

# 基于 GIS 技术下思茅—景洪地区铜多金属矿 综合信息成矿预测

薛顺荣<sup>1,2)</sup>, 肖克炎<sup>1)</sup>, 丁建华<sup>1)</sup>

1) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037; 2) 云南省地质调查院, 昆明, 650051

**内容提要:**随着地表露头矿、易识别矿越来越少、找矿难度越来越大, 成矿预测作为普查找矿的前期工作, 一直处于矿产勘查领域的前沿与热点, 为国内外地质学者所关注, 并不断探索有效的预测方法。本文以云南思茅—景洪地区为例, 从成矿地质背景分析出发, 按 1/20 万精度对研究区已有地、物、化、遥等多源地学信息进行综合分析, 采用野外调研和室内研究相结合、理论与实践相结合、点和面相结合的基本原则, 在“综合信息矿产预测理论”的指导下, 通过各地学信息成矿有利度分析研究, 确定适合预测矿种的地质变量专题图层和专题属性, 以非网格单元汇水盆地为地质统计单元, 应用 GIS 技术实现多源地学综合信息有机关联与综合, 依据各地质统计单元内多源地学信息统计权重大小, 并以权重从大到小排序确定  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、…… $A_{20}$  等 20 个汇水盆地为边界的地质统计单元作为研究区寻找与火山活动有关的铜多金属矿找矿靶区。结果显示, 部分预测找矿靶区包括了已知矿床/点, 其中研究区内已知的大中小型矿床均分布于预测找矿靶区内, 这表明所确定的预测找矿靶区综合致矿异常信息是可信的。野外调研证实, 沿澜沧江南段火山岩带具有良好的找矿前景, 编制的研究区铜多金属矿找矿靶区预测图对下一步找矿勘查工作部署具有指导意义。

**关键词:** GIS 技术; 思茅—景洪; 综合信息; 成矿预测

## 1 问题提出

早在九十年代初, 陈毓川院士就指出矿产勘查已进入找隐伏、半隐伏和难识别矿床的攻深找盲阶段(陈毓川等, 1993)。这意味着找矿工作各方面投入越来越高, 找矿难度越来越大。从地质演化角度来看, 矿床是地质演化过程中多种地质事件(致矿异常信息)耦合作用形成的一个特殊事件, 由于各地质事件在时空上的差异, 决定了矿床形成的长期性、复杂性和特殊性。且在地质演化过程中, 记录成矿过程各类信息, 部分可能在这一过程中弱化、淹没, 或被其它信息取代; 特别是隐伏矿床(体), 埋藏越深, 矿化信息越弱, 发现越是困难。这使得传统的地质找矿方法很难在找矿上有所突破, 单一信息预测找矿也难于奏效。

近十余年来, 综合信息矿产预测理论与方法(王世称等, 1990, 2000, 2001; 陈永清等, 2002; 李景朝等, 2002)和 GIS 高新技术(Watson et al., 1989;

Lesley Wyborn et al., 1995; 肖克炎等, 2000)在地、物、化、遥等多源综合信息成矿预测方面的探索与成功应用, 为最大限度地利用以往积累起来的各类地学资料, 将传统的地质找矿方法与地球物理学、地球化学和遥感地质学等找矿方法有机地结合起来, 以系统的、全面的观点“二次开发”所获得的信息, 并从这些繁杂的海量地学信息中甄别与成矿关系密切的致矿信息, 为达到以尽可能多的信息判别矿床存在与否, 以尽可能少的投入取得最大的找矿效果提供了可能。

然而, 由于研究对象的复杂性, 成矿预测作为普查找矿的前期工作, 其预测的准确性及可靠性是决定普查找矿效果的重要措施。因此, 它一直处于矿产勘查领域的前沿与热点, 为国内外地质学者所关注, 并不断探索有效的预测方法。在此背景下, 将现代新理论、新技术相结合, 以云南思茅—景洪地区为例, 开展地、物、化、遥等多源综合信息成矿预测方法研究, 以期为一线地质找矿人员充分挖掘已有地物化遥综合信息抛砖引玉, 相互促进。

