

藻类快速检测新技术在三峡水华监测中的应用

沈 强^{1,2}, 向 想 民³, 张 礼 嘉^{1,4}, 胡 俊¹

(1. 水利部 中国科学院 水工程生态研究所, 湖北 武汉 430079; 2. 水利部 水工程生态效应与生态修复重点实验室, 湖北 武汉 430079; 3. 湖北工业大学 轻工学部材料学院, 湖北 武汉 430068; 4. 安徽理工大学 测绘学院, 安徽 淮南 232001)

摘要:近年来,三峡水库藻类水华频发,而传统的藻类检测方法由于分类鉴定工作量大,难以适应野外大批量样品快速准确分析的要求,因此,开展水华的快速监测和鉴定工作迫在眉睫。在藻类形态特征识别与快速定量检测方面,流式细胞摄像系统(FlowCAM)是目前先进可靠的方法。采用流式细胞摄像系统技术对三峡水库水华藻类样品建立了藻类特征的自动鉴定标准,进行藻类快速检测分析,并与显微镜人工检测方法进行对比研究。结果表明:三峡库区各支流采样点鉴定出的优势藻类为4~10种;小江黄石、小江河口、大宁河和梅溪河采样点优势种依次为飞燕角甲藻、微囊藻、拟多甲藻和颗粒直链藻,检测 results 和显微镜方法检测结果一致;FlowCAM 可在15 min内快速完成藻类鉴定分析,测量精度高,有传统检测方法不可比拟的优势。总之,FlowCAM 为水华藻类的快速检测提供了一个行之有效的办法。

关 键 词:水华; 流式细胞摄像系统; 快速鉴定; 三峡水库

中图法分类号: X52

文献标志码: A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.21.004

1 背景概述

近年来,三峡水库藻类水华频频发生,给水生态环境带来危害。水华藻类消亡时水体溶解氧被大量消耗,可造成鱼、虾、贝等水生动物因缺氧窒息而亡;同时水华藻类毒素对浮游动物、鱼类、水禽、家畜及人类都具有毒害作用;有些藻类能产生异味物,直接影响供水安全和人民群众健康^[1]。此外,三峡水库水华的发生对水体景观也会造成负面影响。因此,开展三峡库区水华藻类的防治和快速检测预警是迫在眉睫的工作。

传统的藻类检测的方法是利用光学显微镜技术,由于分类鉴定工作量较大,难以适应野外大批量样品快速准确分析的要求,且不能进行原位的实时监测,在实际应用中具有一定局限性。目前,国内开展的藻类监测试点工作也以传统方法为主,开展藻类快速监测技术研究有助于提高水利系统水生态在线实时监测能力。

随着生物和电子科技的发展,目前藻类快速监测领域已发展出荧光光谱法^[2]、流式细胞术、HPLC 技术、显微成像技术、分子探针技术等^[3]。这些方法的优缺点如下。

荧光光谱法可通过识别分析不同门类藻类的特异性荧光光谱,实现基于荧光光谱的藻类快速监测。该方法在1983年就得到美国环境保护署(EPA)的推广应用^[2]。然而目前荧光光谱法尚局限于对硅藻/甲藻、绿藻、隐藻和蓝藻4个门类的快速识别,还无法获取藻类形态信息,具一定局限性。

流式细胞术也是较早用于藻类快速监测的方法。流式细胞仪本身没有图像采集功能,主要用于区分自养和异养、原核和真核浮游生物类群,特别适用于对微型和微微型浮游生物类群的分析。该方法同样存在藻类种类直接识别的困难。

HPLC 技术针对浮游植物光合色素差异,能够有效进行大量样品分析,但目前一般只能区分浮游植物大

门类,如蓝藻、硅藻、甲藻,还达不到区分到种类的水平。此外,环境变化以及不同细胞生长周期也会导致浮游植物的光合色素发生变化,从而导致分类结果受到影响。

显微成像方法包括光学显微观察、电镜观察、荧光显微方法等。光学显微观察可分辨到种,但前处理工作复杂,样品鉴定必需由经验丰富的分类学专家进行,耗时费力;电镜放大倍数高,有利于辨别疑似种,但样品制备和操作鉴定过程过于复杂;荧光显微观察则多用于自发荧光的生物。

