

# 云南弥渡宝兴厂铜金矿区电法勘查成果及其地质找矿意义的初步认识

蔺冰玉, 李振钦, 陈浪, 和正中, 覃文明

(中国人民武装警察部队黄金第十支队, 云南 昆明 650111)

**摘要** 云南弥渡宝兴厂矿区是我部重要的铜、金多金属成矿区, 通过对区内斑岩型铜钼金矿和构造蚀变岩型金矿开展电法工作, 取得了较好的成果。本文通过结合地质工作, 总结出了该区两种类型铜、金矿(脉)体的电性特征, 并对矿(脉)体的空间展布情况及其与地质体的空间分布关系提出自己的初步认识, 通过工作对地质工程的布设起到了指导作用。

**关键词** 地球物理学; 铜金矿体; 物性; 高阻高充电体; 低阻高充电体; 宝兴厂矿区

云南弥渡宝兴厂矿区是重要的铜、金多金属成矿区, 笔者通过对区内斑岩型铜钼金矿和构造蚀变岩型金矿开展电法工作, 取得了较好的成果。以下介绍我们的工作情况。

## 1 矿区地质特征及成矿背景

宝兴厂矿区大地构造位置处于扬子板块西缘与兰坪—思茅微板块的结合部(图1)。为洱海—红河断裂与程海—宾川断裂夹持的三角地带。

矿区出露的地层主要为古生界奥陶系迎风村组碎屑岩系和志留系、泥盆系碳酸盐岩系, 两者呈角度不整合接触。岩性主要为砂岩、粉砂岩、变质砂岩(角岩)和灰岩。

区内分布着以向阳复式背斜为主干的区域性褶皱构造带。由于红河断裂的右旋和程海断裂的左旋多期次活动, 形成了本区复杂的构造体系, 主要表现为北西向和北东向两组, 且以北东向构造及断裂为主。

区内岩浆岩为海西期和喜马拉雅期多阶段侵入复式杂岩体: 海西期以辉长岩类为主, 多呈岩墙、岩脉产出; 喜马拉雅期岩浆活动及形态较为复杂, 以各类斑岩为主, 多呈岩墙、岩株、岩床、岩脉产出。矿区主岩体为马厂箐复式杂岩体。沿着岩体接触带由内向外分布有 Mo-Cu-Au, Ag, Pb, Zn 等矿化。

矿区由西向东分布有宝兴厂铜钼金矿、乱洞山铜磁铁矿、人头箐金矿。斑岩型铜钼矿体主要分布于马厂箐岩体的内接触带、铜金矿体主要分布于外接触带, 构造蚀变岩型金矿主要分布于矿区东部人头箐一金厂箐东部一带与二长斑岩体关系密切的近东西向构造破碎带中。

