

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

赣江断裂带地质特征及其动力学演化

邓平^{1,2)} 舒良树¹⁾ 杨明桂³⁾ 郭英杰³⁾ 余心起¹⁾

1) 南京大学地球科学系, 210093; 2) 中国核工业地质局二九〇研究所, 广东韶关, 512026

3) 江西省地质调查院, 南昌, 330000

内容提要 赣江断裂带发育在江西省境内, 全长大于 600 km, 宽 50~120 km, 走向 N20°E 左右, 伴生有一系列 NE 向和 NW 向的次级断裂。在地球物理上, 它是一个具有显著重力、航磁异常梯度带的深大断裂带; 岩石学上, 是一个晚中生代的火山岩线; 沉积学上, 控制了一系列晚白垩世—古近纪的红色沉积盆地。构造形迹和沉积作用特征表明, 中—新生代是赣江断裂带活动的高峰期, 主体上表现为一个大规模的左行走滑脆性剪切带, 其左旋走滑变形具有北强南弱、走滑时代北早南晚的穿时特点以及伸展断陷向北扩展、沉积中心向西迁移的演化规律。控盆作用及构造交切关系表明, 赣江断裂带起始于印支期扬子与华北板块碰撞造山之后的早侏罗世。年代学、运动学研究表明, 该断裂带经历了三个阶段的构造演化: 早白垩世左旋走滑、晚白垩世—古近纪的滑脱伸展和新近纪—第四纪的右旋挤压, 其动力学原因主要受侏罗纪以来太平洋板块运动体制的制约。

关键词 地质特征 地球动力学演化 赣江断裂带 中—新生代

“赣江断裂带”一词最早于 20 世纪 50 年代末由江西省地质局陈苇鸿提出。60 年代初, 在赣江断裂带中段开展的煤田地质勘探工作为该断裂带的确立提供了大量物探及钻探证据^①。70 年代, 原地矿部 915 石油大队在清江盆地进行石油普查勘探时, 曾钻探到具较大断距的正断裂^②。1979 年, 江西省第一物探大队等单位对赣江断裂带重力、航磁异常等进行了调查和总结, 基本肯定了赣江断裂带的存在。杨正鑫在对赣江断裂带永修—崇义一线基性岩带进行研究后, 认为其形成与深断裂有关。1981 年, 杨明桂等^③、郭英杰等^④相继撰文对赣江断裂带的基本地质特征、形成与演化进行了讨论。1982 年, 郭英杰等对赣江断裂带进行了专题研究^⑤, 江西地质矿产局(1984)对赣江断裂带的构造属性进行了描述。随后江西省地质矿产局在赣江一带开展的 1:50000 和 1:250000 区调工作对赣江断裂带内各种构造形迹及其控盆、控岩作用进行了详细的调查。作为江西省境内一条十分重要的分划性构造单元, 该断裂带对深入认识江西及其邻区岩石圈结构构造及其构造演化有着十分重要的意义, 因此一直受到众多地学工作者的关注。然而时至今日, 对该断裂带地质特征及其动力学演化等方面的认识还存在较大的分歧; 尤

其是对其运动学特征尚有待于进行深入分析。为此, 笔者近年来对赣江断裂带进行了数次野外调查, 结合前人资料, 对赣江断裂带的深部地球物理特征、几何学特征、运动学特征进行了研究, 探讨了该断裂带的地球动力学演化过程。

1 地质概况

赣江断裂带北起湖口, 经彭泽、南昌、清江、吉安、万安、赣州、龙南等地, 纵贯江西全省, 是地表上一个醒目的低谷带(赣江), 该断裂带全长大于 600 km, 宽 50~120 km, 总体走向 N20°E 左右, 其西界在九江—高安—遂川一线, 东界在石门街—乐安—定南一线, 由一系列 NNE 向、NE 向和 NW 向断裂束组成(图 1)。该断裂带控制了鄱阳、清江、吉(安)泰(和)、赣州等一系列 NNE 走向的晚白垩世—古近纪的红色沉积盆地。断裂带内分布着一系列基性岩墙群和橄榄玄武岩夹层, 均呈 NNE 向成带出现, 集中发育于断陷盆地的边缘部位及 NNE 向断裂附近, 反映盆地边缘断裂及 NNE 向断裂切割较深的特点。新干县城以北岩体多为辉绿岩、辉绿玢岩、辉长辉绿岩等基性侵入岩, 辉绿岩 K-Ar 年龄为 9.4 Ma(华东地质矿产研究所李贵章测定)。野外调查表

注:本文为国家自然科学基金项目(编号 40172067)、国家自然科学基金重点项目(编号 40132010)和教育部博士点基金项目(编号 20010284005)的成果。

收稿日期:2002-06-12; 改回日期:2002-12-23; 责任编辑:任希飞。

作者简介:邓平,男,1963年生。高级工程师,290研究所总工程师兼副所长,现南京大学构造地质学博士研究生。通讯地址:210093,南京大学地球科学系。

明,新干以南以橄榄玄武岩为特征,并见辉绿岩墙侵入晚中生代花岗岩的现象,其接触带断层角砾岩化

发育(图2)。基性岩墙群在空间分布上具北宽南窄特点,形成时代北老(Mz)南新(Cz)。断裂两侧花岗岩体较发育,时代以晚中生代为主,多呈

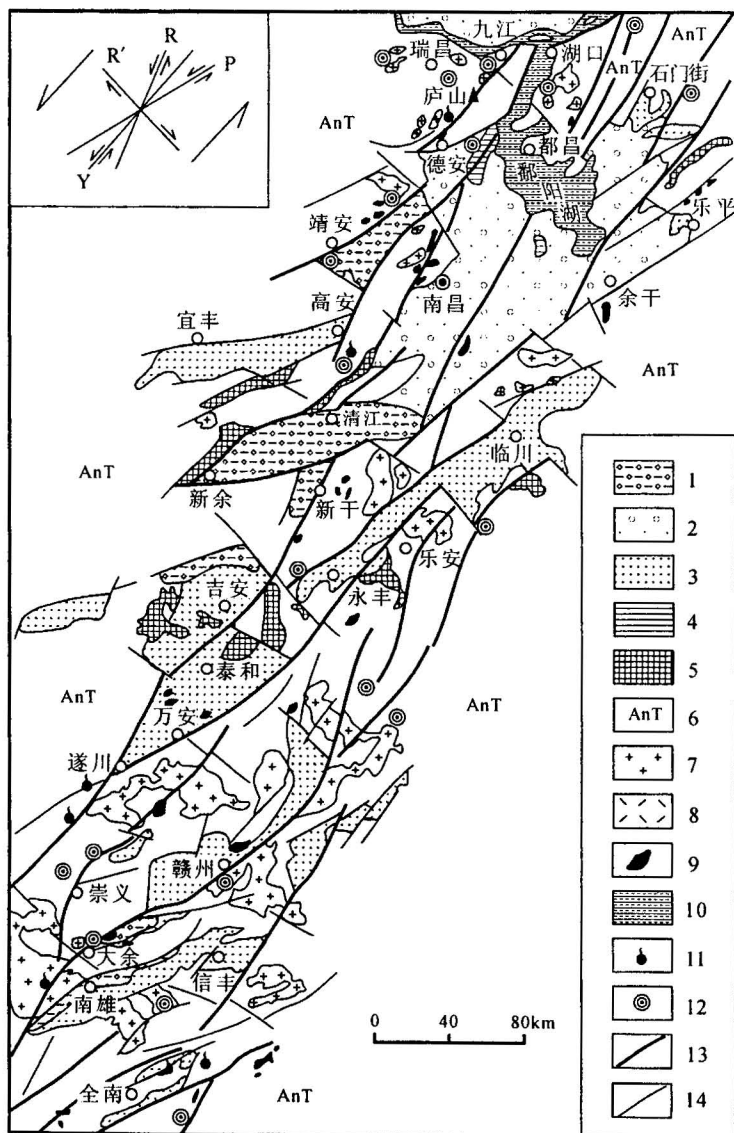


图1 赣江断裂带地质构造略图

(据江西省地质矿产局(1984)《江西省地质矿产图》和郭英杰等^①资料略加修改)

