

# 基于环境小卫星 CCD 影像的水体提取指数法比较

范登科<sup>1</sup>, 李明<sup>1\*</sup>, 贺少帅<sup>2</sup>

(1. 武汉大学遥感信息工程学院, 湖北 武汉 430079; 2. 北京宇视蓝图信息技术有限公司, 北京 100096)

**摘要:**针对湖北省大东湖水网水环境遥感监测需求,开展基于环境小卫星 CCD 影像的内陆湖库水体提取指数方法研究。以常见的 3 种水体识别指数为模型,参照使用 TM、MODIS 等典型传感器进行水体提取的波段选择方式,通过对环境小卫星 CCD 影像 4 个波段地物光谱信息的变化趋势分析,发现各波段对水体目标的区分能力;使用指数模型和相应阈值分别计算获得水体特征图像,并以目视判读结合精度评价指标的方式对提取结果进行对比分析。实验结果表明,归一化差异综合水体指数的目视判读效果最好,且具有水陆区分度高和误识别率低的特点,适用于解决水体目标快速提取问题。

**关键词:**环境小卫星;内陆湖库;水体提取指数

**中图分类号:** TP750 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-0504(2012)02-0014-06

## 0 引言

水环境遥感监测的感兴趣区域为遥感影像中包含有水体辐射信息的河流、湖库区域,使用遥感技术提取水体目标,就是利用水体和陆地在水体辐射上的差异特征,对二者进行识别并加以区分。国内外学者在应用 TM、MODIS、北京一号等中分辨率传感器影像基础上,提出许多水体识别的方法,归结起来大致可分为基于先验的成像光谱分析方法和基于后验的特征表达方法。先验方法使用高光谱分析技术,获得观测目标在不同波段上辐射量的大小或比例关系,以比较或加权运算的方式在影像上发现符合特定光谱变化规律的像素,从而分析和判别水体目标<sup>[1-4]</sup>,具有较高的水体识别和提取精度,但提高了样本选择难度,而且要求影像经过严格的大气校正处理,不利于生产应用。后验方法则是依据波谱曲线极值相互抑制的原理,首先对不同波段进行组合运算,构造水体目标显著表达的特征,调整特征间的参数并与真实目标分布情况反复对比,以确定用于水体识别的波段组合方式,不仅简便易行,而且能有效抑制大气辐射的影响,在实际生产应用中表现出较高的提取效率<sup>[5-7]</sup>。

环境小卫星星座是我国第一个专门用于环境与灾害监测预报的多星多载荷民用对地观测系统,由两颗光学小卫星(HJ-1A、HJ-1B)和一颗合成孔径雷达小卫星(HJ-1C)组成,光学小卫星搭载的 CCD 传

感器由红、绿、蓝、近红外 4 个波段组成,分辨率 30 m,重访周期为 1 d,能够不间断地开展监测工作,具备对我国环境与灾情进行大范围、全天时、全天候的监测能力。针对湖北省大东湖水网的遥感监测任务需要,选择具有较高空间和时间分辨率的环境小卫星影像为数据源,以东湖和梁子湖为研究目标,对内陆湖泊水体提取指数模型进行对比分析,找出适合环境小卫星影像的水体提取方法。

## 1 水体提取指数方法

### 1.1 研究区域

大东湖水网作为长江中游最大的城市湖泊水系,是武汉市水资源的重要组成部分。它位于干流武汉段右岸,主要由东湖、沙湖、杨春湖、严西湖、严东湖、北湖组成,区间还有竹子湖、清潭湖等小型湖泊。由于大量未经处理的工业废水和生活污水直接入湖,加上江湖联系阻断、湖泊周边缺少绿化、渔业养殖过度等原因,导致湖中动植物种群大量消失,湖泊原有饮用水源地功能丧失,六大湖泊蜕变为内陆湖,整个大东湖水生态环境遭到了一定程度的破坏。环保部门对梁子湖水质的长期监测表明,大东湖水网水质介于 3~5 类,营养状态总体呈中营养型,水环境状况受季节和排污企业的影响而不稳定。