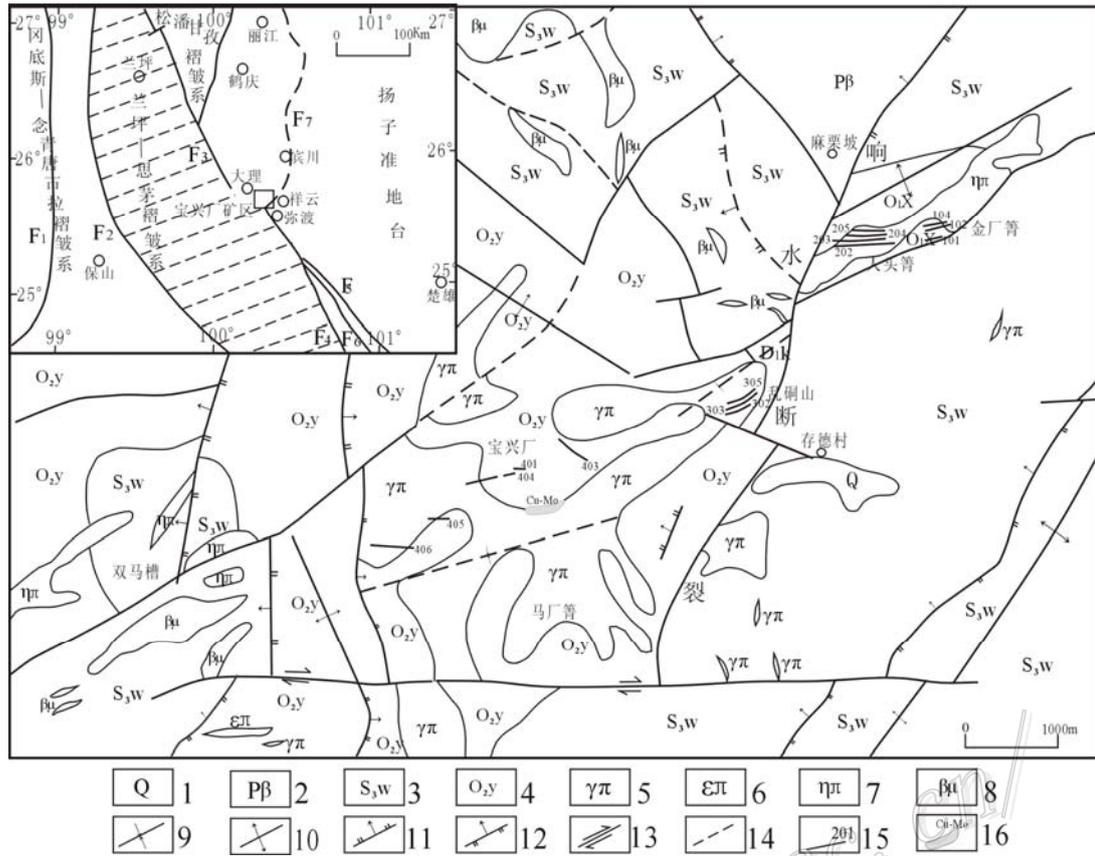


图1 宝兴厂矿区地质图

1—第四系；2—玄武岩；3—灰岩；4—砂岩；5—花岗斑岩；6—正长斑岩；7—二长斑岩；8—辉绿岩；9—向斜；10—背斜；11—正断层；12—逆断层；13—平移断层；14—推测断裂；15—金矿体；16—铜钼矿体

## 2 勘查方法和成果

通过使用重庆奔腾数控技术研究所生产的 WDA-1 型超级数字直流电法仪对矿区内两种不同类型的铜金矿体及其围岩类岩石的视电阻率、视充电率参数进行测定，其电性参数测定结果如下：

### (1) 宝兴厂斑岩型铜钼金矿

区内普遍出露地层为奥陶系砂岩、粉砂岩、变质砂岩（角岩），岩浆岩以花岗斑岩为主，局部出露有少量辉绿岩脉、二长斑岩脉和煌斑岩脉。铜钼矿体主要产于花岗斑岩体内部裂隙中或呈浸染状，铜金矿体主要赋存于岩体内部断裂及岩体与砂岩接触部位的角岩化带内。通过运用对称小四极法对区内的各种岩矿石露头进行电性参数测定结果见表 1。

由表 1 可见，出露的煌斑岩、辉绿岩表现为低阻低充电体；角岩、花岗斑岩表现为高阻体；砂岩介于中间状态。花岗斑岩和砂岩因存在局部矿化现象，致使其充电率变化范围较大，表现为相对的中高充电体，矿区内已发现的铜钼金矿体表现为中高阻高充电体，说明该区内的矿化类型与斑岩、角岩关系密切，其产出形态应以岩体内部断裂及岩体接触带为主，这与已知矿体的产出部位一致。

### (2) 人头箐-金厂箐金矿

区内普遍出露地层为志留系灰岩、奥陶系砂岩，岩浆岩以二长斑岩为主，局部出露有少量辉绿岩脉和煌斑岩脉。金矿体主要赋存于岩体内及其附近的近东西向构造破碎带中。通过对该区的岩矿石电性参数进行野外露头对称小四极法测定结果见下表 2。

