

# ETM+影像湿地遥感信息提取的 最佳波段选择

——以扎陵湖、鄂陵湖地区为例

杜新远 戚浩平 孙永军

(1. 东南大学交通学院测绘工程系, 南京 210096 ;2. 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

**摘要:**本文针对湿地遥感信息的特点, 根据最佳指数法的理论依据, 由相关系数矩阵, 将 ETM+ 各波段进行分组, 再结合各波段的主要用途, 使波段的所有组合方式由 84 种减少为 6 种, 大大减少了计算最佳指数的运算量。最后根据实验, 选取波段 453 组合方式作为假彩色合成影像的 RGB 波段。

**关键词:**湿地; 最佳波段; OIF; 波段用途

湿地是世界三大生态系统之一, 湿地研究是当今世界科学研究的热点问题之一。遥感技术由于具有大面积同步观测、数据综合性、可比性、经济性并允许重复观察等特点, 在湿地调查, 湿地动态监测及湿地保护中有着广泛的应用。但是由于目前信息的自动提取技术还不成熟, 主要还是以目视解译为主。所以如何选用影像的最佳波段组合, 合成假彩色影像, 是提高目视解译精度的基础。

本文以扎陵湖、鄂陵湖地区 ETM+影像为基础, 探讨了 ETM+影像湿地遥感信息提取的最佳波段选择问题, 为湿地的解译工作打下了基础。

## 1 研究区概况

扎陵湖、鄂陵湖地区地处青藏高原亚寒带的半干旱地区, 海拔 4100~4500m 之间, 这一地区湖泊沼泽众多, 河谷开阔, 冰川广布, 水系发育, 支流众多, 是重要的湿地资源。

## 2 ETM+数据特征

LANDSAT 7 卫星于 1999 年发射, 装备有 Enhanced Thematic Mapper Plus(ETM+)设备, ETM+被动感应地表反射的太阳辐射和散发的热辐射, 有 8 个波段的感应器, 覆盖了从红外到可见光的不同波长范围, 各波段的主要参数见表 1。

LANDSAT 7 的一些总体数据: 7 个光谱波段和一个全色波段; 观察宽度达 185km; 15、30、60、80 米精度; 离地 705km 太阳同步轨道; 16 天运行周期; 覆盖范围为南北纬 81° 之间区域。

表 1 ETM+各波段的主要参数

波段号	波段类型	波长 ( $\mu m$ )	空间分辨率 ( $m$ )	覆盖范围
1	蓝色	0.45—0.52	30	
2	绿色	0.52—0.60	30	
3	红色	0.63—0.69	30	
4	近红外	0.76—0.90	30	
5	中红外	1.55—1.75	30	183 × 175 km
6	热红外	10.5—12.5	60	
7	中红外	2.08—2.35	30	
8	全色	0.52—0.90	15	

ETM+各波段主要用途：

- 1 波段，用于水体穿透，土壤植被分辨；
- 2 波段，用于植被分辨；
- 3 波段，处于叶绿素吸收区域，用于观测道路/裸露土壤/植被种类效果很好；
- 4 波段，用于估算生物数量，尽管这个波段可以从植被中区分出水体，分辨潮湿土壤，但是对于道路辨认效果不如 TM3；
- 5 波段，这被认为是所有波段中最佳的一个，用于分辨道路/裸露土壤/水，它还能在不同植被之间有好的对比度，并且有较好的穿透大气、云雾的能力；
- 6 波段，感应发出热辐射的目标，分辨率为 60m；
- 7 波段，对于岩石/矿物的分辨很有用，也可用于辨识植被覆盖和湿润土壤；
- 8 波段，得到的是黑白图象，分辨率为 15m，用于增强分辨率，提供分辨能力。(ETM+增加了这个波段，TM 没有)

### 3 波段选择研究

#### 3.1 扎陵湖、鄂陵湖地区 ETM+数据

采用的 Landsat7 ETM+影像数据，轨道号为 134/036，接收时间为 2001 年 7 月 3 日。

#### 3.2 波段选择原则

波段选择通常考虑以下三个原则： 波段或波段组合信息含量要大； 各波段间相关性要小； 地物的光谱差异要大。

针对波段选择问题，以往有人提出了许多不同的方法，如熵、联合熵、协方差矩阵行列式值及最佳指数法等，但这些方法只考虑了信息量和相关性，没有考虑到地物光谱差异性，本文采用最佳指数法，结合地物光谱差异性，探讨扎陵湖、鄂陵湖地区的 Landsat7 ETM+影像的波段选择问题。

#### 3.3 方法研究

本文采用的 Landsat7 ETM+影像数据是经过几何校正后的影像。Landsat7 ETM+影像数据第六波段设置为高增益和低增益两个值。

##### 3.3.1 最佳指数法 (OIF)

美国查维茨提出的最佳指数法 (OIF) 的概念，即

$$OIF = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{\sum_{i=1}^3 |R_{ij}|}, \text{ 式中 } S_i \text{ 为第 } i \text{ 个波段的标准差, } R_{ij} \text{ 为 } i、j \text{ 两波段的相关系数。}$$

一般对 n 波段图像数据，计算其相关系数矩阵，再分别求出所有可能三组合波段对应的

OIF。OIF 越大，则相应组合影像包含的信息量就越大。对 OIF 按照从大到小的顺序进行排列，即可选出最优组合方案。

### 3.3.2 波段分析

在 ENVI 软件上很容易求出波段的标准差和波段系数。方法是把所有波段在 ENVI3.5 软件上组合成一幅彩色影像，该影像是以 WGS—84 坐标系的 18 度带影像，其分辨率改为 25 米。

