

文章编号: 1009-3850(2016)03-0025-05

藏南马扎拉金锑矿床电性结构特征与地质解译

吴建阳, 李永灿, 刘洪, 李应栩, 张林奎, 董磊

(中国地质调查局成都地质调查中心, 四川成都 610081)

摘要: 通过马扎拉金锑矿床0线勘探线上电阻率联合剖面测量和音频大地电磁测深两种电法手段的对比分析, 表明矿区东南部构造交汇区域的0线勘探线剖面电性特征呈南北高中间低、浅部低深部高、深部电阻率比浅部异常大的特征。结合已有地质调查成果综合分析, 在该剖面上解译出可能的岩体2处, 可能的北倾断裂5条, 并大致估算了这些地质体的规模。矿区东南部近东西向断裂与北西向断裂、近南北向断裂交汇处为有利的找矿位置, 而0线剖面上一系列近东西向北倾断裂的找矿潜力值得进一步评估和验证。

关键词: 西藏; 马扎拉; 地球物理勘探; 解译

中图分类号: P624

文献标识码: A

电法测量是地球物理勘查的重要方法, 以“欲要找矿必先找断裂”的思想, 广泛运用于受构造控制的脉状热液金属矿床的勘探中, 如河南省罗山县金城金矿^[1-2]的勘查工作中, 始终把电法测量作为重要的手段。青藏高原矿产资源丰富, 但工作程度低, 尤其是黄金等^[3-5]贵金属矿产找矿工作亟待突破。马扎拉金锑矿床位于西藏措美县境内, 为扎西康铅锌金银锑矿集区^[7-9]内的重要矿床。本矿床研究程度较低, 卿成实等^[10]通过利用元素组合分析方法探讨化探对地表找矿方向的指示, 认为该矿区东南部构造交汇位置具有较好的找矿潜力。本文通过在该矿区东南角化探圈出的有利找矿区域开展的视电阻率联合剖面法和音频大地电磁测深两种电法手段, 进一步定位有利成矿构造位置, 并探讨该矿床0号勘探线上的纵向找矿方向, 为该矿床下一步找矿工作提供有价值的依据和参考。

1 地质概况

马扎拉金锑矿位于扎西康整装勘查区西北角, 地处雅鲁藏布江缝合带以南藏南拆离系主断裂以

北的北喜马拉雅构造带(或称特提斯喜马拉雅)南部^[11-13]。扎西康整装勘查区地层主要有三叠系岩屑杂砂岩、侏罗系板岩、粉砂岩、双峰式火山岩和白垩统玄武岩。区域构造主要由一系列的近东西向复式褶皱和构造组成。侵入岩主要由闪长玢岩体和晚白垩世的辉绿玢岩脉组成。

马扎拉矿区地层自下至上由以灰岩为主的陆热组($J_{1-2}l$)、含火山岩夹层的碎屑岩的遮拉组(J_2z)、砂岩和碎屑岩组成的维美组(J_3w)和具有双峰式特征(英安岩)的桑秀组(J_3K_1s)组成(图1)。矿区主要由在近东西向挤压作用下发育的一系列近东西走向的倒转褶皱和近东西向断裂组成, 并在后期叠加了一系列南北向和北西向具右行走滑性质的断裂, 形成了棋盘网格状构造格局(图1)。褶皱构造以马扎拉背斜为代表, 该背斜属圆锥状不协调褶皱, 为区域复背向斜的一部分。枢纽走向呈近东西走向, 局部被后期的北西向构造(F8)切断。从两侧翼部到轴部, 岩性组合为板岩→厚层安山岩→灰岩→含岩质结核板岩。在背斜核部及两翼附近, 常由于滑剪、拉张作用产生许多节理、裂隙、虚脱空

收稿日期: 2015-09-12; 改回日期: 2015-10-08

作者简介: 吴建阳(1987-)男, 硕士, 助理工程师, 从事青藏高原矿产地质调查研究。E-mail: wujianyang0208@163.com

资助项目: 国家重点基础研究发展计划项目(973项目)(编号: 2011CB403105)、中国地质调查项目(12120113036000、12120114050701、12120115022801)和中国地质调查局成都地质调查中心青年基金项目联合资助

