

# 提取蚀变信息时 TM 影像的最佳波段组合研究

王培忠, 严卫东, 边辉, 孙彬, 倪维平

(西北核技术研究所, 陕西 西安 710024)

**摘要:** 多光谱数据的最佳波段选择直接影响图像的目视解译和信息提取。在分析 TM 影像各波段间的标准差、相关系数和最佳指数因子内在联系的基础上, 提出采用最佳指数因子与蚀变信息光谱特征相结合的方法选择遥感影像的最佳波段组合。研究表明, 最佳指数因子与蚀变信息光谱特征相结合是多光谱数据最佳波段选择的理想方法; TM4+TM5+TM7 波段组合获取的合成图像构造清晰, 岩性差异显著, 最有利于蚀变信息的提取。

**关键词:** TM 影像; 蚀变信息; 波段组合; 最佳指数因子; 遥感

**中图分类号:** P237 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2010)02-0173-03

## Study on Optimal Bands Composite of TM Image While Extracting Alteration Information

WANG Pei-zhong, YAN Wei-dong, BIAN Hui, SUN Bin, NI Wei-ping

(Northwest Institute of Nuclear Technology, Xi'an 710024, Shaanxi, China)

**Abstract:** Visual interpretation and information extraction of remote sensing image were directly influenced by the selection of optimal bands of multispectral data. Based on the relationships of bands of TM image among standard deviation, related coefficient and optimal index factor, the method of optimal index factor combined with spectral signature of alteration information was showed to select the optimal bands composite of remote sensing image. The result showed that optimal index factor combined with spectral signature of alteration information was the best way to select the optimal bands composite of multispectral data; structure and lithology of the composite image, which was extracted with the band composite TM4+TM5+TM7, was clear and different, respectively; band composite TM4+TM5+TM7 was propitious to extract alteration information.

**Key words:** TM image; alteration information; band composite; optimal index factor; RS

## 0 引言

近年来,随着遥感技术的迅速发展,多光谱遥感已经广泛应用于地质勘查<sup>[1]</sup>。专题制图仪(Thematic Mapper, TM)作为第二代星载传感器,具有较高的空间分辨率和光谱分辨率,可以获得十分丰富的遥感数据<sup>[2]</sup>。目前,基于 TM 图像的地质解译已经积累了一定的理论基础和技术手段,但对于影像的判读和蚀变信息的提取,仍离不开目视解译。由于人眼对灰度图像敏感性较差而对彩色图像敏感且分辨力较强,在实际处理时,往往将 TM 图像各波段组合合成假彩色图像,以利

于目视解译和蚀变信息的提取。由于多光谱遥感数据波段之间具有互补性,并存在大量数据冗余<sup>[3-4]</sup>;因此,确定多光谱数据的最佳波段组合,对于快速准确地提取目标地物信息具有重要意义。笔者将对 TM 影像特征及其蚀变信息光谱进行分析,对有利于蚀变信息提取的最佳波段组合进行探讨。

## 1 波段组合原则

蚀变信息的提取主要是通过对典型矿物的光谱特征分析来实现,因此能否获取一幅信息量丰富、层次分明、色彩饱和度适中且含有较多目标地

物特征信息的彩色合成图像对于蚀变信息的提取至关重要。由于不同波段所反映的地质现象不同,而多光谱遥感数据波段相对较多,因此,如何选择 3 个波段进行最佳波段组合,进而构成合成彩色图像显得尤为关键。一般来说,波段选择要遵循以下 3 个原则<sup>[5-7]</sup>:①所选波段反映的信息量要大;②所选波段间的相关性尽可能弱;③目标地物类型在所选波段组合能被很好地区分。

按照上述原则,在进行波段选择时的主要依据是<sup>[8]</sup>标准方差要尽可能大。方差越大,波段的离散度越大,所含的信息量也越丰富。因此,在进行波段组合时,通常首先考虑标准方差较大的波段组合。由于地物在各个波段的辐射特性之间存在相关性,使方差最大的 3 个波段组合得到的信息量不一定最大。因此,在选择波段时,还要考虑目标地物类型的可分性。总之,波段组合方案的选取既要考虑标准方差和相关性的大小,又要兼顾目标地物在此波段组合上是否具有很好的可分性,即所选波段是否包含目标地物的特征谱带。

## 2 最佳波段组合设计

可以用于确定多光谱遥感图像最佳波段组合的方法有很多,如基于熵、联合熵、协方差矩阵以及最佳指数的方法等<sup>[9-10]</sup>。由于这些波段选择方法并没有考虑研究对象的光谱特征,因此在实际应用中往往很难取得较好的处理效果。笔者以某地区 TM 数据为例,通过对最佳指数因子的综合分析来构造适合蚀变信息提取的最佳波段组合方案。

