

太湖藻类的卫星遥感监测

李旭文 季耿善 杨 静

(江苏省环境信息中心, 南京 210013)

提要 利用卫星遥感监测和计算机图像处理技术, 调查了太湖梅梁湖区藻类空间分布和影响范围, 并根据提取的遥感信息对藻华现象的气象成因作了初步分析。

关键词 藻类 卫星遥感 图像处理 环境监测

太湖自 80 年代以来富营养化日趋加剧, 藻类大量繁殖。80 年代中后期夏季太湖梅梁湖区暴发的蓝藻水华在高温下死亡腐烂, 致使水体腥臭, 严重缺氧, 鱼类大量死亡, 水质恶化, 水厂减产, 对无锡市造成巨大的经济损失, 大大影响了太湖的生态和旅游价值^①。

为了监测藻类的空间分布和动态变化, 调查其影响范围, 利用卫星遥感监测分析技术, 研究了藻华现象最严重的太湖梅梁湖区, 提取了藻类空间分布遥感信息。

1 藻华现象卫星遥感监测方法

1.1 遥感资料

对于藻类调查而言, 多光谱、高分辨率的遥感资料能提供准确、丰富、详尽的藻类空间分布和密度信息。本研究中用的是空间分辨率高的美国 Landsat-5 卫星 TM 数字遥感资料, 具有最优的信息精度并能灵活地利用计算机图像处理技术开展藻类分布专题信息提取。TM 数据的扫描成像时间为 1991 年 7 月 23 日上午 10 时左右。

1.2 藻类光谱特征

藻类属低等浮游植物, 细胞中的叶绿体进行光合作用, 故藻类的光谱特征基本上类似于陆地植被, 即在可见光波长范

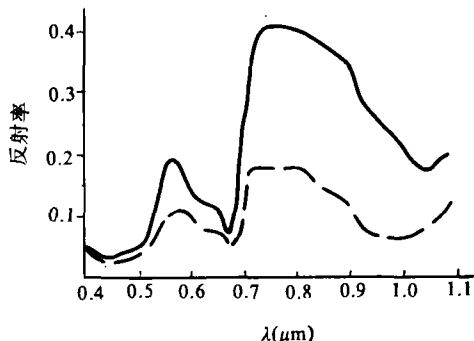


图1 太湖密藻(实线)和疏藻(虚线)的光谱反射率
Fig. 1 Reflectance spectrum for densely crowded cyanophyta (solid line) and lower phytoplankton concentration (dash line) in Taihu Lake

① 刘其哲. 太湖蓝藻大量繁殖造成环境污染的原因及其防治. 无锡环境保护, 1991, (3): 21—22.

收稿日期: 1993 年 10 月 6 日; 接受日期: 1993 年 12 月 20 日。

作者简介: 李旭文, 男, 1961 年生, 工程师。1991 年浙江大学地球科学系硕士毕业。主要从事环境遥感、图像处理、地理信息系统等方面的工作。近年发表论文(中、英文)10 余篇。

围,由于叶绿素的存在而形成绿色光谱反射峰;在 $0.7 \sim 10.1 \mu\text{m}$ 反射红外区,由于藻类细胞结构特点而强烈反射太阳光谱能量而具有极高的反射率。用美国产 SE590 曲线式光谱仪测试了太湖藻类的反射光谱,在湖面上密集覆盖成层的藻类光谱见图 1(实线),而未达到层叠堆积的含藻水面(疏藻)光谱见图 1(虚线)。对比两曲线可见,水体藻类的密度和光谱中主波长在 $0.67 \mu\text{m}$ 处的谱谷与两侧主波长 0.55 、 $0.80 \mu\text{m}$ 处谱峰的对比密切相关。由于 $0.67 \mu\text{m}$ 处藻类反射率基本上稳定,因此两侧谱峰,尤其是 $0.8 \mu\text{m}$ 处的强度能灵敏地反映水中藻类的含量(生物量)。

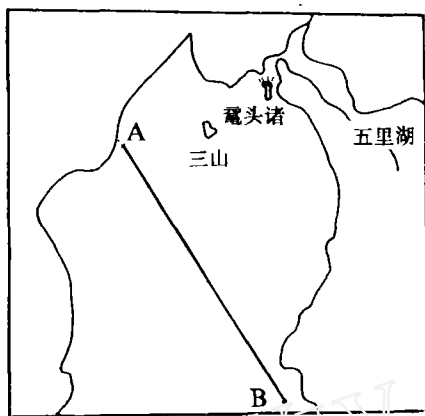


图 2 梅梁湖区略图

Fig. 2 Sketch map of Meiliang Lake, the northern-most part of Taihu Lake

2.3 遥感图像数据处理

以微机遥感与地理信息系统 IDRISI 和其它图形软件为支持处理了太湖梅梁湖区的 TM 数据,图像大小为 512×512 象元,约 $14.6 \times 14.6 \text{ km}^2$ 范围(图 2)。