间及断层、揉皱。断裂构造可分为第一期的近东西向构造(F1~F7, F11~F14)、第二期的近南北向构造(F9)、以及第三期的北西向构造(F8、F10), 早期构造具有被后期构造切断的特征(图1)。矿区西北部大面积出露马扎拉闪长玢岩体(K₁δ), 规模最大的脉岩宽1m左右, 出露长度50~100m, 脉岩与围岩呈侵入接触关系(图1)。闪长玢岩地表普遍具碳酸盐化和硅化蚀变现象, 呈灰白色, 粒状变晶结构, 斑状构造, 含有8%左右黄铁矿。同时, 在矿区中南部, 还有小规模的花岗斑岩脉出露(图1)。矿石类型以断裂控制的蚀变碎裂岩型和石英方解石脉型为主, 其中蚀变碎裂岩型为金矿石, 石英方解石脉型为锑金矿石。几乎所有的金矿石都具浸染状-细脉浸染状、星点状构造, 其中尤以稀疏浸染状构造

最为发育, 锑金矿石偶尔可见块状、脉状构造。矿石矿物为自然金和辉锑矿, 脉石矿物中的金属矿物可见黄铁矿、毒砂及褐铁矿, 非金属矿物以石英和方解石为主, 其次为绢云母、白云母、绿泥石、绿帘石等。

2 电法测量及岩石电性参数

2.1 电法测量

在通过地质填图确定矿区构造格架和化探工作确定有利找矿区域的基础上, 我们在有利找矿区域(矿区东南部构造交汇位置)以垂直于断裂构造走向为原则布设了AMT1、AMT2两条1:5000音频大地电磁测深剖面, 以及PR1、PR2、PR3三条1:5000视电阻率联合剖面, 其中AMT1剖面与PR3剖面重

