

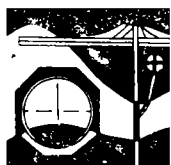
鄂东南成矿区壳幔结构及其特征

苏欣栋

(中南冶金地质研究·宜昌·443003)

鄂东南成矿区壳幔具有典型的层状结构,各层具有鲜明的地质、地球物理和地球化学特征。硅镁层为地球形成时的原始地壳,硅铝层和上构造层为地球形成后膨胀增生而成。建立了壳、幔结构综合理想模式。

关键词 鄂东南 壳幔 特征 模式



地质·矿产

鄂东南成矿区地处长江中、下游成矿带的西段,这里蕴藏着丰富的铁、铜、金、银、铅锌等矿产。多年来的地质研究工作积累了丰富的成矿规律及预测成果,并对深部地质构造进行了有意义的探索。同时又采用了地球物理和地球化学方法进行多维空间探测,积累了亿万万个数据,通过数据处理,逐步揭开了本区壳、幔结构本质,为建立其理想结构模式奠定了基础。

1 壳幔结构模式

1.1 壳幔层状结构及其特征

本区壳幔具层状结构,可分为岩石圈和软流圈两大层。前者可再细分为上地壳、下地壳和上地幔共6个分层(I~VI),总厚达50km,其地质特征见表1。由表1可看出以下特征:

(1)康氏面以上地壳各层(IV~I)是地球形成以后生的。康氏面至莫霍面之间的下地壳为硅镁层,是地球形成时的原始地壳。地质学家能直接观察到的仅为上地壳和火山喷发时的熔岩流。故上地壳为地球本身膨胀增生作用而成。

(2)由于原始地球膨胀增生遵循宇宙物

质运动规律,地球内部和表壳经常处于不平衡运动物质分配之中,其原动力是软流圈中呈塑性状态的玻璃质玄武岩有节奏性(动、定运动相间规律)缓慢流动的结果,并直接牵引上部岩石圈水平方向移动,促使岩石圈板块运动和板块内部产生褶皱、断裂、岩浆喷发与侵入以及各种矿产的形成等。

(3)康氏面以上各构造层间的界面,各代表一个主要的构造运动期,亦符合自然界物质运动所遵循的动、定相间运动规律,并呈螺旋上升而不重复出现,但它有继承前一构造运动的某些特征,而以自己特有的本质独立区别于其他构造运动及其产物。这样就可根据不同的构造运动产生不同的构造层,找到不同矿产。在本区中、古生界含矿构造层中赋存有重要的铁、铜、金、银、铅锌、硫等矿产。

上述特征说明,下地壳是原始地壳,上地壳是后生地壳,是由地球自身膨胀增生而成。其后上、下地壳各种形变的原动力来自地球本身,即为上地幔间歇性蠕动所致,故简称为膨胀增生蠕动的层状结构地质模式。

1.2 壳幔层状结构地球物理模式及其特征

1.2.1 岩石地球物理特征

据陆启行^[1]和翟裕生^[2]资料,本区岩石物理特征可归纳为7层1类:

