

文章编号: 1000-6524(2003)02-0138-05

北部湾盆地福山凹陷古近纪湖底扇沉积 演化及模式探讨

刘丽军¹, 莫申国², 佟彦明³

(1. 中国地质大学 能源地质系, 北京 100083; 2. 中国科学院 地理所 资源环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101;
3. 中国海洋石油研究中心 南海西部研究院, 广东 湛江 524057)

摘要: 综合应用地震、测井及岩心观察资料, 对福山凹陷古近纪流沙港组的湖底扇沉积进行了详细研究。认为该期的湖底扇沉积主要是由于三角洲前缘带的砂体在重力作用下进入湖泊深水堆积而形成, 部分是由位于湖盆陡坡边缘的河道砂沿水下河道进入湖泊深水而形成的水下重力流沉积。从空间分布来看, 湖底扇主要分布在凹陷的北部和西部, 且北部和西部湖底扇的扇体规模较东部大, 存活时间较东部长。平面上湖底扇位于三角洲体系的外侧, 垂向上由下至上发育着从湖底扇—三角洲前缘远端—三角洲前缘近端的沉积演化序列。湖底扇的总体沉积模式为南部的辫状河三角洲砂岩碎屑体向北推进至深湖区形成孤立的、规模相对较大的湖底扇砂体; 而西部及东部的次要物源——辫状河三角洲也在东西两侧活动断层的控制下在湖盆深处形成湖底扇沉积体。

关键词: 北部湾盆地; 福山凹陷; 古近纪; 湖底扇; 沉积演化

中图分类号: P512.2; P534.61⁺ 1 **文献标识码:** A

A discussion on the Palaeogene sublacustrine fan of Fushan depression in Beibuwan basin, northern South China Sea

LIU Li_jun¹, MO Shen_guo² and TONG Yan_ming³

(1. Department of Energy Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. State Key Laboratory of Resources and Environmental Information System, CAS, Beijing 100101, China; 3. Research Institute of Western South Sea, CNOOC, Zhanjiang 524057, China)

Abstract: Based on seismic survey, well logging and core observation, this paper interprets the sublacustrine fan of Liushagang Formation in Fushan depression. The formation of the sublacustrine fan can be attributed to two factors: the main factor is that the front of the delta entered the deep lake area along the southern slope under the action of the gravity. The second factor is that the channel sand close to the steep margin of the basin entered the deep lake area along the underwater channel, forming the gravity flow sedimentary underwater. Due to the different tectonic backgrounds and the degrees of material supply, the sublacustrine fan was mainly distributed in L1 and L2 periods, but was not well developed during L3 period. Viewed from spatial distribution, the sublacustrine fan was mainly developed in the northern and western parts, and the eastern part only possesses the secondary importance in this aspect. The extent of the fan in the north and the west is greater than that in the east, and the duration of the fan in the north and the west is also longer than that in the east. At the sur_

收稿日期: 2002-09-01; 修订日期: 2002-12-10

基金项目: 中国石油天然气集团公司重点科技攻关资助项目

作者简介: 刘丽军(1975-), 女, 博士研究生, 研究方向为盆地分析和石油地质, E-Mail: woxiangfei4000@sina.com。

face, the sublacustrine fan is distributed on the outer edge of the delta regime, and the sedimentary evolutionary sequence is in upward succession from sublacustrine fan through distal end of delta front to proximal end of delta front. The general sedimentary model of sublacustrine fan is like this: abundant braided delta sandstone migrated from the south to the north, deposited in the deep lake, and formed an isolated and big sublacustrine sandbody. The secondary material sources from the west and the east formed the sublacustrine fan in the deep lake under the control of the main active faults in the east and the west.

Key words: Beibuwan basin; Fushan depression; Palaeogene; sublacustrine fan ; sedimentary evolution

深水重力流沉积不仅可形成重要的油气藏,而且其发育与区域或盆地构造背景具有密切关系,对其深入研究无论在理论或油气勘探实践上都具有重要意义(林畅松等, 1991; 高振中等, 1995)。湖底扇作为深水重力流沉积的一种类型,在国内也引起了广泛的关注。我国的陆相断陷或坳陷盆地中大量发育湖底扇沉积。研究表明,湖底扇是油气聚集的有利储集沉积体(柳成志等, 1999),通过对湖底扇沉积特征的研究,了解其分布规律、发育背景及其控制因素等问题,对探讨湖底扇的生储盖组合规律,进行有利储集相带的预测,指导油气勘探具有重要意义。

