

# 黄浦江浮游植物群落结构及其对水环境的指示作用

吴波, 陈德辉, 吴琼, 王全喜\*

(上海师范大学生命与环境科学学院, 上海 200234)

**摘要:** 2004年4月至2005年2月共6次对黄浦江的浮游植物进行了调查,共设5个采样点。每2个月在各样点进行定性、定量采集浮游植物,同时测定了水体部分理化指标。采用生物指示法、香农(Shannon-Wiener)多样性指数法和Margalef多样性指数法等对水质进行了评价。结果表明,黄浦江在夏季为V类水,其它时期为IV类;所受的有机污染较为严重,属于中度-乙型( $\beta$ -中污)阶段。其指示浮游植物为颗粒直链藻(*Melosira granulata*)及其变种和四尾栅藻(*Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.)等。

**关键词:** 浮游植物; 群落结构; 环境指示; 黄浦江

中图分类号: Q948.881

文献标识码: A

文章编号: 1000-470X(2007)05-0467-06

## Study on the Structure of Phytoplankton Community and Water Quality Monitoring in Huangpu River

WU Bo, CHEN De-Hui, WU Qiong, WANG Quan-Xi\*

(College of Life and Environment Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234)

**Abstract:** This paper reports the investigation on phytoplankton community of Huangpu River with 5 sampling sites during Apr. 2004 to Feb. 2005, with counting the cell number and identifying the species composition of phytoplankton flora, and determination of some physical and chemical index of water quality. The water quality was evaluated with biological indication, Shannon-Wiener and Margalef diversity index. The results illustrate that the water body of Huangpu River is in class V in summer and in class IV according to the National Standard (No. GB3838-2002), Huangpu River is in  $\beta$ -mesosaprobic stage assessed by the analysis of succession of dominant species, species composition of phytoplankton, the Shannon-Wiener's index and Margalef index. The indicators of  $\beta$ -mesosaprobic stage are the diatom of *Melosira granulata* and its varieties, and the green algae of *Scenedesmus quadricauda*, etc.

**Key words:** Huangpu River; Phytoplankton; Community; Environmental indicator

黄浦江是上海城市兴起的摇篮,也是上海一千万人民赖以为生的饮用水水源。此外,黄浦江还具有农田灌溉、船舶运输、旅游观光、排污通道等多种功能。因此,黄浦江的水环境状况受到广泛关注。目前,市政府虽加大环保力度,采取措施得当,使得黄浦江的水质得了一定的改善,但由于工业污染、农业污染以及生活污染的缘故,黄浦江水质状况依然不容乐观。采用浮游植物对黄浦江的水质进行监测是基于浮游植物对外界环境有敏感的反应,浮游植物群落的性质和数量随着水的化学成分而改变<sup>[1,2]</sup>。我们通过研究浮游植物的种类和数量组成及季节变化,对水体的污染性质和程度进行评价,为黄浦江的综合治理提供浮游植物方面的理论依据。

## 1 研究方法

### 1.1 采样点的设置与采集频次

根据黄浦江的地理位置及实际情况,共设置5个采样点(见图1),从上游至下游分别为:松江米市渡、闵行轮渡口、复兴东路码头、公平路码头、吴淞码头。

于2004年4月、6月、8月、10月、12月以及2005年2月,每月中旬对这5个点进行采样调查。

### 1.2 浮游植物的采集与处理

浮游植物主要分为定性和定量标本的采集。方法按文献[3]进行。标本鉴定参照国内外相关工具书进行<sup>[4~7]</sup>。

收稿日期:2007-01-31,修回日期:2007-06-18。

基金项目:上海市教育发展基金资助项目(04DB12)。

作者简介:吴波(1980-),男,上海师范大学生命与环境科学学院硕士研究生;王全喜(1956-),男,博士,上海师范大学生命与环境科学学院教授。

\* 通讯作者。



图 1 黄浦江采样点分布图  
Fig. 1 Distribution of Huangpu River sampling site

### 1.3 理化指标的测定

在采集水样的同时测定气温、水温、透明度、pH 值、总磷、溶解氧 (DO)、高锰酸钾指数 ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ) 等理化指标。方法按文献 [3] 进行, 数据分析参照文献 [8] 进行。

