

四川及邻区晚二叠世沉积作用 及沉积盆地的发展

强子同 文应初 唐杰 沈照国*

(西南石油学院)

提要 东吴运动之后,因基底所受的挤压转化为拉张效应,从而产生张性应力,引起玄武岩的喷发,与此同时造成基底断裂活动,使上扬子盆地的四川及其邻区的沉积环境分裂为西部含煤盆地,东部碳酸盐缓坡,以及鄂西开阔海盆地。海侵是晚二叠世主要地质事件。随着地壳的下沉,海侵西进,碳酸盐沉积超复在西部含煤盆地上,生物岩隆向西爬升,直到上二叠世晚期演化为碳酸盐台地。根据生物岩隆是沿碳酸盐缓坡爬升的海侵礁的认识,预测现今四川盆地北部存在着勘探长兴组油气资源的有利地区。

主题词 碳酸盐缓坡 台地 生物岩隆 海侵礁 含煤盆地 聚煤中心

第一作者简介 强子同 男 50岁 副教授 沉积岩石学

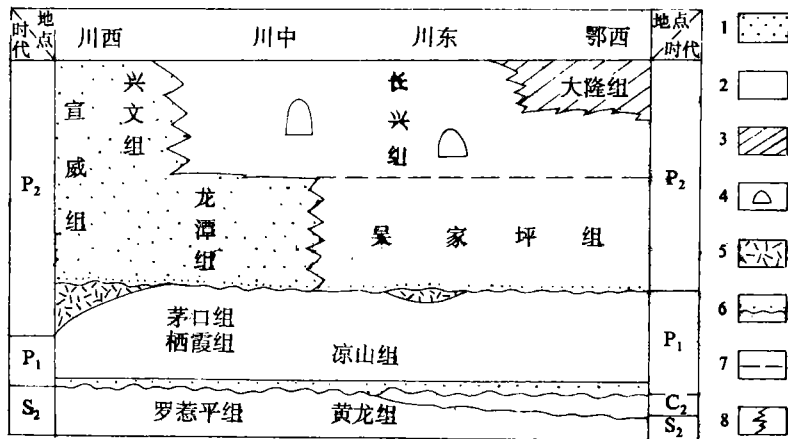
四川及其邻区上二叠统地层发育较好。上二叠统是四川能源勘探的主要目的层之一。经过多年地质调查,尤其是煤田和石油勘探工作已积累了大量资料。本文以1980年至1987年在四川和鄂西地区所做的工作为基础讨论了四川及邻区晚二叠世的沉积作用、生物岩隆的分布及其沉积盆地的发展过程。

一、构造背景和地层

晚二叠世研究区属上扬子盆地的一部分。现今的四川盆地是在三叠纪才开始发展起来的中新生代构造盆地。晚二叠世沉积作用和构造背景是中新生代四川构造盆地演化的前奏。晋宁期以来四川及邻区曾处于一个相对隆起的状态,到晚二叠世末仍未改变这一格局。东吴运动后又开始了一次较大的海侵。由于岩相变化大,上二叠世地层术语比较复杂(图1)。康滇古陆东侧至天全、峨眉、玉屏、筠连一线以西地区的上二叠统称宣威组,为一套陆相含煤沉积,紫红色含铁铝质凝灰质陆源碎屑岩夹煤线,厚度一般不足200m。天全、峨眉、玉屏一线以东到宜宾、叙永一线以西,上二叠统下部称龙潭组,以陆相含煤沉积为主,夹少量过渡相含煤旋回,上部称兴文组,为一套海陆交互相含煤沉积,以过渡相、海相含煤旋回为主。宜宾、叙永一线以东至长寿—遵义断裂以西,上二叠统下部仍称龙潭组,为海陆交互相含煤地层,海相和过渡相含煤旋回为主,陆源碎屑岩与灰岩互层。其上部为长兴组的海相灰岩,与西侧兴文组呈相变关系。长寿—遵义断裂以东的上二叠统基本上是一套灰岩,其下部,为吴家坪组,主体是一套燧石灰岩,底部有一层很薄的劣质煤系,称吴家坪底部煤组

* 参加工作的还有雷卡军、郭一华、杨国美,文中图件由杨济林绘制。

(或称王坡页岩)。上部长兴灰岩,常含有生物岩隆。在川东北和陕南一带,长兴灰岩的上部常相变为一套含丰富菊石化石的硅质岩、硅质页岩及泥质灰岩,称大隆组。此外,在川西南,川东和华蓥山北段一带,上二叠统底部有玄武岩分布。



- 1.煤系地层 2.石灰岩 3.硅质岩夹泥质灰岩 4.生物岩隆
5.峨眉山玄武岩 6.假整合 7.过渡关系 8.相变关系

图1 四川晚二叠世区域地层对比

Fig.1 Regional stratigraphic correlation in the Late Permian, Sichuan

上述地层关系明显地反映了晚二叠世海水由南方侵入后,在四川地区由东而西的海侵过程。该海侵过程对煤系的形成及油气的生成、聚积有明显的控制作用。

二、上二叠统煤组的迁移性

在图2横剖面上,上二叠统煤组的迁移性表现得很清楚。晚二叠世早期,在川东形成吴家坪底部煤组,而四川西南部则是一套陆相碎屑沉积。其后,吴家坪底部煤组被海相灰岩复盖,煤组向西迁移,形成龙潭下煤组。当龙潭下煤组为海相粉砂质泥岩、泥质灰岩复盖后,煤组又向西迁移,形成龙潭中煤组。随着海水西进煤组继续西迁,在川中地区形成龙潭上煤组。海水继续西进,长时期煤系继续向西迁移形成兴文煤系,最后煤系地层消失在川西宣威组上部的陆相地层中。主要煤组的这种由东向西层位逐渐抬高的迁移性,显示出晚二叠世因基底张性断裂活动造成四川及邻区地壳下沉而引起的海侵的阶段性的发展过程。图2表明,有4至5个阶段性的海侵。而每个煤组自身又显示出由东向西层位逐渐升高的连续性,即它们具有穿时性。这又说明每一个阶段的海侵过程是连续的,渐进的,显示出地壳缓慢地逐渐地下沉。