南海北部湾盆地为一较大的富含油气内陆盆地,福山凹陷为其次级凹陷,前人对北部湾盆地的其他次级凹陷都有过不同程度的研究,但对福山凹陷的研究和油气勘探尚处于初步阶段(朱伟林等, 1998; 杜振川等, 2001),且对其古近纪发育的湖底扇也未做深入研究。本文运用沉积学的理论和方法,重点探讨了该区湖底扇的沉积演化过程和平面分布规律,总结了湖底扇的沉积模式,为该区的油气勘探提供了依据。

1 地质概况

福山凹陷为北部湾盆地的一个次级凹陷,为北断南超的箕状断陷含油气盆地。西以博厚断层为界,东以长流断层为界。凹陷内部按构造和沉积特征又分为白莲次凹、花场次凸、皇桐次凹、博北断阶带和南部斜坡带 5 个二级构造单元(图 1)。盆内古近系沉积厚度约 3 000 m,自下而上发育古新世长流组、始新世流沙港组和渐新世涠洲组。在长流期和流沙港期,沉积厚度最大的地区是白莲次凹和皇桐次凹;在涠洲期,沉积厚度最大的是白莲次凹。总的来说,白莲次凹和皇桐次凹是福山凹陷的生油中心。本区古近纪沉积环境变化非常明显,由长流组的冲积环境到流沙港组的三角洲和湖泊沉积环境,并在

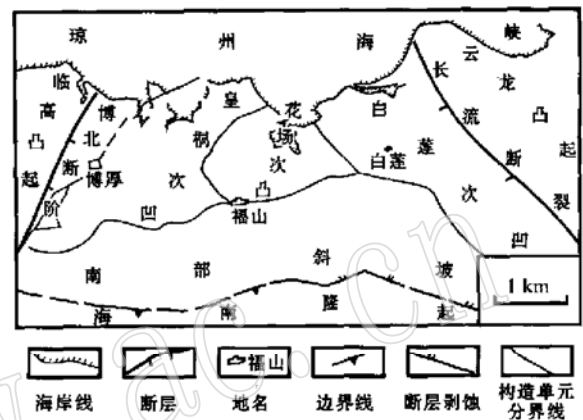


图 1 福山凹陷构造分布略图

Fig. 1 Sketch map showing structural distribution in Fushan depression

湖泊沉积体系中发育湖底扇沉积,至涠洲组时进一步演变为河流沉积环境(图 2)。

福山凹陷在流沙港期和涠洲期发育了大量且成因类型不一的砂岩体,其中与湖底扇的形成有密切关系的为流沙港期的辫状河三角洲沉积体系。此期在福山凹陷南部斜坡发育规模宏大的辫状河三角洲砂岩体,横向上连成裙状。在凹陷西部的博厚断层和东部的长流断裂带处,也发育有小型规模的辫状河三角洲砂岩体。由于在三角洲形成过程中,受构造运动强度、湖平面升降、沉积时古地形及物源供给方向等因素所控制,三角洲的沉积规模及沉积特征也在不断发生变化。这些三角洲体系与其他地质因素相配置,共同控制了湖底扇的分布与演化。

2 湖底扇的沉积演化及分布规律

流沙港期是福山凹陷的主要成盆期,沉陷幅度较大,地势较陡,导致流沙港组深水湖泊沉积、辫状三角洲沉积非常发育,三角洲前缘砂体在湖盆水体较深处由于沉积古地形的不稳定性造成滑塌,发育