本文选取 2009 年 3 月 14 日 10:59 HJ-1B 小卫星 2 级 CCD2 影像与 2010 年 9 月 20 日 11:02 HJ-1A 小卫星 2 级 CCD2 影像的大东湖水网地区为研

收稿日期:2011-09-19; 修订日期:2011-12-09

基金项目:国家 973 重点基础研究发展计划资助项目“面向数字城市的实时跨媒体信息存储与公众服务”(2011CB302306);武汉大学博士研究生自主科研项目(20102130101000131);武汉大学博士研究生自主科研项目(201121302020002)

作者简介:范登科(1984-),男,博士研究生,主要研究领域为遥感影像预处理和自动配准技术。\*通讯作者 E-mail:lisouming@whu.edu.cn

究区域,在经过绝对辐射定标和几何纠正处理后,按水体、陆地、植被三种地物类型选取典型样本点进行

波谱反射率曲线分析,样本点反射率(归一化到 0~100)及统计均值如表 1 所示。

表 1 环境小卫星影像中 3 种地物样本点反射率及均值  
Table 1 Three land features' reflectance at sample points and their average value for CCD sensor images

地物类型	波段	HJ-1A 样本点					HJ-1B 样本点				
		s1	s2	s3	s4	$\bar{s}$	s1	s2	s3	s4	$\bar{s}$
水体	b1	13	13	13	14	13.3	12	11	13	12	12
	b2	10	10	10	10	10	8	6	9	7	7.5
	b3	7	6	7	7	6.8	6	5	7	6	6
	b4	6	6	6	7	6.3	4	4	5	5	4.5
陆地	b1	18	18	15	17	17	15	15	14	14	14.5
	b2	16	16	14	14	15	12	11	10	10	10.8
	b3	17	16	12	14	14.8	12	11	10	10	10.8
	b4	20	19	17	17	18.3	16	12	12	12	13
植被	b1	12	12	11	11	11.5	11	12	12	11	11.5
	b2	9	8	8	8	8.3	7	7	7	7	7
	b3	6	5	6	5	5.5	6	6	6	6	6
	b4	18	19	19	17	18.3	14	13	13	12	13

图 1 为使用以上样本点反射率均值绘制的波段反射率曲线,通过对比分析发现,水体和植被的反射率在 1 波段(可见光蓝色)、2 波段(可见光绿色)和 3 波段(可见光红色)均明显低于陆地反射率,且水体和植被的分度不高,变化趋势相同;在 4 波段(近红外)中植被的反射率明显增强,与陆地的反射率一致,而水体的近红外波段反射率持续降低,达到植被和陆地的 1/3,因此环境星的第 4 波段对于水体目标的表达十分显著,可选为特征波段。此外,以上样本点的选择完全依赖目视判读,3 种地物的反射率具有代表性,特别是陆地样本点,都是具有高反射率的水泥人工建筑,然而对于含水量较高的土壤而言,在近红外波段的光谱吸收大大增强,反射率相应地降低,难以用单一波段的灰度阈值将其与水体区分开,通常使用波段组合构造的水体指数特征进行判别和区分。

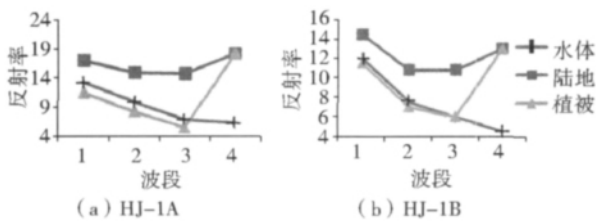


图 1 环境小卫星 CCD 影像中 3 种典型地物的光谱反射率  
Fig.1 Spectral reflectance curves of three typical land features presented by HJ satellite's CCD sensor image