分子探针方法是利用核酸的结构及其识别能力上的特点,进行疑似藻类种类的界定分析,但使用前必须预先获知详实的已知种类的基因组数据,否则疑似种类就无法与之比较。该方法操作过程繁琐,目前仅停留于实验室阶段。

在上述快速监测技术基础上,一种综合流式细胞术和显微摄像术的检测手段逐渐成熟。流式细胞摄像系统(Flow Cytometer And Microscope, FlowCAM)为美国 Fluid Imaging Technology 公司研发的一款同类仪器中的先进监测设备^[4],具备快速计数流体细胞功能,同时自动捕获生物体的图像,弥补了流式细胞术无法获得图像的缺陷。监测数据经进一步图像处理软件分析,可用于建立图像识别数据库,并实现自动识别到种类水平。该技术目前已在欧美国家得到广泛运用,主要用于赤潮藻类水华的监测预警、藻类生态学研究领域中^[5]。近年来,国内也逐渐开展了相关研究,主要集中在海洋赤潮藻类快速自动鉴定上^[6-7]。淡水水体中的水华藻类快速监测工作亟待开展。

本文针对三峡库区藻类水华危害现状,运用流式细胞摄像系统开展水华快速监测技术应用的研究。通过筛选检测参数、建立水华藻类特征鉴定标准,并与光学显微镜检测方法进行对比研究,探讨该技术在三峡库区水华藻类快速监测中应用。

2 水藻监测

2011 年 1~6 月,分别在三峡库区主要支流梅溪河、小江、大宁河用 25 号浮游生物网采集浮游植物样品。样品收集后加 5% 甲醛固定,用 FlowCAM 仪器进行检测分析。通过对比不同 FlowCAM 检测参数下藻类监测的图像识别效果,确定了三峡库区藻类水华监测的最佳参数;采用 VisualSpreadsheet 软件对获取的藻类光学特征进行统计分析,得到飞燕角甲藻的特定光学特征并建立了用于藻类自动鉴定的图谱库;最后将 FlowCAM 的浮游植物样品鉴定结果编制成名录表,并与人工光学显微镜鉴定结果进行对比分析。光学显

微镜检测表明,采集的 4 种浮游植物样品为三峡库区几种典型的水华藻类,依次涵盖了水华蓝藻、水华甲藻和硅藻,具有较典型的代表意义。

3 结果与分析

3.1 水华藻类鉴定调试参数

藻类水华鉴定的仪器最佳参数,由对比分析各种检测参数下藻类监测的图像识别效果并结合人工光学显微镜法综合判定。FlowCAM 调试参数见表 1。

表 1 FlowCAM 调试参数设置

流动池 / μm	物镜	管线 内径/cm	流动池 / μm	物镜	管线 内径/cm
100	10x	0.16	1000	4x	0.5
300	4x	0.16	1000	2x	0.5

显微镜检测发现,在三峡库区所采集的水样中,优势藻种依次为:水华微囊藻(群体形态)、飞燕角甲藻、拟多甲藻和颗粒直链藻极狭变种,多为危害性较大的水华藻类。样品粒径大小分布依次为水华微囊藻、飞燕角甲藻、拟多甲藻。通过 FlowCAM 仪器检测发现,水华微囊藻为大小不一的群体形态,粒径可达 250 μm 以上,飞燕角甲藻和拟多甲藻相对较小;而拟颗粒直链藻长度可达到 200 μm 以上。由于被检测物的光学特征差异较大,以上不同大小、不同类型的藻类对应的最佳监测条件有所不同。