(1)中—新生代陆相沉积呈低密度、低磁

本文1994年3月收到,林镇泰编辑。

表 1 鄂东南壳幔结构及其地质特征表

层 圈		层间界面名称	厚度 (km)	底埋深 (km)	同位素 年龄(Ma)	地 质 特 征	矿产及地质作用	研究方法
岩石圈	上 地 壳	(I) 陆相中 新生界	3 ~ 12.2	12.3	115~ 195	发育在断陷盆地中,以 断块变形为主,有少量 挠曲和舒缓褶皱,岩浆 活动以喷发为主	Pb、Zn(Fe)	(1)直接观察法 (2)地球物理及 地球化学法
		(II) 海相中 古生界	13.2	13.2	200~ 850	大套碳酸盐岩与大量碎 屑岩交替出现,形成复 杂褶皱和冲断推复形 变,以中酸性岩侵入为 其特征	Fe、Cu、Au、 Ag、Pb、Zn、S	同上
		(III) 浅变质 岩						
	下 地 壳	(IV) 深变质 岩	24	15~18	2400~ 2900	发育一套浅变质岩系, 形成大型拗陷与隆起 由混合岩、深变质岩及 花岗岩组成	W、Sb、Au、P、Mn Cr、Fe、Au	同上
		(V) 硅 镁 层						
地 幔	上 地 幔	(VI) 上地幔岩 右圈部分	65	50	≈4500	由三份橄榄岩和一份玄 武岩组成 呈塑性流动状态玻璃质 玄武岩能缓慢流动牵引 上部岩石圈呈水平方向 移动,促使岩石圈上板 块运动	提供成岩成矿物质 提供成岩成矿物质	同上
		岩石圈与软流 圈之间过渡层						
	软流圈			200~ 300	≈4500		(1)提供板块运动动力 (2)提供热源 (3)提供成岩成矿物质	同上

性、低电阻和低中速波。

(2)中生代火山岩系呈低密度、高磁性、低电阻和低中速波。

(3)三叠纪—晚古生代海相沉积呈高密度、低磁性、中高电阻互层和中高速波。

(4)早古生代—震旦纪海相沉积呈中高密度、低磁性、中高电阻和中高速波。

(5)晚元古代浅变质岩系呈中密度、低磁性、低电阻和低速波。

(6)早元古代—太古代深变质岩系呈高

密度、中高磁性、高电阻和高速波。

(7)软流圈呈低磁性、低电阻、高导层。

(8)侵入岩类呈中密度、高磁性和高电阻。

1.2.2 壳幔层状结构的地球物理特征

据壳幔岩石的物理特征和地震波传播速度不同,并结合大地电磁测深剖面的综合研究成果,将本区壳幔层状结构的主要物性特性归纳于表2。

表2 本区壳幔地球物理特征表

层圈		界面名称	主要物理特征	滑移(折离面)	均衡调节层
岩石圈	上地壳	(I) 陆相中新生界	低中速、低阻、低磁、低中密度	T S G	
		印支-早燕山期侵蚀面			
		(II) 海相中古生界	中高速、中高阻、中高密度互层、低磁		
		晋宁期侵蚀面			
	中地壳	(III) 浅变质岩	低速、低阻、低磁、低密度	I	
		武陵期侵蚀面			
	下地壳	(IV) 深变质岩	高速、高阻、高磁、高密度	C M L	C层 M层 L层
		康氏面	低速、高导(壳内高导层)		
		(V) 硅镁层	高速高密度柔性形变结构		
		莫霍面	高低导横向不均层块		
地幔	上地幔	(VI) 上地幔的岩石圈部分	高速、高密度	L	
	软流圈	岩石圈与软流圈之间过渡层	高导过渡层		

(据翟裕生1992年资料编制)

由表2可看出以下特点:

(1)层圈间或层圈中各个界面亦为地球物理特性分界面,可用地球物理方法(电测深法、磁法、重力法和地震法等)来进一步研究它们的形态变化特征和空间分布规律。如莫霍面等深度变化图(图1),说明了本区莫霍面具有波状起伏的变化特征,由南到北可分为幕阜山幔陷(-38km)、武汉幔隆(-35km)和大别山幔陷(-39km)等3个,而两个幔陷间(鄂城—黄石—九江)为一鼻状幔隆

带,并向西延伸与武汉幔隆相连。鄂东南—赣西北成矿带的各个矿田均附生在鼻状幔隆带中,与上地幔隆起有关。

(2)由于上地幔顶部有隆起和凹陷,必然影响到莫霍面呈波状变形,也影响其上各层界面发生变形,而反映最为敏感的是T、S、G、J、C各析离层,常易产生滑移冲断和推覆,为地幔热流向上传导、岩浆活动提供必要的构造条件。

