区的水质情况,对西蜜湖的水质情况进行监测具有重要意义。该湖区面积约 7.5 万  $\text{m}^2$ ,丰水期平均深度约 2.0 m,枯水期平均水深约为 0.5 m。西蜜湖的污染来源主要是附近地区的生活污水及由少量排放不当的垃圾经冲刷而成的污水。

1 监测研究点的设计

1.1 点位设计

共布设 4 个监测研究点,如图 1 所示。分别为①湖水进水处,设置该点位的意图为:监测流入西蜜湖的湖水是否已经受到污染;②湖心北侧,设置该点位的意图为:该处为一处山水入湖口,可监测山上的雨水对西蜜湖的影响;③湖心南侧,设置该点位的意图为:由于参与该项目的小组成员均为在校大学生,并且受限于取水交通工具而未对湖心处水质进行取样研究,但西蜜湖湖水流速缓慢,湖区面积不大,因此可以将湖心南侧的水质情况近似地看成湖心处的水质情况;④湖水出水处,设置该点位的意图为:监测流出西蜜湖的水质情况,与流入西蜜湖的情况进行对比,得出西蜜湖对水质的影响。同时,还对②与③点位的表层与中层水样进行了采样。



图 1 西蜜湖水样采集点分布图  
Fig. 1 Water sampling dot distribution map of West Honey Lake

1.2 监测研究项目

pH 值、高锰酸盐指数( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ )、溶解氧(DO)、氨氮( $\text{NH}_3-\text{N}$ )、五日生化需氧量( $\text{BOD}_5$ )、石油类、总磷(TP)、总氮(TN)、氟化物( $\text{F}^-$ )<sup>[1-4]</sup>。

1.3 检验方法与评价标准

按国家地表水环境质量标准(GB 3838—2002)有关检验方法要求,在分析过程中通过建立质量控制图、平行双样试验、加标回收试验和标准物质的比对分析等方法,严格实行实验室内的质量控制<sup>[5-7]</sup>。

1.4 采样时间

2011 年 5 月 12 日至 2012 年 3 月 25 日。

2 监测结果

1) pH、BOD<sub>5</sub>、石油类、F<sup>-</sup>符合Ⅰ类水标准,见表 1。

表 1 西蜜湖地表水监测结果汇总  
Table 1 Results of West Honey Lake surface water monitoring

| 水质等级 | pH 值 | COD <sub>Mn</sub> | DO  | NH <sub>3</sub> —N | BOD <sub>5</sub> | 石油类 | TP  | TN  | F <sup>-</sup> |
|------|------|-------------------|-----|--------------------|------------------|-----|-----|-----|----------------|
| Ⅰ类   | 全阶段  | 全阶段               | 全阶段 |                    | 全阶段              | 全阶段 |     |     | 全阶段            |
| Ⅱ类   |      | 全阶段               | 全阶段 | 丰水期                |                  |     | 丰水期 |     |                |
| Ⅲ类   |      | 全阶段               | 全阶段 | 丰水期                |                  |     |     |     |                |
| Ⅳ类   |      |                   |     |                    |                  |     | 枯水期 |     |                |
| Ⅴ类   |      |                   |     | 枯水期                |                  |     |     | 全阶段 |                |

2) DO 与 COD<sub>Mn</sub>介于Ⅰ类与Ⅲ类水标准之间;NH<sub>3</sub>—N 在丰水期水质处于Ⅱ类与Ⅲ类水之间,而在枯水期水质劣于Ⅴ类;TP 在丰水期水质符合Ⅱ类水标准,枯水期水质符合Ⅳ类水标准;TN 不管处于枯水期还是丰水期,水质均劣于Ⅴ类,其质量浓度最低 2.49 mg/L,最高达 7.74 mg/L,如表 2 所示。