注: 本文为中国地质调查局大调查项目(编号 200420190004)资助的成果。

收稿日期: 2006-10-30; 改回日期: 2007-12-20; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 薛顺荣, 男, 1965 年生。高级工程师, 中国地质科学院在读博士, 矿产资源评价专业。通讯地址: 650051, 云南省地质调查院; 电话: 0871-3184945; Email: xueshunrong@163.com。

## 2 成矿背景分析

研究区为澜沧江断裂以东我国西南“三江”有色金属矿产资源集中区云南段的一部分,构造上处在欧亚板块与冈瓦纳板块结合部位(图 1)。出露地层为古生界中上石炭统(C<sub>2-3</sub>)、二叠系(P),中生界中上三叠统(T<sub>2-3</sub>)、中上侏罗统(J<sub>2-3</sub>)、下白垩统(K<sub>1</sub>)及少量新生界上第三系(N)、第四系(Q)。构造以断裂活动为主,通过地质断裂构造,航磁解译构造、遥感影像解译构造综合,北西、近南北、北东东、近东西向断裂构成了研究区基本断裂构造格架。其中北西、近南北向断裂最为发育,控制了沉积建造、岩浆活动在空间的展布;次为北东东、近东西向断裂,推测为导矿构造。岩浆活动以晚古生代—中生代频繁、复杂多样火山喷发为特点。晚石炭世为化学特征类似于大洋玄武岩的岛弧环境形成的一套以石英角斑岩为主的细碧-角斑岩系岩石;二叠纪为一套具岛弧火山岩特征的低钾拉斑-中钾钙碱性系列岩石,具有石英拉斑玄武岩-玄武安山岩-安山岩-英安岩-流纹岩的岩石组合;中三叠世为陆-陆碰撞型富钾流纹质火山岩;晚三叠世为具大陆板内火山和弧火山岩的双重属性的活动大陆边缘环境形成的低钾拉斑-中钾钙碱性系列,具有石英拉斑玄武岩-玄武安山岩-安山岩-英安岩-流纹岩的岩石组合(王义昭等,2000;莫宣学等,1993;杨岳清等,2000)。中侏罗世仅局部出现中基性火山岩及少量流纹岩。同时,尚有多组印支期—喜马拉雅期中酸性侵入岩体和基性-超基性侵入岩体呈透镜状或条带状岩株侵入于

二叠纪—三叠纪地层中,部分显示 I 型花岗岩类特征(云南地质矿产局,1990),表明其是岛弧岩浆作用的组成部分,并且有大量的基性—酸性岩脉侵入于上述火山岩地层或侵入岩体之中。

研究区矿产主要赋存于三个火山活动频繁的三叠纪、二叠纪、三叠纪地层中(表 1)。且在研究区外围,相应层位中还有数十个矿床、矿(化)点,以民乐、官房、文玉铜矿为代表。从目前已掌握的资料看,研究区重要的成矿作用是火山活动有关的铜多金属矿成矿作用。因此,与火山岩有关的铜多金属矿为本次主要预测对象。在该区,因近年思茅市大平掌大型铜多金属矿的发现,显示了其优越的成矿地质背景和巨大的找矿潜力;在新一轮的国土资源大调查工作中,将它列为矿产资源重点评价地区。选择该区进行研究具有较强的针对性和实际意义。

## 3 技术思路

从成矿地质背景分析出发,按 1/20 万精度对研究区已有地、物、化、遥等多源地学信息进行综合分析,按照野外调研和室内研究相结合,理论与实践相结合,点和面相结合的基本原则,在“综合信息矿产预测理论”的指导下,应用 GIS 技术实现多源地学综合信息有机综合与分析,多思路、动态地进行成矿有利地段圈定和靶区筛选,为普查立项提供依据。具体工作步骤如下:

