

doi: 10.6046/gtzyyg.2019351

引用格式:王琳,谢洪波,文广超,等.基于 Landsat8 的含蓝藻湖泊水体信息提取方法研究[J].国土资源遥感,2020,32(4):130-136.(Wang L,Xie H B,Wen G C,et al.A study on water information extraction method of cyanobacteria lake based on Landsat 8[J].Remote Sensing for Land and Resources,2020,32(4):130-136.)

基于 Landsat8 的含蓝藻湖泊水体信息提取方法研究

王琳,谢洪波,文广超,杨运航

(河南理工大学资源环境学院,焦作 454000)

摘要:21 世纪以来,太湖地区蓝藻的爆发严重影响了当地水资源的开发与利用。以太湖蓝藻为研究对象,以快速提取含蓝藻水体为目标,基于 Landsat8 影像对比分析了非蓝藻水体与含蓝藻水体光谱反射特征。含蓝藻水体在近红外波段表现出强反射率特征,而在蓝光、绿光、红光、短波红外波段的反射特征与非蓝藻水体一致,据此提出了一种提取含蓝藻水体信息的方法——双红外水体指数(double infrared band water index, DIBWI)。基于太湖地区 2014 年和 2017 年的 Landsat8 影像,与归一化差异水体指数(normalized difference water index, NDWI)、改进的归一化差异水体指数(modified normalized difference water index, MNDWI)、新型水体指数(new water index, NWI)、多波段水体指数(multi-band water index, MBWI)和水体指数 2015(water index 2015, WI₂₀₁₅)这 5 种水体指数提取结果进行了对比分析,并利用 2013 年、2016 年和 2018 年 3 期数据进行验证。结果表明,DIBWI 能够较完整地提取含蓝藻水体信息,有效消除蓝藻影响并能抑制背景地物,总体精度达到 98% 以上,Kappa 系数大于 0.95,可以为太湖地区水资源保护、合理开发利用提供技术支撑。

关键词:Landsat8; 蓝藻; 水体信息提取; DIBWI

中图法分类号:TP 79 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-070X(2020)04-0130-07

0 引言

湖泊是陆地水圈的重要组成部分,与大气圈、生物圈、岩石圈等关系密切,是地球表层系统各圈层相互作用的联结点,具有调节区域气候、记录区域环境变化、维持区域生态系统平衡和繁衍生物多样性的特殊功能^[1]。近年来,由环境污染所引起的水体富营养化问题成为中国淡水湖所面临的主要问题之一^[2-3],监测湖泊生态安全与环境变化的重要性日益凸显。太湖是我国第 3 大淡水湖泊,属于半封闭型浅水湖泊,是内陆湖泊的典型代表,承担周边地区 12 座自来水厂的供水重任^[4]。自 20 世纪 70 年代以来,太湖流域生态环境受损,水体受到污染,富营养化程度加重,出现严重的蓝藻水华暴发和“湖泛”等问题,并在 2007 年发生供水危机^[5]。2017 年夏季太湖最大蓝藻面积已达 1 403 km²^[6],占比将近全湖的 50%。蓝藻的大面积出现不仅影响了水生

物的生长和居民的饮水安全,也破坏了湖泊的水生态环境。湖泊面积变化是湖泊生态环境变化的重要指示器,受到蓝藻影响,给准确测量湖泊面积带来了困难,无法及时对湖泊生态环境的变化做出定性、定量的评价。因此实现准确地提取含蓝藻湖泊的水域面积,为水资源的保护和规划提供精准的参考信息,对于湖泊周边生态环境保护及其区域可持续发展等具有重大意义^[7]。

随着遥感技术在湖泊研究及应用的增加,如何快速有效地从海量数据中提取有效信息已成为遥感应用的关键。目前利用遥感技术提取水体信息主要有单波段法和多波段法。单波段法主要是利用水体在近红外波段的强吸收性以及植被和干土壤在此波段的强反射性特点,选取遥感影像中的近红外波段并辅以阈值来提取水体^[8]。该方法容易受到其所处环境的影响,导致不同区域的水体以及同一水体在不同时间或环境状况下需要使用不同的近红外波段阈值来提取,同时无法将水体与阴影区分开,因此

收稿日期:2019-12-30;修订日期:2020-05-25

基金项目:河南省高等学校重点科研项目“基于 GIS 的矿井突水危险性评价与辅助设计平台建设研究”(编号:15A170007)和教育部旱区地下水文与生态效应教育部重点实验室开放基金项目“面向生态的旱区区域地下水资源评价研究”(编号:2014G1502022)共同资助。