表 2 西蜜湖地表水监测结果  
Table 2 Results in value of West Honey Lake surface water monitoring

| 采样时间                |     | 采样点 | pH 值 | 质量浓度/(mg · L <sup>-1</sup> ) |      |                     |                  |       |       |       |                |
|---------------------|-----|-----|------|------------------------------|------|---------------------|------------------|-------|-------|-------|----------------|
|                     |     |     |      | COD <sub>Mn</sub>            | DO   | NH <sub>3</sub> - N | BOD <sub>5</sub> | 石油类   | TP    | TN    | F <sup>-</sup> |
| 2011 年<br>5 月 12 日  | 枯水期 | ①   | 7.78 | 2.9                          | 7.5  | 0.713               | <2               | <0.05 | 0.105 | 3.85  | 0.16           |
|                     |     | ②   | 7.80 | 4.9                          | 5.7  | 2.85                | <2               | <0.05 | 0.304 | 5.60  | 0.17           |
|                     |     | ③   | 7.85 | 4.8                          | 6.6  | 3.47                | <2               | <0.05 | 0.387 | 5.96  | 0.18           |
|                     |     | ④   | 7.84 | 5.0                          | 7.0  | 3.03                | <2               | <0.05 | 0.322 | 5.32  | 0.19           |
| 2011 年<br>5 月 13 日  | 枯水期 | ①   | 7.69 | 2.0                          | 7.9  | 0.660               | <2               | <0.05 | 0.110 | 3.30  | 0.16           |
|                     |     | ②   | 7.60 | 4.7                          | 6.2  | 2.73                | <2               | <0.05 | 0.312 | 6.13  | 0.17           |
|                     |     | ③   | 7.44 | 4.6                          | 6.7  | 3.15                | <2               | <0.05 | 0.368 | 5.79  | 0.18           |
|                     |     | ④   | 7.56 | 5.1                          | 7.1  | 2.79                | <2               | <0.05 | 0.310 | 5.87  | 0.18           |
| 2011 年<br>6 月 30 日  | 丰水期 | ①   | 7.05 | 1.3                          | 7.8  | 0.205               | <2               | <0.05 | 0.064 | 3.70  | 0.16           |
|                     |     | ②   | 7.07 | 1.7                          | 6.9  | 0.331               | <2               | <0.05 | 0.086 | 3.90  | 0.15           |
|                     |     | ③   | 7.09 | 1.6                          | 6.1  | 0.304               | <2               | <0.05 | 0.084 | 4.00  | 0.15           |
|                     |     | ④   | 7.05 | 1.5                          | 7.0  | 0.228               | <2               | <0.05 | 0.084 | 3.67  | 0.14           |
| 2011 年<br>8 月 26 日  | 丰水期 | ①   | 7.21 | 2.0                          | 7.15 | 0.357               | <2               | <0.05 | 0.099 | 2.83  | 0.10           |
|                     |     | ②   | 7.75 | 2.5                          | 7.40 | 0.468               | <2               | <0.05 | 0.059 | 2.49  | 0.11           |
|                     |     | ③   | 7.78 | 3.1                          | 7.55 | 0.563               | <2               | <0.05 | 0.084 | 2.74  | 0.11           |
|                     |     | ④   | 7.72 | 2.6                          | 6.60 | 0.730               | <2               | <0.05 | 0.096 | 2.74  | 0.11           |
| 2011 年<br>12 月 16 日 | 枯水期 | ①   | 7.24 | 2.1                          | 8.40 | 1.62                | <2               | <0.05 | 0.251 | 6.20  | 0.12           |
|                     |     | ②   | 8.21 | 5.2                          | 12.6 | 3.21                | <2               | <0.05 | 0.293 | 7.39  | 0.12           |
|                     |     | ③   | 7.85 | 4.5                          | 9.4  | 3.74                | <2               | <0.05 | 0.348 | 7.74  | 0.12           |
|                     |     | ④   | 7.94 | 4.3                          | 11.4 | 3.17                | <2               | <0.05 | 0.309 | 7.22  | 0.13           |
| 2012 年<br>3 月 25 日  | 丰水期 | ①   | 7.74 | 1.7                          | 8.29 | 0.402               | <2               | <0.05 | 0.064 | 4.34  | 0.14           |
|                     |     | ②   | 7.48 | 2.3                          | 8.37 | 1.01                | <2               | <0.05 | 0.101 | 4.60  | 0.14           |
|                     |     | ③   | 7.51 | 1.8                          | 9.10 | 0.547               | <2               | <0.05 | 0.076 | 4.29  | 0.14           |
|                     |     | ④   | 7.55 | 1.9                          | 9.32 | 0.595               | <2               | <0.05 | 0.085 | 4.23  | 0.14           |
| 水域类别                |     |     | I 类  | Ⅲ类                           | Ⅲ类   | V 类                 | I 类              | I 类   | V 类   | 劣 V 类 | I 类            |

