

安徽南部石炭纪的构造与古地理^①

夏 军、徐家聪

(安徽省地矿局区调队)

区域地质概况

(一) 古地理、构造轮廓

下扬子区的安徽部分, 由于受华力西运动的影响, 以及成生时代尚不清楚的沿江断裂与形成于加里东早期的江南深断裂的控制, 在早石炭世岩关晚期形成“三隆两坳”的古地理格局(图 1)。

张八岭隆起: 位于嘉山—滁县一带, 该隆起存在时间较长, 早石炭世为陆地, 形成剥蚀区, 是巢庐坳陷碎屑物的主要来源区; 晚石炭世沦为水下隆起。

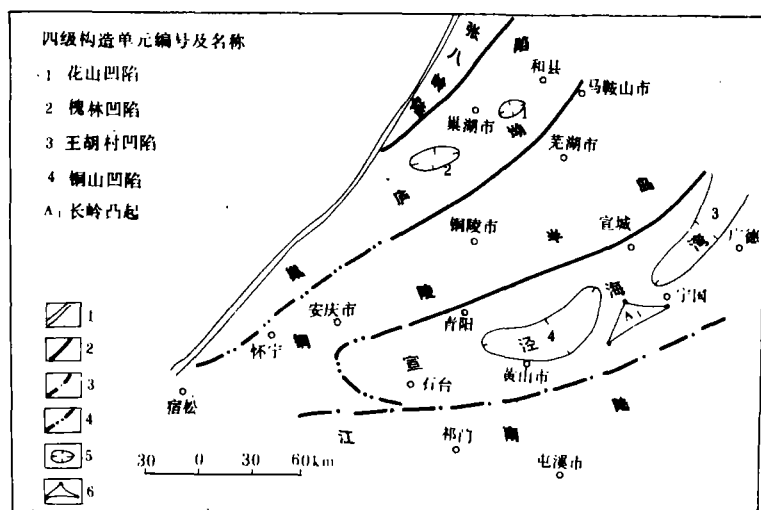


图 1 安徽南部石炭纪古地理、构造示意图

1-板块界线; 2-断裂; 3-二级构造单元界线;

4-三级构造单元界线; 5-四级负向构造及编号; 6-四级正向构造及编号

Fig. 1 Sketch map showing palaeogeography and tectonics of southern Anhui during the Carboniferous

1=plate boundary; 2=fault; 3=two-order tectonic unit boundary; 4=three-order tectonic unit boundary; 5=four-order negative tectonics and its number; 6=four-order positive tectonics and its number

① 该文为《安徽省 1:50 万石炭纪岩相古地理及含矿性研究》部分成果, 参加工作的有: 王华明、张小旻、杨意庆、吴跃东、黄洪等。

铜陵隆起：位于沿江断裂与江南深断裂之间，早石炭世为隆起带，缺失部分地层（见后文）；晚石炭世威宁期遭海侵，但早期隆起地貌仍清晰，形成潮坪-泻湖相的老虎洞白云岩。

江南隆起：位于石台—太平以南的广大地区，威宁晚期前一直为陆，是宣泾拗陷碎屑物的主要来源区；威宁晚期遭受海侵，沉积一套纯碳酸盐岩序列。

巢庐拗陷：位于沿江断裂的北侧，早石炭世形成巢庐海湾，并有两个次级凹陷——花山凹陷和槐林凹陷。两凹陷海侵初期明显，属开阔台地中的局部低凹带。巢南巢北间还有一条呈北东—南西向展布的间歇性活动的同沉积断裂。

宣泾拗陷：位于江南断裂以南，早石炭世形成宣泾海湾，比较明显的次级构造有：王胡村凹陷、铜山凹陷及长岭凸起。该拗陷以浑水的碎屑岩沉积为主，拗陷中心静水地带可出现混合沉积。

（二）同沉积断裂

有两条比较明显的同沉积断裂，即沿江断裂和江南断裂。

沿江断裂：南起宿松，经怀宁穿过马鞍山向江苏延伸，走向约 45° ，长约 300km。该断裂成生时代不清，但在石炭纪活动明显，并对沿江两岸的石炭纪沉积有明显的控制作用。以该断裂为界，北西侧早石炭世地层发育齐全，而其南东侧（只限于江南断裂北西则，以下同）则为陆；至晚期，两侧虽均为海水淹没，但沉积相的展布各异，如：威宁早期，其北西侧为开阔台地相的灰岩，而南东侧则为潮坪-蒸发台地相的白云岩。就是在该断裂的同一侧，不同地段沉降、抬升幅度也不一致，如：威宁早期，该断裂的南西段北西盘，沉降幅度小，沉积厚度也小，怀宁龙王山仅数米，相反，其北东段的北西盘，下降幅度较大，沉积厚度也大，和县马山岭可达 60 多米。