表 1 宝兴厂矿段岩（矿）石电性参数统计表

岩、矿石名称	视电阻率 $\rho_s/(\Omega\cdot m)$		视充电率 Ms/%	
	变化范围	平均值	变化范围	平均值
砂岩	133~2000	832	1.21~3.83	1.67
花岗斑岩	480~6200	1067	1.67~2.44	1.84
角岩	227~3600	2039	0.96~2.17	1.24
煌斑岩	400~700	493	1.19~1.93	1.38
辉绿岩	200~500	288	0.91~1.45	1.09
铜钼金矿体	700~3000	1486	1.96~7.28	3.0

表 2 人头箐—金厂箐矿段岩（矿）石电性参数统计表

岩、矿石名称	视电阻率 $\rho_s/(\Omega\cdot m)$		视充电率 Ms/%	
	变化范围	平均值	变化范围	平均值
砂岩	90~1200	521	1.19~2.93	1.48
二长斑岩	120~800	295	0.93~1.76	1.36
灰岩	300~6000	1076	0.52~1.23	0.94
煌斑岩	70~400	169	1.1~1.36	1.2
辉绿岩	50~700	343	0.6~1.17	0.91
含金矿体	60~500	124	1.96~7.28	3.3

由表 2 可见，出露的煌斑岩、辉绿岩表现为低阻低充电体；灰岩表现为高阻低充电体；二长斑岩、砂岩由于破碎、蚀变和含水量较大，其电阻率和充电率变化范围较大，表现为中低阻中高充电体；矿区内已发现的含金矿体因与高岭土化、黄铁矿化关系密切而表现为低阻高充电体，说明该区内的矿化类型与二长斑岩及其附近的砂岩关系密切，其产出形态因以其中的构造破碎带为主。

综上所述，可以看出，矿体因赋存状态的差异而表现为不同性质的电性特征，由此将矿区划分为高阻高充电区和低阻高充电区两种异常形态，分述如下：

### （1）高阻高充电体

由于宝兴厂铜钼金矿区地形恶劣、相对高差大、植被覆盖程度高，局部地区岩石裸露强烈，交通条件差，供电条件艰难，故采用 AM=MN=20 m 小极距近场源三极装置进行剖面测量，取得较好的浅部异常验证效果。由此来指导下深部工程施工。

由图 2 可见，根据充电率异常下限 2.2% 圈定的高充电体整体以东西向、北东向展布，结合电阻率参数推断矿化体以东西向、北东向产出为主，其主要产出于高阻体内部及边部位置，呈多环条带状，推测高阻体为斑岩体（脉）或角岩化带，且在已知矿体南侧存在隐伏矿化体。观测异常地段与已知矿脉在走向上一致，但异常的长度有限，推测该花岗斑岩体向西呈岩脉形式有一定的延伸，且矿化体产于其中或接触带，矿化体向西延伸受南北向正断裂的阻隔而歼灭。

