

文章编号: 0253-9985(2006)06-0804-09

潜江凹陷隐蔽油藏成藏主控因素及勘探方向

方志雄

(中国石油化工股份有限公司 江汉油田分公司, 湖北 潜江 433124)

摘要: 潜江盐湖潜江组-荆河镇组沉积时期, 经历了断陷期、断坳期和隆升剥蚀定型期 3 个构造演化阶段, 各阶段古构造面貌各不相同。受古构造面貌、物源、古气候、水体条件等因素控制, 潜江凹陷潜江组沉积时期主要发育(扇)三角洲-盐湖两大沉积体系和断坡带、弯折带、盐湖密度流、南部缓坡膏盐 4 种盐湖沉积充填模式。潜江凹陷潜江组古构造面貌控制了沉积充填, 今构造背景控制了油气成藏, 水介质条件影响了砂体延伸及展布, 砂体成因类型控制了油藏类型和规模。凹陷中部是构造-岩性油藏, 东部斜坡带是区域上倾尖灭型岩性油藏, 向斜周缘是局部上倾尖灭型岩性油藏勘探的有利区带。

关键词: 结构构造; 古构造面貌; 沉积充填; 盐湖密度流; 隐蔽油藏; 潜江组; 潜江凹陷

中图分类号: TE112.3 文献标识码: A

Main controlling factors and exploration direction of subtle oil reservoirs in Qianjiang depression

Fang Zhixiong

(Jianghan Oilfield Company, SINOPEC, Qianjiang, Hubei 433124)

Abstract During the deposition of Qianjiang-Jinghezhen formations, Qianjiang salt lake tectonically experienced three evolution phases, i.e., downfaulting, downwarping and uplifting-erosion-finalization, each with different paleostructural features. Controlled by the paleostructural features, sources, paleoclimates and water bodies, (fan) deltaic and salt lake depositional systems, as well as four patterns of salt lake sedimentary fill (fault slope zones, slope break zones, salt lake density flows and southern ramp gypsum salt), were developed in Qianjiang depression during the deposition of the Qianjiang Formation. In Qianjiang depression, the paleostructural features of the Qianjiang depression Formation control the patterns of depositional fill; the present tectonic setting controls the hydrocarbon reservoiring; the water media condition have an influence on the extension and distribution of the sandbodies; and the genetic types of sandbodies control the types and sizes of the oil reservoirs. The central part of the depression is favorable for exploration of structural-lithologic reservoirs; the eastern slope zone is favorable for prospecting regional updip pinchout lithologic reservoirs; and the peripheral area of the synclines is favorable for explorations of local updip pinchout lithologic reservoirs.

Key words structural tectonics; palaeostructural feature; sedimentary fill; salt lake density flow; subtle reservoir; Qianjiang Formation; Qianjiang depression

潜江凹陷地处湖北江汉平原, 是江汉盆地最主要的富烃凹陷之一。古近系潜江组(E_q)油气资源丰富, 是其主要勘探目的层系。经过 40 余年的勘探, 共发现油田 16 个, 探明石油地质储量 8 650 ×

10⁴ t; 资源探明率 58%。由于特殊的盐湖及北部单向物源供给沉积环境, 给岩性油藏的形成创造了有利条件, 剩余油气资源主要赋存于隐蔽岩性油藏之中。

收稿日期: 2006-10-17

作者简介: 方志雄(1962-), 男, 教授级高级工程师, 石油地质勘探

1 构造演化特征

1.1 结构构造

潜江凹陷为一受北东向潜北大断裂及通海口大断裂所夹持的双断型箕状凹陷。今构造总体上为一凹两斜坡的构造格局, 具有明显的断坳构造特征。向斜带位于凹陷中部, 从潜北断层前缘向东南延伸至通海口断层前缘(图 1)。潜江组沉积时期, 具有北低南高、中低边高, 地层北厚南薄、中厚边薄的特点。潜北断层对潜江组沉积具有明显的控制作用, 最大埋深约 $6\ 000\text{ m}^{[1]}$ 。

凹陷内北东向断裂发育, 一、二级断裂对盐湖的形成演化有强烈的控制作用, 三级断裂主要控制局部构造圈闭的形成。区内潜江组构造圈闭不发育, 仅在凹陷中部发育因盐隆而形成的王场、广华、潜江等背斜、周返断鼻群和因构造作用而形成的潜北断层前缘的钟市、潭口等鼻状构造以及西坡的断块、断鼻群, 除王场背斜及钟市鼻状构造外, 局部圈闭一般小于 2 km^2 。

1.2 构造演化及古构造面貌

潜江凹陷上始新统潜江组从上至下划分为潜一、二、三、四段, 与下伏中始新统荆沙组 (Ejs) 地层呈角度不整合接触, 与上覆渐新统荆河镇组 (Ejh) 地层呈整合接触^[1] (图 2)。

根据凹陷内主要断裂活动期次、构造特征等, 将潜江组—荆河镇组构造演化划分为断陷期、断坳期和隆升剥蚀期。

断陷期 (荆沙组沉积末期—潜江组四段下亚段沉积中期), 潜北断层强烈活动, 控制了潜江组四段下亚段沉积, 浩口、返湾湖、周矶等断层同期活动, 形成了南、北低中间高、走向北东、两凹两斜坡的基本构造格局。

断坳期 (潜江组四段下亚段沉积末期—荆河镇组沉积时期), 大部分断裂活动明显减弱或停滞, 潜二段沉积末期, 受地层压力及温度的影响, 在区域地质应力作用下, 潜江组四段下亚段巨厚盐岩及软泥地层开始塑性流动, 盐构造开始发育并持续隆升。在盐隆以及浩口、周矶等断裂急剧

