文章编号: 1009-3850(2006)01-0047-08

湘东南汝城盆地性质及其对华南燕山早期构造环境的启示

柏道远1, 汪永清2, 王先辉1, 马铁球1, 张晓阳1

(1. 湖南省地质调查研究院,湖南 湘潭 411100; 2. 湖南省地勘局 413 队,湖南 常德415000)

摘要:湘东南汝城盆地为一早侏罗世一中侏罗世初期的陆相盆地。下侏罗统心田门组和高家田组主要为内陆湖泊 一沼泽相碎屑岩沉积,夹有明显受地壳混染并具低钾高钠特征的板内拉斑玄武岩,表明早侏罗世汝城盆地为同造山 上隆伸展裂陷盆地。中侏罗统千佛岩组与下伏高家田组为平行不整合接触关系。千佛岩组下部具类磨拉石沉积特 征,上部局部含高家田组玄武质火山碎屑,地层呈西倾单斜式,盆地西缘为逆断裂所压覆等,表明中侏罗世初期汝城 盆地为挤压收缩盆地,形成于造山构造环境。结合中生代地质构造发展框架及燕山早期晚阶段后造山花岗岩的大 量发育等,认为湘东南及湘粤赣边区早侏罗世一中侏罗世初期属陆内同造山构造环境,中侏罗世早期一晚侏罗世为 后造山构造环境。汝城盆地性质的确定对深入研究华南地区中生代构造演化具有重要的启示意义。

关 键 词: 汝城盆地; 燕山早期; 构造环境; 湘东南; 华南 中图分类号: P542 文献标识码: A

1 前 言

包括南岭在内的华南内部中生代构造环境与大 地构造背景,是当前备受地质学家关注的热点问题, 对其认识目前尚存在较多争议,归纳起来有两大主 流观点,一种认为是与太平洋板块俯冲有关的大陆 弧或同碰撞造山挤压环境^[1~6],另一种则认为是陆 内岩石圈伸展减薄环境^{7~9]}。由于在中生代地质 演化过程中属承上(印支期)启下(燕山晚期)的过渡 时期,燕山早期(侏罗纪)构造环境与背景成为研究 华南中生代地质发展的关键。近些年基于对火成岩 尤其是花岗岩的大量研究,已可以肯定华南地区在 燕山早期即侏罗纪时岩石圈便发生了伸展作 用^[7~27],但究竟是"后造山"伸展环境^[15~17]还是 "大陆裂谷"伸展环境^[8,18],尚有待进一步研究。

湘东南及湘粤赣边区地处华南中部,是研究华

南中生代构造演化的关键地区。笔者近年来在1: 25万郴州市幅和衡阳市幅区域地质调查中,通过对 花岗岩类、盆地沉积、火山岩与次火山岩、变形构造、 金属矿产等多种地质要素的综合研究,构建了该地 区中生代构造演化的完整框架^{28]},对侏罗纪构造环 境提出了新的认识: 早侏罗世一中侏罗世初期的燕 山早期早阶段为陆内造山阶段,发育以汝城盆地为 代表的陆相盆地;中侏罗世早期一晚侏罗世的燕山 早期晚阶段则为后造山阶段,发育大规模后造山花 岗岩: 汝城盆地并非始终为前人所认为的单一收缩 (走滑汇聚)盆地^[29~3],而是早侏罗世为同造山上 降伸展裂陷盆地,晚侏罗世初才反转为山前冲断收 缩盆地. 但盆地总体为同造山期产物。鉴于造山→ 后造山→非造山(大陆裂谷)的大陆构造发展的一般 规律, 汝城盆地同造山构造性质的确定, 无疑是对其 后燕山早期花岗岩形成于后造山构造环境的重要支

收稿日期: 2005-10-13

第一作者简介:柏道远,1967年生,高级工程师,从事区域地质调查工作。

资助项目:中国地质调查局"1:25万郴州市幅和衡阳市幅区域地质调查"(200213000035)。

持,对深入研究华南燕山早期构造环境具有重要的 启示意义。

2 区域地质概况

汝城盆地位于诸广山巨型复背斜的西面^[29],发

育于级别与规模较小的汝城复向斜之中(图1)。盆 地周边出露地层主要有南华系一寒武系、泥盆系一 二叠系。南华系一寒武系出露于北西、南东两侧,为 一套由浅变质砂岩、板岩组成的复理石沉积,夹少许 硅质岩和灰岩,在加里东运动中强烈变形而成为褶



