

# 九江—瑞昌地区中新世滑脱构造研究

朱清波<sup>1</sup> 杨坤光<sup>2</sup> 程万强<sup>2</sup>

(1. 南京地质矿产研究所, 江苏 南京 210016;

2. 中国地质大学(武汉)构造与油气资源教育部重点实验室, 湖北 武汉 430074)

**摘要:**九江—瑞昌地区中新世发育多层次、多期次、多形式的滑脱构造。受基底拆离断层、中新元古界/震旦系不整合面和志留系三套区域滑脱层(面)的控制,不同层次的构造变形差异明显,可概括为前震旦系基底滑脱系统、寒武—奥陶系滑脱系统、志留系滑脱系统和泥盆—三叠系滑脱系统。在不同时期不同大地构造背景下,发育了不同类型的滑脱构造:晚侏罗世至早白垩世初挤压型滑脱构造、早白垩世初(140 Ma)伸展型拆离滑脱构造及早白垩世晚期(113 Ma)重力滑脱构造。

**关键词:**滑脱构造;九瑞地区;<sup>39</sup>Ar—<sup>40</sup>Ar;中新世

**中图分类号:**P542+.3

**文献标志码:**A

**文章编号:**1000-3657(2012)05-1199-12

岩石圈的构造分层作用导致地壳发生不同层次的拆离滑脱<sup>[1]</sup>。滑脱作用可以发生在盖层各岩系之间、盖层与基底之间、上下地壳之间、地壳与上地幔之间以及岩石圈与软流圈之间<sup>[2]</sup>。滑脱面的存在是滑脱构造发育的前提条件,顺层发育的断层或断层系、岩性界面及区域不整合面等是产生构造滑脱的最有利部位。在地壳浅层,蒸发岩、泥岩、页岩等非能干性岩层是良好的区域滑脱层<sup>[3]</sup>。构造运动过程中滑脱层极易发生流动,使其上下两套地层表现出不同的构造变形特征<sup>[4]</sup>。根据变形特征及应力状态,滑脱构造可以分为:(1)以拆离断层及变质核杂岩为代表的伸展型滑脱构造;(2)以侏罗山式褶皱及前陆冲断褶皱带为代表的挤压型滑脱构造<sup>[5]</sup>;(3)重力滑动构造。区域性的岩石圈伸展减薄<sup>[2,6]</sup>、岩浆活动<sup>[7]</sup>、地壳尺度的切向剪切作用<sup>[8]</sup>、岩石圈密度及重力势能差<sup>[1]</sup>等是上述滑脱构造形成的重要机制。

九江—瑞昌地区的盖层系统具有多层次、多期次、多形式的滑脱构造特征<sup>[9-11]</sup>。前人对该区的研究主要获得了以下认识:早燕山期,新特提斯洋的闭合

使江南隆起带再次活化向北逆冲推覆,区内发育挤压型滑脱构造<sup>[12]</sup>,以盖层的多层次挤压滑脱为主要变形特征<sup>[13]</sup>。燕山晚期,软流圈物质上涌引起区域性的岩石圈伸展拆离<sup>[14,15]</sup>,研究区形成了以庐山变质核杂岩<sup>[16]</sup>及多层次拆离滑脱<sup>[17,18]</sup>为特征的伸展型滑脱构造。早白垩世,沿江南隆起带大规模的岩浆侵位造成山体隆升<sup>[19,20]</sup>,进而引发了盖层的重力滑脱<sup>[11,21]</sup>。然而,关于九江—瑞昌地区不同期次、不同类型滑脱构造的具体构造样式、形成环境及发育时限尚未进行详细探讨和精确的年代学研究。笔者旨在通过研究区构造解析、断裂带新生白云母矿物<sup>39</sup>Ar/<sup>40</sup>Ar定年等对上述问题展开讨论。

## 1 区域地质概况

九瑞地区夹持于秦岭—大别和江南隆起南北两大造山带之间,东起九江—庐山,向西延至九宫山一带。属扬子板块江南—雪峰陆内构造变形系统,总体呈向南突出的弧形构造带。沿弧背(庐山—德安—修水—九宫山一线)出露下元古界星子群结晶基底及

收稿日期:2012-02-16;改回日期:2012-06-15

基金项目:国家自然科学基金项目(40972137)和中石化重大基础研究项目“中国南方中上扬子大陆构造与海相油气前景”联合资助。

作者简介:朱清波,男,1986年生,硕士,构造地质学研究方向;E-mail:zhuqingbo1234@163.com。

通讯作者:杨坤光,1954年生,男,教授,博士生导师,构造地质学研究方向;E-mail:yangkungeguang@163.com。

中新元古界褶皱基底，二者以塑性变形的基底拆离断层带相接触。向内弧地层变新且构造变形由造山带基底卷入式的厚皮构造逐渐过渡为盖层滑脱式的薄皮构造。至江南断裂带(瑞昌—大磨山一线)弧形构造消失，总体构造线近东西向展布。近EW向逆冲滑脱构造、NE向伸展拆离及重力滑脱构造表明研究区经历了多期构造作用的叠加(图1)。

地史时期研究区最初经历了前震旦纪基底演化阶段<sup>[22-25]</sup>。震旦纪—早古生代一直处于稳定的构造环境，以浅海—大陆边缘碳酸盐岩及潮坪—三角洲相陆源碎屑岩沉积为主<sup>[26]</sup>。至加里东期受东南部华夏板块对接碰撞的影响<sup>[27-29]</sup>，全区隆升为陆，缺失上志留统一—中下泥盆统沉积。晚古生代发生广泛海侵，受东吴运动影响接受了厚度不大的石炭—二叠纪碳酸盐岩沉积。印支期扬子板块与华北板块碰撞对接，研究区进入板内演化阶段，中扬子整体抬升结束了

海相沉积，上三叠统与下伏地层呈假整合或微角度不整合接触<sup>[30]</sup>。早中燕山期，研究区处于统一的收缩体制下，广泛发育逆冲推覆构造<sup>[31]</sup>。燕山晚期(晚侏罗—早白垩世)构造反转，处于伸展体制之下，发育庐山变质核杂岩、NE向断陷盆地及盆缘正断层<sup>[32]</sup>，强烈的伸展还形成了广泛的火山盆地沉积和巨量的花岗岩浆侵入。之后江南隆起带进入新生代构造演化阶段，先后经历了早喜马拉雅山期的伸展断陷和晚喜马拉雅山期的挤压隆升作用。

## 2 多层次滑脱构造

野外地质调查和地质资料分析，九瑞地区发育多套滑脱层(滑脱面)。根据滑脱层(滑脱面)的发育规模和对滑脱构造的控制作用及不同层位的构造变形特征，可以将研究区划分为前震旦系基底滑脱系统、寒武—奥陶系滑脱系统、志留系滑脱系统和泥盆—