由东向西的海侵过程还反映在煤系地层相组合特征的变化上。吴家坪底部煤组是以海相为主的含煤组,而龙潭下煤组、中煤组、上煤组,以及兴文煤组,有由海相煤组变为过渡相煤组,再变为陆相煤组的趋势。

煤系地层中泥岩所含粘土矿物由东向西也呈现有规律分布,即蒙脱石—水云母—高岭土

一绿泥石 (图 2)。砂质岩石中所含的火山碎屑物质也有由东向西逐渐增加的趋势。这些特点与地壳的下沉和海侵过程以及碎屑物质的来源有关。

晚二叠世海侵在研究区地层垂向相序变化上也显示得很清楚。由下往上都表现为由陆相过渡为海相，由限制海变为开阔海 of 相序组合。

上述含煤地层纵向和横向上由陆相到海相的相序变化，泥质岩石中粘土矿物的分布特

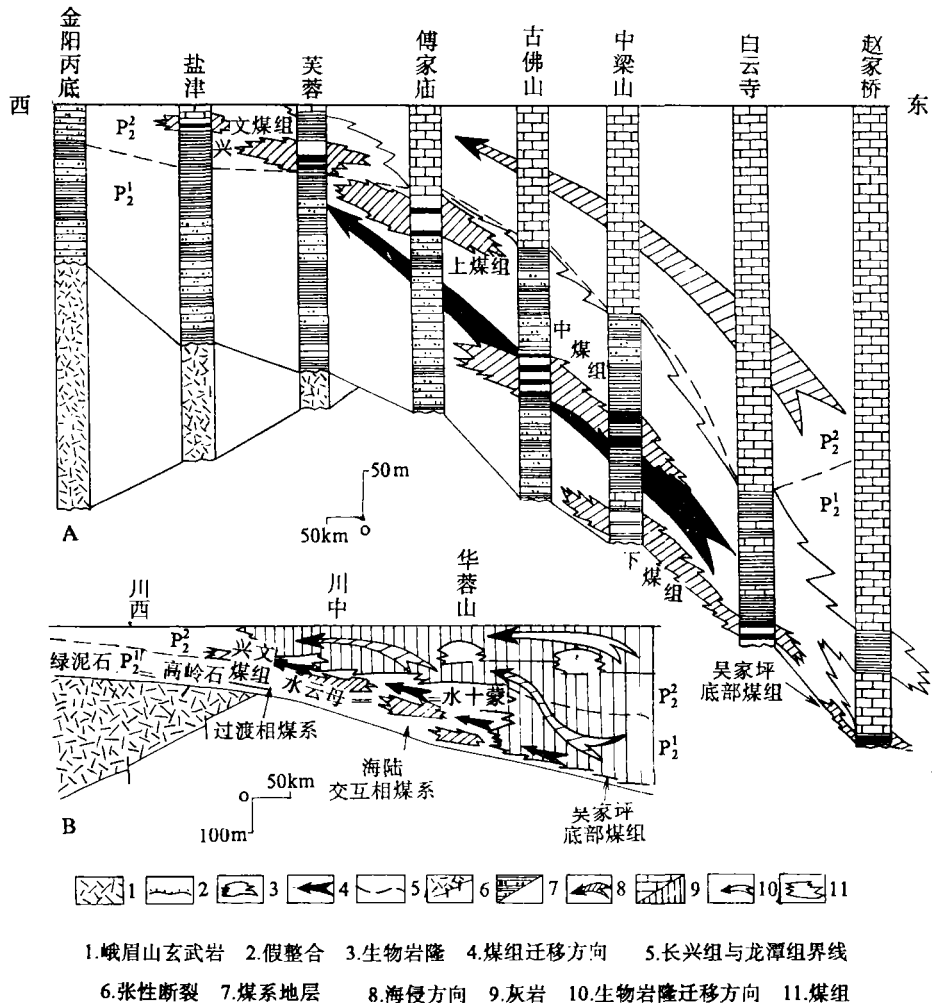


图 2 四川晚二叠世沉积环境和煤组的迁移

Fig.2 Migration of coal-bearing units in the Late Permian, Sichuan

A: Regional cross section through the Late Permian of Sichuan

B: Depositional environment and migration of coal-bearing units Late Permian, Sichuan

征，以及煤组的迁移性和穿时性，这些沉积现象显然是在一定的构造背景下发生的海侵作用的结果。然而，海侵是地壳运动的表现。煤组的迁移性反映地壳分阶段的突发性的大幅度的下沉，每个煤组的穿时性，则反映了地壳突发性下沉之间的地壳下沉是一个缓慢的连续的过程。

