

# Bloom Characteristic Parameters of Water Quality Analysis in Hanjiang River

Debing Zhang<sup>1</sup>, Bao Qian<sup>1\*</sup>, Yude Zhang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bureau of Hydrology, Changjiang River Water Resources Commission, CWRC, Wuhan Hubei

<sup>2</sup>Bei Fang Investigation, Design & Research CO., LTD., Tianjin

Email: \*jacber@163.com

Received: Jul. 12<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jul. 27<sup>th</sup>, 2016; published: Aug. 9<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 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

The Hanjiang River as the largest tributary of the Yangtze River, is an important water source of drinking water and industrial and agricultural water in Hubei province, and is also the water source of south-to-north water transfer project; the Hanjiang River water environment quality is directly related to the sustainable development of social economy. However, in recent years, Hanjiang River water quality tends to deteriorate, compounding the problem of eutrophication; year after year more serious water bloom phenomenon has aroused great concern in the community. Based on the water quality parameters monitoring in Hanjiang River before and after the outbreak of algae bloom, the results show that pH value increased significantly, and the dissolved oxygen supersaturation and chlorophyll a increased. In the diatom *Cyclotella* genus was the dominant species, algae density increased by about 3 orders of magnitude, and ammonia nitrogen content declined. That will influence drinking water sources of water supply to some extent, thus needing to increase the water treatment measures for blooms.

## Keywords

Hanjiang River, Bloom, Characteristic, Water Quality Parameters

---

# 汉江水华的特征水质参数分析

张德兵<sup>1</sup>, 钱宝<sup>1\*</sup>, 张育德<sup>2</sup>

<sup>1</sup>长江水利委员会水文局长江中游水文水资源勘测局, 湖北 武汉

作者简介: 钱宝(1985-), 男, 博士, 工程师, 研究方向为环境水文与生态水利。

\*通讯作者。

文章引用: 张德兵, 钱宝, 张育德. 汉江水华的特征水质参数分析[J]. 水资源研究, 2016, 5(4): 402-408.

<http://dx.doi.org/10.12677/jwrr.2016.54046>

<sup>2</sup>中水北方勘测设计研究有限责任公司, 天津  
Email: \*jacber@163.com

收稿日期: 2016年7月12日; 录用日期: 2016年7月27日; 发布日期: 2016年8月9日

## 摘要

汉江作为长江的最大支流,是湖北省重要的饮用水源和工农业用水水源,同时也是南水北调中线工程的水源地,汉江水环境质量的优劣直接关系到社会经济的可持续发展。然而近年来汉江中下游水质趋于恶化,水体富营养化问题加剧,连年出现较为严重的水华现象,引起了社会的极大关注。本文通过对汉江中下游爆发水华前后部分水质参数监测结果进行对比分析,发现水华前后汉江水质参数变化特征是:pH值明显升高,溶解氧过饱和,叶绿素a大幅升高,硅藻中的小环藻属为优势种群,藻密度增加约3个数量级,氨氮含量有所下降。这将对饮用水源地的供水造成一定影响,需要增加针对水华的水处理措施。

## 关键词

汉江, 水华, 特征, 水质参数

## 1. 工作背景

汉江水量充沛,是长江的最大支流,也是湖北省重要的饮用水源和工农业用水水源,同时也是南水北调中线工程的水源地,因此汉江水环境质量的优劣直接关系到社会经济的可持续发展。然而近年来汉江中下游水质趋于恶化,水体富营养化问题加剧,连年出现较为严重的水华现象,引起了社会的极大关注。其中陈根祥、窦明、卢大远等的研究表明,气候、水文因素以及生物条件是汉江水华的重要影响因素,其中汉江中下游水华的发生与水文因素有着紧密联系[1]-[3];况琪军、谭铁强等也从生物角度对汉江浮游植物种群特性做了细致的研究[4] [5];夏军、王红萍等对汉江水华的成因从模型角度进行了全面的阐释[6] [7],证明了汉江水华的爆发与春季枯水期的流速、光照及水温有极大联系[8];而谢平等利用基础资料收集和分析更是指出了南水北调中线工程对汉江中下游水量、水质均产生了明显不利的影响,也是汉江水华爆发的原因之一[9]。但对于汉江水华本身而言,大部分研究均是基于理论推导和模型预测为主,目前鲜有针对汉江水华爆发期以实测手段掌握第一手资料为基础进行的分析研究,本文即在2016年汉江爆发的水华应急监测基础上着重分析其特征参数变化过程,以监控其水华发展过程。

