**泰州城区水体浮游藻类调查与分析**

环境工程专业 杨孜素

指 导 老 师 王双

**摘要** 本文主要研究了泰州城区水体浮游藻类的种类、数量及其对地表水水质的指示作用。本次实验通过对水样中浮游植物进行定性、定量分析，进而借助浮游藻类相关评价指数来判断水体水质情况。实验结果如下，学校西门水样中共观测到小型黄丝藻、粗壮双菱藻等10种浮游藻类，其浮游植物细胞密度为2.6×105cells/L，基本处于中度污染状态；天德湖东南门水样中共观测到小型黄丝藻、双对栅藻等13种浮游藻类，其浮游植物细胞密度为6.2×106cells/L，基本处于中度污染状态；天德湖西门水样中共观测到小型黄丝藻、双对栅藻、相似囊裸藻等12种浮游藻类，其浮游植物细胞密度为4.2×106cells/L，基本处于中度污染状态；天禄湖北侧水样中共观测到双对栅藻、颗粒直链藻最窄变种等22种浮游藻类，其浮游植物细胞密度为6.1×106cells/L，基本处于无污染状态；天禄湖南侧水样中共观测到肘状针杆藻（带面）、双对栅藻等28种浮游藻类，其浮游植物细胞密度为4.4×106cells/L，基本处于无污染状态。

**关键词** 地表水 浮游藻类 评价指数

**1 绪论**

随着现代化的推进，人们对于保护良好生态系统的需求与日俱增。污染水体的治理也成为了社会关注的焦点。但是，中国关于浮游藻类与河流生态环境问题的基础研究仍处于较薄弱与不系统的状态。因此，需要加强调查与分析工作，并构建适合我国河流水生态系统健康评估与监测的浮游藻类指标[1]。

浮游植物作为水生态系统的初级生产者，在河流与湖泊等水生态系统中扮演着重要的生态角色。水体浮游植物群落、评价水体污染程度以及保护地表水环境等方面的研究都十分重要。通过对浮游植物种属的鉴别，可以了解水体的污染程度。本文主要通过鉴别地表水生态环境中的浮游藻类种属，并代入相应的评价指数方程计算相应指数，从而建立起地表水浮游藻类评价指数与水体污染程度的联系。

**2 实验过程**

**2.1 实验材料**

（1）实验主要药品

鲁哥氏碘液。

1. 实验主要仪器

定性采样瓶、定量采样瓶、玻璃棒、量筒、微量移液器、0.1mL浮游植物计数框、细小虹吸管、盖玻片、浮游生物网、有机玻璃采水器、分析天平、光学显微镜。

**2.2 实验准备工作及过程**

2.2.1 水样的处理

（1）采样与处理

按照标准HJ/T 1216-2021《水质 浮游植物的测定0.1mL计数框-显微镜计数法》[2]采集定性和定量样品并进行水样的预处理。

2.2.2 定性和定量分析

（1）水样的定性分析

对照2010年翁建中，徐恒省[3]编著的《中国常见淡水浮游藻类图谱》以及2005年周凤霞[4]等编著的《淡水微型生物图谱》对水样中的浮游藻类进行定性分析。

（2）水样的定量分析

先将待测水样彻底混匀。然后用微量移液器取0.1mL混匀样品注入0.1mL浮游植物计数框中，并用盖玻片将计数框完全盖住。待样品静置片刻，无气泡可观察样品；如有气泡，应重新取样。在此基础上，随机选取若干计数小格或视野，并初步估计浮游植物的数量。若不符合计数要求，则稀释或浓缩样品后再进行计数。

