

文章编号: 2095—0411 (2011) 04—0063—04

# 太湖流域某城市老城区水系总磷 污染特征及成因分析<sup>\*</sup>

戴肖云, 李定龙, 梁玉婷, 杨彦

(常州大学 环境与安全工程学院, 江苏 常州 213164)

**摘要:** 对太湖流域某城市老城区主要水系总磷浓度的时空变化情况进行了分析。结果表明, 地下水中总磷浓度在同一时间段内, 从上游到下游波动较大, 且敞口井的总磷浓度高于封口井; 地表水中总磷浓度 4 月到 6 月 86.1% 满足《地表水环境质量标准》中 IV 类水质标准, 38.8% 满足 III 类水质标准, 而 7 月份总磷浓度则全部超过 IV 类水质标准; 从 4 月到 7 月, 城市内河总水系 (关河—北市河—东市河) 中总磷含量从上游到下游呈递增趋势; 在支流北市河中从上游到下游亦呈递增趋势。

**关键词:** 老城区; 水系; 磷污染; 成因分析

中图分类号: X 501

文献标识码: A

## Pollution Characteristics and Causes of Total Phosphorus in The Water System of Downtown in A City of Taihu Basin

DAI Xiao—yun, LI Ding—long, LIANG Yu—ting, YANG Yan

(School of Environmental and Safety Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, China)

**Abstract:** Space—time variations of total phosphorus were analyzed in the water system of downtown in a city of Taihu basin. The results showed that the content of total phosphorus varied a lot in groundwater from upstream to downstream. And the total phosphorus contents in the open wells were higher than that in the closed wells. In the surface water, from April to June, 86.1% of the samples TP concentration meet the standard of IV level in Environmental Quality Standards for Surface Water, and 38.8% meet the standard of III level. And in July, the total phosphorus contents all overrun the standard of IV level. In general, from April to July, there was a increasing trend from upstream to downstream in the downtown water system (Guan River—Bei Shi River—Dong Shi River) and in the branch of Bei Shi River.

**key words:** downtown; water system; phosphorus pollution; cause

磷元素是引起水体富营养化的一个重要因素之一。随着工农业生产的快速发展, 人口的急剧增加以及生活污水的直接排放, 污染物质在环境中不断累积我国许多地区水体富营养化现象有加重趋

势<sup>[1—10]</sup>。目前国内外对于水体富营养化已做了许多研究, 而关于老城区半流动水体磷元素季节时空变化的报道较少。老城区人口较集中, 主要以居民为主, 且排污管道由于有些建成区尚无排水设施,

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2011—06—13

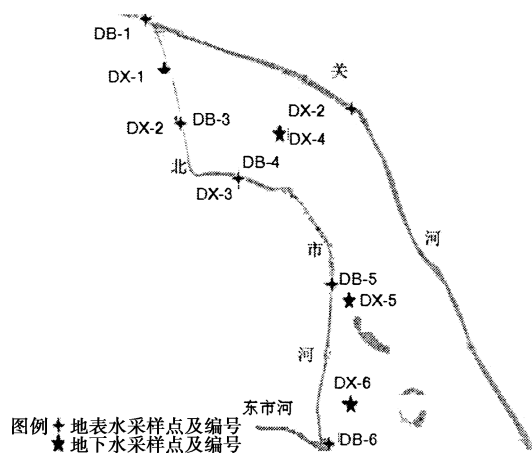
基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项 (2008ZX07313—001); 常州大学校基金 (ZMF1002127); 常州市科技计划项目应用基础研究 (CJ20110022)

作者简介: 戴肖云 (1986—), 男, 江苏吴江人, 硕士生。

且室内排水管道尚未完全普及,不少居民住宅室内未设下水道,致使污、废水随地漫流,导致城市河流水体的富营养化。本文将太湖流域某城市老城区的北市河作为研究区,探讨了该区水体磷污染的特征,并结合区域环境地质特征对其成因进行了初步分析,并提出了相应的污染控制策略。

## 1 研究区概况

北市河为大运河该市段分支,全长约 2 000 m,宽约 9 m,自西北向东南流贯穿该市老城区核心区域,北接关河,南接东市河;北市河流域多年天然水资源量与流域降水过程基本对应,降水量偏大年份,入湖水资源量也相应偏大。水系总体地势西高东低,地面高程一般 2—5 m。年平均降雨量约为 1 000 mm<sup>[11]</sup>河底由南向北倾斜,坡度平缓,中部较平整。北市河北部有一人工水闸,将北市河与关河分隔。主要入河水源为天然水体、居民生活用水等。



