

湖南省有色金属

成矿地质条件和成矿预测

童潜明

(湖南省地质研究所 410007)

1 成矿地质背景概述

如果将成矿作用理解为在一定的地质阶段和一定的地质构造单元中与构造运动、沉积作用、岩浆(包括火山)活动密切相关而发生的矿床形成过程;那么构造运动、沉积作用和岩浆活动就是成矿地质背景,湖南省的有色金属矿床以及一些贵金属(金)的原生矿床的成矿地质背景简列于表1。在表列各项背景中构造运动最重要,是构造运动制约了沉积作用和岩浆活动。在湖南发生了多次构造运动,但与有色金属成矿作用最重要的是加里东运动和燕山运动(见表1)。

加里东运动最大的特点有两点,第一点是扬子、华夏两个板块的会聚,其会聚带据现有的研究,大多数学者认为它东起杭州湾,经铅山、宜春过湖南到广西北部湾。它过湖南的位置看法不一:一种认为由宜春进入湖南后,从浏阳,经桃江

到城步即沿桃江—城步深大断裂带入桂后至北部湾(饶家荣,1993);另一种则认为进入湖南后经茶陵、郴州、临武即沿郴临深大断裂入桂后到北部湾,持此看法的学者有王鸿祯(1987)、水涛(1987)、刘鸿允(1988)、史明魁(1993)、徐克勤(1990)、陈毓川(1994)、童潜明(1993)、杨明桂(1995)等。第二点是造成了两个隆起(罗霄—武夷隆起和雪峰—武陵隆起)夹持一个上叠盆地(湘中—湘南坳陷)。加里东运动对成矿最大的贡献一是会聚带及其附近派生出的次一级构造带奠定了我国最重要的有色、稀有、贵金属成矿带的基础;二是两个隆起夹持一个上叠盆地的构造分区是制约成矿作用差异产生的基础。

燕山运动最重要的构造效应是使岩浆沿这之前的构造运动所造成的地壳“伤痕”(会聚带和深大断裂带)处强烈侵

表1 湖南省的有色金属矿床及部分贵金属(金)的原生矿床的成矿地质背景

时 期	构造运动及特点	距今时间 (亿年)	沉积作用	岩浆活动	构造层及其分布
早元古代溪湖冲期	武 陵 运 动 武陵—雪峰地块与扬子克拉通碰撞拼贴,地壳挤压上升,形成“江南古陆”雏形	26.0	含火山物质的 复理石沉积	深源岩浆海底喷发的科马提岩、拉斑玄武岩等	武陵—雪峰构造层,分布在雪峰隆起、
中元古代冷水溪期		17.0			
晚元古代板溪期		11.0			
晚元古代震旦纪	雪峰运动 地壳局部断块上隆	8.0	复理石碎屑沉积 碳酸盐和硅质沉积	幔源岩浆为主,形成基性、超基性岩	加里东构造层,分武陵隆起、罗霄隆起
早古生代寒武纪	加 里 东 运 动 扬子与华夏两板块碰撞会聚,形成茶陵—郴州—临武构造岩浆岩带及两个隆起和一个盆地	5.75			
早古生代奥陶纪		4.95		碰撞型同熔花岗岩、改造型花岗岩	
早古生代志留纪		4.40			
晚古生代泥盆纪		4.05	碳酸盐沉积、碎屑沉积夹煤系沉积	以改造型花岗岩为主,局部有火山活动	印支构造层,主要分布在湘中—湘南坳陷中
晚古生代石炭纪		3.50			
晚古生代二迭纪		2.70			
中生代三迭纪早、中期	印 支 运 动 基岩滑移、分段推掩	2.25	碎屑沉积、煤系沉积		
中生代三迭纪晚期		2.08			
中生代侏罗纪	燕 山 运 动 基岩滑移、分段推掩,在板块会聚带和深大断裂带形成强烈的构造岩浆岩带	1.40	紫红色陆相碎屑沉积	壳源酸性花岗岩、壳幔混熔中酸性花岗岩	燕山构造层,上述在各个构造层上
中生代白垩纪		0.64			
新生代第三纪始新世	喜 山 运 动 地壳升降形成阶地、夷平面	0.49			
新生代第三纪渐新世		0.38			