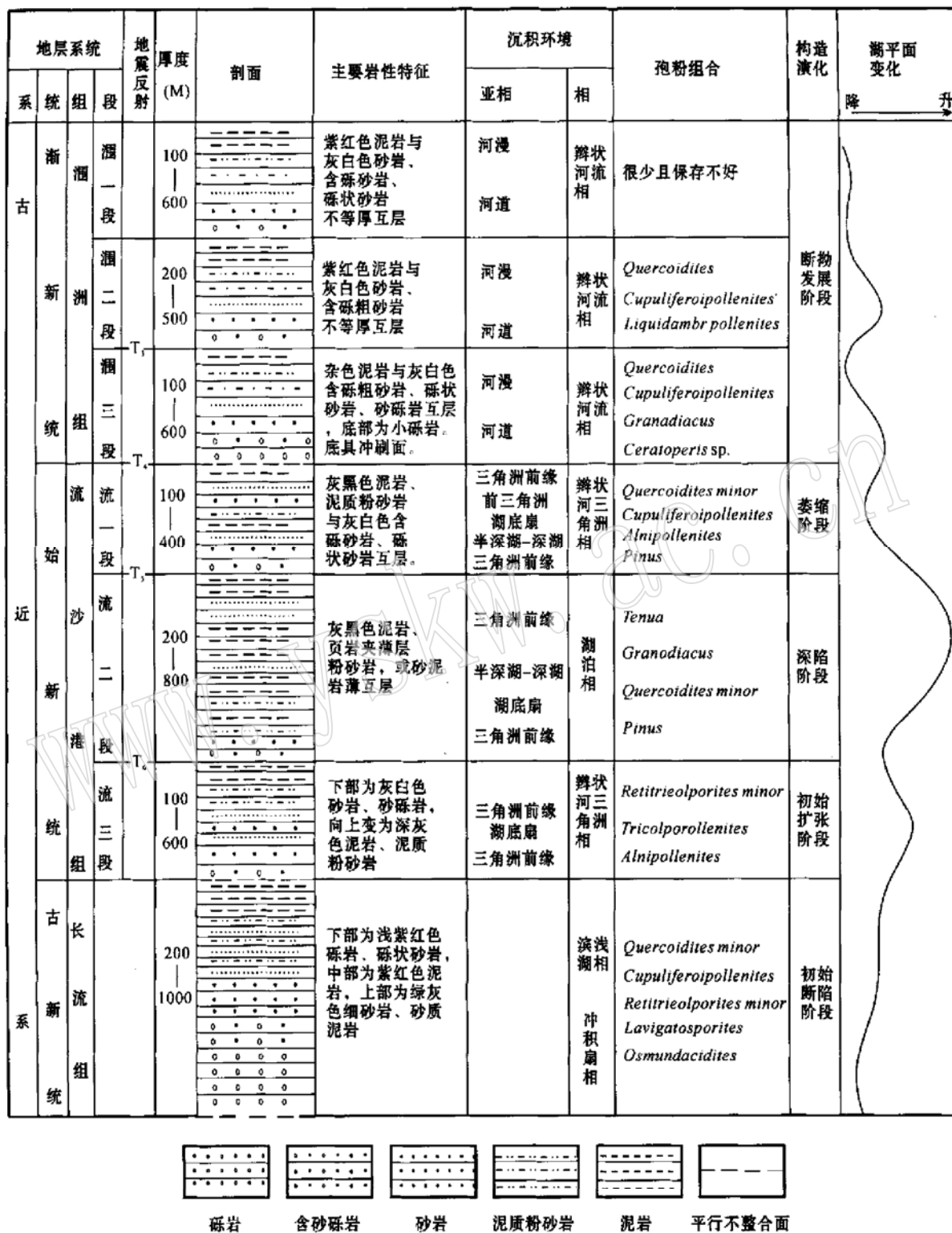


图2 福山凹陷古近系沉积环境柱状图

Fig. 2 Palaeogene stratigraphic column showing sedimentary environment in Fushan depression

了深湖区的湖底扇沉积。由于构造背景及三角洲特征不同，湖底扇的分布位置、形态、大小也不相同。

从沉积演化来看，湖底扇主要发育在流二、流一段，流三段不发育(图3)。

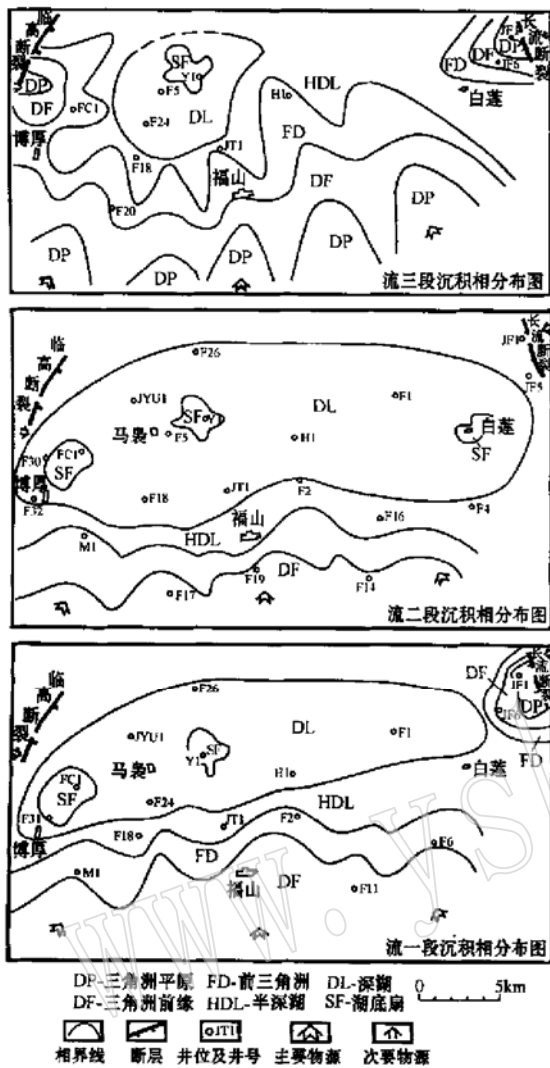


图 3 福山凹陷流沙港组沉积相平面图
 Fig. 3 Sedimentary facies of Liushagang Formation in Fushan depression

