

金活动态测量法在红壤区与 干旱黄土区找矿中的应用

文雪琴^{1,2}

(1. 长安大学 地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054; 2. 中国地质科学院 应用地球化学开放实验室 河北 廊坊 065000)

摘要: 用金属活动态提取法在广西与山西黄土区进行试验研究, 发现在山西黄土区, 利用金的水提取态含量偏低, 异常不明显, 而金的粘土结合态、有机物结合态和铁锰氧化物结合态异常清晰地反映在矿体上方; 而在雨量充沛的广西红壤区, 金的水提取态和铁锰氧化物结合态异常较好, 而粘土结合态金异常效果不太理想。研究结果表明在这两个地区应用金属活动态测量法进行找矿研究时, 可以对其提取有利的相态来进行靶位确定。

关键词: 金属活动态; 金矿; 广西红壤区; 山西; 黄土干旱区; 对比

中图分类号: P595 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2007)04-0369-05

Application of Selective Leaching of Mobile Metals in Red Earth and Loess Terrain

WEN Xue-qin^{1,2}

(1. School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;

2. Applied Geochemical Opening Laboratory, China Academy of Geoscience, Langfang 065000, Hebei, China)

Abstract The selective leaching of mobile forms of metals (MOMEQ) is used in the comparative exploration between red earth terrain of Guangxi Zhuang Autonomous Region and the loess terrain of Shanxi Province. It is found that the anomalies of the water extractable gold are not clear in the loess terrain of Shanxi Province, but that of the absorbed and exchangeable gold and occluded gold in iron and manganese oxides is pretty good there. On the other hand, it is found that the anomalies of the water extractable gold and the occluded gold in iron and manganese oxides are better in the red earth terrain of Guangxi Region, but the absorbed and exchangeable gold is not ideal. In a word, when using the method of MOMEQ in these two terrains, different leaching of gold forms should be selected to apply for searching ore body.

Key words: selective leaching; gold deposit; Guangxi red earth terrain; Shanxi; loess terrain; comparative study

0 引言

随着出露区的表生、浅表性矿产资源的日益枯竭, 在 20 世纪 60~70 年代发展起来的主要针对表生或浅表性矿床的常规物化探方法很难探测到厚层覆盖层之下的信息^[1]。所以, 寻找隐伏矿床的方法研究就显得越来越重要。而利用元素在各种土

壤介质中的活动态测量来探测深部矿床的信息是近年来地球化学的热点研究项目^[2]。

早在 1958 年前苏联 Dolukhanova^[3] 就提出依靠活动态调查 (Investigation of mobile forms) 进行找矿的思想, 发展了从土壤中提取水溶态化合物的方法 (Extraction of Water-Soluble Compound)。1974 年 Lukashev 等用水提取法测定金^[4]。1988

收稿日期: 2006-12-24

基金项目: 国家经贸委黄金局项目 (国经贸金资[2001] 67 号)

作者简介: 文雪琴 (1974-), 女, 山西吕梁人, 工程师, 博士研究生, 从事地球化学勘查研究。E-mail: shana393@126.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

年王学求等发现在岩石、水系沉积物和土壤中有大量超微细金,认为只有提取金属的活动态进行找矿才是最有意义的。因此王学求等就将这种针对金属活动态本身的提取,而不只是载体的提取方法称为金属活动态提取(Leaching of Mobile Forms of Metals in Overburden, 简称 MOME0)^[5]。

为使该方法在找矿中得到更广泛应用,笔者在前人研究基础上选择地处热带湿润区的广西南乡金矿和温带干旱半干旱区山西繁峙耿庄金矿,进行金属活动态测量法的对比研究。结果表明,金的活动态测量法在两种自然环境下都是适用的。

1 金的金属活动态

王学求等将金的表生存在形式划分为 13 类^[6],认为在地球化学样品中大量存在颗粒极小呈弥散状态的金,这种极小颗粒金的活动性大大加强。这些超微细金的特点不仅可以呈游离自然金状态存在,也可以呈各种形式分散、结合、吸附或包裹在其他载体上或其中;具有极强的活动性,几乎能被各种介质所结合和搬运;这种呈各种活动态的极微粒金是成矿带运移来的,是最好的估计成矿物质供应量的指标^[7]。

