

# 兰坪铅锌矿带 MSS 影像地质特征

罗朝舜

(云南省地质矿产局遥感站)

1986年8月20日收稿

## 摘要

兰坪地区铅锌多金属矿极为丰富,有大型铅锌矿床产出。为研究该区铅锌多金属矿有关的控岩控矿构造,本文进行了数字图像处理,包括反差增强、比值合成、KL变换及空间域卷积等。由S 101系统M-70图像处理机完成。处理结果表明,图像色调、纹形结构内容丰富,发现大量的地质矿产信息。根据线性构造、环形构造及色异常等信息特征与已知矿床、矿点、矿化点及物化探异常相互成因关系,结合区内成矿地质条件,对该区进行了矿点预测,并划分出6个成矿带,10个成矿远景预测区。预测矿点42个,其中I级预测矿点20个,I级远景预测区4个。对部分预测点野外检查结果表明,其中两处有铅锌矿化现象。

## 一、前言

工作区位于云南省西北部,澜沧江以东地区。北自兰坪河西,南至云龙白羊厂;西自兰坪,东至剑川弥沙河。长80公里,宽32公里。面积2560平方公里。区内山高谷深,最高海拔3700米,最低1990米。北部山形水系近北北西向分布;中至南部为近南北向分布。气候温和、雨量充足,植被覆盖面积大。

该区处于三江褶皱系中段紧密收敛部位,兰坪—思茅中生代拗陷北端及部分维西褶皱带。区内主要断裂有北北西向延伸的弥沙河大断裂及南北向延伸的兰坪断裂,金顶批江断裂、江头断裂等。这些断裂构成本区的构造格架。区内中生界地层发育,新生界地层零星分布其上。仅在该区东北角出露有少量酸性侵入体及中—酸性喷出岩。三叠系、侏罗系地层主要分布在该区东部及西部,构成一近南北向分布的宽缓复式向斜构造。区内铅锌多金属矿产极为丰富,成因上基本上属于沉积成岩作用加热卤水再造的层控矿床及裂隙充填型矿床。前者矿床规模较大,如金顶铅锌矿床;后者规模较小,但分布范围广。铅锌多金属矿的成矿阶段主要在喜山期。为研究与铅锌多金属矿成矿有关的控岩控矿构造,本次对该区进行了数字图像处理。处理结果表明:图像色调、纹形结构内容丰富,发现大量的地质矿产信息。几百条线性构造,近十个环形构造及两个较突出的色调异常区。它对研究该区的成矿地质条件,控岩控矿构造,提供了较多的依据。有助于进行找矿预测。

## 二、图像增强处理功能及其效果

遥感地质找矿研究,首先是遥感地质矿产信息的摄取,然后是对遥感图像中所显示的地质成因与成矿关系的研究。陆地卫星数字图像中记录了十分丰富的地表信息。数字图

像处理的目的是最大限度地增强和提取其地质矿产信息。这是地质找矿的基础,是应用遥感地质找矿方法进行成矿预测的先决条件。

该区图象处理使用的是 1974 年 1 月 4 日第一颗陆地卫星 MSS CCT 磁带,由 S 101 系统 M-70 图像处理机完成。该机功能较多,不同的功能有着不同的效果,恰当地选用可以分别获得许多效果较佳的多幅图像。但对本次而言,处理的目的一是进行遥感地质找矿尝试,二是为今后扩大范围提供处理功能方案。同时,也为今后重点区的再处理打下基础。根据滇西北地区地貌、地质及矿产情况,我们主要选用如下处理功能,其特点及效果如下:

(1) 反差增强直方图正态化 (MSS 4, 5, 6, 7 HiST'N), 其实质是改变图像灰度和色调,提高影像信息的分辨率。处理区原始直方图 4 个波段的亮度值均介于 0—64 之间,特别是 4 波段的亮度值只有 0—17, 反差小,影像暗,与肉眼不相匹配。加之区内山高谷深,阴影面占半,植被覆盖面大,阴、阳两面反差悬殊,经直方图正态化处理后的图像,影像清晰度全面得到改进,能使高亮度值压抑,低亮度值提高,影像色调和谐,阴影区和植被覆盖区得到增强,细节清晰,环形影像和线性影像得到突出。如金顶环形构造影像特征明显。

