

文章编号: 1009-3850(2014)03-0044-08

三角洲在拗陷盆地沉积中所占比例研究

张美华

(中国石化东北油气分公司勘探开发研究院, 吉林 长春 130062)

摘要: 在对全球现代三角洲体系统计分析的基础上, 将拗陷盆地沉积体系简化为河流-三角洲-湖泊, 建立沉积体系模型。后期沉积体系叠置在前期沉积体系之上, 同时也对前期沉积体系进行改造。每期沉积体系均发育有河流-三角洲-湖泊, 将其作为整体进行研究。假设盆地规模不变, 沉积基准面下降, 进积过程表现为河流沉积在盆地中所占比例增大, 沉积基准面上升, 退积过程表现为湖泊沉积在盆地中所占比例增大。变化过程中, 三角洲在盆地中所占的比例变化较小; 相对于沉积盆地, 三角洲体系不占主体地位, 而是处于一定的比例范围(三角洲总面积/盆地面积在 0~10% 之间)。因此三角洲的规模, 取决于沉积盆地的规模, 开展沉积相研究必须考虑宏观盆地尺度背景。

关键词: 三角洲; 河流; 湖泊; 沉积盆地; 规模; 比例关系

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

1 问题的提出

陆相拗陷湖盆具有水深浅、水域面积广的特点。地层产状近于水平, 地形坡度小于 1° 。湖泊的潮汐、波浪、湖流的作用相对于海洋较弱。因此, 三角洲主要受河流作用控制, 三角洲前缘可以一直伸展到半深湖中^[1]。假设两个盆地规模、形态、物源方向、水位线及沉积物注入量完全一致, 建立两类拗陷盆地的沉积模型(图1)。

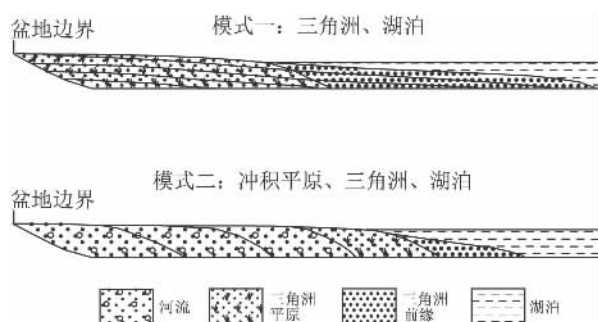


图1 拗陷盆地沉积模式图

Fig. 1 Sedimentary models for downwarped basins

由图1可知, 模式一认为沉积物以横向延伸为主, 且延伸距离较远, 三角洲平原与三角洲前缘沉积物可深入到湖盆中心较远位置, 由此产生的三角洲规模较大; 模式二认为沉积物横向延伸距离有限, 而纵向叠置明显, 三角洲前缘体系不能孤立地在湖盆中延伸, 必须以后方水上沉积物的推进为基础, 三角洲仅限于沉积物推进的前缘部分, 因此三角洲的规模较小。模式一的水上及水下沉积整体为一小坡度的长缓坡, 不存在明显的坡折; 模式二的水上沉积部分坡度平缓, 但在水陆交互部位存在明显坡折, 水下部分坡度增大。在模式一情况下, 在一个较小的湖盆中可形成规模相对较大的三角洲, 而在模式二情况下, 湖盆的规模决定了三角洲的规模, 湖盆、三角洲规模相对较小。

本文提出上述两种模式, 并运用遥感资料观测分析现代浅水盆地中的三角洲体系, 结合前人研究成果, 推论出的河流、三角洲、湖泊3种沉积相在盆地中的变化关系, 证明模式二更接近客观事实。

2 前人研究成果

收稿日期: 2014-05-06; 改回日期: 2014-05-08

作者简介: 张美华(1982-), 男, 工程师, 主要从事石油地质及沉积学研究。E-mail: zhangmeiyin@foxmail.com

近年来,国内专家对我国松辽盆地、鄂尔多斯盆地、渤海湾盆地等地区的坳陷盆地三角洲开展了沉积特征及砂体展布方面的研究,取得了丰富的研究成果,对三角洲的尺度和规模也有了一定的认识。在坳陷湖盆背景下,三角洲分流河道从湖盆边缘往盆地中央延伸 20~100km^[2-3]。也有学者对松辽盆地姚家组坳陷湖盆研究后认为:湖岸线距离物源区距离大于 200km,三角洲体系往湖盆内伸展约 20km^[4]。松辽盆地南部青山口组二段保康三角洲面积约 3000km²^[5]。对渤海湾盆地新近系的研究认为,其以河流相为主,但在盆地中部存在浅水湖泊及三角洲沉积^[6]。松辽盆地坳陷期三角洲单体面积可达 2000km²,河口堆积面积约占三角洲单体的 1/5,水下分流河道和水下分流河道间面积占三角洲单体的 2/5,延伸可达 50km^[7],也有观点认为三角洲前缘席状砂宽度可达 85~110 km^[8]。

