# 东坪金矿地球物理和地球化学找矿模式

赵志龙　耿中秋
(武警黄金第八支队　河北遵化　064200)

摘　要　东坪金矿产于华力西期偏碱性杂岩体内接触带中, 成矿与地层、构造、岩浆演化密切相关, 为石英脉 (网脉) 、钾长石化蚀变岩型金矿床。通过大量的物化探资料分析研究, 建立了物化探综合找矿模式。

关键词　金矿　地球物理　地球化学　综合找矿模式　河北

1985 年发现的东坪金矿, 是产于偏碱性杂岩体内侧接触带的含金石英脉和含金破碎蚀变岩型的特大型金矿床。经过多年的勘探和生产实践, 根据本区已取得的物化探实际资料, 有必要总结出东坪金矿的地球物理、地球化学特征及找矿模式。

## 1　地质概况

东坪金矿位于华北地台北缘、燕山台褶带与内蒙地轴交界部的南侧, 北距尚义—崇礼—赤城深大断裂约 8 km。区域内广泛发育着太古宇、下元古界变质岩系和中生界侏罗系地层, 其次中元古界沉积岩系、中生界白垩系、新生界第三、第四系有零星分布。

区内构造复杂, 以断裂为主。尚义—崇礼—赤城东西向大断裂的派生断裂为岩浆活动、矿液迁移聚集提供了通道和赋矿空间。北西西向断裂有杨木洼—炮梁、中山沟—上水泉断裂。另一组为北北东—北东及北西向断裂, 次之为北东东向, 均在水泉沟碱性杂岩体通过。前者为导矿构造, 后者为储矿构造。

本区岩浆活动强烈, 具有多旋回性。华力西期水泉沟碱性杂岩体侵入于崇礼群涧沟河组中, 呈近东西向带状展布, 长约 54 km, 宽 4～8.5 km, 杂岩体具有复杂多相的特点, 主要为二长岩、正长岩类。

金矿脉 (带) 产于水泉沟碱性杂岩体南接触带的内带上, 赋矿岩相为二长岩和正长岩类, 共发现 86 条矿脉 (带), 其中 1、70 号脉储量占 95%。矿体围岩蚀变普遍强烈, 主要为钾长石化、硅化, 其次为绢云母化和黄铁矿化。金矿化与钾化和硅化关系密切。东坪金矿为贫硫化物类型矿石, 矿物成分较为复杂, 主要金属矿物为赤铁矿、镜铁矿、磁铁矿、褐铁矿、黄铁矿、方铅矿、黄铜矿、闪锌矿、碲铅矿、碲铋矿。金矿物主要为自然金和碲金矿。脉石矿物主要为石英、钾长石, 其次为斜长石、绢云母、绿帘石等。自然金的嵌布形式主要有三种, 即包裹体金、晶隙金和裂隙金, 以后者为主。金的主要载体矿物有石英、黄铁矿、方铅矿、褐铁矿、钾微斜长石等。矿石类型按矿物成分可分为两类, 即金-石英脉型和金-硅钾化蚀变岩型。

第一作者简介: 赵志龙, 男, 45 岁, 工程师, 物化探专业。

1997-03-24 收稿。田澍章编辑。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://ww

## 2　地球物理特征

### 2.1　地球物理参数特征

2.1.1　电阻率特征　通过对矿区 233 块岩(矿) 石标本的电性、磁性、 能谱等项参数测定，结果见表 1。

全区平均电阻率最大的为 70 号矿化蚀变带，次之为含金石英脉，再次之为石英二长岩，最小为二长岩、角闪二长岩和片麻岩，所以可在 70 号脉群形成明显的高电阻率异常，而在含金石英脉破碎程度不同的脉体上形成的高电阻率异常强度也不同，破碎程度

表 1　东坪金矿区岩、矿石物性参数测定

| 类　别 | 矿体号 | 样品数 | 岩　性 | 电阻率 / ·m 平均值 | 电阻率 / ·m 范　围 | 极化率 /% 平均值 | 极化率 /% 范　围 | 硅化率 $k$ | 剩磁 $j$ | -K N/cm³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 围岩 | | 22 | 片麻岩 | 1 485 | 126～7 335 | 1.48 | 0.4～2.8 | 0.21 | 0.14 | 2.94 |
| | | 10 | 片麻岩捕虏体 | 1 528 | 79～2 844 | 3.90 | 1.5～18.5 | 1.97 | 0.78 | 3.71 |
| | | 12 | 角闪二长岩 | 860 | 43～1 509 | 1.89 | 0.8～3.8 | 0.53 | 0.04 | 3.95 |
| | | 30 | 二长岩 | 1 731 | 482～5 373 | 1.92 | 0.9～3.1 | 0 | 0 | 3.79 |
| | | 30 | 石英二长岩 | 4 508 | 1 172～9 788 | 1.60 | 0.9～2.9 | 0 | 0 | 3.36 |
| 单脉型 | 2 | 14 | 石英脉矿石 | 5 526 | 1 114～24 857 | 2.14 | 0.1～8.1 | 0 | 0 | 3.12 |
| | | 12 | 蚀变围岩 | 1 202 | 399～1 508 | 1.98 | 0.9～3.5 | 0 | 0 | 4.04 |
| | 3 | 10 | 石英脉矿石 | 4 548 | 650～11 056 | 1.42 | 0.4～2.3 | 0 | 0 | 3.24 |
| | | 11 | 蚀变围岩 | 921 | 453～1 800 | 2.57 | 0.3～3.8 | 0 | 0 | 3.81 |
| | 22 | 12 | 石英脉矿石 | 31 081 | 5 932～142 734 | 2.52 | 0.5～5.8 | 0 | 0 | 2.65 |
| | | 12 | 蚀变围岩 | 747 | 104～2 538 | 6.88 | | 0 | 0 | 4.04 |
| 蚀变岩型 | 1 | 25 | 石英脉矿石 | 33 596 | 846～178 165 | 2.65 | 0.3～31.8 | 0 | 0 | 2.91 |
| | | 20 | 蚀变带 | 814 | 258～1 852 | 2.18 | 1.5～3.6 | 0 | 0 | 4.59 |
| | 70 | 13 | 蚀变岩型矿石 | 7 288 | 2 705～13 870 | 2.12 | 1.3～3.3 | 0 | 0 | 3.93 |