(2) 比值合成反差增强 (7/6 7/5 7/4  $\wedge$  HiST'N), 图像,采用复杂比值处理后再作反差扩大,能有效地提取色调信息,效果较佳。能以醒目的紫蓝色调突出构造破碎带和色调异常区,增加了分辨岩性的能力。从影像上圈出的色调异常区、铅锌多金属矿点较为集中,与化探异常分布范围吻合得相当好。

(3) KL 变换图像。能消除阴影的影响,以醒目的紫色调突出线性构造,有利于区分岩体,通甸南大遍第四系覆盖之下的隐伏断裂构造延伸情况历历在目。

(4) 边缘增强 (MSS 4, 5, 6, 7 空间域卷积 SCALE CONVOLVE), 先对各波段作线性扩展,后用算子

$$\begin{aligned} \text{全方位 (ALL)} & \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 12 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}; \text{南北向 (SN)} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}; \text{东西向 (EW)} \\ & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}; \text{北东向 (NE)} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & -1 \\ 2 & -1 & -1 \end{bmatrix}; \text{北西向 (NW)} & \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 1 & 2 & -1 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

进行空间卷积运算,提取不同地质体边缘亮度值的变化率。这种方法能使影像灰度层次增多,不同方向线性体得到突出,特别是对线性构造和环形构造的解译,有明显的效果。

以上处理,从影像信息显示的特点看,一般地说来,比值合成,KL 变换影像,色形明显,利于作岩性、矿产解译和色调异常区的提取;对线性构造的解译也有一定的效果;边缘增强,卷积图像对线性构造分析有很好的效果。

### 三、影像地质特征及其控矿规律

#### 1. 线性构造

##### (1) 线性构造特征

通过图像解译发现了较多的线性构造,经野外验证,这些线性构造主要是断裂构造、大型节理带、扭裂带、构造破裂带及地层界面等。这些线性体多呈直线状,少数呈弯曲的“S”型。常以较深的深色调显示出来。综观区内,色调醒目、粗而长的淤沙河大断裂斜跨在北部;东西向线性构造粗而短,断续可见;南北向线性构造粗短,一般比较隐晦;其它北东向和北北西向线性构造,细而显眼。根据本区线性构造展布方向及组合特征,可划分出四个组:南北向组、东西向组、北北西向组及北东向组。它们多成群出现,在空间上具有等距分布的特点。主要的线性构造密集带,有北北西向和南北向,前者分布在淤沙河、挂登等地,延伸方向 $335^{\circ}$ 左右;后者分布在兰坪、金顶沱江、江头等地区,呈南北向分布。北东向组以金顶、小盐井二处较发育;东西向组表现微弱,主要发育在金顶及其以北地区,且也略具等距性分布。从它的展布方向、交切关系等特征分析,南北向为压性;北北西向为压扭性,表现为左旋的特点;北东向为张扭性,表现为右旋的特点;近东西向构造多属张性(先压后转张性)。东西向和南北向形成较早,表现隐晦。北东向及北北西向形成较晚,表现明显。但由于构造活动的多期性和构造力学性质的转化,构造特性要复杂得多。从线性构造解译图中可以看出:在金顶地区北东向组线性构造,强烈地切错了南北向组及北北西向组,似乎限制了其向南发育。根据区内重力异常梯度特征,金顶北北西方向可能存在地壳软弱带。根据线性构造的分布特点,各组线性构造比较发育的地方,往往是地质构造断裂带的反映。