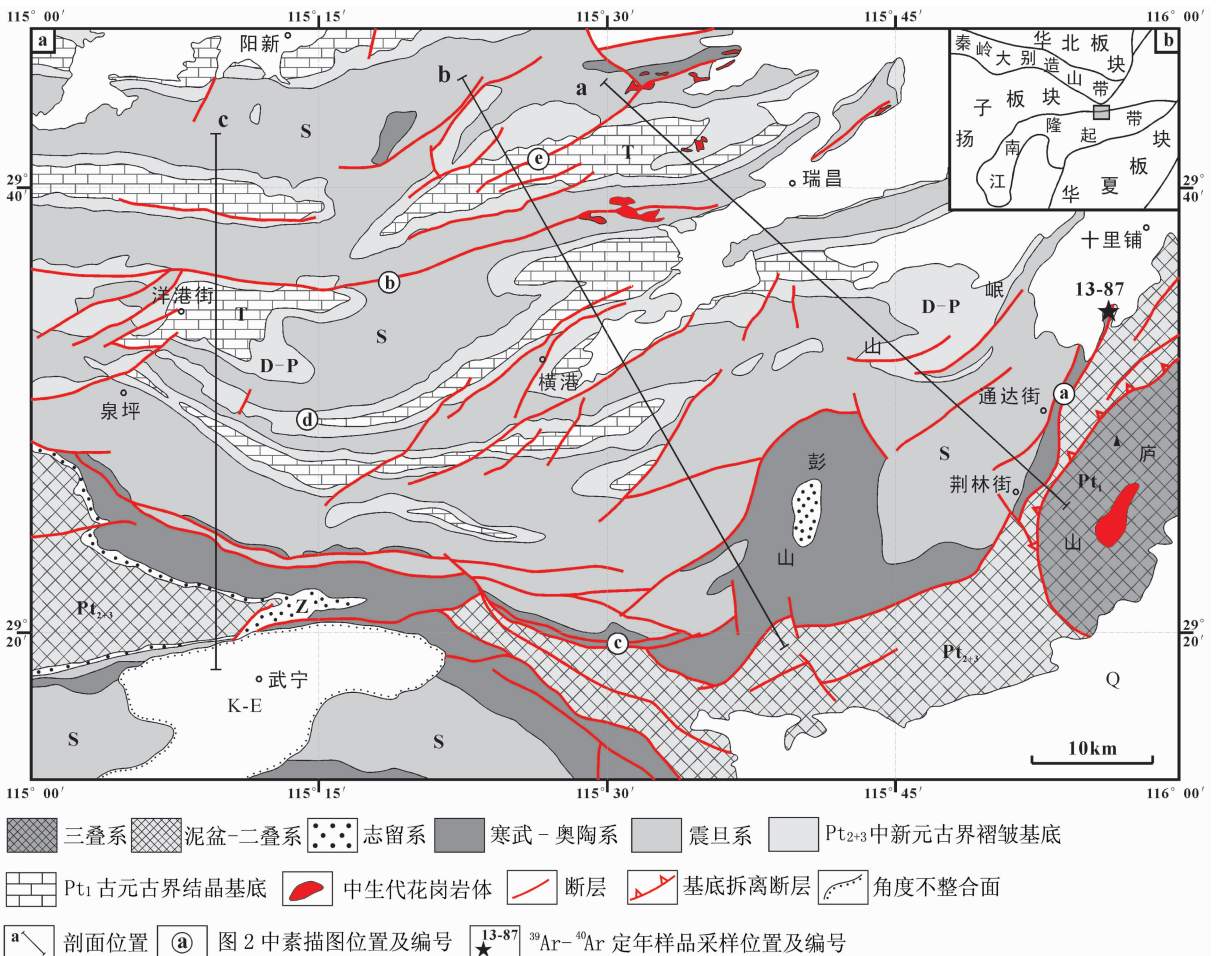


图1 九瑞地区地质简图  
Fig.1 Simplified geological map of Jiujiang-Ruichang area

三叠系滑脱系统。

### 2.1 前震旦系基底滑脱系统

研究区前震旦系基底具有双层结构:古元古界星子群(Pt<sub>2,3</sub>X)结晶基底由各种角闪岩相变质岩组成<sup>[3]</sup>;中新元古界褶皱基底由中元古界双桥山群浅变质岩系及新元古界变火山—沉积岩系组成<sup>[34]</sup>,与下伏结晶基底之间以拆离断层带相接触。基底拆离断层带构成了该区的主滑脱面(图 4-a)。

基底拆离断层以大规模的低角度正断层发育于变质核杂岩的西侧,平面上总体呈向西凸出的弧形,产状向外缓倾,倾角在 15°~30°,总体产状与星子岩群的面理近于平行。拆离断层下盘为低角度伸展韧性剪切带,普遍发生了糜棱岩化和塑性变形,糜棱面理与拆离断层的产状趋于一致。糜棱岩内石英颗粒的眼球状构造、构造白云母片岩内的十字石生长线理及石英脉体的褶皱构造等均指示上盘向 SW 方向

的正滑作用。

基底拆离断层上盘的中新元古代地层则以脆性滑脱变形为主。早期受区域挤压应力场的控制,以层间发育的千枚岩、炭质板岩等软弱层为滑脱层总体向北逆冲滑脱,发育一系列高角度的向北叠瓦状逆冲断层,庐山—修水一带可见中新元古代地层逆冲于寒武系之上,局部发育反冲断层,向下变缓归并于统一的主滑动面,并以上下两套主滑动面为顶、底板断层发育双重构造,褶皱变形以顶厚褶皱、尖棱褶皱及膝折带为特征,在逆冲断层带还发育有紧闭同斜褶皱。后期构造反转,在庐山一带受基底拆离断层活动的影响,该滑动带沿主滑脱面(基底拆离断层)向北西滑动,造成震旦纪地层大量缺失,并在其内部形成高角度顺层或切层正断层。这些次级滑脱断裂依次下滑,向下收敛延伸到主滑脱面上(图 4-a)。

此外,在庐山西侧通达街附近还可识别出重力滑

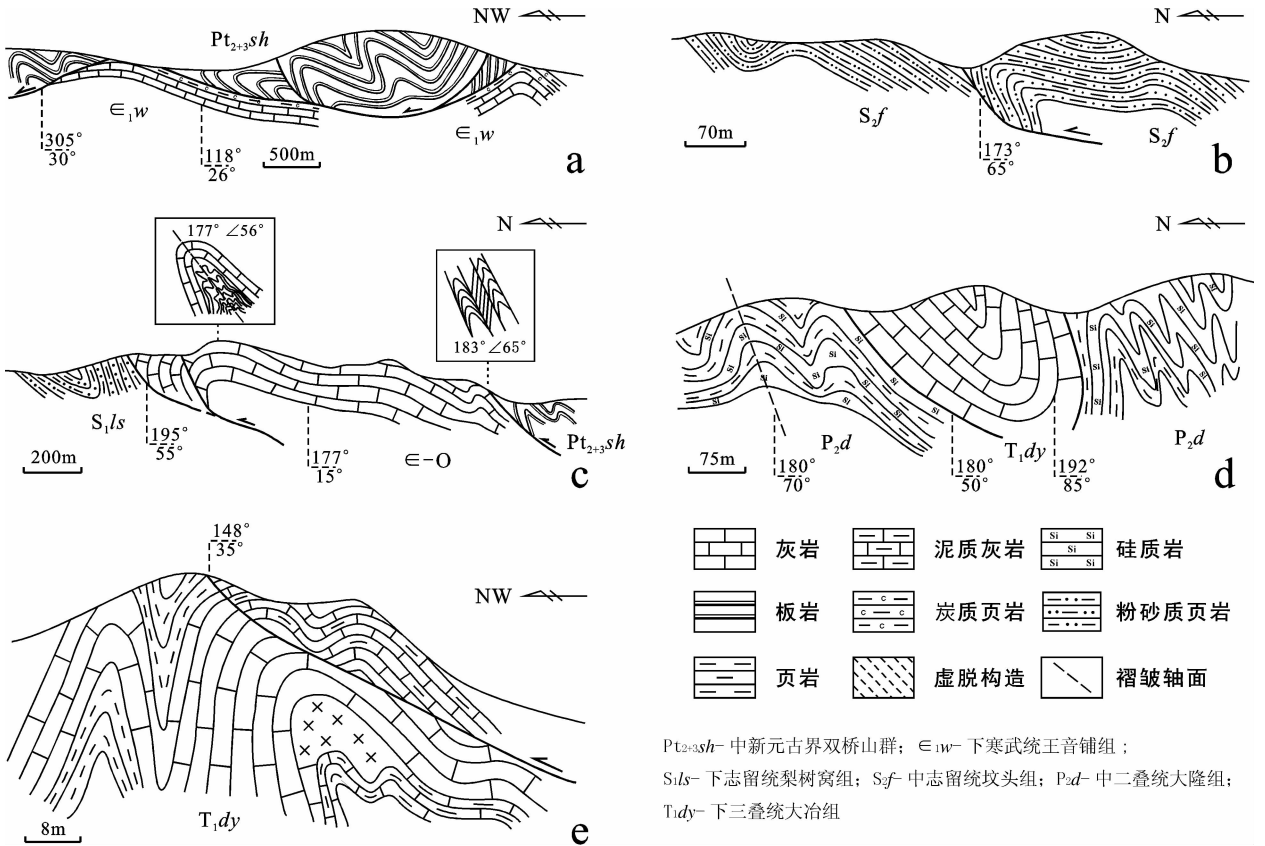
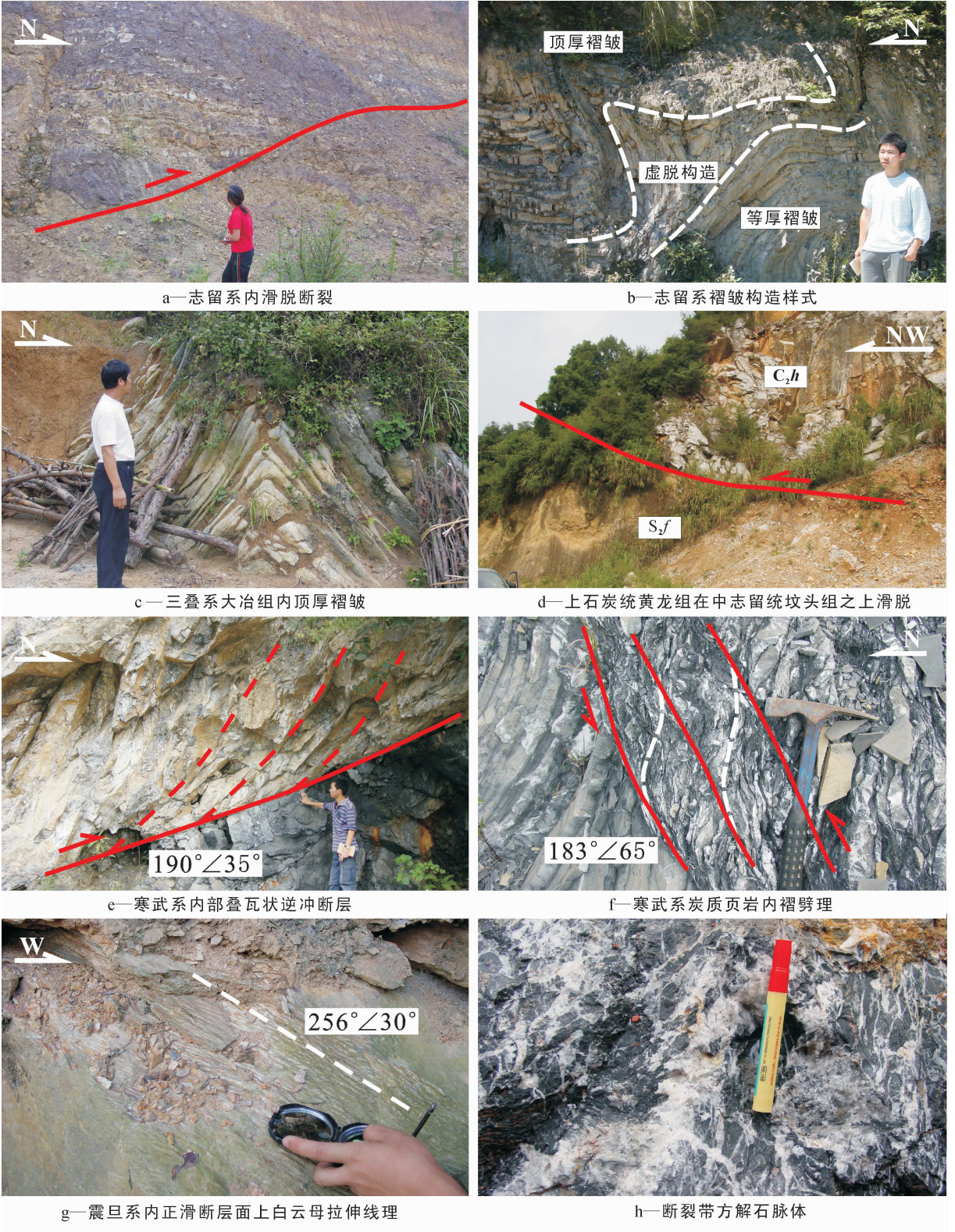