TM 第三波段的响应区间为 $0.63 \sim 0.69 \mu\text{m}$,第四波段的响应区间为 $0.76 \sim 0.90 \mu\text{m}$;正好对应了藻类的可见—红外谱谷和谱峰,故利用 TM_4 和 TM_3 的数据计算了反映藻类生物量的差分植被指数 DVI。DVI 图像直观地反映了水体近表层中藻类生物量^[1,2],水体中藻类稀少则 DVI 很低;而藻类密集覆盖时 DVI 有最大值。图 3 是西北—东南向横穿梅梁湖的一条剖面上 DVI 的分布特征。

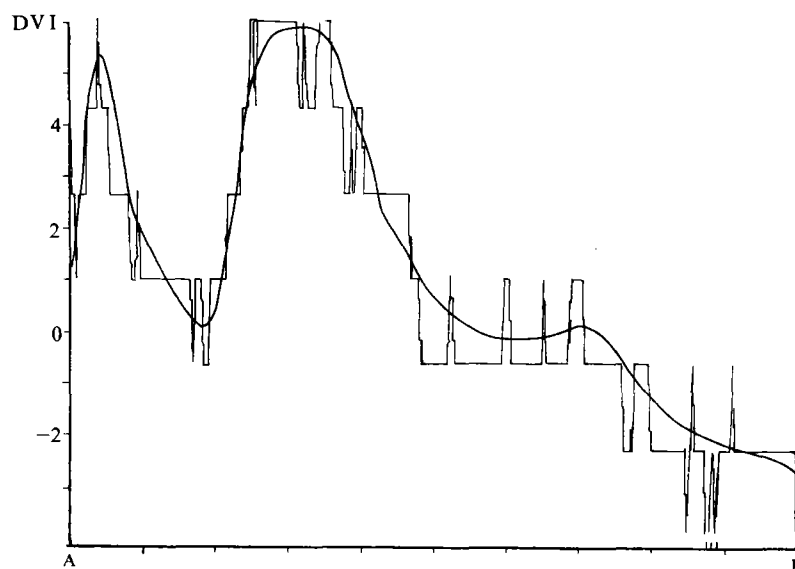


图 3 梅梁湖区西北—东南向剖面上的 DVI 特征值

Fig. 3 DVI feature for a northwest to southeast cross-section in Meiliang Lake

对 DVI 图像作局部图像平滑和彩色密度分割处理,得到了梅梁湖区藻类密度彩色分级

图(图 4)。图中藻类生物量由高到低分别用颜色蓝—绿—黄—红表示。分别统计各类的象元数还可折算所占面积。

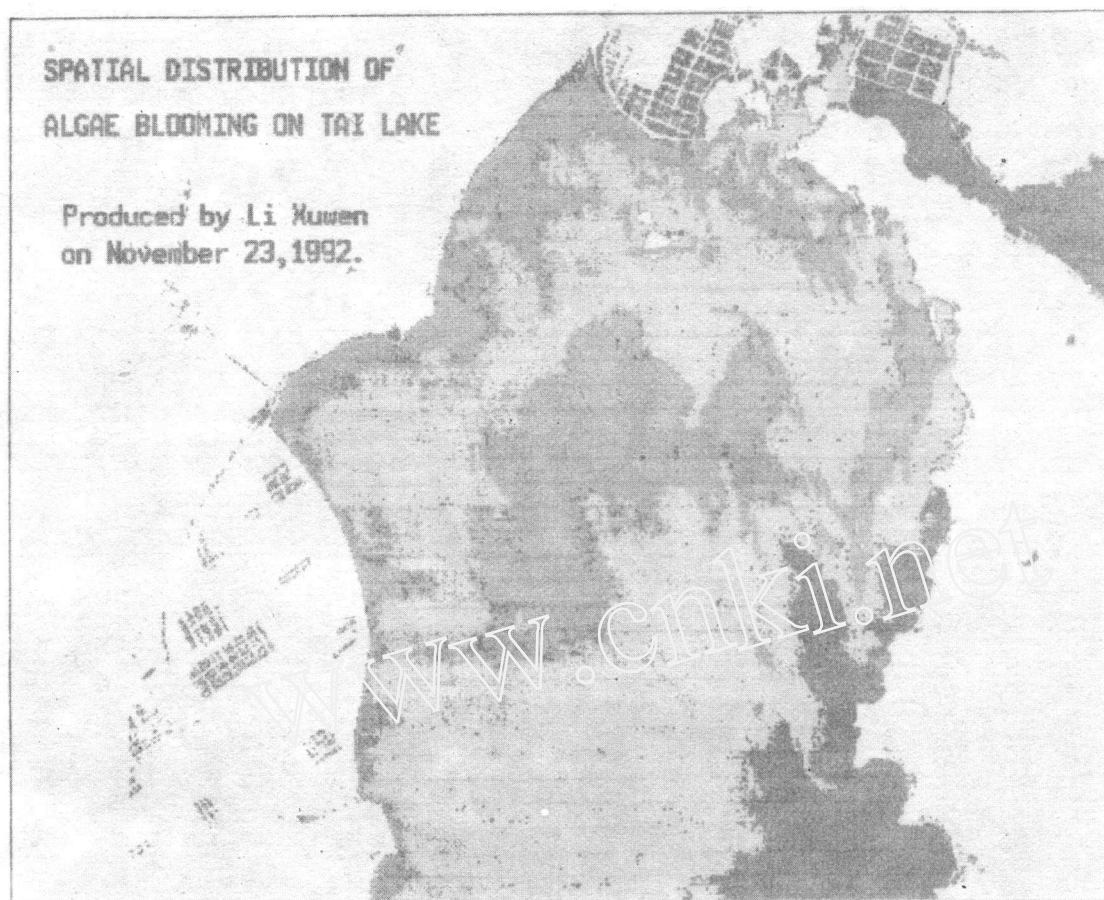


图 4 梅梁湖区藻类密度彩色分级图(1991 年 7 月 23 日)
Fig. 4 Color-sliced DVI image showing the spatial distribution
of Cyanophyta blooming in Meilaing Lake on July 23, 1991

2 藻类密度彩色分级图像的解译

藻类密度彩色分级图像形象地显示了卫星成像时刻梅梁湖区近表层水的藻类空间分布特征。从图 4 中可以看出,湖的中央、西北部以及三山至鼋头渚之间的水面藻类密度很高(蓝—绿色)。湖中央藻类呈大面积块状分布,从其分布形态可看出似乎有向西北方向漂浮的趋势;湖的西、西北岸藻类也相当密集,很可能是夏季盛行东南风,使藻类漂移至西北沿岸区域受阻后密集成群;在梅梁湖的东部,鼋头渚一大浮咀一线的西侧,也有一长条状分布的藻类密集区。这三块藻类密集区的空间分布格局似乎还包含了梅梁湖的流场信息。由于缺乏成像时的地面实况资料(藻类生物学分析、水文、气象),无法进行验证、对比和建立遥感数据与

藻类生物量的定量关系,只能根据遥感信息作一些初步的推测和分析。

梅梁湖的南、东南部藻类密度低,图 5 上显示为红、黄色。总体上从湖的南、东南到西北、北,藻类呈富集趋势,这一特点似乎能证明太湖藻类暴发的气象成因。即夏季盛行的东南风是引起太湖西北湖区藻类水华现象的重要外在因素之一。从 7 月 23 日前一周内无锡地区的气象资料来看,气温日变化在 27~34℃ 之间,风向为南到东南,因此气象资料表明卫星遥感获取的藻类空间分布信息是较为准确可靠的。另一显著的特点是五里湖区在图 4 上显示为红色,表层水体中藻类含量低,与外湖(梅梁湖主体)构成了鲜明的对比。