N 为计数率，只表示相对数量，无量纲；其中硅化率、剩磁、 -K 为平均值。

强的石英脉，异常也相应较明显。

2.1.2　极化率特征　本矿区除磁铁矿外，各类岩(矿) 石均贫金属矿物(金属矿物仅占 1.3%)，所以极化率一般为中、弱，从参数测定(表 1) 可看出，除石英脉矿石和磁铁石英岩具有较高的极化率外，其他各类岩(矿) 石极化率都小于 2%。

2.1.3　磁性特征　矿区各类岩(矿) 石除片麻岩及岩体中的角闪二长岩磁性较强外，其他磁性均较弱。用磁法可圈定岩体的边界、形态及捕虏体的分布状态。

2.1.4　能谱特征　从表 1 可看出，矿化蚀变带平均值为 4.14 N/m³，而其他岩性小于 4 N/m³，这与在成矿过程中的钾化强弱有密切关系，所以用 能谱可圈定钾化蚀变带，间接圈定矿体。

### 2.2　地球物理异常特征

在东坪矿区矿脉集中分布的 10 km² 范围内进行的电法、磁法、 能谱测量，捕获了大量的异常，其异常特征分述如下。

2.2.1　视电阻率异常特征　通过激发极化中梯捕获高电阻率异常六个(图 1)，主要分布于南坪沟以东一带，西坪一带虽有 22 号脉存在，但视电阻率并不高，与其对应的 s-4 号高阻异常，走向近南北，一般为 1000 ·m，最高 2 400 ·m，向南一直延伸到太古宇片麻岩地层里。22 号脉以石英脉为主，较破碎，所以电阻率不高。

1 号脉上盘所覆盖的 s-6 号高阻异常比 22 号脉上高阻异常更低，一般为 500～

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://ww

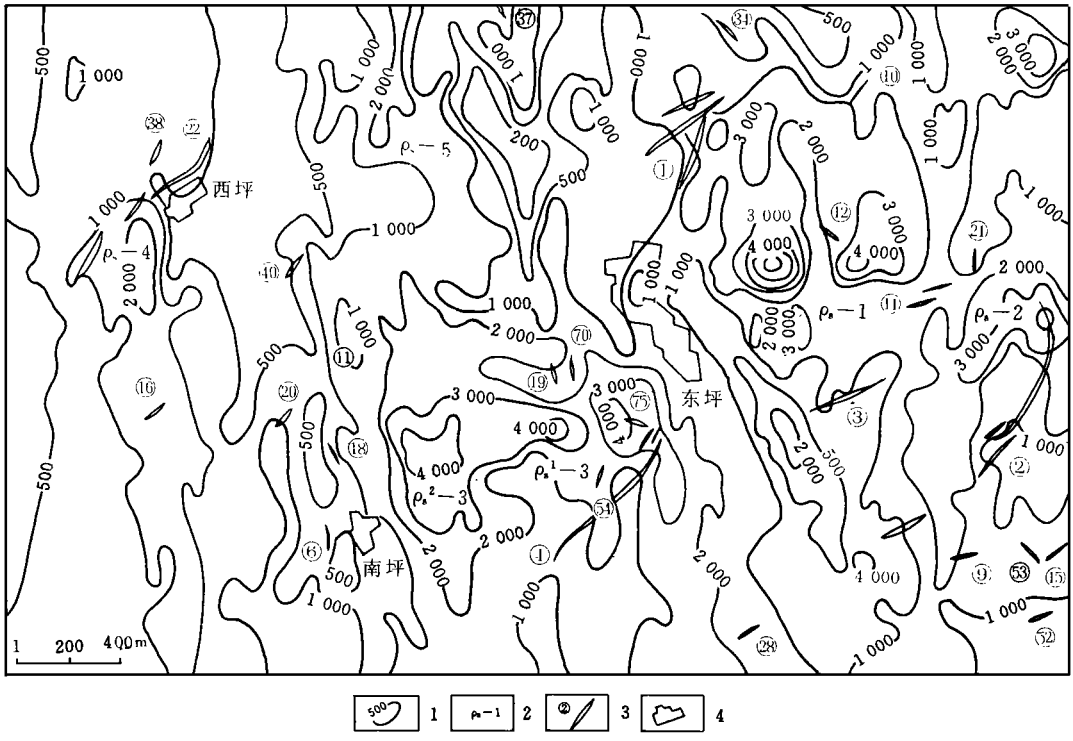



图 **1** 视电阻率异常图

1—视电阻率等值线，单位 ·m；2—视电阻率异常编号；3—矿脉编号；4—居民点

1 000 ·m，最高值在 1 号脉出露部位，为 3 000 ·m，这与 1 号脉本身矿脉类型有关，1 622 m 标高以上以石英脉为主，所以出现高阻异常，而在 1 538～1 584 m 标高为石英脉+ 钾化蚀变岩型，矿体局部膨大、分支，在 1 503～1 464 m 标高为复脉+ 网脉+ 钾化蚀变岩型，使地表高阻异常反应越来越不明显。