入,从而引发了一系列的成矿作用,才形成今天所勘查出的和将要勘查出的最有意义的有色、稀有和贵金属矿床。

2 矿床成因类型

综合已有的对湖南有色、贵金属矿床成因研究成果,将其分为三类。

2.1 岩浆热液矿床类型

这类矿床的主要特点有:

(1)产于成矿岩体的内外接触带,矿体形态多样,有囊状、脉状、透镜状等。

(2)以成矿岩体为中心或起点,向周围或某一方有由高温至低温的矿化(矿床、矿体)分带。

(3)成矿物质组份及围岩蚀变类型复杂,矿石有用组份较富,往往有富矿体产出。

(4)反映成因信息的微观地球化学标志,如单矿物的微量元素、同位素、包裹体成分等具岩浆热液特征,而与其它成因类型有明显差别(见表 2)。

(5)成矿物质(物源、热源和水源)主要来自成矿岩体的岩浆分异演化产物。

2.2 热水矿床类型

所谓热水矿床的热水(成矿热液)是指除了岩浆热液以外的其它成矿热液,即一般所称的热卤水、变质水、埋藏水、深循环水。这一类矿床以前多称“层控改造矿床”、“沉积改造矿床”,它的主要特点有:

(1)严格受层位控制,往往以似层状或透镜状产于一岩层的破碎带(层间破碎)或不同岩性交接部位。

(2)与岩浆岩在空间上没有联系,所形成的矿床、矿体多是同类型矿化,沿一定层位分布,一般不构成矿化分带。

(3)成矿物质组份单一,围岩蚀变简单,矿石的有用组份较贫,很少见到具规模的富矿。

(4)反映成因信息的微观地球化学标志与岩浆热液矿床迥然有别(见表 2)。

(5)成矿物质主要来自近旁和深部岩层。例如沃溪金矿,矿区内板溪群马底驿组岩石金含量为 1.8×10^{-9} ,低于区域马底驿组金含量 2.9×10^{-9} (刘英俊,1989),刘英俊教授认为是热水环流使金活化成为含矿热液参与成矿。类似情况在会同漠滨金矿、平江黄金洞金矿和万古金矿都存在。

2.3 岩浆热液—热水叠加矿床类型或热水—岩浆热液叠加矿床类型

这一类型矿床具有岩浆热液矿床和热水矿床特征的过渡性质,就成矿作用讲,岩浆岩可能主要提供了热源,其它成矿物质则是二者的混合,只是有主次之分而已。

3 矿化分带特点

3.1 岩浆热液矿床和岩浆热液—热水叠加矿床的矿化分带

两类矿床的主要矿种按传统成矿温度可分为高一高中温(W、Sn、Mo、Bi)、高中温—中温(Pb、Zn、Cu)、中温—中低温(Sb、Ag、Au)、低温(Hg)等组合,其矿化分带基本上都表现出与成矿有关的岩体为起点,由高、中、低温的矿种组合向周围或某一个方向排布。为了说明这种组合构成的矿化分带特征,笔者提出矿化分带的层次性和主导性概念。