### 1.4 多样性指数

Shannon-Wiener 多样性指数公式为:

$$H = - \sum (n_i/N) \times \log_2 (n_i/N)$$

式中,  $n_i$  为第  $i$  种的浮游植物个体数,  $N$  为浮游植物个体总数。评价标准,  $H$  值: 0 ~ 1 为重污染, 1 ~ 3 为中污染, 其中 1 ~ 2 为  $\alpha$ -中污, 2 ~ 3 为  $\beta$ -中污, 大于 3 为清洁。

Margalef 多样性指数的测定公式为:

$$H' = (S - 1) / \ln N'$$

式中,  $H'$  为丰度;  $S$  为浮游植物各类种类数;  $N'$  为浮游植物总频数。一般而言, 在健康的环境下, 种类丰度高; 在污染环境下, 种类丰度降低。

## 2 结果与分析

### 2.1 水质的理化指标

浮游植物的种类组成、数量分布与环境因子有密切联系, 其中水质状况也是重要因素, 6 次采样水

质的部分理化指标见表 1。

从表 1 可以看出, 黄浦江透明度全年变化不大; 溶解氧冬季较高, 夏季较低, 平均值在 12 月份达到最高值  $6.96 \text{ mg/L}$ , 8 月份达到最低值  $2.11 \text{ mg/L}$ ; 高锰酸钾指数夏季较高, 秋冬季较低, 在 8 月份达到最高值  $13.57 \text{ mg/L}$ , 在 10 月份达到最低值  $7.32 \text{ mg/L}$ ; 总磷夏季较高, 秋季较低, 在 8 月份达到最高值  $0.73 \text{ mg/L}$ , 4 月份和 12 月份达到最低值  $0.42 \text{ mg/L}$ 。总的来看溶解氧、高锰酸钾指数和总磷的季节变化较明显。

### 2.2 黄浦江浮游植物组成及其季节变动

根据 2004 ~ 2005 年 6 次对黄浦江浮游植物定性、定量标本鉴定结果, 浮游植物共计有 244 种隶属于 8 门 83 属。其中绿藻门 (Chlorophyta) 有 34 属 108 种, 占浮游植物种类总数的 44.26%; 硅藻门 (Bacillariophyta) 有 26 属 71 种, 占 29.10%; 裸藻门 (Euglenophyta) 有 6 属 32 种, 占 13.11%; 蓝藻门 (Cyanophyta) 有 10 属 25 种, 占 10.25%; 金藻门 (Chrysophyta) 有 3 属 3 种, 占 1.23%; 甲藻门 (Pyrrophyta) 有 2 属 3 种, 占 1.23%; 隐藻门 (Cryptophyta) 和黄藻门 (Xanthophyta) 各有 1 属 1 种, 各占

表 1 黄浦江部分理化指标  
Table 1 Physico-chemical factors of Huangpu River

采样时间 Sampling time	水温 (℃) Water temperature	透明度 (cm) Diaphaneity	pH 值 pH value	溶解氧 (mg/L) Dissolved oxygen	高锰酸钾指数 (mg/L) $\text{COD}_{\text{Mn}}$	总磷 (mg/L) Total phosphorus
2005 年 2 月	9.04	23.40	7.84	6.78	8.10	0.51
2004 年 4 月	14.80	27.60	6.86	4.89	11.01	0.42
2004 年 6 月	26.60	25.60	7.90	2.23	11.98	0.65
2004 年 8 月	31.62	22.20	7.50	2.11	13.57	0.73
2004 年 10 月	15.10	26.00	7.80	5.52	7.32	0.46
2004 年 12 月	8.20	22.60	7.90	6.96	8.21	0.42

0.41%。其中有7个属全年各季节均可以见到,为常见属。它们是蓝藻门中的颤藻属(*Oscillatoria*),隐藻门中的隐藻属(*Crptomonas*),硅藻门中的直链藻属(*Melosira*)、小环藻属(*Cyclotella*)、针杆藻属(*Syndra*),绿藻门中的栅藻属(*Scenedesmus*)、盘星藻属(*Pediastrum*)。各样点浮游植物种类及属数见表2。

