

云南维西大宝山铜矿床地质—物探找矿研究与成矿预测^①

董家龙¹, 杨松², 曾桂强³

(1. 贵州省有色地质勘局, 贵阳 550005; 2. 昆明理工大学研究生院, 昆明 650093;

3. 贵州有色地质勘局物化探总队, 贵州 都匀 558004)

摘要:文章综合研究了维西大宝山铜矿区地质、物探找矿条件和矿体产出特征, 初步建立了地质—物探综合找矿模式, 并进行综合成矿预测与潜力分析。圈定了长约数公里的铜矿带, 显示该地区具有中大型铜矿的找矿潜力。

关键词:铜矿床; 地质—物探找矿; 成矿预测; 维西; 云南

中图分类号:P618.53 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-5663(2008)04-0357-07

0 地质背景概述

大宝山铜矿床区域上位于维西古生代—早中生代弧火山岩带的南段, 中新代走滑拉张盆地西侧。总体为一大型冲断推覆构造^[1], 即“维西推覆体”。主要构造线呈NW向展布。前缘断裂为叶枝—雪龙山深大断裂, 走向NW, 倾向E, 倾角70°±。曾经历了多期复活改造。断裂以东依次近于平行排列的四十歇断层、白马驹断层、腊八底断层为推覆体中带次级逆冲断层。以NW向断裂构造为主, 构成了本区基本构造骨架和导矿构造系统。

区内出露地层由老至新主要有雪龙山变质岩、攀天阁组(T_{2p})、崔依比组(T_{2c})、石钟山组(T_{3s})及第三系。其中, 攀天阁组(T_{2p})及崔依比组(T_{2c})为一套火山沉积建造, 分布于推覆体中带; 石钟山组(T_{3s})为一套磨拉石碎屑岩及碳酸盐建造, 超覆不整合于T_{2p}及T_{2c}之上, 岩性以砂岩粉砂岩、灰岩为主, 产出铅锌矿。雪龙山变质岩为一套中—深变质岩^[2], 分布于推覆体前缘, 与铜、银、铅锌矿关系密切, 大宝山铜矿即产于其中。

区内岩浆侵入岩主要呈岩脉产出, 侵入时期从华力西期—喜山期, 岩性从基性—酸性皆有出露, 分布

较广, 其产出受区域主干构造控制明显, 在有利构造部位岩脉较发育^[3]。总体上, 区域构造活动频繁, 地质构造复杂, 岩浆活动强烈, 是铜银铅锌多金属矿矿化集中区。

1 地质—物探找矿适宜性

1.1 控矿因素

通过对矿区内大宝山、龙宝厂、陈新厂等铜矿化点的勘查与研究, 发现铜矿化的主要控矿因素是地层岩性、断层构造和蚀变等。其中, 地层岩性主要控制矿化分布, 断层主要控制矿体产出特征, 蚀变规模及强度控制矿化范围及强度。

1.2 物探方法找矿适宜性分析

在矿区内采集了382件岩矿样进行极化率参数及电阻率参数测定(见表1)。由表1可知, 铜矿石极化率平均值高于围岩8~20倍, 物性特征明显, 并具有如下规律:

(1) 蚀变岩型铜矿石呈现明显的高极化低电阻特征;

(2) 强硅化石英脉型铜矿石呈现次高极化高电阻特征;

① 收稿日期: 2007-10-30 作者简介: 董家龙(1958—), 男, 高级工程师, 长期从事地质勘查及研究工作。

基金项目: 国家地质大调查项目《云南维西大宝山—八宝山铜矿评价》(项目编号: 200410200007)。

表1 大宝山铜矿区不同岩矿石、矿石极化率 η_a 参数统计表Table 1 Statistics of parameter η_a (polarizability) of different rocks (ores) from the Dabaoshan Cu ore area