(1) 收集地理、地质、矿产、构造、化探(包括水系沉积物、重砂)、物探、遥感等资料,建立 1/20 万精度下统一地理坐标系的多源地学信息数据库。

表 1 研究区主要矿床(点)一览表

Table 1 Deposits and occurrences in working area

| 矿产地名  | 矿种   | 矿体赋存层位         | 组分             | 矿床规模 |
|-------|------|----------------|----------------|------|
| 大平掌   | 铜多金属 | 上石炭统           | Cu Pb Zn Au Ag | 大型   |
| 三达山   | 铜    | 上三叠统           | Cu Co Se S Au  | 小型   |
| 罗卜山   | 铅锌   | 上二叠统           | Pb Zn          | 中型   |
| 白龙厂   | 铜银钴  | 主要赋存于上二叠统      | Cu Ag Co Pb Zn | 小型   |
| 芒海    | 铜    | 下二叠统与印支期闪长岩接触带 | Cu Au Ag       | 矿点   |
| 岔河    | 铜    | 上三叠统           | Cu             | 矿点   |
| 八落    | 铅锌   | 下二叠统与印支期闪长岩接触带 | Pb Zn Ag       | 矿点   |
| 雅口滑石板 | 铅锌铜  | 上二叠统蚀变破碎带      | Pb Zn Cu       | 矿点   |
| 打以铺   | 铅锌   | 上三叠统与中石炭统接触带   | Pb Zn Cu       | 矿点   |
| 红石崖   | 铅锌   | 上二叠统破碎带        | Pb Zn Ag Cu    | 矿点   |
| 干沟厂   | 铜    | 上三叠统           | Cu Zn Pb       | 矿点   |
| 麻栗河   | 金    | 下二叠统蚀变破碎带      | Au             | 矿化点  |
| 勐岭山   | 锌    | 上三叠统           | Zn Cu          | 矿化点  |
| 响水河   | 铜    | 上三叠统与燕山期闪长岩接触带 | Cu             | 矿化点  |
| 迁德    | 铜    | 上三叠统           | Cu             | 矿化点  |



现地质统计单元对地、物、化、遥等专题图层信息有机关联,建立地质统计单元为因变量、各地学信息为自变量的可计算的矩阵。

(5) 对地质统计单元内各地学信息进行多元统计分析,按地质统计单元的信息权重圈定成矿有利地段,且从地质角度优化找矿靶区。

(6) 成矿预测成果的计算机表达。

(7) 提出下一步找矿工作部署建议。

## 4 地质统计单元划分

统计单元是地质学和统计学之间相互联系的纽带,是通过统计学解决地质问题的基础。如何划分统计单元是成矿预测中普遍关注的问题?目前,常用的地质统计单元划分方法有网格单元法和地质体单元法(王世称等,2000)。

由于水系沉积物和重砂测量是勘查地球化学寻找隐伏、半隐伏矿,难识别矿找矿获取成矿直接信息的主要手段,是传统宏观矿化露头找矿向微观矿化露头找矿的延续,在综合信息成矿预测中是重要的成矿信息源,特别是在地质工作程度较低、无已知矿床/点地区更为重要。在国内外金属矿床找矿实践中,特别是贵金属矿床的直接或间接发现中,勘查地球化学提供的异常信息发挥了重要作用(王学球,2003)。而在 1/20 万水系沉积物和重砂测量中,采样工作均以 1/5 万地形图为野外工作手图,将采样点布置在二、三级水系支流上,即水系沉积物和重砂的保存和异常的空间分布规律严格地受水系分布控制。

因此,本文尝试以非网格单元汇水盆地划分地质统计单元。其划分遵循“独立水系、划分方案唯一、汇水盆地面积最小、物源清楚”的原则进行。基于汇水盆地表达水系沉积物异常较传统窗口滑动平均圈定异常定位准确,成果既直观有效又科学合理,便于溯源检查。这决定了以汇水盆地划分地质统计单元,并以此圈定的成矿有利地段使野外验证更具可操作性。

## 5 地质变量专题图层的确定

地质变量专题图层的确定,目的是从众多繁杂的地质信息中甄别与成矿关系密切的致矿信息,尽可能减少不确定因素,提高成矿预测效果。

为了将地质、地球物理、地球化学和遥感等多源信息有机地关联起来,有效提取成矿预测综合信息,在成矿地质背景分析、思茅大平掌铜多金属矿和景洪三达山铜矿典型矿床研究基础上,通过分析断裂、

