

西湖凹陷春晓区带下第三系平湖组、花港组沉积特征*

王果寿^{1,2}, 周卓明², 肖朝辉^{1,2}, 李美洲³, 周维奎², 王琳²

(1. 成都理工大学能源学院, 四川成都 610059; 2. 中国石化石油勘探开发研究院荆州新区勘探研究所, 湖北荆州 434100; 3. 中国人民解放军炮兵学院南京分院, 南京 211132)

摘要: 西湖凹陷春晓区带下第三系平湖组及花港组可划分出半封闭海湾、湖泊、三角洲及河流4种主要的沉积体系类型, 以及滨岸-潮坪、泻湖、滨岸湖泊、河控三角洲、潮控三角洲、河流等6种主要的沉积相类型和若干种亚相及微相。平湖组、花港组的发育与演化显示了由海到陆的变化特点, 即平湖组主要为半闭塞海湾环境, 以海湾泻湖相发育为其特征。花港组则以湖泊、三角洲、河流体系为主, 并可明显两分, 下段为海浸湖相, 上段为淡水湖及曲流河泛滥平原的间互沉积。该区有利储集相带主要有潮渠水道、潮坪砂坝、河口坝、前缘席状砂及分流河道微相。

关键词: 沉积体系; 类型; 发育; 分布; 春晓区带; 西湖凹陷

第一作者简介: 王果寿, 男, 46岁, 教授级高级工程师(博士生), 沉积、储层地质学

中图分类号: P512.2 文献标识码: A

春晓区带位于东海陆架盆地东部坳陷带西湖凹陷南部, 面积约5 700 km²。该区下第三系平湖组沉积时期为双断型断坳, 花港组沉积时期转为坳陷。主要发育一套近海陆源碎屑岩沉积。迄今为止, 区内已有多口钻井在上述层段获高产油气流, 并形成一定规模的油气田。

1 类型及特征

依据区内钻井的岩性、电性特征和取芯井段岩芯的沉积结构、构造和微相分析, 结合地震相分析及特殊处理成果, 将该区主要油气勘探目的层平湖组及花港组划分出半封闭海湾、湖泊、三角洲、河流4种沉积体系以及滨岸-潮坪、泻湖、滨岸湖泊、河控三角洲、潮控三角洲、河流等6种沉积相类型和若干种亚相及微相。

1.1 半封闭海湾

1.1.1 滨岸-潮坪相

主要发育在工区东、西两侧平湖组中、下段, 位于陆岸与海湾交接处的滨岸带。潮坪沉积中最发育的是潮间带和潮下带^[1]。其岩性主要由浅灰、灰白色泥质粉砂岩、粉砂岩、细砂岩和中砂岩组成, 夹灰色、褐灰色泥岩及薄煤层, 局部可见小型冲刷面

和泥砾。砂岩波状层理、断续微波状层理及脉状透镜状层理发育, 见少量斜层理、羽状层理(图1)。常见生物潜穴及扰动构造。



图1 天外天1井3 742.05~3 746.67 m 浅灰色粉砂岩羽状层理

Fig. 1 Light gray silty sandstone with herringbone Cross bedding from 3 742.05~3 746.67 m in Tianwaitian well No. 1

1.1.2 泻湖相

该相主要发育在工区中部平湖组中、下段, 沉积物主要由深灰色泥岩、粉砂质泥岩夹薄砂岩组成, 泥岩质纯, 发育有孔虫、腹足、沟鞭藻等化石。地震剖面上反映为断续平行、亚平行弱振幅特征。

1.2 三角洲

三角洲沉积体系在工区内可分为主要受潮汐作用影响的潮控三角洲和主要受河流作用影响的河控三角洲两种类型^[2]。

* 中国石化新星石油公司勘探科研项目 XYK2000-33 西湖凹陷春晓区带圈闭评价

收稿日期: 2002-06-25

1.2.1 河控三角洲相

河控三角洲相由三角洲平原、三角洲前缘和前三角洲亚相组成,岩性由下而上为灰色泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩、中-细砂岩以及粉砂质泥岩夹煤组成。该相主要发育于花港组上、下段及工区西北部和东南部的平湖组上段。