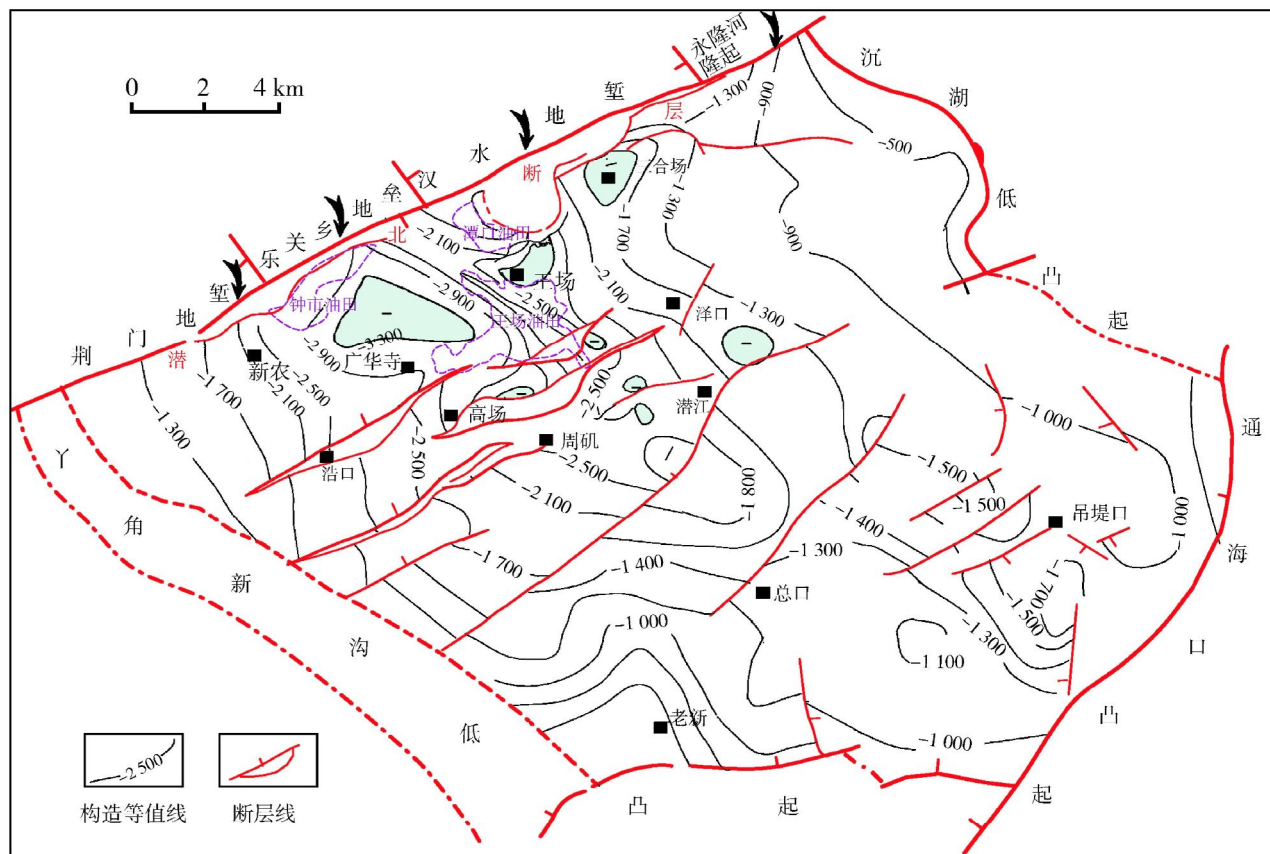


图 1 潜江凹陷潜江组构造略图

Fig. 1 Simplified structural map of the Qianjiang Formation in Qianjiang depression

