

湘鄂赣二叠纪岩相古地理研究

牟传龙 丘东洲 王立全 万 方

(地矿部成都地质矿产研究所)

[内容提要] 湘鄂赣二叠纪沉积盆地是在华南陆块基础上发育而成,具有扬子克拉通北缘被动大陆边缘盆地、扬子克拉通盆地、湘赣板内拉张盆地和华夏克拉通边缘盆地等四类。根据古暴露等标志,建立了各类盆地的沉积层序,并进行了区域对比。在此基础上,本文着重运用层序地层编图法编制了湘鄂赣二叠纪岩相古地理图,深化了该区岩相古地理研究,详细建立了沉积体系域模式和岩相古地理演化特点和控制因素。

关键词 岩相古地理 沉积体系域模式 二叠纪 湘鄂赣

1 研究思路的更新和编图方法

岩相古地理研究是沉积地质学的重要研究内容,是重建地质历史中地壳上海陆分布、古沉积环境和物质组成的恢复以及探索沉积环境演绎变迁的重要手段,其基础是地层学和沉积学。随着岩相古地理研究水平的提高,已发展成为一门独立的学科体系,力求真实地恢复沉积地壳演化和重塑古地理格局。

近 40 年来,国内外在岩相古地理研究方面取得了很大的进展。我国岩相古地理的发展大致经历了以下阶段。

50 年代至 60 年代,以生物地层为指导性原则和基础编制了古地理图,恢复海陆分布范围以及沉积体系的基本概架。在生物区系的研究基础上,以生物组合和生态环境来探讨古地理展布与沉积作用的关系。这一阶段属第一代古地理研究,具体的编图方法是采取叠置压缩的方法编制了小比例尺的古地理图,如刘鸿允先生编的《中国古地理图集》^[1]、卢衍豪先生^[2]所编的寒武纪古地理图等。

70 年代初,进入第二代岩相古地理研究阶段。这个阶段的岩相古地理编图主要从岩相入手,以瓦尔特相律为准则,采用单因素、多因素和优势相的成图方法,编制了一些小范围的、某些时代的岩相古地理图。

80 年代开始,由于板块构造学说的兴起,地球科学的观念发生了重大的变革,也冲击着沉积地质学和古地理研究,不少学者企图以活动论观点,恢复地质历史中各陆块的性质、相互关系和古地理格局,古地理研究进入第三代研究历程。王鸿祯教授等^[3]以活动论和历史阶段论的观点编制的“中国岩相古地理图集”,向第三代岩相古地理图迈进了一大步。关士聪、

丘东洲等^[4]编制的“中国海陆变迁、海域沉积相与油气”，是我国第一部全国性岩相古地理与油气相结合的图件。

80年代至90年代初，进入与国际岩相古地理研究先进水平同步阶段，开始以构造活动论为指导，以盆地分析和层序地层学为手段编制岩相古地理图。这方面的代表有刘宝珺、许效松等^[5]“中国南方震旦纪至三叠纪岩相古地理图集”，许效松、牟传龙等^[6]“露头层序地层与华南泥盆纪古地理”，牟传龙、吴应林^[7]“中国南方三叠纪层序地层”等。

岩相古地理研究的最终目的是力求真实地、客观地揭示地质历史时期中某一时间间隔范围内，某一地区的古地理面貌及沉积时空演化特点。从这一意义上讲，编图单元时限越短所反映的古地理图象越接近真实和客观。层序地层学的研究成果为攻克这一难题奠定了理论工作模式。牟传龙、许效松等^[8]在对华南泥盆纪进行详细的露头层序研究的基础上，提出了“层序地层瞬时编图法”，把岩相古地理研究推向了新的进程，提出了具体的编图思路、原则和方法，即“以沉积层序为基本年代地层格架单元，以沉积体系域作为编图单元，以沉积体系域的顶或底界面作为编图的等时或瞬时界面，以沉积体系域中不同的沉积相作为编图要素”。这是因为沉积层序的界面和层序内体系域间界面是定时的，所以沉积层序也应是定时的，加之它们可进行全球或区域性对比，因此以沉积层序作为岩相古地理研究的基本年代地层格架单元较之用生物地层单位或岩石地层单位作为编制岩相古地理图的基础地层单元更合理、更具等时性和瞬时性。沉积体系域也是定时的，它所反映出的沉积环境或沉积相带的展布更具客观性。

对湘鄂赣地区二叠系进行层序地层研究的目的是为了探索油气生储盖条件和进行油气勘探目标评选研究。因此，在湘鄂赣二叠系进行层序地层研究基础上，采用上述的层序地层编图法，编制湘鄂赣二叠系的岩相古地理，为分析研究油气的生储盖条件奠定基础。

2 湘鄂赣二叠纪岩相古地理格局

湘鄂赣二叠系分为11个层序^[9]（表1），虽然在不同沉积盆地中，Ⅲ级层序的数量不能完全一一对比，但从时限上可以横向对比岩相古地理面貌。

表1 湘鄂赣二叠纪不同沉积盆地的层序划分
Table 1 Sequence classification in various Permian sedimentary basins in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

沉积盆地类型	扬子北缘被动边缘盆地	扬子克拉通盆地	湘赣板内拉张盆地	华夏克拉通边缘盆地
时 代	层序编号	层序编号	层序编号	层序编号
长兴阶	S7	S11 S10	S11 S10	S9 S8
吴家坪阶		S9 S8 S7	S9 S8 S7	S7
茅口阶		S6 S5 S4	S6 S5 S4	S6 S5 S4
栖霞阶	S3 S2 S1	S3 S2 S1	S3 S2 S1	S3 S2 S1

注：中在湘中、湘南地区吴家坪阶，只能划分出1个层序。

Note only one sequence can be recognized in the Wujiapingian strata in southern and central Hunan.

2.1 栖霞期

第1层序的时限相当于栖霞阶梁山段的时限范围。层序为Ⅱ类层序,顶底界为Ⅱ类层序界面。它是在华南加里东旋回构造升降形成的前二叠纪侵蚀基准面之上发育而成。由于这次构造隆升事件,研究区大面积暴露,形成古剥蚀区,只是湘南和赣南一带,石炭纪和二叠纪的地层为连续沉积,构成了该层序的陆棚边缘体系域岩相古地理面貌(图1)。大致位于江西大余、于都、萍乡和湖南浏阳、益阳、安化、隆回一线以南所包围的地区,该时段为浅海相的生物碎屑灰岩和泥晶灰岩,周围为古陆和古暴露剥蚀区。

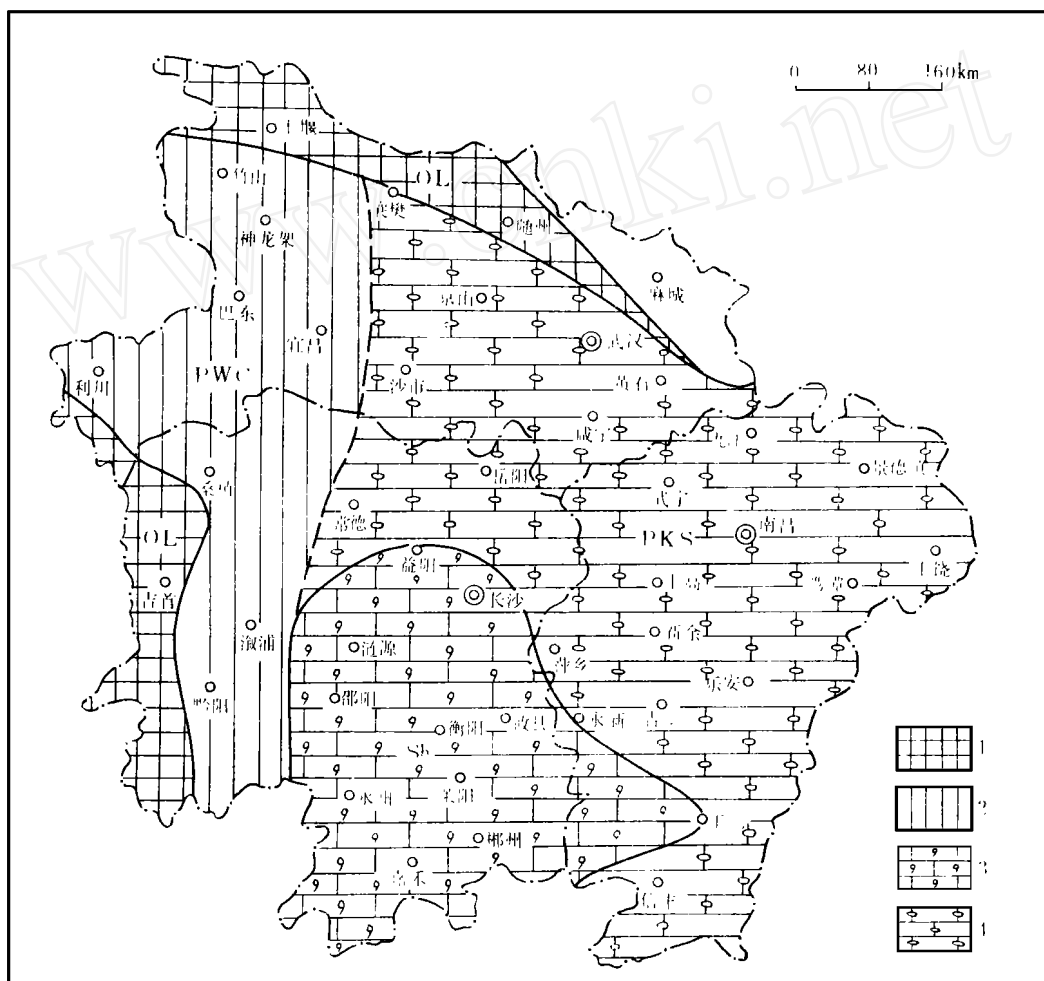


图1 湘鄂赣二叠系第1层序陆棚边缘体系域岩相古地理图

1. 古陆(OL); 2. 古风化壳(PWC); 3. 生物碎屑灰岩; 4. 古喀斯特(PKS); Sh. 陆架

Fig. 1 Sedimentary facies and palaeogeography of the shelf margin system's tract in the Permian sequence 1 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

1- old land (OL); 2= fossil residue (PWC); 3= bioclastic limestone; 4= palaeokarst (PKS); Sh= shelf

随着海平面的上升,海水漫及研究区大部分地区。由于古陆提供物源的缘故,在扬子克拉通盆地、扬子北缘被动大陆边缘盆地、板内拉张盆地的东北部(主要是江西境内)以及华夏克拉通边缘盆地中发育了一套滨海相和滨岸环境的含煤陆源碎屑岩系。在上述碳酸盐浅海

环境区域仍保持了碳酸盐沉积背景,成为碳酸盐缓坡。这些含煤陆源碎屑岩构成了栖霞期中期(即第2层序)发育碳酸盐的垫板,并构成了第1层序的海侵体系域和高水位体系域,其沉积相带如图2所示。

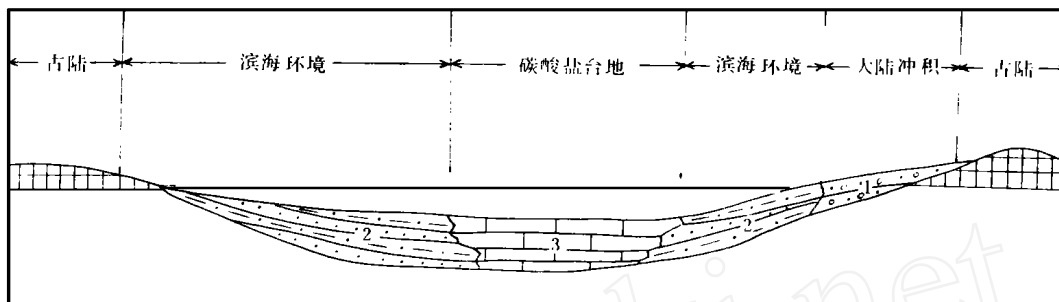


图2 湘鄂赣二叠系第1层序TST、HST沉积相展布示意图

1. 大陆冲积相; 2. 滨海含煤碎屑岩系; 3. 碳酸盐岩

Fig 2 Sketch to show the distribution of sedimentary facies of the transgressive systems tract and highstand systems tract in the Permian sequence 1 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region
1= fluvial facies; 2= littoral coal-bearing clastic rock series; 3= carbonate rock