①矿化分带的层次性:是指成矿区(省)是由矿带分带组

表 2 岩浆热液矿床和热水矿床微观地球化学标志

地球化学标志		岩浆热液类型	热水类型
同位素特征	硫	组成稳定、集中、变化小、呈塔式分布,与陨石硫相似	组成分散、变化大、离差大、呈锯齿状和波浪状分布,偏离陨石硫
	铅	组成稳定、正常、变化小,放射成因铅低	组成极不稳定、变化大,富含放射成因铅
	氢、氧(包体)	在 $\delta D \sim \delta^{18}O$ 关系图中落入岩浆水范围内	在 $\delta D \sim \delta^{18}O$ 关系图中接近雨水线
单矿物微量元素	方铅矿	Ag(10^{-6})	$n \cdot 10^3$
		Bi(10^{-6})	$n \cdot 10^3$
		Pb/Ag	$n \cdot 10^2$
		Bi/Sb	$n \cdot 10^2$
	闪锌矿	Fe(10^{-2})	$n(10^{-1} \sim 10^{-2})$
		Mn(10^{-2})	$n \cdot 10^2$
		Ge(10^{-6})	$n \cdot 10$
		Ga(10^{-6})	$n \cdot 10^2$
		In(10^{-6})	$n \cdot 10^0$
		Ga/In	< 1
	黄铁矿	Se(10^{-6})	$n \cdot 10^0$
		Co(10^{-6})	$n \cdot 10^0$
		Ni(10^{-6})	$n \cdot 10^2$
		Co/Ni	< 1
		S/Se	$n \cdot 10^3$

成,矿带是由矿床分带组成,矿床是由矿体分带组成。以上组成关系依次称之为矿化分带的第一、第二、第三层次。

矿化分带的第一层次。如果将湖南与岩浆成矿作用范围作为一个成矿区(省),那么由东(南)向西(北)是由5个不同矿种的矿带所组成(图1),即I带主要是特大、大型钨锡矿床;II带主要是大型和中小型铅锌矿床及铜、金矿床;III带主要是特大型锑矿床、锑金矿床;IV带东段可以认为是IV带和II带的交汇部位,故具有两带的成矿作用特点,即既有金、锑矿,也有铜、铅、锌矿,称IV—2带;IV带西段称IV—1带,主要是锑金矿床;V带是大中型热水铅锌矿床和汞矿床。第一层次的矿化分带总体来说是与湖南省岩浆活动由东(南)向西(北)由强至弱有关,其成矿模式如图2所示。

