

# 泗河浮游植物调查与水质评价

龚世伟, 石 虎, 计 慧

湖北省十堰市水文水资源勘测局, 湖北 十堰

收稿日期: 2024年6月12日; 录用日期: 2024年8月17日; 发布日期: 2024年8月28日

## 摘 要

泗河直接汇入丹江口水库, 全长67 km, 集水面积469 km<sup>2</sup>, 十堰市水环境监测中心, 2021年7月2日至6日对泗河浮游植物和相应的地表水水质状况作调查分析, 从上游至下游共分13个监测断面作调查, 共调查出6门42属浮游植物资料和相应的地表水水质分析资料, 用《全国重点水域水生态监测工作方案(试行)》浮游植物多样性指数, 评估泗河水生态情况, 并与《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)评价的水质类别作了比较, 结果接近。

## 关键词

浮游植物多样性指数, 地表水水质类别, 泗河

# Investigation and Water Quality Evaluation of Phytoplankton in Sihe River

Shiwei Gong, Hu Shi, Hui Ji

Hydrological and Water Resources Survey Bureau of Shiyan City, Hubei Province, Shiyan Hubei

Received: Jun. 12<sup>th</sup>, 2024; accepted: Aug. 17<sup>th</sup>, 2024; published: Aug. 28<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

The Sihe River directly flows into the Danjiangkou Reservoir, with a total length of 67 km and a catchment area of 469 km<sup>2</sup>. From July 2 to 6, 2021, the Water Environment Monitoring Center of Shiyan City conducted an investigation and analysis of the phytoplankton and corresponding surface water quality in the Sihe River. A total of 13 monitoring sections were divided from upstream to downstream for investigation, and a total of 6 phyla, 42 genera of phytoplankton, and corresponding surface water quality analysis data were investigated. The ecological situation of the Sihe River was evaluated using the phytoplankton diversity index in the "National Key Water Ecological Monitoring Work Plan (Trial)" and compared with the water quality categories evaluated by the "Surface Water Environmental Quality Standard" (GB3838-2002). The results were close.

## Keywords

### Phytoplankton Diversity Index, Surface Water Quality Category, Sihe River

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

泗河是穿越十堰东南部城区汇入丹江库区的一条城市河流，发源于房县土城镇柳树垭，位于东经 110°42'33"~110°54'46"，北纬 32°23'57"~32°39'18"之间，自南向北流经茅箭区、十堰经济技术开发区等东部城区，茅箭区鸳鸯乡以下为郧阳区与丹江口市的界河，至青山镇白石坪入丹江口水库，泗河干流全长 67.0 km，集水面积 469 km<sup>2</sup>。我们把泗河分为：马家河上段、马家河下段、马家河水库、茅塔河上段、茅塔河下段、茅塔河水库、泗河等 7 个单元，13 个断面进行分析评价。泗河水系图，见图 1。