江南断裂：呈 NE—SW 向延伸，省内大致经宣城、青阳，消失于东至葛公镇附近，长约 300km。该断裂形成于加里东早期，在石炭纪活动明显，尤其是青阳以北，它控制着早石炭世沉积及相带展布。该断裂北西为上升盘，形成铜陵半岛；南东下降，形成宣泾海湾。晚石炭世马平早期，北西为浅滩，南东则为开阔台地；马平晚期，北西盘上升成陆，而南东则为浅滩环境。

各时期的沉积相和古地理面貌

（一）早石炭世岩关晚期沉积相

1. 潮坪相 分布于巢庐海湾张八岭陆南缘、铜陵半岛北缘，宣泾海湾的近岸带（图 2）。

巢庐海湾为砂泥混合坪。岩石组合有生物扰动细粒石英砂岩，砂质、碳质泥岩，泥质石英粉砂岩，海绿石石英砂岩。水平虫迹极其发育，含丰富的底栖腕足、腹足、海百合茎、植物等混生群生物。张八岭陆南缘的和县马山岭可见砂纹层理及脉状层理，怀宁龙王山的粉砂岩中显透镜状层理。宣泾海湾潮坪分布于泾县昌桥、贵池许家坝和广德独山等地。泾县昌桥潮坪序列发育完整，具三元结构，砂坪、混合坪、泥坪清晰可辨。江南古陆北侧，岩石组合为砂岩，岩屑主要为中酸性火山岩。广德独山一带为页岩-砂岩岩组，其沉积环境与美国宾夕法尼亚 Susquhanna 谷上泥盆统 Lishvalley 段的低能海岸沉积较为近似。而位于海

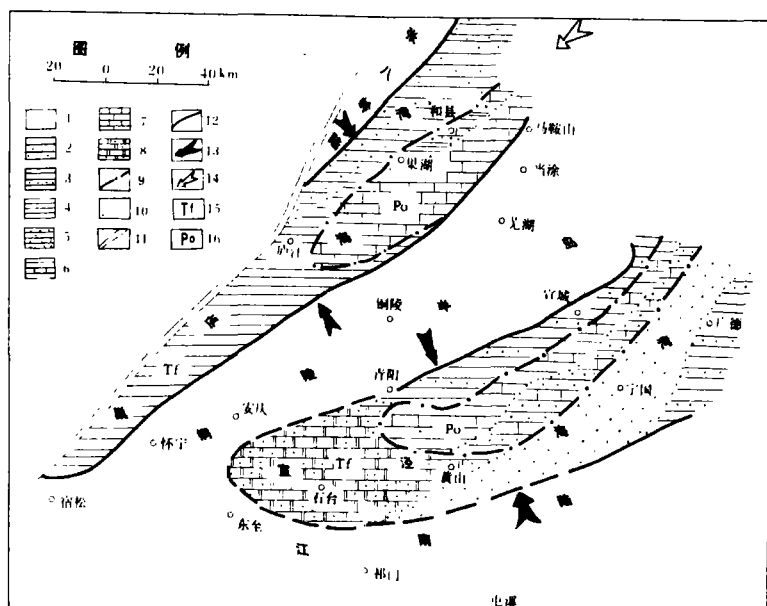


图 2 安徽南部岩关晚期岩相古地理图

1-砂岩岩组; 2-砂岩-页岩岩组; 3-页岩-砂岩岩组; 4-页岩岩组; 5-砂岩-砂质灰岩岩组; 6-页岩-泥晶灰岩岩组; 7-泥晶灰岩岩组; 8-砂质白云岩岩组; 9-沉积相界线; 10-岩组界线; 11-板块界线; 12-海陆界线; 13-陆源碎屑物供给方向; 14-海侵方向; 15-潮坪相; 16. 开阔台地相

Fig. 2 Sedimentary facies and palaeogeography in southern Anhui during the late Yanguanian

1=sandstone association; 2=sandstone-shale association; 3=shale-sandstone association; 4=shale association; 5=sandstone-sandy limestone association; 6=shale-micritic limestone association; 7=micritic limestone association; 8=sandy dolostone association; 9=sedimentary facies boundary; 10=rock association boundary; 11=plate boundary; 12=sea-land boundary; 13=supply direction of terrigenous clastics; 14=transgression direction; 15=tidal flat facies; 16=open platform facies