航磁上延不同高度解译线性构造、遥感解译线性构造信息在不同距离范围内与矿床点累计频率直方图(如图 2 所示),直观定量确定这些线状信息对成矿影响的有效性;以单位矿产当量(单位面状信息面积内出现的矿产当量)(池顺都等,1990)对面状信息(地层、岩体、以汇水盆地动态圈定的水系沉积物和重砂异常)的找矿有效性进行分析(如表 2 所示)。确定本次研究的地质变量专题图层为:

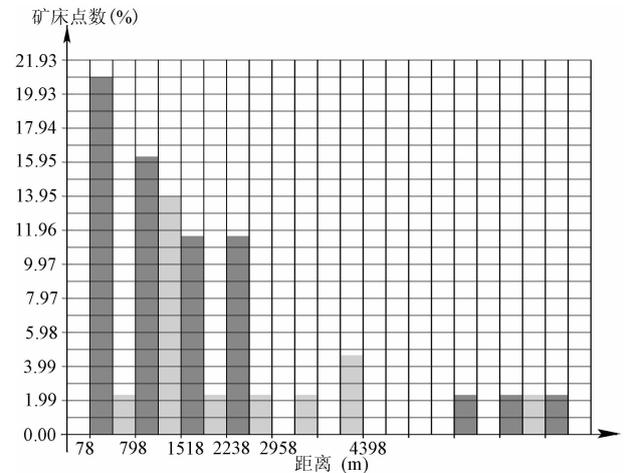


图 2 矿床(点)至断裂距离累计频率直方图  
Fig. 2 Cumulative frequency polygon of distance between deposits and faults

已发现铜多金属矿床/点点状信息专题图层。

断裂构造、航磁上延不同高度解译线性构造和遥感解译线性构造等线状信息专题图层。

中、上石炭统( $C_{2-3}$ )、上二叠统( $P_2$ )、上三叠统( $T_3$ )地层,岩体及岩脉等面状信息专题图层。

$Cu(\bar{x}+2SD)$ 、 $Pb(\bar{x}+1.5SD)$ 、 $Zn(\bar{x}+0.5SD)$ 、 $Au(\bar{x}+3SD)$ 、 $Ag(\bar{x}+SD)$ 、 $Hg(\bar{x}+1.5SD)$ 、 $Sb(\bar{x}+2SD)$ 、 $Mo(\bar{x}+2SD)$ 、 $W(\bar{x}+2SD)$ 、 $Sn(\bar{x}+2.5SD)$ 、 $Th(\bar{x}+2SD)$ 、 $U(\bar{x}+2SD)$ 、 $K(\bar{x}+2SD)$ 等水系沉积物异常汇水盆地面状信息专题图层。

铜族矿物、铅族矿物、自然金一级异常汇水盆地和辰砂二级异常汇水盆地等重砂矿物面状信息专题图层。

## 6 成矿有利地段圈定

成矿有利地段圈定是在对地质统计单元各类致矿异常信息有机关联与综合,取得各地质统计单元定量认识基础上,结合地质因素而作出的各地质统计单元找矿有效性评价的结果,是成矿地质背景分析、典型矿床研究基础上提取致矿信息的逆过程。

