

下扬子区中生代走滑活动带初析*

夏邦栋 李培军 尚彦军 顾连兴

(南京大学地球科学系, 210008)

沉积学特征表明,下扬子区中生代具有走滑活动带性质。控制这一走滑活动带的主要构造是位于该区中部的长江断裂带,北部以郑庐断裂为主干断裂的楔状断裂系统,以及南部以青阳广德断裂为主干断裂的马尾状断裂系统。它们在中生代均发生过左行走滑。

关键词 下扬子区 拉分盆地 中生代走滑活动带 走滑挤压 走滑引张

第一作者简介 夏邦栋 男 60岁 教授 沉积-大地构造学

走滑活动带是相邻地块沿走向滑动的构造带,在此带内引张作用与挤压作用可以同时出现^[1]。如果说洋壳俯冲及板块碰撞和陆内裂谷是形成造山带的两种模式^[2],那么,走滑造山便是形成造山带的第三种模式。Harland^[3]、Locoell^[4]、Reading^[5]等先后用走滑构造模式解释了欧洲某些造山带的成因。Metchell与Reading^[6]提出了沉积作用与造山作用的走滑旋回。在世界上一些著名的造山带中走滑活动的作用是非常重要的^[7]。

下扬子区位于扬子板块东段,北接华北板块。两板块的碰撞与拼接是发生在距今约230—240 Ma前^[8],相当于安尼锡克期与拉丁尼克期之交。下扬子区自拉丁尼克期(即黄马青期)开始,一改早古生代以来的构造稳定状态,出现了较强的构造活动性,显示了造山带的若干重要特征。然而,这里并不存在这一时期的俯冲作用或碰撞带,其绝大部分沉积是陆相的。因此,用洋壳俯冲及板块碰撞造山模式难以对其构造属性作出解释。由于该区挤压构造与引张构造同时发生,用陆内裂谷作用模式也难以作出令人满意的说明。笔者等认为,用走滑活动就能很好地说明这里中生代的沉积作用、岩浆活动、构造变形以及内生成矿作用等特点。本文拟就上述特点作初步讨论,希望这一讨论有助于深化对该区的全局性构造演化的认识及对局部性构造特征的剖析。

一、走滑活动的证据

1. 沉积厚度的变化

同沉积的走滑作用必然会引起沉积厚度变化,这不仅表现为沉积厚度的横向变化剧烈^[7,9,10],而且在沉陷中心的空间配置及其形态特征上也应有所表现(图1)。从该图可以看出,中-上三叠统(即黄马青群)、下-中侏罗统以及白垩系的厚度,在数十公里范围内由数千米可