经反复实验调整仪器设置参数,得到三峡库区浮游植物的最佳监测条件,见表 2。FlowCAM 仪器对单一藻类优势度高、藻细胞密度较大的水样样品图像识别效果最佳,远高于其他样品。

表 2 用于三峡库区水华藻类分析的 FlowCAM 参数

样品来源	主要优势藻类	FlowCAM 检测参数		
		流动池/ μm	物镜	检测时间/min
小江河口	水华微囊藻	1000	2x	15
小江黄石	飞燕角甲藻	300	4x	15
大宁河	拟多甲藻	300	4x	15
梅溪河	颗粒直链藻极狭变种	300	4x	15

分析结果表明,除了主要优势藻类为大群体形态存在的微囊藻样品外,三峡库区水华藻类样品的最佳监测条件为 300 μm 流动池和 4x 物镜。群体形态的水华微囊藻样品最佳监测条件为 1 000 μm 流动池和 2x 物镜。对于优势藻类丰度较低的水样,推荐首先使用 100 μm 及 10x 物镜观察后再根据监测结果进一步调整。

3.2 藻类特征自动鉴定标准

采用上述最佳监测条件进行样品检测,捕获的藻类图像清晰,信息量丰富,可以达到良好的藻类鉴定效

果(见图 1)。研究结果表明,FlowCAM 适合于群体微囊藻、飞燕角甲藻和拟多甲藻等水华藻类的样品分析鉴定。该仪器在三峡库区支流浮游藻类尤其是水华藻类的检测中应用具有较高的可行性。

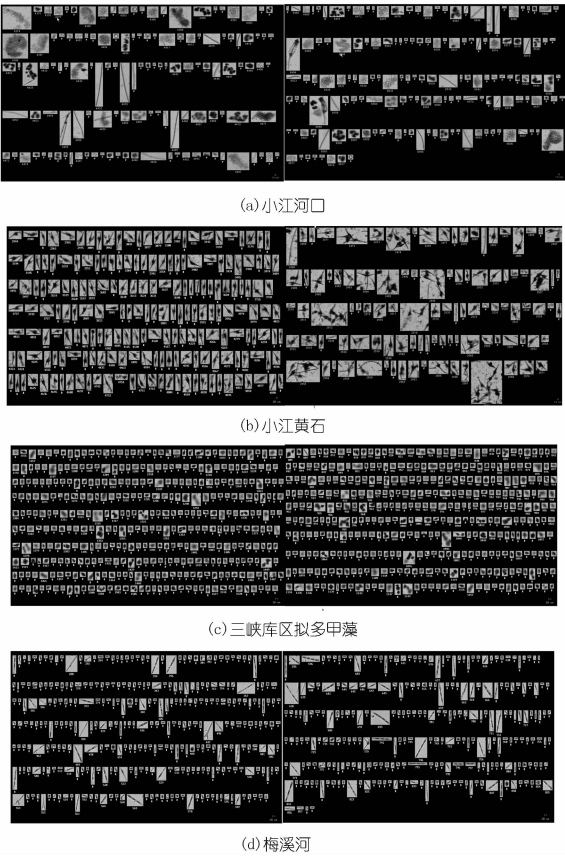


图 1 三峡库区及支流 FlowCAM 检测图谱

对 FlowCAM 检测拍摄的数据,随机选取 100 个飞燕角甲藻图像,通过 VisualSpreadsheet 软件对获取的藻类光学特征进行统计分析,得出 21 种藻类特定光学信息并进一步分析,得到飞燕角甲藻的特定光学特征,见表 3。

运用表 3 筛选建立藻类的光学特征筛选条件,继续对从水样中捕获的特征颗粒进行分选,分选出的颗粒藻类形态特征明显。采用光学鉴定辅以专家判断方法,由该鉴定标准分选出的藻类图谱图形清晰,可判定为同一种藻类,上述建立的藻类特征的鉴定标准可行。