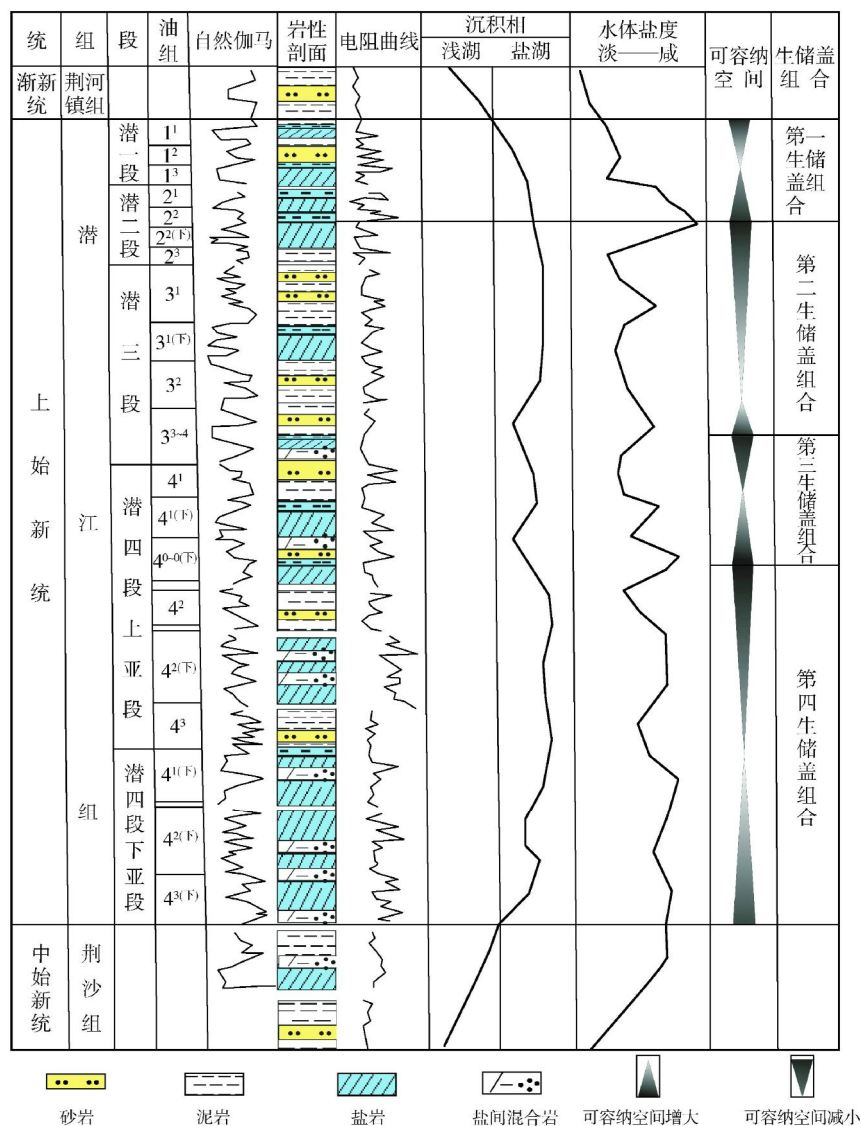


图 2 潜江凹陷潜江组地层简图

Fig. 2 Strata of the Qianjiang Formation in Qianjiang depression

活动的影响下,潜北断层前缘洼陷分解为蚌湖、王场、三合场及周矶等洼陷,形成今构造面貌雏形。

隆升剥蚀期(荆河镇组沉积末期),受区域挤压应力作用的影响,盆地整体抬升,潭口地区地层向凹内旋进,形成环带状断裂体系;盐构造继续大幅度隆升,正向构造如潭口等地区下第三系遭到不同程度的剥蚀。这期构造活动,极大地强化了凹陷北西向的构造格局,加强了北西向的构造隆升幅度,至此,凹陷构造基本定形。

总之,潜江凹陷潜江组沉积期间总体古构造面貌表现为一洼两斜坡,北低南高、东西高中间低的特征(图 3),不同时期沉积沉降中心不同。随着沉积沉降中心的迁移,对洼陷带的生烃以及凹陷北部砂体的展布都具有重要影响。

2 沉积充填特征

2.1 沉积体系

潜江组沉积时期,受古气候干湿频繁交替影响,古盐湖水体呈咸、淡周期性频繁变化,潜江组表现出明显的多韵律和复韵律的层序结构,具有陆源碎屑机械沉积和化学蒸发沉积交替出现的显著特点^[2-4](图 2)。气候干旱时,外来水流及碎屑物补给量少,湖盆水体蒸发强、盐度高,在盐湖区形成氯化钠为主的盐岩;气候潮湿时,外来水流及碎屑物补给量增大,水体蒸发减弱,盐度降低,在盐湖区形成混合岩(泥质、白云质和钙芒硝类矿物组成)^[5]。在纯盐湖区,潜江组含盐韵律达 185

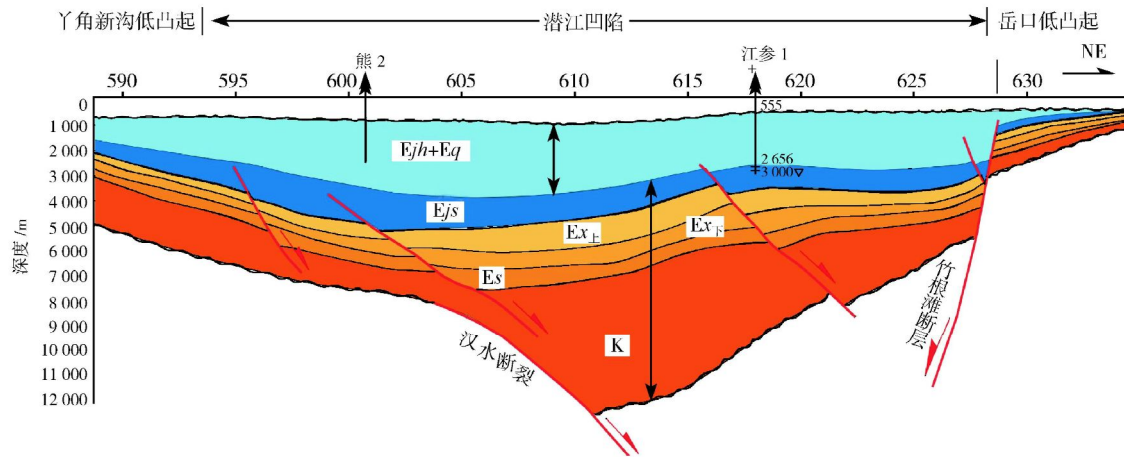


图 3 潜江凹陷 67 地震侧线地层解释剖面 (SW - NE)

Fig. 3 Interpreted profile of the 67 seismic line in Qianjiang depression (SW - NE)

注: E_s 沙市组, E_x 科沟组织

个;在湖盆水体淡化区,泥岩和砂岩频繁间互堆积,泥岩普遍含灰质和白云质;在盐湖水体咸、淡过渡区,为砂泥岩层段和含盐韵律层段交互出现。

受北部单向物源供给影响,沉积类型表现为:在潜北陡坡带附近,主要发育了三角洲、扇三角洲沉积体系;凹陷中心发育浅湖-深湖盐湖沉积;而在西南和东部斜坡则发育滨浅湖盐滩的膏岩-泥质沉积;在凹陷的远源斜坡带发育盐湖密度流等特殊的盐湖沉积体系。由于潜北边界断裂强烈活动,以及潜江盐湖特殊沉积特点,三角洲平原与扇三角洲平原在本区不发育^[6](图 4)。