矿体中的金属微量组分可以被上升的微气泡流从矿体携带至地表,在地表被各种次生可溶性盐类、粘土、氧化物、有机物或胶体物质所捕获。金属活动态提取法正是提取这部分微量组分,即金属的活动态组分来探测来自矿体的信息^[7]。

1.1 金的活动态类型

金主要的态类型可分为:水提取态金(水提取态金主要是指能溶于水中的金);粘土吸附金,不溶有机物结合或吸附的金;氧化物表面吸附和包裹金等。不同类型的土壤中,主要类型有差异^[8]。

1.2 金的活动态形成途径

(1)风化过程中元素的物理和化学释放;地下水循环将元素溶解带到地表;离子扩散作用;氧化还原电位;蒸发作用;植物的根系吸收;气体搬运;地电化学作用。

(2)地下深部上升的气体流。当气体流通过矿体时,携带成矿元素和伴生元素的活动态部分带到地表,在地表被各种次生可溶性盐类、粘土、氧化物、有机物或胶体物质所捕获,或被植物所吸收。

1.3 金的活动态提取

通过提取技术流程,可以定量测定这些金的活

动态类型^[9-10]。因为金属活动态是在提取土壤样品进行试验,所以金属活动态提取应受不同的景观区制约。因此笔者选择广西红壤区和山西黄土覆盖区为代表性的景观区进行对比试验研究。试验样品均采自土壤 B 层(20~30 cm),采样时将最表层的活动疏松沙清除,采集相对固结的钙积层。为了反映元素在土壤各相中原有的状态和性质,尽可能不破坏土壤结构,样品粒度最好不用机械加工。太阳下晾晒后,过 100 目(孔径 0.154 mm)筛。

2 在山西厚层黄土覆盖区的应用

2.1 地质地理环境

山西繁峙耿庄金矿,位于山西台背斜五台台穹的北中部、庄旺滩基底复式倒转向斜之北翼、耿庄—红安断裂之中部。主要出露地层为太古界五台群和第四系,主要构造以北西向断裂为主,岩浆岩多为燕山期的各种小型酸性岩体与岩脉。工作区出露地层为上古界五台群木格组系以片麻岩为主的中、浅变质岩。工作区位于复式向斜翼部,多为产状平缓的平卧褶皱、无根钩状褶皱等,其轴面产状与片麻理一致,紧闭程度高,主要表现为石英脉或长英质细层的褶曲。矿区断裂构造主要为北西向的脆性断裂。该区矿化及蚀变与断裂带有关,矿体产于断裂带交叉部位或沿断裂带内产出。矿化主要为金银多金属硫化物。地表主要为厚层黄土覆盖,植被稀少。

2.2 异常特征

2.2.1 水提取态金异常

图 1 是耿庄金矿金的水提取态异常图,总体上这一地区的水提取态金质量分数相对较低,仅为 2.4×10^{-9} ,峰值 5.67×10^{-9} ,不利于确定异常靶位。但是此次实验结果表明,异常还是出现在矿体上方呈一兔耳状,异常宽 100 m,异常强度是背景值的 2~3 倍。

2.2.2 粘土吸附态金异常

粘土吸附态(图 2)峰值明显出现在矿体上方(100~300 m),异常带宽 200 m,异常强度高,金质量分数异常峰值为 15.67×10^{-9} ,背景值为 4.2×10^{-9} ,异常强度是背景值的 3~4 倍。提取金的粘土吸附态有利于确定异常位置。

2.2.3 有机质结合态金异常

金的有机质吸附态异常强度与水提取态一样低,金质量分数背景值也只有 2.82×10^{-9} ,异常下限为 5.72×10^{-9} 。有机质吸附相异常如图 3,异常