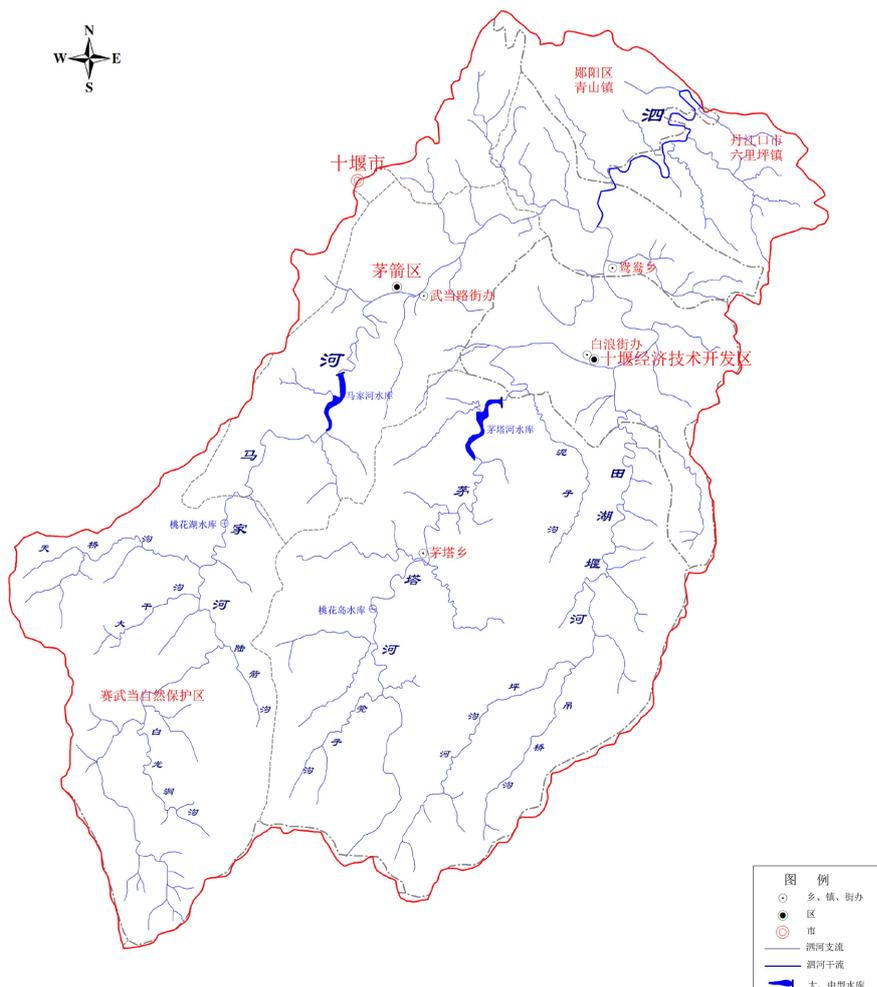


Figure 1. Sihe river system map  
图 1. 泗河水系图

## 2. 研究方法

### 2.1. 材料

2021年7月2日至6日调查的浮游植物资料和相应的地表水水质分析资料。

### 2.2. 浮游植物多样指数[1] [2]-[8]

使用香农-威纳(Shannon-Wiener)指数评价浮游植物多样性,按照下列公式计算浮游植物多样性指数。

$$H = -\sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{n}\right) \log_2 \left(\frac{n_i}{n}\right)$$

式中:  $H$ ——浮游植物多样性指数;

$n_i$ ——样品中第  $i$  种浮游植物的个体数, 单位为个;

$S$ ——样品中的浮游植物种属总数, 单位为个;

$n$ ——样品中所有浮游植物的总个体数, 单位为个。

## 3. 泗河浮游植物调查资料[9]

### 3.1. 浮游植物检测

2021年6月调查的泗河13个监测断面,共检测出浮游植物42属,其中硅藻门13属,占31.0%;蓝藻门6属,占14.3%;绿藻门19属,占45.2%;隐藻门1属,占2.3%;裸藻门2属,占4.8%;甲藻门1属,占2.4%,泗河各监测断面藻密度值见表1。

**Table 1.** Algal density at each monitoring section of Sihe River (Unit: number/liter)

**表 1.** 泗河各监测断面藻密度(单位: 个/升)

断面 种类	马家河 水库背景	马家河 河口	马家河 水库坝址	马家河 水库库中	马家河 水库库尾	茅塔河 水库背景	田湖堰 河口	茅塔河 河口	茅塔河 水库	茅塔河 水库库中	茅塔河 水库库尾	回船	泗河口
直链藻	82,685		9187		22,968		128,620	128,620	0	0	13,781		
舟形藻	64,310		4594	9187	22,968	45,936	1,506,697		0	4594	27,562		
小环藻	27,562		418,017	574,198	411,126	2297	215,899		45,936	192,931	101,059		211,305
卵形藻	16,078		4594		9187	11,484	27,562		0	0	4594		
桥湾藻	6890			4594	20,671	36,749	4594		0	0	4594		
双眉藻	6890				0	55,123	9187		0	0	0		
曲壳藻	4594			4594	11,484				32,155	36,749	0		
异极藻	4594				0	13,781			0	4594	0		
针杆藻	4594	202,118			0	6890	142,401	146,995	1,295,392	1,929,307	803,878	500,701	110,246
小球藻	32,155		183,744	73,497	142,401	4594	119,433	119,433	537,450	973,840	206,712	0	211,305
栅藻	22,968	1,809,873	4594	22,968	0	101,059	303,177	303,177	9187		45,936	1,442,386	339,925
平裂藻	9187		0	0	18,374								
多甲藻	4594		4594	4594	16,078				9187	41,342	192,931		
隐藻	4594		50,529	110,246	0						18,374		
空星藻			82,685	661,477	0					36,749	0		
韦丝藻			82,685	110,246	137,808								
盘藻			36,749										
衣藻			16,078	13,781									

