

桂东—粤西地区中生代成矿规律 及动力学机制探讨*

蔡明海 彭松柏 孟祥金 刘国庆

(宜昌地质矿产研究所,宜昌 443003)

摘要 对区内地质构造特征、花岗岩岩石学的综合研究表明,本区中生代岩石圈经历了碰撞挤压(224~265 Ma)、由挤压到伸展的构造转换(154~163 Ma)及强烈拉张伸展(80~120 Ma)三个阶段的构造演化过程。成矿作用集中发生在中侏罗世及白垩纪,分别受控于燕山早期岩石圈的构造转换及燕山晚期的拉张伸展。岩石圈的构造转换与其自身热流值的增高有关,岩石圈伸展减薄的构造背景是区内中生代大规模成矿的一级控制因素,矿床定位分布则受控于局部动力系统转换,它们是不同的动力系统之间相互转换过程中的产物。

关键词 构造转换 成矿作用 动力系统转换 桂东—粤西地区

桂东—粤西地区是华南的一个重要成矿区,并以特大型的云浮硫铁矿闻名于世。近年来,银岩锡矿、河台金矿、庞西垌银金矿、长坑金矿、富湾银矿、迭平银矿等大、中型矿床的相继发现进一步展示了区内巨大的找矿潜力。区内中生代构造—岩浆—流体—成矿作用显著,80%以上的矿床形成于中生代,因而深化研究区内中生代成矿地质背景,探讨其成矿动力学机制,对客观地认识区内成矿规律进而指导资源潜力评价、找矿预测有着重要的理论价值及现实意义。

1 成矿地质背景

1.1 概述

桂东—粤西地区指位于两广交界的云开大山及其邻近地区,包括富贺钟上古生代凹陷、大瑶山隆起、钦防海西凹陷、云开隆起和粤中三水中新生代盆地等5个构造单元,就大地构造位置而言,其处于湘桂地块与华夏地块的交接地带,EW向褶皱构造是区内的基底构造,而在地球物理场、遥感影象图以及花岗岩体展布特征上均有明显反映的北部湾—杭州湾NE向巨型构造带(本区为博白—岑溪断裂带)则是区域尺度上的控岩、控矿构造。区内经历了前晋宁期的陆核和古陆壳生长、晋宁期的张裂拉伸、加里东期水平韧性剪切及褶皱隆起、海西—印支期的碰撞造山和逆冲推覆以及燕山—喜马拉雅期的陆内伸展五个主要的构造演化阶段^[1],形成了丰富多彩的构造、沉积、岩浆和成矿类型。本区岩石建造包括元古宙—早古生代变质基底、

2001年4月25日收稿。

* 原地质矿产部“九五”重点科技攻关项目(95-02-007)和新一轮国土资源地质调查项目(19991020085003)部分成果。

晚古生代—中三叠世以浅海相为主的沉积盖层和中新生代陆盆沉积建造等三个构造层次,其中云开群丰垌口组和牛辰坳组变质含炭泥质碎屑岩及寒武系、奥陶系中含炭岩系、下石炭梓门桥组硅质岩等是重要的赋金银层位;中泥盆东岗岭组、上泥盆天子岭组是铜铅锌锡多金属的赋矿层位,铜、铅、锌、锡主要赋存在碳酸盐岩中;此外,石炭系也是区内重要的赋铅锌层位,铅锌矿也主要赋存在碳酸盐岩中。

1.2 中生代构造—岩浆事件

中生代中国东部发生了岩石圈—软流圈系统(LAS)的大灾变,出现了惊天动地的火山—岩浆—成矿大爆发^[2~4]。桂东—粤西地区岩石圈构造也相应地经历了由海西—印支期的碰撞挤压→燕山早期由挤压到伸展减薄的构造转换→燕山晚期强烈拉张减薄的演化过程,并伴随有强烈的岩浆活动。

