

文章编号 :1000-0550(2001)02-0256-07

试论控制断陷湖盆陆相层序发育的影响因素^①

胡受权¹ 郭文平¹ 杨凤根² 颜其彬³ 刘树根⁴ 童崇光⁴

1(中山大学地球科学系 广州 510275) 2(南京大学地球科学系 南京 210093)

3(西南石油学院勘探系 四川南充 637001) 4(成都理工学院石油系 成都 610059)

摘要 以南襄盆地泌阳断陷中生代陆相层序为例,探讨了控制断陷湖盆陆相层序形成和发育的影响因素。研究表明,基底构造沉降、物源供给、古气候波动及湖平面变化是控制断陷湖盆陆相层序发育的四大主要因素。在泌阳断陷湖盆中,区域性构造运动控制着盆地充填序列及构造层序,盆地边界断裂的脉动性控制着地震层序(层序组)及层序,物源供给速率与可容空间变化速率比值决定着陆相层序单元堆叠型式;古气候影响陆相层序发育的作用机理是通过影响物源及湖平面变化而产生效应,古气候周期性变迁决定着陆相层序中高频单元的发生、发展和定格,湖平面变化是研究断陷湖盆层序地层的主要内容,它直接控制着陆相层序诸多几何学方面的特征。这四大控制陆相层序发育的基本因素之间存在着一种特定的因果关系。

关键词 构造沉降 物源供给 古气候 湖平面 影响因素 陆相层序 泌阳断陷

第一作者简介 胡受权 男 1964 年出生 博士 副教授 沉积学、石油地质学

中图分类号 P539.2 TE121.3 **文献标识码** A

1 引言

层序地层学是七十年代由美国 Rice 大学 P. R. Vail 教授及其 Exxon 公司的同行们在地震地层学理论上发展起来的^[1],它首次对沉积地层成因机制和分布规律上加以分析,因而对含油气盆地生储盖组合的预测,具有十分重要的指导意义。然而,尽管层序地层学理论已注意到全球海平面波动、盆地构造沉降、物源供给变化和古气候变迁是层序形成的基本控制因素,但在这四个基本因素中何为主导因素的问题上,还存在着重大分歧。J. C. Van Wagoner 和 P. R. Vail 等人^[2]强调全球海平面变化是控制层序形成的主要因素,从而把层序旋回与全球海平面变化联系起来;而 A. D. Miall 等人^[3]则认为盆地构造沉降对层序形成起着主导作用。

进入九十年代,层序地层学已被广泛地应用于我国中生代陆相盆地中,但对于控制陆相层序形成和发育的影响因素问题,仍是众说纷纭、莫衷一是。本文以南襄盆地泌阳断陷中生代陆相层序为例,拟探讨控制断陷湖盆陆相层序形成和发育的影响因素。

泌阳断陷属南襄盆地的一个次级构造单元,面积约 1000 km²,平面上呈扇形展布,剖面上构成一个南深北浅的箕状断陷。泌阳断陷沉积地层自下而上发育上白垩统(K₂);下第三系玉皇顶组(E_Y)、大仓房组(E_d)、核桃园组(E_h)、廖庄组(E_l);上第三系上寺组(N)及第

四系(Q)。下第三系核桃园组(E_h)是该断陷湖盆油气勘探的主要目的层段,其沉积厚度大(最厚可达 3 500 m),湖相泥质岩发育,油源丰富;扇三角洲及三角洲储集体广布,尤其核三上段(E_h^上)。泌阳断陷以“小而肥”闻名全国,现已发现油田九个。

泌阳断陷中生代陆相地层的层序地层分析结果显示^[4],该断陷湖盆历经中生代压剪作用形成的小型拉分盆地、早第三纪张剪作用形成的裂陷盆地和晚第三纪拗陷作用形成的拗陷盆地等三个盆地原型的演化、叠合过程,分别形成该断陷湖盆的三个盆地充填序列及其所对应的三个构造层序(I、II、III);跨时分别为 80.6、41.7、23.3Ma;该断陷湖盆下第三系(构造层序 II)是其沉积盖层的主体,它包括七个地震层序(II_A、II_B、...、II_C)。跨时均介于 3.2~8.5Ma 之间,地震层序实际上是由多个层序构成的可供区域对比的层序组;下第三系核桃园组(地震层序 II_C、II_D、II_E、II_F)是该断陷湖盆的主要勘探目的层段,它包括 12 个层序(S₁、S₂、...、S₁₂)。跨时 0.72~2.95Ma 不等,其中,核三上段(地震层序 II_D)包括三个跨时分别为 1.08、1.40、1.02Ma 的陆相层序(S₄、S₅、S₆)。

