

香格里拉地区勘查地球化学信息找矿应用

薛顺荣^{1,2}, 肖克炎¹, 丁建华¹

(1. 中国地质科学院 矿产资源所, 北京 100037; 2. 云南省地质调查院, 云南 昆明 650051)

摘 要: 香格里拉普朗特大型半隐伏斑岩铜矿的发现, 充分体现了勘查地球化学信息的先导作用。通过分析矿区成矿地质背景, 从典型矿床地球化学找矿标志研究入手, 探讨了不同精度 Cu 元素和 Cu、W、Mo 累加指数异常对斑岩铜矿找矿的指导意义。

关键词: 勘查地球化学; 地球化学找矿标志; 斑岩铜矿

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2008)05-0537-04

香格里拉普朗特大型半隐伏斑岩铜矿的发现, 充分体现了勘查地球化学信息的先导作用。国内外找矿实践证明, 勘查地球化学是隐伏、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。根据勘查地球化学提供的异常信息, 经查证, 在 Au、Ag、Pb、Zn、Mo、Cu、Sb、Hg、W、Sn 等矿种, 特别是贵金属矿种的直接或间接发现中发挥了重要作用。据统计, 20 世纪 70 年代以来, 国外发现的 100 个大型、超大型金属矿床中, 地球化学方法起作用的占有所有矿床的 74%、占金矿床的 80.6%; 我国所有发现或扩大规模的矿床总数中, 地球化学方法起作用的, “六五”期间占 58.5%、“七五”期间占 66%、“八五”期间占 83.4%^[1]。

自 1979 年启动我国的区域化探扫面计划 (RGNR)^[2]以来, 已取得覆盖全国 600 余万平方公里国土面积的 39 种元素的 3 000 多万高质量的海量数据^[3], 形成我国特有的区域性直接找矿信息。传统上, 按 1: 20 万标准图幅采用滑动平均法生成各元素等值线图, 并以统一异常下限确定各元素背景与异常, 优先对异常面积大、异常元素套合好和异常浓度高的地球化学异常进行检查, 很少考虑地质构造单元的差异并分别确定异常下限。特别是成矿地质背景复杂的云南, 这种按标准图幅 1 个异常下限的一刀切方法, 导致部分地区丢失异常信息或产生假异常信息。

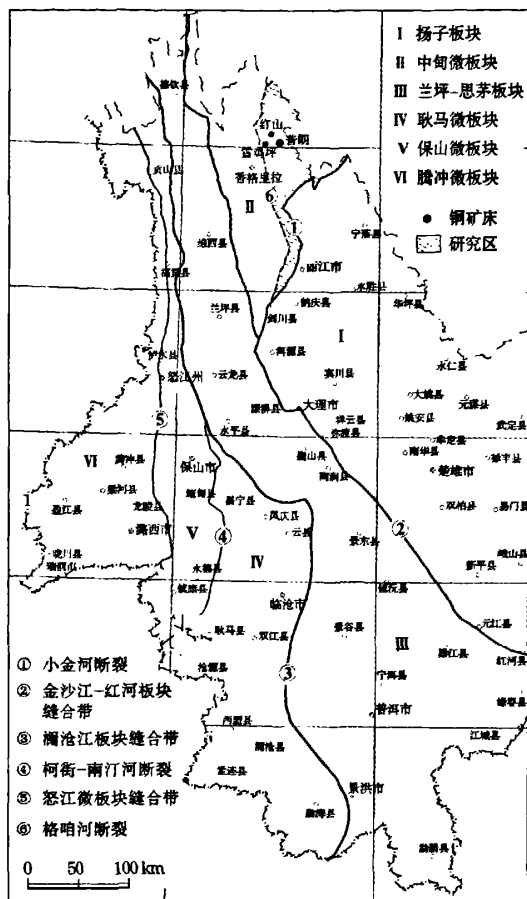
随着计算机技术的普及, GIS 高新技术在地质学领域的广泛应用, 基于 GIS 平台开发的矿产资源评价系统 (MRAS) 的完善^[4-5], 对已取得的勘查地球

化学信息挖掘不再是地球化学家的专利, 也是广大地质学家思考、处理的问题。近年来, 以谢学锦院士为代表的地球化学家, 提出了地球化学块体理论^[6], 从全国的高度为地球化学信息的再次挖掘, 指导区域战略矿产勘查树立了典范。