1.2.1.1 三角洲平原亚相

三角洲平原亚相主要由分流河道、分流间湾与平原沼泽微相组成。

分流河道微相岩性主要为浅灰、灰白色长石岩屑石英中砂岩、长石岩屑石英细砂岩、粗砂岩、含砾砂岩、砂砾岩组成夹深灰色含砂泥岩、灰色粉砂质泥岩。底部常见冲刷面,常含泥砾,可形成薄层泥砾岩。有时砂岩直接与煤层接触。砂岩分选一般为好-中等。层理类型主要有波状交错层理、平行层理和小型板状层理,常见冲刷-充填构造。自然电位曲线表现为中-高幅齿化钟形或箱形,自然伽马曲线则表现为中-低幅齿化漏斗型(图2)。地震反射为强振幅断续平行结构。

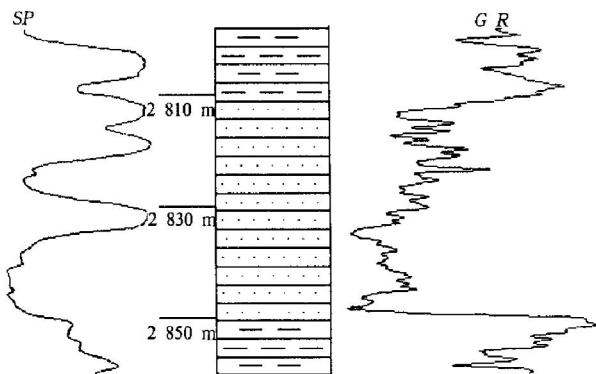


图2 春晓2井分流河道测井曲线特征

Fig. 2 Logging curves of distributary channel in Chunxiao well No. 2

平原沼泽微相岩性为深灰及灰黑色泥岩、粉砂质泥岩为主夹多层薄煤层,常见根土岩,多属覆水沼泽。

分流间湾微相岩性以灰色泥岩、粉砂质泥岩为主,发育水平层理、水平-波状层理及透镜状层理,含大量碳屑和植物碎片,常见生物扰动构造。

1.2.1.2 三角洲前缘亚相

三角洲前缘亚相主要由河口坝、末端砂坝及前缘席状砂微相组成,其中,以河口坝最为发育。

河口坝微相岩性为浅灰色、灰白色细砂岩、粉细砂岩组成,岩石成分以石英为主,长石、岩屑次之,砂岩分选好,砂岩上、下部往往皆与灰色泥岩过

渡接触,形成下细上粗的反旋回。自然电位曲线表现为中幅漏斗形及漏斗形-箱形特征,自然伽马曲线为中-高幅齿化箱形-钟形(图3)。发育小型交错层理,常见植物碎屑纹层和滑塌、揉皱变形构造及包卷层理(图4)。

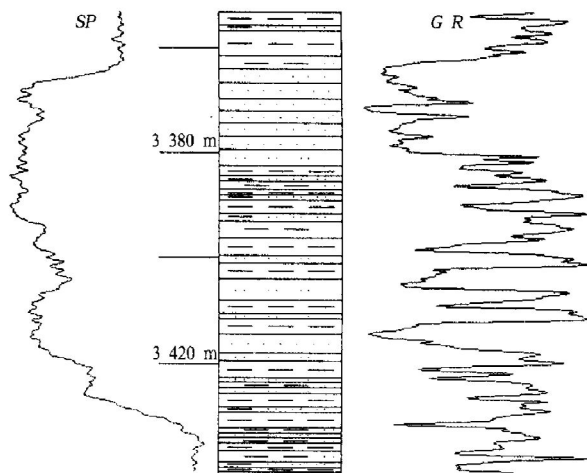


图3 残雪1井三角洲前缘测井曲线特征

Fig. 3 Logging curves for delta front in Canxue well No. 1



图4 春晓2井3381.6~3383.13 m滑塌、揉皱变形构造、包卷层理

Fig. 4 Slump, wrinkle structure and convolute bedding from 3381.60~3383.13 m in Chunxiao well No. 2