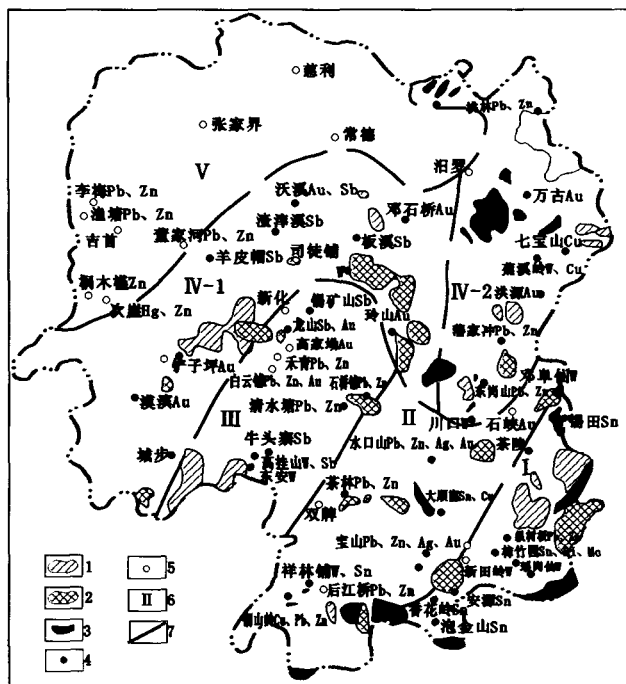


图1 湖南有色贵金属矿第一层次矿化分布图

- 1 加里东岩体;2 印支期岩体;3 燕山期岩体;
4 岩浆热液和岩浆热液—热水矿床;5 热水矿床;
6 矿带界线;7 矿带编号

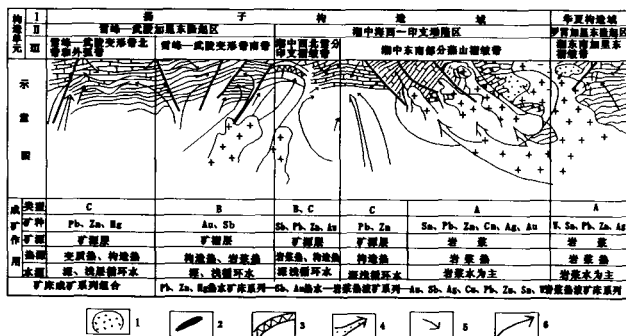


图2 湖南有色贵金属矿第一层次矿化分带模式图

- 1 砂卡岩钨、锡矿;2 铅锌铜银金矿;
3 硅化;4 热液;5 水源;6 矿源
A 岩浆热液型;B 岩浆热液热水叠加型;C 热水型

矿化分带的第二层次。如以第一层次矿化分带的I带为例,围绕成矿岩体由近而远分布的矿床,对瑶岗仙岩体有瑶岗仙钨矿床,杨梅垅和金竹垅铅、锌、银矿床(化);对千里山岩体有柿竹园钨、锡、钼、铋矿床,蛇形坪和柴山铅、锌、银矿床,田尾铅、锌、锑矿床,长城岭锑矿床。其余的第一层次的II、III、IV矿带都有类似的矿床分带特点。

矿化分带的第三层次。如以II矿带的黄沙坪矿床为例,由岩体砂卡岩接触带向外到大理岩砂卡岩化带到大理岩化灰岩重结晶带,其矿体分布相应为(磁铁)、钨、锡、钼矿体,锡、铅、锌矿体,铅、锌、银矿体。该带的其它矿床及其它矿带的矿床亦如此(图3)。

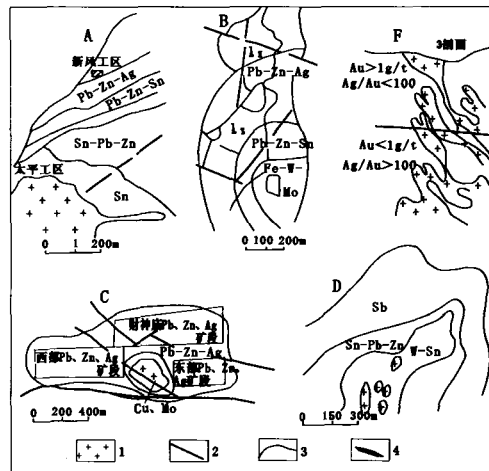


图3 湖南有色贵金属矿第三层次矿体分带图

- A 香花岭矿床;B 黄沙坪矿床;C 宝山矿床;
D 回水湾矿床;E 大塘矿床
1 岩浆岩;2 断层;3 矿体分带界线;4 矿体

②矿化分带的主导性。虽然上述每个层次的矿化分带都是由高温至低温的矿种组合所构成,但其中只有一种矿化分带中的矿种组合最为重要,最具工业意义,这就是矿化分带的主导性。如I矿带的钨锡矿床及钨锡矿体(柿竹园矿床),II矿带的铅锌矿床及铅锌矿体(黄沙坪矿床),III矿带的锑矿床及锑矿体(锡矿山矿床),IV矿带的金矿床及金矿体(沃溪矿床)。

3.2 热水矿床的矿化分带

热水矿床属中低温—低温矿种组合,最典型的矿床是在没有岩浆活动(燕山期)的V带中,而其余各矿带中的矿床也总是远离岩体,在矿床范围内没有岩浆活动。就此而言,就不具受岩浆直接影响的矿床那种由高温到低温的矿种组合的矿化分带,但并不排除主要的燕山成矿期,岩浆活动造成由东(南)向西(北)的热场由高降低的影响,此外各热水矿床所在区域的矿源和含矿热水的差异。因而也形成了“矿化分带”(图4)。