通过第1层序的演化,至第2层序(栖霞期中期)时,海平面的持续上升,海水漫漫湘鄂赣三省,早时的古陆全部消失,区内成为碳酸盐沉积环境,成为统一的碳酸盐台地,开始了二叠纪巨型台地的发展演化。其沉积模式为统一的碳酸盐缓坡。第2层序的海侵体系域的岩相古地理格架清楚显示出这一沉积式样(图3)。在扬子北缘被动边缘盆地,伴随海平面上升和构造拉张出现了深水台盆环境,其岩相为硅质岩和灰岩,为深水缓坡。扬子克拉通盆地则为浅水碳酸盐岩台地环境,并可分为局限台地相和开阔台地相。局限台地相主要分布在鄂西的利川、恩施、咸丰一带,由生物碎屑灰岩、泥晶灰岩和暗色页岩构成,开阔台地相分布广泛,由一套薄至中层状的生物碎屑灰岩和泥晶灰岩构成。板内拉张盆地该时主要为开阔台地环境,在湘中、湘南一带,环境相对深一些,为台地至台盆环境,为深水缓坡,总体上其岩相特征与扬子克拉通盆地相似。华夏克拉通盆地可分为开阔台地相和局限台地相,其岩性与扬子克拉通盆地相似。

第3层序(栖霞期晚期)发育演化时限内,虽然海平面仍处于主体上升时期,但在被动边缘盆地和板内拉张盆地中发生拉张,区域上的沉积式样开始出现分异。在扬子北缘被动边缘盆地中,沉积环境也有较大的分异,北部的鄂西一带一直保持着浅水碳酸盐台地沉积环境,南部(被动边缘盆地的主体)早期为浅水缓坡,在最大海泛时期变成深水台盆环境,最后变浅成为浅水碳酸盐环境。扬子克拉通盆地仍保持了碳酸盐台地环境。第2层序中的局限台地消失,成为统一的开阔台地环境。板内拉张盆地中的沉积式样变化较大,在湘南一带,经第2层序演化至第3层序,成为一欠补偿盆地,靠扬子克拉通的盆地边缘为浅水碳酸盐缓坡,东北部(江西的萍乡、宜春、景德镇一带)也保持了浅水碳酸盐台地环境。华夏克拉通边缘为碳酸盐台地格局。在该层序的最大海泛期,研究区为统一的碳酸盐沉积区域,但在北边的被动边缘盆地和板内拉张盆地的湘南一带为台盆环境(图4),整体为台盆相间沉积式样。

2.2 茅口期

第4、5、6层序演化代表了湘鄂赣早二叠世茅口期的沉积特征和古地理演变,总的特点是沉积分异明显,也是研究区二叠纪海平面上升幅度最大的时期。

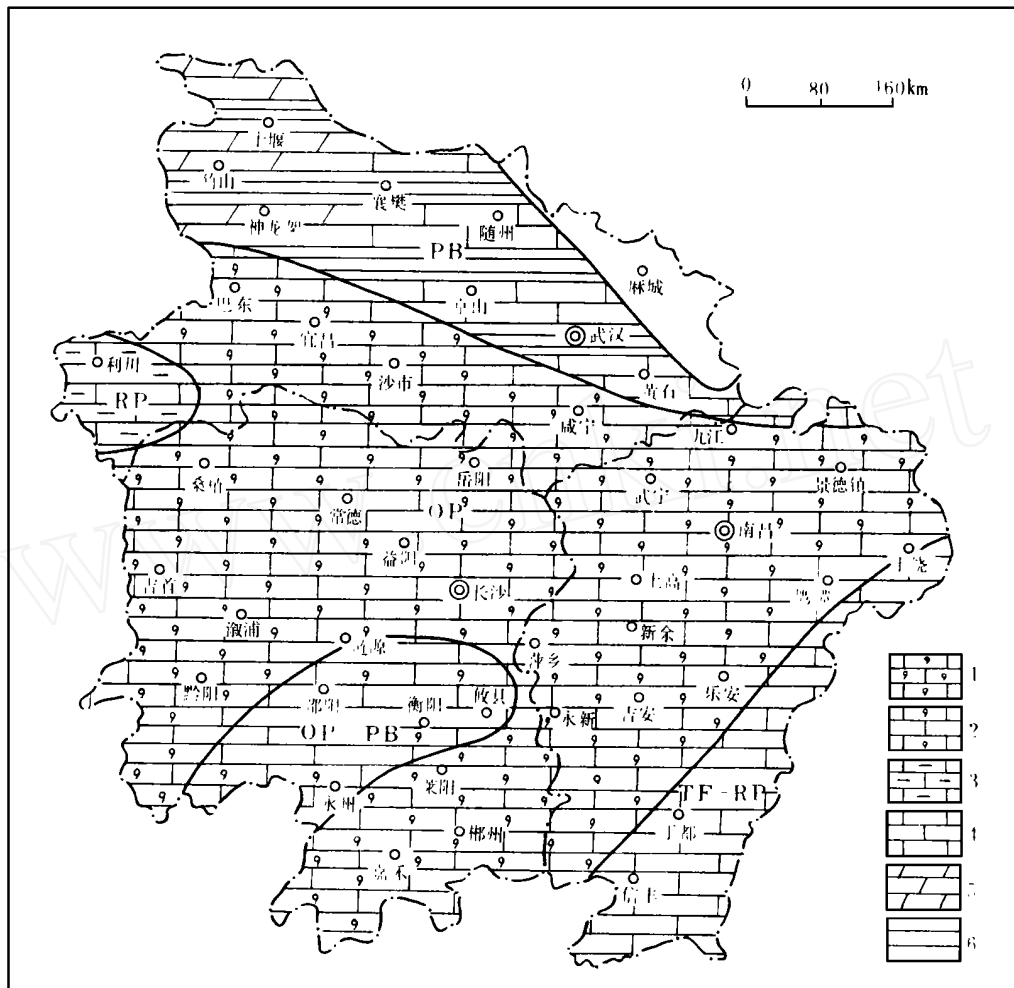


图3 湘鄂赣二叠系第2层序海侵体系城岩相古地理图

1. 主物碎屑灰岩; 2. 含生物碎屑灰岩; 3. 泥(质)灰岩; 4. 灰岩; 5. 白云岩; 6. 页岩;
OP. 开阔台地; RP. 局限台地; PB. 台盆; OP-PB. 开阔台地—台盆; TF-RP. 潮坪—局限台地

Fig. 3 Sedimentary facies and palaeogeography of the transgressive system s tract
in the Permian sequence 2 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

1= bioclastic limestone; 2= bioclast-bearing limestone; 3= marl/muddy limestone; 4= limestone;
5= dolostone; 6= shale; OP= open platform; RP= restricted platform; PB= intraplatform basin;

OP-PB= open platform-intraplatform basin; TF-RP= tidal flat-restricted platform

第4层序的沉积式样,在扬子北缘被动边缘经历了开阔台地—台盆—开阔台地的环境变迁,其岩相分别为生物碎屑灰岩、豹皮状灰岩—薄至中层状硅质岩—薄至中层状灰岩。第5层序则为欠补偿的深水盆地环境,岩性为硅质岩和硅质页岩。

扬子克拉通盆地在第4、5层序时期则为碳酸盐台地环境,均由一套向上变浅的碳酸盐岩组成,为开阔台地相的生物碎屑泥晶灰岩、含生物碎屑硅质泥晶灰岩和似层状灰岩和台内浅滩相的含骨屑砂屑亮晶灰岩以及白云岩生物碎屑泥晶灰岩,局部地段则出现了局限台地环境(辰溪中伙铺)。

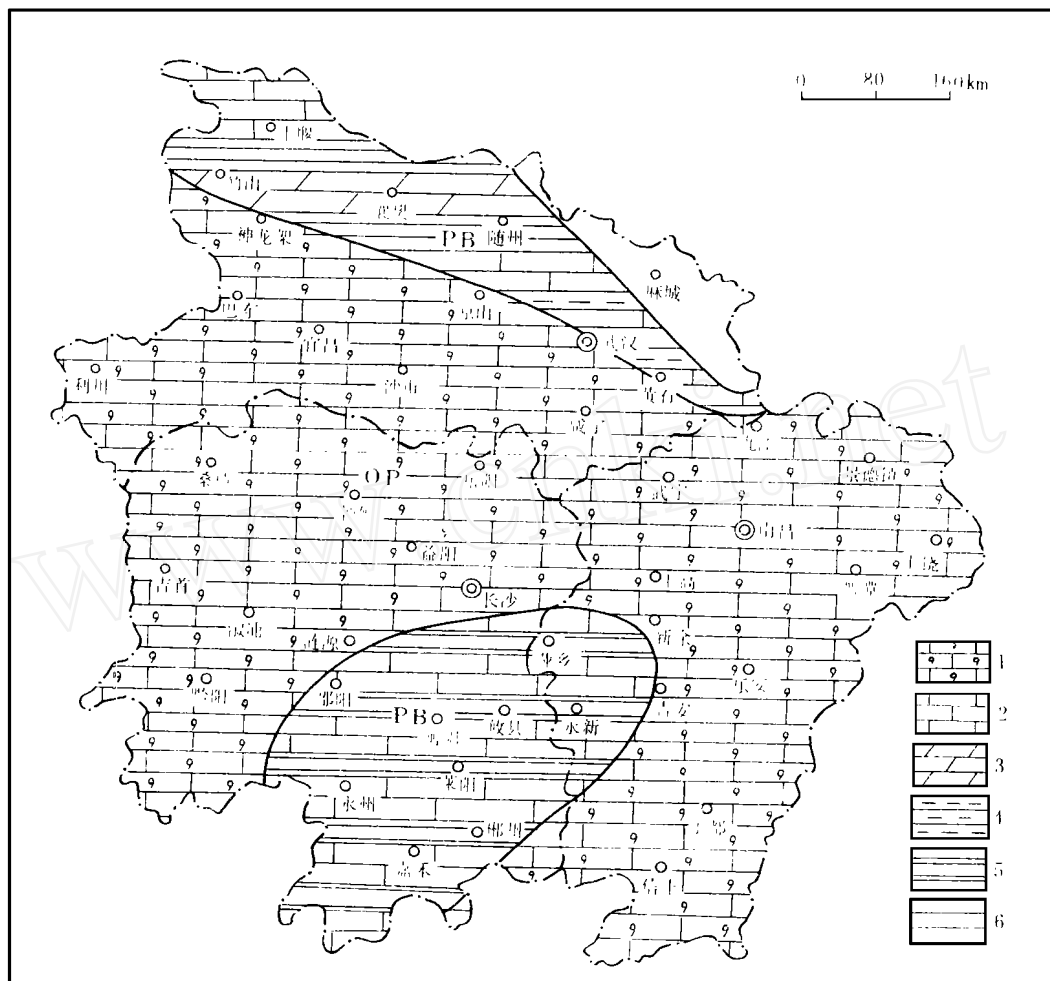


图4 湘鄂赣二叠系第3层序最大海泛期(凝缩层)岩相古地理图

1. 生物碎屑灰岩; 2. 灰岩; 3. 白云岩; 4. 泥岩; 5. 硅质岩; 6. 页岩; OP. 开阔台地; PB. 台盆

Fig. 4 Sedimentary facies and palaeogeography of the maximum marine flooding (condensed sections) in the Permian sequence 3 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

1= bioclastic limestone; 2= limestone; 3= dolostone; 4= mudstone; 5= siliceous rock;