对内蒙古内陆湖岱海的考察结果表明,湖盆周围发育 10 余个三角洲^[9]。现代鄱阳湖赣江三角洲平原延伸约 40km,洪水位与枯水位之间的下三角洲平原延伸约 15km,赣江三角洲面积约 1544km²,湖盆水体面积季节性变化从 146~4647km² 不等^[10]。对现代青海湖布哈河三角洲的研究成果认为,三角洲前缘是三角洲平原在水下的延伸部分,三角洲前缘水深不超过 7m,向湖中延伸约 1~3km^[11]。

前人的研究成果着重于三角洲微相特征及砂体变化规律,对三角洲宏观规模的描述较为粗略,对三角洲规模与盆地规模之间的内在联系并未涉及。三角洲的发育受物源供给、可容纳空间等因素控制,但其发育规模是否仅受可容纳空间制约?在物源供给充足的情况下,是否会出现全盆都是三角洲的现象?这些问题尚未有相关研究。因此,本文尝试从盆地出发,将河流、三角洲、湖泊 3 种沉积相统一考虑,建立盆地充填模式。

3 三角洲与盆地的关系

3.1 现代湖盆实例分析

通过统计世界上 21 个现代大型浅水湖盆的水域面积、三角洲面积、冲积平原面积等参数,定量地评价盆地中各种沉积体系的比例关系(表 1)。

从三角洲与湖盆水域关系来看,三角洲总面积/水域面积的最大值为 0.58,单个三角洲面积/水域面积最大值为 0.49,该值出现在巴尔喀什湖,其中典型的伊犁河三角洲面积可达 8211km²;从盆地角度来看,三角洲总面积/盆地面积最大值为 0.10,单

个三角洲面积/盆地面积最大值为 0.09。而由于气候和海拔等多种因素作用,一些盆地中,大型三角洲体系并不发育,如位于亚寒带的冰川成因湖—拉多加湖,位于热带湿润条件下的河流淤塞湖—洞里萨湖,热带草原气候下的坳陷湖—维多利亚湖,其中维多利亚湖由于水源充分,湖盆水位变化较小,水质较清,湖盆周缘三角洲相对不发育,仅能观测到一些小规模的三角洲体系。

表 1 中典型三角洲面积大于 4000km² 的三角洲有 5 个,形成这些三角洲的河流上游所对应的冲积平原(河流相)面积巨大,三角洲距离物源区远,盆地规模巨大。因此可以认为三角洲的绝对面积与盆地规模有关,大型三角洲产生于大型盆地当中。

统计结果显示,图 1 中模式一在坳陷浅水湖盆中是不存在的,该模式适用于短轴物源扇三角洲体系,多产生于盆地周缘地形较陡,海拔高差较大情况下,但这类扇三角洲平面延伸范围有限,表 1 中内陆构造湖青海湖、哈拉湖、乌布苏湖、赛里木湖周缘多发育扇三角洲。以乌布苏湖为例(图 2),湖盆水位下降明显,盆地周围沉积物迅速向湖盆中心推进,湖盆东部有一个主要物源,到盆地内形成了较大规模的曲流河冲积平原,该曲流河在盆地内延伸达 200km,到下游距湖岸线 25km 处才形成 1 号三角洲,符合图 1 中的模式二。

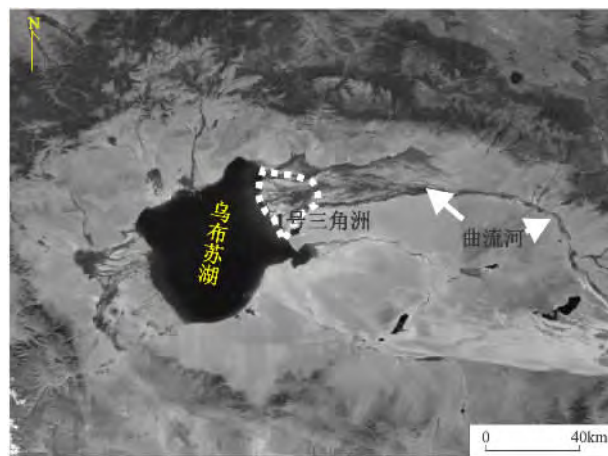


图 2 乌布苏湖盆地卫星遥感图((据谷歌地图 2014)