长江水利委员会水文局长江中游水环境监测中心在汉江中下游设有仙桃、汉口集家嘴、兴隆和皇庄4个常规水质监测断面,监测频次为每月监测1次。本文以仙桃和集家嘴断面监测成果做了相关分析,监测断面位置见图1。

2016年2月6日至3月4日,汉江中下游气温持续升高以及良好的阳光照射,营养盐负荷增加,以及水位偏低、水流量偏小,枯水期缓慢的水流条件促进了藻类迅速增殖。汉江沙洋、潜江段、仙桃段部分江面先后呈微黄色,散发阵阵臭味。长江中游水环境监测中心按照《水环境监测规范》(SL219-2013) [10]和《水和废水监测分析方法(第四版)》 [11]中相关要求,对此次汉江中下游水华开展了持续监测,监测参数有水位、流量、流速、气温、水温、pH、电导率、溶解氧、透明度、高锰酸盐指数、氨氮、硝酸盐氮、总磷、总氮、叶绿素a、浮游植物定性定量。具体参数及方法见表1。

本文通过对汉江中下游2016年2月1日(水华前)与2016年2月29日(水华时)水质参数监测结果进行对比分析,主要分析了解汉江中下游发生水华时水质参数变化特征,对今后针对开展汉江水华应急监测和水华污染防治等具有指导意义。

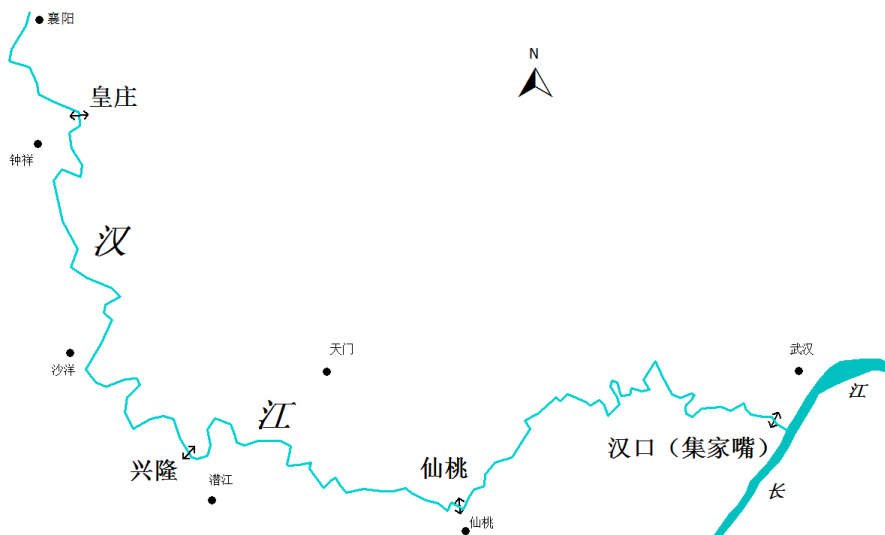


Figure 1. Schematic diagram of Hanjiang River water quality monitoring sections position  
图 1. 汉江中下游水质监测断面位置示意图

Table 1. Monitoring items and methods  
表 1. 监测项目及方法

序号	项目	方法来源	仪器
01	pH	GB/T 6920-1986	pH100 酸度计
02	水温	GB 13195-1991	水银温度计
03	溶解氧	HJ 506-2009	HQ30d 溶氧仪
04	电导率	SL 78-1994	EC300 电导率仪
05	透明度	SL 87-1994	塞氏圆盘
06	浊度	GB/T 5750.4-2006	2100P 浊度仪
07	悬浮物	GB/T 11901-1989	BS124S 电子天平
08	总磷	GB/T 11894-1989	T6 新锐分光光度计
09	总氮	GB/T 11894-1989	TU-1901 紫外分光光度计
10	氨氮/硝氮	HJ/T 195-2005	气相分子吸收光谱仪 GMA3370
11	叶绿素 a	SL 88-2012	T6 新悦可见分光光度计
12	高锰酸盐指数	GB/T 11892-1989	酸式滴定管
13	浮游植物鉴定	SL 167-2014	25 号生物网、BX53 显微镜

