

珠江口盆地东部含油气系统^{*}

张群英 邓汉南

(海洋石油勘探开发研究中心, 河北高碑店市 074010)

珠江口盆地东部可分为惠陆东沙、西江、恩平和白云等4个含油气系统。其中惠陆东沙为富含油气系统, 主力生油岩在裂隙构造层底部, 形成跨越储集与异地式两种成油组合, 圈闭完整, 具同生性, 生油高峰与圈闭形成期均在早中新世晚期~中中新世, 并与断裂活动较弱期相匹配, 形成油气长距离侧向运移的良好条件, 油气藏不是常见的环状模式, 而是呈平行水流方向分布。根据凹陷的生烃差异和油气运移模式及方向分析, 珠江口盆地东部惠陆东沙含油气系统南部, 西江含油气系统东、南部及白云含油气系统东、中、南部较深~深水区为3个有利的油气勘探区带。

关键词 珠江口盆地 含油气系统 成藏模式 有利区带

第一作者简介 张群英 女 49岁 高级工程师 石油地质

1 含油气系统划分

含油气系统指在一定地质时间和空间范围内油气生成、运移、聚集、再分配及散失的自然系统, 它包括成熟的生油岩、油气运移通道及相关的油气藏, 还包括一些形成油气藏所不可缺少的地质要素和作用, 这些要素是烃源岩、储集岩、盖层及上覆岩层, 地质作用包括圈闭的形成、生油、运移、聚集。简言之, 它是由相互依存的各地质要素和作用所组成的、可以单独形成油气藏的成油体系^[1]。* 据此概念, 可将研究区划分为惠陆东沙、西江、恩平和白云等4个含油气系统(图1)。其划分原则主要依据以下4点:

(1) 据“源控论”思想, 一个生烃凹陷中心就是一个含油气系统的成烃中心。由于文昌组是珠江东区的区域性主力生油岩, 故按照凹陷内文昌组有效生油岩分布区及与之有油源对比关系的油气藏和油气显示, 圈定该凹陷烃源区的已知供油范围, 此即含油气系统的最小范围。

(2) 分隔两个凹陷的低凸起对油气的短距离侧向运移起着遮挡作用, 故可作为划分两个含油气系统的边界。

(3) 珠海组海相砂岩疏导层上超到东沙隆起区, 使供油凹陷区的油气具备了长距离侧向运移的条件, 故这类凹陷区的供油范围(亦即含油气系统的范围)可外扩至隆起区上的超覆尖灭线一带。已有钻井证实, 尖灭线内钻获了油流, 而尖灭线外甚至连油气显示也未见到。

(4) 因逆水的方向不利于油气的二次运移, 故泄水窗及北部供水区所在的隆起单元都可作为划分含油气系统的边界。

* 国家自然科学基金资助重点项目(4913206)

