

ETM 影像水体信息提取研究

徐 强,石军南,刘建聪,胡 开,马光永

(中南林业科技大学 林业遥感信息工程研究中心,湖南 长沙 410004)

摘要:选取湘阴县为研究区,应用归一化植被指数法(NDVI)、归一化水体指数法(NDWI)、改进的归一化水体指数法(MNDWI)3种方法进行水体提取试验。结果表明:改进的归一化水体指数法(MNDWI)提取水体信息精度最高,总体精度达到98.0%;研究区内水体总面积为346.904 km²。

关键词:信息提取;水体;MNDWI;精度评价

中图分类号:S157.1

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)08-0115-04

遥感技术是一种远距离、在不直接接触目标物体的情况下,通过接收目标物体的反射或辐射来的电磁波,探测地物波谱信息,并获取目标地物的光谱数据与图像,从而实现对地物进行定位、定性或定量的描述^[1]。卫星遥感对地观测系统以其宏观、准确和实时等诸多优点已在资源调查、环境变化监测等众多领域中得到广泛的应用。我国是一个水资源短缺的国家,水资源时空分布不均、旱涝频发。水体面积监测是水资源调查的一个重要内容,也是反映洪涝灾害的一个重要方面。利用遥感影像提取水体信息,已经成为水资源调查、水资源宏观监测的重要手段^[2]。

基于遥感影像提取水体信息,前人做了大量研究工作,一般分为两大类:单波段阈值法和多波段增强图像阈值法^[3]。

单波段法利用了水体在近红外波长处的强吸收性及植被和干土壤在此波长范围内的强反射性特点设置阈值提取水体信息。Shih^[4]利用 Landsat MSS 的近红外波段,采用密度分割的方法提取水体;陆家驹^[5]等利用 TM5 设定阈值,识别水体,但效果较差;Jupp^[6]等利用 TM7 波段设置阈值提取水体信息。但是单波段法难于区分混淆在水体中的阴影与细小水体^[3]。

多波段增强图像阈值法是指利用多波段的优

势综合提取水体信息,也是较为广泛使用的方法,可分为谱间分析法和比值法。谱间分析法是通过分析水体与背景地物的光谱曲线差异特征,分析各自的变化规律,进而找到水体信息提取的逻辑运算公式将水体提取出来。杨存建^[7]等研究发现 TM 影像,水体具有 $TM2 + TM3 > TM4 + TM5$ 的特点,据此可以将水体提取出来;刘建波^[8]等利用 TM 的 4、5、7 波段进行大型水库库情监测;陈华芳^[9]等在对山地高原水体识别工作中,提出 $(TM2 + TM3) - (TM4 + TM5)$ 的逻辑表达式,设置阈值提取水体信息。比值法则根据不同地类在不同波段中的波谱特点,利用比值计算,扩大二者之间的差异从而突出目标地物。但是这一方法无法彻底避免与水体无关的信息。水体指数法是基于多波段的水体光谱特征分析,选取与水体识别密切相关的多个波段,构建水体指数模型,再由阈值识别水体。

现以湖南省岳阳市湘阴县为研究区,选用 ETM 图像,利用归一化植被指数法、水体指数法与改进的水体指数法对水体信息进行了提取,并对各方法进行精度比较和评价。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

湘阴县位于湖南省东北部,南洞庭湖滨,湘资两水尾间, $E112^{\circ}30' \sim 113^{\circ}02'$, $N28^{\circ}30' \sim 29^{\circ}03'$, 南北 61 km, 东西 51.3 km, 面积 1 581.5 km²。湘江自南向北贯穿全境,把全县分为东西两部,东部为丘陵岗地,西部为滨湖平原。湘阴位处中亚热带向北亚热带过渡的季风气候区,四季分明,湿润多雨,具有春温变幅大,初夏雨水多,伏秋天热易旱,冬季严寒不多的特点。

收稿日期:2011-01-13

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30871962);湖南省自然科学基金资助项目(07JJ3060);高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(200805380001)