表 2 研究区地层找矿有利度分析

Table 2 Ore-finding beneficial degree of strata in working area

| 项目<br>地层       | 地层面积(km <sup>2</sup> ) | 矿床(点)数(个) |    |    |    |     | 矿产当量<br>(个) | 单位矿产当量<br>(个/km <sup>2</sup> ) |
|----------------|------------------------|-----------|----|----|----|-----|-------------|--------------------------------|
|                |                        | 大型        | 中型 | 小型 | 矿点 | 矿化点 |             |                                |
| T              | 2263.42                | 0         | 0  | 1  | 5  | 3   | 53          | 0.02                           |
| P              | 1188.32                | 0         | 1  | 0  | 5  | 2   | 152         | 0.13                           |
| C              | 121.91                 | 1         | 0  | 0  | 1  | 0   | 255         | 2.09                           |
| T <sub>3</sub> | 1487.30                | 0         | 0  | 1  | 4  | 3   | 48          | 0.03                           |
| T <sub>2</sub> | 776.12                 | 0         | 0  | 0  | 1  | 0   | 5           | 0.01                           |
| P <sub>2</sub> | 526.76                 | 0         | 1  | 0  | 3  | 1   | 141         | 0.27                           |
| P <sub>1</sub> | 661.56                 | 0         | 0  | 0  | 2  | 1   | 11          | 0.02                           |
| C <sub>3</sub> | 115.60                 | 1         | 0  | 0  | 0  | 0   | 250         | 2.16                           |
| C <sub>2</sub> | 6.31                   | 0         | 0  | 0  | 1  | 0   | 5           | 0.79                           |

首先,对地质统计单元找矿的有效性作出定量评价,即以地质统计单元为因变量对确定的各单个地质变量进行有机综合分析,从统计的观点定量确定各地质统计单元找矿有效性。为此,利用 GIS 的检索功能和空间分析子系统区与区合并、相交操作,线与区、区与线相交操作,区与点相交操作的空间分析功能,属性分析功能,通过地质统计单元对已确定的各地质变量信息源进行空间叠合分析,统计各地质统计单元中点状信息的单位矿产当量、线状信息的单位线状信息数(单位面积内断裂或航磁或遥感影像解译线性构造条数)和面状信息的单位矿产当量相关信息源值大小为权重。各地质统计单元权重的大小反映了水系沉积物、重砂、矿床点、地层、岩浆岩、地质断裂、航磁上延不同高度解译线性构造和遥感解译线性构造等多源综合信息在各地质统计单元中的找矿有效性,权重越大找矿有效性越好,反之亦然。

其次,依据各地质统计单元权重大小,利用 GIS 检索功能,确定权重较大的前 20 个地质统计单元作为研究区寻找与火山活动有关的铜多金属矿成矿有利地段,即以汇水盆地为边界圈定研究区寻找与火山活动有关的铜多金属矿的多源综合信息预测找矿靶区,并按权重从大到小排序为 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>……A<sub>20</sub>(图 3)。各靶区主要特征见表 3。

## 7 结论

本文探索性地以控制重要成矿信息源——水系沉积物和重砂的保存和异常的空间分布的汇水盆地为地质统计单元,并在计算机上借助 GIS 技术实现各类信息有机关联与综合,圈定成矿预测找矿靶区。这对一线地质人员野外验证更具有可操作性,并克服了传统异常圈定中存在的位移问题。

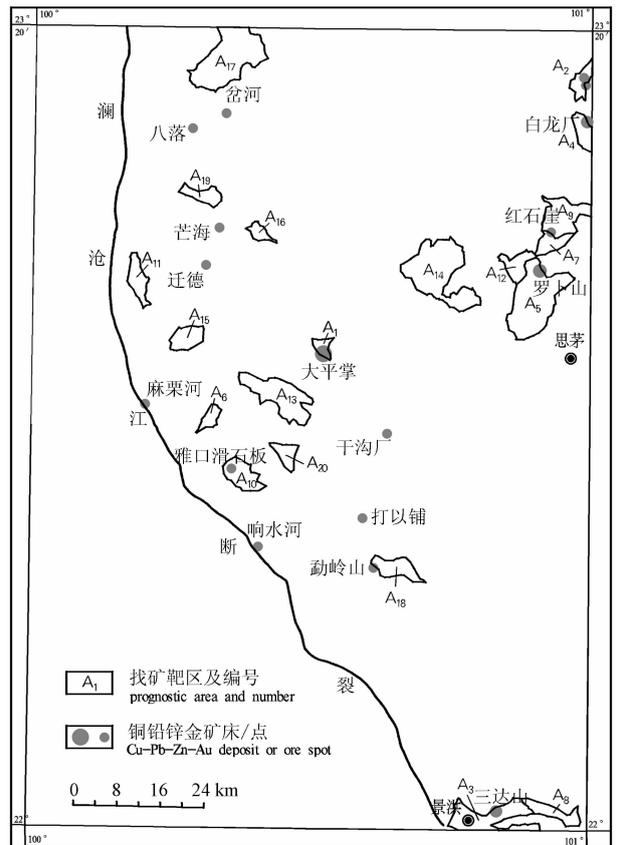


图 3 思茅—景洪地区铜多金属矿找矿靶区预测图

Fig. 3 Prognosis map of copper polymetallic ore prospecting targets in Simao-Jinghong district