1.2 归一化植被指数 NDVI

NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)是常见的用于地表植被覆盖及长势判别的遥感特征指数,其原理是利用植被在红光和近红外波段所表现出的明显辐射差异,通过这两个波段反射率的和差、比值运算,获取表达区域内植被生长态势的特征指标量,同时有利于消除部分大气干扰和辐射误差。NDVI 的计算公式<sup>[8]</sup>为:

$$I_{ndv} = (B_{mir} - B_r) / (B_{mir} + B_r) \quad (1)$$

式中: $B_{mir}$ 为近红外波段的反射率, $B_r$ 为红波段的反射率。 $I_{ndv}$ 的取值范围为 $[-1, 1]$ ,在光谱反射率曲线上,由于近红外波段相对于红光波段显著增大,植被的  $I_{ndv}$  大于 0,陆地的  $I_{ndv}$  接近于 0,而水体的  $I_{ndv}$  小于 0。利用 NDVI 的这一特性,使用环境小卫星的 3、4 波段,有利于水体目标的提取。

1.3 归一化水体指数 NDWI

NDWI(Normalized Difference Water Index)<sup>[9]</sup>与 NDVI 类似,同样是利用 3 种地物在两个波段中的辐射差异特性计算特征指数;不同的是,为了更突出水体与其他地物的差异,波谱选择在绿光和近红外通道范围。观察光谱反射率曲线,陆地绿光和近红外两个波段的反射率变化范围与 NDVI 相近,而植被的反射率变化范围减小,水体的变化范围增大,考虑到水生植物或水体富营养的影响,NDWI 对于水体目标的提取更为稳健。NDWI 的计算公式<sup>[9]</sup>如下:

$$I_{ndw} = (B_g - B_{mir}) / (B_g + B_{mir}) \quad (2)$$

式中: $B_g$ 为绿波段的反射率, $B_{mir}$ 为近红外波段的反射率。 $I_{ndw}$ 的取值范围也为 $[-1, 1]$ ,水体的  $I_{ndw}$  小于 0 且符号与植被和陆地相异,由于引入了绿波段代替红波段进行运算,NDWI 在抑制植被影响的同时增强水体目标的表达,比 NDVI 更适合水体目标的提取。环境小卫星的 2、4 波段分别对应绿光和近红外波谱,用来计算 NDWI。

1.4 归一化差异综合水体指数 CIWI

CIWI(Combined Index of NDVI and NIR for Water Identification)是 NDVI 和近红外相结合构造的水体提取特征模型,原理是在 NDVI 反映水体和植被、陆地辐射变化差异的基础上,加入近红外波段

反射率的影响,通过乘性因子进一步提高水体和其他地物的区分度。CIWI 的计算公式<sup>[10]</sup>如下:

$$I_{ciw} = \frac{B_{nir} - B_r}{B_{nir} + B_r} * c + \frac{B'_{nir}}{B'_{nir}} * c + c \quad (3)$$

式中: $B_{nir}$ 和 $B'_{nir}$ 代表近红外波段的反射率; $B_r$ 代表红波段的反射率; $c$ 通常取大于 0 的常数,以保证计算结果在正数区间。使用 MODIS 数据实验分析发现, $B_r$ 、 $B_{nir}$ 、 $B'_{nir}$ 分别采用 1、2、7 波段, $c$ 取值 100,样本阈值设定为 136.882 时,提取的水体目标效果最佳。

## 2 实验过程

### 2.1 绝对辐射定标

在计算水体提取指数前,必须将环境小卫星影像的亮度灰度 DN 值转换为波段光谱反射率<sup>[11]</sup>,通过传感器响应参数及光学物理模型实现这一转换的过程称为绝对辐射定标。首先根据环境小卫星提供

的绝对定标系数将影像 DN 值转换为入瞳处的辐射亮度值,计算公式<sup>[12]</sup>如下:

$$L = \frac{DN}{A} + L_0 \quad (4)$$

式中: $A$ 为绝对定标系数增益, $L_0$ 为绝对定标系数偏移量,是卫星传感器系统参数,可从表 2 中获得,转换后辐射亮度单位为  $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$ 。

