

文章编号: 0258-7106 (2006) 04-0501-10

西南三江南段地球化学数据不同方法处理 及应用效果*

李文昌^{1,2}, 李丽辉², 尹光候²

(1 中国地质大学, 北京 100083; 2 云南省地质调查院, 云南 昆明 650051)

摘 要 文章对西南三江南段 1:20 万区域地球化学测量数据进行了衬度值、泛克里格、地球化学块体、多重分形(S-A 法)、变化及统一背景等多方法处理, 计算了 Cu、Pb、Zn、Au、Ag 等元素异常及相关分析, 取得了较好的效果。认为对矿产资源评价靶区的优选和工作部署, 多重分形和泛克里格法较为合适, 宏观上研究区域地质构造的地球化学特征, 宜选择较大半径的衬度异常和泛克里格异常。“变化背景”的异常信息量丰富, 对寻找隐伏矿、深埋藏矿有利, 对于基性火山岩发育区的高 Cu 背景, 多重分形法不失为一种提取有用信息、压制干扰的有效方法之一。

关键词 地球化学; 地球化学数据; 处理; 应用; 对比; 三江南段

中图分类号: P618⁺.1

文献标识码: A

Different data processing methods for geochemical data from southern part of “Sanjiang (Three River)” region in southwestern China and their application results

LI WenChang^{1,2}, LI LiHui² and YIN GuangHou²

(1 China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2 Yunnan Academy of Geological Survey, Kunming 650051, Yunnan, China)

Abstract

In the Sanjiang (Nujiang River, Lancang River and Jinsha River) region of southwestern China, geological structures are very complex, magmatic activities are extremely strong, and ore-forming fluids are quite active. Therefore, this region is the most potential concentration area for nonferrous and noble metal resources in China. In the past ten years, more than ten large and superlarge ore deposits in this region have been discovered and evaluated. The reinvestigation and reprocessing of the data available has played a very important guiding role in the delineation of target areas as well as in the exploration and evaluation work. Since 2000, the Yunnan Academy of Geological Survey has used various data-processing methods such as contrast, universal Kriging, geochemical block, multiple fractal, variation and integrated background to process the 1:200000 geological data. Anomalies of such elements as Cu, Pb, Zn, Au and Ag were calculated, and correlation analysis was made. As a result, fairly good results have been obtained. It is held that, in the optimization of target areas and the arrangement of work, multiple fractal and universal Kriging seem to be relatively ideal methods. In the study of geochemical characteristics of regional geological structures, the selection of the contrast anomalies and universal Kriging anomalies with relatively large radii is likely to yield good results. The “variation background” anomalies

* 本文得到中国地质调查局“西南三江南段成矿规律和找矿方向综合研究”(200110200009)项目的资助

第一作者简介: 李文昌, 男, 1962 年生, 教授级高级工程师, 从事地质矿产勘查与地质科学研究。E-mail: Lwenchangynddy@163.com

收稿日期 2006-03-13; 改回日期 2006-07-10。李岩编辑。

contain abundant information, and can hence be used to seek for concealed and deep-buried ore deposits. As for the high Cu background places in the basic volcanic area, the multiple fractal method seems to be one of the effective methods for extracting useful information and suppressing interference.

Key words: geochemistry, geochemical data, processing, application, contrast, the southern part of Sanjiang region

中国西南“三江”,即怒江、澜沧江、金沙江 3 条大江并流地区,是中国最具潜力的有色金属、贵金属资源富集区。这一地区,既经历了特提斯的构造演化,又遭受了印度欧亚板块碰撞及青藏高原隆升的强烈改造,因此,地质构造复杂,岩浆活动强烈,成矿流体活跃。伴随构造演化,形成了不同特色的成矿系统及丰富的 Cu(Mo)、Pb、Zn、Ag、Au、Ni、Nb、Ta 和铂族元素等矿产(图 1)。

三江云南段 1:20 万区域化探获得 39 个元素的成果数据,取得了大量的综合异常信息,为“三江”地区的找矿工作起了重要的指示作用。但是,随着地

表找矿难度加大,寻找隐伏矿、弱信息矿显得十分重要。“三江”地区成矿地质背景的复杂性和矿床类型的多样性,给应用传统的方法提取矿致弱异常造成了一定的困难。为获取新的找矿信息,开发利用现有成果资料尤显重要。随着计算机技术的发展,许多数据处理的新方法、新技术应运而生,为化探成果数据的二次处理提供了良好的技术支撑。为探索各数据处理方法的应用效果,达到合理分离地球化学背景与异常,提取矿致弱异常之目的,云南地质调查院利用不同的处理方法对全省及云南西北部、兰坪地区、腾冲—陇川地区、保山—镇康地区、澜沧江南段

