

湘西金矿沃溪矿区的地质地球物理模型

汤井田, 戴前伟

(中南工业大学地球物理勘探新技术研究所, 湖南 长沙 410083)

摘要: 分析了湘西金矿沃溪矿区深部找矿有利与不利的地质条件, 通过岩矿石标本测试和计算机数值模拟, 建立了沃溪矿区找矿的地球物理模型, 并提出了有效的找矿方法组合。

关键词: 电性测试; 数值模拟; 地球物理模型; 金矿

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2000)04-0310-04

湘西金矿位于湖南沅陵县境内, 其中的沃溪矿床是赋存于元古界板溪群马底驿地层中的特大型金锑钨矿床, 已有 120 多年开采历史。随着生产规模的扩大, 矿山保有地质储量不断减少, 开采量的不足已严重影响到矿山的可持续发展, 且开采的主矿脉在深部出现紧闭型向斜, 其延伸、规模无法预料。为缓解矿山压力, 湘西金矿与中南工业大学合作开展了沃溪矿区深部及外围找矿工作。至 1997 年, 工作取得突破性进展。应用可控源音频大地电磁法(CSAMT)和近矿激电法在开采矿脉上部发现特富矿脉, 经生产坑道探明的部分异常, 仅金储量就达 20 多吨。本文简要地介绍沃溪矿区的地质地球物理条件。

1 矿区地质特征

湘西金矿在大地构造位置上处于扬子准地台江南地轴南缘的雪峰弧形构造隆起带中段。沃溪大型金锑钨矿床形成于雪峰运动晚期, 受东西向构造控制, 产于元古界板溪群马底驿地层的层间剪切滑动带中。矿区内出露地层由老至新有元古界冷家溪群和板溪群、白垩系、第四系。板溪群不整合于冷家溪群之上, 是矿区内分布最广的地层, 可分为上、下 2 组, 分别为五强溪组和马底驿组, 两者呈断层接触。岩性主要为深灰色、紫红色、灰绿色巨厚的条带状板岩。

沃溪矿床赋存于马底驿组中段的紫红色绢云母钙质板岩中, 从西向东、自上而下分别有 $V_4, V_3, V_1, V_2, V_5, V_6$ 等 6 条矿脉。这些矿脉在空间上按一定的几何关系产出, 受层间断层和节理裂隙、岩相的控制。据研究, 各矿脉无论在平面上还是在纵剖面上, 都呈不等距的平行排列。在层脉与层脉、层脉与支脉之间, 常发育有网状脉。矿脉均由含硅质条带和含硫化物石英组成, 其矿化主要有金、锑、钨 3 种。矿石矿物包括自然金、辉锑矿、白钨矿、黑钨矿、黄铁矿等。辉锑矿和黄铁矿是最重要的 2 种载金矿物。

矿床中强烈的金、锑、钨矿化作用导致强烈的围岩蚀变, 主要有褪色化、硅化、黄铁矿化、绢云母化等。各种蚀变叠加在褪色化蚀变围岩之上, 发育在矿脉的两侧, 将矿脉包围, 成带状分布。蚀变带一般厚 1~3 m, 最厚处可达 20 m。其中褪色化指热液作用使紫红色钙质板岩褪色为黄白色, 是绢云母化、黄铁矿化等的叠加, 它是重要的找矿标志。

收稿日期: 1999-10-08

2 岩矿石电性特征

根据岩矿石标本测试和野外实际观测,沃溪矿区各岩矿石存在较明显的电性差异(表1)。需要说明的是,标本电性参数和野外观测值有一定的差异,主要原因是:虽然标本测定前在水中浸泡24 h以上,但它仍是局部的岩矿石,而野外观测结果所反映的是岩石整体状态以及其中孔隙、裂隙充填物等综合的宏观电性;其次标本测定和原岩所处的物理化学条件不同,而电性参数受湿度、温度、压力、裂隙充填物、裂隙水矿化度等因素影响较大;另外,小极距的标本测量、测量方向等和实际野外观测也有较大差别而影响结果的一致性,所以,电性参数只能大致反应岩矿石电性的相对差别。

表1 矿区岩矿石的物性参数

岩矿石名称	$F_s/\%$				$\rho_s/\Omega\cdot m$			
	标本测定			实测 F_s 典型值	标本测定			实测 ρ_s 典型值
	标本数	变化范围	常见值		标本数	变化范围	常见值	
灰色、紫红色板岩	17	1.0~2.4	1.2	0.8~1.0	17	397~1 857	1 047	800~1 600
褐色化板岩	13	0.4~4.9	2.9	1.6~2.3	13	239~2 988	1 135	500~1 000
黄铁矿化板岩	28	2.8~9.3	4.5	6.0~8.0	28	430~1 180	670	100~600
白钨矿	15	2.3~4.6	3.8	6.0~8.0	15	508~1270	720	100~700
辉钨矿	18	4.7~14.0	9.0	6.0~8.0	18	80~636	213	100~300
硅化、黄铁矿化板岩	8	3.3~7.0	5.4	3.0~5.0	8	700~2 198	1 534	1 600~2 000
构造角砾岩	9	1.8~5.4	2.6	2.0~3.0	9	1 080~2 908	1 728	1 500~2 000
红色砂岩								100~300