然后使用光学物理模型将辐射亮度值转换为波段光谱反射率,计算公式<sup>[13]</sup>为:

$$\rho_{TOA} = \frac{\pi L_\lambda d^2}{E_\lambda \cos(\theta_z)} \quad (5)$$

式中: $\rho_{TOA}$ 为对应波长 $\lambda$ 的光谱反射率; $L_\lambda$ 为辐射亮度值; $d$ 为日地天文单位距离,无量纲,可根据日地距离计算公式或 USGS 给出的参数查找表获得; $E_\lambda$ 为波段处的平均大气外太阳辐照度( $W \cdot m^{-2}$ ),也称太阳常数,根据不同传感器波段响应的差异,该值是一个不确定的常数(表 3); $\theta_z$ 为太阳天顶角。

表 2 HJ-1A/B 星 CCD2 相机定标系数  
Table 2 Coefficients for CCD2 sensor image's calibration on HJ-1A/B satellite

卫星及传感器	增益状态	参量	Band1	Band2	Band3	Band4
HJ-1A CCD2	增益 1	A(DN/(W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup> ·μm <sup>-1</sup> ))	0.6051	0.5715	0.7771	0.8927
		L0	7.7757	7.0944	4.1320	1.2232
	增益 2	A(DN/(W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup> ·μm <sup>-1</sup> ))	0.9230	0.9399	1.3093	1.3178
		L0	4.6344	4.0982	3.7360	0.7385
HJ-1B CCD2	增益 1	A(DN/(W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup> ·μm <sup>-1</sup> ))	0.5759	0.5488	0.7537	0.7753
		L0	3.4608	5.8769	8.0069	8.8583
	增益 2	A(DN/(W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup> ·μm <sup>-1</sup> ))	0.8934	0.9006	1.2461	1.1261
		L0	2.2219	4.0683	5.2537	6.3497

表 3 HJ-1A/B 星 CCD2 相机大气层外太阳辐照度  
Table 3 Extra-atmospheric solar irradiance of CCD2 sensors on HJ-1A/B

卫星及传感器	Band1	Band2	Band3	Band4
HJ-1A CCD2	1 929.810	1 831.144	1 549.824	1 078.317
HJ-1B CCD2	1 922.897	1 823.985	1 553.201	1 074.544

### 2.2 波段选择

计算水体指数时需要确定所使用的环境小卫星 CCD 传感器波段,参考已有水体提取指数的应用研究<sup>[3,5,7]</sup>,对比环境小卫星 CCD 传感器与其他传感器各波段对应光谱的范围(表 4),发现环境小卫星 4 个波段与 TM 传感器前 4 个波段光谱范围

完全一致,完全覆盖且大于 MODIS 对应的 4 个波段,2、3、4 波段和 DMC 卫星 CCD 传感器完全一致,2、4 波段与 CBERS 卫星 CCD 传感器 2、4 波段存在略微差别,因此环境小卫星影像适合于水体提取指数的计算。参照应用 MODIS 影像进行水体提取指数分析的方法<sup>[7]</sup>及波段对应关系,选择 3、4(红、近红)波段计算 NDVI,选择 2、4(绿、近红)波段计算 NDWI,由于环境小卫星只有一个近红外波段,因此归一化差异综合水体指数的 NDVI 和 NIR 计算均使用第 4 波段。

表 4 环境小卫星 CCD 传感器与其他传感器对应波段对比  
Table 4 Comparison between bands of HJ satellite's CCD sensor and other satellite's sensor

卫星及传感器	波段及对应光谱范围(μm)			
HJ-1A/B CCD	B1(0.43~0.52)	B2(0.52~0.60)	B3(0.63~0.69)	B4(0.76~0.90)
Landsat TM	B1(0.45~0.52)	B2(0.52~0.60)	B3(0.63~0.69)	B4(0.76~0.90)
CBERS CCD	B1(0.45~0.52)	B2(0.52~0.59)	B3(0.63~0.69)	B4(0.77~0.89)
DMC(北京一号)	—	B3(0.52~0.60)	B2(0.63~0.69)	B1(0.76~0.90)
MODIS	B3(0.459~0.479)	B4(0.545~0.564)	B1(0.620~0.670)	B2(0.841~0.876)

### 2.3 阈值设定

对波段组合运算得到的水体指数划分不同的取值范围,将水体目标和其他地物分离,最常用的方法

是阈值法。根据经验,许多研究将 NDVI 与 NDWI 的水体提取阈值设为 0<sup>[5,7]</sup>,CIWI 在常量  $c$  确定的情况下,通过与采样点地物类型的反复对比以确定合