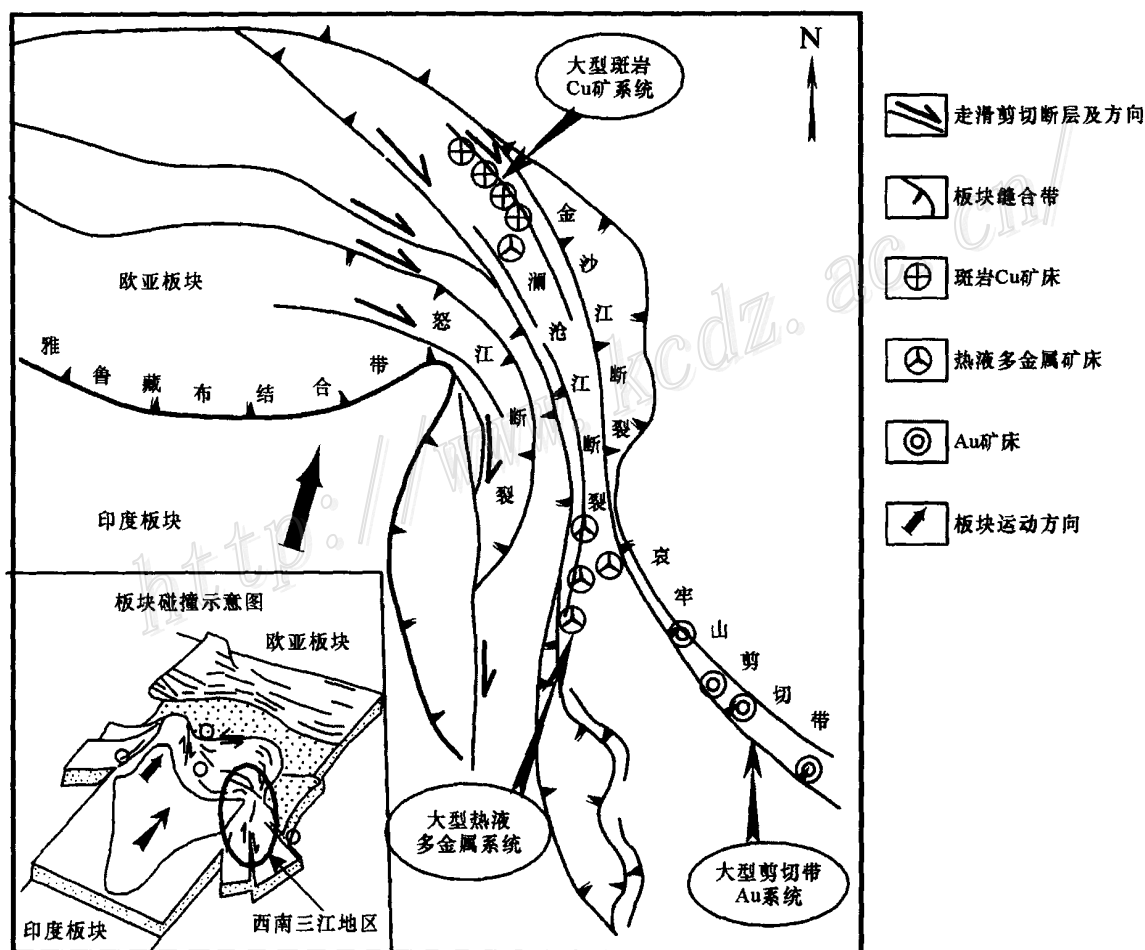


图 1 西南三江构造与大型金属矿产分布略图

Fig. 1 Geological sketch map showing distribution of structures and large-size metallic resources in Sanjiang region

等片区的1:20万水系沉积物Cu、Pb、Zn、Au、Ag成果数据进行了二次处理,分别计算了全省、各区块的衬值异常和剩余异常,结合已知矿产和部分异常查证情况进行了分析与探讨。经对比研究,分区统计各点背景与多重分形滤波技术,较好地提取了矿致弱异常信息,部分异常经工程验证,取得了找矿突破。

1 地球化学数据处理的意义

地球化学场是由不同地质过程的叠加作用所造成的。对于矿产勘查而言,除了解场值的变化趋势外,场的局部变化性和空间结构信息往往反映了一定的地质控制因素(陈秋明,2001)。因此以矿产勘查为目的的数据处理和异常分析,对如何保持和突出与矿有关的局部异常是数据处理和分析成败的关键。而进行传统方法与新方法处理成果的对比研究,可起到示范与推广的作用。

化探在“三江”地区找矿中发挥了重要作用,特别是Au、Ag、Pt、Pd等贵金属,依据化探找到多处大型、超大型矿床。如镇源金矿、东川拖布卡金矿、兰坪白秧坪银多金属矿等。以往全省化探数据处理仅作了单元素地球化学图、部分主要元素地球化学衬值异常图及地球化学块体图等,由于区内存在众多复杂的地质构造单元,不同单元地质背景不同,这种不分地质构造、岩性单元处理的结果,常常隐没及弱化了许多矿致异常。如基性火山岩发育区,在玄武岩的高Cu背景中,其他岩性里的Cu异常很难显现出来。在同一背景下,低背景及隐伏、半隐伏铜多金属矿,异常弱、范围小或者显现不出来。同背景下一些大型矿床并未形成成矿元素的地球化学块体,如兰坪铅锌矿、思茅太平掌铜矿、镇源金矿等。因此,探索有效的地球化学数据处理方法和进行二次开发,用于增强和突出低缓、弱小异常,提取有用信息,是促进本区找矿新突破的一件迫切而有重要现实意义的事。

2 数据处理方法及成果

针对不同目的,全省大范围的数据处理,以计算衬值异常为主,同时探讨了地球化学块体和泛格里的格法剩余异常的效果。按地质构造(岩性)单元划分了5个片区,分别按统一背景和变化背景提取了剩

余异常。处理方法为:异常衬度值、地球化学块体、泛格里格法、分区处理(统一背景或变化背景)、多重分形滤波计算。元素有Cu、Pb、Zn、Au、Ag。

2.1 异常衬度值

异常衬度是指某一元素在该点含量值与一定范围内该元素含量平均值之比,反映了不同区域内某一元素所形成的异常强度。由于同一元素在不同区域内背景平均值存在差异,并且各个区域样品分析上也存在偏差。因此,不能直接依据样品的分析结果来对比不同区域内某一指示元素的异常强度。而衬度值则可消除这两方面的影响,用以对比同一元素在不同背景所形成的异常强度,显示异常相对于背景的起伏变化状态(刘英俊等,1987)。

