

物探电法在寨上矿区西部找矿效果*

Ore exploration effects of the geophysical electrical method in western Zhaishang ore district

郑振云, 刘召军

(中国人民武装部队黄金第五支队, 陕西 西安 710100)

ZHENG ZhenYun and LIU ZhaoJun

(No.5 Gold Detachment of General Gold Party, Chinese People's Armed Police Force, Xi'an 710100, Shaanxi, China)

摘要 寨上金矿现为西秦岭特大型金矿,自 2000 年发现以来,找矿工作取得了较大突破,累计探获(333+334)资源量 74 121 kg。赋矿地层为泥盆系、二叠系,矿体产在 NWW 向断裂及次级断裂中,矿区西部覆盖较厚,成矿地质条件有利,物探电法推断存在多条极化体,QZ1603、QZ1601、QZ1605 浅钻验证发现 16、17、23 号脉,ZK1484 岩心钻验证发现 6 条矿化体。物探电法在指导地质找矿,特别是钻孔布设方面效果明显。文章主要讨论物探电法在寨上矿区西部寻找隐伏矿体的应用及找矿效果,合理选择仪器和方法,更好的指导矿区深部及外围地质找矿。

关键词 地质学;寨上;物探;效果

随着各地区找矿程度的提高,地表矿逐渐减少,找矿难度逐渐加大,以往地质找矿方法已不适应地勘行业的发展,各地勘单位都在努力研究探索使用何种仪器、利用何种方法,在成矿带上、已知矿区内寻找隐伏矿体及矿区深部找矿。

物探电法在寨上矿区已知矿脉上异常明显,矿区西部第三系覆盖层较厚,地质找矿难度较大,盖层下部是否存在隐伏矿体,隐伏矿体是否能引起物探异常,钻探验证异常是否见矿是本文研究的重点。

1 地质概况

寨上金矿区大地构造位置位于秦-祁-昆褶皱系,西秦岭褶皱带中带,临潭-天水褶皱带,新寺-大草滩复背斜西部,礼一岷成矿带西端(赵文川等,2008)。

矿区出露地层主要为泥盆系、二叠系、第三系,构造发育,以断裂为主,NWW向断裂 6 条,并伴生有褶皱,目前未发现岩体及岩脉。含金地质体主要分布在泥盆系、二叠系板岩、粉砂岩地层中,严格受 NWW 向断裂控制,容矿构造为 NWW 向断裂及与该断裂平行的次级断裂、次级层间断裂,矿体产于 F_3 和 F_8 断裂之间,并与其走向一致,倾向与赋存的板岩、砂岩产状大致相同,矿体多产于岩层强烈破碎部位,随破碎带变化而变化,矿化蚀变较强,主要为黄铁矿化、硅化。区内共发现金矿脉 22 条及多处矿化点,圈定 18 个金矿体。主要介绍 21、16、17、23 号脉。

21 号脉:地表由 11 个工程以 50~400 m 间距控制,深部由 17 个钻孔以 $(200\sim400)\times(140\sim230)$ m 网度控制,长 2 700 m,厚 5~15 m,倾向 20~25°,倾角 45~60°,品位一般为 $1\times10^{-6}\sim5.0\times10^{-6}$,地表最高品位 4.25×10^{-6} ,深部为 5.87×10^{-6} ,圈定了 21-1、21-2、21-3 三个矿体。

* 本文得到中国人民武装警察部队黄金指挥部黄金工作专项经费项目(2000-2007)资助
第一作者简介 郑振云,男,1964 年生,工程师,现从事物化探找矿工作。

16 号脉: 由 1 个浅钻控制, 厚 5.0 m, 金品位 $1.11 \times 10^{-6} \sim 3.50 \times 10^{-6}$, 倾向 20° , 倾角 65° 左右。脉体成分主要为蚀变砂岩、泥质板岩组成。

17 号脉: 由 1 个浅钻控制, 厚 3.36 m, 金品位 $1.22 \times 10^{-6} \sim 1.39 \times 10^{-6}$, 倾向 20° , 倾角 65° 左右。脉体成分主要为碎裂岩、褐铁矿。

23 号脉: 由 1 个浅钻、2 个深钻 $300 \times (28 \sim 40)$ m 网度控制, 厚 8.00~60.00 m, 金品位 $1.03 \times 10^{-6} \sim 10.40 \times 10^{-6}$, 倾向 20° , 倾角 $65 \sim 70^\circ$ 。脉体成分为碎裂岩、褐铁矿 (图 1) (郭红乐等, 2003)。

