

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

下扬子地区沿江前陆盆地形成的构造控制

朱光 徐嘉炜 刘国生 李双应 虞培玉

(合肥工业大学资源与环境科学系, 230009)

内容提要 华北板块与扬子板块沿大别—胶南造山带的陆-陆碰撞,使造山带南侧的扬子板块成为前陆变形带,并在其上发育了沿江前陆盆地。沿江前陆盆地初始继承性发育于下扬子区海退末期残留的拗陷区,随后于黄马青期(T_3)受北界滁河断裂与南界江南断裂的对冲控制而成为双向压陷型盆地。在象山群下段(J_1)沉积时,由于江南隆起带的强烈抬升,沿江前陆盆地向北迁移。至象山群上段(J_2)沉积时,沿江前陆盆地开始萎缩,成为彼此孤立的小盆,直到消亡。沿江前陆盆地中黄马青群(T_3h)与下伏地层、象山群(J_{1-2x})与黄马青群及象山群与上覆地层之间的角度不整合,代表了前陆发生了3次强烈的挤压变形,也反映了华北板块与扬子板块3次强烈的碰撞活动。

关键词 前陆变形带 沿江前陆盆地 陆-陆碰撞 扬子板块 大别—胶南造山带 江南隆起带

华北板块与扬子板块沿大别—胶南造山带的陆-陆碰撞中,造山带南侧的扬子板块成为强烈的前陆变形带。在前陆带之上发育了以晚三叠世黄马青群(T_3h)和早、中侏罗世象山群(J_{1-2x})沉积为代表的沿江前陆盆地。对沿江前陆盆地的研究,不但有助于探讨华北与扬子板块的碰撞演化史及其所造成的前陆变形,也对开发前陆盆地中丰富的煤炭和油气资源具参考价值。本文依据笔者近年在下扬子地区的区域构造研究,分析沿江前陆盆地形成的构造控制,并从前陆盆地的演化以探讨华北板块与扬子板块碰撞的时间。

1 沿江前陆盆地的分布范围与沉积特征

印支—早燕山期的沿江前陆盆地西起鄂东大冶地区,沿长江一带以ENE向延伸到南通以北入海。若恢复晚侏罗世—早白垩世郯庐断裂系对沿江前陆盆地的变位改造,原始沿江前陆盆地应为近东西向展布。郯庐断裂带以东,现今的晚三叠世黄马青期(T_3)沿江前陆盆地出现在江南断裂以北、滁河断裂以南的沿江地带(图1),其宽度120 km左右。早侏罗世(象山群下段)的沿江前陆盆地明显向北超覆(图2),宽达200 km左右。如江苏阜宁东蛤蜊港华蛤1井、安徽天长县天深7井、天深15井下皆钻遇象山群地层。中侏罗世(象山群下段)时,沿江前陆盆地演化成彼此孤立的小盆(图3),最终消亡。

沿江前陆盆地下伏海相地层,上覆晚侏罗世—早白垩世的火山岩系。由于后期的多次构造运动,前陆盆地中所沉积的晚三叠世—中侏罗世地层常受到剥蚀而局部残留,或隐伏于晚侏罗世—早白垩世火山岩系、晚白垩世—老第三纪的陆相伸展盆地之下。苏北盆地、无为盆地、南陵盆地、句容盆地之下皆已证实有晚三叠世和(或)早—中侏罗世前陆盆地沉积地层的存在。沿江前陆盆地于晚三叠世所沉积的黄马青群(T_3h)碎屑岩,包括下部的黄马青组(T_3hm)、铜头

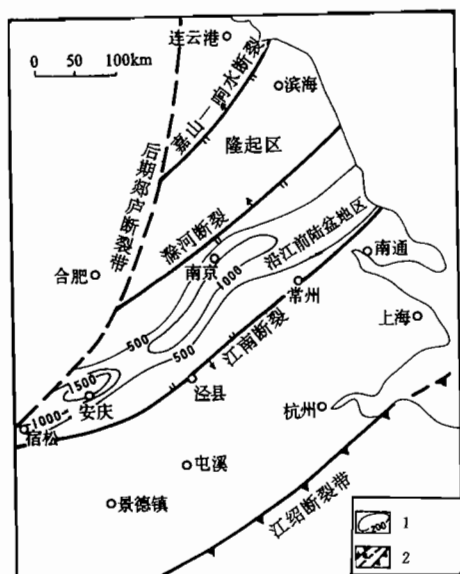


图1 下扬子地区晚三叠世黄马青群(T_3h)分布与等厚图(据常印佛等,1991,图1-27改编)

Fig. 1 Distribution and isopach map of the Huangmaqing Group (T_3h) of late Triassic in the Lower Yangtze River region (after Chang Yinbo et al., 1991, Fig. 1-27)

1—等厚线(m); 2—断裂; 剖面位置、编号、厚度见原图
1—Isopach line(m); 2—fault; For the section location and its No. and thickness see Fig. 1-27, Chang Yinbo et al., 1991.