以计算点为中心,采用距离加权滤波法计算各点背景值(剔除大于平均值加3倍离差特高点后的算术平均值),搜索半径 $R=30$ 和 50 km 两种,计算点值/背景值为该点衬度值。分别绘制了全省不同搜索半径的衬值异常图,等值线间距为1.5、2、3、6、12。

全省Cu、Pb、Zn衬值异常呈带状分布,尤以 $R=50\text{ km}$ 的衬值异常分带特征明显,与区域大地构造分布形态基本一致。三江南段异常呈NW-NS-NE向展布,主要有点苍山—哀牢山NW向Cu、Pb、Zn异常带;中甸—丽江、维西—兰坪、六库—保山、云县—临沧—景洪NS向Cu、Pb、Zn异常带;腾冲—盈江、南汀河NE向Cu、Pb、Zn异常带。

2.2 地球化学块体

地球化学块体是谢学锦院士1994年提出的一种新方法。地球化学块体是地球上某种或某些元素高含量的巨大岩块,它们是元素在地球形成与演化过程中总的显示,为大型至超大型矿床的形成提供了必要的物质条件(谢学锦等,2003)。

采用 $10\times 10\text{ km}$ 的网格数据,按统一的元素分级值:Cu 38、40、55、70、90、890、93;Pb 36、45、55、70、90、6385、33;Zn 110、137、163、190、250、6571、59(单位 10^{-6})勾绘等值线。网格化计算模型为指数函数加权法,指数因子为5。

以 38×10^{-6} 为下限值圈出的Cu地球化学块体4个,构成2个带,其中一个带呈NS向展布于中甸—丽江—大理地区;另一个带为怒江与澜沧江之间,呈NS向展布,浓集程度明显低于前者。

以 36×10^{-6} 为下限值圈出的Pb地球化学块体共12个,其中7个块体沿红河断裂及金沙江断裂呈

NW 向展布;5 个块体分布于澜沧江以西,呈 NE 向或 NS 向展布。

以 110×10^{-6} 为下限值圈出的 Zn 地球化学块体共 6 个,主要呈 2 个带:一个为滇西北地区,由 5 个块体组成,NS 向分布;另一个带为南汀河块体,NE 向展布。并以丽江—大理块体的规模及浓度值最大。

2.3 泛克里格法

泛克里格法是区域化变量非平稳条件下的一种最优无偏线性估值方法。非平稳的区域化变量可以分解为漂移和剩余 2 部分,漂移反映了地球化学元素的区域变化规律,剩余反映了地球化学元素局部富集现象(王世称等,2000)。

采用 $10 \times 10 \text{ km}$ 的网格数据进行处理。以异常下限 5×10^{-6} 勾绘成图,等值线间距为 5×10^{-6} 。

区内圈出的 Cu、Pb、Zn 剩余异常分带明显,与区域构造展布方向基本一致。主要有中甸—丽江、维西—兰坪、六库—保山、临沧—景洪 NS 向 Cu、Pb、Zn 异常带,其中以中甸—丽江 Cu 异常最强;点苍山—哀牢山、李仙江 NW 向 Cu、Pb、Zn 异常带;瑞滇—梁河、保山—潞西、南汀河 NE 向 Cu、Pb、Zn 异常带。

2.4 分区处理

将“三江”地区按不同构造(岩性)单元划分为 5 片区,分别进行数据处理。①中甸—丽江—洱源玄武岩分布区;②兰坪—魏山中新代沉积盆地;③酸性岩浆强烈活动的澜沧江南段;④以古生代地层为主的保山—镇康带;⑤腾冲—陇川高黎贡山深变质岩区。

2.4.1 统一背景处理

视每一区块地质、地球化学背景相近,为单一母体并服从正态分布,分别计算各区块背景值。方法为:每块分别统计算术平均值,将剔除大于平均值加 3 倍离差(σ)的高值点后的算术平均值作为本区块背景值(X),按 $X + 2 \times \sigma$ 作为异常下限(Ca),按 Ca 、 $2Ca$ 、 $4Ca$ 、 $8Ca$ ……间距勾绘异常等值线。

2.4.2 变化背景处理

视每一区块地质、地球化学背景复杂,为多重混合分布型,其区域场分布为非均匀曲面。采用距离加权滤波法(搜索半径 $R = 30 \text{ km}$) 计算各点背景值(剔除大于平均值加 3 倍离差特高点后的算术平均值),计算点剩余异常值 = 原始值 - 该点背景值,将同一区块内各点剩余异常值由低至高排列,取个数达到总点数的 80% 所对应的点的剩余异常值作为异

常下限(Ca),按 Ca 、 $2Ca$ 、 $4Ca$ 、 $8Ca$ ……间距勾绘剩余异常等值线。

2.4.3 计算结果

各区块统一背景圈出的异常少、分布零星,突出了面积大、强度高的异常。共圈出 1 个 Pb、Zn、Cu 异常带,5 个 Pb、Zn 异常。

各区块变化背景圈出的异常多,分布广,强度大,浓集中心明显,呈与构造线方向一致的带状分布,连续性好。共圈出 15 个 Cu、Pb、Zn 异常,4 个 Pb、Zn 异常,1 个 Cu 异常。