流三段沉积时期,盆地处于强烈断陷阶段的早期。在断陷作用下,盆地缓慢稳定沉降。其特点是湖盆沉降慢,初始扩展不太迅速,水体浅,南部物源供给充分。南部的含砂率总体较高。辫状河三角洲沉积最发育,占盆地总面积的 50% 左右。在盆地的南部、西部及东北部均有辫状三角洲发育。这些三角洲属于退积型,随着湖泊的扩展、湖平面的升高而逐渐向岸退积。该期深湖相主要分布于白莲次凹及皇桐次凹,呈一圆弧形成布。由于流三期构造运动相对稳定,古地形较平坦,加之水进型沉积,湖底扇不发育。

流二段沉积时期,为强烈断陷的高峰期,博厚断裂带及长流断裂带强烈活动,是福山凹陷最大湖侵

期。湖盆扩张到最大,水域最广,水体最深,深湖-半深湖相广布。流二段的深水湖泊相最为发育,凹陷北半部几乎全为深湖亚相分布区,加上其周围的半深湖相,占凹陷总面积的 70% 以上。凹陷南部大范围分布的辫状三角洲群继承了流三亚期的特点,虽然此时已向南退缩至凹陷南缘,但仍然向北的凹陷深部推进,与其伴生的湖底扇在 Y1 附近。而凹陷西部及东北部流三亚期的辫状三角洲此时已演变为半深湖及深湖亚相,在西部的 FC1 井及东部的白莲次凹处也有湖底扇发育,呈孤立的扇状。

流一段沉积时期,为湖盆强烈断陷的晚期,控制凹陷边界断层活动较弱,凹陷以缓慢、稳定的速率沉降,博厚断层的急剧抬升造成一些地层被剥蚀。同时,南部的海南隆起急剧隆升造成全凹陷的整体抬升,使全凹陷大规模水退,湖盆快速萎缩,导致深湖-半深湖亚相分布范围较流二时期大大减少。但其沉积相展布格局和流二期比较相似。凹陷的北部仍为深湖相区,只是范围缩小,南界向北退缩,东、西两端也略向后退缩。西部井区的湖底扇仍然发育。凹陷南部的辫状三角洲群较流二亚期整体向北又有所推进,凹陷东北角的辫状三角洲又开始发育。因南部隆起后地层遭受剥蚀,使得南部物源不如前两期的充足,白莲次凹的湖底扇消亡。

值得注意的是,湖底扇主要分布在北部和西部,其次在东部,且北部和西部湖底扇的扇体规模较东部大,存活时间较东部的长。另外,从湖底扇和三角洲沉积体系在空间的发育和相的配置中也不难看出,平面上湖底扇位于三角洲体系的外侧,垂向上由下至上发育着从湖底扇-三角洲前缘远端-三角洲前缘近端的沉积演化序列。

3 湖底扇的沉积演化模式

流沙港组时期湖底扇的主要成因是:形成于三角洲前缘尚未完全固结的沉积物,因受地震或其他构造因素的影响,沉积物发生破裂、滑动并与水混合形成密度流,在重力作用下沿斜坡流入湖泊深水区形成湖底扇。次要成因是:由于河流中季节性洪水含有大量悬浮状态的泥砂形成密度流,在湖盆边缘由于坡度陡,在重力作用下沿湖底或水下河道流入湖中央深水区堆积下来形成重力流沉积。