测区	地层代号	岩(矿)石	块数	变化范围 $\eta_a(\%)$	几何平均值 $\eta_a(\%)$	算术平均 值 $\eta_a(\%)$	备 注
大宝 山铜 矿区	Pt ₁₋₂	云母片岩、片麻岩	14	0.3~0.7	0.4		2001年
		绢云母石英片岩	30	1.2~1.9		1.6	
		石英片岩	23	0.2~1.1	0.4		
		石榴子石二云石英片岩	50	0.6~1.6		1.3	
		黑云母石英片岩	30	1.1~1.8		1.5	
		硅化蚀变围岩	31	0.9~7.3		2.2	
		闪长岩脉	30	0.5~1.3		0.9	
		石英脉(铜矿)	6	0.5~12.4	4.7		
		辉铜矿石、黄铜矿石等	74	4.8~47.6		18.5	

(3)近矿蚀变围岩(硅化体)呈现极化率稍高电阻率较高的特征;

(4)远矿围岩呈现明显的低极化高电阻特征。

1.3 找矿方法组合

通过以上分析,确定在本区开展以地层岩性、断层及矿化蚀变研究为主的地质测量工作及激电中梯扫面、激电测深等物探工作。

2 矿床地质—地球物理基本特征

2.1 矿床地质特征

2.1.1 含矿地层

区内主要出露的雪龙山岩群,总体呈NNW向带状展布,由东向西分布有古-中元古界第三组(Pt_{1-2c}),古-中元古界第二组(Pt_{1-2b}),古-中元古界第一组(Pt_{1-2a})。其中,古-中元古界第三组(Pt_{1-2c})以灰色深灰色绢云母石英片岩为主,局部夹有少量黑云母石英片岩、二云母石英片岩及石榴二云石英片岩,并夹数层斜长角闪片岩;古-中元古界第二组(Pt_{1-2b})岩性以浅灰色石榴二云石英片岩、灰色黑云石英片岩为主并夹有少量黑云斜长变粒岩及白云母石英片岩,夹灰绿色斜长角闪片岩;古-中元古界第一组(Pt_{1-2a})以浅灰色碱长片麻岩为主,并有一定数量的黑云二长片麻岩、白云二长片麻岩及二云二长片麻岩,局部夹有少量斜长角闪片岩^[4]。

铜矿化主要产于古-中元古界第三组(Pt_{1-2c})和第二组(Pt_{1-2b})中。

2.1.2 控(容)矿构造

矿区地层总体呈向SW及NW的单斜产出,构造

以断层为主。呈近SN向的F₁断层为主干断层,其南段向W倾,倾角50°~80°,向北至陈新厂转向E倾。沿断裂糜棱岩化强烈,岩层遭受强烈的挤压和柔皱。断层破碎带较明显,一般宽60~70m,其内保留有较多的菱形及其它形状的构造透镜体,构造角砾基本为云母石英片岩,并见有闪长岩脉平行于断层走向侵入破碎带中。断层地表地貌特征明显,呈凹型线状出露,断层性质在前期可能属压扭性,后期转化为张扭性。断层角砾岩普遍遭受硅化、碳酸盐化、黄铁矿化等热液蚀变,多处见有铜矿化,局部可形成小的铜矿体,属本区导矿构造。区内发育的次级近EW向断层及层间滑动断层,为容矿构造^[5]。

2.1.3 铜矿(化)体产出特征

区内共发现铜矿(化)体十余个,分为Ⅰ号、Ⅱ号及Ⅲ号三个矿体(群)。北部为Ⅰ号,中部为Ⅱ号,南部为Ⅲ号。根据矿体产出特征大致可分为两类:

第一类为本区Ⅰ号、Ⅱ号矿体(群),赋存于古-中元古界第三组(Pt_{1-2c})绢云母石英片岩、斜长角闪片岩及古-中元古界第二组(Pt_{1-2b})石榴子石石英云母片岩、黑云石英片岩及斜长角闪片岩中,产状与岩层产状基本一致,矿体呈似层状,长度为100~500m,厚度在0.85~6.53m之间,一般厚度为2m。 $w(\text{Cu})$ 为 $0.44 \times 10^{-2} \sim 2.74 \times 10^{-2}$ 。

