

Preliminary Study on the Relevance of Landscape Pattern and Water Quality of Artificial Wetland in Guangzhou Nansha

Mei Li, Baowen Liao, Zhili Chen

Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou
Email: limei71@ritf.ac.cn

Received: Aug. 12th, 2014; revised: Sep. 14th, 2014; accepted: Sep. 23rd, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Relationship analysis was integrated to study the effect of artificial wetland's landscape pattern to water quality in Guangzhou Nansha Wetland Park. The results showed that: 1) the water content of BOD and pH in *Sonneratia apetala* wetland is negatively correlated with plaque area, namely the greater the plaque area, the lower the water content of BOD and pH, but the greater the water content of the heavy metal; 2) the water content of TN, TP, Cd and BOD in *Phragmites communis* wetland is negatively correlated with plaque area, namely the greater the plaque area, the lower the water content of TN, TP, Cd and BOD; 3) the construction of artificial wetland plays a major role in the prevention and control of eutrophication of water bodies, but the reasonable distribution of plaque area should be considered.

Keywords

Artificial Wetland in Guangzhou Nansha, *Sonneratia apetala* Wetland, *Phragmites communis* Wetland, Plaque Area, Water Quality

广州南沙人工湿地景观格局与水质关联性的初步研究

李 玫, 廖宝文, 陈志力

中国林业科学研究院热带林业研究所, 广州
Email: limei71@ritf.ac.cn

收稿日期: 2014年8月12日; 修回日期: 2014年9月14日; 录用日期: 2014年9月23日

摘要

选取广州市南沙湿地公园的人工滨海湿地为研究对象, 采用相关性分析方法, 初步研究了景观格局对人工湿地水质的影响。结果表明: 1) 无瓣海桑湿地水体中的BOD和pH值与斑块面积呈负相关, 即斑块面积越大, 水体BOD、pH值越低; 而斑块面积越大, 湿地水体重金属Zn含量亦越高; 2) 芦苇湿地水体中的TN、TP、Cd和BOD, 与斑块面积呈负相关, 即斑块面积越大, TN、TP、Cd和BOD的值越小; 3) 人工湿地的构建在水体富营养化防治方面起一定的作用, 但应注意斑块面积的合理分布。

关键词

广州南沙人工湿地, 无瓣海桑湿地, 芦苇湿地, 斑块面积, 水质

1. 引言

景观格局是生态过程的载体, 景观格局的变化影响着地表径流、生物地球化学循环等一系列生态和水文过程, 进而对水质产生重要影响[1]。20世纪70年代以来, 国内外学者对区域景观格局与地表水水质之间的关系开展了大量研究, 主要集中在景观类型的面积与水质的关系方面[2][3]而随着研究的进一步深入, 以及3S技术发展, 景观格局对水质的影响已逐渐受到关注, 景观格局与地表水水质之间的关系已成为国内外研究的热点[4]。

本研究以广州市南沙区新垦镇南沙湿地公园的人工滨海湿地为研究对象, 以2010年的该湿地水质监测数据、植被群落调查资料为基本信息, 采用相关性分析方法, 从景观水平来分析南沙湿地公园的人工湿地景观格局对湿地水质的影响, 以期为城市滨海湿地的环境保护提供借鉴。

2. 研究地点概况

研究地点位于广州市南沙区新垦镇南沙湿地公园。该公园处于广州市南端, 珠江入海口西岸(东经113°33'07"~113°39'58"、北纬22°26'55"~22°35'40"), 是广州市最后一片大面积湿地。

南沙湿地公园内植被以红树科、禾本科和菊科植物为主, 有高等植物318种, 其中真红树10种、半红树6种。该地区属南亚热带海洋性季风气候, 气温温和, 夏季长, 冬极短, 年平均气温为21.8℃, 降水量充沛, 年平均降水量为1650mm, 年均日照时数为2000hr。湿地公园是在滩涂上围筑而成的围垦地, 土壤为潮滩盐土。

南沙湿地是候鸟迁徙必经地之一, 鸟类种类丰富, 以冬候鸟居多, 数量占总数约72%, 每年冬季有多达10万只的候鸟从遥远的北方飞来这里过冬, 园内主要优势种为一些体型较大的涉禽和游禽[5]。其中有国家I级保护鸟类东方白鹳(*Ciconia boyciana*)和国家II级保护鸟类黑脸琵鹭(*Platalea minor*)和白琵鹭(*Platalea leucorodia*)等濒危鸟类。