## 2. 水质参数对比分析

汉江中下游 2016 年 2 月 1 日(水华前)与 2016 年 2 月 29 日(水华时)部分水质参数监测结果如下。

### 1) pH 值对比分析

水华前仙桃和集家嘴断面 pH 值范围为 7.85~8.13, 水华发生后, pH 值 8.70~9.11, 均明显升高。其中, 仙桃左水边和右水边 pH 超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中规定 pH 值 6~9 的范围(见图 2)。

### 2) 溶解氧饱和度对比分析

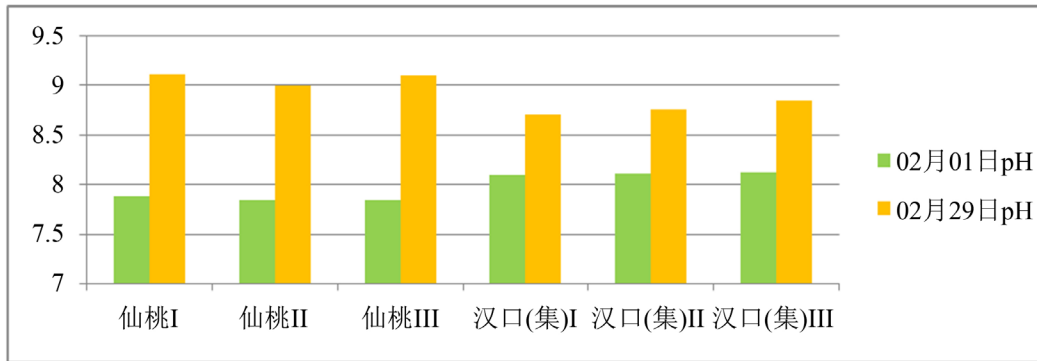
分析表明(见图 3), 发生水华时水体中氧气含量大幅增加, 溶解氧均超过 100%过饱和。

### 3) 叶绿素 a 含量对比分析

2015年仙桃和汉口断面水中叶绿素平均含量与水华发生后的比较表明,水华时水体中叶绿素含量大幅增加,见图4。

### 4) 藻类及密度对比分析

对比仙桃、汉口集家嘴 2015年03月、04月、05月、07月藻类监测结果(见图5、图6),仙桃断面优势种



注: 图中 I、II、III 分别为断面左、中、右。

Figure 2. Schematic diagram of contrastive analysis on pH value

图 2. pH 值对比分析示意图

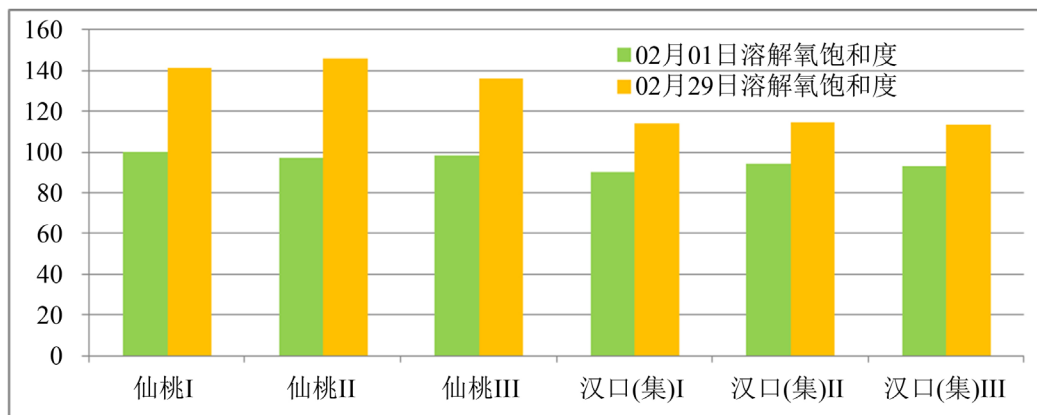


Figure 3. Schematic diagram of contrastive analysis on dissolved oxygen saturation rate