对该断陷湖盆中生代陆相层序控制因素的研究结果表明,基底构造沉降、物源供给、古气候波动及湖平面变化是控制断陷湖盆陆相层序发育的主要因素。

^① 广东省自然科学基金资助项目(994113 号)及“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室开放基金项目(PLN9922 号)联合资助。

2 基底构造沉降

2.1 区域性构造运动控制着盆地充填序列及构造层序

泌阳断陷湖盆基底褶皱构造奠定于加里东运动,完成于印支运动。至早、晚白垩世之间,燕山期造山运动强烈,构造应力场以压剪作用为主,构造形迹呈右旋雁行排列,并在本区形成一系列小型右行拉分盆地,沉积作用表现为堆积一套上白垩统红色粗碎屑磨拉石建

造,形成了本区第一个盆地充填序列及构造层序(Ⅰ)。燕山运动晚幕,挤压褶皱活动加剧,拉分盆地消亡,结束了第一个构造层序的发育,形成了上白垩统与下第三系之间的构造不整合面(表1)。

晚白垩世末期,由于区域性北西西向唐河—栗园大断裂及北北东向栗园—泌阳大断裂的区域性张剪作用,形成了泌阳断陷湖盆,沉积充填了下第三系内陆湖盆砂泥建造。于是形成了本区第二个盆地充填序列及其构造层序(Ⅱ)。

表1 区域性构造运动与盆地充填序列及构造层序

Table 1 Correlation between regional tectonic movement and basin - fill sequence and tectonic sequence

地层系统		地 层 代 号	区域性构造 运动与构造层	构 造 层 序	盆 地 充 填 序 列
界	系(统)				
新 生 界	第四系 上第三系	Q N	N+Q 构造层 (喜马拉雅运动)	构造层序Ⅲ	新生代拗陷盆地 充填序列
	下第三系	E	E 构造层	构造层序Ⅱ	新生代断陷盆地 充填序列
中生界	上白垩统	K ₂	(燕山运动晚幕) K ₂ 构造层 (燕山运动早幕)	构造层序Ⅰ	中生代 拉分盆地 充填序列

早、晚第三纪之间的角度不整合是由喜山运动所造成的,这次褶皱运动的挤压作用力主要来自太平洋板块的向西挤压作用。另外,早第三纪末期,印度板块相对欧亚板块的挤压作用,对本区断陷湖盆的消亡亦有一定的影响。

自晚第三纪起,由于区域性地幔冷却回缩所导致的拗陷作用,形成了本区拗陷盆地,沉积一套内陆河流—冲积平原碎屑岩建造。因而形成了本区第三个盆地充填序列及其构造层序(Ⅲ)。

2.2 盆地边界断裂的脉动性控制着地震层序(层序组)及层序

对于一个陆相层序,由于盆缘边界断裂脉冲性活动初期,盆地基底快速沉降,物源区大幅度隆升,碎屑物快速供给,常形成冲积扇沉积,构成低水位体系域(LST);至断裂活动中早期,盆地基底稳定沉降,发生显著水侵现象,以退积地层堆叠型式为主,构成水进体系域(TST);至断裂活动中晚期,湖平面最高,此时盆地基底沉降缓慢,可形成高水位垂向加积—弱进积地层样式,构成高水位体系域(HST);至断裂活动晚期,盆底沉降渐趋结束,碎屑物源不断补给,可形成进积型地层叠置型式,构成水退体系域(RST)。因而,盆地边界断

裂的脉冲性活动,控制着一个陆相层序的发生和发展。

研究表明,泌阳断陷湖盆边界断裂于早第三纪至少发生过七次规模颇大的脉冲性活动,跨时3.2~8.5Ma,形成了Ⅱ_A、Ⅱ_B、…、Ⅱ_C等七个地震层序(层序组)。断陷区内三口典型井(由南往北分别选取泌185、泌93和泌12井等)的回剥方法处理显示,每次断裂活动所导致的盆地基底沉降速率各异,其中核桃园组(Eh)呈现一个明显的大旋回,即Eh₃^T沉降速率较小,至Eh₃^L及Eh₂则沉降速率加大,而Eh₁又再度减小。因而导致核桃园组本身沉积物粒度呈现粗→细→粗的变化规律。