6= shale; OP= open platform; PB= intraplate basin

此时的板内拉张盆地中的沉积分异明显, 在通道、绥宁、洞口、连源、醴陵以及萍乡、汝城一线以南地区为欠补偿的深水盆地环境, 由硅质岩、硅质泥岩组成, 而东北部则为碳酸盐台地环境。

华夏克拉通边缘盆地的沉积式样在该时期与区域上有所差异。第4层序经历了陆架相页岩—碳酸盐台地—陆源碎屑滨海相的演变。第5层序由一套陆源细碎屑岩构成, 保持着陆源碎屑滨岸环境。

第6层序代表了茅口晚期的沉积式样, 区域变化显著, 早期(发育海侵体系域的时限)分异明显(图5): 扬子北缘被动边缘盆地为欠补偿深水盆地, 为硅质岩和硅质页岩、泥岩; 扬子克拉通盆地为一开阔台地环境, 但在鄂西一带为台盆环境; 板内拉张盆地的深水台间盆地范围达到最大, 向东推至华夏克拉通边缘盆地的萍乡、安福、吉安、遂川一线。该盆地的东北部

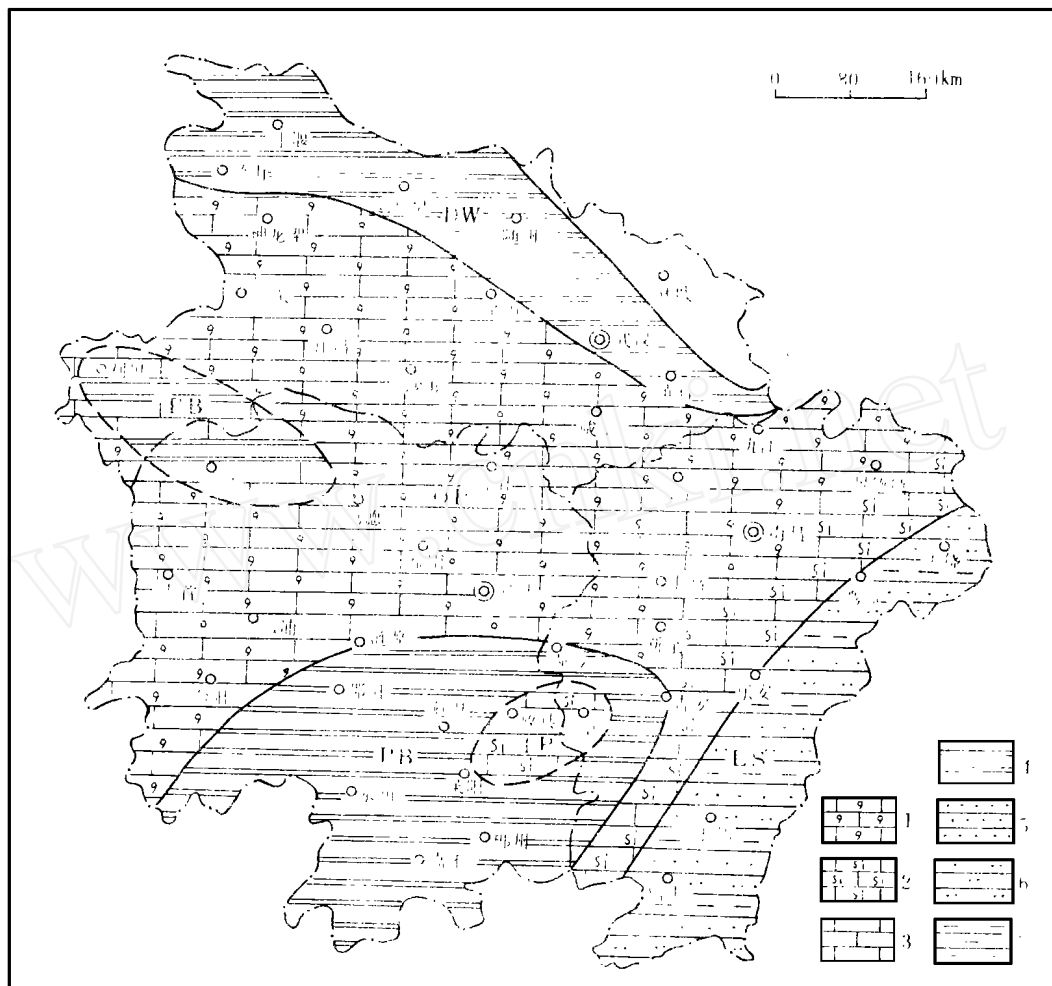


图5 湘鄂赣二叠系第6层序海侵体系域岩相古地理图

1. 生物碎屑灰岩; 2. 硅质灰岩; 3. 灰岩; 4. 硅质岩; 5. 砂岩; 6. 粉砂岩; 7. 泥岩;
OP. 开阔台地; IP. 孤立台地; PB. 台盆; LS. 滨海; DW. 深水盆地

Fig. 5 Sedimentary facies and palaeogeography of the transgressive system s tract
in the Permian sequence 6 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

1= bioclastic limestone; 2= siliceous limestone; 3= limestone; 4= siliceous rock; 5= sandstone;
6= siltstone; 7= mudstone; OP= open platform; IP= isolated platform; PB= intraplatform basin;
LS= littoral sea; DW= deep water basin

与扬子克拉通盆地成为统一的浅水碳酸盐台地环境。值得提出的是, 由盆内的拉张活动, 造成差异沉降, 在深水盆地中出现了孤立台地。华夏克拉通边缘盆地中沉积分异明显, 大致以鹰潭、临川、乐安、兴国、赣州、大余一线为界, 西边为碳酸盐开阔台地环境, 东边为陆源碎屑滨海沉积环境, 由一套石英砂岩、粉砂质泥岩、泥岩和泥质粉砂岩构成。晚期(高水位体系域发育的时限)沉积式样与早期有很大的改变(图6), 这可能与华夏古陆甚至云开古陆的剧烈隆升有关。其起因与构造活动相关。由于陆源碎屑的大量提供, 使得陆源碎屑沉积区和碳酸盐沉积区平分秋色, 占据了湘鄂赣地区。由于持续的拉张作用, 扬子北缘被动边缘盆地仍处于深水盆地欠补偿沉积环境, 岩相以硅质岩相为特色。扬子克拉通盆地为一宽广的碳酸盐台

地海域, 只在鄂西地区出现一个台盆沉积区, 其范围较早期向西收缩而变小, 这是受同生断裂活动的影响而形成。湘赣板内拉张盆地与华夏克拉通边缘盆地成为统一的陆源碎屑浅海盆地。大致以鹰潭、临川、崇仁、乐安、上犹、崇义一线为界, 东边为滨海至滨岸沼泽沉积, 为一套陆源碎屑岩和含煤陆源碎屑岩组合; 界线以西为陆源碎屑陆架环境, 岩相为陆源碎屑岩。

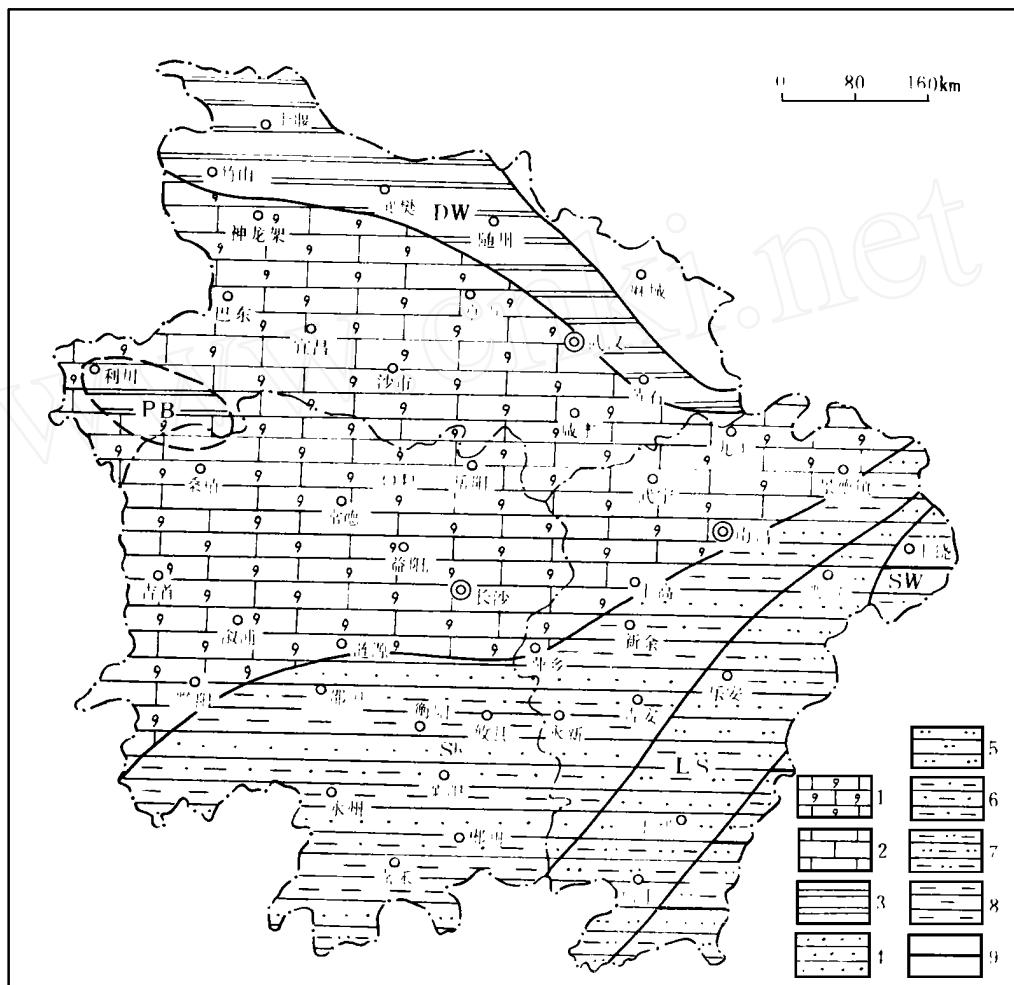


图 6 湘鄂赣二叠系第 6 层序高水位体系域岩相古地理图

1. 生物碎屑灰岩; 2. 灰岩; 3. 硅质岩; 4. 砂岩; 5. 粉砂岩; 6. 砂质泥岩; 7. 粉砂质泥岩; 8. 泥岩;
9. 煤层; OP. 开阔台地; PB. 台盆; DW. 深水盆地; Sh. 陆架; LS. 滨海; SW. 沼泽

Fig. 6 Sedimentary facies and palaeogeography of the highstand system tract in the Permian sequence 6 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

- 1= bioclastic limestone; 2= limestone; 3= siliceous rock; 4= sandstone; 5= siltstone; 6= sandy mudstone;
7= silty mudstone; 8= mudstone; 9= coal seam; OP= open platform; PB= intraplate basin;
DW= deep water basin; Sh= shelf; LS= littoral sea; SW= swamp

2.3 吴家坪期

第二叠世末的东吴运动, 对湘鄂赣地区的沉积盆地产生了巨大的影响, 盆地动力学发生转换, 沉积作用方式和沉积物性质也有所改变, 导致整个区域的古地理面貌的变革。第 7 层序的沉积展布代表了吴家坪期早期的古地理格局。在发育第 7 层序的低水位体系域期间, 区

内出现大面积暴露区、古陆、碎屑沉积和深水盆地并存的式样(图 7)。扬子北缘被动边缘以深水欠补偿盆地为主体,为硅质岩、硅质页岩组合,范围限于竹溪、随州、黄陂、黄州一线以北,其余为剥蚀区。扬子克拉通盆地全部升降成暴露剥蚀区,并在武岗、清州、城步一带出现范围较小的陆地。湘赣板内拉张盆地和华夏克拉通边缘盆地变成统一陆源碎屑充填盆地,早期的环境急剧变浅,大致以弋阳、鹰潭、临川、崇仁、泰和、遂川一线为界,界线以西为三角洲环境,为一套陆源碎屑含煤岩系;以东则为大陆冲积相陆源碎屑岩相。之后,随着海平面上升和拉张活动的作用,研究区沉积分异明显,该层序的海侵体系域期间较低水位期间有很大的改变(图 8)。扬子北缘被动边缘盆地的深水欠补偿盆地向南扩展至钟祥、京山、汉阳、武昌一线,岩相以硅质岩、硅质页岩为特征。这种急剧变化与拉张活动密切相关。扬子克拉通盆地