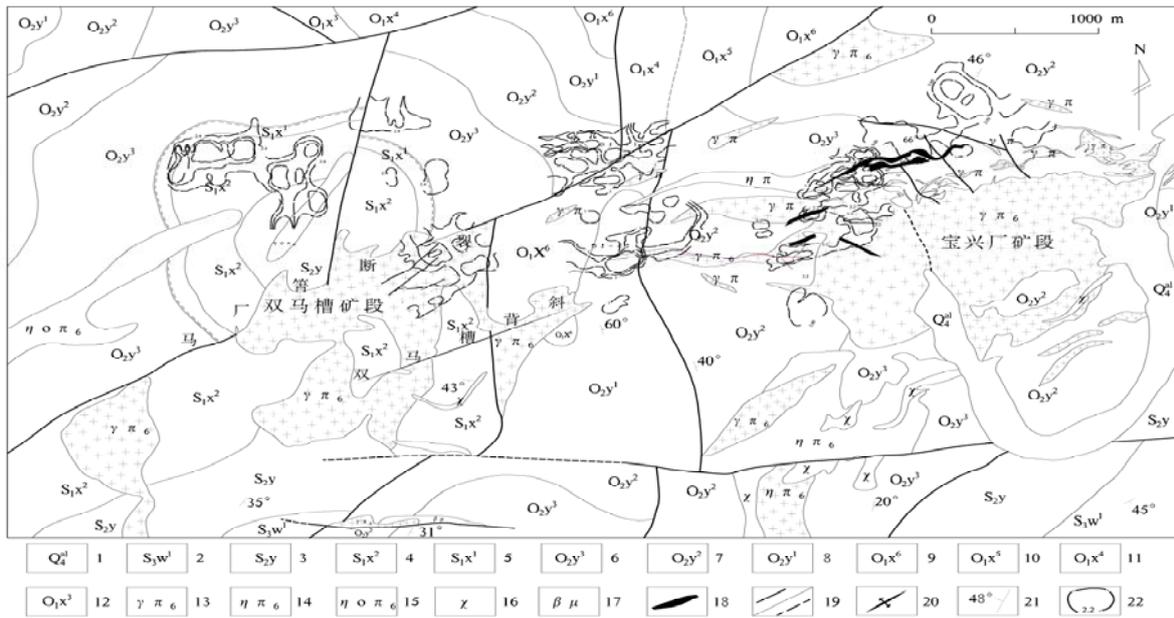


图2 宝兴厂矿段地质简图

- 1—第四系；2—志留系五福山组白云石化粉晶灰岩；3—志留系阴阳山组泥质网纹状灰岩；4—志留系砂质条带状灰岩；5—志留系陆屑灰岩；  
6—奥陶系深灰色变质粉砂岩、瘤状灰岩；7—奥陶系粘板岩夹泥灰岩；8—奥陶系砂岩夹粘板岩；9—奥陶系粘板岩；10—奥陶系变质石英细砂岩；  
11—奥陶系变质粉砂岩夹粘板岩；12—粘板岩、粉砂质板岩；13—花岗斑岩；14—二长斑岩；15—石英粗安斑岩；16—煌斑岩；17—辉绿岩；  
18—矿体；19—实测/推测断层；20—背斜；21—产状；22—视充电率异常等值线

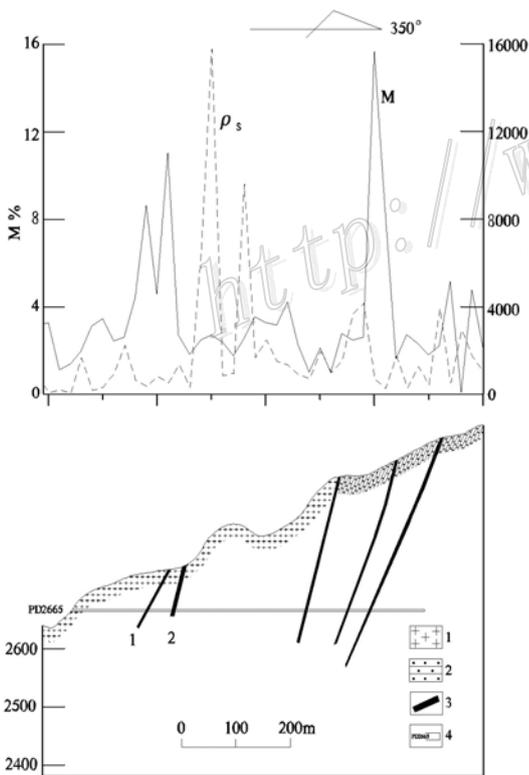


图3 10号勘探线综合剖面图

- 1—花岗斑岩；2—砂岩；3—铜金矿脉；4—坑道

双马槽矿段圈定的异常主要呈北东向和南北向展布，亦表现为高阻高充电体，且其沿着近东西向、南北向的断裂附近分布，推测沿断裂两侧附近存在平行的次级构造，其中填充有花岗斑岩脉，矿化体主要产于岩体附近的接触带或内部裂隙中。

