

42-50

长江中下游地区花岗岩潜在
含矿性特征的研究*

任进 周珣若

P588.124

(地矿系 北京 100083)

A

摘要 在对鄂东南、九瑞、怀宁、铜陵、宁芜、宁镇和苏州西部7个主要成矿岩带典型花岗岩体岩石学特征研究的基础上,分析了长江中下游地区花岗岩与铁、铜矿床的内在联系,研究了该区花岗岩的潜在含矿性特征,建立了花岗岩潜在含矿性的系统判别图解。

关键词 长江中下游 花岗岩, 成矿岩带, 潜在含矿性

分类号 P588.12; P612

长江中下游地区是我国重要的矿产基地,与中生代花岗岩类有关的铁、铜等矿产极为丰富。通过对不同成矿岩带花岗岩岩石学特征的分析,以及对含矿与无矿岩体的对比,可以提供区域花岗岩的某些潜在含矿性信息,建立其潜在含矿性的判别系统,为找矿提供新思路。

1 长江中下游地区花岗岩与铁、铜等矿产的关系

1.1 花岗岩与矿产的空间关系

长江中下游成岩成矿带位于华北地台、秦岭褶皱系和扬子地台三大构造单元的交汇处,属扬子地台东北段的下扬子台褶带。该区中生代花岗岩体出露面积大于0.25 km²的约有260个。

本区大多数内生铁、铜矿床,在空间上与燕山期中酸性花岗岩紧密伴生,成带分布,分区集结,单个矿床与岩体的空间关系更是形影不离。区内矿化岩体的空间分布具有明显的不均匀性,大中型铁、铜等内生金属矿床主要集中在鄂东南、九瑞、怀宁、铜陵、宁芜、宁镇和苏州西部等少数几个花岗岩分布区。这些地区的岩浆活动与成矿作用的关系十分密切。

1.2 成岩与成矿的时间关系

长江中下游地区中生代岩浆成岩和成矿在时间上总的来说是一致的。根据同位素年龄资料统计,本区主要的成岩时间是170~90 Ma;而铁、铜等成矿作用的高峰时间也是在170~90 Ma,两者是一致的。单个矿床(田)中,成岩成矿的时间基本一致,但一般来讲,成

收稿日期: 1994-02-23

* 国家教委博士学科点基金项目(9249101)及“八·五”国家科技攻关项目(85-901-03-09A)资助。

第一作者简介: 任进,男,1962年出生,矿床学博士,副教授,矿床学专业。

岩时间比成矿时间早 5~20 Ma。例如，铜录山岩体年龄为 150~143 Ma，而矿石中金云母年龄为 143~131 Ma^[1]，反映了成矿与成岩在时间上的连续性。据此推测，某些成矿流体的形成可能是深部岩浆继续分异的结果。多期次侵入体常伴有多期次矿化，其中的个别期次为主要的成矿期次。

为深入系统地研究长江中下游地区花岗岩与成矿作用的关系，本文提出了“成矿岩带”的概念，即在一定的构造活动区域内，与内生成矿作用有密切时空关系和成因联系的岩浆活动带。根据本区中生代区域岩浆活动的特点，以及与之相关的主要矿产分布特征，结合深大断裂的分布情况，可将本区岩浆-成矿带初步划分为鄂灵、怀宁、宁芜 3 个成铁岩带，冶瑞、铜陵、宁镇 3 个成铜岩带及苏西成铁钨钽岩带（图 1）^[2,3]。

