

综合物化探技术在黄土覆盖区隐伏金矿体预测中的应用

贾长顺¹, 曾庆栋², 徐九华¹, 于昌明²

(1. 北京科技大学土木与环境工程学院; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所)

摘要:黄土覆盖区找矿预测评价历来是地质找矿工作的难点。物化探方法具有效率高、易操作、指导找矿针对性强等特点, 多种物化探方法可以相互引证, 能有效弥补单一物化探资料难以合理解释的不足。以红花沟金矿黄土覆盖区的找矿预测研究为例, 系统介绍了热释汞量法和 EH4 连续电导率剖面测量方法从平面和剖面的三维尺度上对测区进行综合探测的结果。实践证明, 这一方法体系是行之有效的。

关键词:红花沟金矿; 隐伏矿体预测; 热释汞量法; EH4 电导率成像系统

中图分类号: P618.51

文献标识码: B

文章编号: 1001-1277(2005)07-0008-04

1 引言

近年来, 随着我国地质找矿事业的蓬勃发展, 越来越多的矿床(点)陆续被发现与开采。而与此相对, 地表可见的矿化线索也越来越少。近 30 年来的找矿经验证明: 在黄土覆盖区隐伏-半隐伏金矿的找矿预测方面, 常规的地质方法往往难以取得好的效果。物化探方法具有效率高、易操作、指导找矿针对性强等优点, 而要快速准确地同时获得近地表和地下一定深度上的有效信息, 单纯某一种物(化)探手段已不能满足科研和生产找矿实践中越来越高的对效率和精度的双重要求。因此, 在黄土覆盖区的金矿找矿预测中综合运用几种物化探手段, 不失为一种实用高效的选择。

本文以赤峰市红花沟金矿床黄土覆盖区找矿预测为例, 综合运用地质、地球化学、地球物理方法对黄土覆盖区进行成矿预测研究, 最终提出黄土覆盖区下(未知区)的找矿靶区及金成矿远景区。

2 红花沟金矿区概况

红花沟金矿床位于华北地台北缘内蒙地轴东段, 属大型石英脉型矿床^[1]。经过近几十年的地质调查、勘探和生产探矿, 到目前为止已经在红花沟矿区发现露头 and 隐伏金矿脉近 100 条, 这些矿脉在规模上差别较大, 而且呈集群状分布。由于黄土覆盖严重(70% 矿区面积被风成黄土覆盖), 矿体多为隐伏矿体。矿区内出露地层主要有: ①太古界变质岩系, 包括斜长角闪片麻岩、黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩等。变质岩发生了强烈的混合岩化作用, 并形成混合花岗岩;

②中生代火山岩和沉积岩, 包括上侏罗统偏酸性火山岩、火山碎屑岩、底砾岩, 以及下白垩统流纹质凝灰岩、火山角砾岩或集块岩。侵入岩分布于矿区南部, 为石英斑岩岩株, 侵入于晚太古代及中生代地层中。区内脉岩发育, 主要类型有闪长玢岩、正长斑岩等。含金石英脉主要产于晚太古代角闪斜长片麻岩及混合岩中, 主要呈 NNW 向或近 SN 向展布, 少数 NNE 向或 NE 向展布。矿脉群总体分布受 NW 向断裂构造如 F₁₇ 断裂等控制(见图 1)。其典型特点为矿体规模小、品位高。矿床主要围岩蚀变为绢英岩化、黄铁矿化、硅化、绢云母化。蚀变带宽度一般小于 2m。