70 号脉则不同，高电阻率异常面积为本区最大，不规则，有三个高值点，都大于 4 000 ·m，高阻异常（s—3 号）东部正与 70 号脉群对应，因其矿石类型为钾化、硅化蚀变带，可以引起明显的高阻异常，对 s－3 异常的西部做了地形改正，高阻异常仍然存在。用半极值点间弦长“q”法和拐点弦切距“m”法推算高阻体埋深 50 m 左右，这与钻孔资料相符。

s—2 号高阻异常覆于 2 号脉上，走向北东，异常南部比较平稳，一般为 2000～3 000 ·m，南端与 2 号脉南端相吻合，中部由于石英脉较破碎，所以没有引起高阻异常，使异常西移呈弧形，2 号脉的北端与 s—2 号异常北部相吻合，最高值点位于脉上，为 5 300 ·m，也就是说 2 号脉北端石英破碎程度较差，形成异常的高值区。s—1 号高阻异常位于 1 号脉与 3 号脉之间，主要地层为石英二长岩，4 号脉位于该异常区内，所以此高阻异常由石英脉或石英二长岩引起。

2.2.2 *视极化率异常特征* 全区视极化率在片麻岩区的背景值为 0.6%～0.8%，在碱性杂岩体内背景值为 0.4%～0.7%，以 1.0% 为异常下限圈定的 12 个极化率异常主要分布在本区的中部（图 2），异常基本为北西向展布，与矿区总体矿化特点相一致。本区中部主要由 s－1、s－7、s－8 号异常构成，s—1 号异常位于 1 号脉群上盘，长轴走向北西，长约 800 m，近似等轴状，极化率值

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://ww

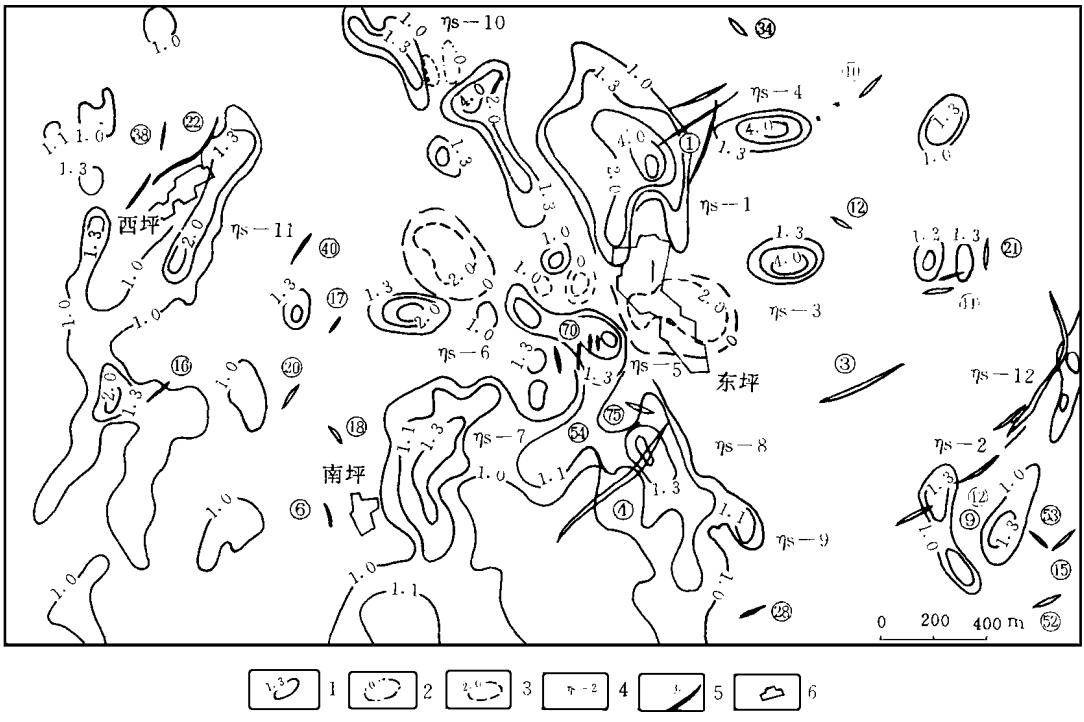



图 **2**　东坪金矿区激电中梯视极化率 $\eta_s$ 等值线平面图

1— $\eta_s$ 等值线，单位%；2— $\eta_{s0}$ 等值线；3— $\eta_s$ 负等值线；4— $\eta_s$ 异常编号；5—矿脉及编号；6—居民点

