

云南凤庆—勐统街地区遥感成矿预测*

冯均俊

(云南省地质科学研究所 昆明 650011)

摘要 云南省凤庆县及昌宁县勐统街地区,用遥感 TM 图像经计算机处理结合地球化学资料,并作综合地质研究,成功地预测了金、铅、锡、铜等矿产。预测的成果,有的已开发利用,有的可作为找矿靶区。

关键词 遥感应用,地球化学,成矿预测

1 区域地质特征

研究区位于云南省凤庆县及昌宁县勐统街地区。地貌类型以侵蚀中低山为主,坝区为洪积台地,其间水系发育,较大河流有勐佑大河、勐统河、昌宁河。本区气候为亚热带季风气候,地壳表面地球化学作用强烈。温湿的气候,对植被发育有利,以混交林为主,由云南松、栎类常绿阔叶林及灌木草丛组成,在研究区的一些地段,植被发育状况对成矿预测有意义。

1.1 区域地质

区内分布之地层,以上元古界沧浪群及下寒武统地层出露面积较大,自新到老地层综述如下:

第四系(Q)为洪积、冲积、残积层,由灰色粘土、砂、砾石组成厚约0—37m。残积层含锡石。

上第三系(N₂)为褐黄色粗砂岩,褐色粉砂质泥岩,灰色粘土岩,其间产多种门类的动植物化石。并含褐煤层,煤岩组份为暗煤夹镜煤,已开采利用。总厚168m。

下第三系(E)分布于研究区西部,为一套红色灰质角砾岩。厚约78m。

中侏罗统(J₂)分布于西部,为海陆交替相的灰黄色泥岩,泥岩中有铅矿化,紫红色长石石英砂岩,灰黄色页岩,产瓣鳃类化石,厚约238m。

三叠系(T)出露于西部,为浅海相碎屑岩系。上部灰绿色砂岩(含铜矿)灰色长石砂岩,黑色页岩,产瓣鳃类化石;下部灰色泥岩,黑色碳质页岩。总厚662m。

下二叠统(P₂)在中部有小面积展布,为浅灰色石灰岩,富含鲕类及珊瑚化石,厚约308m。

石炭系(C)仅西部有出露,为灰色白云质灰岩,灰白色鲕状灰岩,产珊瑚及鲕科化

* 地质行业科学技术发展基金项目。参加研究工作的还有中国地质大学(北京)丰茂森、姚国清、杨士新等,对他们深表谢意。

收稿日期:1994年5月13日;收到修改稿日期:1994年11月8日

石,厚约 1280m。

下泥盆统 (D_1) 分布于西部,为灰色页岩,含笔石及植物化石,厚约 302m。

上奥陶统 (O_3) 分布于西部,为灰紫色页岩,间夹紫红色泥岩及灰绿色硅质岩,产三叶虫化石,厚约 85m。

下寒武统 (G_1) 在中部大面积出露,为深灰色板岩夹灰色石英微晶片岩的浅变质岩系,其间有含金石英脉穿入,产疑源类化石,厚约 161m。该地层原划为前寒武纪的勐统群,后获微古植物化石,并与区域地层对比,改划为早寒武世。

上元古界沧沱群 (Pt_3) 分布于东部,为灰白色石英片岩与绢云石英片岩互层,岩层间有锡及铅矿化,厚约 623m。该地层原划为前奥陶系,经同位素年龄测定为 10—14 亿年,故划为晚元古代。

以上分述之地层,上第三系与砂锡矿有关,中侏罗统地层中有含铅矿砂岩,三叠统有含铜砂岩,金矿主要分布于下寒武统的片岩中。就地层的含矿性而论,与区域成矿规律有一定的成因联系。

1.2 区内岩浆岩分布

在东部出露印支期侵入岩体,为黑云母二长花岗岩。灰色,中粒似斑状结构。岩石矿物成份主要由微斜长石及更长石组成,其次有石英、黑云母。副矿物含锆石、磷灰石及榍石。岩石化学成份按查氏分类,据岩石化学分析属二氧化硅过饱和中碱性及弱碱性岩石(表 1)。黑云母二长花岗岩的微量元素含量(单位 ppm): 含钇 120、钒 150、铅 50、锡 60,皆高于花岗岩的平均含量。本区锡矿床的形成,与花岗岩含锡较高有关。