第一作者简介:徐强(1982-),男,吉林省白山市人,硕士,从事林业遥感与地理信息系统研究。E-mail: xq198208@126.com。

通讯作者:石军南(1957-),男,教授,硕士生导师,从事数字林业研究。E-mail: junnan000@163.com。

1.2 数据源

ETM 遥感数据具有较高的空间分辨率、光谱分辨率,广泛地应用于对地观测,已经成为研究地表覆盖与环境的重要遥感数据源。研究选用 2002 年 10 月 13 日的 ETM 影像,空间分辨率为 30 m;进行水体提取。所选用的数据已经过大气校正和正射校正。研究区 4、5、3 波段合成影像如图 1 所示。

1.3 研究方法

采用 ETM 遥感影像提取水体信息,主要是依据水体在各波段上的反射值与其它地物之间的区别,通过分析水体与背景地物的光谱值,利用多个波段构建水体信息提取模型,从而实现水体信息的提取。

研究借助于 ENVI 4.3 软件的 Band Math 模块,采用归一化植被指数法(NDVI)、归一化水体指数(NDWI)与改进的归一化水体指数法(MNDWI)建立水体信息提取模型,设置阈值,生成水体信息专题图像,最后对提取结果进行精度评价。

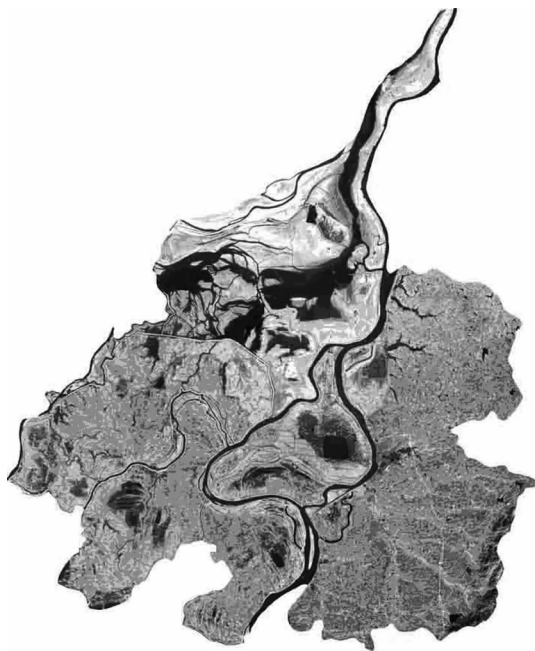


图1 研究区 4、5、3 波段合成影像

2 水体信息提取

2.1 归一化植被指数法

归一化植被指数(NDVI)定义为:近红外波段与可见光红波段数值之差和这两波段数值之和的比值,公式为:

$$NDVI = \frac{Nir - Red}{Nir + Red} \quad (1)$$

其中:*Nir* 为近红外波段,*Red* 为红光波段。

对应于 TM 波段,NDVI 定义如下:

$$NDVI = \frac{CH4 - CH3}{CH4 + CH3} \quad (2)$$

其中:*CH3*、*CH4* 分别为 TM 影像 3、4 波段的像元值。

对于陆地表面主要覆盖而言,云、水、雪在可见光波段比近红外波段有较高的反射作用,因而其 *NDVI* 值为负,岩石、裸土在两波段有相似的反射作用,故其 *NDVI* 值接近 0,而在有植被覆盖的情况下,*NDVI* 为正值,并且随植被覆盖度的增大而增大。因此,可以利用 *NDVI* 阈值法提取水体信息,由于裸地和水体在可见光红波段具有相似的反射率,这就容易造成裸地和水体混淆。应用式(2)进行归一化植被指数计算后,确定水体提取阈值为 -0.191,即 < -0.191 的像元为水体。

2.2 水体指数法

Mcfeeters^[10] 借鉴归一化植被指数(NDVI)的构建思想,利用绿波段和近红外波段提出了归一化差异水体指数 NDWI(Normalized Difference Water Index),可使水体信息得到增强,非水体信息得到抑制,有利于水体信息提取。其公式如下:

$$NDWI = \frac{Green - Nir}{Green + Nir} \quad (3)$$

式中 *Green* 为绿光波段,*Nir* 为近红外波段。

对应于 TM 波段,NDWI 定义如下:

$$NDWI = \frac{CH2 - CH4}{CH2 + CH4} \quad (4)$$

其中:*CH2*、*CH4* 分别为 TM 影像 2、4 波段的像元值。然而,Mcfeeters 在构建 NDWI 指数时,只考虑了植被因素,却忽略了地表的另一个重要地类—土壤/建筑物。由于土壤、建筑物在绿光(TM2)和近红外波段(TM4)的波谱特征与水体几乎一致,即在绿光(TM2)处的反射率高于近红外波段(TM4),且具有较大反差。因此采用 NDWI 计算出来的水体指数中筑物和土壤也呈正值,有的数值还比较容易和水体混淆,形成噪音^[11]。因此,用 NDWI 提取水体信息时,容易误把城镇用地判为水体。利用式(4)计算出研究区 NDWI,结果见图 2,经过多次试验确定水体提取