图 3. 溶解氧饱和度对比示意图

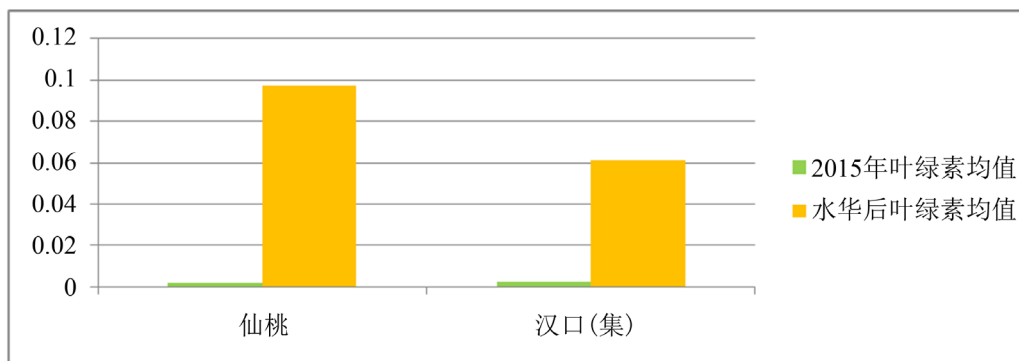


Figure 4. Schematic diagram of contrastive analysis on chlorophyll a content

图 4. 叶绿素 a 含量对比示意图



Figure 5. Monitoring image before algae bloom  
图 5. 水华前藻类监测图片

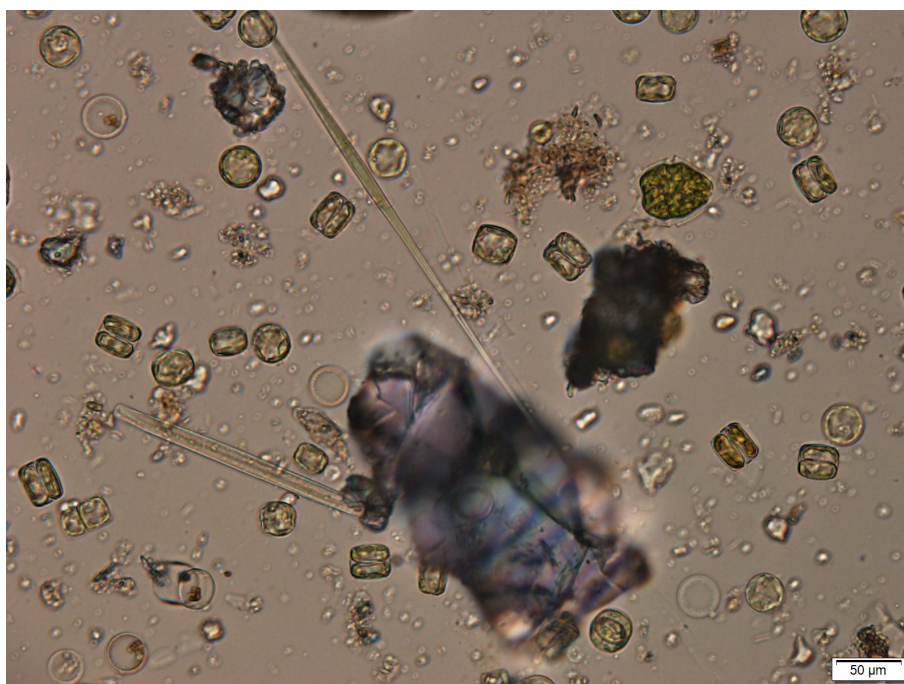


Figure 6. Monitoring image of algae bloom  
图 6. 水华时藻类监测图片

群均为硅藻中的颗粒直链藻，藻类总量为  $0.75 \times 10^4 \sim 12.2 \times 10^4$  个/L；汉口断面 03 月优势种属为绿藻中的实球藻，04 月为硅藻中的针杆藻，05 月、07 月为颗粒直链藻，藻类总量  $1.4 \times 10^4 \sim 10.2 \times 10^4$  个/L。水华时硅藻门的小环藻属为优势种群，根据浮游藻类密度定量统计，优势种群数量达到  $0.5 \times 10^7 \sim 1.5 \times 10^7$  个/L，占藻类总量的 89.7%~94.9%。

