



用磁铁矿和钛铁矿划分南岭地区

不同来源花岗岩的探讨

王联魁 戎嘉树 马大铨 刘家远 周维勋 邓诗锴

南岭花岗岩成岩成矿类型划分的研究,在我国具有较长的历史。七十年代以来,比较深入和系统的从物质来源研究花岗岩的有:徐克勤教授等在论证花岗岩与成矿时,认为闽浙一带与偏中性岩石有关的部分铜铁矿产属于深源产物^①;后来在第二届全国矿床会议(杭州)上,又较系统的从板块构造、岩石、矿物、地球化学等方面论证了两种成因系列花岗岩类与成矿的关系,提出了过渡地壳同熔型和陆壳改造型两种来源的花岗岩^②。1972年,中国科学院贵阳地球化学研究所和宜昌矿产地质研究所(即湖北地科所)从同位素年龄角度并结合其他地质资料,提出长江中下游和南岭地区花岗岩属于两种不同类型的花岗岩^③;王联魁等1977年在栗木“花岗岩地球化学评审会”上,提出华南花岗岩的来源有两个不同的成岩成矿系列(系列I与系列II^④);江西地科所于1977年总结铜矿成矿规律时提出,来源于地壳深层或上地幔的与来源于硅铝层地壳的两类花岗岩^⑤;刘家远于1978~1981年从物质来源及其形成作用角度探讨了花岗岩的成因分类,并划分为地壳型、过渡型和地幔型花岗岩^{⑥⑦}。澳大利亚的B.W.查佩尔和A.J.R.怀特(1974)提出不同岩源的I型和S型花岗岩;日本的S.石原舜三提出了磁铁矿(Mt)系列和钛铁矿(II)系列两类花岗岩,并对我国花岗岩类型划分影响较大。石原的方案主要是根据不透

明矿物的含量和组合,磁铁矿系列花岗岩不透明矿物含量高($>0.1 \sim 2\%$ 体积),其中90%以上是磁铁矿,并与钛铁矿、赤铁矿、黄铁矿、榍石、绿帘石共生,黑云母Mg/Fe高。钛铁矿系列花岗岩除含少量钛铁矿($<0.1\%$ 体积)及数量不定的磁黄铁矿外,几乎不含不透明矿物,特征共生矿物还有白云母,黑云母的Mg/Fe低。石原推论前者产生于地壳下部或上地幔,后者来源于陆壳中部或下部^⑧。

在石原的方案中,采用磁铁矿和钛铁矿做为判别花岗岩来源的主要标志,有其合理的部分,即磁铁矿和钛铁矿的出现与物质来源有一定的联系。但是南岭花岗岩研究表明,岩浆定位时的物理化学条件也对磁铁矿或钛铁的析出起着一定的作用。正因为它没有考虑诸多因素,尤其是冷结时的物理化学条件,所以应用磁铁矿与钛铁矿来判断和划分深源或浅源花岗岩类型时发现许多颠倒的情况。

根据花岗岩地质、岩石化学、副矿物、微量元素地球化学和锆同位素,以及成矿特征等多方面资料综合分析,江西、湖南、广东、广西、福建等省区的50多个花岗岩体,包括西华山、幕阜山、宝山(江西)、五里亭、浒坑、大吉山、铁山垅、骑田岭、诸广山、武夷山、佛岗、广海、行洛坑、摩天岭、元宝山、贵东、万洋山、上堡、珠兰埠、旱叫山、那琴、西山(湖南)、雅山等,应属浅源

①徐克勤,1975,花岗岩与成矿。

②徐克勤,孙志明,叶俊,1980,华南两个成因系列花岗岩类及其成矿特征。

③王联魁,1977,两个成岩成矿系列。

④江西地科所,1977,岩浆成因分类的初步探讨及区域岩浆岩成矿作用特征。

⑤刘家远,1978,江西与中酸性斑岩有关的铜矿含矿岩体特征及其对成矿的控制。

⑥刘家远,1980,两类花岗岩岩石复杂的形成作用,不同成矿专属性——再论江西内生金属成矿岩体。

或系列I花岗岩^[3,4],即陆壳重熔花岗岩;其铈初始比较高(0.7097~0.735),如摩天岭花岗岩铈初始比为0.735^[6];黄沙钨矿化花岗岩,伍勤生测定为0.7295;行洛坑岩体,据刘文章资料^①,南体花岗岩初始比为0.7153,北体为0.7097。但是,这些浅源花岗岩体的金属矿物不是以钛铁矿为主而是以磁铁矿为主,绝大多数是 $Mt \gg Il$ 或 $Mt \sim Il$ (表1),其中很多岩体磁铁矿可达1000克/吨以上,即 $Mt > 0.1\%$ 。当然,有些岩体的磁铁矿含量很低,但其钛铁矿含量更低。

