

# *Eichhornia crassipes* Emergency Investigation in the Wuhan Section of Changjiang River and Hanjiang River Downstream

Bao Qian, Junjie Bian, Qi Wang, Shanpeng He

Bureau of Hydrology, Changjiang River Water Resources Commission (CWRC), Wuhan Hubei  
Email: jacber@163.com

Received: Jan. 6<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jan. 23<sup>rd</sup>, 2016; published: Feb. 5<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

In August 2015, there was an outbreak of *Eichhornia crassipes* in the Wuhan section of Changjiang River and Hanjiang River downstream. The Bureau of Hydrology, Changjiang River Water Resources Commission immediately launched the emergency monitoring plan to conduct field survey. Results of the survey show that *Eichhornia crassipes* in the Wuhan section of Changjiang River is mainly from the tributaries of Hanjiang River, such as Hanzha River. The *Eichhornia crassipes* in the branch of Hanjiang River mainly come from the lower reaches of Hanjiang River in plain river network area. In the flood period when *Eichhornia crassipes* grows vigorously, the sudden heavy rainfall leads to the river water level rising, which will discharge *Eichhornia crassipes* gathering in the still water into the river downstream, until Changjiang River. The outbreak of *Eichhornia crassipes* event although does not have a greater impact to the water quality of Changjiang River, it has already caused great attention of the concerned department.

## Keywords

*Eichhornia crassipes*, Emergency Monitoring, Hanjiang River, Water Quality

---

# 长江干流武汉段及汉江下游水葫芦应急调查及分析

钱 宝, 卞俊杰, 王 琪, 何善鹏

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。

长江水利委员会水文局，湖北 武汉  
Email: jacber@163.com

收稿日期：2016年1月6日；录用日期：2016年1月23日；发布日期：2016年2月5日

## 摘要

自2015年8月起，长江干流武汉段及汉江下游爆发水葫芦入侵现象。长江水利委员会水文局组织应急调查小组进行实地调查。结果发现，汉江水葫芦主要由涵闸河等汉江支流排入，而汉江支流水葫芦主要来源于汉江下游平原河网地区。在汛期水葫芦生长旺盛期间，突发性的强降水导致内河水位抬高，从而将集聚于静水中的水葫芦排入河网，顺流而下，直至长江。本次爆发的水葫芦事件虽未对长江干流水质产生较大影响，但能引起有关部门的高度关注。

## 关键词

水葫芦，应急监测，汉江，水质

## 1. 引言

水葫芦学名凤眼莲(*Eichhornia crassipes*)，是一种原产于热带美洲的水生植物，早期引种是由于其具有观赏价值或可以用作动物饲料，后来发现水葫芦可以净化水体，治理河湖富营养化，于是在生态修复工程中得到了较广的应用[1][2]。但作为外来物种，其极强的繁殖力又容易对当地生态造成灾难性的后果，因此也被认为是世界上危害最为严重的恶性杂草之一[3]。

水葫芦高发地区主要分布在我国南方省市，而在武汉地区泛滥成灾也有近几十年的历史，最早仅见于汉江，后又由汉江漂流入长江。自从2001年起，每年自汛期8月份开始，长江干流武汉段及汉江下游均发生大量水葫芦入侵现象。2015年8月，汉江下游河道又发现有大量水葫芦异常生长，顺流沿江而下直至武汉城区长江干流，并在沿江回水、死水区大量聚集，对沿江的航运、水体水质、生产作业安全、景观、水生态等均产生不利影响。

面对今年汉江下游水葫芦入侵情况，长江水利委员会水文局立刻启动应急监测预案，组织应急调查小组，着重调查汉江下游水葫芦的来源、异常生长原因、迁移路线及其对水体水质、水生态的影响，以便提出科学合理的治理措施，以防水葫芦泛滥成灾。

## 2. 方法

2015年9月，调查小组以汉江入江口龙王庙断面为起点，沿江上溯，通过现场查勘、走访地方水利机构、进行公众调查等方式对水葫芦的成因、漂移路线、水面覆盖率等进行了调查，重点勘查了汉江入江口至汉北河新沟闸河段、水葫芦异常生长的汉江第二支流涵闸河，共调查河长近70余公里，并对敏感水域进行水质、水生态采样分析。此外，为了解水葫芦对长江武汉段及以下江段的影响，调查小组调查了长江中下游干流水体情况，并以37码头断面为分析对象，分析汉江水葫芦下行对长江中下游水体的影响。