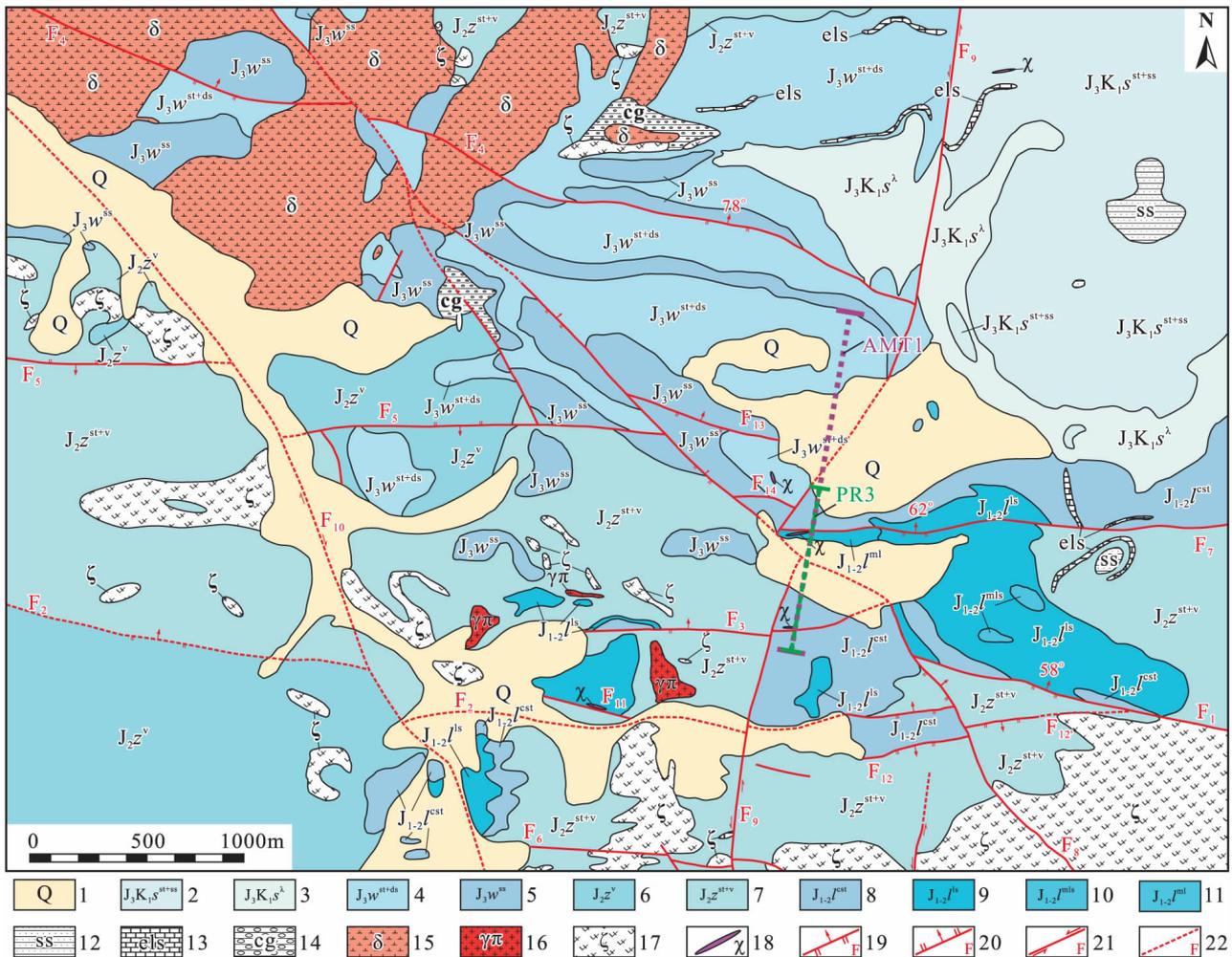


图1 马扎拉矿区地质图

1. 第四系; 2. 桑秀组粉砂岩夹砂岩; 3. 桑秀组纹岩; 4. 维美组粉砂岩夹杂砂岩; 5. 维美组砂岩; 6. 遮拉组中基性火山岩; 7. 遮拉组粉砂岩夹英安岩; 8. 陆热组钙质粉砂岩; 9. 陆热组泥质灰岩夹泥质粉砂岩; 10. 陆热组厚层状泥晶灰岩; 11. 陆热组泥质灰岩夹铁锰质结核; 12. 砂岩; 13. 生物碎屑灰岩; 14. 砾岩; 15. 闪长岩; 16. 花岗斑岩; 17. 英安岩; 18. 煌斑岩; 19. 实测逆断层; 20. 实测正断层; 21. 实测走滑断层; 22. 推测断层

Fig. 1 Geological map of the Mazhala gold-antimony deposit in southern Xizang

合并穿过 F3 和 F8 断裂,AMT2 剖面与 PR1 剖面重合并穿过 F1、F7、F8 断裂(图 1)。本文重点分析 AMT1-PR3 地质物探综合剖面,在地质认识的基础上,通过两种手段的电法测试对比分析,对该剖面区域可能存在的含矿隐伏断裂进行验证和定位,并探索该矿区控矿断裂在垂向上的延伸情况,达到追索可能的盲矿体的目的。

2.2 主要岩石电性参数

物性是地球物理数据与地质解译之间的纽带,分析岩石的物性特征是对地球物理数据提出合理的地质解译的基础。为更准确地对物探成果进行合理的地质解译,选取测区 74 块岩(矿)石标本进行室内视电阻率和极化率测量,覆盖矿区大部分岩石类型(表 1)。电性参数测试显示,区内岩(矿)石电性参数变化较大,视电阻率较大的岩性为石英

脉(1547.4~10605.0Ω·m,平均 4848.3Ω·m)、凝灰岩(3120.1~8263.2Ω·m,平均 5871.2Ω·m)和英安岩(14332.1~15235Ω·m,平均 6097.5Ω·m);视电阻率较小的岩石为粉砂岩(109.6~563.2Ω·m,平均 326.4Ω·m)和泥质灰岩(123.6~3150Ω·m,平均 789.6Ω·m)。极化率普遍较低,石英脉极化率(0.4%~0.73%,平均 0.63%)明显低于其它围岩(粉砂岩 1.17%~3.0%,平均 1.92%;泥质灰岩 0.97%~2.83%,1.45%;凝灰岩 0.40%~1.67%,平均 1.19%;英安岩 0.45%~2.21%,平均 1.47%)。以上结果表明,通过视电阻率可以将(含矿)石英脉和沉积岩围岩(砂岩、灰岩)区别开来,但不能与火山岩围岩(英安岩、凝灰岩)相区别,然而通过极化率可以把(含矿)石英脉与火山岩围岩(英安岩、凝灰岩)区别开。此外,断裂中的水

表 1 电性参数测量统计

Table 1 Statistics of apparent resistivity(AR) and apparent polarizability(AP) in the Mazhala gold-antimony deposit