一般为 1.0%～2.0%，最高值为 6.8%，异常东部等值线较密，梯度大，向西则较稀疏，说明 1 号脉向北西倾。其实 s－1 号异常的走向与 1 号脉 1 584 m 标高以下的矿脉走向一致，反应了深部石英脉+钾化蚀变岩矿体的分布状况。s－5、s－7、s－8 实为一个大异常，与 s－3 号高阻异常状态基本相同，并且吻合，大致呈北西走向，不规则，一般极化率值为 1.0%～1.3%，s－5 号极化率异常走向北西，最高点有两处，分别为 2.6%、4.3%，位于 70 号脉之上。s－7 号极化率异常位于南坪沟以东太古宇地层中，面积大，长约 950 m，最高值仅 1.8%，与 s－8 号相连，其极化率走向北西，长约 900 m，最大值 2.3%，位于 4 号脉的北部，异常区内有 75、54、4 号脉，其中 75 号脉为已知金矿脉，其余脉地表含金品位低，推测由深部矿（化）体引起。

在 s－1、s－5、s－7、s－8 号这四个极化率异常四周还分散分布着 s－10、s－4、s－6、s－9 号异常。在 s－10 号异常上经钻孔验证，在 200 多 m 的深部有大于 $2\times10^{-6}$ 的矿化体，其他异常还未验证。

s－11 位于西坪村附近，主体在 22 号脉下盘，而在 22 号脉的南端与 s－11 号异常的分支相吻合，长近 2 000 m，宽 200 m，不规则，一般极化率 $\eta_s$ 值为 1.0%～1.3%，有三个极值点，分别为 4.0%、3.6%、2.4%，与 22 号脉吻合的极化异常已进行了钻探工作，而其下盘部分没有得以验证，异常南部已伸入到太古宇片麻岩中，推测 22 号脉下盘及片麻岩下部还有金矿（化）体存在的可能。

与 2 号脉对应的极化率异常有两个，分别为 s－2、s－12，由于 2 号脉是由六个呈

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://ww

侧幕状排列的单脉组成，矿化不均匀，所以极化异常规模小而零散，其引起的异常值也不同，最大不超过 2%，s－12 号异常与矿体走向一致，而 s－2 号异常呈北西走向，其北端与矿脉吻合，而南部由其他矿脉所致。

2.2.3 能谱异常特征 硅、钾化蚀变与金矿密切相关是东坪金矿的主要地质特征，四道 能谱测量结果表明，已知矿体为 K 高，Th 低，U 不定的规模，总道与 K 道相似，故一般用 K 道异常加以评述。本区 能谱 K 道异常主要为 －1、－2、－3、－5、－8 等五个，分别对应于 1、70 号脉群，2、3、11、21、22 号脉，基本反映了各脉群分布范围及热液活动强度与温度场的东高西低的特点。韧性剪切带以南的片麻岩区无 能谱 K 道异常显示，说明热液活动较弱。

2.2.4 磁($T$)异常特征 在韧性剪切带北部二长岩、石英二长岩分布区，磁场强度变化小，一般为 100～200 nT，西部和中部两个低缓异常为岩体内片麻岩捕虏体引起，东部条带状异常为磁铁矿引起，南部以片麻岩为主，并有磁铁矿夹层的分布特点，在接触带上反映了两种地质体相互穿插的接触关系。

## 3 地球化学特征

### 3.1 区域地层地球化学特征

由表 2 可看出，在太古宇桑干群地层中，花家营组含金最高，涧沟河组次之，与金有关的元素 Cu、Pb、Zn、Mo 等含量较高。

表 2 基岩中特征元素含量 $w$ (B) /$10^{-6}$

| 地 层 | 样品数 | Cu | Pb | Zn | Mo | Mn | Ti | Ba | Cr | Ni | V | Ag | $w$(Au)/$10^{-9}$ | 富集系数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 桑干群 | 26 | 38.1 | 25.6 | 60.0 | 17.0 | 499 | 3 471 | 1 250 | 75.0 | 41.7 | 187 | | 16.4 | 4.7 |
| 涧沟河组 | 9 | 55.7 | 26.1 | 79.4 | 67.4 | 714 | 4 781 | 933 | 90.1 | 63.5 | 220 | 105 | 32.1 | 9.2 |
| 花家营组 | 7 | 26.5 | 46.7 | 70.1 | 4.1 | 539 | 3 800 | 1 139 | 45.5 | 27.8 | 155.1 | 121.5 | 50.0 | 14.3 |
| 水庄组 | 7 | 32.1 | 16.2 | 62.0 | 0.01 | 460 | 3 190 | 1 062 | 95.5 | 50.3 | 221 | | 5.1 | 1.5 |
| 西葛峪组 | 8 | 38.1 | 13.3 | 26.1 | 0.12 | 281 | 2 115 | 970 | 68.6 | 25.1 | 153 | | 4.8 | 1.4 |

### 3.2 土壤测量异常特征

在本区进行了 30 $km^2$ 的 1∶1 万土壤测量工作，以 $4\times10^{-9}$ 为异常下限，共圈定异常 15 个(图 3)，Au－1、2、3 号异常分布在东坪村附近，这三个异常均与已知 1、2、3 号矿脉群相吻合，Au－1、2 号异常强度高，最大值均大于 $200\times10^{-9}$，分带明显，浓集中心显著，$20\times10^{-9}$ 等值线均显示了矿体展布方向(表 3)。总之，所有异常均有矿脉对应，位