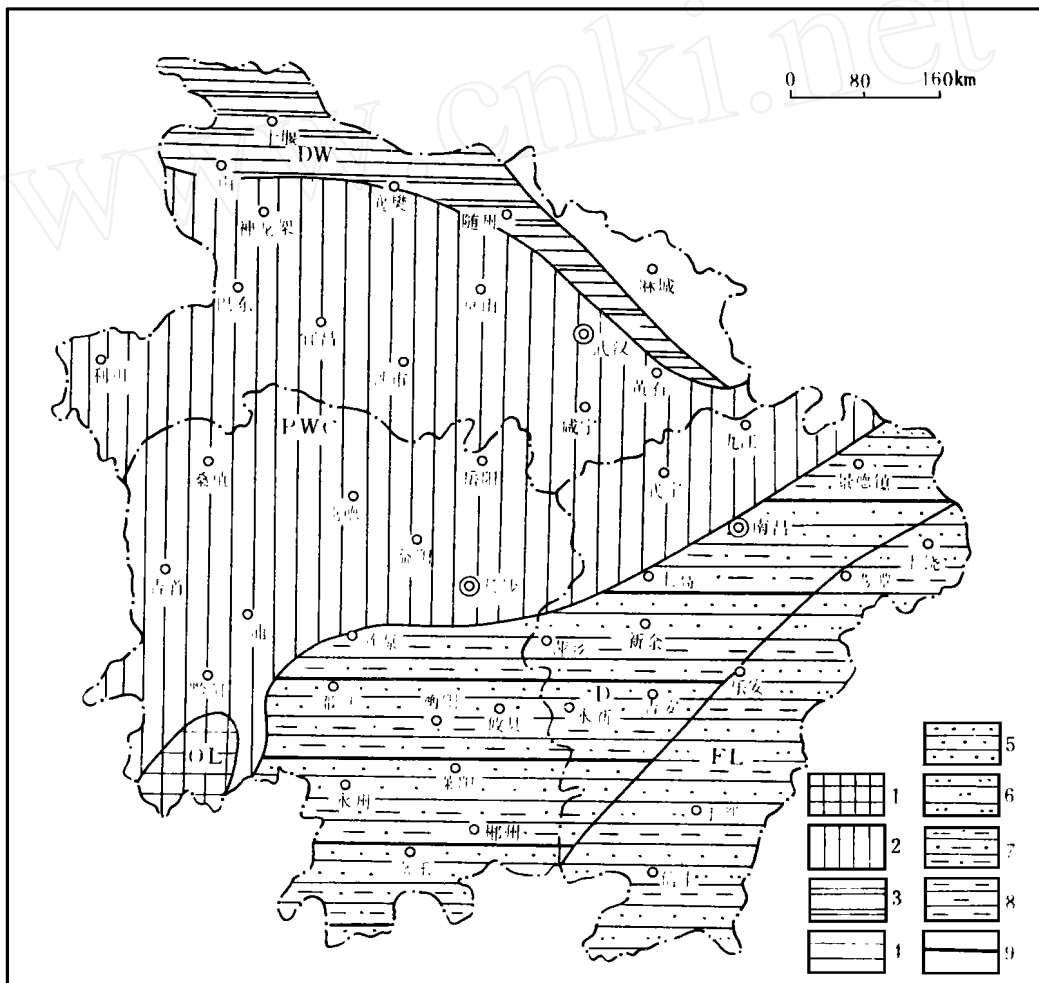


图 7 湘鄂赣二叠系第 7 层序低水位体系域岩相古地理图

1. 古陆(OL); 2. 古风化壳(PWC); 3. 硅质岩; 4. 页岩; 5. 砂岩; 6. 粉砂岩; 7. 砂质泥岩;
8. 泥岩; 9. 煤层; DW: 深水盆地; D: 三角洲; FL: 大陆冲积相

Fig 7 Sedimentary facies and palaeogeography facies and palaeogeography of the low stand system's tract in the Permian sequence 7 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

- 1= old land (OL); 2= fossil residue (PW); 3= siliceous rock; 4= shale; 5= sandstone; 6= siltstone;
7= sandy mudstone; 8= mudstone; 9= coal seam; DW= deep water basin; D= delta; FL= fluvial facies

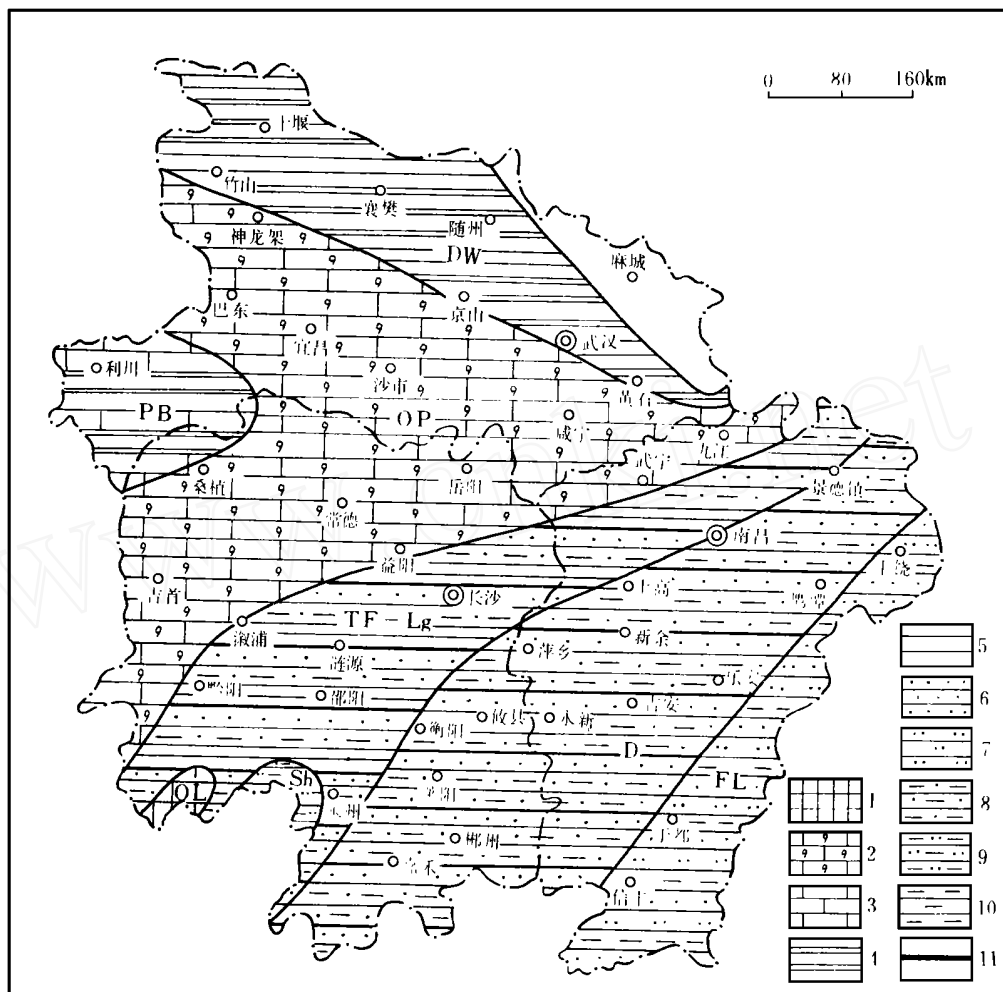


图8 湘鄂赣二叠系第7层序海侵体系域岩相古地理图

1. 古陆(OL); 2. 生物碎屑灰岩; 3. 灰岩; 4. 硅质岩; 5. 页岩; 6. 砂岩; 7. 粉砂岩; 8. 砂质泥岩; 9. 粉砂质泥岩; 10. 泥岩; 11. 煤层。OP. 开阔台地; PB. 台盆; DW. 深水盆地; TF-Lg. 潮坪—湖; D. 三角洲; FL. 大陆冲积相; Sh. 陆架

Fig. 8 Sedimentary facies and palaeogeography of the transgressive system tract in the Permian sequence 7 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

1= old land (OL); 2= bioclastic limestone; 3= limestone; 4= siliceous rock; 5= shale; 6= sandstone;

7= siltstone; 8= sandy mudstone; 9= silty mudstone; 10= mudstone; 11= coal seam; OP= open platform;

PB= intraplatform basin; DW= deep water basin; TF-Lg= tidal flat-lagoon;

D= delta; FL= fluvial facies; Sh= shelf

成为碳酸盐台地环境。在鄂西地区, 由于同生断裂活动的影响而出现台间深水斜坡—盆地环境, 由硅质岩和钙屑低密度浊积岩构成。板内拉张盆地和华夏克拉通边缘盆地范围, 大致以景德镇—波阳—南昌—高安—株洲—衡阳—道县—一线为界, 界线以东为潮坪—湖环境, 为一套含煤陆源碎屑岩系, 但在新宁、永州、双牌—一线以东南为浅海陆架环境, 为灰岩和泥岩, 局部尚有古陆存在; 界线以东地区, 仍保持了早期的沉积环境, 在玉山—横峰—金溪—南城—赣县—一线以东为大陆冲积相, 以西为三角洲环境, 发育的岩相为含煤陆源碎屑岩系。

尔后当海平面保持相对静止和逐渐下降, 形成了该层序的高水位体系域的沉积式样(图9)。与早期的海侵体系域岩相古地理面貌相比, 其总体面貌相似, 只是相带展布范围有所变

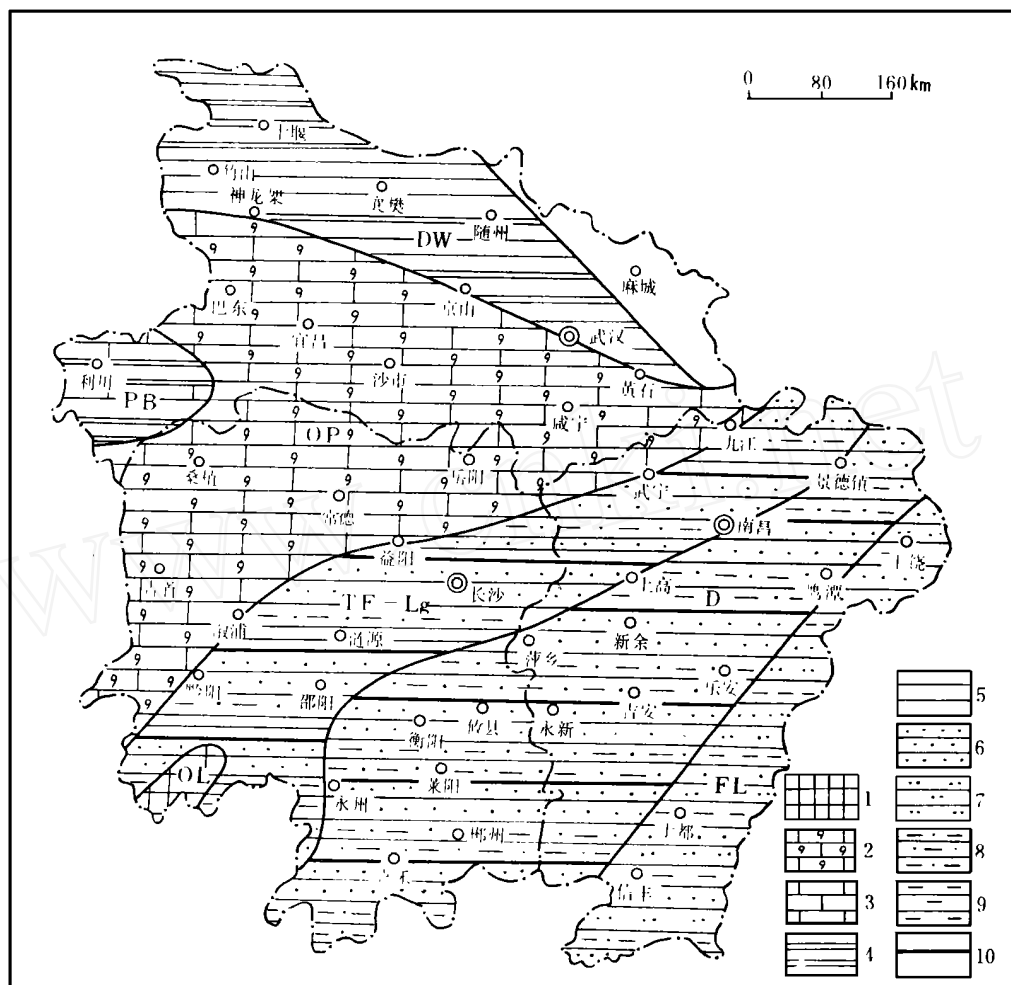


图9 湘鄂赣二叠系第7层序高水位体系域岩相古地理图

1. 古陆(OL); 2. 生物碎屑灰岩; 3. 灰岩; 4. 硅质岩; 5. 页岩; 6. 砂岩; 7. 粉砂岩; 8. 砂质泥岩; 9. 泥岩; 10. 煤层;
OP. 开阔台地; PB. 台盆; DW. 深水盆地; TF. 湖坪—湖; D. 三角洲; FL. 大陆冲积相