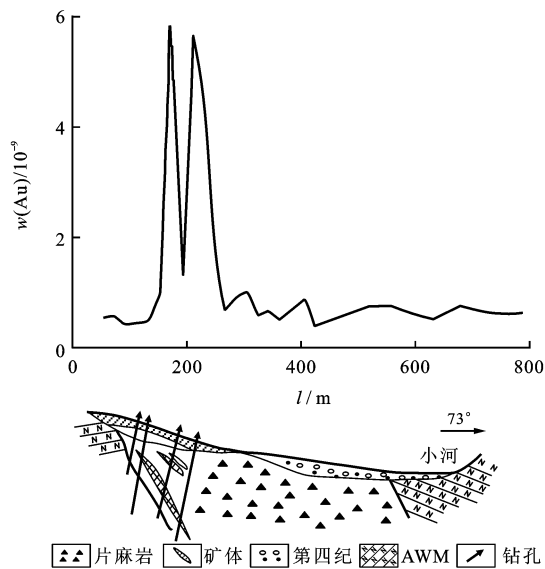


图 1 山西繁峙耿庄金矿水提取态异常剖面
Fig. 1 Abnormally Cross-Section of Water-Extractable Gold in Gengzhuang Gold Mine, Fanshi Shanxi Region

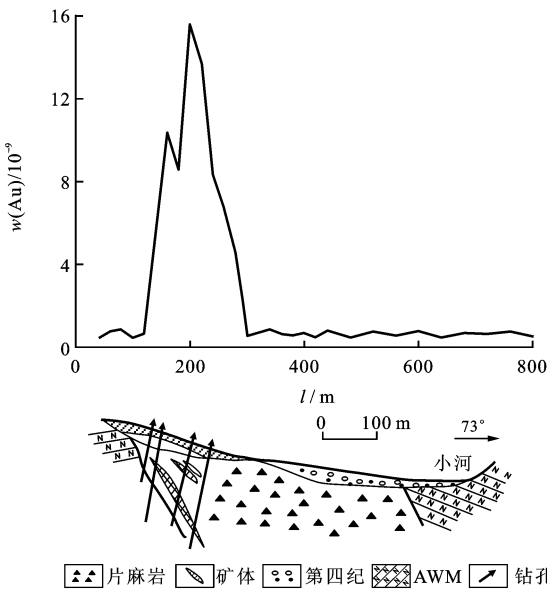


图 2 山西繁峙耿庄金矿土壤吸附态金异常剖面
Fig. 2 Abnormally Cross-Section of Clay Adsorbed Au in Gengzhuang Gold Mine, Fanshi Shanxi Region

为一兔耳状的双峰状异常曲线, 出现在矿体上方 100~300 m 处, 异常峰值为 16.85×10^{-9} , 是背景值的 7.6 倍。

2.2.4 氧化物吸附态异常分析

氧化物吸附态(图 4)与有机质吸附相形态非常相似, 为一兔耳状, 异常峰值同时出现在矿体上方, 金质量分数峰值为 15.76×10^{-9} , 平均值为 4.43×10^{-9} , 异常带宽度为 200 m, 与粘土吸附相一样, 在

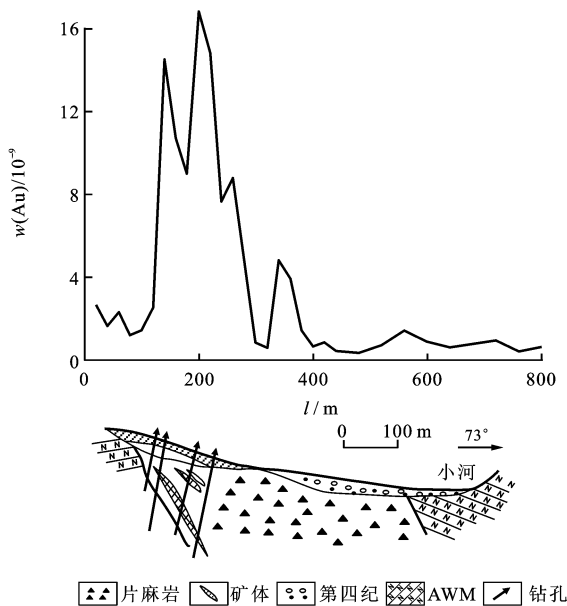


图 3 山西繁峙耿庄金矿有机质吸附态金异常剖面
Fig. 3 Abnormally Cross-Section of Organically Au in Gengzhuang Gold Mine, Fanshi Shanxi Region