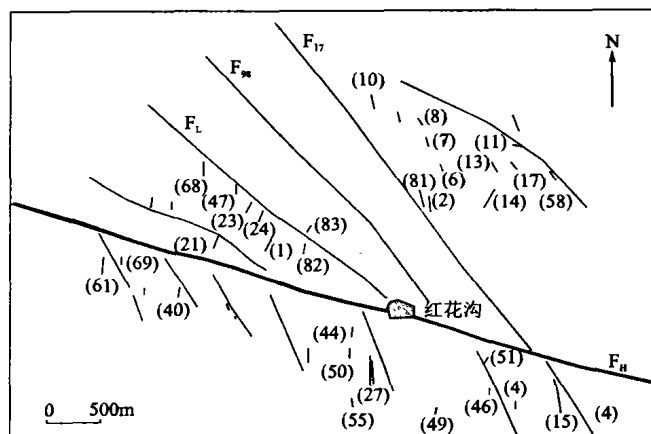


图 1 红花沟金矿区矿脉分布图

F₁₇、F₉₈—断裂 F_L—龙头山断裂 F_H—红花沟断裂
(58)—矿脉及编号

3 热释汞量法测量及解释

汞矿化或汞异常对金矿的勘查有着重要的指示意义。汞及其化合物的热稳定性较差, 一经加热即可

分解成游离汞蒸气。固体样品一般采用热释法汞量法,直接加热固体样品,让样品所吸附的汞释放出来,然后用原子吸收型汞仪测定汞浓度。该方法具有即时性、操作简单、快速、成本低廉、重现性好等特点,因而应用前景广阔。

工作中使用的是 RG-1 型热释测汞仪。根据汞的基态原子对汞灯发射出的波长为 253.7nm 特征辐射的选择性吸收原理工作。仪器主要由热释炉和主机两部分组成,采用“化学选择性表面吸附”方法,排除固体样品热解产生的干扰气体,从而保证了进入仪器的气体中只有汞及不构成干扰的气体,而且仪器在测量硫化物矿石和烟尘中的汞等性能方面也有大大的改善。在功能方面,除抗干扰能力有突破性进展外,其基线稳定性也有显著改善,并实现了与微机的连接,开发了配套的专用软件^[2,3],仪器的整体性能大为提高。

3.1 已知区测量结果

在红花沟矿区 39 线地表按 10m 间距进行了样品采集。测量结果见图 2。

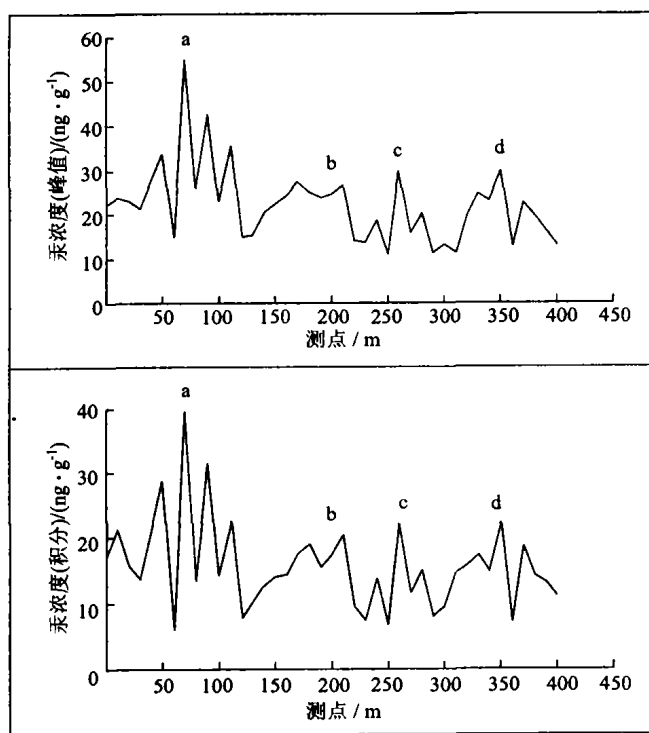


图 2 红花沟金矿区 39 线土壤汞量测量结果

红花沟金矿区 39 线地表土壤汞量测量结果表明,在剖面(见图 3)左起 75m、200m、265m、350m、385m 附近均存在较为明显的汞的异常,总体上可划为 4 个异常区 a、b、c、d,可能反映了深部构造的存在,其中 a 异常对应深部 2-9 号脉,为矿致异常;b 异常为未知异常;c 异常由花岗岩与变质岩界面引起;d 异常深部可能存在矿化构造。

3.2 未知区汞量测量——以红花沟金矿 H65 号脉测

区为例

H65 号脉测区地表为黄土覆盖区,无基岩出露,根据矿区构造分布规律及成矿规律分析认为这一区段可能存在隐伏含矿构造。在区内进行了 8 条测线总计 508 个样品的汞量测量,测量结果见图 3。