* * Ulmishek G F, Magoon L B. 石油系统-概念和应用. 孙大陆译. 国外海上油气, 1995, 10(1): 1~9

收稿日期: 1996-03-27 改回日期: 1996-08-01

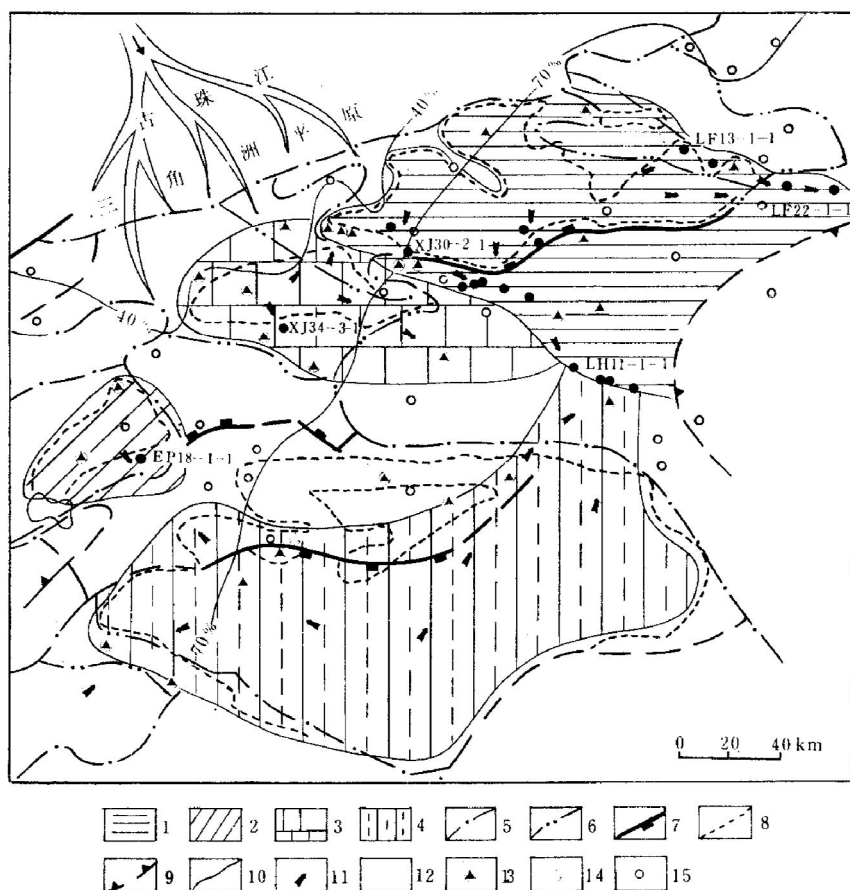


图1 珠江口盆地东部含油气系统平面图

- 1—惠陆东沙含油气系统;2—恩平含油气系统;3—西江含油气系统;4—白云含油气系统;5—隆坳单元边界;
6—凹凸单元边界;7—断层;8—文昌组源岩边界;9—珠海组砂岩尖灭线;10—珠江组上段泥岩等值线;
11—油气运移方向;12—油流井;13—显示井;14—CO₂气流或显示井;15—干井

按照上述原则所划分出的4个含油气系统在钻探效果上有显著不同。惠陆东沙已发现两个油气聚集带,其石油地质储量占珠东区已探明储量的98.6%;西江和恩平仅有个别含油构造;白云仅见油气显示。其原因除与钻探程度有关外,主要是因为油源、运聚、保存等油气富集因素存在差异。

2 惠陆东沙富含油气系统

惠陆东沙富含油气系统经历了早期断陷、中期坳陷、晚期断坳的构造演化史,其下断上坳的双层结构、先陆后海的沉积体系及晚期断裂复又活跃的特点造就了它独具特色的成藏模式,有如下6个主要特点:

2.1 主力生油岩分布在裂陷构造层的底部

该系统除在个别油田的较浅层位见有煤型凝析油气藏外,余者皆为含气饱和度特低的正常石蜡基原油或环烷基生物降解油。这些原油的主力生油岩是埋藏于裂陷构造层底部的文昌组($T_8 \sim T_9$)深湖相弱超压泥岩(图2)。