Fig. 1 Simplified geologic and tectonic map of Ganjiang fault zone [modified from "the Geological Map of Jiangxi Province" (Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Resources, 1984) and the data of Guo Yinjie et al. ^①.

1—古近纪沉积盆地;2—晚白垩世—古近纪沉积盆地;3—晚白垩世沉积盆地;4—早白垩世沉积盆地;5—侏罗纪沉积盆地;6—前三叠纪地层;7—燕山期花岗岩;8—火山岩;9—基性岩;10—湖泊;11—温泉;12— ≥ 2.6 级地震;13—主干断裂;14—配套断裂

1—Paleogene sedimentary basin; 2—Late Cretaceous—Paleogene sedimentary basin; 3—Late Cretaceous sedimentary basin; 4—Early Cretaceous sedimentary basin; 5—Jurassic sedimentary basin; 6—stratum symbol; 7—Yanshanian granite; 8—volcanic rocks; 9—basic rocks; 10—lakes; 11—hot-spring; 12—earthquake ($M_1 \geq 2.6$); 13—major fault; 14—induced fault

发育(图2)。基性岩墙群在空间分布上具北宽南窄特点,形成时代北老(Mz)南新(Cz)。断裂两侧花岗岩体较发育,时代以晚中生代为主,多呈NNE向展布;少数岩体分布在NNE向与NW向断裂的复合部位。沿断裂带曾发生过多级2~5级的地震;带内分布着一系列沿NNE方向串珠状排列的温泉群,其成因与NNE向断裂有关。以江山—东乡—萍乡近东西向断裂为界,赣江断裂带可分南北两段,北段位居江南元古宙造山带内,南段属加里东期华南褶皱带(任纪舜等,1990;周新民等,1993;舒良树等,1995,1997,1999;Shu Liangshu et al., 1996)。在北段的都昌、湖口一带,NNE向断裂非常发育;在庐山东麓,NNE向的断层陡崖与东侧洼地高差达1400m(江西省地质矿产局,1984);它也控制了鄱阳湖的西部边界,导致中生代沉积中心由东向西迁移,古近纪盆地多分布在晚白垩世盆地西侧。在南段的清江—吉安一带,赣江断裂两侧不仅褶皱展布方向明显有异(西侧多呈近E—W方向,而东侧则多呈NE或NNE方向),两侧的第三纪沉降中心完全不同(其东侧为近S—N向展布,西侧则呈近E—W向延伸),而且两侧的火山岩岩石构造组合差异明显、空间展布迥然不同:东侧晚中生代火山岩广泛分布,“同源同时空”的花岗质火山—侵入杂岩发育,以钙碱性和准铝质为特征,年龄值集中在110~130Ma(王德滋等,1995);早白垩世盆地多属火山—沉积盆地,与钙碱性火山岩系相伴生,表现为区域挤压背景下的陆内挠曲拗陷。此外,断裂西侧虽然晚中生代花岗岩大量分布,但缺失火山岩;早白垩世盆地以杂色河湖相碎屑沉积为主。在断裂以西,发育有十分典型的中生代花岗岩穹隆伸展构造和变质核杂岩(Shu Liangshu et al., 1998; Wang Dezi et al., 2001)。

2 构造特征

2.1 深部地球物理特征

在地球物理上,赣江断裂带是一个具有显著重力、航磁异常梯度带的超壳断裂

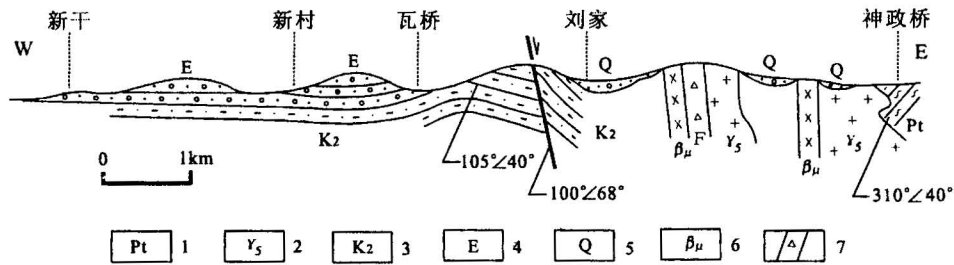


图 2 赣江断裂带新干以南侵入体与基性岩脉

Fig. 2 Basic dykes and intrusive in the south Xingan of Ganjiang fault zone

Pt—元古宙变质岩;Rs—晚中生代花岗岩;K₂—晚白垩世粉砂岩;E—古近纪砂砾岩;Q—第四纪浮土; β_{μ} —辉绿岩;F—断层角砾岩
 1—Proterozoic metamorphic rocks; 2—late-Mesozoic granite; 3—Late Cretaceous siltstone; 4—Paleogene sandy conglomerate;
 5—Quaternary sediments; 6—diabase; 7—fault breccia

带。断裂以东重力异常呈 NE 走向,以西主要呈 NNE 走向(徐鸣洁等, 2001;滕吉文, 2002)。断裂带附近重力布格异常值由东西两侧向中心逐渐增加: 两侧负异常强度为 $-40 \times 10^{-5} \sim -50 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$, 中间

为一走向 NNE、宽度 $>50 \text{ km}$ 的正异常,在南昌—吉安一带呈舌状重力高向南延伸。对九宫山—上饶、萍乡—广昌、桂东—桃溪所切三条剖面,以 60 km 的圆滑半径进行滑动平均处理后,可以看出赣江断裂带深部 Moho 面具有明显的起伏特征,断裂带所经之处重力异常梯度变化明显,该异常带位置与赣江断裂带展布方向吻合(图 3)。反映出断裂带深部地幔上隆、中间地壳厚度变小,两侧厚度变大的地质差异。江西省地质矿产局(1984)用永平爆破测震和区域重力布格异常资料编制了莫氏面等深线图(图 4),从图可见,赣江构造带内地壳厚度为 $30 \sim 32 \text{ km}$,两侧地壳最大厚度为 33 km ;由赣江断裂带引起的莫霍面落差达 $1 \sim 2 \text{ km}$,赣江带所控制的鄱阳、清江、吉(安)泰(和)、赣州等盆地其深部均为上地幔隆起区,隆起方向也正好与赣江断裂