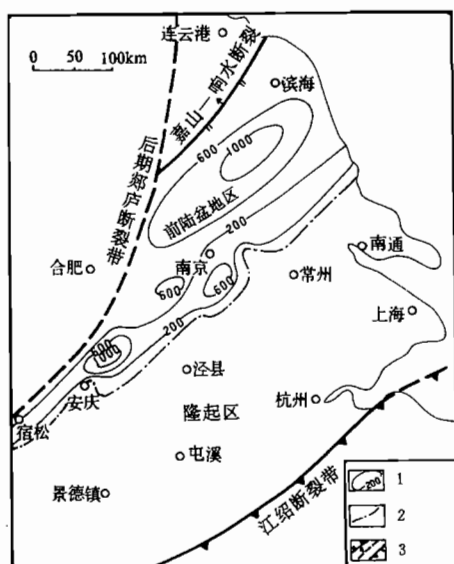


图2 下扬子地区早侏罗世象山群下段(J_1)分布与等厚图(据常印佛等,1991,图1-32改编)

Fig. 2 Distribution and isopach map of the lower Xiangshan Group of Early Jurassic in the Lower Yangtze River region (after modified Chang Yinbo et al., 1991, Fig. 1-32)

1—等厚线(m); 2—沉积边界; 3—断裂;
剖面位置、编号、厚度见原图
1—Isopach line(m); 2—deposition boundary; 3—fault;
For the section location and its No. and thickness see Fig. 1-32, Chang Yinbo et al., 1991.

尖组(T_3t)和上部的范家塘组(T_3f)、拉犁尖组(T_3l),自下而上可分为杂色岩段、红色岩段和含煤岩段。黄马青群底部有一套砾岩,最大厚度达260 m。砾岩层的底部分选、磨圆较差。砾石成分主要为青龙群灰岩、白云岩。向上砾石分选、磨圆变好,主要为泥盆系至二叠系石英岩、硅质岩砾石,反映了蚀源区变远且进一步抬升而被剥蚀。黄马青群底部杂色岩段沉积于海相向陆相过渡环境,其沉积物中除有大量陆相生物化石外,还残存有海相一半咸水瓣鳃类^[1,2]。红色岩段形成于内陆湖盆环境,海相一半咸水瓣鳃类消失,而代之以淡水型瓣鳃类。含煤岩段形成时盆内发生了沼泽化。整个黄马青群沉积厚度变化大,沉积中心位于沿江附近,其中以安徽安庆和江苏南京地区厚度最大,安庆地区最厚达1785 m,南京地区最厚达1281 m。据李培军和夏邦栋(1995,图2、3)^[2]的研究,黄马青组从盆地边缘向沿江中心依次出现中粗砂岩—泥质岩相;范家塘组从盆地边缘向中心依次出现砂岩夹煤线相—泥岩相。黄马青群碎屑中大量的多硅白云母、较高的磷灰石含量和蓝刚玉的发现^[2],反映其蚀源区为大别—胶南造山带。多硅白云母应来自造山带南部高压变质的张八岭群(Pt_{3zh})或云台组(Pt_{3y}),且化学成分特征也一致^[2]。大量的磷灰石应来自造山带南部变质的含磷震旦系双山组(Zsh)、锦屏组(Zj)等。蓝刚玉仅发现于宿松群(Zs)中透镜状蓝刚玉蓝晶石岩内^[3]。

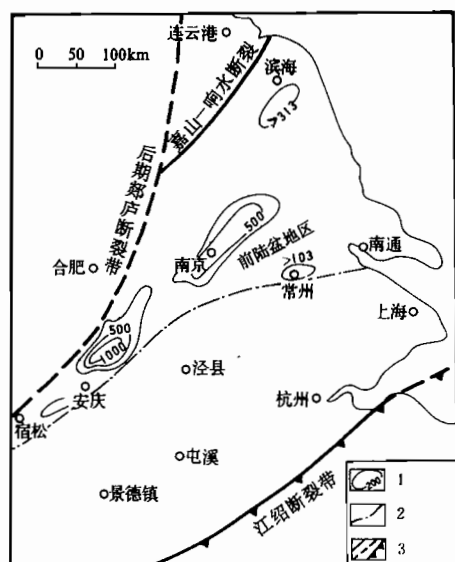


图3 下扬子地区早侏罗世象山群下段(J_1m)分布与等厚图(据常印佛等,1991,图1-33改编)

Fig. 3 Distribution and isopach map of the upper Xiangshan Group of Middle Jurassic in the Lower Yangtze River region

(after Chang Yinfo et al., 1991, Fig. 1-33)

(图例说明同图2)

(symbols same as in Fig. 2)

构造的研究,大致在长江以北,原始构造主要表现为一系列由北向南运动的逆冲、推覆构造;而长江以南则表现为由南向北运动的逆冲、推覆构造。

在郯庐断裂带以东、长江以北的前陆区内,安徽东部滁(县)全(椒)拗陷带内震旦系—奥陶系中主要呈向南东运动的逆冲、推覆构造,并使褶皱轴面广泛倾向北西。作为滁—全拗陷带南界的滁河断裂,在前陆变形中是一大型向南逆冲的断裂带。在巢县西许家村,可见西北侧震旦系灯影组(Z_2dy)灰岩沿滁河断裂向东南逆冲于志留系高家边组(S_1g)页岩之上。据大地电磁测深资料,滁河断裂向下切入下地壳。在巢县南部地区,于姥山推覆构造的根带,可见西侧震旦系推覆在东侧青龙群(T_{1-2q})灰岩之上,其向南东的推覆,使震旦系呈飞来峰上覆于不同的上古生界之上^[4]。据石油部门在苏北盆地、无为盆地等地震、大地电磁测深工作(内部资料),长江以北震旦系—中三叠统内也皆呈由北向南(或由北西向南东)运动的逆冲、推覆构造。下扬子前陆区长江以北的逆冲、推覆构造方向,显然是受其北侧大别—胶南碰撞造山带控制的,其动力来源为华北、扬子板块的陆—陆碰撞。在大别—胶南造山带的南侧,构造上皆呈由北向南的逆冲、推覆构造。江苏连云港西海州可见太古代胸山组(Arj)呈飞来峰推覆于震旦系锦屏组(Z_j)之上。在江苏赣榆石桥可见太古宙—古元古代胶南群($Ar-Ptj$)推覆于未变质的震旦系陡山沱组(Z_1d)之上,现今震旦系呈构造窗局部出露。安徽东部张八岭隆起,主要出露具高压变质(如蓝片岩)的青白口纪张八岭群(Pt_3zh)变质基底。其应为大别—胶南造山带南侧的一部分,后被郯

