

关于江西省岩浆作用、构造作用与 成矿作用之间关系的新认识

龚由勋

(江西省地矿局)

高秉璋

(江西地质矿产调查研究大队)

P.R.Simpson

(British Geological Survey)

提 要 本文以三板块构造模式解释江西省成矿作用的发展。认为中朝、扬子、华南三板块的边缘类似于安第斯型,它们与辛普森等人研究过的英国加里东地区、海西地区的岩浆作用和成矿作用完全可以对比。

一、前 言

一些中国地质学家,在研究钨、锡、铜、铀等与花岗岩有关的矿床过程中,划分出重熔型(地壳型)和同熔型(过渡型)两类花岗岩(徐克勤等人,1980)。上述分类可大致与钛铁矿型和磁铁矿型(石原舜三,1977),S型和I型(查佩尔和怀特,1974)相对比。

重熔型(地壳型)花岗岩,这类花岗岩通过地槽区内大陆地壳的重新组合和多旋回的花岗岩化作用,形成具经济价值的钨、锡、铌、钽和铀矿床。同熔型(过渡型)花岗岩,认为是由于派生的上地幔岩浆上升并混合地壳物质而形成,因此这类花岗岩兼具地幔和地壳两类物质,而且还会有上地幔和地壳硅镁层的混合物。

目前,中国的许多地质学家都习惯于根据花岗岩侵入体的成矿元素、成矿组合和成矿络合物等来确定花岗岩的成因(是来自地壳,还是来自地幔)。

中国在近期发表的有关花岗岩研究的文献中,均运用了上述的分类方案(参见出版的国际锡矿会议论文汇编1984,和国际钨矿会议论文汇编1982)。我们通过在江西省的野外调查和室内研究,发现运用这个方案,对于探讨江西省及其邻近地区的钨、锡、铜、钼、铀、金等多金属成矿作用,以及预测新的资源等方面,存在着一定的困难。

我们认为:要探讨江西省的区域成矿作用,必须研究建立在板块构造基础上的有关岩浆作用和矿床成因的新的构造模式,以及由此而发育的破坏性大陆边缘模式。因为上述模式已被证实是伴随有铜、钨、锡、稀土、铌、钽、金和铀等主要矿床的世界上最重要的成矿区。

二、江西省区域地质概况

龚由勋等人编制的1:1,000,000南岭地质图已经出版(面积约100km²)。该图利用已

有1:20万区域地质调查资料,并搜集了许多最新成果编制而成,也是目前该区最新的区域地质图。

近期地质研究提出下列理论,认为亚洲大陆的大地构造可以划分为许多断块,而这些断块是在地质历史上曾经存在过的分离板块[Meelhinny等人,1981;张文佑,1983;黄汲清;许靖华(瑞士);朱志澄(武汉地质学院);郭令智(南京大学)]。

江西省跨两个大陆断块或板块,即扬子板块和华南板块,它们共同组成中国东南部的陆块。江西省北部以长江相隔与湖北省为界,沿长江由于受到下伏基底地质构造形迹的强烈影响,而作为扬子板块北部边缘带的一部分,即南侧是扬子板块,北侧是中朝板块。

在湖北省与江西省北部的接壤地区有一个重要的造山带,即秦岭大别造山带,经查明该地区为中朝板块与扬子板块毗邻和拼接的南部边界。而华南板块的东南部边界,已超越江西省范围之外,进入属于环太平洋造山带一部分的广东、福建和浙江等省。为此,我们推测江西省的岩浆作用和成矿作用受到来自南部、北部和中部等三个大陆板块的边界线直接作用的强烈影响。

中朝板块、扬子板块和华南板块之间的边缘是岩石圈逆冲带。以扬子板块和华南板块的接触带实例表明,沿这个逆冲带有一大套蛇纹岩化的基性岩和超基性岩呈线性展布,地球物理资料也表明该区有逆冲带存在。