收稿日期:1993-09-21 改回日期:1993-12-02

* 国家自然科学基金资助课题

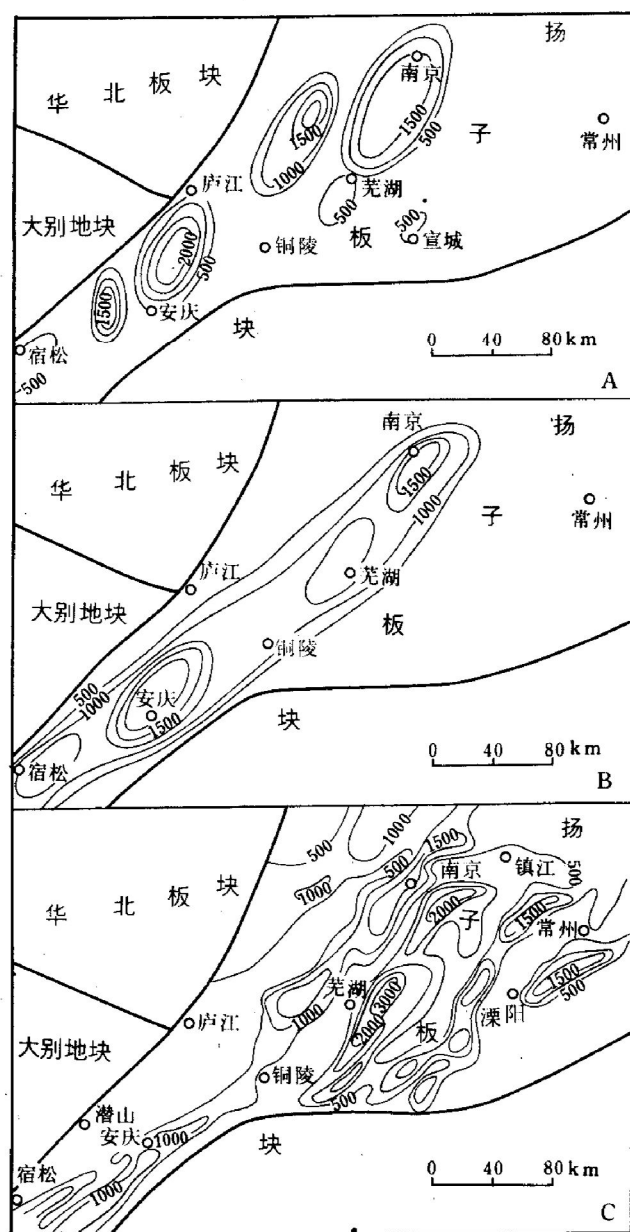


图1 下扬子区中生代不同时期沉积的沉积中心为左行斜列

A—中、晚三叠世, B—早、中侏罗世, C—白垩纪
(厚度资料据张瑞之等)

变为数百米甚至缺失。各地层的沉积中心都显示左行斜列:下-中侏罗统的沉积中心为北东向等距离左行斜列,等厚线呈卵形封闭;白垩系的沉积中心也呈北东向左行斜列,等厚线为长卵形封闭。沉积中心的左行斜列,说明地壳曾遭受同沉积的左行走滑变形。走滑变形的程度是逐渐加强的,到早-中侏罗世已很鲜明,其地层厚度梯度最大可达1:10。另外,从卵形封闭的等厚线形态推断,其沉陷中心的形态为菱形,这也是走滑盆地所固有的形态学特征^[10,11]。

2. 物源区的错位

物源区相对于沉积区的错位是同沉积走滑作用的必然结果,也是识别走滑作用的基本的沉积学标志^[9,12,7]。

黄马青群主体是红色砂、泥岩互层,最大厚度近2000 m。我们对采自庐江的黄马青群上部砂岩样品做了人工重砂矿物测定,发现其中结晶磷灰石含量高达478.92 g/t,超过砂岩中正常含量一个数量级。该样品中还含有丰富的白云母,并存在多硅白云母。经电子探针分析,多硅白云母 Si^{4+} 离子数量为3.31,说明 Si^{4+} 取代了部分 Al^{3+} 呈多硅特征; Mg^{2+} 离子数量为0.284,说明 Mg^{2+} 也取代了部分 Al^{3+} 。上述特征说明,其蚀源区具有高压特征的变质岩并赋存有变质结晶磷灰石矿床。从区域地质情况分析,只有盆地北面的宿松和肥东地区,方具备蚀源区的条件,前区出露有含多硅白云母的高压变质带岩石,即宿松群^[13,14](图3),还产出有变质结晶磷灰石矿床,即宿松磷矿;后区也产出有与宿松地区类似的变质结晶磷灰石矿床及具有高压变质岩的张八岭群^[13,14]。但宿松离庐江

120 km,肥东离庐江80 km,从这两处将抗剥蚀能力中等,难以经受长距离搬运的磷灰石,搬运到庐江并达到如此富集的程度显然又是很困难的。因此,只能认为庐江这一磷灰石富集区,在沉积时是靠近宿松或肥东的,现在已明显错位。这一重要结论还得到了古流向研究结果的支持。我们对全区9处黄马青群砂岩剖面做了约500次古流向测定,发现盆地内缺乏纵向水流体系,不同地段的流向不一致,各成系统(图2),这种流向特征,沉积物不可能发生长距离的纵向搬运。