三、晚二叠世聚煤中心的迁移

沉积盆地是在一定的地质历史中发展起来的地质体。含煤沉积和聚煤中心是沉积盆地发展一定时期的产物。晚二叠世,聚煤中心具有明显的迁移性(图5)。早期成煤区主要在川东和川东北一带,成煤条件比较差,形成吴家坪底部煤组。随着海侵的向西扩展,聚煤中心迁至重庆江津一带,这是晚二叠世四川规模最大一次聚煤时期,形成龙潭系的主要煤层。随后,聚煤中心迁移到珙县一带,聚煤的规模缩小。晚期,聚煤中心迁移到筠连一带,聚煤的规模又有所扩大,形成川西南地区重要的可采煤层。聚煤中心的迁移大致是由东北向西南方向进行。迁移过程中有弱一强一弱一强的脉动性变化。无疑,聚煤中心的迁移,以及迁移的过程中的弱强弱强的脉动性变化,在相当大的程度上反映了地壳运动,即构造作用的控制。

四、含煤沉积的旋回性

龙潭组和兴文组煤系的旋回性十分清楚。已有许多研究者对它们进行过详细的讨论(四川煤田地质公司,1979;四川煤田地质公司研究所,1984;刘焕杰等,1984)。宣威组、龙潭组、以及兴文组共有十多种不同相组合的煤系旋回。其中宣威组以陆相旋回为主,兴文组和龙潭组以过渡相和海相旋回为主。据知,龙潭组一般发育有6—8个中旋回,10—12个小旋回。兴文组一般发育有2—4个中旋回,3—10个小旋回。宣威组有2—6个中旋回,3—10个小旋回。总的看来晚二叠世至少有10个以上的中旋回出现在龙潭和兴文煤系中。

含煤地层的旋回性是沉积作用周期性的表现。一般旋回的上半部反映海进的过程,而旋回的下半部反映海退的过程。旋回的厚度、相组合的多少反映了旋回的大小,即反映了沉积作用周期性的长短和海平面变化的幅度。虽然近代冰川的研究已经知道冰期和间冰期也可以造成海平面的升降。然而,大多数的煤田地质学家则认为含煤地层中的旋回性却是地壳振荡运动的产物,即旋回造成周期性的海平面上升与下降,或海进与海退,是构造的因素,而不是气候的变化。

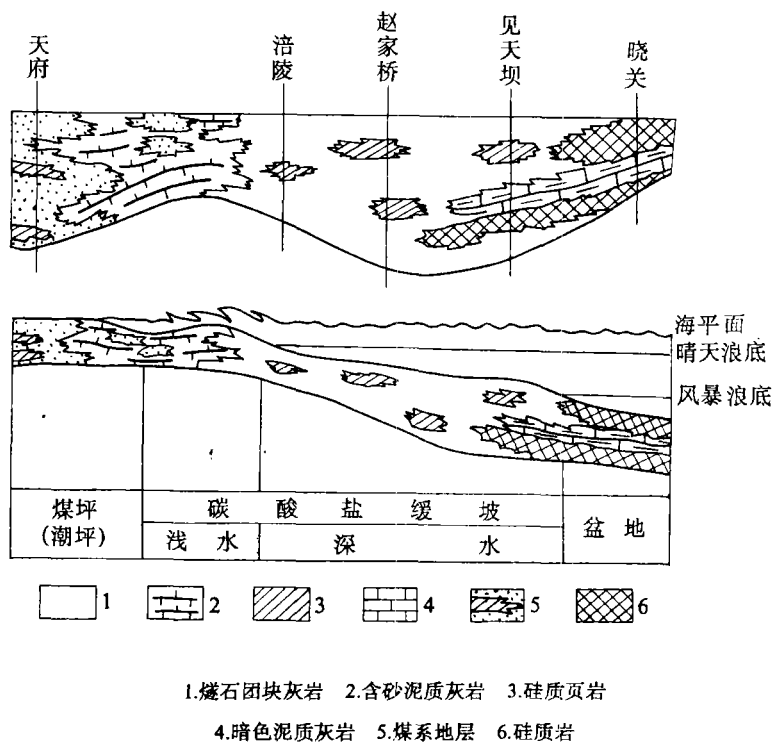
五、吴家坪碳酸盐缓坡

碳酸盐缓坡这一概念是W.M.Arth(1973)提出的。其后一些研究者进一步讨论了它的沉积特征、分类、以及与碳酸盐台地之间的关系。吴家坪碳酸盐缓坡是一种与碳酸盐台地相当的大型碳酸盐沉积体。它是指向下缓倾斜的区域性碳酸盐沉积环境(图3)。与碳酸盐台地的差别在于有一个缓倾斜的坡度,高能带靠近上倾部位的近滨处。下倾部位大部分处于晴天波基面与风暴波基面之间的深水低能带。它与盆地相之间无明显的地形转折,常呈过渡关系。上述特征与美国阿巴拉契的志留至泥盆的Helderberg群中的碳酸盐缓坡极为类似。其现代的例子有阿拉伯半岛阿曼的东海海域、澳大利亚的沙克湾,以及尤卡坦。

吴家坪碳酸盐缓坡浅水高能带分布在川中与川东过渡带靠近煤坪(潮坪)沉积区的滨岸附近。在这里碳酸盐沉积物中夹有粉砂和泥的陆源物的夹层和透镜体。属堡岛环境,灰岩一般为浅灰色,含泥质、泥粒岩和粒状岩。

