

下扬子区侏罗纪-早白垩世盆地 沉积构造特征及其演化

尚彦军 夏邦栋 杜延军 林鹤鸣

摘要 沉积中心呈左行斜列,等厚线呈卵形封闭,三组走滑断裂系统影响和控制沉积及火山岩盆地的发育和分布,盆地呈菱形并以拉分性质为主,盆地中的地层层序显示内新外老的环形扩张结构,以及岩浆活动强烈等特征表明:下扬子区侏罗纪-早白垩世为一走滑引张盆地。进一步的研究将其分为两个演化阶段:碎屑沉积为主的早期阶段(J_1+2)和岩浆活动为特征的晚期阶段($J_3 \sim K_1$)。

关键词 下扬子区 盆地走滑引张

中图分类号 P534.52 文献标识码 A

Sedimentary Structure Feature and Evolution of the Jurassic-Early Cretaceous Basins in Lower Yangtse Region

SHANG Yan-jun¹ XIA Bang-dong² DU Yan-jun² LIN He-ming²

1 (Engineering Geomechanics Laboratory, Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences Beijing 100029)

2 (Department of Earth Sciences Nanjing University Nanjing 210008)

Abstract

The left-oblique depocenter, the oval enclosed isopsach, sedimentary and volcanic basins controlled and influenced by three sets of strike-slip faults, the rhombus basins where the circular extensional structure with respect to the strata young inside and old outside, all of them prove that from the Jurassic Period to the Early Cretaceous Epoch the transextensional basin was formed in the Lower Yangtse Region. Further research showed that its evolution can be divided into 2 stages, i.e., early stage (J_1+2) featured by clastic sedimentation and the

later stage (J_3-K_1) in the property of intensely magmatic activity.

In the extensional background of Mesozoic in Eastern China, three sets of strike-slip faults were developed. They are: 1) Yangtse Fault, also as zigzag fault, 2) branch faults obliquely jointed with Tanlu Fault, which cut the main part of the Lower Yangtse Region into wedge-shaped blocks; 3) the horse tail-shaped faults taking the Qingyang-Guangde Fault as its main component, the later also as the southern limit of the Lower Yangtse Region. The

faults controlled the formation and evolution of basins.

sedimentary basin, e.g. Susong Basin, Caohan Basin, 2) sedimentary-volcanic basin, e.g. Ningwu Basin, Luzong Basin, 3) volcanic basin formed laterly, e.g. Lishui Basin, Liyang Basin and Fanchang Basin. Among them, Luzong Basin and Ningwu Basin were proved to be typical pull-apart basins, where the strata were arranged sequentially, i.e. from center to margin, they become older. The basin is of circular extensional structure in plane. The laterly formed volcanic basins as rhombus are strike-slip basins.

The sedimentary center of $J_1 + 2$ were left-obliquely arranged in equal spacing intervals.

The main sedimentary centers were just above the NNE parts of Yangtze Fault. The concordance of sedimentation with structure revealed that the fault controlling the distribution of sub-lift and sub-settlement in basins.

(Continued on page 208)

1 引言

与中晚三叠世走滑挤压盆地^{〔1〕}不同,从早侏罗世开始到早白垩世,盆地演化进入又一个新阶段——走滑引张阶段。在下扬子许多地区,侏罗纪及以后地层平缓地不整合或假整合在三叠纪以前的地层之上,这与中国东部中生代以后总体上处于拉张环境相一致。

2 盆地走滑引张证据

2.1 断裂系统

以下三种构造样式在下扬子区中生代走滑活动中起重要作用(图1)。以长江断裂为主的走向弯曲的走滑断裂系统表现为北北东向及近东西向两组断裂的追踪及左行走滑;以郟庐断裂为主干的分支状走滑断裂系统——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;以青阳—广德断裂为主干的马尾状断裂系统——前者是下扬子盆地南侧的边界断裂。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,是引起构造洼陷的场所。