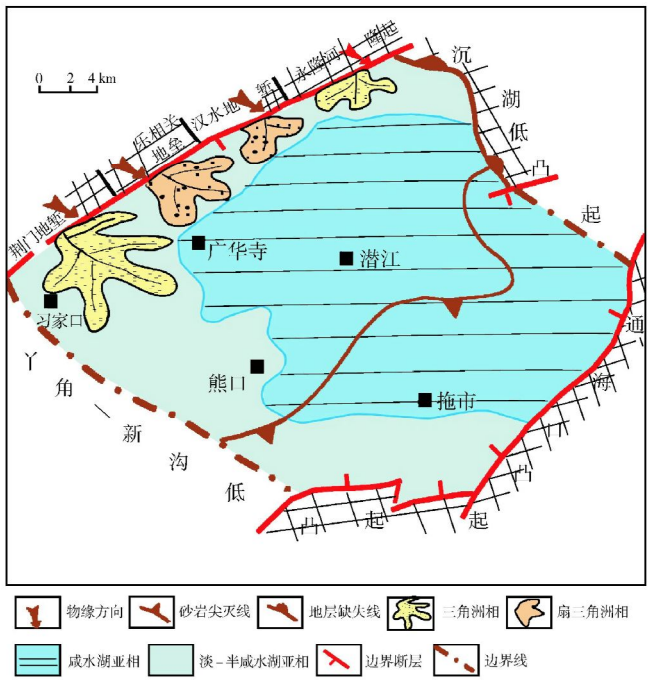


图 4 潜江凹陷潜江组沉积相图

Fig. 4 Sedimentary facies of the Qianjiang Formation in Qianjiang depression

扇三角洲沉积体系主要发育在潜北断裂下降盘;主要发育辫状水道、水道间、河口坝与席状砂等沉积微相。岩性为细砂岩及粉砂岩构成,储层物性较好。

三角洲沉积体系主要发育在凹陷西北部构造活动相对较弱,沉积坡度较小地区;主要发育水下分流河道、三角洲间湾沉积。水下分流河道砂岩分选较好。

盐湖相沉积体系主要分布于盐湖沉积中心,发育湖滨砂泥及深、浅湖相沉积;砂体厚度较薄,砂泥频繁互层,粒度较细,以泥质粉砂岩、粉砂岩为主。

盐湖密度流沉积具有典型的盐岩沉积层序特征。砂岩发育于大套盐岩与暗色泥岩层之中,粒度较细、含泥质较重,横向变化大、常呈指状或席状砂体(图 5)。

在越过蚌湖洼陷的东部黄场地区及其南部的周矶-熊口等地区盐湖密度流砂体十分发育,局部可以形成较厚的砂体。是岩性油藏勘探的有利地区。

2.2 砂体特征

2.2.1 砂体分布不均

断陷期(潜江组四段下亚段)是潜江凹陷烃源岩发育的主要时期,储集体主要发育并夹持于北东向潜北与蚌湖断层之间较窄范围内。断坳沉积阶段(潜江四组上亚段至荆河镇组),这一时期以砂泥岩、盐岩互层沉积为特征。潜江组砂岩平均厚度约 200 m,占地层厚度的 12%,在主要物源入

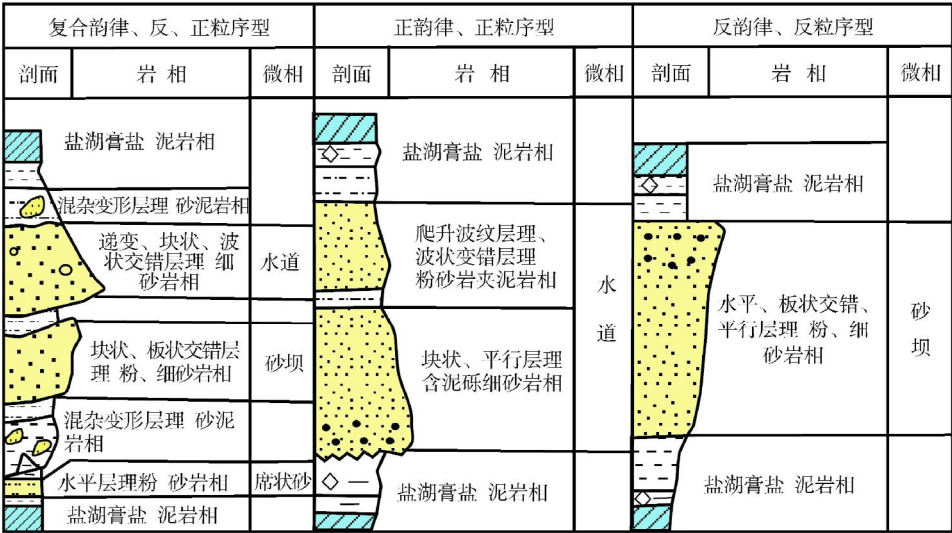


图 5 盐湖密度流砂体剖面结构图

Fig. 5 Profile of salt lake density flow sandbody

口处砂岩增厚,最厚可达 500 余米,占地层厚度的 34%。砂岩自北而南迅速减薄,至泽口—潜江—熊口一带全部尖灭,形成偏凹陷西北部分布的“半盆砂”局面,砂岩迭合分布面积 1 630 km²,仅占凹陷面积 65%,砂岩总体积仅为沉积岩总体积的 4%^[7]。