图 2 九瑞地区多层次滑脱构造(素描图位置见图 1)

a—庐山西侧新元古界重力滑脱构造;b—志留系滑脱构造;c—寒武—奥陶系滑脱构造;d—二叠—三叠系滑脱构造;e—三叠系内部滑脱构造

Fig. 2 Multiplex level gliding detachment in Jiujiang—Ruichang area (see Fig. 1 for sketch location)  
a—Late Proterozoic gravitational detachment in the west of Lushan;b— Silurian detachment;c— Cambrian—Ordovician detachment;d— Triassic—Permian detachment;e— Triassic detachment



C<sub>2</sub>h—上石炭统黄龙组; S<sub>2</sub>f—中志留统坟头组

图3 九瑞地区滑脱构造野外变形特征

Fig.3 Microstructures of the detachment in Jiujiang-Ruichang area

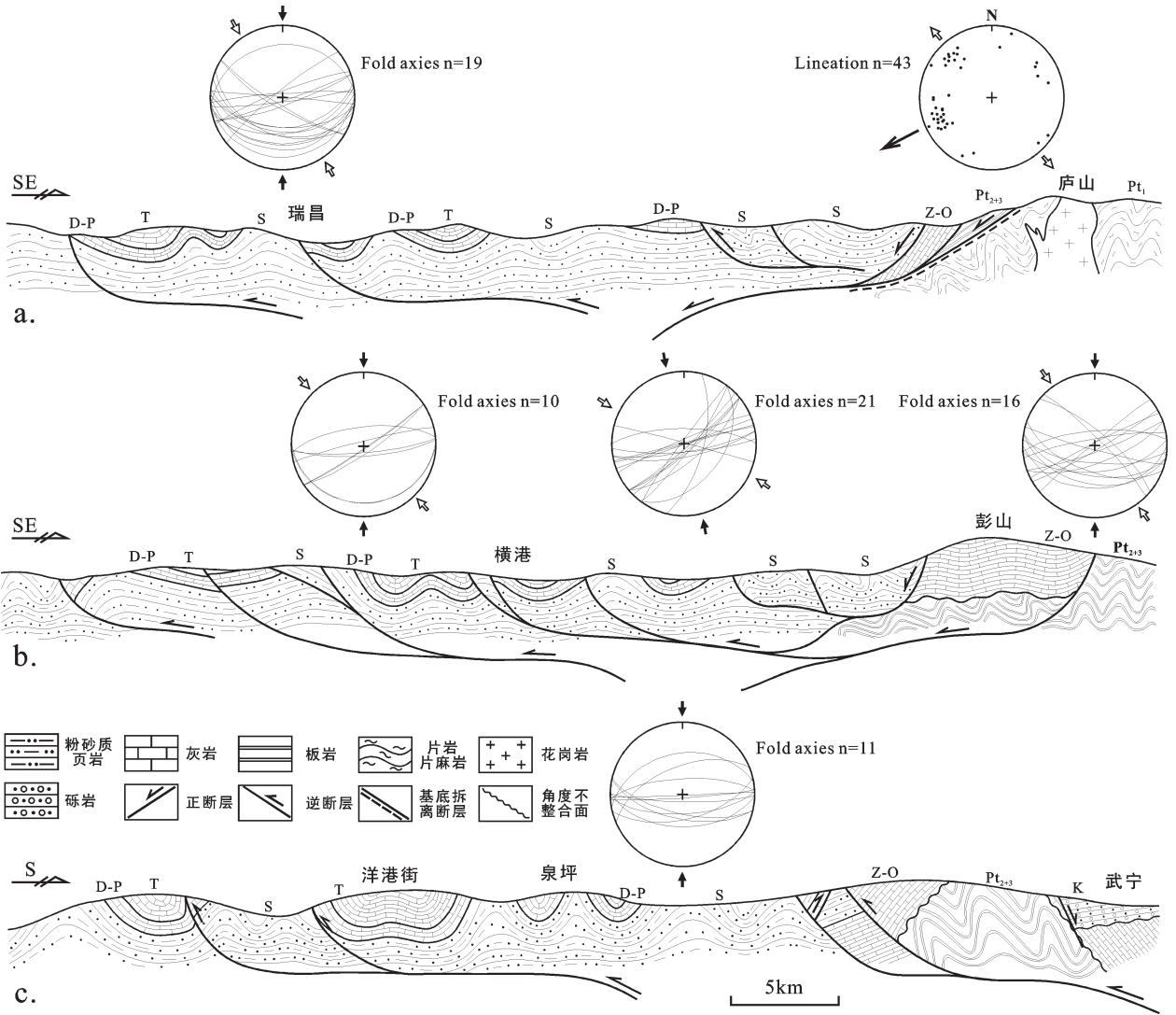


图 4 九瑞地区滑脱构造联合剖面图

Fig.4 Combined geological profile of detachment in Jiujiang-Ruichang area

覆构造,中新元古代地层以先成正断层、早期的反冲断层或层间软弱层为滑覆断面,向NW(N)滑覆于寒武纪地层之上,主滑动面褶皱起伏,滑动岩系内部在滑动过程中发育一系列重力滑动成因的褶皱及分枝断层,褶皱轴面倾向与断层面倾向和滑动方向相反(图 2-a)。