湾末端贵池一带的潮坪则显示碳酸盐岩与碎屑岩的混合沉积特征, 岩石组合为粉砂质泥岩、杂砂岩、微晶白云岩。许家坦剖面上还见 *Conophyton* 型叠层石, 系潮间—潮上带产物。

2. 开阔台地相 巢庐海湾岩石组合主要为生物屑微晶灰岩或含生物屑微晶灰岩、微晶生物屑砂屑灰岩。生物有底栖厚壳型的腕足、腹足、游泳三叶虫、珊瑚等。以水平层理及波状层理为特征。宜泾海湾的岩石组合为钙质砂岩、含钙质砂岩夹灰岩或砂灰岩, 灰岩中含丰富的底栖腕足、腹足、海百合茎、三叶虫及原地生长的群体珊瑚。

(二) 早石岩世大塘早期沉积相

受建康运动的影响, 下扬子沉积区普遍抬升, 沉积区范围缩小, 巢庐海湾及宜泾海湾全处于潮坪或潟湖环境。

巢庐海湾岩石组合为泥岩、粉砂岩、砂岩、泥晶灰岩及钙质结砾。生物磨损强烈, 为腕足、珊瑚、棘皮、介形虫等生物, 其中腕足类 *Lingula* 繁盛, 上部见原地生长的枝状苔藓虫。气候属炎热潮湿。宜泾海湾岩石组合为砾岩、砂岩、细砂岩、粉砂岩、泥岩, 向上变化的潮坪沉积特点清晰 (图 3)。

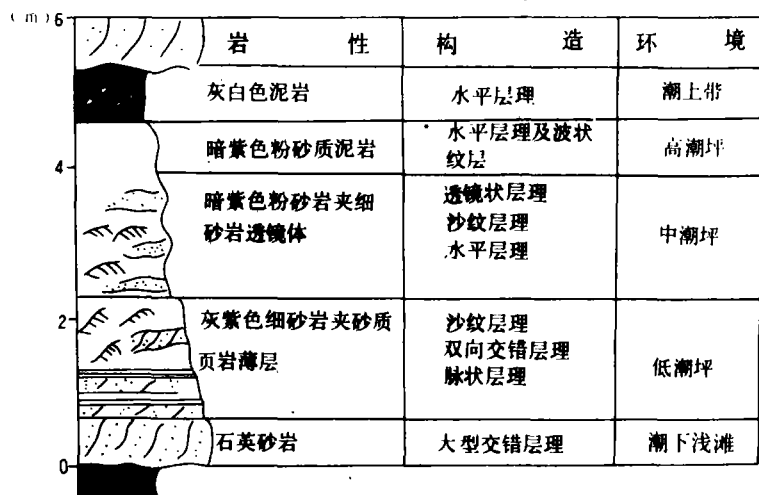


图3 宣州市寨山高骊山组潮坪相结构图

Fig. 3 Sequence of tidal flat facies in the Gaolishan Formation, Zhaishan, Xuanzhou

(三) 早石炭世大塘晚期沉积相 (图4)

受和县运动的影响, 江南断裂南东侧上升, 宣泾海湾消失。巢庐海湾和早期相比, 反而一度加深, 但常处于深浅的交替变化中。

1. 陆棚 岩石组合为生物屑球粒灰岩、生物屑灰岩, 由于风暴作用的影响, 异生群生物极其丰富, 且具分选性, 另外可见原地生长的群体块状丛状珊瑚构成层礁、点礁。见 *Zoophcos* 及 *Cruziana* 遗迹。

2. 蒸发台地相 由于同沉积断裂的活动, 巢北偶见此相。岩性主要由微晶灰岩, 生物屑球粒灰岩组成, 风化后呈姜结状。微晶灰岩中具鸟眼构造, 含膏盐假晶, 还见有膏盐假晶白云岩。

巢南发育微晶白云岩、核形石白云质灰岩、核形石灰岩, 生物稀少, 见少量蓝藻、蓝绿藻, 含星点状黄铁矿, 应属泻湖环境产物。

(四) 晚石炭世威宁早期沉积相 (图5)