岩性	数量	电阻率(Ω·m)		极化率(%)	
		范围	平均	范围	平均
粉砂岩	10	109.6~563.2	326.4	1.17~3.0	1.92
泥质灰岩	14	123.6~3150	789.6	0.97~2.83	1.45
凝灰岩	10	3120.1~8263.2	5871.2	0.40~1.67	1.19
石英脉	9	1547.4~10605.0	4858.3	0.4~0.73	0.63
英安岩	5	4332.1~15235	6097.5	0.45~2.21	1.47

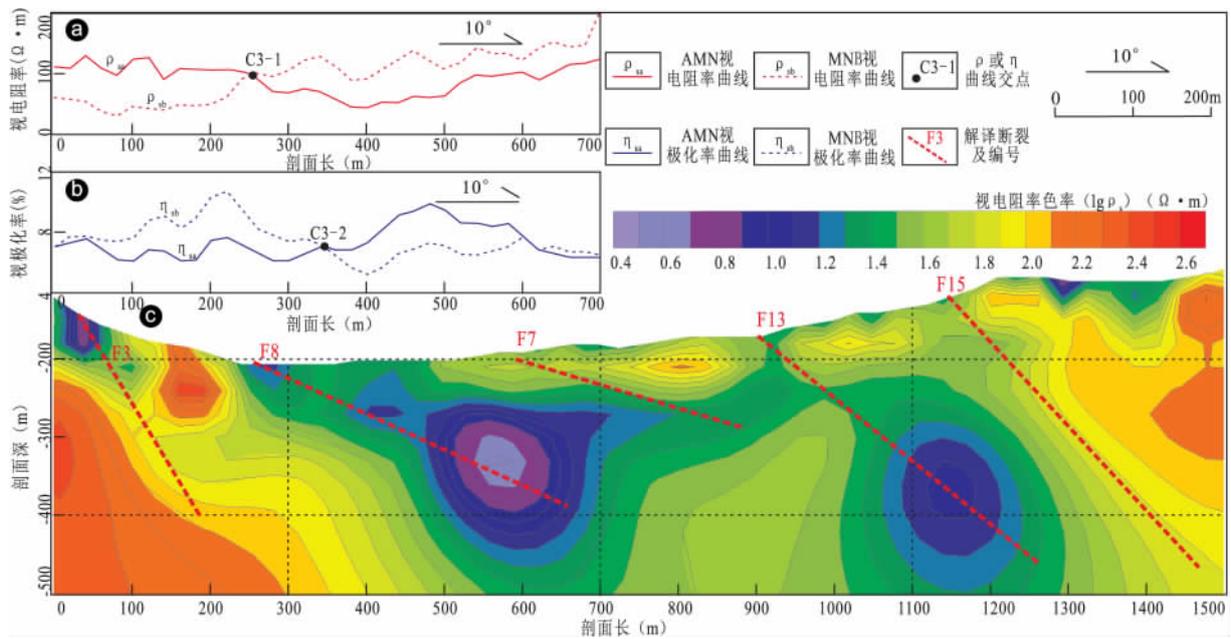


图 2 AMT1-PR3 地质物探综合剖面

a. PR3 剖面视电阻率曲线;b. PR3 剖面视极化率曲线;c. AMT1 剖面测深解译

Fig.2 AMT1-PR3 geological-geophysical profile in the Mazhala gold-antimony deposit

饱和度比围岩高,相对围岩(火山岩、灰岩、砂岩、泥岩)表现为低阻特征。因此,在该矿区开展电法测深,可以通过高阻低极化的特征识别石英脉,通过低阻的特征来识别断裂破碎带,从而追索断裂控制的石英脉型和破碎蚀变岩型 Au-Sb 矿体。