第一作者:王琳(1995-),女,硕士研究生,主要从事流域生态学与区域生态评价方面的研究。Email:136794517@qq.com。

通信作者:文广超(1979-),男,博士,副教授,主要从事流域水文过程与生态环境保护、地质灾害防治与协同监管、地学信息技术与“3S”集成应用等方面的教学与科研工作。Email:149248664@qq.com。

单波段阈值法具有明显的应用局限性。多波段法^[9]基于水体和非水体多个波段的光谱关系,采用波段组合通过数学运算来强化水体与背景地物之间的光谱差异。该方法比单波段阈值法对水体信息的识别精度有所提高,其中水体指数法较受青睐,如 McFeeters^[10]提出归一化差异水体指数(normalized difference water index, NDWI),通过抑制植被和土壤信息提取水体,但无法抑制阴影;徐涵秋^[11]将绿光波段与短波红外波段组合提出改进的归一化差异水体指数(modified normalized difference water index, MNDWI)模型,该方法弥补了 NDWI 提取城市水体不理想的缺陷;丁凤^[12]根据波段之间的谱间关系,提出新型水体指数(new water index, NWI)模型,并在水库、湖泊和河流得到了有效验证;Fisher 等^[13]通过研究澳大利亚东部地区的部分水体提出水体指数 2015(water index 2015, WI₂₀₁₅)模型;Wang 等^[14]通过研究不同气候、季节、地区的多段河流和湖泊,提出了多波段水体指数(multi-band water index,

MBWI)模型。但是将这些方法用于提取含蓝藻水体信息的相关研究报道不多,因此本文针对含蓝藻水体试图找到一种快速提取的方法。

1 研究区概况与数据源

1.1 研究区概况

太湖位于长江中下游(图1),横跨江苏、浙江两省,与无锡、湖州、宜兴、苏州等市为邻,湖泊面积约 2 427.8 km²,水域面积为 2 338.1 km²,湖岸线全长 393.2 km。据研究,早在 1987 年太湖已有少数水面水质受到轻度污染,随着社会的发展,太湖水质恶化越发严重,营养化程度明显。根据水利部太湖流域管理局 2008—2017 年太湖健康状况报告^[15],10 a 内太湖全年期营养状态均为中度富营养,蓝藻平均密度由 2010 年 1 390 万个/L 增加至 2017 年 11 766 万个/L,整体表现为逐渐升高的趋势,严重影响该地区的水生态环境。

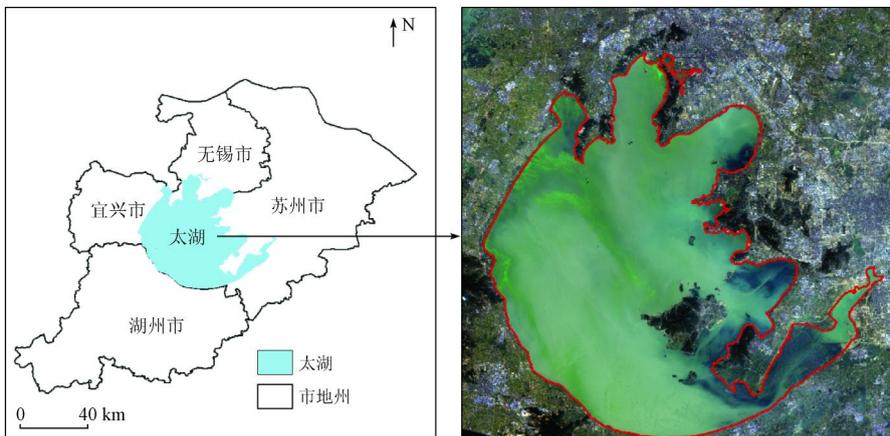


图1 研究区域

Fig. 1 Study area

1.2 数据源及预处理

据太湖健康状况报告^[15],近 5 a 内太湖在 2017 年 5 月蓝藻爆发面积最大,2014 年 10 月湖区只有零星蓝藻,据此本文以 Landsat8 OLI 为数据源,选取成像时间为 2017 年 5 月 27 日和 2014 年 10 月 26 日的遥感影像,轨道号为 119/38,由地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn>)提供。为消除大气影响,获得地物真实反射率,影像在 ENVI 软件中经过了辐射定标和 FLAASH 大气校正等预处理。