象山群下段磨山组(J_1m)沉积物以砂页岩夹薄层煤层为特征,具底砾岩。沉积环境为内陆河流—湖泊—沼泽,垂向上是河、湖频繁交替。其最大厚度在安徽安庆地区可达1174 m。象山群上段罗岭组(J_2l)沉积物主要为红色的砂、页岩,以湖泊相沉积为主,掺杂有河流相沉积。从此以后,下扬子地区沿江前陆盆地随着中国东部大地构造背景的转变而消亡。

2 下扬子前陆区的构造特征

郯庐断裂带以东、大别—胶南造山带以南至江南隆起的扬子板块(下扬子地区),在华北、扬子板块沿大别—胶南造山带碰撞过程中成为前陆褶断带。在前陆变形中,区内发生了强烈的褶皱和逆冲、推覆作用。现今的前陆变形构造主要呈ENE—NE走向。这是由于后期郯庐断裂系走滑剪切改造的结果。若恢复郯庐断裂系的改造,这些前陆变形构造原始走向近东西。与南北向板块碰撞而形成近东西向与前陆变形构造相一致。在强烈的前陆变形中,震旦系—中三叠统海相盖层皆发生了强烈的褶皱变形。伴随着褶皱,前陆区内广泛出现了逆冲、推覆构造。根据近年来对郯庐断裂带以东下扬子区前陆变形

庐断裂带左旋走滑牵引而弯曲呈北东向。张八岭隆起东南侧多处已被证实张八岭群之下出现震旦纪—寒武纪地层。如滁县老嘉山一带3个钻孔已证实张八岭群推覆在震旦系灰岩之上。石油部门的大地电磁测深资料也多处显示此现象。这表明大别—胶南造山带南侧变质基底向南逆冲,推覆于未变质的前陆区海相盖层之上。从区域上看,大别—胶南造山带南部是长江以北下扬子前陆区逆冲,推覆构造系的根带。

下扬子前陆区变形构造一个显著特点是,长江以南的逆冲、推覆构造普遍转变为由南向北的运动方向,这已为许多人的研究所证实^{[5~8]①②}。根据石油部门在长江以南的南陵盆地、宣广盆地中的地震解释剖面,这些盆地内前陆变形期的逆冲推覆构造皆呈向北西的运动。据地表露头的野外观察及HQ-13线成果^[9],苏南地区的古生代地层中主要呈现由南向北运动的逆冲、推覆构造。而苏州地区其它方向的逆冲、推覆构造则为后期构造叠加的结果。江南断裂在前陆变形中是一大型由南向北逆冲的断裂带。在皖南太平湖北岸、泾县陶窑村等地,由南向北逆冲的江南断裂表现的非常明显。据淮南—温州大地电磁测深资料(内部资料),江南断裂错开中地壳低速层、向下进入下地壳。江南断裂以南的皖南拗陷中,早古生代地层的变形也主要受由南向北逆冲、推覆、拆离构造的控制。例如,安徽太平北部,呈隔挡式褶皱的志留纪地层主要受沿基底与盖层之间向北运动的拆离面控制。整个江南隆起(原“江南古陆”)内的逆冲、推覆构造主要为由南向北运动^[7]。正是前陆变形中一系列向北的逆冲构造而使江南隆起带的基底呈冲断岩片相互置覆、增厚,从而大量抬升、出露。而在此以前的“古陆”并不存在,这可从其上残留的古生代盖层得到证实。长江以南、江南隆起以北的前陆变形构造,主要出现在基底以上地层中,呈薄皮构造特征。而江南隆起上的变形构造使基底岩系大量卷入,呈厚皮构造特征。笔者认为,江南隆起带是下扬子前陆区长江以南由南向北运动的逆冲、推覆构造系的根带。江南隆起带可能是前陆强烈变形中由板内造山形成的。其成因除了华北、扬子板块的碰撞力外,还可能与更南部板块(印支—南海板块?)向北聚合、碰撞有关。

下扬子前陆区除上述震旦系—中三叠统盖层卷入前陆强烈变形外,沿江前陆盆地中所沉积的黄马青群、象山群也遭受了强烈的前陆变形,反映盆地是挤压构造背景下形成的。沿江前陆盆地中黄马青群和象山群中广泛出现了以ENE为主的线形褶皱,反映了强烈的挤压变形。沿江前陆盆地中也常见逆冲、推覆构造。例如,安徽和县马胡村(图4-1)、赭洛山(图4-2)、含山大伊山(图4-3)等地,可见早古生代地层向南东逆冲在象山群之上;安徽含山黄鹰山北,钻孔已证实青龙群向南东推覆在象山群之上(图4-4);安徽宿松河西山上震旦统逆冲在早侏罗世磨山组之上(图4-5)。沿江前陆盆地沉积现今的地表露头,主要出现在长江以北,其中所见的逆冲、推覆构造也如其下伏海相地层一样主要是由北向南运动的。

3 沿江前陆盆地形成的构造控制

华北与扬子板块沿大别—胶南造山带发生陆—陆碰撞造山的同时,强大的碰撞挤压力也传递到碰撞带南侧的扬子板块之上,使其成为前陆褶断带,出现了前述的前陆变形构造。下扬子地区沿江前陆盆地在构造部位上是发育在扬子板块内的前陆褶断带之上,在动力学背景上是处于板块碰撞过程中的强大挤压之中。这一前陆盆地的形成是华北与扬子板块碰撞造山的结

① 沈修志等. 江苏下扬子区大地构造与区域构造特征及油气远景预测. 1987.