第二类为Ⅲ号矿体(群),赋存于古-中元古界第二组(Pt_{1-2b})和第一组(Pt_{1-2a})断层破碎带中。断层倾角较陡,一般45°~80°;破碎带宽0.5~3m,充填石英、方解石及黄铜矿、辉铜矿及斑铜矿、黄铁矿等。铜矿体长度为200~600m,厚度为0.5~3m, $w(\text{Cu})$ 为 $0.5 \times 10^{-2} \sim 3 \times 10^{-2}$ 。

2.1.4 铜矿化与围岩蚀变的关系

本区近矿围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化(褐铁矿化)、碳酸盐化及褪色蚀变等,与铜矿化关系密切。

(1)硅化主要与热液蚀变作用有关,以硅化蚀变体及石英脉形式存在。交代作用强时形成硅化蚀变体,充填为主交代为辅时,主要形成石英脉、石英细脉及网脉。前者硅化强度与铜矿富集正相关,野外观察,呈灰色的硅化蚀变体厚度越大,铜矿品位越富;后者与铜矿富集规律不明显,有时伴随有不同程度的铜矿化,有时见有黄铁矿化。

(2)黄铁矿化以他形晶粒状结构为主。常与铜矿物共生在一起,在黄铁矿化发育地段,铜矿较富。

(3)碳酸盐化主要为碳酸盐团块及碳酸盐细脉。碳酸盐化强烈地段铜矿物中黄铜矿比例较大。

(4)褪色蚀变在区内较明显,可能与热液“烘烤”有关。褪色越明显铜矿化越强。

2.2 矿床地球物理特征

2.2.1 矿区视极化率平均背景值、异常下限值及电阻率

在激电异常两侧背景区内按一定比例抽取具有代表性的测线上69个点的 η_a 值,按相关公式计算得平均背景值为1.36%,异常下限值2.0%,等值线间隔1.0%。

等值线间隔 ≥ 3 (最低等值线值 \times 均方相对误差)。激电中梯视电阻率(ρ_a)的取值:以(250、500、1000、2000、4000……) ΩM 为等值线值。

2.2.2 激电中梯异常分布特征

在区内布设了1/1万激电中梯扫面(11.25km²),共发现8个视极化率(ρ_a)异常。由矿区激电 η_a 平面等值线图整体看,自北而南似是一个“带状”异常,详细分析,在“带状”异常上又出现多个 η_a 值在3%~4%以上的二级异常。由于矿化带分布比较连续,且干扰因素小,“带状”异常的分布与矿带基本吻合,推断“带状”异常是铜多金属矿体及其矿化晕、伴生黄铁矿化的综合反映;二级异常地带位于构造有利部位时应视为铜多金属矿体及与之伴生的黄铁矿的富集部位。

区内除Ⅶ号异常分布在望乡台断层北东侧外,其余均分布在望乡台断层西侧,总体走向:I-1号异常近SN向,I-2、Ⅷ号异常呈NW向,Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ号异常呈NE向,Ⅶ、Ⅸ号异常呈NNW向。Ⅱ号异常跨越望乡台断层东西两侧,Ⅵ号异常往南未封闭。区内激电异常与赋存于层间破碎带、断裂构造内的铜银多金属矿体、伴生黄铁矿化关系密切,其中I-1号异常区内地表出露Ⅰ号矿体(群),Ⅲ号异常区内地表出露Ⅲ号矿体(群),Ⅱ号异常区内望乡台断层西侧隐伏