3 电性特征与解释

AMT1 和 PR3 位于同一剖面,与地质勘探的 0 线勘探线重合,本文针对该剖面两种电法对比分析,结合已有地质认识,探讨该剖面上的找矿方向。

在 AMT1-PR3 综合物探剖面(0 线勘探线)上的视电阻率曲线中, ρ_{sa} 和 ρ_{sb} 曲线交点在剖面起点往北偏东 10° 方向 250m 处(图 2a)。该交点左侧 $\rho_{sa} < \rho_{sb}$, 右侧 $\rho_{sa} > \rho_{sb}$, 为反交点,交点两翼张开幅度大,两侧曲线形态基本对称,推断为断层破碎带引起。交点右侧 ρ_{sa} 曲线和 ρ_{sb} 曲线闭合的面积大于左侧,推测 F8 断裂沿测线向北倾斜。该剖面的视极化率曲线交点位置在 350m 处,交点左侧 $\eta_{sa} < \eta_{sb}$, 为反交点,反应低阻高极化体,可能指示为破碎带。该剖面上 AMT1 线视电阻率断面图的 250 ~ 350m 处(图 2c),具有一个向北倾斜的低阻带,与视电阻率曲线和视极化率曲线推测的低阻高极化体一致。该低阻带视倾角约 25° ,往深部延伸大于 500m,与 0 号线地质剖面上 F8 断裂对应。根据 AMT1-PR3 剖面电性特征,解译出 F8 断裂在 0 线剖面的大致产状(图 2c)。

音频大地电测深(AMT)的电性特征呈南北高中间低(图 2c),浅部低深部高的特征,深部电阻率比浅部异常大。根据 AMT1 线电阻率断面图(图 2c)高低阻分布形态和物性测试成果,结合 PR3 电阻率联合剖面曲线图和地质调查资料,在该剖面上共解译出断裂 5 条(表 2),对该剖面分析如下:

(1)综合剖面南起 0 ~ 250m 深部有 1 个高阻区,电阻率值为 $150 \sim 300 \Omega \cdot m$,埋深在 -210 以上,在剖面中未见底(图 2c),向南部还有延伸。对比地质资料,该区域为中侏罗统遮拉组第二岩性段,出

露岩浆岩主要有英安岩和煌斑岩脉。地层中还含有石英脉,推测该两处高阻异常体为浅层侵入岩,具体岩性需钻孔或槽探验证。

(2)从地质资料可知,综合剖面南起 100 ~ 250m 范围多为生物碎屑灰岩和泥质灰岩等高阻地层,与电阻率断面图表层中高阻吻合。

(3)综合剖面南起 250 ~ 1200m 为向北倾斜的低阻区,电阻率值为 $5 \sim 70 \Omega \cdot m$ 。低阻区主要分布在上侏罗统唯美组第一岩性段,地表出露岩性有细粒石英砂岩、含砾石英砂岩、生物碎屑灰岩、泥质灰岩、砂岩底部见浅灰色厚层状复成分砂砾岩、砾岩。结合地层分布特征,判断该低阻区由于受密集的断裂构造影响,唯美组沉积地层岩石变破碎,致使 250 ~ 1200m 范围内呈现宽约 800m 的低阻区。

(4)综合剖面南起 1200 ~ 1500m 处为高阻体,对该高阻体本剖面未完全揭露,向北还有延伸,对比地质资料推测该两处高阻异常体为浅层侵入岩,具体岩性需钻孔或槽探验证。

(5)综合剖面起点往北偏东 10° 方向 50m 处,浅部的高阻体和深部的高阻体被 F3 断裂分割,F3 断裂位置与地质资料吻合较好。该处地层主要含粉砂岩、生物碎屑灰岩、煌斑岩等高阻岩(矿)石,被低阻切割的高阻体推测为生物碎屑灰岩和煌斑岩综合反应。

(6)综合剖面南起 250 ~ 350m 处的低阻体推测为 F8 断裂。根据 AMT1 反演电阻率断面特征,初步判断 F8 断层为沿测线向北倾的断层,视倾角约为 25° ,往深部倾向延伸大于 500m。

(7)在综合剖面南起 950m 处解译出了一条规模较大的隐伏断裂,该断裂向北倾斜,剖面上的视倾角约 50° ,向深部延伸大于 500m,结合地质资料与 F13 断裂吻合,可能为该断裂往东的延伸。

(8)综合剖面南起 1200m 处埋深 300 ~ 500m 深部存在一低阻体,电阻率约 $10 \sim 30 \Omega \cdot m$,推测为隐伏断裂,暂编为 F15 断裂,向北倾斜。根据低阻异常形态判断视倾角约为 57° ,往深部倾向延伸大于

表 2 AMT1-PR3 综合物探剖面解译断裂统计

Table 2 Statistics of the faults within the AMT1-PR3 geological-geophysical profile in the Mazhala gold-antimony deposit

