

# 城市景观水体什刹前海与罗马湖水环境污染特征比较研究

年跃刚<sup>1</sup>, 闫海红<sup>1</sup>, 宋英伟<sup>2</sup>, 殷勤<sup>1</sup>, 雪梅<sup>1</sup>

(1. 中国环境科学研究院水污染控制中心, 北京 100012; 2. 北京市环境保护科学研究院, 北京 100037)

**[摘要]** 通过对城市景观水体什刹前海与罗马湖的调查和监测, 分析了北京典型景观水体的水质状况与生态环境特征, 探讨了两水体形成透明度差异的原因。监测结果表明, 什刹前海东岸透明度达 70 cm, 而罗马湖透明度为 27 cm, 分析其差异的主要原因是磷浓度的差异, 由此可见, 控制磷的浓度是保持城市景观水体水生生态系统健康的重要因素。

**[关键词]** 城市景观水体; 什刹前海; 罗马湖; 污染特征

**[中图分类号]** X50 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2010)06-0025-03

## 1 前言

城市景观水体大多为浅水湖泊和池塘, 受高密度人口及其高强度活动的影响, 易发生富营养化乃至黑臭, 因为它除了受来水水质的影响外, 还受大气沉降污染、城市面源污染等多种因素的作用, 所以维持城市景观水体的水生生态系统健康是一项重要而艰巨的任务。

水体透明度是体现城市水体景观特征的重要水质指标, 也是水生生态系统恢复的关键因素, 水体透明度不高的原因大多是由水体中大量的浮游植物引起的, 而营养盐浓度对水体中浮游植物的种类和浓度有较大影响<sup>[1]</sup>。为了探讨影响城市景观水体透明度的原因, 对城市景观水体什刹前海与罗马湖进行了调查和监测, 分析了北京典型景观水体的水质状况与生态环境特征, 旨在为城市景观湖泊的治理和管理提供科学依据。

## 2 实验方法和材料

实验中需要测试的水质参数包括 TN, TP,

COD<sub>Cr</sub>和透明度。各因子的测试方法如表 1 所示。实验过程涉及的主要试剂有重铬酸钾、盐酸、氢氧化钠、硫酸、硫酸亚铁、磷酸二氢钾等; 试验仪器设备主要包括 752N 型紫外分光光度计、YX-280 型高压蒸汽压力锅、酸式滴定管等。

表 1 水质分析方法

Table 1 Methods of water analysis

水质参数	测定方法
TN	过硫酸钾氧化—紫外分光光度法
TP	过硫酸钾氧化—钼锑抗分光光度法
COD <sub>Cr</sub>	重铬酸盐法
透明度	塞氏盘测定法

## 3 实验结果

### 3.1 景观水体的特征比较

以什刹前海和罗马湖两个景观湖泊为对象, 从地理位置、水质现状、补水水源、富营养化状态等方面进行对比分析。根据现场踏勘发现, 什刹前海与罗马湖两者均为硬质岸带, 两湖水体中沉水水生植物都较少, 说明两个景观湖泊的水生生态系统不完善。

由表 2 可以看出, 两水体的水源有所不同, 什刹

**[收稿日期]** 2009-11-23

**[基金项目]** 国家高技术研究发展计划(“八六三”)项目(2006AA06Z343); 水体污染控制与治理科技重大专项(2009ZX07208-006-02, 2008ZX07208-004-03)

**[作者简介]** 年跃刚(1963-), 男, 内蒙古赤峰市人, 研究员, 研究方向为水污染控制与水生态修复技术; E-mail: nianyg@craes.org.cn

前海引水于密云水库,水质为Ⅱ类,罗马湖湖水源引自温榆河上游,河水污染严重,而什刹前海和罗马湖的水体均为劣Ⅴ类,前者主要污染因子有 TN, COD<sub>Cr</sub>,后者主要污染因子包括 TN, TP 和 COD<sub>Cr</sub>。但是,两水体在岸带形式、植被覆盖度相似的情况下,什刹前海并无水华现象发生,而罗马湖却暴发了水华,两者呈现出不同的景观效果。为了探求其原因,笔者进一步监测了两个景观水体的水质情况。