### 2.2 震旦系—奥陶系滑脱系统

研究区的震旦系角度不整合于中新元古代浅变质岩之上,该不整合面也构成了区域上盖层的主滑脱面(图 4)。震旦—奥陶系沿江南隆起带北缘呈弧形带状展布(图 1)。其中,震旦系主要是一套以砂砾岩、页岩为主的浅海陆源及冰川碎屑岩,厚层砂岩之间的页岩层亦可引起震旦系内部的滑脱变形;寒武系

主要是一套以灰岩为主的局限台地潮坪相碳酸盐岩,其中下寒武统王音铺组、观音堂组灰黑色炭质页岩也是区内一套重要的滑脱层;奥陶系主要为一套以中厚层灰岩及页岩为主的大陆边缘盆地相沉积。

震旦系—奥陶系岩层整体具有较高的能干性,在滑脱作用下形成大型的开阔褶皱,背斜、向斜发育不等,以箱状褶皱为主要样式,在修水盆地北缘该滑脱带还表现为单斜层(图 4-c)。寒武系及奥陶系的页岩层作为高应变的滑脱层,常发育为与顺层滑脱断裂平行的密集的褶皱理带(图 2-c; 图 3-f)。滑脱断裂在地表高陡且切层发育,向下变缓近顺层发育,最终归并于区域不整合面。此外,由于层间能干性的差

异,灰岩与页岩层发生层间滑动,形成不协调褶皱,灰岩层常形成等厚褶皱,页岩及薄层灰岩则于核部形成复杂褶皱(图 2-c)。总体来讲,该滑脱带的构造变形相对简单。

### 2.3 志留系滑脱系统

研究区志留系广泛分布,为一套以粉砂质页岩为主的滨海潮坪三角洲相陆源碎屑岩沉积。作为研究区极其重要的一套滑脱层,控制了泥盆—三叠系滑脱带的滑脱变形,一方面使震旦—奥陶系滑脱带和泥盆—三叠系滑脱带呈现明显的构造变形差异,另一方面作为具有相当厚度的塑性滑脱层,其构造变形又独具特色。滑脱带在变形过程中,起到滑脱作用,带内褶皱变形强烈,形成大量的复向斜和复背斜构造(图 2-b),褶皱形态具有紧闭、顶厚褶皱的特征(图 3-b)。并且使上下地层沿志留系发生逆冲滑脱,在滑脱带顶、底面断裂多切层发育形成断坡(图 3-a),区内多处可见下古生界碳酸盐岩逆冲于志留系之上及志留系逆冲于石炭—中生代地层之上;逆冲断裂向志留系滑脱层内变缓逐渐趋向于顺层滑脱,形成断坪(图 4)。顺层滑脱断裂多以密集的顺层破劈理带产出。

### 2.4 泥盆—三叠系滑脱系统

研究区泥盆—三叠系分布广泛,仅在向斜核部保留,总体呈向南凸出的弧形。整体为台地相碳酸盐岩沉积,属能干层,在志留系滑脱层之上总体向北滑脱,志留系形成开阔的复背斜,泥盆—三叠系形成紧闭向斜,总体表现为侏罗山式褶皱。断裂发育,以逆冲滑脱断层为主,局部发育向斜翼部反冲断层,滑脱带内断层多高陡切层产出,向下延伸至志留系滑脱层内归并于统一的断坪之上(图 4)。

滑脱带总体上是能干性较强的岩系,但岩系内部受控于地史时期的沉积旋回,发育多套塑性的软弱层,使滑脱带的内部滑脱变形更加复杂。中二叠统栖霞组及上二叠统老虎山组发育多套煤层,上二叠统大隆组发育浅海—半深海硅质岩—页岩沉积,三叠系大冶组及嘉陵江组则为浅海台地相碳酸盐岩沉积,使二叠系表现为相对的塑性软弱层。在滑脱带总体滑动过程中,上下两套能干性具明显差异的地层发生滑脱变形,二叠系岩层形成顶厚褶皱、尖棱褶皱和紧闭同斜褶皱等一系列复杂的褶皱变形,三叠系则形成相对宽缓的向斜,褶皱类型以等厚褶皱为主(图 2-d)。组段间的岩性差异同样导致变形复杂化,

三叠系大冶组岩性为中厚层灰岩、白云岩夹薄层泥灰岩、页岩,在逆冲滑脱中软弱层褶皱复杂(图 3-c),强硬层则以等厚褶皱为主,且在转折端内侧常发育构造虚脱(图 2-e)。

## 3 多期次多类型滑脱构造

在不同时期不同大地构造背景下,研究区发育了不同类型的滑脱构造,主要有侏罗纪末至早白垩世初挤压型滑脱构造、早白垩世初(140 Ma)伸展型拆离滑脱构造及早白垩世晚期(113 Ma)重力滑脱构造。

### 3.1 挤压型滑脱构造

中生代扬子板块的陆内活化作用使江南隆起带向北逆冲推覆,形成了近东西向的逆冲推覆型滑脱构造,自南向北由基底卷入式的厚皮构造过渡为盖层滑脱式的薄皮构造。多层次的滑脱变形使不同构造层的构造样式呈现明显差异(前已述)。断裂特征表现为一系列叠瓦状逆冲断层(图 3-e),在地表向南陡倾,向下部变缓归并于不同层次的滑脱层,并最终统一于区域性主滑脱面,上下两套滑脱层间往往表现为双重构造,此外局部还发育有反冲断层和断层三角带(图 4-c)。褶皱类型则以侏罗山式滑脱褶皱及各类断层相关褶皱为主(图 4)。

然而关于九瑞乃至中扬子地区向北逆冲滑脱的时间一直没有准确的结论。

在江南隆起带的北缘修水—武宁—彭泽以及怀玉山、玉山等地区上泥盆统五通组平行不整合于上志留统西坑组之上,上石炭统黄龙组平行不整合于五通组之上<sup>[35,39]</sup>;九江—瑞昌地区石炭系、泥盆系和二叠系之间均为平行不整合接触<sup>[36]</sup>。此外,丁道桂等<sup>[37]</sup>在修水等地发现了覆盖在中元古界双桥山群之上的震旦系及寒武—志留系、泥盆系—下三叠统连续沉积的完整的中古生代地层,上下古生界及中生代地层之间均呈现假整合—整合接触,并无加里东期和海西期褶皱运动的记录,该阶段以挤压抬升作用为主。

九瑞地区三叠系中上统之间为平行不整合接触,普遍缺失侏罗纪地层。鄂东南及鄂赣边界地区三叠系内部多为整合或平行不整合接触(仅在鄂东部分地区缺失上三叠统下部),上三叠统与下侏罗统呈整合接触,仅鄂东南局部地区可见下侏罗统武昌群与上三叠统蒲圻群之间存在微角度不整合,下侏罗统武昌群与中侏罗统自流井群呈整合接触。由此可见,在江南隆起带(九岭—幕阜山段)北缘,包括九瑞

地区、鄂东及江汉盆地等地印支期构造活动较弱,主要表现为升降运动,水平挤压及其伴生的逆冲推覆、褶皱构造均不发育。

研究区大规模的挤压型滑脱构造应该是燕山期构造活动的产物。已有研究表明向北的逆冲滑脱构造影响范围可达扬子板块北缘及襄樊—广济断裂带附近,由于后期重力滑脱影响至瑞昌后消减,因此江南断裂至襄广断裂一带较好的保留了早期逆冲滑脱构造的证据:研究区中下侏罗统(武昌组—自流井组)卷入向北的褶皱逆冲滑脱变形,且扬子区普遍缺失上侏罗统沉积,上侏罗统火山岩系与中侏罗统自流井组之间为角度不整合接触;瑞昌附近滑脱带内侵位的中生代花岗岩株及滑脱带前缘阳新岩体的侵位年龄均晚于 135 Ma,且岩体均未发生明显变形。因此推断,向北的挤压型滑脱构造发生在岩体侵位之前的中侏罗世(160 Ma)之后,大致为晚侏罗世至早白垩世初。