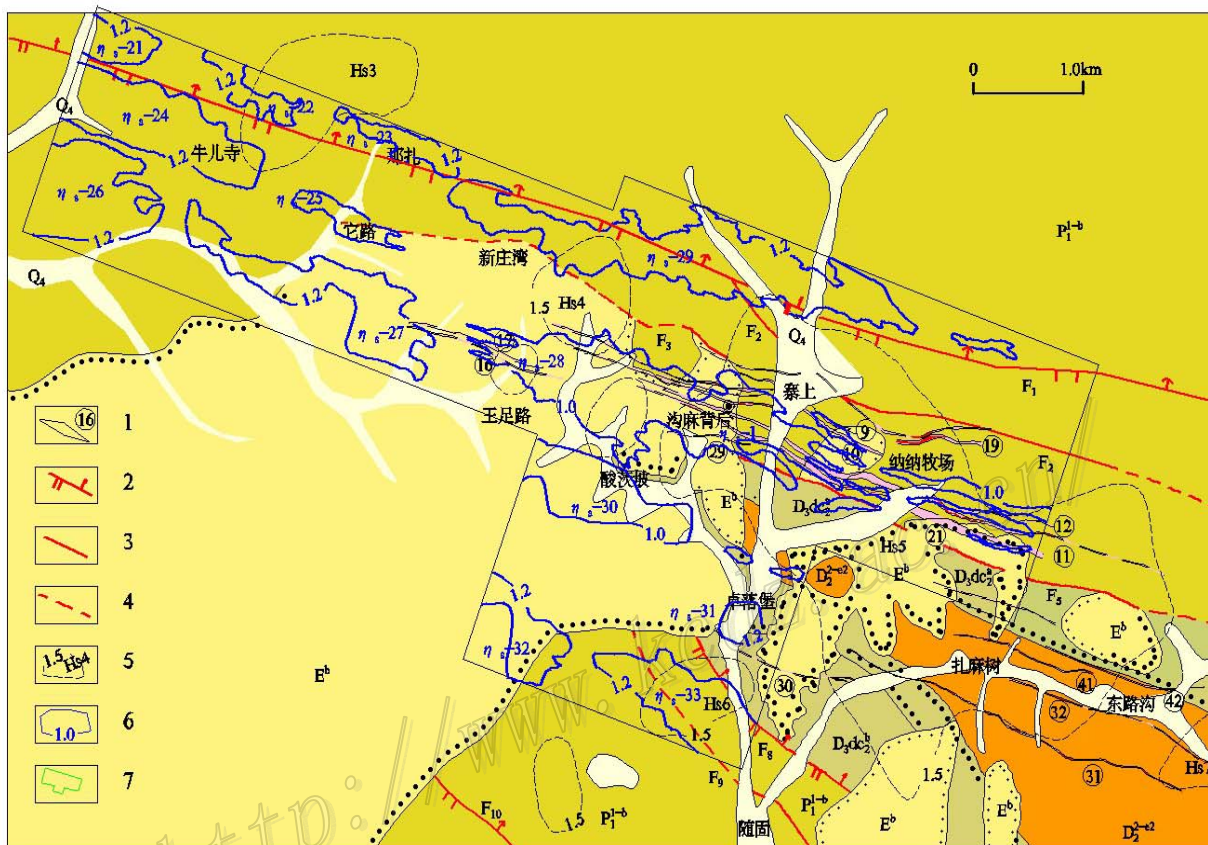


图 1 寨上矿区地质图

Q_4 —第四系; E^b —第三系紫红色块状砾岩; P_1^{1-b} —下二叠统 B 组块状砾岩含碳板岩; D_3dc_2 —泥盆统大草滩群 b 组上段粉砂质板岩; D_2^{2-c} —中泥盆统 c 组浅灰绿色含碳质板岩; 1—矿脉及编号; 2—实测逆断层; 3—实测性质不明断层; 4—推断逆断层; 5—1:5 万水系沉积物异常及编号; 6—1:1 万激电中梯极化率异常及编号; 7—物探激电中梯测区

2 仪器、方法及地球物理特征

2.1 仪器、方法简介

寨上矿区使用的仪器是 DWJ-1A 型微机激电仪 (包括 5KW 激电发送机和整流调压电源、日本三凌发电机)。装置采用时间域激发极化法, 供电时间 2 s, 观测 2 次, 延时 200 ms, 积分 200 ms, 供电电流大于 1 500 mA, 观测参数为电阻率 (ρ_s)、极化率 (η_s)。