表 3 东坪金矿主要 Au 土壤测量异常统计

| 异常编号 | 异常面积 $km^2$ | 异常点数 | $w$(Au)/$10^{-9}$ 平均值 | $w$(Au)/$10^{-9}$ 极大值 | 异常形态 | 地质情况与推断解释 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Au－1 | 0.17 | 85 | 39.56 | ＞200 | 双中心，北北东向 | 与 1 号脉上盘、下盘对应 |
| Au－2 | 0.39 | 199 | 14.06 | ＞200 | 北东走向，条形 | 与 2 号脉走向、长度对应 |
| Au－3 | 0.29 | 146 | 22.36 | ＞200 | 近东西向，椭圆 | 部分地段的 3 号脉 |
| Au－4 | 0.07 | 37 | 9.73 | 50 | 主体北东向 | 与 1 号脉下盘已知脉对应 |
| Au－5 | 0.05 | 26 | 14.23 | 100 | 南北向，条形 | 与 70 号脉群已知脉对应 |
| Au－6 | 0.07 | 37 | 6.78 | 25 | 两个小异常 | |
| Au－7 | 0.10 | 49 | 20.96 | 150 | 南北向，双中心 | 22 号脉北西部位覆盖，推断为矿引起 |
| Au－9 | 0.02 | 8 | 42.00 | 200 | 圆形 | 22 号脉部分地段 |
| Au－14 | 0.02 | 8 | 21.3 | 150 | 半变异常，南北向 | 第四系覆盖，推断为矿引起 |

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://ww

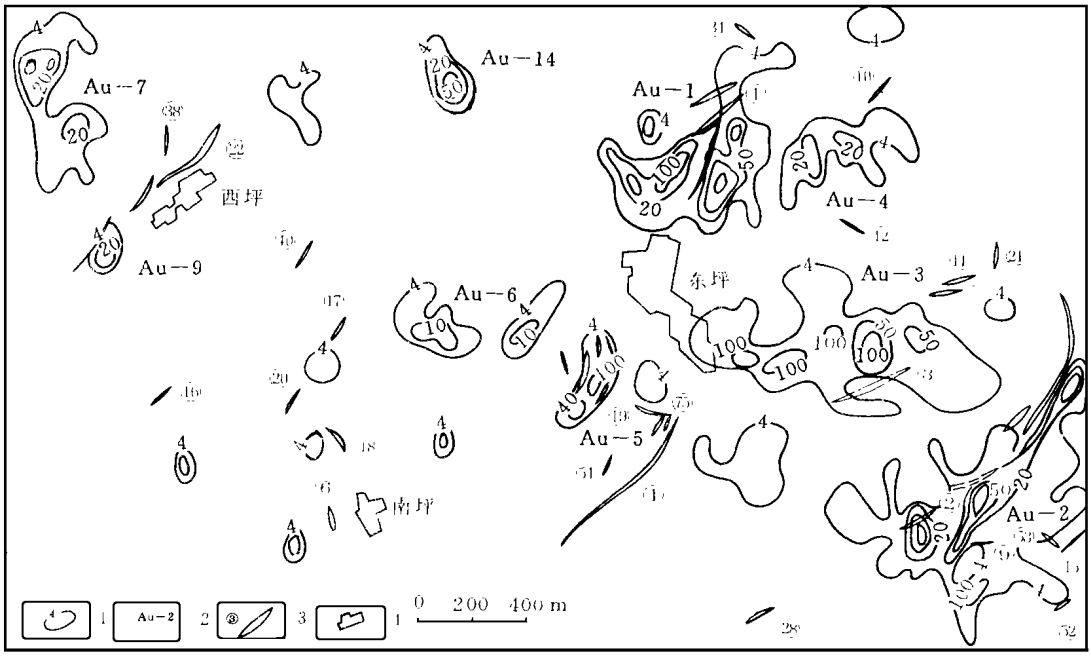



图 **3**　东坪金矿区土壤测量 **Au** 等值线平面图

1—Au 等值线，$w$（Au）/$10^{-9}$；2—Au 异常编号；3—矿脉及编号；4—居民点

于矿脉的坡下，走向基本反映了矿脉的走向，面积、强度基本反映矿体规模。

**3. 3**　矿床微量元素分带特征

3. 3. 1　*轴向分带*　通过对 1 号脉群 1 464 m 以上不同标高的 149 件样品，17 种元素的分析测定（表 4），用格氏法进行计算，首先对各原始数据进行了标准化（表 5），然后按公式 $D_i = X_i / X$ 计算出分带指数（表 6）。在不同标高，分带指数最大值即为该元素在分带序列中的位置。据此，在垂向上自上而下的元素分带序列为：（Cu、Pb、Zn、Hg、Ba、Au）－（Ag、Bi、Sb、As、Te）－（V、Co、Sn）－（Mo、Ni、K）。

标高 1 538 m 处头晕已剥蚀，为矿体中部晕，1 464 m 标高处是上层矿的尾晕叠加下层矿的头晕。Bi、Mo 是上一序列的结束，Hg、As、Sb、Ag 是下序列的开始，反映 1 464 m 标高以下侧向还有盲矿体存在。

3. 3. 2　*元素的纵向分带*　沿 1 号脉矿体走向元素变化特征，微量元素在不同勘探线的平均含量见表 7。从表可以看出，由北向南 Ag、Sb、As 有增高的趋势，Cu、Mo、Zn、Bi、Hg 平均含量变化不大，16—7 线和 7—23 线间 Pb 元素平均含量由高到低循环，呈脉动变化，8 线 Au 平均含量最高。矿体中部 As 平均含量最高。7 线以北 Ag 平均含量小于 1，7 线以南 Ag 平均含量大于 1。

3. 3. 3　*元素的横向分带*　在 1 号脉选 7 线的六个钻孔 257 件样品，主要元素横向分带特征如下：内带 Au、Ag、Mo；中带 Cu、Zn、Bi、Sb；外带 Hg、As、Pb。