从表中看出,矿区围岩(即板岩)以高阻低极化为特征,含硫化物(特别是矿脉中硫化物含量丰富并相互连通)的蚀变围岩或矿石则以低阻高极化为标志。白垩系的红层表现为低阻低极化,是电法勘探中的不利因素,但它并不构成地质解释中的多解性,仅在一定程度上影响电法的勘探深度。对于硫化物含量较少的硅化含金石英脉,则以中等极化、高阻为主要特征。

3 矿床的地质地球物理模型

电法(指电阻率法和激电法)是寻找有色金属矿的有效手段。然而,由于湘西金矿沃溪矿床矿脉倾斜延伸大,28 平开采深度距地表垂直距离已达 700 m 左右,且单层矿脉厚度小,平均仅 1~3 m,在勘探区内单层矿脉的厚度埋深之比小于 1%,远超过电法勘探的极限分辨率,这是该区用电法寻找含矿层的不利因素。经认真分析,沃溪矿床具有如下的地质、地球物理特征。

1. 矿脉赋存于元古界板溪群马底驿组板岩中,围岩岩性单一,电性也相对均匀,且矿脉顺层产出,地层倾角平缓,近似于均匀各向同性层状介质模型,是电磁测深的理想环境。

2. 矿区内不存在炭质地层,极大地减少了物探异常解释中的地质多解性。白垩系红色砂岩虽为低阻,但属新地层,仅在地表局部出露,只要仔细分析,即可排除它对物探异常的干扰。

3. 每层矿脉两侧具强烈的蚀变,特别是黄铁矿化强烈,且黄铁矿化与金、锑品位呈正相关。蚀变带和矿脉层在电性上具有相似性,但与围岩有明显的电性差异,构成电磁测深中重要、直接、真正的目标体。

4. 矿脉和蚀变带具成组产出特点。脉组中各层脉在空间上呈不等距平行顺层产于马底驿组地层中。假设单层矿脉及两侧蚀变围岩平均厚度为 5 m,电阻率为 100 $\Omega\cdot m$,每层脉平均相

距 50 m, 板岩电阻率为 $1\,000\ \Omega\cdot\text{m}$, 则以两层矿脉计算, 它可等效为一层横向电阻率约为 $300\ \Omega\cdot\text{m}$ 、厚度约 60 m 的低阻层。显然, 若矿脉层数增加, 等效低阻层的厚度将增加, 并在电法勘探的分辨范围之内。

5. 在层脉和层脉、层脉与支脉之间发育的网状脉, 因含丰富的硫化物, 极可能构成电流通道, 从而将深部各组矿脉在电性上连为一体, 成为更容易发现的低阻高极化目标体。

图 1 以水平层状介质为模型, 并以四层矿脉为例给出了数值计算结果, 可见测深曲线为典型的 H 型, 即 CSAMT 法可以发现这种在空间上平行排列的多层脉组, 且可从中频的低阻带上显示出多组矿脉层的存在, 但显然它又不可能分辨单一矿脉层位。实测的 CSAMT 法测深曲线与此十分类似, 表明理论分析和计算是符合实际地质模型的。因矿脉具有高级化特征, 激发极化法是应该推荐的普查方法。图 2 给出了边界积分方程法的数值计算结果。图中表明当 2 个供电电极都位于地表时, 激电异常很弱, 考虑到矿区地电干扰和测量误差, 要发现埋深这样大的单层矿脉是不可能的。但若将供电电极 A 埋入矿脉层附近, 在地表测量时, 激电异常可增加 3 倍, 且地表一次场的减弱提高了二次场的测量精度, 从而可以分辨出矿脉所引起的激发极化效应, 并可判断矿脉的产状。如果多层矿脉叠加, 效果会更佳。由此提出了近矿激发的设想, 并在实验室和计算机上作了模拟, 为野外应用奠定了基础。