续表

卵囊藻			9187										
十字藻			9187										
角星鼓藻			4594	18,374	32,155				18,374	9187			
顶棘藻			2297						0	4594			
四角藻	0	0	2297	0	0	0	0		13,781	18,374	0	0	
新月藻	0	0	2297	0	0	0	0		0	0	0	0	
色球藻	0	0	4594	9187	18,374	0	0		0	0	0	0	
盘星藻	0	220,492	0	0	18,374	55,123	0	0	36,749	36,749	0	0	
粗刺藻	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	
四孢藻	0	0	0	0	9187	0	0		0	0	0	0	
脆杆藻	0	0	0	0	0	0	0	18,374	0	0	0	0	
鱼腥藻	0	0	0	0	11,484	9187	32,155	0	0	0	0	0	0
为鱼腥藻	0	914,124	0	0	32,155	0	459,359	1,635,317	0	0	0	160,776	1,061,119
裸藻	0	96,465	0	0		0	0	0	983,028	1,111,648	661,477	142,401	0
囊裸藻	0	0	0	0		0	0	0	0	0	41,342	0	0
羽纹藻	0	0	0	0		0	0	0	0	0	22,968	0	0
鼓藻	0	0	0	0		2297	4594	0	0	0	0	0	0
月牙藻	0	0	0	0		4594	0	0	0	0	0	0	0
纤维藻	0	0	0	0		0	0	0	0	4594	0	0	0
等片藻	0	0	0	0		0	0	0	0	0	4594	0	0
星杆藻	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
肾形藻	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
颤藻	0	0	0	0		0	1,051,931	1,047,338	0	0	0	367,487	202,118
螺旋藻	0	211,305	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
合计	291,693	3,454,377	932,499	1,616,943	934,795	349,113	4,005,608	3,380,880	2,930,708	4,405,250	2,218,704	2,613,751	2,136,018

### 3.2. 泗河浮游植物优势属照片

泗河浮游植物优势属照片见图 2~8。

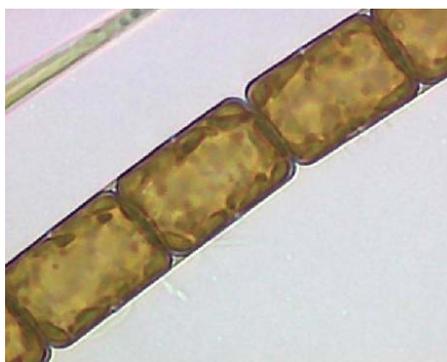
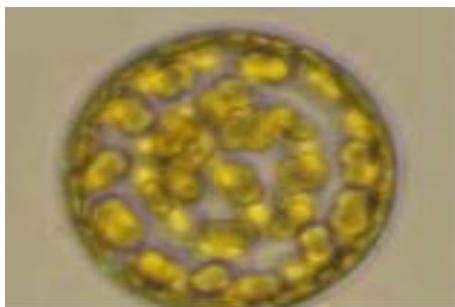


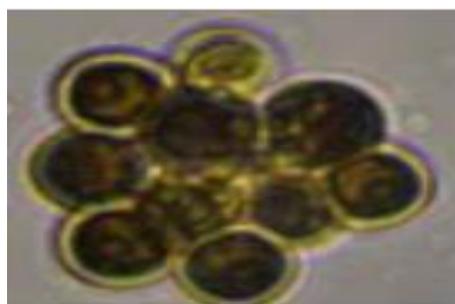
Figure 2. Straight-chain algae  
图 2. 直链藻