Fig. 2 Satellite remote-sensing image of the Uvs Nuur lake basin

3.1.1 巴尔喀什湖盆地

巴尔喀什湖是内陆冰川堰塞湖,水域面积达 16793km²,湖盆西部最大水深 11m,东部最大水深 25.6m,平均水深 5.8m,湖水面海拔 338m,属于温带大陆性气候,盆地内多为干旱沙漠地貌。

巴尔喀什湖盆地为山间盆地(图 3),其湖盆包

表 1 世界典型浅水湖盆三角洲体系统计表

Table 1 Statistics of representative shallow lake delta depositional systems in the world

序号	湖名	水域面积 (km ²)	盆地面积 (km ²)	三角洲总面积 (km ²)	冲积平原总面积 (km ²)	三角洲总面积 /水域面积	三角洲总面积 /盆地面积	冲积平原面积 /盆地面积	大型三角洲 数目	最大水深 (m)	典型三角洲名称	典型三角洲 面积(km ²)	典型三角洲面积 /水域面积	典型三角洲面积 /盆地面积
1	青海湖	4277	7611	628.6	2705.4	0.15	0.08	0.36	5	32.8	布哈河三角洲	199	0.05	0.03
2	哈拉湖	592	2133	58.6	1482.4	0.10	0.03	0.69	4	65	4号三角洲	18.7	0.03	0.01
3	维多利亚湖	66035	1000000							82	卡盖拉河三角洲	5	0.00	
4	渤海	77284		13000	490000	0.17			3	86	黄河三角洲	5911	0.08	
5	乌布苏湖	3350	20332	1580	15402	0.47	0.08	0.76	4		1号三角洲	562	0.17	0.03
6	鄱阳湖	4125	20000	1824	14051	0.44	0.09	0.70	1	30	赣江三角洲	1824	0.44	0.09
7	萨雷卡梅什湖	3897							1		1号三角洲	37.5	0.01	
8	里海	386400		31005		0.08			3	1025	伏尔加河三角洲	18746	0.05	
9	拉多加湖	16861								230	三角洲不发育			
10	伊尔门湖	893		288.7		0.32			2	10	洛瓦特河三角洲	182	0.20	
11	凡湖	3461	4325	259.8	604.2	0.08	0.06	0.14	5	100	Ercis三角洲	94.5	0.03	0.02
12	马拉开波湖	11474	55842	153.2	44214.8	0.01	0.00	0.79	2	34	卡塔通博河三角洲	93.4	0.01	0.00
13	奥基乔比湖	1273		55.8		0.04			1	6	基西米河三角洲	55.8	0.04	
14	亚速海	37600		4942		0.13			2	14	库班河三角洲	4345	0.12	
15	赛里木湖	465	758	49.2	243.8	0.11	0.06	0.32	3	106	1号三角洲	12.9	0.03	0.02
16	塔纳湖	3067	5996	579	2350	0.19	0.10	0.39	2	72	gilgel abay河三角洲	332	0.11	0.06
17	巢湖	784			16800					7.98	南淝河口砂坝	2.48	0.00	
18	琵琶湖	690	1426							103	安曇川河口砂坝	2	0.00	0.00
19	咸海	64500		12065		0.19			2	69	阿姆河三角洲	10000	0.16	
20	巴尔喀什湖	16793	141452	9823	114836	0.58	0.07	0.81	3	25.6	伊犁河三角洲	8211	0.49	0.06
21	洞里萨湖	16000								11.5	三角洲不发育			