末端砂坝及前缘席状砂微相岩性以浅灰、灰色粉砂岩为主,其次为细砂及泥质粉砂岩。发育水平层理、透镜状层理和小型波状交错层理(图5)。

1.2.1.3 前三角洲亚相

岩性以灰色泥岩、粉砂质泥岩为主,夹薄层粉砂岩。发育水平层理和少量脉状-透镜状层理。常见有孔虫、瓣鳃类化石。

1.2.2 潮控三角洲相

潮控三角洲相主要发育于平湖组中段。其主

体部分是三角洲前缘,砂体在河口部位卸载形成河口坝,主要由细砂岩和粉砂岩组成。其成分成熟度、结构成熟度都很高。主要发育波状层理、双向交错层理。潮控三角洲的三角洲平原亚相不发育,主要由潮渠水道、潮坪、沼泽组成。其岩性为深灰色含砂泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹煤层,常见根土岩。



图5 春晓2井3 233.25~3 234.32 m 脉状、透镜状层理及波状交错层理

Fig. 5 Flaser, Lenticular bedding and ripple cross bedding from 3 233.25~3 234.32 m in Chunxiao well No. 2

天然堤微相岩性主要为褐色、灰褐色粉砂及泥质粉砂岩。发育各种小型沙纹层理和水平纹层。

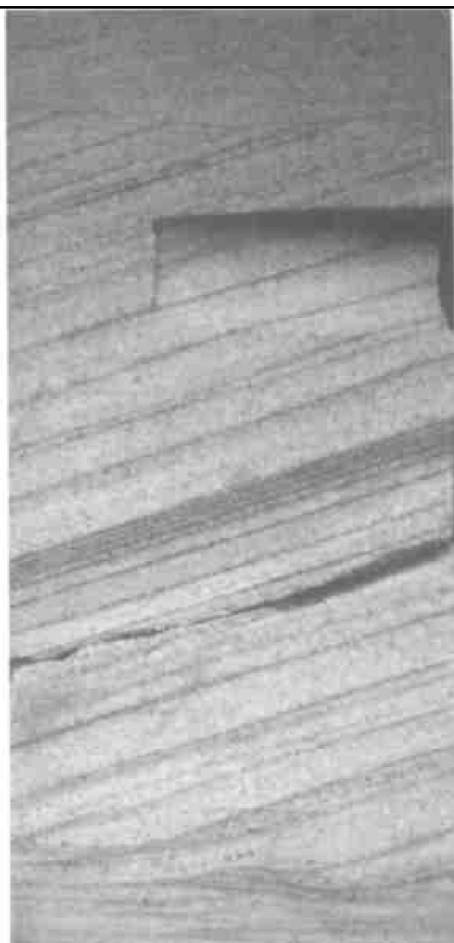


图6 春晓2井3 052.17~3 052.45 m 河道亚相之板状交错层理

Fig. 6 tabular cross bedding of channel subfacies from 3 052.17~3 052.45 m in Chunxiao well No. 2

1.3 河流

河流沉积体系主要发育于花港组及中新统龙井组、玉泉组和柳浪组,以曲流河为主,主要由河道及泛滥平原亚相组成。其中,河道充填沉积是该体系主要的组成部分。

1.3.1 河道亚相

河道充填沉积主要是河床滞溜沉积和侧向加积作用的产物^[3],主要发育河床、点砂坝及天然堤微相。在剖面上表现为下粗上细的正旋回特征,其测井曲线多为钟形或箱形-钟形特征。

河床微相岩性主要由浅灰、灰白色含砾细砂岩、中砂岩、粗砂岩及砾岩组成。砾石分选、磨圆较好,砾径0.5~4 cm不等,具有一定的定向排列,常见底冲刷面和泥砾。

点砂坝微相岩性主要为一套灰色、灰白色长石及岩屑长石中、细砂岩,发育板状交错层理(图6)、平行层理、波状交错层理。

1.3.2 泛滥平原亚相

沉积物为褐色、棕红色、杂色砂质泥岩、泥质砂岩组成,与河道砂岩常交互出现。发育水平层理、小型沙纹层理。常见虫迹、生物扰动构造及大量钙质结核。

1.4 湖泊

该体系主要发育于花港组。根据断桥1井深灰色泥岩中产淡水双壳类珠蚌和淡水介形虫(真星介)以及广泛存在的植物孢粉化石,认为花港组沉积总体为滨岸湖泊环境。另外,在春晓2井花港组中部产丰富的有孔虫化石,显示出海相的沉积特征。据前人对该区花港组的环境研究,也认为总体属湖相,间有海浸的发生,属近岸湖泊体系。该体系可进一步划分为滨湖、浅湖、较深湖-深湖亚相,