2.2.2 砂岩储层纵向分散、横向变化大

受物源、气候、沉积水介质等多种因素影响,潜江组砂泥岩段与盐韵律段频繁交替。砂岩纵向上虽分布广泛、层数多,可分为 24 个油组 40 个砂组,但是单砂层薄,一般小于 10 m。各砂组均自西北向东南方向快速减薄,分别在距岸边 5~30 km 的距离内先后尖灭,各砂组砂岩分布面积大小不等,相差悬殊,分布面积最大者为 1 206 km²,占凹陷面积的 48%,最小者仅 109 km²,仅占凹陷面积的 4%。潜江组各砂组砂岩分布远近不等,构成纵横交错的砂岩尖灭线网络,给岩性圈闭的形成造就了有利条件。

2.2.3 砂体分布与盐层分布互为消长

从潜江组各时期沉积特征看,砂岩分布面积大,则蒸发岩分布面积就小,反之亦然。两者互为消长关系。在横向上从砂岩变为盐岩,其间为一泥岩过渡带,垂向上亦如此。

2.3 沉积充填模式

2.3.1 断坡带盐湖沉积模式

受潜北深大断裂及北部单向物源供给影响,

断坡带盐湖沉积模式主要发育于潜北断层前缘,呈北东、南西向展布。由于北侧边界的陡断特性和近物源的有利条件,广泛发育陡坡低位扇体、高位扇三角洲及湖侵重力流沉积体系^[8~10];它们侧向相连成裙状,由于其坡度大,沉积相带窄,变化快,三角洲前缘砂体常直接插入凹陷内部的盐湖沉积中,迅速相变为泥质及盐岩沉积(图 6)。

2.3.2 弯折带盐湖沉积模式

弯折带盐湖沉积模式主要发育于蚌湖向斜西侧。受斜坡古地貌特征的控制,弯折带之上,地形坡度平缓,沉积旋回较少,各层序厚度较薄,侧向变化较稳定;弯折带之下,地形坡度突然加大,各个沉积层序的厚度明显增加,沉积相带的侧向变化相对较大。自弯折带向深凹内部,沉积旋回明显增多,低位、湖侵和高位体系域发育一应俱全;而向弯折带之上低位体系域逐步超覆尖灭,仅发育湖侵及高位体系域,而且厚度较薄。因此,在弯折带砂体层数多、厚度大,砂岩发育,向弯折带之上超覆尖灭,向深凹内部迅速相变为泥岩、盐岩(图 7)。在盐湖盆地的持续沉降作用下,弯折带的位置发生有规律的迁移——自下而上逐渐向湖盆迁移。

