

文章编号: 1006-6616 (2012) 02-0165-13

# 湘中南晋宁期和加里东期 构造线走向变化成因

柏道远<sup>1</sup>, 贾宝华<sup>2</sup>, 钟响<sup>1</sup>, 贾朋远<sup>1</sup>, 刘耀荣<sup>1</sup>

(1. 湖南省地质调查院, 长沙 410011;

2. 湖南省地质矿产勘查开发局, 长沙 410011)

**摘要:** 湘中南晋宁期和加里东期构造线走向横向上存在显著变化, 通道—溆浦—安化—桃江一线晋宁期与加里东期构造线呈向北西凸出的弧形弯曲; 湘东浏阳—川口一带晋宁期构造线自北而南由东西向转为北东—北北东向, 加里东期构造线在湘南九嶷山地区和彭公庙—汝城一带为东西向, 在都庞岭—塔山隆起带以及高挂山—关帝庙隆起带呈北东—北北东向, 在湘中大乘山—龙山一带呈东西向。地质与地球物理资料显示湖南境内钦杭结合带与扬子陆块分界可能沿南桥—新化—隆回—苗儿山一线, 自东向西由东西向转为北北东向; 与华夏陆块分界可能沿川口—常宁—双牌一线, 呈北东向。通过与区域挤压应力方向结合, 上述构造边界走向可以较好地解释湘中南地区晋宁期和加里东期构造线方向的若干横向变化特征。

**关键词:** 晋宁运动; 加里东运动; 构造线走向变化; 成因机制; 板块边界; 湘中南中图分类号: P542 文献标识码: A

## 0 引言

湘中南地区(本文指保靖—平江一线以南地区)晋宁期(武陵期)、加里东期和印支—早燕山期等多个阶段构造线的走向在横向上具显著变化, 其中部分变化的成因前人有过探讨<sup>[1-6]</sup>, 而更多变化尚未有过合理的成因解释。

作为扬子与华夏陆块拼接带的钦杭结合带, 长期以来一直是华南大地构造研究的重点。萍乡以东的钦杭结合带东段(浙赣段)物质记录总体上较为清楚<sup>[7-8]</sup>; 但钦杭结合带西南段(湘桂段)因后期沉积的叠覆而缺乏明确的物质记录, 该带在湖南境内的走向因此存在茶陵—郴州断裂<sup>[9-12]</sup>、长沙—浏阳—桃江—城步<sup>[13]</sup>、萍乡—安仁—安化—黔阳—广西融安<sup>[14]</sup>等多种看法。笔者等基于地质与地球物理资料研究, 认为湖南境内钦杭结合带与扬子陆块分界可能沿南桥—新化—隆回—苗儿山一线, 自东向西由东西向转为北北东向; 与华夏陆块分界可能沿川口—常宁—双牌一线, 呈北东向<sup>[15]</sup>。

本文从块体边界制约和影响构造线走向的地质概念出发, 通过钦杭结合带及其构造边界

收稿日期: 2011-10-09

基金项目: 中国地质调查局“湖南1:250000武冈市和永州市幅区调修测”项目及“中国地质构造区划综合研究与区域地质志修编”项目(1212010811032)联合资助

作者简介: 柏道远(1967-), 男, 研究员级高工, 长期从事区域地质调查与基础地质研究。E-mail: daoyuanbai@sina.com

的走向重点对湘中南晋宁期和加里东期构造线的某些空间变化特征给予动力学解释,同时也从构造变形的角度为软杭结合带构造边界的进一步探索提供信息。

## 1 研究区地质背景

研究区北部为弧形展布的雪峰造山带,晚中生代沅麻盆地和洞庭盆地叠覆其上;南部属赣湘桂古生代盆地,叠加有衡阳、攸县、茶永(茶陵—永兴)等白垩纪—古近纪盆地(见图1)。区内经历了晋宁(武陵)、雪峰、加里东、印支、燕山和喜马拉雅等多阶段构造演化过程,形成了复杂的地层、岩浆岩及地质构造面貌。

新元古代晋宁期(武陵期)研究区北部属扬子活动陆缘,形成了冷家溪群沉积碎屑岩夹火山岩建造。晋宁末期的弧—陆碰撞(武陵运动)造成冷家溪群褶皱及其与板溪群之间的角度不整合,晋宁后期的俯冲和碰撞作用还于雪峰造山带形成了分布局限、面积很小的新元古代花岗岩体<sup>[16]</sup>(见图1)。新元古代雪峰期至奥陶纪先后为裂谷盆地和被动大陆边缘盆地<sup>[17~18]</sup>,沉积了板溪群砂、泥质夹火山建造及南华系—奥陶系砂、泥质夹有少量碳酸盐和硅质建造。志留纪城步—涟源—长沙一线以西(北)为前陆盆地,形成一套砂、泥质沉积,而该线以东(南)则遭受剥蚀。志留纪末的加里东运动造成湘中南地区板溪群—志留系的全面褶皱,并引发一期强烈的花岗质岩浆活动,相关岩体主要围绕湘中晚古生代盆地展布(见图1)。

泥盆纪—中三叠世研究区为陆表海环境,形成一套碳酸盐岩为主、碎屑岩为辅并夹少量硅质岩的沉积。中三叠世晚期的陆内挤压造山活动(印支运动)造成泥盆系—中三叠统的全面褶皱,尔后于应力松弛条件下形成印支期(主要为晚三叠世)后碰撞花岗岩<sup>[19~20]</sup>。晚三叠世—中侏罗世发育类前陆盆地或伸展盆地,盆地中充填陆相碎屑含煤建造。中—晚侏罗世(晚侏罗世为主)可能受深部岩石圈拆沉与伸展减薄作用控制<sup>[19~20]</sup>,形成大量花岗岩体。白垩纪—古近纪为陆内伸展环境,形成众多规模不等的断陷盆地,盆地内形成陆相红色碎屑建造。

## 2 湘中南晋宁期和加里东期构造线展布特征

### 2.1 晋宁期构造线展布特征

晋宁运动造成冷家溪群的褶皱,同时伴生强烈的同走向轴面劈理。晋宁期构造线走向在不同构造部位具显著变化。在文家市—城步汇聚带西北面的江南造山带,构造线总体呈向北西凸出的弧形展布:从芷江地区和官庄西南面出露的冷家溪群来看,新化—城步以西地区晋宁期构造线呈北东向;北部官庄—益阳一带以及东部长沙—文家市一带构造线呈东西向。在软杭结合带内,晋宁期构造线自北而南由东西向逐渐转为近南北向:浏阳—株洲一带总体呈东西向,丫江桥岩体以西转为北东—北北东向,再往南至川口一带呈近南北向(见图1)。

