

雪峰造山带南段靖州盆地成因性质及形成背景

柏道远 钟 响 贾朋远 熊 雄 黄文义

(湖南省地质调查院, 湖南 长沙 410016)

摘要:靖州盆地是位于雪峰构造带南段的一个 NE 向晚三叠世—中侏罗世小型陆相盆地,前人研究提出其为 NNE 向溆浦—靖州大断裂左行走滑形成的拉分伸展盆地。本文对靖州盆地构造特征、 T_3 — J_2 沉积和原型盆地特征等进行了系统研究,在此基础上提出该盆地实为挤压类前陆盆地,主要依据有:①沉积物高成熟度以及残留盆地边界与盆地周缘先期地质界线总体协调一致,说明盆地沉积时为挤压挠曲作用下形成的低缓洼地;②沉积物高成熟度和远源特征,指示盆地形成于相对稳定构造环境;③盆地北端 T_3 — J_1 沉积空间由岩层弯曲下凹提供;沉积物产状变化指示 J_2 盆地受到 NW 向挤压并产生持续褶皱变形;沉积物特征指示沉积环境西浅东深,进一步暗示 J_2 盆地发展受控于 NW 向挤压与东缘逆冲块体的重力载荷;④盆缘伸展断裂少见,因挤压形成的小型走滑断裂、逆断裂、共轭剪节理等则多见;⑤从溆浦—靖州断裂走向偏转情况来看,该断裂左行走滑时靖州盆地所处部位应为挤压区而非拉张区。据盆地沉积和构造特征及区域大地构造演化背景,盆地的形成主要与晚三叠世—早侏罗世区域 SN 向挤压、中侏罗世区域 NWW 向挤压和 NNE 向左行走滑有关。

关键词:类前陆盆地;挤压;走滑;晚三叠世—中侏罗世;靖州盆地

中图分类号: TE121.172 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2013)04-1079-13

位于扬子板块东南缘的雪峰(江南)造山带是华南最受瞩目的构造单元之一。长期以来,前人对雪峰造山带形成演化和构造属性进行过大量研究^[1-14],其中位于造山带内部的中生代盆地特征和成因^[6,15-21],以及与之相关的中生代构造发展和陆内造山作用^[18-34],是近些年来研究的重中之重,且相关认识存在较多分歧。靖州盆地是位于雪峰构造带南段的一个晚三叠世—中侏罗世小型陆相盆地,张进等^[20-21]研究提出其为 NNE 向溆浦—靖州断裂左行走滑形成的拉分伸展盆地,与早燕山期 NNE 向左行走滑为主的构造体制有关。笔者最近再次进行了调查研究,认为该盆地实为挤压类前陆盆地,其形成与晚三叠世—早侏罗世区域 SN 向挤压、中侏罗世区域 NWW 向挤压和 NNE 向左行走滑作用有关。

1 区域地质概况

靖州盆地位于雪峰弧形构造带南段东部,叠覆于区域溆浦—靖州断裂之上(图 1)。靖州(残留)盆地形态狭长,呈 NE 40° 方向展布,长约 32 km,宽约 5 km,北东端残留宽仅 2 km(图 2)。盆地周边自里向外依次为上古生界石炭系—二叠系(局部少量下三叠统)碳酸盐岩夹少量硅质岩沉积、板溪群—下古生界碎屑岩沉积。上古生界角度不整合于南华系—寒武系不同层位之上(图 2),其中二叠系栖霞组、茅口组和吴家坪组中夹大量燧石条带或团块,局部层位(吴家坪组顶部)发育少量硅质岩层。盆地内部主要发育上三叠统—中侏罗统(早燕山构造层),东缘南段沙堆一带残留有少量白垩纪沉积。白垩系角度

收稿日期:2013-05-23;改回日期:2013-06-07

基金项目:中国地质调查局“湖南 1:25 万武冈市和永州市幅区调修测”项目(1212011120793)、“中国地质构造区划综合研究与区域地质志修编”项目(1212010811032)及中上扬子及邻区重点盆地地质地球物理综合调查(1212011120967)联合资助。

作者简介:柏道远,男,1967 年生,研究员级高级工程师,长期从事区域地质调查与基础地质研究;E-mail:daoyuanbai@sina.com。

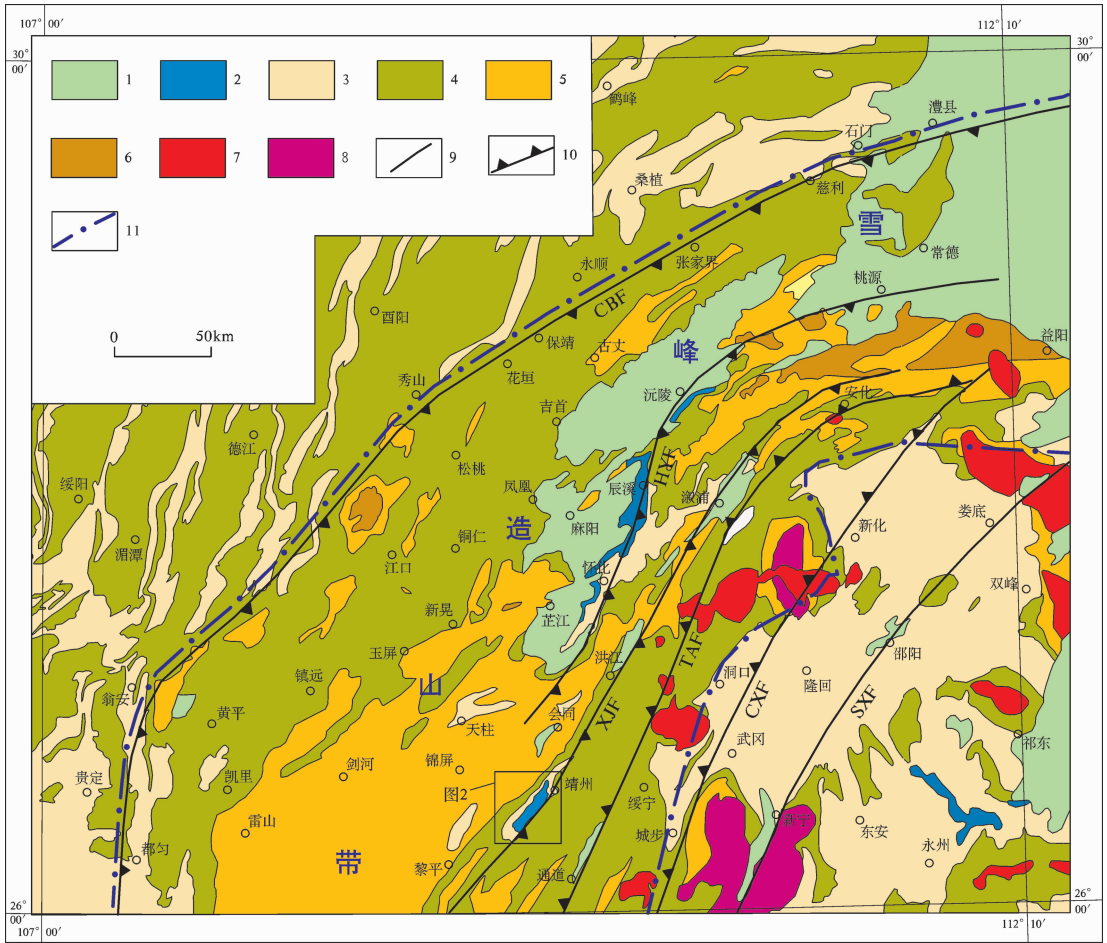


图1 区域地质略图

1—白垩系—古近系;2—上三叠统一侏罗系;3—泥盆系—中三叠统;4—南华系—志留系;5—新元古代板溪群;
 6—新元古代冷家溪群;7—中生代花岗岩;8—加里东期花岗岩;9—主要断裂;10—主要逆断裂,齿向示断裂倾向;
 11—雪峰构造带边界。断裂名称:CBF—慈利—保靖断裂;HYF—怀化—沅陵断裂;XJF—淑浦—靖州断裂;
 TAF—通道—安化断裂;CXF—城步—新化断裂;SXF—邵阳—新宁断裂

Fig.1 Regional geological sketch map

1 - Cretaceous-Paleogene; 2 - Late Triassic-Middle Jurassic; 3 - Devonian-Middle Triassic; 4 - Nanhua-Silurian;
 5 - Neoproterozoic Banxi Group; 6 - Neoproterozoic Lengjiayi Group; 7 - Mesozoic granitoid; 8 - Caledonian
 granitoid; 9 - Major fault; 10 - Major thrust fault, tine indicating dip direction; 11 - Boundary of Xuefeng tectonic belt.
 Name of fault: CBF - Cili-Baojin fault; HYF - Huaihua-Yuanling fault; XJF - Xupu-Jinzhou fault; TAF - Tongdao-
 Anhua fault; CXF - Chengbu-Xinhua fault; SXF - Shaoyang-Xinning fault

不整合于中侏罗世沅阳组之上,为紫红色块状砾岩,形成于山间断陷盆地。

研究区经历了加里东、印支和早燕山等几次主要构造运动暨变形事件,造成上古生界/前泥盆系、早燕山构造层/上古生界、白垩系/早燕山构造层等角度不整合。

2 盆地沉积特征

现残留盆地内自下而上发育上三叠统一下侏罗统和中侏罗统沅阳组^①,以下分别介绍其沉积特征。

2.1 上三叠统一下侏罗统沉积特征

上三叠统一下侏罗统主要分布在盆地北端、靖

①贵州省地质局, 1:20万黎平幅区域地质调查报告, 1977.

