

福建省何宝山金矿床地质物化探综合找矿预测

卢汉堤¹, 敬荣中¹, 陈远荣¹, 耿文辉¹, 潘祖仁², 晏建忠²

(1. 桂林矿产地质研究院, 桂林 541004; 2. 福建省泰宁县金山矿业有限责任公司, 泰宁 354400)

[摘要]何宝山金矿床具有构造破碎带蚀变岩型金矿床的重要特征。断裂构造对金矿化具有严格的控制作用。文章主要介绍桂林矿产地质研究院在矿区开展的地质、物探、化探综合找矿预测研究工作, 通过对该矿床进行成矿地质条件分析、物探电法测量以及化探新方法测量, 对何宝山金矿床深部及外围的成矿潜力进行了综合评价, 为矿区下一步的找矿工作指明了方向。

[关键词]何宝山金矿 成矿地质条件 物探电法 化探新方法 找矿预测

[中图分类号]P618.51 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2007)06-0070-06

0 前言

何宝山小型金矿床位于福建省泰宁县城以北约3km, 矿区为低山—丘陵区, 沟谷纵横, 地形切割较深, 山脉走向大致呈南北向(图1)。20世纪60年代至80年代在本区开展了1:20万和1:5万区域矿产地质调查, 发现了何宝山金矿点。其后通过1:5万土壤化探测量, 以 60×10^{-9} 为异常下限在矿区圈定了13个金异常, 在何宝山矿段发现有高含量的浓集区。1985年~1992年, 在何宝山地区开展了金矿普查地质工作, 先后进行了1:10000与1:2000地质填图和1:10000土壤测量工作, 在地表圈出多个金异常。随后对I、II号矿化蚀变带系统地进行地表探矿工程揭露和深部钻孔控制, 配合部分坑探工程控制, 求得D+E级金储量X.X吨。并基本查明了主要金矿体的产状、规模、蚀变类型、矿化特征、金的赋存状态、矿石质量特征等^①。

当前矿山正在开采II号金矿化带的Au₄、Au₈矿体和I号金矿化带中的矿体。由于多年开采, 原地勘单位提交的金矿储量已消耗殆尽, 资源危机已露端倪, 并制约着矿山的经济发展。迫切需要针对矿床深部及外围采用综合技术手段系统开展找矿预测评价工作, 寻找接替资源, 解决矿山资源危机问题。

本文主要介绍在何宝山金矿床开展的地质、物

探、化探综合找矿预测评价工作及其效果, 希望对于资源危机中的金矿山寻找接替资源能有一定的参考作用。

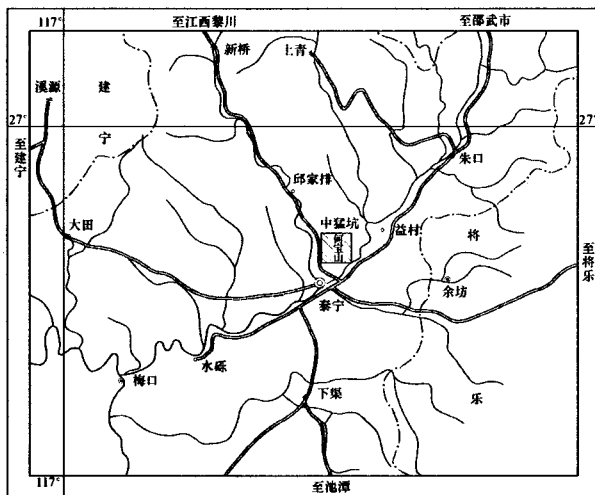


图1 何宝山金矿床交通位置图

1 矿床地质特征

1.2 地层与岩浆岩

何宝山金矿床位于华南加里东褶皱带陈蔡—武夷中间地块的西南缘, 闽西北浦城—洋源隆起与邵武—建宁拗陷的过渡地带。矿区主要出露前寒武系黑云变粒岩组合段($An \in_1^{2} MG$)地层, 岩性主要为黑

[收稿日期]2006-09-04; [修订日期]2007-03-12。

[基金项目]广西科学基金项目(桂科回0448023)资助。

① 陈宗理, 杨荣维, 何良伍, 等. 福建省泰宁县何宝山金矿区何宝山矿段普查地质报告. 福建省闽北地质大队三分队, 1992.