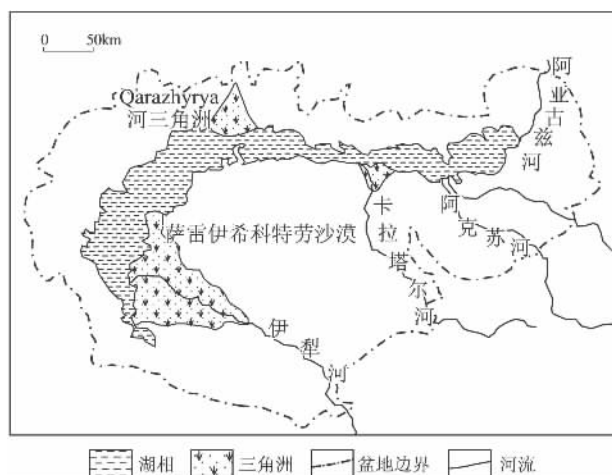


图3 巴尔喀什湖盆地沉积体系简图

Fig. 3 Schematic diagram of the Balkhash lake basin depositional systems

括周缘平原面积为 $141\,452\text{km}^2$ (以湖盆水体周围地形平坦,海拔 $338\sim 450\text{m}$ 的地区为盆地范围),汇入盆地的主要河流有 4 条,盆地内发育 3 个大型三角洲,其中湖南岸冲积平原发育伊犁河三角洲、卡拉塔尔河三角洲,均为正常三角洲,湖北岸的 Qarazhyrya 河三角洲为扇三角洲。

伊犁河从盆地南侧山脉物源区流出,到冲积平原上开始河流相沉积,最后注入巴尔喀什湖,形成伊犁河口三角洲,三角洲面积为 8211km^2 。现今巴尔喀什湖水域面积为 $16\,793\text{km}^2$,从湖盆水体角度来看,伊犁河三角洲面积/水域面积可达 0.49,三角洲面积几乎占到湖盆水域面积的一半,似乎可以作为盆地内的主体沉积相。但从整个盆地角度来看,伊犁河三角洲面积/盆地面积值仅为 0.06,即使将巴尔喀什湖周缘多个三角洲面积统计在内,其三角洲总面积/盆地面积值为 0.07,三角洲沉积体系在盆地中仍然处于次要地位。

在巴尔喀什湖南岸的沙漠区中,多见废弃的古河道,表明该沙漠为河流冲积形成,湖盆水体在缩小,古湖盆水域范围在现今岸线以南。由于南岸有几条主要河流的注入,冲积平原不断向湖方向推进,导致湖盆水域萎缩,冲积平原不断增长。现今巴尔喀什湖处于湖盆发育的末期,按照现有沉积趋势,在不发生重大构造运动的前提下,湖盆水域会被沉积物完全充填,形成山间平原。如河流改道汇聚后外流,则盆地沉积相完全转变为河流相。

3.1.2 里海盆地

大型三角洲主要产生于大型河流入海口,其绝对规模往往可达数万平方千米,如湄公河三角洲

($44\,000\text{km}^2$)、尼罗河三角洲($24\,000\text{km}^2$)等。依本文观点,这类三角洲形成于海盆条件下,盆地可容纳空间巨大是其形成的前提。但在陆相浅水湖盆中,在可容纳空间有限的情况下,一个单独三角洲绝对规模到底有多大?本次研究所观察到的最大规模的三角洲为位于里海北岸-伏尔加河口三角洲(图4),面积达 $18\,746\text{km}^2$ 。

里海是由古地中海缩小形成的海迹湖,属于温带大陆性气候,水面海拔 -27m ,无潮汐作用,水域面积达 $386\,400\text{km}^2$ 。里海北部与东部均为平原地貌,海拔起伏小,南部与西南为山地地貌。湖底自北向南倾斜,可分为北、中、南三部分,其中北部湖底为平原,面积 $99\,404\text{km}^2$,平均深度仅 $4\sim 6\text{m}$,伏尔加河注入北里海,形成了大型浅水三角洲;而中、南里海由于水深较大,三角洲体系不发育,仅在里海南岸见一些小型冲积平原。

北里海为浅水湖盆,其周边发育 3 个大型三角洲体系,分别为捷列克河三角洲、伏尔加河三角洲、乌拉尔河三角洲,总面积达 $31\,005\text{km}^2$ (表1),里海水域总面积达 $386\,400\text{km}^2$,三角洲沉积在湖盆水域沉积体系中不占主体。3 条主要河流都经历了较长的曲流河沉积阶段,冲积平原面积广阔。因此从盆地沉积量的角度来看,三角洲沉积体系处于相对次要位置,一个盆地的主体沉积相应为河流相或湖泊相。