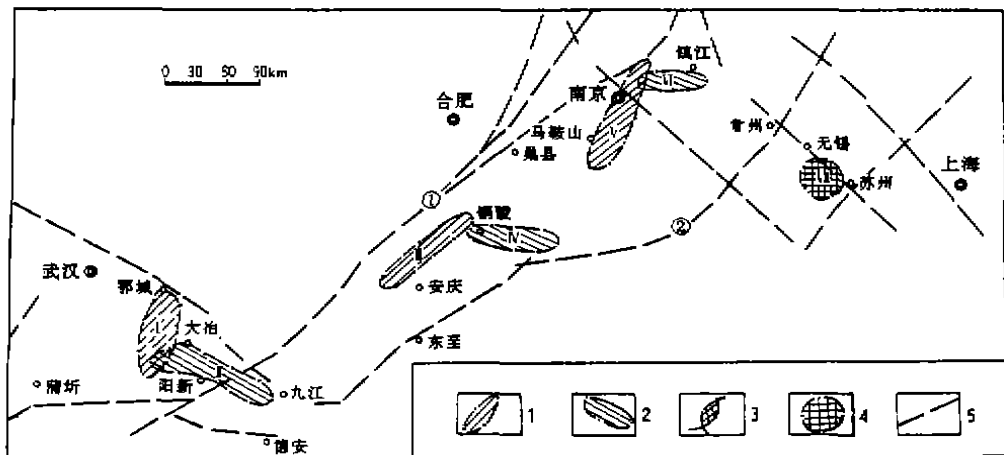


图 1 长江中下游主要成矿岩带分布图

Fig. 1 Distribution of the major metallogenic rock belts around the middle-lower reaches of the Yangtze River

I. 鄂灵（鄂城—灵乡）成铁岩带；II. 冶瑞（大冶—九瑞）成铜岩带；III. 怀宁成铁岩带；IV. 铜陵成铜岩带；V. 宁芜成铁岩带；VI. 宁镇成铁岩带；VII. 苏西（苏州西部）成矿岩带；① 郑庐断裂带；② 江南断裂带；1. 成铁岩带；2. 成铜岩带；3. 成铁与成铜岩带交叉区；4. 成铁钨钽岩带；5. 深大断裂带

本文选择长江中下游地区 7 个成矿岩带中的鄂城、铁山、月山、凹山、冶山、石马 6 个含铁岩体，阳新、丰山洞、武山、铜官山、狮子山、凤凰山、安基山 7 个含铜岩体，苏州含铁钨钽岩体以及殷祖、洪镇、瑶山、缪家、新桥头 5 个无矿岩体共 19 个，进行岩体含矿性对比。

2 花岗岩潜在含矿性特征

花岗岩含矿性主要是指一个花岗岩体与某种矿产在时空分布上是否具有有一致性，在物质来源方面是否有密切的成因联系。这种成因联系主要是指花岗岩与矿质在岩浆来源和演化过程中存在着紧密的亲缘关系，而成矿物质的活动必将在同源岩浆结晶而成的花岗岩中留下某些印迹。

一个花岗岩体是否含矿，取决于多种因素，包括构造、围岩以及岩体自身的因素等等。

通过对本区花岗岩及围岩地层中成矿元素的丰度及铅、氧同位素特征分析表明,成矿金属元素是多源的,而岩浆是其中最重要的来源之一。本文将着重就长江中下游中生代侵入体的岩相学、岩石化学及矿物学等方面,分析岩体潜在含矿性特征。

2.1 岩相学特征^[4]

任何一种矿产的形成都离不开成矿物质活化、迁移、富集的过程。而这些过程的特征往往能反映岩石中矿物的共生组合及其结构叠加与演化。

(1) 暗色细粒闪长质包体。在与铁、铜矿床有关的岩体中,常可见到暗色细粒闪长质包体。包体成因为浅位岩浆房中岩浆双扩散对流以及岩浆与围岩同化混染作用所形成的冷边破碎产物^[2]。其形成过程是组分活化的过程,而铁、铜等成矿元素在深部的相对富集,会有利于后期成矿作用。所以,这类包体的大量出现是花岗岩含矿性较强的标志之一。

(2) 矿物交代结构。在含铁的铁山岩体和含铜、铁的阳新岩体中,见到次透辉石、角闪石被交代而形成次生黑云母,并伴随有许多磁铁矿等副矿物的析出,说明在交代作用下发生了铁质的活化,这种交代结构可作为含铁岩体的一个标志。

含矿岩体在后期热液作用过程中,钾、钠质不断参与活动。在碱质交代暗色矿物的同时,可出现成群的磁铁矿颗粒,它反映了含碱金属的溶液促使硅、铁分离的现象。

(3) 同化混染结构。在铜官山石英二长岩薄片,可以看到次透辉石的环带结构和斜长石的韵律环带结构,说明其成岩过程中物理化学条件变化复杂,反映铜官山岩体在成岩过程中可能存在同化混染作用,这也可作为岩体含矿性的一个标志。

2.2 岩石化学特征^[5]