从图 3 可以看出,部分预测找矿靶区包括了已知矿床/点,其中研究区内已知的大中小型矿床均分布于预测找矿靶区,这表明研究区确定的预测找矿靶区综合致矿异常信息是可信的。野外调研证实,沿澜沧江南段火山岩带具有良好的找矿前景,此次研究确定的预测找矿靶区值得进一步工作。特别是已发现大平掌大型块状硫化物型铜多金属矿床的 A<sub>1</sub>靶区和已发现三达山小型火山沉积型—黄铁矿

表 3 研究区铜多金属找矿靶区主要特征一览表

Table 3 Characteristics of prospecting targets of copper polymetal in working area

| 靶区及<br>编号       | 面积<br>(km <sup>2</sup> ) | 成矿元素(单位:×10 <sup>-6</sup> ,其中 Au 为×10 <sup>-9</sup> ) |        |         |      |      | 重砂矿物(级) |    |   |    | 揭露地层                           | 揭露岩体 | 发现<br>矿床点 | 靶区<br>权重 | 预测<br>矿种                                                      |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------------------------------|--------|---------|------|------|---------|----|---|----|--------------------------------|------|-----------|----------|---------------------------------------------------------------|
|                 |                          | Cu                                                    | Pb     | Zn      | Au   | Ag   | 铜族      | 铅族 | 金 | 辰砂 |                                |      |           |          |                                                               |
| A <sub>1</sub>  | 8.8                      | 220.73                                                | 21.53  | 345.17  | 6.13 | 0.77 | 0       | 0  | 0 | 0  | C <sub>3</sub> ,T <sub>3</sub> | Tδ   | 大平掌       | 72.0     | 与<br>火<br>山<br>活<br>动<br>有<br>关<br>的<br>铜<br>多<br>金<br>属<br>矿 |
| A <sub>2</sub>  | 15.5                     | 204.95                                                | 93.73  | 39.70   | 1.75 | 5.06 | 0       | 0  | 0 | 0  | P <sub>2</sub>                 |      | 37.0      |          |                                                               |
| A <sub>3</sub>  | 54.9                     | 52.32                                                 | 23.96  | 83.95   | 2.14 | 0.13 | 3       | 1  | 1 | 2  | T <sub>3</sub> ,P <sub>2</sub> |      | 三达山       | 35.0     |                                                               |
| A <sub>4</sub>  | 17.0                     | 156.97                                                | 64.73  | 109.87  | 2.03 | 0.81 | 0       | 0  | 0 | 0  | P <sub>2</sub> c               |      | 白龙厂       | 27.0     |                                                               |
| A <sub>5</sub>  | 96.2                     | 18.31                                                 | 331.36 | 1742.61 | 1.69 | 0.08 | 0       | 0  | 0 | 0  | T <sub>3</sub> ,P <sub>2</sub> |      | 罗卜山       | 25.0     |                                                               |
| A <sub>6</sub>  | 10.7                     | 155.60                                                | 155.65 | 144.00  | 2.30 | 0.40 | 1       | 1  | 0 | 0  | P <sub>2</sub>                 |      | 25.0      |          |                                                               |
| A <sub>7</sub>  | 17.0                     | 21.00                                                 | 497.83 | 1866.28 | 2.53 | 0.30 | 0       | 0  | 0 | 0  | P <sub>2</sub>                 |      | 23.0      |          |                                                               |
| A <sub>8</sub>  | 21.4                     | 19.14                                                 | 13.63  | 68.79   | 0.82 | 0.07 | 0       | 1  | 0 | 2  | T <sub>3</sub>                 |      | Tδ,Eγπ    | 22.0     |                                                               |
| A <sub>9</sub>  | 42.6                     | 19.09                                                 | 176.31 | 551.36  | 1.58 | 0.15 | 0       | 0  | 0 | 0  | P <sub>2</sub>                 |      | 红石崖       | 22.0     |                                                               |