阈值为:0.228~0.415。

2.3 改进的归一化差异水体指数法

徐涵秋^[11]在利用 NDWI 对 TM 数据进行水体信息提取研究时,发现建筑用地信息和水体信息容易混淆,难以得到满意的结果,通过波段特征分析发现建筑物在 TM 的 4 波段和 5 波段光谱值突然变大,于是将 NDWI 做了修改,用近中红外波段(MIR)TM5 替换了原来 NDWI 的近红外波段(NIR)TM4,则计算出来的建筑物的指数值将明显减小。反之,由于水体在中红外波段的反射

率继续走低,这就使得水体与建筑物的反差明显增强,从而有利于水体信息的准确提取。改进的归一化差异水体指数(MNDWI)定义为:

$$MNDWI=\frac{CH2-CH5}{CH2+CH5} \tag{5}$$

其中:CH2、CH5 分别为 TM 影像 2、5 波段的像元值。利用式(5)计算出研究区 MNDWI,结果见图 2,经过多次试验确定水体提取阈值为:0.278~0.669。

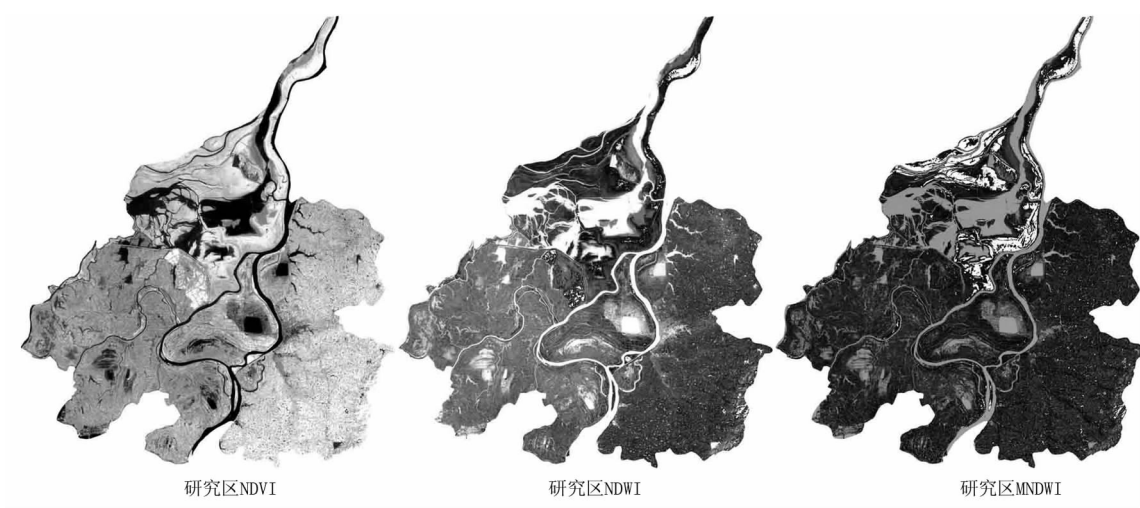


图 2 研究区各种指数图



图 3 研究区水体分布图

3 精度评价

精度是指对一幅不知其质量的遥感图像分类图评价其和一幅假设准确的图像(参考图)之间的吻合度^[12]。精度验证通常可以分为实地验证和利用较高比例尺的影像或相关材料进行验证^[13]。现采用 2002 年湘阴县土地利用现状图,随机抽取 200 个水体像元和 200 个非水体像元进行精度验证(见表 1)。

表 1 精度验证数据

提取方法	水体	非水体	像元总数	精度/%
NDVI	189	11	200	94.5
NDWI	191	9	200	95.5
MNDWI	196	4	200	98.0

