

新编华南花岗岩分布图及其说明

孙 涛

SUN Tao

南京大学地球科学系, 江苏 南京 210093

Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, Jiangsu, China

摘要:展示了新编的《华南花岗岩分布图(1:250万)》,并作了简要说明。该图在前人相关图件的基础上,收集了近15年来华南花岗岩研究的新的主量元素和年代学资料修编而成。此外,该图反映了华南不同时代花岗岩的富铝程度。

关键词:华南;花岗岩;编图

中图分类号:P588.12⁺ 文献标识码:A 文章编号:1671-2552(2006)03-0332-04

Sun T. A new map showing the distribution of granites in South China and its explanatory notes. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25(3):332-335

Abstract: A new map showing the distribution of granites in South China is reported and its explanatory notes are given here. This map is based on previous relevant maps and incorporates the latest data of major element analysis and chronology obtained in the study of granites of South China in the past 15 years. It shows the distribution characteristics of granites of varying ages and alumina saturation indices.

Key words: South China; granite; map compilation

对华南花岗岩的研究开始于20世纪初的矿山地质调查^[1,2],至今已有近百年的历史;完成了全区1:20万区域地质调查和地质填图^[3-11],发表了大量研究论文^[12-15]、一系列专著^[2,16-23]和有关华南或南岭花岗岩类的地质图件^[24-32]。其中地质图件的出版不仅概括了区域地质调查的资料与成果,也反映了学术观点的进展。鉴于最新的华南花岗岩分布图是15年前编制的^[32],而近15年来,国内外学者对华南花岗岩进行了持续的研究,积累了大量新的同位素年代学和岩石地球化学数据^[33-38],开展了许多地区1:5万区域地质调查,笔者收集和整合上述新资料,新修编了华南花岗岩分布图(图1),并以此作为国家自然科学基金委先后资助的2个有关华南花岗岩研究重点项目的部分成果。

1 图幅范围

新编华南花岗岩分布图的范围是东经109°以东、北纬32°以南的大陆地区。行政区划包括湘、赣、浙、闽、粤、沪5省1市全境、苏皖2省长江以南地区和桂东地区,未含台湾和海南,

基本覆盖了华南花岗岩分布最集中的地区(图1)。

2 资料收集

本次编图所依据的地质资料截至2004年年底,资料来源如下。

(1)图面范围内167幅1:20万地质图及其调查报告,相关省、直辖市、自治区的区域地质志及其所附的地质图件^[3-11],以及部分地区的1:5万地质图及调查报告。

(2)有关华南花岗岩研究的专著:南岭侵入岩^[16]、华南不同时代花岗岩类及其与成矿作用关系研究(上、下册)^[17]、华南花岗岩类的地球化学^[18]、南岭花岗岩地质学^[19]、华南不同时代花岗岩类及其与成矿作用关系^[20]、南岭地区区域地球化学^[21]、南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色及稀有金属矿床地质^[22]、南岭花岗岩地质及其成因和成矿作用^[23]和中国东南部晚中生代花岗质火山-侵入杂岩成因与地壳演化^[23]。

(3)已出版的相关地质图件及其说明书:华南各时代花岗岩类分布图^[24]、华南各时代花岗岩类与钨、锡、金矿成矿关

收稿日期:2005-03-30;修订日期:2005-09-02

基金项目:国家自然科学基金项目(No.40402009, No.40132010)。

作者简介:孙涛(1976-),男,博士,从事花岗岩岩石学和地球化学方面的研究。E-mail:sun@nju.edu.cn

系图^[25]、南岭花岗岩分布图^[26]、华南不同时代花岗岩分布图^[27]、南岭及其邻区花岗岩类地质图^[28]、中国南岭及其邻区地质构造图^[29]、华南两个不同成因系列花岗岩分布图^[30]、中国南岭地区与花岗岩类有关的矿床成矿系列图^[31]和中国南岭地区花岗岩类分布图^[32]。

(4)在相关的学术期刊上已发表的论文,以中文期刊为主,主要收集1989—2004年之间发表的论文,外文文献少量。

(5)国家自然科学基金委重点项目《南岭地区晚中生代花岗岩成因与岩石圈动力学演化》(No.40132010)的未刊资料。

3 资料采用原则

编图资料主要涉及花岗岩体的出露界线、岩性、出露面积、全岩主量元素和形成时代(同位素年龄值),将这些资料以统一样式编录于数据库之中。对复杂岩体和不同来源的资料主要采用以下原则进行甄别和选用。

(1)通常单个岩体只收录一组数据;复式岩体按不同时代分成多个岩体进行数据收录,并表述于数据库中;同一时代岩性有变化的岩体,尽可能地按不同岩性收录,或者选择出露面积最大者收录。

(2)花岗岩体的出露面积主要依据1:20万区域地质调查报告中的数据,对其中未列出数据的,则按岩体图面大小进行估算。基于新版《华南花岗岩分布图》的比例尺为1:250万,在岩体收录和面积统计过程中对于岩体面积大于5 km²的岩体全部收集,小于此值的则部分收集。

(3)鉴于全岩主量元素测试技术在20世纪60年代前已成熟,因此花岗岩体的主量元素数据主要来源于1:20万地质图和报告;其中未分析的岩体,则据相关专著和论文中的资料进行补充;对于目前仍无数据的岩体,则根据“同时期”相邻岩体的属性暂行标注,有待于进一步确认。

(4)各个花岗岩体的形成时代基本上以1:20万图件为基础,再根据相关专著和论文中的同位素定年资料逐个进行核对和修正。

4 编图流程

首先,以《华南两个不同成因系列花岗岩分布图》^[30]为底图,并参照《南岭及其邻区花岗岩类地质图》^[28],对岩体的出露边界进行清绘,同时参考1:20万地质图和相关省、直辖市、自治区区域地质志中的地质图对岩体的边界进行核对和修正;然后,按1:250万比例尺进行缩编,并将花岗岩体的名称标注于图上;最后,按不同的时代和类型,用不同的颜色和花纹(参见图1图例)对花岗岩体逐个进行填充成图。

5 编图特色

新版的《华南花岗岩分布图》突显花岗岩的形成时代、空间分布规律及其富铝程度。根据华南花岗岩分布的实际情况,该图将华南花岗岩细分为前寒武纪(>542.0 Ma^①)、加里东期(542.0~359.2 Ma^②)、海西期(359.2~251.0 Ma)、印支期(251.0~199.6 Ma)、燕山早期(199.6~145.5 Ma)和燕山晚期(145.5~65.5 Ma),并用不同颜色表示,同时略去地层和构造因素,使花岗岩时空分布的规律更加清晰。

将花岗岩的富铝程度以不同花纹反映于本图之中,是本次编图不同于以往的一个尝试。原因有二:①强过铝花岗岩在华南花岗岩中占有相当比例,但其确切的形成时代、分布地域和出露面积在以往地质图件中不详,对其形成过程也不完全清楚;②华南大型的铀、钨、铌-钽、稀土等金属矿产的形成往往与强过铝花岗岩(尤其是中生代的)有关,将花岗岩的富铝程度反映在图中将对找矿具有潜在的指导意义。花岗岩富铝程度用全岩铝饱和指数A/CNK(= $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$,分子数之比)表示,A/CNK<1.0者为准铝花岗岩,1.1>A/CNK≥1.0的为弱过铝花岗岩,A/CNK≥1.1的则为强过铝花岗岩。在编图过程中收集每个花岗岩体的出露面积,并按时代和不同类型进行总出露面积的统计。为了便于查询和对照图中的岩体,随图提供了一个收录岩体基本信息的数据库。

强过铝花岗岩可以由准铝花岗质岩浆通过角闪石等矿物的分离结晶演化而来,但这不足以形成大面积的强过铝花岗岩^[40],大面积的强过铝花岗岩可以由富铝的地壳物质部分熔融形成(即S型)^[41]。面积统计(见图1附表)表明,强过铝花岗岩在同期花岗岩中所占面积比例较大(多大于1/3),指示华南强过铝花岗岩主要是由地壳物质的部分熔融形成的,而不是由准铝花岗质岩浆演化而来的。

6 主要修订

相对于目前已公开出版的有关华南花岗岩的地质图件^[24-32],本次编图除划分各岩体的富铝程度外,地质年代上所做的主要修订有:广西资源县和湖南东安县境内的加里东期越城岭岩体中分解出一部分印支期花岗岩^[42];原被认为主要由加里东期和燕山期花岗岩复合组成的赣湘粤交界的诸广山岩体南体现被认定为主要形成于印支期^[33-43];粤北翁源县境内的贵东岩体东段恢复为主要由印支期花岗岩组成^[43-44];福建武平县境内的红山岩体的时代由燕山早期变更为印支期(于津海未刊资料);福建连城县境内的燕山早期古田岩体中分解出一部分印支期岩体(于津海未刊资料);由加里东期和燕山早期复合的江西安远县和寻乌县境内的三标岩体被

① 同位素年龄值据国际地层委员会(ICS)2004年发表的地层年表中的数据(据参考文献[39]),下同。

② 基于部分花岗岩体(如湖南白马山岩体)侵入早志留世地层而被中泥盆统或上泥盆统沉积覆盖,显示岩体有中、晚志留世至早或中泥盆世形成的可能^[45],因此本文加里东期上限的同位素年龄值暂且选取泥盆纪和石炭纪的分界值359.2 Ma。

认定主要是加里东期的(孙涛未刊资料);广东和平县境内的古寨岩体的时代由印支期变更为加里东期^[45];福建武平县和江西寻乌县境内的桂坑岩体的时代由加里东期变更为燕山早期和燕山晚期(孙涛未刊资料);广西东南部的海西期—印支期大容山、旧州和台马岩体的时代被确认为印支期^[46]。

海西期花岗岩的可靠同位素年龄资料仍很少,云开地区原定为印支期—海西期的花岗岩^[5],现经锆石SHRIMP定年确认其大部分为印支期岩体^[46],因此,海西期花岗岩的存在与否、分布范围多大,仍待进一步研究。

7 华南花岗岩时空分布特点及其地质意义

前寒武纪花岗岩在出露面积上以新元古代(晋宁期)为主,如黄陵、九岭、休宁、歙县、许村、摩天岭、本洞和元宝山等岩体,沿着扬子地块东南缘的皖南、赣北、鄂南、鄂西和桂北地区分布,大多呈岩基产出,以强过铝质为主(占78.4%),与它们共生的是一套略早生成的新元古代岛弧型火山—沉积岩系。花岗岩的形成与扬子地块和华夏地块的拼贴—碰撞有关,属地壳物质部分熔融形成的S型花岗岩,属于扬子地块周边格林威尔造山带的一部分^[47]。

另外,华南有少量的古—中元古代(神功期、吕梁期和四堡期)花岗岩岩石,如龙泉石英二长岩、龙泉淡竹花岗闪长岩和遂昌大柯英云闪长岩^[48-50]。这些岩体虽然出露面积较小(小于5 km²,大多在本图中未表示),但表征了中国东南大陆边缘古元古代变质基底的广泛存在。太古宙(阜平期)花岗岩岩石在华南的出露虽曾有报道^[51-53],但存在争议,有待进一步确认。

加里东期花岗岩主要分布于湘—赣、湘—桂和桂—粤交界地区,以武夷山和云开地区最为集中,其中强过铝质占同期花岗岩面积的58.6%。与新元古代花岗岩不同,加里东期花岗岩缺少相匹配的大规模同期火山岩系,不具备洋—陆俯冲活动大陆边缘的特征,主要表现为板内性质的岩浆活动。从岩性和结构构造上看,由早期原地型和半原地型片麻状混合花岗岩到晚期的均匀块状黑云母二长花岗岩和花岗闪长岩等,它们的形成机制有着明显的区别。前者形成于挤压—韧性变形—混合岩化体制之下,主要为壳源成因;后者则主要由伸展应力之下的岩浆侵位形成,岩浆的源区除了以壳源物质为主外,可能还有幔源物质的加入。但加里东期花岗岩形成的地球动力学体制还不清楚,还有待深入研究。

海西期花岗岩总量较少,零星分布,有待进一步确认。

印支期花岗岩主要分布于桂东南大容山—六万大山—旧州、台马一带,以含堇青石为特点,同时更大范围地分布在云开大山、湖南、赣南、粤北、闽西,以含白云母、不含堇青石为特点。它们以强过铝质为主,占印支期花岗岩的72.7%。本次编图统计表明,越来越多的印支期花岗岩的存在得到证实,印支运动对华南的影响不容忽视。鉴于印支期花岗岩的形成(主要介于240~205 Ma之间,见附录数据库)滞后于印支运动的变质峰期(243~258 Ma)^[54],因此它们属于后碰撞花岗岩,由加厚的华南地壳在伸展体制之下部分熔融形成。

燕山早期花岗岩在华南花岗岩中出露面积最大,以粤、闽、湘、赣为主要分布区域,主体呈北东向分布,在南岭地区呈东西向分布。与印支期花岗岩相比,准铝和弱过铝质钙碱性岩性的比例增加,面积上强过铝花岗岩已不再占有优势。

燕山晚期花岗岩的出露面积超过50300 km²,由于另有同期大约近2倍于花岗岩面积的流纹质岩石出露(本图未表示),因此本期岩浆活动比燕山早期的更强烈。该期花岗岩分布区域以浙、闽、粤沿海地区和湘北、鄂南、皖南和苏沪的长江中下游地区为主。在沿海地区以北北东向展布,在长江中下游地区以北东东向展布,它们交会于浙北、皖南和苏沪地区。此时岩浆活动主要以准铝和弱过铝质钙碱性为主。

从宏观上,燕山期岩浆活动具有随时间从内陆向沿海方向迁移的特征,它们的展布方向以北东向为主,与太平洋板块同期向北西方向的俯冲相耦合,大量的同期火山活动指示中国东南大陆当时为活动大陆边缘。上述特征表明,华南燕山期的岩浆活动与太平洋板块的俯冲之间具有内在的成因联系,正是太平洋板块的俯冲诱发了中国东南大面积花岗质岩浆的活动。从花岗岩出露面积统计表中可以看出,从燕山早期到燕山晚期准铝质花岗岩的比例在增加,而强过铝质花岗岩的比例在减小,表明板块俯冲引起的地幔楔部分熔融对花岗质岩浆形成的影响在增强。

致谢:新版《华南花岗岩分布图》的编图工作是在周新民教授的建议和全程指导下进行的,他提供了编图所有的经费支持,并多次审阅地质图和论文手稿,提出许多建设性的修改意见,该图的完成倾注了他的大量心血;在编图过程中,沈渭洲、陈培荣、于津海、徐夕生和邱经生教授等提供了部分数据;地质图初稿完成后,陈培荣教授审阅了赣南地区的花岗岩资料,并提出宝贵的修改意见;审稿人的修改意见极大地促进了本文和地质图的修改完善。在此一并向他们表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1]翁文灏.中国区域矿产论[J].地质汇报,1920,第2号:9-24.
- [2]地矿部南岭项目花岗岩专题组.南岭花岗岩地质及其成因和成矿作用[M].北京:地质出版社,1989.1-471.
- [3]江苏省地质矿产局.江苏省及上海市区域地质志(及附图)[M].北京:地质出版社,1984.1-857.
- [4]江西省地质矿产局.江西省区域地质志(及附图)[M].北京:地质出版社,1984.1-921.
- [5]广西壮族自治区地质矿产局.广西壮族自治区区域地质志(及附图)[M].北京:地质出版社,1985.1-853.
- [6]福建省地质矿产局.福建省区域地质志(及附图)[M].北京:地质出版社,1985.1-671.
- [7]安徽省地质矿产局.安徽省区域地质志(及附图)[M].北京:地质出版社,1987.1-721.
- [8]湖南省地质矿产局.湖南省区域地质志(及附图)[M].北京:地质出版社,1988.1-718.
- [9]广东省地质矿产局.广东省区域地质志(及附图)[M].北京:地质出版社,1988.1-941.

- [10]上海市地质矿产局.上海市区域地质志(及附图)[M].北京:地质出版社,1988.1-317.
- [11]浙江省地质矿产局.浙江省区域地质志(及附图)[M].北京:地质出版社,1989.1-688.
- [12]Jahn B M, Chen P Y, Yen T P. Rb-Sr ages of granitic rocks in southeastern China and their tectonic significance [J]. Geological Society of America Bulletin, 1976, 87(5): 763-776.
- [13]黄萱,孙世华,DePaolo D J,等.福建省白垩纪岩浆岩Nd、Sm同位素研究[J].岩石学报,1986,2(2):53-63.
- [14]李亿斗,盛继福,Bel L Le,等.西华山花岗岩下陆壳起源的证据[J].地质学报,1986,60(3):256-274.
- [15]邢凤鸣,徐祥,任思明,等.皖南歙县岩体的岩石地球化学特征、形成时代和成岩条件[J].地质论评,1988,34(5):400-413.
- [16]广东省地质局南岭区域地质测量普查大队火成岩组.南岭侵入岩[M].北京:地质出版社,1959.1-230.
- [17]南京大学,高教部.华南不同时代花岗岩类及其与成矿关系研究(上、下册)[M].北京:中华人民共和国科学技术委员会,1966.1-364.
- [18]中国科学院贵阳地球化学研究所.华南花岗岩类的地球化学[M].北京:科学出版社,1979.1-421.
- [19]莫柱孙,叶伯丹,潘维祖,等.南岭花岗岩地质学[M].北京:地质出版社,1980.1-363.
- [20]南京大学地质系.华南不同时代花岗岩类及其与成矿关系[M].北京:科学出版社,1981.1-395.
- [21]於崇文,骆庭川,鲍征宇,等.南岭地区区域地球化学[M].北京:地质出版社,1987.1-543.
- [22]陈毓川,裴荣富,张宏良,等.南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色及稀有金属矿床地质[M].北京:地质出版社,1989.1-505.
- [23]王德滋,周新民.中国东南部晚中生代花岗岩质火山-侵入杂岩成因与地壳演化[M].北京:科学出版社,2002.1-295.
- [24]南京大学地质系.华南各时代花岗岩类分布图(1:200万)[M].1965.
- [25]南京大学地质系.华南各时代花岗岩类与钨、锡、金矿成矿关系图(1:200万)[M].1965.
- [26]莫柱孙,叶伯丹,潘维祖,等.南岭花岗岩分布图[M].北京:地质出版社,1980.
- [27]南京大学地质系.华南不同时代花岗岩分布图[M].北京:科学出版社,1981.
- [28]江西省地质科学研究所.南岭及其邻区花岗岩类地质图(1:100万)[M].1985.
- [29]江西省地质科学研究所.南岭及其邻区地质构造图(1:200万)[M].1985.
- [30]王联魁,杨文金,张绍立,等.华南两个不同成因系列花岗岩分布图(1:200万)[M].1985.
- [31]陈毓川,裴荣富,张宏良,等.中国南岭地区与花岗岩类有关的矿床成矿系列图(1:200万)[M].北京:地质出版社,1989.
- [32]地矿部南岭项目花岗岩专题组.中国南岭地区花岗岩分类分布图(1:200万)[M].北京:地质出版社,1989.
- [33]李献华.万洋山-诸广山花岗岩质复式岩基的岩浆活动时代与地壳运动[J].中国科学,1990,7:747-755.
- [34]陈江峰,周泰禧,印春生,等.浙东南某些中生代侵入岩体的年龄测定[J].岩石学报,1991,(3):37-44.
- [35]Chen J F, Jahn B M. Crustal evolution of southeastern China: Nd and Sr isotopic evidence [J]. Tectonophysics, 1998, 284: 101-133.
- [36]陈小明,陆建军,刘昌实,等.桐庐、相山火山-侵入杂岩单颗粒锆石U-Pb年龄[J].岩石学报,1999, 15(2):272-278.
- [37]沈渭洲,凌洪飞,李惠民,等.福建新村晶洞花岗岩的热演化史[J].科学通报,2000,45(14):1538-1543.
- [38]陈培荣,周新民,张文兰,等.南岭东段燕山早期正长岩-花岗岩杂岩的成因和意义[J].中国科学(D辑),2004,34(6):493-503.
- [39]Gradstein F M, Ogg J G, Smith A G, et al. A new Geologic Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene [J]. Episodes, 2004, 27(2): 83-100.
- [40]Zen E. Aluminum enrichment in silicate melts by fractional crystallization: some mineralogic and petrographic constrains [J]. Journal of Petrology, 1986, 27: 1097-1117.
- [41]Chappell B W. Aluminium saturation in I- and S-type granites and the characterization of fractionated haplogranites [J]. Lithos, 1999, 46: 535-551.
- [42]王志成.南岭湘桂段中生代源岩浆作用和铀成矿作用[D].南京大学博士论文,2003,1-73.
- [43]孙涛,周新民,陈培荣,等.南岭东段中生代强过铝花岗岩成因及其大地构造意义[J].中国科学(D辑),2003,33(12):1209-1218.
- [44]徐夕生,邓平,O'Reilly S Y,等.华南贵东杂岩体单颗粒锆石激光探针ICPMS U-Pb定年及其成岩意义[J].科学通报,2003,48(12):1328-1334.
- [45]丁兴,周新民,孙涛.华南陆壳基底的幕式生长[J].地质论评,2005, 51(4):382-392.
- [46]邓希光,陈志刚,李献华,等.桂东南地区大容山-十万大山花岗岩带SHRIMP锆石U-Pb定年[J].地质论评,2004,50(4):426-432.
- [47]周新民.对华南花岗岩研究的若干思考[J].高校地质学报,2003,9(4):556-565.
- [48]王银喜,杨杰东,郭令智,等.浙江龙泉早元古代花岗岩的发现及基底时代的讨论[J].地质论评,1992,38(6):525-531.
- [49]胡雄健,许金坤,章朝旭,等.浙西南19亿年花岗闪长岩的地质特征及发现意义[J].地质论评,1993,39(6):557-563.
- [50]王一先,赵振华,包志伟,等.浙江花岗岩类地球化学与地壳演化——II.元宙花岗岩类[J].地球化学,1997,26(6):57-68.
- [51]刘观音.崆岭群时代研究取得新进展[J].中国区域地质,1987,(1):93.
- [52]李根坤,林亨才.福建省同位素年龄及其区域地质构造意义[J].福建地质,1988,7(2):80-118.
- [53]富公勤,袁海华,李世麟.黄陵断隆北部太古界花岗岩-绿岩地体的发现[J].矿物岩石,1993,13(1):5-13.
- [54]马大铨,李志昌,肖志发.鄂西崆岭群杂岩的组成、时代及地质演化[J].地球学报,1997,18(3):233-241.
- [55]熊成山,韦昌山,金光富,等.鄂西黄陵背斜地区前南华纪古构造格架及主要地质事件[J].地质力学学报,2004,10(2):97-112.
- [56]Carter A, Roques D, Bristow C, et al. Understanding Mesozoic accretion in Southeast Asia: Significance of Triassic thermotectonism (Indosinian orogeny) in Vietnam [J]. Geology, 2001, 29: 211-214.