1 成矿地质背景分析

研究区地处我国西部地区, 位于扬子准地台西缘, 隶属松潘—甘孜褶皱系南端中甸褶皱带^[7], 即三江义敦岛弧带南段^[8]; 东侧为甘孜—理塘板块结合带南段 (小金河断裂), 西侧为格咱河断裂; 属特提斯—喜马拉雅成矿域三江成矿省之白玉—中甸印支、燕山、喜山期银铅锌铜金锡成矿带南段的一部分^[9] (图 1)。早二叠世末或晚二叠世—早三叠世, 因甘孜—理塘洋的开启, 而裂离扬子板块, 成为夹于金沙江洋与甘孜—理塘洋之间的独立微板块。晚三叠世中晚期, 甘孜—理塘洋壳向中甸微板块下俯冲, 中甸—巨甸地块东缘, 从被动边缘转化为活动边缘, 自东向西, 顺俯冲方向发育岛弧和弧后盆地, 组成沟—弧—盆系。晚三叠世末, 甘孜—理塘洋盆消失, 经短暂的残留海发育阶段, 最后碰撞造山, 产生强烈的构造变形、变质及花岗岩浆侵入活动。以格咱河断裂为界, 中甸微板块自东向西, 划分为格咱晚三叠世岛弧 (义敦岛弧南段) 和中甸晚三叠世弧后盆地 (义敦弧后盆地南部) 及石鼓地块 3 个次级成矿地质背景构造单元。

本次研究范围即格咱晚三叠世岛弧, 因其所处特殊构造位置, 岩浆火山活动频繁。岩浆岩主要出露印支期火山岛弧环境的浅成—超浅成斑岩、玢岩,



(据云南省区域矿产总结修编, 1993)

图1 三江地区大地构造分区略图

燕山晚期陆陆碰撞造山环境黑云二长花岗岩、二长花岗斑岩及喜马拉雅期板内造山后的走滑剪切和拉张构造环境形成的富碱斑岩。火山岩主要为分布于上三叠统曲嘎寺组、图姆沟组的中酸性火山岩及少量基性火山熔岩, 以及研究区东南部小金河断裂一带广泛分布的中、上二叠统玄武岩。成矿作用以印支晚期—燕山期大规模的中酸性岩浆侵入伴随的斑岩型铜多金属矿和喜马拉雅期富碱斑岩有关的金铜矿为特色。目前, 研究区已发现 10 余个斑岩型或矽卡岩-斑岩型铜(多金属)矿, 其中以近年发现的普朗特大型斑岩铜矿最为典型, 其次为红山矽卡岩-斑岩型铜矿和雪鸡坪斑岩型铜矿。研究区的找矿成果充分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, 该区仍被列为矿产资源重点评价地区。为此, 选择该区进行研究对生产一线具有较强的针对性和实践性。

2 勘查地球科学信息处理思路及方法

2.1 处理思路

在成矿地质背景分析和典型矿床勘查地球化学找矿标志研究的前提下, 按成矿地质背景构造单元, 基于地理信息系统(MAPGIS)平台开发的矿产资源评价系统(MRAS), 以寻找斑岩型铜矿为目标, 开展 1: 20 万水系沉积物和已有 1: 5 万土壤勘查地球化学信息处理与提取的对比研究, 圈定勘查地球化学信息异常找矿靶区。

2.2 处理方法

基于 MRAS 勘查地球化学信息处理主要涉及 3 方面内容: 一是将地球化学信息生成 MAPGIS 下点文件专题图层, 并将各元素及含量作为属性数据与其相对应的坐标点进行连接; 二是采用统一的坐标投影系统对地球化学、地质数据进行投影变换, 使各数据信息在统一的地理基础上反映出它们的地理位置和地理关系特征, 即建成研究区地质、地球化学信息统一地理坐标系下的空间数据库, 并以格咱河和小金河断裂为界确定的构造单元提取地球化学信息; 三是对提取的地球化学信息中各微量元素进行数据标准化、多元统计分析, 以单元素和多元元素累加指数确定异常下限, 圈定单元素和多元元素累加指数找矿异常靶区。

多元元素累加指数异常评价, 目的在于通过多元元素相关分析方法, 采用相关性较强元素的地球化学观测数据为基础, 计算多元元素的累加指数值, 以此定量表示和研究成矿及伴生元素共生组合异常及其空间分布规律, 达到强化成矿元素异常, 并以较少的变量评价地球化学找矿信息。