3.3 三峡库区藻类样品的快速鉴定分析

采用 VisualSpreadsheet 工作站进行图像聚类识

别,结合专家判定等处理技术,统计识别出的藻类并编制三峡库区不同支流采样点的藻类名录表。

FlowCAM 检测的三峡库区几种支流藻类名录见表 4。根据检测结果可知,每条支流样点可用仪器快速鉴定出的藻类在 4 ~ 10 个;小江黄石采样点优势藻类主要为飞燕角甲藻和小席藻,小江河口样点优势藻类为铜绿微囊藻;大宁河以拟多甲藻为优势种;梅溪河优势种则为微囊藻和颗粒直链藻。与人工鉴定结果(表 5)相对照表明,FlowCAM 仪器可在 15 min 内快速完成数据获取和藻类分析,藻类的主要优势种的鉴定结果准确快速。

为探讨 FlowCAM 检测精度,取小江黄石水华样品,分别采用 FlowCAM 和显微镜方法(Olympus BX - 51, ×400),随机测量 20 个飞燕角甲藻图像的形态指标并对比分析(见表 6)。结果显示两种方法测量结果无显著差异,总体上看,FlowCAM 测量藻体长度的标准偏差更小,精确度高。FlowCAM 在检测速度和精度上,具传统藻类鉴定方法不可比拟的优势。

4 讨论

FlowCAM 藻类鉴定技术具有样品分析自动化、数字化存储、高效快速等多项优点,是人工光学显微镜观察方法不可比的。该研究开展了群体微囊藻、飞燕角甲藻、拟多甲藻、颗粒直链藻等 4 种三峡库区中常见水华藻类的检测分析,获取的图像分辨率高,优势种鉴定结果也与人工光学显微镜法一致,检测效果较好。已有研究表明,FlowCAM 适合检测直径大于 5 μm,密度大于 3 × 10⁵ ind/L 的藻类,藻类鉴定速度快^[8]。该研究再次证明,FlowCAM 非常适用于淡水水华藻类样品的快速检测。同时,FlowCAM 可在 15 min 内完成一个水样中的藻类鉴定分析,达到常规光学显微镜计数方法需要在 2 d 左右(水样的浓缩、纯化、固定需要 24 h)才可完成的工作量,可大幅度减少藻类样品鉴定分析的工作量,并能对所得的数据进行自动化统计分析和种类判别。因此,在水华暴发期间,可考虑采用流式细胞摄像系统代替常规光学显微镜计数方法,以加大监测频率,为水华监测预警工作创造有利条件。

然而,本次研究中也存在 FlowCAM 检测方法

表 3 飞燕角甲藻光学特征(n =100)

特征值	长宽比	蓝色光	绿色光	红色光	圆形度	密度度	凸周长	ABD 直径/μm	ESD 直径/μm	边缘 梯度	延伸率	光强度	长度/ μm	周长/ μm	蓝 绿比	红 蓝比	红 绿比	粗糙度	Sigma 强度	透明度	宽度/ μm
最小值	0.1363	57.5035	49.6055	48.0260	0.0000	3.2376	239.5483	35.1404	67.1337	100.5329	8.0470	46.9946	99.5735	263.7312	0.9940	0.6446	0.8620	1.0955	30.4121	0.3706	19.6757
最大值	0.5022	108.5610	87.3362	86.8851	0.1694	8.4266	631.0701	89.2127	191.6799	211.3867	24.4317	81.7820	277.7471	921.5601	1.5589	0.9823	1.0945	1.4986	39.8812	0.5426	86.8540
平均	0.2594	83.3109	70.5255	70.1956	0.0392	4.7860	433.4547	68.6124	128.8170	156.7654	12.9543	68.4418	191.0167	550.5688	1.1818	0.8476	0.9933	1.2561	35.9247	0.4648	49.3353
方差	0.0742	14.0265	9.9482	11.2142	0.0492	1.0227	62.6713	9.2606	19.9362	27.6702	3.2302	10.3536	29.3882	109.3015	0.1230	0.0812	0.0491	0.1096	2.8088	0.0417	14.8462

