

深圳市布吉河枯水期的水质特征

杨 波¹,汪诚文¹,陈 雯²,邹 斌²

(1.清华大学环境科学与工程系 北京 100084 ; 2.深圳市水污染治理指挥部办公室 广东 深圳 518036)

摘要 针对深圳河的重要支流——布吉河水体不断发黑发臭的状况 ,对布吉河粤宝公司断面的河水枯水期水质进行连续监测。依据 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》Ⅴ类水质标准评价并进行内梅罗综合污染指数计算。结果表明 :布吉河水质属严重的劣Ⅴ类 ,氮是最重要的污染物 ,布吉河水已经为低浓度城市污水 ,且水污染有逐年加重的趋势。全天 24 h、间隔为 1 h 的水样监测结果表明 :COD 和 BOD 的日浓度变化趋势具有一定的相似性 ,NH₃-N 和 TN 的日浓度变化规律具有很好的相似性 ,变化趋势比较一致 ;TP 的浓度变化特征与 NH₃-N 和 TN 的变化规律有较强的同步性 ,但是浓度变化趋势推迟 1 h 左右。该水质监测评价分析为布吉河的水污染治理提供依据。

关键词 枯水期 ;内梅罗指数 ;污染指数 ;水质评价 ;水质特征 ;布吉河 ;深圳市

中图分类号 :X824 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2010)02-0036-03

Water quality characteristics of Shenzhen Buji River in dry season

YANG Bo¹ , WANG Cheng-wen¹ , CHEN Wen² , ZOU Bin²

(1. Department of Environmental Science and Engineering , Tsinghua University , Beijing 100084 , China ; 2. Shenzhen Water Pollution Control Headquarters Office , Shenzhen 518036 , China)

Abstract : As the water is continuously black and odorous in the Buji River , one of the most important branches of the Shenzhen River , the water quality in the Yuebao Company section was monitored continuously in the dry season. According to the level V standard of *Environmental Quality Standards for Surface Water* (GB3838-2002) , the Nemerow integrated index was calculated. The results showed that the water quality of the Buji River was worse than the level V standard , and nitrogen was the most significant pollutant. The water in the Buji River had already been a low-concentration urban wastewater , and the water pollution was deteriorating year by year. Water samples gathered at an interval of one hour for 24 hours showed that the changing tendencies of COD and BOD had some similarity within a day. The variation of ammonia nitrogen (NH₃-N) and total nitrogen (TN) concentrations were similar and NH₃-N had almost consistent trends. The variation of total phosphorus (TP) concentration and the variations of NH₃-N and TN concentrations had a comparatively stronger synchronization , but the peak was delayed by about one hour. These monitoring and analysis results provide the basis for water pollution control administration.

Key words : dry season ; Nemerow integrated index ; Pollution index ; water quality assessment ; water quality characteristics ; Buji River ; Shenzhen City

深圳河是深圳市重点治理的污染河流之一。深圳河自东向西 ,先后接纳了布吉河、福田河、新洲河等支流的来水。这几条支流河道水质影响到深圳河的整体水质。其中作为深圳河重要支流的布吉河发

源于深圳市北部 ,流经布吉镇及罗湖区 ,再沿铁路线抵人民桥 ,最后与深圳河交汇于渔民村 ,流域面积 63.41 km² ,干流河段 9.67 km^[1]。作为重要支流的布吉河 ,其水质状况已经成为影响深圳河水质的重

基金项目 深圳市财政支持项目(SZCG2007046206)
作者简介 杨波 (1976—) ,男 ,山东泰安人 ,助理研究员 ,博士 ,主要从事水处理技术研究。E-mail :yb@tsinghua.edu.cn
通讯作者 汪诚文 ,教授。E-mail :wangcw@tsinghua.edu.cn