从表2中可以看出,黄浦江浮游植物种数合计4月最多,8月和10月最少,这是因为4月水温上升,在14℃以上,浮游植物繁殖速度大大加快,种数增加;

而在8月和10月,本应最适合浮游植物的繁殖,但由于此时黄浦江的各项理化指标大都处于较高值,抑制了浮游植物的生长,从而降低了种类数。在镜检中能观测到大量的诸如骨条藻属(*Skeletonema*)、三角藻属(*Triceratium*)、圆筛藻属(*Coscinodiscus*)等海洋浮游植物,说明受到了潮汐的影响,海水倒灌入黄浦江。从各个样点总体来看,在黄浦江上游的米市渡和闵行,浮游植物种数较多;到中下游的复兴东路码头,浮游植物的种数也逐渐减少;在公平路码头浮游植

表2 黄浦江浮游植物种类的季节变化  
Table 2 Seasonal changes of phytoplankton species in Huangpu River

采样地点 Sampling site	蓝藻门 Cyanophyta (G/SP)	隐藻门 Crypto- phyta (G/SP)	甲藻门 Pyro- phyta (G/SP)	金藻门 Chrysophyta (G/SP)	黄藻门 Xanthophyta (G/SP)	硅藻门 Bacillario- phyta (G/SP)	裸藻门 Eugleno- phyta (G/SP)	绿藻门 Chlorophyta (G/SP)	合计 Total (G/SP)
松江米市渡 Songjiang Mishidu	2005年2月	5/6	1/1	1/1	1/1	10/19	0/0	14/23	33/52
	2004年4月	5/6	1/1	0/0	2/2	1/1	16/23	2/6	19/33
	2004年6月	4/4	1/1	1/1	0/0	1/1	8/13	3/9	14/28
	2004年8月	4/8	1/1	0/0	0/0	1/1	13/19	2/2	14/18
	2004年10月	3/4	1/1	0/0	0/0	1/1	13/19	2/3	8/15
	2004年12月	3/4	1/1	0/0	1/1	0/0	9/17	2/2	16/24
	合计 Total	7/17	1/1	1/1	2/2	1/1	20/41	4/16	28/60
闵行轮渡口 Minhang Lundukou	2005年2月	4/7	1/1	0/0	2/2	1/1	14/22	2/2	18/34
	2004年4月	4/4	1/1	1/1	1/1	1/1	13/19	1/3	14/26
	2004年6月	3/4	1/1	0/0	0/0	0/0	8/12	3/4	19/33
	2004年8月	3/4	1/1	0/0	0/0	1/1	8/13	3/4	11/22
	2004年10月	2/3	1/1	1/1	0/0	0/0	8/12	5/10	9/16
	2004年12月	3/4	1/1	0/0	1/1	0/0	11/18	1/1	15/25
	合计 Total	7/11	1/1	2/2	2/2	1/1	16/34	5/17	28/69
复兴东路码头 East Fuxing Road Dock	2005年2月	6/7	1/1	0/0	1/1	1/1	16/23	2/3	20/31
	2004年4月	2/4	1/1	0/0	1/1	1/1	13/19	1/2	17/25
	2004年6月	4/4	1/1	2/2	1/1	0/0	7/11	3/5	19/31
	2004年8月	3/3	1/1	0/0	0/0	1/1	6/9	4/8	14/23
	2004年10月	3/5	1/1	1/1	0/0	0/0	12/16	3/5	10/24
	2004年12月	3/3	1/1	0/0	1/1	0/0	11/21	0/0	8/17
	合计 Total	7/16	1/1	2/2	1/2	1/1	20/40	5/14	27/59
公平路码头 Gongping Road Dock	2005年2月	3/3	1/1	0/0	1/1	0/0	13/19	2/2	13/22
	2004年4月	3/3	1/1	0/0	1/1	0/0	14/20	2/2	18/27
	2004年6月	3/4	1/1	1/1	1/1	0/0	7/12	3/5	18/33
	2004年8月	4/5	1/1	0/0	0/0	0/0	7/11	3/7	16/30
	2004年10月	3/4	1/1	1/1	1/1	0/0	12/14	2/3	14/26
	2004年12月	2/3	1/1	0/0	0/0	1/1	14/23	1/1	11/17
	合计 Total	6/10	1/1	1/1	2/2	1/1	20/45	5/12	26/61
吴淞码头 Wusong Dock	2005年2月	3/5	1/1	0/0	1/1	1/1	17/25	1/1	12/19
	2004年4月	3/3	1/1	0/0	1/1	1/1	14/23	1/2	15/27
	2004年6月	3/3	1/1	1/1	1/1	1/1	10/14	4/8	15/30
	2004年8月	5/6	1/1	0/0	1/1	0/0	10/13	4/7	18/28
	2004年10月	2/3	1/1	1/1	1/1	0/0	9/13	3/6	14/25
	2004年12月	5/8	1/1	0/0	2/2	1/1	11/17	3/5	16/29
	合计 Total	7/13	1/1	1/1	2/2	1/1	23/41	4/17	30/69
总计 Total		10/25	1/1	2/3	3/3	1/1	26/71	6/32	34/108
									83/244