多元元素累加指数计算公式为

$$Z = x_1/\bar{x}_1 + x_2/\bar{x}_2 + \cdots + x_m/\bar{x}_m,$$

其中, $\bar{x}$ 为均值。

2.2.1 典型矿床地球化学找矿标志

以普朗铜矿为典型矿床, 对 150 km² 矿区范围的 1: 20 万水系沉积物和 1: 5 万土壤数据中 Cu、Pb、Zn、Au、Ag、W、Mo 等 7 个元素进行 R 型聚类分析(图 2)。结果表明: 1: 20 万水系沉积物和 1: 5 万土壤中 7 个元素在一定的距离水平尺度上元素均分为相同的 2 个大类, 即 Cu、W、Mo 和 Au 为一类, Pb、Zn 和 Ag 为一类; 在 $r=0.78$ 时, 1: 20 万水系沉积物中 Cu、W、Mo 关系密切, 在 $r=0.52$ 时, 1: 5 万土壤中 Cu、W、Mo 关系密切。据此, 选取 Cu、W、Mo 为研究区斑岩型铜矿的地球化学找矿标志。

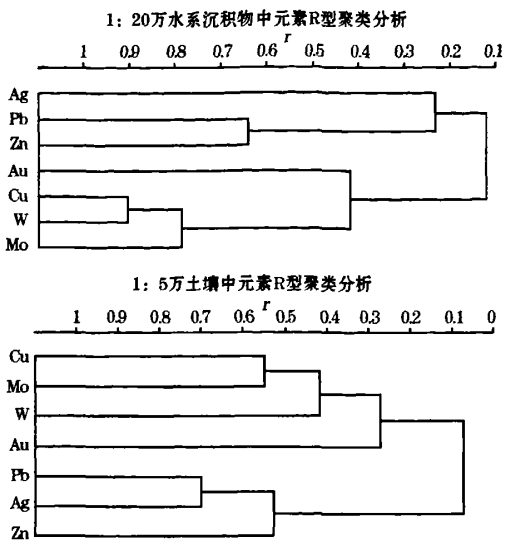
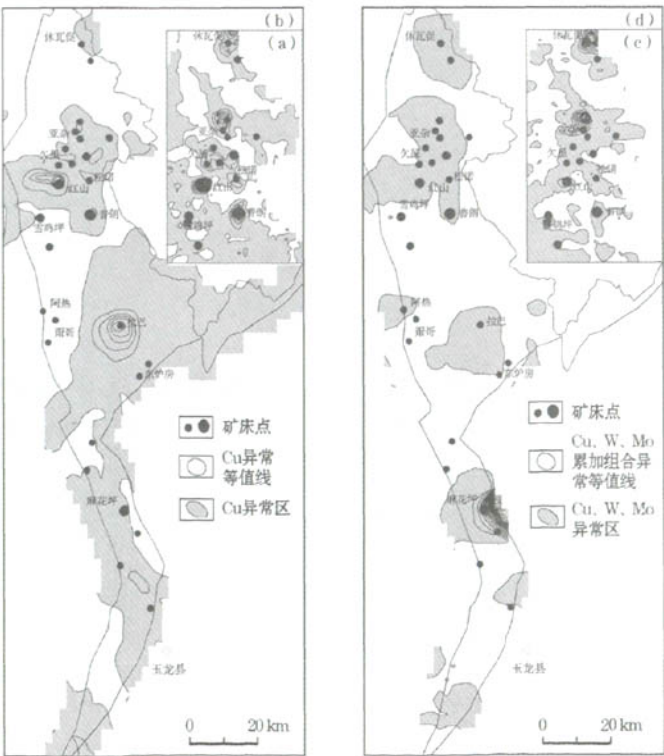


图2 普朗矿区元素 R 型聚类分析

2.2.2 异常下限确定及找矿靶区圈定

根据典型矿床确定的斑岩铜矿地球化学找矿标志,对研究区 1: 20 万精度的 1 168 个网格数据和普朗—休瓦促重要成矿带 1: 5 万精度的 8 394 个土壤网格数据,选择 Cu、W、Mo 等元素,按照统一方法和标准,确定异常下限和圈定异常找矿靶区。成果见图 3。

(1) 确定异常下限。采用对数正态的逐步截尾法确定 Cu 和 Cu、W、Mo 累加指数的异常下限。第一步,求原始数据 n 个样本的均值 $\bar{x}$, 均方差 s , 并对其做对数正态分布检验; 如不服从标准分布, 则将观测值大于均值 $+3s$ 的数据删除。第二步, 再次计算均值与方差, 检验保留数据的标准分布; 如仍不服从标准分布, 再将观测值中大于均 $+3s$ 的数据删除。第三步, 重复上述步骤至保留数据服从标准分布, 并按均值 $\bar{x}+2s$ 计算最终异常下限。



a、c—1: 5 万土壤 Cu 和 Cu、W、Mo 累加组合指数异常; b、d—1: 20 万水系沉积物 Cu 和 Cu、W、Mo 累加组合指数异常

图3 普朗地区 Cu 元素和 Cu、W、Mo 累加组合指数异常对比

(2) 圈定 Cu 元素和 Cu、W、Mo 累加指数异常靶区。按上述方法分别确定 Cu 和 Cu、W、Mo 累加指数异常下限, 并对其进行空值处理; 采用距离倒数加权方法对 Cu 元素和 Cu、W、Mo 累加指数进行数据