1. 开阔台地相

岩石组合为微晶团块灰岩、粒屑微晶灰岩、生物屑微晶灰岩, 发育骰、腕足、腹足; 珊瑚、海百合茎等化石。常见5—10cm 厚的生物屑灰岩。

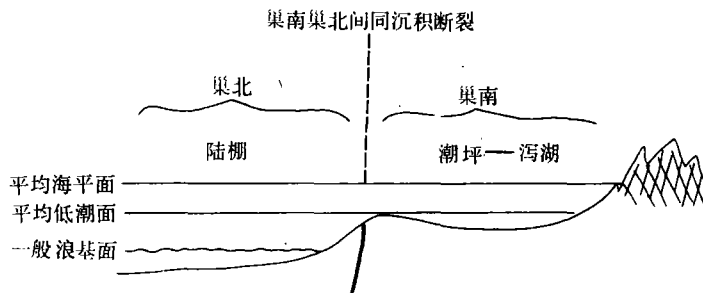


图4 大塘晚期沉积示意图

Fig. 4 Simplified sedimentary facies during the late Datangian

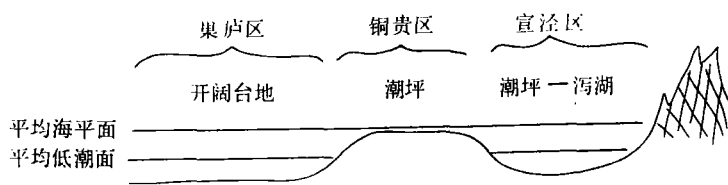


图5 威宁早期沉积示意图

Fig. 5 Simplified sedimentary facies during the early Weiningian

岩层呈缓波状, 显正粒序性, 含异生群生物。该环境中相当于 N. P 詹姆斯的碳酸盐向上变浅序列普遍发育。

2. 碳酸盐潮坪 岩石组合为砾屑白云岩、泥晶白云岩、砂屑微晶白云岩, 砾屑主要为含石膏假晶白云岩, 具藻纹层微晶白云岩, 薄皮鲕白云岩, 系潮沟产物。另外见含膏盐假晶的泥晶白云岩, 具水平层理, 鸟眼、窗格构造, 系潮间带—潮上带产物。在宣泾区为白云岩夹灰岩, 且互呈透镜状尖灭, 为潮坪—泻湖产物。

(五) 晚石炭世威宁晚期沉积相 (图 6)

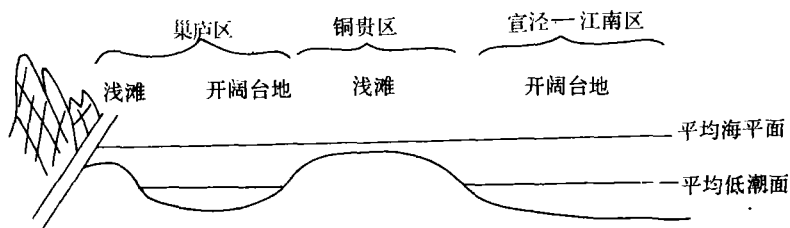


图 6 威宁晚期沉积示意图

Fig. 6 Simplified sedimentary facies during the late Weiningian

1. 开阔台地相 下扬子海的安徽部分, 该期几乎全处于开阔台地, 其最大特征是发育 N. P 詹姆斯的碳酸盐向上变浅序列 (图 7), 但并不是各地都发育五个部分, 多为 A、B、C 三个部分组成。且 A 段常见 5—10cm 厚的具正粒序层理、底冲刷、含异生群的生物屑灰岩, 系风暴沉积。

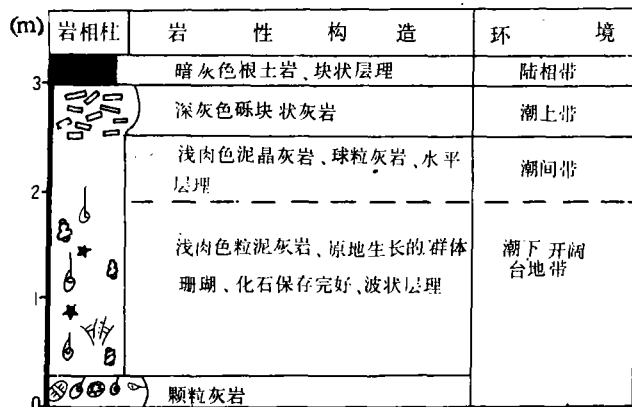


图 7 巢湖市金庭采石场黄龙组顶部碳酸盐向上变浅序列

Fig. 7 Shallowing-upwards carbonate sequence at the top of the Huanglong Formation, Jinting quarry, Chaohu