## (2) 线性构造与矿产的关系

和区域地质构造一样,北北西和南北向线性构造密集带构成了本区构造的格架,它控制区内成矿带的分布,把已知的矿点及化探异常标在线性构造图和线性构造交结点数密度等值线图上,它们多出现在线性构造密集交汇处或其旁侧。铅锌矿多出现在线性构造密集交汇带上,而汞矿则多见于破碎带间的地块中,和铅锌矿很接近。已知矿床、矿点、矿化点具有以下分布特点:①东西向线性构造的尖灭处;②东西向与北东向线性构造的交切部位;③东西向线性构造拐弯处;④南北向与东西向线性构造交切部位;⑤线性构造密集交汇或呈放射状;⑥线性构造与环形构造交切部位。因此,东西向或与其它各组交切部位控矿是明显的,特别是东西向与北东向的交切部位更为常见。本局在金顶东北部一处钻孔见矿就是一个例证。

## 2. 环形构造

### (1) 环形构造特征

区内有环形影像近 10 个,多呈南北向作串珠状分布(图 1)。常出现在线性构造密集交汇地区。形状多为圆形、椭圆形或弧形。环形构造常以弧形山脊、环状水系及色环、色斑显示。直径一般 3—7 公里。其中以金顶环形构造最具特征(图版 I 图 2)。形状圆形,外环圈直径 7 公里。以弧形山脊、环状水系、色环显示出来。该环状构造具有同心圆状三环结构。环内有 4 个小环,北部一小环处于三环圈上,形成大环套小环,小环依大环。环内包环,环外叠环的复杂结构特征。环内地层出露较杂,外来系统地层与原地系统地层混于其中。以原地系统为主,外来系统地层主要分布在环的内部,主要为上三叠统三合洞组灰岩及麦初箐组含煤岩系地层。环的周圈多被新生界地层包围,仅东部出露白垩系红色岩系地层。东西向及南北向构造发育,金顶大型铅锌矿床产于大环内西南缘一个具有二环结