注:G 代表属,SP 代表种。

Notes: G = Genus, SP = Species.

物种数有所增加,是因为苏州河在复兴东路码头和公平路码头之间注入黄浦江,致使浮游植物种类数受到影响;而在吴淞口的浮游植物种类数又有一个跃升,是因为此处为黄浦江、长江交汇之处,水文情况复杂,汇集了许多海洋浮游植物。但从总体上看,各点之间的种类数差异不明显,吴淞口浮游植物种类数累计最多,有132种;复兴东路码头最少,为119种。

从图2可以看出,黄浦江浮游植物种类以绿藻门为主,占44.26%;其次是硅藻门,占29.10%;隐藻门、甲藻门、金藻门和黄藻门种类数都较少。

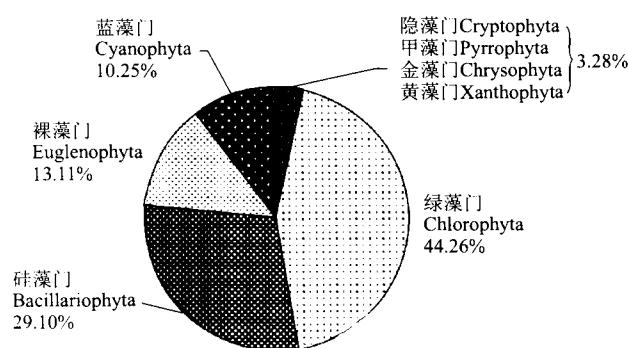


图2 黄浦江浮游植物种类组成  
Fig. 2 Phytoplankton specific composition in Huangpu River

### 2.3 黄浦江浮游植物数量变动

通过对定量标本的观察计数,计算出黄浦江各样点和各门浮游植物的数量(表3、表4),除硅藻采用细胞计数外,其它类群以个体为单位计数。

从表3、表4可以看出,黄浦江各样点间浮游植物数量存在一定差异,尤其是在6月至12月份,各样点之间差异显著。从各样点来看,复兴东路码头浮游植物数量平均值最高,闵行轮渡口最低。各门浮游植物年平均数量硅藻门最多为 $69.67 \times 10^4$ 个/L;其次是绿藻门为 $29.08 \times 10^4$ 个/L。根据浮游植物定性鉴定结果,绿藻门浮游植物种类数最多,大大低于硅藻门,说明黄浦江浮游植物中硅藻占有绝对数量优势。从季节变化来看,黄浦江浮游植物数量夏季最高,冬季最低。