因素之一。

2005 年前 ,布吉河沿岸有较多排污企业 ,这些企业不停地向布吉河排放污水 ,同时 ,还有多个垃圾中转站(屋)、公共厕所和养殖场等严重污染河流。后经近几年治理 ,布吉河流域内有生产性废水排放的企业逐渐减少 ,生活污水则成为布吉河水的主要来源。根据《深圳年鉴(2006)》资料 ,布吉辖区总人口近 120 万 ,其中户籍人口 11.83 万 ,暂住人口 108 万 ,全镇共有工业企业 1 500 多家 ,造成布吉河污染的原因比较复杂 ,主要原因为污水管网建设极不完善。大多数企业和住宅小区虽已建成了分流制排水系统 ,但因为市政污水收集、处理系统不完善 ,故污水最终又排入布吉河。

近年来布吉河水日益发黑发臭 ,尤其是枯水期河流水质下降明显 ,但是有关布吉河水污染状况的探讨和研究很少。为了更好地了解目前布吉河水体进入深圳特区前的水质污染情况 ,笔者在布吉河的枯水期对布吉河粤宝电子公司断面进行连续水质监测 ,并对监测结果进行了分析和评价 ,为布吉河水体的污染治理提供基础资料。

1 水质指标监测与分析评价方法

1.1 监测指标和取样点位置

水质监测项目的分析方法选用的是 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》中规定的基本项目分析方法 ,于 2007 年 12 月 ~ 2008 年 3 月枯水期对布吉河进行水质监测 ,选取 5 项比较重要的监测指标 COD、BOD、NH₃-N、TN 和 TP 进行水质评价分析。水样监测点布设于水流平稳、水质较均匀的粤宝电子公司附近断面 ,该断面距离进入深圳特区的清水河小关仅 200 m 左右。

1.2 评价方法

综合污染指数评价方法采用单因子评价法结合内梅罗污染指数法^[2]。该方法突出污染指数最大的特征污染物对地表水环境质量的影响和作用 ,是当前国内外进行综合污染指数计算的最常用方法之一。

参照 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》Ⅴ类水质标准限值(表 1) ,进行内梅罗综合污染指数计算。内梅罗水质指数污染等级划分标准见表 2。

表 1 内梅罗水质指数污染等级划分标准

内梅罗指数 P	<1	1~2	2~3	3~5	>5
水质等级	清洁	轻污染	污染	重污染	严重污染

单因子污染指数采用如下公式^[3] :

$$P_i = \rho_i / \rho$$

综合污染指数采用内梅罗综合指数法 :

$$P = \sqrt{\frac{(P_i)^2 + (P_{i\max})^2}{2}}$$

式中 : P 为综合评价指数 ; P_i 为第 i 种污染物的单因子指数 ; $P_{i\max}$ 为最大污染物的单因子指数。 ρ_i 为第 i 种污染物的测定值 ; ρ 为 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》中参照Ⅴ类水质标准限值。

表 2 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》有关指标

原水质指标序号	水质指标	Ⅴ类标准值($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
5	COD	≤40
6	BOD	≤10
7	NH ₃ -N	≤2.0
8	TP	≤0.4
9	TN	≤2.0

2 结果与讨论

2.1 布吉河水质主要污染指标监测

关于布吉河水质的资料较少 ,了解到珠江水利委员会曾于 2005 年进行了包括布吉河在内的水质现场调查 ,其中位于罗湖区布吉河的人民桥断面是汇入深圳河后最近的一个断面 ,其各水质指标超标严重^[3]。人民桥断面是布吉河汇入深圳河前的水质监测断面 ,可以参考此断面对比布吉河的原有水质指标进行初步对比和评价(表 3)。

表 3 布吉河水质初步评价 mg/L

年份	$\rho(\text{COD})$	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$	$\rho(\text{TN})$	$\rho(\text{TP})$	$\rho(\text{BOD})$
2002	118.2	20.93		3.43	68.52
2003	90.1	23.39		2.78	55.94
2007~2008	177.3	25.30	33.5	1.52	79.60