由此可见宝兴厂矿段至双马槽矿段中部的两条南北向断裂阻隔了矿化体的连接，其中的北东向断裂分布与矿化关系密切，表现为中高阻高充电体，推测沿该断裂存在隐伏岩体，矿化体赋存其中或接触部位。

由图3近场源三极法测定曲线可见，视电阻率  $\rho_s$  曲线跳动较大，岩体内部基本上表现为中高阻体，平均在  $1200\Omega\cdot m$  左右，有局部特高值，通过坑道施工，主要表现为硅化岩体。在岩体与砂岩接触带上电阻率易出现极速变化而后呈锯齿形态变化，坑道内反应为角岩化带夹局部砂岩。视充电率 M 曲线反应了金属硫化物含量的高低，通过坑道验证发现了南部1、2号铜金矿脉，后在地表施工探槽揭露到矿体顶部。由此可见，矿体对应电性特征为高阻值部位（角岩化带内矿体）或边部（硅化岩体边部矿化体）和视充电率高值处。

(2) 低阻高充电体

人头箐—金厂箐矿段地形相对较好，供电条件较理想，采用了  $AO=70m$  和  $90m$ ， $MN=20m$  极距的激电联合剖

面进行测量，反应矿体的倾向和延伸效果较理想。

由图 4 可见，根据充电率异常下限 3%圈定的人头箐高充电体、1.5%圈定的金厂箐高充电体整体以东西向、北东向展布，结合电阻率参数推断矿化体以东西向、北东向产出为主，其主要产出于低阻体部位，呈条带状，推测低阻体为构造破碎带，异常走向与已知矿脉在走向上一致，但长度有限。