1.2.1 海西—印支期地块碰撞及岩浆活动 海西—印支期云开地块(华夏地块的组成部分)沿NE—NEE向博白—岑溪—罗定—广宁断裂带与湘桂地块发生陆—陆碰撞,NE向钦防—罗定海槽最终关闭。在粤西的罗定、分界及西山岭等地发育的逆冲推覆构造其形成年龄为229~255 Ma(彭少梅,1995),表明这一时期区内的岩石圈发生了强烈收缩。伴随块体间的强烈碰撞,沿博白—岑溪—罗定—广宁断裂带广泛发育含堇青石花岗岩,代表性侵入体有广西大容山、十万大山、台马及粤西的那蓬等含堇青石花岗岩岩基,该类岩体的K—Ar、⁴⁰Ar—³⁹Ar及Rb—Sr同位素年龄值集中在201~277 Ma,峰值224~265 Ma^[5]。岩石地球化学特征及同位素地球化学特征^[6,7]均表明区内的含堇青石富铝花岗岩在岩石分类上可对应于Barbarin(1999)提出的CPG型(含堇青石富黑云母过铝花岗岩类),是在陆—陆碰撞过程中由于地壳的加厚导致地壳部分熔融而形成的壳源花岗岩。

1.2.2 燕山早期构造转换及岩浆活动 燕山早期区内岩石圈动力学机制发生了改变,表现在:

(1)区内上三叠统、下中侏罗统地层发生了平缓的褶皱变形,褶皱几何形态表明其形成机制主要为纵弯褶皱作用。

(2)区内NE向断裂由逆冲转为正平移断层,形成了一系列受正平移断层控制的NE向断陷盆地,并控制了区内侏罗纪地层沉积。

(3)在桂东南和粤西识别出一批钾玄质侵入岩(李献华等,2000;郭新生等,2001)。其中,广西东南部罗容岩体由辉长岩、闪长岩、二长岩和正长岩组成,马山岩体(155 Ma)^[8]由碱性辉长岩、花岗闪长岩、正长岩和花岗岩组成,清湖岩体(154 Ma)^[9]主要由石英二长岩组成。粤西阳春地区马山岩体主要由二长岩岩体组成,⁴⁰Ar—³⁹Ar坪年龄为(163.3±2.0)Ma^[10,11]。

上述事实表明,云开地块燕山早期存在挤压和伸展两种构造体制,在154~163 Ma即中侏罗世时,区内总体处于软流圈地幔上涌和岩石圈伸展减薄的构造背景,中侏罗世可能是区内岩石圈构造由海西—印支期碰撞挤压到燕山期伸展减薄的转换时期。

1.2.3 燕山晚期强烈拉张减薄及岩浆活动 白垩纪区内断陷盆地发育,另据广西区调所(1995)1:5万大桥幅、良田幅、旺茂幅区调报告,燕山晚期区内发育有大量的中基性岩脉,岩脉大部分属铝过饱和碱性系列岩石。该期岩浆活动集中在80~120 Ma,文献[12]也报道约100 Ma是南岭地区一次重要的岩石圈拉张和幔源基性岩脉活动时期。燕山晚期花岗质岩石具有

①宜昌地质矿产研究所,“云开地区综合找矿评价研究报告”,2001。

(1) 隆起区与凹陷区转换部位

在云开隆起与西侧的博白盆地、东侧的阳春盆地、南侧的茂名盆地以及大瑶山隆起与北侧的富贺钟古生代凹陷区的转换部位集中了区内70%的矿床,矿床(点)主要集中沿转换部位的构造带如博白-岑溪断裂带、吴川-四会断裂带、廉江-信宜断裂带和花山-姑婆山岩体南侧内外接触带分布。

(2) 盆地边缘

研究区东部三水中新生代盆地西侧是长坑、富湾式金银矿的主要产出部位,该区不仅有已知的长坑大型金矿、富湾特大型银矿、河村中型铅锌矿,而且近年来在迭平及南蓬山等地也有找矿新突破,盆地南缘新发现有白云地铅锌矿、江华塘银铅锌矿、宅梧铜矿等。罗定盆地南缘有新榕银锰矿、连州金矿,北缘有大降坪特大型黄铁矿,近两年在盆地南缘的连州-白蝶银锰矿、北缘的尖山银铅锌矿均有找矿的新发现。研究区北部的富贺钟古生代盆地南侧则是区内大中型钨锡矿的主要产地,除珊瑚、水岩坝和新路大型钨锡矿床外,近年工作还新发现了观音山构造蚀变岩型锡矿。

(3) 板块拼贴带

沿博白-岑溪-罗定-广宁拼贴带广布着十分特征的碰撞型含堇青石富铝花岗岩(CPG型),是区内矿产集中分布带,沿该带分布有河台大型金矿、大降坪特大型黄铁矿、新榕大型锰铅锌银矿、佛子冲大型铅锌矿及大量的中小型金铅锌矿床。

(4) 隆起区核部区域性深断裂带

沿大瑶山隆起区核部凭祥-大黎深断裂带分布有六岑-桃花-古袍金成矿带,在云开隆起核部的信宜-廉江断裂带上亦有大量中小型金、银、铜、铅锌矿床和矿点分布。

2.2 主要成矿时代

表1汇集了桂东-粤西地区23个成矿年龄数据,根据表中提供的资料结合区域构造演化历史,将区内成矿事件分为5期:

(1) 加里东晚期(400 Ma \pm) 与区内加里东晚期强烈的构造-热事件(广西运动)相对应,成矿作用主要以金矿化为主。大瑶山隆起区与早期斑岩侵位有关的金矿化作用及云开隆起区新洲金矿区的早期动力变质成岩成矿作用阶段即发生在加里东晚期,该期成矿作用强度不大,一般仅形成矿化地质体或中小型金矿床,往往是代表一个金矿床的早期矿化阶段。新洲金矿、河台金矿以及大瑶山地区金矿放射性铅模式年龄(390~450 Ma)指示了该期成矿作用事件的存在^[13]。

(2) 海西早期(350~270 Ma) 该期成矿作用与海西早期区域岩石圈裂陷及层内伸展剪切的构造-热事件相对应。主要成矿类型有沉积-改造型铅锌矿,如博白东桃铅锌矿等,其热液改造成矿阶段即发生在海西期,与强烈的层内伸展剪切构造作用有关。此外,茂名盆地东侧的石龙金矿的形成也与该期构造-热事件有关。

(3) 印支期(230 Ma \pm) 区内整体处于强烈的挤压环境,物质处于分散状态,成矿作用不明显,矿床数量极少。该期内生金属矿的成矿作用主要表现为微弱的矿化和蚀变,一般难以构成有工业价值的矿床。

(4) 燕山早期(180~135 Ma) 该期成矿作用与区域岩石圈构造转换的动力学背景有关,成矿作用主要发生在研究区北部富贺钟古生代盆地中和大瑶山加里东隆起区内,矿种以W、Sn、Sb、Au为主,次为Cu、Pb、Zn矿。

表1 桂东-粤西矿床同位素年龄
Table 1 Isotopic age for deposits in Guidong-Yuexi area

矿床名称	年龄/Ma	资料来源
新洲金矿(西)	431 ± 12(Rb - Sr)	陈好寿,1991
石龙金矿	349(Rb - Sr)	梁广星,2000
东桃铅锌矿	273 ± 5(Rb - Sr)	彭松柏等,2000
大降坪黄铁矿	230 ± 13(Sm - Nd)	陈多福等,1998
怀集高风金矿	215(Rb - Sr, ⁴⁰ Ar - ³⁹ Ar)	李献华等,1992
水岩坝钨锡矿	139 ~ 155	吕其发等,1985
佛子冲铅锌矿	152	广西地质八队,1979
桃花金矿	148 ± 10(Rb - Sr)	刘国庆等,2000
盐田岭锡矿	137	吕其发等,1985
新洲金矿(东)	133.1 ± 12.5(Rb - Sr)	陈好寿,1991
金山金矿	120 ~ 137	陈辉琪,1987
河台金矿	(121.9 ± 14.1) ~ (129.6 ± 6.1)(Rb - Sr)	陈好寿,1991
石菴铜矿	122 ± 1	年龄数据汇编,1986
龙水金矿	120.5	张德科,1990
芒鹅岭铁铜矿	120	战明国 ^①
庞西垌银金矿	117 ~ 124	王正云等,1995
九曲岭锡矿	116	战明国 ^①
天堂铜铅锌矿	94	战明国 ^①
长坑金矿	89.23 ± 8(Rb - Sr)	李华芹等,1995
富湾银矿	87.23 ± 7.72(Rb - Sr)	袁正新等,1997
银岩锡矿	80 ~ 92	陈毓川等,1989
大桂山钨矿	81	吕其发等,1985
阳春锡矿	76	于津生等,1998

(5)燕山晚期(133~76 Ma) 该期成矿作用与区内岩石圈伸展剪切的构造背景相对应,成矿作用规模大、强度高,形成的矿种多,矿床类型复杂,是区内成矿作用最为强烈的时期,区内80%以上的矿床为该期成矿作用的产物。

5个成矿期中,燕山早期和燕山晚期成矿作用显著,是区内2个最主要的成矿期。

3 成矿动力学机制探讨

3.1 成矿作用的一级控制因素

区内大规模成矿作用主要集中在中侏罗世(140~160 Ma)及白垩纪(80~120 Ma),

^①战明国,“华南(含海南岛)中生代区域成矿规律研究”,1994。
万方数据

分别与区内岩石圈构造转换期及强烈拉张伸展期相对应,燕山早期的构造转换导致岩石圈物质从封闭性转向可渗透性,由挤压环境下的分散状态变为拉张环境下的分异聚集,从而有利于成矿物质被同构造期流体萃取参与成矿作用。燕山晚期强烈伸展以致于岩石圈发生拆沉使得区内岩石圈内正常热结构被强烈扰动,地壳和岩石圈地幔被大幅度加热,壳内形成多级岩浆房,热流传输以对流方式占主导,这个被扰动的热状态对引发成矿作用具有重要意义。因此,中生代岩石圈动力学背景是区内大规模成矿的一级控制因素。

3.2 局部动力系统转换对成矿的控制

(1)隆起与拗陷区交替部位动力系统转换对成矿的控制

隆起与拗陷区地壳整体以垂直运动为主,而二者之间的过渡地带则处于一种伸展走滑的构造体制中,常形成绿片岩相韧-脆性剪切带,当滑动速度达到 10^{-8} cm/s 时,岩石便逐渐发生变形、重熔,有用元素开始活化(孙忠实等,1999)。此外,无论从流体运移的重力模式还是动力模式来看,隆起与拗陷区交替部位都是流体运移的有利部位。由此可见,在隆起与拗陷的交替部位由于局部动力系统转换不仅驱使了成矿元素的活化迁移,而且这一部位流体作用强烈、构造发育,是成矿作用发生的有利地段,导致矿床沿此地段分布。

(2)韧性→脆性转换对成矿的控制

研究表明,区内韧性剪切带金矿自印支期到燕山晚期经历了韧性、韧-脆性和脆性的时空演化,自地表至深部的变形对金矿成矿作用的贡献可以划分为深部韧性剪切变形的分异迁出区和中浅层次韧脆性-脆性剪切变形的成矿元素聚集区,在元素聚集区,依据赋矿剪切变形层次的差异,又可进一步分为3个亚区,分别对应3种金矿化类型。

A. 在韧-脆性转换区域沿C面理或微裂隙发生交代蚀变和矿化,形成糜棱岩型金矿,如河台金矿早期金矿化。

B. 在韧脆性转换带之上,形成构造蚀变岩型金矿,如新洲金矿。

C. 在韧性剪切带时空演化的晚期阶段,剪切变形表现为脆性断层或剪切裂隙带,形成以石英脉型为主伴生有蚀变岩型的金矿化,如河台金矿、新洲金矿燕山晚期的金矿化。

3.3 成矿动力来源

表2为研究区中生代花岗岩岩石放射性生热元素的含量,按公式 $A = \rho \times 10^2 (3.48K + 2.56Th + 9.52U)^{[14]}$ 计算花岗质岩石的生成热,其中 $\rho = 2.67$ g/cm³, 计算结果见表2。

由表可见,自海西-印支期到燕山期花岗质岩石的生成热值明显增高,这种热流值的增高可能是导致区内岩石圈局部熔融、地幔上涌及岩石圈构造转换的动力来源和根本原因。

4 结语

桂东-粤西地区中生代岩石圈经历了224~265 Ma的碰撞挤压、154~163 Ma间由挤压到伸展的构造转换及80~120 Ma的强烈拉张伸展三个阶段的构造演化,大规模的成矿作用集中发生在中侏罗世及白垩纪,分别受控于燕山早期岩石圈的构造转换及燕山晚期的拉张伸展的地球动力学背景,岩石圈的构造转换与自身热流值的增高有关,矿床定位分布则受制于局部动力系统转换,它们是不同的动力系统相互转换过程中的产物。

表2 中生代花岗岩生成热计算值
Table 2 Heat productions of Mesozoic granite

	U/10 ⁻⁶	Th/10 ⁻⁶	K/%	A/ $\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-3}$	平均 A 值/ $\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-3}$
燕山晚期	6.7	32	3.74	4.37	4.47
	11	39	4.13	6.03	
	2.3	13	2.15	1.73	
	18	44	3.63	8.15	
	2.3	17	2.74	2.09	
燕山早期	6.7	42	4.11	5.12	4.52
	4	24	3.21	3.05	
	13	33	3.97	6.1	
	4.6	31	3.43	3.73	
	6.6	26	4.22	3.97	
	18	36	4.51	7.67	
	9.7	28	3.19	4.82	
	5.3	29	3.01	3.73	
	6.4	23	3.14	3.6	
	8.9	28	4.6	4.74	
	7.9	27	3.2	4.28	
4.3	27.7	4.09	3.48		
海西-印支期	4.2	28	4.01	3.46	3.07
	4.9	23	3.09	3.2	
	3.6	20	2.98	2.64	
	4.6	25	3.08	3.27	
	3.8	21	3.11	2.78	

参 考 文 献

- [1] 彭少梅、符力奋、周国强等. 云开地块构造演化及片麻状花岗岩的剪切深熔成因. 武汉:中国地质大学出版社,1995.80—159
- [2] 毛景文、王志良. 中国东部大规模成矿时限及其动力学背景的初步探讨. 矿床地质,2000,19(4):289—296
- [3] 邓晋福、莫宜学、赵海玲等. 中国东部燕山期岩石圈-软流圈系统大灾变与成矿环境. 矿床地质,1999,18(4):209—315
- [4] 陶奎元、毛建仁、邢光福等. 中国东部燕山期火山-岩浆大爆发. 矿床地质,1999,18(4):316—322
- [5] 廖庆康. 广西大容山-十万大山花岗岩形成时代. 广西地质,1991,4(4):59—68
- [6] 于津生、桂训唐、袁超. 广西大容山花岗岩套同位素地球化学特征. 广西地质,1999,12(3):1—6
- [7] Bernard B. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. Lithos., 1999,46:605—626
- [8] 李献华、胡瑞忠、饶冰. 粤北白垩系基性岩脉的年代学与地球化学. 地球化学,1997,26(2):14—31
- [9] 郭新生、陈江锋、张翼等. 桂东南富钾岩浆杂岩的 Nd 同位素组成:华南中生代地幔物质上涌事件. 岩石学报,2001,17(1):19—27

- [10] 李献华、周汉文、刘颖等. 粤西阳春中生代钾玄质侵入岩及其构造意义: I. 岩石学 and 同位素地质年代学. 地球化学, 2000, 29(6): 513—520
- [11] 李献华、周汉文、刘颖等. 粤西阳春中生代钾玄质侵入岩及其构造意义: II. 微量元素和 Sr-Nd 同位素. 地球化学. 地球化学, 2001, 30(1): 57—65
- [12] Lo C H, Lee C Y. $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ method of the K-Ar age determination on geological samples using Tsing Hua open pool (THOR) reactor. J Geol. Soc. China, 1994, 37, 2: 1—22
- [13] 陈好寿、李华芹. 云开隆起金矿带流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄. 矿床地质, 1991, 10(4): 332—341
- [14] 李昌年. 火成岩微量元素岩石学. 北京: 地质出版社, 1992. 34—76

STUDY ON MESOZOIC METALLOGENIC REGULARITY AND DYNAMICAL MECHANISM IN EAST GUANGXI-WEST GUANGDONG AREA

Cai Minghai Peng Songbai Meng Xiangjin Liu Guoqing
(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003)

Abstract

Systematical study on structural geology and granitic petrology indicates that the Mesozoic lithosphere of the east Guangxi-west Guangdong area endured three tectonic evolution stages: plate collision between 224 Ma and 265 Ma, tectonic transformation from compression to extension between 154 Ma and 160 Ma and large scale extension between 80 Ma and 100Ma. Mineralization in this area concentrated at mid-Jurassic and Cretaceous, respectively controlled by tectonic transformation of lithosphere in the early Yanshanian and further spreading and extending during the late Yanshanian period. It is concluded that tectonic transformation might be related to increasing heat flow of lithosphere; the extending and thinning of the lithosphere is a most important factor for the large scale Mesozoic mineralization in this area; distribution and location of ore deposits were controlled by local dynamic transformation system.

Key words tectonic transformation metallogenesis dynamic transformation east Guangxi-west Guangdong area