### 2.1. 监测断面选取

根据汉江下游干流沿线水葫芦生长情况，选取了9个关键区域点位(见图1)，主要分布在武汉主城区的汉江入长江口段1个、汉江干流区域4个、源头区域4个；并以长江干流汉江汇入口下游37码头断面为参考，分析汉江水葫芦入侵对长江干流的影响。断面布设充分考虑了水葫芦的分布区域，较为全面、真实、客观地反映了

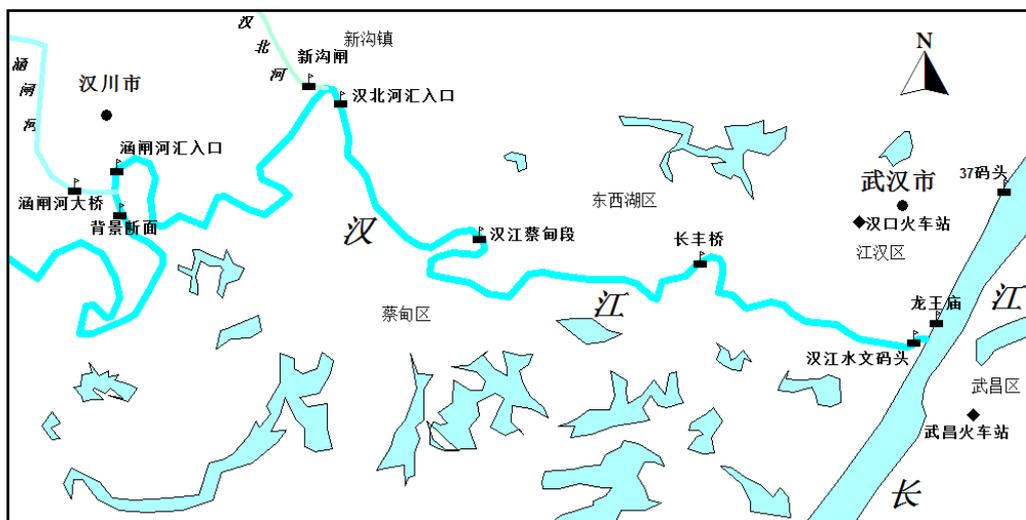


Figure 1. Monitoring sections distribution

图 1. 监测断面布置图

该区域的水环境质量及时空分布特性。

## 2.2. 样品采集与分析

根据《水环境监测规范》(SL219-2013) [4]和《水和废水监测分析方法(第四版)》[5],在各调查断面进行水质及水生态样品的采样和分析,其中现场监测水质参数6个:水体透明度、水温、pH、电导率、浊度、溶解氧等;实验室室内分析参数7个:叶绿素a、悬浮物、氨氮、总氮、总磷、高锰酸盐指数、浮游植物。具体参数及方法见表1。

## 3. 结果与讨论

### 3.1. 水葫芦来源

调查组从汉江汇入长江口的龙王庙断面开始调查,发现长江干流水葫芦主要由大藻及凤眼莲组成,主要来源于汉江。沿汉江干流逆流而上,在汉江水文码头断面,长丰桥断面均发现江面大量水葫芦正漂流而下,特别是在汉江蔡甸段,由于该段河流呈现“Ω”型,加之受长江回水顶托,汉江水体流速缓慢,导致大量“水葫芦”在江面漂浮集聚,水面覆盖率甚至超过80%,严重影响当地航运及工业取水。汉北河和涵闸河作为汉江的支流,是汉江下游平原河网的主要汇入口,据现场调查,该支流上游均有水葫芦生长迹象,而在涵闸河上游的汉江干流则未发现水葫芦,由此证明,汉江水葫芦主要来源于涵闸河等汉江支流。从当地群众得知,涵闸河泵站闸开闸放水前,闸内水葫芦大规模聚集,厚度甚至超过1m,开闸之后,所有水草均冲入汉江,由此引发大规模水葫芦入侵,在调查组现场调研时,还可以在岸边发现堆积大量因水位下降而残留下来的枯干水葫芦,这也再次证实本次水葫芦来源于汉江下游的平原河网区。

### 3.2. 现场水质状况

以《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) [6]作为评价依据,采用单因子评价法对上述9个监测断面进行水质评价。按照规范,河流中总氮不参与评价,但是新沟闸、泵站闸因闸门长期关闭,水流流速极为缓慢,相当于湖泊水体,故本文中,新沟闸下监测点和涵闸河泵站大桥监测点总氮参与评价。监测点污染状况见表2。