带展布方向一致(图 4 右下角图)。在航磁异常图上,赣江断裂带具有磁场降低带、横穿异常走向的磁场交变带和不连续磁场等特点。断裂带通过区表现为

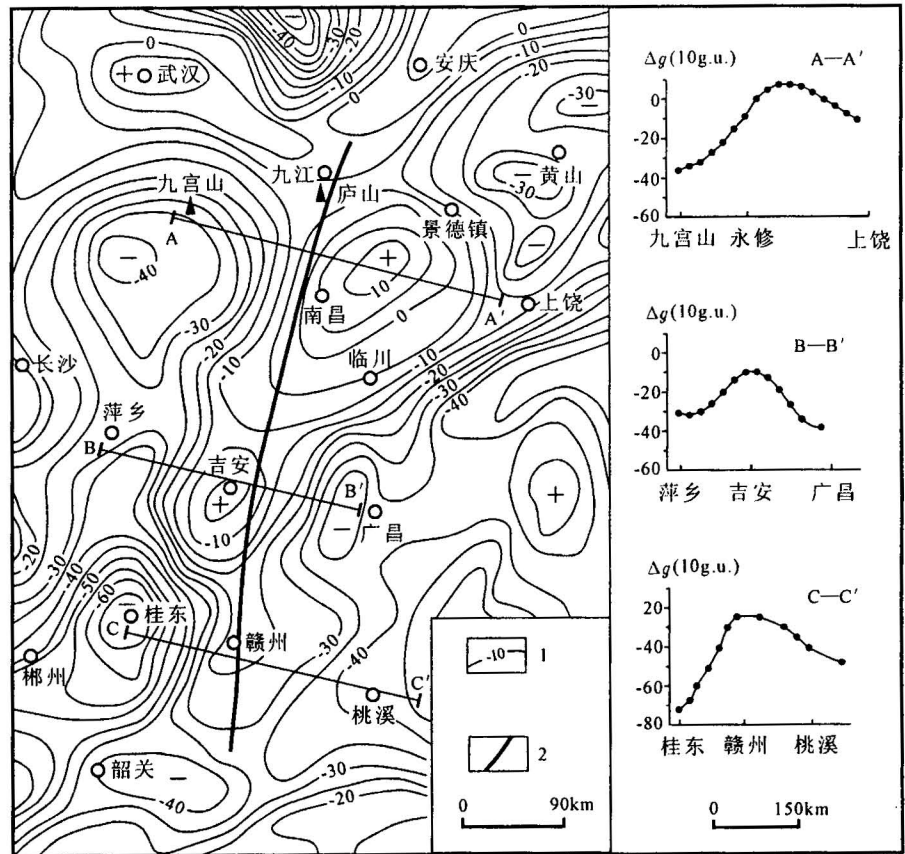


图 3 赣江断裂带布格重力异常图(等值线间距 $5 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$)

(据 1: 400 万全国布格重力异常图)

Fig. 3 Bouguer gravity anomaly map of Ganjiang fault zone (Isoanomaly curve interval $5 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$) (modified from Bouguer gravity anomaly map of China)

1—异常等值线;2—赣江断裂带

1—Isoanomaly curve; 2—Zero contour; 3—Ganjiang fault zone

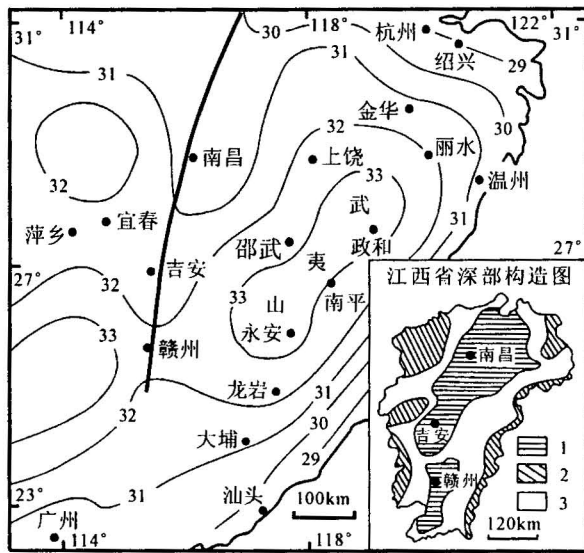


图 4 中国东南部莫霍面深度图
(据徐鸣洁等,2001,略修改)

Fig. 4 Moho depth map of the Southeast China
(modified from Xu Mingjie et al., 2001)

1—幔隆区;2—幔凹区;3—变异带

1—Mantle uplift zone; 2—mantle depression zone;
3—aurorae

航磁异常变化区(图 5):断裂以西为弱磁异常区,磁异常很弱,异常幅值小于 100 nT;而东侧为磁异常强烈变化区,异常幅值很高,异常幅值大于 100 nT,最高达 300 nT(徐鸣洁等,2001)。断裂带沿线的南昌、丰城、新干、吉安、赣州等地都有不连续局部磁异常出现,呈 NNE 走向,对应于这些地带分布着中新生代基性岩浆体。

2.2 几何学特征

赣江断裂带主要由 NE15°~25°、NE45°~60°和 NW305°~320° 三组断裂组成。NNE 向断裂构成了赣江断裂带的主体,主要包括湖口—遂川、彭泽—崇义、石门街—大余 3 条 NNE 向大断裂带,该组断裂规模较大,长度数十至上百千米,方向稳定,成带出现,断续延伸。常与 NE 向、NW 向断裂构成菱形构造,在空间上控制着 NNE 向盆

地的展布,对早白垩世和部分早、中侏罗世地层沉积控制明显。NE 向断裂是区内重要的控盆构造,常切错 NNE 向断裂、控制 NE 向白垩纪—古近纪盆地边界。因受多组 NE 向断裂联合作用的影响,NE 向盆地多具断陷盆地特征(图 6)。该组断裂活动时间较长、规模较大,长度>100 km,平面上略具波状,并等间距排列。NW 向断裂在区内分布广泛,对新生代以来的地貌、水系等有明显控制作用,断裂延伸多为数十千米,空间上等间距排列组合特征明显。

受断裂带所控制,带内盆地呈雁列状展布,断裂两侧地块发生过明显平移,并伴有大量牵引构造、剪切构造和羽列构造。在几何学特征上,各方向断裂错综交错、走向稳定且等距相间出现;同方向断裂多呈雁列状展布。这种空间展布规律可根据 Bartlett 等提供的主剪切面(Y)相对滑动时派生的次级剪裂面(R、R'、P)模型得到很好解释(图 1)。这表明,赣江断裂带内 NE 向、NW 向断裂是 NNE 向赣江断裂的同期配套构造。