有Ⅲ号矿体,I-1、Ⅱ、Ⅲ号异常分布在构造发育、成矿条件有利部位,异常指示深部铜银多金属矿、伴生黄铁矿化富集。在I-1、Ⅱ、Ⅲ号异常上实施钻孔验证,均见到了铜银矿体及黄铁矿化。受望乡台断层错动的影响,Ⅱ号异常区内富集的铜多金属矿体、黄铁矿化被分割在断层东、西两盘,其上盘钻孔见矿情况优于下盘的平坑PD₁。Ⅳ号异常位于北东向F₁₁与近南北向F₁₂断层交汇部位,异常区内地表出露Ⅱ号矿体(群)。Ⅴ号异常位于炉房沟向斜南东部及近南北向F₁₂断层的东、西两侧,异常区内地表出露Ⅳ-1及与其它断裂有关的铜矿体。Ⅵ号异常向南未封闭,Ⅵ-1异常区内出露Ⅳ-2铜矿体。

3 综合成矿预测与潜力分析

3.1 地质—物探综合找矿模型

综合地质—地球物理特征,本区铜矿(化)产出具有如下规律:

(1)铜矿(化)主要产于古-中元古界第三组(Pt_{1-2c})、第二组(Pt_{1-2b})中,第三组及第二组为有利含矿层位。

(2)层间滑动破碎带是本区铜矿的主要赋矿空间,尤其是NNE或近SN向层间滑动带与近EW向断层叠加位置,矿体变富。

(3)硅化、黄铁矿化、铜矿化重晶石化、碳酸盐化可作为本区铜矿的直接找矿标志。其蚀变规模越大,铜矿(化)规模亦越大。其中,重晶石化、碳酸盐化蚀变范围相对较小,它们常与铜矿化紧密共生,可作为近矿找矿标志。

(4)本区基本不存在物探找矿的其它干扰因素,激电异常可作为本区较好的找矿标志。根据异常可以圈定矿化范围及矿体(群)分布地段:极化率 $>2\%$ (异常下限),可以大致确定为矿化范围; $2\% \sim 3\%$ 可以大致确定为规模较小的低品位铜矿化区; $>4\%$,且规模相对较大(宽度 $>300m$)的地段是富大铜矿体分布地段。

根据以上基本规律建立的地质—物探综合找矿模型为“古-中元古界第三组、第二组石英云母片岩夹斜长角闪片岩——层间滑动破碎带——硅化、黄铁矿化、重晶石化、碳酸盐化——激电异常四位一体找矿模型。即有利层位分布地段、层滑构造、硅化、黄铁矿化、(铜矿化)、重晶石化、碳酸盐化发育地段以及存在较好的激电异常,应是找矿有利地段。