### 2.2 加里东期构造线展布特征

在彭公庙岩体以南的湘东南地区,由南华系—奥陶系组成的加里东褶皱(构造线)走向总体上显示为近东西向—北西西向(见图1、图2);同走向轴面劈理发育。由于后期断裂破坏以及印支期北北东向隔槽式褶皱横跨叠加<sup>[21]</sup>,加里东期褶皱地表延伸规模一般不大。褶皱大多为轴面直立—斜歪的水平中常—紧闭线状,轴面倾角一般为 $0^{\circ}$ — $20^{\circ}$ ;枢纽一般近

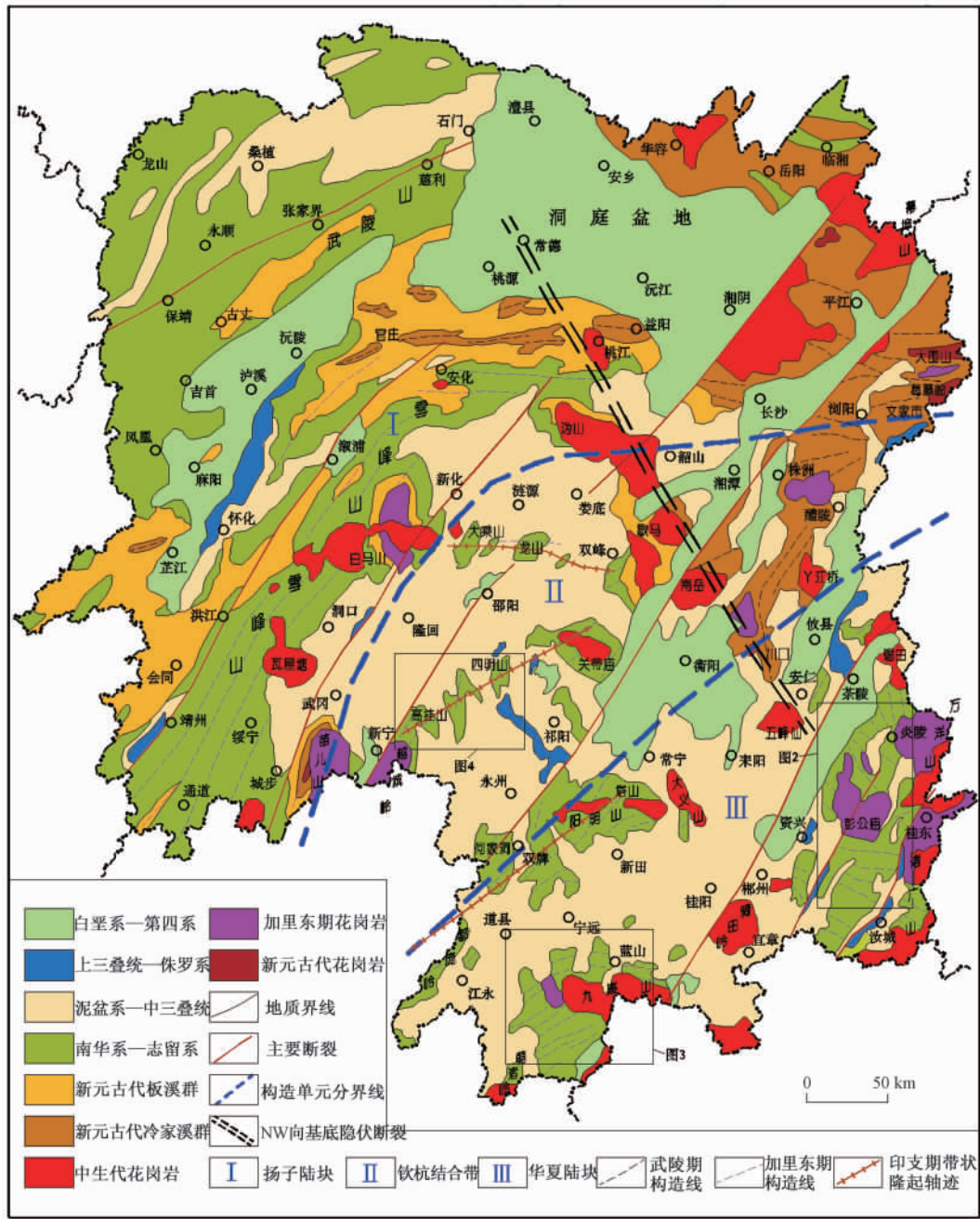


图 1 区域地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of the study area

水平，部分褶皱枢纽由于印支期北北东向背斜叠加向两侧倾伏；翼间角为  $15^{\circ}$ — $70^{\circ}$ 。岩层产状陡倾，倾角一般为  $50^{\circ}$ — $75^{\circ}$ ，产状大多正常，少部分倒转而组成倒转褶皱。不同规模褶皱横向上连续发育，组合成更大规模的阿尔卑斯型复式褶皱。值得指出的是，中生代褶皱叠加对加里东期构造线产生了一定影响，如龙溪—南洞一带形成穹状褶皱，彭公庙岩体东南侧岩层总体呈北北东走向等。