这三组断裂及其分支影响和控制了 $J_1 \sim K_1$ 的沉积及火山岩盆地的发育和分布。溧水盆地、溧阳盆地,以及略晚(白垩纪)的宣城-广德沉积盆地,都位于青阳-广德马尾状断裂所控制的范围之内。所有这些表明盆地的形成是与断裂系统在侏罗纪到早白垩世的走滑活动所导致的引张效应有关。同时,从 $J_1 + 2$ 沉积为主到 $J_3 \sim K_1$ 火山活动强烈表明本区走滑引张活动有一个从弱到强的发展过程。

2.2 盆地几何结构特征

从西向东主要有:宿松盆地、怀宁盆地、庐枞盆地、巢含盆地、宁芜盆地、溧水盆地、溧阳盆地、繁昌盆地等(图1,图2)。它们可分为三类:有的仅为沉积盆地,如宿松盆地、巢含盆地;有的是沉积-火山岩盆地,如宁芜盆地、庐枞盆地,也有新形成

的火山岩盆地，如溧水盆地、溧阳盆地、繁昌盆地。

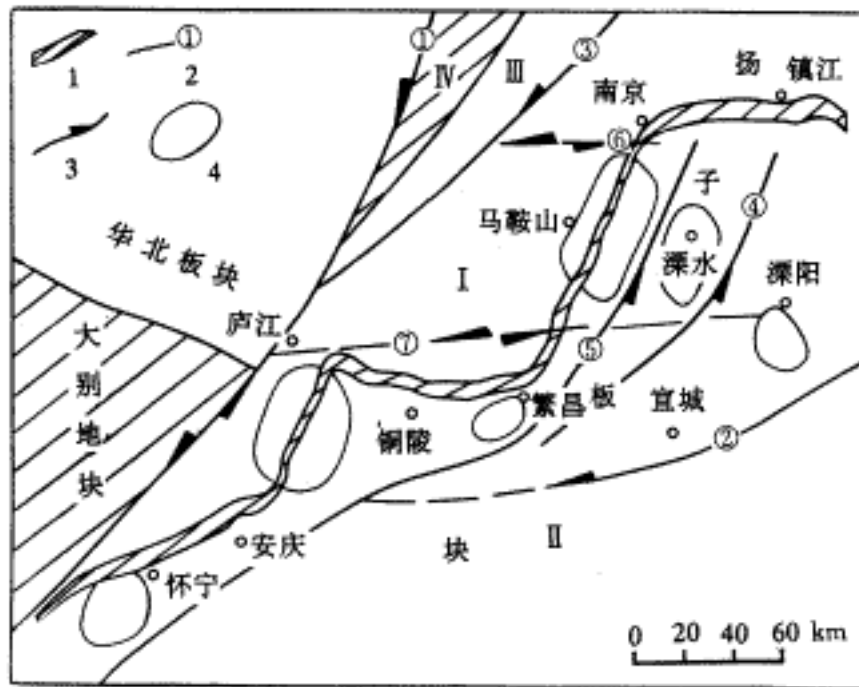


图1 下扬子侏罗纪-早白垩世构造及其控制

下的火山岩盆地分布(据文献2修改)

- 侏罗纪-早白垩世走滑引张活动带； · 晚古生代沉降带；
- 早古生代裂陷槽； · 前震旦系分布区；1.长江断裂带；
- 2.断裂及推测断裂； 郟庐断裂； 青阳-广德断裂； 滁河断裂；
- 茅山断裂； 方山-南陵断裂； 苏家湾-方山断裂；
- 庐江-芜湖断裂；3.走滑方向；4.晚侏罗世-早白垩世火山岩盆地

Fig.1 Distribution of volcanic basins in Late Jurassic-Early Cretaceous and their relation to tectonic(modified after [2])

庐枞与宁芜盆地形态为菱形，长宽比近3:1，具有拉分盆地的典型形态特点。怀宁盆地受到后期的挤压逆冲作用，出露范围缩小，很可能也具有类似的形态特点。庐枞与宁芜盆地火山岩的组成层序与下伏象山群(J_{1+2})层序呈现出同心圆状环绕，且内新外老，这是拉分盆地所特有的扩张结构。盆地面积不大(仅1000 km²)，但火山岩沉积的厚度大(>3000 m)，而且盆地的边界皆为走滑断裂所限。所有以上特点都显示了盆地的拉分成因。姜波等^[3]从构造的角度论证过宁芜盆地为拉分成因。