地壳重熔为主的单个复式花岗岩体也是这

样,其磁铁矿与钛铁矿变化非常悬殊,例如:据戎嘉树对诸广山花岗岩体的研究,不同次侵入岩磁铁矿含量为0~417克/吨,钛铁矿为0~162克/吨,其中印支期、燕山早期、燕山晚期等早阶段的比晚阶段的花岗岩富磁铁矿(表2),在10余次侵入活动中磁铁矿变化有两次高峰(417克/吨,93克/吨),均是 $Mt \gg Il$,而非 $Il \gg Mt$ 。

另一方面,广西本洞,江西阳储岭、银山、丁家山、砚溪,湖南宝山,广东半园,福建鼓山,宁芜地区十里长山等岩体,应属深源或系列II花岗岩,即地幔为主或深部地壳来源的花岗岩,其铈初始

浅源花岗岩中磁铁矿和钛铁矿含量(克/吨)

表1

岩 体	岩 石	磁 铁 矿	钛 铁 矿	资 料 来 源
西 华 山	细粒斑状花岗岩	622.5	6.8	杨义勇等, 1980
幕 阜 山	花岗闪长岩	1358.5	14.25	三 所
江西宝山	黑云母花岗岩	1941	16.65	江西地科所
"	黑云母花岗岩	3984		江西地科所
江西五里亭	黑云母花岗岩	2891		江西地科所
浒 坑	黑云母花岗岩	少量		江西地科所
江西下桐岭	黑云母花岗岩	个别		江西地科所
大 吉 山	白云母花岗岩	1.3		江西地科所
铁 山 垅	斑状黑云母花岗岩	少量		江西地科所
黄 沙	二云母花岗岩	13.4		江西地科所
江西猪栏门	细粒黑云母花岗岩	814	少量	江西地科所
江西营前	花岗闪长岩	5400	?	江西地科所
骑田岭(内部相)	黑云母花岗岩	1136	439	湖南冶地所
骑田岭(过渡相)	黑云母花岗岩	70	18	湖南冶地所
骑田岭(边缘相)	黑云母花岗岩	60	50	湖南冶地所
骑田岭	角闪石黑云母花岗岩	1473.96	85.41	230 所
香花岭(狮子岭)	花 岗 岩	363	0	南 大
湖南金鸡岭	黑云母花岗岩	361	307	
佛 岗	黑云母花岗岩	763	7	南 大
"	黑云母花岗岩	2066	503	南 大
千 里 山	黑云母花岗岩	31	0	湖南冶地所
佛岗(从化区)	中心相花岗岩	2093	283	湖南冶地所
"	过渡相花岗岩	1503	476	湖南冶地所
佛岗(从化区)	边缘相花岗岩	369	208	湖南冶地所
广东广海	黑云母花岗岩	1943	22	湖南冶地所
"	黑云母花岗岩	1152	0	湖南冶地所
广东古斗	黑云母花岗岩	587	225	湖南冶地所
"	黑云母花岗岩	416	5	湖南冶地所
行洛坑(南体)	花岗闪长斑岩	9.1	0	刘文章, 1981
"	斑状黑云母二长花岗岩	25.8	0	刘文章, 1981
"	斑状黑云母二长花岗岩	较多	少量	刘文章, 1981

①刘道远, 1981, 江西钨的成矿岩浆体系。

②郑真章, 1981, 福建省行洛坑钨矿床成矿地质特征。

比一般较低,如本洞为0.7001^[7],阳储岭岩体为0.70861。但是,这些花岗岩体一般含不透明矿物很少,不是以磁铁矿为主,或者 $Mt > Il$,而是 $Il > Mt$,有的含钛铁矿高达3814克/吨(表3)。