3. 岩浆活动的空间分异

下扬子区中生代岩浆活动的性质在不同地区有显著差别。代表性实例是东西相接的宁镇

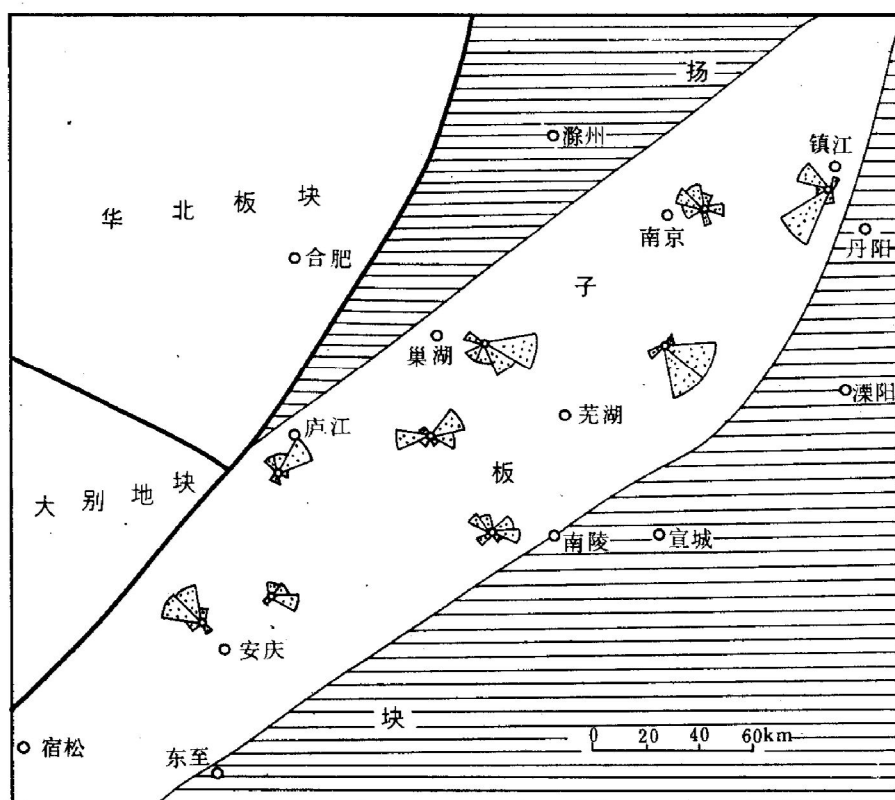


图2 下扬子区中三叠统黄马青群古流向图 ($n=500$)

地区与宁芜地区。在宁镇地区，侵入岩广泛产出，成为岩株甚至岩基；喷出岩零星，规模局限；无论侵入岩或喷出岩成份都偏酸性， $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 值较低。在宁芜地区，喷出岩广泛产出，形成面积达 1400 km^2 的火山岩盆地；侵入岩则很零星，成份都偏基性， $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 值较高。上述现象的最佳成因解释就是走滑活动所起的控制作用。因为，走滑活动可以造成聚敛走滑区与离散走滑区的并存，前者就是构造隆起区，后者就是构造洼陷区^[7,9,10,11]。构造隆起区地壳增厚、构造洼陷区地壳减薄。这种变化对于地幔物质的分熔程度、岩浆性质、岩浆活动以及岩浆的分异作用与同化作用状况要带来深刻影响，这就决定了岩浆活动性质在不同构造区域所具有的差异。

二、控制走滑活动带的断裂系统

在一个走滑活动带内，引起聚敛走滑或离散走滑的因素，以及形成挤压隆起与引张洼陷的方式是多样化的^[15,16,7]，以下三种构造样式在下扬子区走滑活动中起重要作用。

1. 以长江断裂为主干的走向弯曲的走滑断裂系统

这是走滑活动带中经常出现的构造样式，在下扬子区也有重要表现。其最主要的代表就是锯齿状展布的长江断裂带（图3）。表现为北北东向及近东西向两组断裂的追踪及左行走滑^[17,18,19]。当长江断裂带发生左行走滑时，沿其近东西向断支必然发生走滑挤压形成隆起，沿其北北东向断支必然发生走滑引张形成盆地。宁镇、铜陵及安庆等褶皱隆起带恰好位于该断裂带的近东西向断支上，而宁芜及庐枞两个火山岩引张盆地又正好位于长江断裂带的北北东向断支上（图3）。两种应力状态沿长江断裂带交替出现，清楚地反证了该断裂带的左行走滑