2.3 运动学特征

赣江断裂带具有明显的多期变形活动特征。野

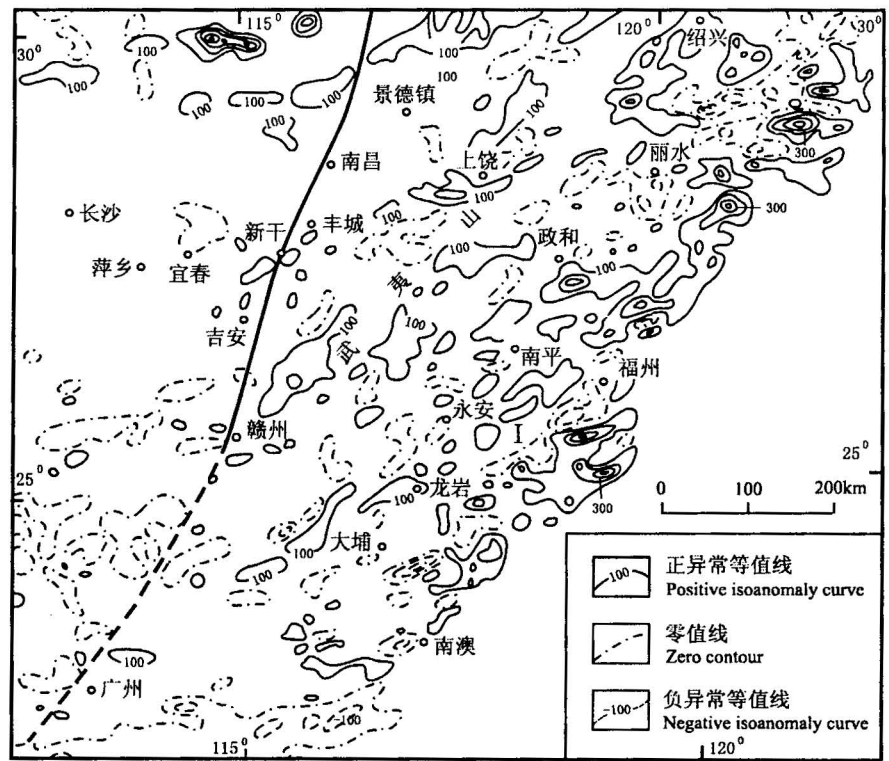


图 5 中国东南部航磁(ΔTa)异常图(等值线间距 100nT)(据徐鸣洁等,2001,略修改)

Fig. 5 Aeromagnetic anomaly map of the Southeast China
(modified from Xu Mingjie et al., 2001)

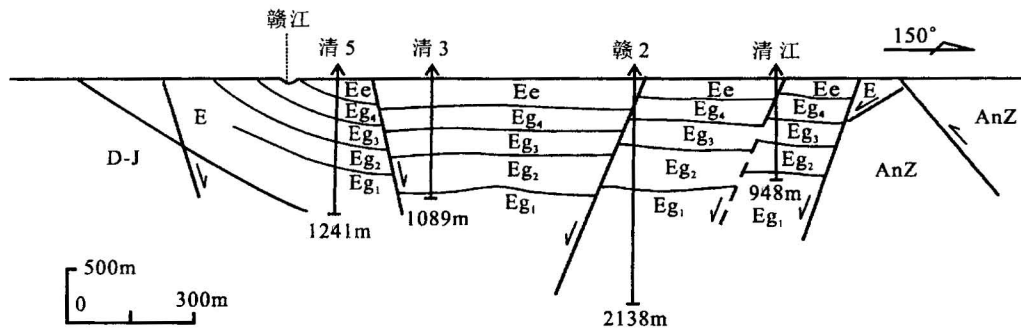


图 6 清江断陷盆地构造剖面图(引自郭英杰等^⑥,略修改)

Fig. 6 Structure section map of the Qingjiang fault basin (from Guo Yinjie et al. ^⑥, a few revision)

外观观察表明,NNE 向断裂大多数断裂面朝 SEE 陡倾斜,倾角 $65^{\circ}\sim 70^{\circ}$,擦痕近水平,结合断层附近伴生构造和断面上的阶步等判断,其性质以左行剪切为主,一些地段表现为明显向东下滑的正断层。总体上看,NNE 向和 NE 向断裂多为挤压剪切,晚期局部兼具拉张剪切特征,而 NW 向断裂则以拉张剪切为主。

2.3.1 早白垩世的左旋走滑构造形迹

左旋走滑构造形迹在赣江断裂带的东西两侧都较发育,其结合处的赣江断裂带,为陡立的边界断裂。左旋走滑断裂兼具逆冲推覆特征,断裂两侧地层或表现为明显的水平错移,或表现为逆冲推覆及其派生的断裂牵引弧形弯曲,一些地段还见牵引褶皱。断裂带西侧萍乡—乐平盆地高安等地,由左旋走滑诱发的逆冲推覆构造使元古宇千枚岩覆盖在石炭系、二叠系或三叠系之上,经后期剥蚀又形在中石炭统的构造窗(图 7)。在赣江西侧星子—德安、靖安、新建等地前中生代地层区,强烈的左旋走滑剪切作用导致了一系列从北向南的逆冲推覆作用,使岩片层层堆叠,地壳增厚。而断裂带东侧鄱阳湖东北部塔前、三龙、凤岗等地,元古宇千枚岩片则从 SSE 向 NNW 逆冲滑覆于二叠纪—晚三叠世的煤系地层之上。带内碎裂岩、角砾岩、断层泥、破劈理、构造透镜体等非常发育;断裂面常呈舒缓波状展布,阶步和水平擦痕随处可见,断层附近有规律排列的透镜体指示其左行动向。水平位移距离小至数米,大达数十千米。在湖口—武宁一带,赣江

断裂带西侧东西向的震旦系—三叠系向南左行平移了 $30\sim 40$ km(图 8);近东西向九岭—高台隆起带,受断裂带左行平移作用,其西侧九岭山地区的地层、构造、岩带相对断裂带东侧东港等地向南平移约 30 km;萍乡—乐平古生代盆地西侧峡江等地相对东侧向南错动 20 km 以上,

左行平移还导致瑞昌等地产生了一系列弧形构造。断裂带内岩石破碎,断面、擦痕、羽列节理和拖曳褶皱展示斜走滑断层性质。野外还见上三叠统中的磨圆度较好的砾石被小断裂左行平移剪切错动,错距达 30 cm,该左行走滑断层未切割晚白垩世地层。Wei Lin 等(2000)通过对赣江断裂带湖口—德安和

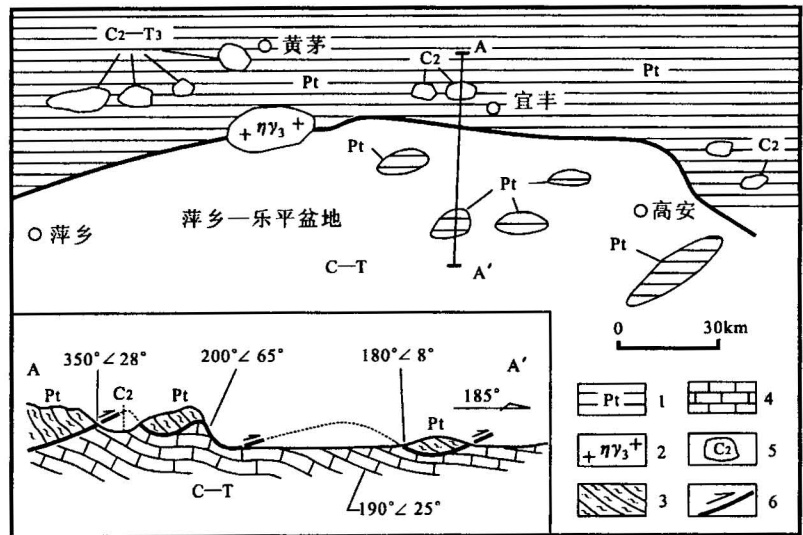


图 7 九岭山南缘中生代推覆滑脱构造地质简图

Fig. 7 Simplified geologic map of Mesozoic nappe decollement structure in southern Jiulingshan