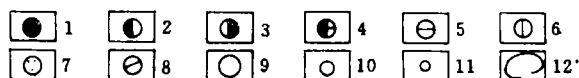
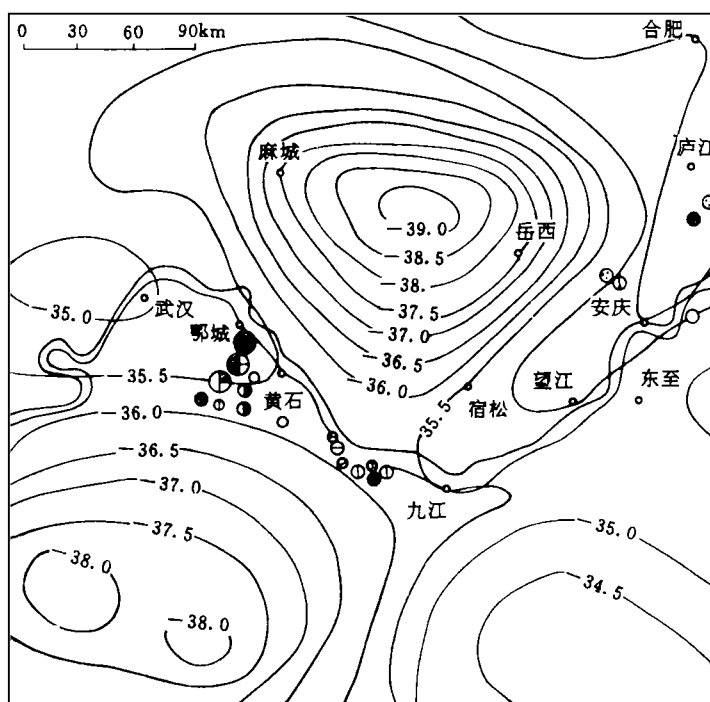


图1 本区及其邻区莫霍面深度相对变化与矿产关系图

1—铁;2—铁铜;3—铜铁;4—铁铜金;5—铜金;6—铜铂;7—硫;8—钨铜;

9—大型;10—中型;11—小型;12—海平面以下标高(单位:km)

(3)在康氏面附近有一厚3~4km的高导、低速层,其电阻率一般小于 $10\Omega \cdot m$,波速 $5.9\sim 6km/s$,在局部区域断续分布,且塑性很强,可能为混合岩浆熔融体(图2中的 K_1 、 K_2),为上地幔底辟上隆作用而成。

1.2.3 实际壳幔结构地质—地球物理模式

上述研究表明,本区壳幔具有典型层状结构特征,且有明显的变形特点,而麻城—九宫山综合物探剖面,提供了本区近于实际壳幔层状结构解释的地质依据,并可建立其地质—地球物理模式(图3)。图3可以说明以下几点:

(1)在 Δg 平面图上,以大冶—鄂城为中心,正 Δg 异常往南、北两边均为负的 Δg 异常,反映了上地幔顶部的隆起和凹陷,地质剖面上的莫霍面呈舒缓波状,同时也影响到康氏面的同步形变。