② 黄钟瑾等. 皖南推覆构造和盆地构造的分析与研究. 1994.

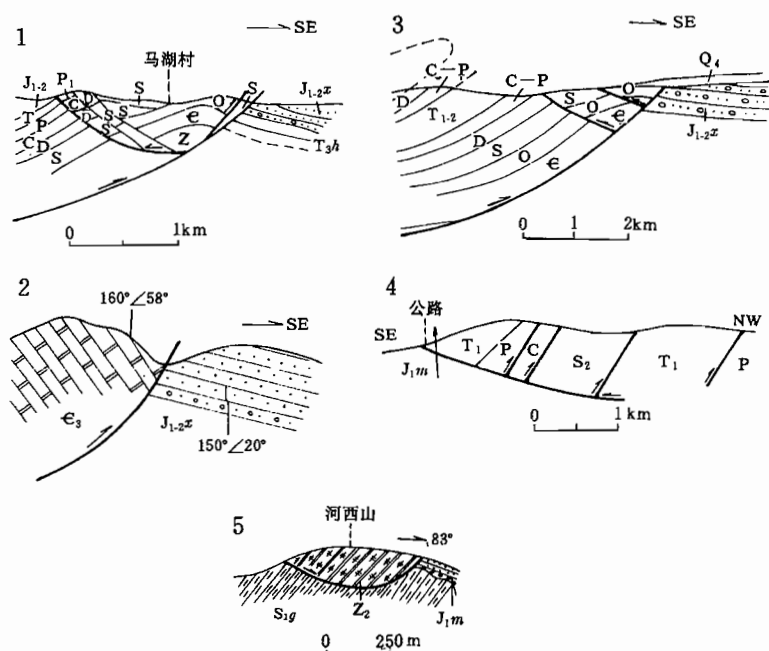


图4 下扬子地区影响黄马青群(T_3h)、象山群($T_{1-2}x$)的逆冲推覆构造剖面

Fig. 4 Cross sections showing thrust-nappes affecting the Huangmaqing Group (T_3h) and the Xiangshan Group ($J_{1-2}x$) in the Lower Yangtze River region

1—安徽和县马湖村(据黄钟瑾等, 1994); 2—安徽和县赭麓山(据黄钟瑾等, 1994); 3—安徽和县大伊山(据黄钟瑾等, 1994); 4—安徽含山黄鹰山北(据安徽省区域地质志, 1987); 5—安徽宿松河西山(据安徽省区域地质志, 1987)(剖面位置见图7)

1—Mahucun of Hexian County, Anhui(after Huang Zhongjin et al., 1994); 2—Zheluoshan of Hexian County, Anhui(after Huang Zhongjin et al., 1994); 3—Dayishan of Hexian County, Anhui(after Huang Zhongjin et al., 1994); 4—northern Huangyingshan of Hanshan, Anhui(after the Anhui Regional Geological Memoir, 1987); 5—Hexishan of Susong, Anhui(after the Anhui Regional Geological Memoir, 1987)(seeing Fig. 7 for their localities)

果,而随着碰撞造山过程的中止盆地即行消亡。

华北与扬子板块的聚合、碰撞,首先使扬子板块受挤压抬升而发生大规模海退、成陆。在海退末期,扬子板块上残留一拗陷区,呈蒸发岩—碳酸盐岩潮坪—泻湖环境,形成以东马鞍山组(T_2d)、周冲村组(T_2z)膏溶角砾岩为特征的沉积,主要分布在沿江一带(图5)。从东马鞍山组、周冲村组与黄马青群分布对比可见,沿江前陆盆地首先(黄马青群下部)就是出现在海退末期的残留拗陷区。其残留拗陷区的起源可能归因于扬子板块受压而产生的挠曲拗陷。

前已述下扬子前陆区在前陆变形中主要呈现为南、北对冲的构造格局。滁河断裂和江南断裂是前陆带内两个深入下地壳的大型逆冲断裂带,具相反逆冲方向。从整个黄马青群的分布来看(图1),其正好出现在滁河断裂和江南断裂之间^[2]。黄马青群的底部砾岩,沿滁河断裂和江南断裂呈一系列彼此孤立的、盆缘冲积扇^[2]。由此可见,黄马青期沿江前陆盆地出现在北侧向南逆冲的滁河断裂和南测向北逆冲的江南断裂之间,是以滁河断裂和江南断裂为边界控制断裂。沿江前陆盆地是出现在南、北对冲隆起之间的低地之中,显然属双向压陷盆地类型(图6A)。这一时期的前陆盆地,基本上处于长江以北向南运动和长江以南向北运动的两套逆冲、