Fig. 9 Sedimentary facies and palaeogeography of the highstand system s tract in the Permian sequence 7 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

1= old land (OL); 2= bioclastic limestone; 3= limestone; 4= siliceous rock; 5= shale; 6= sandstone; 7= siltstone; 8= sandy mudstone; 9= mudstone; 10= coal seam; OP= open platform; PB= intraplatform basin; DW= deep water basin; TFLg= tidal flat-lagoon; D= delta; FL= fluvial facies

化。扬子北缘被动大陆边缘盆地深水沉积盆地范围向北略有缩减, 而成为碳酸盐开阔台地环境。扬子克拉通盆地主体仍为一浅水碳酸盐台地沉积环境, 只是在鄂西早期的台间盆地范围向西有所缩小。湘赣板内拉张盆地和华夏克拉通边缘盆地, 其总体为陆源碎屑沉积区域, 但早期的潮坪—湖环境展布范围向西收缩。三角洲环境向西扩展, 大陆冲积环境的范围也有所扩大, 在湘南早期局部的陆架环境, 此时已变成潮坪—湖, 为含煤陆源碎屑岩系。在武冈、绥宁、城步一带, 仍保持着古陆。

吴家坪期中期地层构成了该区的第 8 层序,其古地理面貌与层序 7 的非常相似。在被动边缘盆地仍保持着深水沉积盆地环境。扬子克拉通盆地保持了第 7 层序的古地理面貌,在鄂西地区为深水台面盆地环境,其余地区均保持着浅水碳酸盐台地环境。湘赣板内拉张盆地和

华夏克拉通边缘盆地保持了早期的古地理格局, 为三角洲环境和大陆冲积环境, 早期的古陆也存在。

吴家坪期晚期的地层构成了第9层序, 该层序代表了湘鄂赣区沉积古地理格局一次大的转变时期, 沉积式样也有较大的改变(图10)。扬子北缘被动大陆边缘盆地仍保持着深水盆地沉积环境, 为一套硅质岩和硅质页岩。扬子克拉通盆地保持着台地和台盆并存的沉积格局, 台盆主要发育在鄂西地区, 其岩相为硅质岩的低密度钙屑浊积岩。湘赣板内拉张盆地的沉积有较大的转变, 早期的古陆范围已变为滨海沉积环境, 湘南局部出现深水盆地欠补偿沉积海域, 其岩相为硅质岩和硅质页岩。其余地区为浅海陆架环境, 岩相为砂岩和泥岩。华夏

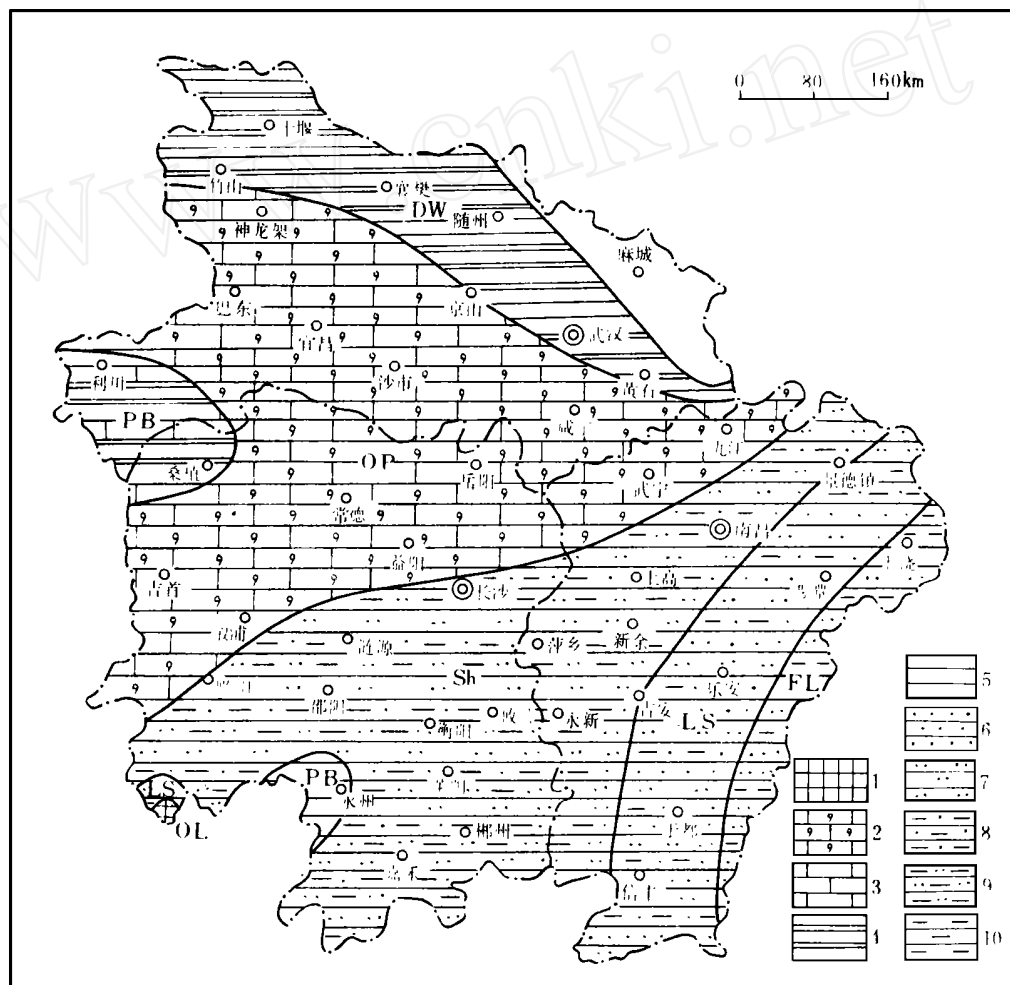


图10 湘鄂赣二叠系第9层序高水位体系域岩相古地理图

1. 古陆(OL); 2. 生物碎屑灰岩; 3. 灰岩; 4. 硅质岩; 5. 页岩; 6. 砂岩; 7. 粉砂岩; 8. 砂质泥岩; 9. 粉砂质泥岩; 10. 泥岩; L.S. 滨海; Sh. 陆架; FL. 大陆冲积相; OP. 开阔台地; PB. 台盆; DW. 深水盆地

Fig 10 Sedimentary facies and palaeogeography of the highstand system s tract in the Permian sequence 9 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

- 1= old land (OL); 2= bioclastic limestone; 3= limestone; 4= siliceous rock; 5= shale; 6= sandstone; 7= siltstone; 8= sandy mudstone; 9= silty mudstone; 10= mudstone; L.S= littoral sea; Sh= Shelf; FL= fluvial facies; OP= open platform; PB= intraplatform basin; DW= deep water basin

克拉通边缘盆地一部分为拉张盆地的浅海陆架环境相连, 另外地区为滨海环境和大陆冲积环境, 两者以玉山、上饶、南城、宁都、瑞金一线为界。

2.4 长兴期

湘鄂赣地区经历栖霞期、茅口期和吴家坪期的沉积古地理演变, 历经苍桑, 几经更替, 尤其是经历了茅口期与吴家坪期交替时间的重大变革, 进入长兴期时岩相古地理面貌与吴家坪期又有很大的区别, 表现出海平面上升速率快、幅度大、海水漫漫范围宽、沉积相带较复杂的特点。扬子北缘被动大陆边缘盆地, 整个长兴期均处于欠补偿盆地沉积环境, 其岩相为硅质岩和硅质页岩, 只是长兴期早期和晚期的展布范围有所不同, 早期相对较窄, 晚期已与扬子克拉通盆地的鄂西台盆沟通(图 11)。扬子克拉通盆地在长兴期早期(第 10 层序)的沉积式样与吴家坪期晚期有很大的不同, 大量发育台地边缘生物礁、台缘斜坡礁、台内礁滩等, 构成了中国南方二叠纪颇具特色的鄂西生物礁群, 相带展布齐全, 可分出局限台地、台地边缘、台前斜坡和台盆、开阔台地等微相带。同时在开阔台地环境发育风暴沉积。晚期(第 11 层序)基本保持了早期的沉积格局, 只是台盆范围扩大, 与扬子北缘被动边缘盆地相连(图 11)。同时, 台地边缘碎屑流、台盆中低密度浊流相发育。长兴期末期, 即发育第 11 层序的高水位体系域的时间范围, 沉积式样与早期相似, 只是一些相带的展布范围有所缩小(图 12)。湘赣板内拉张盆地一改早期的陆源碎屑陆架环境, 在其东北部(赣中地区)与扬子相连成为统一的浅水碳酸盐台地环境, 而在湘南的宁远、茶陵、双峰、涟源、冷水江、绥宁一线以南地区一跃成为欠补偿深水沉积盆地, 一直持续到二叠纪末。向扬子克拉通盆地方向以台地边缘斜坡、台地边缘相带与扬子克拉通盆地巨型碳酸盐台地相连。华夏克拉通边缘盆地在层序 10 时限, 西部为碳酸盐台地, 东部为陆源碎屑潮坪环境; 在第 11 层序的海侵体系域时限, 碳酸盐沉积区几乎覆盖全区而成为碳酸盐台地环境, 而早期陆源碎屑潮坪环境向东部收缩至上饶、铅山、资溪、驿前、瑞金一线, 该线以东为陆源碎屑潮坪环境; 末期, 即第 11 层序的高水位体系域的时限内, 该盆地的陆源碎屑潮坪环境向西推进至玉山、上饶、金溪、广昌、信丰一线。

3 岩相古地理演化特点及控制因素

通过对湘鄂赣二叠系地层进行层序地层研究后, 把层序地层研究成果采用层序地层编图法与岩相古地理研究结合起来, 其结果表明湘鄂赣二叠纪岩相古地理演化具有明显的继承性、不均一性、阶段性特点。

继承性特点是指在二叠系各个层序所代表的时限范围内, 地壳的活动区和稳定区的位置、海域性质和海侵方向、隆起和凹陷的部位、陆源碎屑的物源和推进方向、浅水沉积区域和深水沉积区域的位置、碳酸盐台地边缘及其空间配置基本一致, 只是在影响古地理演化的各种因素的作用下, 浅水沉积区域和深水沉积区域的范围及沉积物性质有所改变。以上述整个二叠纪的岩相古地理的沉积式样的时空演化可以证实这一点。