4 成矿预测标志及相关的成矿预测区

4.1 成矿预测矿种组合及其分布区域的推定

按地勘工作发展及国民经济建设的要求,现阶段的成矿

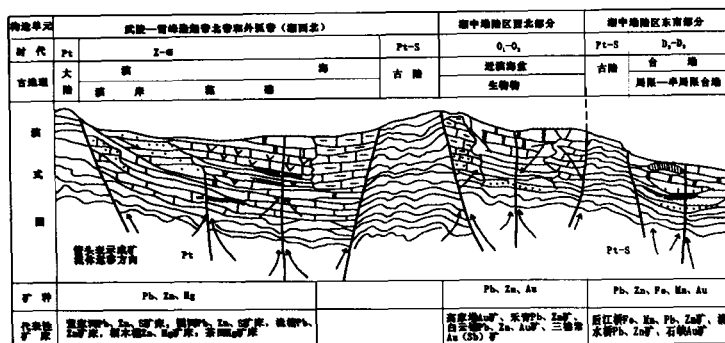


图 4 湖南有色金属热水矿床矿化分带及模式图

预测应以大型、特大型矿床的预测为重点。由此出发,首先要推定欲预测的大型、特大型矿床的矿种组合及所处区域,这一点可以根据矿化分带的层次性和主导性进行。

矿化分带实质是高温到低温的矿种组合的排列,对湖南有色贵金属矿通常是钨、锡、钼、铋—铅、银、铜—金、锑的排列。但是在该排列中的各个矿种组合并不同等重要,而是与所处的成矿带而异。例如 I 带因为与岩体接触带的重要钨、锡矿床就并不意味着外围有同等重要的铅、锌矿床,但是如果在外围即使是规模甚小的铅、锌矿床(化),在岩体接触带可能有意义很大的钨、锡矿床;II 带就恰恰相反,即岩体接触带有意义不大的钨、锡矿床(化),其外围就可能有意义很大的铅、锌矿床;同理 III、IV 矿带亦可如此推论。因此根据矿化

分带的层次性和主导性特点,欲预测大型及其以上的矿床: I 带是钨、锡矿床, II 带是铅、锌矿床, III 带是金、锑矿床, IV 带是金、铜矿床、V 带是铅、锌、汞矿床。

4.2 成矿预测的若干标志及预测区

按矿化分带的层次性和主导性特点,分析欲预测的矿种及分布区域仅是从大范围内指出找矿方向,并不能解决具体的预测部位,要做到这一点,还必须有具体的预测标志。本文根据湖南及其邻省(南岭地区)的研究成果,总结以下 4 点。

①成矿分带中某个矿种组合的“缺位”。成矿分带实质是由高温到低温矿种组合的排列,在一个工作程度不高的地区,其排列中会出现某个矿种组合的“缺位”。“缺位”既可出现在第二层次的矿床中,也可出现在第三层次的矿体中。因此“缺位”就是预测的矿种及可分布的地段。例如 II 带王家坊预测区,是该带“缺位”的铜、铅、锌矿床,通过验证见隐伏花岗岩闪长斑岩体和铜、铅、锌矿化,但其内外接触带的铜、铅、锌矿体“缺位”,故该预测区在隐伏岩体内外接触带通过钻探找到铜、铅、锌矿体是有依据的,也就有可能在“缺位”处为王家坊铜、铅、锌矿床所“补位”。

②岩浆岩的变异性。岩浆岩的变异性主要是指在一个次一级的构造范围内的岩浆热液矿床中的成矿岩体有酸性岩和中酸性岩共存,它们是壳幔混熔岩浆充分分异演化而成,湖南及邻区在这种岩浆岩变异性发育地区的工业矿床很多