② 饶冰, 冯洪真, 徐一伟, 等. 福建省泰宁县何宝山金矿成矿地质条件及找矿方向研究. 南京大学地球科学系, 2003.

[第一作者简介]卢汉堤(1967年—), 男, 2003年毕业于琉球大学, 获博士学位, 高级工程师, 现主要从事矿床地质研究及找矿勘查工作。

云二长变粒岩、黑云斜长变粒岩,其次是黑云片岩、云母石英片岩等^②。位于矿区东北端的长兴岩体,其岩性为二长花岗岩。矿区南部出露泰宁岩体,其岩性为黑云石英闪长岩。何宝山金矿床的空间位置恰恰处在岩体的外接触带,矿区的岩浆活动具有外接触带的特征,表现为混合岩化和脉岩类岩石比较发育。矿区内常见有闪长玢岩脉,在空间和时间上与金矿化有着密切的联系,已发现成矿前和成矿后的两组脉体。

1.2 构造控矿特征

何宝山金矿床处于崇安—石城断裂带中段,北东向断裂系中南溪—坳上断裂上盘,南坑—三湖断裂与南坑尾—八里桥逆断层构成的对冲构造的共同下盘,何宝山一大马絮倒转背斜的核部^{①②}。矿区断裂构造发育,主要有近南北向、北东、北西向三组,北东向的断裂构造为导矿构造,南北向断裂为控矿构造。控矿断裂构造为两组近南北向的断裂裂隙群,控矿断裂构造带具有明显的剪性特征,虽然规模不大,但它们控制了金矿化蚀变带及金矿体的空间展布。近东西向断裂构造为成矿后期的,对南北向的控矿断裂构造具有破坏作用。

F_1 断裂分布在矿区西部,由规模较小的数条断裂共同组成,控制了何宝山金矿区内 I 号金矿化蚀变带的空间展布范围。其中分布有多条小断裂,产状近于平行、走向近南北向、倾向 E,倾角 $20^\circ \sim 30^\circ$,总体呈现左行斜列的趋势,单个断裂长度一般在 $200 \sim 500\text{m}$ 之间,整个断裂裂隙带长度为 $800 \sim 1000\text{m}$ 。

F_2 断裂控制了 II 号金矿化蚀变带的展布,由多条力学性质相似、产状有规律变化、规模小的断裂面组成。断裂总体走向南北向,可能为右阶斜列式或右行雁列式排列,长约 1600m 。单条断层一般长 $200 \sim 500\text{m}$,宽 $2 \sim 10\text{m}$,走向为近 SN 向,倾向 E,倾角 $30^\circ \sim 40^\circ$ 。该断裂以次级断裂 F_{2-4} 和 F_{2-8} 为代表。

F_3 断裂为近东西向的后期断裂构造,倾向南,倾角为 70° ,在地形上表现为一近东西向的沟谷。 F_3 横穿切错了 II 号金矿化蚀变带,断裂构造以北为 Au4N 矿体和 Au4S 矿体,以南为 Au8 矿体。

1.3 矿床类型

何宝山金矿床具有构造破碎带蚀变岩型金矿床的重要特征。构造蚀变带对金矿体具有严格的控制作用,金矿体的形态多呈脉状或透镜状,矿体在构造破碎带蚀变体中,无论是走向还是倾斜方向上都出

现不连续性,常表现为豆荚状。在构造空间中矿体都由蚀变矿化体或脉状矿体连接,形同豆荚,而每个矿体犹如豆荚中的一颗豆子(图 2)。因此将何宝山金矿床归属于构造破碎带蚀变岩类型,可以与国内著名的广东河台金矿床进行对比^[1-2]。

