

# 地电化学方法的改进及应用效果

康明<sup>1,2</sup>, 罗先熔<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 桂林工学院, 桂林 541004)

**[摘要]**通过对地电化学找矿法研究现状的分析, 基于金属矿床地电化学成晕机制的新认识, 提出了用于地质勘查的地电化学改进方法, 克服了以往CHIM方法设备笨重, 操作不方便, 提取液容易渗漏, 工作效率低等缺点。该方法在广西南乡泰富金矿进行了试验研究, 在已知金矿体上方和构造破碎带上方均有Au地电化学高值异常出现, 在厚层覆盖地段进行了找矿预测, 部分地段通过探矿工程揭露, 找到了金矿体, 证实了改进的地电化学方法的可行性和有效性。

**[关键词]**地电化学 广西 泰富金矿

**[中图分类号]**P632 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)05-0063-04

## 1 地电化学的研究现状

地电化学方法在前苏联称为“部分提取金属法”(CHIM)。它由前苏联列宁格勒大学IOC雷斯等在20世纪60年代末创建推出, 70年代研制出成套完备的野外工作设备, 并逐步在勘查找矿中得到广泛应用<sup>[1]</sup>。

西方国家在20世纪80年代末期才对该方法引起重视。

20世纪80年代初以来, 该方法在我国引起广泛关注。1984年南京地质学校费锡铨提出了电提取离子法的理论和野外工作技术方法<sup>[2]</sup>, 后来徐邦梁、高云龙等人对地电化学找矿方法进行深入研究, 并参照前苏联的理论及仪器开发出相应的工作设备, 1986年陆续推出4种型号的电源控制仪及元素接收器等主要部件, 经多年实践证明, 该方法及仪器设备是可行的, 有效的。与此同时, 罗先熔在国内十几个省的20余个矿区, 在不同的厚层覆盖区, 不同的矿床类型上开展了地电化学找矿的系列研究, 取得了良好找矿效果<sup>[3,4]</sup>。地矿部物化探所刘吉敏、刘占元等人从事地电化学找矿试验研究, 在仪器设备的改进方面做了一些尝试和研究工作, 取得了较好的进展<sup>[5]</sup>。这些年来人们普遍反映地电化学方法是: 工作效率低, 设备笨重, 野外技术可操作性差以及缺乏统一标准等问题。

90年代以来, 地电化学的从事者们通过不懈的试验研究和摸索实践, 逐渐明确了地电化学方法技术改进的方向和途径, 沿着轻便化、实用性、规范化和技术可操作性的目标奋进, 各家的仪器设备虽不尽相同, 但都取得了相应的地质找矿效果。

## 2 地电化学方法的改进

### 2.1 方法改进的理论基础

地电化学方法是将地球物理、地球化学和电化学综合交叉为一体组成一新的找矿方法。它是利用地球物理手段, 在人为电场的作用下, 与矿有关的金属离子平衡发生了变化, 其中的金属正离子在电场作用下向阴极移动, 并形成电解物, 收集并分析电极上吸附的电解物, 可发现与矿有关的金属离子异常, 从而达到找矿和评价的目的。

在地电提取法的研究初期, 研究者们一直认为在电场的作用下, 电流通过大地形成供电回路, 赋存于地下几百米深的金属正离子以及带正电荷的水溶物质将向负极迁移, 在负极位置上预先设置有专门的接收装置, 对迁移到负极来的物质进行接收。

事实上, 人为电场是不可能直接作用到几百米深部隐伏矿, 使得离子迁移至地表。

原苏联学者认为人工电场是驱使金属离子从深部上升的动力, 为加大探测深度, 他们使用装在汽车上的大功率的电源, 而中国和美国的学者都认为电

**[收稿日期]**2003-03-10; **[修订日期]**2003-06-02; **[责任编辑]**余大良

**[基金项目]**广西黄金局金资源危机矿山找矿研究(编号:200167)资助。

**[第一作者简介]**康明(1965年-), 男, 2001年毕业于中南大学, 获硕士学位, 在读博士生, 现主要从事勘查地球化学研究工作。

提取的能力是有限的,用 500 mA 的电流所得结果与用 20 mA 电流并无大的差别。越来越多的研究人员发现,电提取只是提取电极周围早已存在的离子。这种离子可能是由其它营力,如地下水、自然电场、地球气等搬运至地表,然后人工电场才能驱使这些离子沉积在电极上<sup>[6]</sup>。

