

# 芒场锡多金属矿床 地球物理、地球化学模型探讨

齐家喆 执笔

(广西地球物理探矿队)

芒场锡多金属矿床及其外围,进行了多种比例尺的综合物化探工作,获取了较多的区域和矿区物化探异常信息。这些异常信息,是地质体在一定空间内几何形态、物理性质、地球化学元素特征的反映。本文旨在以地质为基础,通过对这些异常的各种电算数据处理研究,剖析深部地质体的赋存规律,试图达到建立矿床地球物理和地球化学模型的目的。通过建立模型,希望能够发掘出更多的地质信息,为找矿提供线索。

## 一、矿区地质、地球物理、地球化学背景

矿区位于广西山字型构造前弧西翼北段,丹池褶断带北端。北西向、北东向、南北向构造带复合部位的芒场背斜,是一个以中泥盆统纳标组为核部,轴向 $320^{\circ}-340^{\circ}$ ,长2.5—3.5公里,宽1—1.5公里,东缓西陡,局部倒转的短轴状隆起构造。各类复式褶皱和一系列断裂,导致裂隙和构造虚脱、剥离空间相当发育。出露地层主要为上古生界泥盆系、石炭系、二叠系。岩浆岩在地表以岩脉为主,已发现大小岩脉20多条,主要为花岗斑岩、黑云母石英安山玢岩、闪长玢岩等,侵入泥盆系和石炭系。深部则于204米标高以下,发现隐伏花岗岩体。变质作用以热变质为主,表现为围岩的角岩化及石英岩化,以及硅化、绿泥石化、绢云母化、云英岩化等围岩蚀变。主要锡锌矿体,呈大脉状、似层状产出。钨钼矿体则呈似层状产于隐伏花岗岩体顶部的内接触带。以上矿体,均受岩性、构造、岩浆岩控制。主要矿物为锡石、毒砂、磁黄铁矿、铁闪锌矿、闪锌矿、黄铁矿、脆硫锑铅矿、方铅矿、辉铜矿、白钨矿、黑钨矿、辉钼矿等。脉石矿物有石英、铁白云石、方解石、绢云母、绿泥石等。其中仅磁黄铁矿为具磁性矿物。

航磁59—17、552异常和重力低异常中心,大体和背斜构造位置一致,但略偏向北东翼。航磁异常呈等轴状,北负南正,规模较大,强度 $\Delta T_{\max}$ 可达200 $\gamma$ 。重力低异常大体呈东西拉长的椭圆形, $\Delta g_{\min}$ 达-92mgal。值得注意的是,地球化学水系沉积物Sm、Zn、Pb、Ag、Hg、As等元素综合异常,呈同心圆状分布,亦大体环绕芒场背斜构造分布,与航

磁,重力低异常吻合。以上航磁、重力、地球化学异常三位一体,宏观显示本区隐伏花岗岩体及围绕着岩体的磁性蚀变带,多金属矿化带的存在特征(图1)。

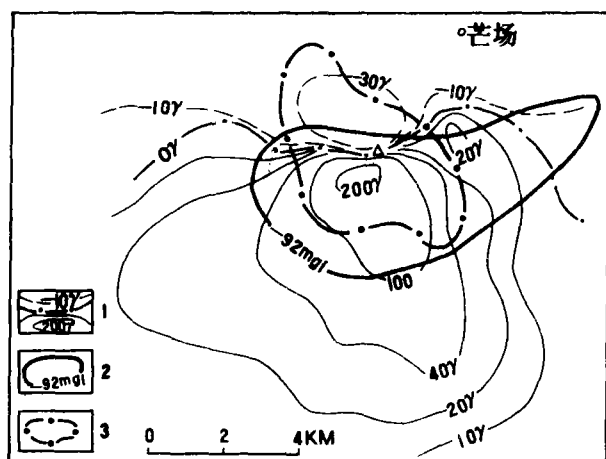


图1 航磁重力地球化学异常图

- ①—航磁异常等值线; ②—重力低异常区;  
③—Cu、Pb、Zn、Sn、As、Ag 综合异常范围

## 二、矿区磁重场研究

### (一) 岩矿石物性特征

据对矿区近50个钻孔岩矿芯的磁性、密度系统测定及统计分析,其物性特征有如下述几种:

1. 多金属矿体及其围岩,大部份均具有中等或中弱磁性,少数为强磁性(表1)。

表1 岩矿磁参数统计表

岩 性	标 本 块 数	K ( $\times 10^{-6}$ CGSM)			Jγ ( $\times 10^{-6}$ CGSM)		
		众 数	变化范围	极大值	众 数	变化范围	极大值
角 岩	694	1290	426—3930	10500	1800	542—6000	>6000
石英长石角岩	189	1400	461—4290	35000	1860	597—5780	30210
钙质石英角岩	99	1360	464—3960		1950	670—5680	
灰 岩	106	749	285—1970		2140	861—5300	
泥岩(矿化)	55	902	301—2710		3590	1500—8590	
多金属矿石	260	3620	1230—10700	34600	3680	1040—12900	1530000
花 岗 岩		无磁性					

2. 主要磁性矿物为磁黄铁矿。岩矿磁性强弱主要取决于岩矿含磁黄铁矿多寡和围岩蚀变强弱。由于多金属矿石磁黄铁矿的含量变化很大,导致矿石的磁性差异悬殊,高低可相差数百倍。角岩或矿化角岩也有一部份具较强磁性,甚至高于矿体磁性。

3. 主要似层状锡锌矿体,多数赋存于  $J > 4000 \times 10^{-6}$  CGSM,具中等磁性,蚀变

较强的角岩中。但局部弱磁性岩石地段, 也偶有矿体存在。

4. 矿区各类岩矿密度值经测定统计如下:

花岗岩 $2.65\text{g}/\text{cm}^3$ ; 碳酸盐类岩石 $2.75\text{g}/\text{cm}^3$ ; 泥岩类 $2.73\text{g}/\text{cm}^3$ ; 角岩类 $2.77—2.79\text{g}/\text{cm}^3$ ; 强蚀变角岩 $2.85\text{g}/\text{cm}^3$ ; 矿化角岩 $3.0\text{g}/\text{cm}^3$ ; 多金属矿石 $4.1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

以上岩矿密度显示, 以角岩类密度值较高。其中又以蚀变强烈的角岩为最明显。说明金属矿物的富集和岩石蚀变程度关系密切。

5. 岩矿磁性与密度大体存在一定的相关关系。即密度有随磁性增高而增高的趋势(图2)。这也是说明岩矿磁性及密度均与矿体的存在及围岩蚀变强弱有较为密切的关系。

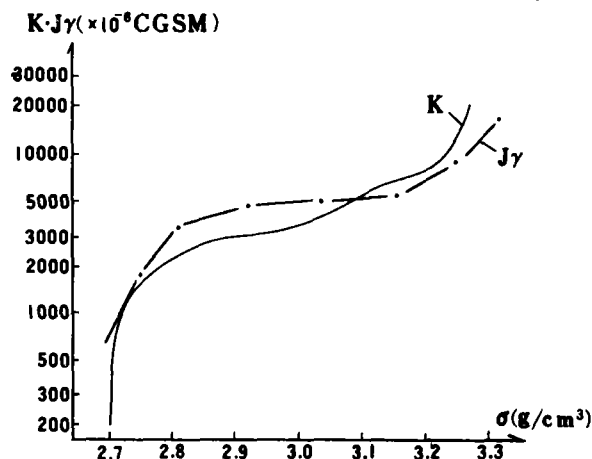


图2 K、Jγ与σ关系图

## (二) 磁异常研究

航磁异常范围较大, 形态规整, 强度中等。地磁则表现为一系列形态不规整、梯度变化较大的局部异常。采用先对航磁异常进行反演(人机结合), 取得10个磁性体的几何物理参数, 计算理论曲线与实测曲线近于吻合(图3)。认为此10个磁性体是引起航磁异常

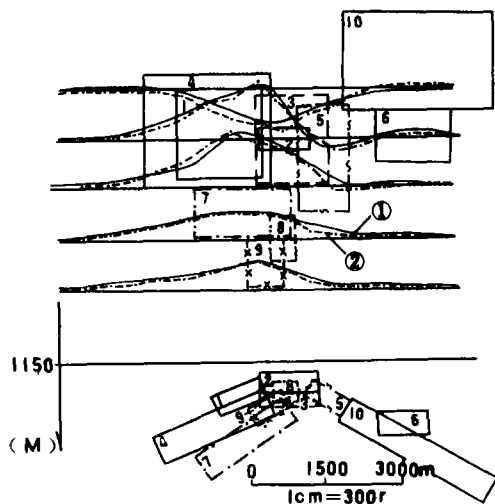


图3 人机结合推断磁性体正演计算图

①—实测; ②—理论

的主要场源。又以此10个磁性体模型进行地磁异常的正演计算, 所得结果, 理论曲线与实测曲线不完全吻合, 局部差异还相当大。这主要是由于地磁异常受浅层局部地段磁性体干扰, 形成锯齿状跳动所致, 导致二者难于吻合。说明磁源具分层结构, 由浅部和深部多个磁性体叠加组成, 而磁性体的形态, 应以似层状顺层产出为主。从地磁异常特征分析, 磁性体也受地质构造控制。