太湖矢量边界(图1)来自国家基础地理中心(<http://www.ngcc.cn/ngcc/>)发布的全球 30 m 地表覆盖遥感数据产品。本文选取了太湖 2010 年度的地表覆盖数据,利用图像分割技术得到矢量文件,结合三维科技远景有限公司研发的三维数字地球产

品(LocaSpace Viewer, LSV)2.5 m 空间分辨率的影像进行简单修饰,得到了最后的矢量数据,具有一定的代表性。精度评定所使用的高空间分辨率影像同样来自 LSV。

2 研究方法

2.1 典型水体指数

随着遥感技术的发展,水体信息提取方法日趋成熟,目前使用较为广泛的水体指数有 NDWI, MNDWI, NWI, WI₂₀₁₅ 和 MBWI 等。本实验只有 WI₂₀₁₅ 使用适合太湖地区的统计阈值 2,其余均使用理论阈值 0,具体见表 1,分别将其运用于太湖水体信息提取中。

表 1 典型水体指数

Tab. 1 Typical water indexes

水体指数	参考文献	公式 ^①	理论阈值
NDWI	McFeeters ^[10]	$(\rho_{B3} - \rho_{B5}) / (\rho_{B3} + \rho_{B5})$	0
MNDWI	徐涵秋 ^[11]	$(\rho_{B3} - \rho_{B6}) / (\rho_{B3} + \rho_{B6})$	0
NWI	丁凤 ^[12]	$[\rho_{B2} - (\rho_{B5} + \rho_{B6} + \rho_{B7})] / [\rho_{B2} + (\rho_{B5} + \rho_{B6} + \rho_{B7})]$	0
WI ₂₀₁₅	Fisher 等 ^[13]	$1.7204 + 171\rho_{B3} + 3\rho_{B4} - 70\rho_{B5} - 45\rho_{B6} - 71\rho_{B7}$	基于线性判别分析
MBWI	Wang 等 ^[14]	$2\rho_{B3} - \rho_{B4} - \rho_{B5} - \rho_{B6} - \rho_{B7}$	0

①ρ 为地物在各波段的反射率。

2.2 含蓝藻水体光谱特征分析

各种地物的结构、组成与理化性质不同,因此其光谱特征也各不相同。地物光谱特征是遥感地物识别与信息提取的物理基础^[16]。陈瑞弘^[17]通过目视判读和野外调查,将太湖区域的土地划分为水域、耕地、林地、建筑物以及未利用地 5 类,研究区内未利用地较少,忽略不计。本文选取太湖地区 2013—2018 年春、夏、秋、冬共 24 期影像,分析各种地物在不同波段的平均反射率特征。如图 2 所示,非蓝藻水体在蓝光(B2)和绿光(B3)波段强反射,在短波红外波段(B7)表现为强吸收性,反射率将近于 0,整体上光谱反射率从蓝光到短波红外波段呈现出逐渐下降的趋势。含蓝藻水体受到蓝藻中叶绿素 a 的影响,在近红外波段出现反射峰,是区别于非蓝藻水体的关键特征。其他波段含蓝藻水体与非蓝藻水体趋势相同,利用该特征可将含蓝藻水体在水体提取时完整地提取出来。

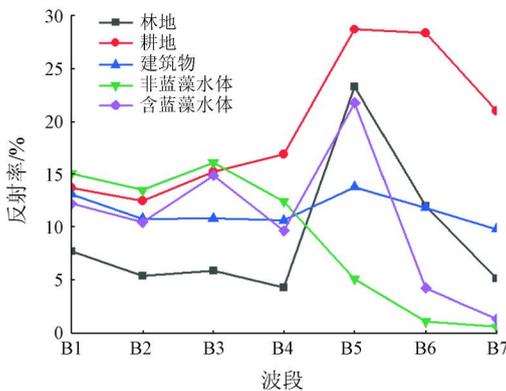


图 2 太湖地区地物平均反射率曲线

Fig. 2 Average reflectance of surface features in Taihu Lake area

2.3 含蓝藻水体模型构建

近红外波段是含蓝藻水体异于非蓝藻水体的一个关键波段,若要将水体全部提取,在构建模型时应将近红外波段排除。从图 2 中可知,水体(含蓝藻水体和非蓝藻水体)在 B2 和 B3 波段的反射率远大于 B6 和 B7 波段,其他地物则无此特性。为凸显这