寨上矿区开展的物探方法为时间域激发极化法, 主要为激电中梯、激电联剖、激电测深。激电中梯装置最大优点, 就是敷设一次供电导线和供电电极 (A、B) 能在相当大的面积上进行测量, 特别是能用几台接收机同时在几条线上进行观测, 因而具有较高的生产效率。中梯装置观测范围一般均处于 A、B 之间的中

间地段 ($1/3 \sim 2/3$) AB, 接近于水平均匀极化条件, 故对各种产状和不同相对电阻率的极化体, 均能产生较明显异常, 且异常形态比较简单, 易于解释。激电联剖装置是由两个三级装置 AMN 和 MNB 组成, 最大特点是在一条观测剖面上能得到两条电阻率 (ρ_s)、极化率 (η_s) 曲线, 两条曲线配合解释能较好的确定破碎带 (正交点)、极化体 (反交点) 在地表出露位置, 并能判断极化体产状。对脉体而言, 激电联剖装置的电极距可由 $AO=BO=1/2(L+1)$ 和 $AO=BO \geq 3h$ 确定 (L 为地质体走向长度, l 为地质体下延长度, h 为地质体顶端埋藏深度), $MN=(1/3-1/5)AO$, 无穷远极垂直测线方向布设, 它与最近测线距离大于 5 倍 AO , 斜交时它与最近测线距离大于 10 倍 AO 。激电对称四极测深装置主要特点是在测量电极 M、N 不动的情况下, 供电电极 A、B 对称地逐渐向两边拉开。通过不断加大 AB 距离, 来达到了解从浅到深地下电性 (导电性和激电性) 变化的测深目的。在金属矿激电法中, 它主要用来确定极化体的埋藏深度。

2.2 地球物理特征

寨上矿区西部主要岩 (矿) 石电阻率、极化率 (表 1)。

表 1 寨上矿区岩、矿石物性特征表

测量位置	岩性	处数	电阻率区间	极化率区间	备注
21 号脉西部	破碎蚀变岩	12	102-225	0.58-0.89	无覆盖
那扎村冲沟	破碎炭质板岩	23	14-18	1.17-1.47	局部第四系覆盖
扎麻树南山	灰岩	9	472-1131	0.21-0.33	局部第四系覆盖
纳纳牧场北	板岩	7	204-426	0.28-0.36	局部第四系覆盖
那扎村北山	粉砂岩	20	283-586	0.36-0.48	局部第四系覆盖
王足路 172 线	砾岩	8	472-1231	0.33-0.43	局部第四系覆盖
王足路 172 线	黄土	16	35-56	0.28-0.34	无覆盖
16、17 号脉	弱黄铁矿化粉砂岩	18	43-88	0.53-0.87	无覆盖

从表 1 可见, 21 号脉西端破碎蚀变岩电阻率比围岩板岩、粉砂岩低、极化率比围岩板岩、粉砂岩高, 那扎村冲沟破碎炭质板岩极化率较高, 电阻率相对较低, 砾岩、灰岩极化率较低, 电阻率相对较高, 黄土极化率、电阻率均较低, 破碎炭质板岩比含金矿脉平均电阻率低 4 倍, 平均极化率高 2 倍, 说明该区含金矿脉和破碎炭质板岩为低阻高极化体, 但含金矿脉硅化较强。

寨上矿区深大断裂为导矿构造, 次级断裂为容矿构造, 金矿脉在空间上表现为条带状低阻带, 矿体产在板岩、粉砂岩强烈破碎部位, 多为黄铁矿化板岩, 因硅化较强使得电阻率略有升高 (郭红乐等, 2003)。

3 找矿信息

3.1 地质信息

寨上矿区含金地体主要分布在泥盆系、二叠系板岩, 粉砂岩中, 严格受褶皱、断裂控制。区内主褶皱为向北侧伏的背斜, 次级褶皱发育。容矿构造为 NWW 向断裂及其派生的次级断裂、次级层间滑脱带, 走向上呈平行带状分布, 倾向上呈舒缓波状。

区内 9、10、11、16、17、19、21、12、29、23 号脉位于褶皱的北翼 F3 及 F5 断裂之间; 30、31、32、41、42 号脉位于褶皱的南翼 F5 和 F8 之间。21 号脉长 2 500 m, 圈定了 21-1、21-2、21-3 三个矿体, 大致呈等间距分布, 每个矿体之间的距离 2 000~2 200 m, 根据此规律推断 21-3-2 矿体西 2 200 m 处存在金的富集地段。