不均一性是指在同一层序, 甚至同一体系域内, 在不同沉积盆地(如第 4、5、6 层序所代表的时限内的扬子克拉通盆地和湘赣板内拉张盆地)经历了不同的沉积特征和发展历程, 同时同一盆地内(如湘赣板内拉张盆地)的不同部位, 也有着不同的岩相古地理演化特点。另外, 在同一盆地内(如湘赣板内拉张盆地)在不同时期(茅口期和吴家坪期)有着不同的沉积面貌和演化特点。

阶段性是指湘鄂赣二叠纪岩相古地理演化可以分为两个阶段和四个时期。早二叠世和

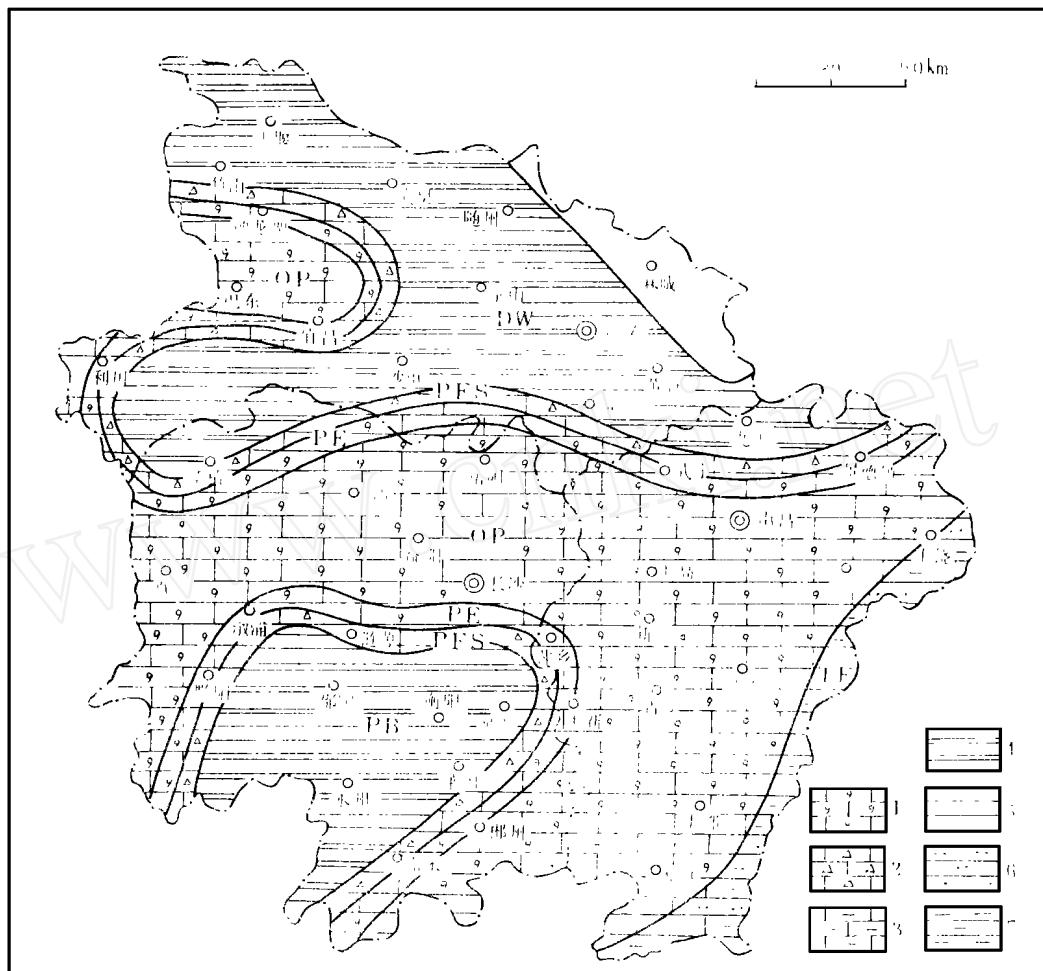


图 11 湘鄂赣二叠系第 11 层序海侵体系域岩相古地理图

1. 生物碎屑灰岩; 2. 角砾灰岩; 3. 泥(质)灰岩; 4. 硅质岩; 5. 页岩; 6. 粉砂岩; 7. 泥岩;
OP. 开阔台地; TF. 潮坪; PE. 台地边缘; PFS. 台地边缘斜坡; PB. 台盆; DW. 深水盆地

Fig 11 Sedimentary facies and palaeogeography of the transgressive system's tract in the Permian sequence 11 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

1= bioclastic limestone; 2= brecciated limestone; 3= marl/muddy limestone; 4= siliceous rock;
5= shale; 6= siltstone; 7= mudstone; OP= open platform; TF= tidal flat; PE= platform margin;
PFS= platform margin slope; PB= intraplatform basin; DW= deep water basin

晚二叠世具有不同的岩相古地理演化特点,但在有些方面又有可比之处,如早、晚二叠世地壳都有从稳定到活动的演化趋势。另外,一个极其显著的特点是,在扬子克拉通盆地中都是由碳酸盐缓坡发展而成碳酸盐台地。

综合起来,控制湘鄂赣二叠纪岩相古地理的主控因素是古气候、构造和海平面变化。

1. 古气候对岩相古地理的控制: 湘鄂赣二叠纪岩相古地理与中国南方二叠纪的气候息息相关。众多研究成果表明中国南方二叠纪时位于赤道附近的低纬度区,气候属于温暖潮湿型。这一气候特征致使湘鄂赣二叠纪沉积特点为: 发育了一套温湿气候条件下的沉积组合和生物组合,如碳酸盐沉积、含煤陆源碎屑沉积、生物礁沉积和广泛发育的放射虫硅质岩沉

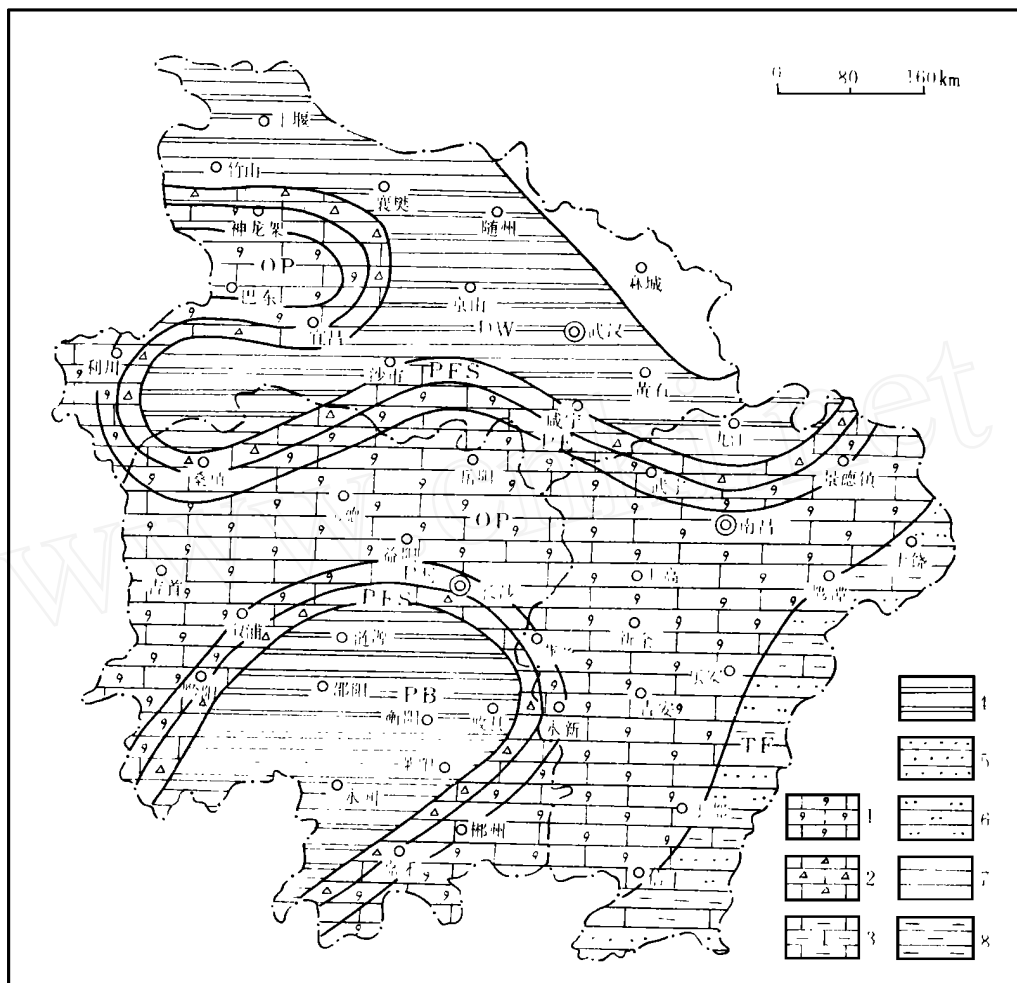


图 12 湘鄂赣二叠系第 11 层序高水位体系域岩相古地理图

1. 生物碎屑灰岩; 2. 角砾灰岩; 3. 泥(质)灰岩; 4. 硅质岩; 5. 砂岩; 6. 粉砂岩; 7. 页岩; 8. 泥岩;
OP. 开阔台地; TF. 潮坪; PB. 台盆; PE. 台地边缘; PFS. 台地边缘斜坡; DW. 深水盆地

Fig. 12 Sedimentary facies and palaeogeography of the highstand system tract in the Permian sequence 11 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

1= bioclastic limestone; 2= brecciated limestone; 3= marl/muddy limestone; 4= siliceous rock;

5= sandstone; 6= siltstone; 7= shale; 8= mudstone; OP= open platform; TF= tidal flat;

PB= intraplatform basin; PE= platform margin; PFS= platform margin slope; DW= deep water basin

积。与温湿气候相关的沉积作用和类型广泛发育,如生物沉积作用、缺氧沉积和风暴沉积。有利于化学风化,从而为海盆中提供大量的陆源碎屑物质和化学溶解物质,并形成象铝土矿、海泡石和锰矿等矿产。

2. 构造因素: 构造因素对岩相古地理的控制是多方面的,如古构造形成的基底的地形决定后期岩相古地理的基本面貌和水域性质;地壳的活动性,如研究区可以分为稳定区和半活动区,决定了其海域性质和沉积式样。扬子克拉通盆地为一稳定区,几乎全由浅水碳酸盐沉积和陆源碎屑沉积。而湘赣板内拉张盆地为半活动区,它除了有碳酸盐沉积和陆源碎屑沉积外,在很大的时限为一非补偿的饥饿盆地,主要为含放射虫、海绵骨针和空球虫的硅质沉

积。同时,同生断裂对岩相古地理控制作用也非常明显。在扬子克拉通盆地的鄂西地区,由于同生断裂的作用,导致了长兴期第10层序的台盆环境和台地边缘生物礁的形成,形成了颇具特点的鄂西生物礁群。其实,同生断裂对岩相古地理的控制是多方面的,如它控制了一些大型凹陷和隆起、深水沉积盆地的边界等,间接地对岩相古地理的面貌起到了决定性的作用。另外,构造运动对湘鄂赣二叠纪的岩相古地理起到了决定性和根本性的影响,如研究区发生于早晚二叠世之间的东吴运动,改变了整个早二叠世的海陆分布和沉积格局。

3. 海平面变化:海平面变化对岩相古地理控制是极其重要的,它不仅控制了海陆分布和沉积格局,而且决定了沉积类型和沉积式样。海平面的上升,使一些隆起、暴露地段沉没于水下,如栖霞期中期第2层序,使得研究区成为一片汪洋,除靠华夏古陆的地段,几乎全为清水碳酸盐沉积,岩性、岩相和厚度均较一致。海平面的下降,导致一些地区上升成陆地、或暴露,从而形成古风化壳和古溶喀斯特(如茅口顶部)。海平面的变化还影响着岩相古地理单元的迁移。另外,海平面变化决定了沉积物类型和沉积体系域,这点是显而易见的。