**2.3 计算公式**

2.3.1 浮游植物细胞密度

样品中浮游植物的细胞密度，按照公式进行计算。

式中：

N——样品中浮游植物的密度，cells/L；

A——计数框面积，mm2；

Ac——计数面积，当计数方式为对角线、行格和全片时计数面积分别为A/10、3A/10和A当计数方式为随机视野时计数面积为总视野面积，mm2；

n——显微镜观察计数的浮游植物细胞数，cells；

V——计数框容积，mL；

V1——稀释或浓缩后的试样体积，mL；

V0——稀释或浓缩前的样品体积，mL；

1000——体积换算系数，mL/L。

2.3.2 多样性指数

选取α-多样性测度中的香浓-威纳多样性指数(H¹)、玛格列夫多样性指数(de)以及Pielou均匀度指数(J)[5]，采用以下公式计算：。

Shannon-Wiener 多样性指数(H¹)： H¹= - Pi × lnPi

Margalef 丰富度指数（d2）： d2 =

Pielou 均匀度指数（J）： J =

其中，式中Pi=ni/N，ni表示样品中第i种物种的个体数，N表示样品中所有种类的总个体数，S表示样品中所有物种的种类数。

Shannon-Wiener多样性指数(H¹)值在0.0～1.0为重度污染，1.0～2.0为中度污染，2.0～3.0为轻度污染，大于3.0为无污染。

Margalef多样性指数()值d＞3表示无污染，2～3表示轻污染，1～2表示中污染，0～1表示重污染。

Pielou均匀度指数（J）为0～0.3表示重污染，0.3～0.5表示中污染，0.5～0.8表示轻污染，＞0.8表示无污染。

**3 结果**

**3.1 地表水浮游藻类定性定量分析**

（1）学校西门水样

学校西门水样中共观测到小型黄丝藻、粗壮双菱藻等10种浮游藻类。其中，小型黄丝藻数量最多，其细胞密度为5.1×104cells/L，螺旋颗粒直链藻数量最少，其细胞密度为0.9×104cells/L。详见表3.1。

表3.1 学校西门水样定性、定量分析结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 序号 | 浮游藻类种属 | 数量（个） | 该类浮游植物细胞密度（cells/L） |
| 总数 520个 | 1 | 具星小环藻 | 49 | 2.5×104 |
| 2 | 小型黄丝藻 | 102 | 5.1×104 |
| 3 | 钝顶螺旋藻 | 36 | 1.8×104 |
| 4 | 草鞋型波缘藻 | 45 | 2.3×104 |
| 5 | 粗壮双菱藻 | 87 | 4.4×104 |
| 水样中总浮游植物细胞密度：2.6×105cells/L | 6 | 单角盘星藻具孔变种 | 33 | 1.7×104 |
| 7 | 科曼小环藻 | 68 | 3.4×104 |
| 8 | 螺旋颗粒直链藻 | 18 | 0.9×104 |
| 9 | 线性菱形藻 | 60 | 3.0×104 |
| 10 | 葡萄球菌属 | 22 | 1.1×104 |

（2）天德湖东南门水样

天德湖东南门水样中共观测到小型黄丝藻、双对栅藻等13种浮游藻类。其中，小型黄丝藻数量最多，其细胞密度为1.6×105cells/L，优美平裂藻数量最少，其细胞密度为1.3×104cells/L。详见表3.2。

表3.2 天德湖东南门水样定性分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 序号 | 浮游藻类种属 | 数量（个） | 该类浮游植物细胞密度（cells/L） |
| 总数 615 | 1 | 二角盘星藻 | 18 | 1.8×104 |
| 2 | 相似囊裸藻 | 37 | 3.7×104 |
| 3 | 双头菱形藻 | 39 | 3.9×104 |
| 4 | 小型黄丝藻 | 158 | 1.6×105 |
| 5 | 优美平裂藻 | 13 | 1.3×104 |
| 6 | 具星小环藻 | 48 | 4.8×104 |
| 浮游植物细胞密度：6.2×106cells/L | 7 | 圆鼓藻 | 43 | 4.3×104 |
| 8 | 双头辐节藻 | 56 | 5.6×104 |
| 9 | 美丽鼓藻 | 21 | 2.1×104 |
| 10 | 梅尼小环藻 | 45 | 4.5×104 |
| 11 | 球衣藻 | 30 | 3.0×104 |
| 12 | 尾刺囊裸藻 | 20 | 2.0×104 |
| 13 | 双对栅藻 | 87 | 8.7×104 |

（3）天德湖西门水样

天德湖西门水样中共观测到小型黄丝藻、双对栅藻、相似囊裸藻等12种浮游藻类。其中，小型黄丝藻数量最多，其细胞密度为2.4×105cells/L，双头辐节藻数量最少，其细胞密度为5.4×104cells/L。详见表3.3。