种优势,将 B2 和 B3 波段相加来增强水体的高反射率,B6 和 B7 波段相加增强水体的低反射率。据此做出改进后地物波谱图,如图 3 所示,从中可以看出水体有明显的 $\rho_{B2} + \rho_{B3} > \rho_{B6} + \rho_{B7}$ 特征,耕地、林地、建筑物则 $\rho_{B2} + \rho_{B3} < \rho_{B6} + \rho_{B7}$,因此利用 $(\rho_{B2} + \rho_{B3}) - (\rho_{B6} + \rho_{B7}) > 0$ 来突出水体。

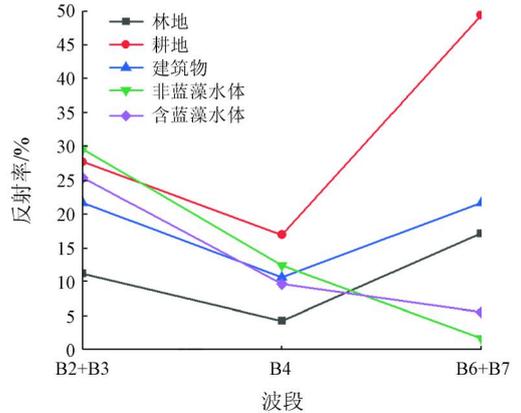


图 3 改进的地物波谱

Fig. 3 Modified surface feature spectrum

但建筑物 $\rho_{B2} + \rho_{B3} < \rho_{B6} + \rho_{B7}$ 的特征并不明显,提取水体时容易引入建筑物噪声。利用 2 个波段之差来增强水体信息的同时,考虑再引入另一个波段来消除建筑物的影响^[18]。如图 3 所示,改进的地物波谱中无论红光波段是否存在,水体的波谱趋势都基本不受影响,非水体则产生巨大变化,因此可利用红光波段来抑制建筑物信息。为防止引入新噪声,在红光波段前乘以系数 a,将双红外水体指数(double infrared band water index, DIBWI)模型定义为:

$$DIBWI = \rho_{B2} + \rho_{B3} + a\rho_{B4} - \rho_{B6} - \rho_{B7} \quad (1)$$

为更大地增强水体与背景地物之间的差异性,更为精确地提取水体,系数 a 的选取尤为关键。以 0 为界,对 a 在不同数值下的水体指数进行统计分析。由图 4 可知,在点 P 位置处,即 a = -1 时水体与背景地物的差异最大,阈值大于 0 的像素为水体,小于 0 的像素为非水体。因此,DIBWI 公式为:

$$DIBWI = \rho_{B2} + \rho_{B3} - \rho_{B4} - \rho_{B6} - \rho_{B7} \quad (2)$$

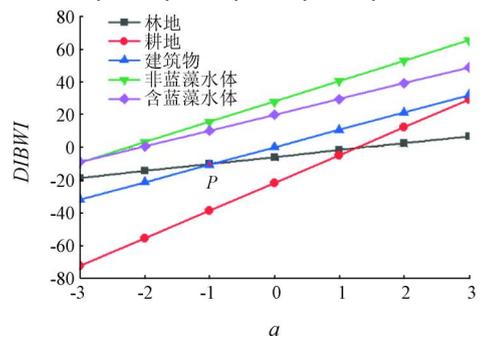


图 4 不同系数 a 下各种地物的水体指数值

Fig. 4 Water index values of various features under different coefficients a

3 结果分析与验证

3.1 水体提取结果分析

通过模型计算及太湖矢量边界裁剪后,6个水体指数模型对太湖湖泊水体信息提取结果见图5和图6,图中白色为水体。从2期提取结果可以看出,

DIBWI 和 MNDWI 有效避免了蓝藻的干扰,对含蓝藻湖泊的整体提取效果最好,提取结果边界与矢量数据基本吻合。其余模型由于受蓝藻的影响,存在蓝藻覆盖区域水体漏提现象,提取面积比实际面积小,其中 NWI 最为严重,NDWI 和 MBWI 提取结果较为相似,WI₂₀₁₅将少量水体漏提。