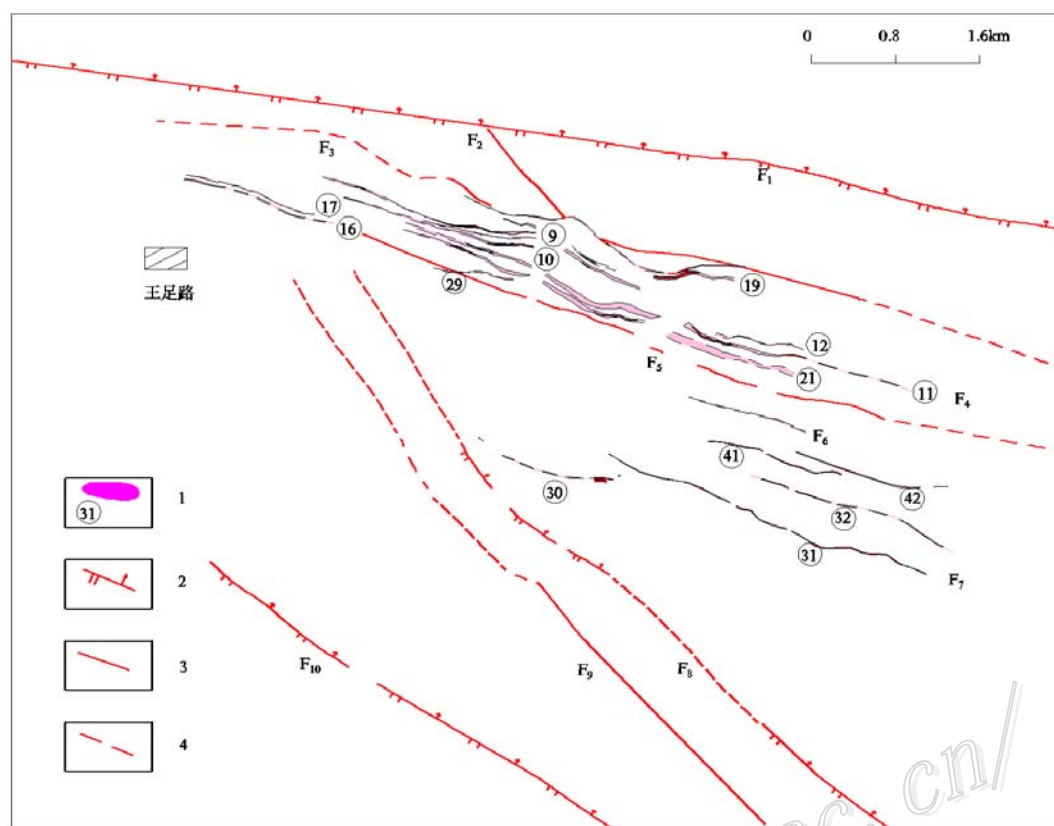


图 2 寨上矿区构造平面图

1—矿脉及编号; 2—实测逆断层; 3—实测性质不明断层; 4—推断逆断

王足路 η_s -28 号极化率高值异常位于寨上矿区主褶皱北翼的西端, 北矿带的西延部位。出露的地层主要为第三系、第四系, 推断其下部 40~60 m 为泥盆系、二叠系板岩、粉砂岩, 具备赋矿层位。F5、F8、F9 断裂在该异常内交汇, 次级断裂发育, 为金矿的形成提供了运移通道及赋存空间, 成矿地质条件较好(图 2)。

3.2 物探信息

寨上矿区激电中梯测量 46 km², 圈定极化率异常 33 处。 η_s -28 号极化率高值异常位于矿区西部王足路一带, 出露地层主要为第三系 B 组紫红色-巨厚层砾岩、紫红色块状砾岩, 异常呈条带状分布, 控制长度 900 m, 宽 40~500 m, 异常点数 409 个, 面积 0.27 km², 平均值 1.32%, 极大值 1.77%。该异常面积大, 强度高, 位于寨上金矿区已知金矿带向西延伸的部位, 推断由含金地质体引起。

(1) 激电中梯剖面曲线特征

由寨上西部 160 勘探线激电中梯和激电联剖曲线(图 4)可见, 视电阻率最大值为 103.5~138.5 Ω m, 背景值为 87.5~100.5 Ω m, 视极化率最大值为 1.22%~1.52%, 背景值为 0.86%~1.17%。视电阻率异常清晰率为 47.6%, 视极化率异常清晰率为 52.0%。电阻率 155~187 号点相对较高, 宽度为 320 m。极化率 143~187 号点相对较高, 宽度为 440 m, 峰值多处。说明该矿化带较宽, 矿带内存在多条矿体, 且硅化较强。