2.5 多重分形滤波(S-A)法

分形理论属于非线性理论,是关于复杂系统自相似性(或标度不变性)的一般概念,是描述混乱无序、不规则、不光滑却具有相似结构的复杂现象的有效工具(赵鹏大,2004)。地壳物质结构的各向异性通常具有自相似性特征,这种特征在频率域中能够表达为下列幂律关系: $A(>S) \propto S^{-\beta}$, 式中 S 是谱能量密度, A 是大于谱能量密度某一临界值(S_0)的面积。通常在 $\log\text{-}\log$ 图上,所有直线段均服从上述关系式。具有不同斜率的直线段代表了不同的自相似性,通常对应空间域中不同的地球化学模式。如图 2 中产生了 4 条分界线,反能谱等值线分成 5 个组,在每个组中的等值线具有自相似性,而不同组的等值线其形状具有明显的不同。两条线段的交点 S_0 所对应的横坐标值(谱能量密度值)为分形滤波器的阈值。通常 $S < S_0$ 代表异常, $S > S_0$ 代表背景(陈永清等,2005)。

经对“三江”南段 Cu、Zn、Pb、Au、Ag 元素的计算,圈定的元素异常与已知矿床在空间分布上具有较高的一致性。

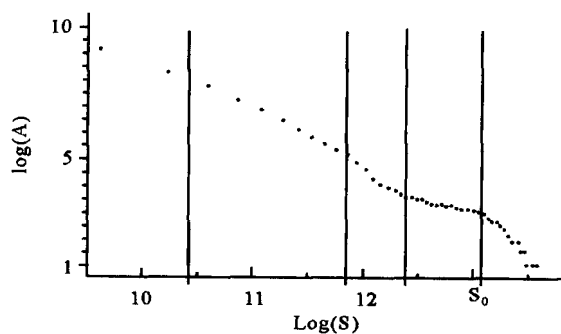


图 2 谱能量密度 S 与面积 A 的 $\log\text{-}\log$ 散点图
Fig. 2 The $\log\text{-}\log$ scattered point map of spectrum power density S and area A

Cu 元素异常呈串珠状、NS-NE 向的带状分布,共圈出 10 个异常;Pb 元素异常以孤立的局部异常为主,共圈出 12 个异常;Zn 元素异常形成由局部高值异常组成的 4 条 NNE 向的串珠状异常带和 4 个局部异常。以翁水—兰坪—保山—镇康异常最为明显;Au 元素异常分布较广,共圈出 4 个异常带。以哀牢山带强度较大,呈串珠状带状分布;Ag 元素异常以局部孤立的高异常为主,分带不很清楚。共圈出 10 个局部异常。

3 成果对比及应用效果

3.1 成果对比

3.1.1 不同搜索半径衬值异常对比

按搜索半径 $R=50\text{ km}$ 、 $R=30\text{ km}$ 处理,2 类图 Cu、Pb、Zn、Au、Ag 异常形态总体相似,异常高值中心位置一致。单异常分布面积、个数有一定变化,但没有较大的遗漏和错位,两者处理效果基本相同(图 3)。 $R=50\text{ km}$ 的异常面积较 $R=30\text{ km}$ 异常偏大,如红山、拉巴 Cu 异常,澜沧江 Pb、Zn 异常带。对于极值高、浓度分级线密集的高值异常,2 个半径的异常范围、形态基本一致,如羊拉、大平掌、兰坪老王寨、金平等元素异常。部分异常随着数据处理半径的减小,异常范围收缩,且分解为多个小异常组合。如洱源—大理、腾冲瑞滇、兰坪白秧坪等异常。

2 种处理半径比较,以小半径衬值异常浓集中心突出,异常分布范围集中,有利于异常靶区的选定。

3.1.2 不同方法对三江地区处理成果对比

图 4 是采用 4 种处理方法对“三江”地区 Cu 元素地球化学异常进行对比的结果,衬值异常(图 4a)与泛克里格异常(图 4b)以大理—丽江一带异常范围、强度最大,泛克里格异常圈出的红山、羊拉、腾冲、保山、大平掌、金平等局部异常比衬值异常明显,但泛克里格异常多、乱,规律性不强。地球化学块体于大理—丽江玄武岩分布区,圈出明显的大面积 Cu 地球化学块体(图 4c),红山、羊拉、金平、大平掌为局部异常,而景谷—思茅无异常显示。多重分形异常则形成与构造带相一致的串珠状异常带(图 4d),局部高异常呈近等间距排列,如维西、兰坪、保山东异常;多重分形异常压抑了丽江—大理玄武岩高 Cu 背景区的影响,突出增强了红山、维西、保山、大平掌、金平等局部异常,与已知铜矿体对应较好,并圈出了一些新的异常区,如兰坪、腾冲南、老王寨北、思茅等,该方法处理为区内金属矿产的勘查研究提供了新思路和新靶区。

3.1.3 分区处理成果对比

统一背景处理,以异常下限圈出的剩余异常少而分布零星,突出了面积大、强度高的异常,对一些弱矿化带及弱异常区,未形成明显的元素异常。如兰坪金顶、白秧坪、腾冲—瑞滇已知铅锌银多金属矿