从表2可以看出,汉江干流水体总体水质良好,基本都在II类水体范围内,而新沟闸下和涵闸河水体则明显恶化,属V类水体,超标参数包括总氮、总磷两项,污染状况较为严重。

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	GB13195-1991	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	SL87-1994	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/T11894-1989	T6 新锐分光光度计
09	总氮	GB/T11894-1989	TU-1901 紫外分光光度计
10	氨氮	HJ/T 195-2005	气相分子吸收光谱仪 GMA3370
11	叶绿素 a	SL 88-2012	T6 新锐可见分光光度计
12	高锰酸盐指数	GB/T11892-1989	酸式滴定管
13	浮游植物鉴定	SL167-2014	25 号生物网、BX53 显微镜

Table 2. Pollution evaluation of sampling points

表 2. 各采样点污染状况评价

样品名称	所在水体位置	采样点水质类别	超标项目(倍数)
背景断面	汉江	II 类	\
涵闸河大桥	涵闸河	V 类	总氮(0.58) 总磷(2.20)
涵闸河汇入口	汉江	II 类	\
新沟闸	汉北河	V 类	总氮(0.81) 总磷(1.00)
汉北河汇入口	汉江	II 类	\
汉江蔡甸段	汉江	II 类	\
长丰桥	汉江	II 类	\
汉江水文码头	汉江	II 类	\
龙王庙	长江	II 类	\

选取 5 个代表性监测点(见表 3)进行浮游植物种类和数量分析。

从表 3 可以看出, 涵闸河背景浮游植物种类和数量较少, 水面无水葫芦漂浮, 水质状况良好。涵闸河汇入汉江口下游口和蔡甸段浮游植物种类和数量均有所增加, 从涵闸河和汉北河飘出到汉江干流的水葫芦有明显增多, 但在水葫芦生长茂盛的汉江蔡甸段, 浮游植物种类种群并未发生明显变化。汉江入长江口龙王庙监测点浮游植物种类数量最少, 可能是由于此处水体流场较复杂, 不利于浮游植物生长。浮游植物种类和数量明显增多的是涵闸河大桥监测点, 可能原因是从涵闸河上游天门、汉川等平原河网内河塘、沟、汉、湾、堰等富营养化水体随着泵站闸的开启进入涵闸河下游水域, 泵站闸关闭后大量水葫芦死亡并释放营养盐及有机物, 加重了该

**Table 3. The phytoplankton community structure**  
**表 3. 浮游植物群落结构组成表**

样品序号	监测点	蓝藻门	绿藻门	硅藻门	裸藻门	隐藻门	总计	优势种(属)	藻密度(cell/L)	氮磷比
1	背景断面	1	1	5	1	-	7	直链藻属	3.8×10 <sup>4</sup>	19.69
2	涵闸河大桥	-	9	5	2	1	18	空球藻属	5.6×10 <sup>5</sup>	9.88
3	涵闸河汇入口	1	2	4	1	1	9	直链藻属	1.7×10 <sup>5</sup>	15.29
6	汉江蔡甸段	-	1	5	1	-	7	直链藻属	1.7×10 <sup>5</sup>	16.34
9	龙王庙	-	1	3	-	-	4	小环藻属	6.0×10 <sup>3</sup>	16.84

地区的水体富营养化程度，为浮游植物的生长提供了良好的环境。

涵闸河背景、涵闸河汇入汉江口下游、汉江蔡甸段优势种直链藻属和龙王庙优势种小环藻属都是硅藻门中较为常见的藻类，从生物量分析远远达不到发生水华条件。另外，这四处水域氮磷比为 16:1 左右，与黄伟等人 [7] 的研究成果中提到的氮磷比为 16:1 时更适合硅藻生长结论相符。所以，合适氮磷比也许是硅藻为这些水域优势藻类的原因。涵闸河大桥附近水域绿藻种类较多，优势种为空球藻属，是绿藻门水华种。虽然目前的生物量达不到发生水华的条件，但在藻类种类分布上水华种所占比例较高，在未来环境条件适宜情况下有爆发水华的可能。

### 3.3. 水葫芦爆发原因分析

近年来由于环境污染和水体富营养化，水葫芦大量繁殖并侵占水面，改变了水体环境致使大量生物死亡，破坏了生态系统结构，给人类生活、生态环境和社会经济带来诸多问题。水葫芦的生长受多种环境因子影响，其中气象、水文以及水体营养化程度等因素与其泛滥成灾密切相关。

#### 3.3.1. 气象因素

温度和光照的适度增加不仅会加快水葫芦的生长速度，也会促进其分蘖的发生，因此是造成夏季水葫芦疯长的重要因素。湖北省 8、9 月份气温一直都在 20℃~35℃ 左右，而且多为晴天，为水葫芦的生长提供了极好的光照和气候条件。