测量结果表明,汞量峰值平均值为 20.43ng/g,标准偏差为 22.58,最小值为 2.83ng/g,最大值为 250.45ng/g。汞量积分值平均值为 19.57ng/g,标准偏差为 23.65,最小值为 1.73ng/g,最大值为 300.68ng/g。在汞量测量平面等值线图上,表现出明显的成带分布特点(见图 3):西南角两个区内异常值最大的异常,呈单线异常,异常宽度在 80m 左右,向南、北均无延伸,这 2 个异常可能是 F₁₇断裂在地表的反映。根据异常强度及分布特点,除 F₁₇断裂外,区内可确定 A、B、C、D、E、F 等 6 个异常:A 异常位于测区东部,总体上呈 NNE 向展布,异常延长约 700m,宽约 20~70m,由 3 个串珠状异常组成;B 异常位于测区中偏东部,总体上呈 NNW 向展布,异常宽度较大,约 120m,延长约 800m,由南北 2 个异常组成;C 异常位于 B 异常东侧,呈 NNE 向展布,延长约 200 余 m,宽约 20~40m;D 异常位于 B 异常西侧,呈 NNW 向展布,异常强度较大,延长约 200m,异常宽度约 30~50m;E 异常位于测区西北部,延长 200 余 m,宽度 30~60m;F 异常较小,为单点异常。根据红花沟金矿区断裂控矿特点^[1],推测 B 异常可能为一导矿或运矿构造引起,而 A、C、D 异常则可能为 B 断裂的次级含矿断裂构造引起。

4 EH4 连续电导率剖面成像系统深部勘察

EH4 电导率成像系统是由美国 GEOMETRICS 和 EMI 公司联合生产的采用了最新的数字讯号处理器的硬、软件装置。该系统属于部分可控源与天然场源相结合的一种大地电磁测深系统,代表目前国际上最为先进的一种电磁法勘探手段,可以确定已知含矿构造的延深情况,也可以确定未知区是否存在隐伏断裂及隐伏断裂的产状、规模。其观测的基本参数为:正交的电场分量(E_x , E_y)和磁场分量(H_x , H_y)。如果将地表天然电场与磁场分量的比值定义为地表波阻抗,那么,在均匀大地的情况下,此阻抗与入射场极化无关,只与大地电阻率以及电磁场的频率有关:

$$Z = \sqrt{\pi \rho \mu f} (1 - i) \quad (1)$$

式中: Z ——大地波阻抗(kV/T·m);

f ——频率(Hz);

ρ ——电阻率($\Omega \cdot m$);

μ ——磁导率;