繁昌、溧水与溧阳三个火山岩盆地出现在长江断裂的东南侧。火山岩层与下伏层之间有明显的整合接触，显示了构造上叠的特征。溧水与溧阳盆地形态也为菱形。溧阳盆地的火山岩层序也具有内新外老的环形扩张结构。溧水、溧阳及繁昌三个火山岩盆地面积很小(分别为600, 300, 150 km²)，但火山岩厚度大(数千米)，盆地的周边均受断裂围限。可以推断，这三个盆地都是走滑盆地。

2.3 沉积学特征

如图2所示, J_{1+2} 沉积中心为北东向等距离左行斜列, 盆地边缘相为一套含砾的粗

怀宁、庐江-安庆(即庐枞)、巢含(即巢县-含山)、宁芜等。从卵形封闭的等厚线形态及钻孔剖面推断, 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〔4〕〔5〕。

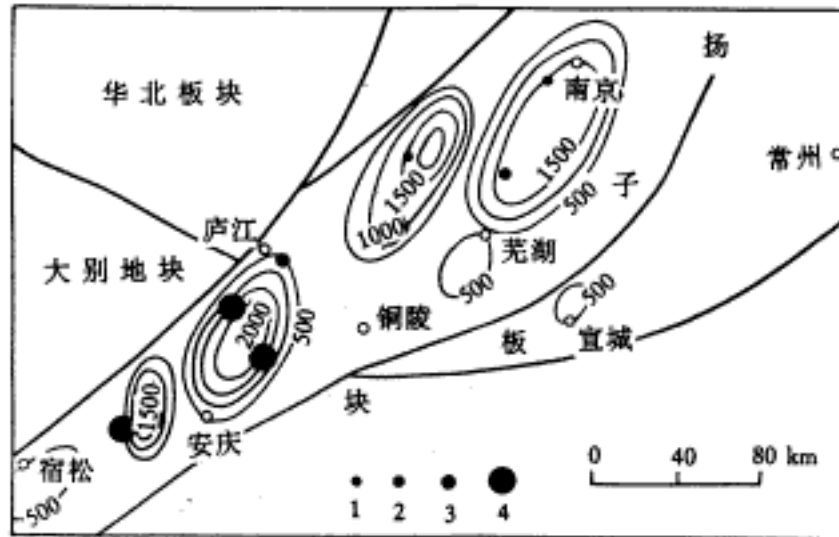


图2 象山期的沉积中心及长石含量分布

沉积中心位于长江断裂带的北东向断支上;

图中长石含量: 1.0%-5%; 2.5%-20%; 3.20%-30%; 4. > 30%

Fig.2 Sedimentary centers and distribution of feldspar content in Xiangshan Formation(J_{1+2})

有意义的是, 将长江断裂带的主体部分投到图上就可清楚看到, 象山期两个最大厚度的沉积中心或沉陷中心正好位于长江断裂带的北东向断支之上。沉积与构造的这种密切配合有力说明长江断裂带这时明显的走滑活动对盆地内次一级隆、拗形成起了控制作用。盆地中的地层层序显示内新外老的环形扩张结构, 是引张作用的结果。

全区古流向无统一的系统。如南京地区主要为 90° , 枞阳地区主要为 300° , 怀宁地区为 270° , 桐城地区为 170° , 各地区流向显然自成体系。另外生物化石在安徽和江苏境内明显不同, 这种空间分布差异性同样是全盆地内缺乏统一水系, 而有多数相对独立的拉分盆地的力证。

2.4 岩浆活动

J_{1+2} 后期小规模火山活动业已出现, 象山群上段在局部地方产出有凝灰岩, 顶部出现火山碎屑岩。晚侏罗世开始至早白垩世, 强烈岩浆活动出现。火山岩盆地中的地层层序也具有内新外老的环形扩张结构。