### 2.1 最佳波段组合指数法

最佳波段组合指数法由美国的 Chavez 提出,基本思想是利用 3 个波段的标准差及两两之间的相关系数计算最佳指数因子( $I_{OIF}$ )<sup>[11-12]</sup>。波段数据的标准差越大,所包含的信息量也越多;波段间的相关系数越小,各波段独立性越大,信息的冗余度也越小<sup>[4]</sup>。 $I_{OIF}$ 表达式为

$$I_{OIF} = (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) / (|\gamma_{xy}| + |\gamma_{yz}| + |\gamma_{xz}|)$$

式中: $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$ 、 $\sigma_z$  分别为波段  $x$ 、 $y$ 、 $z$  的标准差; $\gamma_{xy}$ 、 $\gamma_{yz}$ 、 $\gamma_{xz}$  分别为波段  $x$ 、 $y$ 、 $z$  两两之间的相关系数。分析表明, $I_{OIF}$  越大,对应的波段组合所包含的信息量越大,波段间的相关性也越小。

计算最佳指数因子的关键是求出各波段的标准差和波段间的相关系数。研究区 TM 数据计算所得的标准差和相关系数见表 1。

表 1 各波段间的标准差及相关系数矩阵

Tab. 1 Correlation Matrix and Standard Deviation of Bands

波段	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
TM1	1.000	0.985	0.965	0.875	0.842	0.812
TM2		1.000	0.988	0.920	0.884	0.845
TM3			1.000	0.939	0.905	0.864
TM4				1.000	0.896	0.830
TM5					1.000	0.960
TM7						1.000
标准差	42.902	42.785	43.749	43.106	46.978	45.567

### 2.2 结果分析与最佳波段组合确定

由表 1 可看出,标准差最大的 3 个波段是 TM5、TM7、TM3; $r_{15}$ 、 $r_{17}$  较小,但  $r_{57}$  较大; $r_{17}$ 、 $r_{37}$  较小,但  $r_{13}$  又很大,其他波段也存在类似现象。因此,在 3 个波段中很难满足任意两个波段间具有较小相关系数的要求。

表 2 给出了可能的波段组合及其排序。可以看出,在不考虑其他因素的前提下,波段组合 TM1+TM4+TM7、TM1+TM5+TM7、TM1+TM4+

表 2 最佳波段组合的选择

Tab. 2 Selection of Optimal Bands Composite

波段组合	标准差 求和	相关系数 求和	最佳指数 因子	最佳指数因 子大小排序
TM1+TM2+TM3	129.436	2.938	44.060	20
TM1+TM2+TM4	128.794	2.780	46.329	18
TM1+TM2+TM5	132.665	2.711	48.936	14
TM1+TM2+TM7	131.254	2.642	49.683	10
TM1+TM3+TM4	129.757	2.778	46.707	17
TM1+TM3+TM5	133.629	2.712	49.274	11
TM1+TM3+TM7	132.218	2.640	50.076	8
TM1+TM4+TM5	132.987	2.613	50.901	3
TM1+TM4+TM7	131.576	2.516	52.292	1
TM1+TM5+TM7	135.447	2.613	51.828	2
TM2+TM3+TM4	129.640	2.846	45.544	19
TM2+TM3+TM5	133.511	2.777	48.084	16
TM2+TM3+TM7	132.100	2.696	48.990	13
TM2+TM4+TM5	132.869	2.701	49.201	12
TM2+TM4+TM7	131.458	2.596	50.648	4
TM2+TM5+TM7	135.330	2.689	50.325	6
TM3+TM4+TM5	133.833	2.740	48.842	15
TM3+TM4+TM7	132.422	2.633	50.300	7
TM3+TM5+TM7	136.294	2.729	49.942	9
TM4+TM5+TM7	135.652	2.687	50.492	5

TM5、TM2+TM4+TM7、TM4+TM5+TM7 的  $I_{OIF}$  较高,可以作为最佳波段组合的备选方案。为了确定最佳的波段组合,可以结合目标地物的光谱特征对上述备选方案进一步筛选。