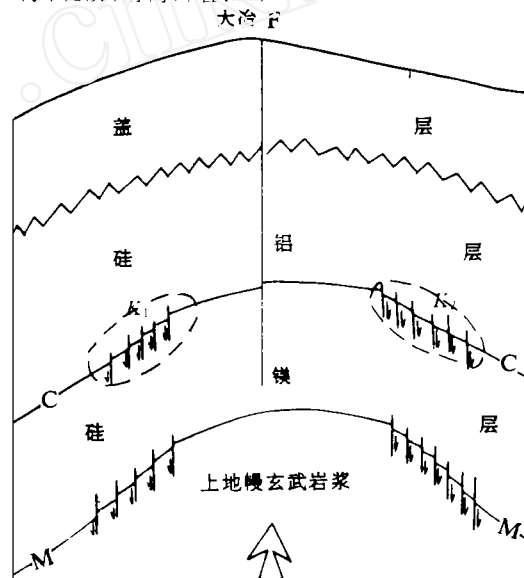


图2 本区壳内康氏面(C)之熔融岩浆层
C—康氏面;M—莫霍面; K_1 、 K_2 —分别为不同性质的混合岩浆房;箭头示地幔上隆方向

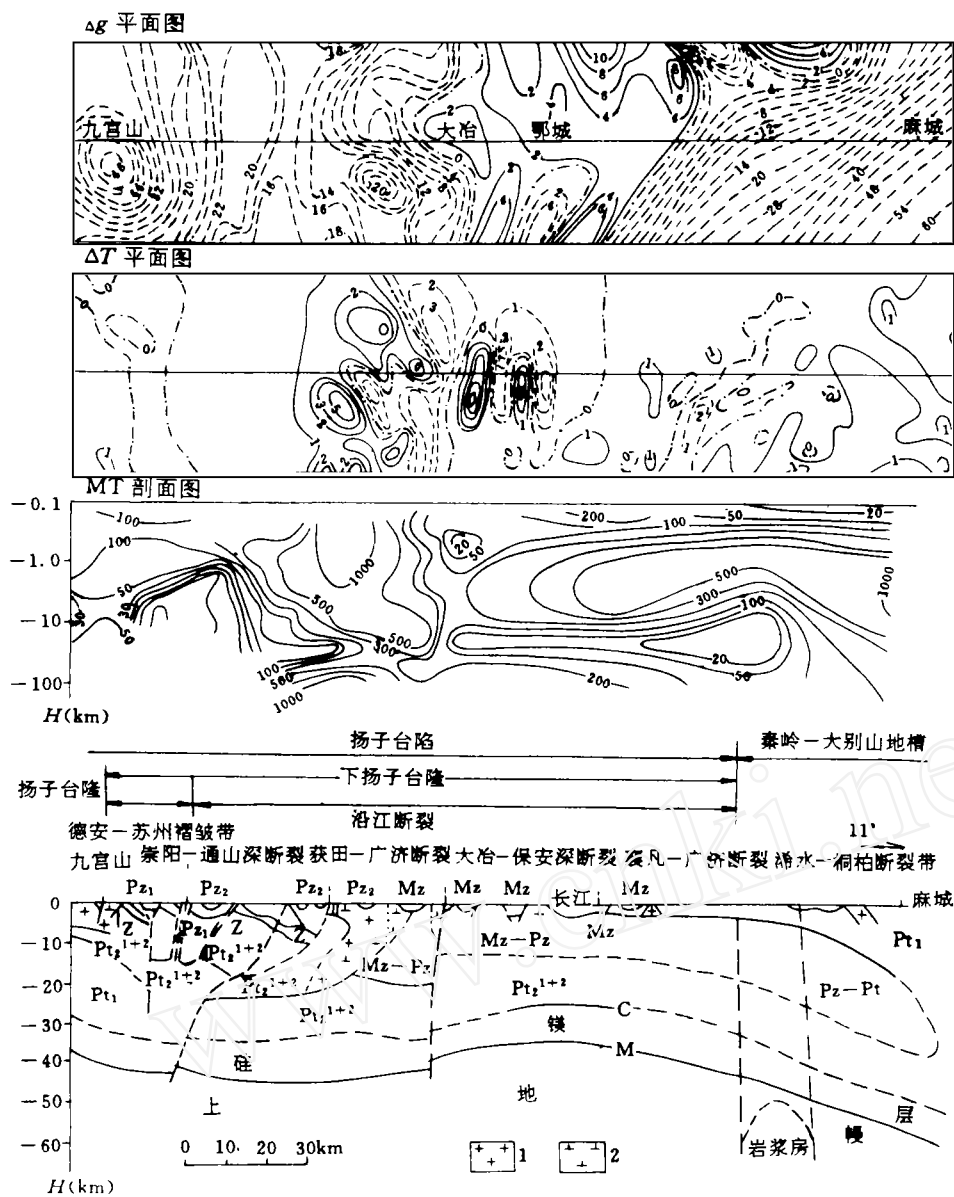


图3 本区壳幔结构地质—地球物理模式

(据陆启行 1993 年资料编制)