结合前人研究,研究区与隆起带南缘有所不同。隆起南缘发育中生代自北向南的逆冲推覆构造。在九岭南缘宜丰一带,中元古界构造岩片自南向北逆冲叠覆,中元古代千枚岩低角度滑脱在石炭系灰岩上,其中被叠置的最新地层为上三叠统<sup>[38]</sup>。萍乡上栗市,发现下二叠统茅口组灰岩自北向南推覆在三叠系安源组煤系地层之上。南昌新建县西山逆冲断层下覆盘的最近地层为上三叠统安源组<sup>[39]</sup>,宜丰附近早侏罗世林山组不整合于三叠系之上,区内普遍缺失早侏罗世早期沉积,显示了印支晚期的强烈的挤压逆冲活动。

可见,江南隆起带的南北两侧共同卷入了中生代强烈的构造变形,北缘(九瑞地区)相对滞后;构造样式上均表现为自隆起带内部向两侧由造山带基底卷入式的厚皮构造逐渐过渡为盖层滑脱式的薄皮构造。

### 3.2 拆离滑脱构造

之后华南地区发生了大规模岩石圈伸展减薄事件<sup>[4]</sup>,研究区发育了以庐山变质核杂岩为代表的拆离滑脱构造。基底拆离断层下盘为塑性变形域,发育与拆离断层一致的韧性剪切带及各种塑性流变构造,断裂稀少,以复杂的叠加褶皱和流动褶皱为主要变形特征;上盘为脆性变形域,中新元古界—奥陶系地层被次级正断层分割成一系列向北西滑动的构造岩片,均以单斜层产出,次级断层呈铲状向深部归并于基底拆离断层(图 4-a)。此外,强烈的伸展作用还

使研究区广泛发育白垩系断陷盆地(图 4-c)。

已有的年代学研究较好地约束了拆离滑脱构造的发育时间:庐山地区基底拆离断层下盘的东牯山岩体(132 Ma)、玉京山岩体(133 Ma)<sup>[40]</sup>、海会岩体(126~127 Ma)<sup>[16,41,42]</sup>及大量花岗质伟晶岩脉(127±2 Ma)<sup>[21]</sup>侵位于星子群及早期新元古代花岗片麻岩中。这些伟晶岩脉集中发育在变质核杂岩核部而不穿透拆离断层进入上部盖层中,且伟晶岩脉多呈席状平行拆离断层产出或呈树枝状充填于早期伸展作用所形成的张裂隙中,岩体均未发生与拆离断层相关的构造变形。可见岩浆活动明显受到了伸展拆离作用的控制以被动方式侵位,岩体的侵位年龄同时也反映了基底拆离断层活动结束的下限时间。笔者<sup>[40]</sup>曾对采自基底拆离断层下盘糜棱岩化白云母片岩中的白云母进行激光阶段加热  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  定年,获得了(140.4±1.7)Ma 的坪年龄,代表了拆离滑脱构造的发育时间。折叠滑脱构造是华南中生代岩石圈伸展减薄事件在中上地壳的浅层构造响应<sup>[44]</sup>。

### 3.3 重力滑脱构造

研究区重力滑脱构造形成于区域性的伸展隆升之后,在彭山—庐山一带最为发育。重力滑脱构造带性明显:后缘伸展带大体至通达街—荆林街一线,以形成轴面向 SE 倾的滑脱褶皱和向 NW 陡倾的正滑断层为特征,部分正滑断层向下延伸并入滑脱断层系统。中间转换带可延至岷山—彭山一带,岩层平缓,滑脱断层以顺层简单剪切变形为特征,局部可形成层间滑脱褶皱等。岷山—瑞昌则属前缘挤压带,构造变形以叠瓦状逆冲断层和侏罗山式褶皱为特征,局部发育紧闭同斜褶皱。前缘挤压带改造了早期 EW 向的逆冲推覆型滑脱构造(图 3-d),使横港一带褶皱形迹转为 NE 向,并新生了 NE 向逆冲型滑脱断裂(图 4-b)。九瑞地区的弧形褶皱系正是两期构造叠加的结果。瑞昌以北弧形构造消失,构造线呈 EW 向展布,重力滑脱构造的影响消失(图 1-a)。

此外,重力滑脱的构造样式主要有双层滑褶型和后拆滑片型 2 种类型。前者盖层分别沿 Pt/Z 不整合面和志留系两套滑脱层向北西滑动(图 4-b)。后者后缘带由一系列正滑断层及其间的滑动岩片组成,后缘的主动伸展断使前缘被动形成一系列逆冲岩片及叠瓦状逆断层(图 4-a)。

为确定重力滑脱构造的发育时间,此次于十里铺附近重力滑脱系统后缘伸展带中采集样品 13-87

(E116°02.476', N29°33.463') 进行激光阶段加热  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  定年分析。样品为震旦系内部正滑断层 (256°∠30°) 重力滑脱过程中新生的白云母拉伸线理 (305°∠26°), 其形成时代代表了重力滑脱构造的发育时间(图 3-g)。

将样品清洗干净, 在室温下风干后粉碎至 40~60 目, 在双目镜下挑选无风化和蚀变的单矿物白云母(纯度在 99%以上)。 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄测定在中国科学院广州地球化学研究所同位素年代学和地球化学重点实验室 GVI-5400Ar⑥质谱仪上完成。样品和标样 ZBH-2506 黑云母(坪年龄  $132.5 \pm 0.663$  Ma)用铝箔包装成小圆饼状(直径约 5~7 mm, 厚 1~2 mm), 装入玻璃管内, 密封好, 送核工业第九研究院核反应堆照射, 照射时间为 90 h, 根据标样 J 值-厚度关系图拟合曲线, 准确获得样品 J 值。干扰氩同位素校正因子为  $(^{39}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 7.09 \times 10^{-4}$ ,  $(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 2.69 \times 10^{-4}$ ,  $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{K}} = 1.65 \times 10^{-3}$  和  $(^{38}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{K}} = 1.211 \times 10^{-2}$ , 质量歧视因子为 0.9938。实验分析前, 整个提取系统在 150°C 加热带下烘烤去气, 样品用 300°C 电炉加热去气 12 h 左右。为了准确扣除系统的本底贡献, 每隔 3~4 个阶段样品分析插做 1 个本底分析。具体实验方法和实验过程中所采用的参数详见文献[43],  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄计算和作图采用 Koppers(2002) 编写的 Ar-Ar CALC ver.2.40 数据处理软件<sup>[44]</sup>, 分析结果见表 1。

白云母(13-87)  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  定年采用激光阶段加热的方法, 获得了较平坦的年龄谱(图 5-a), 3-18 阶段形成年龄坪 ( $^{39}\text{Ar}$  占 97.91%), 坪年龄为  $t_p = (113.5 \pm 0.4)$  Ma (MSWD=0.49)。由反等时线获得的  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$  初始值为  $264 \pm 58$ , 在误差范围内与现今大气标准值 (295.5) 相接近, 略低于标准值, 指示有轻微的 Ar 丢失。各阶段的坪年龄图谱平坦, 且样品的坪年龄 ( $113.5 \pm 0.4$ ) Ma、总气体年龄 ( $113.4 \pm 0.5$ ) Ma 和正反等时线年龄 ( $113.9 \pm 0.7$ ) Ma 在误差范围内均一致(图 5), 表明矿物结晶后一直保存在相对封闭的体系中, 轻微的 Ar 丢失对测年结果的影响极其有限, 坪年龄真实可信, 代表了研究区重力滑脱的发育时间。九瑞地区的重力滑脱构造发育于基底拆离滑脱之后, 是早白垩世(133~126 Ma)大规模岩浆侵位热隆升的结果。