在江西境内的扬子板块和华南板块的分界线,具有两条相对应的逆冲带:一条倾向NNW;另一条倾向SSE。它们被NW走向的抚州断层所切割,使其发生右旋水平移位约80km,可能相当于大洋转换断层的位置。

上述两个岩石圈板块之间的逆冲带分别是:华南板块北缘的铅山逆冲带(此带向北逆掩),以及扬子板块南缘的九岭逆冲带(此带向南逆掩)。介于这两个板块逆冲带之间的低平地形区的基底,推测可能由洋壳组成(图1、2、3)。

在抚州断层的东北方向,两条主要的岩石圈逆冲带大致变为向东走向,而且比较靠近和平行。例如:抚州断层东北方向的德兴断层,就是铅山逆冲带的北东分支,沿该断裂带也查明有蛇纹岩侵入体。鉴于考虑这两个带上晋宁和加

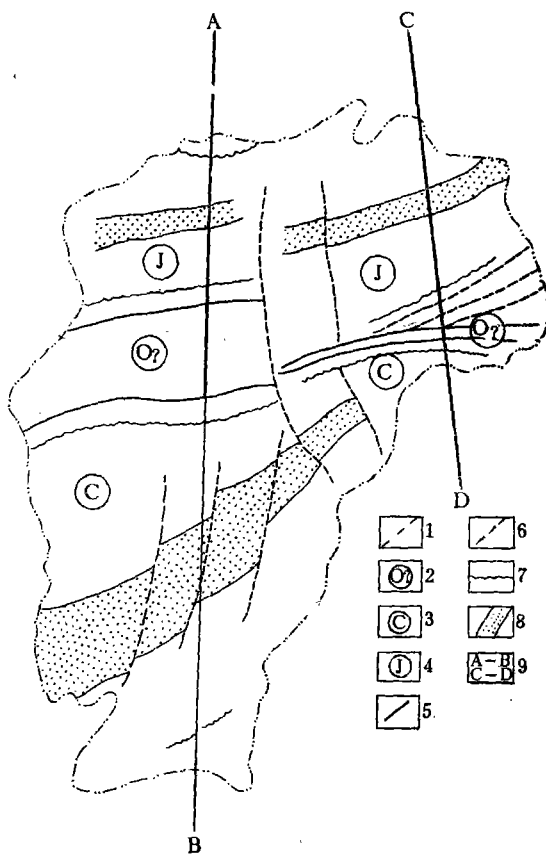


图1 江西省主要地质构造单元及W、Sn、Mo、Cu等成矿作用略图

Fig. 1. Sketch map of mineralization of W, Sn, Mo, Cu in main geological tectonic units in Jiangxi Province