对照布吉河人民桥断面 2002 年和 2003 年各水质指标 ,2007 ~ 2008 年枯水期布吉河粤宝电子公司断面的水质监测结果除 TP 外 ,其余指标均有不同程度的升高。生活污水中氮的主要存在形态是有机氮和 NH₃-N ,所以有机氮和 NH₃-N 是 TN 构成中最大的部分 ,其中 NH₃-N 占 70% 左右 ,亚硝酸盐氮和硝酸盐氮不作为构成 TN 的主要成分。虽然没有 2002 年和 2003 年的 TN 指标 ,但从 NH₃-N 指标来推断目前布吉河水 TN 指标也会高于 2002 年和 2003 年。由表 3 可见 ,布吉河水体的 NH₃-N 呈不断增加的趋势 ,TP 呈不断下降的趋势。COD 和 BOD 2003 年比 2002 年有了下降后 ,目前又有明显升高。总体来看 ,布吉河水体遭受生活污水的污染 ,并呈逐渐加重的趋势。

根据布吉河粤宝电子公司断面的水质监测结果进行内梅罗指数计算 ,结果见表 4。由表 4 可见 ,除了 TP 的内梅罗指数在 5 以下 ,尚属于重污染外 ,其余水质指标指数均在 5 以上 ,属于严重污染。其中 TN 最大达到 18.54 ,NH₃-N 达到 13.37 ,氮成为首要

污染物。

表 4 布吉河水质内梅罗水质指数

水质指标	COD	NH ₃ -N	TN	TP	BOD
内梅罗指数 <i>P</i>	5.04	13.37	18.54	4.34	9.20
水质等级	严重污染	严重污染	严重污染	重污染	严重污染

2.2 布吉河水质主要污染指标日变化规律

在通过水质监测了解了枯水期布吉河水质的基本特征后,笔者又进行了一天中不同时间段的瞬时水质变化规律分析,以期能够对水质变化规律有更深入的了解。

全天 24 h、间隔为 1 h 的水样监测结果表明: COD 和 BOD 的日质量浓度变化趋势规律具有一定的相似性,没有明显的峰谷值(图 1);NH₃-N 和 TN 的日浓度变化规律具有很好的相似性,变化趋势比较一致(图 2);TP 也有比较一致的变化趋势,有比较明显的峰谷值(图 3)。

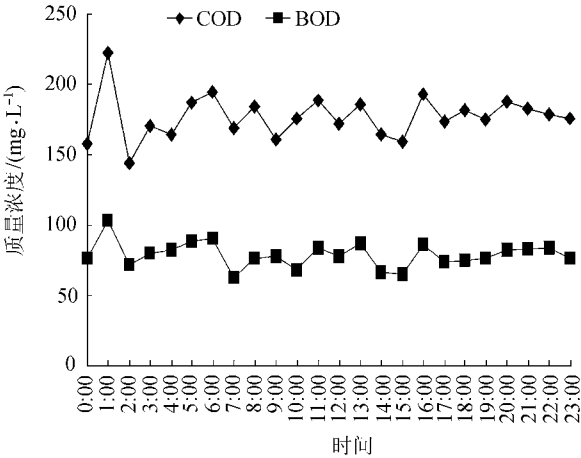


图 1 COD 和 BOD 日质量浓度变化趋势

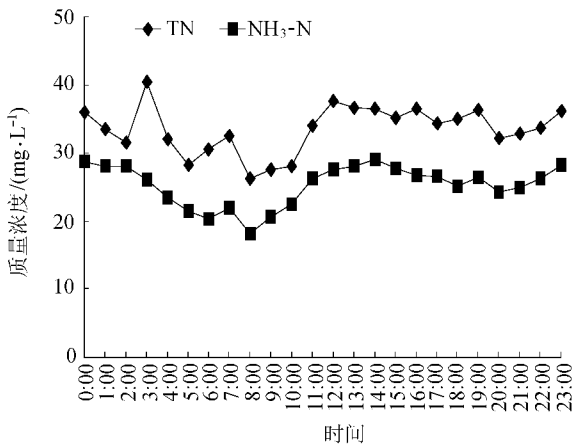


图 2 TN 和 NH₃-N 日质量浓度变化

从图 1 可知,COD 和 BOD 的日质量浓度变化趋势规律具有一定的相似性,一般 COD 的较高的时刻 BOD 也比较高,但从整体变化来看,没有呈现出峰值和谷值时刻。COD 日质量浓度变化范围为 144.3 ~ 223.1 mg/L,BOD 日质量浓度变化范围为 62.5 ~