3 结果分析

依据中华人民共和国地表水水域环境功能和保护目标<sup>[8]</sup>,现得出以下结论:

1)从表 2 的监测数据结果,对照中华人民共和国地表水环境质量标准基本项目标准限值,可知西蜜湖的 TN 质量浓度超出 V 类水标准的上限值(其质量浓度小于等于 2.0 mg/L),4 个监测点的质量浓度都超标,即使是湖水进水处①的总氮质量浓度也超标,说明水流进入湖区前就已受到污染。通过实地考察发现,其原因是其上游附近有 2 个居民小区和 1 个学生宿舍群,有部分生活污水未经处理直接排入河道而流进湖区(详见图 2~4),引起总氮超标<sup>[1-2,6-7]</sup>。从图也可清晰地看到,在进水处,水体中绿藻大量繁殖,是富营养化的具体表现。



图 2 西蜜湖上游排污口

Fig. 2 Sewage outfall in upstream of West Honey Lake



图 3 西蜜湖上游翰墨香林小区排污口

Fig. 3 Sewage outfall of Hanmoxianglin in upstream of West Honey Lake

2)  $\text{NH}_3\text{-N}$  质量浓度在进水处①的监测值基本符合Ⅲ类水的标准限值;在丰水期间,另外 3 个监测点的测量结果也都基本符合Ⅲ类水的标准限值,但在枯水期,其质量浓度远大于 V 类水标准的上限值(其质量浓度小于等于 2.0 mg/L),这说明湖水是在进入湖区后受到污染的。观察湖区周边环境发现,有多处污水排放管的污水正源源不断地流入湖区,其中有 2 处的排水管直径达到 1 m 以上。

3) TP 质量浓度,在枯水期水质符合 V 类水质标准,在丰水期相对较好一些,达到Ⅱ类水质标准。

4) pH、 $\text{BOD}_5$ 、石油类和  $\text{F}^-$  均符合Ⅰ类水标准,说明西蜜湖的这几项指标还让人满意。

氮、磷是造成富营养化的首要因素,是水体营养程度的重要指标。水体富营养化,是指湖泊、水库和海湾等封闭性或半封闭性水体,以及某些河流水体内的氮磷营养要素的富集,水体生产力提高,某些特殊性藻类(主要为蓝藻、绿藻)异常增殖,使水质恶化的过程<sup>[1-3,6-7]</sup>。氮、磷、生化需氧量、化学需氧量等对湖泊的水质评价有重要的参考价值。