由于长江断裂发生大规模走滑活动, 盆地原已有的不均一结构进一步发展。首先形成若干特征明显的沉陷中心, 出现新一旋回的湖泊沉积与河流沉积。随后, 全区出现岩浆活动, 在走滑拉分程度最强的部位, 形成若干火山洼地。

3 盆地演化

可分为两个阶段，即前期以碎屑沉积为主的早期阶段(J_1+2)和后期以强烈岩浆活动为特征的晚期阶段(J_3-K_1)。

3.1 早期阶段(J_1+2)

从早侏罗世到中侏罗世，在长江断裂走滑的背景下，堆积了以象山群为代表的厚度逾3 000 m的碎屑沉积。同三叠纪相比，盆地宽度未变，然而向北东方向明显扩张，在苏北的江都、泰州以及滨海等地区的钻孔中揭露出象山群沉积。

象山群分为两段，下段为含煤的碎屑沉积，颜色为灰色、灰黑色、灰白色，时代属早侏罗世；上段为杂色碎屑岩，不含煤西部地区还出现了泥灰岩及灰岩夹层，时代为中侏罗世。

3.1.1 象山群的沉积环境

象山群沉积环境以河湖并存为重要特色。

河流沉积在早侏罗世早期广泛发育，在本区占统治地位，从西部的宿松到东部的宁镇地区均可见于露头中，湖相沉积在象山群的主体部分普遍存在，与河流沉积交互共生。下侏罗统普遍有炭质页岩及煤层产出，它们是与湖泊演化有关的沼泽化表现。

从沉积岩相看，在横向上，盆地具有强烈的不对称性。西北侧主要以砂、砾相为代表的粗碎屑沉积，向东南侧则变为以粉砂及细砂岩与泥岩为代表的细碎屑沉积；在纵向上，由西南向东北方向，岩相有变细的总趋势，这种变化是跳跃式的，粗细相间的，这表明盆地结构沿纵向具有一定程度的分割性。

对沉积相的观察与研究表明，盆地西北边界断裂这时具有更大的垂直运动分量，造成较大的地形反差，即秦岭-大别山造山带与下扬子盆地的强烈对照。与此同时，长江断裂发生明显走滑运动，沿盆地轴部形成一系列相间排列的次一级隆起与拗陷，隆起上发育河流，拗陷中以湖泊为主要环境，这时盆地南缘断裂垂向运动分量不显著。

3.1.2 象山群岩石学特征

根据对39件岩石薄片的定量观测，发现全区长石的含量变化由西南向东北方向递减(图2)，说明长石的主要来源是邻近怀宁、桐城、枞阳的大别地块。

将砂岩的颗粒格架成份的含量用QFL图投影(图3)，结果是盆地西南部怀宁、桐城、枞阳的样品点主要落入再旋回造山带物源区；东部当涂及南京的样品点多数落入陆块物源区；中部庐江、巢湖、南陵的样品点落入上列两区之间的地带，这一变化与长石含量由西南向东北方向递减的趋势完全吻合。

砂岩中多硅白云母的成分及变化特征和人工重砂分析结果同黄马青群(T_3h)所反映现象具有高度一致性和继承性，说明秦岭-大别造山带是主要物源区，不同的是盆地内部分割性加强。

3.2 晚期阶段(J_3-K_1)

晚侏罗世开始到早白垩世，盆地演化进入强烈岩浆活动阶段。全区形成一系列次一级的火山岩盆地，规模较大者有庐枞、宁芜、怀宁、繁昌、溧水及溧阳等盆地(图1)。盆地中堆积了很厚的火山岩。上述火山岩盆地中，宁芜与庐枞两盆地发育在长江断裂带的北北东向断支上，怀宁盆地位于长江断裂带西端尾部。这三个火山岩盆地都属于继承性盆地，它们所在的空间正好重合在象山群的沉积中心之上，显示了构造继承性。