从 TM 影像各波段的地物光谱特征来看,可见光波段含有二价铁离子和三价铁离子的光谱信息,其中尤以 TM4 信息为多,而 TM7 则集中了黏土矿物、碳酸盐矿物及含羟基矿物的光谱吸收特征。对于 TM5,这是多数矿物的高反射区,标准差最大,利于突出地物的结构特征。因此,将标准差最大的 TM5+TM7+TM3 波段组合、 $I_{OIF}$  最大的 TM1+TM4+TM7 波段组合以及矿物吸收特征较为明显的 TM4+TM5+TM7 波段组合 3 种方案进行假彩色合成。由图像效果来看,以 TM1+TM4+TM7 波段组合色调最好,其他组合由于 TM5、TM7 两个波段相关性较高,导致图像信息相对较少。但 TM1+TM4+TM7 波段组合假彩色合成图像对于蚀变矿物区分性较差,而在其他波段组合方案所得到的合成图像则可以以鲜明的绿色显示蚀变带,尤以 TM4+TM5+TM7 波段组合的合成图像最明显,表 2 表明该波段组合的  $I_{OIF}$  也比较高。因此,确定以 TM4+TM5+TM7 作为最佳波段组合,生成相应的假彩色合成图像(图 1)。该解译图像大部分岩性差别明显,构造清晰,且蚀变带和蚀变岩石在视觉效果上区分清楚。

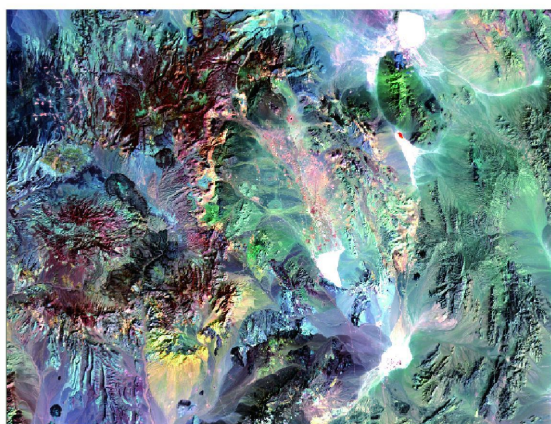


图 1 基于 TM4+TM5+TM7 波段组合假彩色合成图像

Fig. 1 False Color Composite Image Based on Bands Composite TM4+TM5+TM7

### 3 结语

(1)以某区域为实验区,利用 TM 影像进行不同波段组合选优。结果表明,通过相关系数、标准差原则及最佳指数因子从信息量和冗余度方面考虑最佳波段组合,并通过这些方法选择的波段组合图像很难反映蚀变信息,给蚀变信息提取波段选优带来了困难。

(2)结合蚀变信息光谱特征的最佳波段组合方案,通过分析蚀变信息在每一波段的光谱特性,然后结合最佳指数因子等方法给出方案。通过这种方案获得的最佳波段组合既保证了信息的丰富程度又减少了各波段间的冗余度;同时,这种方案实施方便,效果好,有利于蚀变信息提取。实验结果表明,图像上蚀变信息明显,这是用于蚀变信息提取的一种较好的最佳波段组合方法。

#### 参考文献:

- [1] 赵永国. 宝天公路选线工程地质环境遥感解译法的应用[J]. 中国公路学报, 1992, 5(4): 44-49.
- [2] 景奉广, 梁明, 霍宏, 等. 遥感分类图在高精度栅格矢量转换中的应用[J]. 西安科技大学学报, 2008, 28(1): 86-90.
- [3] 李石华, 王金亮, 陈姚, 等. 多光谱遥感数据最佳波段选择方法试验研究[J]. 云南地理环境研究, 2005, 17(6): 29-33.
- [4] 韩玲, 吴汉宁, 杜子涛. 多源遥感影像数据融合方法在地学中的应用[J]. 地球科学与环境学报, 2005, 27(3): 78-81.
- [5] 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[J]. 干旱区地理, 2000, 23(3): 214-220.
- [6] 尹黎明, 卢玉东, 潘剑君, 等. 基于多波段组合技术的土地利用/覆盖信息提取研究[J]. 遥感信息, 2005, 18(5): 16-18.
- [7] 沈润平, 王人潮, 赵小敏. 最佳特征影像组合综合选择指数的研究[J]. 华南农业大学学报: 自然科学版, 2002, 23(2): 18-21.
- [8] 张廷斌, 唐菊兴, 刘登忠. 卫星遥感图像空间分辨率适用性分析[J]. 地球科学与环境学报, 2006, 28(1): 79-82.
- [9] 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[J]. 中国科学院研究生院学报, 1999, 16(2): 153-161.
- [10] 冯恩国, 秦奋, 李淑香. 居民地信息提取的最优波段组合方案研究[J]. 平顶山学院学报, 2007, 14(3): 200-205.
- [11] 年波, 杨士剑, 王金亮. 植被遥感信息提取的最佳波段选择——以云岭中部山区为例[J]. 云南地理环境研究, 2004, 16(2): 18-21.
- [12] 程乘旗, 马廷, 王立明. 用于植被冠层分析的高光谱波段的组合方法研究[J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(2): 23-25.