后者仅在西湖凹陷个别钻井有揭示。

1.4.1 滨湖亚相

滨湖沉积一般位于高、低水位之间,湖滨砂体分选较好,分布稳定,储层物性好,垂向上往往与三角洲砂体交替出现,是油气聚集的有利相带。

湖滨沼泽微相岩性为灰色、深灰色泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹粉细砂岩与薄煤层。湖滨沼泽与三角洲平原沼泽,往往交替发育,很难区分,只有结合分支河道的存在才能将其分开。

湖滨砂坝微相岩性为浅灰、灰白色中、细砂岩夹粉砂质泥岩,砂岩波状交错层理、微波状层理发育,常见生物潜穴及生物扰动构造,分选较好。自然电位及自然伽马曲线多表现为中-高幅指状。

泥滩微相岩性以灰色、棕红色、灰褐色、杂色粉砂质泥岩为主夹灰色、灰白色粉细砂岩。

1.4.2 浅湖亚相

浅湖亚相泛指浪基面和枯水面之间的地带^[4],岩性为一套灰色、灰白色粉细砂岩与灰色、浅灰色泥岩互层。砂岩以细粉砂为主,分选好。在剖面上常与较深湖、滨湖相伴生,间互出现。自然电位及视电阻率曲线皆呈中-低幅锯齿状。

1.4.3 较深湖-深湖亚相

灰色、深灰色、棕褐色泥岩、粉砂质泥岩为主,常夹含油中、细砂岩。中、细砂岩多属重力流水道沉积,泥岩与砂岩间互出现,形成生油、储油层互层。富产生物化石。自然电位及视电阻率曲线皆呈低幅微齿状。

2 发育与展布

该区平湖组、花港组的发育与演化特点,显示了由海到陆的变化过程,即平湖组主要为半闭塞海湾环境,以海湾泻湖相发育为其特征。由下而上依次发育海湾沉积、半封闭海湾-潮坪碎屑沉积及三角洲沉积;花港组以发育湖泊、河流体系为主。与平湖组沉积时期相比,湖泊范围有所缩小,并主要发育浅湖及湖滨沼泽亚相。花港组可明显两分,下段为海浸湖相,上段为淡水湖沉积,其顶部在发育湖相的同时也开始逐步出现曲流河泛滥平原沉积。

2.1 平湖组

平湖组时期的沉积背景是水体较浅的,低能的、半咸水沉积环境。随着晚古新世末期断陷的进一步发展,早-中始新世为海侵时期,推测仍为海相

沉积。中始新世中期为海侵最盛时期,海水漫过鱼山凸起进入西湖凹陷。在其中、南部形成畅通的海湾沉积。在西部保俶斜坡发育潮坪沉积,局部见三角洲体系。中始新世晚期,海水逐渐退出,沉积环境从海相转为海陆过渡相的半封闭海湾环境。总体来看,平湖组时期的沉积体系由下而上依次发育海湾、半封闭海湾泻湖、潮坪-沼泽及三角洲沉积体系。从平面上看,该时期主要发育半封闭海湾相沉积体系,并以海湾泻湖相发育为其特征,该相为带状近南北向分布在工区的中央地带,东西两侧发育潮坪、沼泽亚相及三角洲相(图7)。