从上述资料来看,仅强调以花岗岩中所含金属矿物磁铁矿、钛铁矿何者为主,作为划分不同来源的花岗岩类型,显然存在一些问题。

花岗岩中磁铁矿或钛铁矿的出现和含量多少,主要受什么条件控制呢?是物资来源抑或岩浆定位时的物理化学条件与岩浆成分呢?同一来源的花岗岩岩浆定位时可有非常悬殊的物理化学条件和成分变化。例如:花岗岩结晶深度(相),可以由深成侵入、浅成侵入、次火山、直到溢流相或爆发相。据优肯等人(1962)研究,其氧逸度按上述顺序依次增大,最高达数个 10^{-2} 大气压。岩石成分变化也可能如此,同一来源的花岗岩演化系列,自早至晚阶段可有如下的变化顺序:辉石闪长岩→闪长岩→石英闪长岩→花岗闪长岩→二长花岗岩→花岗岩→钾长花岗岩,可见其成分变化很大。这些氧逸度、深度、成分上的变化,自然会引起磁铁矿和钛铁矿的出现和含量上的相应变化;反之亦然。不同来源的花岗岩,由于演化作用的差异,形成时的物理化学条件和岩石成分完全可以类似,深源花岗岩类有花岗岩与花岗闪

长岩,浅源的同样含有花岗岩与花岗闪长岩,等等。因此,控制磁铁矿或钛铁矿的不仅是物质来源,而且,还有岩浆定位时的物理化学条件,其中包括氧逸度、压力(深度)、含水量(水分压)、温度、碱度、总的化学成分与演化、同化混染、后期蚀变等作用。

1. 氧逸度直接控制着磁铁矿的出现 据王联魁等(1975)研究,诸广山花岗岩中,同源(浅源)不同阶段的两种⁹⁾黑云母花岗岩^[8],虽然其化学成分总含量接近,但是两个阶段花岗岩中磁铁矿与钛铁矿的含量相差悬殊。早阶段斑状黑云母花岗岩含TFe为2.77%,晚阶段黑云母花岗岩为2.31%,相差不太大,但是由于两者氧逸度不同,斑状黑云母花岗岩氧化系数为0.58,黑云母为0.22;黑云母花岗岩为0.78,黑云母为0.24。因此,早阶段结晶定位时氧逸度相对要低,含磁铁矿也少(只有11.24克/吨),含钛铁矿则高(71.74克/吨);晚阶段含磁铁矿高达759克/吨,钛铁矿仅40.18克/吨(表4)。如仅以磁铁矿和钛铁矿含量判别花岗岩来源,则必会将早阶段斑状黑云母花岗岩划入“浅源”花岗岩类型。晚阶段黑云母花岗岩归入“深源”花岗岩类型。多方面的资料表明,两者属同期同源不同阶段的产物,而非不同来源的花岗岩。同源多次侵入的西华山

深源花岗岩中磁铁矿和钛铁矿含量(克/吨)

表3

岩 体	岩 石	磁 铁 矿	钛 铁 矿	资 料 来 源
阳储岭	二长花岗岩	32	336	江西地科所
"	花岗闪长岩	9921	3814	"
江西银山	石英斑岩	1		"
"	英安玢岩及伴生角砾岩	1		"
"	爆破角砾岩	47		"
湖南宝山2号岩体	花岗闪长斑岩	5	10	湖南治地所
湖南宝山21号岩体	花岗闪长斑岩	34	52	湖南治地所
"	"	0	3	"
江西硃溪	角闪石岩—石英闪长岩	0	0	戎嘉树
广西本洞	斜长花岗岩	0	0	三 所
"	"	110	少量	莫柱孙等, 1980
广东半园	辉长二长岩	微量	较多	戎嘉树
宁芜十里山	花岗岩	25	752	南 大
福建鼓山	"	27.48	392	莫柱孙等, 1980
江西永平	斑状富斜花岗岩	1.09	0.181	"

⁹⁾ 三所后来研究,定为两期,即印支期斑状黑云母花岗岩和燕山早期中粗粒黑云母花岗岩

浅源花岗岩中磁铁矿和钛铁矿含量 (克/吨)