表2 什刹前海、罗马湖特征对比

Table 2 Comparison with Shichaqianhai and Rome Lake

类别	什刹前海	罗马湖
水质现状	劣Ⅴ类	劣Ⅴ类
污染因子	TN, COD <sub>Cr</sub>	TN, TP, COD <sub>Cr</sub>
补水水源	密云水库	温榆河
平均水深	约 1.5 m	约 1 m
有无水华	无	有

### 3.2 景观水体的水质对比

选择 2008 年夏季对什刹前海、罗马湖湖水的 4 项水质指标 (TN, TP, COD<sub>Cr</sub>、透明度) 的监测结果进行比较,图 1 至图 3 分别为两湖 TN, TP, COD<sub>Cr</sub> 三项指标与《地表水环境质量标准》(GB3838 - 2002) 中Ⅲ类、Ⅴ类标准进行对比的情况,图 4 为两湖透明度的对比情况。

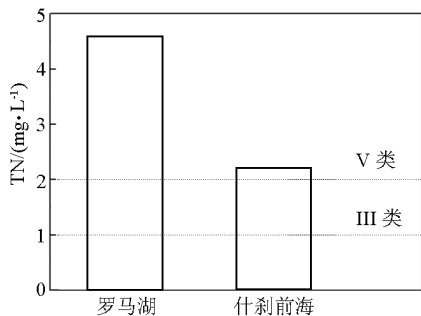


图1 什刹前海、罗马湖湖水总氮浓度比较  
Fig. 1 Comparison of total nitrogen in Shichaqianhai with Rome Lake

图 1 中数据显示,什刹前海和罗马湖的总氮浓度分别为 2.2 mg/L 和 4.6 mg/L,两个景观水体的总氮浓度都处于地表水环境质量的劣Ⅴ类水平;从图 2 中可以看出,什刹前海的总磷浓度为 0.05 mg/L,达到Ⅲ类水体要求,而罗马湖总磷为 0.36 mg/L,相对Ⅴ类标准还超标 0.8 倍,两个湖总

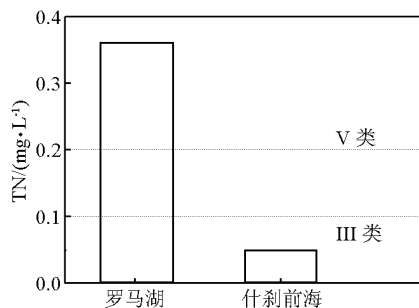


图2 什刹前海、罗马湖湖水总磷浓度比较  
Fig. 2 Comparison of total phosphorus in Shichaqianhai with Rome Lake

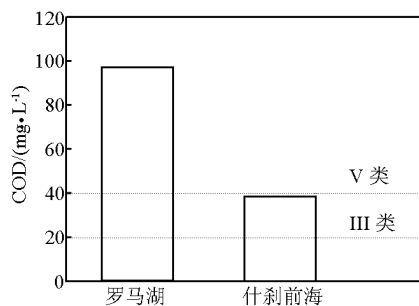


图3 什刹前海、罗马湖湖水 COD<sub>Cr</sub> 浓度比较  
Fig. 3 Comparison of COD<sub>Cr</sub> concentration in Shichaqianhai with Rome Lake

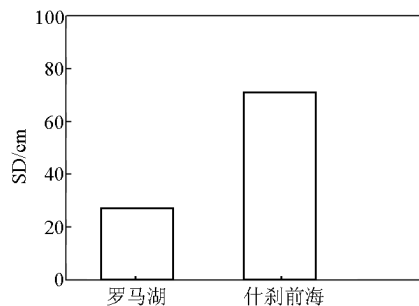


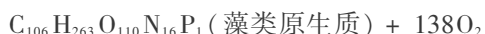
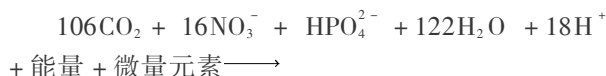
图4 什刹前海、罗马湖水体透明度比较  
Fig. 4 Comparison of the transparency in Shichaqianhai with Rome Lake

磷浓度的差距甚大;图 3 表明,什刹前海水体中的 COD<sub>Cr</sub> 为 36 mg/L,达到Ⅴ类水体要求,罗马湖水体中的 COD<sub>Cr</sub> 为 97 mg/L,属于劣Ⅴ类水质。从图 4 中还可以看出,什刹前海透明度达 70 cm,而罗马湖透明度为 27 cm。两个湖泊的水体透明度也存在着较大的差异。