3.2 综合成矿预测与潜力分析

利的成矿靶区应为陈新厂、龙宝厂及望香台三个地段 (图1)。

综合现有的地质、物探资料,大宝山铜矿区最有

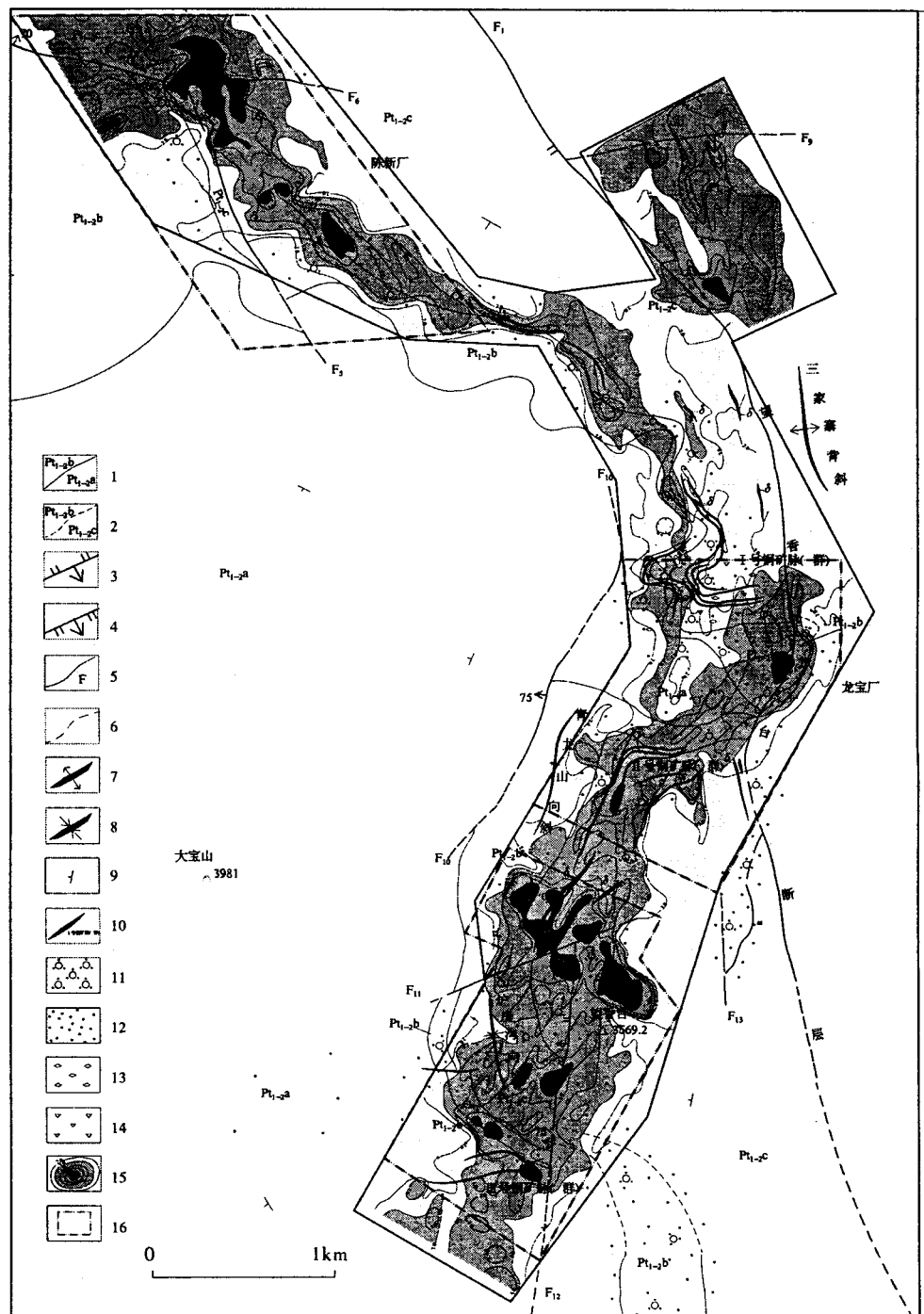


图1 大宝山铜矿区地质—物探综合成矿预测图

Fig. 1 Map showing the comprehensive ore-forming prediction of the Dabaoshan Cu ore area after geological-geophysical prospecting research

Pt_{1-2c}—古-中元古界第三组 Pt_{1-2b}—古-中元古界第二组 Pt_{1-2a}—古-中元古界第一组 δ—闪长岩脉 1—地层界线 2—推测地层界线 3—逆断层 4—正断层 5—性质不明断层 6—推测断层 7—背斜轴 8—向斜轴 9—地层产状 10—铜矿化体及编号 11—硅化 12—黄铁矿化 13—硬酸盐化 14—重晶石化 15—η_p等值线 16—预测找矿有利靶区

3.2.1 陈新厂——预测靶区面积 2.5km²

(1)成矿地质条件。出露有利的赋矿地层——古一中元古界第三组(Pt_{1-2c}),岩性以绢云母石英片岩为主,夹绢云片岩及少量斜长角闪片岩,为有利的赋矿岩性组合。岩层呈整体倾向南西的单斜,次级层间滑动构造较发育,NW 向及近 EW 向断层在矿区交切,存在有利的容矿空间;黄铁矿化及硅化较发育,部分地段见弱铜矿化现象。