表 4 藻类鉴定名录 (FlowCAM 仪器鉴定方法)

门类	种类	小江黄石	小江河口	大宁河	梅溪河	门类	种类	小江黄石	小江河口	大宁河	梅溪河
甲藻门	飞燕角甲藻 <i>Ceratium hirundinella</i>	+	+		+	绿藻门	小球藻 <i>Chlorella vulgaris</i>		+		
	拟多甲藻 <i>Peridiniopsis</i> sp.		+	+			集星藻 <i>Actinastrum hantzschii</i>		+		
蓝藻门	鱼腥藻 <i>Anabaena</i> sp.	+	+				镰形纤维藻 <i>Ankistrodesmus falcatus</i>	+			
	小席藻 <i>Phormidium tenue</i>	+	+		+		单角盘星藻具孔变种 <i>Pediastrum simplex</i> var. <i>duodenarium</i>				+
	水华微囊藻 <i>Microcystis flos - aquae</i>	+	+		++	硅藻门	颗粒直链最窄变种 <i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i>		+	+	++
	微囊藻 <i>Microcystis</i> sp.		++		+		尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>		+	+	
	卷曲鱼腥藻 <i>Anabaena circinalis</i>				+	合计		5	10	4	7
隐藻门	卵形隐藻 <i>Cryptomonas ovata</i>		+	+							

表 5 藻类鉴定名录 (光学显微镜鉴定方法)