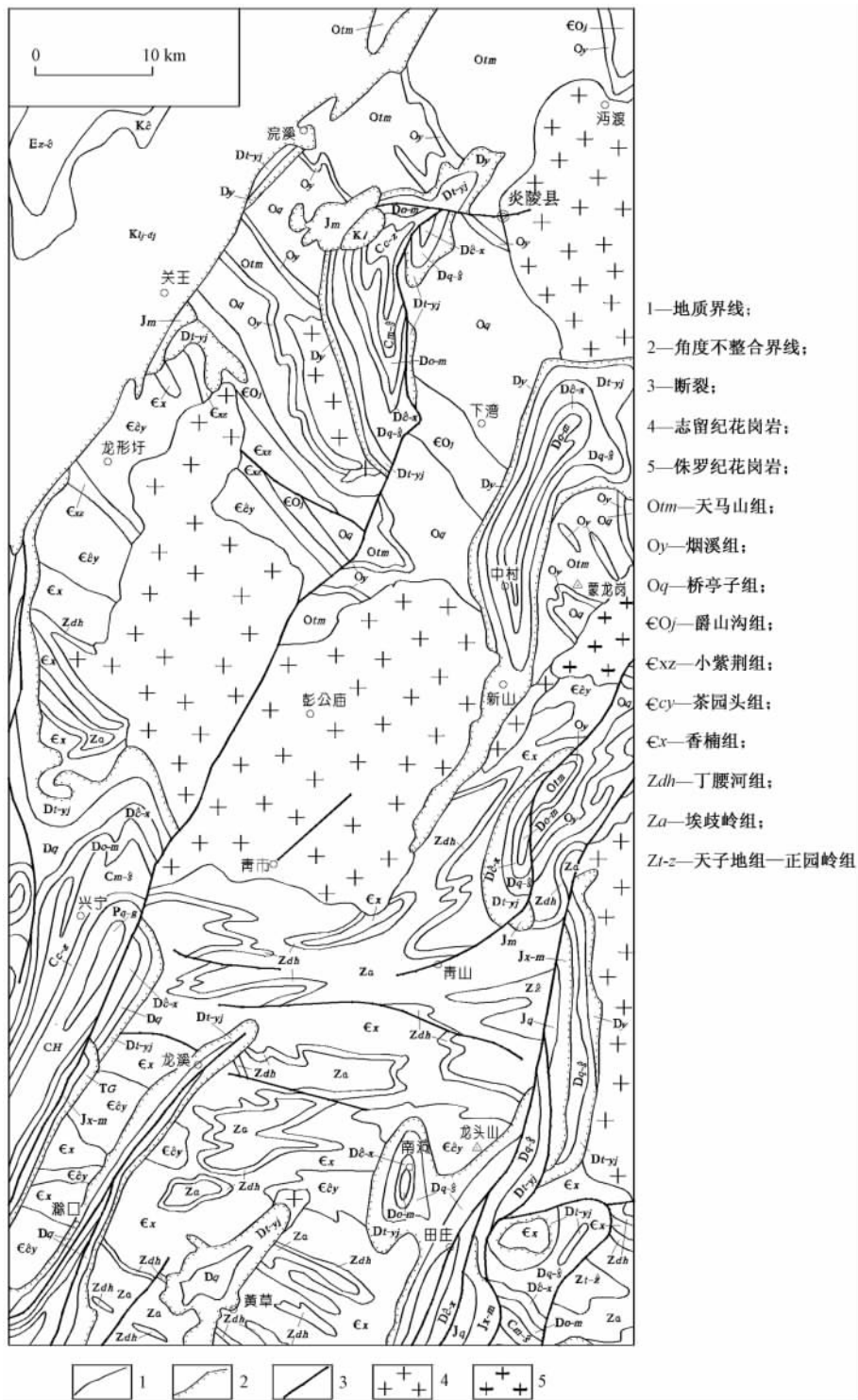


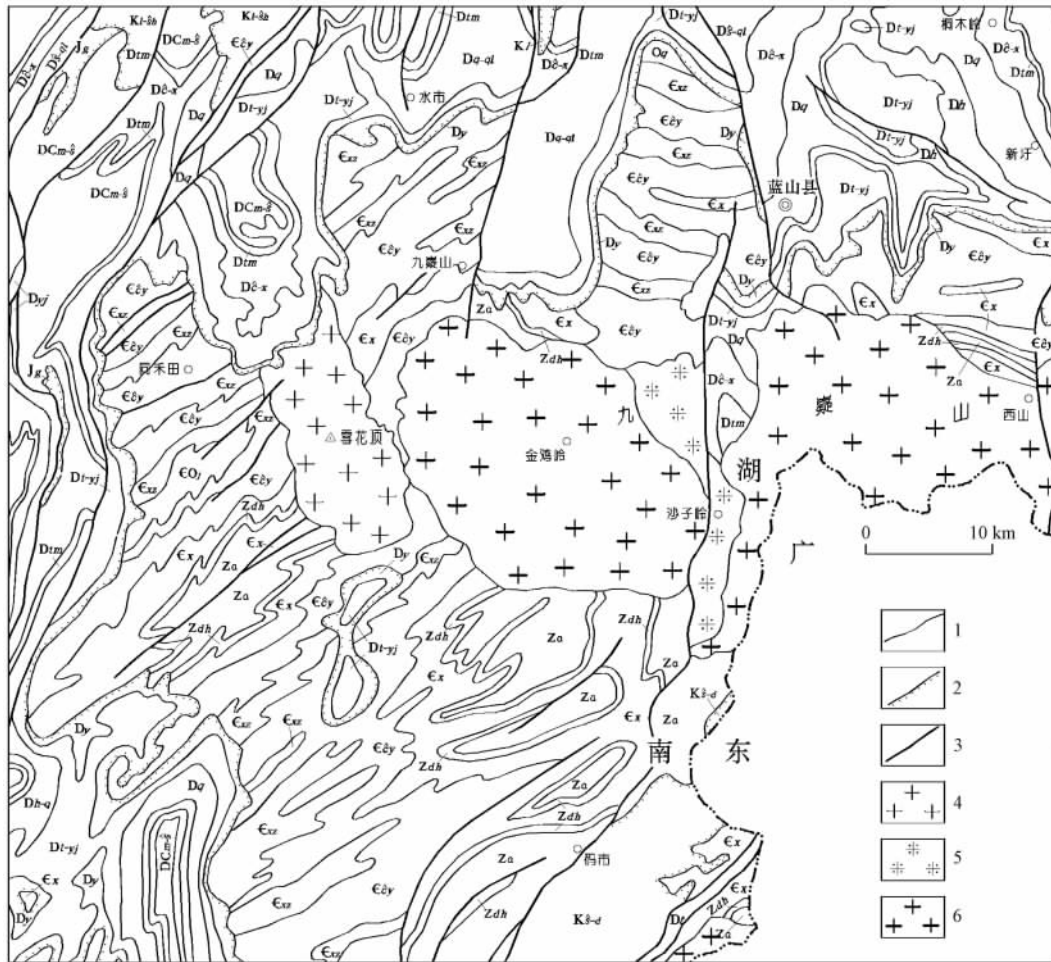
图2 炎陵—黄草地区地质略图 (据 1:500000 湖南省地质图, 略修改)

Fig. 2 Geological sketch map of Yanling-Huangcao area

彭公庙岩体西侧, 加里东期褶皱 (或构造线) 走向转为北西向, 再往北至岩体北面进一步转为北北西向 (见图 1、图 2)。该地区褶皱为中常—紧闭线性连续褶皱, 岩层产状较

陡，倾角一般 55°—80°，翼间角多在 20°—60° 之间。褶皱轴面大多近直立，部分为轴面倾向北东的倒转褶皱。背、向斜发育程度相近，构成阿尔卑斯型褶皱组合样式。

在湘南九嶷山隆起带大面积出露前泥盆纪地层，并发育连续的加里东期褶皱（见图 1）。九嶷山岩体北面蓝山县一带由震旦系—奥陶系组成的加里东褶皱走向为东西向，岩体南面以东西向—北东东向为主（见图 1、图 3），但在岩体西面和西北面构造线呈北东东向—北东向。结合中生代构造运动背景考虑，九嶷山隆起区加里东期构造线的初始走向总体应为岩体北面和南面所显示的东西向，岩体西面和西北面的北东东向—北东向很可能与印支期北北东向褶皱叠加改造以及燕山早期区域北北东向左旋走滑牵引旋转<sup>[3-6]</sup>有关。



1—地质界线；2—角度不整合界线；3—断裂；4—志留纪花岗岩；5—三叠纪花岗岩；6—侏罗纪花岗岩；  
 Otm—天山组；Oy—烟溪组；Oq—桥亭子组；Oj—爵山沟组；Exz—小紫荆组；Ecy—茶园头组；  
 Ex—香楠组；Zdh—丁腰河组；Za—埃歧岭组；Dt-z—天子地组—正园岭组