在核三上段沉积时期,泌阳断陷湖盆边界断裂则发生过三次规模较小的脉冲性活动,跨时约1Ma,分别对应于层序S4、S5、S6。

3 物源供给

3.1 物源方向及其大地构造性质

对研究区核三上段重矿物平面展布规律研究显示,重矿物ZTR指数呈现由南向北明显增高的趋势,这表明物源方向来自湖盆南部,且主要源于研究区南部平氏物源区及东南部杨桥物源区。

对研究区泌 11 井、泌 47 井及泌 116 井核三上段砂岩碎屑成分进行 Dickison 图解表明^[5],其大部分岩样落入克拉通内部、过渡大陆及再旋回造山带(主要为石英再旋回)物源区,具有 Q、Qm 含量高及 F、L、Li 含量低的特点。由此可以推断,物源来自断陷湖盆南部及东部桐柏山脉,其母岩主要为太古界桐柏群和下元古界秦岭群的混合岩、片麻岩、片岩、大理岩,以及古生界二郎坪群和信阳群的细碧角斑岩、片岩、千枚岩、大理岩,部分为燕山期花岗岩。

据岩芯和薄片观察统计,泌阳断陷湖盆双河~赵凹地区碎屑岩的岩屑成分主要为石英岩、花岗岩、云英岩、千枚岩、绿泥石片岩及大理岩等,其陆源重矿物组合主要为石榴子石、锆石和云母、绿泥石等,其次为电气石、金红石、锐钛矿、锡石及少量绿帘石、榍石和角闪石。因此,推测其物源区的母岩性质主要为变质岩及酸性岩浆岩,这与现代桐柏山脉的岩石组成基本上是一致的。

3.2 陆相层序单元堆叠型式

通常地,当物源供给速率大于可容空间增长速率时,小层序组呈现进积型式;当物源物供给速率小于可容空间增长速率时,则呈现退积型式;当两者速率相等或相近时,小层序组呈现垂向加积型式。

泌阳断陷湖盆发育于隆起背景基础之上,北部为社旗断凸,东北部为伏牛山脉,东部、南部为桐柏山脉,为一北、东、南三面环山的山间盆地。这一大地构造背景,决定着其距离物源近、物源丰富之特点。因而,这类盆地即便是水进体系域或高水位体系域,亦可能出现进积型小层序组。

由于双河—赵凹地区南侧毗邻断裂陡崖,古地形高差甚大,加之在早第三纪核三上段沉积时期,正值该断陷湖盆发育鼎盛时期,湖水位颇高,潜在可容空间甚大,所以这时期发育的三个层序(S4、S5、S6)的小层序

组在各个体系域中的堆叠型式,基本可与 P. R. Vail 等人的所设计的相比较。

4 古气候信息

4.1 沉积物特征与古气候

泌阳断陷湖盆早第三纪沉积物颜色及结构特征较为复杂,但大体上呈现一定的变化规律:早期(玉皇顶组—大仓房组沉积时期)沉积物以红色色调、粗粒结构为主;中期(核桃园组第二、三段沉积时期)沉积物以深色调、细粒结构为主;晚期(核桃园组第一段及廖庄组沉积时期)沉积物以灰绿色—棕红色为主,其结构特征有变粗趋势。因而,泌阳断陷湖盆古气候演变经历了从亚热带—温带、干旱—半干旱气候,到温带、半湿润—湿润气候,而后又变为温带—亚热带、半干旱—干旱气候的一个旋回性过程。在沉积物特征上,反映出红—黑—红、粗—细—粗的变化规律。

玉皇顶组—大仓房组厚度巨大,分选性较差,以冲积扇—冲积平原作用为主,表明物源较丰富、堆积速度快。另外,在大仓房组顶部,紫红色泥岩可见到少量的石膏晶体及斑块。这反映了温热、干旱古气候特征。核桃园组第二、三段厚度较大,分选性较好,且深色湖相泥岩夹层甚为发育,沉积作用以扇三角洲—湖相沉积为主,牵引流性质较为显著,但在深湖—半深湖亦发育重力流沉积。这表明了温暖、潮湿的古气候特征。但在核二段底部出现代表湖盆强烈蒸发浓缩作用的多层天然碱层,表明古气候曾经历干旱、炎热过程。核桃园组第一段及廖庄组厚度不大,物源供给渐趋减少,沉积作用以缓坡型扇三角洲—冲积平原沉积作用为主,古地形平坦、开阔,湖水变浅。廖庄组中上部棕红、灰绿色泥岩中夹多层石膏层,表明古气候已转为干旱、炎热型。