由于研究地点的人工湿地为无瓣海桑和芦苇混合种植, 因此研究对象包括了无瓣海桑人工湿地和芦苇人工湿地。

3. 试验方法

3.1. 湿地水体的水质测定

在南沙湿地公园的无瓣海桑样地、芦苇样地和入水口(未种植湿地植物的对照水体), 每月上旬定期一次采集水样, 每个采样点取水面下 0.5 m 处的水样混合, 采集量 500 mL, 用聚乙烯瓶密封保存, 当天送分析室。

对水样进行总氮、总磷、锌、铜、铅、镉、COD、DO、BOD、pH 值、氧化还原电位、电导率、盐度 13 个指标测定, 其中对盐度、氧化还原电位、电导率和 pH 值等易变指标进行现场测定, 其余指标为实验室测定。总氮和总磷用过硫酸钾氧化法测定[6]。DO 用碘量法测定, COD 用碱性高锰酸钾法测定, BOD 用五日培养法测定[7]。

3.2. 植被群落的调查方法

如图 1 所示, 设置 20 m × 20 m 无瓣海桑样地 3 个、10 m × 10 m 芦苇样地 3 个。每个无瓣海桑样地布设 10 m × 10 m 的样方 3 个, 每个芦苇样地布设 5 m × 5 m 的样方 3 个。以样地为基本单位, 分别记录种名、盖度、胸径、树高、株数等数据。

3.3. 景观格局指标的选取

根据研究地点的分布图(图 1), 选取适宜的景观格局指数, 如斑块密度、斑块面积、斑块周长面积比等等, 与净化功能进行相关性分析。

4. 结果与分析

4.1. 南沙人工湿地的水质

南沙湿地公园中, 入水口没有种植任何植物, 其上游为珠江, 上游地区水体受到工业污染和居民生活污水的影响较大。无瓣海桑和芦苇对由外界进入湿地公园内的水体质量影响结果如下。

4.1.1. 湿地水体 N 含量

各样地平均 TN 值 12 月最高, 7、8 月份最低(图 2), 即秋冬季的污染高于夏季, 与李睿华等[8]研究

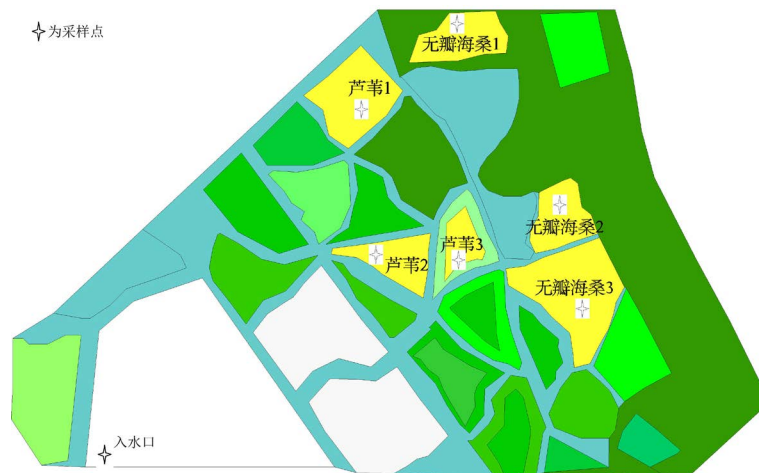


Figure 1. Schematic diagram of sample plots

图 1. 样地设置示意图

结果一致。夏季时雨水量大，水量增多，水体 N 含量相对减少；另一原因可能是该段时期是植物生长旺盛时期，植物体自身生长也需要大量 N。由图 2 可见，各样地对 TN 的净化效果较明显。其中，7 月份和 12 月份芦苇湿地对 N 去除率分别为 63.8% 和 77.8%；无瓣海桑湿地对 N 去除率为 41.4% 和 36.9%。9 月和 11 月，无瓣海桑湿地附近水域中 N 含量比入水口的高，由于南沙湿地为人工湿地，进入系统的水体并不是由潮汐决定水流，初步认为是由于这两个月无瓣海桑湿地对 N 的去除率较上月降低，之前积累的 N 仍未被完全去除，这一现象有待进一步研究。可见，无瓣海桑对 N 的去除效果不及芦苇。