DB-1: 青山桥; DB-2: 新丰桥; DB-3: 博爱桥; DB-4: 鹤园桥; DB-5: 红梅桥; DB-6: 元丰桥; DX-1: 卫生局; DX-2: 博爱车库; DX-3: 中山菜场; DX-4: 和平里; DX-5: 红梅公园; DX-6: 天宁寺

图 1 研究区地表水及地下水采样点分布图

Fig. 1 Distribution of surface water and shallow groundwater samples

研究区流域地形较平坦,主要为商业旅游区,居民点集中。松散层由冲积粘土、粉砂、淤泥、素填土、杂填土等组成多层结构。主要含水层为粉砂及少量杂填土层,一般呈薄夹层或透镜状,砂、填土成份较杂,且含水层厚度各地不一,变化较大,具有由平原边缘向流域方向细颗粒增加,粗颗粒减少的特点。由于地势平坦,水力坡度较小,加之颗粒较细而不稳定,富水性和渗透性较差,使地下水流缓慢,分散的向附近沟、凹地和河流通移排

泄,地下水位埋藏较浅,一般小于 8 m。地下水动态随季节有一定的变化,但总的来说地下水动态较稳定。

## 2 样品的检测与分析

### 2.1 采样点布设

通过前期实地考察,确定具有代表老城区水系的北市河区域为研究区。采样时间为 2010 年 4 月到 7 月,共选择地表水、地下水采样点各 6 个(如图 1 所示),且上游(DB-1、DB-2 和 DX-1、DX-2),中游(DB-3、DB-4 和 DX-3、DX-4),下游(DB-5、DB-6 和 DX-5、DX-6)各两点位,采样点分布均匀,有代表性,其中地下水点位分布在北市河两岸,符合研究需要。根据研究区各监测点的特征,将研究区地下水各点位分为敞口井(DX-04 和 DX-06)、封口井(DX-01, DX-02, DX-03 和 DX-05)。注:和平里点为居民常用井。

### 2.2 样品的检测

样品的采集、保存和运输严格遵照《地下水环境监测技术规范(HJT164-2004)》执行。依据布点方案,用便携式采水器采集水面下 0.5 m 处水样若干,采样时间为每月 2 次,每次间隔 15 d 左右,从 2010 年 4 月开始至 2010 年 7 月结束。样品的 TP 含量检测采用过硫酸钾消解钼酸铵分光光度法进行测定(GB 11893-89)。

## 3 浅层地下水总磷特征

从图 2 可以看出,总磷浓度峰值出现在和平里点的 5 月下旬。敞口井(和平里及天宁寺)的总磷在 8 次检测中均检出,而封口井(其余点位)5 次检测值低于检出限。敞口井(和平里)总磷浓度的 8 次检测结果均处于较高水平,且大于其他点位。这是因为和平里点为常用井,居民生活污水直接倾倒入该点位旁,污水经过下渗引起总磷浓度偏高。总体上看,该研究区浅层地下水中总磷浓度偏低。

从图 2 还可以看出敞口井(和平里点及天宁寺)总磷浓度随时间变化波动幅度较大,且这两个点位的波动趋势相似,和平里介于 0.40~0.70 mg/L,天宁寺介于 0.30~0.50 mg/L。而封口井(其余点位)的总磷浓度较小,且均小于敞口井的总磷浓度(如图 3 所示),说明总磷浓度与井

的封闭性有关,受外界条件影响较大,如降雨、人为因素等,同时也与水体的溶解氧有关<sup>[12]</sup>。封口井处于缺氧状态,夏季藻类大量繁殖,会引起水体溶解氧严重不足,更有利于沉积物磷的释放,故7月份封口井的总磷浓度比其他月份高。从图4可以看出,在同一时间段内,采样点从上游到下游总磷的浓度波动较大,这可能与点位的地理位置、水力联系、降雨及采样的频率有关。