理的阈值。本文采用人工解译获取的水体二值图作为参考,计算水体指数影像的特征像素累计直方图,将提取相同水体面积时的水体指数值作为阈值,并对提取效果影像进行分析和评价。通过区域统计分析,两景环境小卫星影像上东湖的水体像素数分别为 36 801 和 40 658,分别使用 3 种指数的累计直方图进行阈值判定,结果如图 2。

对比图 2a 和图 2d,使用 NDVI 提取相同面积水

体时阈值变化并不稳定,与取值范围相比,变化率达 7%;图 2b 和图 2e 反映出 NDWI 的阈值变化率在 0.1% 以下,对于相同面积的水体进行提取时具有较高的稳定性;由于计算公式中常数 c 取固定值 100, CIWI 的阈值在图 2c 和图 2f 略有变化。综合分析,NDWI 和 CIWI 在水体提取过程中选取阈值的稳定性高于 NDVI,对比传统经验法设定的阈值,NDWI 比 NDVI 更合理。

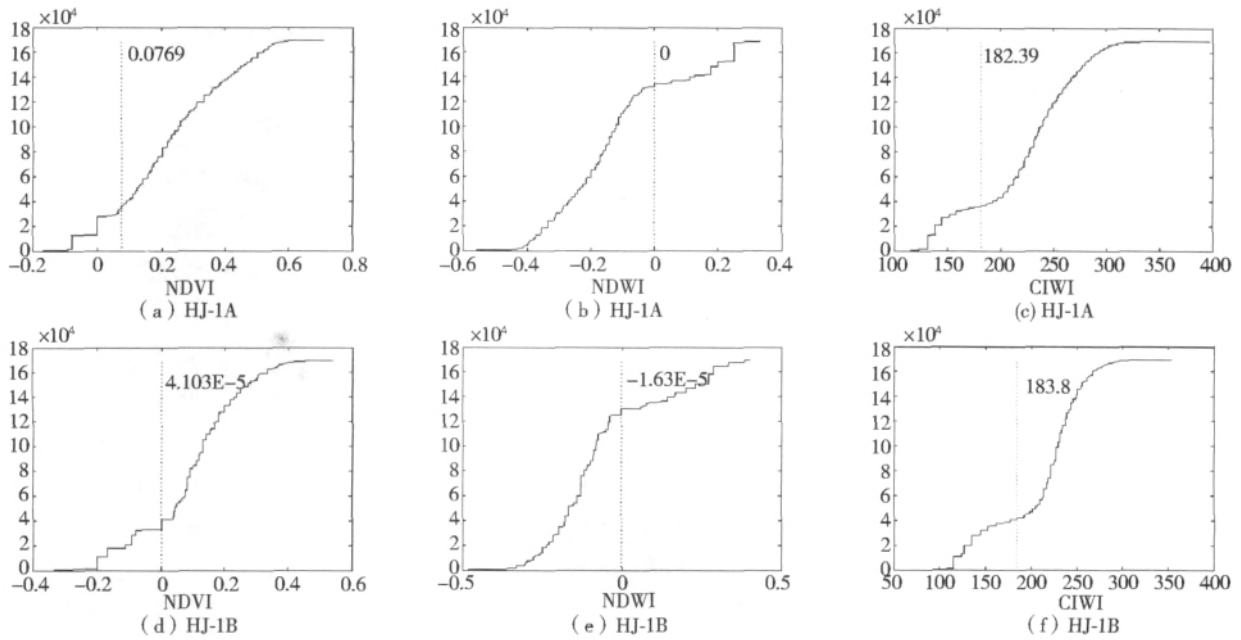


图 2 HJ-1A/1B 3 种水体提取指数累计直方图及水体判定阈值

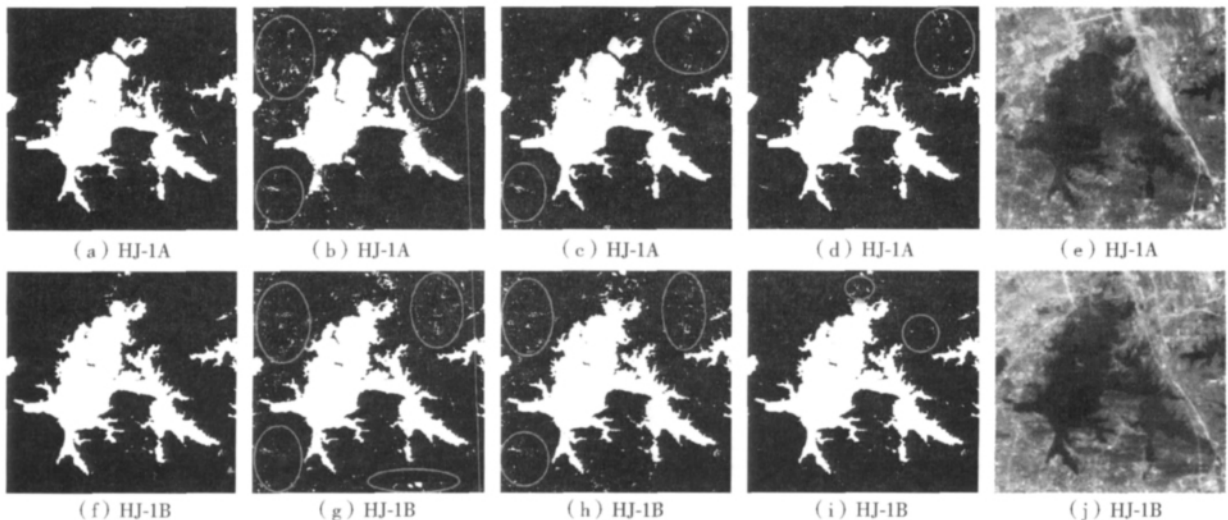
Fig. 2 Accumulation histogram and water identification threshold of three introduced water extraction indices applied on HJ-1A/1B satellite images

### 3 结果分析

#### 3.1 目视效果判断

采用 2.3 节分析得出的各水体指标阈值,对 HJ-

1A 和 HJ-1B 卫星 CCD 影像的 3 种指数图像进行二值化水体提取,实验结果如图 3 所示。由于内陆湖泊的蓄水量通常会季节性地发生变化,无法准确、实时地获得水面面积数据,本文采用经人工解译的水体



注:(a)、(f)为人工解译水体目标;(b)、(g)为 NDVI 提取结果;(c)、(h)为 NDWI 提取结果;(d)、(i)为 CIWI 提取结果;(e)、(j)为绝对辐射定标后 432 波段真彩色合成影像。