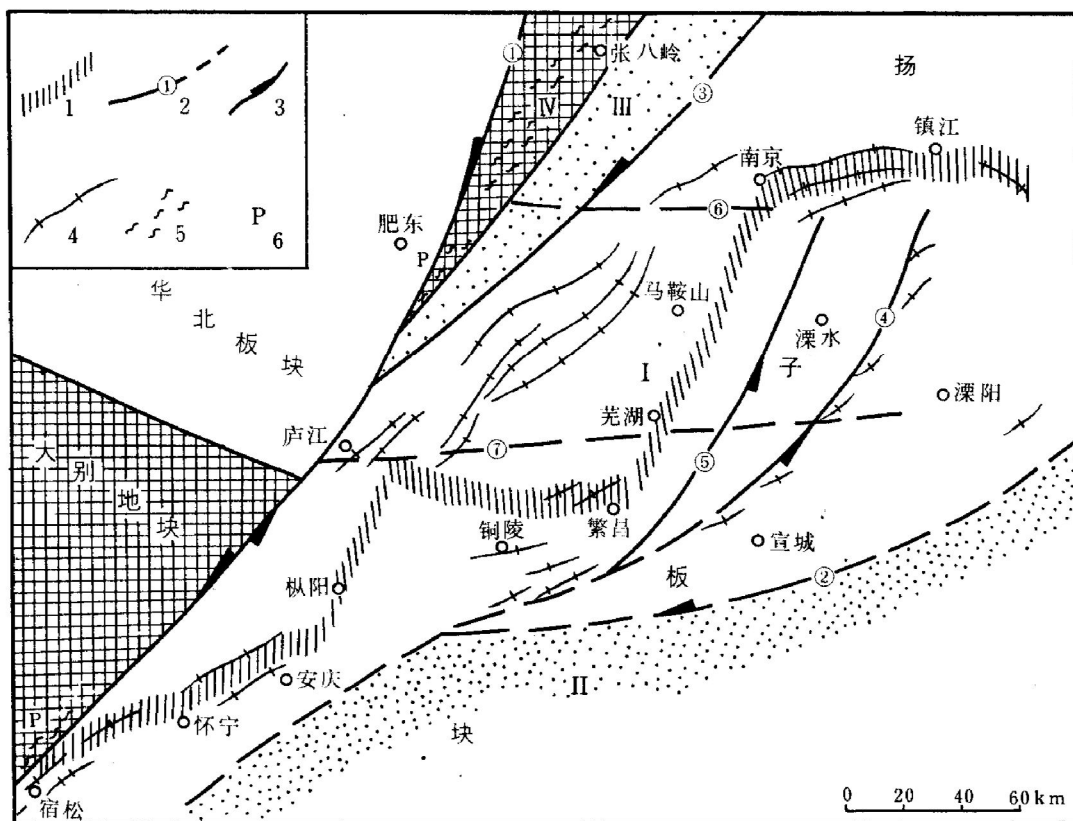


图3 下扬子区中生代褶皱及选择性断裂

1—长江断裂带, 2—选择性的断裂、推测断裂: ①—郟庐断裂, ②—青阳—广德断裂, ③—滁河断裂, ④—茅山断裂, ⑤—方山—南陵断裂, ⑥—苏家湾—方山断裂, ⑦—庐江—芜湖断裂, 3—走滑方向, 4—背斜, 5—前震旦系高压变质带岩石出露区, 6—前震旦纪变质磷灰石矿床产地, I—中、新生代以及古生代地层分布区, II—古生代地层分布区, III—早古生代地层分布区, IV—前震旦纪地层分布区

性质。在弯曲的走滑断裂的离散走滑区域所形成的引张盆地应该是拉分盆地^[7,10,11], 宁芜盆地及庐枞盆地的拉分性质, 某些学者^[17,20]已作过论证。这里要指出的是, 这两个盆地均为菱形, 长宽比约为3:1, 盆缘为断裂所限, 盆地面积不大(千余平方千米), 但沉积(主要是火山碎屑沉积)厚度大(3000 m), 盆内新地层被老地层呈同心圆状环绕。这些都是拉分盆地的重要特征^[10,11,21]。

2. 以郟庐断裂为主干的分支状走滑断裂系统

规模巨大的北北东向郟庐断裂在中生代发生过幅度为数百公里的左行走滑^[22]。它的南段是华北板块同扬子板块的转换边界^[23], 又是下扬子区中生代沉积盆地西北侧的主要边界断裂。下扬子区一系列印支期褶皱斜列在郟庐断裂的东南侧, 显示了郟庐断裂的左行走滑作用。同时, 下扬子区一系列次级走滑断裂斜截于郟庐断裂, 构成以郟庐断裂为主干的分支状走滑断裂系统, 从而将下扬子区的主体部分切割成为一些楔形地块(图3)。夹持在分支走滑断裂之间的楔形地块的尖端或遭受挤压隆起产生剥蚀, 或遭受引张洼陷接受沉积。这些隆起和洼陷的横剖面可以是对称的, 也可以是不对称的, 取决于断裂的走滑引张或走滑挤压的配置关系及其运动的幅度^[7,11]。位于下扬子区北侧的张八岭隆起就是一个不对称的楔形地块, 其西北部分由前寒武系变质岩组成, 东南部分由下古生界沉积岩组成。张八岭地块的形成很可能是因郟庐断裂及其分支的滁河断裂在这里发生聚敛走滑的结果(图3)。