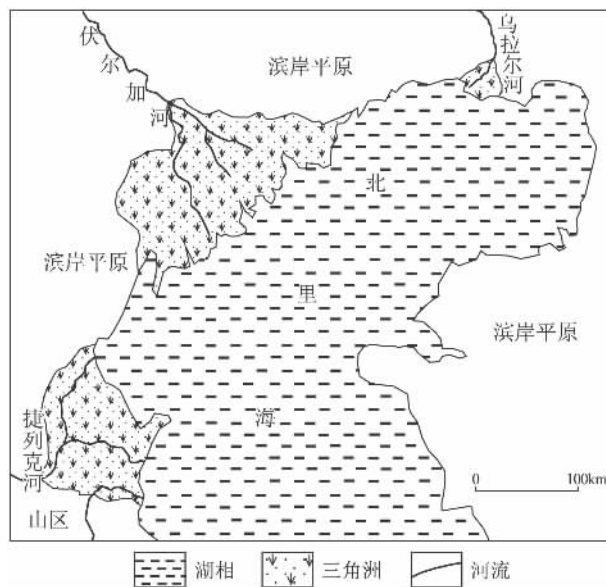


图4 里海北部沉积体系简图

Fig. 4 Schematic diagram of the Northern Caspian Sea depositional systems

综上可以得出浅水湖盆大型三角洲形成的前提:(1)大型盆地背景;(2)河流规模大;(3)湖盆平

坦、水体浅。一个较小的盆地的三角洲规模也较小(表1)。

3.2 地层记录上的三角洲

地层是沉积体系发育变化的垂向记录,是开展沉积学研究的基础。相序是指从一种相逐渐过渡到另一种相的一系列相的关系或相的有序组合,相序定律也称为沃尔索相律(Walther, 1894),是指“只有那些没有间断的,现在能看到的相互邻接的相和相区,才能重叠在一起”,沃尔索相律在地层整合接触的前提下是成立的。

由于地层记录是多期沉积体系叠置而成,笔者认为应该进一步深化沃尔索相律:平面的相组合及比例关系=纵向的相组合及比例关系。以前文总结出的三角洲在盆地中的比例关系,在完整的盆地地层记录上,三角洲相的地层厚度应较小,不可能处于主导地位。

前人总结的盆地综合柱状图上的沉积相具有很好的代表性,也印证了本文的观点。松辽盆地南部拗陷期的姚家组-嫩江组地层主要为河流-湖泊相^[12],鄂尔多斯盆地中生界地层也主要为河流-湖泊相。这不可能仅仅是一种巧合,盆地的沉积体系分配比例与地层记录之间存在必然联系。

4 理论假设

三角洲属于过渡相类型,是陆相河流、湖泊水体之间过渡的一种相带。通过观察全球多个不同大小的浅水湖盆后大胆提出假设:三角洲体系作为一种过渡体系,在盆地沉积体系中占据一定比例,其绝对尺度与盆地大小成正比,但其相对尺度—即三角洲尺度/盆地沉积空间存在相对恒定的比例;地壳运动导致的沉积盆地可容纳空间不断发生变化,三角洲的尺度也随之变化,但每个阶段的“三角洲总面积/盆地面积”比值变化不大。表1统计结果显示,某一阶段的“三角洲总面积/盆地面积”值在0~10%之间,“典型三角洲面积/盆地面积”值在0~9%之间。

以济阳拗陷缓坡带为例,盆地边缘到湖泊之间的沉积体系依次为冲积扇-曲流河(冲积平原)-(浅水)三角洲沉积体系^[13],本文将拗陷盆地沉积模型简化为河流(冲积平原)、三角洲、湖泊3种单元,河流相与湖泊相都有可能单独对盆地形成完全充填,而三角洲相不能。三角洲体系的向湖推进过程必然伴随后方冲积平原的增长,而在湖侵过程中,三角洲体系向陆退积必然伴随湖相范围的扩大。

5 拗陷盆地沉积体系发育过程

沉积相研究中的目标地层往往是多期沉积体系叠加的结果,后期沉积体系一般会对前期进行改造,叠加改造后形成的地层记录是多期沉积体系的叠加,其与现代地貌特征存在差异,不能简单地将现代沉积地貌要素与沉积相图进行匹配。

以拗陷湖盆沉积体系发育过程为例,在沉积基准面下降(进积)的情况下,湖盆水位降低,陆相沉积体系向湖盆中心推进,早先沉积的三角洲、湖相体系被后期河流相体系所侵蚀覆盖(图5)。假设分为4个阶段,在基准面下降的过程中,每个阶段都发育有河流-三角洲-湖相沉积体系,以每个阶段新形成的河流-三角洲-湖相沉积体系为整体,三角洲始终处于河流相与湖泊相之间的过渡位置,在整体沉积体系中所占比例变化较小。多期叠置的结果就反映为平面示意图上所示的陆相冲积平原(即河流相)往湖盆内推进的过程(图5)。在这一过程中,三角洲体系的比例并未发生重大变化。假设将上述4个阶段产生的地层记录视为整体地层单元开展沉积相研究,在图5所示井位处进行钻探,其钻遇地层成份以河流相沉积为主,因此在平面图上应归属于冲积平原相。