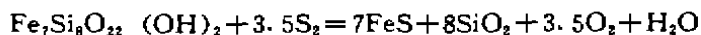
(1) $A'-SiO_2$ 图(图2)。从本区花岗岩及部分火山岩在图2中的投点可以看出,含矿岩体以高碱度、中性岩为主。从岩浆微观结构看,当岩浆中 Na^+ 、 K^+ 较富时,它们优先分布在岩浆中主要组分——铝硅氧配位多面体($SiAl_2O_6$)群聚组外围以平衡电荷, Fe^{2+} 等可同 O^{2-} 形成自己独立的群聚组,使铁与硅分离,从而有利于成矿。

(2) $SiO_2-Al_2O_3/CaO$ 图(图3)。本区花岗岩化学成分在图3中的投点表明,在相同酸度条件下,非含铜岩体 Al_2O_3/CaO 比值较高。这可能是由于Al含量增高使岩浆熔体中的八面体位置数目增多,而 Cu^{2+} 具有很高的八面体位置优先能,并会大量进入硅酸盐熔体中,不利于后期成铜作用。

2.3 矿物学特征

(1) 钾长石系列。利用X射线分析结果(图4),可以看出含矿岩体中的钾长石属略向中微斜长石过渡的正长石系列,而无矿岩体属略向正长石过渡的透长石系列。造成这种差别的原因之一,是含矿岩体钾长石中含有较多的羟基。

(2) 角闪石的 Fe/Mg 比值。从花岗岩中角闪石的 Fe/Mg 比值频率图(图5)可以看到, Fe/Mg 为 0.45~0.55 者,以含铜岩体为主; $Fe/Mg < 0.45$ 者,以含铁岩体为主;而 Fe/Mg 为 0.55~0.75 者,则以无矿岩体为主。含铁岩体中,角闪石的 Fe/Mg 比值低的原因可能是由于角闪石结晶后,岩浆体系处于较高的硫逸度 f_{S_2} 条件下。 f_{S_2} 高时,已固结的角闪石会发生热液条件下的反应:



该反应起着缓冲剂作用,使 $\langle FeO \rangle$ 的活度降低,导致角闪石的 Fe/Mg 比值降低。从另一方面讲,在岩浆结晶过程中,进入角闪石等矿物中的铁质越少,残余岩浆中铁质就越富集,

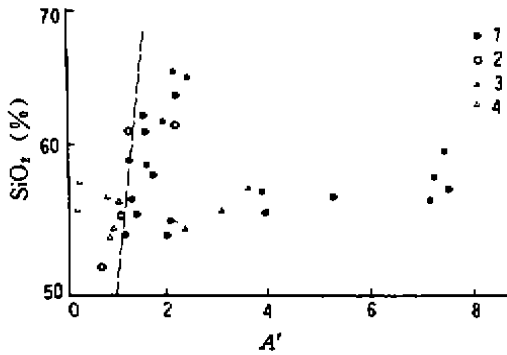


图 2 A'-SiO₂ 图

Fig. 2 Diagram of A'-SiO₂

$A' = (K_2O + Na_2O) / CaO$; 1. 含矿岩体;
2. 无矿岩体; 3. 含矿火山岩; 4. 无矿火山岩

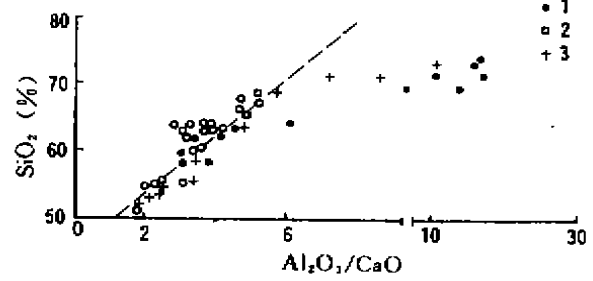


图 3 SiO₂-Al₂O₃/CaO 图

Fig. 3 Diagram of SiO₂-Al₂O₃/CaO

1. 含铁岩体; 2. 含铜岩体; 3. 无矿岩体

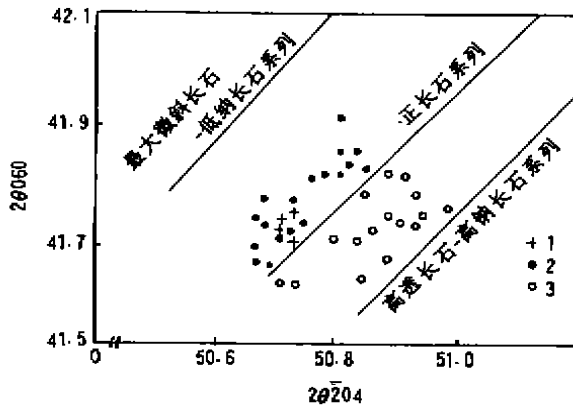


图 4 钾长石系列图解

(据 Wright, 1968 修改)