续表 1

岩 体	岩 石	磁 铁 矿	钛 铁 矿	资 料 来 源
行洛坑 (南体)	中细粒黑云母花岗岩	少量	微量	刘文章, 1981
江西安福	花 岗 岩	1054	240	南 大
江西柯树岭	花 岗 岩	136		南 大
新 街	花 岗 岩	763.88	260.7	南 大
江西张天堂	花 岗 岩	0.9		南 大
广西元宝山	内部相花岗岩	微量	微量	莫柱孙等, 1980
"	过渡相花岗岩	微量	微量	莫柱孙等, 1980
"	边缘相花岗岩	少量	少量	莫柱孙等, 1980
"	补充侵入花岗岩	~ 1		莫柱孙等, 1980
广东扶溪	中粒斑状角闪石		微量	莫柱孙等, 1980
	黑云母花岗岩闪长岩	160		
江西万洋山	角闪石黑云母二长花岗岩	17.5	3.5	莫柱孙等, 1980
江西桂东汤湖	花岗岩闪长岩	大量	1	莫柱孙等, 1980
湖南上堡	斜长花岗岩	1 ~ 10	1 ~ 10	莫柱孙等, 1980
诸广山北体 (中西部)	石英二长岩 (5 个样)	少量	12	莫柱孙等, 1980
诸广山南体 (南部)	黑云母花岗岩 (27 个样)	416	23.36	"
诸广山南体	海西花岗岩闪长岩	129.94	91.65	王联魁等, 1977
江西关田	花岗岩闪长岩	100 ~ 500		莫柱孙等, 1980
江西桂坑	黑云母花岗岩 (7 个样)	1154	273.22	"
武夷山	黑云母花岗岩 (7 个样)	少量	少量	"
江西珠兰埠	斑状黑云母花岗岩	微量	微量	"
江西河田	黑云母花岗岩	微量	微量	"
江西早叫山	"	少量	少量	"
江西幔子峰	"	少量	少量	"
江西铜坑铺	"	0.583	0.125	"
广东贵东	斑状角闪石黑云母			
	二长花岗岩 (6 个样)	1442.09	86.68	王联魁等, 1964
广东贵东	巨斑状黑云母二长花岗岩	4416	102.33	"
广东南海二八高地	黑云母花岗岩	1530.61	8.14	莫柱孙等, 1980
广东南海那琴	钠长花岗岩	0 ~ 1416.47	0 ~ 919.11	"
广东南海下寨	"	1118	9.34	"
湖南西山	花岗岩	35 ~ 1817	295 ~ 425	"
江西 414	锂云母钠长花岗岩	0.027	0.0027	江西冶金七队报告, 1970

诸广山岩体南部各期不同阶段花岗岩中磁铁矿和钛铁矿含量* (克/吨)

表 2

期	符号	岩 性	样数	磁铁矿	钛铁矿
加里东期	T_3	片麻状眼球状花岗岩	1		
海 西 区	T_4	花岗岩闪长岩	3	1.7	11.7
	T_5	细粒含斑二长花岗岩	3	2.3	162
印 支 期	$T_5^{1,1}$	粗粒 (斑状) 黑云母花岗岩	4	1	154
	$T_5^{1,2}$	粗中粒斑状黑云母二长花岗岩	10	10	133
	$T_5^{1,3}$	中粒一中细粒小斑状二云母花岗岩	5	1	23
燕山早期	$T_5^{2,1}$	中粗粒黑云母花岗岩	12	417	23
	$T_5^{2,2}$	中细粒小斑状二云母花岗岩	3	12	90
燕山晚期	$T_5^{3,1}$	细粒斑状黑云母花岗岩	3	93	43
	$T_5^{3,2}$	中细粒二云母钾钠花岗岩	7	1.3	3