3. 以青阳-广德断裂为主干的马尾状断裂系统

青阳-广德断裂是下扬子盆地南侧的边界断裂(图3)。它也是先成断裂,至少始于早古生代,控制了南北两侧早古生代的沉积。其走滑作用出现在中生代^[17,18],先是右行走滑,导致其南侧出现由古生代地层组成的北东轴向的斜列式褶皱,活动时间可能为印支早期。随后,该断裂发生左行走滑,其标志是该断裂的南侧有一系列印支期和燕山期侵入体沿着北东向斜列的裂隙侵位。它与分支的茅山断裂及方山-南陵断裂组成马尾状断裂系统(图3),是引起构造洼陷的场所^[7]。溧水火山岩盆地、溧阳火山岩盆地,以及略晚(白垩纪)的宣城-广德沉积盆地,都位于这一马尾状断裂所控制的范围之内,似乎表明这些盆地的形成是与这一断裂系统的活动所导致的引张效应有关。此外,我们还能够看见茅山断裂东侧有一系列印支期褶皱呈斜列式展布(图3),构成一个狭长的挤压隆起带,耸立于总体上属于引张背景的范围之内。它是印支期形成的,很可能是由于茅山断裂发生走滑聚敛的结果。而该区域出现的总体引张作用则是从燕山早期开始形成的。由此我们可以看到,走滑活动在演化上具有阶段性及其运动学性质可变性等特点。

三、与走滑活动有关的其它现象

1. 不整合关系的局限性

在走滑活动控制的地区,不整合接触关系总是局部性的,在一个地方为不整合,在相邻的地方可变为假整合甚至整合。不可能期望一个褶皱幕在整个构造带中皆能加以追索和对比^[9]。下扬子区印支运动的两幕,即金子幕(发生在中、晚三叠世之交)与南象幕(发生在晚三叠世与早侏罗世之交)就具有上述特点。不论是金子期或南象期,不整合接触关系与假整合接触关系都同时存在。前者见于宁镇、铜陵-繁昌、安庆以及宿松等构造隆起区,后者见于宁芜、庐枞等构造洼陷区(图4),其分布规律与岩浆活动的空间分异规律一致,也和隆起与洼陷的平面分布一致。

2. 内生成矿作用的构造分异

下扬子区内生矿床分布的一个规律是以铁为主的矿床与以铜为主的矿床沿长江断裂带交替展布(图4),铁矿床分布在南京-芜湖及庐江-枞阳地区,铜矿床及多金属矿床分布在南京-镇江、铜陵、安庆等地区。张文佑*曾明确提出,铜矿床作用是在挤压构造背景下形成的,铁矿床作用则与引张构造背景有关。常印佛等^[18]曾指出,以铜为主的矿床主要赋存在长江断裂带的近东西向断支上,以铁为主的矿床主要赋存在北北东向断支上。如果将以上两种认识结合起来,就能得出以下重要结论:近东西向断支是走滑挤压部位,有利于铜的成矿作用,北北东向断支是走滑引张部位,有利于铁的成矿作用。这正好说明走滑作用不仅控制了岩浆活动的空间分异,也控制了成矿作用的空间分异。当然,随着走滑活动的发展,走滑挤压区与走滑引张区都要发生空间位置的偏移,亦可导致铜与铁的成矿作用在某些地方发生重叠。