图 1 汝城地区地质略图及剖面图

J₂一中侏罗统千佛岩组(J₂q); J₁一下侏罗统心田门组(J₁x)与高家田组(J₁g); C₂P₁H一上石炭一下二叠统壶天群; D·P一泥盆一二叠系; D₃x一上泥盆统锡矿山组; D₂₋₃q一中一上泥盆统棋梓桥组. Nhr \in 一南华系一寒武系; β -玄武岩; β^{μ} —辉绿岩; β_{v} B-玄武质火山角砾岩。 ① 灰岩; ② 白云岩; ③泥质灰岩。 1. 中侏罗世花岗岩; 2. 地质界线; 3. 平行不整合; 4. 角度不整合; 5. 压(扭)性断裂; 6. 横切剖面位置 Fig. 1 Schematic geological map and cross section in the Rucheng region

J₂= Middle Jurassic Qianfoya Formation (J₂q); J₁= Lower Jurassic Xintianmen Formation (J₁x) and Gaojiatian Formation (J₁g); C₂P₁H= Upper Carboniferous- Low er Permian Hutian Group, D-P= Devonian-Permian strata; D₃x= Upper Devonian Xikuangshan Formation; D_{2-3q}= Middle- Upper Devonian Qiziqiao Formation. Nh- \in Nanhuan- Cambrian strata; β = basalt; $\beta\mu$ = diabase; β vB= basaltic volcanic breccia. \square = limestone; \square = dolostone; \square = muddy limestone. 1= Middle Jurassic granite; 2= geological boundary; 3= parallel unconformity; 4= angular unconformity; 5= compresso-shear fault; 6= cross section

皱基底^[29]。泥盆系一三叠系出露于中部,为一套浅 海相的碳酸盐岩-砂页岩(含煤)组合,夹少量硅质 岩,经印支运动变形而发育 NNE 向褶皱、断裂,组 成汝城复向斜。南面和东面发育中侏罗世花岗岩 体,主要由黑云母二长花岗岩组成。从区域资料来 看,中侏罗世花岗岩的起始年代约为174Ma,并形成 于后造山伸展构造环境^[28],因此花岗岩浆活动事件 大致紧随中侏罗世初期汝城冲断收缩盆地之后。

在湘东南及湘粤赣边区发育有数目众多,但面 积大多很小的晚三叠世一侏罗纪陆相盆地(其中只 有少数盆地发育有中侏罗世沉积),盆地沉积特征及 表现性质与汝城盆地总体一致,只是汝城盆地规模 较大,构造发展的地质表现最为丰富、清楚。

3 盆地构造特征

汝城盆地呈北北东走向的狭长带状,长约 42km,宽1~3.5km。盆地内侏罗纪地层均倾向北 西西,呈一单斜构造,岩层倾角一般为52°~34°,且 总体上东面产状较陡,西面产状较缓(图1)。盆地 东侧界线较弯曲,除中段受后期断裂改造外,盆缘与 老地层间均为角度不整合接触关系。盆地西缘界线 略弯曲,被贝溪-鸡毛岭逆断裂压覆(图2)。贝溪-鸡 毛岭逆断裂总体呈约NE30°方向延伸,并略呈波状 弯曲,全长80km以上。断裂面倾向290°~315°,倾角 42°~55°。沿断裂见有宽约10~16m的破碎带,带内 发育构造角砾岩和构造透镜体,角砾多呈次棱角状 一次圆状,具定向排列;构造透镜体具明显的定向排 列,其长轴方向与断裂面所夹锐角示下盘下降。在



图 2 汝城盆地西缘逆断裂(范家)

1. 白云岩; 2. 灰岩; 3. 碎屑白云岩透镜体; 4. 揉皱带; 5. 角砾岩; 6. 粉砂岩

Fig. 2 Thrust faults on the western margin of the Rucheng Basin in Fanjia

1= dolostone; 2 = limestone; 3 = cataclastic dolostone lense; 4= winkles; 5= breccias; 6= siltstone 破碎带内破劈理及次级滑动擦痕面较为发育,特别 是挤压揉皱现象明显(图2)。断裂北西盘中上泥盆 统沿向北西倾斜的断裂面向南东推覆到南东盘下中 侏罗统之上。

4 盆地沉积、性质及形成构造环境

根据盆地沉积、盆地构造及玄武岩特征等并结 合区域构造演化分析表明, 汝城盆地形成于区域同 造山构造环境, 但经历了两个不同的构造发展阶段, 早侏罗世为同造山上隆伸展裂陷盆地, 中侏罗世初 期为山前冲断挤压收缩盆地(图 3)。