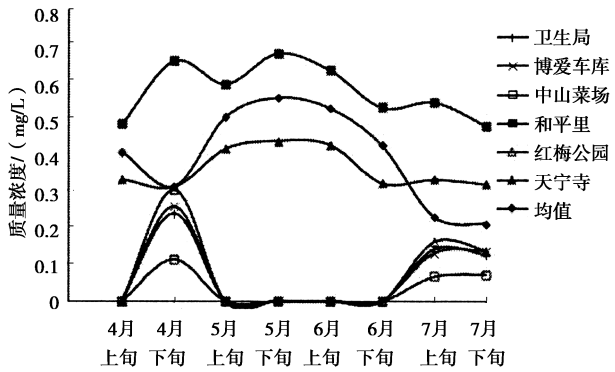


图2 地下水—随时间变化总磷浓度变化曲线

Fig. 2 Curve of the variation of Total Phosphorus contents with the

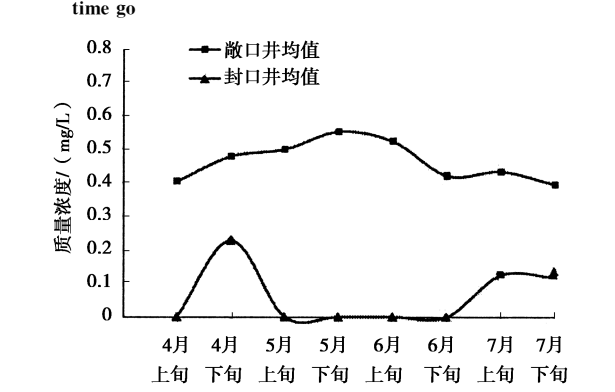


图3 敞口—封口井随时间变化总磷浓度变化曲线

Fig. 3 Curve of Exposure—sealing well of the variation of Total Phosphorus contents with the time go

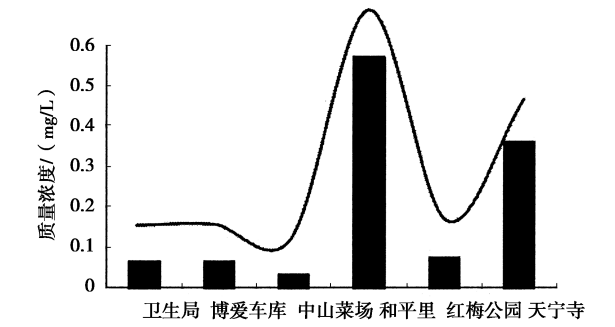


图4 随河流方向总磷浓度变化曲线

Fig. 4 Curve of the variation of Total Phosphorus contents with the direction of the river go

综上所述,可以看出该研究区浅层地下水总磷

表现出以下特征:(1)整体来看,总磷浓度低于检出限,个别人口集中,使用频率高的点位如:和平里及天宁寺点的总磷浓度均较高;(2)敞口井总磷浓度高于封口井,可能与降雨、使用方式及使用频率有关;(3)在同一时间段内,从上游到下游总磷浓度波动较大。

4 地表水总磷特征

从图5可以看出,各点位总磷含量在7月前均介于国家标准上下,超标率较低(占9.2%),7月之后全部明显超标,其原因是7月为丰水期,含磷化合物随地表径流进入水体造成水体中总磷含量超标。总磷浓度峰值出现在下游段红梅桥点的7月下旬,主要是受周围餐饮区的污水排放影响;最小值出现在新丰桥点的5月上旬,这应与该点位地处关河,且关河水流速度较快有关;最大值与最小值相差7倍左右。

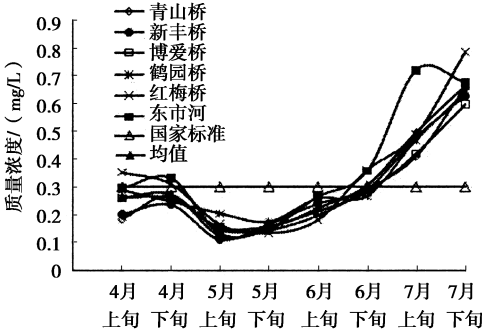


图5 地表水—总磷浓度随时间变化曲线

Fig. 5 Curve of the variation of Total Phosphorus contents of the surface water with the time go

从图5还可以看出各监测点的总磷浓度随时间变化波动较大,含量变化在0.2~0.8mg/L。从平均值看,总磷含量随时间呈V型变化,4月份各监测点总磷含量相对稳定,5月份时为最低,之后呈递增趋势。这可能是因为随着时间的变化,水体的温度也逐渐升高,研究报道<sup>[3]</sup>表明,在其他条件不变的情况下,温度升高,沉积物磷的释放量增大。从图6可以看出,总体上各月份(除5月份外)总磷浓度在水系中(关河—北市河—东市河)从上游到下游呈递增趋势,但幅度较小;在其中一段河流中(北市河)从上游到下游呈递增趋。