3 结 语

梅梁湖区 TM 数据的计算机图像分析证明卫星遥感方法是藻类监测的一种有力手段。

Landsat 卫星过境成像时间一般为上午 10:00 左右,此时正是藻类尤其是太湖中最常见的微囊藻上浮至近表水层进行光合作用的最旺盛时间。因此,TM 遥感信息能有效地捕捉藻类的分布特征。卫星遥感监测不仅能了解藻类分布的现状,还能通过多时相遥感信息的动态监测对比反映藻类的周期性繁殖发生规律,从而为调查其成因机制乃至评价湖泊的富营养化提供富有价值的重要背景信息。进一步开展藻类现象的遥感监测研究无疑是大有潜力的。

参 考 文 献

- 1 Bagheri S. Chlorophyll-a estimation in New Jersey's coastal waters using Thematic mapper data. *International Journal of Remote Sensing*, 1990,11(2):289~299
- 2 Prangma D L et al. Using NOAA AVHRR imagery in assessing water quality parameters. *International Journal of Remote Sensing*, 1989,10(4 & 5): 811~818

SATELLITE REMOTE SENSING OF PHYTOPLANKTON IN TAIHU LAKE

Li Xuwen Ji Genshan Yang Jing

(Jiangsu Environmental Information Center, Nanjing 210013)

Abstract

Satellite remote sensing was applied to monitoring phytoplankton in Taihu Lake, Eastern China. The multispectral imagery was processed on microcomputer to identify the spatial distribution of phytoplankton and algae blooms. The evidence from satellite images seems to support the supposition that the prevailing wind in the summer time might be an important factor for triggering the outburst of algae blooms in the lake.

Key Words Phytoplankton, satellite remote sensing, image processing, environmental monitoring, Taihu Lake