Mz—中生界;Pz₂—上古生界;Pz₁—下古生界;Z—震旦系;Pt₂¹⁺²—上元古界中、下统;Pt₁—下元古界;
 Δg —重力布格异常图(10^{-5}m/s^2); ΔT —航磁异常平面图(100nT);MT—大地电磁测深剖面($\Omega \cdot \text{m}$);
 1—酸性岩体;2—中性岩体

(2)在 ΔT 平面图上,大冶以南为正 ΔT 异常,而以北却在负区域背景上有局部的正异常,说明大冶以南高磁性体(侵入岩体)埋深大,而其北的高磁性体(侵入岩体)埋深较浅;在地质剖面上亦清楚地反映出南部巨大

侵入体向南斜插埋深达 20km,而北部侵入体埋深不足 5km。在航磁化极上延立体图上(图 4),更能充分说明大冶南、北两区正、负异常场源。当上延 10km 时,南边的弧形正异常带合为一体,异常中心位于吴伯浩—殷祖

一带;呈北西西向展布,而北边的局部正异常几乎消失。这一差别说明了大冶以南的金山店、灵乡、殷祖、阳新等岩体向下延深(>10km),与吴伯浩隐伏岩体可能合为一体,组成埋藏于深部的巨大岩基;而大冶以北的鄂城、铁山两岩体向深部(<5km)亦可能相连。

(3)在 MT 剖面上,高电阻率带向南延伸至襄樊—广济断裂附近,说明鄂北深变质岩系表部向南推覆到襄樊—广济断裂处,而扬子地台却向北插入深变质岩系之下。同时,在浠水—桐柏断裂带附近有一低阻中心,推测该断裂深部(—60km)有一岩浆房。这些均说明两个大地构造单元的接合部位^[1],即为扬子地台与秦岭—大别山地槽接合部位。

1.3 壳幔结构的构造地球化学模式

据张理则(1992)对我国东部 Pb、Sr、O、Nd 等同位素研究,这里壳幔结构可分为 3 大板块 15 个构造地球化学省^[3],其同位特征见表 3。空间分布模式见图 5。从图可见,本区属华南板块的北部边缘,其北与华北板块呈锯齿状相接,由 B₂₋₂、B₂₋₃ 和 SC 组成。SC 与 B 均呈一定角度相交,接触面实际上是莫霍面,亦呈舒缓波状,与上述建立的地质—地球物理模式相一致。就地幔而言,各板块均有各自的同位素组成(表 3)。说明其物质是不均一的,从而造就了各板块间的岩浆活动和内生矿产的形成。

1.4 壳幔结构综合理想模式

综上所述,本区壳幔具有明显的层状结构和鲜明的地质、地球物理及地球化学特征。对前述各类模式归纳简化可构成地质—地球物理—地球化学综合理想模式(图 6)。图中箭头示上地幔隆起或凹陷方向,隆起两翼均为地幔陡坡带,分别为一组地堑式阶梯状断裂所切,并波及到康氏面上、下各层(硅镁层、硅铝层及上构造层)。沿隆起两侧断裂带上升的地幔热流和玄武岩浆熔融体,在硅铝层和硅镁层接触界面(康氏面 C)附近两侧重熔形成混合岩浆熔融体,分别形成于地壳深处岩