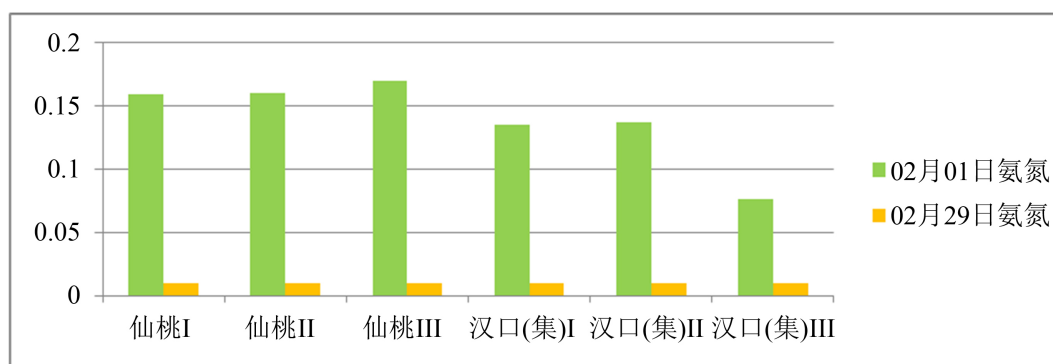


Figure 7. Schematic diagram of contrastive analysis on ammonia nitrogen content  
图 7. 氨氮含量对比分析示意图

小环藻属硅藻门，颜色为褐红色、略有腥味，没有毒性，不会对人体造成显著危害。

### 5) 氨氮含量对比分析

分析结果表明(见图 7)，水华发时，氨氮含量明显下降，从 0.1~0.2 mg/L 下降至小于 0.02 mg/L。

## 3. 指标变化理论分析

从理论上分析：汉江中下游水体发生水华时，藻类生长繁殖过程中，发生光合作用吸收了水体中的酸性物质  $\text{CO}_2$ ，造成水体偏碱性，pH 值升高；光合作用过程同时生成  $\text{O}_2$ ，引起水体中溶解氧过饱和；藻类大量繁殖，引起水体叶绿素含量大幅增加；藻类生长繁殖过程中，营养盐氨氮被吸收，引起水体氨氮含量降低。

## 4. 讨论

汉江中下游发生水华时，水体颜色变深，影响水体感官性状，小环藻属硅藻门，颜色为褐红色、略有腥味，没有毒性，不会对人体造成显著危害，部分水质参数含量变化会引发一些问题。

### 1) pH 值升高

根据相关研究[12]，当 pH 值达到 9.5 以上时，引起鱼体分泌大量黏液，生长停止，甚至可能造成死亡；长期灌溉碱性水，会引起土壤盐碱化；细菌适宜的生活环境即是碱性的，碱性水更有助于细菌繁衍等。

### 2) 藻类的大量繁殖

水华藻类的大量繁殖，水体颜色变深，影响感官，饮用水中会有腥味，同时藻类的死亡，重新向水体释放营养物质，造成二次污染。对饮用水源地的供水造成一定影响，需要增加针对水华的水处理措施。

## 基金项目

长江科学院开放研究基金资助项目(CKWV2015237/KY)，国家重点研发计划“全球变化及应对”重点专项(2016YFA0600900)。

## 参考文献 (References)

- [1] 陈根祥, 胡高平, 张德兵. 汉江发生“水华”的水文因素[J]. 长江职工大学学报, 2002, 19(1): 57-58.  
CHEN Genxiang, HU Gaoping and ZHANG Debing. Hydrographic factors of water bloom in the Hanjiang River. Journal of Changjiang Vocational University, 2002, 19(1): 57-58. (in Chinese)
- [2] 谢平, 窦明, 夏军. 南水北调中线工程不同调水方案下的汉江水华发生概率计算模型[J]. 水利学报, 2005, 36(6): 727-732.  
XIE Ping, DOU Ming and XIA Jun. Water bloom occurrence probability calculation model in Hanjiang River under different water transfer schemes of the middle route of South to North Water Transfer Project. Shuli Xuebao, 2005, 36(6): 727-732. (in Chinese)
- [3] 卢大远, 刘培刚. 汉江下游突发“水华”的调查研究[J]. 环境科学研究, 2000, 13(2): 28-31.