### 2.4 优势种

总体来说黄浦江的优势种主要有蓝藻门的颤藻(*Oscillatoria* sp.),隐藻门的尖尾蓝隐藻(*Chroomonas acuta* Uterm.),硅藻门的颗粒直链藻(*Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs.)、颗粒直链藻最窄变种(*Melosira granulata* var. *angustissima* Müll.)、梅尼小环藻(*Cyclotella meneghiniana* Kütz.)、尖针杆藻(*Synedra acus* Kütz.),绿藻门的四尾栅藻(*Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.)。它们是黄浦江浮游植物的代表种。

从表5可以看出,各优势种在全年分布中较为均匀,差异性并不大,仅在4月份优势种有所减少,而在这7个优势种中,硅藻门占到了57%。几乎所有优势种都是水质污染中β中污的指示种,因此从浮游植物优势种角度来看,黄浦江水质属于β中污。

表3 黄浦江各样点浮游植物数量季节变化( $10^4$ 个/L)  
Table 3 Seasonal changes of phytoplankton quantity in each sampling site in Huangpu River

样点 Sampling site	2005年2月	2004年4月	2004年6月	2004年8月	2004年10月	2004年12月	平均 Average
松江米市渡 Songjiang Mishidu	9.77	7.95	24.5	24.25	3.55	13.1	13.85
闵行轮渡口 Minhang Lundukou	5.8	5.1	28.33	17.67	4.63	14.9	12.74
复兴东路码头 East Fuxing Road Dock	4.9	7.3	49.58	144.5	6.98	9.9	37.19
公平路码头 Gongping Road Dock	4.95	7.15	53.75	122.63	25	9.6	37.18
吴淞码头 Wusong Dock	6.35	4.73	42.25	34.88	19.67	19.55	21.24

表4 黄浦江各门浮游植物数量季节变化( $10^4$ 个/L)  
Table 4 Seasonal changes of phytoplankton quantity of each phylum in Huangpu River

各门浮游植物 Phylum	2005年2月	2004年4月	2004年6月	2004年8月	2004年10月	2004年12月	平均 Average
蓝藻门 Cyanophyta	0.18	0.17	0.50	64.31	1.73	0.40	11.22
隐藻门 Cryptophyta	4.20	3.89	12.04	10.84	3.31	3.50	6.30
甲藻门 Pyrrhophyta	0.00	0.00	2.58	0.12	0.06	0.00	0.46
金藻门 Chrysophyta	0.02	0.00	4.28	7.74	3.95	4.00	3.33
黄藻门 Xanthophyta	1.93	0.22	0.12	0.29	0.14	0.00	0.45
硅藻门 Bacillariophyta	21.33	19.92	108.09	182.48	37.71	48.50	69.67
裸藻门 Euglenophyta	0.31	1.03	2.45	5.12	0.69	0.30	1.65
绿藻门 Chlorophyta	3.72	6.95	68.33	72.96	12.19	10.35	29.08
合计 Total	31.69	32.18	198.39	343.86	59.78	67.05	122.16

## 2.5 生物多样性指数评价

通过 Shannon Wiener 多样性指数来表示生物群落结构, 反应环境变化的影响。水体所受的有机污染越严重, 水体中生物种类相对减少, 而个别耐污种类数量增多, 多样性指数就会下降。各采样点浮游植物生物多样性指数的季节变化计算结果见表 6。

根据表 6, 黄浦江在 2 月、6 月、8 月以及 10 月 Shannon Wiener 多样性指数几乎都大于 3, 水质较好, 但在 4 月和 12 月, 平均值有所下降。而从地理位置上看, 从上游的松江米市渡到下游的吴淞码头, Shannon Wiener 多样性指数均值总体上呈下降趋势。

Margalef 多样性指数反映的是植物群落与环境

之间的关系, 理论上, 浮游植物种类愈多, 个体数量分布愈均匀, 所得的 Margalef 多样性指数就愈大, 指示环境愈稳定。黄浦江浮游植物 Margalef 多样性指数见表 7。