图 3 环境小卫星水体提取结果  
Fig. 3 Water extraction results in use of HJ satellite images

目标图像(图 3a、图 3f)作为实际湖泊区域参考,统计水体目标像素总数并采用 2.3 节方法确定各水体指数阈值,观测提取后的水体特征二值图发现:NDVI 对于水体的过提取现象最为严重,图 3b、图 3g 的非水体目标像素数明显多于其他两类指数;NDWI 次之(图 3c、图 3h),CIWI 的非水体目标像素数最少(图 3d、图 3i),图中椭圆标记区域代表了非水体目标范围的大小,对比后的结论是:在所有二值图像非背景像素总数相同的情况下,CIWI 提取的湖泊区域最完整,提取效果最好。

### 3.2 误提取率对比

在水体指数提取的二值图像中,位于真实水体范围内而未能被识别的像素数与实际水体目标总像素数的比值,称为该水体指数的误提取率( $R_{mis}$ )。计算公式为:

$$R_{mis} = (1 - \frac{S_{index}}{S_{total}}) * 100\% \quad (6)$$

式中: $S_{index}$ 代表由水体指数提取的、属于真实水体目标的像素数, $S_{total}$ 代表实际水域的像素总数,本文实验中为目视判读值。在参照特定湖泊面积进行水体提取的情况下, $R_{mis}$ 的取值范围为 $[0, 1]$ ,该值越接近 0,表明提取的湖泊范围越完整,对应的水体指数提取效果越好。表 5 为根据本文实验结果计算的误提取率,可见 NDVI 提取的二值图像中非水体像素的比率远远大于 NDWI 和 CIWI,HJ-1A 影像中发生误判的非水体面积几乎达到湖泊实际面积的 1/6;NDWI 和 CIWI 的误提取率近似(后者略优于前者),且控制在较低水平,平均误判面积小于 0.5 km<sup>2</sup>,与人工解译二值图对比后发现,误提取的像素大多分布在细小湖汊及岸边浅水区域,大量污染物