- LU Dayuan, LIU Peigang. The investigation of water bloom in the downstream of Han River. *Research of Environmental Science*, 2000, 13(2): 28-31. (in Chinese)
- [4] 况琪军, 谭渝云, 万登榜, 张家玉. 汉江中下游江段藻类现状调查及“水华”成因分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2000, 9(1): 65-70.  
KUANG Qijun, TAN Yuyun, WAN Dengbang and ZHANG Jiayu. Investigation and analysis of current situation in the middle and lower reaches of Hanjiang River and algae bloom formation. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2000, 9(1): 65-70. (in Chinese)
- [5] 谭铁强, 黄渤, 徐立, 杨启富. 汉江枯水期藻类生长调查[J]. *环境与健康杂志*, 2002, 19(2): 136-137.  
TAN Tieqiang, HUANG Bo, XU Li and YANG Qifu. Investigation on proliferation of algae in Hanjiang River during low water period. *Journal of Environment and Health*, 2002, 19(2): 136-137. (in Chinese)
- [6] 夏军. 汉江富营养化动态模型研究[J]. *重庆环境科学*, 2001, 23(1): 20-23.  
XIA Jun. Dynamic model of eutrophication in Hanjiang River. *Chongqing Environmental Science*, 2001, 23(1): 20-23. (in Chinese)
- [7] 王红萍, 夏军, 谢平, 窦明. 汉江水华水文因素作用机理[J]. *长江流域资源与环境*, 2004, 13(3): 282-285.  
WANG Hongping, XIA Jun, XIE Ping and DOU Ming. Mechanisms for hydrological factors causing algal blooms in Hanjiang River. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2004, 13(3): 282-285. (in Chinese)
- [8] 殷大聪, 黄薇, 吴兴华, 宋立荣. 汉江水华硅藻生物学特性初步研究[J]. *长江科学院院报*, 2012, 29(2): 6-10.  
YIN Dacong, HUANG Wei, WU Xinghua and SONG Lirong. Preliminary study on biological characteristics of spring diatom bloom in the Hanjiang River. *Journal of Yangtze River Scientific Research Institute*, 2012, 29(2): 6-10. (in Chinese)
- [9] 谢平, 肖婵, 许斌. 南水北调中线工程对汉江中下游水环境的影响[C]//湖北省水利学会. 实行最严格水资源管理制度高层论坛论文集. 武汉: 湖北省水利学会, 2010.  
XIE Ping, XIAO Chan and XU Bin. The Influence of the south-to-north water transfer project on the water environment in the middle and lower reaches of Hanjiang River//Hubei Water Conservancy Society. The implementation of the most stringent water management system forum. Wuhan: Hubei Water Conservancy Society, 2010. (in Chinese)
- [10] 中华人民共和国水利部. SL219-2013, 水环境监测规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2013.  
The Ministry of Water Resources of the People's Republic of China. SL219-2013, Regulation for water environmental monitoring. Beijing: China Water & Power Press, 2013. (in Chinese)
- [11] 国家环境保护总局编. 水和废水监测分析方法[M]. 第四版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.  
The State Environmental Protection Administration. Water and wastewater monitoring and analysis method. Fourth Edition. Beijing: China Environmental Science Press, 2002. (in Chinese)
- [12] 窦明, 谢平, 夏军, 沈晓鲤, 方芳. 汉江水华问题研究[J]. *水科学进展*, 2002, 13(5): 557-561.  
DOU Ming, XIE Ping, XIA Jun, SHEN Xiaoli and FANG Fang. Study on algal bloom in Hanjiang River. *Advances in Water Science*, 2002, 13(5): 557-561. (in Chinese)