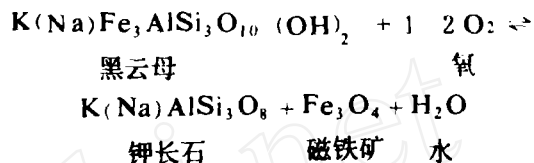
* 据成嘉树资料。

表 4 请广山两种燕岩黑云母花岗岩的成分对比

样号	岩石化学成分(%)						岩石中的矿物(克/吨)				岩石中黑云母(%)	黑云母成分(%)							
	FeO	Fe ₂ O ₃	FeO + Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	Fe ₂ O ₃ (FeO + Fe ₂ O ₃)	磁铁矿	铁磷矿	榍石	FeO		Fe ₂ O ₃	FeO + Fe ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃ / (FeO + Fe ₂ O ₃)	
晚阶段花岗岩 黑云母	7—815	0.63	1.54	2.17	0.16	1.56	0.71	1701.51	35	7.13	4.1	23.53	6.56	30.10	7.36	3.36	14.37	1.76	0.22
	7—940	0.44	1.86	2.30	0.16	4.71	0.81	343.83	1.4	—	6.2	21.13	6.77	28.20	5.69	3.12	14.02	9.66	0.21
	7—1047	0.40	2.06	2.46	0.12	4.65	0.83	231.65	81.13	×	7.2	18.02	6.51	24.53	1.66	2.60	17.17	7.71	0.26
	平均	0.49	1.82	2.31	0.15	4.64	0.78	759	40.18	0—7.13	5.7	21.00	6.62	27.61	5.30	3.02	15.15	7.38	0.21
早阶段花岗岩 黑云母	7—1057	1.24	1.64	2.88	0.32	5.00	0.56	10.55	53.17	—	12.4	19.58	5.18	24.76	5.20	2.86	17.00	9.06	0.21
	7—987	1.04	1.62	2.66	0.40	4.71	0.60	11.91	90.32	—	16.0	17.63	5.50	23.13	7.27	3.28	15.60	8.75	0.23
	平均	1.14	1.63	2.77	0.36	4.85	0.58	11.24	71.74	—	11.2	18.61	5.32	23.92	6.21	3.70	16.30	8.91	0.22

花岗岩体, 总体含磁铁矿很低, 但随着侵入深度的变浅 (氧逸度提高), 磁铁矿含量有所增加, 由早阶段斑状黑云母花岗岩至晚阶段细粒花岗岩、花岗岩、磁铁矿含量明显增多 (斑状黑云母花岗岩微量 → 黑云母花岗岩微量 → 细粒斑状黑云母花岗岩微量 → 细粒花岗岩 1.54 克/吨 → 花岗岩 65 克/吨)。类似的例子在湖南西山、江西武夷山、万洋山、广东贵东、永和、广海、福建鼓山等岩体均可见到。

据奥格斯特 (Eugster, H. P., 1962) 的实验相图表明, 当温度恒定, 磁铁矿 + 钾长石稳定区比黑云母 (铁云母) 稳定区氧逸度高, 反应式如下:



可见, 增加氧 (O₂) 可促使反应式向右进行, 即向磁铁矿增加, 黑云母减少的方向变化; 换言之, 磁铁矿的增加主要是受 O₂ (氧逸度) 控制。

2. 深度 (压力, *P*) 和饱和水量 (水分压 *P_{H₂O}*) 的影响 据地质岩石分析与地球化学资料, 王联魁等 (1975)^[8] 认为, 诸广山早阶段斑状黑云母花岗岩定位较深, 属深成相, 晚阶段黑云母花岗岩较浅, 属亚深成相 (即浅凝花岗岩)^[12]。据 Л. И. ЧМОНОВА (1979)^[10] 判别花岗岩形成深度的黑云母含铝指数 $L = \text{Al} / (\text{Al} + \text{Fe} + \text{Mg} + \text{Mn} + \text{Ti} + \text{Si})$, 计算该处早阶段斑状黑云母花岗岩中黑云母的含铝指数为 0.221, 晚阶段黑云母花岗岩中黑云母为 0.206; 含铝指数前者大于后者, 这表明斑状黑云母花岗岩定位深度大于黑云母花岗岩, 计算结果与地质、地球化学推断一致, 说明两者定位深度不同。在一般情况下, 深度 (总压力) 大意味着花岗岩熔体含饱和水 (*P_{H₂O}*) 也大。从前面反应式也可看出, 增加水 (即增加 *P_{H₂O}* 时), 反应式向左进行, 即向增加黑云母减少磁铁矿的方向进行。因此, 水分压 (*P_{H₂O}*) 较大的早阶段深成斑状黑云母花岗岩, 富含黑云母 (14.2%) 和铁磷矿 (71.74 克/吨), 而贫磁铁矿; 晚阶段亚深成黑云母花岗岩相反,

贫黑云母 (5.7%) 和钛铁矿 (40.18 克/吨), 而富含磁铁矿 (759 克/吨) (表 4)。所以, 深度和水分压, 对花岗岩中磁铁矿与钛铁矿的出现也有明显的控制作用。

类似情况还可见于闽浙沿海的钾长花岗岩, 特别是晶洞花岗岩、粒度较细的钾长花岗岩等等。细粒钾长花岗岩可过渡至花岗斑岩, 实际上是属于浅成一类的花岗岩, 因而岩浆定位比较浅, 水分压 P_{H_2O} 也低, 花岗岩中大部分 Fe_2O_3 与 FeO 均构成磁铁矿、赤铁矿, 很少形成黑云母 (表 5)。