4.1 早侏罗世

汝城盆地下侏罗统心田门组仅分布于盆地东南 边缘,总体为一套浅灰一灰黑色薄一中层状细粒石 英砂岩,下部夹较多的泥质粉砂岩、(碳质)粉砂质页 岩等,属内陆湖泊相的碎屑沉积。产少量双壳类化 石 Homomya sp., Pleuromya sp., Corbicella sp., Astartacea sp.。这些双壳化石与湘东南其它地区 对比,时代属早侏罗世早期。

高家田组与心田门组为整合或平行不整合接触 关系,在心田门组缺失地段则与前侏罗纪地层呈角 度不整合接触关系,总体为一套内陆湖泊一沼泽相 碎屑岩沉积。下段以灰色一灰黑色碳质页岩、(泥 质)粉砂岩等为主,少量(长石)石英砂岩发育,页岩 中局部夹煤线或薄煤层;上段为深灰、灰黄色长石石 英砂岩夹(含凝灰质)粉砂岩、砂质泥岩、碳质页岩 等,发育较多的玄武质火山碎屑岩、玄武岩。产植物 化石 Neocalamites sp., Pityophyllum sp., Equisetites sp., Podozamites sp., Cladophlebis sp., Coniopteris sp. 等。该组合与湘东南区 Coniopteris-Phoenicopsis 植物组合带相当,时代属早侏罗世晚 期。

心田门组与高家田组总体为一套内陆湖泊一沼 泽相碎屑岩沉积,总体粒度较细,显示早侏罗世盆地 具有一般陆内拉张盆地性质。此外,地层中玄武质 火山角砾岩和玄武岩的发育,也表明早侏罗世盆地 受伸展拉张构造体制所控制。汝城盆地中玄武岩, 以及盆地西面长城岭等地发育的同时代玄武岩(Ar-Ar年龄为178Ma^[14]),均为起源于地幔的板内拉斑 玄武岩,研究表明其微量元素地球化学特征都反映 出明显的地壳物质的混染作用^[12~14],据此可以推 测玄武质岩浆在喷发之前曾在壳内或壳底封闭过一 段时间。汝城盆地中玄武岩低钾高钠, Na2O/K2O



图 3 汝城盆地侏罗系柱状图

1. 砂砾岩; 2. 含砾砂岩; 3. 石英砂岩; 4. 长石石英砂岩; 5. 粉砂 岩; 6. 含凝灰质粉砂岩; 7. 泥质粉砂岩; 8. 砂质泥岩; 9. 粉砂质页 岩; 10. 含粉砂质碳质页岩; 11. 泥岩; 12. 页岩; 13. 碳质页岩; 14. 煤层; 15. 含火山碎屑泥岩; 16. 玄武质火山碎屑岩; 17. 玄武岩 Fig. 3 Lithologic column through the Jurassic strata in the Rucheng Basin

1= sandstone and conglomerate; 2= gravel-bearing sandstone; 3= quartz sandstone; 4= feldspar quartz sandstone; 5= siltstone; 6= tuffaceous siltstone; 7= muddy siltstone; 8= sandy mudstone; 9= silty shale; 10= silty-carbonaceous shale; 11= mudstone; 12= shale; 13= carbonaceous shale 14= coal seam; 15= volcaniclastic mudstone; 16= basaltic volcaniclastic rocks; 17= basalt 值为1.60~3.48^{12,13},也反映出岩浆形成至喷出地 表经历了较长的时间(排浆时差)^[34](可能为数百万 年)。这种封闭作用需要一个区域背景上收缩挤压 应力场,或者导致玄武岩上侵喷发的拉张程度非常 有限,从而可以进一步推断该时期为同造山伸展环 境,相关盆地为同造山上隆伸展裂陷盆地^[33]。事实 上,汝城盆地位于区域大型隆起——诸广山巨型复 背景的西侧^{29]},亦暗示其形成与上隆伸展作用有 关。

从现今盆地构造特征看,早侏罗世盆地很可能 为单面断裂盆地,受控于倾向东的正断裂(图4b)。 而鉴于中三叠世印支运动为湘东南地区中生代最强 烈的陆内俯冲汇聚造山,并以走向北北东并向北西 西逆冲的叠瓦状断裂组成主体构造格架^{[34},因此早 侏罗 世控盆 断裂很 可能是 继承印支期逆断裂 (图4a)继续活动的产物。而且盆地西侧很可能也 有心田门组和高家田组展布,只是由于鸡毛岭断裂 的压覆而未出露。