深水缓坡是吴家坪碳酸盐缓坡的主体。它分布在川东、陕南、以及鄂西一带。与美国中阿巴拉契地区志留至泥盆的 Helderberg 群的深水碳酸盐缓坡一样，吴家坪深水缓坡由深灰色燧石结核层状灰岩和硅质灰岩组成，夹硅质页岩。含粉砂粒级的生物碎屑。为粒泥岩和泥状岩，夹泥粒岩。滑塌构造、丘状层理、风暴粒序层（图版 I，1、2）等沉积构造显示出沉积物受到风暴流的作用。暗色岩石结构和构造表明，它是属于晴天波基面到风暴波基面之间的低能条件下沉积环境。吴家坪深水缓坡与东部的盆地相呈渐变过渡，不存在高能带。盆地相是由含有丰富菊石以及放射虫的硅质岩、硅质页岩和泥质灰岩组成，厚度小，表明沉积速度减少。

吴家坪灰岩的岩相在大区域内表现一种均匀性，主要是生物屑泥粒岩和粒泥岩，从生物碎屑看由西向东虽有变细的趋势，但难于划分出明显相带，这反映了缓坡比较平坦和逐渐变深的特点。灰岩中所含的生物碎屑，门类繁多，常见有钙藻（主要为绿藻）、腕足、海百合、海胆、蜓、有孔虫、腹足、苔藓虫和珊瑚等，此外还有一些骨针、钙球、和少量的放射虫。它们是属于生态不同多种多样的动物群（S.L.Dorobek 和 J.F.Read, 1985）。这些动物群显示出，经破碎、搬运、混积，然后同灰泥沉积。Helderberg 群碳酸盐缓坡中，棘皮动物砂和少量的石英砂可以从浅水缓坡搬运到 80km 以外的深水缓坡中。因此，浅水钙质生物经流水和风暴流作用可以把它搬运到深水缓坡中，与此同时，风暴流也可以把盆地相一些浮游生物（有孔虫、放射虫等）带到深水缓坡中。



1. 燧石团块灰岩 2. 含砂泥质灰岩 3. 硅质页岩
4. 暗色泥质灰岩 5. 煤系地层 6. 硅质岩

图 3 吴家坪碳酸盐缓坡

Fig.3. Wujiaping carbonate ramp

六、长兴组生物岩隆与碳酸盐缓坡向碳酸盐台地发展

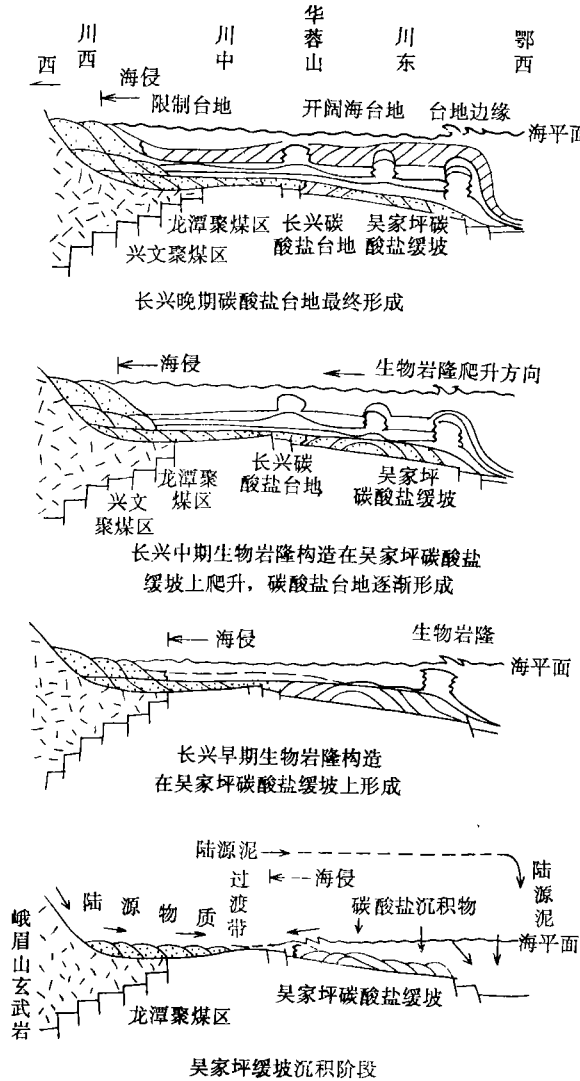


图4 晚二叠世吴家坪碳酸盐缓坡向长兴碳酸盐台地发展及海侵礁的形成

Fig.4 Development of depositional environment from Wujiaping carbonate ramp to Changxing carbonate platform and formation of transgressive buildup, Late Permian, Sichuan

吴家坪灰岩属碳酸盐缓坡，与之呈连续沉积的长兴灰岩则属碳酸盐台地沉积。图4表示了由缓坡向台地转化的过程。这是基底构造活动影响下，海侵引起不同成因类型的沉积作用发展的结果。这正如J.L.Wilson (1975) 曾指出的那样：“正常的碳酸盐沉积作用将有效地、快速地把碳酸盐缓坡转变为碳酸盐台地，并形成狭窄的陡峻的陆棚边缘脊。

吴家坪世早期，碳酸盐缓坡上海水较闭塞，碳酸盐沉积作用缓慢。吴家坪世中期，随着海侵的扩大，海域逐渐变得开阔，碳酸盐沉积速度加快。吴家坪世晚期，海水开阔，水体正常，各门类浅水生物繁盛，碳酸盐沉积速度逐渐与海侵的幅度达到大致平衡，其结果使碳酸盐缓坡坡度变缓，水体变浅，从而为长兴世早期生物岩隆的发生和发展创造了必要的条件。在鄂西最早发育了生物礁，形成陡峭的台地边缘带。长兴碳酸盐台地就在吴家坪缓坡的基础上开始了自己的发展过程。