2. 浅滩 有鲕粒滩与生物屑滩之分。

鲕粒滩见于宿松一带, 该期晚时形成鲕粒滩—生物屑滩。构成鲕粒滩的主要岩性有砾屑灰岩、亮晶鲕粒灰岩、亮晶含团块鲕粒灰岩等。鲕粒主要形态为轮幅鲕、椭圆形鲕、表鲕。岩层见波状及交错层理。

生物屑滩见于铜贵区, 主要为亮晶生物屑灰岩、核形石灰岩、生物屑砂屑灰岩, 见大量的单斜层理、粒序层理及鸟眼构造。

(六) 晚石炭世马平早期沉积相 (图 8)

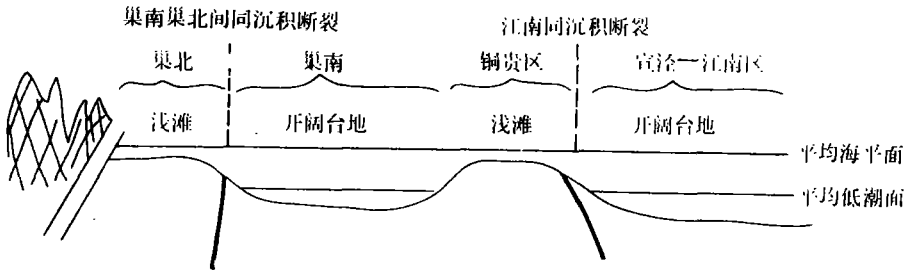


图 8 马平早期沉积示意图

Fig. 8 Simplified sedimentary facies during the early Mapingian

1. 开阔台地相 岩石组合为礁灰岩、粉晶灰岩、生物屑球粒灰岩、亮晶生物屑团块灰岩等。生物丰富，混生群及残生群生物均可见及，常见原地生长的块状、丛状群体珊瑚以及由生物砂砾屑组成的风暴沉积。

2. 浅滩 有边缘滩及台内滩之分。

边缘滩分布于巢北一带，是在鲕粒滩—生物屑滩的基础上发展起来的，主要由核形石灰岩组成。台内滩见于贵池—铜陵一带，由核形石灰岩、亮晶生物屑灰岩、亮晶藻屑藻团块灰岩组成，发育交错层理、平行层理、波状层理，生物屑混生群。该类型的浅滩上常见珊瑚层礁或砂砾屑滩与粗大的垂直钻孔的泥晶灰岩（潟湖相）呈相变关系。

(七) 晚石炭世马平晚期沉积相 (图 9)

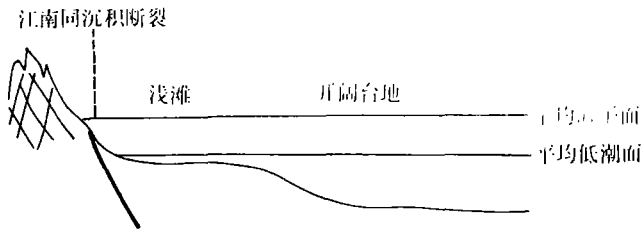


图 9 马平晚期沉积示意图

Fig. 9 Simplified sedimentary facies during the late Mapingian

江南断裂以北地区抬升成陆，断裂以南紧邻陆地一侧形成核形石浅滩，向南逐渐过渡为以泥晶灰岩为主的开阔台地环境。

古陆的确定

该区先后出现的古陆有：张八岭古陆、江南古陆及铜陵半岛。前者已为大家所公认，现着重对有争议的铜陵半岛讨论如下：

铜陵半岛是指早石炭世铜陵—贵池一带方圆约 6000km²，大致呈北东—南西走向地区。

自我队在《地层志》提出后, 争议颇大。

(一) 生物特征:

争论的焦点之一是老虎洞白云岩下伏一套碎屑岩的时代归属, 以往根据其岩性划归高骊山组。我们通过从区域上采集的孢粉, 经候静鹏、候海啸初步鉴定, 得两个孢粉组合^①, 自下而上为: (1) *Retispora lepidophylla* var. *minor*-*Apiculiretusispora nunanensis*-*Cymbosporites* 组合带; (2) *Dibolisporites distinctus*-*Auroraspora macra*-*Schopfites claviger* 组合带。其中第一组合带计有: *Apiculiretusispora acuta*, *A. minuta*, *Retispora lepidophylla* var. *minor*, *Dibolisporites* sp., *Grandispora* cf. *echinata*, *Cyclogranisporites* cf. *baoyingensis*, *Punctatisporites debilis*, *P. subminor*, *Lophotriletes uncutus*, *Acanthotriletes?* *subulatus*, *A. serratus*, *Verucosisporites* sp., *Apiculatisporites* sp., *A. spp.*, *Rastrickia* sp., *Reticulatisporites* (*Coblispora*) sp., *Lophozonotriletes* spp., *Verruciretusispora semilucensis*, *Aneurospora greggsii*, *Calamospora?* *Subulatus* 等, 共计 16 属 13 种 5 未定种 2 亲近种, 与欧阳舒等 (1987) 已知三组合相比, 本组合与其中、上组合相似 (LH 带), 有 13 属 12 种相同, 其中 *Retispora lepidophylla* var. *minor* 是该组合带的最重要分子。自 50 年代以来, 该种已在世界许多国家、地区发现, 其时代限于 F_{220} — T_{110} 早期。除此以外, 还有一些种属, 如: *Aneurospora greggsii*, *Apiculiretusispora acuta*, *Verruciretusispora semilucensis* 等都是泥盆纪或晚泥盆世的分子, 前者最初发现于加拿大和比利时的中泥盆世; 后者在欧洲的 Famennian 晚期相继也有发现。*Apiculiretusispora acuta* 最初见于苏联 Pripyat 盆地的晚泥盆世末。可见, 这个组合具有浓厚的泥盆纪色彩, 可代表该区泥盆系的最高层位。

第二组合带分布广泛, 层位也稳定, 共 22 属 21 种 3 未定种: *Gravisporites minutus*, *Dibolisporites microspicatus*, *Granulatisporites* sp., *Schopfites?* sp., *S. cf. claviger*, *S. claviger*, *Aneurospora greggsii*, *A. cf. semizonalis*, *Acanthotriletes* cf. *liratus*, *A. Subulatus*, *Hymenozonotriletes explanatus*, *Crassispora* cf. *kosankei*, *Indeterminable playnomorph*, *Auroraspora macra*, *A. cf. tenuis*, cf. *Grandispora echinata*, *Punctatisporites nitidus*, *P. debilis*, *Velanisporites* cf. *vermiculatus*, *Cristatisporites* sp., *Cyclogranisporites baoyingensis*, *verruciretusispora semilucensis*, *Spelacotriletes* sp., *Eudospores* sp., *Retusotriletes* cf. *simplex*, *Lophotriletes uncutus*, *Densosporites penitus*, *Lycospora* sp. 等, 与 1987 年欧阳舒等的 DM 带相比, 22 属就有 19 属相同, 绝大部分种也相同。其中 *Auroraspora macra*, *Schopfites claviger* 为该组合带的代表分子, *Dibolisporites microspicatus*, *Crassispora* cf. *kosankei* 具有浓厚的石炭纪色彩; *Hymenozonotriletes explanatus* 的上限为 Touunaisian 晚期 (T_{110}) 的底部, 是德国泥盆纪和石炭纪之交的 TE 带首要分子。同时, 本组合也有少量具泥盆色彩的分子, 如: *Aneurospora* cf. *semizonalis*, *Retusotriletes* cf. *simplex*, *Verruciretusispora semilucensis* 等。因此, 第二组合带在区内可代表石炭系的最低层位——岩关早期沉积。

如上所述, 只根据岩性特征与邻区高骊山组相似进行对比, 进而否定铜陵半岛存在的观点, 是与生物地层不相符的。

(二) 岩相特征:

岩相古地理研究表明, 岩关晚期半岛两侧均有边缘相存在。半岛北侧, 无为壤口的钻孔中见有碎屑岩夹灰岩沉积 (厚度仅 1m 左右), 表现为近岸潮坪环境, 向北渐变为生物极其繁盛的碳酸盐开阔台地相。沉积等厚线向北也有渐渐变厚的趋势。同期沉积的半岛南缘,

① 安徽区域地质, 1989, 第 1 期

泾县昌桥一带为一套碎屑岩组合的潮坪沉积(图 10),向南,海水变深,过渡为畅通海湾的碳酸盐与陆源碎屑的混合沉积,其中生物繁盛,一些窄盐份生物,如珊瑚等均可保持原地生长。大塘早期,全区海退,铜陵半岛有进一步扩大趋势,半岛北侧的巢湖市王家村一带至大塘早期,其生物以含底栖的双壳、舌形贝,以及植物混生为特征,属潮坪-潟湖环境。在潮上的低能泥坪中,双壳类往往呈介壳滩的形式出现,主要沿层面排列,且彼此套叠,凸面向上。根据贝壳沿层面的排列组合方式,可确定铜陵半岛北侧的古海岸线展布大致呈北东—南西向。