图 3 九嶷山隆起区地质略图（据 1:500000 湖南省地质图，略修改）

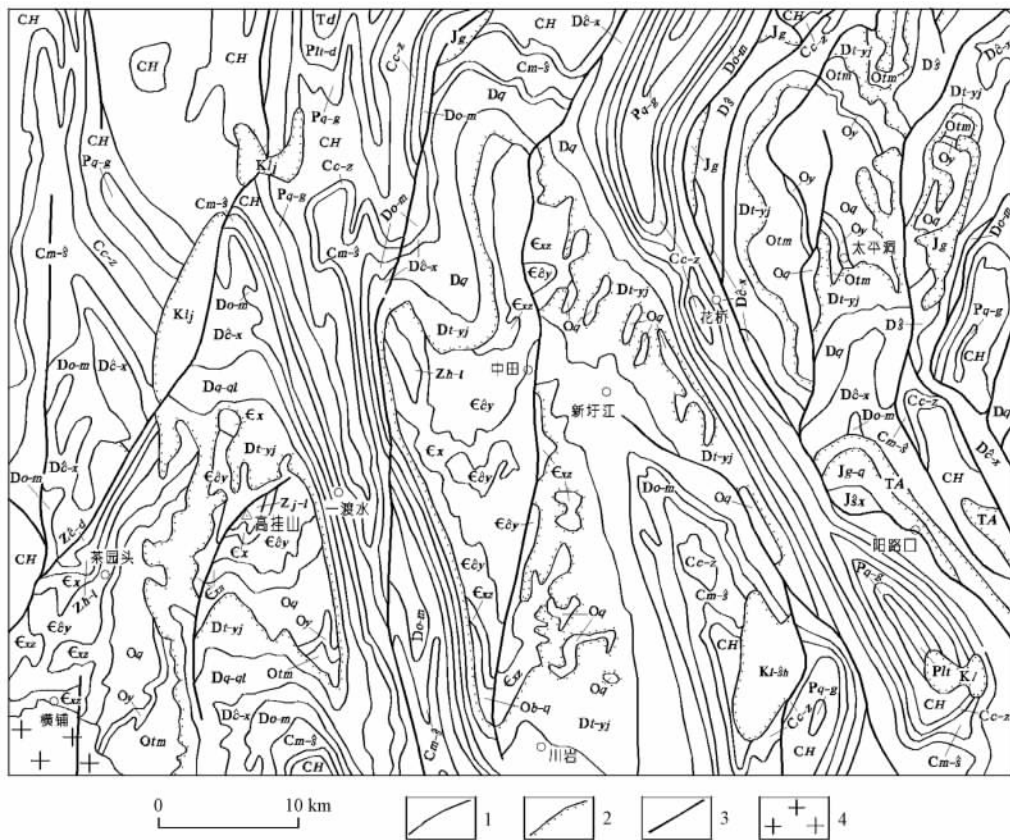
Fig. 3 Geological sketch map of Jiuyishan uplift

自九嶷山隆起区往北西，都庞岭—双牌—塔山北东向隆起带发育前泥盆纪地层，由其组成的加里东期构造线呈北东向—北北东向（见图 1）。

再往北为高挂山—牛头寨—四明山—关帝庙北东向串珠状隆起（见图 1），各隆起内发



育前泥盆纪地层及其组成的加里东期褶皱。该串珠状隆起带处于区域中生代南北向祁阳弧形构造带内<sup>[3]</sup>，其中西南段的高挂山和牛头寨（中田）隆起位于祁阳弧的南翼，而四明山（太平洞）隆起位于弧顶稍偏南（见图4）。高挂山隆起、牛头寨隆起及四明山隆起之间为泥盆系一二叠系组成的北北西向一渡水向斜和花桥向斜，泥盆系与下古生界之不整合面亦同步卷入褶皱。各隆起与向斜组成连续的隔槽式褶皱，表明前泥盆纪褶皱基底卷入了印支—早燕山期构造变形。由于中生代褶皱变形的叠加改造，前泥盆纪地层的走向变化较大，显示的褶皱形态与位态也较复杂，加之晚古生代地层掩盖影响了前泥盆系出露的连续性，使得加里东期褶皱或构造线的走向表现不够清晰。尽管如此，根据岩层的优势走向、劈理产状并考虑不同期次构造叠加因素，仍可确定加里东期构造线总体呈北东向—北北东向，具体如：①西南部的茶园头背斜西北翼被断裂破坏，东南翼岩层走向为北东—北北东向，且同走向的轴面劈理发育，翼部小紫荆组和桥亭子组沿此方向较稳定延伸达20 km以上，当可代表先期加里东期构造线走向；②高挂山一带下古生界组成的背斜尽管被西北侧断裂破坏，但褶皱总体展布方向及东南面构造线走向仍较清楚地显示为北东向，且同走向劈理发育，说明加里东期构造线为北东向，岩层沿走向往西转为近东西向，当与中生代褶皱叠加导致先期褶皱枢纽倾伏有关；③在牛头寨隆起区，中田及其北侧小紫荆组和茶园头组沿北北东向较稳定延伸



1—地质界线；2—角度不整合界线；3—断裂；4—三叠纪花岗岩；Otm—天马山组；Oy—烟溪组；Oq—桥亭子组； $\epsilon_{xz}$ —小紫荆组； $\epsilon_{cy}$ —茶园头组； $\epsilon_x$ —香樟组；Zh-l—洪江组—留茶坡组；Zc-d—长安组—大塘坡组

图4 高挂山—太平洞地区地质略图（据1:500000湖南省地质图，略修改）

Fig. 4 Geological sketch map of Gaoguashan-Taipingdong area

达约 20 km, 应代表早期加里东期构造线走向, 西北部以洪江组—留茶坡组为核部的北北西向小规模背斜显然与中生代北北西向褶皱叠加有关; ④ 在四明山(太平洞)隆起区, 前泥盆纪地层中劈理走向多为北北东向, 暗示加里东期构造线方向为北北东向, 不过由于断裂破坏及上古生界对翼部地层的掩盖, 加里东期北东向褶皱形迹表现并不清楚, 由烟溪组走向显示的褶皱走向为北北西向, 应与中生代北北西向褶皱叠加有关。

湘中大乘山—龙山东南向隆起带加里东运动中已具雏形, 以致晚古生代表现为东西向水下隆起<sup>[22]</sup>, 由此推断该带加里东期构造线呈东西向。

在雪峰造山带东南缘的通道—溁浦—安化—桃江一线, 由南华系—志留系褶皱显示的加里东期构造线呈北北东→北东→东西向的弧形偏转, 与文家市—城步汇聚带走向一致(见图1)。