此外, 于赣北樟田渡一带可见中元古界上溪群滑覆于晚白垩世断陷红盆之上, 并造成了下伏上白垩统赣州群地层的褶皱。鉴于研究区普遍存在新生代石英

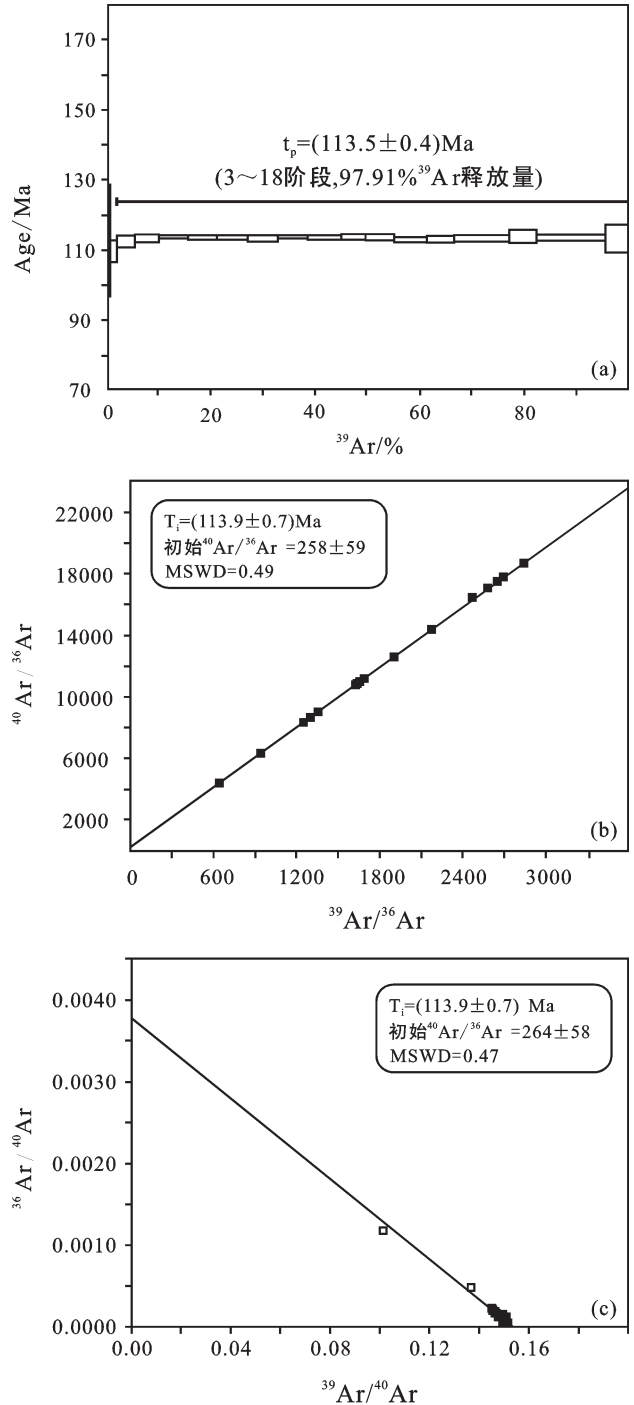


图 5 白云母  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄谱(a)、正等时线(b)年龄和反等时线年龄(c)

Fig.5  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  age spectrum (a), normal isochron (b) and inverse isochron of muscovite

ESR 年龄(43.2~3.4 Ma)、新近纪沉积间断及  $\text{K}_2$ -E 地层的平缓褶皱等, 笔者认为研究区的重力滑脱构造在晚喜山期挤压隆升阶段存在再次活动的可能。



表 1 震旦系内正滑断层内新生白云母 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 分析结果

Table 1 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar isotopic analytical data of muscovite for the normal detachment fault in Sinian

加热阶段	激光能量	年龄(±2s)/Ma	<sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	<sup>36</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	<sup>37</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	<sup>40</sup> Ar*/ <sup>39</sup> Ar	<sup>40</sup> Ar/%	<sup>39</sup> Ar/%
1	4.5 %	112.50 ± 16.29	9.86128	0.01161	0.00658	6.424318	65.15	0.33
2	5.0 %	109.65 ± 3.09	7.31454	0.00356	0.00046	6.257024	85.54	1.76
3	5.5 %	112.47 ± 1.60	6.88999	0.00156	0.00107	6.422777	93.22	3.41
4	6.0 %	113.43 ± 1.11	6.71327	0.00077	0.00053	6.479284	96.51	4.60
5	6.5 %	113.74 ± 0.54	6.74027	0.00080	0.00007	6.497812	96.40	5.66
6	7.0 %	113.56 ± 0.58	6.67393	0.00061	0.00037	6.486727	97.20	5.46
7	7.5 %	113.57 ± 0.57	6.66876	0.00059	0.00021	6.487488	97.28	5.86
8	8.0 %	113.27 ± 0.86	6.65781	0.00062	0.00028	6.469975	97.18	5.71
9	8.5 %	113.77 ± 0.56	6.66091	0.00053	0.00047	6.499364	97.57	5.75
10	9.0 %	113.62 ± 0.66	6.61067	0.00039	0.00023	6.490279	98.18	6.44
11	9.5 %	113.83 ± 0.79	6.61867	0.00037	0.00016	6.503029	98.25	4.63
12	10.5 %	113.67 ± 0.84	6.63519	0.00046	0.00033	6.493360	97.86	5.54
13	11.5 %	113.01 ± 0.74	6.63900	0.00060	0.00043	6.454713	97.22	6.27
14	12.5 %	113.09 ± 0.95	6.68354	0.00074	0.00047	6.459561	96.65	5.23
15	14.5 %	113.29 ± 0.93	6.58113	0.00035	0.00017	6.471242	98.33	10.53
16	16.5 %	113.98 ± 1.82	6.63693	0.00040	0.00064	6.511639	98.11	5.20
17	20.0 %	113.57 ± 0.85	6.60489	0.00038	0.00012	6.487529	98.22	13.15
18	25.0 %	113.31 ± 4.15	6.79122	0.00106	0.00885	6.471970	95.30	4.48

13-87 白云母, W=0.1206g, J=0.0100154, 总气体年龄 113.4±0.5Ma, 坪年龄 t<sub>p</sub>=(113.5±0.4)Ma (3-18 阶段, 97.91%<sup>39</sup>Ar 释放量)

## 4 结论

(1)受基底拆离断层、中新元古界/震旦系不整合面和志留系三套区域滑脱层(面)的控制,不同层次的构造变形差异明显,可概括为前震旦系基底滑脱系统、寒武—奥陶系滑脱系统、志留系滑脱系统和泥盆—三叠系滑脱系统 4 套滑脱系统。

(2)在不同时期不同大地构造背景下,发育了不同类型的滑脱构造:侏罗纪末至早白垩世初挤压型滑脱构造、早白垩世初(140 Ma)伸展型拆离滑脱构造及早白垩世晚期(113 Ma)重力滑脱构造。

**致谢:** <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 年龄测试在中国科学院广州地球化学研究所完成。审稿老师审阅了本文并提出了宝贵的修改意见,在此一并表示感谢!

## 参考文献(References):

[1] 马杏垣, 索书田. 论滑覆及岩石圈内多层次滑脱构造 [J]. 地质学报, 1984, 3:205-213.  
Ma Xingyuan, Suo Shutian. On gliding nappes and multi-level detachment structures in the lithosphere [J]. Acta Geological Sinica, 1984, 3:205-213(in Chinese with English abstract).

[2] 吴富强, 胡雪, 马强, 等. 拆离滑脱构造对含油气盆地形成的控制作用——以渤海湾第三纪断陷盆地和新疆焉耆侏罗纪断陷盆地为例[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(3):199-201.  
Wu Fuqiang, Hu Xue, Ma Qiang, et al. Control of decoupled decollement structures on petroliferous basins—examples from

Tertiary fault-depression bed of Bohai Bay and Jurassic fault-depression basin in Yanji, Xinjiang [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2001, 22(3):199-201(in Chinese with English abstract).

[3] 汤良杰, 余一欣, 杨文静, 等. 库车前陆褶皱冲断带前缘滑脱层内部变形特征[J]. 中国地质, 2006, 33(5):944-951.  
Tang Liangjie, Yu Yixin, Yang Wenjing, et al. Internal deformation features of detachment layers in the front of the Kuqa foreland fold-thrust belt [J]. Geology in China, 2006, 33(5):944-951(in Chinese with English abstract).

[4] 汤良杰, 杨克明, 金文正, 等. 龙门山冲断带多层次滑脱带与滑脱构造变形[J]. 中国科学(D 辑), 2008, 38(增刊 I):30-40.  
Tang Liangjie, Yang Keming, Jin Wenzheng, et al. Multi-level detachment belt and detachment structure deformation of Longmen mountain thrust-fault belt[J]. Science in China(Series D), 2008, 38(Sup.):30-40(in Chinese with English abstract).

[5] 庄培仁, 常志忠. 断裂构造研究[M]. 北京:地震出版社, 1996.  
Zhuang Peiren, Chang Zhizhong. Fault Structure Study [M]. Beijing:Seismological Press, 1996(in Chinese with English abstract).