Fig. 4 Diagram showing division of K-feldspar series

1. 本区含矿岩体; 2. 含矿岩体 (西藏玉龙铜矿带)^[6]; 3. 无矿岩体 (西藏玉龙铜矿带)^[12]

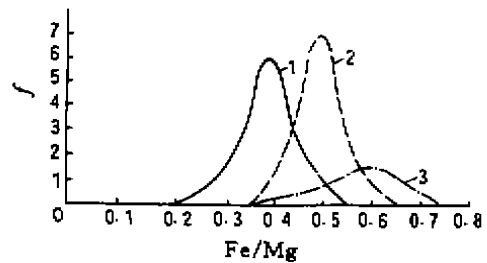


图 5 角闪石 Fe/Mg 比值频率分布图

Fig. 5 Frequency distribution diagram of Fe/Mg ratio in amphibole

1. 含铁岩体; 2. 含铜岩体; 3. 无矿岩体

有利于铁矿的形成。

(3) 石英热发光特征。石英热发光曲线的特征是较复杂的, 曲线上峰的数目和相对强度等均可作为标型特征加以利用。本文对鄂城、铁山、阳新、殷祖、月山、凤凰山、新桥头等岩体中的石英, 进行了热发光的测试工作, 热发光曲线及分析结果见图 6 和表 1。由图 6 和表 1 可以看出, 含矿岩体的石英热发光曲线主要为双峰型, 其中, 第一峰温度为 240~290°C, 第二峰温度为 320~375°C, 且含矿岩体石英热发光曲线的相对最高峰强度值 $I_{max} = 590 \sim 1290$ mR, 积分强度值 $S = 5426 \sim 15300$ mR; 无矿岩体的石英热发光曲线多为单峰型, $I_{max} = 300 \sim 360$ mR, $S = 4693 \sim 6201$ mR。

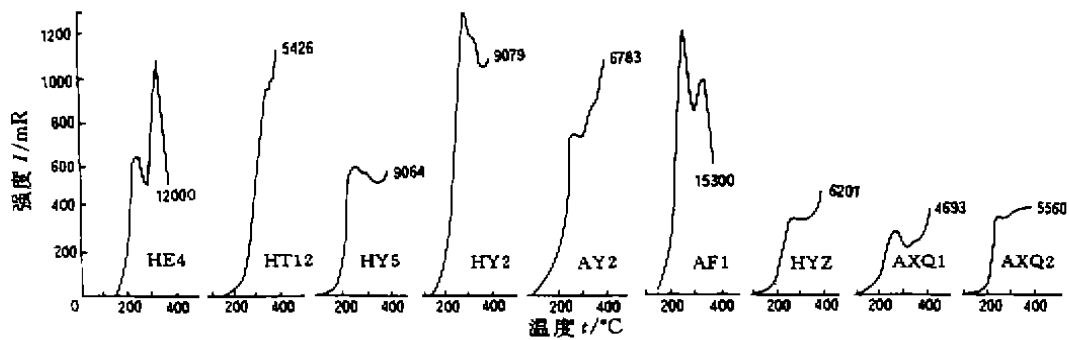


图6 石英热发光曲线

Fig. 6 Thermoluminescent curves of quartz

图内各曲线端点所标数据为石英热发光曲线的积分强度值

表1 石英热发光分析结果

Table 1 Thermoluminescent analysis of quartz

岩体名称	样品号	峰形	第一峰温度 (°C)	第二峰温度 (°C)	相对最高峰 I_{max} (mR)	积分强度值 S (mR)	G值	相关矿种
鄂城	HE4	双峰	260	350	1080	12000	2.28	铁矿
铁山	HT12	双峰	350	375	1000	5426	1.54	铁铜矿
阳新	HY5	双峰	280	330	590	9064	1.50	铜铁矿
	HY2	双峰	290	320	1290	9079	2.20	铜铁矿
月山	AY2	双峰	280	340	895	6783	1.57	铁铜矿
凤凰山	AF1	双峰	250	350	1200	15300	2.73	铜矿
殷祖	HYZ	单峰	270	—	350	6201	0.97	无矿
新桥头	AXQ1	双峰	270	350	300	4693	0.77	无矿
	AXQ2	单峰	240	—	360	5560	0.92	无矿