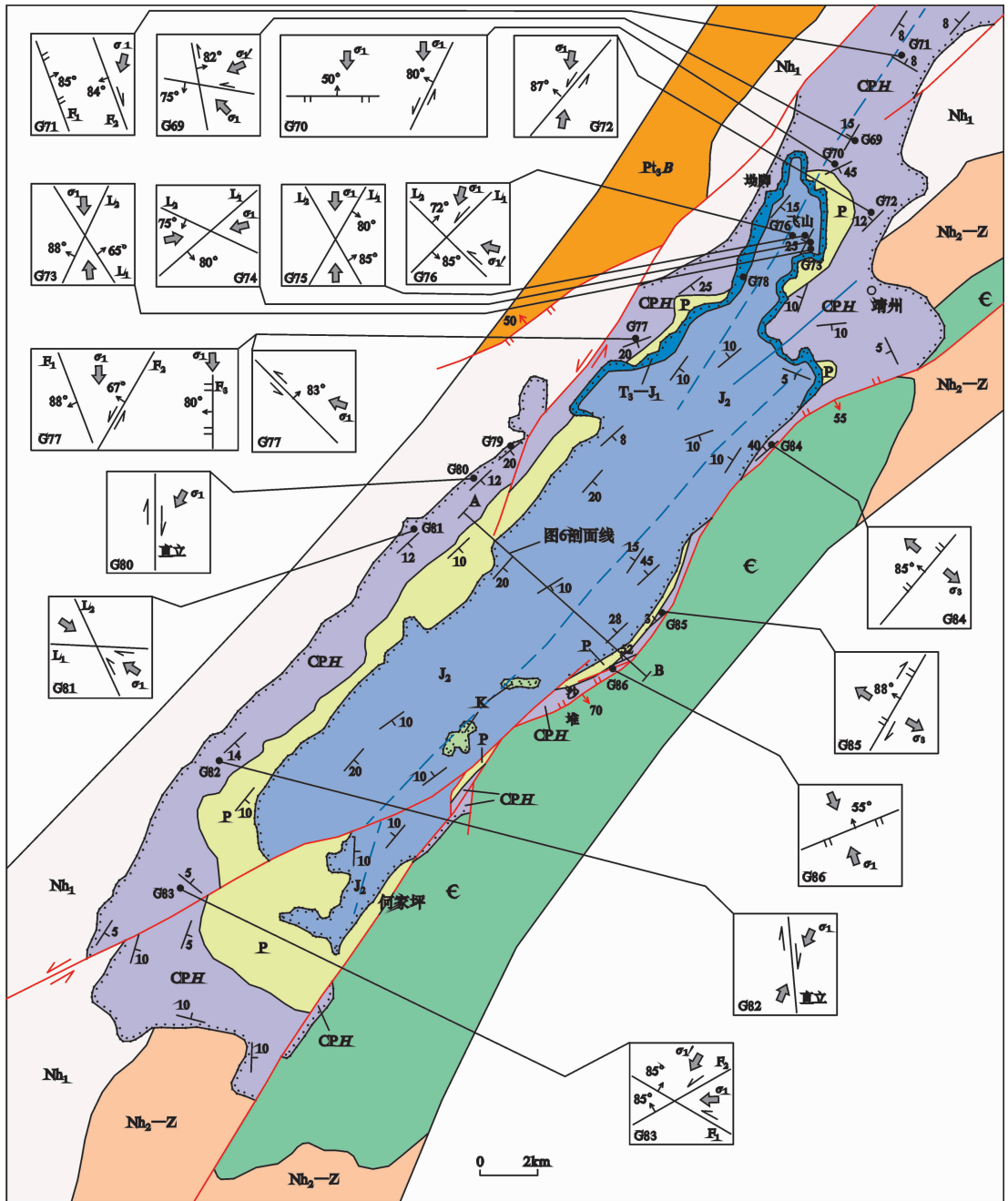


图 2 靖州盆地及周缘地质构造图

1—白垩系;2—中侏罗统泸阳组;3—上三叠—下侏罗统;4—二叠系;5—壶天群;6—寒武系;7—上南统—震旦系;8—下南华统;9—新元古代板溪群;10—整合地质界线/角度不整合界线;11—逆断裂;12—正断裂;13—平移断裂;14—向斜轴迹/背斜轴迹图中所附框图示观察点所发育小断裂或节理的产状、性质及其反映的主应力方向,就同一观察点而言,σ₁与σ₁'分别指示早期和晚期最大主压应力方向

Fig.2 Geological sketch map of Jinzhou basin and its adjacent areas

1 - Cretaceous; 2 - Middle Jurassic Luyang Formation; 3 - Upper Triassic-Lower Jurassic; 4 - Permian; 5 - Hutian Group; 6 - Cambrian; 7 - Upper Nanhua-Sinian; 8 - Lower Nanhuan; 9 - Neoproterozoic Banxi Group; 10 - Geological boundary/unconformity; 11 - Thrust fault; 12 - Normal fault; 13 - Strike-slip fault; 14 - Axial trace of syncline / axial trace of anticline. The frame plots in the figure show the attitude, property and reflective principal stress direction of small fault or joint. For one point, σ₁ and σ₁' indicate early and late compressional stress, respectively

县以西,呈窄带状出露,下部砾岩,上部砂岩及泥岩。厚 0.5~164 m,不整合覆于石炭纪大埔组至二叠纪栖霞组不同层位之上。岩性和厚度横向变化较大,如飞山与坳脚之间相距仅 1.5 km,厚度由 6.8 m 骤增到 164.2 m(图 3)。据飞山一带上部泥岩及粘土质砂岩中所产植物、微古植物及双壳化石,该套沉积物时代为 T_3 — J_1 (1:20 万黎平幅区域地质调查报告)。从沉积物特征来看,沉积环境经历了由河流至湖沼的演变。

值得指出的是,下部砾岩成分成熟度极高,几乎全为强抗风化砾石,如飞山水库大坝边统计砾石 123 个,其中硅质岩(燧石)90 个、脉石英 15 个、砂岩 16 个、粉砂岩 2 个,未见下伏碳酸盐岩砾石,也未见泥岩(板岩)等软弱岩石。从先期或周边地层岩性组成来看,硅质岩砾石显然来自于二叠纪灰岩所夹燧石条带(结核)和硅质岩层。砾石中缺乏灰岩,表明沉积期构造环境稳定,且砾石并非来自就近的下伏围岩,而是来源较远。

2.2 中侏罗世泸州组沉积特征

中侏罗世泸州组构成盆地主体,厚约 1 030 m;其与 T_3 — J_1 整合接触;当超覆到更老地层,则为不整合接触。

(1) 岩性特征及形成时代

泸州组总体上为泥岩与砂岩、粉砂岩互层,偶夹砾岩、砂砾岩薄层或透镜体,时有底砾岩。

底部砾岩砾石成分简单,主要为棱角状硅质岩(燧石),钙质胶结,厚 1~5 m。所夹砾岩、砂砾岩中的砾石呈次圆至圆状,成分有泥岩、硅质岩(燧石)、少数灰岩及脉石英。

泥岩主要为紫红色至砖红色,次为紫—暗紫色,近底部夹少许黄绿色及褐黄色。泥岩中常见钙质结核。岩石成分主要为粘土矿物,含少许石英、长石、云母粉砂,偶见岩屑。

砂岩、粉砂岩碎屑成分主要为石英;长石含量多小于 5%,个别 5%~10%;常见云母(其中少量黑云母),含量 1%~3%,个别 5%~10%。砂岩主要为细粒及细—粉砂级,中至粗粒者极少。胶结物主要为泥质,次为钙质,少许硅质。颜色较杂(浅灰、灰、紫灰等)并主要受胶结物影响,即随泥质含量增高而近于紫红色,随泥质含量减少而近于浅灰色。