1. 江西省界 2. 洋底 3. 加里东期形成的华南板块
4. 晋宁期形成的扬子板块 5. 逆冲带 6. 断层
7. Cu、Mo 8. W、Sn 9. 横切剖面

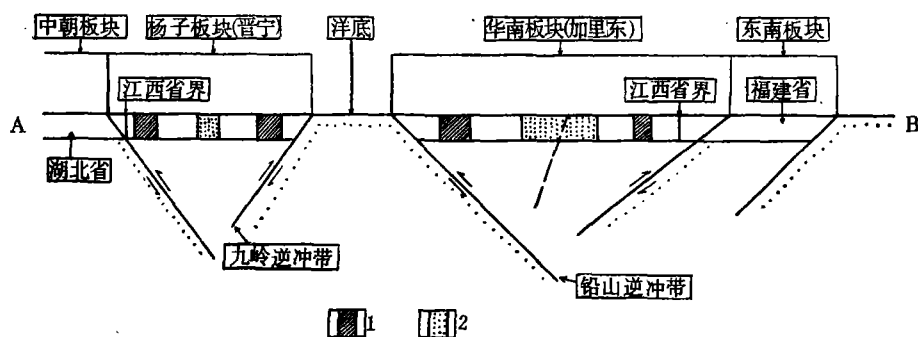


图2 横切剖面 A-B

Fig. 2. Across section A-B

1. Cu.Mo. 2. W.Sn

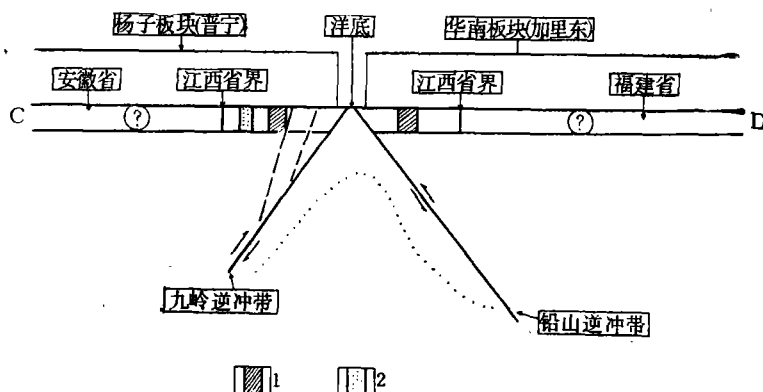


图3 横切剖面 C-D

Fig. 3. Across section C-D

1. Cu.Mo 2. W.Sn

里东基底沉积物逆掩在泥盆纪和石炭纪沉积物之上，所以也可以说明这里是海西—印支时期的俯冲带。

三、江西省的构造事件

下面讨论江西省板块构造模式及各个板块之间的关系。

扬子板块（江西省北部）

本区最古老岩石的年代为元古代，期限 1700~1400Ma。这套沉积物为一套很厚的典型的变质岩石，最近在这个地区发现含火山熔岩的复理石建造。晋宁造山期（包含有扬子板块大部分基底）的时代已修订为 900~1100Ma，形成东西方向的褶皱轴。九岭花岗岩基近东西向侵入，与褶皱轴向基本一致，侵入时代为 830Ma，略晚于扬子板块形成克拉通的晋宁期。

晚元古代的板溪群，为几千米厚的地槽沉积物，它是沿着稳定的克拉通南缘沉积的

(古大陆)。在江西北部可见板溪群不整合于老地层之上,而这个不整合在湖南就更清楚了。

在板溪群后震旦纪地层发育,在江西北部可明显地看到震旦系既不整合于板溪群及更老地层之上,也不整合复于九岭岩基之上。震旦纪之后,从寒武纪到第四纪都显示出大陆型的沉积物。

基底断裂很难识别,它们的发现主要依据地层的缺失,断裂的位置是通过区域填图发现,而这些断裂往往多次活动。

华南板块(江西南部)

华南板块与扬子板块完全不同,从震旦纪到奥陶纪所有的沉积物都是大陆边缘相。以前曾将这个地区叫做南岭地槽,是在加里东造山期发生变形,而终止于泥盆纪以前。

加里东运动是一个规模较大的造山运动,这个运动在广西发生在志留纪与泥盆纪之间,而在本区加里东运动可能开始于奥陶纪末,因为江西、福建、广东等省都缺失志留纪地层。

最近在江西西南部发现了一套800m厚的沉积物,其下部含有晚奥陶世的化石,这套沉积物的上部有可能属志留纪,代表加里东运动在这个地区开始活动的时间。加里东褶皱轴向为南北向和北西—南东向。

加里东褶皱地层被一套由大陆相沉积物组成的泥盆纪—三叠纪地层所复盖。

扬子板块和华南板块的缝合(拼接)