表 1 花岗岩化学成份(%)

Table 1 The chemical composition of Granite(%)

含量 成份 样号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	灼减	总量
1	66.42	0.23	14.68	0.51	4.41	0.08	2.65	2.94	2.53	3.84	0.11	0.94	99.37
2	67.13	0.24	15.36	1.41	3.98	0.09	2.21	3.40	2.61	3.87	0.00	0.57	99.98

(据 1:20 万凤庆幅区域地质调查报告的岩石化学分析)

1.3 构造单元划分

根据沉积建造组合、岩浆活动、变质作用、地壳运动、成矿作用的差异,结合卫星遥感图像分析,研究区大地构造单元应划属冈底斯-念青唐古拉褶皱系,昌宁-孟连褶皱带,勐统-西盟褶皱束。褶皱束的构造形变总体为一复式背斜,其间断裂构造发育,构造形变有控岩控矿的作用。

2 遥感图像处理

研究使用的卫星磁带数据,为 1988 年 3 月 12 日 Landsat 4 的 TM 磁带(行 131,列 43)。磁带数据和地球化学资料的复合计算机处理,是由中国地质大学(北京)微波遥感实验室进行,本文应用这些资料,经综合研究,作矿产预测。计算机处理有四个方面工作。

2.1 预处理

对原始 TM 数据作重新采样和几何校正,与地形资料进行对比,并与地球化学数据¹⁾复合。

2.2 波谱增强

作 KL 变换增强,经处理获得的直方图均一化后合成图像(图版 I 图 1),山坡面上岩层与地质构造信息得到增强,使下寒武统及上元古界的轻变质岩系可区分,并在构造显示上,中部呈现环形构造,与金 (Au) 地球化学异常范围,近于复合(图2)。

2.3 结构信息增强

通过不同像元及灰度的空间位置处理,以增强高频信息,使矿化范围边界线得到增强,有利于圈定矿化。由于使用了方向模块和 Roberts 梯度算子作全方位增强,获得的图像,纹理线条较细,西北部显示的圈闭圆环影像,纹理线条减少,见图版 I 图 3,区别于邻区。该圈闭圆环,与铅 (Pb) 地球化学异常区吻合(图 4)。

2.4 彩色增强

彩色增强是通过 RGB 模型与 HSI 空间的转变,使不同地物的色彩差别得到增强,但又不改变红、绿、蓝 (RGB) 假彩色合成图像(图版 I 图 5)的基本面貌。图 6 锡地球化学异常范围与彩色合成图像深蓝色斑