i ——虚数符号。

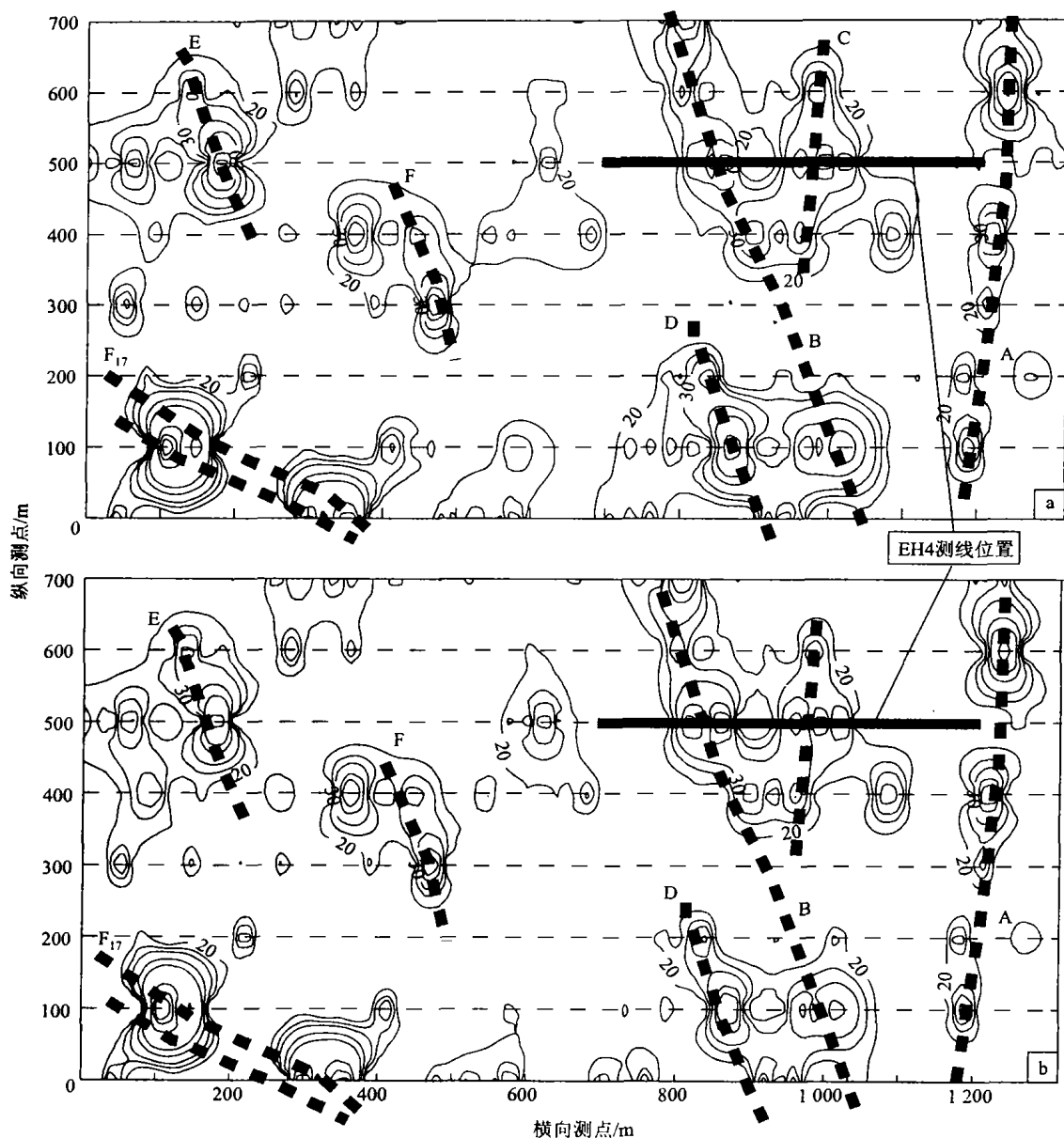


图3 红花沟金矿区65号脉测区汞浓度平面等值线图

a—峰值等值线图 b—积分等值线图

通过测量相互正交的电场和磁场分量,可确定介质的电阻率值,计算公式为:

$$\rho = \frac{1}{5f} \left| \frac{E}{H} \right|^2 \quad (2)$$

式中： ρ ——电阻率($\Omega \cdot m$)；

E ——电场强度分量(mV/km);

H ——磁场强度分量(nT)。

对于水平分层大地,上述表达式仍然适用。但用它计算得到的电阻率将随频率的改变而变化,因为电磁波的大地穿透深度或趋肤深度与频率有关:

$$\delta \approx 503 \sqrt{\frac{\rho}{f}} \quad (3)$$

式中： δ ——趋肤深度(m)。

此时由(2)式计算得到的电阻率为视电阻率,在一个宽频带上测量 E 和 H , 并由此计算出视电阻率

和相位,可以确定地下岩层的电性结构和地质构造。

根据汞量测量结果,结合地质分析,在如图 3 所示的位置对汞量异常进行了深部解剖。

测量结果(见图4)显示了2个明显异常带:西侧异常带西倾,倾角约 45° ,从浅部延深至450m左右,异常宽度约20~30m,视电阻率值变化于 $\rho \sim 800\Omega \cdot m$,浅部(200m以上)视电阻率值低,200m以下视电阻率较高。东部异常产状近直立,延深大于600m,视电阻率值变化与西部带相似,浅部低,深部值大。深部高阻区可能为花岗岩分布区。东部异常与断裂带在地表所推测的位置相对应,推测为导矿构造;而西侧异常总体与区内已知含矿构造的分布特点相似,延伸方向为NNW向,推测为含矿构造。经矿山工程验证,探到了金矿脉。