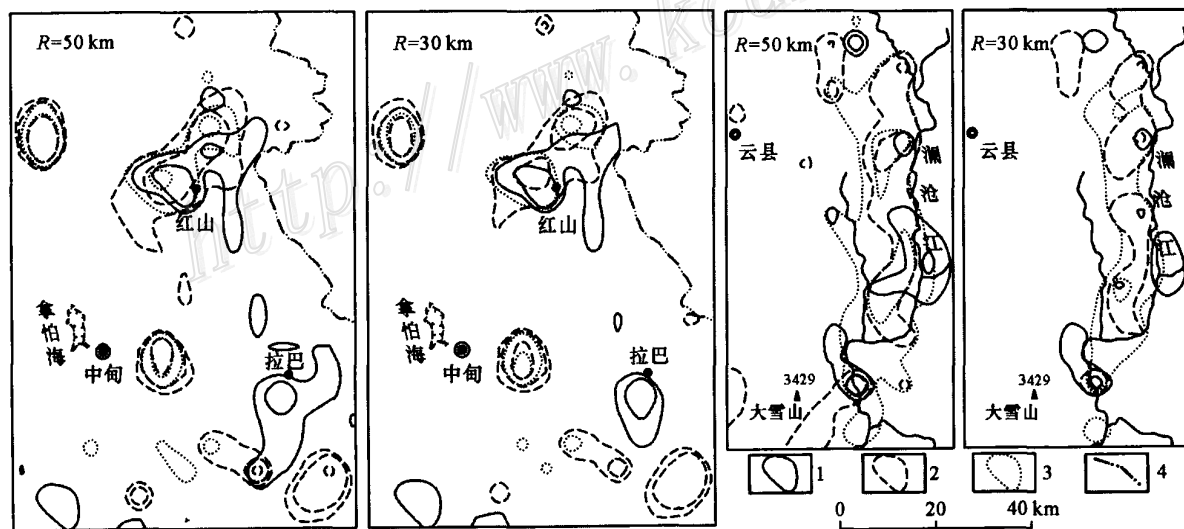


图 3 中甸地区、澜沧江大转弯 Cu、Pb、Zn 元素衬值异常对比图

1—Cu 元素异常等值线;2—Pb 元素异常等值线;3—Zn 元素异常等值线;4—省界

Fig. 3 Comparison of Cu, Pb, Zn contrast anomalies in Zhongdian area and Lancang River bend

1—Cu contour line; 2—Pb contour line; 3—Zn contour line; 4—Provincial boundaries

集区形成了大面积的高值异常。而一些深埋藏、弱信息的隐伏矿床,如核桃坪、大平掌 Cu 多金属矿等无异常或仅有微弱异常。

变化背景的处理结果,剩余异常明显,呈带状分布。不仅强化了已知矿异常,同时弱异常区的异常范围、强度明显增大,并圈出了一些新的异常。如兰坪金顶、白秧坪、瑞滇银铅锌多金属矿区形成高强度的多元素组合异常;而在维西—永平、巍山—云龙矿化带也形成了明显的 Cu 和 Pb、Zn 异常;同时在兰坪—巍山、瑞丽、陇川地区新圈出了 Cu、Pb、Zn 异常带。突出了弱小的异常信息,但异常总体显得多且乱,增加了有用异常识别的难度。

3.2 应用效果

通过 1:20 万化探数据处理后获取的找矿信息中,经与已知矿床对比,对应效果较好。对部分新圈出的异常进行检查,实现了找矿突破。

3.2.1 中甸红山—普朗

中甸红山地区不同方法处理的 Cu 元素异常以泛克里格、地球化学块体及多重分形异常面积大、强度高(图 5a、b、c),表现为一 NNE 向的椭圆形异常,衬值异常范围较小。而分区变化背景处理的剩余异常(图 5d),则分解为 3 个 Cu 元素异常(亚杂、普朗—欠里、红山异常),元素浓集中心明显,缩小了异常靶区。