笔者尝试用一个新的参数G值, $G = (10 I_{max} + S) / 1000$, 划分出本区含矿与无矿岩体, 当 $G > 1.4$ 时, 为含矿岩体; $G < 1$, 则为无矿岩体。

含矿岩体中石英热发光强度较大, 这可能与其中含有较多微量元素(如Ti、Ge等)造成石英晶体中出现电子空穴, 从而引起石英在一定温度范围内发生强烈的热发光作用有关。

3 花岗岩潜在含矿性系统判别

利用上述花岗岩含矿性特征分析中谈到的有关参数, 可建立花岗岩体是否含矿以及含何种矿的定量判别参数。

3.1 含矿岩体的定量判别参数

(1) 由 $A'-SiO_2$ 图(图2), 划分岩体是否含矿的界线方程为 $A' = 1 + 0.03533(SiO_2 - 50)$, 设

$$R = (Na_2O + K_2O) / A'SiO_2$$

则 $R > 1$ 为含矿岩体; $R < 1$ 为无矿岩体。

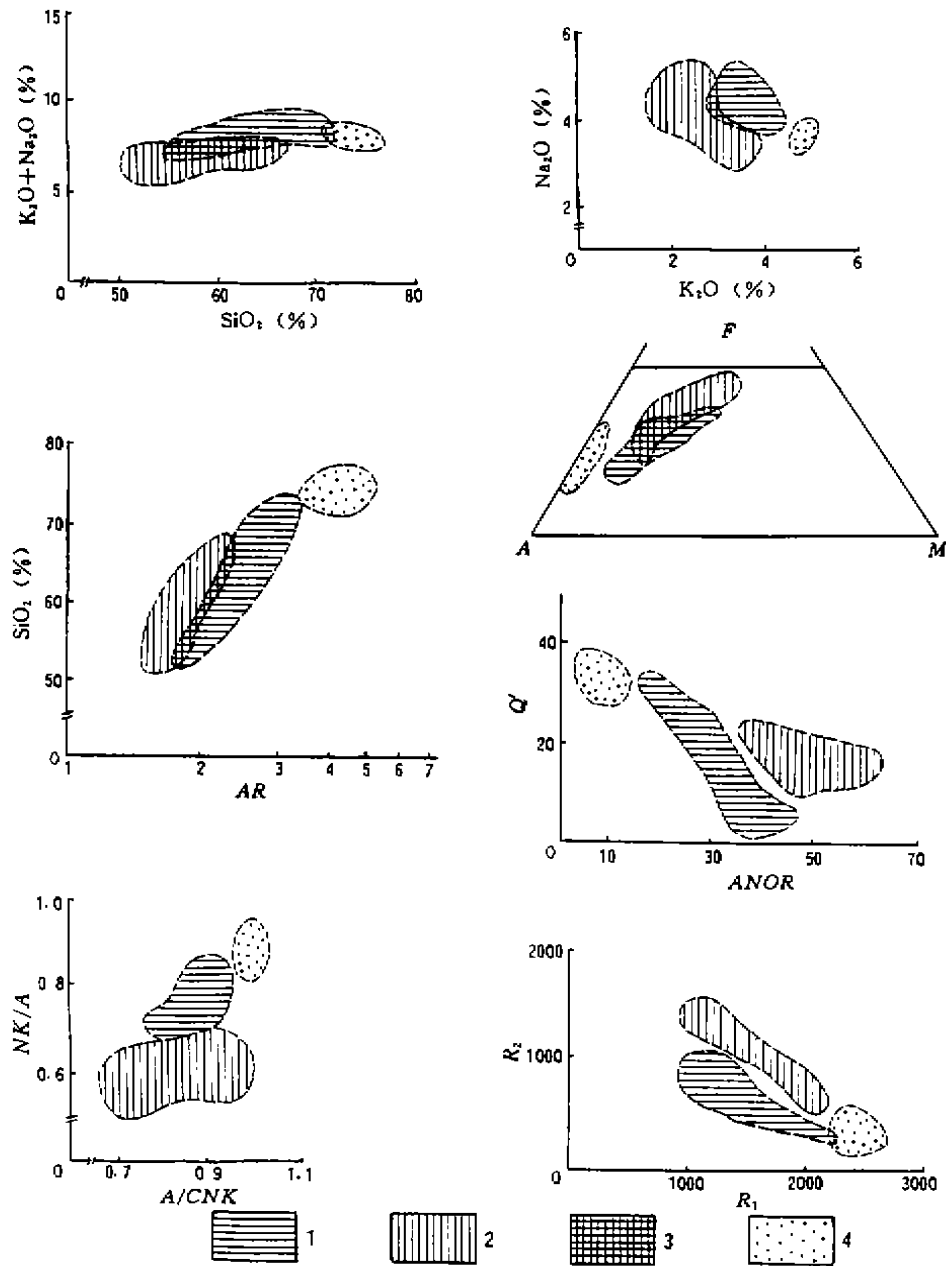


图 7 岩石化学含矿性判别图解

Fig. 7 Discriminative diagram of the ore-forming potentiality deduced from petrochemistry

1. 成铁岩带; 2. 成铜岩带; 3. 成铁、成铜岩带交叉区; 4. 成铁钨钽岩带。 $A = K_2O + Na_2O$, $F = FeO + 0.9Fe_2O_3$, $M = MgO$; $AR = [Al_2O_3 + CaO + (K_2O + Na_2O)] / [Al_2O_3 + CaO - (K_2O + Na_2O)]$, $NK/A = (Na_2O + K_2O) / Al_2O_3$, $A/CNK = Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$, $R_1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(\sum Fe + Ti)$ (摩尔比值), $R_2 = 6Ca + 2Mg + Al$ (摩尔比值), $Q' = 100Q / (Q + Or + Ab + An)$, $ANOR = 100An / (Or + An)$