表 2 泌阳断陷双河—赵凹地区核三上段氧化物比值与古气候类型

Table 2 Palaeoclimatic types and oxide ratio in the upper member of E_{h3} of Shuanghe-Zhaoao in Biyang fault-depression

层序	样品数	常量元素氧化物平均含量 * / %							几种氧化物比值					古气候类型
		Al ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄	MnO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	CaO/MgO	CaO/(CaO+Fe ₃ O ₄)	(K ₂ O+Na ₂ O+CaO+MgO)/(Al ₂ O ₃ +Fe ₃ O ₄ +MnO ₂)	K ₂ O/Na ₂ O	Al ₂ O ₃ /Na ₂ O	
S6	13	15.26	6.84	0.1359	3.19	6.11	10.61	4.08	2.600	0.608	1.0789	0.522	2.498	半干旱 ↓ 半潮湿
S5	11	9.92	6.12	0.3749	2.01	4.03	7.14	1.86	3.839	0.535	0.9377	0.499	2.462	
S4	19	16.80	7.50	0.1260	3.60	4.30	5.20	2.50	2.080	0.409	0.6389	0.837	3.907	
不同古气候类型氧化物比值范围 (据刘文彬,1993)								半干旱	1.55~5.25	0.68~0.78	3.00~3.15	0.13~0.26	0.86~2.89	半干旱
								半潮湿	0.94~4.28	0.20~0.67	0.66~0.89	0.40~0.56	4.80~5.31	半潮湿
								潮湿	0.37~0.90	0.04~0.26	0.02~0.66	1.00~0.66	6.62~31.25	潮湿

* 据中国科学院兰州地质研究所 X 射线荧光光谱全岩分析(1994)

据刘文彬对陕甘宁盆地古气候演变特征的研究结果,初步划定了不同古气候类型的氧化物比值范围^[6]。

计算结果显示(表 2),本文研究区核三上段所划三个层序的几种氧化物比值大多落入半潮湿—半干旱古气候类型范畴。

4.2 植物孢粉组合特征与古气候

利用植物孢粉属的复合分异度或信息函数 $H(s)$,能较好地反映古气候及其变化特征^[7]。泌阳断陷湖盆核桃园组的孢粉 $H(s)$ 平均值为 2.0~2.1;且孢粉化石组合反映其古植物群落面貌以亚热带、温带 *Ulmus*、*Quercus*、*Pinaceae*、*Taxodiaceae* 等为主;耐干旱的 *Ephedraceae* 较发育;此外,尚见一些亚热带分子:*Meliaceae*、*Rutaceae*、*Sapindaceae*、*Anacardiaceae* 等。这些孢粉化石组合特征说明泌阳断陷湖盆在核桃园组沉积时期总体处于亚热带—温带、干旱—半干旱的古气候条件下(图 1)。

但在这一古气候总体背景之下,核桃园组沉积时期仍存在次级古气候波动。从核桃园组沉积开始,*Ephedrites* 含量逐渐减少,大致到核三下段顶部降至

最低,表明这一阶段古气候向半潮湿~潮湿方向转化。但从核三上段中部开始,一直至核二段底部,*Ephedrites* 含量又逐渐增加,反映出本阶段又趋向干旱古气候特征演化。在核二段中,*Ephedrites* 基本上保持一个较高的含量水平,说明古气候持续相对干旱的特征。这种次级气候的变迁与泌阳断陷湖盆的湖水进退演化基本上是一致的。

4.3 古气候因素对陆相层序的影响

古气候是影响陆相层序发育的一个重要因素,其作用机理是通过影响物源及湖平面变化而产生效应(图 2)。

一般地,在炎热、干旱气候条件下,物源区物理风化作用强烈,粗碎屑物源丰富,湖平面相对较低,湖水浅且湖域窄,以冲积扇或扇三角洲沉积作用为主。该条件下形成的各级陆相层序单元厚度较大,进积—加积作用显著。相反,在温暖、湿润气候条件下,湖平面较高,湖水深且湖域宽,物源区以化学风化作用为主,物源中细碎屑组分及化学组分占主导,易形成湖相悬浮沉积作用及化学岩沉积(如泥灰岩等)。该条件下形成的层序单元厚度不大,以加积—退积作用为其特色,且湖相成分显著。

