# 地电化学测量法寻找隐伏金矿的机理及其应用效果

邱炜[1],潘彤[1,2],李永虎[1]
(1.青海省地质矿产研究所,青海 西宁 810012;2.青海省地质调查院,青海 西宁 810012)

**摘 要**:地电化学测量法是在前苏联的地电提取技术基础上进一步发展起来的,以电场形式激发、离子形式记录电化学反应结果的轻便、快速的找矿方法,在探测隐伏矿体方面具有明显优势。通过对该方法的机理和应用效果研究,证明了利用地电化学测量法来寻找隐伏金矿的可行性。

**关键词**:地电化学测量法;隐伏金矿;电化学反应
**中图分类号**:P632 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8918(2011)01-0203-03

随着21世纪工业化的快速发展,人们对矿产资源的需求日益扩大。近年来,矿产资源的勘查出现了许多新的技术方法。地电化学测量法是在前苏联地电提取技术基础上进一步发展起来的一种以离子形式记录电化学反应结果的找矿方法,对于探测隐伏矿体有其独特优势。目前,这一方法已在许多国家和地区得到应用,并迅速发展,该方法为当前和今后寻找深部矿以及运积层覆盖下的隐伏盲矿提供了一种强有力的手段。笔者对地电化学测量法寻找隐伏金矿的机理和应用效果进行研究,证明了利用地电化学测量法寻找隐伏金矿的可行性。

## 1 金矿床地电化学成晕机制

金矿床周围形成地电化学晕的机理主要包括以下几个过程:矿物溶解→离子迁移→离子在地表的转化→形成离子晕(场)。矿物溶解主要包括机械溶解、氧化溶解、电化学溶解、生物溶解等。金属矿体的氧化溶解和电化学溶解实质上都是一种由于氧化—还原电位差异而导致的电化学过程,所以深部矿体的矿物溶解主要表现为电化学溶解[1-4]。电化学溶解产生的金属离子,在各种自然营力的作用下向近地表迁移,迁移方式主要有风化过程中元素的物理和化学释放、离子扩散作用、蒸发作用、毛细管作用、植物的根系吸收、地下水循环、氧化—还原电位梯度差引起的离子对流、气载迁移等。前面几种迁移机制很难将深部几百米的矿体金属元素迁移至地表,而地下水的对流机制一般造成溶质的横向分布,不能解释矿体上方的波峰状异常,在潜水面很深的极干旱地区形成的金属元素异常也无法解释。唯有氧化—还原电位梯度差引起的离子对流和气载迁移可以解释厚层覆盖区形成的金属元素异常。

理论上,Au以$Au^+$、$Au^{3+}$及金的络阴离子存在时,溶液中的标准电极电位都比较高。但根据实验测定,Au在中性或还原性溶液中的电极电位都低于在黄铁矿中的稳定电位。在自然界中,金多赋存于以黄铁矿为主的硫化矿物中。对富硫化物金矿,由于潜水面切割,或矿体上下部分所处的地下水溶液的氧化还原性差异,使整个矿体组成一个宏电池,同时在矿体内部,黄铁矿与金因电位差异又形成无数个微电池。由于金的电极电位低,因此金(负极)进行阳极溶解,其电化学反应主要为[5]:

负极(阳极),发生氧化反应

$$Au-3e \longrightarrow Au^{3+},$$

$$Au+4Cl^-+3e \longrightarrow [AuCl_4]^-,$$

$$Au+2Cl^-+e \longrightarrow [AuCl_2]^-;$$

正极(阴极),发生还原反应

$$FeS_2+4e \longrightarrow Fe+2S^{2-},$$

在一定条件下,$S^{2-}$可能进一步被氧化为S、$S_2O_3^{2-}$,$SO_3^{2-}$,$SO_4^{2-}$等。

这样,在金矿周围就形成了一个动态平衡的金离子晕,地电化学测量法正是以这些离子晕为基础,利用人工电场去激发那些在覆盖层及深部矿体附近的,处于空隙溶液中并与固相介质达到平衡的离子群,使其产生两极分化,使金属阳离子向地表阴极迁移,阴离子向地表阳极迁移。在迁移过程中,每一单元体积内离子的移出必须由相邻体积内离子的移入来补充,以达到自然界的动态平衡。只要在深部有

收稿日期:2010-01-11

万方数据

提供离子源的矿体存在,在较长时间的人工电场作用下,便能测量到来自矿体附近或矿体本身溶解的离子,从而达到寻找隐伏金矿的目的。

## 2 实际应用效果

### 2.1 内蒙古额尔古纳市虎拉林金矿

内蒙古额尔古纳市虎拉林金矿位于内蒙古自治区恩和哈达镇毛河上游,大兴安岭山脉的北段,属原始森林覆盖区。区内森林茂密,植被发育,地形平缓,河谷侵蚀切割程度轻。区内广泛出露侏罗系二十二站组,岩性为砂岩、含砾砂岩、砂砾岩夹粉砂岩及煤线。矿区自然露头较少,金矿(化)体主要产于花岗斑岩与其围岩的接触带部位,矿体与围岩界线不清。矿区内全是厚达几米的土壤层和物理风化碎石。