* 80年代在南京大学所作的学术报告

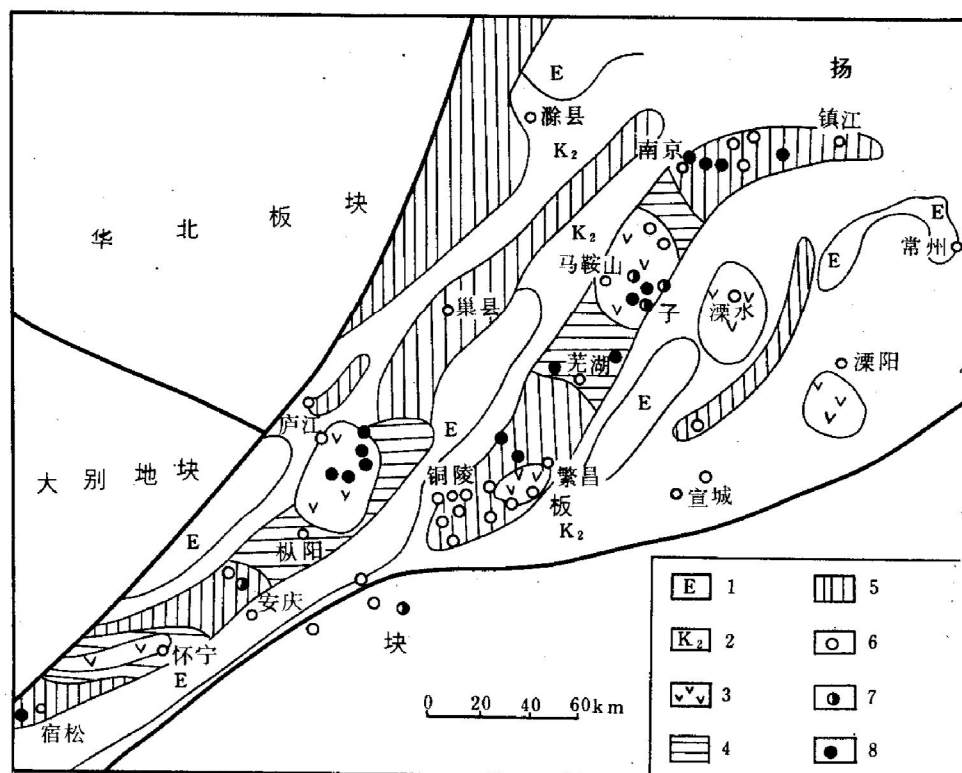


图4 下扬子区构造继承区、构造上叠区以及内生矿床分布略图(矿床分布据董树文)

1—老第三系, 2—上白垩统, 3—中生代火山岩, 4—构造继承区, 5—构造上叠区, 6—铜矿床, 7—硫、金及多金属矿床, 8—铁矿床

结 论

下扬子区的强烈走滑活动开始于拉丁尼克期, 是紧接着扬子板块同华北板块碰撞、拼接后, 在扬子板块边缘受到总体挤压的背景下发生的, 属于碰撞后的构造作用。沉陷中心的左行斜列、盆地的菱形形态、蚀源区的错位、岩浆活动的分异, 都表明走滑活动的存在。走滑聚敛与走滑离散共存。有三种构造样式控制该区的走滑变形: 一是锯齿状展布的长江断裂带, 二是郯庐断裂及其分支断裂所组成的楔状断裂系统, 三是青阳-广德断裂及其分支断裂所组成的马尾状断裂系统。三种构造样式的走滑活动分别引起不同地块的挤压隆起或引张洼陷。

参 考 文 献

- 1 Ballance P F, Reading H G. Introduction. In: Ballance P F, Reading H G, ed. Sedimentation in oblique-slip mobile zone. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1980. 1-6
- 2 Martin H, Behr H J. Generalized comparison of the variscan with the damara orogen. In: Martin H, Eder F W, ed. Intracontinental fold belts. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1983. 1-9
- 3 Harland W B. Tectonic transpression in Caledonian Spitsbergen. *Geol. Mag.*, 1971, 108: 27-42
- 4 Lowell J D. Spitsbergen Tertiary orogenic belt and the Spitsbergen fracture zone. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 1972, 83: 3091-3102
- 5 Reading H G. Strike-slip fault systems: an ancient example from the Cantabrians. 9th Int. Cong. Sedimentology, Nice 1975, Thème 4, (2): 287-291