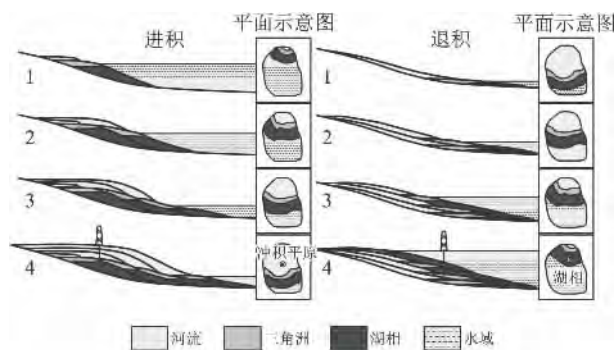


图5 拗陷湖盆沉积模式图

Fig. 5 Sedimentary models for downwarped lake basins

在基准面上升(退积)的情况下,湖盆水位升高,湖相沉积体系往陆地方向推进,早期形成的三角洲、河流相体系被后期湖相体系所侵蚀覆盖(图5),过程与基准面下降的情况正好相反。同样,每期所形成的三角洲在整体沉积体系中所占的比例变化较小。多期沉积体系叠置的结果反映为平面示意图上所示的湖泊相往陆地方向推进,在这一过程中,三角洲体系的比例未发生重大变化。在图5所示井位处进行钻探,其钻遇地层成份以湖泊相沉积为主,应划归为湖泊相。

基准面不变(加积)的情况比较简单,其结论与基准面上升、下降的一致,本文不再赘述。由于地层记录都是由多期沉积基准面上升、下降及不变的过程叠加而成,所以可以认为该发育过程具有普遍意义。

由上述理论模型可见,在假定盆地可容纳空间不变的情况下,随着沉积物供给的增减,会形成河流相与湖相地层相互此消彼长的发育模式,而河流相与湖相之间的过渡相—三角洲始终处于相对从属地位。由于三角洲相在石油地质研究中具有特殊意义,往往会被单独抽离出来进行研究,而研究人员经常忽略其与盆地的关系,对其尺度把握出现偏差,从而建立错误的沉积模式。

6 拗陷盆地沉积相序发育模式

6.1 可容纳空间不变

假设盆地的可容纳空间不变,将拗陷盆地沉积体系视为整体进行研究,河流相与湖泊相分别位于坐标轴的两端,三角洲单元位于中间(图6)。基准面下降会导致河流相在整个沉积盆地中变多,河流相在盆地中逐渐居于主导地位,三角洲向湖方向推进,湖相变小乃至消失,最终盆地被河流相完全充填,成为冲积平原;反之,基准面上升会导致湖泊相在整个沉积盆地中变多,河流相变小乃至消失,最终盆地完全变成湖盆;而介于陆地和湖泊之间的过渡相—三角洲在整个沉积盆地中所占比例相对比较稳定。如图6所示的三角洲单元在盆地中占主体地位的现象,在现代盆地中并不存在,出现这种情况的原因是研究者把不同时期的三角洲、河流、湖泊体系当成一期进行研究,从而导致出现错误的结论。

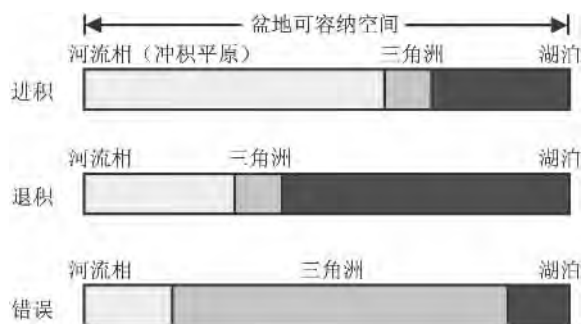


图6 拗陷盆地沉积相序发育模式图(可容纳空间不变)

Fig. 6 Model showing the proportions of individual sedimentary facies in downwarped basins