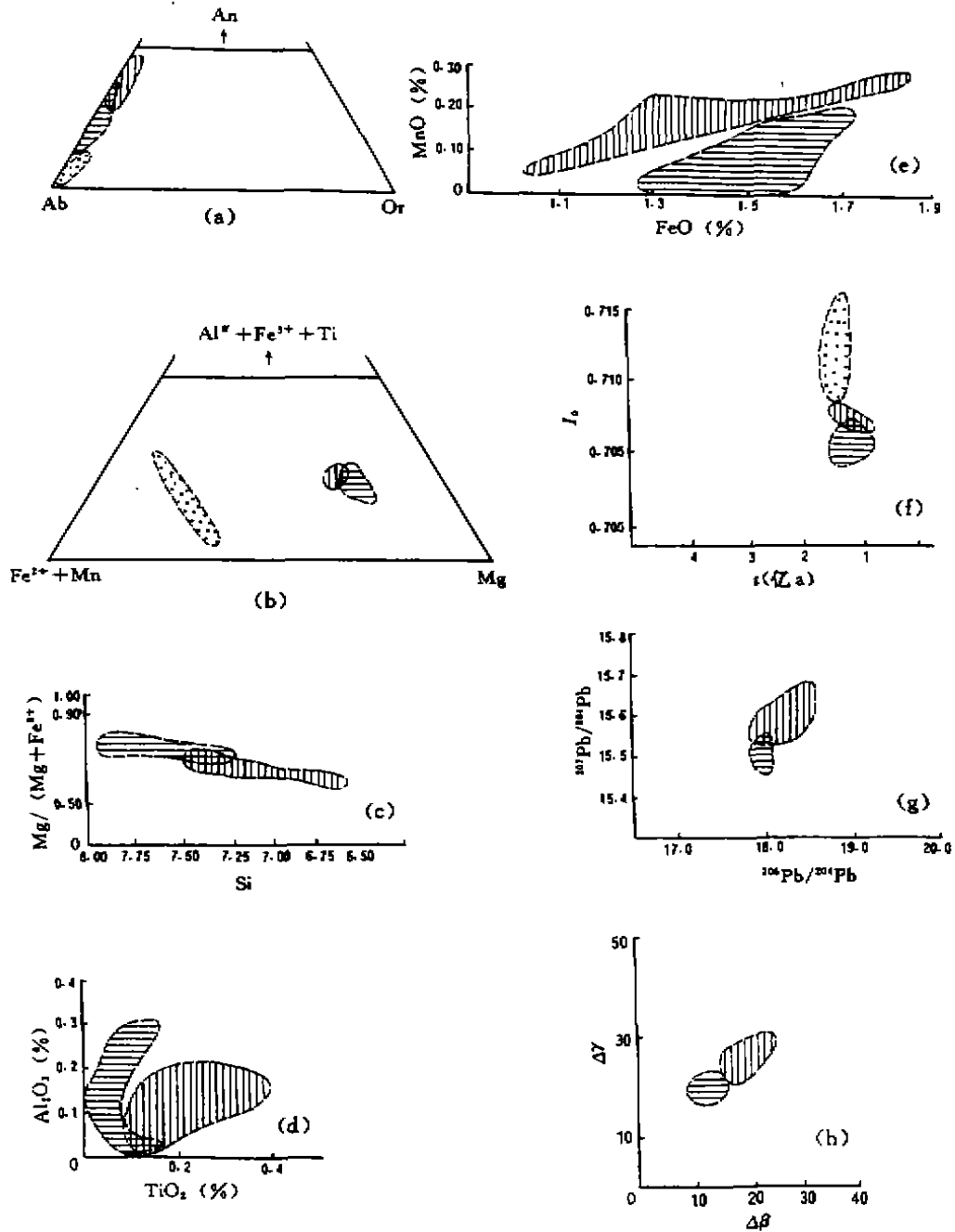


图8 矿物化学、地球化学含矿性判别图解

Fig. 8 Discriminative diagram of the ore-forming potentiality deduced from mineral chemistry and geochemistry

(a)斜长石;(b)黑云母;(c)角闪石;(d)磁铁矿;(e)辉石;(f) I_0 为母同位素初始比值, t 为铀母同位素年龄值;
 (g) $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为全岩母同位素比值;(h) $\Delta\gamma = 1000(\gamma - \gamma_m)/\gamma_m$, $\Delta\beta = 1000(\beta - \beta_m)/\beta_m$,式中, γ
 为样品的 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, γ_m 为地幔的 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$,其值为37.47; β 为样品的 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, β_m 为地幔的 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$,
 其值为15.33;图例同图7

(2) 角闪石的 Fe/Mg 比值小于 0.55 时为含矿岩体，大于 0.55 则为无矿岩体。

(3) 根据石英热发光曲线 (图 6)，推算出石英热发光含矿性判别参数 G 。 $G > 1.4$ 时为含矿岩体， $G < 1$ 则为无矿岩体。

3.2 含铜与含铁岩体之间的定量判别参数