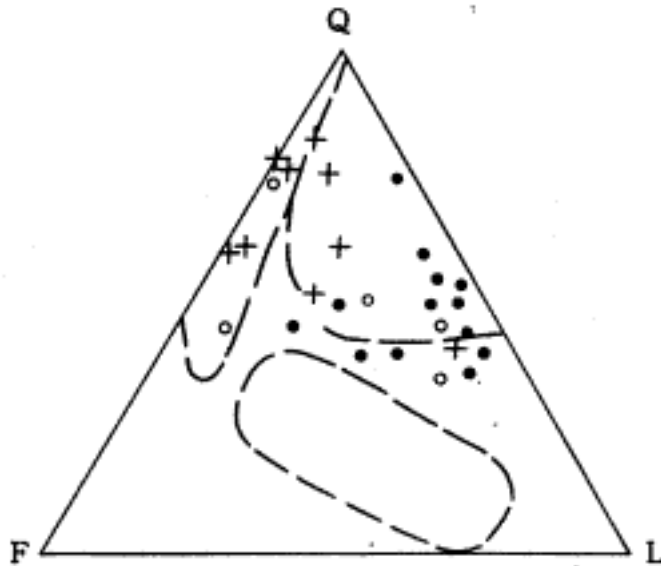


图3 象山群砂岩的QFL图解(原图据Dickson〔6〕)
 样品产地：黑点为怀宁、枞阳、桐城、小圆为庐江、
 巢湖、南陵；+为当涂、南京

Fig.3 Classification of sandstone of
 Xiangshan group(according to Dickson's scheme〔6〕)

遍布全区的火山岩盆地的出现有力地显示，于晚侏罗世下扬子区在强烈的走滑作用下，地壳变薄，断裂深切到地幔顶部，引起了地幔上涌和分熔，岩浆沿断裂涌出，并主要在走滑拉分应力集中的部位发生火山喷发，形成火山岩盆地。然而走滑盆地中不一定都发育大量火山岩，但在断裂切割深且地壳充分引张变薄的情况下可以出现较大规模的火山作用，形成厚度很大的火山岩，且火山岩主要是位于走滑拉分盆地的中央部位〔5〕〔7〕。

4 结语

(1)走滑断裂系统、盆地几何结构特征、沉积学特征和岩浆活动等方面的证据表明，侏罗纪-早白垩世下扬子区盆地性质为走滑引张；

(2)沉积学、岩石学和构造学等方面的研究揭示了下扬子盆地在侏罗纪-早白垩世经历了碎屑沉积为主的前期演化阶段和强烈岩浆活动为主的后期演化阶段。

致谢：本文在修改过程中得到了李培军博士、李国和硕士等的帮助，在此谨致谢意。

国家自然科学基金(编号：49772166)资助

第一作者简介 尚彦军 男 1967年出生 博士生 助理研究员 岩体工程地质力学

作者单位：尚彦军(中国科学院地质研究所工程地质力学开放实验室 北京 100029)

参考文献

- [1] 李培军、夏邦栋.走滑挤压盆地-以中晚三叠世下扬子沿江盆地为例 [J] .地质科学, 1995, 30(2): 130 ~ 138
- [2] 夏邦栋、李培军、尚彦军等.下扬子中生代走滑活动带初析 [J] .石油与天然气地质, 1994, 15(3): 193 ~ 200
- [3] 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 [J] .地质科学, 1989, (4): 314 ~ 322
- [4] Sylvester A G, Strike-slip faults [J] .Geol.Soc.America Bull.1988,100: 1 666 ~ 1 703
- [5] Crowell J G, Origin of Late Cenozoic basins Southern California [A] .In: Dickson W R, Tectonics and Sedimentation [C] . Spec. Publ Soc.Econ.Paleont. Min er. Tulsa, 1974.22, 190 ~ 204
- [6] Dickinson W R, Beard L S, Brakenridge G R. et al. Provenance of North American Phanerozoic Sandstones in relation to tectonic setting [J] .Geological Society of America Bulletin, 1983, 94(2): 222 ~ 235
- [7] Roiald B C, Ridway K D. The influence of volcanism on fluvial depositi onal system in a Cenozoic strike-slip basin, Denali fault system, Yukon Territory ,Canada [J] .Journal of Sedimentary Petrology, 1993, 63(1): 152 ~ 166

收稿日期：1997-12-30 收修改稿日期：1998-11-23