为了进一步探索小层序组及小层序中蕴藏着的古气候旋回信息,本文分别对泌 223 井核三上段自然电位(SP)测井曲线的中、高频信息进行傅里叶变换处理,获得其相应的频谱曲线(图 4 上),再经滤波技术处理后,可了解优势旋回的分布及旋回时限(图 4 下)。

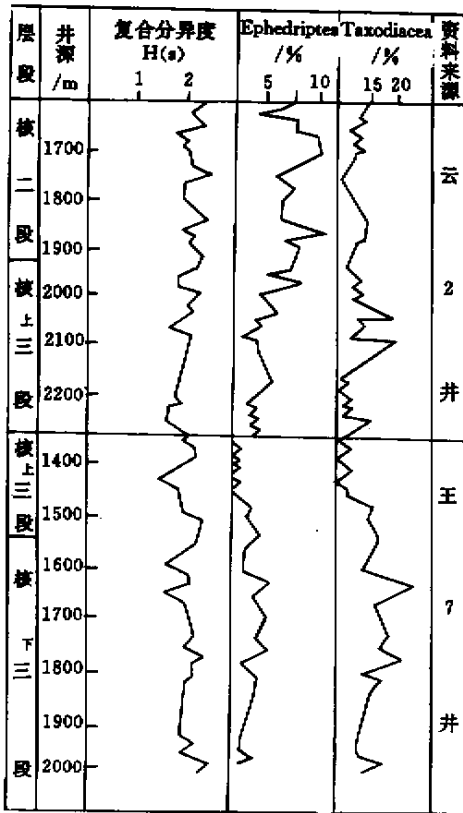


图 1 泌阳断陷核桃园组孢粉含量及其信息函数

Fig.1 Palynomorph content and its information function of Hetaoyuan Formation, Paleogene, in Biyang fault-depression

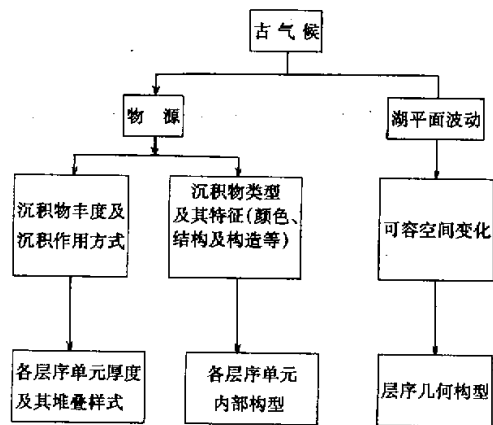


图 2 古气候对陆相层序影响机理框图

Fig.2 Framework of palaeoclimatic process mechanism to influence terrigenous sequences

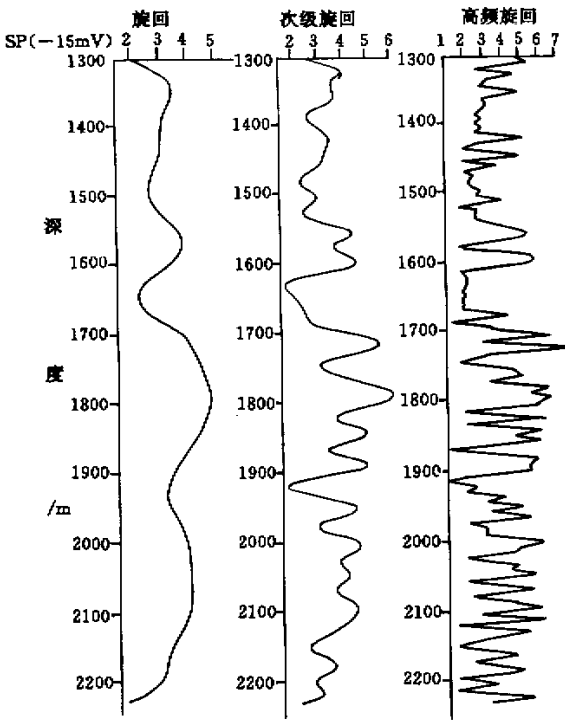


图 3 泌阳断陷双河—赵凹地区泌 207 井核三上段 (1 300 ~ 2 220 m) 沉积旋回分析
Fig.3 Sedimentary cycle analysis of the upper member of Eh₃ in Well B207 (1 300 ~ 2 220 m), Shuanghe-Zhaoao, Biyang fault-depression