从上述可以得出湖底扇的沉积模式图(图 4)。在东西两边断层的活动控制下形成了面积较大的蓄

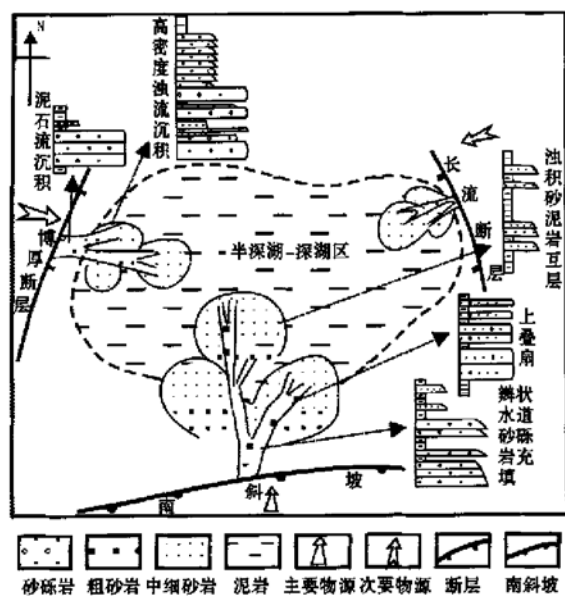


图4 湖底扇沉积模式图

Fig. 4 Sedimentary model of sublacustrine fan

水湖盆,而南部斜坡的隆起为湖盆深处提供了丰富的碎屑物源。南部辫状河三角洲的水道部分为辫状水道砂砾岩充填,总体上粒度较粗,而扇中部分为粒度向上变细的砂体层层叠置而成为上叠扇,扇端部分即湖底扇沉积,为细粒的浊积砂岩湖层;西部的博厚断层的扇根部分为砂砾泥混杂的泥石流沉积,扇中部分为高密度浊流沉积(图4)。

4 结论

(1) 福山凹陷古近纪流沙港组地层中发育湖底扇沉积。

(2) 湖底扇主要是由于三角洲前缘带的砂体在重力作用下进入湖泊深水区堆积而形成;也有部分是由位于湖盆陡坡边缘的河道砂沿水下河道进入湖泊深水区而形成的水下重力流沉积。

(3) 平面上湖底扇位于三角洲体系的外侧,垂向上按盆地形态结构可看出,由深水处向水体较浅处发育着从湖底扇—三角洲前缘远端—三角洲前缘近端的沉积演化序列。

(4) 总体来看,湖底扇主要分布在北部和西部,其次是东部;但北部和西部的湖底扇规模和存活时间比东部的大、长。

(5) 湖底扇的总体沉积模式为南部的辫状河三角洲砂岩形碎屑体向北推进至深湖区形成孤立的、规模相对较大的湖底扇砂体;而西部及东部的次要物源——辫状河三角洲也在东西两侧活动断层的控制下在湖盆深处形成湖底扇沉积体。

Reference

- Du Zhenchuan, Wei Kuisheng. 2001. Sequence stratigraphic framework and its characteristics of the Weizhou Formation in north sag of Beibuw an basin[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 19(4): 563~ 568 (in Chinese with English abstract).
- Gao Zhenzhong, Luo Shunshu, He Youbin. 1995. Ordovician submarine fan systems in west margin of Ordos [J]. *Oil and Gas Geology*, 16(2): 119~ 126 (in Chinese).
- Lin Changsong, Yang Qi, Li Sitian. 1991. Sedimentary characters of the early Paleozoic deep water gravity flow systems and basin filling style in the Helan Aulacogen, northwest China[J]. *Geoscience*, 5(3): 252~ 262 (in Chinese).
- Liu Chengzhi, Huo Guangjun, Zhang Dongling. 1999. Fan delta sublacustrine fan sedimentary models of S3 member in Lengjia oilfield in Liaohe Basin[J]. *Journal of Daqing Petroleum Institute*, 23(1): 1~ 4 (in Chinese).
- Zhu Weilin, Jiang Wenrong. 1998. Relations between fractures and hydrocarbon reservoirs in Weixi' nan Sag [J]. *Acta Petrolei Sinica*, 19(3): 6~ 11 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 杜振川, 魏魁生. 2001. 南海北部湾盆地北部凹陷涠洲组层序地层格架及特征[J]. *沉积学报*, 19(4): 563~ 568.
- 高振中, 罗顺社, 何幼斌. 1995. 鄂尔多斯西缘奥陶纪海底扇沉积体系[J]. *石油与天然气地质*, 16(2): 119~ 126.
- 林畅松, 杨起, 李思田. 1991. 贺兰拗拉槽重力流沉积特征和充填样式[J]. *现代地质*, 5(3): 252~ 262.
- 柳成志, 霍广君, 张冬玲. 1999. 辽河盆地西部凹陷冷加油田沙三段扇三角洲湖底扇沉积模式[J]. *大庆石油学院院报*, 23(1): 1~ 4.
- 朱伟林, 江文荣. 1998. 北部湾盆地涠西南凹陷断裂与油气藏[J]. *石油学报*, 19(3): 6~ 11.