表 3 南岭地区中酸性、酸性花岗岩特征、矿种、工业矿床和矿床成矿系列

成矿区		矿床	岩 浆 岩			矿化(种)	矿床成矿系列	
			岩石类型	δ Eu	稀土模式图			$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
赣东北	葛源	碱长花岗岩	0.14	V形对称	0.7024	(Nb、Ta)、W、Sn	(Nb、Ta)、W、Sn	
	银山	英安斑岩	1.21	右倾斜		Cu、Pb、Zn、Ag	Cu(Mo)、Pb、Zn	
	铜厂	花岗闪长斑岩	1.06	右倾斜	0.7034	Cu、Mo、Au	Au、Ag	
湘东北	望湘	碱长花岗岩	0.33	右缓倾斜	0.7265	(Nb、Ta、Sn、Be)	(Nb、Ta、Be)W	
	蕉溪岭	二长花岗岩	0.76	右倾斜	0.71628	W(Pb、Zn)	Sn—Cu、Pb、Zn	
	七宝山	花岗闪长斑岩	0.70	右倾斜	0.7086	Cu、Pb、Zn、Au、Ag	Ag、Au	
湘南	郴桂地区	香花岭	黑云母花岗岩	0.036	V形对称	0.7348	Sn(Nb、Ta、Be)	(Nb、Ta、Be)Sn
		黄沙坪	花岗斑岩	0.052	V形对称右缓倾斜	0.7181	W、Sn、Pb、Zn、Ag	W—Pb、Zn、Ag Cu—Ag、Au
	水口山地区	宝山	花岗闪长斑岩	0.838	右倾斜	0.7074	Cu、Pb、Zn、Ag、Au	
		回水湾	隐伏岩体				Sn、Pb、Zn	Sn—Cu、Pb
		大顺座	细粒花岗岩		V形对称		Sn、Cu	Zn、Ag、Au
		水口山	花岗闪长斑岩	0.81	右倾斜	0.7067	Cu、Pb、Zn、Ag、Au	
	铜山岭地区	祥林铺	花岗斑岩	0.08	V形对称		W、Sn、Mo、Bi	W、Sn、Mo、Bi—Cu
		铜山岭	英安斑岩	0.44	右倾斜	0.7120	Cu、Pb、Zn、Ag、Au	Pb、Zn、Ag、Au
闽西南	行洛坑	钾长花岗岩				W	W(Mo)	
	紫金山	钾长花岗岩				Cu(Mo)、Au	Cu、Au	
	龙江亭	花岗闪长岩				Cu、Au		
粤中南	小南山	钾长花岗岩	0.07	V形对称	0.7099	Sn、W、Bi	W、Sn、Bi	
	锡山	钾长花岗岩	0.06	V形对称		Sn、W、Pb、Zn	Cu、Pb、Zn	
	石炭	花岗闪长岩	0.91	右倾斜	0.7084	Cu(Pb、Zn)		

注:括号内为次要矿种。

(表3)。因此以其作为一个预测标志是有足够的客观事实作依据。按此提出在第Ⅱ成矿带成北西向的大顺隆至王家坊一带的预测即为一例。该带北西端是酸性岩(大义山岩体南体),它向南东延伸到雷坪一带为隐伏岩体(可能是大义山酸性岩南延隐伏高侵位岩体,1995年钻探已揭露到接触砂卡岩带),再向南东到王家坊是隐伏花岗斑岩。故它们是处于一个岩浆岩岩性变异带内,同时它也是第二层次矿化分带的铅、锌矿床缺位处。

③矿化分带的集群性。在一个成矿区带内,矿产地的分布是不均匀的,具有集群性分布的特点。所谓集群性是指在一个不大的范围内,即在同一地质环境里比较密集地分布一群类型相同的矿床,而其中往往有一个是最主要的,它可以是超过大型矿床的规模,或达到了超大型矿床规模。前者杨敏之教授(1993)概括为“会聚成矿论”,后者裴荣富教授(1990)指出“是超大型矿床周围有与之有成因联系的许多矿化现象和众多的中小型矿床及矿化(点)的衬托。”这种会聚成矿而由多个规模小的矿床和矿点衬托一个规模大(超过大型或达到超大型规模)的矿床的集群性分布,在湖南及邻区有10处(图5)。由图可见,矿化集群性分布有的有一个主矿床(达超大型规模)及周围一群大中小型矿床和矿点,如第3、4、7、8等4处;有的有一群矿床、矿化点,但尚未见超大型矿床,如第5、9、10等3处;有的已经有了一个超大型矿床,而没有中小型矿床的衬托,如锡矿山地区。因此按照集群性分布特点,提出第4处的雷坪—王家坊为超大型铅、锌矿床预测区,第6处沿新化—城步深大断裂两侧的新化长田垅、隆回狮子岭、武冈晏田等中型以上锑矿床预测区,第9处的铲子坪—漠滨和桃江—岩坝桥岩体一带大型以上金矿床预测区,第10处湘东北地区大型—超大型金、铜矿床预测区。