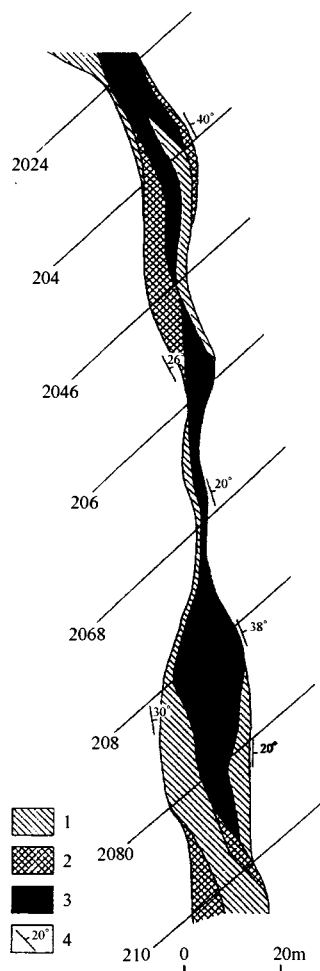


图 2 何宝山金矿区矿体形态示意图(295 中段)^②

1—蚀变带;2—表外矿;3—矿体;4—断裂产状

1.4 围岩蚀变

何宝山金矿区主要的蚀变类型为黄铁矿化、硅化、绢云母化,黄铜矿化、碳酸盐化和绿泥石化局部可见。黄铁矿化是矿区构造蚀变破碎带中普遍存在的围岩蚀变类型,它与金矿化关系密切。黄铜矿化是矿区寻找金矿富矿体的明显标志,与金矿化关系极为密切,金品位高处均可见到黄铜矿化。

2 化探异常特征

2.1 土壤地球化学异常

土壤测量表明,何宝山金矿区的金元素地球化学异常非常发育^①。其总体特征为异常等值线呈现

椭圆形、条带形,具有浓集中心,而且异常梯度变化大,一般含量 $40 \times 10^{-9} \sim 70 \times 10^{-9}$,较高的为 $130 \times$

$10^{-9} \sim 300 \times 10^{-9}$ 。矿区北部与东部分布 I、II、III、IV 号异常,西面分布 VII、VIII、IX 号异常(图 3)。

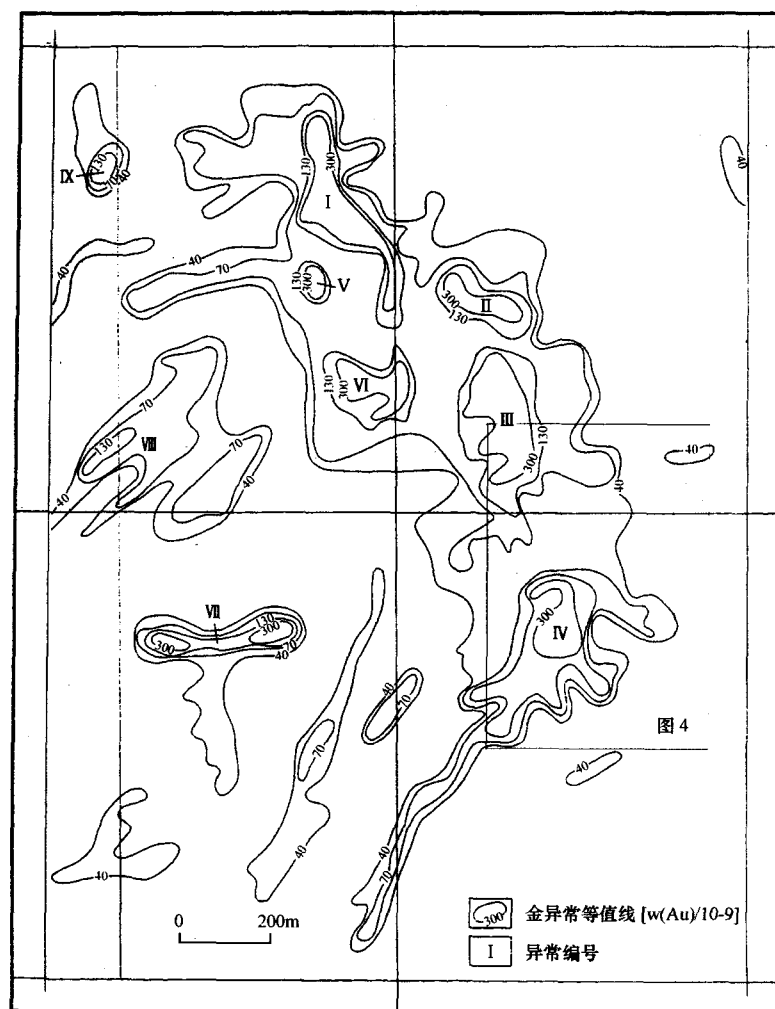


图 3 何宝山金矿区土壤地球化学测量金元素异常等值线图^①

从何宝山矿区金元素地球化学土壤测量的异常分布情况看, I 号和 II 号矿化带与在地表呈现的金元素次生晕异常形态非常相似(图 3)。将金元素异常与已知构造破碎蚀变带进行对比,发现其空间关系密切, II、III、IV 号金元素异常的连线与 F_2 断裂带吻合,而 I、V、VI 号异常的连线与 F_1 断裂带吻合。由于断裂破碎带控制金矿化蚀变带,而断裂破碎蚀变带遭受风化后,金元素在氧化带比较稳定地赋存于断裂带附近的土壤中,从而形成金元素异常。