## 4　地球物理、地球化学找矿模式

地球物理-地球化学找矿模式见图 4。

**4. 1**　地质条件

1）以太古宇桑干群片麻岩系为矿源层，产于华力西期水泉沟碱性杂岩体与太古宇桑干群韧性剪切带的内带。矿体的围岩主要岩

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://ww

表 **4** 各标高样品分析平均值 $w$ (B) /$10^{-6}$

| 成 分 | 1 584 | 1 538 | 1 503 | 1 464 | 1 400 | 1 300 | 1 200 | 1 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cu | 71. 30 | 51. 36 | 32. 86 | 20. 54 | 44. 10 | 41. 97 | 25. 0 | 20. 0 |
| Mo | 1. 06 | 1. 96 | 1. 16 | 1. 51 | 1. 13 | 1. 01 | 1. 50 | 1. 20 |
| Pb | 102. 2 | 86. 82 | 63. 53 | 57. 14 | 188. 1 | 212. 4 | 41. 02 | 40. 00 |
| Zn | 71. 30 | 37. 27 | 36. 82 | 35. 71 | 53. 20 | 58. 27 | 31. 00 | 30. 50 |
| Ag | 0. 30 | 0. 55 | 0. 36 | 0. 25 | 0. 26 | 0. 50 | 0. 96 | 0. 80 |
| Bi | 0. 52 | 2. 53 | 1. 13 | 1. 00 | 1. 00 | 1. 13 | 1. 10 | 1. 50 |
| Sb | 0. 29 | 0. 48 | 0. 28 | 0. 20 | 0. 96 | 0. 92 | 0. 97 | 0. 84 |
| As | 2. 85 | 4. 38 | 1. 57 | 0. 79 | 0. 95 | 0. 81 | 1. 10 | 0. 86 |
| Hg | 0. 05 | 0. 04 | 0. 03 | 0. 03 | 0. 03 | 0. 03 | 0. 03 | 0. 03 |
| Ba | 1 287. 0 | 961. 4 | 793. 0 | 520. 8 | 547. 0 | 691. 60 | 475. 0 | 575. 0 |
| Ni | 18. 78 | 18. 18 | 21. 13 | 24. 48 | 15. 00 | 17. 0 | 15. 0 | 15. 0 |
| V | 22. 74 | 28. 68 | 23. 34 | 18. 96 | 20. 34 | 24. 52 | 23. 1 | 25. 2 |
| Co | 9. 59 | 13. 95 | 12. 90 | 6. 15 | 9. 11 | 10. 07 | 15. 5 | 7. 50 |
| K | 5. 27 | 6. 78 | 5. 64 | 6. 26 | 7. 38 | 7. 90 | 5. 25 | 5. 10 |
| Sr | 885. 4 | 770. 0 | 1 073. 0 | 534. 8 | 398. 2 | 433. 3 | 575. 0 | 475. 2 |
| Te | 0. 53 | 0. 60 | 0. 33 | 0. 29 | 0. 45 | 0. 55 | 0. 39 | 0. 31 |
| Au | 2. 88 | 2. 47 | 1. 40 | 0. 96 | 5. 06 | 8. 10 | 6. 78 | 2. 30 |
| Au/Ag | 9. 61 | 4. 50 | 3. 89 | 3. 78 | 10. 12 | 8. 43 | 8. 47 | 3. 83 |
| As/Sb | 9. 83 | 9. 12 | 5. 60 | 3. 88 | 0. 99 | 0. 88 | 1. 13 | 1. 02 |
| Ag · Sb · As | 0. 25 | 1. 15 | 0. 15 | 0. 04 | 0. 46 | 0. 72 | 0. 85 | 0. 43 |
| Ag+ Sb+ As | 3. 44 | 5. 41 | 2. 21 | 1. 24 | 2. 17 | 2. 23 | 3. 03 | 2. 50 |
| Pb/ Cu+ Zn | 0. 77 | 0. 98 | 0. 93 | 1. 01 | 1. 92 | 2. 12 | 0. 73 | 0. 79 |
| Bi+ Mo | 1. 58 | 4. 49 | 2. 29 | 2. 51 | 2. 13 | 2. 14 | 2. 60 | 2. 70 |
| As/Mo | 2. 69 | 2. 23 | 1. 35 | 0. 52 | 0. 82 | 0. 80 | 0. 73 | 0. 72 |
| Ag+ Sb+ As/ Mo+ Bi | 2. 18 | 1. 20 | 0. 96 | 0. 49 | 1. 02 | 1. 04 | 1. 16 | 0. 92 |

表 **5** 各标高元素标准化数据

| 标高/ m | Cu | Mo | Pb | Zn | Ag | Bi | Sb | As | Hg | Au | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 584 | 7. 130 | 1. 060 | 1. 409 | 7. 130 | 3. 000 | 0. 520 | 2. 940 | 2. 850 | 4. 000 | 6. 050 | 35. 799 |
| 1 538 | 5. 130 | 1. 960 | 0. 868 | 4. 454 | 5. 500 | 2. 500 | 4. 700 | 4. 380 | 4. 400 | 3. 530 | 27. 448 |
| 1 503 | 3. 587 | 1. 140 | 0. 650 | 2. 603 | 3. 600 | 1. 130 | 2. 700 | 1. 920 | 3. 500 | 2. 630 | 24. 560 |
| 1 464 | 2. 054 | 1. 520 | 0. 571 | 3. 571 | 2. 550 | 1. 000 | 2. 000 | 0. 790 | 3. 300 | 2. 300 | 19. 656 |