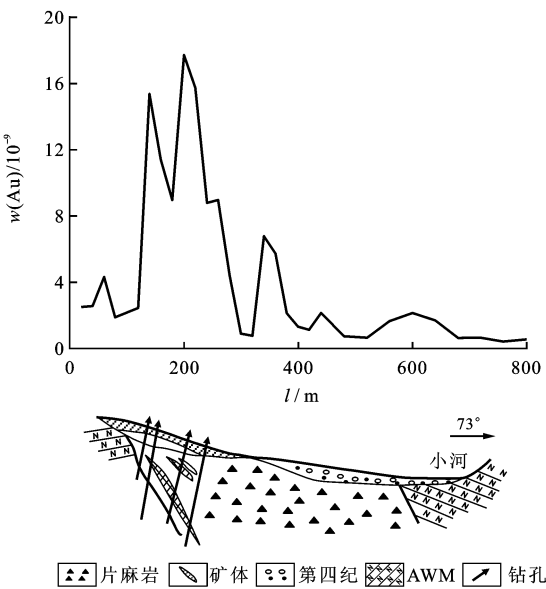


图 4 山西繁峙耿庄金矿氧化物吸附相金异常剖面
Fig. 4 Abnormally Cross-Section of Oxides Au in Gengzhuang Gold Mine, Fanshi Shanxi Region

15 号点出现一低值异常。

由于研究区植被覆盖比较少, 粘土较多, 所以此区的水提取态含量很低, 异常强度小, 异常不明显。而此区的粘土吸附态含量高, 异常强度大, 易于确定矿化位置。另外, 在黄土覆盖区, 金的有机物结合态与氧化物结合态, 异常强度也高, 异常也明显出现在矿体上方。总之, 提取活动态异常在山西黄土覆盖

区可以取得好的效果。利用粘土吸附态、有机物结合态和氧化物吸附态能较好地反映矿化位置。

3 在广西红壤区的应用

3.1 地理地质环境

工作区为广西南乡金矿, 出露有石炭系下统硅质岩、砂岩, 第四系分布于现代河床两侧及半坡上, 由残坡积、冲积、洪积层的砂、砾、粘土组成。该区岩浆岩较为发育, 华力西晚期壳源重熔型的西津岩体出露于测区东部, 而旧州岩体出露于测区南部, 它们可能同属于浦北岩体的一部分。区内褶皱、断裂构造均较发育。对成矿极为有利。工作区主要是 G5 号矿体, 矿体长 140 m, 厚 10~15 m。含金品位一般 $(0.8 \sim 2.3) \times 10^{-6}$ 。金矿化分布于硅化破碎带中, 金矿化与黄铁矿化关系较密切。区内各矿体的矿石类型为硅化岩型金矿石, 所有矿体的矿石基本上为氧化矿石。主要蚀变为硅化, 次为黄铁矿化。硅化呈带状分布, 主要沿北北东向断裂破碎带及其旁侧岩石分布。在构造破碎带中经多次硅化叠加的砂岩硅化强烈, 常蚀变为热液石英岩, 而当岩石含泥质较高, 则硅化较弱。黄铁矿化分布于硅化带中。金矿化分布不均匀。工作区地表为典型的广西红壤区, 氧化强烈, 气候湿润, 日照强, 年均温度高。

3.2 异常特征

在广西南乡金矿采样, 取 20 m 一个点, 从东向西采样, 共采 16 个样, 总长为 300 m 多, 各相态金异常情况如下:

3.2.1 水提取态

根据计算结果, 水提取态金质量分数背景值为 1.6×10^{-9} , 异常为 2.78×10^{-9} 。总体上这一地区的水提取态金含量较黄土地区高, 平均值达 4.1×10^{-9} 。水提取态有 2 个异常峰值, 第 1 个峰值出现在矿体上方为 3.12×10^{-9} , 第 2 个峰值为 6.92×10^{-9} , 在第 2 个峰值出现的地方现已发现矿化异常(图 5)。

3.2.2 粘土吸附态

总体上这一地区的粘土吸附相金质数分数较低, 平均值为 1.6×10^{-9} 。粘土吸附相金异常峰值出现在矿体正上方, 峰值只有 1.87×10^{-9} (图 6)。据计算结果, 粘土相金背景值为 0.76×10^{-9} , 异常下限为 1.02×10^{-9} 。红壤区的粘土相金含量低, 异常不明显。