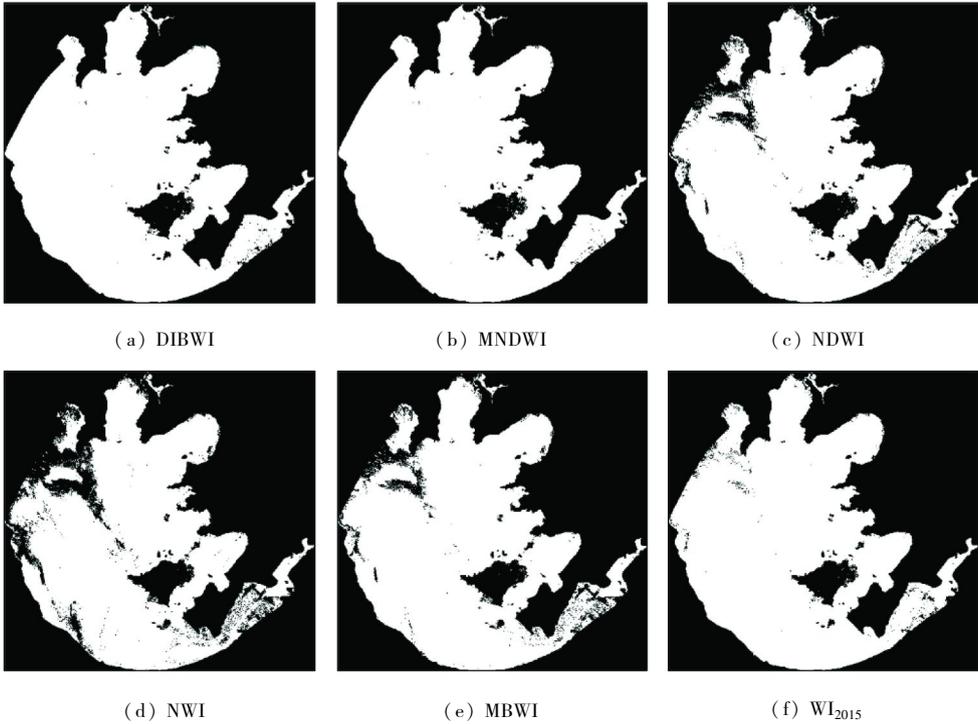


图5 2014年10月26日基于不同方法的水体提取结果

Fig.5 Water extraction results based on different methods on October 26, 2014

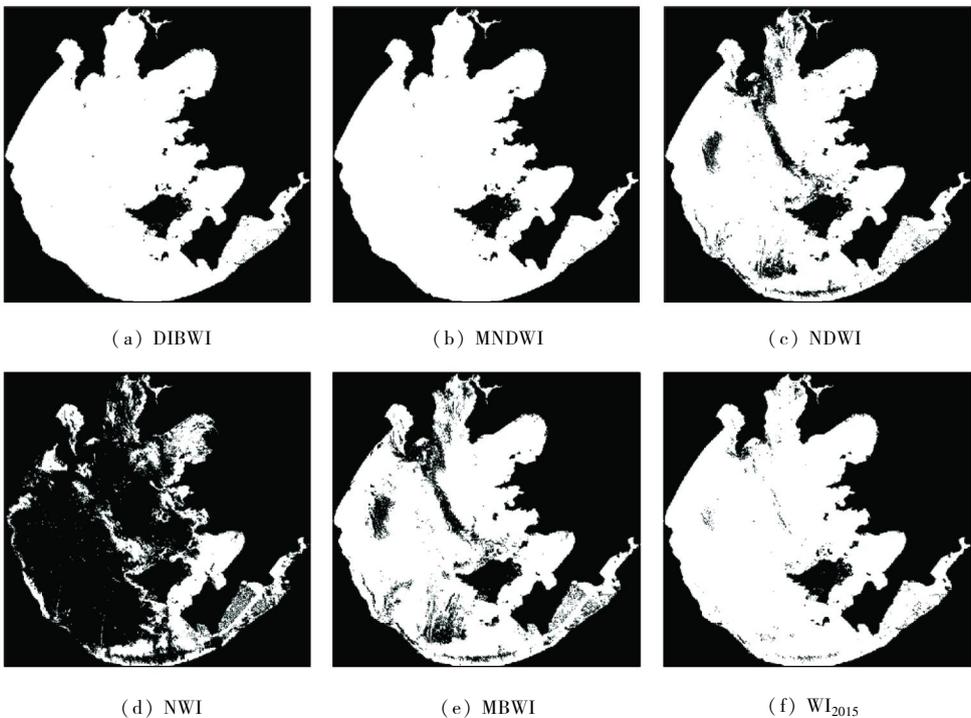


图6 2017年5月27日基于不同方法的水体提取结果

Fig.6 Water extraction results based on different methods on May 27, 2017

从细节部分来看,提取结果中白色为水体,图 7 LSV 卫星图和真彩色影像红框区域为亮色城市建筑物,可以看到 MNDWI,NDWI 和 WI_{2015} 的提取结果中该区域建筑物均被误提为水体,其他模型则可以有效抑制建筑物。蓝框区域为城市细小河流,MNDWI 对小河流的提取效果较好,其次是 DIBWI,NDWI 和 WI_{2015} ,NWI 和 MBWI 效果较差,部分小段河流明显被漏提。