总之,汝城盆地在早侏罗世属同造山上隆伸展 裂陷盆地,形成于陆内同造山构造环境。

4.2 中侏罗世初期

中侏罗统千佛岩组与下伏高家田组呈平行不整 合接触关系,下部为一套黄褐一灰褐色厚层状长石 石英砂岩夹粉砂岩、含砾砂岩或砂砾岩(图3),属河 流相与山麓相类磨拉石沉积;上部为灰黄、灰绿、紫 红色砂岩、粉砂岩与(粉砂质)泥岩互层,属河湖相碎 屑岩沉积。上部泥岩局部含火山碎屑,碎屑成分与 高家田组中玄武质火山岩或火山碎屑岩一致。千佛 岩组中未获得标准化石,根据其上覆于高家田组之 上,且岩性特征和湖南东部中侏罗世地层可以对比, 大致确定其形成时代为中侏罗世初期。需要指出的 是,区域上也仅见中侏罗世初期地层发育,而未见中 侏罗世中期和晚期地层,如湖南攸县一带和广东乐 昌一带侏罗纪盆地中最晚地层均为中侏罗世初期。 因此,尽管存在鸡毛岭断裂的后期破坏以及后期剥 蚀作用的影响,仍可基本确定汝城盆地中不存在中 侏罗世中、晚期地层。

根据盆地构造与中侏罗世沉积特征,推断中侏 罗世初期盆地性质和形成过程如下:中侏罗世初期, 盆地由断陷盆地反转为山前冲断收缩盆地,盆地西 缘发育倾向西的贝溪-鸡毛岭逆断裂(图4c),且上冲 盘掩盖了先期倾向东的正断裂。在断裂向东逆冲的 同时,于断裂前缘形成中侏罗统千佛岩组下部河流 相与山麓相类磨拉石沉积,底部与下伏高家田组呈



图 4 汝城盆地控盆断裂活动历史示意图

a. 中三叠世; b. 早侏罗世; c. 中侏罗世初期。①晚古生代地层; ②前泥盆纪褶皱基底; ③早侏罗世沉积;④中侏罗世初期沉积。β-玄武岩

Fig. 4 Sketches to show the faulting history in the Rucheng Basin

a. Middle Triassic; b. Early Jurassic; c. earliest Middle Jurassic. $\mathbb{O}=$ Late Palaeozoic strata; $\mathbb{O}=$ pre-Devonian folded basement; $\mathbb{O}=$ Early Jurassic deposits; $\mathbb{Q}=$ earliest Middle Jurassic deposits. $\beta=$ basalt

平行不整合接触关系。断裂西侧上冲盘的构造侵位 所形成的荷载,使得断裂东盘块体持续下拗,从而造 成盆地中地层西倾,且岩层产状总体上东侧较陡、西 侧稍缓。后期盆地趋于稳定或盆、岭高差变小,盆地 中沉积了千佛岩组上部河湖相碎屑岩。盆地的收缩 反转使部分早侏罗世地层遭受剥蚀,并搬运至盆地 中沉积。

盆地东缘的汝城断裂为倾向东的压扭性断裂 (图1),由于规模远小于贝溪-鸡毛岭断裂,未对盆 地的发育产生明显影响。

从区域构造特征及演化过程来看, 盆地转换的 构造背景颇为清楚。中侏罗世初期, 区域构造体制 为北北东向左旋走滑兼挤压^[29~3], 汝城盆地以西 的茶陵一郴州深大断裂成为区内一级走滑主断裂, 受其深部汇聚走滑作用控制, 于两侧陆块内形成大 量北北东向次级压扭性断裂, 它们在地表通常表现 为逆冲性质, 且东侧陆块内的断裂一般倾向西, 并组 成晚三叠世末一侏罗纪沉积盆地的西边界; 而西侧 陆块内的断裂一般倾向东, 并组成盆地的东边界, 从 而与主走滑断裂一道构成的正花状构造。这些表层 逆冲断裂直接导致早侏罗世裂陷盆地力学性质发生 反转, 成为山前冲断收缩盆地, 从而造成两期不同性 质盆地的原地叠加。由此可见, 中侏罗世初期汝城 盆地的区域构造背景是 NNE 向陆内左旋走滑汇聚 作用, 属陆内同造山构造环境。