2.2 岩石地球化学测量

1) 样品采集与测试

本次工作共采集各类岩石地球化学测量样品 158 件,其中分别在 208 线地表以及 325、295、265、235 中段不同标高穿脉剖面 and 218 线 Au8 矿体周围的地表以及 380、355、325 中段不同标高的穿脉剖

面,针对已知矿体及其围岩不同空间区段、矿体上下盘和矿体侧向尖灭处等相应部位采集建模与深部成矿预测样品 113 件;在 I 号矿化带 330 中段及 278 中段的沿脉构造蚀变破碎带以 10m 的点距在各类矿化富集地段采集化探评价样品 45 件。对其中 122 件样品进行了 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、W、Sn、Mo、Bi、Co、Ni、V、Ti、Mn、As、Sb、Hg 等 17 项微量元素分析。对其中 158 件样品进行了甲烷、乙烷、丙烷、异丁烷、正丁烷、乙烯、丙烯等 7 项有机烃组分分析^[3-5]。所有样品的测试分析均在桂林矿产地质研究院完成,测试时间为 2004 年 4 月。

2) 地球化学场特征和轴向分带规律

何宝山矿区的主要特征元素组合是: Au、Ag、Cu、Bi、Hg、As、烃类,次要特征元素是 Sn、Pb、Co、Mo。在成矿作用过程中,本区许多元素都有较高程

度的带入和叠加富集,与 Au 矿化密切相关,如 Ag、Cu、Sn、Hg、Bi、Pb、Co、Mo、As 和烃类均是本区金成矿的最重要的伴生组分,从而为定量判别矿体、矿化蚀变围岩和未蚀变围岩提供了依据。依据各组分在不同中段的变化特征和在矿体周围的异常变化规律,经计算得出何宝山金矿各元素(组分)的轴向分带序列为:甲烷、乙烯、乙烷、丙烯、丙烷、异丁烷、正丁烷、Hg(矿前缘)→As、Sn、Pb(矿头)→Au、Ag、Cu、Bi、Cr(矿中)→Co、Ni、Mo(矿尾)。

表1 何宝山金矿 I 和 II 号矿化带各地质体矿化系数和总烃系数

	矿石		强蚀变围岩		弱蚀变围岩		无蚀变围岩	
	矿化系数	总烃系数	矿化系数	总烃系数	矿化系数	总烃系数	矿化系数	总烃系数
I 号矿带	3.08	0.917	2.10	0.933	1.29	1.262	1	1.437
Au4 矿体	2.55	0.306	2.075	1.54	1.4	0.42	1	0.73
Au8 矿体	2.96	0.985	2.03	1.01	1	1.467	0.97	1.316
II 号矿带平均值	2.79	0.708	1.94	1.243	1.45	0.952	1.03	0.88

注:矿化指数 = $\lg(Cu \times Pb \times Mo \times Sn \times Ag \times Co \times As \times Bi \times Hg \times 1000)$

矿化系数 = 某区段矿化指数/背景区矿化指数

总烃系数 = 某区段总烃指数/背景区总烃指数

② 从总烃系数值的分布特点看, I 号矿化带的总烃系数高值出现于弱蚀变围岩和未蚀变围岩,而 II 号矿化带的总烃系数高值出现在强蚀变围岩。从总烃系数绝对值看, I 号矿化带高于 II 号矿化带。这说明无论是烃类晕圈异常范围,还是烃类晕圈异常的浓度,均具有 I 号矿化带大于 II 号矿化带的特点。根据烃与金属成矿的理论和以往其他已知工作区的总结经验表明,烃含量的高低与矿化程度和成矿规模常常呈正相关关系。所以,总烃系数特征显示 I 号矿带的矿化富集程度和成矿潜力高于 II 号矿带。