加里东运动后,扬子板块和华南板块缝合(拼接)。扬子板块的加里东运动表现不明显,志留系与泥盆系之间为平行不整合,它们的形变基本一致。加里东运动后,大致在海西期,两板块连成一体,也就是上面所提到的在两板块之间的边缘泥盆纪和石炭纪沉积物被基底沉积物逆掩。在两个板块上,泥盆纪以后的沉积物在整个江西是非常相似的。印支运动也是一个规模较大的构造运动,波及全省,使泥盆纪到三叠纪的地层褶皱,形成复式背、向斜。印支褶皱不像加里东那样的封闭型,而是开阔型褶皱,如南昌市西南的萍乐坳陷。燕山运动在江西省主要表现为断裂、断陷、平缓的褶皱,波及全省。岩浆岩侵入体是这期构造运动的产物,与成矿作用关系密切。燕山期断裂规模大,数量多,为一很强的线性构造带。在江西地质图上所表现的断裂中,有80%是燕山期形成的,其中大部分断裂能在卫星照片上识别。根据切割的地层和控制的花岗岩能够确定断层形成的时代。燕山期断裂中大部分为北东向,其次为东西向,还有一些南北向和北西向。北东向断裂大多呈左旋扭动,大致可以划分为两组,它们形成的时代和方向均不相同:较老的一组,方向为 $NE40^{\circ}\sim50^{\circ}$;较新的一组,方向为 $NE18^{\circ}\sim30^{\circ}$ 。成矿作用与较新的一组关系密切,这组断裂延向福建,方向逐渐由北东变为 $NNE12^{\circ}$ 。

环太平洋带

花岗岩形成的时代向福建变新,东西向断裂表现为逆掩断层,南北向断裂与此类似,它们大多具多次活动。 $NW\sim SE$ 向断裂表现为正断层。北东向断裂与环太平洋带有关。

四、花岗岩分类问题的讨论

江西地质科学研究所刘家远、沈纪利等对江西花岗岩进行研究工作的过程中,通过全

岩分析结果,作出主要造岩氧化物: P_2O_5 、 K_2O 、 Na_2O 、 CaO 、 MgO 、 MnO 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 TiO_2 与 SiO_2 的关系变化图解,其结果表明这些数据是一个连续的地球化学系列,而在划分含Cu-Mo斑岩、含W-Cu花岗岩和含W-Sn花岗岩区间之间没有发现任何间断。

当我们考虑到中国学者对不同岩浆类型提出不同的成因时,存在这样连续的地球化学数据是值得注意的。如将含Cu-Mo斑岩认为是过渡型,含W-Sn花岗岩认为是地壳型,那么含W-Cu斑岩对中国的分类系统来说,提出了一个特殊的问题,这类花岗岩与上两类花岗岩在成分上是过渡的。一些学者^①在探讨根据花岗岩不同来源的特性划分两类花岗岩时,将这类花岗岩归属于过渡型,而把复杂的成矿特性则归因于“成矿专属性”和“成矿交叉性(重合性)”,用以说明两类花岗岩都有可能形成有经济价值的钨、锡矿床(1982)。他们还认为:以前对具经济价值的Cu、Mo、W和Sn等金属矿床是不可能都在与地幔来源的花岗岩浆中形成,而把W、Sn等金属矿床仅看作是壳源的花岗岩化作用形成的花岗岩有关(1982)。

现将论证矿床类型多样性的一些实例列于表1:

表1 江西矿床类型的分类

金 属 矿 床	江 西 实 例	金 属 矿 床	江 西 实 例
扬 子 板 块		华 南 板 块	
Cu、Cu-Mo	德兴斑岩铜矿	Cu-Mo W-Cu	永平斑岩铜-钨矿
W-Mo (Cu)	阳谿岭斑岩钨(钼)矿	W	西华山钨矿
W	丫吉山钨矿	W-Sn	溧塘钨锡矿
Sn	曾家垄锡矿	Sn	锡坑井锡矿

我们最近在江西南部野外调查,发现印支期和燕山期花岗岩常呈巨大的复式岩基,相当于刘家远、沈纪利的两类花岗岩中的壳源型花岗岩。这类岩基与震旦纪围岩呈很不协调的接触关系,发育有良好的热接触变质带,并伴生有Sn、W、F、U等矿床。