推覆构造系的交汇部位。前陆盆地起因是南、北对冲控制的双向压陷型盆地,其中沉积的黄马青群是呈中间厚、向南、北侧变薄的特征(图1),显然不同于通常沉积物呈楔形体的前陆盆地。这也从沉积上证实了沿江前陆盆地在黄马青期应是双向压陷型盆地。

象山群下段的沉积分布(图2)比黄马青群的分布具有明显向北迁移的现象,并超过了黄马青群北界的滁河断裂。这应是江南隆起抬升的结果。前已述,前江南隆起带呈板内造山的特征,其在强烈的向北逆冲构造控制下而强烈隆升,结果使大量基底岩石出露地表。它的滞后隆升,使其北侧的沿江前陆盆地中象山群下段沉积发生向北迁移(图6B)。

至象山群上段沉积时,沿江前陆盆地北部的大别—胶南造山带和南部的江南隆起带的隆升渐趋停止。此时的沿江前陆盆地进入消亡期,发生萎缩。象山群上段的沉积限于一些孤立的小盆中(图3,图6C),最终消亡。

总之,下扬子沿江前陆盆地的演化经过了初始期(黄马青底部)的继承性盆地、形成期(黄马青群)的双向压陷型盆地(图6A)、晚期(象山群下段)的向北迁移(图6B)和末期(象山群上段)的消亡(图6C)。其起因于华北与扬子板块的陆-陆碰撞,出现于前陆带上的对冲构造背景上。它的出现即受到大别—胶南造山带的隆升控制,也明显受到江南隆起带在前陆变形期隆升的控制。可以说江南隆起带是沿江前陆盆地南部的一种特殊前陆隆起。

从世界上对前陆盆地的研究看^[10,11],典型的前陆盆地是由于造山带一侧仰冲板片的负荷而使前陆上板块发生挠曲沉陷。由此形成的前陆盆地中,沉积体呈向造山带方向增厚的楔形体,并且沉积上明显向板内方向迁移。如美国蒙大拿西北部的中生代前陆盆地^[12]、内华达中北部的晚古生代 Antler 前陆盆地^[13]、西班牙 Pyrenees 南部的 Jaca 前陆盆地^[14]、瑞士西部的前陆盆地^[15]等都具有这些特点。下扬子地区沿江前陆盆地与世界上典型的前陆盆地相比较,在构造控制上显然具有其特殊性。沿江前陆盆地在形成过程中,处于前陆上南、北对冲的构造背景上,盆地的南、北侧都受到仰冲板片的负载和控制,属于双向压陷型盆地,而非典型的单向压陷型盆地。该前陆盆地在发育过程中,于象山群下段沉积时由于江南隆起带的向南仰冲、隆升,造成了前陆沉积向大别—胶南造山带一侧迁移,这与典型的前陆盆地中沉积迁移方向正好相反。沿江前陆盆地形成中出现这些特殊现象的根本原因,是由于下扬子区扬子板块南侧又受到了其它板块或地体的向北碰撞挤压,使得江南隆起带处发生具板内造山特征的强烈挤压、隆升,结果使沿江前陆盆地南侧又出现了仰冲板片的负荷和隆升。

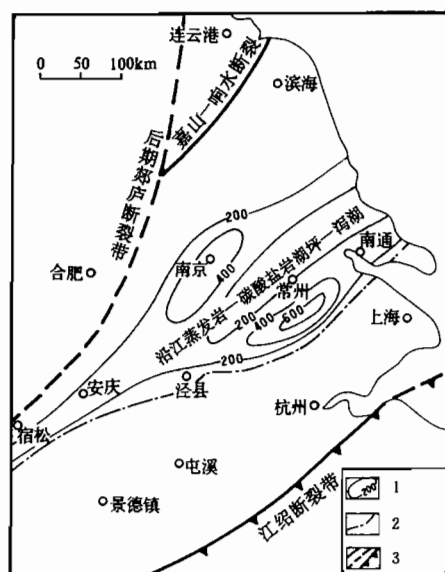


图5 下扬子地区中三叠世东马鞍山组(T_2d)、周冲村组(T_2z)岩相古地理图

(据常印佛等,1991,图1-26)

Fig. 5 Lithofacies and Paleogeographic map of the Dongma'anshan Formation or Zhouchongcun Formation of Middle Triassic in the Lower Yangtze River region (after Chang Yinfo et al., 1991, Fig. 1-26)

(图例说明同图2)

(symbols same as in Fig. 2)