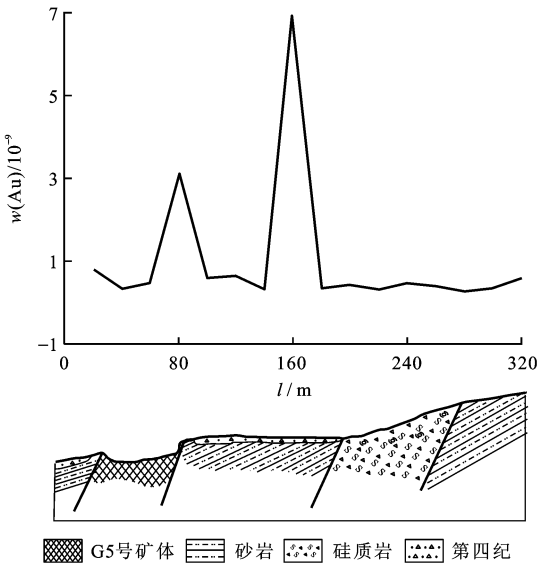


图 5 广西南乡金矿水提取相金异常
Fig. 5 Cross-section of Water extractable Au in Nanxiang Gold Mine Guangxi Region

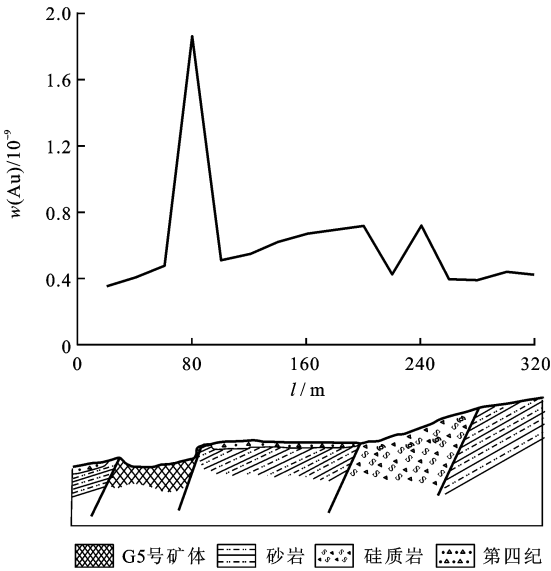


图 6 广西南乡金矿粘土相金异常曲线
Fig. 6 Abnormally Cross Section of Clay Absorbed Au in Nanxiang Gold Mine Guangxi Region

3.2.3 有机物吸附态

根据计算结果, 有机物吸附相金质量分数背景值为 0.56×10^{-9} , 异常下限为 0.75×10^{-9} 。总体上这一地区的有机物吸附相态金含量低。有机物吸附相只在矿体上方出现金异常峰值, 峰值为 13.95×10^{-9} , 位于剖面 50 m 上方, 最低值为 0.30×10^{-9} , 位于剖面 240 m 附近(图 7)。总之有机物吸附相金在这一地区的异常不如其他相态理想。

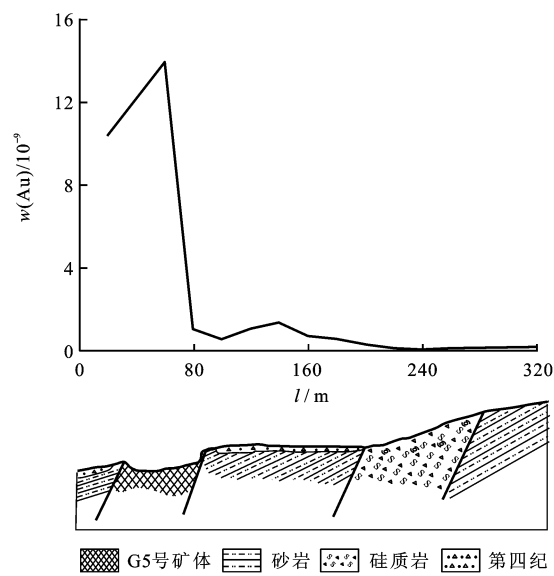


图 7 广西南乡金矿有机质结合相金异常剖面
Fig. 7 Cross Section of Organically-Bound Au in Nanxiang Gold Mine, Guangxi Region