(2) 激电联剖曲线特征

根据寨上矿区已知矿脉总结出隐伏矿体, 矿体倾向、延深的激电联剖极化率曲线规律: 同一极化体同一极距随着盖层厚度的加大极化率曲线歧离带逐渐不明显, 同一极化体同一盖层厚度极距由大到小极化率反交点逐渐明显。地形水平时直立极化体引起的极化率反交点位于直立极化体的正上方, 倾斜极化体引起

的极化率反交点位于极化体上盘, 根据极化体倾角的大小反交点由极化体的顶端向极化体倾向一侧移动。地形倾斜时直立极化体引起的极化率反交点从极化体在地表的出露位置向地形坡下移动, 极化体与地形坡向一致时极化体引起的极化率反交点远离极化体从地表出露位置向坡下移动, 极化体与地形的坡向相反时极化体引起的极化率反交点位于极化体在地表出露附近。延深较大脉状极化体随着极距的相对增大歧离带明显, 延深较小脉状极化体随着极距的相对增大反交点不明显, 等轴状极化体随着极距的增大没有反交点, 但曲线的形态一致, 强度变低。

利用激电联合剖面对 η_s -28号极化率高值异常进行检查, 布设剖面6条, 线距400 m, 点距20 m, 极距 $AO=210$ m, 推断极化体1条, 控制长度2 000 m, 宽30~200 m, 走向NWW, 倾向NE。160~128勘探线宽度较大, 144勘探线宽度最大, 原因是该勘探线异常部位覆盖较浅, 推断由多条平行的含金地质体引起(图3)。