4) II 号矿化带不同矿段成矿潜力评价

对 II 号矿化带的 Au4 和 Au8 矿体周围不同地质体的矿化系数和总烃系数进行统计(表1),其特点如下:

① 微量元素矿化系数:矿石中的矿化系数明显是 Au8 矿体高于 Au4 矿体;而强蚀变围岩、弱蚀变围岩和未蚀变围岩中,则是 Au4 矿体高于 Au8 矿体,这说明 Au8 矿体矿化富集程度高于 Au4 矿体,找矿前景应优于 Au4 矿体。

② 总烃系数:在 Au4 矿体周围,该系数除了强蚀变围岩高以外,其他地质体尤其是矿体较低;而在 Au8 矿体周围,无论是矿石中还是各类围岩中,该系数都较高,并与 I 号成矿带的特征类似。这说明烃晕圈异常的范围和浓度都是 Au8 矿体大于 Au4 矿体。所以,总烃系数也预示 Au8 矿体区段的矿化富

3) I 号矿化带和 II 号矿化带成矿潜力评价

通过分别对 I 号矿化带和 II 号矿化带不同地质体的矿化系数和总烃系数进行统计(表1),结果发现:

① 对于矿体和强蚀变围岩来说,矿化系数明显具有 I 号矿化带高于 II 号矿化带的特点;而在弱蚀变围岩和未蚀变围岩中, I 号矿带的矿化系数与 II 号矿带的矿化系数差异不大。这就说明 I 号矿带的矿化富集程度和成矿潜力高于 II 号矿带。

集程度以及成矿潜力高于 Au4 矿体区段。

3 物探异常特征

为了对何宝山金矿床深部的找矿潜力进行预测评价,在矿区开展了物探电法测量工作,主要采用深部大功率充(激)电地面电位测量和激电中梯剖面测量方法。在开展物探工作之前,对矿区 100 多块岩石标本的电阻率和极化率进行了测试,为利用物探异常解译成果开展成矿预测提供了可靠的依据。所使用的仪器设备为中南大学信息物理工程学院(湖南继善高科技有限责任公司)生产的 SQ-3B 型双频仪^[6-11]。

3.1 深部大功率充(激)电测量

何宝山金矿深部大功率充电法充电点位于 265m 中段巷道揭露的矿体露头上。地面测量剖面共 11 条:南北长 600m,东西宽 450m,每条测线长 450m,测网为 60m × 10m(线距 60m,点距 10m)。

从物探电位等值线图(图4)可以看出:1) 电位等值线以 F₃ 断裂为界,断裂以北电位等值线向东西方向扩展,断裂以南则以南北向异常带分布,说明测区电位分布特征受 F₃ 断裂影响较大;2) 图中充电点在地面的投影位置靠近 16 线,但电位极值中心则靠近 15 线,说明矿(化)体是沿 NNE 方向延深;向北电位等值线收缩较快,因此 Au4 号矿体深部矿化会越来越弱;3) 由电位等值线图中可圈定 I、II、III、IV 四条有一定规模的充电电位异常带。I 号异常带

位于图中 13~15 线之间、 F_5 断裂以北, 电位等值线向东南方向扩展。此异常基本揭示了主控矿构造的倾向方向。由于受 F_5 断裂的影响, 导致异常向东南方向扩展, 因此 Au4 号矿体沿构造向深部有一定延伸, 但深部矿化程度越来越弱; 图中 II 号异常带只标出了 F_5 断裂以南部分, 实际上可以向北延伸至 15 线的 20 号测点附近。此异常带反映了 Au4 号矿体主要矿体在地表的投影位置; III 号异常带主要分布于 11 线以南, 反映了已知的 Au8 号矿体主要矿体在地表的投影位置; IV 号异常带分布于测区的东边, F_5 断裂以南, 有较大规模; 4) 总的看来, 矿化异常带的走向为近南北向。