或悬浮泥沙是导致误判的主要因素。

表 5 3 种水体提取指数的误提取率  
Table 5 Misidentification ratio of three water extraction indices

水体提取指数	HJ-1A CCD2(%)	HJ-1B CCD2(%)
NDVI	17.56	5.63
NDWI	1.47	0.83
CIWI	1.12	0.72

### 3.3 可区分度对比

为了表达水体提取指数识别水体和非水体对象的能力,引入可区分度( $D_{disc}$ )的概念,即水体提取指数图像上水体全部像素与非水体像素的灰度均值之间的归一化差异程度,计算公式<sup>[10]</sup>为:

$$D_{disc} = |\frac{E_n - E_w}{E_n + E_w - 2E_{x_w}}| * 100\% \quad (7)$$

式中: $E_n$ 、 $E_w$ 分别表示全部非水体像素、水体像素灰度的均值; $E_{x_w}$ 表示指数图像中像素的灰度极值,即水体目标的灰度极值。

$D_{disc}$ 的取值范围为 $[0, 1]$ ,其实是灰度直方图中水体和非水体两个聚类中心的相对距离。当  $D_{disc}$  的值较大时,说明水体和非水体的灰度聚类中心距离较远,容易从指数图像中识别和提取水体;反之则阈值的可选范围较小,像素识别的不确定性增高导致误提取率上升。表 6 列出了根据本文实验结果计算的可区分度。尽管不同水体提取指数的取值范围和变化趋势有所差异,经区分度公式归一化计算后,结果数值的大小反映出各指数识别水体的能力。对于同一影像数据,3 种指数的水体与非水体区分能力排序是  $CIWI > NDWI > NDVI$ ,可见,CIWI 是 3 种指数中最优的水体提取指数方法。实验过程中同一指数在不同影像中的区分度改变,通常由影像自身辐射信息的变化与大气校正精度的高低引起。

表 6 3 种水体提取指数的可区分度  
Table 6 Discrimination of three water extraction indices

水体提取指数	HJ-1A CCD2			HJ-1B CCD2		
	$E_n$	$E_w$	$D_{disc}(\%)$	$E_n$	$E_w$	$D_{disc}(\%)$
NDVI	0.2839	-0.0186	50.54	0.1628	-0.1147	38.82
NDWI	-0.2078	0.1831	56.55	-0.1518	0.1958	45.98
CIWI	244.14	143.93	63.97	233.36	134.18	54.47

## 4 结语

本文分析评价了 3 种常见水体提取指数对内陆湖泊的识别和提取能力,发现归一化差异综合水体指数 CIWI 提取的湖泊区域目视效果最好、范围最完整、区分度最高,能满足业务化应用的需要。尽管比值计算有助于消除部分大气辐射的影响,严格的大气校正处理更有助于进一步提高指数法的水体提取精度;此外,光谱曲线分析和地面真实性检验过程

也十分重要,需采集大量稳定的样本点数据,而不是通过人工解译影像获取。实验结果表明,虽然对于细小湖汊和近湖岸浑浊水体的提取能力有限,但水体提取指数法获取的水域范围与目视解译结果相近,足以快速、稳定地提取所感兴趣的水域目标,而且 CIWI 最适用于环境小卫星影像提取水体。下一步的研究希望能改进现有提取指数或提出新的水体提取指数,以提高环境小卫星影像的监测水平和应用价值。