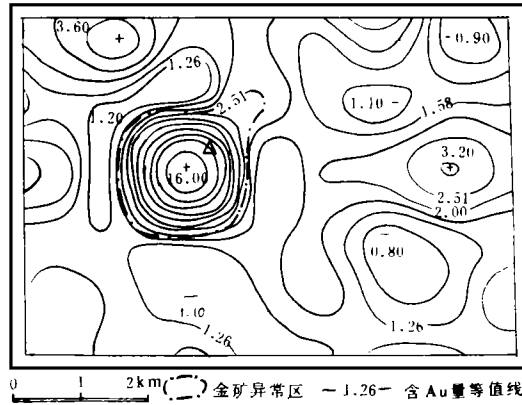


图 2 金地球化学异常图

Au 含量 16.00ppm △罗家村

Fig. 2 The Au geochemical anomaly

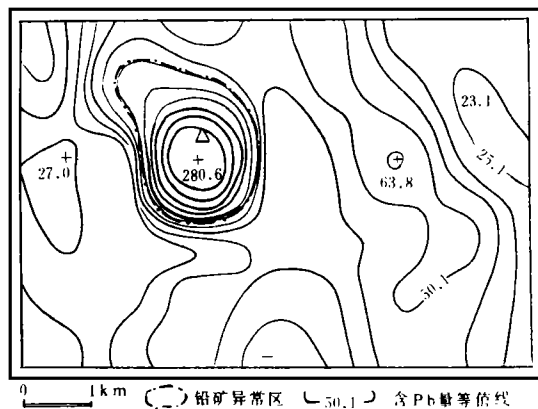


图 4 铅地球化学异常图

Pb 含量 280.6ppm △ 柘木林村

Fig.4 The Pb geochemical anomaly

1) 1:20 万凤庆幅地球化学图说明书。

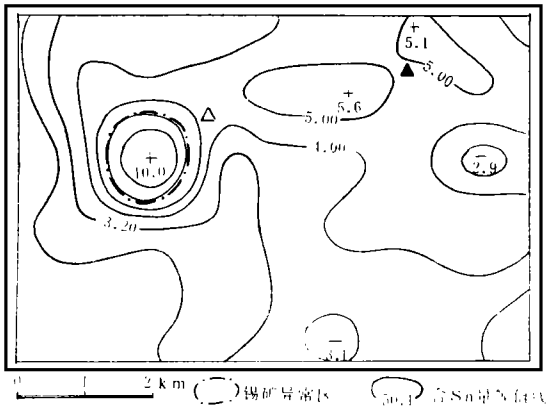


图 6 锡地球化学异常图

Sn 含量 10.0ppm △ 山拉口 ▲ 马鹿塘

Fig.6 The Sn geochemical anomaly

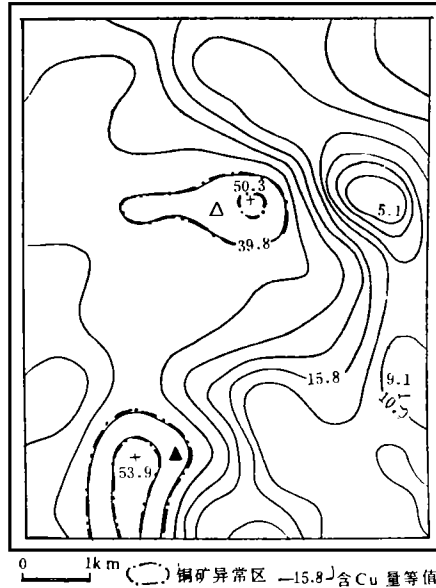


图 7 铜地球化学异常图

Cu 含量 50.3ppm △ 岩子脚村 ▲ 上白岩村

Fig. 7 The Cu geochemical anomaly

块(图版 I 图 5) 位置相当,与周围地层有明显差别,是该区新发现的锡矿化区。图 7 铜地球化学异常,在岩子脚村呈现带状似水平展布, HSI 变换处理图像(图版 I 图 8)显示铜矿化为红色团块,周围地层呈深绿色彩,是岩石蚀变褪色现象,它们是新发现的铜矿化区。

经过处理的图像,饱和度高,影像清晰,地质体边界明显,能揭示矿化异常,有利于矿产预测。

3 区域地球化学

本区的区域地球化学工作,近期内作过二次调查。1981 年进行 1:20 万区域地质调查,进行了金属量测量及重砂测量;1988 年作专项 1:20 万水系沉积物测量。两项地球化学探矿所获数据,应用微机作聚类分析与因子分析,圈定出的地球化学金属元素异常区。有指示找矿方向的意义。

研究区地球化学测量采样密度大,化学分析元素定量精度高,其测试并有监控指标。因此,获得的化探数据均一,定量精确,与遥感图像数据复合,减少了随机性,增加成像稳定性。应用 ICPS-Z 微机图像采集处理系统进行复合,共取得 33 张图像,对 4 种元素的成矿预测有实际意义。对复合处理资料综合研究,结合区域成矿规律,成矿控制条件分析,并经实地抽样调查,有以下成矿元素的含量(ppm 表示) Au16.0、Sn10.0、Cu50.3、Pb280.6,高于区域地球化学元素背景值,其形成的异常区,在遥感图像上又有特征影像,

用作成矿预测,具有实用性。在预测区内已找到新的矿床。

4 成矿预测

凤庆—勐统街地区,以前的地质矿产调查工作程度较低,已知矿点、矿化点甚少。通过遥感调查,提高了认识,再应用地球化学异常,指出了找矿方向。在研究区域内,经综合研究,根据成矿找矿原则,作出了有成效的成矿预测(图 9)。