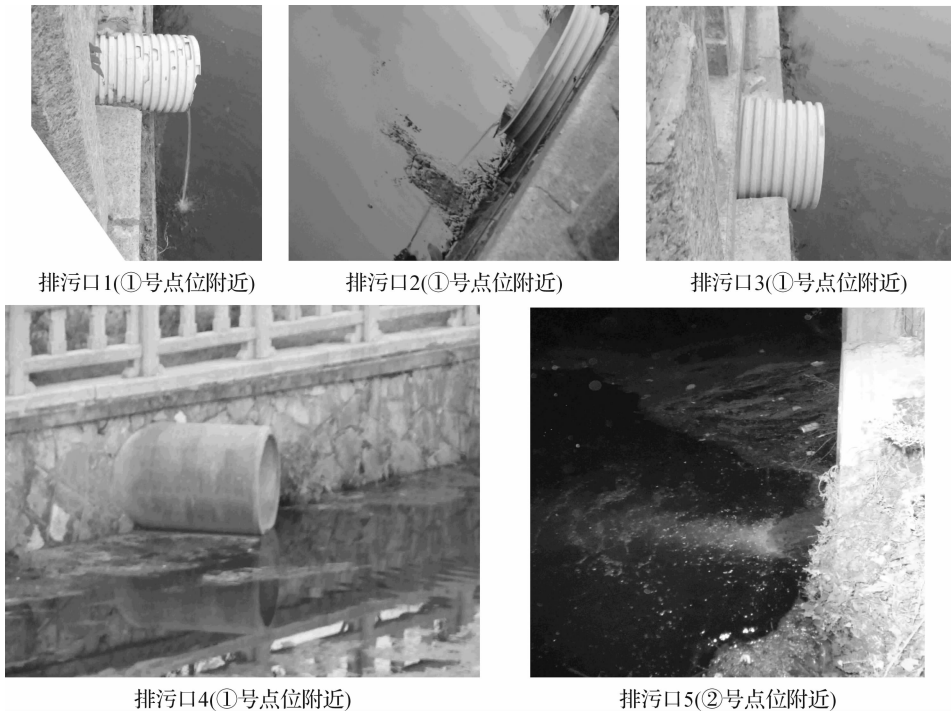


图 4 西蜜湖内排污口

Fig. 4 Sewage outfall in West Honey Lake

氨氮是构成环境中氮循环的组分之一,也是水体中的营养素,可导致水体富营养化现象的产生,是水体中的主要耗氧污染物,对鱼类及某些水生生物有毒害作用。氨氮主要来源于人和动物的排泄物,生活污水中平均含氮量每人每年可达 2.5~4.5 kg<sup>[3]</sup>;雨水径流及农用化肥的流失也是氨氮的重要来源。

4 解决方案

小和山高教园区附近无工业企业,因此,造成西蜜湖水体富营养化主要原因是生活污水和生活垃圾的排放与随意丢弃。每当看见湖面垃圾的成堆漂浮,以及水草、绿藻的过度繁殖时,不由得怀念起原先清澈见底的湖水。因此,希望相关政府部门及学校能积极采取有力措施,减少或杜绝生活污水的随意排放,让西蜜湖水质逐渐达到至少Ⅱ类水质的标准,恢复以往的优美自然生态环境。为此,建议争取下述措施。

- 1) 可在进水处的桥面两侧加设网格,防止通过桥面的人随手投仍的垃圾进入湖区内。
- 2) 每年定期清理湖面垃圾与藻类<sup>[9]</sup>。
- 3) 间隔一段时间(如:2 年),对湖泊进行挖泥清淤。
- 4) 禁止垂钓(过度垂钓使得湖区中鱼类减少,限制了鱼类对于湖区环境净化的功能,并且大多数鱼饵料中含氮量较高,容易引起湖水富营养化)。
- 5) 据有关资料介绍,蚤状藻每天可排放出氨类代谢废物为 5.11 mg/g。因此,适当地放养以浮游动物为食的鱼类,如花鲢,可降低湖水中的氨氮来源。

6) 在湖区一角使用围栏,栽种水浮莲或凤眼莲等飘浮植物。经试验证实,当移植的凤眼莲覆盖水域面达 10%时,5 d 后水中总氮可由 8 mg/L 降至 3 mg/L,降氮效果明显。