- 1—九岭变质基底(Pt); 2—加里东二长花岗岩; 3—千枚岩; 4—灰岩(C-T);
- 5—构造窗; 6—逆冲推覆构造及推覆方向
- 1—Jiuling metamorphic basement(Pt); 2—Caledonian adamellite; 3—phyllite;
- 4—limestone(C-T); 5—tectonic window; 6—thrusting nappe structure and nappe direction

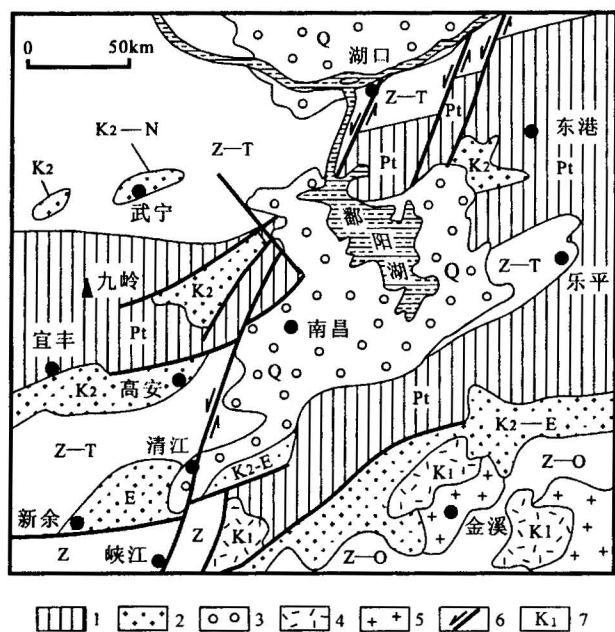


图 8 赣江断裂带北段左旋走滑构造特征

Fig. 8 Sinistral strike-slip structural features of north Ganjiang fault zone

- 1—元古宇 (Pt); 2—沉积盆地 (K-N); 3—浮土 (Q); 4—火山岩 (K₁); 5—侵入岩; 6—断裂及平移方向; 7—地层代号
- 1—Proterozoic era; 2—sedimentary basin (K-N); 3—sediments (Q); 4—volcanic rocks (K₁); 5—intrusive rocks; 6—strike-slip fault and its movement direction; 7—stratum symbol

赛阳—德安断裂左行下滑变形中新生多硅的白云母和黑云母 Ar-Ar 法测年后,认为赣江断裂带大规模左行走滑发生在 $92.7 \pm 1.7 \text{ Ma} \sim 125.6 \pm 1.2 \text{ Ma}$,说明赣江断裂带大规模左行走滑主要发生在早白亚世。调查表明,赣江断裂带北段左旋走滑特征比南段更加明显,并具有走滑时代北早南晚的穿时特点。吉安以南虽然平移距离逐渐变小,但脆性走滑剪切构造、破劈理、构造透镜体和弧形牵引构造仍很常见。

2.3.2 晚白垩世—古近纪滑脱伸展沉积盆地

野外调查表明,赣江断裂主体属左行走滑性质,

但在许多地段也表现出明显的正断层特征,且时代较新。该期构造事件使断裂岩块由西向东拉伸下掉,导致赣江以东鄱阳断陷盆地的形成,与庐山高峰落差达 1400 m。断裂东侧的盆地接受巨厚沉积,古生代和早中生代地层大部分被新生代地层所覆盖;赣江断裂西侧地区则相对上隆,前中生代地层和燕山期花岗岩大片出露,新生代地层沉积厚度小。发生在晚白垩世—古近纪的沿断裂带伸展活动控制了鄱阳湖、清江、永丰、吉泰、赣江、池江、南雄和全南等一系列 NE 向晚白垩世—古近纪红色碎屑物断陷盆地,这些盆地边界多表现为上陡下缓的正断层。在泰和县西侧的马埠—吉水一带,见泥盆系岩片下滑在上白垩统红层中;清江盆地的南部边界受阶梯状的正断层控制,表现为陡立的断阶构造;新干—永丰一带的正断层,造成了东盘古近系相对西盘下落了 600 余米(图 9),断裂带内硅化破碎带和棱角状构造角砾岩发育,断裂两侧古近系沉降幅度差异很大,显示出明显的张性断裂特征。如南昌象湖东断裂,延伸超过 100 km;地震、重力和电法等物探资料反映,该断裂东侧白垩纪地层厚度 $>4000 \text{ m}$,而西侧地层厚度仅 1000 m 土,地层下错达 3000 m 土,它切割了新近纪以前的所有地层,这表明赣江断裂带内伸展断陷活动至古近纪末期仍在继续。此时期形成的晚白垩世—古近纪盆地具有从南向北盆地规模不断扩大,沉积时代具有南老北新的显著特点;单个盆地沉积中心则呈现西迁规律,古近纪沉积主要分布在盆地西北部。晚白垩世—古近纪构造事件的厘定,对研究和认识赣江东西两侧岩石类型、盆地构造和沉积地层等方面的明显差异,具有较高参考价值。

2.3.3 新近纪—第四纪右旋走滑挤压抬升

赣江断裂带伸展断陷于古近纪末逐渐趋于结束,此时,断陷带东南部地块逐步抬升,盆地萎缩。泰和、永丰、赣州、全南等地盆地结束沉积,仅断裂带北部地区和南部大余、南雄等地盆地西北部残存小范围古近纪沉积,盆地沉积中心有总体上向西北部迁

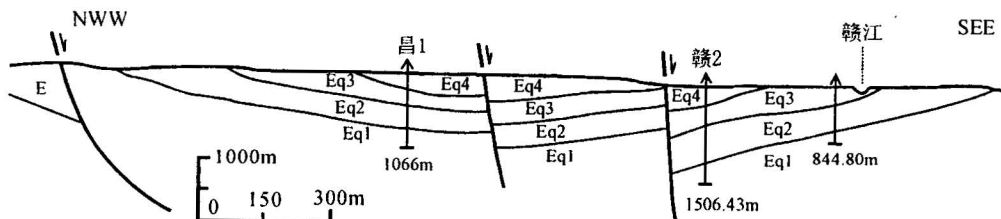


图 9 赣江断裂带新干—永丰下滑正断层特征(引自郭英杰等^⑥)

Fig. 9 Thrown-slip structural features from Xingan to Yongfeng in the Ganjiang fault zone (from Guo Yinjie et al. ^⑥)

移的趋势。至新近纪时,断裂带内几乎未见有新近系,表明此时赣江断裂带已普遍结束了断陷伸展活动。新近纪以来断裂带所遭受的近东西向持续挤压,不仅导致晚白垩世—古近纪大规模断陷盆地的抬升和消亡,也使这些断陷盆地展布方向和形态发生了较大改变。与赣江断裂带内由于强烈左旋走滑而呈NNE向或SN向长条状分布的侏罗纪—早白垩世拉分盆地不同,晚白垩世—古近纪断陷盆地单个呈NE向,总体沿赣江断裂带呈雁列式分布,这表明新近纪赣江断裂带遭受了强烈的右旋走滑。作者对新余市东侧2 km公路边新余群(E₁₋₂xy)红色粉砂岩中发育的逆冲断层泥作热释光测年分析,其年龄值为 24.4 ± 1.81 万年(国家地震局地质所计凤桔,1995,测定),表明赣江断裂带在更新世仍受到挤压作用的影响。