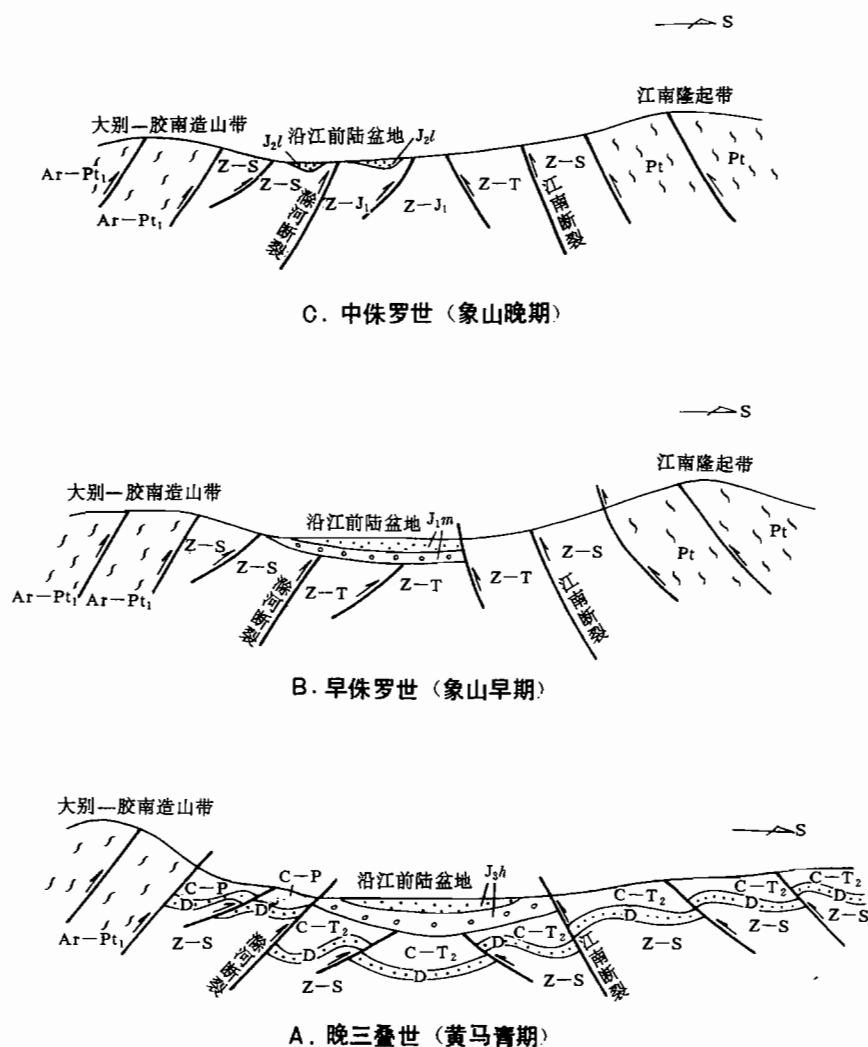


图 6 沿江前陆盆地演化剖面图

Fig. 6 Cross sections showing evolution of the foreland basin along the Yangtze River

A—晚三叠世阶段; B—早侏罗世阶段; C—中侏罗世阶段

A—Late Triassic stage; B—Early Jurassic stage; C—Middle Jurassic stage

4 沿江前陆盆地中的构造变形与板块碰撞的时间关系

在造山带内部,由于强烈的多期构造变形、变质及大量的剥蚀,往往给确定板块碰撞时间带来一定的困难。前陆变形带与前陆盆地是板块陆-陆碰撞造山的结果,其上保留完好的沉积盖层、特别是前陆盆地沉积,为研究有关的板块碰撞时间提供了有利的条件。下扬子前陆区除了保存完好的震旦纪—中三叠世海相盖层外,也保存着晚三叠世—中侏罗世前陆盆地沉积,这为确定华北与扬子板块的陆-陆碰撞时间提供了依据。