(1) 在 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}$ 图 (图 3) 中，区分含铜与非含铜岩体的界线方程为：

$$\text{SiO}_2 - 43 = 0.35(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO})$$

设 $J = (\text{SiO}_2 - 43) / 0.35 (\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO})$ ，当 $J > 1$ 时，为含铜岩体； $J < 1$ 则为非含铜岩体 (包括含铁岩体及无矿岩体)。

(2) 花岗岩中角闪石的 Fe/Mg 比值小于 0.45 者，属含铁岩体；Fe/Mg 比值为 0.45~0.55 者，则为含铜岩体。成矿岩体的系统判别，可以为区域找矿服务，而岩体含矿性定量判别标志又可为具体的找矿工作提供有益的信息。

3.3 花岗岩潜在含矿性系列的判别图解

在以往的花岗岩含矿性判别研究中，多侧重单一或数个判别标志的分析，但对于本区铁、铜等矿产复杂的形成条件而言，这种分析方法存在较大局限性。为此，笔者在从不同角度探讨各种成矿岩带差异的基础上，建立了相应的系列判别图解 (图 7, 8)，利用有关的岩石化学含矿性判别图解 (图 7) 和矿物化学、地球化学含矿性判别图解 (图 8)，基本上可以将成铁岩带、成铜岩带以及成铁铌钽岩带区分开。

4 结 论

(1) 长江中下游地区大多数铁、铜矿床与中生代花岗岩在时间及空间上密切伴生，且矿化岩体的空间分布具有明显的不均匀性。根据中生代岩浆活动特点和与之相关的铁、铜等矿产的空间分布规律，并结合深部构造特征，将本区主要成矿区域的花岗岩初步划分为鄂灵、怀宁、宁芜 3 个成铁岩带，冶瑞、铜陵、宁镇 3 个成铜岩带和苏西成铁铌钽岩带。

(2) 从岩相学、岩石化学、矿物化学等方面研究了花岗岩的潜在含矿性机理，从岩石学这一侧面分析了与花岗岩有关矿床早期形成过程中的一系列迹象，并提出了一些确定花岗岩岩浆成矿可能性的定量判别标志。