总之,某一地质时期一定区域的岩相古地理控制因素是多方面的,是这些因素共同作用的结果,尤其是构造因素和海平面变化。

4 沉积体系域模式

沉积模式实际上是对一个特定地质时期内的一定区域沉积环境的全面概括,也是对一个沉积区内某一地质时期沉积式样和相带展布的高度浓缩。

湘鄂赣二叠纪沉积式样的发展演化与中国南方二叠系沉积区的总体背景息息相关。中国南方二叠纪时是一个位于古特提斯大洋中,四周被深水包围的巨型台地,在其周边有一系列的水下隆起和古陆,当时的巨型台地位于赤道附近的低纬度区,属热带、亚热带的温湿气候区。但是在这巨型台地上存在着很大的分异。它发育在多种沉积盆地背景上,而表现出不同的演化历程和沉积特性,从而决定了在不同时期,在沉积相带的展布(沉积模式)也有很大的分列。

湘鄂赣二叠系的沉积类型比较复杂,并有四种不同类型的沉积盆地,因而其沉积模式是多种多样,难以一模拟括。为了探索整个二叠纪沉积相的时空演化,将以层序为基本单元逐一阐述每个层序中的各个沉积体系域的沉积模式,即沉积式样和相带展布。

栖霞期早期地层为第1个III级层序所占据。由于加里东构造升降,导致研究区大面积暴露,只在湘南和江西的于都一带,该时期有沉积,构成了该层序的陆架边缘体系域,其沉积模式如图13所示。尔后,随着海平面的上升,区内形成了统一的陆源碎屑和碳酸盐沉积共同发育的沉积式样,其沉积模式为混积型缓坡。该模式的特点是:靠陆部分为碎屑岩,向海逐渐过渡为碳酸盐岩。

栖霞期中期和晚期的地层构成了第2、3个III级层序。该时限范围是研究区沉积式样和沉积作用转换变革时期,控制其变化的主要因素为海平面变化。第2层序的海侵体系域和高水位体系域的沉积相带展布说明,其沉积模式为缓坡(图14)。第3层序开始发育时,由于湘鄂赣板内拉张盆地的构造拉张,改变了区内的沉积式样,出现台盆相间模式(图15)。台盆环境中为硅质岩沉积,台地上为一套向上变浅的碳酸盐岩。

茅口组的地层可分成3个III级层序,即第4、5、6层序。第4、5层序发育时间范围内,其基本的沉积模式为台盆和台地共同发育的沉积格局,即扬子北缘被动大陆边缘盆地为硅质

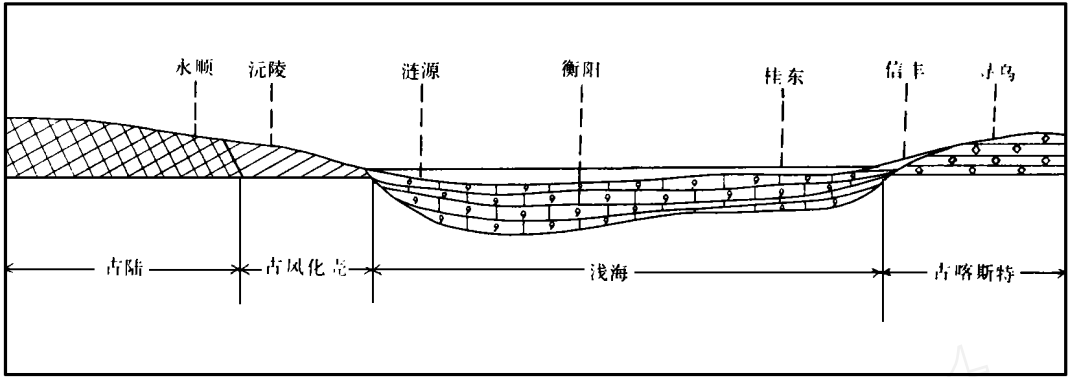


图 13 湘鄂赣二叠系第 1 层序陆棚边缘体系域沉积模式图

Fig. 13 Sedimentary model for the shelf margin system's tract in the Permian sequence 1 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

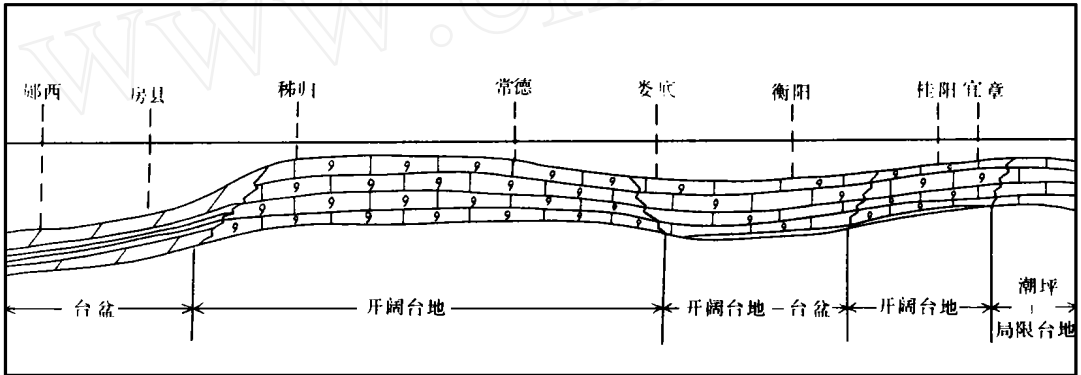


图 14 湘鄂赣二叠系第 2 层序海侵体系域沉积模式图

Fig. 14 Sedimentary model for the transgressive system's tract in the Permian sequence 2 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

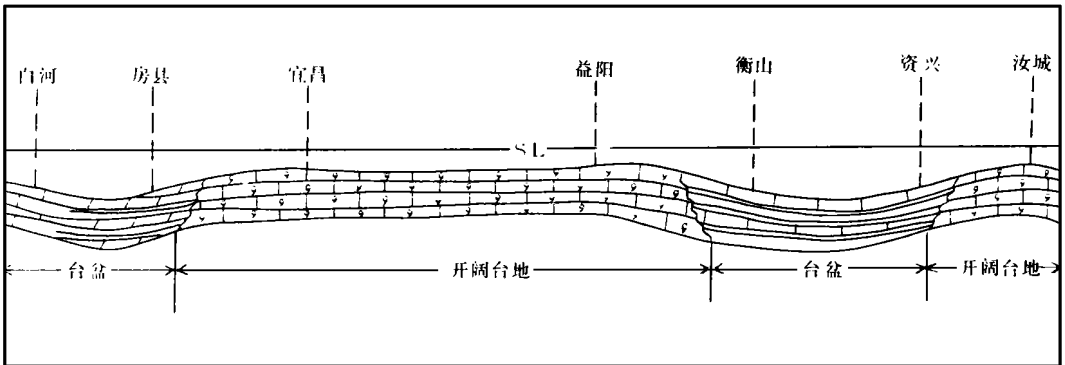


图 15 湘鄂赣二叠系第 3 层序最大海泛期(CS)沉积模式图

Fig. 15 Sedimentary model for the maximum marine flooding (condensed sections) in the Permian sequence 3 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

沉积欠补偿盆地; 扬子克拉通盆地为碳酸盐台地; 湘南一带为硅质沉积盆地; 华夏克拉通边缘盆地为浅水碳酸盐台地。在发育第 6 层序的海侵体系域时, 由于板内拉张盆地中同生断裂

活动强烈,产生差异性沉降,从而在沉水盆地中形成了孤立台地。同时,在鄂西地区,也因为同沉积断裂活动而产生差异性沉降,形成了台盆环境,从而形成了在扬子北缘被动边缘、扬子克拉通和板内拉张盆地范围内形成台盆相间沉积模式,而华夏克拉通边缘盆地则发育陆源碎屑滨海环境(图 16)。

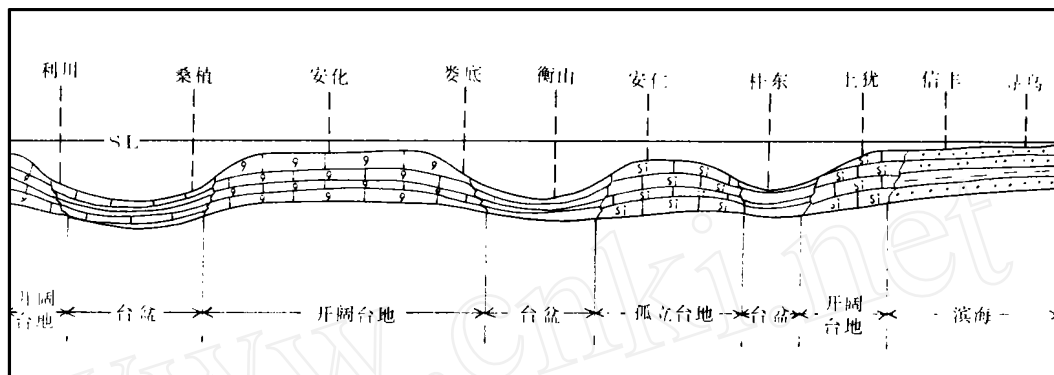


图 16 湘鄂赣二叠系第 6 层序海侵体系域沉积模式图

Fig. 16 Sedimentary model for the transgressive system's tract in the Permian sequence 6 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

尔后,海平面发生下降,形成该层序的高水位体系域,从而出现了不同的沉积相带展布格局(图 17)。此时,湘鄂赣地区出现两大沉积域,即碳酸盐沉积区和陆源碎屑沉积区。以乐平、南昌、宜春、萍乡、涟原、清洲一线为界,以北的沉积海域(覆盖扬子北缘被动边缘盆地和扬子克拉通盆地)以碳酸盐台地发育为主体,并有台盆深水环境,其沉积模式应为台盆相间模式。该线以南为陆源碎屑沉积海域,为一陆源碎屑海岸沉积模式,由东往西为沼泽含煤相、滨海相(前滨—远滨)和滨外陆架浅海相,再往西则与开阔台地相接。

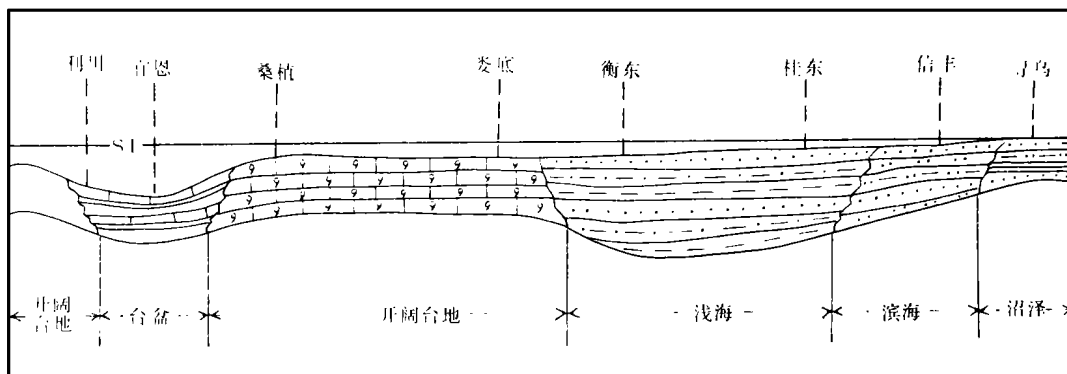


图 17 湘鄂赣二叠系第 6 层序高水位体系域沉积相带展布图

Fig. 17 Distribution of the sedimentary facies belts in the highstand system's tract in the Permian sequence 6 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

发生于早二叠世末和晚二叠世之间的东吴构造运动,改变了早期沉积古地理面貌,因而其沉积模式也发生相应的改变。一直保持深水欠补偿的硅质盆地环境的北缘被动边缘盆地,范围缩小,局部发生隆升而暴露。扬子克拉通盆地全部暴露而形成剥蚀区,形成分布广泛的风化壳。在城步、武冈、清州一带出现古陆。在华夏克拉通边缘盆地和湘赣板内拉张盆地中