在 ENVI 中求出光谱的统计特征（包括标准差）和相关系数，结果如表 2、表 3 所示。

表 2 ETM+各波段的光谱特征统计表

波段(Band)	最小值 (min)	最大值(max)	均值(mean)	标准差(stdev)
1	0	255	54.577911	46.393178
2	0	255	55.697982	49.100534
3	0	255	67.257757	62.368685
4	0	248	47.935647	41.991622
5	0	255	83.059344	74.645830
6L	0	193	83.022644	67.551019
6H	0	255	97.096425	80.139775
7	0	255	66.468343	63.015417
8	0	255	45.817295	40.586624

表 3 ETM+各波段间相关系数矩阵表

Band	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6L	BandH	Band7	Band8
Band1	1.000	0.993	0.972	0.957	0.948	0.963	0.964	0.940	0.970
Band2	0.993	1.000	0.991	0.960	0.958	0.942	0.950	0.962	0.978
Band3	0.972	0.991	1.000	0.949	0.959	0.908	0.922	0.975	0.972
Band4	0.957	0.960	0.949	1.000	0.983	0.950	0.958	0.953	0.980
Band5	0.948	0.958	0.959	0.983	1.000	0.937	0.951	0.985	0.973
Band6L	0.963	0.942	0.908	0.950	0.937	1.000	0.997	0.901	0.941
Band6H	0.963	0.949	0.922	0.958	0.951	0.997	1.000	0.922	0.951
Band7	0.940	0.961	0.975	0.953	0.985	0.902	0.922	1.000	0.961
Band8	0.970	0.978	0.972	0.980	0.973	0.942	0.951	0.961	1.000

### 3.3.3 最佳波段选择

由最佳指数法公式可以看出，OIF 与标准差成正比，与相关系数成反比，标准差越大，相关系数越小，OIF 就越大，所以要选取标准差大，相关系数小的波段进行组合。

由相关系数矩阵表可以看出，第 1、2、3 波段的相关性大；第 5、7 波段相关性较大；第 4、6、8 波段相对比较独立，所以可以将 ETM+ 的 9 个波段划分为 5 组：第 1、2、3 波段；第 4 波段；第 5、7 波段；第 6 波段；第 8 波段。同组之间的相关性较大，不同组之间的相关性较小。

本次波段组合主要用于湿地遥感信息提取，从各波段用途分析，第 6 波段是热红外波段，分辨率较低，主要用于反映辐射温度信息，在湿地信息提取中不予考虑。第 8 波段是全色波段，分辨率高，与其他波段合成可提高分辨率，但标准差小，湿地信息含量少，所以也不予

考虑。ETM+还剩 3 组组合：第 1、2、3 波段；第 4 波段；第 5、7 波段。所有的可能波段组合为 145、147、245、247、345、347 共 6 种组合。

下面计算最佳指数 OIF，结果如表 4 所示：

表 4 OIF 计算结果

序号	组合方案	OIF	序号	组合方案	OIF
1	145	56.451	4	247	53.603
2	147	53.123	5	345	61.918
3	245	57.131	6	347	58.177

从最佳指数计算结果，波段 3、4、5 的 OIF 最大。结合波段 3、4、5 的用途可以看出，波段 3、4、5 适合湿地信息提取。所以选取波段 3、4、5 组合作为扎陵湖、鄂陵湖地区的湿地信息提取的最佳波段组合。通过波段组合方式实验，选取波段 453 作为假彩色合成的 RGB 波段。

#### 4 结论

本文针对湿地遥感信息的特点，根据最佳指数法的理论依据，由相关系数矩阵，将各波段进行分组，再结合各波段的主要用途，排除了第 6、第 8 波段，使波段的所有组合方式由 84 种减少为 6 种，大大减少了计算最佳指数法的运算量。并再次由波段的主要用途对选出的最佳波段组合进行了验证。最后根据实验，选取波段 453 组合方式作为假彩色合成的 RGB 波段。综合运用最佳指数法、标准差，结合 ETM+ 各波段的主要用途来选择最佳波段，符合波段选择的三原则，对于提取其他类型的遥感信息的最佳波段组合也有实际应用价值。

#### 参考文献

- [1] 韩玲玲,何政伟,黄润秋,邓辉.长江三峡库区 Landsat7 ETM+数据的处理方法探讨.遥感技术与应用,2003,18(4):237-242.
- [2] 衣伟宏,杨柳,张正祥.基于 ETM+影像的扎龙湿地遥感分类研究.湿地科学,2004,2(3):208-212.
- [3] 年波,扬士剑,王金亮.植被遥感信息提取的最佳波段选择—以云岭中部地区为例.云南地理环境研究,2004,16(2):18-21.
- [4] 王庆光,潘燕芳.多光谱遥感数据最佳波段选择的研究.韶关学院学报,2006,27(3):42-44
- [5] 李石华,王金亮,陈姚,朱妙园,廖迎芸.多光谱遥感数据最佳波段选择方法试验研究.云南地理环境研究,2005,17(6):29-33.
- [6] 刘建平,赵英时.高光谱遥感数据解译的最佳波段选择方法研究.中国科学院研究生院学报,1999,16(2):153-161.
- [7] 姜小光,王长耀,王成.成像光谱数据的光谱信息特点及最佳波段选择—以北京顺义区为例.干旱区地理,2000,23(3):214-220.
- [8] 梅安新,彭望禄,秦其明,刘慧平.遥感导论.高等教育出版社,2001.7.