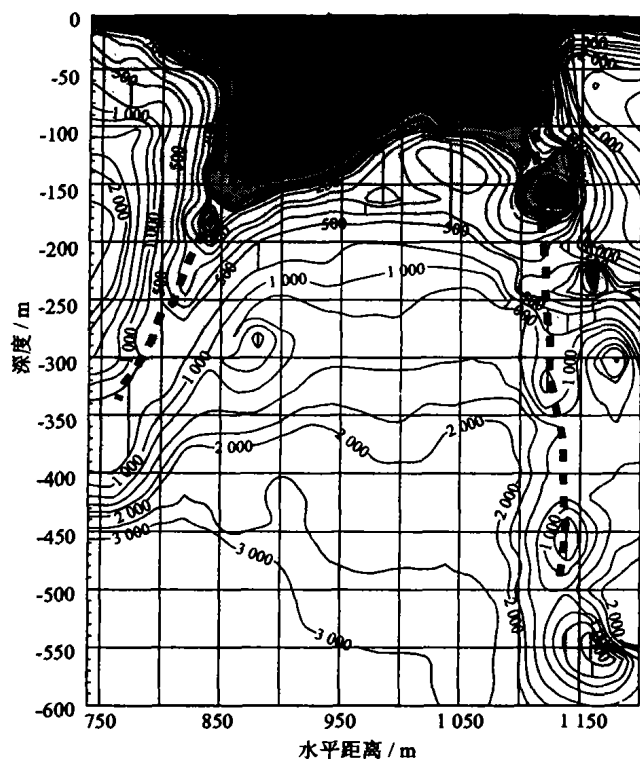


图 4 红花沟金矿 65 号脉测区 EH4 电磁系统视电阻率测量等值线图

含矿构造的地球化学方法,其探测深度可在 20m 以上。

(2)EH4 连续电导率剖面成像系统深部视电阻率测量,是揭示黄土覆盖区隐伏含矿构造的一种有效的地球物理方法,可以确定隐伏含矿构造的规模、产状及延深情况等。

(3)综合运用地质、地球化学、地球物理方法对黄土覆盖区、已知矿体深部及外围矿区进行研究,遵循由已知到未知,由已知推未知的科学认知规律,首先验证现有工程控制区(已知区)物化探方法应用的效果,而后在黄土覆盖区(未知区)应用物化探方法探测,最终提出黄土覆盖区下(未知区)的找矿靶区及金成矿远景区。实践证明,这种工作方式不仅具有实际应用价值,而且具有重要的理论意义。

[参考文献]

- [1] 曾庆栋,陈岩,李国良,等.内蒙红花沟金矿构造控矿规律及找矿方向[J].黄金科学技术,2003,11(5):7-11.
- [2] 卫敬生,李荣春.应用于水文与工程地质的化探新方法——土壤吸附汞地球化学测量[J].水文地质工程地质,1999(4):55-58.
- [3] 杨竹溪,卫敬生,李荣春.RG1 测汞仪软件介绍[J].物探与化探,2000,24(2):146-149.

5 结 论

(1)汞量测量是黄土覆盖区一种有效的寻找隐伏

Application of comprehensive geophysical and geochemical prospecting technology in forecasting concealed ore body overburden by loess

Jia Changshun¹, Zeng Qingdong², Xu Jiuhua¹, Yu Changming²

(1. School of Civil and Environmental Engineering, University of Science and Technology Beijing;

2. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences)

Abstract: It is always very difficult to forecast concealed ore body in loess overburden area. Comprehensive geophysical and geochemical prospecting methods are superior to ordinary geological methods in forecasting concealed orebody. In order to acquire effective information on three-dimensional space, the paper systematically presents the prospecting result using thermal-release mercurimetry and EH4 conductivity image system in Honghuagou gold deposit. Practice shows that the integrated methods are very effective.

Keywords: Honghuagou gold deposit; forecasting of concealed orebody; thermal-release mercurimetry; EH4 conductivity image system

(编辑:宿晓静)

欢迎订阅《简明黄金实用手册》

该手册由东北师范大学出版社出版,系统地介绍了我国黄金科研、生产的实践经验和工艺。内容包括:黄金地质、岩金矿、砂金矿的找矿与评价;岩金矿山地质;岩金、砂金开采;金的选矿、冶炼;金合金及其加工与金的再生回收;金银分析;黄金企业生产环境保护等。该书可供黄金矿山生产工人、干部及工程技术人员使用,也可供从事黄金生产的地质、科研、设计等部门的工程技术人员和有关院校师生参考使用,还可作为矿山职工技术培训的参考教材。

定价:简装本 44.00 元(含邮费),精装本 58.00 元(含邮费)。

地 址:长春市南湖大路 6760 号 长春黄金研究院信息中心

联系人:李跃辉

邮 编:130012 电 话:0431-5529838 传 真:0431-5521861

电子信箱:journal@ccgri.com