### (三) 重力异常研究

据对布伽重力异常进行趋势分析, 获得剩余异常较为明显(图4)。

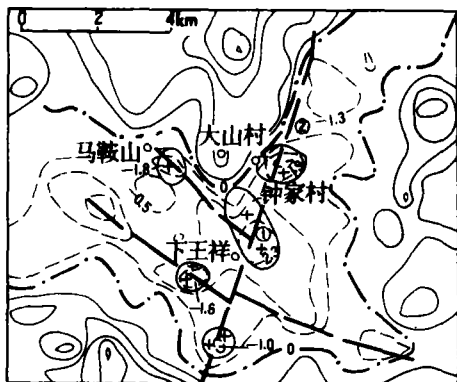


图4 重力剩余异常图

①—推测隐伏岩体凸起; ②—推断断裂

1. 宏观而论, 以芒场背斜为中心, 剩余重力高围绕着剩余重力低呈环带状分布, 显示了具较高密度的围岩围绕着隐伏花岗岩体分布的特征。

2. 沿下王样—钟家村—芒场一带, 呈较明显的北北东向重力梯级带, 并在该梯级带东侧, 分布着一系列串珠状剩余重力低(间距2.5公里)异常。显示一条区域大断裂带的存在和呈串珠状分布的隐伏岩体凸起的特征。

3. 沿马鞍山—大山顶—下王样一带, 北西向重力梯级带和剩余异常, 也显示另一条深部断裂和隐伏岩体凸起。这组断裂和上述北北东向断裂在大排一带相交, 是隐伏岩体较明显的凸起部位。

4. 和3平行分布的另一条北西向串珠状重力低剩余异常, 反映芒场背斜南西翼边缘的复式褶皱及断裂中的隐伏岩体凸起。

## 三、岩石地球化学异常研究

### (一) 岩矿石微量元素特征

各类元素在矿区岩石中的分布经统计见表2。

表2

(单位: ppm)

元素特征值	Sn	Zn	Cu	Pb	As	W	Ag	Sb	Mo	B	Bi	Cd
背景值	8	60	28	20	60	20	0.5	15	3	50	5	20
异常下限	60	250	150	60	400	40	1	40	6	250	25	40

各类元素在岩脉中的分布见表3。

表3

(单位: ppm)

岩体名称 \ 元素	Sn	Zn	Cu	Pb	As	W	Ag	Sb	Mo	B	Bi
①号岩脉	74.1	170.2	25.1	432.5	76.9	155.8	1.1	30.1	5.0	225.9	8.9
②号岩脉	33.7	193.2	24.5	113.4	154.7	55.3	1.5	27.6	5.4	112.8	7.6
③号岩脉	391.47	215.5	35.6	51.3	171.0	34.2	1.0	20.0	3	282.3	8.4
④号岩脉	10.56	164.4	26.8	89.7	73.6	241.1	1.4	252	3.3	192.2	9.5
⑤号岩脉	41.6	173.2	65.1	38.1	79.8	30.8	1.7	22.1	3	39.8	6.8
⑥号岩脉	92.6	334.2	58.2	89.1	264.4	148.4	1.1	27.5	4.2	61.5	22.5
⑦号岩脉	178.8	688.5	19.4	23.5	45.5	436.9	1.7	20	3.80	189.5	15.7
⑧号岩脉	1224.6	70.7	100	24.5	50.0	24.5	1.7	20	10	20	10

注: 表内数字为几何平均值

由表2和表3可见, 各岩脉微量元素平均含量微除有些岩脉的Cu有例外, 均高于一般岩石背景值, 而与其他地区一般酸性岩的元素平均含量比较, 主要成矿元素高几倍到几百倍。显示本矿区酸性岩浆主要成矿元素丰度值高。这从另一方面分析隐伏花岗岩体是否为成矿母岩提供了线索。同时也说明, 隐伏花岗岩体可能是热液渗透晕的主要来源。