2.3.3 盐湖密度流沉积模式

蚌湖—王场—周矶一直是潜江凹陷潜江组的沉积—沉降中心,也是盐湖浓缩中心,由于其水体密度、盐度和温度差异的影响,在盐湖密度流作用

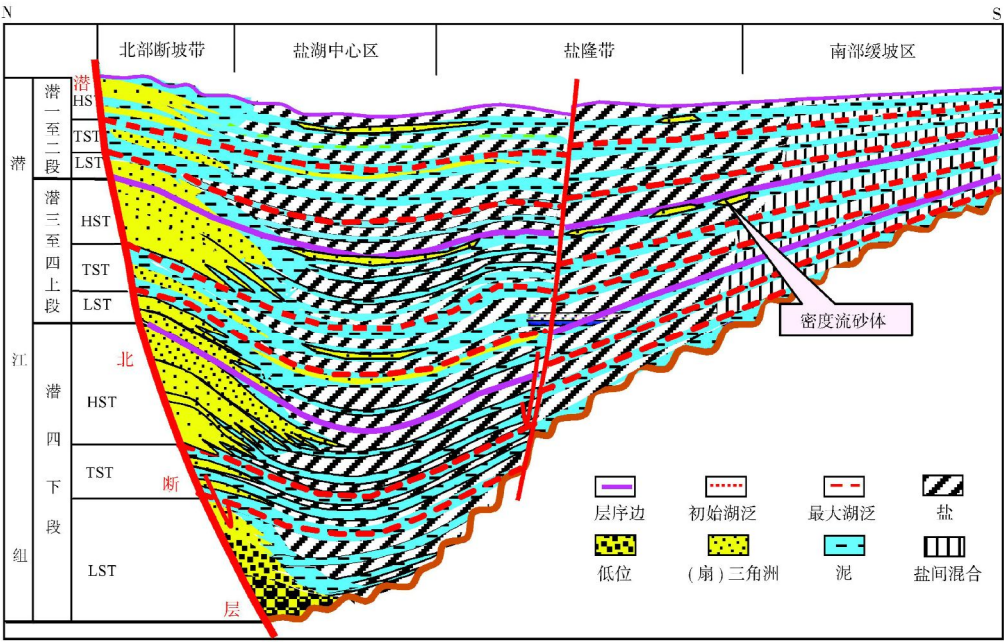


图 6 断坡带盐湖沉积模式图

Fig. 6 Sedimentary mode of salt lake in fault slope zone

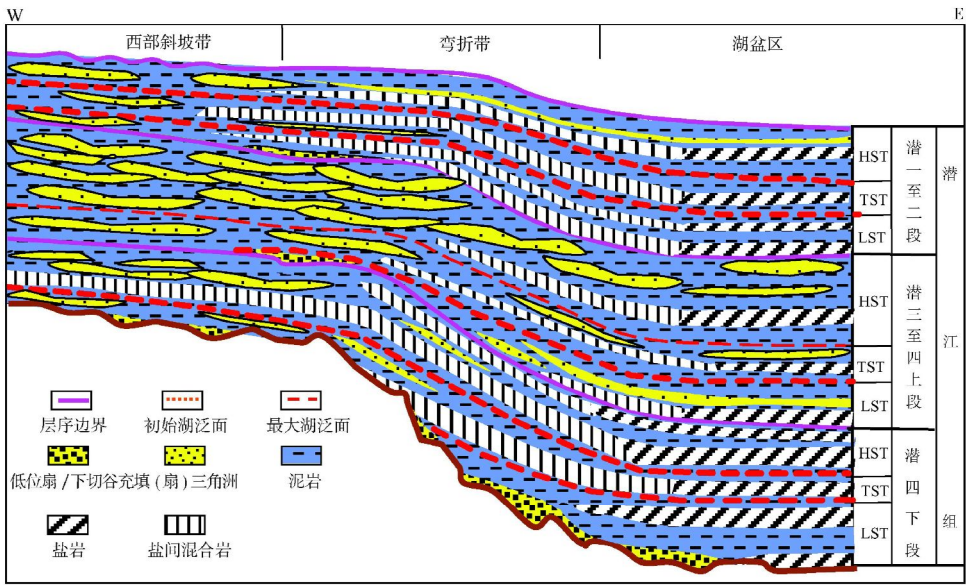


图 7 弯折带盐湖沉积模式图

Fig. 7 Sedimentary mode of salt lake on slope break zone

下其南部砂岩依然发育。深洼南翼及更南地区是悬移质沉积——盐湖密流沉积的有利地区(图 6)。

由于低位体系域自沉降中心向南上超尖灭,高位和湖侵体系域沉积时期,是盐湖密度流沉积的有利时期。

2.3.4 南部缓坡膏盐沉积模式

发育于凹陷南部,为静水缓坡台地,以膏盐岩沉积为主夹砂泥岩条带,砂岩不发育(图 6)。

3 隐蔽油藏展布特征

潜江凹陷潜江组岩性油藏发育,在已探明的石油储量中,岩性油藏达 42%。岩性油藏按圈闭成因可分为两大类六小类。

岩性油藏:上倾尖灭、侧缘尖灭、透镜体岩性油藏。

构造-岩性油藏:断层-岩性、构造-岩性、构

造-断层-岩性油藏。

受水动力强度、盐湖水介质密度、岩性及构造发育特征影响,岩性油藏发育具有明显的分带性并各具特点^[11]。

3.1 不同层组的岩性油藏分布区域不同

不同时期沉积的砂体先后在凹陷内不同部位尖灭。在盐湖相对浓缩期沉积的砂岩,通常在离物源入口较近处尖灭,主要分布在蚌湖向斜东南坡-广华、浩口一带,形成的岩性油藏称之为岩性油藏“内带”;在盐湖相对淡化期沉积的砂岩,通常在离物源入口较远处尖灭,达到凹陷中部的张港-黄场-泽口-潜西-光明台-熊口一带,构成整个潜江组砂岩的区域尖灭带,形成的岩性油藏称之为岩性油藏“外带”。

3.2 不同成因类型的岩性油藏成群成带分布

统计分析岩性油藏的成因类型,“内带”主要是由三角洲前缘的水下分支河道与今构造背景配合形成的局部上倾尖灭型岩性圈闭(油藏)为主,油藏规模较小;外带则存在两种成藏类型:其一是在面迎物源继承性的斜坡以席状砂体形成大面积的区域上倾尖灭型岩性油藏;其二主要以指状、舌状砂体与断层等构造配合,形成构造-岩性油藏。

构造-岩性油藏主要发育于凹陷中部:受盐湖水介质盐度及水动力条件影响,砂岩呈指状、舌状体向南延伸,在区域向南抬升的构造背景上,由于凹陷中部(王场-广华-浩口和周返-潜西地区)北东向断层(浩口、车挡、周矶、返湾湖和熊口等断层)发育,断层走向与砂体延伸方向近于直交,易于形成断层切割舌状砂体或断层与向西沿构造上倾方向砂岩侧缘尖灭而成的断层-岩性油藏。凹陷中部地区是构造-岩性油藏集中发育地带,目前已发现周 21、周 30 等含油区块。

3.3 区域上倾尖灭型岩性油藏发育于东部斜坡带

张港-黄场-泽口地区为凹陷向东、南抬升的斜坡,与砂体延伸方向近于垂直或斜交,水动力条件较强时,各油组、砂组砂体在该带不同部位以指状沿构造上倾方向舌状尖灭;水动力条件较弱时,以大面积分布的席状砂体为特征,与构造线配置形成大面积、薄砂层的岩性油藏。目前已发现王场-黄场-张港连片分布的潜江组四段薄层岩

性油藏。

3.4 局部上倾尖灭型岩性油藏发育于向斜周缘

现今蚌湖及周矶向斜在潜江二段沉积以前为一古斜坡,是砂岩发育并尖灭的主要部位,受后期构造活动及盐岩塑性流动的影响,表现为现今向斜构造格局。由于物源来源于北西方向,蚌湖及周矶向斜东、南斜坡上倾尖灭型岩性圈闭十分发育,尤其是蚌湖向斜东、南斜坡,潜江三段和潜江四段上亚段多个油组或砂组砂体在斜坡不同部位呈舌状延伸并尖灭,错迭分布,是岩性油藏勘探的有利区带。目前已发现严河、广北等油田和王 78、周 16 等含油区块。

4 隐蔽油藏成藏主控因素

4.1 古构造面貌控制沉积充填,今构造背景控制油气成藏

潜江凹陷潜江组沉积期间总体古构造面貌表现为一洼两斜坡,北低南高、东西高中间低的特征,不同时期沉积沉降中心不同。在潜江组四段下亚段-潜江组四段上亚段沉积时期,由北西向南东迁移,在潜江组三段-潜江组一段沉积时期向北西迁移,在荆河镇组沉积时期又向南西迁移(图 8)。随着沉积沉降中心的迁移,有效地控制了洼陷烃源岩以及凹陷北部砂体的展布。