### 3.3 结果分析

景观水体有清水与浊水两种景观状态,清水状

态是景观水体治理的目标<sup>[2]</sup>,而浊水主要是由于水体富营养化时浮游植物大量繁殖造成的。关于水体富营养化的成因,目前国际上有两种理论:生命周期理论和食物链理论,生命周期理论是近年来普遍为人们所接受的一种理论。生命周期理论认为,含磷和氮的化合物过多的排入水体,破坏了原有的生态平衡,引起藻类大量繁殖,过多的消耗了水中的氧,使鱼类、浮游生物缺氧死亡,他们的尸体腐烂又造成水质污染。根据生命周期理论,氮、磷的过量排放是造成富营养化的根本原因,藻类是富营养化的主体,它的生长速度直接影响水质的状态<sup>[3]</sup>。在合适的光照、温度、pH值和充分具备营养物质的条件下,藻类光合作用的总反应式为<sup>[4]</sup>:



为此,要提高水体的透明度,应降低水体营养盐浓度。有研究表明,水体中磷、氮含量与叶绿素 a 呈显著正相关关系,且磷与叶绿素 a 的相关性更加显著<sup>[5,6]</sup>,可见,藻类等水生生物对磷更为敏感。当水体中磷处于低浓度时,即使氮充足,其生产能力也会受到遏制。丰茂武等发现当环境中磷浓度较低时(0 ~ 0.1 mg/L),藻类生长磷的限制浓度为 0.07 mg/L<sup>[7]</sup>。

对比两个景观水体水质指标可以看出,两水体中氮浓度充足,磷浓度的差异是造成两水体透明度差异的主要原因。在什刹前海中,磷元素的限制是抑制水体富营养化的决定因素,最终使得其水体透明度明显高于罗马湖。可见,当景观水体中磷浓度低于某一限值时,可以抑制浮游植物的生长,从而提高透明度。因此,磷的浓度是影响水体中藻类浓度的重要因素。两水体中,虽然什刹前海水质也较差,但总磷浓度控制在 0.05 mg/L,致使其透明度仍可以达到很高的水平,因此,这一磷浓度值可作为北京其他景观水体控制藻类的参考。

此外,什刹前海入湖水源自密云水库,密云水库是北京重要的饮用水水源,地表水Ⅱ类水质标准,

虽然什刹前海来水水质较好,但入湖后水体中总氮、COD<sub>Cr</sub>有所升高,水质达到劣Ⅴ类。这主要是由于什刹前海水生态系统不健全且流动性较差,在长期受城市面源污染及大气沉降等因素的影响下,水体难以维持来水时的清水状态,水质发生恶化所致。

## 4 结语

1)从什刹前海与罗马湖水质对比来看,磷浓度在两水体中有较大的差异,相对应的透明度差异也较大,磷是什刹前海藻类生长的控制因子。

2)磷浓度是影响水体中藻类浓度的重要因素,什刹前海的总磷浓度为 0.05 mg/L,能够抑制藻类生长和保证较高的透明度,这一磷浓度值可作为北京其他景观水体控制藻类的参考。

3)维持城市景观水体的水生态系统健康、稳定的基本条件就是完善水生态系统,恢复水体自身的净化能力。

## 参考文献

- [1] Hans W. Assessing and managing nutrient - enhanced eutrophication in estuarine and coastal waters: Interactive effects of human and climatic perturbations [J]. *Ecological Engineering*, 2006, (26): 40 - 54
- [2] Lars Hein. Cost - efficient eutrophication control in a shallow lake ecosystem subject to two steady states[J]. *Ecological Economics*, 2006, (59): 429 - 439
- [3] Smith V H. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater marine, and terrestrial ecosystems [J]. *Environmental Pollution*, 1999, (100): 179 - 196
- [4] Yuxian Xu. Phosphorus and eutrophication of lakes [J]. *Environmental Science in Yunan*, 2005 (24): 36 - 38
- [5] 荆红卫. 北京城市湖泊富营养化评价与分析 [J]. *湖泊科学*, 2008, 20 (3): 357 - 363
- [6] 常会庆. 富营养化水体的评价方法研究 [J]. *安徽农业科学*, 2007, 35 (32): 10407 - 10409
- [7] Feng Maowu. Effect of different N/P ratios on algal growth, *Ecology and Environment* [J]. 2008, 17 (5): 1759 - 1763

(下转 31 页)