根据计算结果,76线Au的背景值为$5.96\times10^{-9}$,异常下限为$25.25\times10^{-9}$。测量结果显示(图1):在该剖面的412~436点之间,异常强度为$(10\sim60)\times10^{-9}$,异常值高出背景值2~10倍,异常宽度200余m,最高异常值位于432点处,达$54.63\times10^{-9}$,异常高值区正是已知金矿体的赋存部位[6]。

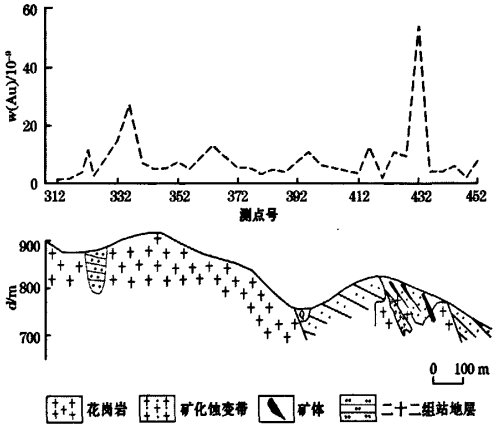


图1 虎拉林金矿76线地电化学测量剖面

### 2.2 安徽铜陵马山金矿

安徽马山金矿位于安徽铜陵铜官山矿田。安徽铜陵铜官山矿田是中国长江中、下游铁、铜、硫、金成矿带中著名的矽卡岩型矿床,侵入岩体为天鹅抱蛋山石英闪长岩。马山金矿床位于铜官山倒转短轴背斜倾伏端,矿床类型为中温热液交代型硫金矿床。矿体呈似层状产在石炭系中统黄龙组和上统船山组灰岩层间破碎带中,隐伏深度200余m。选择25号剖面开展地电化学找矿试验(图2),在隐伏矿床上方测出清晰的地电化学异常[5]。

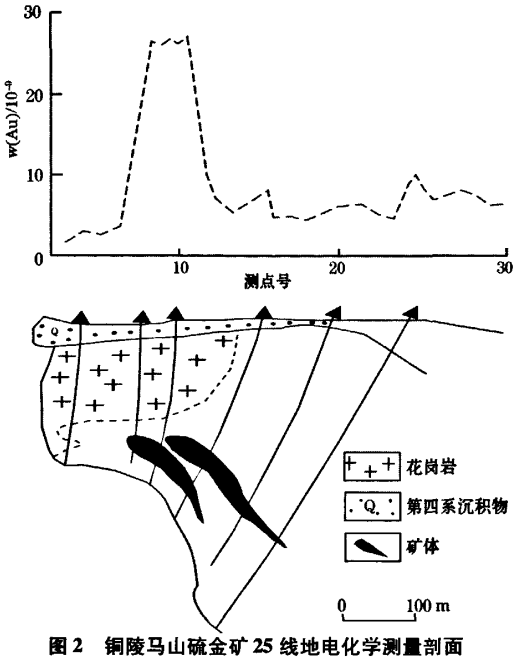


图2 铜陵马山硫金矿25线地电化学测量剖面

### 2.3 吉林夹皮沟金矿

夹皮沟金矿区是我国黄金生产的重要产地之一,也是我国连续开采历史最悠久的金矿山之一,至今已开采了将近200年。夹皮沟金矿是我国产于变质地体中典型的造山型金矿,选择夹皮沟金矿的29号剖面进行地电化学方法研究(图3)。矿体赋存在100 m以下的辉绿岩中,矿体品位为$4\times10^{-6}\sim20\times$