效抑制建筑物。蓝框区域为城市细小河流,MNDWI 对小河流的提取效果较好,其次是 DIBWI,NDWI 和 WI_{2015} ,NWI 和 MBWI 效果较差,部分小段河流明显被漏提。

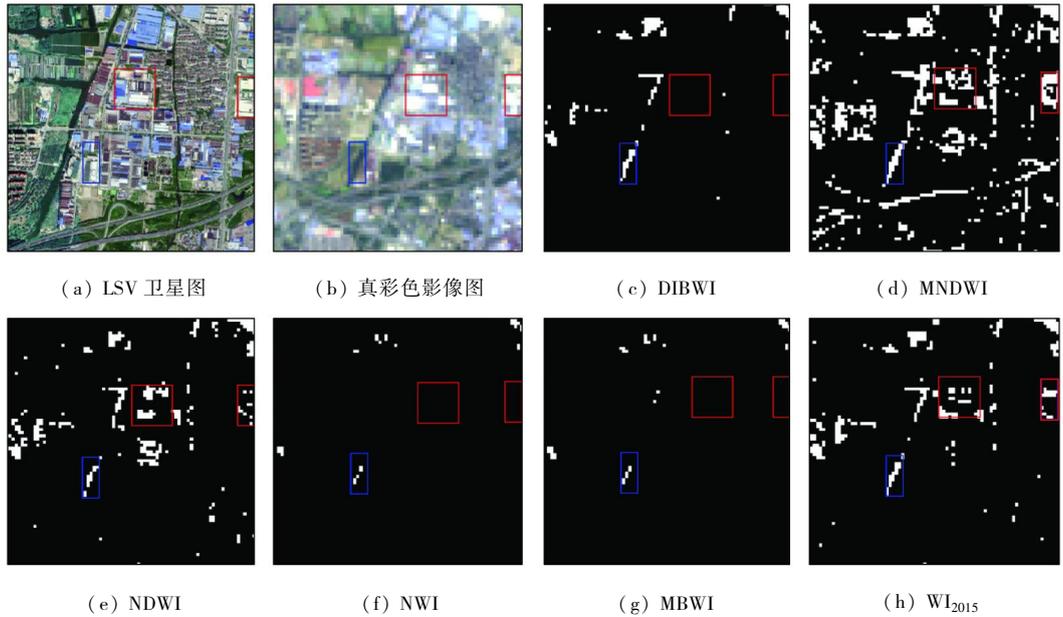


图 7 基于不同方法提取结果的一致性检验

Fig. 7 Consistency test of extraction results based on different methods

3.2 精度评定

本文通过建立混淆矩阵^[19],采用总体精度,Kappa 系数、错分误差和漏分误差的方法分别对 6 种方法提取的湖泊进行精度评定。以 LSV 2.5 m 高分辨率影像为参照,通过目视判读法在太湖区域均匀选取 27 654 个样本点,其中 13 827 水体样本点,13 827 个非水体样本点,具体评定结果见表 2。

表 2 精度评定结果

Tab. 2 Accuracy evaluation results

时相	指数	总体精度/%	Kappa 系数	错分误差/%	漏分误差/%
20141026	DIBWI	98.83	0.976 6	0.58	0
	MNDWI	95.17	0.903 4	8.79	0
	NDWI	73.12	0.462 4	10.72	47.44
	NWI	73.58	0.471 7	1.24	52.56
	MBWI	76.25	0.525 1	1.04	46.94
	WI_{2015}	89.55	0.791 0	6.17	15.33
20170527	DIBWI	99.37	0.985 4	0.25	0
	MNDWI	95.52	0.892 6	6.17	0
	NDWI	83.32	0.645 0	5.81	19.50
	NWI	58.45	0.289 1	0.92	60.83
	MBWI	85.43	0.700 1	0.25	21.17
	WI_{2015}	94.05	0.862 4	4.70	3.98

由表 2 可以看出,就总体精度和 Kappa 系数而言,DIBWI 的提取精度最高,总体精度均达到 98% 以上,Kappa 系数在 0.95 以上,MNDWI 和 WI_{2015} 次之,NDWI 较差;从错分误差来说,DIBWI 误差最

小,MNDWI 和 NDWI 较差;从漏分误差来看,DIBWI 与 MNDWI 误差为 0,NWI 效果较差,与水体提取结果图相吻合。总的来说,DIBWI 对太湖含蓝藻水体信息的提取和对其他地物的抑制效果较好。