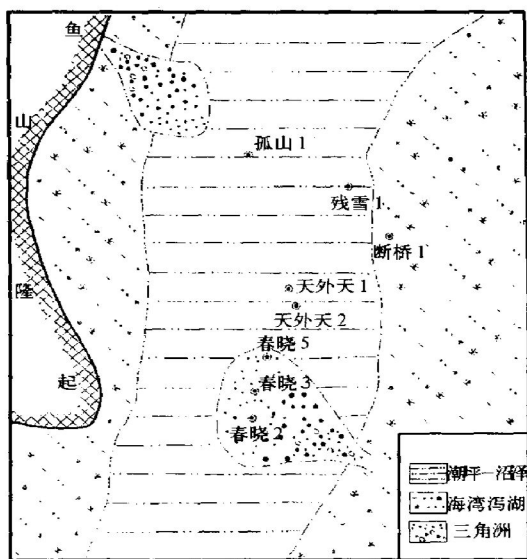


图7 春晓区带平湖组沉积相图

Fig. 7 Sedimentary facies diagram for Pinghu Formation in Chunxiao zone

2.2 花港组

晚始新世末的玉泉运动结束了该区的断陷历史,海水退出,西部地区整体抬升成陆。渐新世花港组以陆相沉积为主。发育近岸湖泊沉积及河流沉积体系。花港组下段为海浸湖相。花港组上段总体上为湖泊相,上部开始有河流相与湖泊相间互出现。

本区花港组下段以发育湖泊、河流体系为主,局部发育三角洲体系。该时期与平湖组沉积时期相比湖泊范围有所缩小,湖泊体系主要分布在工区东北部及中部,并主要发育浅湖及湖滨沼泽亚相,南部及东南地区发育三角洲体系,工区西部及东南部广大地区发育河流体系。物源主要来自工区西部及东南部(图8)。

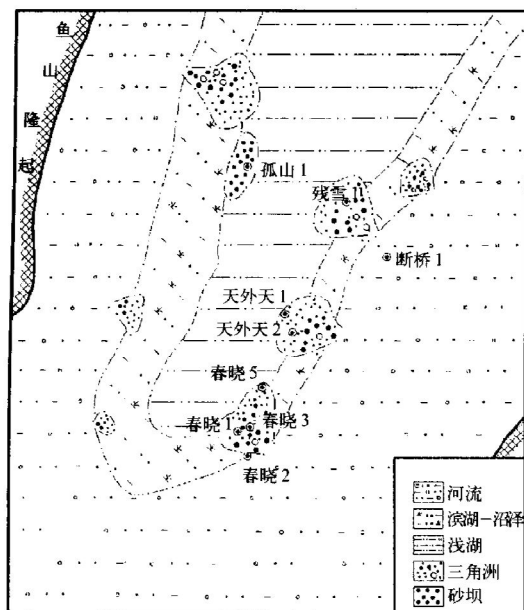


图8 春晓区带花港组下段沉积相图

Fig.8 Sedimentary facies diagram for lower member of Huagang Formation in Chunxiao zone

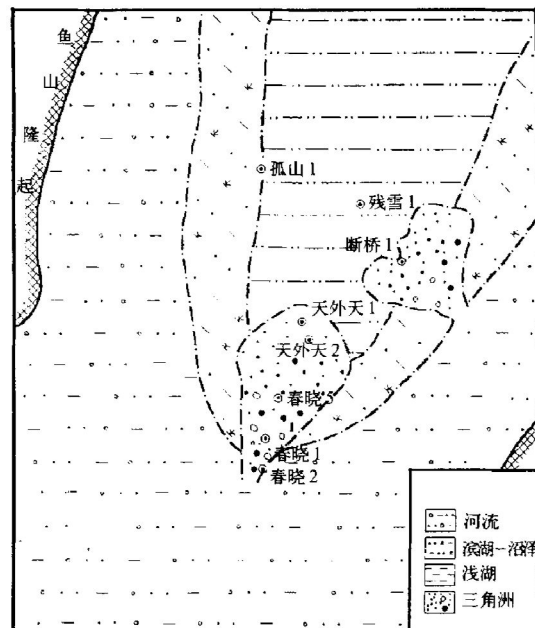


图9 春晓区带花港组上段沉积相图

Fig.9 Sedimentary facies diagram for upper member of Huagang Formation in Chunxiao zone

花港组上段主要发育河流、湖泊及三角洲体系,与花港组下段相比,湖泊范围缩小,沉积中心西移,浅湖亚相呈狭长条带状北北东向分布于工区中部和东北部。围绕浅湖亚相发育湖滨沼泽及三角洲相。河流相广泛分布在工区西部、南部及东部地区(图9)。