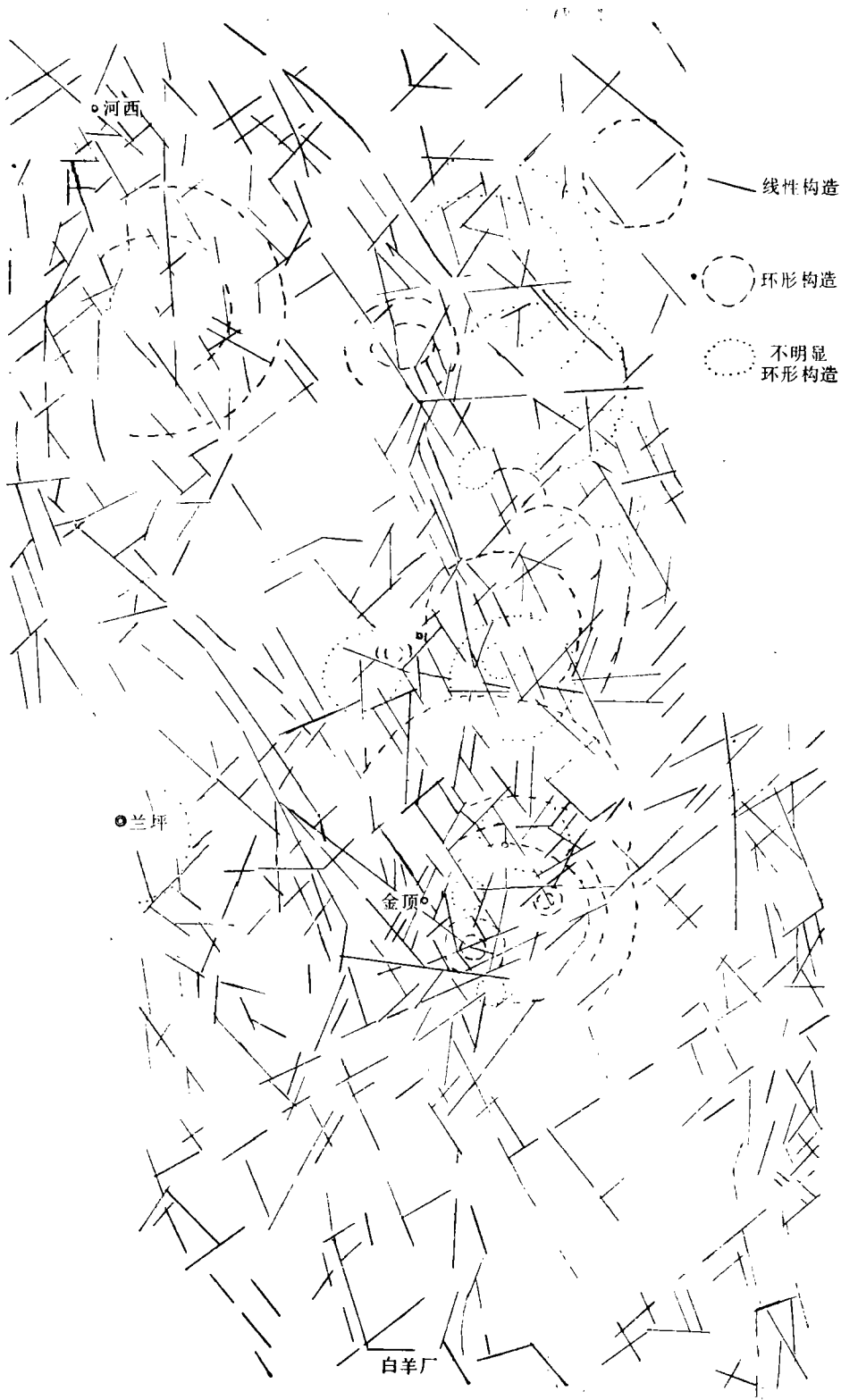


图 1 兰坪铅锌矿带卫星像片地质解译图

构的小环形构造中。该环为一穹窿构造。铅锌矿床产于原地系统与外来系统的接触界面及其下云龙组(老第三系)地层上部层位中。围岩蚀变弱,主要有天青石化、方解石化及少量重晶石化。穹窿核部地层平缓,向外逐渐变陡。周边被东西向及南北向断裂所夹持,其内放射状断裂发育。地貌上呈环状山脊。其它环形构造,大同小异,不再累述。

环形构造的成因,可能是构造和热卤水活动场共同作用的结果。它的明显程度与形成时代及后期改造程度有关。区内不同地点铅同位素年龄值 [209.4—118.1 (MY), 29.2(MY)] 表明,形成较晚的环形影像特征明显。

### (2) 环形构造与成矿的关系

环形构造控矿的观点,越来越被公认,从研究区所见矿床、矿点的产出部位,也同样证明了这点。根据已知矿点的产出部位及化探异常分布范围,矿床或矿点、矿化点的部位有如下特征:位于结构复杂的环形构造内;出现在环形构造与环形构造的切扣部位;半圆环的两个角,直边往往是南北向和东西向线性构造。

### 3. 色调异常特征

区内有两个较为突出的色调异常区。一个分布在河西至安乐一带;另一个分布在南部小盐井至金顶地区。前者受北北西向构造的控制,后者受南北向控制明显。二者色调呈深蓝色或紫蓝色;形态相似,近似纺锤形。大小相近,长约 24 公里,宽约 12 公里,面积 290 平方公里。色区内线性构造发育,环形影像多居于其内。区内矿点集中,大型金顶铅锌矿床就产于其上;化探异常(重砂,土壤测量)与之基本吻合。

色调异常之成因,主要是该处构造运动比较强烈,岩石比较破碎,造成地下水或热卤水活动的良好条件,同时加上岩石的物理化学性质的差异及其它一些因素的影响,造成不同色调的综合结果。

### 4. 褶皱构造特征

褶皱构造在影像中也有所显示。多呈近南北向分布。影像特征多为条带状、半环状及环状色环,一级水系多呈放射状,二级水系呈环形。如期井向斜、后厂背斜等。在轴部及背斜倾伏端常见汞矿点产出。

### 5. 区内地层与矿产的关系

区内矿体常赋存在一定层位的有利岩性段中。岩石的化学性质、物理性质对成矿有着一定的控制作用,特别是在地层中主要由钙质、有机质、膏盐层组成的岩石对成矿更为有利,其中由粗粒屑块堆积部位为更好。具有此种特点的地层有上三叠统三合洞组及老第三系云龙组。它的分布地区,往往造成矿的有利部位。