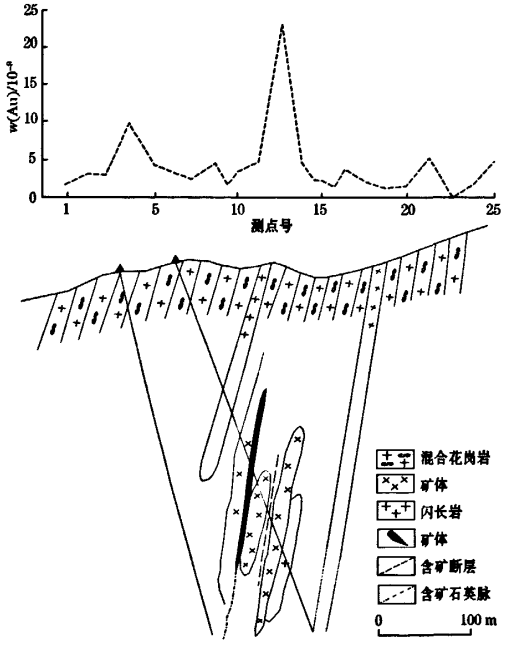


图3 夹皮沟板庙子金矿29线地电化学测量剖面

万方数据

$10^{-6}$,在隐伏金矿体上方测出清晰的地电提取金异常,最高值接近 $25\times10^{-9}$。

### 2.4 新疆金窝子 210 金矿

金窝子 210 金矿位于新疆东部与甘肃交界地区,为典型的干旱荒漠区,属大陆性干旱气候,春、秋季风大,沙多,夏季高温,冬季严寒,植被极为稀疏,山脉之间形成相对平缓的残积戈壁区或堆积区。由于风蚀、机械风化、蒸腾、盐碱渍化和风成沙堆积等诸多因素的长期作用,造成了独特的戈壁荒漠地球化学景观。选择 210 金矿的 I 号剖面进行地电化学方法研究(图 4),剖面长度 1 400 m,点距 100 m,以矿体为中心向两边延伸。由地电化学测量法在矿体上方的测量结果可以看出,在隐伏金矿体上方,有较清晰的 Au 的地电提取异常显示。矿体上方还有清晰的离子电导率异常显示,异常连续性较好,与地电提取异常较吻合。以上实验研究和已有成果表明,在干旱荒漠戈壁区地球电化学方法是有效果的[7]。

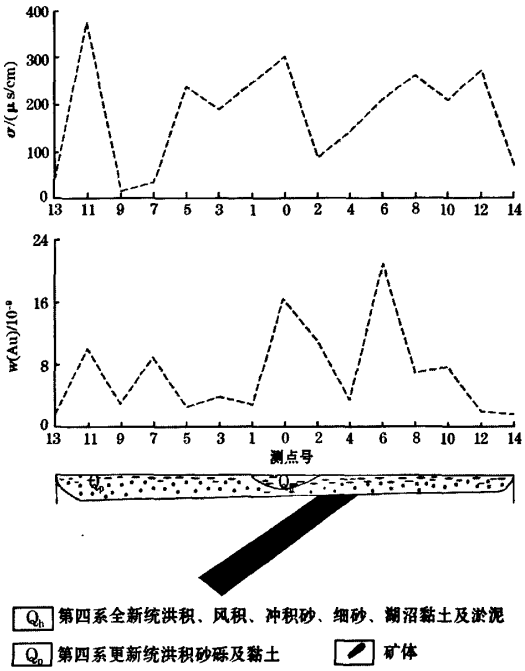


图 4　金窝子 210 金矿 I 线电导率、地电化学测量剖面

## 3 结论

在不同地区、不同景观,对不同成因、不同类型的隐伏金矿开展地电化学测量方法找矿有效性的试验研究,结果表明利用地电化学测量法寻找上述类型的隐伏金矿是切实可行的。在一些常规物化探方法难以解决寻找隐伏金矿的特殊地区(如厚层覆盖区),地电化学测量法对寻找隐伏金矿更能发挥出独特的效果。同时,它还可以作为评价常规物化探异常,确定找矿靶区的一种有效手段,值得进一步推广应用。

**参考文献:**

[1] 罗先熔. 再论地球电化学测量法寻找隐伏矿床[J]. 桂林冶金地质学院学报,1994,14(3):295 - 302.

[2] 罗先熔. 多种新方法寻找隐伏矿的研究及效果[J]. 地质与勘探 1995,31(1):44 - 49.

[3] 罗先熔,段冶. 我国地电提取测量法的应用现状及研究方向[J]. 桂林工学院学报,1995,15(1):34 - 39.

[4] 罗先熔,王卫民,张佩华. 隐伏金矿地电化学异常形成机制及异常形态特征[J]. 有色金属矿产与勘查,1997,6(6):364 - 367.

[5] 罗先熔,陈三明,杜建波,等. 地球电化学勘查法寻找不同埋深隐伏金矿的研究[J]. 矿物岩石,2002,22(4):42 - 46.

[6] 汤磊,罗先熔. 内蒙古额尔古纳市虎拉林金矿区地电化学提取法寻找隐伏金矿研究[J]. 地质与勘探,2002,43(3):68 - 70.

[7] 陈希泉,罗先熔,刘莉文,等. 地球电化学勘查法寻找不同景观区隐伏金矿的研究[J]. 矿产与地质,2007,21(1):70 - 71.

# THE MECHANISM AND APPLICATION EFFECT OF THE GEO-ELECTROCHEMICAL METHOD IN SEARCH FOR CONCEALED GOLD DEPOSITS

QIU Wei[1], PAN Tong[1,2], LI Yong-hu[1]

(1. *Qinghai Institute of Geology and Mineral Resources, Xining* 810012, *China*; 2. *Qinghai Institute of Geological Survey, Xining* 810012, *China*)

**Abstract**: Geo-electrochemical extraction measurement method is a new quick, convenient and effective means in search for concealed ore deposits. A study of its mechanism and application effect proves that the application of the geo-electrochemical exploration method to prospecting for concealed gold deposit is feasible and practical.

**Key words**: geo-electrochemical measurement; concealed gold deposit; electrochemical reaction

**作者简介**:邱炜(1981 - ),男,助理工程师,从事地球化学研究工作。

万方数据