3 地球动力学演化

前人依据赣江断裂带内变质的新元古代—震旦纪褶皱岩层中发育一些断断续续的NNE向断裂,认为赣江断裂带最早可能萌芽于新元古代—古生代^⑨。笔者在野外地质调查中并未见到支持这一认识的直接地质证据。相反,具有明显切割关系且被后期地层不整合覆盖的证据均指示其形成时代为晚三叠世之后的中生代。构造形迹和沉积作用特征表明,中生代是赣江断裂带活动的高峰期。发生在中晚三叠世印支期的扬子与华北两大陆块的碰撞(徐树桐等,1992;江来利等,1995;索书田等,2001;朱光等,2001,2002a,2002b),使扬子与华北板块拼贴连接在一起,形成了大别造山带和大量轴向近东西的褶皱(万天丰,1995)。随后结束了中国东部早期古特构造域演化历史(赵越,1994;陈胜早,1995;董树文等,2000;杨振宇等,2001)。

赣江断裂带的构造演化动力学机制可能是太平洋板块对欧亚板块俯冲作用的陆内响应。古太平洋板块(库拉板块—伊泽奈琦)的俯冲作用出现在早侏罗世(Maruyama et al., 1986),以 $6.5 \sim 8.0$ cm/a的速率向近北或北北西方向运动,与欧亚陆缘呈角度($28^\circ \sim 42^\circ$)相交(Natalin, 1993),产生斜向俯冲作用,对大陆造成强烈的挤压,这种挤压作用已经强烈影响到了长江以南的江西地区,赣江东侧发生从南向北、西侧发生从北向南强烈的逆冲推复作用,两者交接处则构成一个陡立的边界带,这种推复作用形成了NE 20° 左右断裂,对新余、清江、泰和、吉安、永丰等侏罗纪盆地也具有一定的控制作用。这可能就

是赣江断裂带的雏形。

至早白垩世,伴随太平洋板块循NNW方向朝东亚陆缘的俯冲(Maruyama et al., 1986),中国东部NNE向的郯庐左行走滑断裂得到进一步加强,赣江雏形挤压—走滑带也变宽变长。湖口—清江一带发生了平移距离达几十千米的左旋平移断裂作用,诱发了区内一些基性岩墙、酸性岩体的侵入和吉安一带晚中生代火山岩的喷溢,并构成了中生代断陷盆地的控制性边界。

晚白垩世—古近纪,由于库拉板块潜没于欧亚大陆之下,位于洋壳上的一些陆块地体或海山与东亚陆缘发生强烈碰撞(Mizutani et al., 1992),导致在大洋方向一侧出现新的俯冲带。主压应力为NW—SE方向,但俯冲速度变慢,俯冲角度变大(Zhou Xinmin et al., 2000b;周新民等,2000a)。在此作用下,大陆内部的赣江地段衍生出一系列NW向的张性断裂,本区处在弧后侧向扩张的构造背景中,大陆内部的上地幔玄武岩浆底侵作用也较强烈,使弧后区软流圈上涌,岩石圈变薄,壳幔混合作用普遍,发生从强烈走滑剪切向强烈伸展拉张的构造转变。在赣江地段,产生了一系列朝东下滑的正断层构造,西盘强烈上升隆起,岩石地层经受长期剥蚀,难以保存;东侧岩石地层下落,被剥蚀状态明显减轻。也衍生出一些引张断陷盆地或沉降带,如晚白垩世临川—永丰掀斜盆地,沉积中心则从东向西朝断裂带方向单向迁移。局部地段还有基性岩脉、小岩基顺NNE向断裂侵入,为裂谷发育期(万天丰,1993;Gilder et al., 1999;陈跃辉,1998)。

新近纪以来,随着菲律宾板块从东向西朝欧亚板块的快速运动和碰撞,华南地区地球动力学背景由伸展转为再次挤压(任纪舜等,1998;舒良树等,2002),产生近EW向的挤压应力(周硕愚等,2000),持续不断的挤压不仅使晚白垩世—古近纪大规模伸展断陷盆地抬升、消亡,同时也导致上述盆地展布形态发生了改变,显示出右旋走滑的性质。这期构造作用也导致了沿赣江断裂带地震活动的发生和温泉的发育。

4 结论

(1) 赣江断裂带是纵贯江西全省的一条规模巨大的NNE向平移断裂带,由一系列NNE向、NE向和NW向断裂束所组成。在地球物理上,它是一个具有显著重力、航磁异常梯度带的大型断裂带;岩石学上,是一个晚中生代的火山岩线;沉积学上,控制

了一系列晚白垩世—古近纪的红色沉积盆地。构造形迹和沉积作用特征表明,中生代是赣江断裂带活动的高峰期。

(2) 赣江断裂带主体上表现为一个大规模的左行走滑脆性剪切带,兼具伸展断陷和右旋走滑成分。控盆作用及构造交切关系表明,赣江断裂带起始于印支期扬子与华北板块碰撞造山之后的早侏罗世。盆地展布特征和年代学、运动学研究表明,该断裂带经历了三个阶段的构造演化:早白垩世左旋走滑、晚白垩世—古近纪滑脱伸展的和新近纪—第四纪的右旋挤压。其动力学原因主要受侏罗纪以来太平洋板块运动体制的制约。

(3) 赣江断裂带具有大规模左旋走滑变形北强南弱、走滑时代北早南晚的穿时特点和伸展断陷向北扩展、沉积中心向西迁移的演化规律。

衷心感谢本文评审专家杨巍然教授和另一匿名评审人为提高本文质量所提出的大量建设性意见。研究工作得到王德滋院士、周新民教授、卢华复教授、陈跃辉博士、张金带研究员、陈祥云高级工程师的关心和帮助在此一并致谢!

注 释

- ① 杨明桂,钟南昌,郭英杰,黄金喜,杨森生. 1981. 赣江断裂带的形成与演化. 地质科技动态,第9期(总第47期).
- ② 郭英杰,黄金喜,杨森生. 1981. 赣江构造带基本特征及郟庐断裂带南延问题的讨论. 地质科技动态,第9期(总第47期).
- ③ 郭英杰,黄金喜,杨森生. 1982. 江西省赣江构造带基本特征初步研究报告. 江西地质矿产局研究报告.