(2) 激电异常特征。发现了较好的激电中梯异常,呈NNW 向延伸,长度约2500m,宽度250~800m,视极化率等值线3%~7%,最大值7.5%,以4%的视极化率为等值线圈出的异常面积大于0.7km²,预示本区存在富大铜矿体。同时激电异常西北部存在NW 向与NEE 向异常交切的现象,与断层构造邻近,说明近东西向断层对铜矿化可能存在叠加富集作用。

(3) 潜力分析。区内广泛发育的硅化及黄铁矿化蚀变特征,与浅表较弱的矿化不相一致,同时这样的矿化强度与规模较大且强度高的激电异常不相一致。二者均反映出覆盖层以下及深部存在富大矿体的可能。综合分析表明,本区找矿潜力较大,应为有利找矿靶区。

3.2.2 龙宝厂——预测靶区面积 2.0km²

(1)地质成矿条件。出露有利的赋矿地层——古一中元古界第三组(Pt_{1-2c})及第二组(Pt_{1-2b}),岩性以绢云母石英片岩为主,夹斜长角闪片岩、黑云片岩及绢云片岩,为有利的赋矿岩性组合;广泛发育硅化、黄铁矿化、碳酸盐化、方解石化、重晶石化等;构造发育,为一近 SN 向的倒转向斜构造,并受近 SN 向导(配)矿构造——望香台断裂切割,存在有利的成矿空间。地表已发现了 I 号及 II 号铜矿脉群,矿化较强,蚀变规模大。

(2)物探异常特征。激电异常规模较大,以4%的视极化率为等值线圈出的异常长度1800m,宽度100~500m,面积约0.6km²,异常视极化率最大值为6.9%。

(3)潜力分析。综合地质物探资料认为,本区成矿地质条件很有利,矿化蚀变强,物探异常规模大,强度高,完全符合“四位一体”的综合找矿模型,属重点找矿靶区。

3.2.3 望香台——预测面积 2.0km²

(1)地质成矿条件有利。出露有利的赋矿地层——古一中元古界第三组(Pt_{1-2c})及第二组(Pt_{1-2b}),岩性以斜长角闪片岩及二云石英片岩为主,夹少量变粒岩及绢云片岩,为有利含矿层位及赋矿岩性。构造上,北部处于大宝山倒转向斜南延地段,南部为

NNW 向炉房沟向斜,发育 BE 向及近 SN 向断层构造,闪长岩脉较发育,成矿地质条件有利。北部有顺层产出的矿化体,南部有沿近 EW 向断层充填的脉状矿体,浅表矿化相对较弱,但广泛发育硅化、黄铁矿化及方解石化蚀变。

(2) 激电异常有利。激电中梯异常规模较大,强度高。以4%的视极化率值圈定的两个高异常,总长度约2000m,宽度为200~800m,面积约1.1km²,极化率最大值为8%。

(3) 潜力分析。目前控制的浅表矿化体,一般不可能引起如此强而规模大的激电中梯异常,根据地质、物探综合信息分析,推断深部可能存在盲矿体,找矿潜力大。

3.3 工程验证效果

(1)经浅表工程揭露分别在陈新厂预测区发现了 I—⑦、⑧、⑨、⑩号矿体;在望香台预测区发现了 II—⑦、⑧及 III—①号矿体。

(2)在龙宝厂预测区经多个钻孔及坑道工程验证,均在深部见到了铜矿(化)体(表2),并证实了 I 号及 II 号铜矿体(群)是连续的,从而在本区圈定了一个长约数公里的铜矿带。

表2 大宝山矿区钻孔见矿情况表

Table 2 List showing the mineralization revealed by different drillcores in the Dabaoshan ore are