#### 3.3.2. 水文因素

汉江上游 9 月份发生秋汛，汉江上游丹江口水库开闸泄洪，造成汉江水位上涨，所有向汉江内排洪的闸口全部关闭，造成闸内水位上升，水流减缓甚至静止，给水葫芦的生长提供了良好的水流条件。而地方政府，为确保辖区防洪、农业耕种等，需定期开闸放水，给水葫芦入侵提供了绝佳机会。

#### 3.3.3. 水体中富营养元素

水葫芦生长的营养元素主要是氮、磷、钾，根据本次调查提供的采样数据，汉江干流总氮、总磷含量普遍小于汉北河支流和涵闸河支流，为水葫芦的生长繁殖提供了充足的营养条件。

#### 3.3.4. 平原河网内水体污染因素

化肥过量使用及生活污水的随意排放，造成天门、汉川等平原河网内河塘、沟、汉、湾、堰等水域水体富营养化严重，导致水面水葫芦等外来物种疯长，经辖区内的河流逐级汇流，最终通过涵闸河等汉江支流排入汉江。

以上各种影响的综合，造成汉江各支流水葫芦的大量繁殖和聚集，对此次水葫芦大规模入侵提供了先决条件。相比往年水葫芦爆发的原因，气候变暖，水体富营养化条件均是共同的诱因，但有一点不同的是，往年由于汉江中游丹江口水库大坝加高，需要增加蓄水高度，使得下游水量减少，从而加剧了水葫芦泛滥现象；而这

次主要是由平原河网内湖汉、沟渠水体恶化导致水葫芦大面积积聚，最终在灌溉水量调配过程中涌入汉江干流，从而泛滥成灾。由此可见，加强汉江中下游平原河网地区农业面源污染的治理是将来治理水葫芦入侵的重点工作。

### 3.4. 对河流环境的影响

水葫芦的疯长，对流域生态环境构成严重威胁。大量生长在江面的水葫芦遮盖了水中阳光，吸收水中氧气，使得水中的其他植物不能进行光合作用，而水中的动物没有得到充分的空气与食物，不能够维持水中的生态平衡。同时，水葫芦的根叶会迅速腐烂，不仅堵塞水上交通，还会污染水源，破坏水下动物的食物链，导致水生动物死亡。

此次调查以汉江入长江口下游的 37 码头断面为分析对象，着重分析汉江水葫芦爆发对长江干流水环境的影响。

#### 3.4.1. 水葫芦事件对长江干流水体水质影响

表 4 为水葫芦爆发前后(7 月~9 月) 37 码头部分水质监测结果。

从表 4 可知，汉江水葫芦爆发前后的 7 月至 9 月，37 码头断面主要水质指标无较大变化，结合过去多年对长江干流水质监测成果[8]，说明至目前为止，汉江水葫芦事件未对长江干流水质造成较大影响。但由于目前水葫芦还未到衰败枯萎阶段，如不及时打捞处理，恐会对长江干流水质产生较大影响。

#### 3.4.2. 水葫芦事件对长江干流水生态影响

表 5 列出了 37 码头断面 7、8、9 月浮游植物种类和数量的监测情况。

7、8、9 月为水葫芦爆发时期，从长江干流 37 码头浮游植物群落组成和细胞密度可以看出，气温较高的 8 月浮游植物在种类和数量上比 7 月和 9 月略有提高。7 月和 9 月优势种为硅藻门直链藻属，而 8 月优势种为蓝藻门微囊藻属。直链藻属为 37 码头水生态监测常见藻类，而微囊藻属是蓝藻门水华种，在以往该断面水生态监测中从未发现。8 月水温高达 29.3℃，磷含量较高，是微囊藻适宜生长的环境，且在此期间是水葫芦爆发高峰期，水体有机质含量较丰富，可能是造成微囊藻出现的原因之一。故在水葫芦爆发高峰期，水华藻种的出现也预示着长江干流面临水华爆发的风险，如不及时处理应对水葫芦事件，将很有可能迎来新一轮的水华事件。

**Table 4.** Water quality monitoring results of 37 docks in July, August and September

**表 4.** 37 码头断面 7、8、9 月水质监测结果表

月份	水温(℃)	溶解氧(mg/L)	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	氨氮(mg/L)	总氮(mg/L)	总磷(mg/L)
7	25.9	7.23	2.0	0.031	1.928	0.10
8	29.3	6.98	2.6	0.028	1.800	0.14
9	27.4	7.60	2.8	0.026	1.953	0.09