## (二) 元素水平分带

地表岩石测量结果大体表明, 矿区地球化学元素可能存在着水平分带现象。趋势分析三次趋势面Sn、Zn、Cu、As、Bi大体呈同心圆状, 重合性较好(和重力低异常中心位置接近)。而Pb、Sb、Ag等趋势面高含量区, 则主要分布在北西边缘马鞍山一带。W、Mo也在边缘呈现较高趋势。据认为这主要是受地表岩脉高含量影响所致。而剩余异常则主要和北西向构造线、已知矿脉、岩脉分布相一致。以上所获信息显示, 矿区元素组合存在着以隐伏花岗岩体为中心, 自内向外的水平分带, 其顺序由内向外大致是: Be—Mo—W 1) Bi—Cu—Sn—Zn—As—Ag—Sb—Pb。

以上分带, 从元素组合可见, 有从内向外, 元素大体存在由高中温—中低温过渡的趋势, 同时体现了矿床及矿物组合分带特征。因此也为研究元素垂向分带提供了信息。

## (三) 元素垂向分带

元素垂向分带, 是指在成矿作用中, 围绕着矿体所形成的热液渗透晕所具有的垂向结构, 由于热液渗透晕来源途径的复杂性和不均匀性, 以及成矿活动的多期性, 必将导致元素分带的复杂性。为研究元素垂向分带, 分别进行了主要勘探线指示元素随深度变化统计和对全矿区范围内的钻孔原生晕数据进行分中段趋势分析, 研究不同标高地段元素浓度变化趋势。同时, 还通过R型相关分析, 研究主要锡锌矿体上、中、下空间元素组合及最亲元素时, 为获悉热液渗透晕的内部结构提供信息。此外, 还通过因子分析研究元素共生组合, 划分成矿阶段, 为元素垂向序列提供依据。综合以上各类信息, 最后通过计算主要指示元素的分带指数, 检验并确定元素垂向分带。

### 1) Be、Mo、W据钻孔原生晕

“分带指数”是指某一个剖面上,某种元素的线金属量与剖面上所有指示元素总线金属量经标准化(KH)以后的比值。它是经过数学处理以后所表现的某一个元素在不同地质分带上的浓集系数。

做法是:选择纵贯矿区的马鞍山一大排剖面Z<sub>K</sub> 601—Z<sub>K</sub> 7005等9钻孔,从已知地质模型出发,从热液渗透源开始至各蚀变带,将地质模型分为a''(岩浆岩带)、a'(岩浆岩内接触带)、a(岩浆岩外接触带—钙硅角岩带)、b(长英角岩带)、c(角岩带)五个带。计算各带“分带指数”如表4。

表4

元素	KH	线金属量标准化值					分带指数				
		c	b	a	a'	a''	c	b	a	a'	a''
Sn	1	0.5815	1.5598	1.3357	0.3391	0.4048	0.016	0.067	0.043	0.016	0.028
Zn	1	5.8031	4.6420	3.0042	0.4212	0.4928	0.16	0.187	0.096	0.017	0.034
Cu	1	2.7936	3.1464	6.2715	0.8202	0.6336	0.076	0.126	0.208	0.033	0.044
Pb	1	2.5958	0.3314	0.3164	0.5099	0.5456	0.071	0.0134	0.010	0.020	0.038
As	1	2.7457	3.8334	1.6783	0.7760	0.6336	0.075	0.155	0.054	0.031	0.044
W	1	0.5095	0.4986	1.2364	4.8109	1.3904	0.014	0.020	0.040	0.190	0.097
Be	10	0.8990	0.6990	2.914	2.660	2.816	0.025	0.028	0.093	0.105	0.196
Bi	10	1.4990	2.1710	5.124	1.330	2.218	0.041	0.088	0.164	0.053	0.155
B	1	7.3139	2.5232	3.8116	0.9090	0.8448	0.201	0.102	0.122	0.036	0.059
Sb	10	8.093	3.101	3.395	2.328	2.112	0.22	0.125	0.109	0.093	0.147
Ag	100	2.158	1.61	1.31	0.62	0.45	0.059	0.065	0.042	0.0245	0.031
Mo	10	1.438	0.562	0.839	9.755	1.76	0.040	0.0226	0.027	0.039	0.123
Σ		36.43	24.78	31.24	25.34	14.30					