工程号	矿层	厚度(m)	w(Cu) /(10 ⁻²)	w(Ag) /(10 ⁻⁶)	备 注
ZK1	1	4.0	1.16	19.1	
	2	6.77	9.90	110	
ZK2	1	2.0	7.26	182.5	
ZK3	1	2.2	1.52	61.2	
	2	2.3	1.96	28.2	
	3	2.3	2.60	99.2	
	4	0.9	2.82	14.0	
	5	1.25	1.01	1.8	
ZK4	1	5.2	0.16		
ZK5	1	1.0	0.65		
	2	4.6	0.44		
	3	1.5	0.24		
ZK6	1	1.0	0.53		
ZK6-1	1	1.1	2.11		
	2	2.7	2.87		
ZK7	1	1.0	0.81		
	2	2.1	2.0		
PD1	1	1.0	1.66		
	2	0.9	2.36		
	3	0.9	0.27		

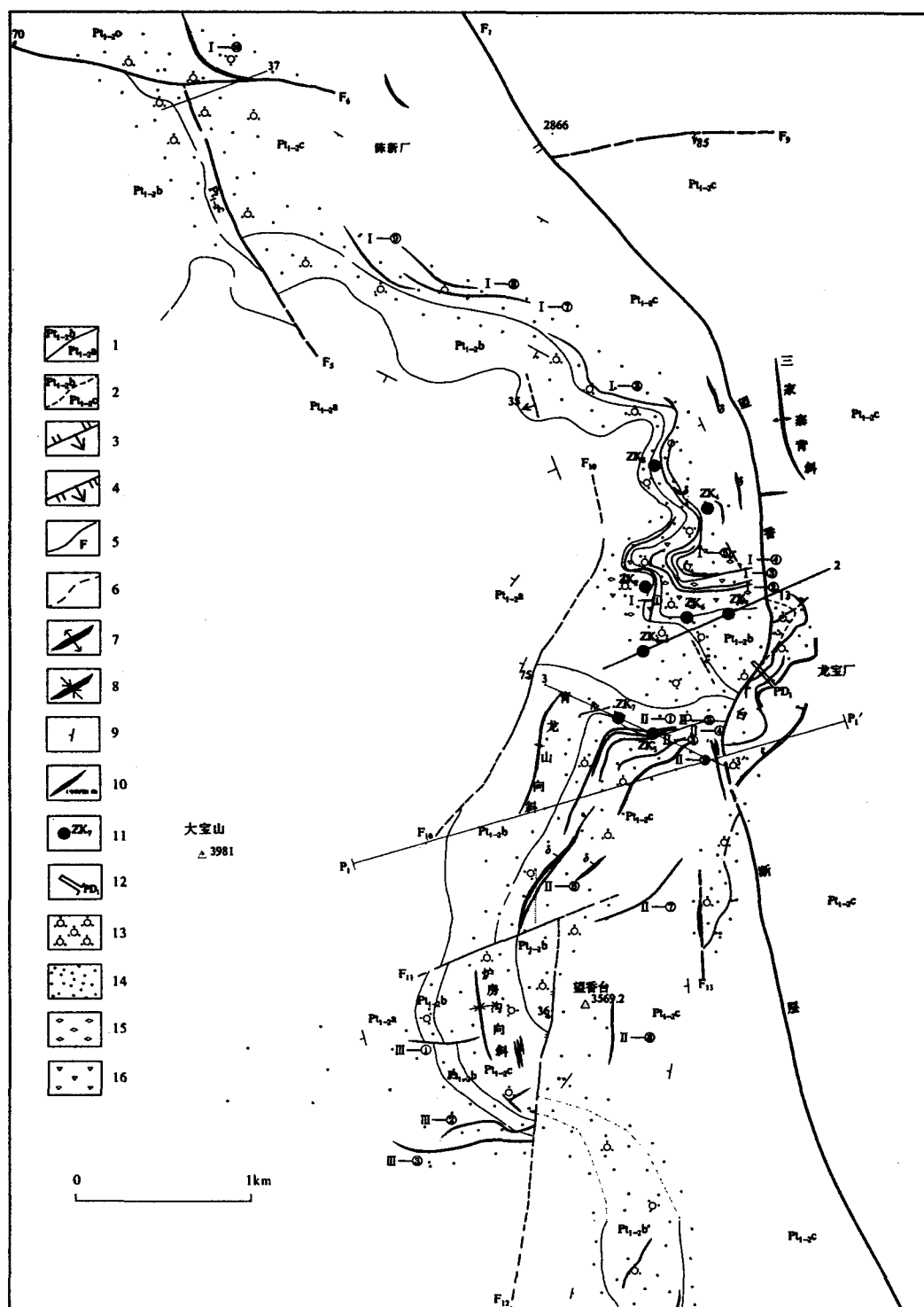


图2 大宝山铜矿区地质平面图

Fig. 2 Geological plane map of the Dabaoshan Cu ore area

Pt_{1-2c}—古—中元古界第三组 Pt_{1-2b}—古—中元古界第二组 Pt_{1-2a}—古—中元古界第一组 δ—闪长岩脉 1—地层界线 2—推测地层界线 3—逆断层 4—正断层 5—性质不明断层 6—推测断层 7—背斜轴 8—向斜轴 9—地层产状 10—铜矿化体及编号 11—硅化 12—黄铁矿化 13—碳酸盐化 14—重晶石化 15— η_p 等值线 16—预测找矿有利靶区

(3)经初步估算,获铜资源量(333+334)大于 10^5 t。尚有较多的地段还未进行工程验证,综合分析,本区已具备中大型矿床的找矿潜力。

4 结论

(1)通过对本区已知铜矿化点控矿因素综合分析及岩(矿)石物性条件的研究,选用地质—物探综合找矿方法组合是适宜的,找矿效果是明显的,可以推广到本区其他地点及外围找矿。

(2)在雪龙山变质带中,地质—物探综合找矿模型为:古-中元古界第三组、第二组石英云母片岩夹斜长角闪片岩——层间滑动破碎带——硅化、黄铁矿化、重晶石化、碳酸盐化——激电异常“四位一体”找矿模型。

(3)区内已开展激电扫面的区域,异常区域,尚有较多地段未进行工程验证,同时南北两端异常未封闭,综合地质条件分析,找矿前景较好的地段尚多,是今后找矿工作应特别重视的地段。

参考文献:

- [1] 杨松,等. 云南大宝山—八宝山铜矿评价成果报告[R],2008.
- [2] 云南省地质矿产局,云南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1990.
- [3] 杨松,董家龙,张振亮,等. 云南兰坪—维西地区铜矿床成矿地质条件研究[J]. 矿产与地质,2006.