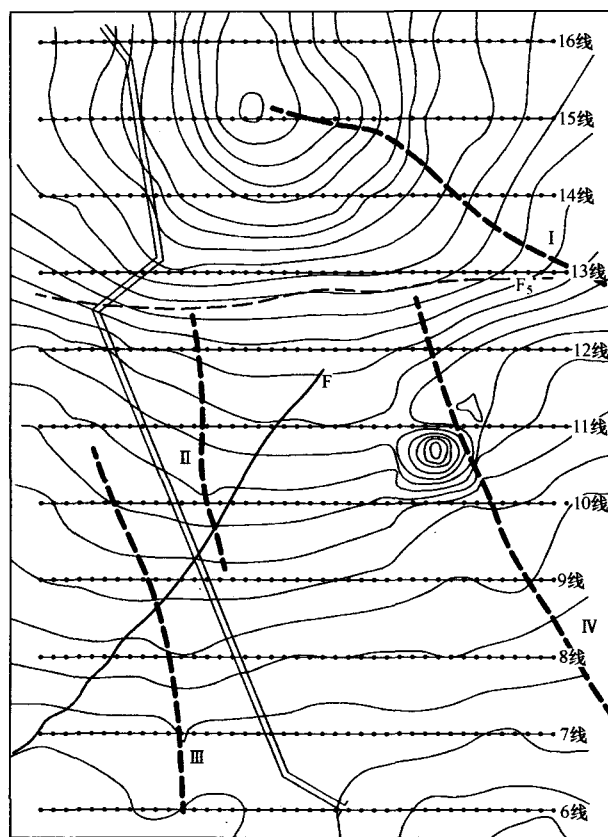


图 4 何宝山金矿区充电电位等值线平面图(线距 60m, 点距 10m)

3.2 激电中梯剖面测量

为进一步解译充电电位异常, 对测区进行科学的找矿潜力评价, 在 9 线进行了激电中梯测量。激电剖面主要是确定矿(化)体近地表位置及其激发极化特征, 进一步确定充电异常带的性质, 是矿致异常还是非矿致异常。选择有代表性的 9 线进行视电阻率和视极化率测量, 实测剖面长 500m(已向东延长), 点距 10m。

从 9 线激电剖面图(图 5)中可以更清晰看出: 1) 6~14 号点: 低阻高极化特征异常, 向西视电阻率(ρ_s)更低、视极化率(F_s)更高, 且未封闭。推断此异常为 Au8 号矿体已知矿体引起, 在 6 号测点附近矿脉已出露, 故引起较强的低阻高极化异常; 2) 22~24、30~32 号测点: 应为 2 条小规模矿(化)脉引起; 3) 48~54 号测点: 与 Au8 号矿体异常对称的低阻高极化, 向东异常未封闭。推断此异常为矿(化)脉引起, 属未知异常。

物探测量结果反映了何宝山金矿区控矿构造的空间展布特征, 1) Au4 矿体总的走向近南北, 倾向东偏南, 控矿构造延深较大, 但矿化也已减弱; 2) Au8 矿体主要矿化富集地段为 380 至 355 中段区段, 矿脉仍有一定延深, 在 325 中段以下仍存在盲矿体的可能; 向南则仍有找矿前景; 3) 测区东部有一条未知的矿化异常带, 预示矿区外围仍有较大找矿潜力。

4 主要结论和建议

本次在何宝山金矿区开展的地质、物探、化探综合找矿预测工作, 将成矿地质条件分析, 与具体靶位的物化探勘查技术应用有机地结合起来, 对已知矿段的矿体深部延伸情况进行了成矿定位预测, 取得了良好的找矿评价效果。

1) 根据对何宝山金矿区成矿地质条件的综合分析, 推断 I 号金矿化带具有良好的找矿前景, I 号矿化带南端与北端找矿潜力巨大, 极有可能找到新的盲矿体, 而从剖面上看, 在 278 中段深部仍存在较大的找矿空间和找矿潜力。

2) 从整个何宝山金矿区的情况看, 由于 I、II 号金矿化带呈近南北走向且缓倾斜展布, 而现有的探矿坑道工程已经贯通联结这两条金矿化带, 从而说明在 I、II 号金矿化带之间不存在与其相互平行的中间矿化体。具体的找矿工作应该是在 I、II 号金矿化带中沿走向, 倾向寻找金矿化富集部位。此外还要注意加强 II 号矿化带以东, I 和 II 号矿化带北部的找矿工作。

3) 地质与化探找矿信息表明, II 号金矿化带 235 中段岩石的混合岩化作用非常强烈, 明显强于上部中段, 但越往深部呈现出金矿化强度减弱的趋势; Au4 矿体在 235 中段以下深部的找矿潜力不容乐观。