古地磁资料表明，二叠纪四川地区位于赤道附近。这种热带海洋环境有利于生物岩隆的发育和各种碳酸盐沉积物的形成。从鄂西到华蓥山之间的广大地区内已发现了为数众多的生物岩隆（图版I，3、4）。由东到西将见天坝生物礁、石宝寨生物礁、双龙生物礁、以及老龙洞生物礁进行对比，不难看出东边的礁体较西边的礁体发育得要早，结束得也早（图4）。礁顶盖层除了有由东向西减薄的变化外，在微相上也有差别。东部礁顶盖层具有开阔海沉积的特征（图版I，5）而西部礁顶盖层则反

映出海水受限制，有的具有潮坪沉积的特征（图版 I，6）。礁间沉积物一般具有开阔海沉积的特点（图版 I，7）。上述由东向西生物岩隆所反映的变化规律清楚地显示出海侵礁系列的特征。在东北方向上从红花生物礁、椿木坪生物礁、到老龙洞生物礁也有类似的变化趋势。随着长兴期海侵的继续扩大，在吴家坪碳酸盐缓坡的背景下，生物岩隆间歇性地沿缓坡向上爬升，碳酸盐缓坡也就逐渐地转化为碳酸盐台地（见图 4）。根据上述研究的结果，可以预测四川广安—南充—遂宁一线以北的广大川北和川东北地区都存在着晚二叠世生物礁发育的条件。而且愈向北和东北方向礁发育的条件和规模可能好些。这些地区是勘探潜伏礁型油气藏的有利地区。

碳酸盐缓坡向碳酸盐台地发展，以及生物岩隆由东向西爬升的这种沉积现象显然是与晚二叠世的构造发展有关。关于这点，下节将要讨论。

七、沉积作用与盆地的发展

现今的四川盆地是扬子准地台西部中生代构造盆地。在三叠纪之前，它长期处于一个相对隆起的状态。华力西期，由于西部古特提斯洋板块转向俯冲^①，或者说三江弧向北凸出^②，解除了自晋宁期以来长期承受的挤压力，发生应力松弛，出现拉张效应。构成四川盆地的几个基底断裂（峨眉断裂、华蓥山断裂、长寿遵义断裂、郁江始建断裂、彭灌断裂以及万源断裂）因张性应力而出现阶梯状的断裂活动。四川上二叠统就是在这样一个构造背景下开始沉积的。

第一阶段：东吴运动之后，四川及其邻区发生大规模海退，下二叠统茅口灰岩遭到剥蚀。晚二叠世早期在侵蚀面上沉积 1—3m 厚的海相页岩。随后，由于地裂运动（Taphrogenesis）造成张性断裂，引起大规模的基性火山喷发。除在川西南地区有大规模的玄武岩侵位外，在广元、华蓥山北段、以及川东地区（梁向 1 井、亭 1 井、雷 2 井以及邓 1 井）都有玄武岩分布。在川南一带有同期形成的海相暗色硅质岩，川中及华蓥山地区有滨海相的含黄铁矿泥岩。据玄武岩的构造特征和产出的层位关系可以判别它的早期为海底喷发，以后转变为陆上喷发（图 5—I）。

第二阶段：大规模玄武岩喷发后，西部康滇古陆进一步扩大，成为四川地区的陆源区。康滇古陆以东的广大地区经受剥蚀夷平后，在长寿遵义断裂以西发育陆相沉积，以东则形成滨海型吴家坪底部煤组（图 5—II）。至此，晚二叠世海侵开始了它的发展进程。

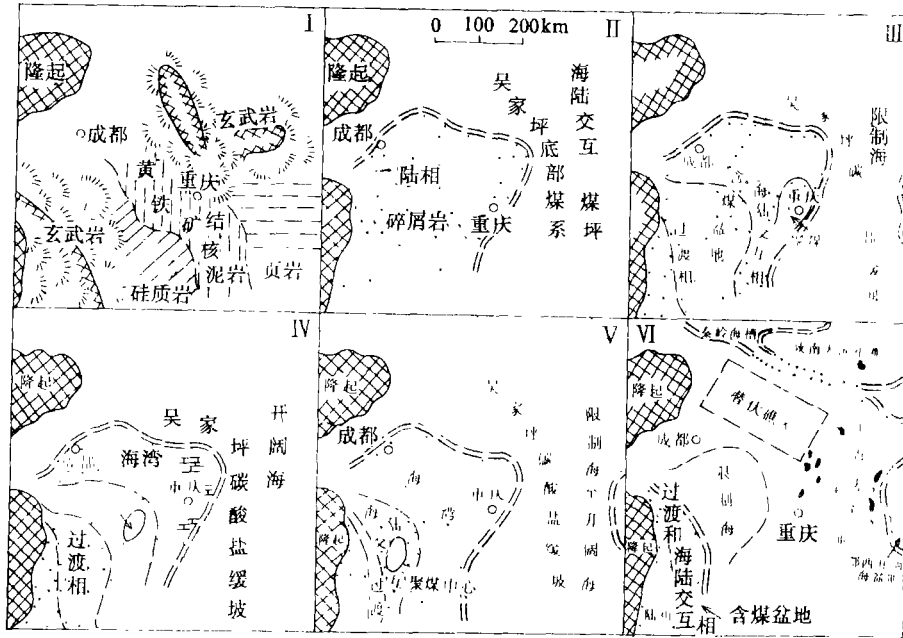
第三阶段：随着海水由东南方向进入，向西扩展的过程，由于基底断裂活动，四川及邻区沉积盆地发生分裂，形成西部含煤盆地、东部碳酸盐缓坡、以及鄂西开阔海盆地。长寿遵义断裂以西为含煤盆地沉积区，发育一套陆相、过渡相、海陆交互相陆源碎屑含煤沉积。该断裂以东的川东、川北、川东北广大地区则为碳酸盐缓坡沉积区，发育一套燧石灰岩，为碳酸盐沉积。七跃山和八面山断裂以东的鄂西一带为开阔海盆地沉积区，为一套硅质岩、硅质页岩和泥质灰岩（图 5—III）。该格局反映出晚二叠世地裂运动造成的基底断块对沉积盆地的沉积相带有着极为重要的控制作用。