该区有利储集相带主要有半封闭海湾中的潮渠水道、潮坪砂坝及三角洲前缘亚相中的河口坝、前缘席状砂、三角洲平原分流河道微相以及河流体

系中的河道亚相。

参 考 文 献

- 1 王德发. 陆源碎屑沉积环境及沉积体系[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992. 44~ 57
- 2 刘宝珪, 曾允孚. 岩相古地理基础和工作方法[M]. 北京: 地质出版社, 1985. 120~ 130
- 3 李兴国. 陆相储层沉积微相与微型构造[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000. 103~ 150
- 4 吴崇筠, 薛叔浩, 裴悻楠, 等. 中国含油气盆地沉积学[M]. 北京: 石油工业出版社, 1992. 36~ 43

SEDIMENTARY CHARACTERISTICS OF EOGENE PINGHU FORMATION AND HUAGANG FORMATION IN CHUNXIAO ZONE OF XIHU LAKE DEPRESSION

Wang Guoshou^{1,2} Zhou Zuoming² Xiao Chaohui^{1,2} Li Meizhou³ Zhou Weikui² Wang Lin²

(1. Energy Resource College of Chengdu University of Science & Engineering, Chengdu, Sichuan; 2. Jingzhou Branch for New Area Exploration, Research Institute of Petroleum Exploration and Development, SINOPEC, Jingzhou, Hubei; 3. Nanjing Branch, Artillery Academy of the Chinese peoples Liberation Army, Nanjing)

Abstract: Eogene Pinghu Formation and Huagang Formation can be divided into four main sedimentary systems of semi-closed bay, lake, delta and river; and six main sedimentary types of shore-tidal flat, lagoon, shore-lake, river-controlling delta, tide-controlling delta and river etc., and several subfacies and microfacies. The development and evolution of the sedimentary systems in Pinghu Formation and Huagang Formation indicate change characteristics

(下转第 265 页)

线台缘相带中都有发育的可能性, 2001 年于该带沙 72, T204, 沙 86 井下奥陶统发现滩相颗粒灰岩含

油, 则进一步证实了此类储层的勘探前景, 值得今后勘探研究注意。

CHARACTERISTICS OF ORDOVICIAN CARBONATE ROCK RESERVOIRS IN TAHE OILFIELD

Yan Xiangbin

(*Research Institute of Petroleum Exploration and Development , SINOPEC, Beijing*)

Abstract: Rock cores testing indicate that space of carbonate rock reservoirs in Tahe oilfield are mainly interparticle pores, fissures and cavities; Their matrix almost do not have reserving capability. Reservoirs in cavity type, weathering fissure type and structural fissure type are commonly developed in Tahe region. Fissures in the surface eluvial belts – cavity reservoirs are largely spread near the unconformable contacts of C₁ and O₁. Reservoirs in dissolution porosity – type in particle limestone in the platform edge of bank facies are commonly spread along the area of the lower Ordovician in Southern Sha well No. 76. It is conjectured by analyzing relations between extension of the fissure series and the diagenetic fabrics that the cam shaft part in Akekuler would be favorable well – developed area for reservoirs in cavity type. New results from well drilling indicate that the area along well S₆₉ – S₇₆ in southern margin of Tahe oilfield will be a very important one for the exploration of reservoirs in dissolution porosity – type in particle limestone in the platform edge of bank facies

Key words: reservoir; reservoir space; extension; conjecture; Tahe oilfield

(上接第 261 页)

from the sea to the land; namely Pinghu Formation is chiefly composed of semi – closed bay environment with its own feature of development of bay – lagoon facies which is distributed largely in the central belt of working area. Huagang Formation consists mainly sedimentary systems of lake, delta and river which apparently can be divided into two sedimentary systems; the lower section is made up of ingress ion lake facies, the upper section is composed of fresh water lake sediments and interlayering sediments of meandering river flooding plain. The lake sedimentary system is mainly distributed in the northeast and central part of the working area, the delta system is chiefly developed in the south and southeast part of the working area while the meandering river system developed in the west part. Tidal channel, tidal – flat bar, river mouth bar, front sheet – like sand and microfacies of braiding flow river are main favorable reservoir belts in the area.

Key words: Sedimentary system; type; development; distribution; Chunxiao zone; Xihu lake depression