综上所述, 汝城盆地在中侏罗世初期为陆内同 造山构造环境下形成的山前冲断挤压收缩盆地。

颇有意味的是, 汝城盆地与华北燕山造山带髫 髻山(J₂) 火山盆地特征或构造样式极为相似, 如髫 髻山盆地常常是一侧盆缘不整合覆盖在老地层之 上, 而另一侧盆缘常被逆冲断裂压覆, 盆地中地层产 状总体上为向逆冲断裂方向倾斜的单斜式^{35]};其在 中侏罗世早期为同造山上隆伸展裂陷盆地,在中侏 罗世晚期则为收缩盆地等。研究表明髫髻山火山盆 地为同造山环境产物^{33]},一定程度上佐证了汝城盆 地形成于区域陆内同造山构造环境的认识。

5 讨 论

湘东南及湘粤赣边区燕山早期花岗岩类大量发 育, 笔者通过近约70个同位素年龄数据统计, 表明该 期花岗岩的具体侵位时代约为 $174 \sim 135 \,\mathrm{Ma}^{[28]}$, 即 中侏罗世早期一晚侏罗世,与陈培荣等的研究结 论[17] 基本一致。区内燕山早期花岗岩体一般均无 明显的主动侵位定向组构发育,亦未见同侵位挤压 剪切构造形迹;大多位于断裂(带)中,且岩体长轴方 向与断裂走向一致,显示出岩体沿张性断裂充填的 就位机制。燕山期花岗岩体中一般均发育大量的暗 色铁镁质微粒包体,如千里山岩体、骑田岭岩体等; $\epsilon N d(t)$ 值为 $-6.14 \sim -9.8$,比典型的华南壳源型 花岗岩明显偏高: TDM 多在1.22~1.76Ga之间,比 起华南中生代花岗岩的背景TDM 值(1.7~1.8Ga) 明显偏低。上述均暗示燕山早期花岗岩在形成过程 中地幔物质的明显加入、壳幔相互作用及拉张伸展 构造环境。王岳军等研究湘东南宝山与水口山侏罗 纪花岗闪长质小岩体(172~173Ma)的地球化学特 征后,也认为其形成也与中生代早期岩石圈的伸展-减薄作用相关¹。为了判别伸展体制究竟为后造 山拉张还是板内裂谷拉张,笔者对区内燕山早期近 20个花岗岩体分别进行了仔细的构造环境判别,发 现在 Maniar 和 Piccoli 提出的多组主元素构造环境 判别图解^[36]中,以及 Pearce et al.的微量元素构造 环境判别图解[37]中.大多显示为"后造山"环境而不 是"大陆裂谷"环境,如骑田岭岩体^[38]、宝峰仙岩体 等^[39],与蔡明海等对桂西北丹池成矿带花岗岩的研 究结论^[40]相一致。

由上可见, 湘东南及湘粤赣边区燕山早期早阶 段(早侏罗世一中侏罗世初)为陆内同造山构造环 境, 以汝城盆地等侏罗纪盆地为主要表征要素; 燕山 早期晚阶段(中侏罗世早期一晚侏罗世)为后造山伸 展构造环境, 以大规模后造山花岗质岩浆活动为主 要表现。鉴于这一发展过程是地球动力学发展的一 般规律, 因此汝城盆地性质及其形成构造环境的确 定, 对燕山早期花岗岩形成于后造山构造环境的认 识是一种有力的佐证; 同时, 燕山早期花岗岩类形成 于后造山构造环境的结论, 又进一步证明了汝城盆 地形成于区域陆内同造山构造环境。

前人常常基于沉积岩、火山岩、花岗岩类、构造 变形等地质要素组合中某一种要素对华南燕山早期 构造环境进行研究,但由于不同阶段具有不同性质 的地质要素组合,或某一地质要素只在燕山早期的 某一阶段表现(时限性),因此研究得出的结论可能 存在时间上以偏概全的问题。如当前多借助花岗岩 类研究燕山早期构造环境,并得出了华南燕山早期 为陆内造山以后的区域伸展拉张构造环境(后造山 或非造山)的结论^[7~11, 15~18, 24~26].但陈陪荣等研 究表明南岭燕山早期后造山花岗岩年代为180~ 140M a^[17], 那么在此之前的侏罗纪早期(205~ 180M a) 花岗岩并不发育的长达25M a时间内的构造 环境又如何?显然不能将其简单等同于后来花岗岩 大规模侵位的构造环境而得出后造山[15~17] 或板内 非造山裂谷^{8,18]} 拉张环境的结论。又如傅昭仁等 根据湘赣边区侏罗纪陆相盆地构造样式等研究认 为,整个侏罗纪时期为汇聚走滑造山环境²⁹,但由 干陆相盆地只发育干侏罗纪早期,因此该结论所涵 盖的时间显然较相关地质事件的时限偏长。笔者对 湘东南地区燕山早期多种地质要素进行统筹研究, 得出早、晚阶段具有不同构造环境的认识.对研究华 南地区燕山早期构造环境及中生代构造演化无疑具 有一定的启示意义。