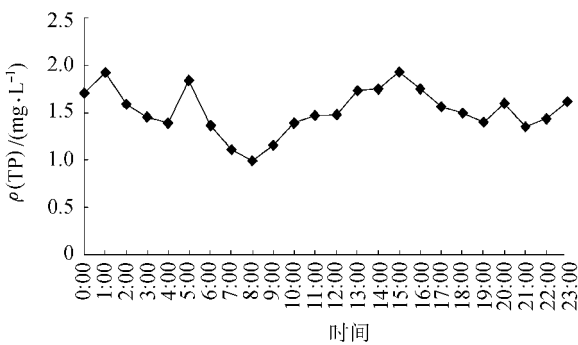


图 3 TP 日质量浓度变化

103.5 mg/L, $\rho(\text{BOD})/\rho(\text{COD})$ 为 0.45,可生化性较好,表明布吉河水已经成为低浓度的城市污水,不具备河流水质的基本特征。

从图 2 可知,NH₃-N 和 TN 的日质量浓度变化规律具有很好的相似性,NH₃-N 和 TN 变化趋势比较一致。NH₃-N 和 TN 浓度从凌晨 3:00 左右逐渐走低,在早上 8:00 处于最低谷,然后浓度逐渐上升,至 14:00 左右达到峰值,略有下降后再继续升高至 24:00。NH₃-N 日质量浓度变化范围在 18.2 ~ 29.1 mg/L 之间,TN 日质量浓度变化在 26.2 ~ 40.4 mg/L 之间。结果表明,已经成为低浓度城市污水的布吉河水氮素的污染非常严重,过多的氮素肯定会影响到深圳河和深圳湾的富营养化状况,治理布吉河的氮素污染非常紧迫。

从图 3 可知,TP 日质量浓度变化规律与 NH₃-N 和 TN 质量浓度变化有很好的相似性,趋势有峰谷值。总体上 TP 浓度在早上 8:00 左右处于最低谷,然后质量浓度逐渐上升,至 15:00 左右达到峰值,在夜晚 1:00 也有峰值。TP 日质量浓度变化在 0.99 ~ 1.93 mg/L 之间。TP 的日变化特征与 NH₃-N 和 TN 的变化规律有较强的同步性,但是峰值大约推迟 1 h 左右。水体磷浓度与排放到水体中的生活污水排放量呈正相关,接纳生活污水量大的水体 TP 浓度较高,反之相对较低。生活污水中,合成洗涤剂、人类的排泄物、食物污物都含有大量的磷,但仍以含磷合成洗涤剂为主要来源。据推测下午和夜晚 1:00 出现峰值与白天人们的日常生活和布吉夜生活比较丰富有关。布吉河的 TP 质量浓度与 2002 年和 2003 年比较呈现不断下降的趋势,估计与深圳市逐步推广使用无磷合成洗涤剂有关,显示深圳市在防止水体富营养化方面做出了相当大的努力。

从以上分析来看,布吉河已经遭受严重污染,且水质变化规律已经与人们的生活和生产相关,布吉河道已经成为深圳布吉居民生活污水的“下水道”,水质污染特征与市民的生活习惯密切相关。

(下转第 44 页)

少 31.2m³/s、36.6m³/s、25.1m³/s。雨季初期和雨季末期径流减少不是很明显。因此可以认为土地覆被对汛期径流的影响较大,而对非汛期的影响则不明显,说明土地覆被的增加对雨季径流调蓄有一定作用。

参考文献：

[1] 谢国清,鲁韦坤,杨树平,等. 阳宗海、松华坝和云龙水库流域土地利用与水质变化[J]. 水资源保护, 2007, 23(5): 15-17, 20.

[2] LEGESSE D, VALLET-COULOMB C, GASSE F. Hydrological response of a catchment to climate and land use changes in Tropical Africa :case study South Central Ethiopia[J]. Journal of Hydrology, 2003, 275(1-2): 67-85.

[3] TWINE T E, KUCHARIK C J, FOLEY J A. Effects of land cover change on the energy and water balance of the Mississippi River Basin[J]. Journal of Hydrometeorology, 2004, 5(4): 640-655.