4.1.2. 湿地水体 P 含量

各样地 TP 的变化总体是随着季节的推移逐渐减少(图 3)。P 是植物体中诸多化合物的成分之一，并以多种方式参与新陈代谢，同时增强植物体对外界环境的适应能力。11 月和 12 月磷含量骤降，其可能原因是气温下降，水体在进入湿地系统前，水体的 P 被流域中或附近的其他植物吸收较多。7 月份进入系统的 P 含量最多，无瓣海桑湿地和芦苇湿地对 P 的去除率分别为 75.4% 和 26.1%；12 月份时，无瓣海桑湿地和芦苇湿地对 P 的去除率分别为 20.1% 和 23.5%。可见，无瓣海桑对 P 的净化效果较好。

4.1.3. 湿地水体 COD 值

化学需氧量(COD)是衡量水体中有机物含量的指标，其数值越大则有机物污染越严重。7 月和 8 月时，无瓣海桑湿地对 COD 有明显抑制作用，去除率最高达 22.1%。芦苇湿地则在 12 月份达到最大去除率 18%，对 COD 去除效果不及无瓣海桑湿地。在 9 月、10 月和 11 月由于枯枝落叶增多，且分解速率加快，致使水体中有机物含量增加，出现两种样地周围水体 COD 的含量增加(图 4)。

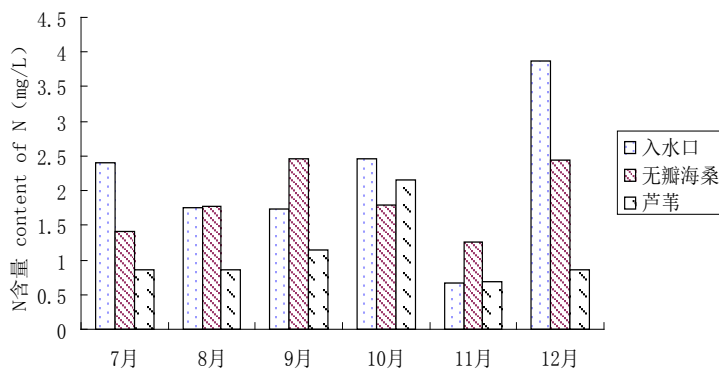


Figure 2. TN contents of different plots in different months

图 2. 不同月份各样地水体 N 值

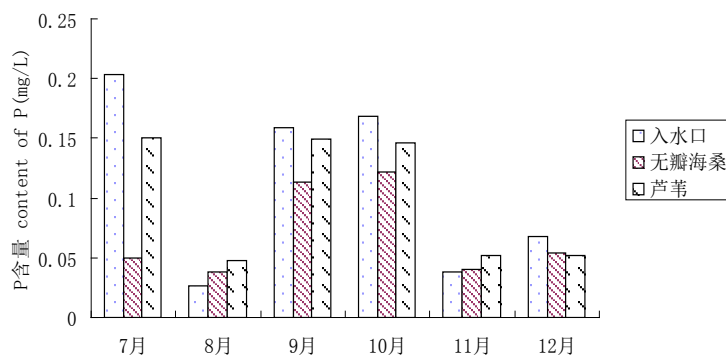


Figure 3. TP contents of different plots in different months

图 3. 不同月份各样地水体 P 值

4.1.4. 湿地水体 pH 值

如图 5 所示, 几个月中 pH 值的变化在 6.25~8.16 之间, 其中绝大多数月份无瓣海桑湿地的 pH 值均低于入水口和芦苇, 原因是无瓣海桑植物体中含有单宁, 单宁具弱酸性可引起 pH 值的下降[9]。

4.1.5. 湿地水体 BOD 值

BOD 是表示水中有机物等需氧污染物质含量的一个综合指标, 主要用于监测水体中有机物的污染状况。由图 6 可知, 在经过无瓣海桑湿地和芦苇湿地后, 水体 BOD 均有不同程度的降低, 其中无瓣海桑湿地的 BOD 去除率(最大值达 43.9%)高于芦苇湿地(去除率最大值 26.8%)。11、12 月份对 BOD 去除效果高