2.2 储盖层位于上部坳陷构造层内

油气藏在纵向上受珠江组与韩江组区域盖层($T_2 \sim T_5$)的控制,集中分布于珠江组主力产

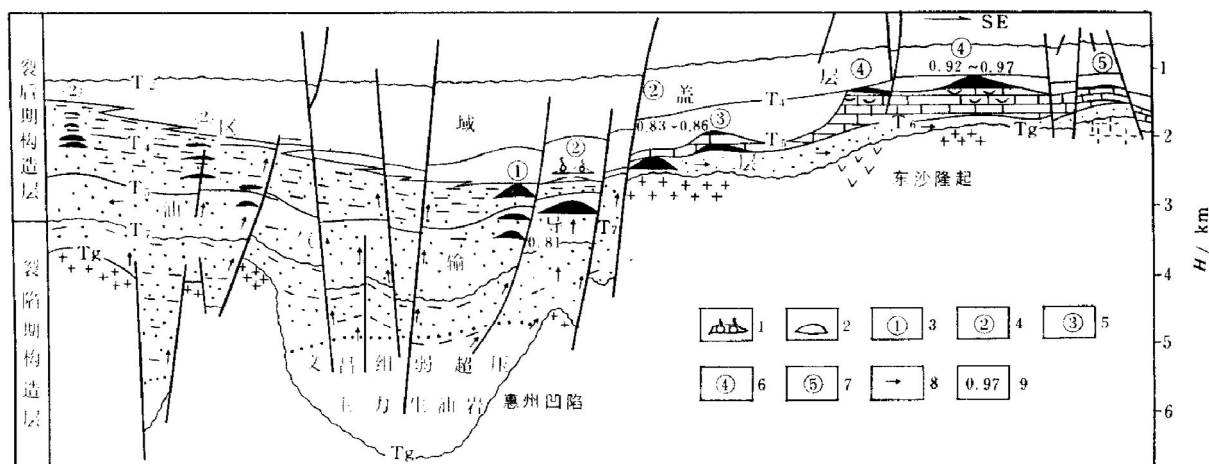


图2 珠江口盆地东部惠陆东沙含油气系统剖面图

1—气藏;2—油藏;3—逆牵引背斜;4—披覆背斜;5—生物礁与披覆背斜叠置;
6—生物礁;7—构造岩性;8—油气运移方向;9—地面原油密度

油层及其上下紧邻的韩江组、珠海组,是一套海进式大型三角洲沉积体系。

2.3 跨越储集及生储异地式成油组合

在生储油层之间,由恩平组($T_7 \sim T_8$)河沼相砂岩、珠海组($T_5 \sim T_7$)海相砂岩与众多断层以及不整合面共同构成了一个排烃非常通畅的立体油气运移网络,主要成油组合有跨越储集和生储异地两种。珠海组砂岩疏导层为生储异地成油组合的形成,提供了油气长距离侧向运移的最佳通道,图2所示地面原油相对密度的规律性变化反映了这种运移效应。

2.4 含油圈闭的完整性和同生性

油气藏的圈闭类型主要是披覆背斜、逆牵引背斜和碳酸盐岩生物礁。这些含油圈闭的共同特点是不受或受晚期断裂活动的影响小,圈闭的形态比较完整,并均具同生性。

2.5 供油凹陷的生油高峰期与油气运聚期配置关系良好

惠州供油凹陷文昌组主力生油岩主要成油期($R_o = 0.75\% \sim 1.3\%$)在早中新世晚期~中中新世(图3)。含油圈闭的主要形成期也在此阶段,并与断裂活动较弱期相匹配,具备了油气长距离侧向运移的良好条件。故这一阶段末期便是该含油气系统的关键时刻,此后即进入了它的保存时期。由于晚期断裂活动复又强烈,导致了油气再分配,因此那些定型于关键时刻之前并具有继承性的圈闭最有利于成藏。

2.6 平行供水方向的长条状油气聚集带

油气藏的分布打破了陆相盆地所常见的那种围绕生油中心的环状或半环状分布模式,而呈平行条带状分布,其走向与供给水的NW-SE流向一致,从惠州供油凹陷两侧的低凸起一直延伸到东沙隆起区(图1)。

3 富集油气的生、运、聚因素

3.1 凹陷生烃差异

3.1.1 生烃相态类型

据定性分析,文昌组区域性主力生油岩($T_8 \sim T_9$)现今处于中、高成熟的凹陷(如惠州)偏

表1 各凹陷的生烃量统计表

凹陷名称	惠州	西江	恩平	白云
总生烃量/ 10^8t	238	30.5	61.7	1 502
总生气量/总生油量	0.65	0.48	0.85	2.62
文昌组生烃量占总量(%)	73.1	82	50.7	73
恩平组生烃量占总量(%)	21.8	8.2	38.9	21
两层生烃量合占总量(%)	94.9	90.2	89.6	94

3.1.2 生烃潜力

根据凹陷内有效生烃期(生油岩在区域盖层开始沉积后的生烃期)的平均生烃强度,可将各凹陷的生烃潜力进行分级。每平方公里生 $100 \times 10^4\text{t}$ 以上的油或 $100 \times 10^7\text{m}^3$ 以上的气者,称为高强度; $100 \sim 50$ 为中强度;小于 50 者为较低强度。从表 2 看,惠州属 I 类高强度生油生气凹陷;白云属 II 类高强度生气中强度生油凹陷;西江和恩平属 III 类较低强度生油生气凹陷。

表2 有效期生油气强度数据表

凹陷	惠州	西江	恩平	白云
有效期平均生油强度($10^4\text{t}/\text{km}^2$)	135	20	24	81
有效期平均生气强度($10^7\text{m}^3/\text{km}^2$)	101	11	26	437