表 **6** 元素分带指数

| 元素 | 分带指数 | | | | 元素 | 分带指数 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 584 | 1 538 | 1 503 | 1 464 | | 1 584 | 1 538 | 1 503 | 1 464 |
| Cu | 1. 536 | 1. 113 | 1. 051 | 0. 661 | Ba | 2. 773 | 2. 083 | 2. 536 | 1. 677 |
| Mo | 2. 285 | 2. 399 | 3. 712 | 3. 885 | Ni | 4. 045 | 3. 940 | 6. 756 | 7. 881 |
| Pb | 2. 200 | 1. 881 | 2. 089 | 1. 839 | V | 4. 898 | 6. 214 | 7. 463 | 6. 103 |
| Zn | 1. 536 | 0. 808 | 1. 177 | 1. 150 | Co | 2. 066 | 3. 023 | 4. 125 | 1. 980 |
| Ag | 6. 462 | 11. 917 | 11. 510 | 8. 209 | K | 1. 136 | 1. 470 | 1. 803 | 2. 015 |
| Bi | 1. 124 | 5. 482 | 2. 718 | 3. 219 | Sr | 1. 907 | 1. 668 | 3. 432 | 1. 722 |
| Sb | 6. 311 | 10. 400 | 8. 953 | 6. 567 | Te | 1. 191 | 1. 304 | 1. 055 | 0. 937 |
| As | 5. 620 | 9. 490 | 5. 020 | 2. 553 | Au | 6. 203 | 5. 367 | 4. 476 | 3. 107 |
| Hg | 0. 969 | 0. 953 | 0. 959 | 0. 966 | | | | | |

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://ww

表 7　纵向元素平均含量表　　$w$ (B) /$10^{-6}$

| 线　号 | Cu | Mo | Pb | Zn | Ag | Bi | Sb | As | Hg | Au |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 43.3 | 3.3 | 1 300 | 37 | 0.80 | 1.25 | 0.20 | 1.50 | 0.045 | 1.74 |
| 8 | 71.25 | 1.25 | 2 300 | 42.8 | 0.825 | 0.56 | 0.30 | 2.60 | 0.041 | 24.32 |
| 4 | 35.00 | 1.00 | 100.5 | 45.0 | 0.28 | 1.87 | 0.20 | 0.70 | 0.040 | 6.92 |
| 4～0 | 71.3 | 1.06 | 140.87 | 71.3 | 0.30 | 0.52 | 0.29 | 2.85 | 0.040 | 6.05 |
| 0～3 | 51.36 | 1.96 | 86.80 | 44.5 | 0.55 | 2.52 | 0.47 | 9.38 | 0.044 | 3.53 |
| 3～7 | 35.87 | 1.14 | 65.00 | 36.0 | 0.36 | 1.13 | 0.27 | 1.92 | 0.035 | 2.62 |
| 7 | 27.20 | 1.00 | 99.50 | 77.0 | 0.24 | 0.99 | 1.45 | 0.88 | 0.04 | 6.95 |
| 11 | 34.32 | 1.08 | 182.25 | 49.5 | 1.11 | 1.26 | 0.98 | 5.38 | 0.04 | 3.69 |
| 15 | 17.84 | 1.03 | 66.25 | 38.8 | 1.07 | 1.25 | 0.94 | 3.91 | 0.04 | 6.41 |
| 19 | 41.97 | 1.01 | 212.41 | 58.3 | 1.77 | 1.04 | 0.92 | 0.81 | 0.04 | 6.67 |
| 19～23 | 24.91 | 1.17 | 97.50 | 43.6 | 0.33 | 1.03 | 0.36 | 1.17 | 0.042 | 3.82 |