三角洲具有过渡相特征,不在整个盆地沉积体

系中居于主体地位。从三角洲本身沉积特点来看,前三角洲泥岩与湖相泥岩难以区分,三角洲平原亚相与河流相类似。

以现代鄱阳湖盆地为例(表1),该盆地构造稳定,但受季节影响,导致鄱阳湖水位变化,湖面积 $500 \sim 4125 \text{ km}^2$ 不等,而赣江三角洲面积约为 1824 km^2 ,在湖盆枯水期时,赣江三角洲面积确实远大于湖盆水体面积,但该盆地冲积平原面积达 $20\,000 \text{ km}^2$,三角洲总面积/盆地面积值为0.09,冲积平原面积/盆地面积值为0.70。从盆地整体来看,鄱阳湖属于上述理论模型的进积过程(图6),湖泊趋于消亡的阶段,同样还有前文所述的巴尔喀什湖、乌布苏湖。因此在全面考虑盆地沉积体系的情况下,可根据三角洲与湖泊相、河流相的面积关系,来判断该时期盆地所处的沉积阶段。

6.2 可容纳空间变化

在盆地沉积过程中的某一个较短的时间段内,都可近似地认为盆地是稳定的,其可容纳空间不变。因此,盆地发育的任何时间节点上都应符合图6中所示模式,进而推导到实际的盆地沉积体系充填情况,以盆地可容纳空间为X轴,以时间为Y轴,建立盆地充填模型(图7)。依据上述理论模型,假设三角洲沉积在盆地中所占比例变化不大,随着时间的推进,可容纳空间发生变化,盆地内相应的沉积相带组合也发生变化:(1)可容纳空间减小,河流相相对比例变大,湖泊相对比例变小;(2)可容纳空间增大,河流相相对比例变小,湖泊相对比例变大。

在变化过程中,三角洲在盆地中所占空间比例变化较小(0~10%之间),但其绝对大小随盆地可容纳空间变化而变化。因此可依据三角洲体系的尺度来推断盆地的规模。

上述成果可为拗陷盆地三角洲体系研究提供依据,并引出三角洲体系相对尺度与绝对尺度的概念。

相对尺度:相对于沉积盆地,三角洲体系不占主体,占一定特定比例。

绝对尺度:在沉积盆地广阔,物源注入充足的情况下,可产生规模巨大的三角洲。

需要指出的是,可容纳空间的变化有两个极端情况(假设沉积物供给不变):

(1)在可容纳空间无限扩大(板块运动,新洋盆形成)的情况下,湖相不断扩大,发生大规模海侵,河流相对应于整个沉积盆地(大洋),其比例可忽略不计,此时三角洲体系快速退积,在整个洋盆体系