对地层岩石的解译,由于图像比例尺较小,界线划分较难。必须结合航空像片建立解译标志,方可收到良好的效果。但对本区而言,较新的地层和岩性差异较大的地层或岩石,如新生界地层以及前述三合洞组地层等,因其岩性特殊,地层较新,据其色调差异、地貌特征、影纹结构等,还是能粗略区分的。

## 四、成矿远景预测区的划分及矿点预测

矿产在地壳上的产出部位受成矿地质条件和空间分布规律的控制。成矿地质条件主

要取决于岩石、地层岩性及次级构造;空间分布规律主要取决于构造带及其展布方向。这些构造带在地质上可以是褶皱带、断裂带、变质岩带及岩浆岩带;在地貌上可以是一系列的山脉、水系的定向排列。这些构造带在影像上常表现出色、形、影不同的带状影像。对本区而言,除北东角地区以外,带状构造主要是近南北向的断裂带和其相间的地块。这些地块或地段主要表现为褶皱构造。断裂带影像特征线性构造密集成群,环形影像发育,色调较深,形成带状异常。铅锌矿点及化探异常集中分布在断裂带上或其附近;而汞矿点及化探异常则出现在铅锌矿带之间的以褶皱构造为主的地段中,二者之间作有规律地分布。构成了本区铅锌、汞矿带的基本格局。而在成矿带上,铅锌、汞矿的迁移和富集是有一定的规律的,它们多集中在东西向线性构造比较发育的地区,并有等距分布的特点。在东西向线性构造与其它方向的线性构造或环形构造相交复合部位,常是铅锌矿点、矿化点产出的地方。根据遥感地质的找矿理论和面、线、点的找矿方法,从带到区、从区到点,确定出远景地区和矿点产出的最佳部位,逐步缩小找矿靶区,进行矿产预测。同时,依据与成矿有关的主要因素,参考区内已知矿床、矿点、矿化点及物化探异常资料和前人对该区的研究程度,将成矿带上的远景预测区、预测点分级。

### 1. 预测点的确定及划分

#### (1) 点的确定依据

预测点可根据以下几点来确定:东西向线性构造的尖灭或拐弯部位;东西向与北东向线性构造的交切部位;南北向与东西向线性构造的相交点或近旁侧;线性构造密集交汇或呈放射状影像特征的地方;线性构造与环形构造的交切部位;环形构造与环形构造的切扣部位或具有复杂结构特征的环形构造边缘;半圆环的两个角所处的部位或近旁侧,且直边主要是东西向及南北向线性构造;具有明显的色调异常及地貌特征部位。

(2) 成矿预测点的级别划分,是把具有有利构造条件和地层岩性条件的作为一级点;而把只具有有利构造条件而无有利的地层岩性条件的划为二级点。

### 2. 远景预测区的确定及成矿带的划分

前述成矿远景区受成矿带的控制,并作有规律的分布。根据区内遥感影像地质特征和矿点的分布规律,它们多集中和分布在:东西向线性构造带与南北向线性构造带复合交汇区;北东向与北西向线性构造密集交汇带;影像上色调深浅变化区,一般色调较深,常出现较深的斑状花纹;环形影像或圆形地块出现的地方;菱形网格状影像或多边形地块分布地区。根据上述特征及预测矿点的集中与分布规律,在综合分析该区地质、矿产及物化探异常等直接、间接找矿标志资料的基础上,将区内划分出 10 个远景预测区,并根据预测区在空间上的展布方向和分布规律,同时考虑整个构造带,将区内划分为 6 个成矿带。成矿远景预测区的级别确定主要是依据区内预测矿点的可靠程度,并参考区内或邻近已知矿床、矿点及物化探资料进行分级;即将可靠性较大的、矿点较为集中的点区和已知矿床、矿点及化探异常相近的地区,划作一级远景区;反之,为二级远景地区。