6 结 论

(1)湘东南汝城盆地为一早侏罗世一中侏罗世 初的陆相盆地。下侏罗统心田门组和高家田组主要 为内陆湖泊一沼泽相碎屑岩沉积,夹有明显受地壳 混染并具低钾高钠特征的板内拉斑玄武岩,表明早 侏罗世汝城盆地为同造山上隆伸展裂陷盆地。中侏 罗世初期千佛岩组与下伏高家田组为平行不整合接 触关系;千佛岩组具类磨拉石沉积特征,局部含高家 田组玄武质火山碎屑;盆地中地层呈西倾单斜式,且 盆地东面较西面岩层产状稍陡,盆地西缘为逆断裂 所压覆等,表明中侏罗世初期汝城盆地为受盆地西 缘断裂控制的山前冲断挤压收缩盆地。无论早期伸 展阶段还是后期冲断挤压阶段,均为陆内同造山构 造环境。

(2)根据湘东南及湘粤赣边区中侏罗世早期一 晚侏罗世发育大量后造山花岗岩类,结合汝城盆地 等侏罗纪盆地、同期玄武岩岩等分析,得出燕山早期 早阶段(早侏罗世一中侏罗世初)为陆内同造山构造 环境,燕山早期晚阶段(中侏罗世早期一晚侏罗世) 为后造山伸展构造环境的新认识。这一以多种地质 要素相结合的研究方法,有助于消除以单一构造要 素研究华南地区中生代构造演化及燕山早期构造环 境的局限性。

参考文献:

- HIDE D. The evolution of Western Pacific plate and its margin
 [J]. Tectonophysics, 1977, 38: 115-165.
- [2] 郭令智, 施央申, 马瑞士. 西太平洋中生代活动大陆边缘和岛 弧构造的形成及演化[J]. 地质学报, 1983, (1): 11-21.
- [3] JAHN B M, ZHOU X H, LI J L. Formation and tectonic evolution of southeastern China and Taiwan: Isotopic and geochemical constraints [J]. Tectonophysics, 1990, 183: 145-160.
- [4] LAPIERRER H, JAHN B M, CHARVET J et al. Mesozoic felsic arc magmatism and continental olivine tholeiites in Zhejiang Province and their relationship with the tectonic activity in southeastern China [J]. Tectonophysics, 1997, 274, 321-338.
- [5] 殷鸿福, 吴顺宝, 杜远生, 等. 华南是特提斯多岛洋体系的一部分[J]. 地球科学, 1999, 24(1): 1-12.
- [6] 王鸿祯,杨森楠,李思田.中国东部及邻区中、新生代盆地发育 及大陆边缘区的构造发展[J].地质学报,1983,(3):213-223.
- [7] 王岳军,范蔚茗,郭锋,等.湘东南中生代花岗闪长质小岩体的 岩石地球化学特征[J].岩石学报.2000,17(1).169-175.
- [8] 陈志刚,李献华,李武显,等. 赣南全南正长岩的 SHRIMP 锆石
 U-Pb 年龄及其对华南燕山早期构造背景的制约[J]. 地球化学, 2003, 32(3): 223-229.
- [9] 李献华,周汉文,刘颖,等. 桂东南钾玄质侵入岩带及其岩石学 和地球化学特征[J].科学通报,1999,44(18):1992-1998.
- [10] 朱金初,黄革非,张佩华,等.湖南骑田岭岩体菜岭超单元花 岗岩侵位年龄和物质来源研究[J].地质论评,2003,49(3): 245-252.
- [11] 王岳军,范蔚茗,郭锋,等. 湘东南中生代花岗闪长岩锆石 U-Pb 法定年及其成因指示[J].中国科学(D辑),2001,31(9): 745-751.
- [12] 贾大成,胡瑞忠,卢焱,等.湘南汝城盆地火山岩岩石地球化

学及其成因意义[J]. 矿物岩石, 2003, 23(2): 49-54.