在砂岩、粉砂岩中常含砾石及岩屑。砾石成分主要为紫红色泥岩,其次为硅质岩(燧石),少见灰岩及脉石英;通常只见泥岩,有时几种相混。泥岩砾石形态多变,大小悬殊(一般 0.3~5 cm),主要为同生角砾。硅质岩及脉石英砾石细小,多为次圆至圆状。岩屑成分主要为泥岩,次为硅质岩,偶见基性火山岩(玄武岩类);岩屑含量高时可达 20%~30%。

岩石多发育水平状层理,由岩性变化和频繁互层所显示;砂岩和粉砂岩中常见缓斜斜层理及交错层理(图 4~5)。泥岩及块状砂岩中层纹多不明显。

仅在飞山附近于本组底部采获一些双壳及植物化石^①,其中以 *Pseudocaradimia* 为代表的蚌群属中侏罗世的典型分子。

(2) 岩性组合变化

本组岩性纵横变化很大,缺乏贯通标志。总体而言,下部泥岩为主,中上部砂岩为主;西部砂岩较多,东部泥岩较多。

砂岩、粉砂岩与泥岩互层的情况很复杂,就局部来看,或砂岩、粉砂岩夹泥岩,或泥岩夹砂岩、粉砂岩,或二者大体相当。单层厚度大者可逾百米,小者不足半米。自下而上互层频度有增大(单层变薄)之势,中上部常见由粗到细的韵律层,韵律之间呈冲蚀接触或突变平整接触。

据剖面对比,本组大概有 4 个较大的沉积旋回(图 3),各旋回内部总体由粗到细,但各剖面上表现程度不一,岩性组合差异很大。

第一旋回以泥岩为主,上部含钙质结核,厚约 100~180 m。

第二旋回普遍为不同岩性频繁互层。飞山附近以砂岩、粉砂岩为主,龙团附近砂岩、粉砂岩略多于泥岩,大山附近泥岩略多于砂岩、粉砂岩,沙堆附近以泥岩为主。厚 160~270 m。

第三旋回在飞山和龙团比较明显,而大山和沙堆不明显。飞山附近下部以砂岩为主,上部泥岩为主;龙团附近下部为含砾砂岩,中部砂岩及粉砂岩为主,上部泥岩为主;大山附近和沙堆附近为砂、泥质频繁互层,但前者下部砂岩、粉砂岩较多,上部泥岩较多;后者则泥岩多于砂岩、粉砂岩。厚 180~360 m。

第四旋回保存不全,仅大山和沙堆见及,其上被白垩系不整合覆盖。在大山以厚层—块状砂岩、粉砂

①贵州省地质局,1:20 万黎平幅区域地质调查报告,1977。

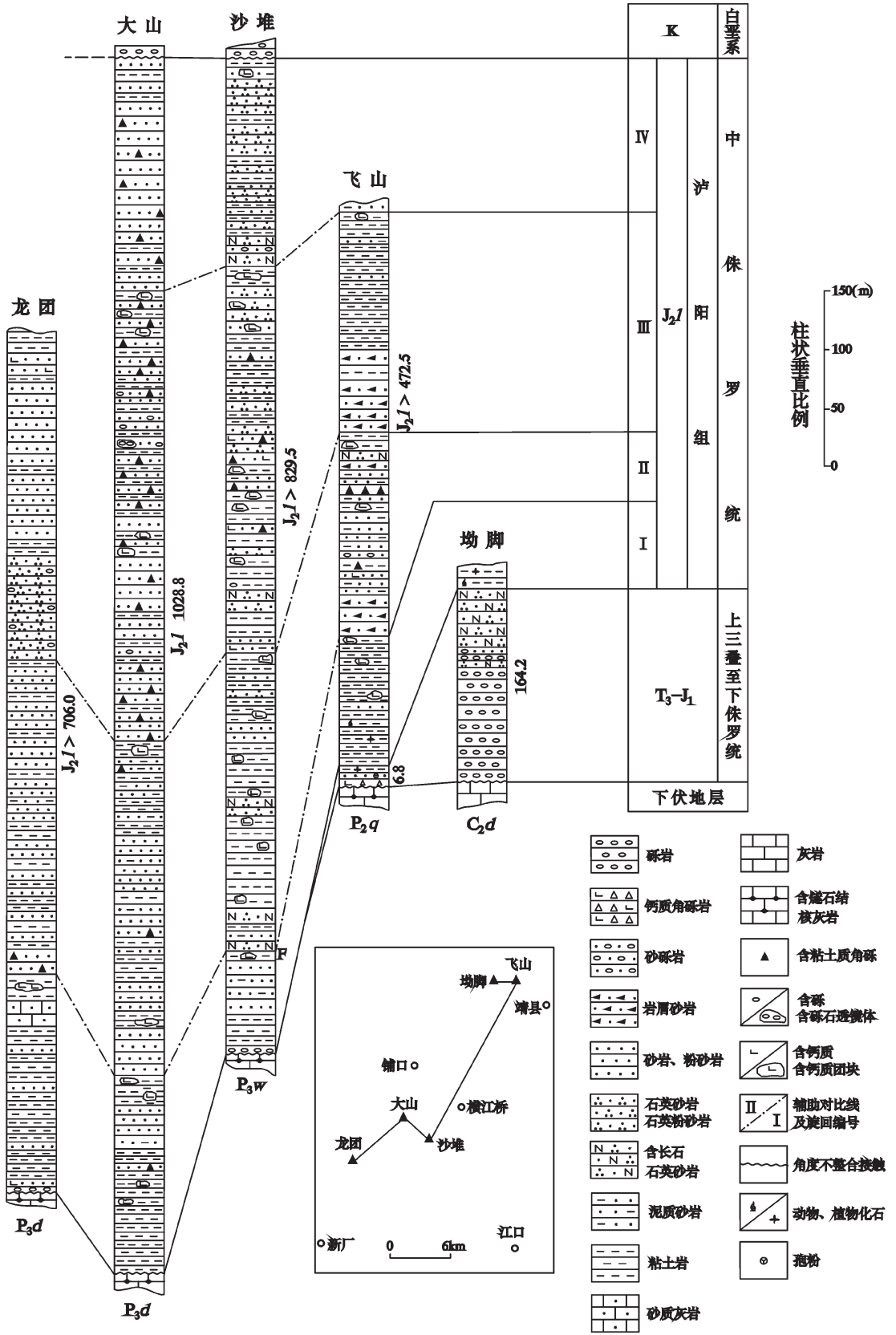


图 3 靖州盆地沉积序列柱状对比图

(据 1:25 万黎平幅区域地质调查报告)

Fig.3 Contrast column of Jinzhou basin (after Regional Geological Survey of 1:250000 Liping Sheets)

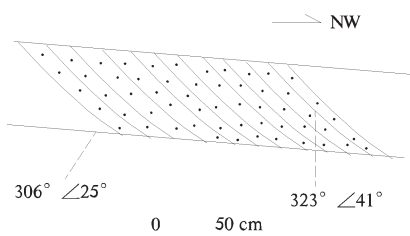


图4 飞山沭阳组第二旋回中部砂岩中发育的大型板状交错层理
Fig.4 Large scale cross-bedding in the middle part of the second cycle of Luyang Formation in Feishan

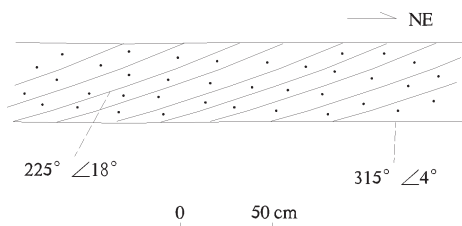


图5 飞山沭阳组第三旋回底部砂岩中板状交错层理
Fig.5 Large scale cross-bedding at the bottom of the third cycle of Luyang Formation in Feishan

岩为主,夹泥岩;在沙堆为砂、泥质频繁互层,但仍以砂岩、粉砂岩为主。厚 170~190 m。

(3) 沉积环境

前述岩性组成、沉积构造、古生物特征等,提供了沭阳组沉积古地理环境信息。

岩石中层理以水平状为主,见淡水双壳和植物化石,说明沉积环境以淡水湖相为主。岩性主要为砂岩、粉砂岩及泥岩,且多呈紫红色;沉积韵律旋回之间常为侵蚀接触或突变接触;常见砾石及岩屑,有时见到砾岩及砂砾岩夹层或透镜体,砾石多为同生角砾;砂岩、粉砂岩中常见斜层理及交错层理;横向变化很大等,进一步说明沉积水体一般浅而动荡,属滨岸浅水环境,部分为河流和湖泊三角州环境。