中也可以忽略。

(2) 可容纳空间缩小到一定程度时,河流相不断进积,湖相不断缩小以至于消失,此时三角洲相也会被河流相所取代,沉积物受河流搬运而外溢,盆地沉积过程消失。

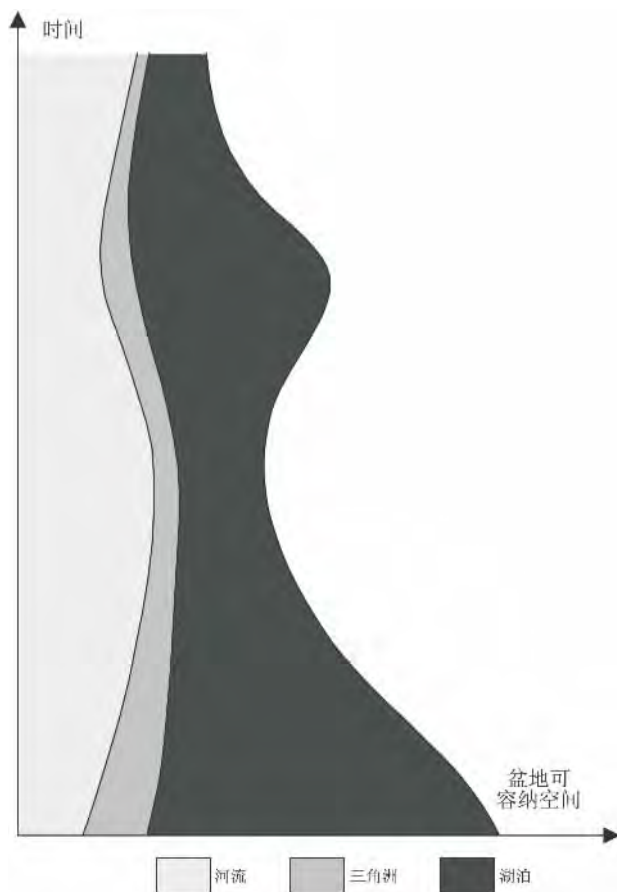


图7 坳陷盆地沉积相序发育模式图

Fig. 7 Model for the filling of the depositional systems in downwarped basins

7 结论与认识

(1) 研究结果表明,坳陷浅水湖盆中三角洲总

面积/盆地面积值在 0 ~ 10% 之间,单个三角洲面积/盆地面积值在 0 ~ 9% 之间。

(2) 盆地的尺度决定了盆地内沉积体系尺度的上限,这不仅对盆地内主要沉积相—河流相、湖泊相成立,对次要沉积相—三角洲相也适用。

参考文献:

- [1] 吴崇筠. 湖盆砂体类型[J]. 沉积学报, 1986, 4(4): 1-27.
- [2] 朱筱敏, 邓秀芹, 刘自亮, 等. 大型坳陷湖盆浅水辫状河三角洲沉积特征及模式: 以鄂尔多斯盆地陇东地区延长组为例[J]. 地质前缘, 2013, 20(2): 19-28.
- [3] 朱筱敏, 刘媛, 方庆, 等. 大型坳陷湖盆浅水三角洲形成条件和沉积模式: 以松辽盆地三肇凹陷扶余油层为例[J]. 地质前缘, 2012, 19(1): 89-99.
- [4] 裴亦楠, 肖敬修, 薛培华. 湖盆三角洲分类的探讨[J]. 石油勘探与开发, 1982, 9(1): 1-11.
- [5] 石国平, 矫革峰, 张书麟. 试论松辽盆地湖盆三角洲沉积类型[J]. 石油实验地质, 1984, 6(4): 279-286.
- [6] 朱伟林, 李建平, 周心怀, 等. 渤海新近系浅水三角洲沉积体系与大型油气田勘探[J]. 沉积学报, 2008, 26(4): 575-582.
- [7] 蔺毓秀. 试论松辽大型陆相湖盆水进三角洲沉积相[J]. 石油实验地质, 1983, 5(4): 265-275.
- [8] 楼章华, 兰翔, 卢庆梅, 等. 地形、气候与湖面波动对浅水三角洲沉积环境的控制作用—以松辽盆地北部东区葡萄花油层为例[J]. 地质学报, 1999, 73(1): 83-92.
- [9] 于兴河, 王德发, 郑浚茂, 等. 辫状河三角洲砂体特征及砂体展布模型—内蒙古岱海湖现代三角洲沉积考察[J]. 石油学报, 1994, 15(1): 26-37.
- [10] 邹才能, 赵文智, 张兴阳, 等. 大型敞流坳陷湖盆浅水三角洲与湖盆中心砂体的形成与分布[J]. 地质学报, 2008, 82(6): 813-825.
- [11] 季汉成, 赵澄林, 谢庆宾, 等. 现代沉积[M]. 北京: 石油工业出版社, 2004.
- [12] 张顺, 付秀丽, 张晨晨. 松辽盆地姚家组—嫩江组地层层序及沉积演化[J]. 沉积与特提斯地质, 2011, 31(2): 34-42.
- [13] 徐振中, 陈世悦, 姚军, 等. 济阳坳陷中生代物源方向与沉积体系[J]. 沉积与特提斯地质, 2008, 28(2): 83-88.

Proportions of deltas in downwarped basin deposits

ZHANG Mei-hua

(*Research Institute of Petroleum Exploration and Development , Northeastern Branch , SINOPEC , Changchun 130062 , Jilin , China*)

Abstract: In the light of statistics of the modern delta depositional systems in the world , the depositional systems of downwarped basin deposits are generalized as the fluvial-delta-lake depositional systems. The paleo-depositional systems may overlie and modify the preceding depositional systems , all of which may contain fluvial-delta-lake depositional systems. Assuming that the scales of sedimentary basins are constant , the sedimentary base-level falling-progradational processes may give rise to the increase of the proportions of the fluvial deposits in the sedimentary basins while the sedimentary base-level rising-retrogradational processes may bring about the increase of the proportions of the lake deposits in the sedimentary basins. However , the delta deposits may be less variable in proportion and less developed in the sedimentary basins. The total delta area/basin area ratios generally range between 0 and 10% . Therefore , the scales of the deltas tend to depend on those of sedimentary basins. The macroscopic scales of sedimentary basins should be considered in the sedimentary facies analysis.

Key words: delta; river; lake; sedimentary basin; scale; proportion