- [13] 贾大成,胡瑞忠,卢焱.湘东南汝城盆地火山岩的元素地球化学及源区性质讨论[J].现代地质,2003,17(2):131-136.
- [14] 赵振华,包志伟,张伯友.湘南中生代玄武岩类地球化学特征
 [J].中国科学(D辑),1998,28(增刊):7-14.
- [15] 陈培荣,章邦桐,孔兴功,等.赣南寨背A型花岗岩体的地球 化学特征及其构造地质意义[J].岩石学报,1998,14(3):289
 - 298.
- [16] 范春方,陈培荣.赣南陂头A型花岗岩的地质地球化学特征 及其形成的构造背景[J].地球化学,2001,29(4):358-366.
- [17] 陈培荣,华仁民,章邦桐,等.南岭燕山早期后造山花岗岩类:
 岩石学制约和地球化学动力学背景[J].中国科学,2002,32
 (4):279-289.
- [18] 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.
- [19] 陈培荣, 孔兴功, 倪琦生, 等. 赣南燕山早期双峰式火山-侵入 杂岩厘定和意义[J]. 地质论评, 1999, 45(增刊): 734-741.
- [20] 陈培荣, 孔兴功, 王银喜, 等. 赣南燕山早期双峰式火山-侵入 杂岩的 Rb-Sr同位素定年及意义[J]. 高校地质学报, 1999, 5
 (4): 378-383.
- [21] 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SrNb同位素地球化学[J].地球 化学,2001,30(1):57-65.
- [22] 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.岩石学和同位素地质年代学[J].地球化学, 2000,29(6):513-520.
- [23] 孔兴功,陈培荣,章邦桐. 江西南部白面石-东坑盆地A型火山 岩的确定及地质意义[J]. 地球化学, 2000, 29(6):521-524.
- [24] 包志伟,赵振华,熊小林.广东恶鸡脑碱性正长岩的地球化学 及其地球动力学意义[J].地球化学,2000,29(5):462-468.
- [25] 王强,赵振华,熊小林,等.华南绍兴恩平富碱侵入岩带的厘
 定及其动力学意义初探[J].地球化学,2002,31(5):433-442.
- [26] 邱瑞照,邓晋福,蔡志勇,等.湖南香花岭 430 花岗岩体 Nd 同 位素特征及岩石成因[J].岩石矿物学杂志,2003,22(1):41-

46.

- [27] 王岳军,廖超林,范蔚茗,等.赣中地区早中生代 OIB 碱性玄 武岩的厘定及构造意义[J].地球化学,2004,33(2):109-117.
- [28] 柏道远,黄建中,刘耀荣,等.湘东南及湘粤赣边区中生代地 质构造发展框架的厘定[J].中国地质,2005,32(4):557-570.
- [29] 傅昭仁,李紫金,郑大瑜.湘赣边区 NNE 向走滑造山带构造 发展样式[J].地学前缘,1999,6(4):263-272.
- [30] 李建威,李先福,李紫金,等.走滑变形过程中的流体包裹体研究——以湘东地区为例[J].大地构造与成矿,1999,23(3): 240-247.
- [31] 李先福,晏同珍,傅昭仁. 湘东一赣西 NNE 向走滑断裂与地 震、地热的关系[J]. 地质力学学报, 2000, 6(4): 73-78.
- [32] 杜天乐. 地幔流体与玄武岩及碱性岩岩浆成因[J]. 地学前缘, 1998,5(3): 145-156.
- [33] 邓晋福,苏尚国,赵国春,等.华北燕山造山带结构要素组合
 [J].高校地质学报,2004,10(3):315-323.
- [34] 庄锦良,刘钟伟,谭必祥,等.湘南地区小岩体与成矿关系及
 隐伏矿床预测[J].湖南地质,1988,(增刊第4号):1-98.
- [35] 和政军, 王宗起, 任纪舜. 华北北部侏罗纪大型推覆构造带前缘盆地沉积特征和成因机制初探[J]. 地质科学, 1999, 34(2): 186-195.
- [36] MANIAR P D, PICCOLI P M. Tectonic discrimination of granitoids [J]. Geol. Soc. Am. Bull., 1989, 101: 635-643.
- [37] PEARCE J A, HARRIS N B W, TINDLE A G. Trace element discrimination diag rams for the tectoric interpretation of granitic rocks [J]. The Journal of Petrology 1984, 25(4): 956-983.
- [38] 柏道远,陈建超,马铁球,等.湘东南骑田岭岩体 A 型花岗岩 的地球化学特征及其构造环境[J].岩石矿物学杂志,2005,24 (4):255-272.
- [39] 江西根,柏道远,陈建超,等.湘东南宝峰仙地区燕山早期花 岗岩地球化学特征及其构造环境[J].大地构造与成矿学, 2006, 30(1),待刊.
- [40] 蔡明海,梁婷,吴德成,等.桂西北丹池成矿带花岗岩地球化 学特征及其构造环境[J].大地构造与成矿学,2004,28(3): 306-313.