前人的研究^[1,16~19]已经证实,沿江前陆盆地中的黄马青群与下伏地层之间(代表印支期金

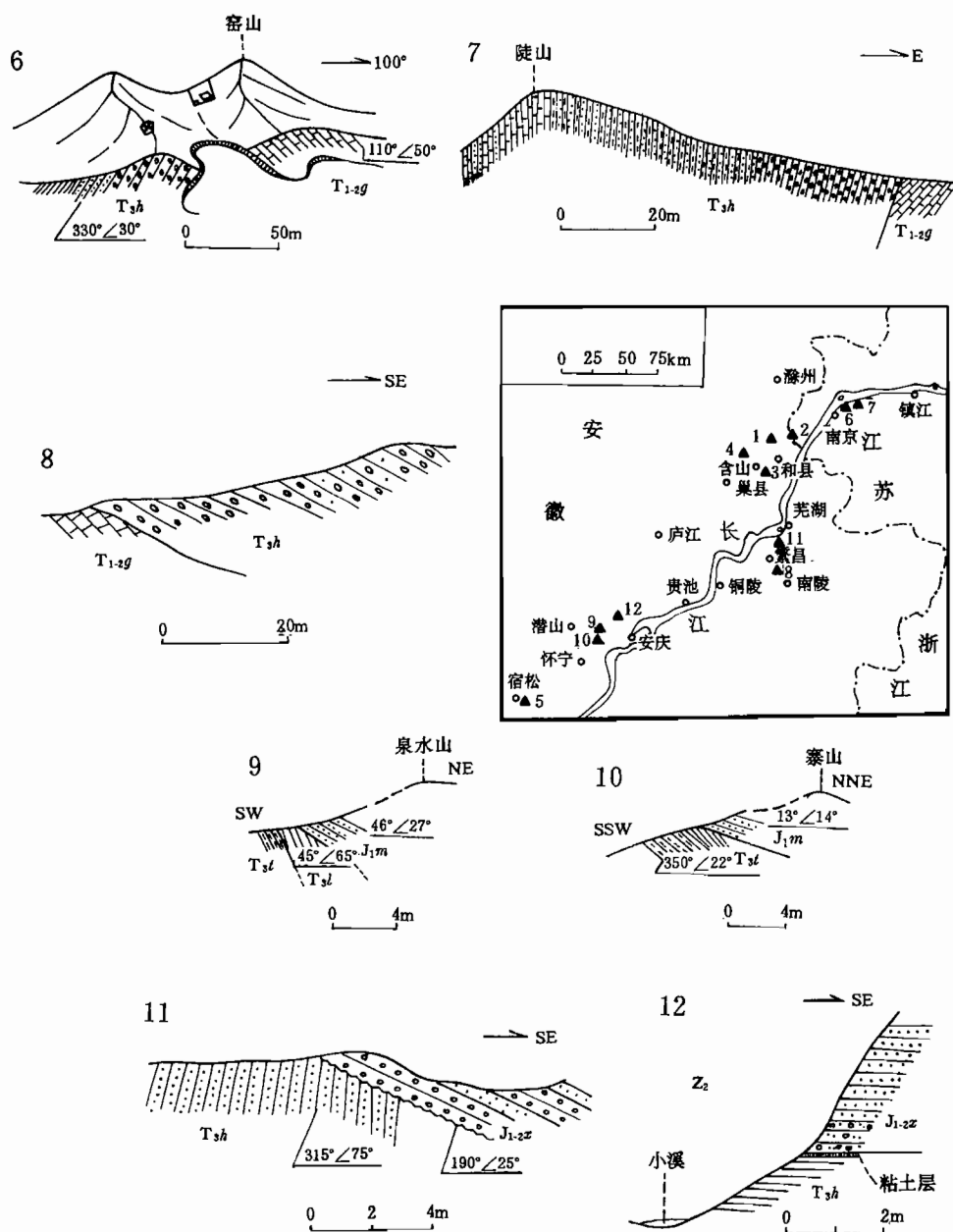


图7 沿江前陆盆地中地层接触关系剖面

Fig. 7 Cross sections showing stratigraphic contacts in the foreland basin along the Yangtze River

6—南京窑山(据罗庆坤等,1994);7—南京安基村陡山(据罗庆坤等,1994);8—安徽繁昌接官亭(据罗庆坤等,1994);9—安徽怀宁泉水山(据常印佛等,1991);10—安徽怀宁寨山(据常印佛等,1991);11—安徽繁昌三山(据黄钟瑾等,1994);12—安徽怀宁白水凹(据安徽省区域地质志,1987)

6—Yaoshan, Nanjing (after Luo Qingkun et al., 1994); 7—Doushan, Anjicun, Nanjing (after Luo Qingkun et al., 1994); 8—Jieguanting of Fanchang, Anhui (after Luo Qingkun et al., 1994); 9—Quanshuishan of Huaining, Anhui (after Chang Yin-fo et al., 1991); 10—Zhaishan of Huaining, Anhui (after Chang Yin-fo et al., 1991); 11—Sanshan of Fanchang, Anhui (after Huang Yin-fo et al., 1994); 12—Baishuiao of Huaining, Anhui (after the Anhui Regional Geological Memoir, 1987)

子运动)为角度不整合、或平行不整合或整合。在江苏南京(图 7-6,7)、安徽繁昌(图 7-8)等地,见黄马青群以角度不整合于青龙群的不同层位之上。而在安徽含山、怀宁一带,可见两者平行不整合现象^[17]。这是由于黄马青群沉积时,下伏地层呈大型宽缓褶皱,从而使核部上、下地层为平行不整合,而翼部为角度不整合。沿江前陆盆地中象山群与下伏黄马青群之间(代表印支期南象运动)也是时而为平行不整合、时而为角度不整合。例如,安徽怀宁白水凹象山群与黄马青群为平行不整合;而安徽怀宁泉水山(图 7-9)、寨山(图 7-10)、繁昌三山(7-11)等地可见象山群与黄马青群之间的角度不整合。这表明象山群沉积时下伏黄马青群主要呈大型宽缓褶皱,从而核部两者呈平行不整合,而翼部却为角度不整合。沿江前陆盆地中象山群沉积之后,其又与下伏地层一起发生褶皱,结果使上覆晚侏罗世火山一沉积地层普遍与象山群呈角度不整合。沿江前陆盆地中这些地层接触现象,反映了盆地形成于长期受挤压的构造背景下。在黄马青群沉积初期,下伏海相地层已初步受挤压而多呈大型宽缓褶皱,从而就有两者整合、不整合两种现象存在。随后进一步挤压又使褶皱更加紧闭,并使盆地中新沉积的黄马青群也产生褶皱。黄马青群初始也呈大型宽缓褶皱,使其与上覆象山群也是呈假整合或角度不整合两种现象。随后的持续挤压在使黄马青群被褶皱更加紧闭的同时,其上新沉积的象山群也发生褶皱。这一系列现象反映了中三叠世末一中侏罗世末前陆带上长期发展的递进变形,指示了前陆带上长期受挤压的构造背景。这些现象也反映了华北与扬子板块陆-陆碰撞造山发生在中三叠世末一中侏罗世末这一长期的阶段中,下扬子前陆带上变形除了具上述长期性外,也呈明显的阶段性。前陆盆地中黄马青群与下伏地层之间、象山群与黄马青群之间及象山群与上覆地层之间的三套角度不整合,代表了前陆带上 3 次变形的高峰期,即 3 次强烈的挤压活动。而其间前陆带上呈相对的变形平静期。下扬子前陆带上中三叠世末、晚三叠世末、中侏罗世末 3 次强烈的挤压活动,应反映华北与扬子板块三次强烈的陆-陆碰撞活动。

上述沿江前陆盆地中的构造变形特征反映,华北与扬子板块的陆-陆碰撞主要发生在中三叠世末一中侏罗世末阶段,即印支一早燕山期。而中三叠世末、晚三叠世末和中侏罗世末出现了三次强烈的碰撞活动。这一推断与大别—胶南造山带内高压变质岩与大规模侵入岩同位素年龄^[20~22]以及造山带内大规模的逆冲、推覆作用时间基本上是一致的。