综上所述,可以看出该研究区地表水总磷表现出以下特征:①7月前总磷超标率较低(占9.2%),7月之后全部明显超标;②各监测点的总磷含量随时间变化波动较大,含量变化在0.2~0.8mg/L之间;③总体上各月份(除5月份外)

总磷浓度在老城区水系中（关河—北市河—东市河）从上游到下游呈递增趋势，但幅度较小；在其中一段河流中（北市河）从上游到下游呈递增趋势。

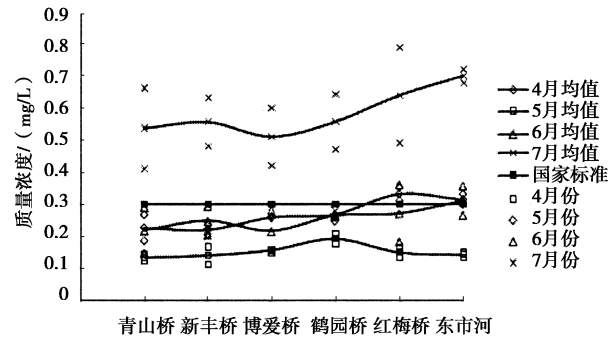


图6 地表水—总磷浓度随水系采样点位变化曲线  
Fig. 6 Curve of the variation of Total Phosphorus contents of the surface water with the direction of the river go

## 5 结论与建议

- (1) 地下水总磷浓度具有明显的波动性，地表水总磷浓度高于地下水总磷浓度；
  - (2) 敞口井地下水的总磷浓度受外界影响较大，大于封口井的总磷浓度；
  - (3) 地表水总磷浓度随时间变化波动较大，介于0.2~0.8mg/L之间，在水系中（关河—北市河—东市河）从上游到下游总磷含量呈递增趋势；在北市河流域中从上游到下游呈递增趋势；
  - (4) 地下水磷含量季节性变化特征与地表水相近。
- 建议进一步加强河道水体水质监测研究，加大

生活污水管道排污管理力度，加快城市排水系统改造，实施污水截流工程和雨污分流，减少汛期排放进入城市水体的城市污水。

## 参考文献：

[1] 于文泉, 江文军, 朱先军. 三道屯地区地下水水质评价与分析 [J]. 中国环境管理, 2009 (6): 32—34.

[2] 高利利, 吴澄, 程金平. 长江口主要污染因子研究及富营养化状况评价 [J]. 上海环境科学, 2010, 29 (5): 192—196.

[3] 谢迎新, 邢光熹, 熊正琴, 等. 常熟地区河湖水体的氮污染源研究 [J]. 农业环境科学学报, 2006, 25 (3): 766—771.

[4] Xing Guangxi, Cao Yacheng, Shi Shulian, et al. N pollution sources and denitrification in waterbodies in Taihu Lake region [J]. Science in China (Series B), 2001, 44 (3): 304—314.

[5] 吴红, 严军. 红枫湖特征污染物变化趋势分析 [J]. 中国环境监测, 2009, 25 (3): 90—93.

[6] 李志萍, 陈平货, 阴国胜. 污染河水中磷对浅层地下水的影响 [J]. 吉林大学学报 (地球科学版), 2004, 34 (3): 435—440.

[7] 刘鸿志, 卢雪云. 中外河流水污染治理比较 [J]. 世界环境, 2001 (4): 27—30.

[8] Julie Stauffer. 水危机—寻找解决淡水污染的方案 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[9] 钱嫦萍, 陈振楼, 刘杰. 长江三角洲河流污染现状及变化趋势 [J]. 环境科学研究, 2002, 15 (6): 24—27.

[10] 邢光熹, 施书莲, 杜丽娟, 等. 苏州地区水体氮污染状况 [J]. 土壤学报, 2001, 38 (4): 540—545.

[11] 姜蓓蕾, 吴吉春, 杨仪. 常州市滆湖典型地块浅层地下水数值睡 [J]. 水文地质工程地质, 2004, (6): 29—32.

[12] 汪家权, 孙亚敏, 钱家忠, 等. 巢湖底泥磷的释放模拟实验研究 [J]. 环境科学学报, 2002, 11 (6): 738—742.