图 4 显示, 高频旋回中优势旋回有四个, 其频率分别为 0.015、0.110、0.225 和 0.398 CPM, 故其波长分别为 66.67、9.99、4.44 和 2.51M, 按该井平均沉积速率为 2.40 米/万年计算, 这四个优势旋回的时限分别为 27.78、4.16、1.86 和 1.05 万年。这四个优势旋回周期分别与米氏旋回的偏心率周期 ($e = 10$ 或 40 多万

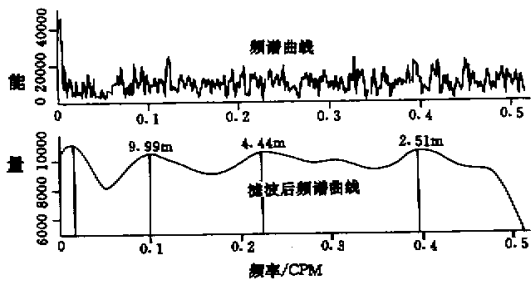


图 4 泌阳断陷双河—赵凹地区泌 223 井核三上段 (1 425 ~ 2 390 m) 自然电位曲线频谱分析
Fig.4 SP spectral analysis of the upper member of Eh₃ in Well B223 (1 425 ~ 2 390 m), Shuanghe-Zhaoao,

Biyang fault-depression

年) 倾斜率周期 ($\epsilon = 4$ 万年) 岁差周期 ($p = 2$ 万年) 及岁差半周期相当。由此可见, 泌阳断陷湖盆的高频层序是由地球轨道旋回所驱动的古气候周期性变迁所形成的。

5 湖平面变化及其与全球海平面的关系

湖平面升降是古气候与古构造的综合响应。干旱气候条件下, 湖泊蒸发量大于汇水量, 湖平面下降; 反之, 潮湿气候条件下, 湖泊汇水量大于蒸发量, 湖平面上升。这种气候变迁引起的湖平面升降为湖水位真升降 (气候型湖平面变化)。另外, 在构造运动过程中, 由于构造应力场作用而导致周缘山体抬升、盆地基底沉降, 造成盆地湖平面视升降 (构造型湖平面变化)。

湖平面真升降属古气候波动引起。据研究, 古气候周期性变迁的驱动力来自米兰柯维奇天文旋回, 其波动周期小于 0.1Ma, 属高频旋回, 控制着高频层序单元的发育。湖平面视升降属构造作用引起, 其周期性与区域构造运动的幕次性或控盆边界断裂活动的阶段性相对应, 属低频旋回, 直接控制着低频陆相层序单元的形成。

正如绝对海平面不可测一样, 绝对湖平面升降幅值也是不可测量的。实际上求取的皆为相对湖平面变化曲线。本文参照 Fischer 图解法, 建立了泌阳断陷湖盆核桃园组沉积时期的相对湖平面变化曲线。经与江汉盆地、苏北盆地、渤海湾盆地 (海) 平面及全球海平面变化对比研究发现 (图 5), 在湖 (海) 平面升降节奏上是大致合拍的, 但最大水侵幅度点出现的年代, 由南襄 → 江汉 → 苏北 → 渤海湾而逐渐变新, 这表明外海的影响有向内陆地区逐渐减弱之趋势, 且表明了中国中部新生代古海水有向北、向东逐渐退出之规律。

通过 (海) 平面变化对比可以推断, 尽管现今残存的下第三系小盆地大多数是彼此隔离的, 但它们之间当时曾彼此有过沟通, 其中, 区域性郟庐深大断裂带

全球平面变化		渤海湾盆地		苏北盆地		江汉盆地		南襄盆地	
时代	降	升	实际海平面	渤海湾	金湖断陷	白驹断陷	潜江断陷	泌阳断陷	
渐新世	晚	Chatian							
渐新世	早	Rupelian							
始新世	晚	Priabonian							
始新世	中	Bartonian							
始新世	早	Lutetian							
始新世	早	Ypresian							
古新世	晚	Thanetian							
古新世	早	Danian							
			据徐怀大(1991)				据 Vail(1977)		本文

图 5 泌阳断陷湖平面变化及其区域对比

Fig.5 Lacustrine level change and its regional contrast in Biyang fault-depression

在这些盆地的沟通上可能起着重要作用^[9]。

对于被动大地边缘盆地,海平面变化是控制沉积层序的最为重要的因素,而对于陆相湖盆,湖平面波动亦决定着陆相层序的发育。但是湖平面的波动与海平面的变化究竟有何关系,决定着层序地层学能否适应于全球性地层对比的问题。