此外,在同一带中,对于同时出现的“分带指数”最大值的元素位置序列,用下式计算垂直方向上的变化指数。

$$G = \sum_{i=1}^n \frac{D_{max}}{D_i}$$

式中G—变化指数, D<sub>i</sub>—元素在i带的分带指数, n—带数, D<sub>max</sub>—该元素分带指数最大值。

据计算结果(考虑到其他因素,对极个别元素位置有所调整),确认各带元素序列为:(Pb—B—Sb—Ag)—(Sn—As—Zn)—(W)—(Mo—Be—Nb—Ta)。

应该指出的是,如果将次最大值也考虑进去,则Zn、Sn、Cu等元素,还分别在c、a、b带占有一定位置。另从主要锡锌矿体的因子分析结果来看,  $\gamma_{Sn \cdot Cu} = 0.8679$ ;  $\gamma_{Sn \cdot Zn} = 0.6494$ ;  $\gamma_{Sn \cdot As} = 0.8951$ ;  $\gamma_{Sn \cdot Cu} = 0.7983$ ;  $\gamma_{Zn \cdot As} = 0.7893$ , 这些元素相关关系相当密切。此外Sn、Zn、As在三个主因子上均具有较高的载荷,表明这些元素在成矿的各阶段均有活动。因而其地球化学晕的结构,具有形态复杂,分布范围宽广的特点。从而导致这些元素在c、b、a带中浓集中心的相互叠加和多层次出现。