| A <sub>10</sub> | 28.3                     | 44.21                                                 | 99.37  | 216.14  | 1.69 | 0.20 | 1       | 2  | 1 | 0  | P <sub>2</sub>                 |      | 滑石板       | 21.5     |                                                               |
| A <sub>11</sub> | 21.4                     | 52.85                                                 | 53.28  | 132.32  | 1.80 | 0.38 | 0       | 3  | 1 | 1  | T <sub>3</sub>                 |      | 21.0      |          |                                                               |
| A <sub>12</sub> | 40.6                     | 20.62                                                 | 169.03 | 563.33  | 2.00 | 0.15 | 0       | 0  | 0 | 0  | T <sub>3</sub> ,P <sub>2</sub> |      | 20.3      |          |                                                               |
| A <sub>13</sub> | 59.4                     | 33.31                                                 | 25.48  | 57.12   | 2.26 | 0.16 | 3       | 3  | 1 | 0  | T <sub>3</sub>                 | 19.0 |           |          |                                                               |
| A <sub>14</sub> | 98.9                     | 26.23                                                 | 38.83  | 126.92  | 1.77 | 0.08 | 1       | 1  | 0 | 1  | P <sub>2</sub> ,T <sub>3</sub> | 16.5 |           |          |                                                               |
| A <sub>15</sub> | 21.8                     | 38.92                                                 | 60.42  | 144.80  | 1.46 | 0.16 | 1       | 3  | 0 | 1  | T <sub>3</sub>                 | 16.0 |           |          |                                                               |
| A <sub>16</sub> | 9.4                      | 17.10                                                 | 85.97  | 45.70   | 2.03 | 0.07 | 1       | 3  | 0 | 0  | T <sub>3</sub>                 | 16.0 |           |          |                                                               |
| A <sub>17</sub> | 94.8                     | 18.19                                                 | 14.60  | 40.95   | 1.90 | 0.10 | 3       | 2  | 1 | 3  | T <sub>3</sub> ,P <sub>2</sub> | Tδ   | 15.6      |          |                                                               |
| A <sub>18</sub> | 25.0                     | 15.37                                                 | 31.51  | 89.38   | 0.82 | 0.07 | 1       | 0  | 0 | 1  | T <sub>3</sub>                 | 勐岭山  | 15.0      |          |                                                               |
| A <sub>19</sub> | 16.4                     | 35.67                                                 | 21.93  | 70.03   | 8.23 | 0.10 | 1       | 3  | 1 | 1  | T <sub>3</sub>                 | Tδo  | 11.0      |          |                                                               |
| A <sub>20</sub> | 14.4                     | 39.32                                                 | 23.37  | 56.61   | 0.86 | 0.09 | 0       | 0  | 0 | 0  | P <sub>2</sub>                 | Kγ   | 10.0      |          |                                                               |

型铜矿床的 A<sub>3</sub> 靶区,加强外围及深部找矿,部署矿产勘查工作;对靠澜沧江板块缝合带一侧的无已知矿床点的 A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>13</sub>、A<sub>17</sub> 靶区和已发现矿(化)点的 A<sub>10</sub>、A<sub>18</sub> 靶区部署矿产远景调查工作等。

随着计算机、GIS 技术在地质找矿人员中的广泛应用,充分发掘已有各类地学信息,提高成矿预测水平和找矿效果,已成为广大地质找矿人员思考的问题。本文为如何综合几十年积累的地、物、化、遥等资料进行多源信息综合成矿预测方法研究提供了一种思路,这对一线地质找矿人员充分挖掘已有地物化遥综合信息将会起到抛砖引玉,相互促进作用,为研究区矿产普查工作部署提供决策科学依据,减少地勘投入风险。

**致谢:**本文涉及的 1/20 万水系沉积物地球化学和地质矿产原始资料是云南省地质矿产勘查开发局广大化探、地质工作人员完成的,在此对他们所付出的辛勤劳动表示衷心感谢!

### 参 考 文 献

陈毓川,朱裕生等编著.1993.中国矿床成矿模式.北京:地质出版社,1~367.