参 考 文 献

- 1 李金华,丁保良. 苏皖地区的“黄马青群”. 地质论评, 1982, 28(2): 101~107.
- 2 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. 地质科学, 1995. 30(2): 130~137.
- 3 荆延仁,梁万通,张树业. 安徽前寒武纪高压变质带. 北京:地质出版社, 1991.
- 4 夏木林,周存亨. 沉积岩区推覆构造鉴别特征和特征的构造形迹. 安徽区域地质, 1988, (1): 34~41.
- 5 梁继涛. 皖南地区推覆构造初析. 南京地质矿产研究所所刊, 1995, 6(3): 15~26.
- 6 刘少峰,庄培仁,徐成彦. 下扬子拗陷带古生代盆地构造的叠加关系和区域应力场特征. 江南—雪峰地区的层滑作用及多期复合构造. 北京:地质出版社, 1993. 211~246 页.
- 7 梁继涛,薄志宏. 华东地区“江南古陆”南缘的构造演化及其与“华夏古陆”的关系. 江南—雪峰地区的层滑作用及多期复合构造. 北京:地质出版社, 1993. 39~66 页.
- 8 严开健. 苏州西部地区推覆构造特征. 南京地质矿产研究所所刊, 1986, 增刊, 1 号: 76~81.
- 9 陈沪生,周雪清,李道琪,贺绍英. 中国东部灵璧—奉贤(HQ-13)地质断面图说明书. 北京:地质出版社, 1993. 32~43 页.
- 10 Beaumont C. Foreland basins. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 1981, 65: 291~329.
- 11 Allen P A, Homewood P. (eds). Foreland Basins. Special Publication of the International Association of Sedimentologists, 1986, (8): 1~217.
- 12 Gillespie J M, Heller P L. Begining of foreland subsidence in the ColumbianSevier belts, southern Canada and northwest Montana. *Geology*, 1995, 23: 723~726.

- 13 Jansma P E, Speed R C. Deformation, dewatering, and decollement development in the Antler foreland basin during the Antler orogeny. *Geology*, 21:1035~1038.
- 14 Barnolas A, Teixell A. Platform sedimentation and collapse in a carbonate-dominated margin of a foreland basin (Jaca basin, Eocene, southern Pyrenees). *Geology*, 1994, 22: 1107~1110.
- 15 Homewood P, Allen P A, Williams G D. Dynamics of the molasse basin of western Switzerland. In: *Foreland Basins* (eds P A Allen & P homewood), Special Publication of the International Association of Sedimentologists, 1986, (8): 199~217.
- 16 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志. 北京:地质出版社, 1987.
- 17 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. 65~89 页.
- 18 董树文, 言景爽, 李勇, 朱洪吉, Schneider W, Breitzkreuz H, Mattern F. 下扬子中三叠世—中侏罗世沉积相与印支运动. *地质论评*, 1994, 40(2): 111~119.
- 19 罗庆坤, 刘国生, 吴弘毅, 陈玉灿. 论下扬子区伸展构造环境下半地堑内沉积的黄马青群. *伸展构造研究*, 北京:地质出版社, 1994. 37~47 页.
- 20 李曙光, 刘德良. 大别山印支运动的同位素年代学证据. *大地构造与成矿学*, 1990, 14(2): 159~163.
- 21 李曙光, 刘德良, 陈移之等. 中国中部蓝片岩的形成时代. *地质科学*, 1993, 28(1): 21~27.
- 22 徐嘉伟, 刘德良, 李秀新. 中国中部中生代南北陆块的对接——论大别山碰撞带及其意义. *中生代地质学术讨论会文集*. 北京:地质出版社, 1987. 99~110 页.

Tectonic Contral on Development of the Foreland Basin along the Yangtze River in the Lower Yangtze River Region

Zhu Guang, Xu Jiawei, Liu Guosheng, Li Shuangying and Yu Peiyu

(Department of Resources and Environment Sciences, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui, 230009)

Abstract

Owing to continent—continent collision along the Dabie—Jiaonan orogenic belt between the North China and Yangtze plates, the Yangtze plate south of the orogenic belt became a foreland deformation belt, and a foreland basin along the Yangtze River was developed on the foreland belt. The foreland basin firstly appeared in a depression region which remained in the Lower Yangtze region during retrogression. The foreland basin became a double—pressioned basin probably controlled by back thrusting along the Chuhe and Jiangnan boundary faults in the Huangmaqin period (T_3). During deposition of the lower Xiangshan Group (J_1), intense uplift of the Jiangnan uplift belt perhaps made the foreland basin migrate toward the north. During deposition of the lower Xiangshan Group (J_1), the foreland basin shrank and became small separated basins before disappearance of the foreland basin. Angular unconformities between the Huangmaqin Group (T_3h) and underlying strata, the Xiangshan ($J_1^{1-2}x$) and Huangmaqin (T_3h) groups as well as the Xiangshan Group (J_1-2x) and overlying strata represent three intense compression deformation, and also possibly reflect three intense collision between the North China and Yangtze plates.

Key words: foreland deformation belt; foreland basin along the Yangtze River; continent—continent collision; Yangtze plate; Dabie—Jiaonan orogenic belt; Jiangnan uplift belt

作者简介

朱光,男,1959年生。1984年于合肥工业大学地质系获构造地质学硕士,1992年于英国威尔士大学获地质学博士。现为合肥工业大学资源与环境科学系教授,从事构造地质学、同位素年代学的研究。通讯地址:230009,合肥工业大学资源与环境科学系。