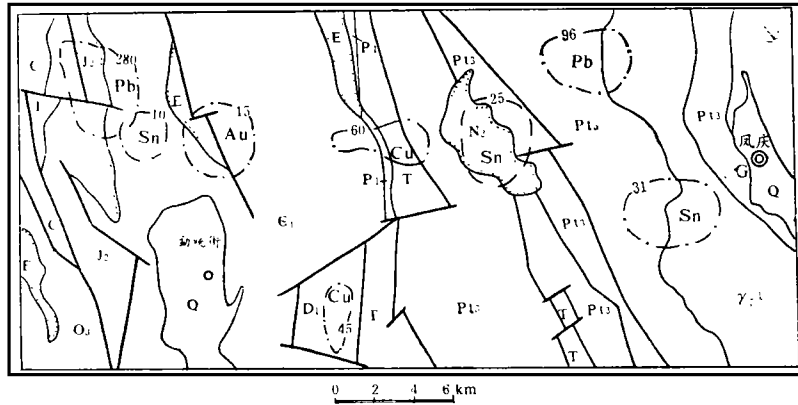


图 例

Q. 第四系粘土 N₂. 上第三系粘土岩 E. 下第三系砂砾岩 J₂. 中侏罗统泥岩 T. 三叠系砂岩 P₁. 下二叠统灰岩
 C. 石炭系白云质灰岩 D₁. 下泥盆统页岩 O₂. 上奥陶统页岩 E₁. 下寒武统板岩 P₁₃. 上元古界澜沧群
 Y₅¹. 印支期花岗岩 —— 地质界线 ———— 断层线 - - - - - 不整合界线 (Au) 成矿预测区及矿种

图 9 凤庆—勐统街遥感成矿预测图

Fig. 9 The metallogenic prognosis by remote sensing in Fengqing—Mengtongjie

计算机处理的卫星图像显示,内生矿产成矿规律受地质构造及岩石的明显控制;外生矿产成矿规律则受风化作用控制。在 TM 图像上,东部出露的黑云母二长花岗岩,影像的树枝状水系纹理结构清晰,黄红色斑状影像区别于围岩,可圈定岩体边界。花岗岩与上元古界片岩接触带,有锡矿脉分布,有助于预测新的锡矿体寻找。砂锡矿沿山间盆地中河流分布,盆地中种植农作物,影像显桃红色易于划分。中部分布的变质岩系,遥感图像显示的北西向线性断裂构造、以及深蓝色的环形影像,控制金、铅矿的展布。根据区域成矿条件研究,本区锡矿,属于滇西南锡矿带的东段,是锡石硫化物矿床,产于片岩、微晶片岩中。研究区内,根据类似的成矿地质条件,预测的锡矿点,有成矿的地质基础。金矿产于断裂构造破碎带的绿片岩相,其中 Au 元素地球化学背景值高,在研究区西部已找到多处金矿床,是云南又一新的金矿成矿区。铅锌矿受热力作用,沿岩石的节理裂隙充填,富集地段形成矿床。本区地质构造活动强烈,有利于铅锌元素的迁移富集。铜矿产于三叠系地层之砂岩中,为砂岩型铜矿床,在断裂构造破碎带富集。铜矿出露区,植被发育,RGB 合成卫星图像上呈红色影像,这有助于圈定矿化范围,指出找矿靶区,有找矿意义。