另外,我们发现这些巨大的岩基中,关于亲石元素特殊的离子增大的地球化学演化,与震旦纪基底具有密切相关性。通过对各种花岗岩和基底的新鲜露头进行 γ 放射性测量,发现花岗岩的 γ 总数为50~60CPS,高出在热接触变质带的震旦纪片岩和片麻岩 γ 总数15~20CPS的3~4倍。在江西省的花岗岩和围岩之间,确定放射性元素(U、Th和K)地球化学分配的变异性,能提供有效的野外工作方法。

我们已经注意到一些被称为壳源花岗岩在构造类型和地球化学体系上很类似,里德曾把花岗岩分为“允许侵入型”和“强力侵入型”。其主要区别标志是:强力侵入型花岗岩是在造山运动高潮时,引起地壳重熔而发生的同构造侵位,就象苏格兰加里东花岗岩在地球化学特征上与基底很相似。允许侵入型花岗岩是在构造期后发生侵位,并在构造外延地区断裂环境下形成巨大的岩基,这突出显示出地幔来源占优势(Simpson和Plant, Watson和Simpson)。

很有幸我们在江西南部能够看到江西的所谓“壳型”花岗岩,通过多次重熔和岩浆多次活动产生放射性元素富集。

① 如刘家远、沈纪利等人。

像中国和其它国家的研究工作者那样划分出壳源花岗岩的倾向,就出现了一个主要的困难。因为这类花岗岩与围岩关系不协调;花岗岩从岩源地壳上已经垂直上升移动了很长的距离,因此这显然不是来源于接触带附近的震旦纪基底重熔。

再一个问题是这种分类对于在江西及其邻近地区,进一步在花岗岩区系统勘探,找寻新的可能在深部隐伏的矿床等方面没有帮助。

五、关于江西省岩浆作用和成矿作用的新模式

重新考虑江西岩浆作用和成矿作用的关系,提出了一个新的模式,它们是与大陆边缘破坏引起的构造、地球化学、地球物理模式密切相关。这种情况与辛普森和普兰特描述过的苏格兰加里东花岗岩及华特森和辛普森描述过的英格兰东南部的海西花岗岩十分相似。

提出这个新模式是由于江西扬子板块和华南板块在元古代和下古生代具有完全不同和明显不相关的特性,推测在石炭纪以前,这两个大陆板块好像是完全分离的。

上述两板块在原始太平洋或特提斯海定位的情况,尽管经过Mcethinny等人在1986年的研究,仍然不清楚。但对中朝板块和扬子板块的定位已提供出一些迹象,这种研究的方向是很有趣的,我们没有必要去进一步涉及。

地质历史的环境使中朝板块和扬子板块,扬子板块和华南板块之间发生了连续拼接,可是不清楚是递增俯冲还是碰撞,但是已经发现大量原始太平洋洋壳的物质。

这种类型的模式与江西省观察到的成矿的带状分布完全一致,也就是经常所说的“北铜南钨”的著名论点。在扬子板块和华南板块之间的接触边缘,类似于活动的安第斯型在接触边缘向下俯冲的特点,结果就导致来自上地幔的物质,在平行于两个板块的接触边缘发生富集作用。

自此以后,在燕山造山期的时候,由于张力而发生块断作用,下地壳的花岗岩浆就在两板块之间向上侵入,这样就显示出与俯冲带相关的成矿带状分布的特点。

在扬子板块上,含铜斑岩是在北部和南部两个板块边界近侧形成的特点,而钨-铜成矿则是在稍远的地区定位,从板块边缘到成矿定位处大致是等距控制的。

华南板块也有相类似的明显带状分布的现象。靠近北部边缘的接触线附近有含铜斑岩或花岗岩,在板块内部稍远处,有一条与接触界线近于平行分布的含钨-锡-铀花岗岩岩基,被燕山期北东向左旋剪切而发生了广泛的位移。