从表 7 中可以看出, 在 6 月、8 月和 10 月这三个月中, Margalef 多样性指数相对于其它几个月都要高, 这说明在温度较高的夏秋两季, 黄浦江的环境较为稳定, 而在冬季环境相对不稳定。在各样点中, 位于中下游的复兴东路码头和公平路码头 Margalef 多样性指数平均值较高, 说明此处的环境较为稳定, 而在吴淞码头所得平均值最低, 因为此处受潮汐的影响最为严重, 导致了环境的不稳定。

表 5 黄浦江各采样点优势种的季节变化

Table 5 Seasonal changes of dominant species in Huangpu River

月份 Month	松江米市渡 Songjiang Mishidu	闵行轮渡口 Minhang Lundukou	复兴东路码头 East Fuxing Road Dock	公平路码头 Gongping Road Dock	吴淞码头 Wusong Dock
2005 年 2 月	B C D E F G	B C E F G	B C D E F G	B C D E F G	B C D E F
2004 年 4 月	A B C E F G	B D E F	A B C D E G	A B E	B C D E F G
2004 年 6 月	C E F G G	A B D E G	A B D E F G	A B D E F G	B D E F G
2004 年 8 月	A B D E F	A B C D E F G	A B D E F G	A B D E F G	A B D E F G
2004 年 10 月	A B C D E F G	A B C D E F G	A B C D E F G	A B D E F G	A B C D E F G
2004 年 12 月	A B C D E	B C D E G	A B C D E F G	A B C D E F G	A B C D E F G

注: A. 颤藻— $\beta$ -中污; B. 尖尾蓝藻— $\beta$ -中污; C. 颗粒直链藻— $\beta$ -中污; D. 颗粒直链藻最窄变种— $\beta$ -中污; E. 梅尼小环藻— $\alpha$ -中污,  $\beta$ -中污; F. 尖针杆藻— $\beta$ -中污; G. 四尾栅藻— $\beta$ -中污。

Notes: A. *Oscillatoria* sp. — $\beta$ -moderate pollution; B. *Chroomonas acuta* Uterm. — $\beta$ -moderate pollution; C. *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs. — $\beta$ -moderate pollution; D. *Melosira granulata* var. *angustissima* Müll. — $\beta$ -moderate pollution; E. *Cyclotella meneghiniana* Kütz. — $\alpha$ -moderate pollution,  $\beta$ -moderate pollution; F. *Synedra acus* Kütz. — $\beta$ -中污; G. *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. — $\beta$ -moderate pollution.

表 6 黄浦江各样点浮游植物 Shannon Wiener 多样性指数  
Table 6 Shanon Wiener index of each sampling site in Huangpu River

样点 Sampling site	2005 年 2 月	2004 年 4 月	2004 年 6 月	2004 年 8 月	2004 年 10 月	2004 年 12 月	均值 Average
松江米市渡 Songjiang Mishidu	3.44	3.59	3.01	3.03	3.67	2.88	3.27
闵行轮渡口 Minhang Lundukou	3.77	2.79	3.08	3.38	3.75	3.15	3.32
复兴东路码头 East Fuxing Road Dock	3.56	2.93	2.82	3.65	2.99	3.23	3.20
公平路码头 Gongping Road Dock	3.48	2.97	3.33	3.77	3.25	2.82	3.27
吴淞码头 Wusong Dock	3.36	2.69	3.61	3.41	2.72	2.59	3.06
均值 Average	3.52	2.99	3.17	3.45	3.28	2.93	

注: 评价标准 0~1 为重污染; 1~3 为中污染, 其中 1~2 为  $\alpha$ -中污, 2~3 为  $\beta$ -中污; 大于 3 为清洁。

Notes: Standard of value 0~1 serious pollution; 1~3 moderate pollution, 1~2  $\alpha$ -moderate pollution, 2~3  $\beta$ -moderate pollution; Larger than 3 clean.