编号	位置(m)	走向	倾向	视倾角	深部延伸长度(m)	备注
F3	50	近东西	北	30°	> 300	该断裂在地质工作中已验证存在
F8	250 ~ 350	北西—南东	北	25°	> 500	该断裂在地质工作中已验证存在
F7	600	近东西	北	25°	> 500	该断裂在地质工作中已验证存在
F13	950	近东西	北	50°	> 500	该断裂在地质工作中已验证存在
F15	1200	近东西	北	57°	> 700	新隐伏发现,需要进一步地质工作验证

700m, 还需要进一步地质研究和工程来控制。

4 结论

(1) 近东西向断裂与北西向断裂、近南北向断裂交汇处为有利的找矿位置。

(2) 在 AMT1-PR3 综合剖面(图 2c)中部的低阻区域, 存在一系列延伸较深的、在剖面上呈北倾的断裂, 均需要进一步验证这几条断裂的找矿潜力。

参考文献:

- [1] 刘洪, 吕新彪, 李春诚, 等. 河南罗山金城金矿床成矿条件与深部找矿前景分析[J]. 地质与勘探, 2013, 49(2): 265-273.
- [2] 刘洪. 河南罗山金城金矿床成因与找矿方向探讨[D]. 武汉: 中国地质大学硕士学位论文, 2012. 38-51.
- [3] 黄瀚霄, 李光明, 刘波, 等. 藏北商旭造山型金矿床的发现及意义[J]. 矿床地质, 2014, 33(3): 486-496.
- [4] 肖万峰, 李光明, 黄瀚霄, 等. 藏北商旭金矿床控矿因素及其找矿标志[J]. 黄金, 2013, 43(10): 17-21.
- [5] 黄瀚霄, 李光明, 董随亮, 等. 西藏弄如日金矿床类型讨论[J]. 新疆地质, 2014, 32(3): 365-369.
- [6] 刘洪, 李光明, 张智林, 等. 西藏改则县木如地区岩屑地球化学分析[J]. 金属矿山, 2014, 43(11): 105-108.
- [7] 卿成实, 丁俊, 李光明, 等. 西藏隆子县扎西康矿床地层围岩元素分布特征[J]. 金属矿山, 2014, 43(6): 97-100.
- [8] 梁维, 侯增谦, 杨竹森, 等. 藏南扎西康大型铅锌银锑多金属矿床叠加改造成矿作用初探[J]. 岩石学报, 2013, 29(11): 3828-3842.
- [9] 肖禹, 李光明, 宋旭波, 梁维, 藏南隆子县姐纳各普金锑矿区角砾岩特征及意义[J]. 沉积与特提斯地质, 2016, 36(1): 38-45.
- [10] 卿成实, 丁俊, 李应翎, 等. 马扎拉金锑矿元素组合异常及找矿方向[J]. 金属矿山, 2014, 43(12): 134-137.
- [11] 刘训, 游国庆. 中国的板块构造区划[J]. 中国地质, 2015, 42(1): 1-17.
- [12] 潘桂棠, 李兴振, 王立全, 等. 青藏高原及邻区大地构造单元初步划分[J]. 地质通报, 2002, 21(11): 701-707.
- [13] 潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 等. 中国大地构造单元划分[J]. 中国地质, 2009, 26(1): 1-28.

Electrical properties and geological interpretation of the Mazhala gold-antimony deposit in southern Xizang

WU Jian-yang, LI Yong-can, LIU Hong, LI Ying-xu, ZHANG Lin-kui, DONG Lei
(Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: Two profiles AMT1 and AMT2 for the audio-frequency magnetotelluric sounding and three apparent resistivity joint profiles PR1, PR2 and PR3 are established in the selected favourable exploration areas. The contrast between the resistivity joint profiling and audio-frequency magnetotelluric sounding along one exploratory line of the Mazhala gold-antimony deposit in southern Xizang indicates that the electrical properties are characterized by being higher in the northern and southern parts or in the deep-seated parts, and lower in the central parts or in the shallower parts. The authors contend that the favourable exploration areas may be delineated at the junctions of the nearly EW-trending faults, NW-trending faults and nearly NS-trending faults. Much attention will also be drawn to the nearly EW-trending north-dipping faults in the low-resistivity areas in the central part of the AMT1-PR3 profile in the study area.

Key words: Xizang; Mazhala; geophysical exploration; interpretation