本次在广西横县南乡泰富金矿的试验研究结果表明(图 1),在高功率电池(9 V)供电条件下,提取 Au 的平均值为  $45.19 \times 10^{-9}$ ,最高值为  $125.89 \times 10^{-9}$ ,最低值为  $3.98 \times 10^{-9}$ ;而在发电机供电条件下,提取 Au 的平均值为  $30.44 \times 10^{-9}$ ,最高值为  $89.17 \times 10^{-9}$ ,最低值为  $3.50 \times 10^{-9}$ 。即:大电流 220 V 供电条件下测点的元素异常含量值与小电流 9V 干电池供电条件下测点元素含量值相比,小电流供电条件下的测量结果更清晰,说明电提取过程作用在于对提取器周围局部介质中的所提取物质进行选择,并加以浓集。土壤介质中弱的电迁移物质信息通过局部范围的浓集强化,达到能够分辨的强度,从而实现对异常形态的“放大”再现。

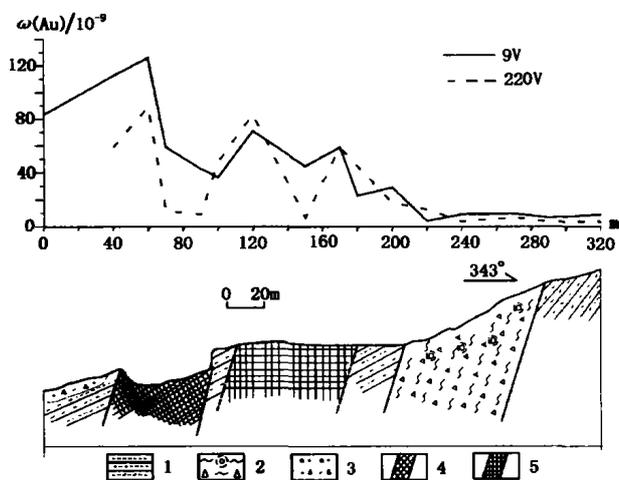


图1 广西横县南乡泰富金矿 26.5 线 Au 地电化学剖面图  
1—泥质粉砂岩;2—构造角砾岩;3—残坡积层;4—已知矿体;  
5—推测矿体

## 2.2 技术改进的思路和改进办法

### 2.2.1 以往地电化学法技术存在的问题

1) 寄希望通过大电流提取地下几百米深的金属离子,所以通常使用功率较大的发电机或民用电,通常使用长电线连接各测点的终点及无穷远处布设正极,使得方法技术变得十分繁琐,而且操作上很不方便,在供电过程中也容易被人为因素或其它因素(如车辆、动物、以及人的行走等)所破坏,造成供电中断。

2) 以溶液为载体的提取器,过程后载体溶液的剩余量差异极大,进而影响各测点电场的稳定。另

外,直接刮取电极表面电沉积物结层的方式,存在人为操作误差。这些都将成为结果的一致性失真。

3) 地矿部物化探所刘吉敏、刘占元等人研制的固体吸附式元素提取器虽避免了液体式提取器的缺点,但用于地质勘查工作中还是不够轻便,效较低,而且成本较高<sup>[8]</sup>。

### 2.2.2 地电化学方法技术的改进办法

根据地电化学方法技术上多年来存在的不足,考虑到地质勘查的实用性、可操作性和工作中任务量大等特点,作者对地电化学方法技术作了如下改进:

1) 将无穷远极供电方式改为作用区域供电方式。即:摒弃原来在无穷远处布设一电极作为公用正极每一测点布设离子收集器作为负极的作法,现改为在每一测点上挖一半径为 30~50 cm 的采样坑为作用区域,用一金属片作为正极,以离子收集器作为负极,正极与负极之间通过导线与 9V 干电池相连,这样将电场能量集中作用在有效提取域范围。