根据遥感技术揭示的外生与内生矿产成矿规律和区域成矿带延伸,地球化学元素异常区,并经实地调查验证,作出了以下四种成矿预测点:(1)金矿预测点,分布于罗家寨一

带,在遥感图像(图版 I 图 1)北部,呈现南北向线性构造带上显示环形影像,色彩为橙黄色,边界线蓝色,恰好与金元素地球化学异常重叠,环形影像内显树枝纹理的岩块,区别于围岩。实地检查为微晶片岩中的含金石英脉,地球化学测量含 Au 16ppm 的圈闭异常(图 2),是寻找金矿的有利地区。此金矿异常,是本区新发现的矿产,有进一步工作意义。(2) 铅矿预测点,预测矿区在杞木林及大窝塘村。铅矿化产于砂岩、泥岩和片岩,岩石裂隙发育,地球化学测量圈定 Pb 异常,杞木林含 Pb280ppm,大窝塘含 Pb96ppm。对梯度算子(Roberts)图像解译,北西及北东向两组线性构造十分发育,由于该图像对断裂构造显示清晰,并在图像的西北角有较大圈闭圆形影像,边界浅绿色,中部深蓝色(图版 I 图 3),与地球化学异常范围近于一致(图 4)。地面调查,杞木林铅矿,为热液裂隙充填铅锌矿床,含 Pb 1.98—9.83%,含 Zn 0.16—7.98%,矿厚 5—8m。矿石中硫化物以方铅矿、闪锌矿为主,次有黄铁矿、黄铜矿、辉银矿、硫镉矿。矿石类型为致密块状及细脉浸染状。地矿点已为乡镇企业开采。遥感调查为扩大矿山远景提供了资料。(3) 锡矿预测点,本区东部马鹿塘锡矿,是已知矿点,矿体产于印支期黑云母二长花岗岩与上元古界片岩的接触带,为锡石硫化物矿床,已小规模开采。经过遥感专项调查,以及水系沉积物测量与金属量测量都圈出异常区,该矿点可扩大远景。本区中部勐佑锡矿化点,沿勐佑山间盆地的河流分布,为锡石砂矿床,在 TM 图像上显桃红色影像(图版 I 图 5),并具树枝状纹理,为山间盆地分布范围,便于砂锡矿的寻找。研究区西部山拉口锡矿化点,为锡地球化学异常区,水系沉积物测量含 Sn 10ppm,在 RGS 彩色增强的合成图像上,西北部呈现蓝色环形影像,其边界为黄绿色,十分明显,并与地球化学异常吻合,实地检查含 Sn 0.2—0.3%,产于下寒武统板岩的断层碎裂带,为锡石硫化物矿床,是新发现的锡矿化点,有进一步工作价值。(4) 铜矿预测点,遥感预测两处矿点,岩子脚村铜矿,矿体产于三叠系砂岩中,植物根系采样含 Cu 10.19ppm,地球化学圈定铜异常,含 Cu 60ppm,为热液砂岩铜矿床;上白岩村铜矿,产于下泥盆统页岩中,地球化学圈定铜异常区,含 Cu 54ppm。在经 HSI 变换处理的图像(图版 I 图 8)上,色彩的饱和度得到扩展,色彩差别增强,图像色彩鲜艳。遥感图像解译发现,区内北西向线性构造发育,在岩子脚村以东,呈现带状红色影像,似水平展布,经研究,与生物地球化学有关,周围地层呈深绿色彩,野外地质调查证实是岩石蚀变褪色的结果,为热液富集铜矿床。含铜矿物为辉铜矿、黄铜矿及孔雀石,并含黄铁矿,矿石含 Cu 2.1%,由于植被覆盖,已见矿化规模不大,尚需工程揭露勘查。

遥感成矿预测出 4 个矿种 (Au, Pb, Sn, Cu) 8 个矿点,其中以金矿及铅锌矿找矿前景为良好。总结成矿规律,断裂构造控矿及岩石控矿条件在区内具有普遍性。找矿技术方法,应用 TM 数据作针对性的图像处理,预测成矿有利区域,简易快捷,有效性高。地球化学的水系沉积物测量,圈定含矿异常区。本研究,在多种地质矿产调查方法的配合下,取得的矿产预测资料丰富,但其工作特点仍属于探索研究性质。

参 考 文 献

- [1] 李铁芳,冯均俊,苏民生. 遥感图像数字处理原理与应用. 昆明: 云南科技出版社,1987.
[2] 冯均俊. 滇池流域环境遥感研究. 昆明: 云南科技出版社,1991.

The Metallogenic Prognosis by Remote Sensing Method in Fengqing-Mengtongjie Area, Yunnan Province

Feng Junbi

(Yunnan Research Institute of Geological Sciences)

Abstract The Fengqing-Mengtongjie is a area where little mineral exploration had been carried out and very few mineral resources had been found before our research. Using the remote sensing TM image processed by computer and geochemical data. we accomplish a comprehensive geological research in the area and successfully predict the exist of many mineral resources such as Au, Sn, Pb, Cu, etc. It is very useful for utilization of these resources in this area. This research is a part of “The Available Geological Information Abstracted from Several Remote Sensing Images” and “The model for Field Exploration”.

Key words Remote sensing application, Geochemistry, Metallogenic prognosis