### 3 基于板块边界的构造线方向横向差异成因

一般而言, 挤压造山事件所形成构造线的走向主要与两个因素有关, 一是构造块体的运动方向及相应的区域挤压应力场方向, 其与构造线的走向垂直; 二是不同力学性质构造块体的空间关系构成的复杂边界条件, 尤其是刚性块体边界对邻侧构造形迹的走向具有明显的控制作用, 通常使构造线与块体边界趋于一致。钦杭结合带湖南段在晋宁期(武陵期)为大洋盆地, 晋宁运动中该盆地很可能并未关闭, 导致其后的雪峰期—早古生代巨厚沉积叠覆在先期残留洋盆之上<sup>[16]</sup>。显然, 这一地质背景会导致钦杭结合带的中上地壳在历次构造运动中表现出相对软弱的力学性质, 而两侧的扬子陆块和华夏陆块则为强度更高的刚性块体。由此推测, 扬子陆块东南边界和华夏陆块西北边界的走向, 亦即钦杭结合带的边界走向, 将对晋宁运动和加里东运动中区域构造线的走向变化起到一定的控制作用。有鉴于此, 本文尝试通过钦杭结合带构造边界(汇聚带)的走向, 对上述湘中南晋宁期和加里东期构造线走向的空间变化特征给予解释。

#### 3.1 扬子与华夏陆块汇聚带边界

正如文首所述, 钦杭结合带西南段(湘桂段)由于后期巨厚沉积的掩盖而缺乏明确的物质记录, 使得其位置和走向难有定论。考虑到晋宁运动后存在残留洋盆<sup>[16]</sup>, 并参考前人提出的自宜春进入湖南后经衡阳、永州至北部湾<sup>[23]</sup>以及长沙—浏阳—城步<sup>[13]</sup>等观点, 本文认为湖南境内钦杭结合带实际为一具有较大宽度的过渡带, 其与扬子陆块分界(西北边界)可能沿文家市—新化—隆回—苗儿山一线, 自东向西由东西向转为北北东向; 与华夏陆块分界(东南边界)可能沿川口—常宁—双牌一线, 呈北东向。以下将西北边界和东南边界分别称为文家市—城步汇聚带和川口—双牌汇聚带。

这一认识还有以下地质与地球物理信息的支持: ① 该过渡带为一总体呈北东走向的岩石圈俯冲楔形带, 具体表现为低阻低速带及地幔岩石圈增厚带<sup>[13]</sup>, 其西北和东南两侧陡倾的岩石圈低阻带即壳幔韧性剪切带在秀山—永新电阻率断面图(据李立, 未发表资料)中表现清楚, 可以解释为钦杭结合带与扬子陆块和华夏陆块之间的俯冲碰撞拼接带; ② 浏阳文家市一带晋宁期蛇绿岩套残片及东西向韧性剪切带<sup>[24~25]</sup>, 文家市北面具典型 N-MORB 特性的南桥玄武岩<sup>[25]</sup>, 再向北与陆缘挤压有关的新元古代葛藤岭岩体和长三背岩体等, 暗示钦杭结合带的北部边界自南桥一带经过。湘西南的城步地区晋宁运动末期为岛弧并形成锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 806 Ma 左右的具岛弧环境特征花岗岩<sup>[16]</sup>, 暗示东侧即为华南洋, 因此钦杭结合带的西部边界很可能从东侧的苗儿山一带经过; ③ 川口—双牌汇聚带明显控制了南

华系—寒武系的沉积作用, 两侧岩性特征迥异<sup>[27]</sup>; ④ 奥陶纪开始华夏古陆向北西逐渐推覆<sup>[28~29]</sup>, 使文家市—城步汇聚带成为志留前陆盆地边界, 其东南面缺失志留纪沉积, 而西北面发育一套巨厚的类复理石沉积<sup>[27]</sup>。

### 3.2 晋宁期构造线变化成因

晋宁期构造线在文家市—城步汇聚带西北面总体呈向北西凸出的弧形, 显然受该弧形汇聚带暨扬子陆块东南边界控制。在钦杭结合带, 北部受东西向扬子陆块南缘边界控制而呈东西向; 南部受华夏陆块西北侧北东向边界控制而呈北东向, 其中川口一带因印支期构造牵引产生逆时针旋转<sup>[4~5]</sup>而呈近南北向。

### 3.3 加里东期构造线变化成因

前人对湖南及邻区加里东运动指向及构造线成因已进行过较多研究。陈旭等<sup>[28]</sup>根据化石时代和沉积物构造相分析, 提出湘桂地区加里东运动暨海盆的封闭由华夏古陆向北西逐渐逆冲与扩增造成; 受华夏古陆向南东凸出之弧形边界控制, 西南段和东北段的运移和挤压指向分别为北和北西。丘元禧等<sup>[1~2]</sup>强调雪峰造山带及邻区在加里东运动中受区域性北向挤压, 形成总体为东西向的构造格局, 但在雪峰山地区因先期北北东向古断裂产生左行剪切走滑, 使其邻侧的加里东期构造线走向受牵引后转成北东东向。郝义等<sup>[12]</sup>研究认为湘桂地区加里东运动先由南向北、后由东向西逐渐拓展, 并分别因云开地块在晚寒武世—早奥陶世由南向北推覆挤压形成广西大明山、大瑶山地区东西向褶皱, 华夏地块与扬子地块在晚奥陶世—早志留世沿郴州—临武断裂收缩挤压形成桂北及湘赣边境地区北东—北北东向褶皱。王建等<sup>[30]</sup>认为湘中盆地内大乘山—龙山东西向隆起开始形成于加里东期, 后经印支早期南北向挤压叠加形成。这些研究提供了湘中南地区加里东运动特征的大体框架, 但尚不足以解释区域加里东期构造线走向横向变化的若干细节特征。

晋宁运动后存在扬子陆块—华南残留洋—华夏陆块之构造格局, 尔后连续沉积了板溪群、南华系、震旦系和下古生界, 至志留纪加里东运动造成扬子与华夏陆块的汇聚及板溪群—下古生界的褶皱变形。受此构造演化背景控制, 加里东构造变形时期不同构造块体之间的力学性质(强度)相差很大, 使得板块格局暨板块边界对加里东期构造线的走向具有更明显的控制。

从前人认识<sup>[1~2, 12, 29]</sup>和所处地理位置考虑, 本文主张研究区加里东运动时期总体处于南北向区域挤压应力场中, 上节所述加里东期构造线的横向变化主要由南北向挤压应力场与钦杭结合带的边界条件共同控制所导致。湘东南彭公庙岩体以南和湘南九嶷山隆起区远离构造边界(见图1), 加里东构造运动时期主要受控于区域南北向挤压, 从而形成以(近)东西向为主的褶皱。都庞岭—双牌—塔山一带紧邻并受华夏陆块西北边界控制(见图1), 构造线趋于北东走向; 部分北北东向构造线的出现应与印支—早燕山期构造牵引造成的逆时针旋转<sup>[3]</sup>有关。高挂山—关帝庙一带受华夏陆块北东向边界与扬子陆块北北东向边界共同控制(见图1), 加之中生代逆时针旋转叠加<sup>[3]</sup>, 因此加里东期构造线呈北东向—北北东向。大乘山—龙山一带与扬子陆块南缘近东西向边界相邻, 受该边界及区域南北向挤压控制, 形成东西向背斜(隆起)。通道—溆浦—安化—桃江一线紧邻扬子陆块东南边界, 加里东期构造线受该边界控制而与文家市—城步汇聚带走向一致。