3.2.4 氧化物吸附态

氧化物相金异常如图 8, 总体上这一地区的氧化物相含量较高, 根据计算结果, 氧化物相金质量分数背景值为 1.3×10^{-9} , 异常下限为 1.7×10^{-9} 。氧化物提取相的金异常曲线有 2 个峰值, 第 1 个峰值为 8.99×10^{-9} , 正好在矿体上方, 第 2 个峰值, 也是最高的峰值同样也出现在 6 号点上方, 而 6 号点正是前面所述的已经发现异常的矿化带。

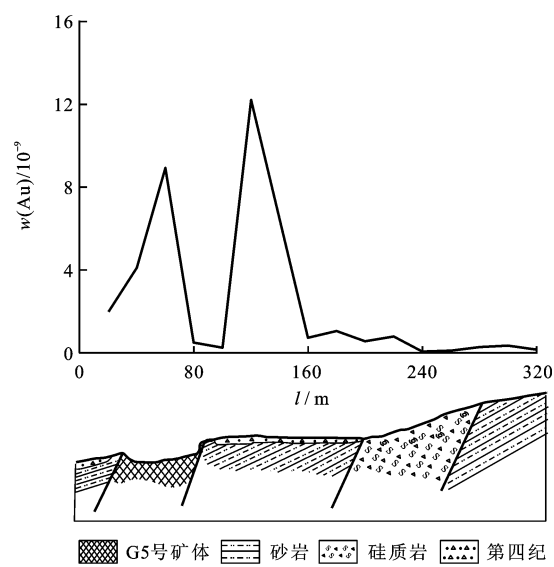


图 8 广西南乡金矿氧化物相金异常剖面
Fig. 8 Cross Section of Absorbed and Exchangeable Au in Nanxiang Gold Mine, Guangxi Region

广西南乡代表的砖红壤区异常非常明显和清晰, 特别是水提取态和氧化物结合态, 能在已知矿体上方和矿化体上呈现清晰的异常。而广西红壤区的粘土吸附态和有机质结合态含量很低, 异常不明显, 主要可能是广西红壤区降雨量充沛, 且氧化活动强烈, 所以金的水提取态和氧化物态异常强度高, 异常也显著。

4 结语

经过初步的对比实验, 认为在干旱的黄土高原区与湿润的红壤区, 活动态类型与异常特征都有显著的不同。在干旱的黄土高原区, 由于雨量少, 金的水提取态含量低, 异常不明显, 而金的粘土结合态、有机质结合态和氧化物结合态异常明显, 且含量明显高于水提取态。在湿润的广西红壤区, 由于雨量充沛, 金的水提取态含量高, 异常明显地出现在矿体上方, 所以在广西红壤区用水提取态金来确定异常具有很多优势, 而粘土结合态金在该区含量低, 不易圈出异常。建议采用金属活动态异常法, 应在不同的景观区应用其有效的相态进行试验研究, 使之行之有效。

参考文献:

[1] 陈毓川. 矿产资源展望与西部大开发[J]. 地球科学与环境学报, 2006, 28(1): 1-4.
[2] 王学求, 谢学锦. 非传统金矿化探的理论与方法技术研究[J]. 地质学报, 1996, 70(1): 15-19.
[3] Dolukhanova N I. Application of Hydrogeochemistry for Copper-Molybdenum Prospecting in the Amennian USSR[J]. Izd Akad Nauk Assr, 1958, 90: 12-20.
[4] Lukashev K I. Study of Pore Solution Received by Water Extraction and by Pressing out[J]. Dokl Akad Nauk, 1984, 18(6): 23-28.
[5] 王学求, 程志中. 元素活动态测量技术的发展及其意义[J]. 国外地质勘探技术, 1996(2): 35-39.
[6] 王学求, 谢学锦. 颗粒金的分布及其变化规律的研究[J]. 地球物理地球化学研究所刊, 1994(6): 17-21.
[7] Xie Xuejin, Wang Xueqiu. Geochemical Exploration for Gold: A New Approach to an Old Problem[J]. Geochem Explor, 1991, 40: 25-48.
[8] 王学求. 金的勘查地球化学理论与方法。战略与战术[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2000.
[9] 卢荫蔭, 白金峰. 元素活动态测量的分析方法[J]. 物探与化探, 1998, 24(1): 28-33.
[10] 龚美菱. 相态分析与地质找矿[M]. 北京: 地质出版社, 1994.