^①张宗命等，“川中微型大陆”与四川盆地形成，四川地质学报，3卷，3—4期，46—59页。

^②俞如龙等，中国西南部华力西—印支期板块构造演化，四川地质学报，5卷，2期，1—11页。

第四阶段: 在前一阶段的基础上,海侵幅度由东向西加大,含煤盆地中的主要含煤组向西迁移。聚煤中心从重庆江津一带迁至珙县地区,聚煤强度减弱。含煤盆地中的陆相和过渡相范围缩小。与此同时,吴家坪缓坡上由闭塞和受限制的海水逐渐变得开阔,碳酸盐沉积速度加快(图5—IV)。

第五阶段: 含煤盆地中主要可采煤组继续向西迁移,聚煤中心则从珙县一带迁向筠连县地区。聚煤强度又有所加强。含煤盆地中陆相和过渡相范围进一步缩小。而在吴家坪缓坡



I.峨眉山玄武岩喷发阶段 II.吴家坪底部煤坪形成阶段

III.含煤盆地和碳酸盐缓坡 1, 限制海 IV.含煤盆地和碳酸盐缓坡 2, 限制海—开阔海

V.含煤盆地和碳酸盐缓坡 3, 开阔海 VI.生物岩隆和碳酸盐台地

图5 晚二叠世沉积环境和古地理图

Fig.5 Depositional environment and paleogeographic map during the stage of Late Permian, Sichuan

上,海水变得更加开阔,碳酸盐沉积作用加快,碳酸盐缓坡坡度变得更为平缓,为长兴生物岩隆的发生和发展创造了必要的条件(图5—V)。

第六阶段: 海侵进一步扩大,碳酸盐沉积逐渐超覆在龙潭期的煤盆上,开始了长兴期的沉积史,与此同时在吴家坪期碳酸盐缓坡的东部,即鄂西一带开始形成生物岩隆,为碳酸盐缓坡转变为碳酸盐台地的过程拉开了序幕。随着长兴期海侵的扩展,生物岩隆间歇性地向西爬升、迁移,碳酸盐沉积物堆积速度加快,海侵幅度与碳酸盐沉积速度达到补偿,到长兴晚期,碳酸盐台地最终形成(图5—VI)。

从总体上看,四川晚二叠世的沉积作用是含煤陆源碎屑沉积和清水碳酸盐沉积互相制约共同沉积的发展过程。早期陆源物供应充足,含煤沉积起主导作用,它限制了碳酸盐沉积的范围。随着时间的推移,海侵不断地扩大,陆源物质供应不足,陆源物堆积速度不能补偿海

侵的幅度，从而使含煤盆地向大陆方向退缩（西迁速度约 200m/千年）。这样，含煤层系中除了自身的旋回性外，还显示出向上变深的海进层序的特征。相反，在碳酸盐为主沉积区，随着晚二叠世海侵的发展，碳酸盐的堆积速度逐渐与海侵幅度达到补偿，结果使碳酸沉积具有向上变浅的层序。吴家坪碳酸盐缓坡向长兴碳酸盐台地的发展就是这种过程的反映。这是一种因沉积作用造成的等效海退，即是因碳酸盐沉积物快速堆积使水体变浅，而非海平面下降。此外在鄂西东部，陕南及川东北一带大隆组沉积的广海盆地，因远离陆源区，陆源物和碳酸盐沉积物的供应都不足，沉积速度很低，地层厚度小，在某种程度上显示出具有“饥饿盆地”的特征。

晚二叠世各相区沉积速度计算结果，龙潭和兴文煤系为 0.6036cm/千年，吴家坪缓坡为 0.8880cm/千年，长兴碳酸盐台地为 1.4728cm/千年，大隆开阔海盆地为 0.5004cm/千年。其中长兴碳酸盐台地堆积速度最快，它为含煤盆地的 2 倍，开阔海盆地的 2.5 倍。

从图 5 中沉积环境的演化不难看出，晚二叠世沉积作用在某种程度上是构造作用的反映。玄武岩的喷发、上扬子盆地分裂为西部含煤盆地、东部碳酸盐缓坡以及鄂西开阔海盆地，这是华力西期，即东吴运动之后基底从长期受挤压向拉张效应转变而产生的基底断裂所致。其后发生的大规模的海侵产生的含煤盆地的退缩，碳酸盐沉积的扩展，碳酸盐缓坡向碳酸盐台地发展以及生物岩隆的爬升，它们是基底断裂造成的阶梯状断块的构造下沉活动有关。含煤地层中的旋回性、煤组的迁移性和穿时性，碳酸盐岩中夹硅质页岩的夹层以及生物岩隆中的几次侵蚀间断，表明这种地壳下沉是不均一的，并具有振荡运动的特征。