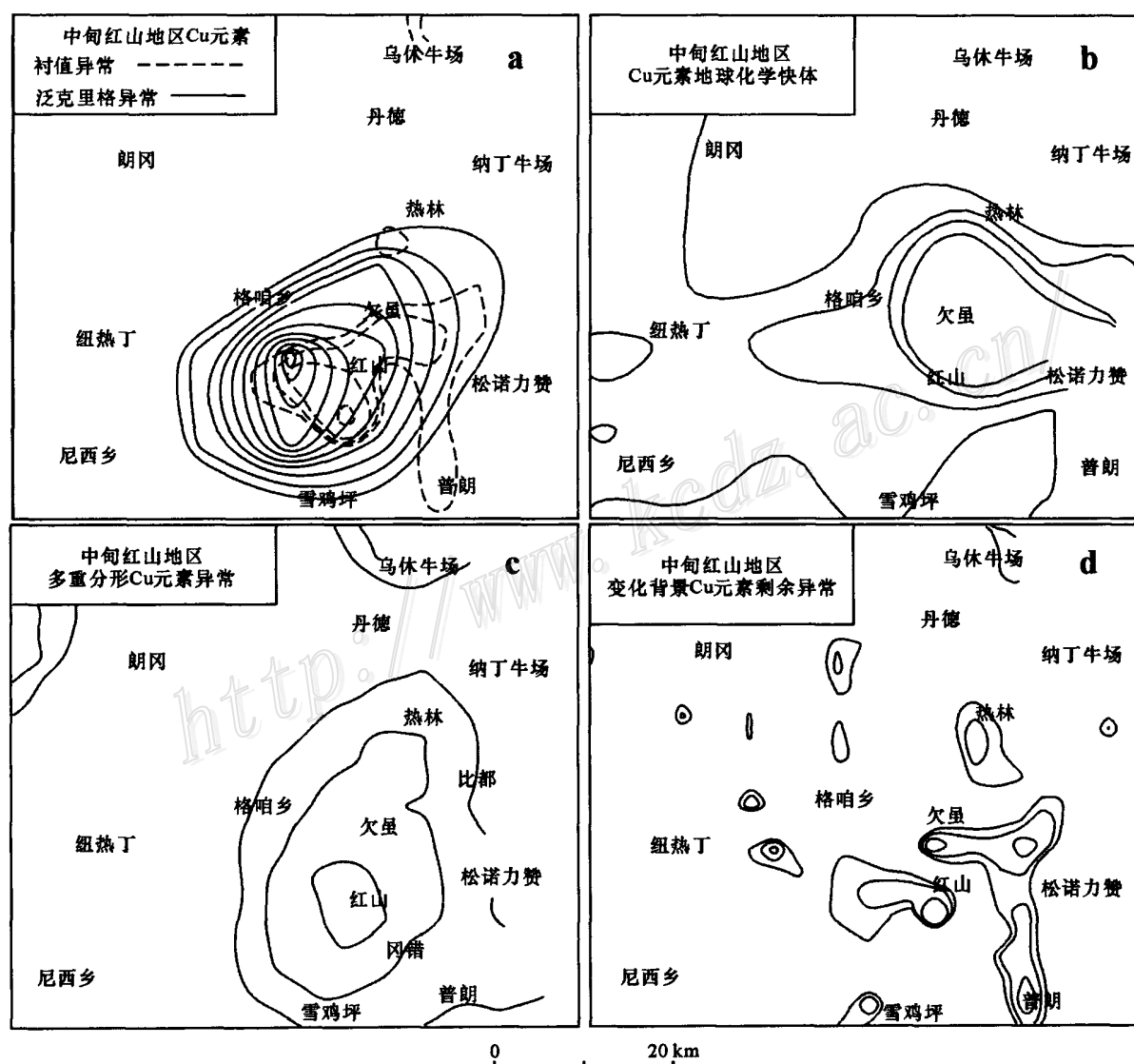


图 5 中甸红山地区不同方法处理 Cu 元素异常对比图

Fig. 5 Comparison of copper anomalies processed by different methods in Zhongdian-Hongshan area

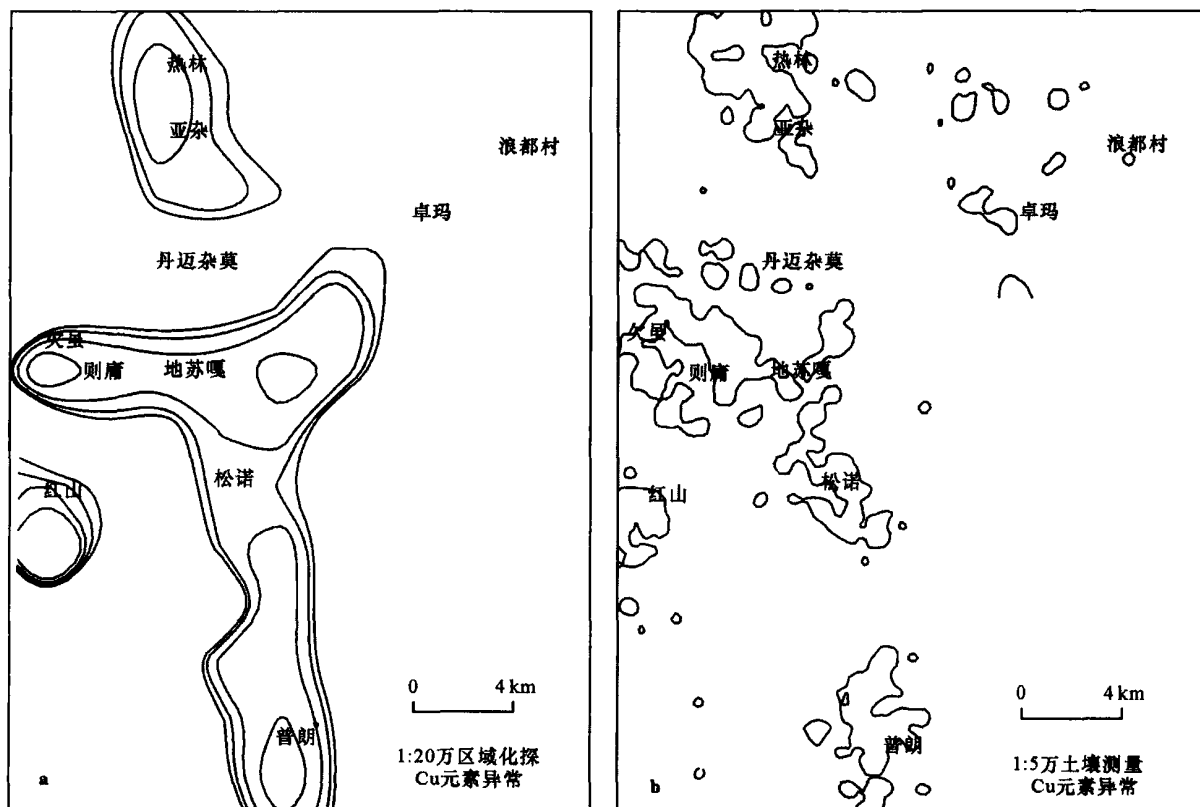


图 6 红山—普朗地区 Cu 元素地球化学异常对比图

Fig. 6 Comparison of copper anomalies in Hongshan-Pulang area

2002 年在红山—普朗地区,根据 1:20 万水系沉积物异常范围(图 6a),部署了 1:5 万土壤地球化学测量 600 km²,结果圈出了众多铜-金-铅-锌多金属异常。Cu 元素异常由 3 个 NW 向异常带组成(图 6b),其中普朗—欠虽 Cu 元素异常带分解为欠虽、松诺、普朗 3 片,面积约 50 km²。普朗 Cu、Au 异常,呈近 NS 向展布,异常面积约 10 km²,有南、北 2 个浓集中心,其中 Au 元素含量为 $(5 \sim 30) \times 10^{-9}$;Cu 元素含量为 $(50 \sim 1000) \times 10^{-6}$,极大值为 $(800 \sim 3500) \times 10^{-6}$ 。1:5 万土壤测量异常面积缩小,异常浓集中心明显,由多个局部异常组成,并新圈出卓玛、浪都村、丹迈杂莫等异常。经进一步开展物化探异常详查及地质工程验证,均见到不同规模的铜矿(化)体,普朗铜矿已达超大型规模。