池顺都,吴新林.1998.云南元江地区铜矿 GIS 预测时的找矿有利度和空间相关性分析.地球科学—中国地质大学学报,23(1):75~78.

陈永清,夏庆霖.2002.金属矿产勘查技术发展现状与思考.地球物理学进展,17(3):540~541.

李景朝,刘少华,严光生.2002.大型超大型金属矿床综合信息成矿预测方法研究.地球物理学进展,17(4):736~744.

莫宣学,路凤香,沈上越,朱勤文,侯增谦,杨开辉,邓晋福,刘祥品,何昌祥等.1993.三江特提斯火山作用与成矿.北京:地质出版社,128~146.

王世称,成秋明,范继璋.1990.金矿资源综合信息评价方法.吉林科学技术出版社,1~440.

王世称,陈永良,夏立显.2000.综合信息矿产预测理论与方法.北京:科学出版社,1~335.

王义昭,李兴林,段丽兰,黄志勋,崔春龙.2000.三江地区南段大地构造与成矿.北京:地质出版社,5~39.

王世称主编.2001.大型、超大型金矿床密集区综合信息预测.北京:地质出版社,1~161.

王学球.2003.矿产勘查地球化学:过去的成就与未来的挑战.地学前缘(中国地质大学,北京),10(1):239~248.

肖克炎,朱裕生,宋国耀.2000.矿产资源 GIS 定量评价.中国地质,总 278 期(7):29~32.

肖克炎,张晓华,王四龙.2000.矿产资源 GIS 评价系统.北京:地质出版社,1~213.

云南省地质矿产局.1990.云南省区域地质志.北京:地质出版社,392~398.

杨岳清,杨建民,王文瑛,徐德才,杨建华.2000.云南澜沧江南段火山岩带富铜块硫化物矿床成矿地质背景成矿条件及成矿预测.地质矿产部矿床地质研究所,云南省地质矿产勘查开发局第五地质大队(科研报告),1~51.

Lesley Wyborn et al.1995. Using GIS for mineral potential

evaluation in Areas with few know mineral occurrences. The second forum on GIS in the geosciences, AGSO, 199~211.

Watson G P, Rencz A N, Bonham-Carte G F. 1989. Geographic

information system are being applied to mineral resource assessment in Northern New Brunswick. GEOS, 18(1):8~15.

## Multi-information Metallogenic Prognosis of Copper Polymetallic Ore in Simao-Jinghong District Based on GIS Technique

XUE Shunrong<sup>1,2)</sup>, XIAO Keyan<sup>1)</sup>, DING Jianhua<sup>1)</sup>

1) *Institute of Mineral Resource, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037;*

2) *Yunnan Geological Survey, Kunming, 650051*

### Abstract

Due to decreasing of outcrop, and great difficulty in recognizing potential deposits, metallogenic prognosis, as a prophase work for prospecting, has been paid more attention by geologists around the world. Geologists have been searching for effective methods of prediction. This work took the Yuannan-Simiao area, Yunnan province as an example. Based on multifactorial analysis on metallogenic background (scale 1/200000), multi-sources data of geological, geophysical, geochemical and remote sensing, interpretation features were used to predict potential economic deposits. Combined with field investigation and analysis indoors, this study defined geological variations and their properties. Because all known deposits, big or small, all fall within the target area, we can conclude that the multi-information metallogenic prognosis method is reasonable and reliable. Field investigation also confirmed that the volcanic belt south the Lancangjiang river has a good prospecting prospect and potentiality. Prognosis map of prospecting targets in this paper will have a guiding significance to next plan of exploration.

**Key words:** GIS technique; Simao-Jinghong; multi-information; metallogenic prognosis