The nature of the Rucheng Basin in southeastern Hunan and its significance to the tectonic setting of South China during the early Yanshanian

BAI Dao-yuan¹, WANG Yong-qing², WANG Xian-hui¹, MA Tie-qiu¹, ZHANG Xiao-yang¹ (1. Hunan Institute of Geological Survey, Xiangtan 411100, Hunan, China; 2. No. 413 Geological Party, Hunan Bureau of Geology and Mineral Resources, Changde 415000, Hunan, China)

Abstract: The Rucheng Basin in southeastern Hunan is believed to be an Early Jurassic—early Middle Jurassic continental basin. The Lower Jurassic Xintianmen Formation and Gaojiatian Formation are built up of the

continental lacustrine-marsh clastic deposits intercalated with low-K and high-Na within-plate tholeiite contaminated by the Earth's crust, indicating that the basin is a synorogenic uplifted extensional rift basin during the Early Jurassic. Till the earliest Middle Jurassic, there existed a parallel unconformity between the Qianfoya Formation and its underlying Gaojiatian Formation. The molasse-like deposits occur in the low er part of the Qianfoya Formation, while the Gaojiatian Formation basaltic volcaniclastics appear locally in the upper part. These strata are west-leaning and monoclinal. The thrust faults are arranged along the western margin of the basin. This implies that the basin was once a compressional basin formed in an orogenic tectonic setting during the earliest Middle Jurassic. The integration of the Mesozoic tectonic framework and occurrence of the early Yanshanian post-orogenic granites shows that southeastern Hunan and Hunan-Guangdong-Jiangxi border areas were assigned to an intracontinental synorogenic tectonic setting during the Early Jurassic and earliest Middle Jurassic, and a post-orogenic tectonic setting during the early Middle Jurassic and earliest Middle Jurassic. The approaches of the nature of the basin will be significant to the research of the Mesozoic tectonic evolution in southern China. **Key words:** Rucheng Basin; early Yanshanian; tectonic setting; southeastern Hunan; southern China

高喜马拉雅板块的槽流和韧性喷出: 以锡金喜马拉雅 Kangchenjunga-Darjeeling 剖面为例

锡金西部和孟加拉北部的高喜马拉雅变质层序 Kangchenjunga-Darjeeling 剖面, 是一个厚约 15~20km、向南喷出的韧性槽,其以藏南折离和主中央冲断层之间的韧性剪切带为界。在Yoksam-Kangchenjunga 剖面,整个岩块由混合岩或淡色花岗岩岩片组成。淡色花岗岩巨大的岩床, 或近水平状到略北倾的岩片组成整个 Kangchenjunga 地块,并西延到 Jannu。剪切方向标志显示 出纯剪切扁平组构和非共轴向南的单一剪切组构。在 Singalila 山脊和 Darjeeling 飞来峰南缘一 带可见充填了熔融物质的槽的熔融壳,已证实呈由夕线石-钾长石级向下经蓝晶石和十字石至石 榴子石-黑云母级的倒转的变质等变线。作者根据野外构造观察和利用约束北部近地表构造的 INDEPTH 地震剖面,对锡金喜马拉雅陆壳结构进行解释。由于藏南之下中陆壳的流变作用强 烈,夕线石级片麻岩内广泛的熔融作用在中新世期间触发了突然而快速的韧性喷出。淡色花岗 岩熔融体润滑了剪切带,驱使热量朝地表转移。随着逆冲到低喜马拉雅,当淡色花岗岩熔融体 开始冷却,韧性喷出便告结束。由于淡色花岗岩的喷出主要是水平,而非垂直状的,再由于藏南 折离系正向剪切带角度非常小、倾向北,因此减压溶融作用不是淡色花岗岩的成因。在地壳内 如此浅处发生如此广泛的溶融作用的热源,不能仅仅用印度板块元古沉积物中具有高放射性原 岩来解释。淡色花岗岩、混合岩及变质等变线的分布和几何形态,与其西面的珠穆朗玛峰-马卡 鲁剖面和亚-Gulu 裂谷以东的不丹剖面相吻合。因此, 用槽流模式对 Kangchenjunga-Darjeeling 剖面进行解释是可行的。

摘编自 Journal of Asian Earth Sciences, 2005 (1): 173-185