3. 温度也是控制形成磁铁矿与钛铁矿的参数之一 磁铁矿—钾长石—黑云母相图^[9]表明, 当氧逸度恒定时, 随着温度的降低黑云母稳定区为磁铁矿+钾长石稳定区所代替, 即花岗岩浆结晶温度低, 对磁铁矿形成有利。

4. 碱度 花岗岩熔体中的碱度 ($\mu K_2O + \mu Na_2O$) 对磁铁矿的晶出有一定作用, 据 Л. И. Симонова 的资料^[10], 它与温度参数相似, 与磁铁矿形成的多少, 呈反相关; 换言之, 熔体中的碱度愈大, 对磁铁矿的形成愈不利。这一点在南岭花岗岩中似乎也有反映, 由于花岗岩演化往往自早期至晚期碱性升高, 暗色矿物 (包括磁铁矿) 则逐渐降低。

5. 岩石成分与演化对磁铁矿出现的影响 华南分布相当广泛的浅源含钼花岗岩, 岩石化学成分的特点是: 含 SiO_2 (72.72%)、 Na_2O (4.79%) 高, 含 Fe_2O_3 (0.53%)、 FeO (0.75%) 低, 因而多数情况下, 这种花岗岩既不含磁铁矿, 也不含钛铁矿; 个别情况下, 据江西冶金地质七队的资料, 411 矿区含钼锂云母钠长石花岗岩含磁铁矿仅 0.027 克/吨, 钛铁矿 0.0027 克/吨, 这无疑与其化学成分贫铁富硅碱有关。据莫柱孙的资料^[11], 另一极端情况如湖南

砂子岭花岗闪长岩与二长花岗岩, 其含铁量比较高 (FeO 4.82%、 Fe_2O_3 0.5%), 因而金属矿物含量也相应增加, 含钛铁矿 186 克/吨, 磁铁矿 26 克/吨。

据章崇真的统计^⑨, 从花岗岩演化来看, 南岭地区, 自早期至晚期随花岗岩从偏中性向偏酸性富碱方向演化, 磁铁矿含量降低: 如花岗闪长岩 (含磁铁矿 561 克/吨) → 二长花岗岩 (23 克/吨) → 黑云母花岗岩 (偶见) → 钠长花岗岩 (无), 从单个复式岩体看也是这样。如阳储岭自早而晚, 石英闪长岩含磁铁矿 90916 → 花岗闪长岩 9921 → 二长花岗岩 32 克/吨。城门山岩体自早期花岗闪长岩至晚期石英斑岩, 磁铁矿含量也减少。佛岗岩体自内部相经过渡相至边缘相, 磁铁矿亦减少 (2093 → 1503 → 369 克/吨)。骑田岭岩体内部相花岗岩 (秀峰) 含磁铁矿 1136 → 过渡相花岗岩 70 → 边缘相花岗岩 60 克/吨, 含量同样逐渐减少。类似的例子在南岭地区还很多。总之, 自早期至晚期, 自内部相至边缘相花岗岩中磁铁矿含量降低, 即随着花岗岩成分的演化, 磁铁矿、钛铁矿含量亦有显著变化。

6. 同化混染、深部同化作用, 似乎对磁铁矿、钛铁矿和榍石的含量有一定影响 据王联魁等 (1964) 研究贵东花岗岩的结果^⑩, 浅源斑状角闪石黑云母二长花岗岩由于深部同化混染, 使岩石 (与原岩比较) 增加了大量榍石, 减少了磁铁矿、钛铁矿 (表 6), 榍石增加了 50 倍, 磁铁矿、钛铁矿分别减少了 2 倍与 0.5 倍。

7. 后期变质作用的影响 南岭地区有许多花岗岩遭受轻微蚀变, 包括黄铁矿化、绿泥石化和白云母化等, 因而引起磁铁矿和钛铁矿的消失或含量减少。江西银山含铅锌的岩石为典型深源岩浆岩, 包括英安玢岩、爆破角砾岩、石英斑岩

浙江花岗岩中铁与含铁矿物关系 (据浙江区调队)

表 5

岩 体	Fe_2O_3 (%)	FeO (%)	磁铁矿 (克/吨)	赤铁矿 (克/吨)	黑云母 (体积)
东江细粒钾长花岗岩	1.1	0.37	3291	189	仅见个别片
半山微细粒斑状钾长花岗岩	0.89	0.62	6062	26	1 ~ 2