[6] 郑亚东, Davis G A, 王琮, 等. 内蒙古大青山大型逆冲推覆构造[J]. 中国科学(D 辑), 1998, 28(4):289-295.  
Zheng Yadong, Davis G A, Wang Cong, et al. Orthrust system of Daqing mountain, Inner-Mongolia [J]. Science in China (series D), 1998, 28(4):289-295(in Chinese).

[7] 朱志澄. 变质核杂岩和伸展构造研究述评[J]. 地质科技情报, 1994, 3(13):1-7.  
Zhu Zhicheng. Review on metamorphic core complex and extensional tectonics [J]. Geological Science and Technology Information, 1994, 3(13):1-7(in Chinese with English abstract).

[8] 王涛, 郑亚东. 中蒙边界中生代推覆—伸展递进转换及地壳尺度

- 的切向剪切[J]. 地质通报, 2002, 21(4/5):232-237.
- Wang Tao, Zheng Yadong. Mesozoic progressive transition from overthrusting to extension in the Sino-Mongolian border region and crustal-scale tangential shear [J]. Regional Geology of China, 2002, 21(4/5):232-237(in Chinese with English abstract).
- [9] 黄修保. 赣西北修水-永修地区滑脱构造的基本特征 [J]. 江西地质, 2002, 15(2):81-86.
- Huang Xiubao. Basic features of decollement structures in the Xiushui-Yongxiu area of northwest Jiangxi [J]. Jiangxi Geology, 2001, 15(2):81-86(in Chinese with English abstract).
- [10] 曾佐勋, 曹树钊. 赣西北港口-马垅多层次滑脱构造的基本特征 [J]. 江西地质, 1994, 8(4):309-318.
- Zeng Zuoxun, Cao Shuzhao. Basic features of multiple decollement structures developed in Gangkou-Maao area, northwest Jiangxi Province [J]. Jiangxi Geology, 1994, 8 (4):309-318(in Chinese with English abstract).
- [11] 樊光明. 江南隆起带中段盖层中的推覆和滑覆构造极其地质模型[J]. 地球科学, 1993, 18(4):393-402.
- Fan Guangming. Thrusting nappe-gliding nappe and geological tectonic model in overlying strata of middle section of Jiangnan uplift [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1993, 18 (4):393-402 (in Chinese with English abstract).
- [12] 徐政语, 林舸. 中扬子地区显生宙构造演化及其对油气系统的影响[J]. 大地构造与成矿学, 2001, 25(1):1-8.
- Xu Zhengyu, Lin Ge. Phanerozoic tectonic evolution and its influence on the petroleum system in the middle Yangtze region[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2001, 25 (1):1-8 (in Chinese with English abstract).
- [13] 丁道桂, 朱樱. 中、下扬子区古生代盆地基底拆离式改造与油气领域[J]. 石油与天然气地质, 1991, 12(4):376-386.
- Ding Daogui, Zhu Ying. Basal detaching reformation of Paleozoic basins in central and lower Yangtze regions and their hydrocarbon prospectings [J]. Oil & Gas Geology, 1991, 12 (4):376-386(in Chinese with English abstract).
- [14] 沈晓明, 张海祥, 张伯友. 华南中生代变质核杂岩构造及其与岩石圈减薄机制的关系初探 [J]. 大地构造与成矿学, 2008, 32(1):11-19.
- Shen Xiaoming, Zhang Haixiang, Zhang Boyou. A preliminary study of relationship between metamorphic core complexes and lithospheric thinning over Mesozoic in south China [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2008, 32(1):11-19(in Chinese with English abstract).
- [15] 耿树方, 刘平, 王振洋, 等. 中国大陆侏罗纪以来六大动力体系和资源预测[J]. 中国地质, 2009, 3(3):490-503.
- Geng Shufang, Liu Ping, Wang Zhenyang, et al. Six major dynamic systems Jurassic in China's mainland and resource prognosis [J]. Geology in China, 2009, 3 (3):490-503(in Chinese with English abstract).
- [16] Lin W. Tectonics of SE China: New insights from the Lushan massif (Jiangxi Province)[J]. Tectonics, 2000. 19(5):852-871.
- [17] 毕华, 项新葵, 朱元松. 庐山隆起-滑脱构造 [J]. 大地构造与成矿, 1998, 22(1):21-28.
- Bi Hua, Xiang Xinkui, Zhu Yuansong. 1998. Lushan uplift bedding-delamination structure [J]. Geotectonica et Metallogenia, 1998, 22(1):21-28(in Chinese with English abstract).
- [18] 罗庆坤, 刘国生, 王彪, 等. 庐山-彭山地区伸展构造演化及其对一矿产形成的制约[J]. 地质科学, 1995, 30(2):117-128.
- Luo Qingkun, Liu Guosheng, Wang Biao, et al. Evolution of tensional tectonics and its controlling role on ore-deposit formation in Lushan-Pengshan region [J]. Chinese Journal of Geology, 1995, 30(2):21-28(in Chinese with English abstract).
- [19] 马长信, 项新葵. 赣北燕山期花岗岩浆的底辟伸展造山作用[J]. 华东地质学院学报, 1999, 22(1):6-16.
- Ma Changxin, Xiang Xinkui. The Diapire extending orogeny of Yenshan granitic magma in North Jiangxi [J]. Journal of East China Geological Institute, 1999, 22 (1):6-16 (in Chinese with English abstract).
- [20] 李武显, 周新民, 李献华, 等. 庐山“星子变质核杂岩”中伟晶岩锆石 U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2001, 26(5):491-495.
- Li Wuxian, Zhou Xinmin, Li Xianhua, et al. Zircon U-Pb dating of pegmatite from Xingzi metamorphic core complex of Lushan mountain and its geological implication [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2001, 26 (5):491-495 (in Chinese with English abstract).
- [21] 张开均. 江南隆起东端伸展构造的识别及其意义 [J]. 安徽地质, 1997, 7(2):15-19.
- Zhang Kaijun. The geology, geochemistry and tectonic environment of A-type granite dykecluster, Kecun, Anhui [J]. Geology of Anhui, 1997, 7 (2):15-19 (in Chinese with English abstract).
- [22] 程海, 胡世玲, 唐朝辉. 赣东北铁砂街变质混杂岩块的同位素年代[J]. 地质通报, 1991, 2:151-154.
- Cheng Hai, Hu Shiling, Tang Chaohui. New recognition on the isotopic geochronology of the “Tieshajie Group” in the southern part of northeastern Jiangxi [J]. Geological Bulletin of China, 1991, 2:151-154(in Chinese with English abstract).
- [23] 舒良树, 周国庆, 施央申, 等. 江南造山带东段高压变质蓝片岩及其地质时代研究[J]. 科学通报, 1993, 38(20):1879-1882.
- Shu Liangshu, Zhou Guoqing, Shi Yangshen, et al. The study of high pressure metamorphic blue schist and its geological timing in the eastern section of the Jiangnan orogenic belt [J]. Chinese Science Bulletin, 1993, 38 (20):1879-1882 (in Chinese with English abstract).
- [24] 周金城, 王孝磊, 邱检生. 江南造山带是格林威尔造山带? ——关于华南前寒武地质的问题[J]. 高校地质学报, 2008, 14(1):64-72.
- Zhou Jincheng, Wang Xiaolei, Qiu Jiansheng. Is the Jiangnan Orogenic Belt a Grenvillian Orogenic Belt? Some problems about the Precambrian geology of South China [J]. Geological Journal of China