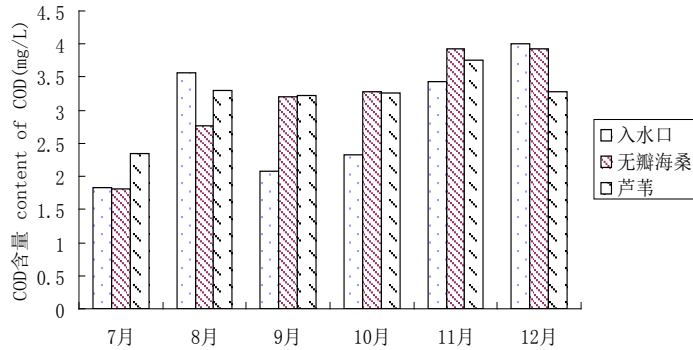


Figure 4. COD of different plots in different months

图 4. 不同月份各样地水体 COD 值

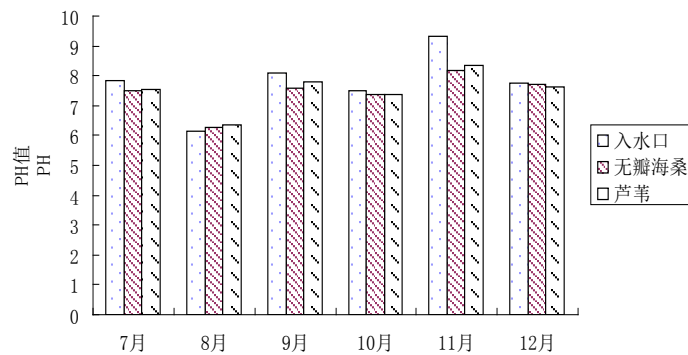


Figure 5. PH values of different plots in different months

图 5. 不同月份各样地水体 pH 值

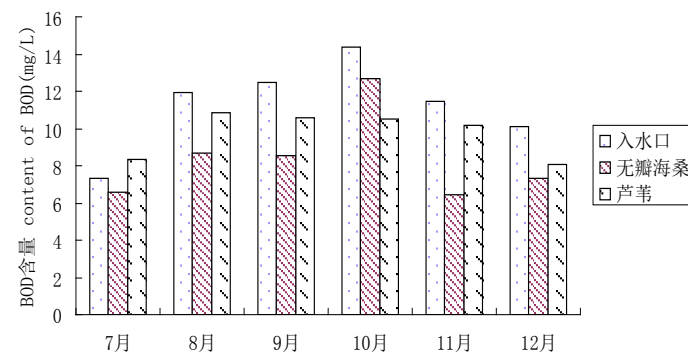


Figure 6. BOD of different plots in different months

图 6. 不同月份样地各水体 BOD 值

于7、8月份。

4.1.6. 湿地植物对水体 Zn 值的影响

水体 Zn 含量在经过湿地植物后呈递减趋势(图 7)，7 月和 10 月无瓣海桑湿地和芦苇湿地附近水域中 Zn 含量增加，这是由于植物对 Zn 的吸收量大，同时归还量也较大[9]。芦苇湿地对 Zn 的吸附率在 10 月达 81.9%，其余月份在 21.3%~42.3%之间，无瓣海桑湿地对 Zn 吸附率在 13.5%~31.9%之间。参照《海水水质标准》，湿地中大部分水体属于第二类水体(Zn 含量 ≤ 0.050 mg/L)。9 月份和 10 月份经过芦苇净化过的水体已经达到 Zn 含量 ≤ 0.020 mg/L，属第一类水体。

4.1.7. 湿地水体 Cu 含量

Cu 是植物正常生命活动所必需的微量矿物质元素，广泛参与植物生长发育过程中的多种代谢反应，Cu 也是对植物生长有毒害的重金属元素之一，植物器官中的 Cu 含量只要轻微超过它的最佳含量就会产生毒害[10]。南沙湿地各样地水体 Cu 含量见图 8。在 7~10 月，入水口的 Cu 含量较低，在 0.008 mg/L~0.014 mg/L 之间，大部分时间该水体符合《海水水质标准》中的第二类水体(Cu 含量 ≤ 0.010 mg/L)。芦苇湿地对 Cu 的净化效果十分明显，7 月份芦苇湿地对 Cu 的吸附率达 76.9%，10 月份为 49.1%。无瓣海桑湿地对 Cu 的吸附率在 7 月份为 76.6%，然而在之后的月份并未显示明显的净化效果。在 8、9 月份时，无瓣海桑湿地和芦苇湿地附近水体中铜含量，相比从入水口进入湿地的铜含量反而增加，原因待进一步研究。