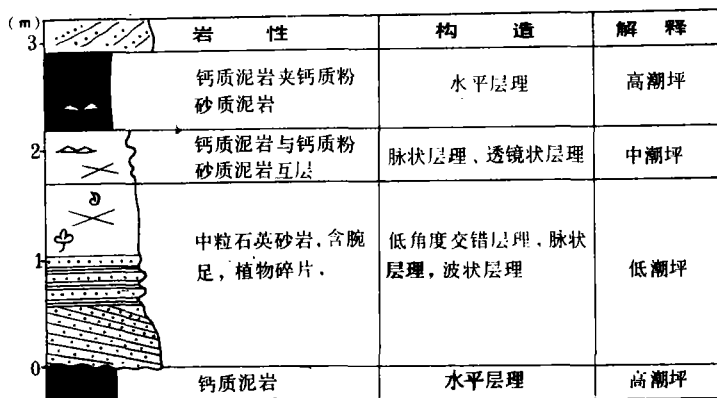


图 10 泾县昌桥王胡村组潮坪沉积结构

Fig. 10 Sedimentary sequence of the tidal flat deposits in the Wanghucun Formation, Changqiao, Jingxian

综上所述可知,铜陵地区传统的高骊山组应属晚泥盆世晚期—岩关早期地层。该区缺失岩关晚期(金陵组)、大塘早期(高骊山组)、大塘晚期(和州组)的沉积是由于该期为陆地的缘故,并非构造及后期剥蚀所致。

海平面变化与盆地演化

泥盆纪陆相沉积之后,下扬子区遭受来自北东方向的海侵影响,首先在研究区普遍沉积了一套陆缘近海湖泊-沼泽砂泥岩。继之三隆两拗的格局形成。岩关晚期,海平面上升,海水顺坳陷侵入本区,形成两大海湾——巢庐湾及宣泾海湾。巢庐湾的陆源碎屑供给不足,主要为清水的开阔台地碳酸盐沉积,仅边缘为陆源碎屑的潮坪相。宣泾区由于来自江南古陆的碎屑供给充足,海水混浊,而以碎屑沉积为主。大塘早期,海平面下降,宣泾湾变成浅水潮坪环境,由于陆源碎屑丰富,沉积厚度较大。巢庐湾较宣泾湾稍深,形成泥岩夹泥晶灰岩、钙质结砾岩的海湾沉积。大塘晚期,下扬子区表现为抬升,但差异性升降运动明显,局部地区(巢庐湾)处于浪基面之下,继之又处于振荡之中,沉积基底时常出露水面,形成膏盐假晶。此时的宣泾湾已不复存在,成为剥蚀区。

晚石炭世威宁早期,海平面再次上升,铜陵半岛、宣泾地区相继被来自北东方向的海水淹没。到威宁晚期,海平面上升幅度最大,就连地质历史上长期为陆的江南古陆也难幸免,造成了威宁晚期地层超覆于震旦系地层之上。此时,下扬子海已与华南海连通,海水转而主要来自南方。安徽南部这种局面一直持续到马平晚期,海水才开始从北方再次退出,