### 3. 成矿远景预测区的初步评价

远景预测区的评价与预测点的可靠程度有关。预测点的可靠程度,取决于与成矿有关的主要因素。这是评价的重要依据。在有利的构造条件下,成矿的物质来源和围岩条件是重要的因素。区内矿床的成因主要是属于沉积成岩作用加热卤水再造的层控矿床和

裂隙充填型矿床。铅、汞矿产的成矿阶段主要是在喜山期,形成较晚,特征明显。远景预测区的评价,主要是根据预测点和其所在区的遥感影像地质特征、地层岩性、构造条件及所在区内的直接间接找矿标志。其依据是: 铅、汞矿床分布于区内四条构造断裂带上,而汞矿床则产于铅、汞矿成矿构造带之间以褶皱构造为主的地区;在东西向线性构造带与南北向构造带相交复合地段,是成矿远景最为有利的地区;在遥感图像上出现环形构造,环形构造明显,结构复杂,在其环圈附近小型环形构造中,铅、汞矿床规模较大,品位高,质量好;汞矿床则多出现在背斜轴部或其倾伏端;区内铅、汞矿床产自新生界云龙组膏盐地层和上三叠统三合洞组灰岩地层中。在三合洞组灰岩逆掩超覆于云龙组膏盐地层之上,在其构造面附近,具备良好的隔水层,有大型的铅、汞矿床产出,而在三合洞组灰岩地层中,多为裂隙充填型矿床;围岩蚀变主要是天青石化;按已知矿床、矿点影像地质特征与预测矿点的影像特征进行比较,找出相似性;根据区内已知矿床类型、矿体形态特征、所产出的规模大小、品位高低去推测出预测区内的可能存在的类型、矿体特征及规模大小。据此得出,区内有 5 处影像特征明显,围岩条件及构造条件比较有利,可能在其预测点或附近找到好矿,可作为重点工作靶区。

综上所述,南北向线性构造密集带控制了铅、汞成矿带的分布,东西向及北东向线性构造控制了低级次预测区的展布方向;在四组线性构造带的交汇地段,是有利的成矿远景区;而在东西向线性构造的尖灭、拐弯及其与其它方向线性构造交切部位,或在线性构造与环形构造相交切部位、结构复杂的环形构造中,是矿点或矿体最有利的产出部位。全区共解译出有利的预测点 42 个,其中处于最有利的构造部位和地层岩性条件的有 20 个;构造条件好而岩性条件较差的有 22 个。经对该区部分预测点野外检查,发现二处点区有铅、汞矿化。野外工作尚需进一步加强。

以上成果表明,应用遥感地质找矿理论和方法,进行矿点预测,进而进行远景预测区的确定和对远景预测区进行初步的评价是可行的。

## THE DIGITAL IMAGE PROCESSING FOR LANPING LEAD-ZINC ORE ZONE AND ITS EFFECTS OF GEOLOGY AND MINERAL RESOURCE

Luo Chaoshun

*(Remote sensing centre of geology and ore bureau, Yunnan province)*

### Abstract

It is very abundant for lead-zinc polymetallic deposits in Lanping area, Yunnan, where there are large scale lead-zinc deposits. Digital image processing was given in this paper, aimed at the study of the structures of controlling rocks and ore deposits which are concerned with the lead-zinc polymetallic deposits in this area. Its major processing functions are as follows: contrast enhancement, ratio synthesis, KL-transformation and spatial convolution, etc., which was made out by the M-70 image processing computer of SIOI system. Treated results show that there is plenty of imaging tones and laminated textures, and a great deal of information of geology and ore. Combined the geological conditions of the area with the genetic relations of the information of linear structures, circular structures, color anomalies, etc., and the known ore deposits, mineralized points, geophysical and geochemical anomalies, author make a calculation on mineral resources. The results show that there are six metallogenic belts, ten prognostic metallogenic prospect provinces and forty-two prognostic mineral occurrences in the study area. Among those there are twenty 1st-order prognostic mineral occurrences and four 1st-order prognostic metallogenic prospect provinces. After inspection for some prognostic points, author find two lead-zinc mineralizations.