**Table 5.** The phytoplankton community structure of 37 docks in July, August and September

**表 5.** 37 码头断面 7、8、9 月浮游植物群落结构组成

月份	蓝藻门	绿藻门	硅藻门	甲藻门	裸藻门	总计	优势种	藻密度(cell/L)
7	-	1	3	1	-	5	直链藻属	1.6 × 10 <sup>5</sup>
8	1	4	5	1	-	11	微囊藻属	2.6 × 10 <sup>5</sup>
9	-	2	5	-	1	8	直链藻属	1.6 × 10 <sup>5</sup>

## 4. 总结

通过本次应急调查发现, 汉江水葫芦主要由涵闸河等汉江支流排入, 而汉江支流水葫芦主要来源于汉江下游平原河网地区的河、塘、沟、汊、湾、堰等小型富营养化水体。在汛期水葫芦生长旺盛期间, 突发性的强降雨导致内河水位抬高, 从而将集聚于静水中的水葫芦排入河网, 顺流而下, 直至长江。目前, 本次爆发的水葫芦事件虽未对长江干流水质产生较大影响, 但应当引起相关部门的重视。

分析水葫芦爆发的原因, 归根揭底是由于汉江下游平原河网水体富营养化所致。经本次应急调查发现, 导致汉江下游水体富营养化的主要来源并非来自汉江干流, 而是来源于汉江下游的平原河网区。由于该区域基础设施相对落后, 农业面源污染严重, 加之经复杂的平原河网水系流入汉江干流, 有关部门很难监管到位, 所以汉江水葫芦、水华等突发性灾害并非偶然, 而是日积月累的结果, 当地政府应该给予足够的重视, 采取科学合理的治理办法, 如加强农业面源污染的治理, 改善生境条件, 调整农业种植结构, 科学施肥等措施, 从根本上解除病根, 否则水葫芦和水华只会相辅相成, 逐年加剧。

## 基金项目

长江科学院开放研究基金资助项目(CKWV2015237/KY)。

## 参考文献 (References)

- [1] 万志刚, 沈颂东, 顾福根, 等. 几种水生维管束植物对水中氮、磷吸收率的比较[J]. 淡水渔业, 2004, 34(5): 6-8.  
WAN Zhigang, SHEN Songdong, GU Fugen, et al. Comparison of the absorption rate of nitrogen and phosphorus in different kinds of aquatic vascular plants. *Freshwater Fisheries*, 2004, 34(5): 6-8. (in Chinese)
- [2] 周庆, 韩士群, 严少华, 等. 富营养化湖泊规模化种养的水葫芦与浮游藻类的相互影响[J]. 水生生物学报, 2012, 36(4): 783-791.  
ZHOU Qing, HAN Shiqun, YAN Shaohua, et al. The mutual effect between phytoplankton and water hyacinth planted on a large scale in the eutrophic lake. *ACTA HYDROBIOLOGICA SINICA*, 2012, 36(4): 783-791. (in Chinese)
- [3] MILNER-GULLAND, E. J. Knowing the value of nature. *Nature*, 2001, 410(6830): 751-752.  
<http://dx.doi.org/10.1038/35071161>
- [4] SL219-2013, 水环境监测规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2013.  
SL219-2013, Regulation for water environmental monitoring. Beijing: China WaterPower Press, 2013. (in Chinese)
- [5] 国家环境保护总局编. 水和废水监测分析方法[M]. 第4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. 4th Edition. Beijing: China Environmental Science Press, 2002. (in Chinese)
- [6] GB3838-2002, 地表水环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.  
GB3838-2002, The surface water environmental quality standard. Beijing: China Environmental Science Press, 2002. (in Chinese)
- [7] 黄伟, 朱旭宇, 曾江宁, 等. 氮磷比对浙江近岸浮游植物群落结构影响的实验研究[J]. 海洋学报, 2012, 34(5): 128-138.  
HUANG Wei, ZHU Xuyu, ZENG Jiangning, et al. Microcosm experiments on the influence of different N/P ratios on phytoplankton community structure in the coast of Zhejiang Province. *Acta Oceanologica Sinica*, 2012, 34(5): 128-138. (in Chinese)
- [8] 胡高平, 卞俊杰. 三峡水库蓄水前后干流汉口站水质变化分析[J]. 人民长江, 2013, 44(2): 89-91.  
HU Gaoping, BIAN Junjie. Analysis of the Three Gorges Reservoir before and after the change of water quality in Hankou Station. *Yangtze River*, 2013, 44(2): 89-91. (in Chinese)