下第三系荆河镇组沉积末及上第三系广华寺组沉积前,受喜山运动的影响江汉盆地整体抬升,潜江凹陷内局部地区如潭口地区强烈隆升遭受剥蚀。这一时期王场、潜江等盐隆背斜及周返盐隆断鼻、断块群等圈闭逐步形成并定型,昔日的沉积沉降中心成为现今的油气运移聚集中心。潭口地区及西部斜坡带次级断裂进一步发育,形成一系列的断鼻、断块及层间小幅度圈闭群。这一时期不仅是圈闭形成并定型的主要时期。随着温度、压力的升高,潜江组四段、三段烃源岩也达到成熟演化阶段,是油气大量生成并运移的主要时期,是油气成藏的主要关键时期。

4.2 水介质条件影响砂体延伸及展布

4.2.1 水介质特征

潜江组沉积时期是江汉古盐湖发展的鼎盛时

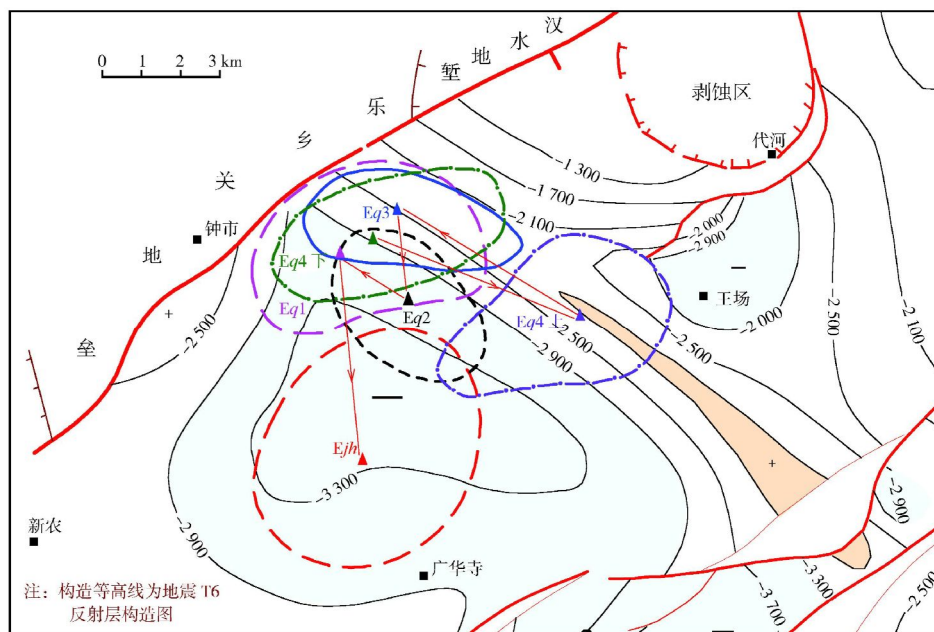


图 8 潜江凹陷潜江组沉积时期沉降中心变迁图

Fig. 8 Map showing migration of the depocenter during the deposition of Qianjiang Formation in Qianjiang depression

期,受干湿交替的古气候条件的影响。潜江组水体盐度具有以下 3 个特点:

1) 水体盐度高且变化范围大。潜江组砂泥岩段的盐度平均值为 36.2%, 盐岩段的盐度平均值达 47.8%, 均超过正常的海水盐度 (35%), 水体盐度极高。

2) 同时期水体盐度自凹陷西北部向凹陷中心及东南方向由淡变咸, 具分区性。以潜 4^3 油组为例, 西部斜坡及北部边缘, 水体相对较淡, 为淡-咸水; 向凹陷中心, 水体逐渐变咸, 在广华地区已接近盐水, 到王场地区变为盐水; 到砂岩尖灭线附近, 水体盐度更高, 在张港-黄场地区已达 53.3%; 再到凹陷东南部, 盐度更高。

3) 由于水体盐度高, 氧逸度很低, 游离氧少, 水体自身形成封闭条件, 从泥质沉积物以灰、灰黑色为主, 广泛发育黄铁矿, 缺乏底栖生物化石, 盐韵律异常发育等特征, 表明凹陷大面积范围内皆属还原或强还原环境。

综上所述, 高盐度、封闭性、还原-强还原性是潜江组盐湖水介质最显著的特征。

4.2.2 水动力条件

潜江组各沉积时期砂体分布面积受入湖水动力强弱影响, 变化很大。即使在同一油组内,

各砂组砂岩分布面积也受其制约。如潜 4^3 油组沉积时期, 受入湖水动力影响, 盐湖水体经历了从淡化初期-淡化极盛期-淡化晚期的变化过程, 相应的从潜 4^3 -潜 4^3 砂组砂岩分布面积也呈现出小-大-小的变化规律。总体而言, 潜 3^3 , 3^4 , 4^0 , $4^{0(F)}$ 和 $4^{2(F)}$ 油组沉积时期水动力条件相对较弱, 潜 1^2 , 3^1 , 3^2 , 4^1 , 4^2 和 4^3 油组沉积时期水动力条件相对较强。

4.2.3 水体条件对砂岩沉积的影响与控制

由于受到潜江盐湖高盐度的水介质特点及水动力时强时弱、北部单向远物源补给的控制, 潜江组砂岩沉积具有独特的特点, 主要表现为:

1) 水动力条件较强、水体盐度较低时, 砂体呈指状向前延伸, 延伸距离远, 最终在盐湖相区内呈指状或舌状砂体延伸, 形成“裙边状”砂体。例如潜 3^2 和 4^1 油组沉积时期, 来自西北部钟市、潭口地区的砂岩延伸较远, 直至熊口、潜江等砂岩尖灭线一带, 其砂岩多在末端形成指状砂体尖灭。

2) 水动力条件强、水体盐度高时, 砂体以水下分支河道为主向前延伸, 延伸距离较近, 且主要以水下分支河道沉积为主, 在蚌湖一带尖灭。如潜 3^4 水下分流河道砂体, 由西北往东南延伸, 形成

多个分支。

3) 水动力条件弱、水体盐度高时,易形成近岸、边界光滑的近岸砂体,如潜 2^(下)砂体在钟市、潭口等地区物源入湖后就近沉积,分布范围距岸仅 4 km。

4.3 砂体成因类型控制油藏类型和规模

形成岩性油藏的砂体主要有扇三角洲前缘、三角洲前缘、滩坝和盐湖密度流砂体。由于砂体延展性与沉积环境及沉积方式密切相关,因而不同成因类型砂体的延展性差别也很大。

浅水沉积的三角洲前缘下分流河道、滩坝砂体延伸范围最大,平行物源方向厚度变化梯度小,每百米为 0.01~0.7 m。在垂直物源方向,仅物源入口附近厚度变化梯度较大,进入浅水湖相后,砂岩变化梯度亦较小。而扇三角洲前缘的砂体变化最快,从解剖的钟市及广北岩性油田来看,平行物源方向的砂岩变化梯度每百米为 0.7~4.3 m,垂直物源方向的砂岩变化梯度每百米为 0.9~5.5 m,延展性较差。而盐湖密度流砂体在张黄地区的厚度变化梯度每百米仅为 0.1~0.3 m,分布范围广,表现为薄层席状砂,从而形成区域上倾尖灭岩性油藏。

扇三角洲前缘砂体、局部砂坝由于其延展性差,多形成局部上倾尖灭、透镜体类型的岩性油藏,油藏规模较小。而滩砂、席状砂延展性强,与斜坡带配合,能够形成大规模区域上倾尖灭岩性油藏。三角洲前缘砂体则居其中,形成的油藏类型多为断层-岩性、局部上倾尖灭型油藏。

参 考 文 献

- 戴世昭. 江汉盐湖盆地石油地质 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1997. 23~46
Dai Shizhao. Petroleum Geology of Jianghan salt lake basin [M]. Beijing Petroleum Industry Press. 1997. 23~46
- 方志雄, 陈开远, 杨香华, 等. 潜江盐湖盆地层序地层特征 [J]. 盐湖研究, 2003, 11(2): 14~23
Fang Zhixiong, Chen Kaiyuan, Yang Xianghua, et al. Sequence stratigraphic characteristics of Qianjiang salt lake basin [J]. Salt Lake Study, 2003, 11(2): 14~23
- 刘群, 陈郁华. 中国中、新生代陆源碎屑——化学岩型盐类沉积 [C]. 北京: 北京科学技术出版社, 1987
Liu Qun, Chen Yuhua. Mesozoic-Cenozoic terrestrial clastic-chemical rock deposits in China [C]. Beijing: Beijing Science and Technology Press, 1987
- 方志雄. 潜江盐湖盆地盐间沉积的石油地质特征 [J]. 沉积学报, 2002, 20(4): 67~72
Fang Zhixiong. Petroleum geologic characteristics of intersalt deposits in Qianjiang salt lake basin. Acta Sedimentologica Sinica, 2002, 20(4): 67~72
- 王典敷, 汪仕忠. 盐湖油田地质 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1998. 15~54
Wang Dianfu, Wang Shizhong. Geology of salt lake oilfields [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1998. 15~54
- 周书欣. 湖泊沉积体系与油气 [M]. 北京: 科学出版社, 1999. 1~150
Zhou Shuxin. Lacustrine depositional systems and petroleum [M]. Beijing: Science Press, 1999. 1~150
- 鲍征宇. 地质过程动力学体系、研究层次及认识论 [J]. 地球科学, 1994, 19(3): 287~294
Bao Zhengyu. Dynamic system, research hierarchy and epistemology of geological process [J]. Earth Science, 1994, 19(3): 287~294
- 李素梅, 庞雄奇, 邱桂强, 等. 东营凹陷北部陡坡带隐蔽油气藏的形成与分布 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(4): 416~421
Li Sumei, Pang Xiongqi, Qiu Guiqiang, et al. Formation and distribution of subtle reservoirs in the Northern steep-slope belt of Dongying depression [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(4): 416~421
- 姜秀芳, 宗国洪, 郭玉新, 等. 断裂坡折带低位扇成因及成藏特征 [J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(2): 143~144
Jiang Xiufang, Zong Guohong, Guo Yuxin, et al. Origin and reservoir features of low stand fans in faulted slope break belt [J]. Oil & Gas Geology, 2002, 23(2): 143~144
- 杨香华, 陈开远, 石万忠, 等. 东濮凹陷盐湖层序结构与隐蔽油气藏 [J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(2): 139~142
Yang Xianghua, Chen Kaiyuan, Shi Wanzhong, et al. Sequence configuration and subtle reservoirs of salt lakes in Dongpu depression [J]. Oil & Gas Geology, 2002, 23(2): 139~142
- 周兴熙. 成藏要素的时空结构与油气富集——兼论近源富集成藏 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(6): 711~716
Zhou Xingxi. Temporal-spatial relationship of reservoiring elements and hydrocarbon accumulation and discussion on proximal reservoiring [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(6): 711~716

(编辑 高 岩)