3.2.2 思茅大平掌

思茅大平掌火山喷流沉积型大型铜矿床,位于兰坪思茅陆块,化探 Cu 元素区域异常较弱(图 7a、b),衬值异常与地球化学块体的局部异常面积都接近 100 km²;泛克里格异常面积稍大,近 200 km²(图 7c);而多重分形法处理结果,加强了矿区 Cu 元素异

常,形成约 700 km² 的高强异常带(图 7d),是低弱背景区提取有用信息较为有效的方法之一。

3.2.3 中甸拉巴

中甸拉巴位于大理—丽江高 Cu 地球化学块体内及三江口—哈巴雪山泛克里格弱异常带内。衬度值处理则形成了面积约 150 km² 的南北向椭圆形 Cu 异常,局部尚有弱 Au、Ag 异常分布,外围有 Pb、Zn 异常分布。分区处理的 Cu 元素剩余异常强度增大,幅值可达 50×10^{-6} 。经多重分形处理则形成一圆形的 Cu 异常,面积约 500 km²,幅值仅次于红山—普朗地区,并有弱 Au、Ag 异常分布。各方法处理在拉巴地区均有不同程度的 Cu 元素异常显示,特别是多重分形异常明显。2001 年在异常区布置了 1:5 万水系沉积物测量,圈出 Cu、Mo、Pb、Zn、Au、Sb、Sn 综合异常,浓集中心明显,强度高,范围大。最高含量($w_B/10^{-6}$) Cu 1492、Mo 155、Pb 1569、Zn 1004、Ag 3.1。同时开展了幅频激电工作,圈出了视幅频率 $F_s > 3\%$ 的异常长 3 km,宽 1 km,最大强度 39%。南部激电异常与化探 Cu、Mo 元素异常套合。2002 年进行了异常查证,部署了大功率激电中梯剖面、土壤测量

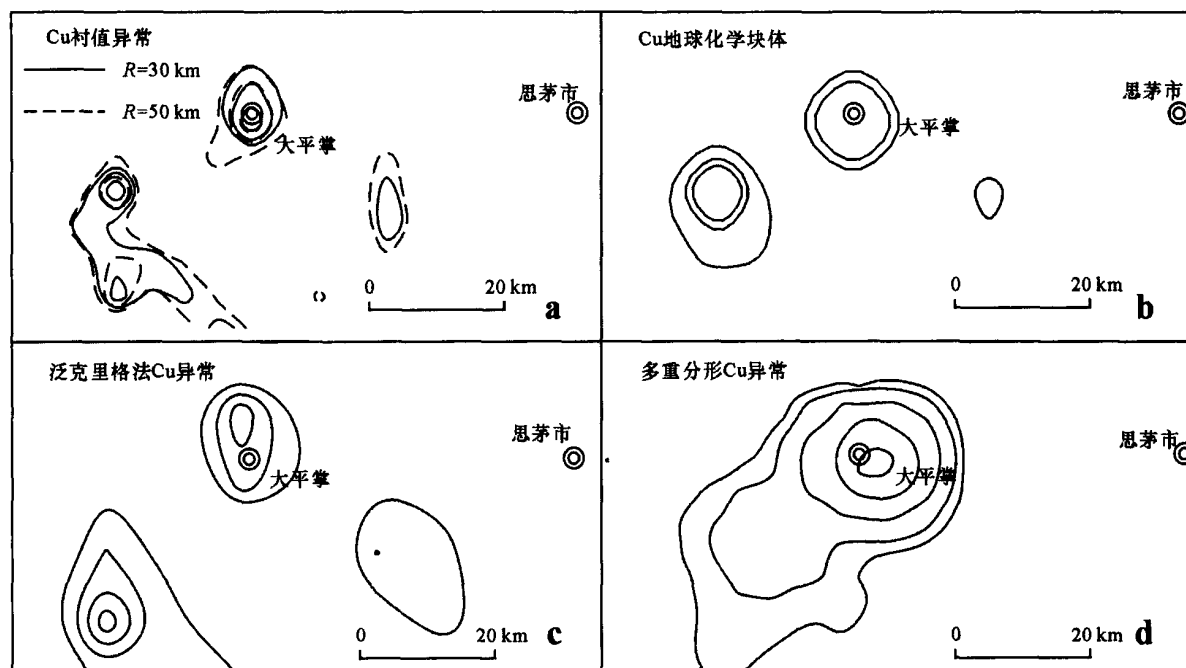


图 7 思茅大平掌地区 Cu 元素地球化学异常对比图

Fig. 7 Comparison of copper anomalies in Simao-Dapingzhang area

剖面及地表地质工程验证等方法,证实了异常确实存在,探槽揭露发现铜矿化体,Cu 元素含量 $> 0.3\%$ 的样品 9 件,最高含量达 0.6% ,地表见多处矿化体,提供了良好的找矿信息。

4 结 论

根据三江地区几种不同方法处理的结果及找矿实践,得出如下几点初步认识:

(1) 全区小比例尺化探数据处理,小半径 $R = 30\text{ km}$ 比 $R = 50\text{ km}$ 的衬值异常浓集中心突出,异常分布范围集中,有利于异常靶区的选定;而较大半径 $R = 50\text{ km}$ 的衬值异常分带清晰,反映了不同的大地构造分区特征。统一背景(地球化学块体)处理的异常只突出了高异常区,大部分低缓异常减弱或消失,不利于弱异常区找矿信息的提取。泛克里格剩余异常不仅突出了高异常区,也较清晰地反映了部分低缓异常带,对区域化探异常分布特征提供了丰富的信息。多重分形法处理,异常分带清楚,有效地提取了弱矿致异常,如 Cu 元素异常,压抑了大理—丽江一带出露的玄武岩高 Cu 背景的干扰,突出了弱背景区大平掌大型 Cu 矿异常。因此对矿产资源评价靶区的优选,选择多重分形法和泛克里格法较为合适,