还应指出的是,上述元素垂向分带,是指矿区总体而言。对于各带中的局部矿体,又

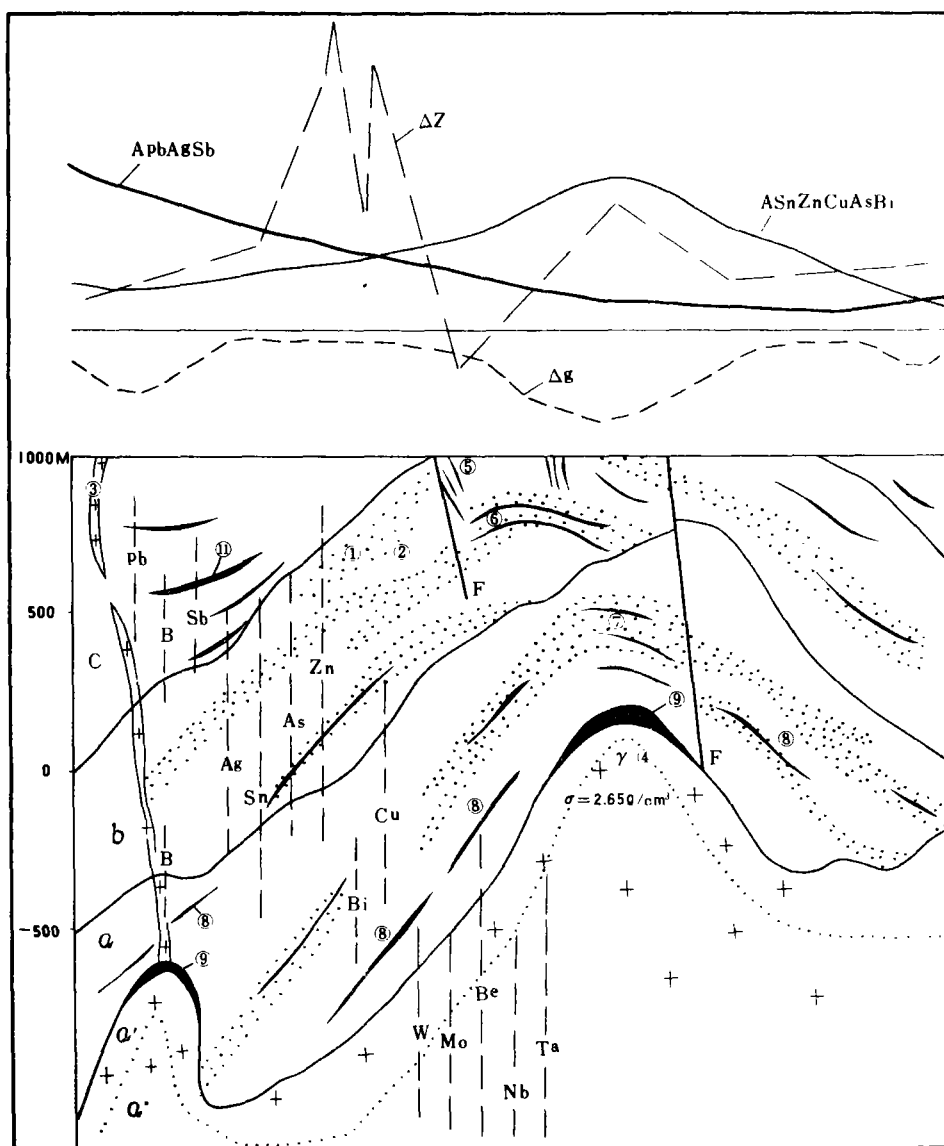


图5 矿床地球物理地球化学模型图

c—角岩带; d—长英角岩带; a—钙硅角岩带; a'—岩浆岩内接触带; a''—岩浆岩带; ①—高磁性高密度体;  
 ( $J = 2000 \sim 40000$ ;  $\sigma = 3.0 \sim 3.12$ ); ②—弱磁性低密度体 ( $J \leq 2000 \times 10^{-6} \text{ CGSM}$ ;  $\sigma \leq 2.98 / \text{cm}^3$ ); ③—花岗斑岩脉;  
 ④—花岗岩; ⑤—大脉型锡矿脉; ⑥—似层状锡锌矿体; ⑦—铜矿体; ⑧—预测隐伏锡钨矿体; ⑨—钨钼矿体;  
 ⑩———pb———元素分带序列;  $\Delta g$ —布伽重力值曲线;  $\Delta Z$ —地磁垂直分量曲线;  $APbAgSb$ — $PbAgSb$ 趋势面;  
 $ASnZnCuAsBi$ — $SnZnCuAsBi$ 趋势面; ⑪—铅锌矿体。

存在着围绕某些矿体所形成的元素组合分带,即前缘晕、矿中晕、尾部量。如相对规模较大的似层状锡锌矿体,其分带序列为:

前缘晕 Pb — Zn — Ag — Sb

矿中晕 Zn — Sn — As — Cu

矿尾晕 Sn — W — Be — In — Mo

所谓矿尾晕,是指似层状(b带)锡锌已知矿体而言,它可能又是某些(a带、a'带)矿体的前缘晕,这是应予特别注意的。

#### 四、矿床地球物理及地球化学模型

综合以上各类信息,初步建立芒场矿床的地球物理、地球化学模型,即以隐伏花岗岩体为中心的围岩蚀变带,存在着具中等磁性的多层次磁性体和局部较高密度体。并以隐伏岩体为主要热液渗透晕源,存在着自下而上、由内向外扩展的地球化学元素分带。主要锡、锌矿体和磁性体,地球化学元素分带具有一定关系(图5)。

总括以上认识,从地球物理、地球化学模型所提供的信息预测,马鞍山一大排重力梯级带南侧的50—72线400米标高以下的a带,是铜锡钨矿成矿有利地段。a'带是钨钼矿有利地段。马鞍山一带,200米标高以上的c带,主要赋存铅锌银锑矿。0米标高以下的b、a带也可能有锡锌钨矿体。重力低异常是隐伏岩体凸起的反映。此外,钟家村、下王祥重力低异常和低缓磁异常,是埋深较大的隐伏岩体凸起,并在隐伏岩体上复围岩中有中弱磁性体的反映,对找矿意义较大。下王祥—钟家村重力梯级带是区域大断裂的反映,是重点找矿远景地段,应予深部查证。

参加本文资料研究和插图缩绘的还有:刘康华、唐俊德、何侨森、梁启好、黄桂芳等同志。本文初稿完成以后,经本队梁文素、杨鑫祖主任工程师、龙国坤、廖杏椒工程师审阅,提出意见,最后由笔者修改定稿。

#### 参 考 文 献

- 1) 熊光楚1985,关于地球物理—地质模型的若干问题,桂林冶金地质学院学报,第5卷,第三期。
- 2) 唐甲光等1985,分带性指数在个旧东区找矿中的应用,地质与勘探。
- 3) 李惠等1983,栗木钨钼锡矿床的地球化学异常模型,地质与勘探。

(下转第32页)



(上接第40 页)

# DISCUSSION ON THE GEOPHYSO-GEOCHEMICAL MODEL OF MANGCHANG TIN-POLYMETALLIC DEPOSIT

Qi Jiaji

*(Geophysical Exploration Party of Guangxi)*

## Abstract

Mangchang tin-polymetallic deposit lies in Mangchang short-axis anticline, north end of Danchi folded zone. Aeromagnetic anomaly, low-gravity anomaly, geochemical anomaly of Sn, Zn, Pb, Ag, Sb, As elements are intercalatedly and generally distributed around the anticlinal structure. This paper makes a discussion on geophysical and geochemical model of the deposit by handling the above geophyso-geochemical data. It is of great significance in the study of geophyso-geochemical anomalies and prediction of deep mineralization.