值得注意的是, 彭公庙岩体西侧—北侧一带加里东期构造线的北西—北北西走向不能以上述边界条件来解释。有研究表明安仁—常德北西向转换断裂是一条长期活动的隐伏断裂, 往北、往南分别延伸至秦岭和汕头<sup>[13, 31]</sup>, 而该断裂按其延伸方向正好通过彭公庙至锡田—



带（见图1），因此推测加里东运动时期在南北向挤压作用下该断裂产生右行走滑，其派生应力场及牵引作用使得彭公庙至锡田一带的构造线呈北西向。顺便指出，郝义等<sup>[12]</sup>认为该地区北西—北北西向褶皱可能和秦岭大别地块与扬子地块的早期挤压有关，但鉴于其间距离过远且有江南隆起相隔，笔者认为这种可能性不大。

## 4 讨论

以上通过新厘定的钦杭结合带与扬子和华夏陆块构造边界（湖南段）走向，对湘中南地区晋宁期、加里东期及印支早期构造线方向横向变化的成因给予了简单但较为合理的解释。此外，这一古构造格局对中生代构造变形可能还起到一定影响。湘中南地区发育几条由泥盆系跳马涧组与前泥盆系之间的角度不整合面的穹状弯曲所显示的走向不一的带状隆起（因构造叠加常呈串珠状），主要有东西向的大乘山—龙山—紫云山串珠状隆起、北东向的高挂山—关帝庙串珠状隆起和都庞岭—阳明山隆起以及总体呈东西向的九嶷山隆起等（见图1）。鉴于这些带状隆起被上古生界中早燕山期线状褶皱叠加，结合区域构造背景分析，其大体形成于印支晚期华南地块南北边缘碰撞造山事件导生的区域南北向挤压<sup>[32~36]</sup>作用下。由此推测带状隆起走向差异存在以下成因机制的可能：在区域南北向挤压下，紧邻扬子陆块南缘边界的大乘山—龙山一带形成东西向隆起；高挂山—关帝庙一带受两侧华夏与扬子陆块北东和北北东向边界控制，都庞岭—塔山一带受华夏陆块西北侧北东向边界控制而分别形成北东向隆起（见图1）；九嶷山地区离华夏陆块西北边界较远，主要受区域南北向挤压影响而形成东西向隆起。

值得指出的是，褶皱等构造形迹的空间展布除受区域挤压应力及块体边界等控制外，还可受盆地原型、走滑断裂、先期基底隆起及岩体等组成的砥柱和区域滑脱层等边界条件以及多期构造叠加等因素影响<sup>[37]</sup>，因此理论上而言本文的有关解释可能并不是唯一的。尽管如此，鉴于因后期沉积掩盖而缺少直接的物质记录，构造线展布特征的成因解析仍将是今后钦杭结合带西南段构造性质与边界研究不可回避的重要研究内容之一。

## 5 结论

湖南境内钦杭结合带与扬子陆块分界可能沿南桥—新化—隆回—苗儿山一线，自东向西由东西向转为北北东向；与华夏陆块分界可能沿川口—常宁—双牌一线，呈北东向。通过与区域挤压应力方向结合，上述构造边界走向可以较好地解释湘中南地区晋宁期和加里东期构造线方向的若干横向变化特征。

## 参 考 文 献

- [1] 丘元禧, 张渝昌, 马文璞. 雪峰山陆内造山带的构造特征与演化 [J]. 高校地质学报, 1998, 44 (4): 432~443.  
QIU Yuan-xi, ZHANG Yu-chang, MA Wen-pu. Tectonics and geological evolution of Xuefeng intra-continental orogene, south China [J]. Geological Journal of China Universities, 1998, 44 (4): 432~443.
- [2] 丘元禧, 张渝昌, 马文璞. 雪峰山的构造性质与演化: 一个陆内造山带的形成与演化模式 [M]. 北京: 地质出版社, 1999: 1~155.  
QIU Yuan-xi, ZHANG Yu-chang, MA Wen-pu. Tectonics and geological evolution of Xuefengshan: A mode for the

- forming and evolution of intra-continental orogene [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999: 1~155.
- [ 3 ] 柏道远, 李建清, 周柯军, 等. 祁阳山字型构造质疑 [J]. 大地构造与成矿学, 2008, 32 (3): 265~275.  
BAI Dao-yuan, LI Jian-qing, ZHOU Ke-jun, et al. Query of Qiyang E-type tectonic system in Hunan [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2008, 32 (3): 265~275.
- [ 4 ] 柏道远, 邹宾微, 赵龙辉, 等. 湘东太湖逆冲推覆构造基本特征研究 [J]. 中国地质, 2009, 36 (1): 53~64.  
BAI Dao-yuan, ZOU Bin-wei, ZHAO Long-hui, et al. Basic characteristics of the Taihu thrust system in eastern Hunan [J]. Geology in China, 2009, 36 (1): 53~64.
- [ 5 ] 柏道远, 熊延望, 王先辉, 等. 湖南常德—安仁 NW 向断裂左旋走滑与安仁“y”字型构造 [J]. 大地构造与成矿学, 2005, 29 (4): 435~442.  
BAI Dao-yuan, XIONG Yan-wang, WANG Xian-hui, et al. Y-type structure in Anren County, Hunan, and the sinistral strike-slip of Changde-Anren NW-trending fault [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2005, 29 (4): 435~442.
- [ 6 ] 柏道远, 黄建中, 王先辉, 等. 湖南邵阳—郴州北西向断裂左旋走滑暨水口山—香花岭南北向构造成因 [J]. 中国地质, 2006, 33 (1): 56~63.  
BAI Dao-yuan, HUANG Jian-zhong, WANG Xian-hui, et al. Sinistral strike-slip motion of the NW-trending Shaoyang-Chenzhou fault and genesis of the N-S-trending Shuikoushan-Xianghualing tectonic zone in Hunan [J]. Geology in China, 2006, 33 (1): 56~63.
- [ 7 ] 水涛. 中国东南大陆基底构造格局 [J]. 中国科学: B 辑, 1987, (4): 414~422.  
SHUI Tao. Tectonic framework of basement in Southeast China continental area [J]. Science in China: Series B, 1987, (4): 414~422.
- [ 8 ] 杨明桂, 黄水保, 楼法生, 等. 中国东南陆区岩石圈结构与大规模成矿作用 [J]. 中国地质, 2009, 36 (3): 528~543.  
YANG Ming-gui, HUANG Shui-bao, LOU Fa-sheng, et al. Lithospheric structure and large-scale metallogenic process in Southeast China continental area [J]. Geology in China, 2009, 36 (3): 528~543.
- [ 9 ] 黄标, 徐克勤, 孙明志, 等. 武夷山中段加里东早期交代改造型花岗岩类的特点及形成的碰撞造山环境 [J]. 岩石学报, 1993, 9 (4): 388~400.  
HUANG Biao, XU Ke-qin, SUN Ming-zhi, et al. Features and collisional mountain building environment of metasomatic transformation type granitic rocks in middle Wuyi Mountains [J]. Acta Petrologica Sinica, 1993, 9 (4): 388~400.
- [ 10 ] 洪大卫, 谢锡林, 张季生. 试析杭州—诸广山—花山高  $\epsilon\text{Nd}$  值花岗岩带的地质意义 [J]. 地质通报, 2002, 21 (6): 348~354.  
HONG Da-wei, XIE Xi-lin, ZANG Ji-sheng. Geological significance of the Hangzhou-Zhuguangshan-Huashan high- $\epsilon\text{Nd}$  granite belt [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21 (6): 348~354.
- [ 11 ] 王光杰, 滕吉文, 张中杰. 中国华南大陆及陆缘地带的大地构造基本格局 [J]. 地球物理学进展, 2000, 15 (3): 25~43.  
WANG Guang-jie, TENG Ji-wen, ZHANG Zhong-jie. The continental structure pattern of south China and its marginal regions [J]. Progress in Geophysics, 2000, 15 (3): 25~43.
- [ 12 ] 郝义, 李三忠, 金宠, 等. 湘赣桂地区加里东期构造变形特征及成因分析 [J]. 大地构造与成矿学, 2010, 34 (2): 166~180.  
HAO Yi, LI San-zhong, JIN Chong, et al. Caledonian structural characteristics and mechanism in Hunan-Jiangxi-Guangxi provinces [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2010, 34 (2): 166~180.
- [ 13 ] 饶家荣, 王纪恒, 曹一中. 湖南深部构造 [J]. 湖南地质, 1993, (增刊1): 1~100.  
RAO Jia-rong, WANG Ji-heng, CAO Yi-zhong. Deep structure in Hunan [J]. Hunan Geology, 1993, (Supp. 1): 1~100.
- [ 14 ] 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.  
FU Zhao-ren, LI Zi-jin, ZHENG Da-yu. Structural pattern and tectonic evolution of NNE-trending strike-slip orogenic belt in the border region of Hunan and Jiangxi provinces [J]. Earth Science Frontiers, 1999, 6 (4): 263~272.
- [ 15 ] 饶家荣, 肖海云, 刘耀荣, 等. 扬子、华夏古板块会聚带在湖南的位置 [J]. 地球物理学报, 2012, 55 (2):