2) 摒弃电流一致的技术要求和仪器发展模式,而强调电场形态强度的一致性。即要求各测点提取器周围一定范围内电场形态和强度的统一。

3) 以作用区域为对象,在其中倒入一定量的酸性提取液,以碳棒上裹以经过特殊处理的泡塑和滤纸组成的离子收集器,取代直接刮取碳棒表面电沉积物结层。

这种方法的特点是轻便、成本较低,在野外工作方式灵活,适合于野外地质勘查和科研工作。

## 3 方法改进后的应用效果

### 3.1 工作区概况

工作区位于广西横县南乡金矿区 18~38 线地段,地理坐标为东经  $109^{\circ}09'50'' \sim 109^{\circ}10'56''$ ,北纬  $22^{\circ}37'10'' \sim 22^{\circ}37'35''$ ,工作区面积约  $2 \text{ km}^2$ 。

工作区属低山丘陵地形,北高南低,海拔标高 289 m,最低 60 m,平均相对高差 200 m,坡度角一般小于  $30^{\circ}$ 。属亚热带季风气候,夏季炎热多雨,冬季温暖无冰冻。年平均气温  $21.5^{\circ}\text{C}$ ,年平均降雨量 1487 mm,年蒸发量 1590 mm,年平均相对湿度 80%,在春夏雨季山沟中有季节性地表径流,秋冬季干旱。

南乡金矿区曾先后有广西自治区地矿局下属的地勘队伍开展过区域地质矿产调查和普查找矿工作。矿山自发现以来,经过数年的开采,面临资源危机,为了延长矿山服务年限,急需找一些新的赋矿地段。针对本区的自然地理景观条件,常规方法很难有新的突破,所以本次采用化探新方法——地电提

取法,这种方法经多年验证,用于覆盖区找矿效果较好。

### 3.2 工作方法

#### 1) 剖面的布设

地电提取法沿勘探线方向布设剖面,开展地电化学测量。西区主要布设在23.5线~26.5线,东区主要布设在35线~38线,线距50m,点距一般20m,在地质构造条件有利地段按10m进行加密布点。

#### 2) 离子收集器及供电极的安置

在每一测点位置挖深30~40cm,直径30cm的坑,将离子收集器和制好的金属正极置于坑中,间隔一定距离,倒入配置好的酸性提取液,然后用挖出的土回填压紧,用电极导线将金属正极与9V高能电池的负极相连,电池正极与离子收集器相连,电池置于坑外。

#### 3) 样品的收集

将离子收集器及供电极安置好后,隔24h,从采样坑中取出离子收集器。作为离子收集器的载体物质(泡塑),在提取过程之前,是预先被装入提取电极的,这种载体物质本身是纯净的,在电提取之后,从提取器中取出的载体物质被作为电提取样品。

#### 4) 样品分析

将载体物质(泡塑)从离子收集器中取出,晾干并编号,装入袋中送化验室分析,本次化验分析是由中国人民武装警察部队黄金第三支队实验室承担的,分析元素Au,为了监控分析质量,我们还插入了监控样,从监控样结果来看,合格率100%。所以,分析质量是可靠的。

### 3.3 应用效果

为了进一步确认这种方法的有效性、可行性,在广西南乡泰富金矿西区26.5线上作了大电流(220V交流电)与小电流(9V干电池)试验对比,如图1所示,用高功率干电池(9V)法提取的Au异常值较高,清晰度较好,而且稳定性好。说明用高功率干电池法能充分将上升到地表的深部成矿信息提取出来,所以在该区全部采用高功率干电池法进行地电化学测量。

此次在广西横县南乡泰富金矿共作14条剖面。西区7条,东区7条。在这些剖面中明显看得出:在已知矿体上方有双峰状的高值异常出现(图2);在构造破碎带、硅化构造角砾岩带的上方也有明显的双峰状高值异常(图3)。此外,在覆盖较厚地段测量出多处双峰状高值异常(图4为其中一例),推测为掩埋矿、隐伏矿体,有几处经过露天挖掘,已见矿。