参 考 文 献

- 陈胜早. 1995. 中国及邻域深部构造及其成矿意义. 地质学报, 69(1): 1~15.
- 陈跃辉, 陈肇博, 陈祖伊等. 1998. 华东南中生代伸展构造与铀成矿作用. 北京: 原子能出版社, 1~262.
- 董树文, 吴锡浩, 吴珍汉, 邓晋福, 高锐, 王成善. 2000. 论东亚大陆的构造翘变——燕山运动的全球意义. 地质论评, 46(1): 8~13.
- 江来利, 徐树桐, 刘贻灿, 苏文. 1995. 大别山超高压变质带的构造背景. 地质论评, 41(3): 229~237.
- 江西省地质矿产局. 1984. 江西省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1~921.
- 任纪舜, 陈廷愚, 牛宝贵等. 1990. 中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化与成矿. 北京: 科学出版社, 1~205.
- 任纪舜, 牛宝贵, 和政军等. 1998. 中国东部的构造格局和动力演化. 北京: 原子能出版社, 1~12.
- 舒良树, 施央申, 郭令智, 等. 1995. 江南中段板块—地体构造与碰撞造山运动学. 南京: 南京大学出版社, 1~174.
- 舒良树, 卢华复, Charvet J, Faure M. 1997. 武夷山北缘断裂带运动学研究. 高校地质学报, 3(3): 282~292.
- 舒良树, 卢华复, 贾东, 等. 1999. 华南武夷山早古生代构造事件的⁴⁰Ar/³⁹Ar同位素年代研究. 南京大学学报(自然科学), 35(6):

668~674.

- 舒良树, 周新民. 2002. 中国东南部晚中生代构造格架. 地质论评, 48(3): 249~260.
- 索书田, 钟增球, 游振东. 2001. 大别—苏鲁超高压—高压变质带伸展构造格架及其动力学意义. 地质学报, 75(1): 14~24.
- 滕吉文. 2002. 中国地球深部结构和深层动力过程与主体发展方向. 地质论评, 48(2): 125~139.
- 万天丰. 1993. 中国东部中生代板内变形、构造应力场及其应用. 北京: 地质出版社, 1~103.
- 万天丰. 1995. 郟庐断裂带的演化与古应力场. 地球科学, 20(5): 526~534.
- 王德滋, 赵广涛, 邱检生. 1995. 中国东部晚中生代 A 型花岗岩的构造制约. 高校地质学报, 1(2): 13~21.
- 徐鸣洁, 舒良树. 2001. 华东南晚中生代岩浆作用的深部条件制约. 高校地质学报, 7(1): 21~33.
- 徐树桐, 江来利, 刘贻灿, 张勇. 1992. 大别山区(安徽部分)的构造格局和演化过程. 地质学报, 66(1): 1~14.
- 杨振宇, 董树文, Jean BESSE. 2001. 华南、华北地块中生代构造演化与超高压变质岩的折返机制. 地质论评, 47(6): 568~576.
- 赵越, 杨振宇, 马醒华. 1994. 东亚大陆构造发展的重要转折. 地质科学, 29(2): 105~119.
- 周硕愚, 帅平, 张跃刚, 邓千金, 吴云, 施顺英. 2000. 中国大陆及其东南沿海现时地壳运动. 自然科学进展, 10(3): 273~277.
- 周新民, 朱云鹤. 1993. 中国东南部晚元古代碰撞造山带与地缝合带的岩石学证据具. 见: 李继亮主编. 东南大陆岩石圈结构与地质演化. 北京: 冶金工业出版社, 87~97.
- 周新民, 李武显. 2000a. 中国东南部晚中生代火成岩成因: 岩石圈消减和玄武岩底侵相结合的模式. 自然科学进展, 10(3): 240~247.
- 朱光, 宋传中, 王道轩, 刘国生, 徐家炜. 2001. 郟庐断裂带走滑时代的⁴⁰Ar/³⁹Ar年代学研究及其构造意义. 中国科学(D辑), 31(3): 250~256.
- 朱光, 牛漫兰, 刘国生, 王道轩, 宋传中. 2002a. 郟庐断裂带早白垩世走滑运动中的构造、岩浆、沉积事件. 地质学报, 76(3): 326~334.
- 朱光, 宋传中, 牛漫兰, 刘国生, 王勇生. 2002b. 郟庐断裂带的岩石圈结构及其成因分析. 高校地质学报, 8(3): 248~256.

References

- Chen Shengzao. 1995. Deep structure and its metallogenic significance in China and adjacent areas. Acta Geologica Sinica, 69(1): 1~15 (in Chinese with English abstract).
- Chen Yuehui, Chen Zhaobo, Chen Zuyi, et al. 1998. Meso-Cenozoic Extensional Tectonics and Uranium Metallogenesis in Southeast China. Beijing: Atomic Energy Publishing House; 1~261. (in Chinese with English abstract).
- Dong Shuwen, Wu Xihao, Wu Zhenhan, Deng Jinfu, Gao Rui, Wang Chengshan. 2000. On tectonic seesawing of the east Asia continent—Global implication of the Yanshanian movement. Geological Review, 46(1): 8~13 (in Chinese with English abstract).
- Gilder S A, Leloup P H, Courtillot V, et al. 1999. Tectonic evolution of the Tancheng-Lujiang (Tan-Lu) fault via Middle Triassic to Early Cenozoic paleomagnetic data. J. Geophysical Research, 104(B7): 15365~15390.
- Jiang Laili, Xu Shutong, Liu Yican, Su Wen. 1995. Tectonic setting of the ultra-high pressure metamorphic belt in the Dabie Mountains. Geological Review, 41(3): 229~237.