总体上盆地西部砂岩多、钙质结核少,东部泥岩多、钙质结核多,说明水体东深西浅,西面近岸,东面近湖心。

下部发育大套泥岩,往上碎屑所占比重增加,反映早期盆地或水域面积更大、湖水较深,中、后期盆地规模逐渐萎缩、湖水变浅。

3 盆地及周缘构造特征

靖州盆地所跨溱浦—靖州断裂为一切穿地壳并深达地幔的大断裂,沿断裂壳内低速层西无东有,莫霍面落差 1 km^[35];为一新元古代中晚期以来长期活动^[36],经历多次伸展、挤压、走滑等历史的长期活动断裂。地球物理反映的深部结构以及断裂控制下的南华纪等时期构造古地理格局(断槽走向),表明断裂在靖州段总体呈 NNE 走向。不过,现地表主要表现为多条经盆地两侧或通过盆地的 NE 向断裂(图 2),应属 NNE 向基底断裂的表层发散或派生断裂。

盆地西缘断裂主要发育于北部,运动性质有左行走滑和西倾逆冲。盆地东缘发育走向 NE、倾向 SE

的逆断裂,东侧寒武系往西逆冲于石炭系、二叠系、侏罗系等不同层位地层之上。东缘断裂南段分枝出一条走向 NEE 65°左右的左行平移断裂,显著错断石炭系和侏罗系的下伏不整合界线(图 2)。从切割地层来看,以上断裂的活动时代主要在侏罗系沉积之后即 T₃—J₂ 盆地形成发展之后。

在盆地两端,石炭系底界面(界线)横切南华系—震旦系的地质界线暨构造线,明确反映出加里东运动的存在。

盆地主体总体呈一向斜,向斜轴迹显著偏于南东侧(图 2,图 6)。盆地北端则由两向(斜)夹一背(斜)组成复式向斜。褶皱翼部产状一般 8°~15°,反映褶皱强度很弱。褶皱卷入地层为上古生界、上三叠统一侏罗系,且两构造层岩层倾角相近、下伏不整合界线走向总体协调一致,说明褶皱主要形成于侏罗系沉积之后的早燕山运动。另一方面,盆地北端上三叠一下侏罗统不整合覆于石炭纪大埔组至二叠纪栖霞组不同层位之上,仍明确反映出区域中三叠世后期印支运动及其褶皱作用的存在。印支运动造成的褶皱变形即岩层掀斜强度横向上存在较大差异,总体上盆地中、西部变形弱,早燕山构造层与上古生界岩层产状常近平行(图 6~7);盆地东缘变形强,两构造层之间多呈高角度不整合接触(图 8)。

值得指出的是,尽管上古生界岩层产状总体非常平缓,一般仅 5°~15°,且下伏不整合界线和岩层总体呈 NE 走向,但局部岩层产状较陡并可发生较大走向偏转,具体出现在盆地北东端外缘及盆地东缘。如北东端 G70 点岩层走向 NEE、倾向 SSE,倾角达 45°;盆地东缘 G84 点岩层走向与东侧靖州断裂走向一致,倾向 NW,倾角达 40°;东缘沙堆一带 G86 点岩层走向 NEE,倾向 NNW,倾角达 52°(图 2)。

此外,G86 点尚发育走向与岩层一致的逆断裂

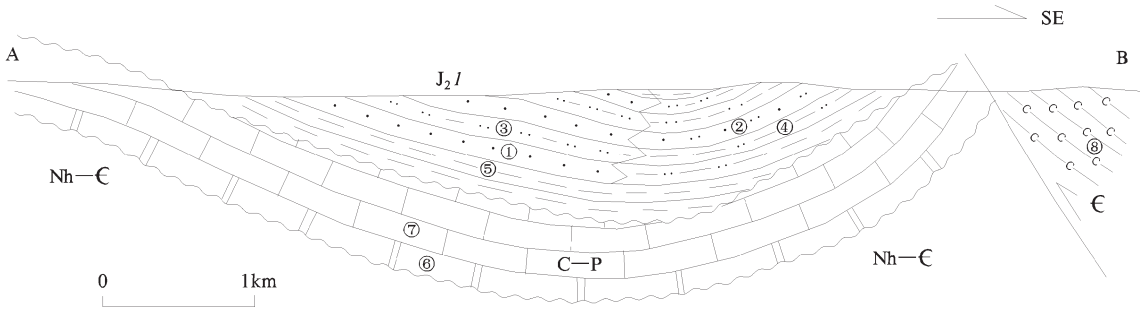


图 6 靖州盆地横剖面图(剖面位置见图 2)

- ①—砂岩;②—细砂—粉砂岩;③—泥质粉砂岩;④—粉砂质泥岩;⑤—泥岩;⑥—白云岩;⑦—灰岩;⑧—炭质页岩
- Fig. 6 Geological section across Jinzhou basin (for location see Fig. 2)
- ①—Sandstone; ②—Sandstone-siltstone; ③—Mud siltstone; ④—Silty mudstone; ⑤—Mudstone; ⑥—Dolomite;
- ⑦—Limestone; ⑧—Carbonaceous shale

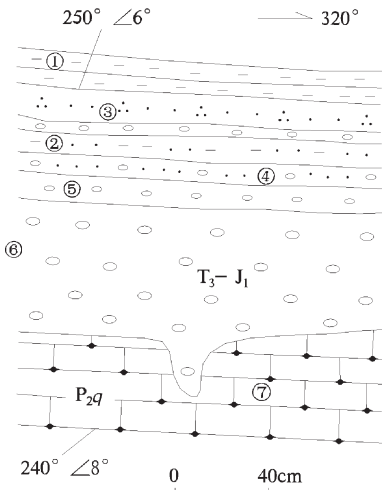


图 7 飞山上三叠—下侏罗统与栖霞组不整合关系
 ①—泥岩;②—粉砂质泥岩;③—石英砂岩;④—含砾砂岩;
 ⑤—细砾岩;⑥—粗砾岩;⑦—燧石结核灰岩;
 T₃-J₁—上三叠统—下侏罗统;P_{2q}—中二叠世栖霞组
 Fig.7 Unconformity between Upper Triassic—Lower
 Jurassic strata and Qixia Formation in Feishan
 ①—Mudstone; ②—Silty mudstone; ③—Quartz sandstone;
 ④—Gravel-bearing sandstone; ⑤—Fine-grained conglomerate;
 ⑥—Coarse-grained conglomerate; ⑦—Nodular chert-bearing
 limestone; T₃-J₁—Upper Triassic—Lower Jurassic; P_{2q}—Middle
 Permian Qixia Formation

(图 2),如点处采石坑内见一 NEE 向逆断裂(图 9),断裂北西盘(上盘)为马平组灰岩,下盘为梁山组黑色页岩、栖霞组夹燧石条带灰岩;两盘岩石均有碎裂化并有方解石团块发育。带内多条裂面及断夹块组成叠瓦状构造。断裂主体产状为 335°∠55°。往 SW 约 60 m,于另一采坑岩壁见马平组浅灰色块状灰岩中见一组 NNW 倾向逆冲断裂,断裂及夹块之上为栖霞组—茅口组的深灰色中层状夹燧石条带灰岩滑

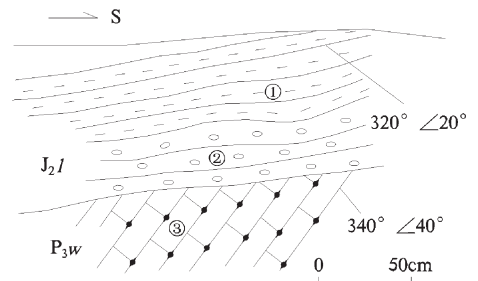


图 8 沙堆沱阳组与吴家坪组角度不整合
 ①—泥岩;②—砾岩;③—燧石结核灰岩;J_{2l}—中侏罗世沱阳组;P_{3w}—晚二叠世吴家坪组
 Fig.8 Unconformity between Luyang Formation and
 Wujiaping Formation in Shadui
 ①—Mudstone; ②—Conglomerate; ③—Nodular chert-bearing
 limestone; J_{2l}—Middle Jurassic Luyang Formation;
 P_{3w}—Late Permian Wujiaping Formation

覆体叠覆(图 10),清楚地反映了早期逆冲→后期(重力)伸展滑覆的发展过程。上述逆断裂走向 NEE,明显有别于区域主断裂的 NE 走向,推断为 NE 向断裂早燕山运动中(J₂后期)左行走滑所派生的次级断裂。