直链藻：细胞圆柱形，以壳面相连的不分枝直或弯曲丝状体，壳上花纹为细点纹和孔纹，某些丝状体两端具有棘状突起，可以使细胞之间互相嵌合牢固。早春和晚秋生长旺盛。



**Figure 3.** Microcystis  
**图 3.** 小环藻

小环藻：单细胞，圆盘形或几个壳面相连成丝状，带面正方形，有向心排列的孔纹、肋纹、有的壳面有波状突起，中央区无花纹或孔纹。



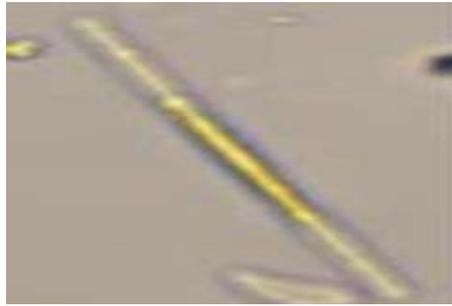
**Figure 4.** Sky star alga  
**图 4.** 空星藻

空星藻：植物体为真性定形群体，由 4 个、8 个、16 个、32 个 64 个、128 个细胞组成多孔的、中空的球体到多角形体，群体细胞以细胞壁或细胞壁上的凸起彼此连接，细胞球形、圆锥形、近六角形、截顶的角锥形，细胞壁平滑、部分增厚或具管状凸起，色素体周生，幼时杯状、具一个蛋白核，成熟后扩散，几乎充满整个细胞。



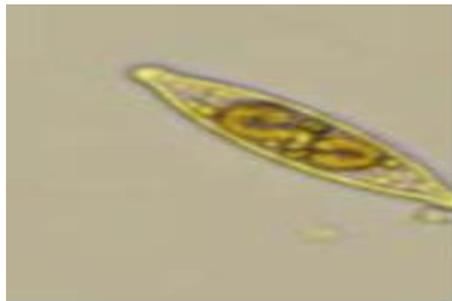
**Figure 5.** Scenedesmus  
**图 5.** 栅藻

栅藻：细胞纺锤形、卵形、椭圆形、群体由 4~8 个或 2、16、至 32 个细胞组成栅状群体，排成一列，或上下两列，细胞壁平滑具颗粒、刺或群体两端长棘刺，色素体 1 个，周生，具一个蛋白核，以似亲孢子繁殖。



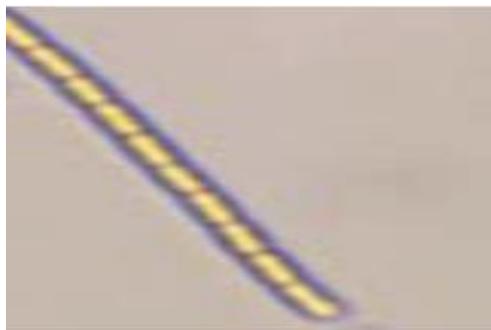
**Figure 6.** Conifera  
**图 6.** 针杆藻

针杆藻：壳面线形或披针形，壳面观末端呈头状、带面观长方形，花纹为细线纹，具假壳缝，中央有方形的无花纹区，单细胞或放射状群体。



**Figure 7.** Navicular algae  
**图 7.** 舟形藻

舟形藻：单细胞，呈线形、纺锤形、披针形、壳环长方形、末端头状、喙状、钝圆、壳缝直、具有中央节和极节，花纹为孔纹、点纹和横线纹，色素体 2 块，片状或带状。



**Figure 8.** Pseudo fishy algae  
**图 8.** 伪鱼腥藻

伪鱼腥藻：丝状蓝藻、细胞长大于宽，圆柱形，宽约 0.5 至 0.8 微米，原生质体均匀，不具气囊。

#### 4. 泗河浮游植物多样性指数、地表水水质类别比较分析[10]

##### 4.1. 浮游植物多样性指数评估水生态状况采用标准

浮游植物多样性指数评估赋分标准见表 2。

**Table 2.** Scoring criteria for phytoplankton diversity index assessment**表 2.** 浮游植物多样性指数评估赋分标准表

浮游植物多样性指数	特征说明	赋分	水质类别
>3.0	优	100	III
>2.0	良好	80	III
>1.0	轻度	60	IV
>0	中度污染	30	V
0	重度污染	0	劣V