进一步说明该方法在本区开展工作是可行的,而且效果较好。同时也说明,该方法值得推广应用。

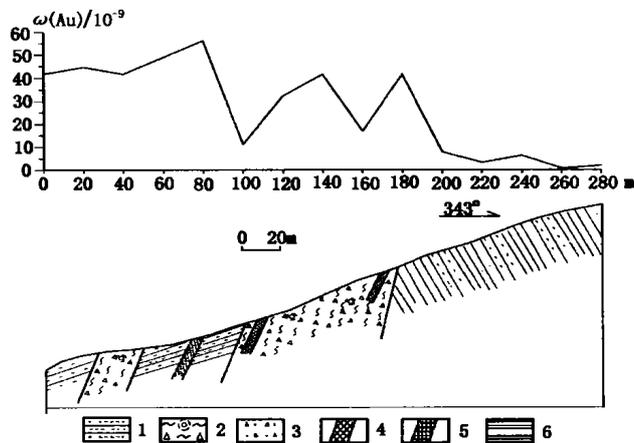


图2 广西横县南乡泰富金矿37线Au地电化学剖面图  
1—泥质粉砂岩;2—构造角砾岩;3—残坡积层;4—已知矿体;  
5—推测矿体;6—页岩

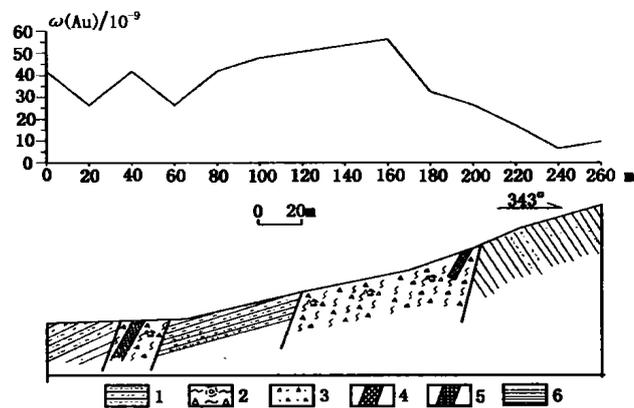


图3 广西横县南乡泰富金矿35.5线Au地电化学剖面图  
1—泥质粉砂岩;2—构造角砾岩;3—残坡积层;4—已知矿体;  
5—推测矿体;6—页岩

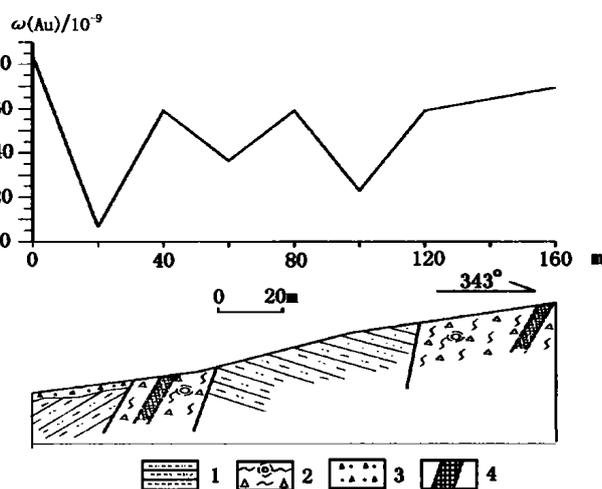


图4 广西横县南乡泰富金矿35线Au地电化学剖面图  
1—泥质粉砂岩;2—构造角砾岩;3—残坡积层;4—推测矿体

## 4 结语

随着地表矿的勘查殆尽,寻找隐伏矿、深部矿和难识别矿是新世纪地质勘查工作者面临的一场新的革命,地电化学方法是较好的方法之一。地电化学方法在寻找隐伏矿方面已取得了许多成果,在寻找深部盲矿的应用效果较好,但由于技术上存在一些问题和缺陷,在地质勘查技术上并没有得到大规模推广应用,所以地电化学方法技术朝着轻便化、实用性、灵活性、可操作性、工作效率高等方向改进势在必行。

### [参考文献]

- [1] IOC 雷斯著,张肇元,崔霖沛译.地电化学勘探法[M].北京:地质出版社,1986.
- [2] 费锡铨.电提取离子法在几个矿区的试验结果[J].物探与化探,1984,8(3):162~165.