- 484 ~ 502.
- RAO Jia-rong, XIAO Hai-yun, LIU Yao-rong, et al. Location of the Yangtze-Cathaysia plate convergence zone in Hunan [J]. *Chinese Journal of Geophysics*, 2012, 55 (2): 484 ~ 502.
- [16] 柏道远, 贾宝华, 刘伟, 等. 湖南城步火成岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其对江南造山带新元古代构造演化的约束 [J]. *地质学报*, 2010, 84 (12): 1715 ~ 1726.
- BAI Dao-yuan, JIA Bao-hua, LIU Wei, et al. Zircon SHRIMP U-Pb dating of the igneous rocks from Chengbu, Hunan; Constraints on the Neoproterozoic tectonic evolution of Jiangnan orogenic belt [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2010, 84 (12): 1715 ~ 1726.
- [17] 王剑, 刘宝珺, 潘桂棠. 华南新元古代裂谷盆地演化——Rodinia 超大陆解体的前奏 [J]. *矿物岩石*, 2001, 21 (3): 135 ~ 145.
- WANG Jian, LIU Bao-jun, PAN Gui-tang. Neoproterozoic rifting history of south China significance to Rodinia Breakup [J]. *Journal of Mineralogy and Petrology*, 2001, 21 (3): 135 ~ 145.
- [18] 柏道远, 周亮, 王先辉, 等. 湘东南南华系—寒武系砂岩地球化学特征对华南新元古代—早古生代构造背景的制约 [J]. *地质学报*, 2007, 81 (6): 755 ~ 771.
- BAI Dao-yuan, ZHOU Liang, WANG Xian-hui, et al. Geochemical characteristics of Nanhuaan-Cambrian Sandstones from Southeastern Hunan, and its constraints on Neoproterozoic-Early Paleozoic tectonic setting of South China [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2007, 81 (6): 755 ~ 771.
- [19] 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.
- Bai Dao-yuan, Huang Jian-zhong, Liu Yao-rong, et al. Framework of Mesozoic tectonic evolution in southeastern Hunan and the Hunan-Guangdong-Jiangxi border area [J]. *Geology in China*, 2005, 32 (4): 557 ~ 570.
- [20] 柏道远, 黄建中, 李金冬, 等. 华南中生代构造演化过程的多地质要素约束——湘东南及湘粤赣边区中生代地质研究的启示 [J]. *大地构造与成矿学*, 2007, 31 (1): 1 ~ 13.
- BAI Dao-yuan, HUANG Jian-zhong, LI Jin-dong, et al. Multiple geological elements constraint on the Mesozoic tectonic evolution of south China: An apocalypse of the Mesozoic geological evolution in Southeastern Hunan and the Hunan-Guangdong-Jiangxi border area [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2007, 31 (1): 1 ~ 13.
- [21] 柏道远, 王先辉, 马铁球, 等. 湘东南印支期褶皱特征及形成机制 [J]. *华南地质与矿产*, 2006, (4): 50 ~ 57.
- BAI Dao-yuan, WANG Xian-hui, MA Tie-qiu, et al. Characteristics and forming mechanism of Indosinian folds in the southeast Hunan [J]. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2006, (4): 50 ~ 57.
- [22] 柳祖汉. 湘中—南地区二叠系沉积相的分异及成因 [J]. *地质科学*, 2005, 40 (4): 510 ~ 517.
- LIU Zu-han. Sedimentary facies differentiation and its mechanism during Permian in central-southern Hunan [J]. *Chinese Journal of Geology*, 2005, 40 (4): 510 ~ 517.
- [23] 陈心才, 黄兆泉, 贾宝华, 等. 雪峰山及邻区大地构造性质与演化 [R]. 湘潭: 湖南省地质矿产局区域地质调查所, 1991.
- CHEN Xin-cai, HUANG Zhao-quan, JIA Bao-hua, et al. Geotectonic properties and evolution in Xuefeng Mountain and its adjacent areas [R]. Xiangtan: Institute of Regional Geological Survey of Bureau of Geology and Mineral Resources of Hunan Province, 1991.
- [24] 贾宝华, 彭和求, 唐晓珊, 等. 湘东北文家市蛇绿混杂岩带的发现及意义 [J]. *现代地质*, 2004, 18 (2): 229 ~ 236.
- JIA Bao-hua, PENG He-qiu, TANG Xiao-shan, et al. Discovery of the Wenjiashi ophiolitic melange belt in northeastern Hunan and its implications [J]. *Geoscience*, 2004, 18 (2): 229 ~ 236.
- [25] 贾宝华, 彭和球. 湘东北前寒武纪地质与成矿 [M]. 北京: 地质出版社, 2005: 1 ~ 138.
- JIA Bao-hua, PENG He-qiu. Precambrian geology and mineralization in northeastern Hunan [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2005: 1 ~ 138.
- [26] 周金城, 王孝磊, 邱检生, 等. 南桥高度亏损 N-MORB 的发现及其地质意义 [J]. *岩石矿物学杂志*, 2003, 22 (3): 211 ~ 216.