综上所述,现今靖州盆地及周缘地表断裂主要在盆地之后形成;上古生界所卷入的褶皱形成于成盆前(中三叠世晚期印支运动)和成盆后(中侏罗世晚期早燕山运动)的变形叠加,上三叠统一侏罗系所卷入的褶皱主要形成于成盆后(早燕山运动)。

除上述可确定的盆地形成前和形成后构造活动外,尚可解析出 T₃-J₂盆地发展阶段的同沉积期构造变形。自盆地北西边缘和南东边缘向盆地中央沱阳组岩层产状逐渐变缓(图 6),指示中侏罗世盆地主要演化阶段受到 NW 向挤压,盆区向斜变形持续

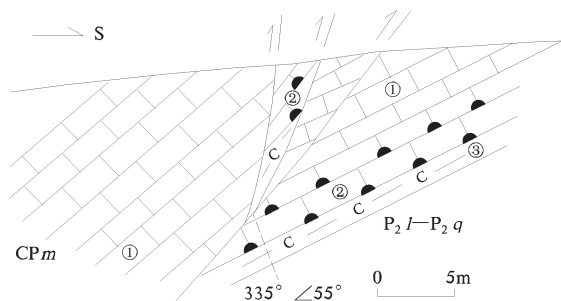


图9 G86点 NEE 向逆断裂

①—灰岩;②—含燧石条带灰岩;③—炭质页岩。
CPm—马平组;P₂l—P₂q—中二叠世梁山组—栖霞组

Fig.9 NEE-trending thrust fault at point G86

①—Limestone;②—Nodular chert-bearing limestone;

③—Carbonaceous shale; CPm—Maping Formation;

P₂l—P₂q—Middle Permian Liangshan Formation—Qixia Formation

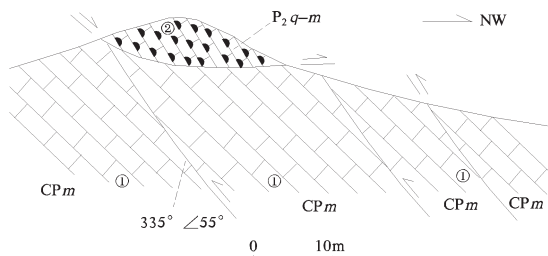


图10 G86点南西面逆冲-滑覆构造

①—灰岩;②—含燧石条带灰岩。CPm—马平组;
P₂q-m—中二叠世栖霞组—茅口组

Fig.10 Thrust-gliding structure on the southwest of point G86

①—Limestone;②—Nodular chert-bearing limestone;

③—Carbonaceous shale; CPm—Maping Formation; P₂l—P₂q—

Middle Permian Qixia Formation—Maokou Formation

加强和发展。从构造变形的关联性推断,盆地东缘 NE 向断裂也应产生了向 NW 的逆冲活动。此外, T₃—J₁ 沉积仅充填于盆地北端,而其北东外缘肖家团(G70点)一带岩层产状变陡(图2),强烈暗示沉积空间源于挤压作用下的岩层弯曲下凹。

值得指出的是,除上述规模构造外,盆地内部沅阳组及周缘上古生界中发育不同产状特征和运动性质的小型断裂和节理,反映了中生代以来不同构造阶段区域应力背景的复杂变化。对此笔者另文介绍,本文不予详细阐述。

4 原型盆地特征及盆地改造

4.1 T₃—J₁ 原型盆地特征

从盆地南段大部地区沅阳组直接与上古生界接触来看,T₃—J₁ 沉积仅局限在盆地北端并非后期剥蚀造成,而是沉积期盆地即原型盆地范围狭小所致。其岩性和厚度快速而显著的横向变化,也暗示沉积空间局限狭小。此外,上古生界产状变化特征进一步暗示沉积空间源于岩层挤压弯曲形成的局部拗陷(见前述)。

总之,T₃—J₁ 原型盆地范围应非常局限,估计略大于现今残留沉积范围。此外,从下部砾岩高成熟度特征及岩层产状与下伏上古生界近于一致(图6)来看,盆地应处于一种地势高差不大的相对稳定构造环境。

4.2 J₂ 原型盆地特征

根据岩性组成和地层产状等编制的靖州盆地横

剖面图(图6)清楚显示出中侏罗世沅阳组沉积后经历过褶皱变形和大量剥蚀,因此现今沉积分布区仅展示残留盆地范围。尽管受到保存条件和深部资料缺乏(无盆地地震剖面)的限制,但前述沉积、构造等方面资料仍为探讨和认识原型盆地特征提供了大量信息。具体简单分析如下。

①中侏罗世盆地东、西部存在西浅东深的沉积差异,指示岩相带及原型盆地走向(长轴方向)为 NE 向,与现今残留盆地走向一致。

②盆地西部沅阳组岩层产状与下伏上古生界近于平行(图6~7),说明盆地形成主要与地壳表层上古生界极为低平的拗曲(相对稳定构造环境)有关。而盆地东侧沅阳组明显切割上古生界,二者倾角相差 20°以上(图6,图8);沅阳组产状自盆地北西和南东边缘向中央变缓,反映盆地发展过程中东侧受到明显的挤压与褶皱作用。

③盆地西部最厚达 180 m 的沅阳组下部静水湖泊泥质沉积,表明 J₂ 早期水域即盆地规模远大于现今残留盆地。区域上盆地以西 20 km 的高屯镇一带发育上古生界,出露最高层位达早三叠世大冶组,但未见侏罗系发育,由此推断靖州原型盆地西界在高屯镇以东,即在现今盆地西边界以西 20 km 以内。鉴于盆地东侧挤压和褶皱作用会产生显著构造抬升,因此推测原型盆地东界相对现今盆地略偏东。结合现今盆地规模,估计 J₂ 早期盆地 NW 方向上宽 20 km 左右。

如前文所述,盆地西部中段(大山)沅阳组第二

和第三旋回沉积物粒度较北段(飞山)和南段(龙团)细,暗示沉积盆地北东端和南西端边界相对现今残留盆地往外延伸不远。据此推测原型盆地沿 NE 方向长略大于现今残留盆地,为 40~50 km。

④ 沅阳组砂质沉积物中常见的黑云母和偶见的玄武岩类岩屑在周边暴露的下伏各地层中并无发育;就近的下伏地层主要是碳酸盐岩,不可能提供大量的碎屑物质,因此可推断补给物质来源颇远。此为前述沉积盆地规模显著大于残留盆地,以及盆地主要与上古生界低平拗曲(相对稳定构造环境)的认识提供了佐证。

⑤ 飞山沅阳组第二旋回中部(图 4)和第三旋回底部(图 5)砂岩中交错层理产状,分别指示向 NW 和向 SW 的古流向,可能反映中侏罗世自早至晚随盆地收缩,盆地内水系格局由横向河流到纵向河流的转变过程。

4.3 原型盆地改造

靖州盆地主要演化阶段即中侏罗世的水域或沉积区规模远大于现今残留盆地,尤其是 J_2 早期 NW 方向上宽可达 20 km 左右,远大于残留盆地宽度约 5 km 的宽度。结合岩层产状及褶皱发育特征分析,原型盆地的改造主要与 NW 向挤压下东缘断裂的逆冲和盆区表层的褶皱变形有关。此外,NE 向断裂的走滑活动等也对现今残留盆地地貌的塑造起到一定作用。

5 盆地性质与形成背景

5.1 盆地性质

张进等^[20-21]近年研究提出靖州盆地为 NE 向断裂左行走滑形成的走滑拉分伸展盆地。本文认为,前述沉积和构造特征及其反映的原型盆地特征,以及区域构造背景等指示 T_3 — J_2 靖州盆地总体属挤压成因的类前陆盆地。具体理由如下:

(1) 现今残留盆地边界与上古生界下伏不整合界线及上古生界内部石炭系/二叠系界线平面上总体协调一致,尤其是盆地西部沅阳组岩层产状与下伏上古生界近于平行(图 6~7),说明盆地开始接受沉积时总体为挤压挠曲作用下形成的低缓洼地。

(2) T_3 — J_1 下部成分成熟度极高的砾岩以及 J_2 沅阳组砂质沉积物中远源的黑云母和玄武岩类岩屑,均指示盆地应处于一种地势高差不大的相对稳定构造环境。其与挤压挠曲洼地环境相吻合,而与区

域断陷盆地(如白垩纪断陷盆地)环境下低成熟度沉积特征迥异。

(3) T_3 — J_2 同沉积期构造变形为挤压成因。盆地北端 T_3 — J_1 沉积分布区的北东外缘肖家团一带岩层产状变陡,指示挤压作用下的岩层弯曲下凹提供了沉积空间。自盆地边缘向中央沅阳组岩层产状逐渐变缓,指示 J_2 盆地受到 NW 向挤压并产生持续褶皱变形。