## 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 黄海波,赵萍,陈志英,等. ASTER 遥感影像水体信息提取方法研究[J]. 遥感技术与应用,2008,23(5):525-528.
- [3] 李小曼,王刚,田杰. TM 影像中水体提取方法研究[J]. 西南农业大学学报,2006,28(4):580-582.
- [4] 丁莉东,吴昊,王长健,等. 基于谱间关系的 MODIS 遥感影像水体提取研究[J]. 测绘与空间地理信息,2006,29(6):25-27.
- [5] 韩栋,杨晓梅,纪凯. 小卫星遥感影像自动提取水体方法研究[J]. 测绘科学,2008,33(1):51-54.
- [6] 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.
- [7] 王净,李亚春,景元书. 基于 MODIS 数据的水体识别指数方法的比较研究[J]. 气象科学,2009,29(3):342-347.
- [8] 权维俊,郭文利,叶彩华. 基于 TM 卫星影像获取北京市水体密度指数与植被覆盖指数的方法[J]. 南京气象学院学报,2007,30(5):610-616.
- [9] 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.
- [10] 莫伟华,孙涵. 基于 EOS/MODIS 卫星数据的洪涝灾害遥感监测应用技术研究[D]. 南京信息工程大学,2006.
- [11] 梅安新,彭望球,秦其明,等. 遥感导论[M]. 北京:高等教育出版社,2001. 98-100.
- [12] 孙家柄. 遥感原理与应用[M]. 武汉:武汉大学出版社,2003. 142-145.
- [13] 王桥,张兵,韦玉春,等. 太湖水体环境遥感监测实验及其软件实现[M]. 北京:科学出版社,2008. 66-67.

### Comparison and Research on Different Indices for Water Extraction Based on CCD Images from HJ Satellite

FAN Deng-ke<sup>1</sup>, LI Ming<sup>1</sup>, HE Shao-shuai<sup>2</sup>

(1. School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079;

2. Beijing Landview Mapping Information Technology Co. Ltd, Beijing 100096, China)

**Abstract:** Based on CCD images captured from HJ satellite, this paper presents a comparison and research on capabilities of different indices in extracting inland lakes' water, relating to the requirement of water environmental monitoring by remote sensing technique for East Lakes in Hubei Province. Referring to optimal bands used for water extraction from typical sensors, such as TM and MODIS, images from HJ satellite were utilized as data source to analyze and assess its availability on water extraction. Radiation in reflectance from all four bands was composed to evaluate the notable variation trend. Simultaneously, three water identification indices with their corresponding threshold were investigated to retrieve feature scenes and find the best solution. Experiments show that CIWI(Combined Index of Normalized Difference Water Index) can get the best image inspection, the highest discrimination and the lowest misidentification ratio, which could cope with fast water identification issues.

**Key words:** HJ satellite; inland lakes; water extraction index

(上接第 8 页)

### Semantic Analysis of Geographic Information Service under the Digital City

TAN Yong-bin<sup>1</sup>, ZHU Hai-hong<sup>1</sup>, LI Lin<sup>1</sup>, MAO Kai<sup>1</sup>, LI Cheng-ming<sup>2</sup>, YIN Jie<sup>2</sup>

(1. School of Resource and Environment Science, Wuhan University, Wuhan 430079;

2. Chinese Academy of Surveying & Mapping, Beijing 100830, China)

**Abstract:** Construction of Digital City service sharing platform can solve the problem of heterogeneous and isomerism geographic data effectively in order to achieve the interoperability of geographic information system. By exempling of geographic information services within the sharing platform, service semantic descriptions were presented explicitly and formally by employing the properties enumeration description method based on ontology theory, and then try to overcome geographic information services semantic sharing barrier. Four ontology properties of geographic information services were extracted, including service-type, service-user-group, functionality and operated-object. Based on these properties, service taxonomy was achieved, which included six categories: Catalogue Service, Data Publishing Service, Data Manipulation Service, Thematic Mapping Service, Data Analysis Service and Geocoding Service. Finally, the geographic service ontology of sharing platform was constructed in Protégé and reasoned by using Hermit 1.3.4, and an example of the formal description of Geocode Service was presented based on ontology properties.

**Key words:** digital city; geographic information service; semantic; service ontology