浆房(K₁ 和 K₂),并沿断裂上升到上构造层定位成岩和矿化成矿。大冶以北为钠质花岗岩—钠质石英闪长岩—钠质闪长岩之铁、铜、

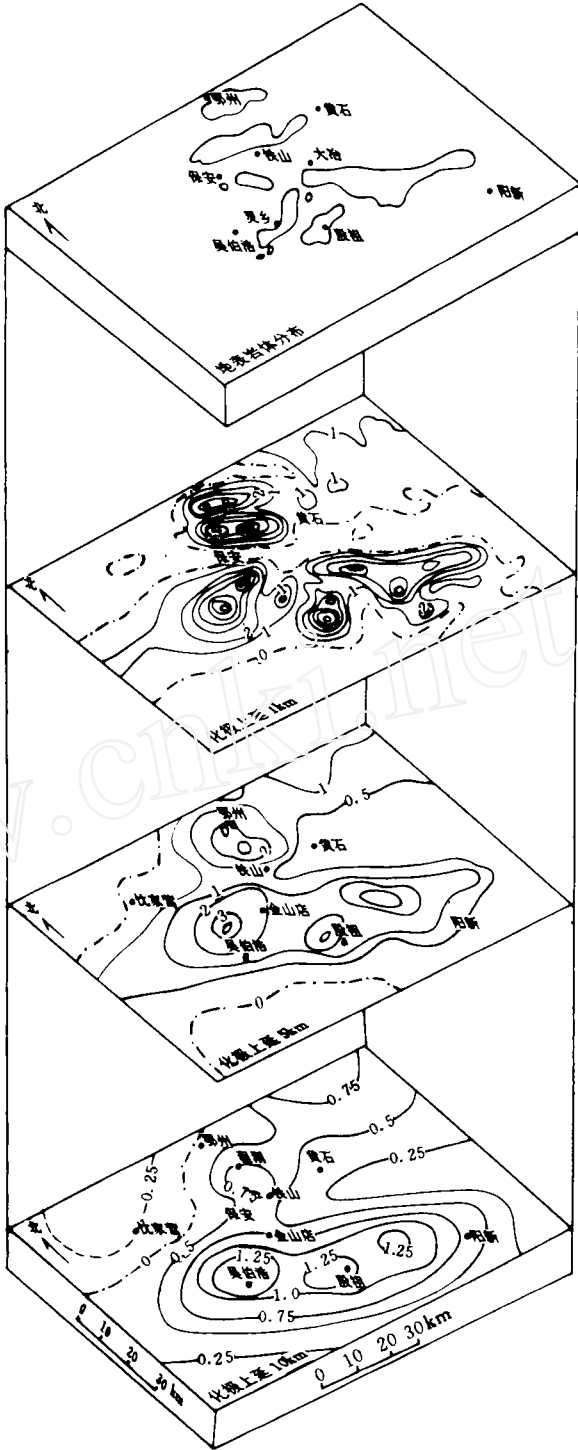


图 4 鄂东南航磁化极上延立体图(单位 10⁷)

表 3 我国东部构造地球化学省同位素特征表

板块名称	构造地球化学省名称	代号	Pb			Sr	O	Nd
			a	b	c	ISr	$\delta^{18}\text{O}$	$\epsilon\text{Nd(T)}$
华北板块	(1)冀北—辽北省	A ₁₋₁	16.389	15.170	36.285	0.7065	+9.2	-11
	(2)阴山—五台—燕山省	A ₁₋₂	17.453	15.474	37.731	0.7078	+8.8	—
	(3)晋中—冀南—鲁西—辽南省	A ₂	17.900	15.528	38.136	0.7096	+9.0	~
	(4)大别—胶南省	A ₃₋₁	16.773	16.368	37.527	0.7095	-8.5	-15
	(5)秦岭—北淮阳—胶东省	A ₃₋₂	17.460	15.481	37.965	0.7084	+9.5	-14.6
华南板块	(6)洪泽湖—太湖省	B ₁	17.073	15.382	37.335	0.7095	+8.0	-10
	(7)西南扬子省	B ₂₋₁	16.987	15.396	37.604	0.7076	+9.0	-12.6
	(8)北扬子省	B ₂₋₂	17.840	15.538	38.055	0.7073	+7.8	-12.6
	(9)南扬子省	B ₂₋₃	18.332	15.625	38.611	0.7120	+10.1	-5.5
	(10)南岭省	B ₃₋₁	18.676	15.688	38.924	0.7170	+10.5	-10.8
	(11)三江省	B ₃₋₂	—	—	—	—	—	—
	(12)武夷省	B ₄₋₁	18.236	15.620	38.725	0.7114	+10.2	-7.2
	(13)闽台省	B ₄₋₂	18.534	15.656	38.866	0.7076	+8.0	-4.2
东北板块	(14)兴安—吉北省	C ₁	18.327	15.556	38.298	0.7045	—	+2.1
	(15)佳木斯省	C ₂	18.422	15.596	38.396	0.7066	—	INd0.51288
地幔	华南地幔	SC	18.290±0.218	15.569±0.075	38.459±0.278	0.7042	—	—
	华北地幔	NC	17.614±0.351	15.446±0.069	37.718±0.314	0.7043	—	INd0.51277
	东北地幔	NE	18.124±0.073	15.561±0.067	38.322±0.196	0.7042	—	INd0.51285
	西北利亚地幔	SB	16.887	15.385	36.737	0.7056	—	INd0.51240