从该图上沉积环境的演化和长兴末期的古地理图上（图 5—VI）还可以看出，控制四川中生代构造盆地发生、发展的峨眉、彭灌、万源、华蓥山、长寿、遵义以及郁江始建等基底断裂已经在岩相变化带上有不同程度的反映。比较明显的可以看出峨眉断裂表现为裂隙性火山喷发和沉积边介。彭灌断裂为沉积边介过渡带，万源断裂显示出一个深水槽。华蓥山和长寿遵义断裂反映出岩相过渡带。看来晚二叠世沉积和构造发展已显示出中生代四川构造盆地的初步轮廓。

参 考 文 献

- (1) 包茨等, 1985, 天然气工业, 5卷, 4期, 1-11页。
- (2) 黄汲清等, 1980, 中国大地构造及其演化。《构造地质学理论丛书》, 科学出版社。
- (3) 詹立培等, 1982, 中国的二叠系。中国地层概论, 地质出版社。
- (4) 李正积等, 1982, 地层学杂志, 6卷, 3期, 174-182页。
- (5) 李春昱等, 1983, 地质学报57卷, 1期, 1-10页。
- (6) 范嘉松等, 1982, 地质科学, 3期, 274-282页。
- (7) 强子同等, 1985, 石油与天然气地质, 6卷, 1期, 83-90页。
- (8) 李书舜等, 1985, 天然气工业, 5卷, 2期, 24-29页。
- (9) 陈季高等, 1985, 天然气工业, 5卷, 2期, 10-23页。
- (10) 黄汲清, 1977, 地质学报, 2期, 117-135页。
- (11) 高名修等, 1982, 天然气工业, 2卷, 1期, 10-15页。
- (12) Abr. W. M., 1973, The Carbonate Ramp: An alternative to the shelf model. Gulf Coast

Ass.Geol.Soc.23, p.221-225.

(13) Dorobek.S.L., and J.F.READ, 1986, Jour.Sed.Petrology.Vol.56, p.601-613.

(14) Read.J.F.1985, A.A.P.G.Bull, Vol.69, p.1-21.

(15) Tucker.M.E.1985, Shallow-marine Carbonate Facies and Facies Models.In Sedimentology, Recent Developments and Applied aspect, edited by P.J.Brenchley and B.P.J.Williams. Published for the Geological Society by Blackwell Scientific Publication.p.147-169.

(16) Wilson.J.L.1975, Carbonate Facies in Geologic History, Springer-Verlag, Herdelberg.

SEDIMENTOLOGY AND BASIN EVOLUTION OF THE UPPER PERMIAN, SICHUAN AND WEST HUBEI PROVINCES

Qiang Zitong Wen Yingchu

Tang Jie Shen Zhaoguo

(South-West Petroleum Institute)

Abstract

The late permian Strata, Sichuan, Which are a kind of sequence of mixed siliciclastic and carbonate sediments, were deposited during the period of relative tectonic quiescence on the Yang Zi Platform which was adjacent to lower relief tectonic highland of Kang Dian (Yunnan and the west part of Sichuan Provinces) .During the early period of the Late Permian, Sichuan and the west part in the central-west part of Sichuan, the carbonate ramp in the east part of Sichuan, the open marine basin in the west part of HuBei.The coal-bearing basin in the central-west part of Sichuan was developed into the coal-bearing siliciclastic sediments that contained continental and marine materials named Long Tan Fromation.The terrigenous materials were entered into the basin from the west part of lower relief tectonic highland of Kang Dian.The influx of the materials, however, was not great enough to shut out carbonate production completely.Therefore, the carbonate ramp in the east part of Sichuan consisted of medium bedded and dark gray chert limestone with some silicious shales, which are called Wu Jiating Formation.In the open marine basin of the west part of Hubei, there was a deposition of argillaceous limestong and silicious shale.