4.1.8. 湿地水体 Cd 含量

Cd 对植物体具有明显危害作用，高浓度 Cd 会阻碍植物生长发育，并造成植物体内残留 Cd [11]。如

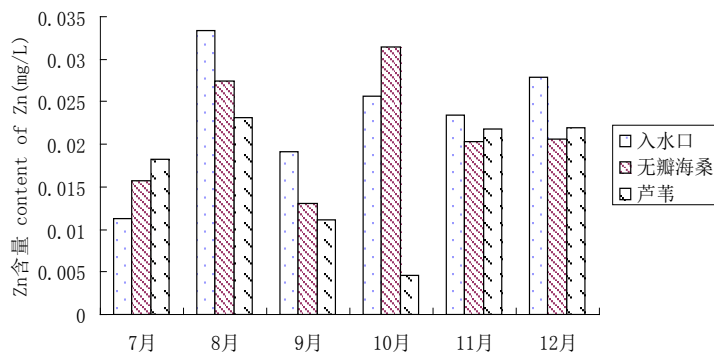


Figure 7. Zn values of different plots in different months

图 7. 不同月份各样地水体 Zn 值

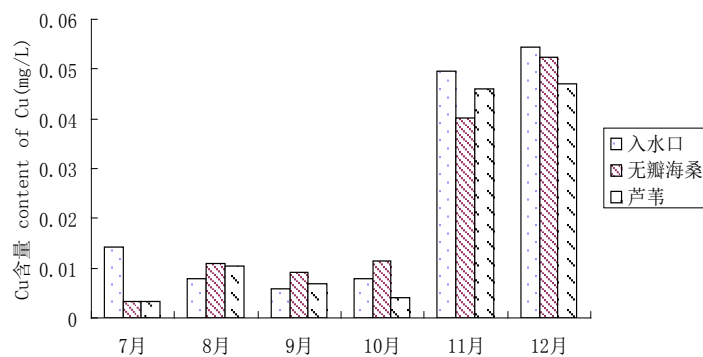


Figure 8. Cu values of different plots in different months

图 8. 不同月份各样地水体 Cu 值

图 9 所示, 南沙湿地水体中 Cd 的含量范围在 0.0142 μg/L~0.1318 μg/L, 参照《海水水质标准》可知, 南沙湿地中水体并未受到 Cd 污染。芦苇湿地对 Cd 的净化效果明显, 吸附率为 12.38%~64.57%, 无瓣海桑湿地对 Cd 的吸附率为 5.61%~44.61%。

4.2. 南沙人工湿地景观格局指标与水质各指标的关系

南沙人工湿地的水样采自芦苇和无瓣海桑固定样地。由于研究区域为人工湿地, 空间分布均匀, 因此只选择了斑块面积进行分析。斑块面积直接影响到生物物种的分布和生产水平, 以及景观的功能。一般较大的斑块可以更好的保护某种基因和物种多样性, 其数量的增多则有利于物种多样性和景观的异质性。

南沙湿地公园中共有大小斑块 35 个, 斑块面积在 0.06 hm²~0.274 hm² 之间。其中大型斑块中植物种类较单一, 本研究所选取的是斑块主要由芦苇和无瓣海桑为建群种。斑块面积与水质各指标的关系结果见表 1。斑块面积与无瓣海桑斑块附近水体中的绝大多数指标并无显著性差异, 即斑块的大小变化对斑块附近水域中水质无明显影响。水体 BOD 和 pH 值与斑块面积呈负相关, 即斑块面积越大, 水体 BOD、pH 值越低。其中斑块面积与水体 Zn 含量显著相关, 且为正相关(P < 0.05, 表 1), 表明斑块面积越大, 水体 Zn 的含量越高, 与章金鸿等(2000)的研究结果相符, 即进入红树林湿地中 Zn 元素主要被林下土壤吸收[12], 经过长期富集作用, 面积越大的斑块累积的 Zn 量越高。

由表 2 可知, 斑块面积与芦苇斑块附近水体中的各项指标并无显著性差异, 水体中的 BOD、TN、TP、Cd 含量与斑块面积呈负相关。即斑块面积越大, 水体中的 BOD、TN、TP、Cd 含量越低。

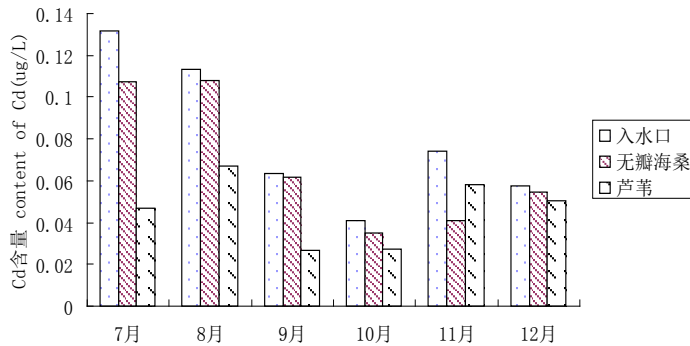


Figure 9. Cd values of different plots in different months
图 9. 不同月份各样地水体 Cd 值

Table 1. Correlation analysis of water index and plaque area of *Sonneratia apetala* wetland