[4] 龚宇, 邢开成, 王聪玲, 等. 气候变化对沧州水资源的影响与对策[J]. 水资源保护, 2007, 23(3): 20-23.

[5] LAHMER W, PFÜTZNER B, BECKER A. Assessment of land use and climate change impacts on the mesoscale[J]. Physics and Chemistry of the Earth :Part B, 2001, 26(7-8): 565-575.

[6] 李弋林, 徐袁, 钱维宏. 近 300 年来中国西部气候的干湿变化[J]. 高原气象, 2003, 22(4): 371-377.

[7] CAI Y, LI D L, TANG M C. Decadal temperature changes over

Qinghai-Xizang Plateau in recent 50 years [J]. Plateau Meteorology, 2003, 22(5): 464-470.

[8] WEI Z G, HUANG R H, DONG W J. Interannual and interdecadal variations of air temperature and precipitation over the Tibetan Plateau [J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences-Chinese edition, 2003, 27(2): 157-170.

[9] XU Y, DING Y H, LI D L. Climatic change over Qinghai and Xizang in 21st century [J]. Plateau Meteorology, 2003, 22(5): 451-457.

[10] NEITSCH S L, ARNOLD J G, KINIRY J R, et al. Soil and water assessment tool user 's manual version 2000 [J]. GSWRL Report, 2002, 20(02-06).

[11] 中国科学院南京土壤研究所. 中华人民共和国土壤图 [M]. 北京: 地图出版社, 1978.

[12] 丁晋利, 郑粉莉. SWAT 模型及其应用 [J]. 水土保持研究, 2004, 11(4): 128-130, 156.

[13] 绍武, 黄光荣. 中国西部环境演变评估 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.

[14] 蔺学东, 张镜铨, 姚治君, 等. 拉萨河流域近 50 年来径流变化趋势分析 [J]. 地理科学进展, 2007, 26(3): 58-67.

[15] 朱利, 张万昌. 基于径流模拟的汉江上游区水资源对气候变化响应的研究 [J]. 资源科学, 2005, 27(2): 16-22.

[16] 陈利群, 刘昌明. 黄河源区气候和土地覆被变化对径流的影响 [J]. 中国环境科学, 2007, 27(4): 559-565.

(收稿日期: 2008-12-30 编辑: 徐 娟)

(上接第 38 页)

3 结 论

a. 从 2007 年布吉河粤宝电子公司断面的水质监测结果来看,处于枯水期的布吉河水遭受了严重污染,对比布吉河人民桥断面 2002 年和 2003 年水样监测结果,除 TP 有所降低外,布吉河水质污染呈现加重的趋势。参照 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》Ⅴ类水质标准限值,进行内梅罗综合污染指数计算,布吉河水质除了 TP 内梅罗指数在 5 以下,属于重污染外,其余水质指标指数都在 5 以上,属于严重污染。其中 TN 最大达到 18.54,氮成为重要污染物,是严重的劣Ⅴ类水质。

b. 探讨了布吉河水质指标变化规律,时间间隔为 1h,经小时平均后的 COD 和 BOD 日浓度变化趋势无明显峰谷值,可生化性较好,表明布吉河水主要来源于生活污水,已经成为低浓度城市污水。NH₃-N 和 TN 的日浓度变化规律均具有很好的相似性, NH₃-N 和 TN 变化趋势有比较明显的峰谷值。TP 的日浓度变化规律与 NH₃-N 和 TN 浓度变化有很好的相似性,趋势也有较明显的峰谷值,但是与 NH₃-N

和 TN 的变化规律的峰谷值推迟 1h 左右。

参考文献：

[1] 宋继琴,陈海川,翟艳云. 布吉河流域污水截流倍数与河流水质关系研究 [J]. 中国农村水利水电, 2006(8): 27-29.

[2] 张孟威,康德梦. 环境问题的数学解法及计算机应用 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1989: 67.

[3] 刘宁,吕锐锋. 深圳河湾水污染水环境治理 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006: 12.

(收稿日期: 2008-11-12 编辑: 徐 娟)