种类	小江黄石	小江河口	大宁河	梅溪河	种类	小江黄石	小江河口	大宁河	梅溪河
蓝藻门 <i>Cyanophyta</i>					卵形双菱藻 <i>S. ovata</i>				+
水华微囊藻 <i>M. flos - aquae</i>	++	+	+	+++	粗壮双菱藻纤细变种 <i>S. robusta</i> var. <i>splendida</i>				+
铜绿微囊藻 <i>M. aeruginosa</i>		++		+	隐藻门 <i>Cryptophyta</i>				
不定微囊藻 <i>M. incerta</i>				+	卵形隐藻 <i>Cryptomonas ovata</i>				+
两栖颤藻 <i>O. tenuis</i>	+		+	+	嗜蚀隐藻 <i>Cryptomonas erosa</i>			+	+
小颤藻 <i>O. tenuis</i>	+	+	+		甲藻门 <i>Dinophyta</i>				
泥污颤藻 <i>O. limosa</i>	+	+	+	+	多甲藻 <i>Peridinium</i> sp.				+
美丽颤藻 <i>O. formosa</i>			+		拟多甲藻 <i>Peridiniopsis</i> sp.			+++	+
类颤藻鱼腥藻 <i>A. oscellarioides</i>	+	+		+	飞燕角甲藻 <i>Ceratium hirundinella</i>	+++	+	+	+
卷曲鱼腥藻 <i>A. circinalis</i>	+	+		+	裸藻门 <i>Euglenophyta</i>				
水华鱼腥藻 <i>A. flos - aquae</i>				+	膝曲裸藻 <i>Euglena geniculata</i>				+
固氮鱼腥藻 <i>Anabaena azotica</i>			+		血红裸藻 <i>E. sanguinea</i>				+
水华束丝藻 <i>Aphanizomenon flos - aquae</i>	+	+		+	梭形裸藻 <i>E. acus</i>				+
小席藻 <i>P. tenuis</i>	++	+			尾裸藻 <i>E. caudata</i>				+
为首螺旋藻 <i>S. princeps</i>			+		易变裸藻 <i>Euglena mutabilis</i>				+
硅藻门 <i>Bacillariophyta</i>					喙状鳞孔藻 <i>Lepocinclis playfairiana</i>				+
颗粒直链最窄变种 <i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	+	+	+	++	绿藻门 <i>Chlorophyta</i>				
螺旋颗粒直链藻 <i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i>				+	球四鞭藻 <i>Carteria globosa</i>				+
变异直链藻 <i>M. varians</i>			+	+	浮球藻 <i>Planktosphaeria gelatinosa</i>		+		
小环藻 <i>Cyclotella</i> sp.			+	+	空球藻 <i>Eudorina</i> sp.	+	+	+	
星形冠盘藻 <i>Stephanodiscus astraea</i>			+		芒维藻 <i>Errerella bornhemiensis</i>				+
扎卡四棘藻 <i>Attheya zachariasii</i>				+	拟菱形弓形藻 <i>Schroederia nitzschoides</i>				+
克洛脆杆藻 <i>F. crotonensis</i>				+	针形纤维藻 <i>Ankistrodesmus acicularis</i>				+
尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>		+	+	+	狭形纤维藻 <i>A. angustus</i>				+
偏凸针杆藻 <i>S. vaucheriae</i>			+		镰形纤维奇异变种 <i>A. falcatus</i> var. <i>mirabilis</i>		+		
偏凸针杆藻小头变种 <i>S. vaucheriae</i> var. <i>capitellata</i>	+	+	+		双射盘星藻 <i>P. biradiatum</i>			+	+
肘状针杆藻窄变种 <i>S. ulna</i> var. <i>contracta</i>			+		二角盘星藻纤细变种 <i>P. duplex</i> var. <i>gracillimum</i>			+	+
窗格平板藻 <i>Tabellaria fenestrata</i>			+		单角盘星藻 <i>P. simplex</i>				+
普通等片藻 <i>Diatoma vulgare</i>			+		单角盘星具孔变种 <i>P. simplex</i> var. <i>duodenarium</i>		+	+	+
钝脆杆藻 <i>Fragilaria capucina</i>			+		盘星藻 <i>Pediastrum clathratum</i>		+	+	+
细布纹藻 <i>Gyrosigma kützingii</i>			+		四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i>			+	
双头辐节藻 <i>Stauroneis anceps</i>			+		尖细栅藻 <i>S. acuminatus</i>				+
短小舟形藻 <i>N. exigua</i>			+		弯曲栅藻 <i>S. arcuatus</i>		+		+
线形舟形藻 <i>N. graciloides</i>			+		双对栅藻 <i>S. bijuga</i>				+
嗜盐舟形藻 <i>N. halophila</i>			+		二形栅藻 <i>S. dimorphus</i>				+
喙头舟行藻 <i>N. rhynchocephala</i>			+		斜生栅藻 <i>S. obliquus</i>				+
简单舟形藻 <i>N. simplex</i>			+		集星藻 <i>Actinastrum hantzschii</i>		+		+
近缘桥弯藻 <i>Cymbella affinis</i>			+		小空星藻 <i>Coelastrum microporum</i>				+
纤细桥弯藻 <i>C. gracilis</i>			+		纤细角星鼓鼓藻 <i>Staurastrum gracile</i>			+	+
极小桥弯藻 <i>C. perpusilla</i>			+		具齿角星鼓鼓藻 <i>S. indentatum</i>		+		
窄异极藻 <i>G. angustatum</i>			+		韦斯藻 <i>Westella botryoides</i>				+
中间异极藻 <i>G. intricatum</i>			+		毛枝藻 <i>Sitgeoclonium</i> sp.				+
中间异极藻矮小变种 <i>G. intricatum</i> var. <i>pumila</i>			+		水绵一种 <i>Spirogyra</i> sp.			+	
微细异极藻近椭圆变种 <i>G. parvulum</i> var. <i>subelliptica</i>			+		项圈新月藻 <i>C. moniliformum</i>			+	
谷皮菱形藻 <i>Nitzschia palea</i>			+		合计	12	21	55	38

鉴定出的藻类种类略少的现象。其原因主要是由于本实验中采用的物镜光学放大倍数较低导致(2x~4x)。该问题可通过更换 10x~20x 等高倍数物镜,来获取藻类种类的详尽信息解决。