- [3] 罗先熔,杨晓.地电化学测量找寻隐伏矿的研究及找矿预测[J].地质与勘探,1989,25(12):43~51.
- [4] 罗先熔,王桂琴,杜建波,等.铈矿地电化学异常特征、成晕机制及找矿预测[J].地质与勘探,2002,38(2):59~62.
- [5] 刘占元,崔爱明.电提取过程作用条件问题讨论[J].物探与化探,1997,21(2):115~122.
- [6] Reinhard W. leinz, Donald B. Hoover, The Russian CHIM method - electrically - or diffusion - driven collection of ions[J]. Explore, 1993, (79), 1:5~9.
- [7] 谢学锦,邵跃,王学求.走向21世纪矿产勘查地球化学[M].北京:地质出版社,1999,98.
- [8] 任天祥,伍宗华,汪明启.近十年化探新方法新技术研究进展[J].物探与化探,1997,21(6):411~417.
- [9] 吴传璧.“离子晕法”及其方法学意义[J].地质与勘探,1997,33(5):35~40.

## IMPROVEMENT AND APPLIED RESULTS OF GEOELECTRICAL CHEMISTRY METHODS

KANG Ming<sup>1,2</sup>, LUO Xian - rong<sup>2</sup>

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083; 2. Guilin Institute of Technology, Guilin 541004)

**Abstract:** Through the analysis of the present situation for geoelectrical chemistry prospecting, the improved methods and techniques of geoelectrical chemistry were presented on the basis of new standpoints of geoelectrical chemistry halo-forming mechanism for metallic deposits, which overcame previous heavy equipment, inconvenient to operation in the field, leakage for electrolyte solution, inefficient, etc. The methods and techniques were tested and studied on Taifu gold deposit in Nanxiang of Guangxi, and the results have showed that Au geoelectrical chemical anomalies appeared over known gold ore bodies were discovered in parts of the area by means of prospecting engineering exposing. These verified that improved methods and techniques of geoelectrical chemistry were feasible and available.

**Key words:** geoelectrical chemistry, Taifu gold deposit, Guangxi

## 欢迎订阅 2004 年《黄金》杂志

《黄金》杂志是由原国家科委、中华人民共和国新闻出版署批准的,由中国黄金集团公司主管、长春黄金研究院主办的综合性技术刊物,也是黄金行业惟一的综合性科技期刊。主要报道黄金行业及其相关行业在经济管理、黄金市场、工业应用(黄金及贵金属)、黄金地质、采矿工程、机电与自动控制、选矿与冶炼、分析与环保等方面的科研成果,以及新理论、新技术、新动态、新方法、新工艺、新设备、生产技术经验等内容,同时开辟了首饰之苑、企业之窗、信息纵横、读编往来等栏目。为发展和提高黄金生产技术水平服务,为中国黄金科技进步服务,为厂矿企业、广大读者及用户服务。

《黄金》现为美国《化学文摘》(CA)检索文献源,为《中国学术期刊综合评价数据库》统计刊源,已被《中国期刊网》、《中国期刊全文数据库》、《万方数据——数字化期刊群》和《中国核心期刊(遴选)数据库》全文收录,入编《中国学术期刊(光盘版)》。

《黄金》内容翔实,信息量大,实用性强,具有权威性。其发行量大,覆盖面广,现已遍布黄金、冶金、地质矿产、有色金属、核工业、化工、金融等系统及金银珠宝首饰品行

业等。

《黄金》广告树立了企业形象,创出了企业名牌,提高了企业知名度,增加了企业效益,是黄金行业的供求信息指南。广告有彩色版和单色版两种,价格合理,效果突出,效益显著。

《黄金》为月刊,刊号:ISSN 1001-1277 CN 22-1110/TF,彩色封面,64页,国际开本(297mm×210mm),国内外公开发售。国内邮发代号12-47,全国各地邮局均可订阅;国外发行代号M3331,由中国国际图书贸易总公司承办。国内每期定价10.00元,全年定价120.00元。

需订阅者,可到当地邮局(所)订阅,也可直接通过《黄金》杂志社发行部订阅。我部常年办理零订、邮购业务。

地址:吉林省长春市南湖大路6760号《黄金》杂志社发行部

邮编:130012

电话:0431-5529838、5514586 转 3066

传真:0431-5521861

网址: <http://www.ccgri.com/gold>

E-mail: [journal@ccgri.com](mailto:journal@ccgri.com)