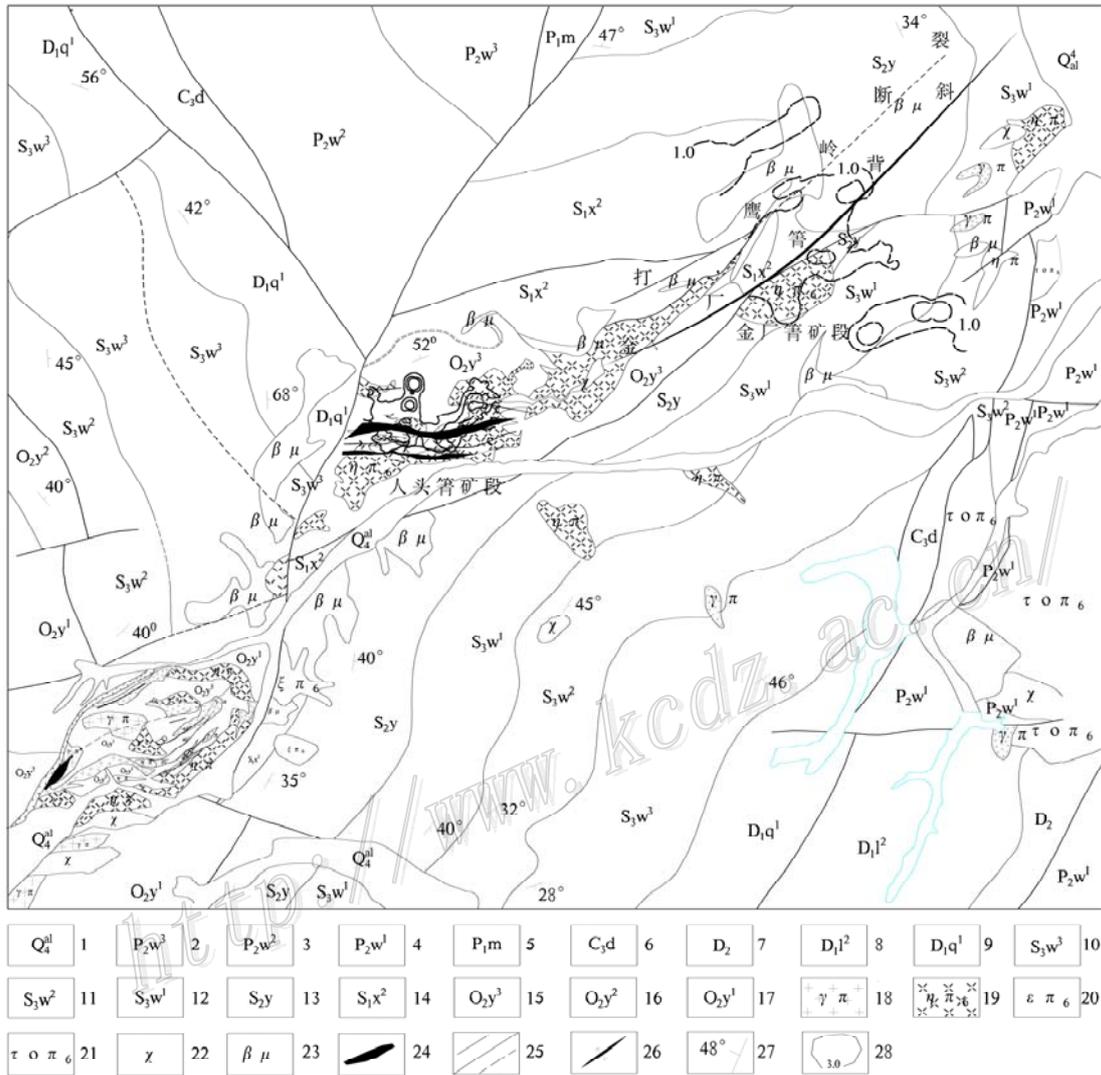


图 4 人头箐矿段地质简图

1—第四系；2—二叠系乌龙坝组安山玄武岩；3—二叠系乌龙坝组玄武质熔（岩）角砾岩；4—二叠系乌龙坝组致密状玄武岩；5—二叠系茅口组泥晶灰岩、白云质灰岩；6—石炭系斗顶山组浅灰色泥晶骨粒灰岩；7—泥盆系浅灰色条带状硅质岩；8—泥盆系莲花曲组灰色粉砂岩、泥岩夹石英砂岩；9—泥盆系莲花曲组含硅、泥质团块灰岩；10—志留系五福山组灰色粉晶灰岩；11—志留系五福山组白云质灰岩；12—志留系五福山组白云石化粉晶灰岩；13—志留系阴阳山组泥质网纹状灰岩；14—志留系砂质条带状灰岩；15—奥陶系深灰色变质粉砂岩、瘤状灰岩；16—奥陶系粘板岩夹泥灰岩；17—奥陶系砂岩夹粘板岩；18—花岗斑岩；19—二长斑岩；20—正长斑岩；21—石英二长斑岩；22—煌斑岩；23—辉绿岩；24—矿体；25—实测/推测断层；26—背斜；27—产状；28—充电率异常等值线图

人头箐矿段圈定的异常主要呈东西向展布，与已知矿体的走向一致，异常出现局部膨胀和收缩地段，推测为矿化群局部扩张变窄所致，异常向西延伸受北东向响水断裂阻挡，通过在断裂上进行的工作来看，其穿越断裂进入上盘的可能性很小，有呈近北东走向沿其下盘反倾的可能，异常区地表出露为一长轴近北东向二长斑岩体，矿体主要赋存于其中的东西向构造破碎带中。

金厂箐矿段圈定的异常主要呈北东向、东西向展布,其主异常走向北东向,主要分布于金厂箐背斜轴部位置和打鹰岭断裂之间,异常向南东方向未封闭,区内地表出露为二长斑岩和灰岩,通过地表工程揭露到少量的近东西向金矿脉。