(3) 对比各种成矿岩带花岗岩的角闪石、黑云母、斜长石以及磁铁矿、榍石等矿物化学参数、岩石化学参数和铅、氧同位素等方面的异同，建立了长江中下游地区花岗岩潜在含矿性的系统判别图解。它们可以将成铁、成铜与成铁铌钽岩带花岗岩基本上分开。

由本文所建立的花岗岩潜在含矿性标志及系列判别图解，可以为区域找矿服务；而岩体含矿性的定量判别参数，又可为花岗岩找矿工作提供有益的信息。

参 考 文 献

- 1 翟裕生、姚书振、林新多等. 长江中下游地区铁、铜(金)成矿规律. 北京: 地质出版社, 1992
- 2 周玉若, 任进. 长江中下游中生代花岗岩. 北京: 地质出版社, 1994
- 3 周玉若, 任进. 长江中下游中生代侵入岩与板内断裂-岩浆活动特征. 见: 中国地质学会编, “七·五”地质科技重要成果学术交流会议论文选集. 北京: 北京科学技术出版社, 1992
- 4 张树业主编. 岩石中的成矿迹象. 北京: 地质出版社, 1989
- 5 邱家骥主编. 岩石化学. 北京: 地质出版社, 1991

6 马鸿文, 西藏王龙斑岩铜矿带花岗岩类与成矿, 武汉: 中国地质大学出版社, 1990

ORE-FORMING POTENTIALITIES OF MESOZOIC GRANITES IN MIDDLE-LOWER REACHES OF YANGTZE RIVER

Ren Jin Zhou Xunruo

(China University of Geosciences, Beijing, 100083)

Abstract

On the basis of studies on the petrological characteristics of the typical granites in the 7 main metallogenic magmatic rock belts which cover the areas of south eastern Hubei, Jiuru, Huaining, Tongling, Ningwu, Ningzhen and western Suzhou in the middle-lower reaches of the Yangtze River, the relationship between the granites and iron-copper deposits, and the ore-forming potentialities of the granites have been evaluated. Consequently, a series of systematic discriminative diagrams have been constructed for the estimation of the ore-forming potentialities of the granites.

Key words: middle-lower reaches of the Yangtze River, granite, metallogenic magmatic rock belt, ore-forming potentiality

赣东北深断裂带内蛇绿混杂岩中首次发现 含晚古生代放射虫硅质岩

赵崇贺 何科昭 邵道乾

(地矿系 北京 100083)

由我校莫宜学教授带领的《赣东北深断裂带的形成演化及对有关金属矿产的控制》(1992~1994)(地质矿产部原直管局定向课题经费资助, 江西省地质矿产局赣东北地质大队合作)课题组通过近三年的研究, 在弋阳县樟树墩超镁铁质岩体两侧的围岩, 即原被认为属于中、晚元古代浅变质岩的硅质岩夹层中, 首次发现有早石炭世维宪期和早二叠世楼霞期放射虫的存在, 同时还有虫管、海绵骨针和藻类等微体古生物化石。放射虫化石有: No. 55-3: * *Provisocyntra cassicula* Nazarov et Ormiston; * *Callella(?) hexactina* Won; * *Belowea variabilis* (Ormiston et Lane); * *Tetragregnon aff. sycamorensis* Ormiston et Lane; * *Entactinia* sp.; * *Haplentactinia* sp.; * * *Entactinia* sp.; * * *Hegleria* sp.; * * *Albaitella* sp.; No. 58-6; * * *Pseudoalbaitella scalprata(?)*; * * *Albaitella cf. sinuata*; No. 58-7; * * *Pseudoalbaitella cf. fusiformis*; * * *Follicucullus* sp., P₁¹-P₂¹ (* 化石时代为 C₁, 由李红生鉴定; * * 化石时代为 P₁, 由冯庆来鉴定)。这一发现是由中国科学院地质研究所李红生副研究员, 中国地质大学(武汉)冯庆来副教授对同一地点的标本分析鉴定证实的。

上述发现得到中国地质大学老一辈地质学家和江西省地质矿产局的重视和指导, 认为很有科学价值, 无疑对该区的研究提供了新的重要资料, 它将促使对赣东北深断裂带内蛇绿混杂岩中的浅变质地层(至少是其中的一部分)的时代归属作出重新考虑, 对这一地区的地质构造演化及成矿作用将有新的认识。目前对上述发现正作进一步研究。