在江西省东南部,钨-铜成矿作用的再一次出现,则把它归因于环太平洋俯冲作用的影响。

THE RELATIONSHIP BETWEEN METALLOGENY, MAGMATISM AND STRUCTURE IN JIANGXI PROVINCE, A NEW INTERPRETATION

Gong Youxun, Jiangxi Geological Bureau
Gao Bingzang, Jiangxi Regional Geological Survey Party
P.R. Simpson, British Geological Survey

Abstract

Granite magmatism and the associated metallogeny for which Jiangxi Province is renowned are considered in relation to a plate tectonic model which envisages the suturing of three separate continental fault blocks or plates which are thought to have existed as separate continental plates until the Permian, namely the Sino-Korean, Yangtse and South China Plates.

This was followed by the cratonisation of the continental landmass of south-eastern China and the development of the southeastern plate margins of the new continent in the circum-Pacific zone.

The post-suture magmatic intrusions were emplaced during the cratonising event and their magma type and associated ore deposits are shown to vary systematically in relation to destructive plate margins which are thought to have formed along all the plate boundaries between the continental plates.

The granitic intrusions range from more proximal porphyries of Cu, Cu-Mo and W-Cu type to more distal granites of W-Sn-F-U-Nb-REE type. All of these intrusions, which are strongly discordant, have well developed thermal aureoles and range in age from Indosinian to Yanshanian (but mainly the latter), were intruded along major lithospheric fracture zones, with sinistral strike slip.

These metallogenic granites, which were all intruded postectonically or after the suturing events, are considered to be essentially of juvenile magmatic origin.

Such a model helps to account for the well developed metallogeny of Jiang-

(下转第 128 页)

Migmatization is intense and homogeneous. Folds are open domal composite anticlines.

The Fuping Group belongs to the progressive metamorphic medium-pressure facies series. Granulite facies is marked by the appearance of Hy, a pressure of 7-10 kb and a temperature of 750—850°; higher amphibolite facies is marked by the appearance of Di in metamorphic intermediate-basic rocks and Sil + Kf in metamorphic pelite, a pressure of greater than 5 kb and a temperature of 650—750°C; lower amphibolite facies is marked by the appearance of Ky + St in metamorphic pelite, Pl + Hb ± Alm in metamorphic basic rocks and rare Di, a pressure of 4-10 kb and a temperature of 540—700°C.

Analysing by use of the Schreinemakers method, the author has come to the conclusion that at a controlled temperature of 6-9 kb and with rising temperature, the evolutionary sequence is as follows: Hb + Bi — Di + Bi — Hy + Di correspond to their metamorphic facies belt, with higher amphibolite facies predominating and there is a transitional belt between higher and lower amphibolite facies.

Regional metamorphism was controlled by its initial state; or various causes might lead to anatexis below 620°C, thus influencing the appearance or stability of high-temperature minerals. The Fuping Group may also be distinguished from the Qianxi Group by its low heat flow value or a short duration of high temperature. Some minerals change with their optical properties of the facies zones. The classification of metamorphic facies has the features of empirical induction. The tectono-thermal events occurred synchronously or alternatively in succession or even overlapped, showing no cyclic superimposition.

(上接第 103 页)

xi Province which yields Cu (Mo-W) porphyries distributed along both the Limits and South China plates. Four such zones maybe distinguished within the boundaries of the province.

More distally from the destructive margins W-Sn-F (U-Nb-REE) granites are intruded in the central zones of both plates, and these are also associated with major ore deposits, especially where the granites are intruded into lower Palaeozoic low-grade metamorphic basement which provided abundant fluids for hydrothermal circulation systems.

The Sino-Korean-Yangtze-South China Plate boundaries are therefore essentially of Andean type and they can also be closely compared with those previously proposed to account for the magmatism and metallogeny of the British Caledonides by Simpson et al, Plant et al and British Hercynides by Watson, Fowler and Simpson.