表 6 两种方法测量飞燕角甲藻形态指标的对比 (n = 20)

飞燕角 甲藻	显微镜检测		FlowCAM 检测	
	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
长度	207.1	16.6	201.3	5.5
宽度	46.9	3.9	44.6	4.5

5 结 论

FlowCAM 在监测藻类密度较高的水华样品时,可靠性较高,藻类优势种分析鉴定效果和显微镜检测结果基本一致,作为三峡库区水华发生期间开展藻类快速鉴定工作具有很好的可行性。该监测技术的应用推广,对于解决我国传统水生态监测中不能快速准确分析大批量野外样品、不能实时监测和及时预报的问题,具有重要意义。

参考文献:

[1] 周云龙,于明. 水华的发生、危害和防治[J]. 生物学通报,2004,39(6):11-14.

[2] 高亚辉,杨军霞,骆巧琦,等. 海洋浮游植物自动分析技术和识别技术[J]. 厦门大学学报:自然科学版,2006,45(S2):40-45.

[3] In Vitro Determination of Chlorophyll a and Pheophytin a in Marine and Freshwater Algae by Fluorescence[S]. 1997,EPA Method 445.

[4] Ide K,Takahashi K,Kuwata A,et al. A rapid analysis of copepod feeding using FlowCAM[J]. Journal of Plankton Research, 2008,30(3):275-281.

[5] Edward J B,Cammie J H. Use of FlowCAM for semi automated recognition and enumeration of red tide cells (Karenia brevis) in natural plankton samples[J]. Harmful Algae,2006,5(6):685-692.

[6] 余肖翰. 基于流式细胞摄像技术(FlowCAM)的赤潮藻类识别分析[J]. 海洋科学进展,2013,3(4):515-525.

[7] 王雨,林茂,林更铭,等. 流式影像术在海洋浮游植物分类研究中的研究[J]. 海洋科学进展,2010,28(2):266-274.

[8] 张俊芳,沈强,胡菊香,等. 流式细胞摄像系统应用于藻类检测的初步研究[J]. 水生态学杂志,2012,33(2):91-95.

(编辑:常汉生)

Application of a new technology for quick algae detection in water bloom monitoring of Three Gorges Reservoir

SHEN Qiang^{1,2}, XIANG Xiangming³, ZHANG Lijia^{1,4}, HU Jun¹

(1. Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources and Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079, China; 2. Key Laboratory of Ecological Impacts of Hydraulic - Projects and Restoration of Aquatic Ecosystem of Ministry of Water Resources, Wuhan 430079, China; 3. School of Materials Science & Engineering, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China; 4. School of Geodesy and Geomatics, Anhui University of Science & Technology, Huainan 232001, China)

Abstract: Algae bloom in the Three Gorges reservoir is increasingly serious in recent years, but the conventional algae detection technology is inadequate for quick and accurate analysis on large batch of samples in field due to the large workload of classification and determination. Therefore, it is urgent to carry out research on quick monitoring and identification of water bloom. At present, the FlowCAM is an advanced and reliable method for quick and quantitative detection of the morphological characteristics of algae. In this study, the automatic identification standard for the samples of Three Gorges Reservoir is established by FlowCAM, and the quick check and identification analysis of algae is conducted. The results are compared with that obtained by artificial microscope detection. It shows that the identified dominant algae species in the branches in Three Gorges Reservoir are about 4~10 in each sample; the dominant algae species in the samples taken at Huangshi and estuary of Xiaojiang River, Daning river and Meixi river are in sequence of Ceratium hirundinella, Microcystis, Peridiniopsis and Melosira, which is conformed with the results of artificial microscope. FlowCAM can complete the check and identification in 15 minutes with high accuracy, which is superior to the conventional method, and provides an effective method for quick and effective check and identification method of water bloom.

Key words: water bloom; flowCAM; quick identification; Three Gorges Reservoir