对于近海湖盆,由于海泛作用可导致湖盆与外海一度沟通,且古气候及古构造对毗邻地区的影响具有一定的相似性,因而海平面变化对近海湖盆的湖平面波动有着某种程度上的相关性。随着向陆方向的距离加大,湖盆受海平面变化的影响渐趋减弱,而古气候变化及物源区抬升对层序发育的控制地位相对增强^[10]。对于象泌阳断陷这类发育于隆起背景上的山间盆地,其湖平面的波动与海平面变化更无因果关系,其湖平面的波动主要源于古气候变迁及基底构造沉降所致。

6 各大因素之间辩证关系

无论在野外露头上,还是在地震剖面上,抑或在钻井资料中,所观察到的陆相层序几何学特征都是可容空间发生变化的地层记录,尤其是陆相层序样式(小层序组类型及其体系域构成层序的方式)更是敏感的反映了可容空间变化轨迹。

可容空间是指沉积基准面之下可供沉积物堆积的场所^[11]。在陆相断陷盆地中,其变化等效于相对湖平面变化,即广义上的湖平面变化。

广义上的湖平面变化受控于基底构造沉降、古气候及物源三个因素,而物源又是基底构造沉降、古气候的函数(图 6)。因此,相对湖平面变化取决于基底构造沉降和古气候变迁,即基底构造沉降及古气候是影响可容空间的基本因素。

象泌阳断陷湖盆这类远离外海、发育于隆起背景上的山间断陷湖盆,全球海平面对其湖平面波动几无影响,其绝对湖平面变化完全取决于古气候变迁引起的湖水总量的增减,因而古气候变迁轨迹在某种意义上可真实地反映绝对湖平面变化。而基底构造沉降引起的湖平面变化乃属一种视觉假象,并无湖水总量的增减,故称其为湖平面视升降。

在另一种意义上,古气候及基底构造沉降又通过影响物源而对湖平面升降产生视觉效应,亦属另一种湖平面视升降现象(即沉积型湖平面变化)。物源是如何影响广义上的湖平面变化的呢?当物源丰富时,其沉积速率有可能超过可容空间增长速率,因而导致即使在高水位期亦可能出现进积现象,若物源极为丰富,则有可能导致湖泊淤浅,但湖域扩大,造成视觉上的水侵现象。因此在分析陆相层序时应多加注意。

综上所述,基底构造沉降及古气候是断陷湖盆陆相层序发育的两个最基本的变量,而物源是这两者的函数。虽然相对湖平面变化与可容空间相当,且直接控制着陆相层序的发育,但其实质上是基底构造沉降、古气候及物源的函数。明辨这四个控制陆相层序发育的基本因素之间的因果关系,对于建立陆相层序动力学模型,并进行陆相层序计算机定量模拟是极为有益的。

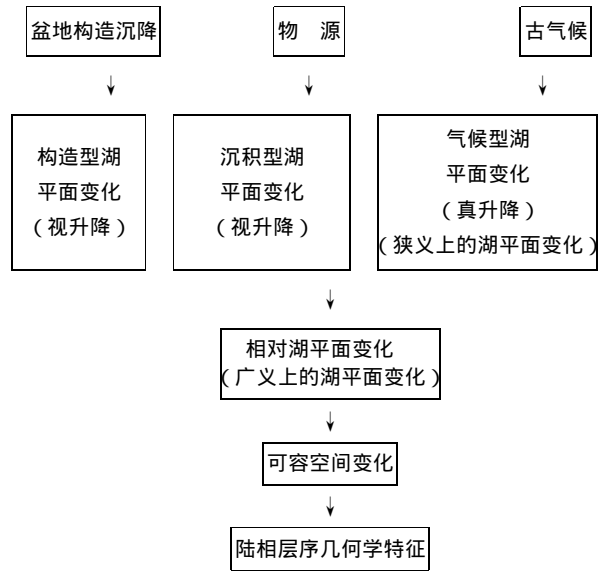


图 6 控制泌阳断陷湖盆陆相层序各大因素之间辩证关系

Fig. 6 Dialectical relationship between predominant factors to control terrigenous sequence of Biyang fault - depressed lacustrine basin