为陆源碎屑充填型模式,由东往西为大陆冲积相和三角洲相,构成第 7 个Ⅲ级层序的低水位体系域的沉积式样(图 18)。随着海平面的上升和构造活动,北缘的深水盆地范围迅速向南扩展,扬子克拉通盆地迅速演化成浅水碳酸盐台地,在鄂西地区并发育成台盆深水环境,并在边缘出现一套潮坪。湖含煤碎屑岩建造。板内拉张盆地和华夏克拉通边缘盆地仍为陆源碎屑充填区,由东往西为大陆冲积相、三角洲相,其总的沉积式样显示出碳酸盐沉积和陆源碎屑沉积共同发育的特点(图 19)。可能反应出研究区海盆边缘构造演化的差异,即海盆的北、西、南三个边缘,其构造应力应为拉张,而东可能为挤压升降占主导。第 7 层序的高水位体系域沉积式样与海侵体系域基本一致,只是相带在范围上有所变化。第 8 层序的沉积相展布与第 7 层序十分相似。

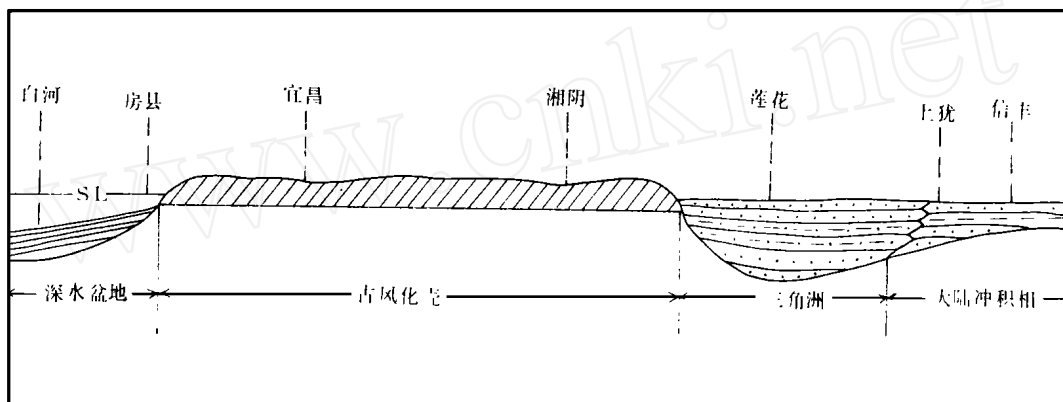


图 18 湘鄂赣二叠系第 7 层序低水位体系域沉积模式图

Fig. 18 Sedimentary model for the low stand system's tract in the Permian sequence 7 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

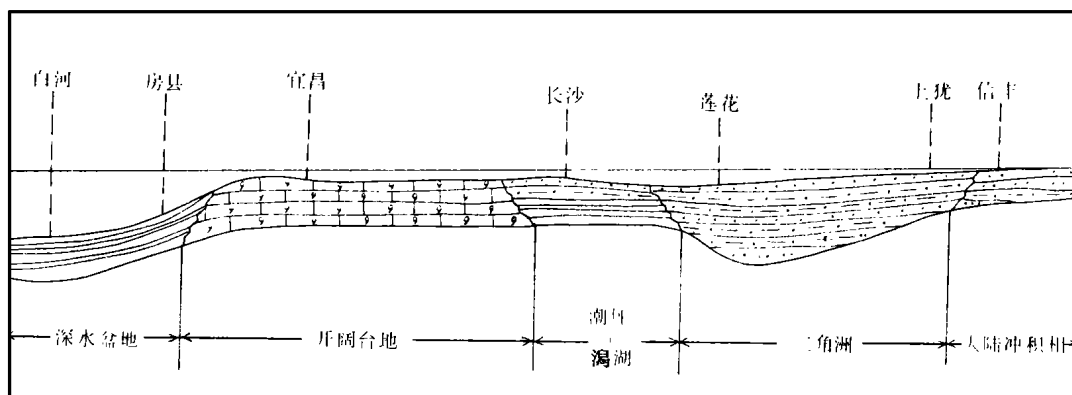


图 19 湘鄂赣二叠系第 7 层序海侵体系域沉积模式图

Fig. 19 Sedimentary model for the transgressive system's tract in the Permian sequence 7 in the Hunan-Hubei-Jiangxi region

第 9 层序的时限范围为吴家坪期中一次大的海侵时期,改变了第 8 层序的岩相古地理格局。扬子北缘被动大陆边缘盆地的深水盆地范围向南扩展。扬子克拉通盆地以浅水碳酸盐台地环境为主,其中的台盆深水环境较前期有所扩大。湘鄂赣板内拉张盆地也从三角洲相变为陆架相,局部成为台盆环境。华夏克拉通边缘盆地则为滨海相(占主体)和冲积相所占

据。上述的沉积构成了混积型缓坡模式(图 20)。

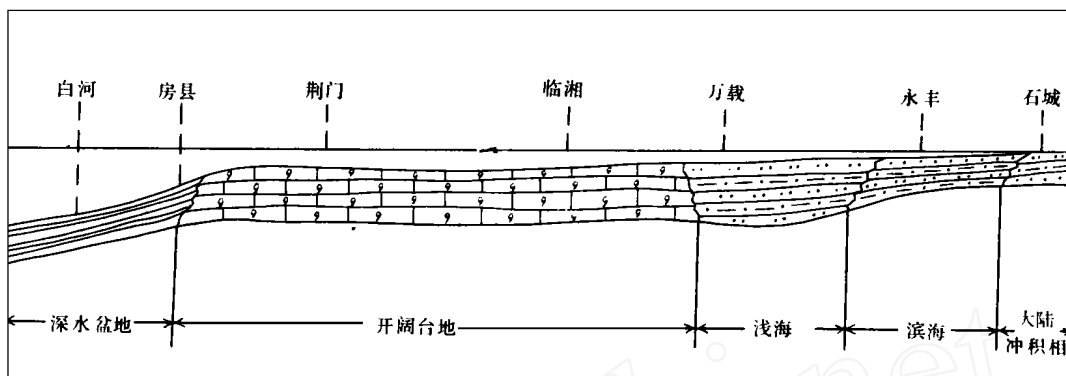


图 20 湘鄂赣二叠系第 9 层序高水位体系域沉积式样图

Fig. 20 Sedimentary model for the highstand system's tract in the Permian sequence 9 in the Hunan-Hubei/Jiangxi region

第 10 和第 11 两个层序构成了长兴期的地层层序, 两层序的沉积演化代表了长兴期的岩相古地理面貌的变迁。

第 10 层序和第 11 层序发育时期, 由于海平面的急剧上升, 使得早期的沉积环境发生重大的改变。整个湘鄂赣地区演化成为以碳酸盐沉积占绝对主体, 只在靠华夏边缘有一展布狭窄的陆源碎屑潮坪相带。碳酸盐台地也由缓坡型台地演化成镶边台地。这一变革的主要特征是表现为台地边缘相、台地边缘礁滩相和台地边缘斜坡相的大量发育。同时可以清晰分出碳酸盐台地的微相(图 21)。长兴期末期, 即第 11 层序的高水位体系域的沉积相带与海侵体系域一致, 只是有些相带的展布范围有所改变。根据这些沉积相带的展布可以看出, 长兴期的总的沉积式样应为台盆相间模式, 局部有陆源碎屑沉积, 此时深水盆地环境在整个二叠纪时期达到最宽。而此时的碳酸盐台地模式不是早期的缓坡型模式, 代之为镶边碳酸盐台地模式。

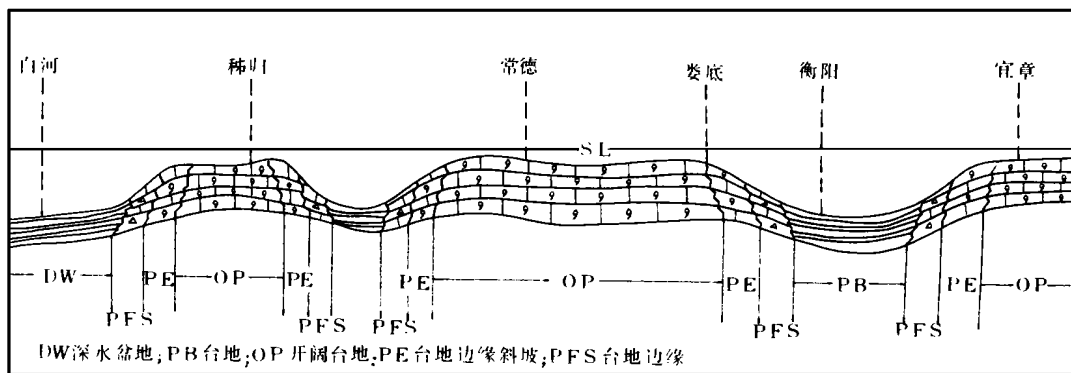


图 21 湘鄂赣二叠系第 11 层序海侵体系域沉积式样

Fig. 21 Sedimentary model for the transgressive system's tract in the Permian sequence 11 in the Hunan-Hubei/Jiangxi region

综合起来, 湘鄂赣二叠系沉积模式相对较复杂, 但也有其规律可循。从碳酸盐台地的生成和发育看, 早晚二叠世的生长历史具有相似性, 它们均是以陆源碎屑岩为垫板, 历经缓坡, 而发育成为台盆相间的沉积式样。但早二叠世的碳酸盐台地为缓坡型台地, 而晚二叠世的碳酸盐台地为镶边台地, 因而在沉积微相方面有较大的差别。从碎屑岩的沉积模式来看, 早

晚二叠世有较大差别。早二叠世以陆屑滨岸沉积环境占主体,而晚二叠世以三角洲充填序列为其代表。造成这些差别是因为盆地性质或者盆地演化阶段的差异和海平面升降的缘故。

主要参考文献

- 1 刘鸿允 中国古地理图 北京: 科学出版社, 1955
- 2 卢衍豪 中国寒武纪岩相古地理轮廓初探 地质学报, 1965, 45 卷, 4 期, 349~ 357 页
- 3 王鸿祯等 中国古地理图集 北京: 地图出版社, 1985
- 4 关士聪等 中国海陆变迁海域沉积相与油气 北京: 科学出版社, 1984
- 5 刘宝珺、许效松等 中国南方岩相古地理图集(震旦纪—三叠纪). 北京: 科学出版社, 1994
- 6 许效松、牟传龙、林明 露头层序地层与华南泥盆纪古地理 成都: 成都科大出版社, 1993
- 7 牟传龙、吴应林 中国南方三叠纪层序地层及海平面变化 岩相古地理, 1991, 第 2 期
- 8 牟传龙、许效松、林明 层序地层与岩相古地理编图 岩相古地理, 1992, 第 2 期
- 9 牟传龙、丘东洲、王立金、万方 湘鄂赣二叠纪沉积盆地与层序地层, 岩相古地理, 1997, 第 5 期

PERMIAN SEDIMENTARY FACIES AND PALAEOGEOGRAPHY IN THE HUNAN-HUBEI-JIANGXI REGION

Mou Chuanlong Qiu Dongzhou Wang Liqueun Wan Fang
Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, CAGS

ABSTRACT

The Permian sedimentary basins in the Hunan-Hubei-Jiangxi region developed on the South China continental block are classified into the passive marginal basin on the northern margin of the Yangtze craton, Yangtze craton basin, Hunan-Hubei-Jiangxi intraplate extensional basin and Hercynian pericratonic basin. The sedimentary sequences in individual basins have been established and correlated regionally in the light of fossil exposures. Moreover the sedimentary facies and palaeogeographic maps of the Hunan-Hubei-Jiangxi region have been worked out, and models for the depositional systems tracts proposed in the present paper.

Key words: sedimentary facies and palaeogeography, model for depositional systems tract, Permian, Hunan-Hubei-Jiangxi region