3.3 有效性验证

由 3.2 节可知,DIBWI 和 MNDWI 对含蓝藻湖泊的整体提取效果较好。由于蓝藻多爆发于夏、秋两季,为了避免时间的特殊性,本文将 DIBWI 和 MNDWI 应用在太湖多个时相的影像上进行验证,结果见表 3,DIBWI 提取结果的总体精度均达到 98% 以上,相对 MNDWI 较高,说明结果有一定可信度。

表 3 有效性验证

Tab. 3 Validation

时相	指数	总体精度/%	Kappa 系数
20131210	DIBWI	98.52	0.970 5
	MNDWI	92.21	0.844 2
20160621	DIBWI	98.38	0.967 6
	MNDWI	95.12	0.902 4
20180428	DIBWI	98.06	0.960 5
	MNDWI	95.60	0.909 9

4 结论

本文以太湖为研究区,通过对比分析含蓝藻

水体与非蓝藻水体的光谱差异性,并利用 MNDWI, NDWI, MBWI, NWI, WI₂₀₁₅ 和 DIBWI 这 6 个水体指数分别对太湖水体信息进行提取,得出以下结论:

1) 含蓝藻水体在近红外波段具有反射波峰,是区别于非蓝藻水体的关键特征,在蓝光、绿光、红光和短波红外波段的反射特性与非蓝藻水体一致,基于这一特征提出了 DIBWI 模型。

2) 通过多个水体指数对比表明, DIBWI 和 MNDWI 均能够有效抑制蓝藻的干扰,自动提取水体信息,轮廓明显,边界清晰。DIBWI 可有效区分水体与背景地物,但 MNDWI 易误提城市中亮色建筑物。NDWI, NWI, MBWI 和 WI₂₀₁₅ 模型受湖中蓝藻的影响较大,在提取湖泊水体时都无法很好地消除蓝藻,存在水体漏提现象。

参考文献 (References):

[1] 李世杰. 关于湖泊(水库)环境演变与地球化学研究的几点建议[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2016, 35(4): 2.

Li S J. Suggestions on the environmental evolution and geochemical research of lakes (reservoirs)[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2016, 35(4): 2.

[2] Liu J, Yang W. Water sustainability for China and beyond[J]. Science, 2012, 337(6095): 649 - 650.

[3] Feng M, Sexton J O, Channan S, et al. A global, high-resolution (30-m) inland water body dataset for 2000: First results of a topographic-spectral classification algorithm[J]. International Journal of Digital Earth, 2015: 1 - 21.

[4] 封红娥, 李家国, 朱云芳, 等. GF-1 与 Landsat8 水体叶绿素 a 浓度协同反演——以太湖为例[J]. 国土资源遥感, 2019, 31(4): 182 - 189. doi: 10. 6046/gtzyyg. 2019. 04. 24.

Feng H E, Li J G, Zhu Y F, et al. Synergistic inversion method of chlorophyll a concentration in GF-1 and Landsat8 imagery: A case study of the Taihu Lake[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2019, 31(4): 182 - 189. doi: 10. 6046/gtzyyg. 2019. 04. 24.

[5] 朱喜. 太湖蓝藻大爆发的警示和启发[J]. 上海企业, 2007(7): 7 - 9, 13.

Zhu X. Warning and inspiration of cyanobacteria bloom in Taihu Lake[J]. Shanghai Enterprise, 2007(7): 7 - 9, 13.

[6] 朱喜, 朱云. 太湖蓝藻暴发治理存在的问题与治理思路[J]. 环境工程技术学报, 2019, 9(6): 714 - 719.

Zhu X, Zhu Y. Problems and countermeasures of controlling cyanobacteria bloom in Taihu Lake[J]. Journal of Environmental Engineering Technology, 2019, 9(6): 714 - 719.

[7] 张毅, 陈成忠, 吴桂平, 等. 遥感影像空间分辨率变化对湖泊水体提取精度的影响[J]. 湖泊科学, 2015, 27(2): 335 - 342.

Zhang Y, Chen C Z, Wu G P, et al. Effects of spatial scale on water surface delineation with satellite images[J]. Journal of Lake Sciences, 2015, 27(2): 335 - 342.

[8] 孙佩, 汪权方, 张梦茹, 等. 基于 NDVI - MNDWI 特征空间的

水体信息增强方法研究[J]. 湖北大学学报(自然科学版), 2018, 40(6): 574 - 579.