表3.3 天德湖西门水样定性分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 序号 | 浮游藻类种属 | 数量（个） | 该类浮游植物细胞密度（cells/L） |
| 总数1252 | 1 | 梅尼小环藻 | 101 | 1.0×105 |
| 2 | 双对栅藻 | 178 | 1.8×105 |
| 3 | 尾刺囊裸藻 | 73 | 7.3×104 |
| 4 | 相似囊裸藻 | 126 | 1.3×105 |
| 5 | 小型黄丝藻 | 243 | 2.4×105 |
| 6 | 近缘桥弯藻 | 67 | 6.7×104 |
| 浮游植物细胞密度：4.2×106cells/L | 7 | 双头辐节藻 | 54 | 5.4×104 |
| 8 | 圆鼓藻 | 79 | 7.9×104 |
| 9 | 具星小环藻 | 82 | 8.2×104 |
| 10 | 优美平裂藻 | 88 | 8.8×104 |
| 11 | 湖生卵囊藻 | 95 | 9.5×104 |
| 12 | 草鞋型波缘藻 | 66 | 6.6×104 |

（4）天禄湖北侧水样

天禄湖北侧水样中共观测到双对栅藻、颗粒直链藻最窄变种等22种浮游藻类。其中，双对栅藻数量最多，其细胞密度为7.2×104cells/L，空球藻数量最少，其细胞密度为0.7×104cells/L。详见表3.4。

表3.4 天禄湖北侧水样定性分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 序号 | 浮游藻类种属 | 数量（个） | 该类浮游植物细胞密度（cells/L） |
| 总数612 | 1 | 美丽鼓藻 | 23 | 2.3×104 |
| 2 | 光滑鼓藻 | 35 | 3.5×104 |
| 3 | 双头辐节藻 | 34 | 3.4×104 |
| 4 | 具星小环藻 | 27 | 2.7×104 |
| 5 | 双对栅藻 | 72 | 7.2×104 |
| 6 | 简单舟型藻 | 18 | 1.8×104 |
| 7 | 粗刺藻 | 21 | 2.1×104 |
| 8 | 分歧锥囊藻 | 16 | 1.6×104 |
| 9 | 梅尼小环藻 | 31 | 3.1×104 |
| 10 | 角甲藻 | 34 | 3.4×104 |
| 浮游植物细胞密度：6.1×106cells/L | 11 | 椭圆卵囊藻 | 11 | 1.1×104 |
| 12 | 科曼小环藻 | 38 | 3.8×104 |
| 13 | 被甲栅藻 | 19 | 1.9×104 |
| 14 | 颗粒直链藻最窄变种 | 68 | 6.8×104 |
| 15 | 二角盘星藻 | 10 | 1.0×104 |
| 16 | 单生卵囊藻 | 13 | 1.3×104 |
| 17 | 湖生囊裸藻 | 17 | 1.7×104 |
| 18 | 矩圆囊裸藻 | 24 | 2.4×104 |
| 19 | 拟丝黄丝藻 | 59 | 5.9×104 |
| 20 | 空球藻 | 7 | 0.7×104 |
| 21 | 近缘桥弯藻 | 17 | 1.7×104 |
| 22 | 微小色球藻 | 18 | 1.8×104 |

（5）天禄湖南侧水样

天禄湖南侧水样中共观测到肘状针杆藻（带面）、双对栅藻等28种浮游藻类。其中，肘状针杆藻（带面）数量最多，其细胞密度为1.1×105cells/L，谷皮小环藻数量最少，其细胞密度为1.6×104cells/L。详见表3.5。

