

TM 数据的 KL 变换及金矿化信息提取

王海平* 曲国林

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京)

提 要: 金矿化信息在遥感图像上是一种非直接的、隐伏信息。本文以老王寨金矿田为例, 其 TM 数据的 KL 变换应用效果表明, 在金矿化信息提取方面有较理想的找矿预测效果。

关键词: TM 数据 KL 变换 老王寨

哀牢山是滇西重要的贵金属、有色金属成矿带, 位于扬子板块西缘多期叠加变质、剪切推覆的复杂构造结合带内。老王寨金矿田汇集在其北段, 现已相继发现浪泥塘、冬瓜林、库独木和老王寨等大中型金矿床^[1]。

1 老王寨矿田 TM 数据图象分析

1.1 TM 数据图象中金矿化信息的显示机理

诸多学者的应用研究证明, 金矿化信息能够在遥感图象上有所反映^[2], 但其显示机理仍需进一步探讨。就水文学、土壤学、矿床学和遥感物理学等而言, 金矿化作用因其所处构造环境不同, 赋矿围岩有别、成矿物质来源和组分差异, 导致各有特色的蚀变作用。这种成矿作用过程必有大量成矿元素和相关组分在围岩中扩散, 并对地表土壤色调、成分、含水量及其上发育的植被类群、形态、密度和生长状况产生影响。这种影响及伴随金矿的蚀变作用形成的蚀变岩石都以反射波谱的差异和特征反映到 TM 数字图象中。对老王寨矿田图象灰度值的统计分析, 发现金矿床上覆土壤、植被波谱亮度值与背景值有较大差异。其中, TM₁—TM₅ 图象上金矿体亮度值均高于背景值, 而 TM₇ 图象上金矿体亮度值则仅为背景值的十分之一, 表明 TM 数字图象上的波谱信息能够反映金矿化的成矿信息。

1.2 老王寨金矿田的控矿 TM 特征

老王寨矿田位于北西向、南北向和近东西向 3 组大型线性构造带交汇部。其中, 北西向线性构造带为韧性剪切构造带, 南北向线性构造带为张扭性构造带, 二者规模大、切割地壳深、形成了明显的重力梯度和航磁异常带, 构成了哀牢山地区深部物质上涌的构造渗透带; 近东西向线性构造带的连续性欠佳、其伴随的重力梯度带和航磁异常带显示亦不如前两组线性构造带, 在 TM 图象上表现为压扭性壳层构造带特征。因此, 区内上述 3 组不同力学属性、不同活动期和 TM 特征的线性构造带共同组成了老王寨矿田的区域控矿线性构造系统。

北西向的韧性剪切构造带内及其附近的 A 型构造控制了矿田内主要金矿体的产出, TM 图象上显示的 A 型构造越明显, 金矿体规模就越大、金品位越高。因此, 北西向韧性剪切带内及其附近的 A 型构造是矿田内金矿体的最佳容储构造。这类 A 型构造与北西向韧性剪

* 王海平, 1949 年生, 男, 研究员, 从事遥感地质研究。邮政编码: 100037

切构造带往往呈大角度相交,不仅代表了构造变动中应变物质的流动方向,还极易形成虚脱构造。在构造-岩浆热驱动下,含金量高的深部物质常常向A型构造内迁移,矿源层内的成矿物质亦可借助介质作用在构造-岩浆热驱动下朝A型构造富集,进而形成可资工业利用的金矿体。区内的控矿A型构造,在TM图象上表现为雾状小环形构造和近东西向小线性构造束。这种小环形构造具不对称的圈层结构、瘤状影纹和低序次子环体等TM特征,近东西向小线性束在地表往往与近东西向密集片理化带、构造破碎带、褪色蚀变带及无根褶皱、鞘褶皱对应。故此,TM图象的波谱与形态特征亦为提取金矿化信息提供了可解性。

2 TM数据的KL变换

KL变换又称主成分分析。TM数据经KL变换可将TM图象变为一组不相关的表征函数序列,旨在压缩TM的波谱维数、突出地物类别、提取金矿化信息。

将老王寨金矿田的TM数据进行KL变换后获得表1、2的特征值。表中本征向量为分量与TM各波段象元亮度值的线性相关系数。本征值为各主分量的相对变异,即其内所含的信息量。表内结果表明,第一至第四主分量所含信息是分别为86%、9.3%、3.8%、0.9%。

表1 $TM_{1,3,4,5}$ 一次KL变换特征值

主分量	本征值	本征向量			
		TM_1	TM_3	TM_4	TM_5
P_1	0.860	-0.293	-0.481	-0.495	-0.506
P_2	0.093	0.412	0.419	-0.698	-0.731
P_3	0.038	0.465	0.197	0.399	-0.711
P_4	0.009	0.628	-0.701	-0.048	0.184