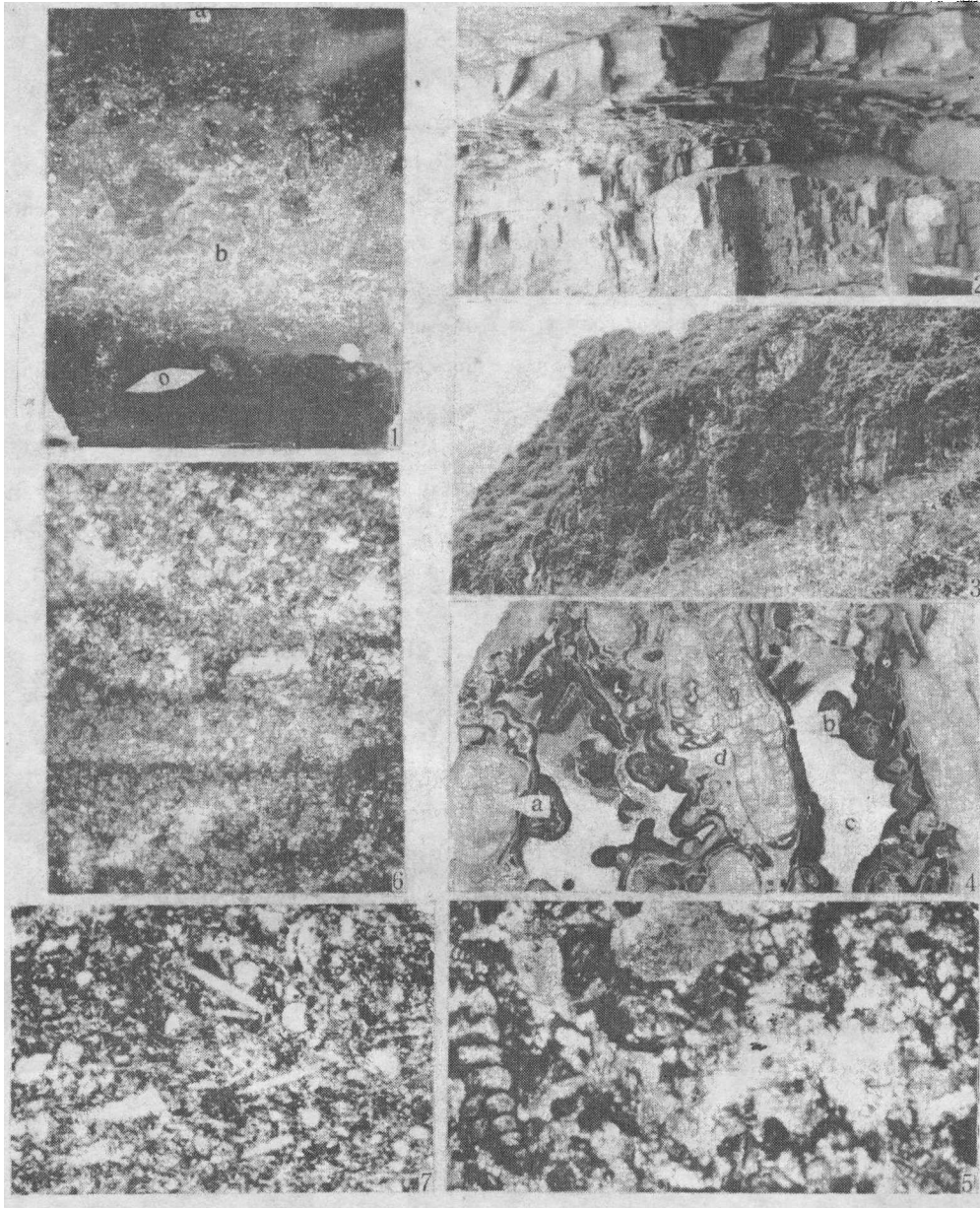
By the late period of the Late Permian, transgressive rate was increasing and the sea was expanding from the carbonate ramp to the coal-bearing basin.Only minor siliciclastic materials poured into the basin.At he same time, the coal-bearing basin was beginning to migrate toward the west pat of Sichuan basin in which sediments deposited are named Xin Wen Formation (P_2^2) .The carbonate sediments called Changxing Formation (P_2^2) overlain on the coal strata of Longtan Formation.At the north-east part

and east part of Sichuan basin, Changxing limestone are overlain by the Dalong Formation (P_2^3) consisting of limestone and silicious shales which are a part of deep water facies.

It can be concluded that transgression is a major geological event according to the correlation of the Upper Permian's strata, the migration of coal-bearing series, the distribution of clay minerals in the shales of the coal-bearing units and the climbing on the ramp for organic build-up from east to west. The characteristic of depositional cycles in the coal-bearing series shows that there are some smaller events of transgression-regression during the large transgressive period. The upper part of each cycle shows the small transgressive sequences and its lower part contains the small regressive sequences. The transgressive and regressive sequences are quite clear in the coal series. However the eustatic sea-level changes caused by transgression and regression are hard to recognize in the limestone of Wujiaping Formation and Changxing Formation. Perhaps the changes can be revealed by the erosional surfaces in organic build-up and the interbeddings between shales and limestones in the Wujiaping and Changxing Formations.

With the increase of transgressive rate and the contract of coal-bearing basin, carbonate materials were rapidly produced. The processes of carbonate deposition effectively and rapidly turned a carbonate ramp in the Wu Jiaping period into a carbonate platform in the Changxing period. Consequently, the coal-bearing basin diminished toward the land (the rate of the basin diminution is about $200\text{m} / 1000\text{yr.}$), and the open marine basin in the west part of Hubei displayed a feature of starved basin. Their dipositional rates in the various areas are different. The coal-bearing basin, for example, is about $0.6036\text{cm} / 1000\text{yr.}$, the open marine basin in the west part of Hubei $0.5004\text{cm} / 1000\text{yr.}$, the Wujiaping carbonate ramp $0.888\text{cm} / 1000\text{yr.}$, and the Changxing carbonate platform $1.4728\text{cm} / 1000\text{yr.}$. The depositional rate of the Changxing carbonate platform is 2.5 times as much as the rate of the coal-bearing basin, and 1 times as much as the rate of Hubei open marine basin.

Therefore, it can be concluded that the Late Permian Lithofacies model of Sichuan basin and the west part of Hubei results from the changes of sea level and the difference of basal subsidence, as well as the different rate of sedimentation.



1. 风暴粒序层。o 为生物潜穴；b 为生屑、泥砾层段；a 为泥和泥晶块状层段。吴家坪组，见天坝。 2. 丘状层理。燧石灰岩。 3. 五岔沟生物礁地貌。礁体具块状构造，不显层理。成陡壁。华蓥山、五岔沟。 4. 海绵骨架岩。a 顿管海绵，造礁生物。b 古石孔藻 (*Archaeolithoporella*，连接生物。d 纤状胶结物。c 粒状亮晶方解石，光面。见天坝。 5. 泥粒岩。主要为海百合茎、腕足、钙藻，有孔虫，介屑以及骨针等生物碎屑构成颗粒支撑，少量的灰泥充填粒间，见天坝。 6. 潮坪纹理白云岩。具层纹状构造、鸟眼构造 (箭头所指)。长兴椿木坪礁盖层。标尺 0.5mm，四川椿木坪。 7. 泥粒岩—粒泥岩。颗粒为生物屑，粒度较细，主要为腕足，介屑，海百合茎，藻屑，以及骨针。基质是灰泥。北碚后峰崖。