而宏观上研究区域地质构造的地球化学特征,则宜选择较大半径的衬值异常和泛克里格异常。

(2) 分区地球化学数据处理,以变化背景圈出的剩余异常明显,突出了部分弱小异常,信息量丰富,与已知矿床、矿(化)点对应较好,异常范围小,利于找矿部署;但异常复杂,个数多且范围大,增加了有用异常识别的难度,在使用中,最好与统一背景成果对比应用,突出新增异常。统一背景圈出的剩余异常少而清晰,突出了高异常区,利于地球化学分区和构造分析;但对一些低缓的局部异常表现为无异常或有微弱异常显示,不利于寻找深埋藏、弱信息的隐伏矿产。因此,选择“变化背景”的异常来寻找隐伏矿、深埋藏矿效果较好。

(3) 多重分形插值(S-A)法具有强化局部变异信息的特点,因而突出了弱小异常,对弱信息矿的找矿有很好的指导作用。在基性火山岩发育的高 Cu 背景区,多重分形法压制了干扰,突出了局部有用信息,因此,多重分形法是寻找金属矿找矿靶区较为有效的方法。

(4) 根据各种方法化探处理成果,对比研究了部分异常,为西南三江南段有色金属找矿评价工作的立项选区起到了指导作用。部分异常在进一步的地质、物化探详查中,发现或扩大了矿(化)体规模,

起到了较好的找矿效果。如中甸红山铜矿外围异常范围内通过轻型工程控制找到了 5 个不同规模的铜矿体,目前获得铜资源量 4 万多吨并进一步申请立项;雪鸡坪矿区、地苏嘎、普上等地不同规模的化探异常,经进一步工作,均扩大了远景,分别成为中甸普朗铜矿外围找矿评价 2004 年和 2006 年新开项目和资源潜力新区。中甸拉巴已经异常查证,发现多处矿化体,为资源评价选区提供了重要信息。保山核桃坪地区根据化探异常布置了物探和地质工程验证,找到隐伏铅锌铜(铁)矿体。羊拉矿区,通过对地球化学数据 Pb、Zn、Cu、Au 等多元素分区处理,铜剩余异常规模大、浓度高,异常面积一般在 0.2 ~ 0.5 km²,2005 立为新开资源评价项目。进一步开展地质、物化探详查工作,在通吉格新找到长 600 m 以上,厚 1 ~ 82 m,铜品位 0.50 % ~ 2.30 % 的 2 个铜矿体;曲隆找到 3 个新的铜铅矿体,其中铜矿体(斑岩型)具有大型以上远景,铅矿体长大于 800 m 以上,厚 1.49 ~ 14 m,铅品位 0.87 % ~ 2.36 %;贝吾铜矿区找到 6 个新的铜矿体,矿体长 210 m 以上,厚 0.4 ~ 4 m,铅品位 0.99 % ~ 5 %,取得了较好的找矿成果。

References

- Chen Q M. 2001. Multifractal and geostatistic methods for characterizing local structure and singularity properties of exploration geochemical anomalies[J]. *Earth Science*, 26(2): 161 ~ 166(in Chinese with English abstract).
- Chen Y Q, Zhang S Y, Xia Q L and Chen J G. 2005. Application of information withdraw technique in metal mineral resources evaluation of the southwest "south of Three Rivers"[A]. *Collected works of resources information construct symposium*[C]. Beijing: China The Earth Press. 97 ~ 106(in Chinese).
- Liu Y J and Qiu D T. 1987. *Exploration geochemistry*[M]. Beijing: Science Press. 16(in Chinese).
- Wang S C, Chen Y L and Xia L X. 2000. Theory and method of comprehensive information mineral expect[M]. Beijing: Science Press. 62 ~ 67(in Chinese).
- Xie X J and Shi J F. 2003. The fifty years of exploration geochemical in China[A]. In: Zhang L S and Wang X X, ed. *A struggling life, a brilliant cause*[C]. Beijing: Geol. Pub. House. 6 ~ 7(in Chinese).
- Zhao P D. 2004. Quantitative geoscience methods and its applications[M]. Beijing: China Univ. Press. 36, 140 ~ 141(in Chinese).
- 陈秋明. 2001. 多重分形与地质统计学方法用于勘查地球化学异常空间结构和奇异性分析[J]. *地球科学*, 26(2): 161 ~ 166.
- 陈永清, 张生元, 夏庆霖, 陈建国. 2005. 信息提取技术在西南“三江南段”金属矿产资源定量评价中的应用[A]. *国土资源信息化建设研讨会论文集*[C]. 北京: 中国大地出版社. 97 ~ 106.
- 刘英俊, 邱德同. 1987. *勘查地球化学*[M]. 北京: 科学出版社. 16.
- 王世称, 陈永良. 2000. 夏立显. 综合信息矿产预测理论与方法[M]. 北京: 科学出版社. 62 ~ 67.
- 谢学锦, 施俊法. 2003. 中国勘查地球化学 50 年回顾[A]. 见: 张立生, 王学求, 编. *奋斗的人生, 辉煌的事业*[C]. 北京: 地质出版社. 6 ~ 7.
- 赵鹏大. 2004. *定量地学方法及应用*[M]. 北京: 高等教育出版社. 36, 140 ~ 141.