表 7 黄浦江浮游植物 Margalef 多样性指数  
Table 7 Margalef index of phytoplankton in Huangpu River

样点 Sampling site	2005 年 2 月	2004 年 4 月	2004 年 6 月	2004 年 8 月	2004 年 10 月	2004 年 12 月	均值 Average
松江米市渡 Songjiang Mishidu	1.83	2.13	2.42	1.57	2.67	1.78	2.07
闵行轮渡口 Minhang Lundukou	1.91	1.48	1.85	1.82	2.60	1.85	1.92
复兴东路码头 East Fuxing Road Dock	2.04	2.05	2.52	2.96	2.06	1.48	2.18
公平路码头 Gongping Road Dock	1.76	1.97	2.96	2.50	2.57	1.57	2.22
吴淞码头 Wusong Dock	1.63	1.39	2.16	2.04	2.05	1.56	1.81
均值 Average	1.83	1.80	2.38	2.18	2.39	1.65	

### 3 讨论

#### 3.1 浮游植物与黄浦江水质状况的关系

上海市政府在对黄浦江经过一系列的整治之后,黄浦江的水质得到了明显的改善,其周边的生态环境也得到了恢复,表现在黄浦江浮游植物在2004年4月至2005年2月期间,月平均数量为 $22.67 \times 10^4$ 个/L,年平均量为 $14.44 \times 10^4$ 个/L。种类数达到244种,较为丰富,内环境稳定。从浮游植物优势种角度来看,黄浦江水质属于 $\beta$ 中污。从浮游植物数量生物量角度来看,黄浦江通体有机污染除夏季比较严重外,其它季节较轻。

按国内有关评价湖泊富营养化标准,水中藻类数量大于106个/L就可以认为是富营养型,因此从浮游植物数量的角度上看,黄浦江处于向富营养过渡阶段。在夏季有机污染达到最严重的时期,春季水体有机污染程度为全年最好的时期。

#### 3.2 黄浦江水质综合评价

根据地面水环境质量标准(GB3838-2002):溶解氧>2 mg/L,定为V类水;溶解氧>3 mg/L,定为IV类水;溶解氧>5 mg/L,定为III类水;溶解氧>6 mg/L,定为II类水。高锰酸钾指数<15 mg/L,定为V类水;高锰酸钾指数<10 mg/L,定为IV类水。总磷>0.4 mg/L,定为劣V类水。因此从溶解氧上看,在6月和8月为V类水,4月为IV类水,10月为III类水,2月和12月甚至达到了II类水的标准。从高锰酸钾指数来看,黄浦江在4月、6月和8月为V类水,2月、10月和12月为IV类水。从总磷上看黄浦江全年为劣V类水。

从理化指标来看,黄浦江的各项指标在夏季均劣于其他季节,为V类水,其它时期为IV类水。

从Shannon-Wiener生物多样性指数上看,黄浦江4月和12月水质为 $\beta$ -中污,2、6、8和10月水质较为清洁,从上游至下游水质逐渐污染。从Margalef多样性指数上看,黄浦江在6月至10月环境相对稳定,12月至4月流动性相对较大。

综合上述条件可以得出结论:黄浦江所受的有机污染较为严重,属于中度-乙型( $\beta$ -中污)阶段,但生物多样性指数较高,内环境较为稳定。加强对黄浦江水环境的综合整治,水质将会得到更进一步的改善。

#### 参考文献:

- [1] 李汉卿,谢文焕.环境污染与生物[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1985.
- [2] 沈祖芬,章宗涉,龚循矩,顾曼如,施之新,魏印心.微型生物监测新技术[M].北京:中国建筑工业出版社,1990.129-136.
- [3] 金相灿,屠清瑛.湖泊富营养化调查规范[M].第2版.北京:中国环境科学出版社,1990.
- [4] 魏印心.中国淡水植物志[M].北京:科学出版社,1998.
- [5] 胡鸿钩,李尧英,魏印心,朱蕙忠,陈嘉佑,施之新.中国淡水藻类[M].上海:上海科学技术出版社,1979.
- [6] Kormarek J, Fott B. Chlorococcales. In: Huber-Pestalozzi G ed. Das Phytoplankton des Süsswassers 7/1 [M]. Stuttgart: E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1983.
- [7] Uherkovich G. Die Scenedesmus-Arten Ungarns [M]. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1966.
- [8] 国家标准局. GB3838-2002 地表水评价标准[M].北京:中国标准出版社,2002.