- [4] 云南省地质矿产局,1984 区域地质调查报告(1:20 万维西幅)[R].
- [5] 刘继顺,马光,苏之良,等. 云南省维西县雪龙山变质岩带铜银多金属成矿条件与成矿规律研究及找矿预测[R],中南大学地质研究所,2003.

Geology and geophysical prospecting research with the ore-forming prediction of the Dabaoshan Cu deposit in Weixi of Yunnan

DONG Jia-long¹, YANG Song², ZENG Gui-qiang³

(1. Non-ferrous Metal Geo-exploration Bureau of Guizhou Province, Guiyang 550005, China;

2. Graduate School, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China; 3. General Geophysical and Geochemical Exploration Team of Guizhou Nonferrous Metals Geo-exploration Bureau, Duiyun, Guizhou 558004, China)

Abstract: After a comprehensive study on the geology, geophysical prospecting conditions and occurring characteristics of the orebodies of the Dabaoshan Cu ore area in Weixi, it has preliminarily set up a comprehensive prospecting mode with geology and geophysical prospecting, meanwhile, it has predicted the mineralization of this area and analyzed prospecting potential here. A Cu mineralization area with more than one kilometers long has been delimited, which has indicated a great potential of prospecting for middle-large scale of Cu deposit here.

Key Words: Cu deposit, geology-geophysical prospecting, ore-forming prediction, Weixi, Yunnan