由表 1 可知,水体遥感信息提取方法中 MNDWI 法精度较高,可以有效解决城镇用地与水体混淆的问题,在研究区取得了较好的提取结果。在 GIS 软件支持下,通过与土地利用现状图叠置分析及精度检验可以看出 MNDWI 法精度达到了 98.0%。

4 结论与讨论

该研究基于 ETM 遥感影像,运用最为常用的多波段增强图像阈值法对水体进行了提取实验,最后采用 MNDWI 法对湘阴县的全幅遥感图像进行水体提取,得到湘阴县的水体分布专题图(见图 3)。将水体信息提取结果转化为矢量格式,导入 GIS 软件中,统计得湘阴县的水域总面积为 346.904 km²。

由于受 ETM 影像的空间分辨率(30 m)限制,面积<900 m²的水体难于准确提取。多元遥感数据融合技术将成为提高细小水体提取精度的重要手段。总之,用 ETM 数据提取水体信息,并分析其分布特征,对水资源开发、保护、利用等具有重要意义。

参考文献:

- [1] 李选利,张海永,田金伟. TM 影像的植被类型信息提取方法研究[J]. 华北国土资源,2008(1):50-52.
- [2] 于欢,张树清,李晓峰,等. 基于 TM 影像的典型内陆淡水湿地水体信息提取研究[J]. 遥感技术与应用,2008,23(3):310-315.
- [3] 吴文渊,沈晓华,邹乐君,等. 基于 Landsat ETM+影像的水体信息综合提取方法[J]. 科技通报,2008,24(2):252-259.
- [4] Shih S F. Comparison of ELAS classifications and density slicing Landsat data for water surface area assessment[J]. Hydrologic Applications of Space Technology, 1985, 160: 91-97.
- [5] 陆家驹,李士鸿. TM 资料水体识别技术的改进[J]. 环境遥感,1992,7(1):17-23.
- [6] Jupp D L B, Ma Y O K K, Kuchl E R, et al. Landsat based interpretation of the cairns section of the great barrier reef marine park[C]. Australia: The C. S. I. R. O. Natural Resources Series. No. 4, C. S. I. R. O. Division of water and land resources, 1985.
- [7] 杨存建,徐美. 遥感信息机理的水体提取方法的探讨[J]. 地理研究,1998,17(增刊):86-89.
- [8] 刘建波,戴昌达. TM 图象在大型水库库情监测管理中的应用[J]. 环境遥感,1996,11(1):53-58.
- [9] 陈华芳,王金亮,陈忠,等. 山地高原地区 TM 影像水体信息提取方法比较——以香格里拉县部分地区为例[J]. 遥感技术与应用,2004(6):479-484.
- [10] McFeeters S K. The use of normalized difference water index(NDWI)in the delineation of open water features[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.
- [12] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [13] 徐涵秋. 基于谱间特征和归一化指数分析的城市建筑用地信息提取[J]. 地理研究,2005,24(2):311-320.

Extraction of Water Information Using ETM Image

XU Qiang, SHI Jun-nan, LIU Jian-cong, HU Kai, MA Guang-yong

(Forestry Remote Sensing and Information Engineering Center of Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004)

Abstract: Taking Xiangyin county as sample, the experiment of extract the water information from the ETM satellite image was conducted by three methods, which was the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), the Normalized Difference Water Index (NDWI) and the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI). The results showed that the MNDWI method could accurately extract the water information, and the precision achieved 98%; The total water area of Xiangyin county was 346.904 km².

Key words: information extraction; water body; MNDWI; precision evaluation

提高作物维生素 C 有新法

美国加利福尼亚大学里弗赛德分校的一个研究小组发现,通过转基因技术使作物大量产生 DHAR 酶,能够显著提高玉米等谷物中所含维生素 C 的水平。

据悉,一些水果和绿叶蔬菜中虽然富含维生素 C,但作为人类主食的谷物中维生素 C 含量却比较低。

加利教授领导的小组从小麦中分离出 DHAR 酶的编码基因,并在玉米中引入这种基因,结果玉米中 DHAR 酶的含量最多增加了近百倍。研究还发现,利用这种办法培育出的转基因玉米叶子和籽实中的维生素 C 显著增多。