表3.5 天禄湖南侧水样定性分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 序号 | 浮游藻类种属 | 数量（个） | 该类浮游植物细胞密度（cells/L） |
| 总数1319 | 1 | 双头辐节藻 | 47 | 4.7×104 |
| 2 | 椭圆卵囊藻 | 35 | 3.5×104 |
| 3 | 空球藻 | 19 | 1.9×104 |
| 4 | 双头辐节藻（带面） | 43 | 4.3×104 |
| 5 | 湖生卵囊藻 | 39 | 3.9×104 |
| 6 | 颗粒直链藻最窄变种 | 84 | 8.4×104 |
| 7 | 光滑鼓藻 | 26 | 2.6×104 |
| 8 | 梅尼小环藻 | 41 | 4.1×104 |
| 9 | 谷皮小环藻 | 16 | 1.6×104 |
| 10 | 双对栅藻 | 108 | 1.1×105 |
| 11 | 肘状针杆藻（带面） | 112 | 1.1×105 |
| 12 | 卵形隐藻 | 27 | 2.7×104 |
| 13 | 科曼小环藻 | 90 | 9.0×104 |
| 14 | 放射舟形藻 | 36 | 3.6×104 |
| 浮游植物细胞密度：4.4×106cells/L | 15 | 纤细异极藻 | 22 | 2.2×104 |
| 16 | 粗壮双菱藻（带面） | 86 | 8.6×104 |
| 17 | 角甲藻 | 25 | 2.5×104 |
| 18 | 美丽鼓藻 | 50 | 5.0×104 |
| 19 | 四角盘星藻 | 28 | 2.8×104 |
| 20 | 圆鼓藻 | 35 | 3.5×104 |
| 21 | 近缘黄丝藻 | 48 | 4.8×104 |
| 22 | 微小色球藻 | 17 | 1.7×104 |
| 23 | 卵圆双眉藻 | 59 | 5.9×104 |
| 24 | 截头囊裸藻 | 30 | 3.0×104 |
| 25 | 坡伦桥弯藻 | 43 | 4.3×104 |
| 26 | 平顶顶接鼓藻 | 61 | 6.1×104 |
| 27 | 环丝藻 | 45 | 4.5×104 |
| 28 | 粗刺藻 | 47 | 4.7×104 |

**3.2 浮游藻类评价指数**

五个水样的浮游藻类评价指数计算结果见表3.6。

表3.6 浮游藻类评价指数计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品 | Shannon多样性指数 | 水质情况 | Marglef丰富度指数 | 水质情况 | Pielou均匀度指数 | 水质情况 |
| 学校西门水样 | 2.179 | 中度污染 | 1.440 | 中度污染 | 0.546 | 轻度污染 |
| 天德湖东南门水样 | 2.322 | 中度污染 | 1.869 | 中度污染 | 0.362 | 中度污染 |
| 天德湖西门水样 | 2.379 | 中度污染 | 1.542 | 中度污染 | 0.792 | 轻度污染 |
| 天禄湖北侧水样 | 2.620 | 轻度污染 | 3.273 | 无污染 | 0.861 | 无污染 |
| 天禄湖南侧水样 | 3.194 | 无污染 | 3.758 | 无污染 | 0.969 | 无污染 |

**4 结论**

泰州城区水体浮游藻类评价指数与水体水质的关系详见表3.6。

表3.6 地表水浮游藻类评价指数及水质状况评价

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 样品编号 | 采样地点 | 藻类种类总数 | 水体水质情况 |
| 1 | 学校西门 | 10 | 中度污染 |
| 2 | 天德湖东南门 | 13 | 中度污染 |
| 3 | 天德湖西门 | 12 | 中度污染 |
| 4 | 天禄湖北侧 | 22 | 无污染 |
| 5 | 天禄湖南侧 | 28 | 无污染 |

结合浮游藻类鉴别结果及评价指数可知，水体水质状况与浮游植物种类和数量息息相关。其中，水质较差的水样中浮游植物种类少，而水质较好的水样中浮游藻类的类型明显增多。在本次实验中，可以看出，学校西门的水质较差，其中浮游植物的种类最少，很可能是因为学校西门水系连通校外，采样时西门外正处于施工状态，加之附近居民区繁多，人口密集，造成水体污染。相比之下，天禄湖两个采样点的水体水质情况都比较良好，经现场观测，该地区水流清澈见底，这得益于采样时天气状况晴朗，且该地区地理位置较偏僻，人烟稀少，生态良好。而天德湖虽属于生态公园，但两个采样点的水样都处于中度污染状态，很可能是因为采样时属阴雨天气，受降雨等因素的影响，湖岸周边枯枝落叶、建筑垃圾等随雨水冲刷进入湖泊，造成水体污染。

参 考 文 献

1 江源，彭秋志，廖剑宇，等.浮游藻类与河流生境关系研究进展与展望[J]. 资源科学，2013，35（3）：461～472.

2 HJ/T 1216-2021，水质 浮游植物的测定0.1mL计数框-显微镜计数法[S].

3 翁建中，徐恒省. 中国常见淡水浮游藻类图谱[M].上海：上海科学技术出版社，2010，5.

4 周凤霞，陈建虹. 淡水微生物图谱[M].北京：化学工业出版社，2005.

5 秦娇娇，王艳. 浮游植物多样性指数的应用及评价[J]. 沈阳师范大学学报（自然科学版），2014，32（4）：502～505.