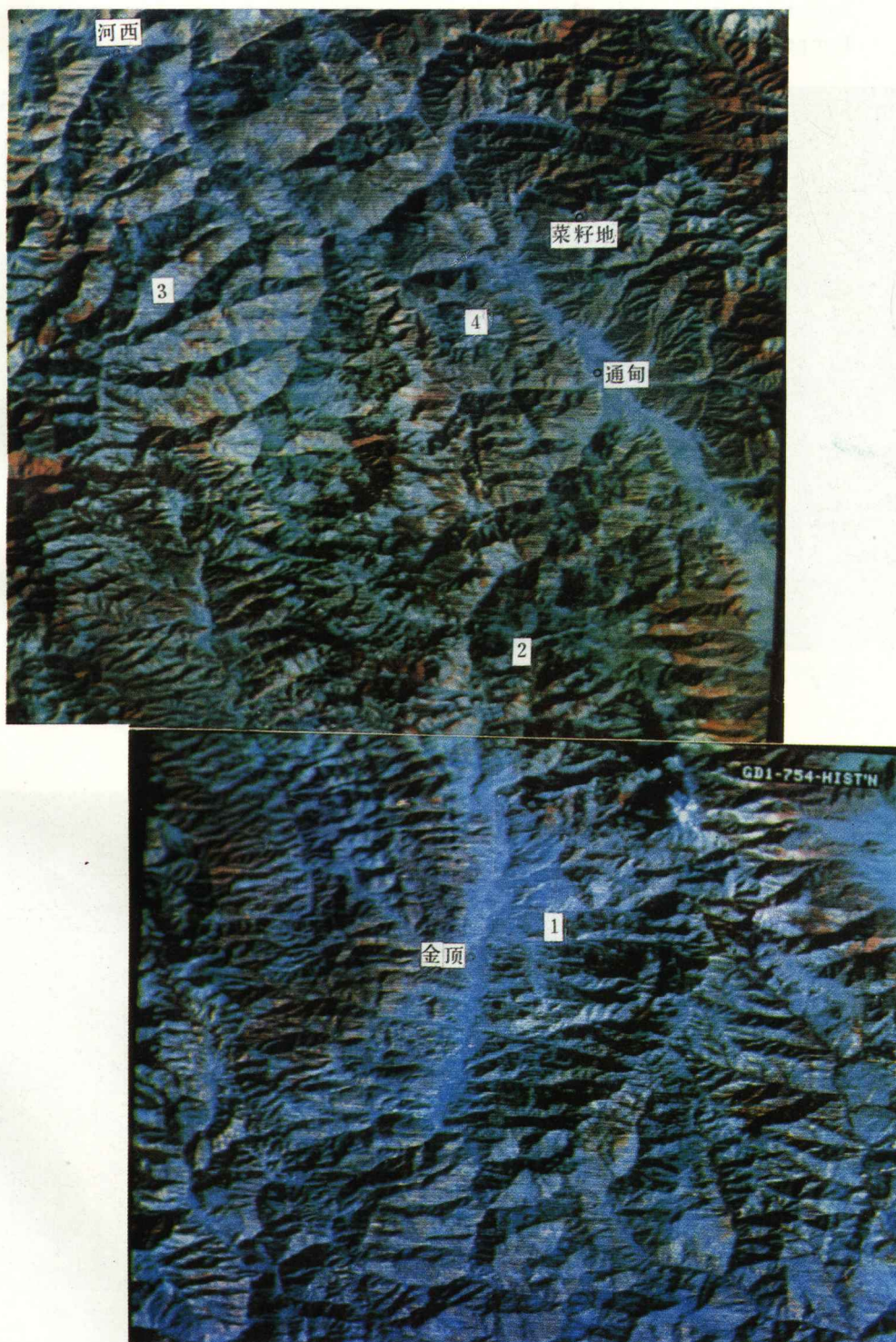


图 2 MSS7,5,4 直方图正态化

1. 金顶环形影像 2. 青岩头山环形影像 3. 上后场环形影像 4. 黄竹厂环形影像