- Universities, 2008, 14(1):64-72(in Chinese with English abstract).
- [25] 周新民, 邹海波, 杨杰东, 等. 安徽歙县伏川蛇绿岩套的 Sm-Nd 等时线年龄及其地质意义 [J]. 科学通报, 1989, 34 (16):1243-1245.  
Zhou Xinmin, Zou Haibo, Yang Jiedong, et al. Sm-Nd dating and its geological signification of mafic-ultramafic belt in Fuchuan, She county of Anhui Province [J]. Chinese Science Bulletin, 1989, 34(16):1243-1245(in Chinese with English abstract).
- [26] 马瑞士. 华南构造演化新思考兼论“华夏古陆”说中的几个问题 [J]. 高校地质学报, 2006, 12(4):448-456.  
Ma Ruishi. New thought about the tectonic evolution of the South China; with discussion on several problems of the Cathaysian Old Land [J]. Geological Journal of China Universities, 2006, 12(4): 448-456(in Chinese with English abstract).
- [27] 马文璞, 丘元禧, 何丰盛. 江南隆起上的下古生界缺失带——华南加里东前陆褶冲带的标志 [J]. 现代地质, 1995, 9(3):320-324.  
Ma Wenpu, Qiu Yuanxi, He Fengsheng. Lower Paleozoic omission zone in Jiangnan Uplift——A sign of Caledonian foreland fold thrust belt [J]. Geoscience, 1995, 9 (3):320-324 (in Chinese with English abstract).
- [28] 胡受奚, 徐金芳. 区域成矿规律对华南大地构造属性的联系 [J]. 中国地质, 2008, 35(6):1045-1053.  
Hu Shouxi, Xu Jinfang. The metallogeny of South China closely relationships to its geotectology [J]. Geology in China, 2008, 35(6): 1045-1053(in Chinese with English abstract).
- [29] 陈懋弘, 梁金城, 张桂林, 等. 加里东期扬子板块与华夏板块西南段分界线的岩相古地理制约 [J]. 高校地质学报, 2006, 12(1): 111-122.  
Chen Maohong, Liang Jincheng, Zhang Guilin, et al. Lithofacies paleogeographic constraints of southwestern boundary between Yangtze and Cathaysian plates in Caledonian [J]. Geological Journal of China Universities, 2006, 12 (1):111-122 (in Chinese with English abstract).
- [30] 陈留勤, 段凯波, 霍荣, 等. 晚三叠世中扬子北缘前陆盆地层序地层特征及沉积演化 [J]. 高校地质学报, 2009, 15(3):328-338.  
Chen Liuqin, Duan Kaibo, Huo Rong, et al. Late Triassic sequence stratigraphy and sedimentary evolution of the northern Mid - Yangtze foreland basin [J]. Geological Journal of China Universities, 2009, 15(3):328-338(in Chinese with English abstract).
- [31] 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, 3(3):573-593.  
Xu Xianbing, Zhang Yueqiao, Jia Dong, et al. Early Mesozoic geotectonic processes in South China [J]. Geology in China, 2009, 3(3):573-593(in Chinese with English abstract).
- [32] 余心起, 舒良树, 邓平, 等. 中国东南部侏罗纪—第三纪陆相地层沉积特征 [J]. 地层学杂志, 2003, 3:93-102.  
Yu Xinqi, Shu Liangshu, Deng Ping, et al.. The sedimentary features of he Jurassic-Tertiary terrestrial strata in southeast China [J]. Journal of Stratigraphy, 2003, 3:93-102 (in Chinese with English abstract).
- [33] 张海祥, 张伯友. 赣北星子群变质岩的原岩回复及其形成构造环境判别 [J]. 中国地质, 2003, 30(3):255-260.  
Zhang Haixiang, Zhang Boyou. Reconstruction of protoliths of metamorphic rocks of the Xingzi Group and discrimination of their tectonic setting [J]. Geology in China, 2003, 30(3):255-260.
- [34] 董树文, 薛怀民, 项新葵, 等. 赣北庐山地区新元古代碧斑-角斑岩系枕状熔岩的发现及其地质意义 [J]. 中国地质, 2010, 3(4): 1021-1033.  
Dong Shuwen, Xue Huaimin, Xiang Xinkui, et al. The discovery of Neoproterozoic pillow in spilite -ceratophyre of Lushan area, northern Jiangxi Province, and its geological significance [J]. Geology in China, 2010, 3(4):1021-1033(in Chinese with English abstract).
- [35] 江西省地质矿产厅. 江西省岩石地层 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997:50-250.  
Department of Geology and Mineral Resources of Jiangxi Province. Stratigraphy (Lithostratic) of Jiangxi Province [M]. Wuhan: China University of deosciences Press, 1997:50-250 (in Chinese with English abstract).
- [36] 江西省地质矿产局. 江西省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1984:108-152.  
Jiangxi Bureau of Geology and Minerals Resources. Regional Geology of Jiangxi Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1984:108-152(in Chinese with English abstract).
- [37] 丁道桂, 郭彤楼, 胡明霞, 等. 论江南—雪峰基底拆离式构造——南方构造问题之一 [J]. 石油试验地质, 2007, 29(2):120-127.  
Ding Daogui, Guo Tonglou, Hu Mingxia, et al. Basement decoupling structure in Jiangnan -Xuefeng ——Series 1 of the southern structure studies [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2007, 29(2):120-127(in Chinese with English abstract).
- [38] 谢清辉, 刘细元, 李宜春. 九岭南缘逆冲推覆构造中段上推覆体构造格局分析 [J]. 江西地质, 2001, 15(1):18-21.  
Xie Qinghui, Liu Xiyuan, Li Yichun. An analysis of the upper nappe structural pattern in the middle sector of a thrust nappe on southern margin of Jiujiang [J]. Jiangxi Geology, 2001, 15(1):18-21(in Chinese with English abstract).
- [39] 万天丰. 中国大地构造学纲要 [M]. 北京: 地质出版社, 2004.  
Wan Tianfeng. Tectonics Essentials of China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004(in Chinese).
- [40] 朱清波, 杨坤光, 王艳. 庐山变质核杂岩伸展拆离和岩浆作用的年代学约 [J]. 大地构造与成矿学, 2001, 34(3):322-332.  
Zhu Qingbo, Yang Kunguang, Wang Yan. Extensional detachment and magmatism of the Lushan metamorphic core complex: Constraints from  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  and U -Pb geochronology [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2001, 34 (3):322-332 (in Chinese with English abstract).
- [41] 李中兰, 崔学军, 王冉, 等. 庐山星子地区中生代构造岩浆事件与赣江断裂多起活动的关系 [J]. 岩石学报, 2007, 23(4):839-848.  
Li Zhonglan, Cui Xuejun, Wang Ran, et al. Relationship between the Cenozoic tectono-magmatic events in Xingzi area, Lushan and the multiphase activities of Ganjiang fault zone [J]. Acta Petrologica

- Sinica, 2007, 23(4):839-848(in Chinese with English abstract).
- [42] 张海洋, 朱炳泉, 徐湘林, 等. 庐山“星子变质核杂岩”中海会花岗岩的锆石 U-Pb 年龄及大地构造意义[J]. 矿物岩石, 1999, 19(3):69-72.
- Zhang Haixiang, Zhu Bingquan, Xu Xianglin, et al. Single-grain zircon U-Pb dating of the Haihui granite in “Xingzi metamorphic core complex”, Lushan, and its tectonic significance [J]. J. Mineral Petrol., 1999, 19(3):69-72(in Chinese with English abstract).
- [43] 邱华宁. 新一代 Ar-Ar 实验室建设与发展趋势: 以中国科学院广州地球化学研究所 Ar-Ar 实验室为例[J]. 地球化学, 2006, 35(2):133-140.
- Qiu Huaning. Construction and development of new Ar-Ar laboratories in China; Insight from GV-5400 Ar-Ar laboratory in Guangzhou Insitute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences[J]. Geochemistry, 2006, 35(2):133-140(in Chinese with English abstract).
- [44] Koppers A A P. Ar-Ar CALC -software for  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  age calculations[J]. Computers & Geosciences, 2002, 28(5):605-619.

## Mesozoic-Cenozoic gliding detachment in Jiujiang-Ruichang area

ZHU Qing-bo<sup>1</sup>, YANG Kun-guang<sup>2</sup>, CHENG Wan-qiang<sup>2</sup>

(1. Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Nanjing 210016, Jiangsu, China; 2. Key Laboratory of Tectonics and Petroleum Resources, Ministry of Education, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China)

**Abstract:** In Jiujiang-Ruichang area, there are multi-level, multi-period and multi-type gliding detachments. The basement detachment faults and the unconformity between Neoproterozoic and Sinian and Silurian are territorial detachments, which control the detachment structures. Deformations are different at different levels. Four detachment systems (Presinian basement, Cambrian-Ordovician, Silurian, Devonian-Triassic) can be recognized. Different types of detachment structures were developed in different periods characterized by different backgrounds of geotectonics, which include extrusion detachment during Late-Jurassic to Early Cretaceous, extensional detachment in original Early Cretaceous (140Ma) and gravitational detachment in the late stage of Early Cretaceous period (113Ma).

**Key words:** detachment structure; Jiujiang-Ruichang area;  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$ ; Mesozoic-Cenozoic

---

**About the first author:** ZHU Qing-bo, male, born in 1986, master, engages in the study of structure geology; E-mail: zhuqingbo1234@163.com.