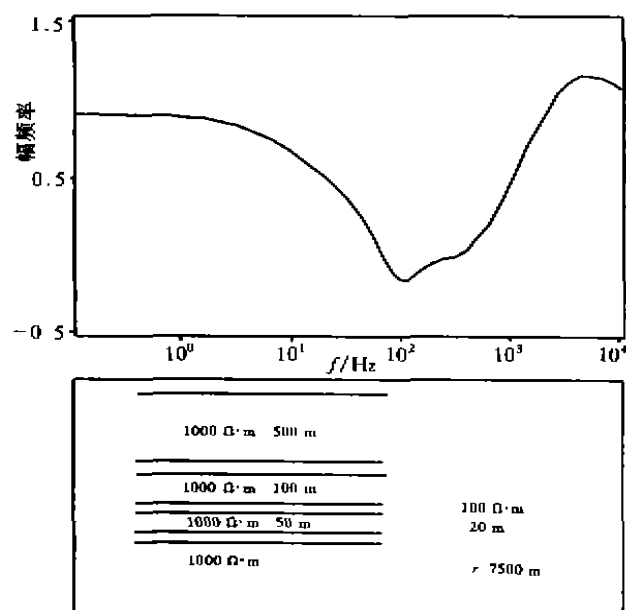


图 1 沃溪矿脉组简化模型的测深曲线

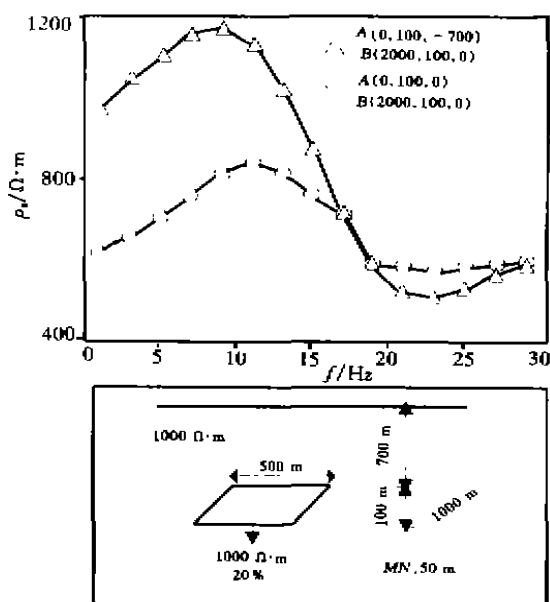


图 2 近矿激电法数值计算结果

4 结论与建议

通过上述研究, 针对沃溪矿区特殊的地质地球物理条件, 建议应用 CSAMT 法做面积性测量, 以发现低阻异常体, 并评价异常体的埋深和产状, 通过近矿激电法, 可区分低阻体的地质性质, 并圈定硫化物富集中心, 以指导工程验证。

参考文献:

- [1] 何继善. 可控源音频大地电磁法 [M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1990.
- [2] 汤井田, 何继善. 全区视电阻率定义的新方法 [J]. 地球物理学报, 1994 (4).

- [3] 汤井田,何继善.计算水平磁场分量的新方法[J].物探与化探计算技术,1993(1).
 [4] 张振儒.金矿研究[M].长沙:中南工业大学出版社,1989

THE GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL MODEL OF THE WOXI GOLD ORE DISTRICT IN WESTERN HUNAN

TANG Jing-tian, DAI Qian-wei

(*Institute of New Technology for Geophysical Exploration, Central South Polytechnic University, ChangSha 410083, China*)

Abstract: In this paper, the authors have analysed the favorable and unfavorable geological conditions for ore prospecting work in the Woxi gold ore district of western Hunan and, through rock and ore analysis and computer numerical modeling, established a geophysical ore-prospecting model for the Woxi gold ore district. On such a basis, the effective combinations of ore-prospecting techniques are put forward.

Key words: electric test; numerical modeling; geophysical model; combination of techniques

第一作者简介: 汤井田(1965-),男,生于江苏省连云港市。1992年于中南工业大学获工学博士学位,并留校任教,教授,博士生导师,已发表论文50余篇。

(上接 309 页)

岩性的特点,单用电阻率法较难分辨低阻成分较多的泥岩与含水岩层,而结合激发极化法勘测,则十分明显地反映出赋水性能特征。应用本方法可以较清晰地识别贫水、弱含水、浅层基岩裂隙含水及基岩蓄水构造的特征,并以此为依据布置井位,指导地下水的开采。

THE ELECTRIC CHARACTERISTICS OF LOWER TRIASSIC STRATA AND AN ANALYSIS OF THEIR WATER ABUNDANCES

WANG Jun-ye

(*Shanxi Bureau of Hydrologic Resource Exploration, Taiyuan 030001, China*)

Abstract: This paper deals with the electric characteristics of four types of strata in lower Triassic Heshanggou Formation, viz., water-deficient strata, water-insufficient strata, water-bearing shallow strata and water-bearing medium-deep strata, and the factors responsible for these characteristics. This study is of reference value in solving the drinking problem of people and cattle in water-deficient areas.

Key words: Lower Triassic; electric characteristics; water abundance

作者简介: 王俊业(1949-),工学硕士,先后毕业于河北地质学院物探系、长春地质学院水文地质工程系,现任山西省水文水资源勘测队队长,高级工程师,从事水文地质地球物理勘测工作。