⑨章崇真, 1981, 华南花岗岩的成因类型及其演化系列; ⑩王联魁等, 1964, 贵东花岗岩体的岩石—地球化学总结报告

等,但是其磁铁矿含量甚微($<1\sim47$ 克/吨) 同样江西丁家山与铜矿化有关的花岗闪长斑岩, 3个人工重砂均未发现磁铁矿; 类似情况也见于湖南宝山, 该地与铜矿化有关的花岗闪长斑岩属于深源类型, 其2号岩体含磁铁矿仅5克/吨, 21号岩体含 $0\sim34$ 克/吨。这些深源花岗岩体含磁铁矿少的原因, 似乎与岩体遭到较普遍的蚀变有关, 由于还原性热液作用的结果, 磁铁矿、钛铁矿消失, 形成黄铁矿或其他含铁矿物。这一类岩体在湘东北、湘南有广泛分布。

另一些较老的花岗岩, 如四堡期本洞岩体, 雪峰期摩天岭岩体、元宝山岩体等, 含磁铁矿、钛铁矿均很少。深源的本洞斜长花岗岩含磁铁矿 $0\sim110$ 克/吨, 几乎不含钛铁矿; 浅源的摩天岭岩体含磁铁矿 $0\sim1$ 克/吨, 钛铁矿 >1 克/吨; 浅源的元宝山岩体含磁铁矿与钛铁矿均在 $1\sim12$ 克/吨左右, 总之, 这些前寒武纪老花岗岩含磁铁矿与钛铁矿均甚低, 其原因可能与遭受强烈区域变质作用有关, 比较明显的是加里东期的区域变质。如广西摩天岭岩体, 据施实与3095队资料^{[6] 31}, 该花岗岩体的锆石一致曲线年龄与全岩Rb—Sr等时线年龄为760百万年, 属花岗岩形成时代, 后期区域变质使岩体黑云母K—Ar年龄变为377~411百万年, 矿物(黑云母、钾长石)—全岩Rb—Sr等时线得出的变质年龄为376~386百

万年, 正是这期区域变质作用, 不仅改造了黑云母和长石, 使其记录了加里东期区域变质时代, 也可能改造了磁铁矿与钛铁矿, 使其含量显著减少, 低于正常花岗岩含量。

上述氧逸度、深度(总压力)、饱和水量(水分压)、温度、碱度、岩石成分与演化、同化混染、后期蚀变与区域变质作用等多种因素, 都对南岭地区花岗岩中磁铁矿和钛铁矿分布产生影响, 因此, 正如前述, 只考虑花岗岩的物质来源或物质成分是不够全面的, 应当综合考虑控制磁铁矿与钛铁矿形成的各种因素, 尤其是岩浆结晶时的物理化学条件。

但是, 在南岭地区又大体上存在一种趋势, 即深源花岗岩常富含磁铁矿、榍石, 浅源花岗岩常含钛铁矿较多, 尤其在空间分布上接近混合岩的一类浅源花岗岩, 含钛铁矿多的趋势更显著。关于深源花岗岩含磁铁矿较多与浅源花岗岩含钛铁矿较多的变化趋势, 近两年来在南岭区已有许多地质工作者作了这方面统计研究^{[12] 3}, 本文不予赘述, 现推究其原因, 可能有以下几方面:

1. 华南许多深源或系列II花岗岩, 可能由于构造环境和岩浆温度高、粘度小等原因, 多半冷结定位在地壳浅处, 如闽浙沿海、长江中下游以及广布华南深断裂附近的花岗岩类, 多具浅成岩的特点, 常以斑岩或玢岩相产出; 如前面分析,

贵东两种类型二长花岗岩中铁、钛副矿物比较(克/吨)

表6

岩 石	标本号 矿物	D-98	D-96	D-97	D-163	D-812	I-15	平 均
同化混染斑状 角闪岩黑云母	磁铁矿	2220	3532	1395	115	170.9	1219.66	1112.09
	钛铁矿	5.05	45.16	52.3	2.57	133	27.54	86.68
二长花岗岩	榍 石	535	3183	1916	112.6	1110	1621.5	1520.18
岩 石	标本号 矿物	C-15/3	C-9	D-62				平 均
巨斑状黑云母	磁铁矿	1218	7215	1785				4416
二长花岗岩	钛铁矿	20	96.7	1903				102.33
	榍 石	86.5	1.73	微量				29.41