网格化, 其中, 1: 20 万水系沉积物按 $2\text{ km} \times 2\text{ km}$ 网格, 搜索半径为 4 km , 1: 5 万土壤按 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 网格, 搜索半径为 1.5 km 。据此, 以 Cu 元素和 Cu、W、Mo 累加指数异常圈定出研究区以铜为主成矿元

素异常找矿靶区。

3 结论

计算机技术的普及, GIS 高新技术在地学领域的广泛应用, 基于 MAPGIS 平台开发的矿产资源评价系统(MRAS)的完善, 为地质学家, 特别是一线地质找矿专业技术人员从地质角度再次思考、分析处理已有勘查地球化学信息提供了可能。

在矿区相同范围内, 不同介质、不同比例尺、不同时间、不同人员和不同单位分析的勘查地球化学信息在统计分析上的一致性, 表明按典型矿床确定地球化学找矿标志, 以成矿地质背景构造单元开展 1: 20 万区域性水系沉积物信息处理, 圈定的异常靶区找矿目标明确, 且能有效的从地质角度判别出寻找矿床类型的可能性, 更好的指导勘查地球化学异常筛选评价和异常查证工作, 为进一步部署大比例尺勘查地球化学找矿工作提供科学依据。

1: 20 万水系沉积物和 1: 5 万土壤地球化学信息圈定的 Cu 和 Cu、W、Mo 累加指数异常具有一致性。但 1: 5 万土壤地球化学信息圈定的异常更好的突出了局部异常, 对斑岩铜矿找矿工作部署有直接指导作用; Cu、W、Mo 累加指数圈定异常则更好的从铜元素高背景区(基性火山熔岩、玄武岩分布区)突出局部异常, 对大面积 Cu 异常区进一步部署大比例尺化探具有直接指导作用。普朗—红山、休

瓦促、拉巴和麻花坪等 Cu、W、Mo 累加指数异常区, 从成矿地质背景分析, 均具有良好的寻找斑岩铜(多金属)矿潜力, 特别是普朗—红山地区至今仍列为国家重点矿产资源评价区。

致谢: 论文涉及的 1: 20 万水系沉积物、1: 5 万土壤化探和地质矿产原始资料是云南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:

- [1] 王学球. 矿产勘查地球化学: 过去的成就与未来的挑战[J]. 地学前缘, 2003, 10(1): 239.
- [2] 谢学锦. 区域化探[M]. 北京: 地质出版社, 1979.
- [3] 谢学锦. 进入 21 世纪的勘查地球化学[J]. 中国地质, 2001, 28(4): 11.
- [4] 肖克炎, 张晓华, 等. 应用 GIS 技术研制矿产资源评价系统[M]. 地球科学, 1999, 24(5).
- [5] 肖克炎, 张晓华. 矿产资源 GIS 评价系统[M]. 北京: 地质出版社, 2000.
- [6] 谢学锦. 矿产勘查的新战略[A]//走向 21 世纪矿产勘查地球化学. 北京: 地质出版社, 1999.
- [7] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [8] 侯增谦, 杨岳清, 王海平, 等. 三江义敦岛弧碰撞造山过程与成矿系统[M]. 北京: 地质出版社, 2003.
- [9] 陈毓川, 朱裕生, 肖克炎, 等. 中国成矿区(带)的划分[J]. 矿床地质(增刊), 2006, 25(1).

THE APPLICATION OF GEOCHEMICAL INFORMATION TO ORE EXPLORATION IN SHANGRI-LA AREA, YUNNAN PROVINCE

XUE Shun-rong^{1,2}, XIAO Ke-yan¹, DING Jian-hua¹

(1. Institute of Mineral Resource, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2. Yunnan Geological Survey, Kunming 650051, China)

Abstract: The discovery of the huge-sized and semi-concealed Pulang porphyry copper deposit shows the forecasting effect of exploration geochemistry information. Starting with an analysis of metallogenic geological settings and geochemical prospecting criteria of typical deposits, this paper deals with the guiding significance of Cu and Cu-W-Mo accumulated index anomalies with different precisions for the prospecting of porphyry copper deposits.

Key words: exploration geochemistry; geochemical prospecting criteria; porphyry copper deposit

作者简介: 薛顺荣(1965 -), 男, 玉溪市人, 高级工程师, 中国地质科学院在读博士, 矿产资源评价专业。