(4) 盆地东缘上古生界岩层产状较陡,且与上覆沅阳组呈明显角度不整合接触,而盆地西缘岩层产状较缓,沅阳组与上古生界产状近于平行;上古生界与盆地沉积所组成向斜的轴迹显著偏于东缘;沉积物特征指示沉积环境西浅东深等,进一步暗示盆地主发育期受控于 NW 向挤压与东缘逆冲块体的重力载荷。

(5) 大量的构造调查显示,盆缘伸展断裂少见,更多的是 NE 向、近 SN 向、近 EW 向等方向挤压下形成的走滑断裂、逆断裂、共轭剪节理等形迹(图 2)。区域资料显示,现盆地西缘往西至高屯镇一带(原型盆地延伸带)也未见明显的规模正断裂发育。张进等^[21]曾于盆地东、西外缘发现伸展正断裂并指示向盆地方向下掉,本次调查也于盆地东缘(G84 点、G85 点)发现正断裂(图 2),但考虑到盆地东部尚残存少量白垩纪断陷盆地沉积,这些正断裂更可能为白垩纪区域伸展背景的产物。

(6) 就地表断裂走向来看,溆浦—靖州断裂在靖州盆地一段为 NE 走向,而往北向西偏转为 NNE 向(图 1),如此断裂左行走滑时靖州盆地所处部位应为挤压区而非拉张区。

5.2 盆地演化暨形成背景

根据前文盆地沉积与构造特征,结合有关区域大地构造演化资料,探讨盆地演化过程暨形成背景如下。

中三叠世晚期发生印支运动,受秦岭—大别—苏鲁构造带碰撞造山以及 Sibumasu 地块向印支地块的碰撞增生和古特提斯洋在琼中地区的消减关闭影响而形成区域南北向挤压^[37-40]。受新元古代—早古生代扬子板块与华夏板块的 NE 向接合带控制^[41]或两陆块的继发性陆内俯冲汇聚控制^[42],湘东南—湘西则形成 NWW 向挤压^[43-45],靖州盆地东缘形成 NE 向逆断裂且上古生界岩层产状显著变陡。

晚三叠世—早侏罗世 NWW 向挤压构造体制

终止,因扬子及其以南各地块向北运移与中朝板块碰撞^[46],包括研究区在内的华南地区遭受 SN 向挤压^[47];区域上雪峰构造带先期 NNE 向断裂在 SN 向挤压下产生左行斜向逆冲^[48]。在 SN 向挤压下,盆地北东端即靖州西面挤压拗陷,形成下部砾石层、上部砂泥质沉积,沉积环境经历了河流至湖沼的演变。与此同时,挤压作用导致肖家团(G70 点)一带岩层走向偏转为 NEE 且产状显著变陡,同时形成倾向凹陷外侧(北倾)的 EW 向小型逆断裂(图 2)。

中侏罗世构造体制发生转变,受古太平洋板块(或伊泽奈崎板块)俯冲影响,包括研究区在内的华南地区受 NWW 向强挤压而形成 NNE 向的褶皱与逆冲断裂^[37-40]。NNE 向溁浦—靖州断裂同时兼具左行走滑并派生近 NW 向挤压,由此形成 NE 向拗陷即靖州盆地,并充填中侏罗世厚达 1 000 m 以上的沉积。早期拗陷范围大且构造环境稳定,形成沅阳组下部大套静水湖泊泥质沉积;中后期因持续挤压盆地逐渐收缩,砂质成分增加,且可能受构造运动强度的脉动性变化导致的相对湖平面升降变化控制,沉积物呈现出由粗到细的不同级次的旋回或韵律变化。受东缘逆冲断裂控制,盆地沉降中心显著偏于东侧。

值得指出的是,除上述区域应力场控制外,盆地定位于现今部位很可能尚与其特殊的构造位置有关,即盆地处于溁浦—靖州断裂弧形偏转的南段,断裂左行走滑时成为挤压区。

中侏罗世末期盆地因持续挤压抬升而萎缩封闭。白垩纪区域伸展作用下再次断陷沉降,形成红色砂砾堆积。

6 结 论

(1) 沉积特征以及盆地和周缘构造变形特征等指示 T_3 — J_2 靖州盆地总体属挤压成因的类前陆盆地,而非走滑拉分伸展盆地。

(2) 靖州盆地的形成主要与 T_3 — J_1 区域 SN 向挤压,及 J_2 区域 NWW 向挤压和 NNE 向左行走滑有关。

致谢: 审稿人对本文提出了建设性的修改意见,在此深表感谢!

参考文献 (References):

[1] 郭令智,施央申,马瑞士. 华南大地构造格架和地壳演化[C]//国际交流地质学术论文集(1). 北京:地质出版社,1980:109-116.

- Guo Lingzhi, Shi Yangshen, Ma Ruishi. Geotectonic framework and evolution of South China [C]//The Geological Thesis of International Communion (1). Beijing:Geological Publishing House, 1980:109-116 (in Chinese).
- [2] 王鸿祯,杨巍然,刘本培. 华南地区古大陆边缘构造史[M]. 武汉:武汉地质学院出版社,1986.
- Wang Hongzhen, Yang Weiran, Liu Benpei. Tectonic History of the Ancient Continental Margins of South China [M]. Wuhan: Wuhan college of Geoscience Press 1986 (in Chinese).
- [3] 水涛. 中国东南大陆基底构造格局[J]. 中国科学(B 辑), 1987, (4): 414-422.
- Shui Tao. Tectonic framework of basement in Southeast China continental area[J]. Science in China(Series B), 1987, (4):414-422 (in Chinese).
- [4] 许靖华,孙极,李继亮. 是华南造山带而不是华南地台[J]. 中国科学(B 辑), 1987, 12(2):1107-1115.
- Xu Jinhua, Sun Shu, Li Jiliang. Huanan alps, not south China platform[J]. Science in China(Series B), 1987, 17(2):1107-1115 (in Chinese).
- [5] 刘宝珺,许效松,潘杏南,等. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿[M]. 北京:科学出版社,1993.
- Liu Baojun, Xu Xiaosong, Pan Xinnan, et al. Sedimentation of Ancient Continent of South China, Its Crust Evolution and Metallogensis[M]. Beijing:Science Press, 1993(in Chinese).
- [6] 陈海泓,孙极,李继亮,等. 雪峰山大地构造的基本特征初探[J]. 地质科学, 1993, 28(3):201-210.
- Chen Haihong, Sun Shu, Li Jiliang, et al. A preliminary study on tectonics of the Xuefeng Mountains, western Hunan [J]. Scientia Geologica Sinica, 1993, 28 (3):201-210 (in Chinese with English abstract).
- [7] 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 Jinagan uplift——A sign of Caledonian foreland fold thrust belt[J]. Geoscience, 1995, 9(3):320-324 (in Chinese with English abstract).
- [8] 丘元禧,张渝昌,马文璞. 雪峰山陆内造山带的构造特征与演化[J]. 高校地质学报, 1998, 44(4):432-443.
- Qiu Yuanxi, Zhang Yichang, Ma Wenpu. Tectonics and geological evolution of Xuefeng intra-continental orogene, south China [J]. Geological Journal of China Universities, 1998, 44 (4):432-443 (in Chinese with English abstract).
- [9] 殷鸿福,吴顺宝,杜远生,等. 华南是特提斯多岛洋体系的一部分[J]. 地球科学—中国地质大学学报, 1999, 24(1):1-12.
- Yin Hongfu, Wu Shunbao, Du Yuansheng, et al. South China defined as part of Tethyan archipelagic ocean system [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1999, 24(1): 1-12 (in Chinese with English abstract).
- [10] 陈洪德,侯明才,许效松,等. 加里东期华南的盆地演化与层序格架[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2006, 33(1):1-8.