综上所述,惠州和白云是两个主要的高强度生烃凹陷,但前者偏生油、后者偏生气。在惠州断陷型凹陷内,因文昌组中深湖相主力生油岩偏于东沙隆起的前缘一侧,凹陷与隆起之间呈断层式接触(图 4),对油气的集中和往东沙隆起方向的运移非常有利。白云坳陷型凹陷则不然,生油岩的有利相带居凹陷中央,与隆起之间呈斜坡式过渡,必须长距离运移方能到达隆起。

3.2 油气运移模式及方向

研究区存在着供给水驱定向状和压实水驱辐射状两种运移模式。邻近北部供水区的惠陆东沙、西江和恩平 3 个含油气系统(图 1)以供给水驱定向状运移模式为主,不但惠陆东沙系统内 2 个长条状油气聚集带的走向是顺应供给水流向的 NW-SE 向,而且就连西江和恩平 2 个系统内的单个已知油藏也位于供油凹陷的南侧。这表明由 NW 往 SE 的供给水流,对其油气运移的主方向起着重要控制作用。惠陆东沙含油气系统因有平行于该方向、并通向供油区的继承性构造脊存在,故而形成了规模宏伟的油气聚集带。在远离北部供水区的白云含油气系统,油气运移以压实水驱辐射状模式为主,具早期生油、晚期生气的特征,其早期所生的油向四周隆起区运移。据油源对比和油气运聚模拟结果证实,LH11-1 大型油田因位于惠州和白云两个供油凹陷的共同指向区,所以油源非常充足。

3.3 区域盖层的封盖质量

珠江组上段区域盖层的封盖质量对油气藏的分布有明显控制作用。据泥岩百分比(图 1)和所处相带可分为良好、较好和较差三类区:惠陆东沙与白云 2 个含油气系统大部分位于良好区(泥岩占 70%以上,属前三三角洲-陆架泥岩相带);西江含油气系统主要位于较好区(泥岩占 40%~70%,属三角洲前缘相带);恩平含油气系统位于较差区(泥岩虽亦占 40%~70%,但处在北部古珠江三角洲和西南部神狐暗沙隆起 2 个物源方向影响区交汇的地带),故目前唯有的一个 EP18-1 低产油藏,不仅层位浅至韩江组,而且属于相对密度高达 0.95 的重质稠油。

4 有利勘探区带

4.1 惠陆东沙含油气系统南部

包括惠州凹陷南界断层下降盘断裂构造带、东沙隆起上的 NW-SE 走向披覆背斜构造带及珠海组砂岩超覆尖灭圈闭带等。它们因拥有高强度偏生油的惠州供油凹陷,又位于供给水驱定向运移的主方向上,故油源和运聚条件都比较优越。

4.2 西江含油气系统东、南部有利区

东部指位于西江和惠州二凹陷之间的低凸起,为油气受压实水驱运移的共同指向区;南部指西江凹陷南侧的构造带,亦属供给水驱油气定向运移的主要指向区。

4.3 白云含油气系统东、中、南部较深-深水区

由于凹陷内部早期生成的石油大部分已先期向四周隆起运移,故凹陷内的较深-深水区(650~1 300m)是勘探气藏的有利远景区。

与上述 3 个有利勘探区带相比,番禺低隆起泄水窗区最不利于油气聚集成藏。该区因晚期断裂活动强度最大,以致形成了区域水动力场的泄水窗,其圈闭类型也多为与晚期断裂活动有关的半背斜,故最不利于油气的聚集、保存成藏。

参 考 文 献

- 1 吴元燕,吕修祥. 利用含油气系统认识油气分布. 石油学报,1995,16(4):17~22

OIL-GAS SYSTEMS IN THE EAST PART OF PEARL RIVER MOUTH BASIN

Zhang Qunying Den Hannan

(Research Center of Sea Oil Exploration & Development, Gaopeidian, Hebei)

Abstract

The east part of Pear Rive Mouth Basin contains Huilu-Dongsha, Xijiang, Enping and Baiyun petroleum systems. Among them, Huilu-Dongsha is the richest one. The primary source rocks of the systems are in the bottom of fracture horizon. This results in intrahorizon and allochthony types of oil migration-accumulation assemblages. The traps of the system are complete and contemporaneous. In the system, the peak period of oil generation matched with trap forming period, especially weak faulting period. This provides favourable conditions for the long distance lateral migration of oil and gas. The system's oil pools are distributed in zonary type paralleling with water current direction. