

文章编号: 1001-6112(2009)01-0019-07

华南加里东期相关地块及其汇聚过程探讨

刘运黎^{1,2}, 周小进², 廖宗庭³, 杨帆²

(1. 成都理工大学“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室, 成都 600059; 2. 中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151; 3. 同济大学 海洋与地球科学学院, 上海 200092)

摘要:从华南加里东期相关地块的特征及其来源分析出发,探讨了华南加里东运动。加里东期,华南的湘桂、赣南、云开、浙闽、保山、腾冲等地块及扬子陆块均与罗迪尼亚超级大陆的裂解有关,这些裂解地块在早古生代形成冈瓦纳大陆的背景下发生聚合和碰撞拼贴,产生多期不同性质的加里东构造运动,而且此次地块碰撞拼贴具有软碰撞性质,主要表现为在地块碰撞的前锋带形成大陆边缘隆起和发育碰撞花岗岩,并在碰撞地块的前后缘有残留海盆存在。

关键词:加里东运动; 地块来源; 罗迪尼亚大陆裂解; 地块聚合; 华南

中图分类号: P541

文献标识码: A

RELATIVE BLOCKS AND CONVERGENCE PROCESS DURING THE CALEDONIAN MOVEMENT IN SOUTH CHINA

Liu Yunli^{1,2}, Zhou Xiaojin², Liao Zongting³, Yang Fan²

(1. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China; 2. Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China; 3. School of Ocean and Earth Science, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: This paper discussed the plate tectonic movement during the Caledonian in South China by analyzing the feature and origin of relative blocks in Caledonian Movement. During the Caledonian, Xiangui, Gannan Yunkai, Zhemin, Baoshan, Tengchong and Yangzi blocks had all relationship of the cracking of the Rodinia continent. These blocks converge and collide under the background of forming the Gondwana continent in Eopaleozoic. And then multiperiodic Caledonian Movement with different character was formed. The collision matching has the character of soft collision and weak orogenic which appear as the continent margin uplift and collision granite formed in the front of collided landmasses, also in the back and front of collided landmasses the relict seabasin was found. After the Caledonian Movement, the basic tectonic structure of South China had been set up.

Key words: Caledonian Movement; relative blocks; cracking of Rodinia continent; converge of blocks; South China

加里东运动一词首创于英国苏格兰的加里东运河地区,与我国华南的广西运动或江南运动等相当。加里东运动代表的是发生于震旦—志留纪末期的主要构造运动,表现为震旦纪及早古生代地层遭受到轻度变质、强烈变形、岩浆侵入以及泥盆纪地层及其更新的地层不整合在志留系或更老地层之上,见表 1 所示。

一般认为经过加里东运动后,我国华南地区的

扬子陆块与华夏陆块拼合成统一的华南板块,在此过程中,加里东运动表现为多幕的构造运动,如广西境内就有发生于寒武纪末期的郁南运动,发生于奥陶纪末期的北流运动和发生于志留纪末期的广西运动等(表 1),每一幕构造运动在各地存在一定的相似性,也有较大的不同。对这种多幕式的加里东运动所代表的大地构造意义是什么,目前尚未有一个统一的说法。另一方面,许多研究者认为我国

收稿日期: 2008-06-05; 修订日期: 2009-01-15。

作者简介: 刘运黎(1962—),男,高级工程师,博士研究生,主要从事盆地分析及油气成藏研究。E-mail: liuyunli666@163.com。

基金项目: 中国石化股份有限公司勘探南方分公司科研项目(2004-13)。

表 1 华南加里东期区域地层关系

Table 1 Regional stratigraphic correlation during Caledonian in South China

年代地层	滇中(宜良)	黔东南	桂北	湘南	华夏西缘	主要构造运动	岩浆活动及变质事件	
泥盆系	下统	中统	下统	中统	下统			
志留系	上统	上翁项群 下翁项群	田林口组		防城群	广西运动	诸广山、云开大山、武夷山、花岗岩、摩天岭超镁铁岩。华夏、华南、湘桂地块低绿片岩相变质，云开、武夷从低绿片岩向高绿片岩变质。	
	中统				合浦群			
	下统				灵山群			
奥陶系	上统	大箐组	上统	天马山组	上统	都匀运动		
	中统		中统	坡步组 百马冲组	中统			
	下统	红石崖组 汤池组	锅塘组	升坪组	桥亭子组、白水溪组			黄隘组
				六陈组 白洞组				六陈组
寒武系	上统	三都组	边溪组	田家坪组	黄洞口组	郁南运动		
	中统	陡坡寺组		探溪组	小内冲组			
	下统	龙王庙、沧浪铺、筲竹寺组 渣拉沟组	清溪组					
震旦系	鱼户村组，灯影组	留茶坡组	老堡组	留茶坡组	培地组			

华南是由不同时期、不同性质的地块以不同方式碰撞拼合而成，其中多数是加里东期的地块(体)，迄今已提出来的加里东期地块有湘桂、赣南、下扬子、云开、浙闽、保山、腾冲等地块，并将我国华南加里东期的基本构造格架概括为“一个稳定的克拉通和若干不同时期的碰撞拼贴地块(体)、一个加里东构造域、一个陆内基底拆离造山带和周围环绕的不同时期的造山带”^[1]。可见，不同地块的碰撞拼贴增生是我国华南大地构造及其演化的基本特征，也是华南加里东运动发生的主要根源。因此，有必要对我国华南加里东期相关主要地块的来源及其聚合过程进行分析，揭示加里东运动的板块构造背景和主要表现。

1 相关地块特征及其来源

根据现有研究认识，加里东早期，在扬子陆块的东南—西南侧散立着众多地块，包括了由华夏陆块裂解的一些地块(如浙闽、云开、赣南等)、湘桂地块、保山地块、腾冲地块等，它们在加里东期曾先后与扬子陆块碰撞拼贴，形成我国华南大陆的构造雏形。而且，这些地块(包括扬子陆块)都曾是中元古代末

全球形成的罗迪尼亚(Rodinia)超级大陆的组成部分，并由新元古代早期该超级大陆的裂解演化而来。

1.1 相关地块特征

1.1.1 湘桂地块

该地块作为独立地块已被前人研究成果所证实^[1,2]。它西以弥勒—师宗断裂带为界，北以丹池断裂带、三江—黔阳—安化断裂带为界，东以贺县—梧州断裂带、博白—岑溪断裂带为界，南以哀牢山—红河断裂带为界。地块出露最老的地层为越南北部的沾化组 and 那杭组以及滇东南的瑶山群，以粗晶的片麻岩和片岩为主，含硅线石云母片岩及含石榴石角闪岩等，厚 3 000 m 以上，并有岩浆岩侵入形成的巨大片麻状二云母花岗岩或浅色花岗岩。这些地层目前尚缺乏可靠的同位素年龄数据，云南地矿局(1992)将瑶山群的时代定为早古生代，并根据岩石特征及云南老地层对比推测其地质年龄可能为太古代晚期—元古代早期。

该地块是一个大陆碎块，其特征与扬子区存在明显的差别：1)航磁异常上有明显的体现，反映其与扬子陆块处于不同的大地构造位置；2)金鹤生等^[3]根据爆炸地震测深、华南与西澳的前寒武系对

比、古地磁以及长安期冰碛岩的来源等综合研究,得出湘桂地块是西澳大利亚克拉通残片的结论,支持了上述设想(图 1);3)震旦纪,该地块为一套厚度大于 5 000 m、具浊积岩特征的沉积建造,即屏边群,与扬子大陆及其边缘的沉积特征(澄江组砂岩、南沱冰碛岩和灯影灰岩)明显不同。

早古生代,该地块西部为“地台型”沉积,主要为灰岩、白云岩夹砂岩沉积,含 *Taitzura wangi* *chu*, *Damesella parona*, *Chuangia* sp, *Kaolis-hania* sp, *Caluinella*, *Sarkia*, *Cnepicephlina*, *Blackwaldera* sp, *Bailiella lioparia* 等生物化石,其特征与黔西、滇东的娄山关群化石相似;往东逐渐变为浅海陆棚相碳酸盐岩、碎屑岩到半深海相砂泥质复理石。志留系,除东南部钦州一带继续沉积外,其它地方均缺失,并与东部强烈变形的华夏区、云开地块形成鲜明对比。

晚古生代,该地块总体属浅海碳酸盐岩环境,但发育半深海—深海的“槽沟”或地堑带,这种裂陷作用的时间为泥盆—二叠纪。总体显示被动大陆边缘裂陷盆地的沉积特征。

由于湘桂地块的碰撞拼贴作用,在扬子大陆边缘的牛首山、黔中和雪峰山一带形成碰撞大陆边缘隆起,并在隆起的前缘形成山前磨积石堆积。由于隆起的时间以牛首山隆起为先,大约为寒武纪早中期,其次是雪峰山,大约为寒武纪晚期,最后是黔中隆起,大约是奥陶纪,说明湘桂地块的碰撞拼贴首先从西部开始。扬子大陆边缘因为四堡地块的存

在而变得凹凸不齐,西部和桂北处于相对凸出的位置,黔南则是相对凹进的位置,以致于后期的碰撞挤压也是两边强、中间弱。这种格局还控制了后期的沉积—构造演化。

由于湘桂地块的碰撞拼贴,造成湘桂地块隆升剥蚀,普遍缺失志留系,泥盆系超覆不整合于下古生界不同层位之上,造成地块本身以及扬子大陆边缘发生变形和变质,局部混合岩化和花岗岩化,并由此发育碰撞花岗岩。桂北元宝山岩体、三防岩体的同位素年龄为 522~532 Ma^[4],是这类花岗岩的典型代表。

基于上述各项特征,可以判断湘桂地块是在加里东早中期与扬子陆块碰撞拼贴的。

1.1.2 云开地块

该地块西以博白—岑溪断裂带与湘桂地块为界,东以吴川—四会断裂带与粤中地块为界,北部界线为罗定—云浮断裂带,南以海南的昌江—屯昌断裂带为界。

云开地块也是一大陆碎块,其变质岩分为高州群和云开群。云开群上部的沉积硅质岩⁴⁰Ar/³⁹Ar 同位素年龄为(872.8±8.6) Ma^[5],时代属新元古代青白口纪。高州组位于云开群之下。从近十多年来发表的关于高州杂岩的年龄数据看,最老的介于 2 600~1 800 Ma 之间^[6],说明其存在古老的变质基底,而且其陆壳基底具双层结构特征。深层次的基底出露于云开大山腹部,由高州杂岩组成,岩石包括具眼球状、条带状和片麻状的花岗质岩石以及中深变质的变粒岩、斜长角闪岩、片麻岩和大理岩等,在云炉一带,变质级别达麻粒岩相,并相伴发育紫苏花岗岩。这套花岗岩长期被看作是混合岩化的产物,但近十多年来完成的 1:5 万区调和专题研究表明,其成因虽然不排除部分与混合岩有关,但主体为一套典型的花岗岩浆侵入体。浅层次基底环绕高州杂岩分布,二者呈断层接触关系,以云开群为代表,为一套绿片岩相—绿帘角闪岩相变质的陆源碎屑岩夹基性—酸性火山岩组合。无变质或极浅变质的泥盆系及其以上地层角度不整合于双层基底之上。

加里东期,云开地块的变形、变质和混合岩化作用强烈,其同位素年龄介于 500~387 Ma 之间^[4],反映地块的碰撞拼贴发生于加里东期,也说明该地块碰撞不是一次突发性事件,而是经历一个较为漫长的演化过程,和湘桂地块的构造活动特征有相似之处。

庞保成^[7]通过基底特征、沉积作用、变质作用

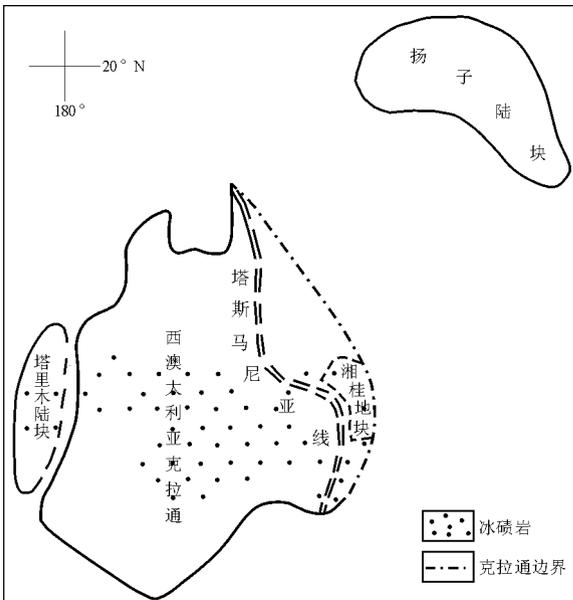


图 1 华南湘桂地块的来源及 800 Ma 前位置示意^[3]

Fig. 1 Location and origin of Xianggui block in South China before 800 Ma

和构造活动的比较研究,证明云开地块与华夏地块极为相似,并认为云开地块应归属于华夏地块。因此,我们认为,云开地块是华夏陆块伴随罗迪尼亚超级大陆裂解而形成的独立地块。

1.1.3 赣南地块

赣南地块作为古大陆的裂解碎块是由赣南地区发现确切的前寒武纪岩石所确定的,如:会昌永隆变质杂岩锆石 Pb—Pb 法年龄为 2 410 Ma,瑞金角闪岩中的锆石年龄为 2 369 Ma^[8],指示了古老克拉通的发育。其西北以萍乡—新余断裂为界,东南的边界约在莲花—安福—新干一线。这一地块实际上是在新元古代裂谷发育期由华夏微大陆块裂解而成的^[9],有人也将这一地块与云开地块相连接统称为“武夷山—云开地块”。吴根耀^[10]大致划出了该地区的形态和展布特征,并认为它是由处于罗迪尼亚超级大陆内的华夏陆块伴随罗迪尼亚超级大陆裂解而形成的大陆碎块。

大多学者认为,赣南地块从华夏陆块的裂出主要归因于晋宁期的碰撞造山事件。在该事件中,扬子陆块是仰冲板片,华夏陆块是下插板片,洋壳消减后,因消减的惯性而拖曳俯冲盘的边缘地区下插到仰冲盘之下,在其后方相应地产生一个拉张应力场,故下插板片上有坍塌裂谷发生,时间上可能迟于仰冲盘上的坍塌裂谷。在赣南地块上,新元古代发育的坍塌裂谷被吴根耀^[6]称为华夏裂谷南支,他根据赣闽交界的石城—宁化地区并参考粤桂交界的连山—贺县地区的资料,将这一裂谷的发育分为 5 个阶段,即初始拉张期、沉陷阶段、再次张裂阶段、再度沉陷阶段和上叠盆地阶段。

1.1.4 浙闽地块

该地块北以江绍断裂带为界,西以广丰—崇安—石城断裂带为界,东南以镇海—丽水—松溪—长汀断裂带为界,其基底具多层结构;最古老的基底为陈蔡群和麻源群,主要由一套变质的片麻岩、片岩和大理岩组成,局部地区形成各种混合岩和混合花岗岩,时代最老大于 2 000 Ma。根据浙江省区域地质志,该套地层形成时的古地理环境为活动性较大的浅海环境,上覆地层为龙泉群,两者间的接触关系不清。龙泉群为一套浅海相砂泥质碎屑岩夹细碧岩—角斑岩建造,普遍遭受变质作用、混合岩化作用。

由于该地块前锋发育加里东期为主的碰撞花岗岩,加里东期的大陆边缘隆起、变质岩带和混合岩化带以及热穹窿,说明该地块与北部大陆边缘发生陆—陆碰撞拼贴的时间为加里东期。

1.1.5 保山地块

该地块东以澜沧江—昌宁—孟连断裂带为界,西以怒江断裂带为界,由元古代西盟群变质岩系组成基底。东部上覆浅变岩为王雅组和允沟组以及勐统群变质岩(震旦系—寒武系),厚 3 000 m 以上,岩石组合和沉积特征与公养河群相似。奥陶系仅见下统,为砂、泥质,少量硅质,厚度薄,化石门类少,已变质。西部震旦系—寒武系为沉积巨厚的浊积岩沉积,称公养河群,总厚度为 7 000 m 以上,上段见海绵骨针及三叶虫,下段未发现化石;奥陶系为陆屑—碳酸盐建造。由于该地块东部从中奥陶世起开始缺失,前沿的临沧古陆又长期隆起,因此,保山地块可能是早加里东期碰撞拼贴的地块。后期由于古特提斯的打开,昌宁—孟连带变成洋盆,该地块变成多岛洋中岛的组成部分。

1.1.6 腾冲地块

该地块东以怒江断裂带为界,西部界在缅甸境内。其以太古界的高黎贡山群为基底,震旦纪—早古生代未接受沉积,至泥盆纪才有短暂的河湖相沉积。由于潞西构造带平河花岗岩岩体具 522 Ma 的同位素年龄^[11,12],可能是腾冲地块碰撞拼贴而形成的碰撞花岗岩。由此判断,该地块是加里东中期碰撞拼贴的地块。在后期古特提斯演化过程中,该地块未被重新裂解,但到中特提斯和新特提斯时期,沿怒江断裂带曾发生过裂解作用。因此,沿潞西带有小洋盆性质的沉积建造和火山—岩浆作用。

对于保山地块和腾冲地块等一些分布于中国南方西部的陆块,许多学者均将它们作为来源于冈瓦纳大陆的分裂碎块而与扬子陆块明显区别,但这种认识有待于进一步讨论。鉴于我国华南的扬子、华夏等诸多地块可能均来源于冈瓦纳(Gondwana),而且来源于冈瓦纳大陆的不同部位,因此,有些具有较大的相似性,有些则存在较大的区别。从印度冈瓦纳大陆的德里群(2 000~1 600 Ma)和温德亚群(1 400 Ma 以后)出现数百米厚的碳酸盐岩沉积,且后者上部的砂页岩具滨浅海特点来看,真正的冈瓦纳大陆从 2 000 Ma 后即属稳定型沉积。但我国华南西部地区的沉积特征与扬子大陆陆缘具相似性特征。如保山地块浅变质的早中寒武世公养河群具浊积岩活动型沉积特征,其上为晚寒武世至志留纪的稳定型滨浅海沉积物平行覆盖,说明已进入地台的陆表海环境,相似于湘桂地块的西部沉积特征。

从早古生代的古生物特征看,滇东属华北型(寒武纪)或扬子型(奥陶纪),滇西则具有华南型与

华北型(或扬子型)的混合型特征,志留纪两区亦各有独特的古生物种属。这种既相似又不相同的古生物分布情况,表明它们不属于同一浅海区,而其间应有一较深水的海相隔。但从扬子西缘的早古生代地层均为较稳定的陆缘海沉积,均未见活动的踪迹,即表明不存在俯冲、岛弧等,说明扬子大陆西缘早古生代属于被动陆缘性质。因此,滇西这些地块与扬子大陆间的洋是不发育洋壳的洋,即说明洋的规模有限。

从上述两方面,我们推测,分布于滇西的一些地块和湘桂地块、云开地块等一样,早古生代时期均为分布于古太平洋中的陆块,并可能存在加里东期与扬子大陆发生过碰撞拼贴,潞西构造带平河花岗岩岩体具 522 Ma 的同位素年龄,便是很好的证明。只是由于在后期古特提斯洋扩张过程中,滇西这些地块被裂离的强度较大,后期俯冲、挤压改造的强度更大,扬子陆块边缘被大规模俯冲消减,规模大于 300 km,加之喜山期又遭数百千米的平移走滑,故原始状态已面目全非。

1.2 罗迪尼亚超级大陆裂解与相关地块的来源

目前,大多数研究者认为罗迪尼亚超级大陆的裂解发生于距今 827~725 Ma 之间^[11,13~15],而且,罗迪尼亚超级大陆的裂解导致了古太平洋的形成。同时,随着罗迪尼亚研究的进展,中外地质学家开始探讨中国主要陆块与罗迪尼亚超级大陆的关系问题,并对塔里木、华北、华南等陆块在罗迪尼亚超级大陆中的位置作了新的研究与探索。研究认为从古元古代末期至新元古代末期,华北与劳亚、西伯利亚一直是联系在一起的,扬子陆块在罗迪尼亚超级大陆的重建中居核心位置,它处于澳大利亚和劳亚陆块之间^[14,16],湘桂地块与扬子地块的相对位置与目前的相反。

在罗迪尼亚超级大陆的形成过程中,康滇陆块、扬子陆块、华夏陆块相互碰撞拼合,形成统一的华南陆块。根据现有资料,原扬子陆块的地域显然更大。前人在川西北阿坝区发现扬子型的早前寒武纪基底,称阿坝地块,这一地块西延至巴颜喀拉地区,连接柴达木地块和塔里木地块。同时,研究表明,塔里木陆块的早古生代生物相属于冈瓦纳,晚古生代属于特提斯型,并在地层层序、岩相和生物相上与华南陆块相似,而且直至中三叠世塔里木和华南两陆块都是相连的,后由于西藏构造楔的楔入,两者才被分开。

由于我国华南在罗迪尼亚超级大陆中是由许多不同性质的陆块碰撞拼贴形成,并在罗迪尼亚超

级大陆中主要位于格林威尔造山带中或附近。因此,在罗迪尼亚超级大陆裂解时,我国华南地区首先裂开,形成多个裂谷系,沉积了新元古代早期火山—碎屑沉积,裂谷系主要平行于格林威尔期造山带发育。大约在距今 825~700 Ma 间,罗迪尼亚超级大陆全面裂解,在此背景下,相对统一的华南微大陆被裂解成许多大小不同、性质各异的地块,赣南地块和云开地块可能是由华夏陆块裂解形成,扬子陆块成为古太平洋的一个陆块,其周边分布着一些规模较小的陆块(图 2),可能包括湘桂、赣南、云开、浙闽、保山、腾冲等地块。

综上所述,我国华南上述地块和扬子陆块均是由罗迪尼亚超级大陆裂解而成。

2 相关地块的聚合过程

研究表明,在地球的地质历史上曾存在过哥伦比亚(Columbia)(1 900~1 500 Ma),罗迪尼亚(1 100~700 Ma),冈瓦纳(600~550 Ma),联合古陆(Pangea)(330~230 Ma)等超级大陆^[18],并认为欧亚(Eurasia)大陆是一个正在形成的超级大陆。我国华南的加里东运动主要归结于罗迪尼亚超级大陆裂解陆块在冈瓦纳超级大陆形成过程中的相互作用和相互影响。罗迪尼亚超级大陆裂解后,各裂解陆块又开始新一轮聚集,形成冈瓦纳超级大陆。在此过程中,华南相关地块开始向东冈瓦纳超级大陆位置聚集。张世红等^[13]通过对贵州东部泥盆—石炭系的古地磁分析表明,泥盆纪扬子陆块位于冈瓦纳北缘,应该是发生过上述过程的有力佐证。在相互聚集过程中,便发生了不同陆块间的碰撞、挤

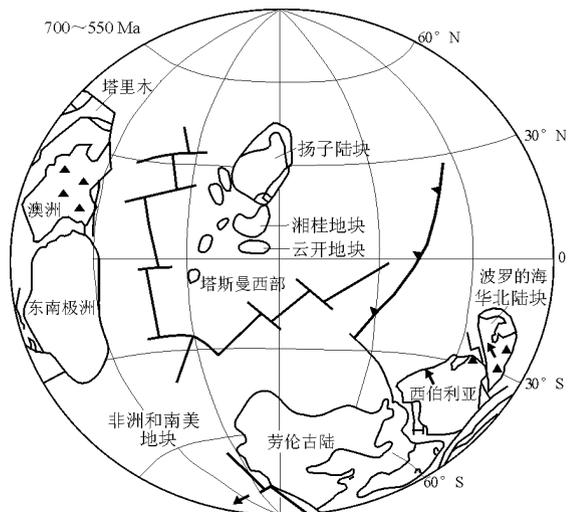


图 2 700~550 Ma 华南相关地块的位置^[17]

Fig. 2 Location of relative blocks in South China from 700 to 550 Ma

压和相互作用,加里东运动由此产生。

2.1 加里东早期

大约距今 900 Ma,伴随罗迪尼亚大陆的裂解,我国华南所在区域脱离罗迪尼亚大陆,在扬子陆块边缘发生裂解,湘桂地块、保山地块和腾冲地块可能是由扬子大陆边缘裂解产生的;华夏陆块则被裂解成许多小地块,目前比较确定的有云开地块、赣南地块、浙闽地块等;分布于东海和南海北部一些具有古老变质基底的地块是否是由华夏陆块裂解形成,值得作进一步的深入研究。在此背景下,在华南形成裂谷系,沉积了新元古代早期的火山—碎屑沉积。大约至震旦纪,扬子陆块完全成为古太平洋中的陆块,处于相同环境的岛屿体可能还有湘桂、云开、赣南、浙闽、保山、腾冲等地块,它们共同组成多岛洋的格局,类似于中国及邻区古特提斯的多岛洋格局。在扬子大陆上,发育了克拉通盆地,接受了较稳定的盖层沉积(Z—S),大陆边缘由发育造山期后的磨拉石到浅海相砂泥岩及碳酸盐岩沉积。

2.2 加里东中期

约至震旦纪末期—寒武纪初期,湘桂地块已逐渐与扬子陆块边缘靠近,这时可能在水下已拼合在一起,两者之间的缝合地带有丹洲群地幔岩浆的侵入和喷发活动。这一事件使大陆边缘区的充分发育受到限制,至莲沱期已变为一套较粗的碎屑岩,且在西部的滇东南地区,由于拼贴挤压相对较早,挤压作用也相对较强烈,扬子大陆边缘上升形成牛首山隆起,继而雪峰山隆起,最后黔中隆起。这一现象说明,扬子大陆东南边缘海岸凹凸不齐,西部滇东南一带和东部雪峰古隆起一带相对突出,黔南相对凹进,形成一较大的海湾^[19]。因此,碰撞拼贴过程先从两边开始,最后于中部结束。在整个拼合过程中,湘桂地块主要是一水下地块,一直接受沉积。但随着拼贴的进行,湘桂地块已逐渐由相对活动的“地槽型”沉积逐渐转化为相对稳定的“地台型”沉积,如桂西的寒武系、奥陶系为较稳定的碳酸盐岩和碎屑岩。

2.3 加里东中晚期

晚奥陶世—志留纪,由于华夏裂解的各地块(浙闽、云开、赣南等)与扬子陆块逐步靠近,发生碰撞拼贴,形成著名的东南沿海加里东增生造山带。在该作用下,扬子陆块东南先前被动边缘转化为碰撞前渊盆地(前陆盆地),而且随着拼合作用的持续进行,使碰撞前渊盆地卷入变形和向北西迁移,只有钦防地区逃脱了造山影响而保持深海盆地状态。在该背景下,云开地块、赣南地块与湘桂地块的碰

撞,发生郁南运动、北流运动等。云开地块的碰撞造山除造成桂东南—粤西地区奥陶系与寒武系、志留系与奥陶系之间的不整合外,还使全区地壳上升,大面积缺失志留系沉积。同时,湘桂地块在后缘地块的推动之下,其碰撞造山作用的进程也明显加快,牛首山、黔中和雪峰山进一步隆起,并连成一体^[20];湘桂地块本身也大面积隆起,并在志留纪末期,全区上升成陆,在碰撞挤压的强烈地区发生变形、变质和混合岩带化作用,在地块的碰撞带前锋形成碰撞花岗岩;在湘桂地块的后缘,云开地块的前锋带,形成由云开地块碰撞拼贴的大陆边缘隆起,即为大明山—西大明山隆起,使泥盆系以及后期地层主要呈角度不整合超覆于下古生界及其它更老的地层上。

如前所述,位于西南的保山地块和腾冲地块也曾在加里东期与扬子陆块发生过碰撞拼贴,但碰撞并未使沉积作用结束。从滇西保山、潞西一带零星分布的志留系沉积特征看,早期属台盆相,晚期为滨—浅海泥质碳酸盐岩为主夹少量粉砂岩,也可能是残留海盆的沉积。

总之,华南加里东期地块的碰撞拼贴造山作用是一个长期、复杂而多变的过程,并显示出软碰撞的特点。在黔南、桂东南钦防等地,褶皱隆起甚晚,甚至形成残余海盆,造成志留系与泥盆系呈整合接触或平行不整合接触。由于各地块间的先后碰撞,以及多数地块的碰撞并非正面碰撞,可能通过走滑碰撞的方式进行,加之碰撞边缘可能凹凸不齐,使华南加里东运动呈现多期次活动的特征,有云贵运动、郁南运动、都匀运动、广西运动等^[21]。通过上述各地块的碰撞拼贴,加里东末期我国华南基本构造格局已经建立(图 3)。

3 结论

1) 华南加里东运动是在罗迪尼亚超级大陆裂解后,各裂解陆块聚集形成冈瓦纳超级大陆的构造背景下发生的。

2) 加里东期,扬子地块东南部的湘桂地块、云开地块、赣南地块、浙闽地块等和西部的保山地块与腾冲地块先后与扬子陆块碰撞拼贴,是华南加里东运动的主要表现形式。由于上述地块的碰撞拼贴,发生了多期性质各异的构造运动,在地块碰撞前锋带不仅形成碰撞大陆边缘隆起,而且发育了碰撞花岗岩,并使我国华南大部分地区于志留纪末上升成陆遭受剥蚀,形成加里东区域不整合面。

3) 由于加里东期的地块碰撞造山具有软碰撞性

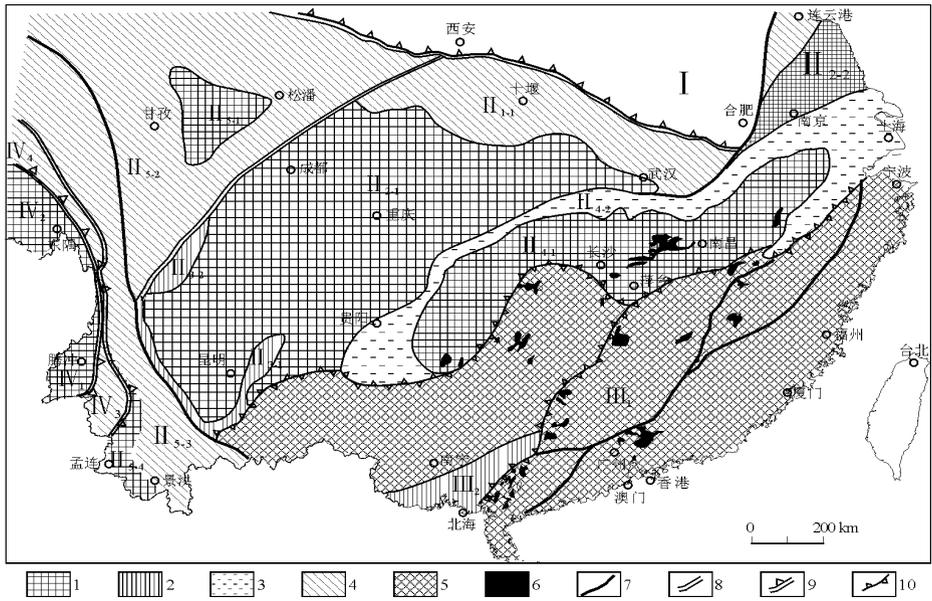


图 3 华南大陆加里东期(S末)构造纲要

I. 华北板块构造区; II. 扬子板块及其边缘构造沉积区; II₁. 扬子北缘边缘海沉积区 (II₁₋₁. 秦岭—大别边缘海沉积区, II₁₋₂. 苏鲁边缘海沉积区), II₂. 扬子大陆隆起区 (II₂₋₁. 中上扬子隆起, II₂₋₂. 下扬子隆起), II₃. 扬子西南缘沉积区 (II₃₋₁. 宜良—石屏残留海槽, II₃₋₂. 木里残留海槽), II₄. 扬子东南造山褶皱区 (II₄₋₁. 雪峰—江南隆起, II₄₋₂. 雪峰—江南前缘残留前陆盆地), II₅. 松潘—兰坪—思茅后期裂离—拼合区 (II₅₋₁. 松潘隆起, II₅₋₂. 川滇藏边缘海沉积区, II₅₋₃. 川西—滇西边缘海沉积区, II₅₋₄. 临沧碰撞大陆边缘隆起); III. 东南沿海地块拼合增生区 (III₁. 东南沿海陆缘拗陷沉积褶皱区, III₂. 钦防残留海槽); IV. 滇西地块拼合增生区 (IV₁. 腾冲地块, IV₂. 察隅地块, IV₃. 保山地块, IV₄. 八宿—贡山地块)

1. 隆起区; 2. 残留海槽沉积区; 3. 残留前陆盆地沉积区; 4. 边缘海沉积区; 5. 陆缘拗陷沉积褶皱区;
6. 加里东期花岗岩; 7. 加里东期断裂带; 8. 裂谷; 9. 加里东俯冲带; 10. 加里东结合带

Fig. 3 Sketch map showing structure of South China during Caledonian (end of Silurian)

质,因此,在海湾或地块的后缘,沉积作用并未完全结束,发育残余海盆,在钦防、黔南和滇西的保山、潞西一带形成志留系与泥盆系的基本连续沉积。

参考文献:

- 1 马力,陈焕疆,甘克文等. 中国南方大地构造和海相油气地质(上)[M]. 北京:地质出版社,2004. 19~42
- 2 杨方之,马永生. 中国南海相油气地质条件与勘探评价[J]. 南方油气,2003,3(4):2~15
- 3 金鹤生,施央申,卢华复等. 湘中地体:一个古澳大利亚克拉通的碎片[J]. 湖南地质,1992,11(2):91~96
- 4 广西壮族自治区地质矿产局. 广西区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1985
- 5 劳秋元,胡世玲,叶真华等. 云开群硅质岩的 40Ar/39Ar 年龄及其地质意义[J]. 地球学报,1997,18(增刊):89~101
- 6 李献华. 华南晋宁期运动:地质年代学和地球化学制约[J]. 地球物理学报,1998,41(增刊):185~194
- 7 庞保成,王丽娟. 云开地块归属问题的讨论[J]. 地学前缘,2000,7(1):216
- 8 谢寰克,郭坤一. 中国东南岩石圈板块边界变质带[M]. 北京:地质出版社,1989
- 9 杨明桂,王昆. 江西省地质构造格架及地壳演化[J]. 江西地质,1994,8(4):239~250
- 10 吴根耀. 华南的格林威尔造山带及其坍塌:在罗迪尼亚超大陆

演化中的意义[J]. 大地构造与成矿学,2000,24(2):112~121

- 11 高长林,单翔麟,秦德余. 中国中生代盆地基底大地构造特征[J]. 石油实验地质,2005,27(6):552~557
- 12 云南省地矿局. 云南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1990
- 13 张世红. 中、新元古代全球古大陆再造的古地磁研究[J]. 现代地质,2004,(4):222~224
- 14 张文治. 全球新元古超大陆拼合和裂解及中国大陆所处位置[J]. 古地磁研究进展,2000,23(3):179~189
- 15 郝杰,翟明国. 罗迪尼亚超大陆与晋宁运动和震旦系[J]. 地质科学,2004,39(1):139~152
- 16 Li Z X, Li X H, Kinny P D, et al. Geochronology of Neoproterozoic syn-rift magmatism in the Yangtze Craton, South China and correlations with other continents: evidence for a mantle superplume that broke up Rodinia[J]. Precambrian Research, 2003, 122, 85~109
- 17 廖宗廷,马婷婷,周征宇等. Rodinia 裂解与华南微板块形成和演化[J]. 同济大学学报(自然科学版),2005,33(9):1183~1190
- 18 王鸿祯,张世红. 全球前寒武纪基底构造格局与古大陆再造问题[J]. 地球科学,2000,27(5):467~481
- 19 廖宗廷,周组翼,陈焕疆等. 试论中国东南地区大陆边缘构造演化的特征[J]. 石油实验地质,1994,16(3):234~241
- 20 周小进,杨帆. 中国南方新元古代—早古生代构造演化与盆地原型分析[J]. 石油实验地质,2007,29(5):446~451
- 21 张渝昌. 中国含油气盆地原型分析[M]. 南京:南京大学出版社,1997. 44~80