7) 建议学校每年拨专项资金对西蜜湖进行整治。一是购买数台增氧机安放于湖区内,定期启动以增加湖水含氧量。研究表明,由硝化细菌和亚硝化细菌形成的硝化作用,在溶氧小于 5~6 mg/L 时,硝化速度随溶氧的增多而加快,硝化作用最适 pH 值为 8.4,在温度 5~30 ℃ 范围内,温度升高,硝化作用加快。测定结果表明,在溶氧多时有效氮以硝酸态氮为主,在缺氧状态下则以氨态氮为主,因此改善水体的溶氧状况在一定程度上可降低氮含量和氮的危害。二是定期(如:2 年)向湖水中洒入斜发沸石粉,利用这一多孔铝硅酸盐具有的较高的离子交换和吸收有毒代谢物的特性,降低水中的氮含量。当湖水中浮游

植物同化作用降氨或其他降氨措施无法实施时,可在湖水中施用沸石粉,用量一般为 $50\sim 100\text{ kg}/0.0667\text{ hm}^2$ ,可达到使氨减少 $90\%\sim 97\%$ 的良好效果。而且沸石并不吸收硝酸盐和亚硝酸盐,也不影响水质的其他化学指标。

8) 建议政府及相关部门对西蜜湖上游翰墨香林小区的污水管道进行重新架设,并投入相关资金,在校园及生活区建立相关污水过滤处理系统。这样可以杜绝污水的来源,确保注入西蜜湖的水源符合国家相关条例的规定。

## 5 结 语

环境保护是一个涉及全人类的课题,对湖泊及河道污染的研究涉及化学、生物、给排水等诸多方面。污水管道的随意架设确实大大降低了工程设计难度,减少了工程投入,增加了设施排布的灵活性,给人们的生活带来了便利。但是,人们的目光不能仅仅局限于当前所带来的各种利益,而要有长远和发展的眼光。试想,有谁会愿意生活在一个臭气熏天、污水横流、毫无生机的环境?但追究其原因,还不是因为当初为了图一时之便利,贪一念之利益而造成了如今的恶果。作为人,更作为一个有素质、有品格的人,都应该具有前瞻性的思维。既然能够想象得到往后的恶劣环境,为何不现在就着手环境的保护呢!湖泊、河流,这些都是人们生存的必要因素,为何看到它们被自己亲手破坏还无一丝悔过呢?环境,对任何人来说都太重要了。良好的环境造就优秀的人才,而污浊的环境只会侵蚀人们的意志,这必定不是大家愿意看到的。

因此,建议相关部门将公众的知情权制度化,将相关信息透明化,定期进行权威的监测和数据的公开,以公示大众环境的现状,环境保护的迫切性及对相关设施整改的必要性。最后,希望人人都能提高环保意识,保护周边的生活环境,使人类赖以生存的世界更加美好。

## 参考文献:

- [1] 张力群,金铨,杨忠乔,等. 2010年度杭州市中心城区生活饮用水水质监测分析[J]. 中国卫生检验杂志,2012,22(5): 1120-1121.
- [2] 王索成,孟凡静,卢永超,等. 红旗泡水库水质监测分析[J]. 黑龙江水利科技,2008,36(3):134.
- [3] 吴坤杰,汪成竹,王亚坤,等. 信阳北湖的水质现状分析及富营养化评价[J]. 信阳农业高等专科学校学报,2011,21(2):111-112.
- [4] 刘国秀,王祯斌,李荣泉. 永州市冷水滩区农村生活饮用水水质监测分析[J]. 河南预防医学杂志,2012,23(2):144-145.
- [5] 国家环境保护局. 水和废水监测分析方法[M]. 北京:中国环境科学出版社,1998:246-279.
- [6] 朱广伟. 太湖富营养化现状及原因分析[J]. 湖泊科学,2008,20(1):21-26.
- [7] 彭银萍,邱葵,张永利. 粤东地区东丽湖的水质研究[J]. 当代化工,2009,38(4):402-404.
- [8] GB 3838—2002,地表水环境质量标准[S/OL]. (2001-06-16)[2012-10-10]. <http://cer.jlu.edu.cn/shuiwen/Gfbz/dbshhj.pdf>.
- [9] 朱鸣,张达崴,徐亚同. 硝化细菌包埋固定化及其在废水处理中的应用[J]. 上海化工,2001(15):4-6.