- Chen Hongde, Hou Mingcai, Xu Xiaosong, et al. Tectonic evolution and sequence stratigraphic framework in South China during Caledonian [J]. *Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition)*, 2006, 33(1):1-8(in Chinese with English abstract).
- [11] 李献华, 王选策, 李武显, 等. 华南新元古代玄武质岩石成因与构造意义: 从造山运动到陆内裂谷 [J]. *地球化学*, 2008, 37(4): 382-398.
- Li Xianhua, Wang Xuance, Li Wuxian, et al. Petrogenesis and tectonic significance of Neoproterozoic basaltic rocks in south China: From orogenesis to intracontinental rifting [J]. *Geochemica*, 2008, 37(4):382-398(in Chinese with English abstract).
- [12] 周金城, 王孝磊, 邱检生. 江南造山带形成过程中若干新元古代地质事件[J]. *高校地质学报*, 2009, 15(4):453-459.
- Zou Jincheng, Wang Xiaolei, Qiu Jiansheng. Some Neoproterozoic geological events involved in the development of the Jiangnan Orogen [J]. *Geological Journal of China Universities*, 2009, 15(4): 453-459(in Chinese with English abstract).
- [13] 柏道远, 贾宝华, 刘伟, 等. 湖南城步火成岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其对江南造山带新元古代构造演化的约束[J]. *地质学报*, 2010, 84(12):1715-1726.
- Bai Daoyuan, Jia Baohua, Liu Wei, et al. Zircon SHRIMP U-Pb dating of the igneous rocks from Chengbu, Hunan: Constraints on the Neoproterozoic tectonic evolution of Jiangnan orogenic belt[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2010, 84(12):1715-1726(in Chinese with English abstract).
- [14] 陈世悦, 李聪, 张鹏飞, 等. 江南—雪峰地区加里东期和印支期不整合分布规律[J]. *中国地质*, 2011, 38(5):1212-1219.
- Chen Shiyue, Li Cong, Zhang Pengfei, et al. The unconformable distribution of Caledonian and Indosinian strata in Jiangnan - Xuefeng area [J]. *Geology in China*, 2011, 38 (5):1212-1219(in Chinese with English abstract).
- [15] 范小林. 雪峰山系—沅麻盆地地质结构及找油意义[J]. *石油实验地质*, 1996, 18(1):64-70.
- Fan Xiaolin. The geological structure of the Xuefeng Mountains - Yuanma basin and its significance to oil exploration [J]. *Experimental Petroleum Geology*, 1996, 18(1):64-70 (in Chinese with English abstract).
- [16] 郑贵州. 沅麻盆地白垩系地层层序及盆地演化 [J]. *湖南地质*, 1998, 17(2):91-95.
- Zheng Guizhou. Cretaceous stratigraphic sequence and structural evolution of Yuanling-Mayang basin[J]. *Hunan Geology*, 1998, 17 (2):91-95(in Chinese with English abstract).
- [17] 王伏泉. 以盆地资料分析探讨湖南的造山作用 [J]. *湖南地质*, 1999, 18(1):6-8, 28.
- Wang Fuquan. Probe the orogenesis from study sedimentary basins in Hunan[J]. *Hunan geology*, 1999, 18(1):6-8, 28(in Chinese with English abstract).
- [18] Wang Yuejun, Zhang Yanhua, Fan Weiming, et al. Structural signatures and $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ geochronology of the Indosinian Xuefengshan tectonic belt, South China Block [J]. *Journal of Structural Geology*, 2005, 27:985-998.
- [19] 丁道桂, 刘光祥, 吕俊祥, 等. 扬子板块海相中生界盆地的递进变形改造[J]. *地质通报*, 2007, 26(9):1178-1188.
- Ding Daogui, Liu Guangxiang, Lu Junxiang, et al. Progressive deformation of Middle Paleozoic marine basins in the Yangtze plate, China [J]. *Geological Bulletin of China*, 2007, 26 (9):1178-1188(in Chinese with English abstract).
- [20] 张进, 马宗晋, 陈必河, 等. 雪峰山中段古生代变形的特征及意义——以绥宁—靖州—天柱—新晃剖面为例 [J]. *地质通报*, 2010, 29(1):44-57.
- Zhang Jin, Ma Zongjin, Chen Bihe, et al. Paleozoic deformational characteristics of the central Xuefeng Mt. and implication——A case study on the Suning - Jiangzhou - Tianzhu - Xinhuang section, China [J]. *Geological Bulletin of China*, 2010, 29 (1):44-57 (in Chinese with English abstract).
- [21] 张进, 马宗晋, 杨健, 等. 雪峰山西麓中生代盆地属性及构造意义[J]. *地质学报*, 2010, 84(5):631-650.
- Zhang Jin, Ma Zongjin, Yang Jian, et al. The attributes of the Mesozoic basins along the western foothill of Xuefengshan Mt. and its tectonic significance[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2010, 84(5):631-650(in Chinese with English abstract).
- [22] 贾宝华. 湖南雪峰隆起区构造变形研究[J]. *中国区域地质*, 1994, (1):65-71.
- Jia Baohua. Tectonic deformation of the Xuefeng uplift area in Hunan [J]. *Regional Geology of China*, 1994, (1):65-71 (in Chinese with English abstract).
- [23] 邓家瑞, 张志平. 雪峰古陆的加里东期推覆构造[J]. *华东地质学院学报*, 1996, 19(3):201-210.
- Deng Jiarui, Zhang Zhiping. Study on the nappe structure of Xuefeng old land in Caledonian stage in Hunan Province [J]. *Journal of East China Geological Institute*, 1996, 19(3):201-210(in Chinese with English abstract).
- [24] 侯光久, 索书田, 魏启荣, 等. 湘西喜眉山逆冲—推覆构造的特征与变形环境[J]. *中国区域地质*, 1998, 17(1):39-43.
- Hou Guangjiu, Suo Shutian, Wei Qirong, et al. The eatures and deformation environment of the Ximeishan thrust - nappe structure in western Hunan province [J]. *Regional Geology of China*, 1998, 17(1):39-43(in Chinese with English abstract).
- [25] 梁新权, 范蔚茗, 王岳军, 等. 论雪峰山构造带中生代变形[J]. *湖南地质*, 1999, 18(4):225-228.
- Liang Xinquan, Fan Weiming, Wang Yuejun, et al. On the Mesozoic structural deformation of the Xuefeng Mountain tectonic zone in Hunan [J]. *Hunan geology*, 1999, 18 (4):225-228 (in Chinese with English abstract).
- [26] 杨绍祥, 余沛然. 麻阳陆相红盆东缘推覆构造与成矿作用[J]. *湖南地质*, 1997, 16(1):14-19.
- Yang Shaoxiang, Yu Peiran. Nappe structure on the east margine of Mayang continental red basin and mineralization [J]. *Hunan Geology*, 1997, 16(1):14-19(in Chinese with English abstract).