#### 4.2. 浮游植物多样性指数和地表水水质类别

从表 3 中可以看出, 马家河下段, 茅塔河下段、泗河、浮游植物多样性指数在 1 到 2 之间, 赋分在 60 分左右, 水质类别为地表水环境质量标准 IV 类, 赋分为 60 分, 水质受到污染; 马家河上段、马家河水库、茅塔河上段、茅塔河水库, 浮游植物多样性指数大于 2, 赋分在 80 至 100 之间, 水质类别为地表水环境质量标准 I、II 类, 赋分为 80 至 100 分, 水质尚好。

**Table 3.** Phytoplankton diversity index and surface water quality category**表 3.** 浮游植物多样性指数和地表水水质类别

评估单元	断面	指数值	赋分	水质类别	赋分
马家河上段	马家河水库背景	3.07	100	II	100
马家河下段	马家河汇入泗河	1.66	73.2	IV	60
	马家河水库	2.6	92	II	100
马家河水库	马家河水库库中	2.12	82.4	III	80
	马家河水库库尾	2.7	94	II	100
茅塔河上段	茅塔河水库背景	2.94	98.8	II	100
茅塔河下段	余家湾茅塔河交汇	1.73	74.6	IV	60
	茅塔河汇入泗河	1.53	70.6	IV	60
	茅塔河水库	1.76	75.2	III	80
茅塔河水库	茅塔河水库库中	2.03	80.6	III	80
	茅塔河水库库尾	2.61	92.2	III	80
泗河	回船	1.8	76	IV	60
	泗河口	1.6	72	IV	60

## 5. 结论

1) 泗河 13 个监测断面共检测出浮游植物 42 属, 其中硅藻门 13 属, 占 31.0%; 蓝藻门 6 属, 占 14.3%; 绿藻门 19 属, 占 45.2%; 隐藻门 1 属, 占 2.3%; 裸藻门 2 属, 占 4.8%; 甲藻门 1 属, 占 2.4%。

2) 从表中可以看出, 马家河下段, 茅塔河下段、泗河、浮游植物多样性指数在 1 到 2 之间, 赋分在 60 分左右, 水质类别为地表水环境质量标准 IV 类, 赋分为 60 分, 水质受到污染; 马家河上段、马家河水库、茅塔河上段、茅塔河水库, 浮游植物多样性指数大于 2, 赋分在 80 至 100 之间, 水质类别为地表水

环境质量标准I、II类，赋分为 80 至 100 分，水质尚好。

3) 浮游植物多样性指数赋分与地表水水质类别赋分一致，浮游植物能直观地反映出水体质量变化，在水生态健康评价中具有重要意义。

4) 我们参考 8 篇研究浮游植物的文章，结果表明，大家用浮游植物多样性指数评价的水质优劣程度和用《地表水环境质量标准 GB3838-2002》评价的水质优劣程度一致。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国水利部. SL/T 793-2020 河湖健康评估技术导则[S]. 北京: 水利水电出版社, 2020.
- [2] 姚霞, 王正德, 李玉英, 等. 丹江口水库不同支流浮游藻类和附石藻类的比较研究[J]. 河南农业科学, 2012, 41(3): 82-84.
- [3] 谭香, 夏小玲, 程晓莉, 等. 丹江口水库浮游植物群落时空动态及其多样性指数[J]. 环境科学, 2011, 32(10): 2875-2882.
- [4] 张义宇. 高州水库浮游植物多样性与营养状态评价[J]. 广东水利电力职业技术学院学报, 2014(3): 26-30.
- [5] 陈昊. 惠阳区试点水库健康评估分析及初步探讨[J]. 人民珠江, 2014(6): 134-136.
- [6] 张文志. 显岗水库水生态状况评价及蓝藻发生风险等级评估[J]. 人民珠江, 2013, 34(2): 45-47.
- [7] 李春永, 杨中兰. 阳宗海浮游植物群落与营养状态评价[J]. 人民珠江, 2013, 34(3): 20-23.
- [8] 刘林峰, 周先华, 高健, 等. 神农架大九湖湿地浮游植物群落结构特征及营养状态评价[J]. 湖泊科学, 2018, 30(2): 417-430.
- [9] 水利部水文局, 长江流域水环境监测中心, 等, 编著. 中国内陆水域常见藻类图谱[M]. 武汉: 长江出版社, 2012.
- [10] 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局. GB3838-2002 地表水环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.