- Maruyama S, Seno T. 1986. Orogeny and relative plate motions: example of the Japanese islands. *Tectonophysics*, 127: 305 ~ 329.
- Mizutani S, Yao A. 1992. Radiolarians and terranes: Mesozoic geology of Japan. *Episodes*, 14(3): 213~216.
- Natalin B. 1993. History and modes of Mesozoic accretion in south eastern Russia. *The Island Arc*, (2):15~34.
- Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Resources. 1984. Regional geology of Jiangxi Province. Beijing: Geol. Publ. House:1~921 (in Chinese with detailed English abstract).
- Ren Jishun, Chen Tingyu, Niu Baogui, et al. 1990. The Tectonics and Mineralization of Continental Lithosphere in the East China and Adjacent Region. Beijing: Science Press: 1 ~ 205. (in Chinese with English abstract).
- Ren J S, Niu B G, He Z J, Xie G L, Liu Z G. 1998. The Geotectonic Framework and Its Dynamic Evolution of the Eastern China, In: Liu F R, et al. ed. *The Lithospheric Texture and Tectonic-magmatic Evolution of the Eastern China*. Beijing: Atomic Energy Publishing House: 1 ~ 12 (in Chinese with English abstract).
- Shu Liangshu, Shi Yangshen, Guo Lingzhi, Charvet J, Sun Yan. 1995. The Late Proterozoic Plate Tectonics and Collisional Kinematics in the Middle Part of the Jiangnan Belt. Nanjing: Nanjing University Publishing House, 1~174 (in Chinese).
- Shu Liangshu, Charvet Jacques. 1996. Kinematic and geochronology of the Proterozoic Dongxiang-Shexian ductile shear zone (Jiangnan region, South China). *Tectonophysics*, 267(1~4): 291~302.
- Shu Liangshu, Lu Huafu, Charvet Jacques, Faure Michel. 1997. Kinematic study of the northern marginal fault zone of Wuyishan, South China. *Geological Journal of China Universities*, 3 (3): 282 ~ 292 (in Chinese with English abstract)
- Shu Liangshu, Sun Yan, Wang Dezi, et al. 1998. Mesozoic extensional tectonics in the Wugongshan area, South China. *Science in China (Series D)*, 41(6):601~608.
- Shu L S, Lu H F, Jia D, Charvet J, Faure M. 1999. Study of the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isotopic age for the early Paleozoic tectonothermal event in the Wuyishan region, South China. *Journal of Nanjing University (Natural Sciences)*, 35(6): 668 ~ 674 (in Chinese with English abstract).
- Shu Liangshu, Zhou Xinming. 2002. Late Mesozoic tectonic framework of Southeast China. *Geological Review*, 48(3): 249 ~ 260 (in Chinese with English abstract).
- Suo Shutian, Zhong Zengqiu, You Zhendong. 2001. Extensional tectonic framework of the Dabie—Sulu UHP—HP metamorphic belt, central China, and its geodynamical significance. *Acta Geologica Sinica*, 75 (1): 14 ~ 23 (in Chinese with English abstract).
- Teng Jiwen. 2002. Deep structure of the earth, deep dynamic process and leading direction in China. *Geological Review*, 48(2): 125 ~ 139 (in Chinese with English abstract).
- Wang Dezi, Zhao Guangtao, Qiu Jiansheng. 1995. The tectonic constraint on the Late Mesozoic A-type granitoids in Eastern China. *Geological Journal of China Universities*, 1(2): 13~21 (in Chinese with English abstract).
- Wang Dezi, Shu Liangshu, Faure M, Sheng Weizhou. 2001. Mesozoic magmatism and granitic dome in the Wugongshan massif, Jiangxi Province and their genetical relationship to the tectonic events in Southeast China. *Tectonophysics*, 339: 259~ 277.
- Wan Tianfeng. 1993. Studies on Intraplate Deformation and Structural Stress Field during the Mesozoic-Cenozoic Era in Eastern China and Its Application. Beijing: Geological Publishing House, 1 ~ 103 (in Chinese).
- Wan Tianfeng. 1995. Evolution of Tancheng-Lujiang fault zone and paleostress fields. *Earth Science-Journal of China University of Geosciences*, 20 (5): 526 ~ 534 (in Chinese with English abstract).
- Wei Lin, Michel Faure, Patrick McInne, Urs Scharer, et al. 2000. Tectonics of SE China: New insights from the Lushan massif (Jiangxi Province). *Tectonics*, 19(5):852~870.
- Xu Mingjie, Shu Liangshu. 2001. A deep geological setting constraining the Late-Mesozoic magmatism in the SE-China. *Geological Journal of China Universities*, 7 (1): 21 ~ 33 (in Chinese with English abstract).
- Xu Shutong, Jiang Laili, Liu Yican, Zhang Yong. 1992. Tectonic framework and evolution of the Dabie Mountains in Anhui, eastern China. *Acta Geologica Sinica(English Edition)*, 5: (3): 221~238.
- Yang Zhenyu, Dong Shuwen, Besse J. 2001. Mesozoic tectonic evolution of the North and South China Block and exhumation mechanism of the ultra-high pressure metamorphic rocks. *Geological Review*, 47(6): 568~576(in Chinese with English abstract).
- Zhao Yue, Yang Zhenyu, Ma Xinghua. 1994. Geotectonic transition from Paleo-Ocean system and Paleo-Asian system to Paleo-Pacific active continental margin in Eastern Asian. *Scientia Geologica Sinica*, 29(2): 105~119 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Xinming, Li Wuxian. 2000a. Late Mesozoic volcanic genesis in SE-China: a model combining lithosphere subduction with basaltic magma underplating. *Progress in Nature Science*, 10 (3): 240~247(in Chinese).
- Zhou Xinmin Li Wuxian. 2000b. Origin of Late mesozoic igneous rocks in Southeastern China: implications for lithosphere subduction and underplating of mafic magmas. *Tectonophysics*, 326: 269~287.
- Zhou Xinming, Zhu Yunhe. 1993. Petrological evidence on the Neo-Proterozoic geosuture zone and collisional belt in the southeast China. In: Li Jiliang, ed. *The Continental Lithospheric Structure and Geological Evolution of the Southeast China*. Beijing: Metallurgical Industry Press, 87~97 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Guang, Song Chuanzhong, Wang Daoxuan, Liu Guosheng, Xu Jiawei. 2001. Study of the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isotopic age for the Strike-slip of the Tan-Lu fault zone. *Science in China (Series D)*, 31 (3):250~256 (in Chinese).
- Zhu Guang, Niu Manlan, Liu Guosheng, Wang Daoxuan, Song Chuanzhong. 2002a. Structural, magmatic and sedimentary events of the Tan-Lu fault belt during its early Cretaceous strike-slip movement. *Acta Geologica Sinica*, 76 (3): 326 ~ 334 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Guang, Song Chuanzhong, Niu Manlan, Liu Guosheng, Wang Yongsheng. 2002b. Lithospheric textures of the Tan-Lu fault zone and their genetic analysis. *Geological Journal of China Universities*, 8 (3): 248 ~ 256 (in Chinese with English abstract).

Geological Features and Dynamic Evolution of the Ganjiang Fault in Jiangxi Province

DENG Ping^{1,2)}, SHU Liangshu¹⁾, YANG Minggui³⁾, GUO Yingjie³⁾, YU Xinqi¹⁾

1) *Department of Earth Sciences, Nanjing University, 210093*

2) *Research Institute No. 290, CNNC, Shaoguan, Guangdong, 512026*

3) *Jiangxi Institute of Geological Survey, Nanchang, Jiangxi, 330200*

Abstract

The geophysical features at the deep levels, geometry, structural kinematics, forming mechanism and tectonic evolution of the Ganjiang fault are studied. This fault zone, in Jiangxi Province, and with a width of 50~120 km and length more than 600 km along direction of $NNE20^{\circ}\pm$, is associated with a series of NE-trending and NW-trending secondary faults. The oldest strata cut by the fault belong to the Proterozoic and Sinian, and the youngest strata to the Tertiary. Geophysically, it is an ultra-crust fault zone with distinct gravitational and aeromagnetic anomalies. Petrologically, it was a Late Mesozoic volcanic line. Sedimentologically, the Ganjiang fault controlled a series of Late Cretaceous-Paleogene red basins. Research results on deformed structures and sedimentary features indicate that the active peak took place during the Mesozoic-Cenozoic times. Generally, the fault is a large-scale, sinistral strike-slip, brittle shear zone with a component of normal faulting and dipping to the east. Geological crosscutting relations in the field indicate that the sinistral strike-slip deformation took place in the Early Cretaceous. The sinistral strike-slip deformation has a trend weakening from the north to south, which resulted in the widening of the northern segment relative to the southern segment. Kinematic study suggests that the fault zone experienced three stages of structural evolution, i. e. , sinistral strike-slip deformation during the Early Cretaceous, detachment extension from the Late Cretaceous to Paleocene leading to the westward migration of the sedimentary center of basins and dextral strike-slipping with a compression in the Neogene-Quaternary interval. Geodynamically, the formation of the Ganjiang fault zone was related to the Paleo-Pacific plate subduction toward the eastern Asian continent from the southeast to northwest since the Middle Jurassic.

Key words: geological feature; geodynamic evolution; Ganjiang fault zone; Mesozoic-Cenozoic