- [27] 杨绍祥. 湘西花桥—大江口地区推覆构造特征 [J]. 中国区域地质, 2000, 19(2):113-119.
Yang Shaoxiang. Thrusting structures in Huaqiao-Dajiangkou area, western Hunan [J]. Regional Geology of China, 2000, 19(2):113-119(in Chinese with English abstract).
- [28] 冯向阳, 孟宪刚, 邵兆刚, 等. 雪峰山陆内造山带变形特征及挤压推覆—伸展滑脱构造的物理模拟 [J]. 地球学报, 2001, 22(5):419-424.
Feng Xiangyang, Meng Xiangang, Shao Zhaogang, et al. Deformation features and modeling experiments of nappe/decollement structure in Xuefeng Mountain intracontinental orogenic belt [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2001, 22(5):419-424(in Chinese with English abstract).
- [29] 杨奎锋, 杨坤光, 马昌前. 雪峰山安化—溆浦断裂带变形特征及 ESR 定年 [J]. 大地构造与成矿学, 2004, 28(3):263-269.
Yang Kuifeng, Yang Kunguang, Ma Changqian. Deformation characteristics and ESR dating of Anhua-Xupu fault belt in the Xuefeng Mountains, Hunan [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2004, 28(3):263-269(in Chinese with English abstract).
- [30] 丁道桂, 郭彤楼, 刘运黎, 等. 对江南—雪峰带构造属性的讨论 [J]. 地质通报, 2007, 26(7):801-809.
Ding Daogui, Guo Tonglou, Liu Yunli, et al. Structural attribute of the Jiangnan-Xuefengshan belt, China: A discussion [J]. Geological Bulletin of China, 2007, 26 (7):801-809 (in Chinese with English abstract).
- [31] 金宠, 李三忠, 王岳军, 等. 雪峰山陆内复合构造系统印支—燕山期构造穿时递进特征 [J]. 石油与天然气, 2009, 30(5):598-607.
Jin Chong, Li Sanzhong, Wang Yuejun, et al. Diachronous and progressive deformation during the Indosinian-Yanshanian movements of the Xuefeng Mountain in intracontinental composite tectonic system [J]. Oil & Gas Geology, 2009, 30 (5):598-607(in Chinese with English abstract).
- [32] 刘恩山, 李三忠, 金宠, 等. 雪峰山陆内构造系统燕山期构造变形特征和动力学 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2010, 30(5):63-74.
Liu Enshan, Li Sanzhong, Jin Chong, et al. Yanshanian structural deformation and dynamics of the Xuefengshan intracontinental tectonic system [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2010, 30(5):63-74(in Chinese with English abstract).
- [33] 汤双立, 颜丹平, 汪昌亮, 等. 华南雪峰山薄皮—厚皮构造转换过程: 平自桑植—安化剖面的证据 [J]. 现代地质, 2011, 25(1):22-30.
Tang Shuangli, Yan Danping, Wang Changliang, et al. Deformational process from thick-skinned to thin-skinned thrust in Xuefeng Mountain, south China: Evidence from Sangzhi-Anhua tectonic section [J]. Geoscience, 2011, 25 (1):22-30 (in Chinese with English abstract).
- [34] 汪昌亮, 颜丹平, 张冰, 等. 雪峰山西部中生代厚皮逆冲推覆构造样式与变形特征研究 [J]. 现代地质, 2011, 25(6):1021-1031.
Wang Changliang, Yan Danping, Zhang Bin, et al. Structural style and deformational characteristics of the thick-skinned thrust belt in the western Xuefeng Mountain [J]. Geoscience, 2011, 25(6):1021-1031(in Chinese with English abstract).
- [35] 饶家荣, 王纪恒, 曹一中. 湖南深部构造 [J]. 湖南地质, 1993, (增刊):1-100.
Rao Jiarong, Wang Jiheng, Cao Yizhong. Deep structure in Hunan [J]. Hunan Geology, 1993, (supp.):1-100(in Chinese with English abstract).
- [36] 柏道远. 湘西南震旦纪长年期沉积相变与构造环境分析 [J]. 湖南地质, 2001, 20(1):5-8.
Bai Daoyuan. Analyzing the facies change of sedimentary facies and the structural environment in the Chang'an stage of Sinian period in south-western Hunan [J]. Hunan Geology, 2001, 20(1):5-8(in Chinese with English abstract).
- [37] 舒良树, 周新民. 中国东南部晚中生代构造作用 [J]. 地质论评, 2002, 48(3):249-260.
Shu Liangshu, Zhou Xinmin. Late Mesozoic tectonism of southeast China [J]. Geological Review, 2002, 48 (3):249-260 (in Chinese with English abstract).
- [38] 舒良树, 周新民, 邓平, 等. 中国东南部中、新生代盆地特征与构造演化 [J]. 地质通报, 2004, 23(9/10):876-884.
Shu Liangshu, Zhou Xinmin, Deng Ping, et al. Geological features and tectonic evolution of Meso-Cenozoic basins in southeast China [J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23(9/10):876-884(in Chinese with English abstract).
- [39] 张岳桥, 徐先兵, 贾东, 等. 华南早中生代从印支期碰撞构造体系向燕山期俯冲构造体系转换的形变记录 [J]. 地学前缘, 2009, 16(1):234-247.
Zhang Yueqiao, Xu Xianbing, Jia Dong, et al. Deformation record of the change from Indosinian collision-related tectonic system to Yanshanian subduction-related tectonic system in south China during the Early Mesozoic [J]. Earth Science Frontiers, 2009, 16(1):234-247(in Chinese with English abstract).
- [40] 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, 36(3):573-593.
Xu Xianbing, Zhang Yueqiao, Jia Dong, et al. Early Mesozoic geotectonic processes in South China [J]. Geology in China, 2009, 36(3):573-593(in Chinese with English abstract).
- [41] 柏道远, 贾宝华, 钟响, 等. 湘中南晋宁期和加里东期构造线走向变化成因 [J]. 地质力学学报, 2012, 18(2):165-177.
Bai Daoyuan, Jia Baohua, Zhong Xiang, et al. Potential genesis of the trending changes of Jinning Period and Caledonian structural lineaments in middle-southern Hunan: controlling of Yangtze/Cathaysian plate tectonic framework [J]. Journal of Geomechanics, 2012, 18(2):165-177(in Chinese with English abstract).
- [42] 柏道远, 贾宝华, 钟响, 等. 湘东南印支运动变形特征研究 [J]. 地质论评, 2012, 58(1):19-29.
Bai Daoyuan, Jia Baohua, Zhong Xiang, et al. Study on the deformation of Indosinian Movement in Southeastern Hunan [J]. Geological Review, 2012, 58 (1):19-29 (in Chinese with English abstract).

- [43] 柏道远, 熊延望, 王先辉, 等. 湖南常德—安仁 NW 向断裂左旋走滑与安仁“y”字型构造[J]. 大地构造与成矿学, 2005, 29(4): 435-442.
Bai Daoyuan, Xiong Yanwang, Wang Xianhui, et al. “y”-type structure in Anren county, Hunan, and the sinistral strike-slip of Changde -Anren NW -trending fault [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2005, 29 (4):435 -442 (in Chinese with English abstract).
- [44] 柏道远, 黄建中, 王先辉, 等. 湖南邵阳—郴州北西向左旋走滑暨水口山—香花岭南北向构造成因 [J]. 中国地质, 2006, 33(1): 56-63.
Bai Daoyuan, Huang Jianzhong, Wang Xianhui, et al. Sinistral strike-slip motion of the NW-trending Saoyang-Chenzhou fault and genesis of the N-S-trending Shuikoushan -Xianghualing tectonic zone in Hunan[J]. Geology in China, 2006, 33(1):56-63 (in Chinese with English abstract).
- [45] 柏道远, 邹宾微, 赵龙辉, 等. 湘东太湖逆冲推覆构造基本特征研究[J]. 中国地质, 2009, 36(1):53-64.
Bai Daoyuan, Zou Binwei, Zhaolonghui, et al. Basic characteristics of the Taihu thrust system in eastern Hunan [J]. Geology in China, 2009, 36(1):53-64(in Chinese with English abstract).
- [46] 万天丰, 朱鸿. 中国大陆及邻区中生代—新生代大地构造与环境变迁[J]. 现代地质, 2002, 16(2):107-118.
Wan Tianfeng, Zhu Hong. Tectonics and environment change of Meso -Cenozoic in China continent and its adjacent areas [J]. Geoscience, 2002, 16(2):107-118(in Chinese with English abstract).
- [47] 柏道远, 钟响, 贾朋远, 等. 湘东南晚三叠世—侏罗纪沉积特征及盆地性质和成因机制[J]. 地质力学学报, 2011, 17(4):338-349.
Bai Daoyuan, Zhong Xiang, Jia Pengyuan, et al. Sedimentary characteristics, basin type and dynamic mechanisms during Late Triassic-Jurassic in southeastern Hunan [J]. Journal of Geomechanics, 2011, 17(4):338-349(in Chinese with English abstract).

Nature, origin and tectonic setting of Jinzhou basin in the south segment of Xuefeng orogen

BAI Dao-yuan, ZHONG Xiang, JIA Peng-yuan, XIONG Xiong, HUANG Wen-yi

(Hunan Institute of Geological Survey, Changsha 410016, Hunan, China)

Abstract: Jinzhou basin is a small NE-trending Late Triassic-Middle Jurassic continental basin in the south segment of Xuefeng orogen. Previous researchers held that the basin is a pull-apart extensional basin related to dextral strike-slipping of NNE-trending Xupu-Jinzhou fault. The authors studied the tectonic characteristics, sedimentary features and proto-basin of Late Triassic-Middle Jurassic Jinzhou basin and, on such a basis, brought forward the opinion that the basin is a compressional quasi-foreland basin according to evidence as follows: ① High maturity of the deposits and the harmony of the basin boundary with surrounding older geological boundary indicates that the basin is a compressional low depression. ② High component maturity and far-resource features of the deposits suggest that the basin was formed in a stable tectonic setting. ③ The sedimentary space of Upper Triassic-Lower Jurassic strata in the northern basin was formed from rocks bending. The attitude changes of rocks indicate that the basin was NW-compressed and folded in Middle Jurassic. Sedimentary features show that there existed shallow- and deep-water environment in the west and the east of the basin, respectively, which implies that the basin was controlled by gravity load of east peripheral thrust block. ④ In adjacent areas of the basin, there occur a few extensional faults and a lot of small strike-slip faults, thrust faults and conjugated shear joints related to the compression. ⑤ According to the strike deflexion of the fault, Jinzhou basin was situated in a compressional area instead of an extensional area when Xupu-Jinzhou fault experienced dextral strike-slipping action. Based on the sedimentary and tectonic characteristics of Jinzhou basin and the regional tectonic setting, the authors hold that the basin was related mainly to regional S-N-compression during Late Triassic-Early Jurassic period, and related to NWW-compression and NNE-trending dextral strike-slipping during Middle Jurassic period.

Key words: quasi-foreland basin; compression; strike-slip; Late Triassic-Middle Jurassic; Jinzhou basin

About the first author: BAI Dao-yuan, male, born in 1967, senior engineer, engages in the study of Quaternary geology and structure; E-mail: daoyuanbai@sina.com.