(据张理刚 1992 年资料编制)

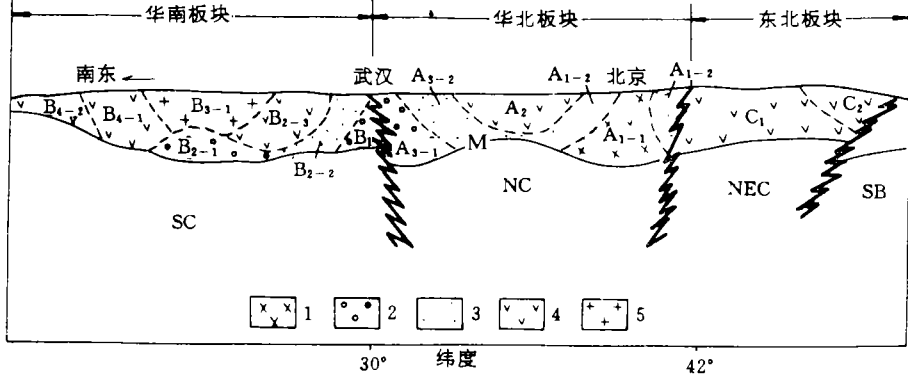
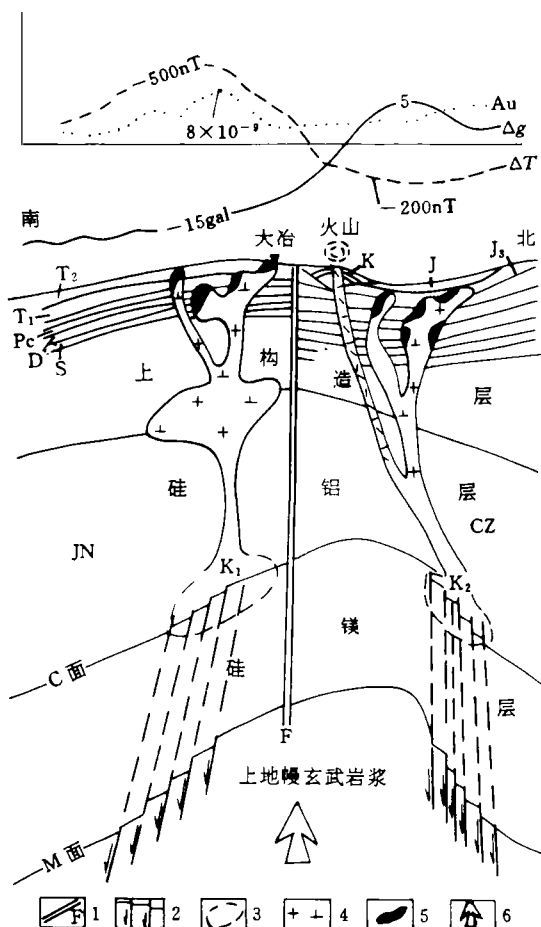