造成江南断裂以北广大地区首先抬升成陆。二叠纪地层直接与马平晚期沉积接触,而江南断裂以南却一直接受海相沉积,尤其是休宁一带,仍为开阔台地相。

从插图 11 不难看出,早石炭世沉降中心位于巢庐及宣泾地区,至晚石炭世,沉降中心不断南移,这恰好与海平面的变化相吻合,充分说明盆地演化与沉积相的关系密切。

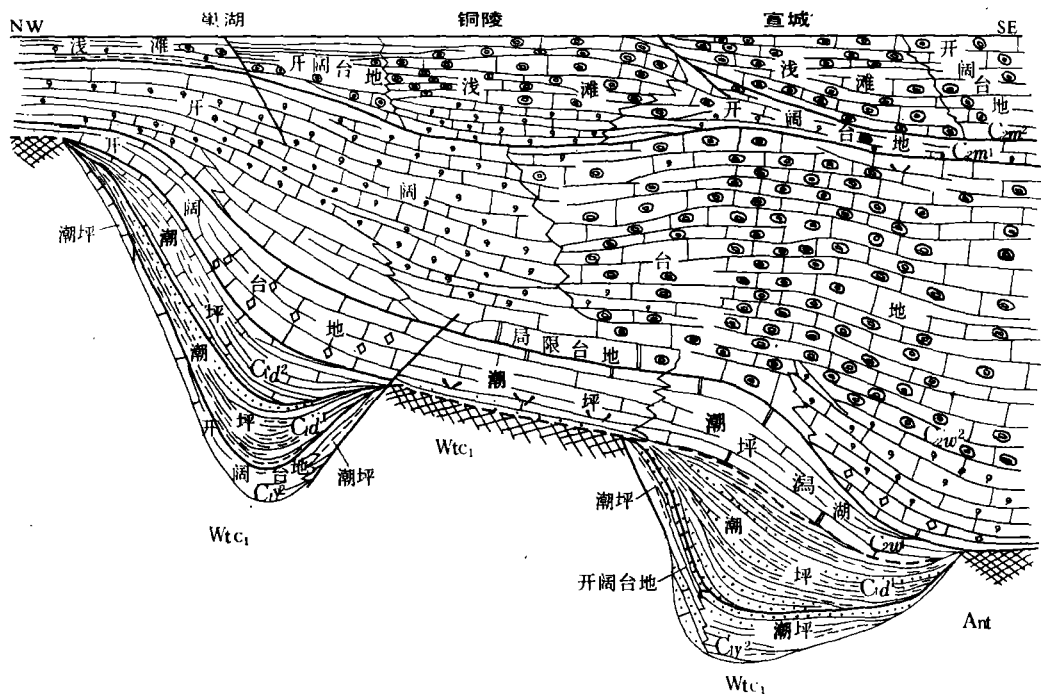


图 11 安徽南部石炭纪沉积横剖面图

Fig. 11 Cross-section across the Carboniferous deposits in southern Anhui

主要参考文献

- 罗杰 G·沃克, 1979, 沉积相模式, 地质科技资料选编 (七十), 地质情报研究所译。
- 关士聪等, 1980, 中国晚元古代至三叠纪海域沉积环境模式探讨, 石油与天然气地质, 第一卷, 第一期, 科学出版社。
- 陈宏明等, 1987, 下扬子盆地石炭系沉积相, 中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊, 第八卷, 第二号, 总第二十八号。
- 安徽地质矿产局区域地质调查队, 1982, 安徽地层志 (石炭系分册), 安徽科技出版社。
- 欧阳舒等, 1987, 江苏中部宝应地区晚泥盆世一早石炭世孢子组合, 微体古生物学报第 4 卷, 第 2 期, P. 198-211。
- 张瑛等, 1983, 安徽巢湖地区下石炭统沉积特征, 中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊, 第 4 卷, 第二号。
- 沈喜伦, 1982, 江苏南部黄龙组底部白云岩的归属问题, 地层学杂志, 6 卷 4 期。

TECTONICS AND PALAEOGEOGRAPHY OF SOUTHERN ANHUI DURING THE CARBONIFEROUS

Xia Jun

Xu Jiacong

(Regional Geological Survey Party, Anhui Bureau of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The Carboniferous sediments in southern Anhui were controlled by "three rises and two depressions", synsedimentary faults along the Yangtze River and the Jiangnan fault. The Chaoxian—Lujiang and Xuancheng—Jingxian bays were created during the Early Carboniferous, and the differentiation of sedimentary facies belts occurred during the Late Carboniferous. The study of seven time-equivalent sedimentary facies indicates that the sea level changes and distribution of the sedimentary facies belts were closely related to synsedimentary faulting. The above-mentioned bays were of shallow-water type during the early Datangian, but during the late Datangian, the deposition took place only in the Chaoxian—Lujiang bay. Meanwhile, synsedimentary faulting operating intermediate between southern and northern Chaoxian—Lujiang bay was responsible for the differences in the two facies belts: shelf facies in the northern part and tidal flat-lagoon facies in the southern part. By the end of the Carboniferous, structural activities had led to the formation of land, marginal bank and intraplateform shoal.

Two spore-pollen assemblages have been distinguished in the Tongling peninsula with the aid of biostratigraphic analysis: (1) *Retispora lepidophyta* var. *minor*-*Apiculiretusispora nunanensis*-*Cymbosporites* assemblage zone and (2) *Dibolisporites distinctus*-*Auroraspora macra*-*Scenopfitites claviger* assemblage zone. This strongly supports the evidence that the Gaolishan Formation in the Tongling region would be ascribed to the early Yanguanian strata. The study of sedimentary facies also shows that there is no marginal facies around the Tongling peninsula, the existence of which may be confirmed by the diachronous cover dolostones.