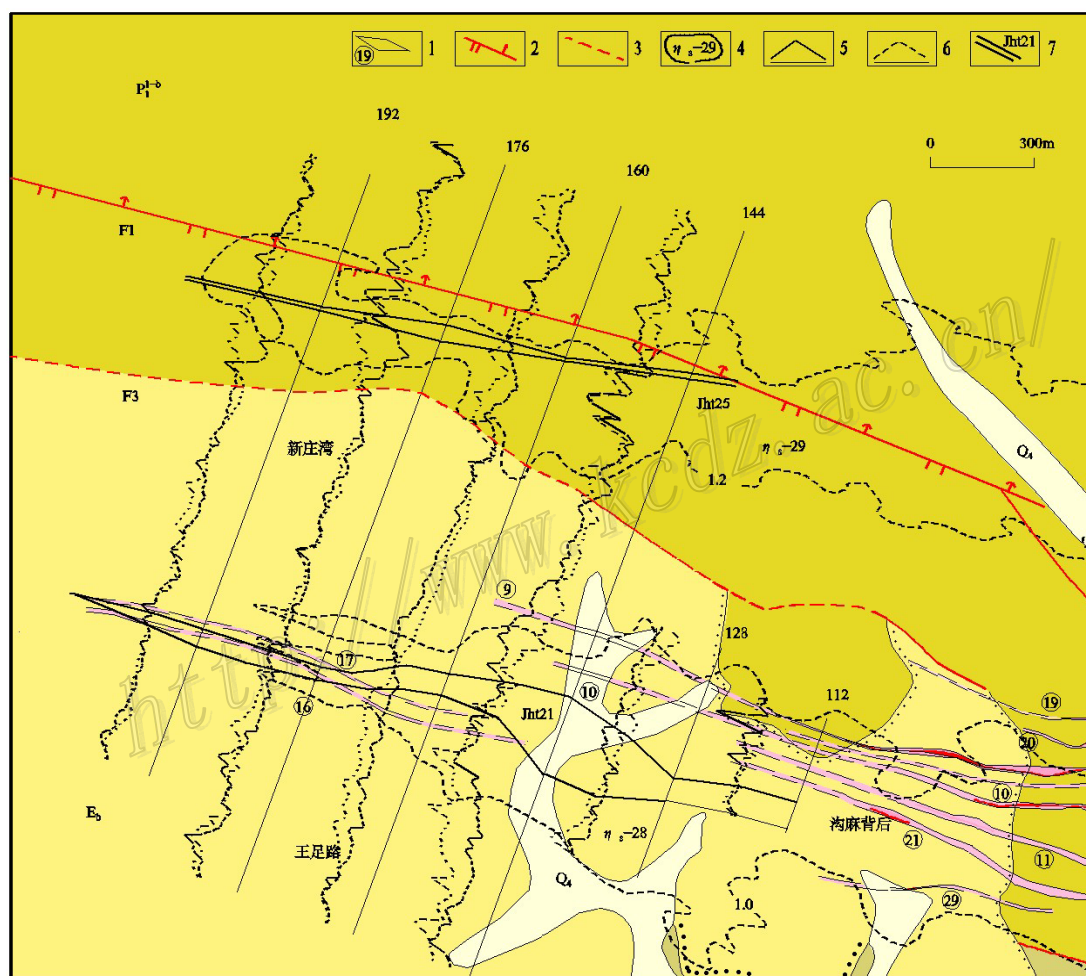


图 3 η_s -28 号极化率异常联合剖面图

Q_4 —第四系; E^b —老第三系紫红色块状砾岩; P_1^{1-b} —下叠统B组块状砾岩含碳板岩; 1—矿脉及编号; 2—实测逆断层; 3—推断逆断层;

4—激电中梯极化率异常及编号; 5— η_s^A 曲线; 6— η_s^B 曲线; 7—极化体及编号

160 勘探线进行复合极距联合剖面测量, 极距 AO 为 210 m、410 m, $MN=20$ m, 点距 20 m, 极距 $AO=210$ m。极化率曲线反交点在 165/160-169/160 附近, 歧离带明显, 说明极距接近 3 倍的埋深, 极化体宽度较大。电阻率曲线在极化率反交点附近表现为高背景, 说明极化体硅化较强。极距 $AO=410$ m极化率曲线反交点在 167/160-170/160 附近, 歧离带明显, 说明极距大于 3 倍的埋深。电阻率曲线在极化率反交点附近表现为

同步高背景,说明极化体硅化较强。极化率反交点中心由浅至深向北移动 20 m,说明极化体北倾且厚度、延深均较大,推断极化体在地表出露宽度 200 m(图 4)。 η_s -28 号极化率异常上联合剖面曲线与寨上矿区 21 号脉上联合剖面曲线特征类似,推断 η_s -28 号极化率异常由含金的金属硫化物地质体引起。