4) 地质与物探找矿信息表明, Au8 号矿体在 325 中段以下仍可能存在盲矿体, 向南仍有找矿前景, 而深部基本上没有隐伏盲矿体存在的可能性。

另外Ⅱ号矿化带以东存在未知的物探异常带,值得在下一步工作中对其进行评价。

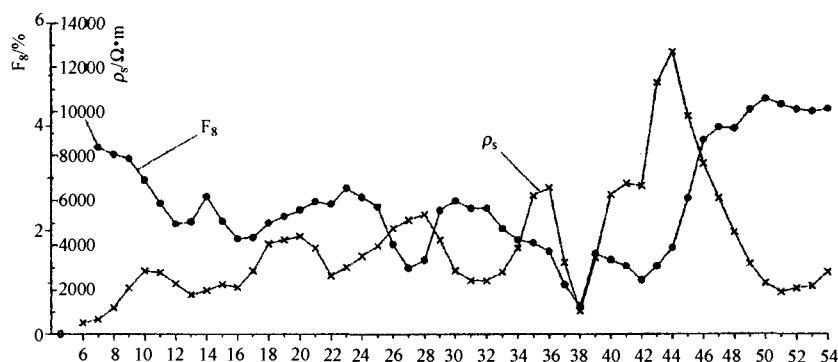


图5 9线视电阻率和视极化率剖面图

5) 下步工作建议:(1)鉴于物探和化探找矿方法在金矿化体上具有明显的异常特征,建议在矿区的东部异常带及其外围开展物化探剖面测量工作,以发现新的平行矿化体;(2)重视对现有各方面资料的总结与分析,特别是加强对已有探矿工程资料的整理与分析。对尚存在找矿潜力和找矿空间的有利地段,应用地质、物探和化探等综合找矿勘查技术开展联合攻关,大胆采用探矿工程进行验证,以期在找矿工作中取得更大的突破。

[参考文献]

- [1] 王鹤年,张景荣,戴爱华,等.广东河台糜棱岩带蚀变岩型金矿床的地球化学研究[J].矿床地质,1989,8(2),61-71.
- [2] 段嘉瑞,何绍勋.剪切带型金矿:一以广东河台金矿为例[J].地质与勘探,1992,28(6),6-11.

- [3] 陈远荣,邵世才.马鞍桥金矿的有机烃气结合原生晕测量找矿预测[J].物探与化探,2003,27(6),465-468.
- [4] 徐庆鸿,谢文清,陈远荣.福建邱村金矿综合地球化学异常分带模型与找矿预测标志.地质与勘探,2005,41(1),56-61.
- [5] 徐庆鸿,陈远荣,毛景文,等.有机烃在预测隐伏金矿床中的应用及其成因探索.地质论评,2005,51(5),583-590.
- [6] 耿文辉,敬荣中,韦龙明,等.有色金属矿山可持续发展找矿预测方法与应用.矿产与地质,2004,18(4),350-355.
- [7] 充电法工作规范(供内部使用)[M].中国工业出版社,1963.
- [8] 傅良魁.电法勘探教程[M].地质出版社,1985.
- [9] 杨文采.地球物理反演的理论与方法[M].地质出版社,1996.
- [10] 王家映.地球物理反演理论[M].中国地质大学出版社,1998.
- [11] 李金铭,罗延钟.电法勘探新进展[M].地质出版社,1996.

INTEGRATED EXPLORATION METHODS OF GEOLOGY, GEOPHYSICS AND GEOCHEMISTRY FOR HEBAOSHAN GOLD DEPOSIT IN FUJIAN PROVINCE

LU Han-di¹, JING Rong-zhong¹, CHEN Yuan-rong¹, GENG Wen-hui¹, PAN Zu-ren², YAN Jian-zhong²

(1. Guilin Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin 541004;

2. Fujian Jinshan Mining Corporation, Tailing 354400)

Abstract: Hebaoshan gold deposit belongs to a typical structural alteration rock type deposit. Gold mineralization is definitely controlled by fault structures. Geological, geophysical and geochemical exploration and prediction history by Guilin Institute of Geology for Mineral Resources is introduced. Based on geological mineralization conditions, geophysical electric measurement and new geochemical results, mineralizing potential in the deep and periphery of Hebaoshan gold deposit are synthetically evaluated. The prospecting targets are pointed out for future exploration work.

Key words: Hebaoshan gold deposit, geological mineralization condition, geophysical electric method, new geochemical method, exploration and prospecting