图 5 中国东部壳幔结构地质—构造地球化学模式图

(据张理刚,1992,略有修改;同位素数据见表 3)

1—地幔型高级下地壳;2—地壳型高级下地壳;3—低级下地壳;4—低级上地壳;5—高级上地壳;M—莫霍面;SC—华南地幔;NC—华北地幔;NEC—东北地幔;SB—西伯利亚地幔



金成矿系列区;大冶以南为钾质石英闪长岩—钾质闪长岩之铜、金、钨、钼、铁成矿系列区。这两个不同岩浆—矿化系列区的地质、地球物理及地球化学特征见表4。表中两者区域构造、基底性质、侵入岩碱度、混合岩浆幔源量、黑云母中 $Al^{IV}/全Al$ 比值、地球物理异常特征、同位素特征值等,都有明显差别,从而说明了成岩成矿的不同性。

参考文献

- 1 陆启行等,长江中、下游地区深部地球物理调查成果及对地壳构造与成矿预测新认识,物探与化探,1993,17(5).
- 2 翟裕生等,长江中、下游地区铁、铜(金)成矿规律,北京:地质出版社,1992.
- 3 张理刚,中国东部岩石圈铅同位素化学结构与动力学研究,矿物岩石地球化学通讯,1992,(2).

图6 本区壳、幔结构地质-地球物理-地球化学综合模式图

(据苏欣栋、徐柏安,1993)

1—长江断裂;2—地幔陡坡带断裂;3—直熔岩浆混合体;4—中酸性侵入岩;5—矿脉;6—隆起或拗陷方向;JN—江南式基底;CZ—川中式基底;C—康式面;M—莫霍面

表4 大冶南、北方地质—地球物化成岩成矿系列区对比表

项 目	系 列 区	南区:钾质花岗岩闪长岩—钾质石英闪长岩—钾质闪长岩铜、金、钨、钼、铁成矿系列区	北区:钠质花岗岩—钠质石英闪长岩—钠质闪长岩铁、铜、金成矿系列区
区域构造位置		上构造层隆起区	上构造层凹陷区
硅铝层性质及其基性度		江南式基底(JN),基性度<0.5	川中式基底(CZ),基性度>0.5
岩浆岩碱度(%)		6~7	8~9
岩体黑云母中 $Al^{IV}/全Al$ (%)		0.5~20	0
地球物理异常		Δg :负值 ΔT :正值(1/200万)	Δg :正值 ΔT :负值(1/200万)
构造同位素地球化学特征值		Pb同位素 $a=18.332$ Sr同位素 $b=15.625$ Nd同位素 $c=38.611$ $ISr=0.7120$ $\epsilon Nd(T)=-5.5$ $\delta^{18}O=+10.1$	Pb同位素 $a=17.840$ Sr同位素 $b=15.538$ Nd同位素 $c=38.055$ $ISr=0.7073$ $\epsilon Nd(T)=-12.6$ $\delta^{18}O=+7.8$
混合岩浆幔源物质估算量		11.6%~49.7%	52.4%~84.8%
地幔类型及同位素特征*		均为华南型地幔 Pb同位素: $a=18.290\pm0.128, b=15.569\pm0.075, c=38.454\pm0.278$; Sr同位素: $ISr=0.7042$;Nd同位素: $INd=0.51288$	

*引自张理刚,1992。

Crust-Mantle Structure and Characteristics of Southeast Hubei Metallogenic Province

Su Xindong

Crust-Mantle of Southeast Hubei Metallogenic Province possesses a typical layered structure. Each layer is characteristic of its geology, geophysics and geochemistry. Si—Mg layer is the original crust which was formed during the earth formation; Si—Al layer and upper tectonic layer was formed after the earth formation. The ideal synthetic model of crust-mantle has been outlined.

Key words: Southeast Guangdong, crust-mantle, characteristics, model