- ZHOU Jin-cheng, WANG Xiao-lei, QIU Jian-sheng, et al. The discovery of Nanqiao highly depleted N-MORB and geological significance [J]. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 2003, 22 (3): 211 ~ 216.
- [27] 湖南省地质矿产局. 湖南省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1988.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Hunan Province. Regional geology of Hunan Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1988.
- [28] 陈旭, 戎嘉余. 从生物地层学到大地构造学——以华南奥陶系和志留系为例 [J]. *现代地质*, 1999, 13 (4): 385 ~ 389.  
CHEN Xu, RONG Jia-yu. From biostratigraphy to tectonics: With Ordovician and Silurian of south China as an example [J]. *Geoscience*, 1999, 13 (4): 385 ~ 389.
- [29] 陈洪德, 侯明才, 许效松, 等. 加里东期华南的盆地演化与层序格架 [J]. *成都理工大学学报 (自然科学版)*, 2006, 33 (1): 1 ~ 8.  
CHEN Hong-de, HOU Ming-cai, XU Xiao-song, et al. Tectonic evolution and sequence stratigraphic framework in South China during Caledonian [J]. *Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition)*, 2006, 33 (1): 1 ~ 8.
- [30] 王建, 李三忠, 金宠, 等. 湘中地区穹盆构造: 褶皱叠加期次和成因 [J]. *大地构造与成矿学*, 2010, 34 (2): 159 ~ 165.  
WANG Jian, LI San-zhong, JIN Chong, et al. Dome-and-basin pattern in central Hunan province: Stages and genesis of fold superposition [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2010, 34 (2): 159 ~ 165.
- [31] 饶家荣, 金小燕, 曾春芳. 南岭中段北缘深部构造—岩浆 (岩) 控矿规律及找矿方向 [J]. *国土资源导刊*, 2006, 3 (3): 31 ~ 36.  
RAO Jia-rong, JIN Xiao-yan, ZENG Chun-fang. Ore controlling regularities of deep structure-magma and seeking mineral orientation on the northern margin of the middle segment of Nanling [J]. *Land & Resources Herald*, 2006, 3 (3): 31 ~ 36.
- [32] 舒良树, 周新民. 中国东南部晚中生代构造作用 [J]. *地质论评*, 2002, 48 (3): 249 ~ 260.  
SHU Liang-shu, ZHOU Xin-min. Late Mesozoic tectonism of southeast China [J]. *Geological Review*, 2002, 48 (3): 249 ~ 260.
- [33] 舒良树, 周新民, 邓平, 等. 中国东南部中、新生代盆地特征与构造演化 [J]. *地质通报*, 2004, 23 (9-10): 876 ~ 884.  
SHU Liang-shu, ZHOU Xin-min, DENG Ping, et al. Geological features and tectonic evolution of Meso-Cenozoic basins in southeastern China [J]. *Geological Bulletin of China*, 2004, 23 (9-10): 876 ~ 884.
- [34] 舒良树, 周新民, 邓平, 等. 南岭构造带的基本地质特征 [J]. *地质论评*, 2006, 52 (2): 251 ~ 265.  
SHU Liang-shu, ZHOU Xin-min, DENG Ping, et al. Principal geological features of Nanling tectonic belt, south China [J]. *Geological Review*, 2006, 52 (2): 251 ~ 265.
- [35] 张岳桥, 徐先兵, 贾东, 等. 华南早中生代从印支期碰撞构造体系向燕山期俯冲构造体系转换的形变记录 [J]. *地学前缘*, 2009, 16 (1): 234 ~ 247.  
ZHANG Yue-qiao, XU Xian-bing, JIA Dong, et al. Deformation record of the change from Indosinian collision-related tectonic system to Yanshanian subduction-related tectonic system in south China during the Early Mesozoic [J]. *Earth Science Frontiers*, 2009, 16 (1): 234 ~ 247.
- [36] 徐先兵, 张岳桥, 贾东, 等. 华南早中生代大地构造过程 [J]. *中国地质*, 2009, 36 (3): 573 ~ 593.  
XU Xian-bing, ZHANG Yue-qiao, JIA Dong, et al. Early Mesozoic geotectonic processes in South China [J]. *Geology in China*, 2009, 36 (3): 573 ~ 593.
- [37] 李岩峰, 曲国胜, 张进. 弧形构造研究进展 [J]. *地球科学进展*, 2007, 22 (7): 708 ~ 715.  
LI Yan-feng, QU Guo-sheng, ZHANG Jin. Developments in research of arcuate structure [J]. *Advances in Earth Science*, 2007, 22 (7): 708 ~ 715.

## POTENTIAL GENESIS OF THE TRENDING CHANGES OF JINNING PERIOD AND CALEDONIAN STRUCTURAL LINEAMENTS IN MIDDLE-SOUTHERN HUNAN

BAI Dao-yuan<sup>1</sup>, JIA Bao-hua<sup>2</sup>, ZHONG Xiang<sup>1</sup>, JIA Peng-yuan<sup>1</sup>, LIU Yao-rong<sup>1</sup>

(1. Hunan Institute of Geology Survey, Changsha 410011, China;

2. Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Hunan Province, Changsha 410011, China)

**Abstract:** There existed visible lateral variations of the Jinning Period and Caledonian structural lineaments in middle-southern Hunan. The Jinning Period and Caledonian structural lineaments in Tongdao-Xupu-Anhua-Taojiang area showed an arc bulging to northwest. The Jinning Period lineaments trend in Liuyang-Chuankou area of eastern Hunan changed from EW to NE-NNE from north to south. The Caledonian structural lineaments in Jiuyishan area and Penggongmiao-Rucheng area in southern Hunan took on EW-trend, while in Dupangling-Tashan uplift and Gaoguashan-Guandimiao uplift took on NE-NNE-trend, and in Dachengshan-Longshan area in middle Hunan took on EW-trend. Geological and geophysical data suggested that the boundary between Qinzhou-Hangzhou juncture and Yangtze block in Hunan Province might extends along Nanqiao-Xinhua-Longhui-Miaoershan with change of EW- to NNE-trend from east to west, and the boundary between the juncture and Cathaysian block extends along Chuankou-Changning-Shuangpai with NE-trend. Combined with regional compressional stress field, the trend of the boundaries can be taken to explain the dynamic mechanisms of the lateral changes of Jinning Period and Caledonian structural lineaments.

**Key words:** Jinning movement; Caledonian movement; trend changes of structural lineaments; genesis; block boundary; middle-southern Hunan