- 6 Metcalf A H G, Reading H G. Sedimentation and tectonics. In: Reading H G ed. *Sedimentary environments and facies*. Oxford, Blackwell Scientific Publication, 1978. 439—476
- 7 Christie-Blick N, Biddle K T. Deformation and basin formation along strike-slip faults. In: Biddle K T, Christie-Blick H, ed. *Strike-slip deformation, basin formation, and sedimentation*. Tulsa, Spec. Publ. S. E. P. M. 37, 1985. 1—34
- 8 李曙光, Hart S R 等. 中国华北华南陆块碰撞时代的 Sm-Nd 同位素年龄证据. *中国科学 B 辑*, 1989 (3): 319
- 9 Reading H G. Characteristics and recognition of strike-slip fault systems. In: Ballance P F, Reading H G, ed. *Sedimentation in oblique-slip mobile zone*. Oxford, Blackwell Scientific Publication, 1980. 7—26
- 10 Sylvester A G. Strike-slip faults. *Geol. Soc. America Bull.*, 1988, 100: 1666—1703
- 11 Crowell J C. Origin of Late Cenozoic basins in Southern California. In: Dickinson W R, ed. *Tectonics and sedimentation*. Tulsa, Spec. Publ. S. E. P. M., 22, 1974. 190—294
- 12 Steel R J, Gloppen J G. Late Caledonian (Deronian) basin formation, western Norway: signs of strike-slip tectonics during infilling. In: Ballance P F, Reading H G, ed. *Sedimentation in oblique-slip mobile zone*. Oxford, Blackwell Scientific Publication, 1980. 79—104
- 13 荆延仁, 梁万通等. 安徽前寒武纪高压变质带. 北京: 地质出版社, 1991. 1—122
- 14 徐树桐, 江来利, 刘贻灿等. 大别山区 (安徽部分) 的构造格局和演化过程. *地质学报*, 1992, 66 (1): 1—14
- 15 Rodgers D. Analysis of pull-apart basin development produced by en echelon strike-slip faults. In: Ballance P F, Reading H G, ed. *Sedimentation in oblique-slip mobile zones*. Oxford, Blackwell Scientific Publication, 1980. 27—41
- 16 Mann P, Hempton M R, Radley D C B, et al. Development of pull-apart basins. *J Geol*, 1983, 91: 529—554
- 17 陆镜元. 安徽南部构造格局的演化. *地质学报*, 1984, 58 (4): 293—303
- 18 常印佛, 刘湘培, 吴言昌. 长江中下游铜铁成矿带. 北京: 地质出版社, 1991. 1—379
- 19 徐树桐, 周海渊, 董树文等. 安徽主要构造要素的变形和演化. 北京: 海洋出版社, 1986. 1—145
- 20 姜波, 徐嘉炜. 一个中生代的拉分盆地——宁芜盆地的形成及演化. *地质科学*, 1989, (4): 314—322
- 21 Garfunkel Z. Internal structure of the Dead Sea leaky transform (rift) in relation to plate kinematics. *Tectonophysics*, 1981, 80: 81—108
- 22 徐嘉炜. 郯城-庐江平移断裂系统. 见: *构造地质论丛* (3). 北京: 地质出版社, 1984. 18—32
- 23 徐嘉炜等. 中国东部中生代南北陆块对接——论大别山碰撞造山带及其意义. 见: *中生代地质学术讨论文集*. 北京: 地质出版社, 1987. 99—112

AN APPROACH TO MESOZOIC STRIKE-SLIP ACTIVE ZONE IN LOWER YANGZI REGION

Xia Bangdong Li Peijun Shang Yanjun Gu Lianxing

(Geosciences Department, Nanjing University)

Abstract

The depocenter of Middle-Upper Triassic, Lower-Middle Jurassic and Cretaceous sediments in Lower Yangzi Region is a sinistral echelon and has obvious sedimentary thickness gradients. The Middle-Upper Triassic Huangmaqing Group contains phengite and large amounts of apatite, which demonstrates that the area composed of Precambrian metamorphic rocks and situated at the northern side of the basin was the source area of the Huangmaqing deposits, and a significant shift from the source provenance to the deposition site could be found. Both the Lujiang-Zongyang and Nanjing-Wuhu Mesozoic volcanic basins possess the features of pull-apart basin, and occur on strike-slip extensional fault branches of

NNE striking. Two fold episodes of Middle-Late Triassic are obvious in some places but obscure in others. The above mentioned characteristics suggest that Lower Yangzi Region should belong to a Mesozoic strike-slip active zone. The main tectonics controlling the development of this zone are : 1. The Yangzi fault zone; 2. A wedge-like fault system in which Tancheng-Lujiang fault is the main body; 3. A horse-tail-like fault system in which Qingyang-Guangde fault is the main part. All of the faults were active sinistral strike-slip during Mesozoic.