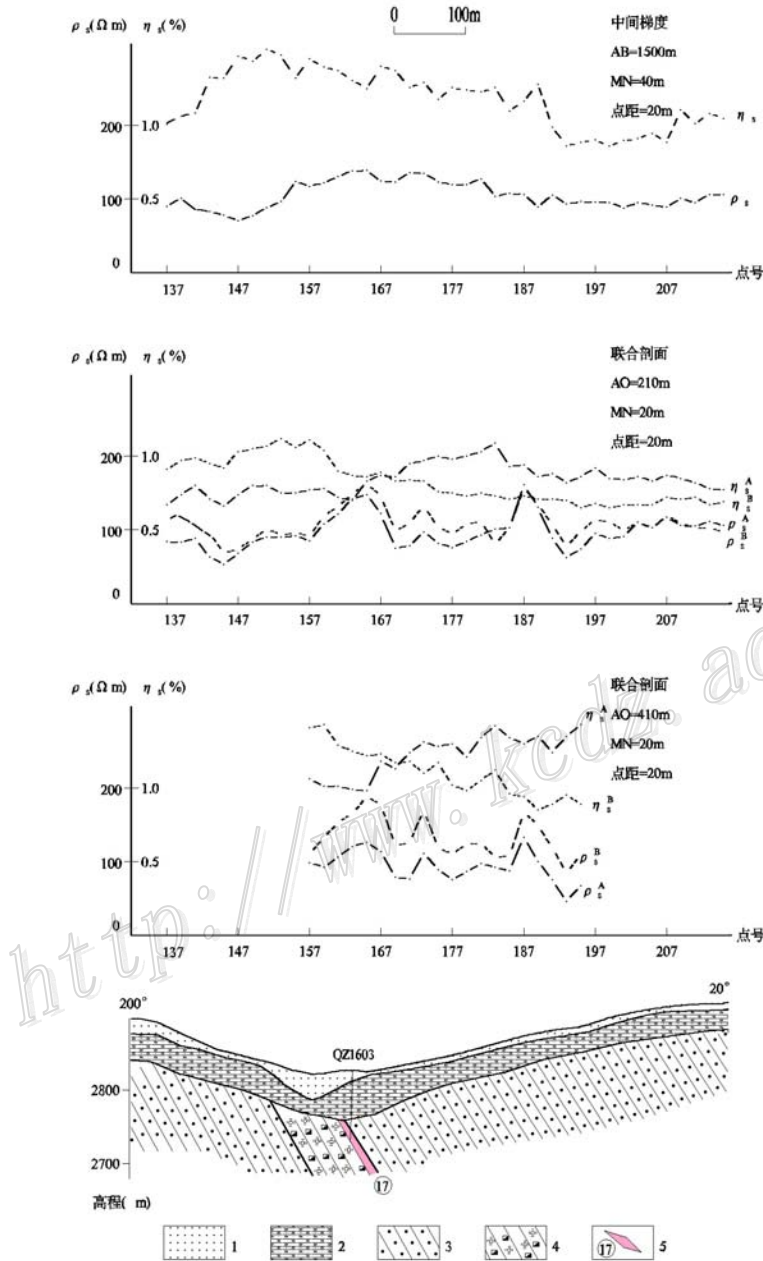


图 4 160 勘探线地质物探剖面图

1—第四系黄土; 2—第三系砂砾岩; 3—砂岩; 4—碎裂岩; 5—矿脉及编号

(3) 激电测深曲线特征

激电测深曲线在极化率反交点中心有明显的激电异常,可以利用激电测深曲线的特点大致估算极化体顶板埋藏深度。 η_s 测深曲线缓慢上升呈G型(图 5)。由图中激电测深曲线可知,AB/2=1.5~60 m范围内极化率曲线较平稳,极化率值变化不大,推断为第四系冲积物和第三系砂砾岩。AB/2=90 m时 η_s 曲线开始上升

(转折点), 推断极化体埋深 90 m 左右。

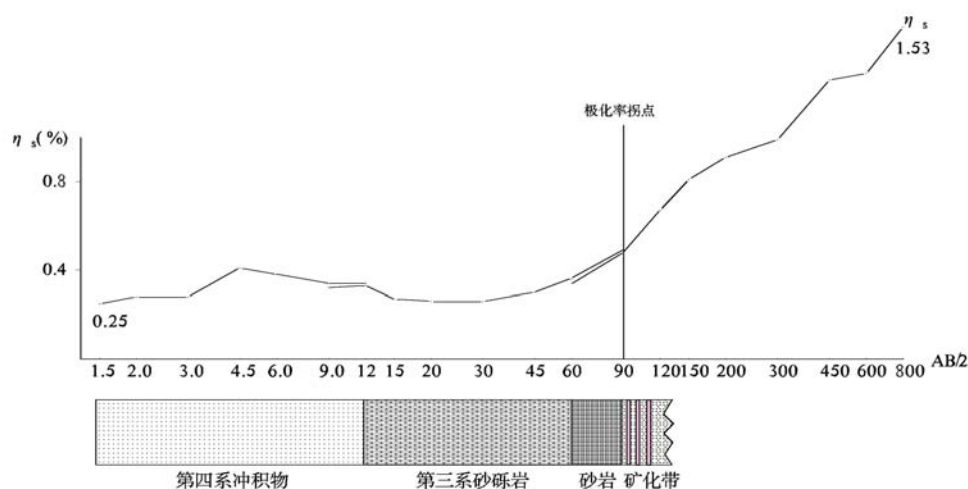


图 5 160 勘探线 163 点激电测深曲线图

4 找矿效果

通过详细研究地质、物探资料, 推断 η_s -28 号极化率异常内存在多条隐伏平行矿脉, 异常区内覆盖较厚, 矿体无任何出露。通过详细研究地层、构造, 激电中梯、激电联剖、激电测深曲线, 综合各种因素, 在第三系、第四系盖层中, 根据物探成果布设浅钻。

QZ1603 浅钻 施工深度 97.64 m, 第四系厚 15 m, 第三系厚 45 m, 覆盖厚度总计 60 m, 围岩为板岩、粉砂岩互层, 以板岩为主。于 83.4~89.74m 见到含金地质体, 厚度 3.36 m, 金品位 $1.22 \times 10^{-6} \sim 1.39 \times 10^{-6}$, 走向 290° , 倾角 65° , 脉体成分主要为碎裂岩、褐铁矿、黄铁矿, 编号为 17 号矿脉。

QZ1601 浅钻 施工深度 101.67 m, 第四系厚 34 m, 第三系厚 20 m, 覆盖厚度总计 54 m, 于 60~96m 见含金地质体, 厚 5.0 m, 金品位 $1.11 \times 10^{-6} \sim 3.50 \times 10^{-6}$, 矿化带宽 19 m, 走向 290° , 倾角 65° 。脉体成分主要为蚀变砂岩、泥质板岩组成。编号为 16 号矿脉。