Sun P, Wang Q F, Zhang M R, et al. A method to enhance information of water cover based on feature space of NDVI and MNDWI[J]. Journal of Hubei University(Natural Science), 2018, 40(6): 574 - 579.

[9] Ashraf M, Nawaz R. A comparison of change detection analyses using different band algebras for baraila wetland with NASA's multi-temporal Landsat dataset[J]. Journal of Geographic Information-System, 2015, 7(1): 1 - 19.

[10] McFeeters S K. The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water feature[J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(7): 1425 - 1432.

[11] 徐涵秋. 利用改进的归一化差异水体指数(MNDWI)提取水体信息的研究[J]. 遥感学报, 2005, 9(5): 589 - 595.

Xu H Q. A study on information extraction of water body with the modified normalized difference water index (MNDWI)[J]. Journal of Remote Sensing, 2005, 9(5): 589 - 595.

[12] 丁凤. 基于新型水体指数(NWI)进行水体信息提取的实验研究[J]. 测绘科学, 2009, 34(4): 155 - 157.

Ding F. Study on information extraction of water body with a new water index (NWI)[J]. Science of Surveying and Mapping, 2009, 34(4): 155 - 157.

[13] Fisher A, Flood N, Danaher T. Comparing Landsat water index methods for automated water classification in eastern Australia[J]. Remote Sensing of Environment, 2016, 175: 167 - 182.

[14] Wang X B, Xie S P, Zhang X L, et al. A robust multi-band water index (MBWI) for automated extraction of surface water from Landsat8 OLI imagery[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2018, 68: 73 - 91.

[15] 水利部太湖流域管理局. 2017 年太湖健康状况报告[R]. 上海: 水利部太湖流域管理局, 2017.

Water Resources Department of the Taihu Basin. Health report of Taihu Lake in 2017[R]. Shanghai: Water Resources Department of the Taihu Basin, 2017.

[16] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

Zhao Y S. Principles and methods of remote sensing application analysis[M]. Beijing: Science Press, 2003.

[17] 陈瑞弘. 太湖流域水质污染与水质变化的空间分析[J]. 环境与发展, 2018, 30(5): 54, 56.

Chen R H. Taihu Lake basin water quality contamination water quality electromyographic space analysis[J]. Environment and Development, 2018, 30(5): 54, 56.

[18] 周冠华, 柳钦火, 马荣华, 等. 基于半分析模型的波段最优化组合反演混浊太湖水体叶绿素 a[J]. 湖泊科学, 2008(2): 17 - 23.

Zhou G H, Liu Q H, Ma R H, et al. Inversion of chlorophyll-a concentration in turbid water of lake Taihu based on optimized multi-spectral combination[J]. Journal of Lake Sciences, 2008(2): 17 - 23.

[19] Li W B, Du Z Q, Ling F, et al. A comparison of land surface water mapping using the normalized difference water index from TM, ETM+ and ALI[J]. Remote Sensing, 2013, 5(11): 5530 - 5549.

A study on water information extraction method of cyanobacteria lake based on Landsat8

WANG Lin, XIE Hongbo, WEN Guangchao, YANG Yunhang

(*Institute of Resources and Environment, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China*)

Abstract: Since the 21st century, the outbreak of cyanobacteria in the Taihu Lake has seriously affected the development and utilization of local water resources. Based on Landsat8 imagery, this paper analyzes the spectral reflection characteristics of non-cyanobacteria water and cyanobacteria water. Cyanobacteria water shows strong reflectance characteristics in the near-infrared band, but the reflectance characteristics in the blue, green, red and shortwave-infrared bands are the same as those in non-cyanobacteria water. On such a basis, a method for extracting cyanobacteria water information, i. e., double infrared band water index (DIBWI), is proposed. On the basis of the Landsat8 imageries of 2014 and 2017 in Taihu Lake area, the comparison and analysis were made with the results of normalized difference water index (NDWI), modified normalized difference water index (MNDWI), new water index (NWI), multi-band water index (MBWI) and water index 2015 (WI_{2015}), and the data of 2013, 2016 and 2018 were used for verification. The results show that DIBWI can extract the cyanobacteria water information, effectively eliminate the influence of cyanobacteria and better inhibit the background features. The overall accuracy is above 98%, and the Kappa coefficient is more than 0.95, which can provide technical support for the protection and reasonable development and utilization of water resources in Taihu Lake area.

Keywords: Landsat8; cyanobacteria; water information extraction; DIBWI

(责任编辑: 李 瑜)