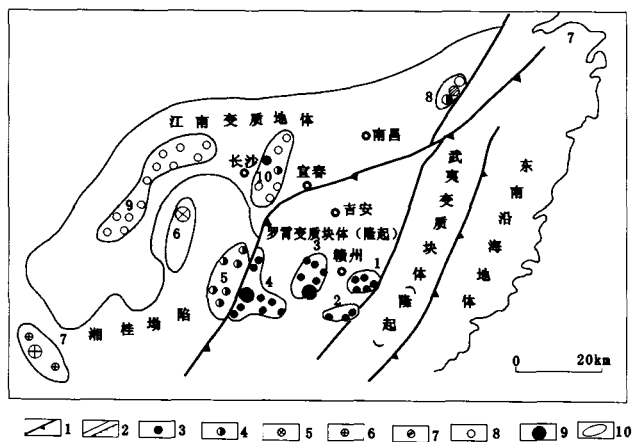


图5 湖南及邻区矿化集群性分布区略图

1 板块会聚碰撞带;2 构造单元界线(根据史明魁);

3 钨锡矿床;4 铅锌矿床;5 锑矿床;6 锡锌锑矿床;

7 铜矿床;8 金矿床;9 特大型矿床;10 矿化集群性分布大致范围

矿化集群性分布区矿床:1 黄姜地、长坑、盘古山、铁山垅等;2 大吉山、岩美山、锯板坑等;3 西华山(特大型)、木梓园、大坪、下坑、洪水寨、淘金坑等;4 汝城、砖头坳、界牌、瑶岗仙、柿竹园(特大型)、新田岭、香花岭、邓阜仙、锡田等;5 宝山、黄沙坪、大坊、水口山等;6 锡矿山(特大型)等;7 芒场、大厂(特大

型)、五圩等;8 德兴(特大型)、银山、金山等;9 冷家溪、沃溪、金山里、铲子坪、江溪堡、淘金冲、漠滨、柳林溪等;10 七宝山、井冲、东冲、万古、雁林寺、洪源等

④推覆冲断裂良好的就矿性。在具备了成矿三源(物、水、热)后,一个良好的就矿部位就显得很重要,因而一些较重要的矿床,大都有推覆冲断裂作为它的良好就矿部位,在其间,主要是在下盘形成大而富的矿体,如黄沙坪、康家湾、柳塘、王家坊、七宝山等以及邻区的冷水坑、永平、长坑等(图6)。因此在具备成矿的三源条件下,对推覆冲断裂中预测矿床(体)应给以足够的重视,如对文家市推覆冲断裂即是。

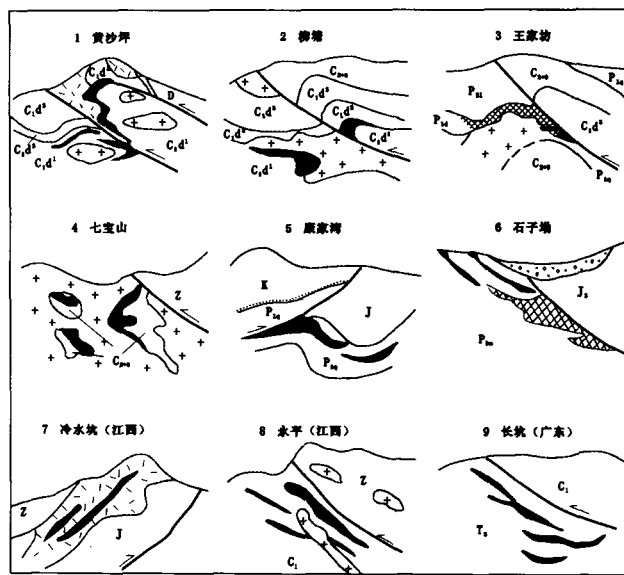


图6 湖南及邻近地区推覆断裂与矿床(体)关系示意图

本文资料主要取材于笔者研究完成的原地矿部“八五”重大基础研究项目《湖南主要有色金属贵金属矿床成矿系列与成矿模式》研究成果。□