①郑大瑜, 1981, 摩天岭岩体地质特征初步研究。

②李宗裕, 1981, 广东花岗岩系列的划分及其成矿差异。

③张绍立等, 1981, 华南两个成岩成矿系列的花岗岩类中副矿物。

这种岩相形成的物理条件,自然会导致岩浆结晶时 P_{H_2O} 低; f_{O_2} 高,结果有利于磁铁矿的形成。

2.深源花岗岩类总的化学成分偏向中性,所以总铁(Fe_2O_3 、 FeO)和 CaO 高;在 f_{O_2} 相对高的条件下,铁多形成磁铁矿、赤铁矿,钛与钙结合在硅酸岩浆中易形成榍石。

3.浅源或系列I花岗岩产生的条件与上述相反,就其物质来源来讲是比较浅的,主要以地壳重熔为主,但从其冷结定位深度考虑,它相对于系列II要深些,有的甚至与区域变质——混合岩的深度相仿,定位深度大,其结晶时 f_{O_2} 相对较低而 P_{H_2O} 相对较高,这种物理条件有利于铁多以黑云母形式晶出,磁铁矿含量相应地降低。

4.浅源花岗岩的化学成分多偏酸性,以含 CaO 和 $Fe_2O_3 + FeO$ 低为特征,尤其相对还原的结晶条件不利于钛与钙结合形成榍石,从而促使钛以钛铁矿形式晶出,因而构成富集钛铁矿的特点。

5.不排除石原舜三指出的条件,即浅源花岗岩可能含碳高,造成结晶时的相对还原环境,因而导致产生富集钛铁矿与云母中氧化系数低的特点^[5]。

总之,决定花岗岩中金属矿物是以磁铁矿为主,还是以钛铁矿为主的因素比较复杂,虽然存在着一种大致趋势,即磁铁矿多,可能反应花岗岩来源比较深,钛铁矿多则可能来源较浅,但从

我们所列举的华南花岗岩资料看,例外情况相当不少。因此,作者认为,花岗岩物质来源不能仅仅根据以磁铁矿为主或以钛铁矿为主来判断,而应是综合地、全面地分析和探讨花岗岩浆来源深浅的问题。

工作中得到朱为方副研究员和张绍立工程师的帮助,一并表示感谢。

参考文献

- [1] 中国科学院贵阳地球化学研究所同位素实验室,湖北地质科学研究所同位素年龄实验室,1972,地球化学,第二期,第119~134页
- [2] 中国科学院贵阳地球化学研究所,1979,华南花岗岩类地球化学,科学出版社
- [3] Wang L. K., et al., 1980, Mining Geol. Special Issue, No 8, p. 29~38
- [4] 王联魁等,1981,地球化学,第三期,第281~293页
- [5] Ishihara, S., 1977, Mining Geology, No 27, P. 293~305
- [6] 施实, 1976, 地球化学, 第四期, 第297~309页
- [7] 伍实, 1979, 地球化学, 第三期, 第187~194页
- [8] 王联魁等, 1975, 地球化学, 第三期, 第189~201页
- [9] Eugster, H. P., 1962, J. Petrology, Vol. 3, P. 82~125
- [10] Симонова, Л. И., 1979, Геохимия, No 9, с. 1307~1322
- [11] 莫柱孙等, 1980, 南岭花岗岩地质学, 地质出版社



MPV型显微光度计技术交流会在京召开

为了充分发挥进口的MPV型显微光度计在岩矿测试中的作用,籍以提高金属矿床找矿及其综合评价的效果,冶金部地质局于1983年2月26日至3月12日在北京主持召开了MPV型显微光度计技术经验交流会。出席这次会议的冶金地质系统有关研究所和兄弟单位代表共15人。

会议期间,有关单位汇报了MPV型显微光度计的验收、调试情况;交流了两年来配合成矿预测进行矿石

物质成份研究所取得的成果;讨论了急需解决的仪器维修、统一测试要求以及进一步发挥仪器经济效益、加强管理等问题。

与会代表还参加了北京师范大学生物系举办的“显微光度术讲座”学习班。

会议确定,今后不定期出版简报交流仪器使用情况。通过这次会议,必将促进这种进口仪器应有的作用。