表2 $TM_{1,4,5,7}$ 一次KL变换特征值

主分量	本征值	本征向量			
		TM_1	TM_4	TM_5	TM_7
P_1	0.878	-0.313	-0.417	-0.579	-0.562
P_2	0.089	0.311	-0.723	0.064	0.410
P_3	0.028	0.438	0.275	0.159	-0.341
P_4	0.005	-0.154	0.200	0.369	0.765

区内金矿化信息主要在序号大而信息量占次要地位的主分量(P_3 和 P_4)中,另据地面波谱测试分析,金矿化信息主要集中在 TM_5 波段。为此,用 $KLP_4(R)$ 、 $KLP_3(G)$ 与 TM_5 进行彩色合成。经彩色合成图象分析,区内金矿化信息的增强效果仍不尽人意,需进一步减少第一次KL变换所获的 P_3 与 P_4 间的相关性、“提纯”金矿化信息。因此在第一次KL变换的基础上进行第二次KL变换,并取 TM_3/TM_5 比值为地貌背景值作二次彩色合成。即首先对 TM_1 、 TM_3 、 TM_4 、 TM_5 四个波段和 TM_1 、 TM_4 、 TM_5 、 TM_7 四个波段分别进行KL变换,然后从获得

的主分量中选取 P_3 、 P_4 进行第二次 KL 变换,再从两组二次 KL 变换所获的两个主分量中选用 PP_1 分量与 TM_3 、 TM_5 分别用 R、G、B 三色编码合成彩色异常图象。这种 TM 数据的 KL 变换流程如下(图 1)。两种波段组合的二次 KL 变换特征值列入表 3、4。

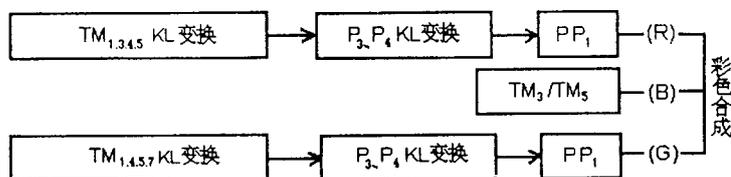


图 1 老王寨矿田 TM 数据的 KL 变换流程

表 3 $TM_{1,3,4,5}$ 二次 KL 变换特征值

主分量	本征值	本征向量	
		P_3	P_4
PP_1	0.704	0.863	0.137
PP_2	0.319	0.142	0.911

表 4 $TM_{1,4,5,7}$ 二次 KL 变换特征值

主分量	本征值	本征向量	
		P_3	P_4
PP_1	0.685	-0.301	0.905
PP_2	0.197	0.993	-0.153

3 应用效果

据老王寨地区 TM 数据的 KL 变换后得到的彩色合成图象分析,共提取出七个与金矿化有关的图象信息。这些金矿化信息与用区内金矿床地面波谱反演 TM 图象形成的彩色相关图象^[3]提取的七个矿化异常相当一致。其中 5 个异常 (A-1、2、3、5、6) 与地化异常核部完全吻合,另外两个异常 (A-4、7) 为此次研究识别出。经区内已知金矿床地面波谱模型识别, A-1 异常 (中心位于瑶人寨西 400m) 呈紫红色、具高反射背景上的双峰式特点,属典型的老王寨式波谱特征; A-2、3 两异常 (中心分别位于比幅山南和库独木小寨南) 为深红色、呈现出与冬瓜林矿床几乎完全一致的波谱形态,并表现出高反射背景上的双谷式特点,其 TM_7 分模式上还叠置有 CO_3^{2-} 的特征谱; A-5、6、7 三异常 (中心分别位于玉碗水西、平掌西南和小石龙南) 呈红色、在图象上具低反射背景上镜象对称特征且与大坪式波谱特征相同; A-4 异常 (中心位于隔界东南约 60m) 呈浅红色,经计算机采样分析,其波谱成分既有冬瓜林式 (双谷式) 特征值成分,又有低反射背景上出现的镜象对称特点,因此就这个异常而论,老王寨矿田外围 (尤其是平掌—库独木地区) 可能还有其他类型的金矿化。

此外,笔者曾对识别出的图象异常有选择性地作了适当的野外验证。在老王寨矿田东南的三合寨 (属墨江县管辖) 异常内发现了一条近东西向含金石英脉,其内采集的 4 件石英样品的金平均含量为 5.784 g/t,其中一件的金含量高达 27.34 g/t (四次测量的平均值)。

参 考 文 献

- 1 胡云中,唐尚鹤,王海平等. 袁牢山金矿地质. 北京:地质出版社,1996.
- 2 刘燕君等,遥感地质学基础文集. 北京:科学技术文献出版社,1990.
- 3 Wang Haiping, The Space-Ground Correlation Research of TM Data and Its Application in Prognosis of Gold Deposits. Acta Geologica Sinica. 1998, 72 (2).