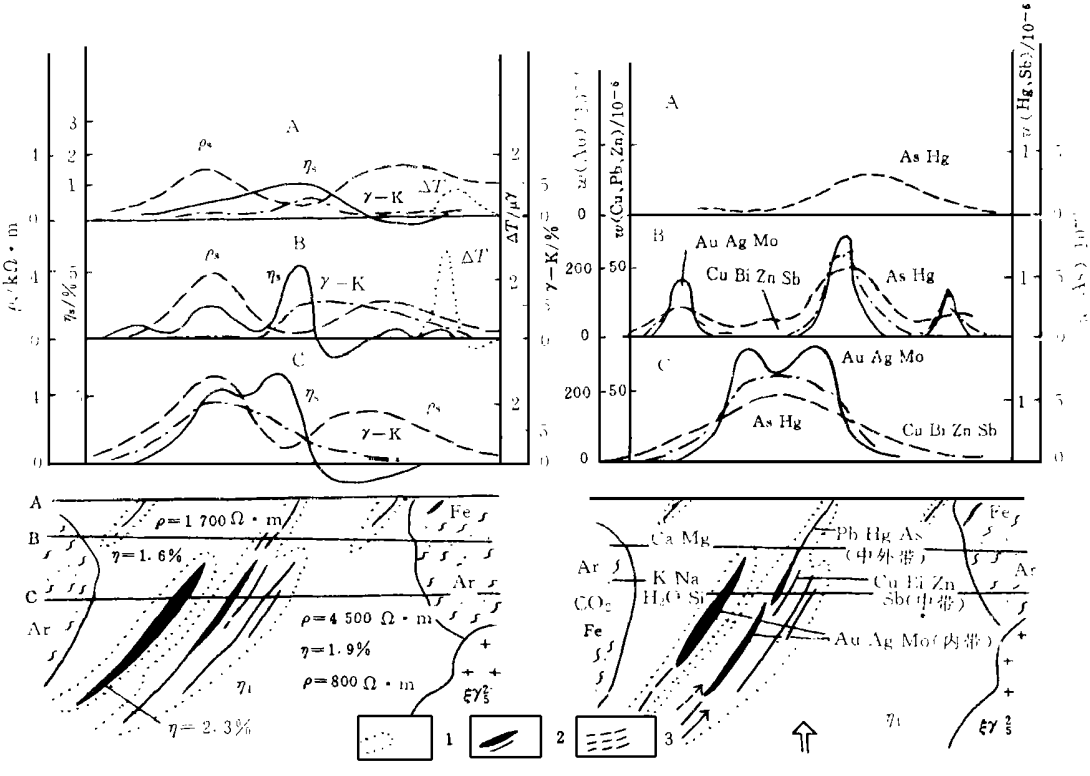



图 4　东坪金矿地球物理-地球化学找矿模型图

$_4$—水泉沟碱性杂岩体；Ar—片麻岩；　$^1_5$—钾长花岗岩；1—蚀变带；2—金矿体；3—韧性变形带

性为二长岩和石英二长岩。2) 距尚义—崇礼—赤城深大断裂 8 km，由于韧性变形作用，使得物理性质较弱的岩体产生北北东、北东和北西向断裂。断裂和节理构造发育的地方，硅钾化蚀变宽大连续，蚀变带内矿体成群分布，上部以石英脉为主，下部以蚀变岩型为主。3) 矿石矿物以黄铁矿、方铅矿为主，占 1.3%；脉石矿物占 98.7%，主要为石英。

**4.2**　地球物理找矿模式

4.2.1　*物探电法*　1) 石英脉型金矿，物性参数极化率大于 2%，电阻率 4 000～35 000 Ω·m，与围岩有明显的电性差异，实地观测

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://ww

异常极化率为 1.0～1.5, 背景值为 0.4～0.7, 明显可辨, 高阻异常一般为2000～3 000 ·m, 平面剖面图显示为沿矿体走向成雁行状, 极化率、电阻率(视破碎程度) 一般稍高于正常场。极化率曲线一侧陡、另一侧缓, 矿体向缓的一侧倾斜。平面等值线图上异常位于矿体的上盘, s 高阻异常面积大于极化率 s 异常, 并包括矿体在内, 而极化率 s 异常走向与矿体走向一致, 矿体出露一侧等值线较密, 倾斜方向较稀, 下盘有负异常出现。异常基本反映矿体展布情况, 如 1、2 号脉群。2) 矿化蚀变带, 其极化率 2.0%～7.0%, 电阻率 700～1 200 ·m, 与围岩无区别。实地观测异常, 根据物性参数测定矿体上盘只有激发极化率异常, 无高电阻率异常。3) 钾化、硅化蚀变岩型金矿, 其极化率为 2.0%～3.0%, 电阻率为 3 000～13 800 ·m, 在实地观测, 两异常相互吻合, 走向与矿体走向一致, 如 70 号脉群。

4.2.2 能谱 Th 低、U 不定的特征推断矿体的存在及矿化蚀变带的矿化程度, 用 K/Th 值异常与矿体吻合更好。

4.2.3 磁法 *T* 测量 可用于判别磁铁矿引起的极化异常及圈定太古宇片麻岩与岩体的界线。

**4.3** 地球化学找矿模式及综合分析

土壤测量指示元素主要是金 (针对异常还可选择其他元素, 如与金相关的 Ag、As、Sb、Bi、Cu、Zn、Mo 等元素)。直接圈定矿化带及矿体矿化范围, 浓集中心的地方为金矿隐伏或出露的矿头, 其走向为矿体走向, 异常向下坡扩散。其强度及规模可预测矿体的矿化规模。

依据元素轴向分带, 前缘晕组合为 As-Hg-Sb; 矿体晕为 Au-Pb-Zn-Ag; 尾部为 Bi-Mo, 来判定剥蚀程度, 预测盲矿体。

当 Pb/(Cu+Zn) > 2 时, 预示下部有盲矿体存在; Au/Ag 值越大, 矿化越好, 大于 4 时, 矿化最好。

用物化探各种方法捕获的异常吻合情况综合分析, 进行异常预测。

## 参考文献

1 宋国瑞, 郭能霖, 马自遴, 宋官祥. 东坪金矿地质特征及成矿模式. 见: 孙书山主编. 金矿地质与勘探论文集. 北京: 冶金工业出版社, 1994. 187～196

# GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL PROSPECTING MODEL OF DONGPING GOLD DEPOSIT

Zhao Zhilong Geng Zhongqiu

(*No.* 8 *Geological party*, *Zunhua*, *Hebei*, 064200)

**Abstract** Dongping gold deposit occurs in inner contact zone of the alkalic complex body in variscan. Gold mineralization has a close relation to strata, structure, evolusion of the magmatic activity. It belongs to the quartz-vein (stringer lode), potash feldspar alteration type gold deposit. The physical-cheical composite prospecting modles are made by analysising and researching plenty of physical-chemmical data.

**Key words** gold deposit, geophysics, geochemistry, composite prospecting modle, Hebei

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://ww