表 1. 无瓣海桑斑块面积与水质指标相关分析

| | | TN | TP | COD | BOD | PH | Zn | Cu | Cd |
|----|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 面积 | 相关系数 | 0.395 | 0.342 | 0.123 | -0.277 | -0.004 | 0.526* | 0.133 | 0.452 |
| | P 值 | 0.104 | 0.165 | 0.627 | 0.266 | 0.986 | 0.025 | 0.599 | 0.060 |

Table 2. Correlation analysis of water index and plaque area of *Phragmites communis* wetland

表 2. 芦苇斑块面积与水质指标相关分析

| | | TN | TP | COD | BOD | PH | Zn | Cu | Cd |
|----|------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 面积 | 相关系数 | -0.042 | -0.104 | 0.148 | -0.227 | 0.143 | 0.154 | 0.113 | -0.083 |
| | P 值 | 0.868 | 0.682 | 0.557 | 0.365 | 0.571 | 0.541 | 0.655 | 0.742 |

5. 结论

地处珠江入海口西岸的广州市南沙湿地属于人工湿地，湿地内的斑块面积、分布以及斑块内植物的种类等均为人为控制。通过研究斑块面积指数和水中各个指标的关系，发现经过南沙湿地的水体中部分指标均有所下降，具体表现为：1) 无瓣海桑湿地附近水体中的 BOD 和 pH 值与斑块面积呈负相关，即斑块面积越大，水体中的 BOD、pH 值越低；2) 斑块面积越大，水体中 Zn 的含量越高；3) 芦苇湿地附近水体中的 TN、TP、Cd、BOD 与斑块面积呈负相关，即斑块面积越大，TN、TP、Cd、BOD 的值越小。可见人工湿地在防治水体富营养化上有一定的作用，但在构建人工湿地时应该注意斑块面积的合理分布。

基金项目

国家科技支撑计划专题(2009BADB2B0104)。

参考文献 (References)

- [1] 徐延达, 傅伯杰, 吕一河 (2010) 基于模型的景观格局与生态过程研究. *生态学报*, **1**, 212-220.
- [2] Tong, S.T.Y. and Chen, W.L. (2002) Modeling the relationship between land use and surface water quality. *Journal of Environmental Management*, **66**, 377-393.
- [3] Sliva, L. and Williams, D.D. (2001) Buffer zone versus whole catchment approaches to studying land use impact on river water quality. *Water Research*, **35**, 3462-3472.
- [4] 张大伟, 李杨帆, 孙翔 (2010) 入太湖河流武进港的区域景观格局与河流水质相关性分析. *环境科学*, **8**, 1775-1783.
- [5] 常弘, 陈仁先, 粟娟 (2007) 广州新垦红树林湿地鸟类多样性与生境分析. *四川动物*, **3**, 561-565.
- [6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 (2007) GB17378.4-2007, 海洋监测规范. 中国标准出版社, 北京.
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 (2007) GB17378.7-2007, 海洋监测规范第 7 部分近海污染生态调查和生物监测. 中国标准出版社, 北京.
- [8] 李睿华, 管运涛, 何苗 (2006) 河岸芦苇、茭白和香蒲植物带处理受污染河水中试研究. *环境科学*, **3**, 493-497.
- [9] 陈桂珠, 陈桂葵, 谭凤仪 (2000) 白骨壤模拟湿地系统对污水的净化效应. *海洋环境科学*, **4**, 23-26.
- [10] Fernandes, J.C. and Henriques, F.S. (1991) Biochemical, physiological and structural effects of excess copper in plants. *The Botanical Review*, **57**, 246-273.
- [11] 杨居荣, 贺建群, 蒋婉茹 (1995) Cd 污染对植物生理生化的影响. *农业环境保护*, **5**, 193-197.
- [12] 章金鸿, 李玫, 潘南明 (2000) 深圳福田红树林对重金属 Cu、Pb、Zn、Cd 的吸收、累积与循环. *云南环境科学*, **19**, 53-56.