7 结论

(1) 基底构造沉降、物源供给、古气候波动及湖平面变化是控制断陷湖盆陆相层序发育的主要因素。

(2) 盆地充填序列与构造层序的形成受区域性构造运动所控制,地震层序(层序组)及层序则受控盆地边界断裂的脉动性所主导,高频层序受控于湖平面高频振荡性波动,而湖平面的这种变化又起因于米兰柯维奇轨道旋回所驱动的古气候变迁。

(3) 物源供给速率与可容空间变化速率比值决定着陆相层序单元堆叠型式,但物源供给及可容空间变化这两个变量又是基底构造沉降及古气候波动的函数。

(4) 古气候影响陆相层序发育的作用机理是通过影响物源供给及湖平面变化而产生效应,古气候周期性变迁决定着陆相层序中高频单元的发生、发展和定格。

(5) 湖平面变化是研究断陷湖盆层序地层的主

主要内容,它直接控制着陆相层序诸多几何学方面的特征。湖平面变化受控于基底构造沉降、古气候变迁及物源供给。

(6) 基底构造沉降、物源供给、古气候波动及湖平面变化等四个控制陆相层序发育的基本因素之间,存在着一种特定的辩证关系,明辨这四个控制陆基本因素之间的因果关系,将有助于建立陆相层序动力学模型,并进行陆相层序计算机定量模拟。

参 考 文 献

- 1 徐怀大译.层序地层学原理[M].北京:石油工业出版社,1993
- 2 Posamentier H W & Vail P R. Eustatic controls on clastic deposition I [Sequence and System Trac[A]. SEPM Special Publication[C]. No. 42, 1988, 126 ~ 148
- 3 Miall A D. Stratigraphic sequences and their chronostratigraphic correlation [J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1991, 61: 497 ~ 505
- 4 胡受权. 断陷湖盆陆相层序地层学研究[博士学位论文][D]. 成都: 成都理工学院, 1996
- 5 刘岫峰. 沉积岩实验室研究方法[M]. 北京: 地质出版社, 1991
- 6 刘文彬. 陕甘宁盆地泥质岩氧化物的比值及其古气候意义[J]. 地球科学进展, 1993, 8(6): 57 ~ 62
- 7 赵锡文. 古气候学概论[M]. 北京: 地质出版社, 1992
- 8 吴瑞棠主编. 现代地层学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989
- 9 徐怀大. 层序地层学理论用于我国断陷盆地分析中的问题[J]. 石油与天然气地质, 1991, 12(1): 52 ~ 57
- 10 Shanley K W. *et al.* Perspectives on the sequence stratigraphy of continental strat[J]. AAPG, 1994, 78(4): 544 ~ 568
- 11 Van Wagoner J C, Posamentier H W, Mitchum R M, *et al.* An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions[A]. In: Sea Level Changes: An Integrated Approach[C]. SEPM Special Publication. No. 42, 1988. 39 ~ 45

Study on Influential Factors of Terrigenous Sequence Formation and Development in Fault-depressed Lacustrine Basin

HU Shou-quan¹ GUO Wen-ping¹ YANG Feng-gen²
YAN Qi-bin³ LIU Shu-gen⁴ TONG Chong-guang⁴

1 (Department of Earth Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

2 (Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093)

3 (Petroleum Institute of Southwest, Nanchong, Sichan 637001)

4 (Technology University of Chengdu, Chengdu 610059)

Abstract

Mesozoic-Neozoic terrigenous sequence of Biyang fault-depression in Nanxiang Basin, is treated as a case to study influential factors of terrigenous sequence formation and development. Basement structural subsidence, sedimentary source recharge, palaeoclimate transformation and lacustrine level change are the four factors which are very important to control terrigenous sequence development in fault-depressed lacustrine basin. In Biyang fault-depressed lacustrine basin, regional tectonism brought about the formation of basin-fill sequence and tectonic sequence and pulsation of basin boundary faults led to the development of sequence sets/sequence. And the rate of source recharge and accommodation variation determined stacking styles of terrigenous sequence units. Palaeoclimate influenced the development of terrigenous sequence by the change of sedimentary source and lacustrine level, and its cyclical transformation determined the formation and evolution of high frequency sequence. Lacustrine level change, which is an important subject to study terrigenous sequence in fault-depressed lacustrine basin, directly controlled the terrigenous sequence geometrical characteristics. There is a specific dialectical causality between the four factors which are basic to control terrigenous sequence development.

Key words structural subsidence source recharge palaeoclimate lacustrine level influential factors terrigenous sequence Biyang fault-depression