QZ1605 浅钻 施工深度 100.13 m, 第四系厚 22 m, 第三系厚 34 m, 覆盖厚度总计 56 m, 见 2 层矿体, 其中一层厚度 3.4 m, 品位为 4.63×10^{-6} ; 另一层厚度 1.74 m, 品位为 1.85×10^{-6} , 走向 290° , 倾角 65° 。编号为 23 号矿脉 (图 6)。

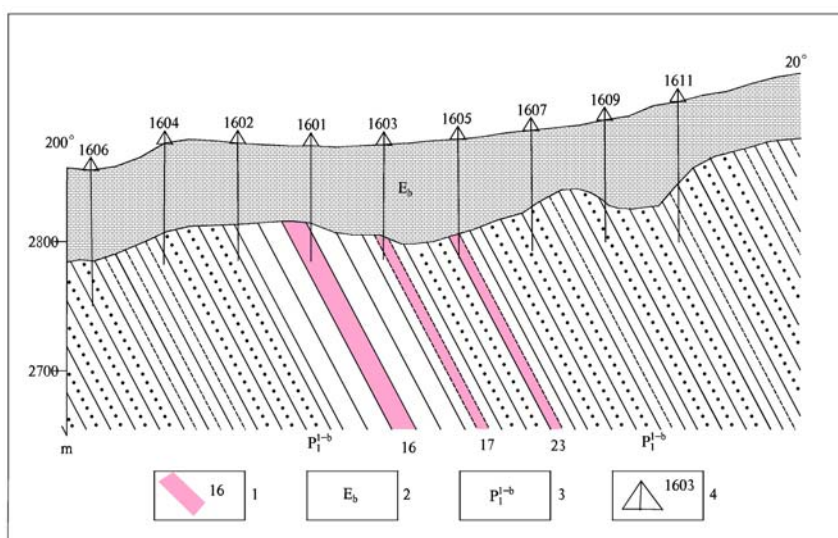


图 6 160 勘探线地质剖面图

1—矿脉及编号; 2—第三系砂砾岩; 3—砂岩、板岩; 4—钻孔及编号

ZK1484 岩心钻开孔角 60 度, 孔深 450.5 m, 发现矿化体 6 条, 于 89.82~91.82 m 发现 23 号矿脉, 厚度 1.78 m, 品位 8.62×10^{-6} , 提交 (334) 资源量 2 639 kg。于 110.72~426.32 m 发现矿化体 5 条, 品位 $0.2 \times 10^{-6} \sim 2.39 \times 10^{-6}$ 。

5 结 论

(1) 寨上矿区使用电法仪器为微机激电仪, 采用方法: 激电中梯、激电联剖、激电测深, 寻找到隐伏金矿体 (6、17、23 号脉), 效果明显。

(2) 寨上矿区西部牛儿寺—王足路一带位于寨上北矿带西延部位, 第三系覆盖较厚, 地质找矿难度较大, 地表物探极化率异常呈带状分布, 局部有金矿化显示, 推断深部有金矿体存在, 找矿潜力较大。应系统开展激电联合剖面测量, 探测深部极化体, 指导钻探施工。

(3) 寨上矿区东部安柴沟一带 (34 号金矿脉), 位于寨上矿区南矿带东延部位, 目前未开展物探工作。应系统开展激电联合剖面测量, 确定矿脉的走向、倾向、延深及深部矿化富集带, 为钻探施工提供依据。

(4) 寨上矿区西部梅川一带与寨上矿区位于同一成矿带上, 地层与寨上矿区西部类同, 深大断裂从该区北部通过, Au、As、Sb 异常较发育, 第三系覆盖较厚, 建议开展电法工作, 寻找隐伏矿体。

(5) 目前寨上矿区开展的激电联合剖面极距多为 $AO < 310$ m 极距, 很少为 $AO = 410$ m 极距。今后应使用精度高、功率大的微机激电仪, 大面积开展 $AO > 410$ m 极距激电联合剖面测量, 寻找深部极化体, 同时使用地震仪寻找深部构造, 研究其分布规律, 指导深部找矿, 早日实现寨上百吨目标。

参 考 文 献

赵文川, 彭素霞, 李 涛. 2008. 寨上金矿区矿脉产状及深部找矿前景初探[J]. 黄金科学技术, 16(2): 1-4.

郭红乐, 陆志平, 刘 爽, 张复新, 于 岚. 2003. 甘肃寨上卡林型金矿床地质特征与控矿因素[J]. 黄金地质, 9(3): 21-26.