其中人头箐至金厂箐矿段之间为我部已提交的一金矿采矿区,估算资源量 6 t,其矿体以北东向和南北向为主。由此推测金厂箐矿段与人头箐矿段具有类似成矿类型,矿体以产于近东西向的次级构造中为主。

由图 5 激电联合剖面测定曲线可见,视充电率曲线在 116 号点出现明显的反交点,通过交点两侧所夹持的面积判断矿体倾向北,和已知矿体出露相吻合,由于矿体表现为多条平行脉状,间距 5~20 m 不等,故无法分辨矿脉数量,通过施工钻孔均揭露到地表矿脉向深部有延伸。且钻孔 ZK3 于深部 2080 m 标高处揭露到隐伏矿体,由此可见,利用联合剖面确定矿体的范围、倾向,和向深部延伸情况效果较理想。

### 3 地质找矿意义的初步认识

通过对该区的观测结果发现,整个矿区的异常以北东向和东西向展布,异常值高、呈条带状、连续性较好、走向和倾向反应明显。和实际揭露的矿体(矿化体)产出形态较一致,说明了观测成果的可靠性。

宝兴厂—双马槽测区异常表现为高阻高充电体,推测该测区矿化体主要以产于花岗斑岩体内部裂隙和边部接触带形式为主。异常整体以北东向为主,延伸有限,其中部的南北向断裂错动了异常体的连续性,至双马槽西部后转变为受南北向断裂控制的南北走向异常体。

人头箐-金厂箐测区异常表现为低阻高充电体,推测该测区矿体(矿化体)主要以产于二长斑岩断裂构造破碎带中为主,异常整体以东西向为主,金厂箐矿段通过利用 70 m 和 90 m 极距激电联合剖面观测结果看,90 m 极距视充电率值较 70 m 高,故推测矿化体由人头箐矿段延伸至金厂箐矿段后在走向上变深。

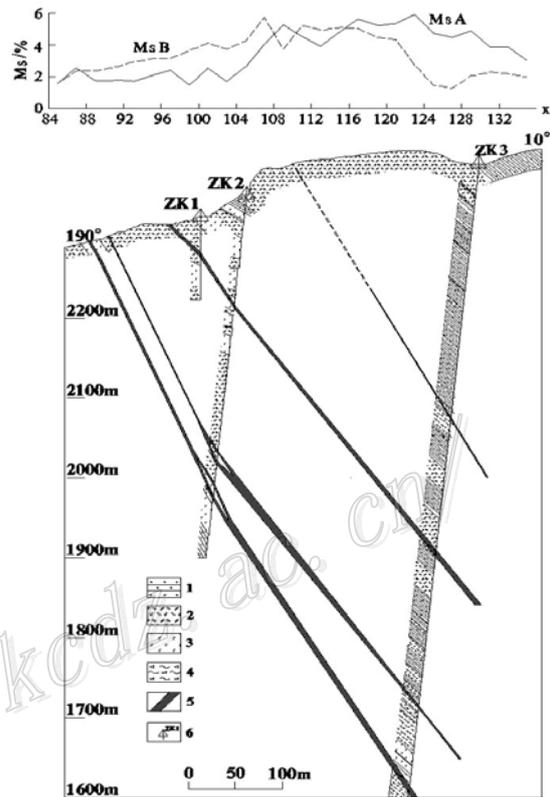


图 5 56 号勘探线综合剖面图

### 参考文献

- 傅良魁. 1983. 电法勘探教程[M]. 北京: 地质出版社.
- 李金铭. 2005. 地电场与电法勘探[M]. 北京: 地质出版社.
- 王绍明. 2007. 云南弥渡宝兴厂金矿床成矿模式[J]. 云南地质.
- 严加永, 刘光海, 王君恒, 潘竹平. 2008 内蒙古羊蹄山—磨石山铁矿床的物性特征及其有效找矿方法探讨[J]. 矿床地质, 27 (4): 494-501.
- 和正中. 2008. 云南省弥渡宝兴厂矿区铜金矿普查总结. 内部资料.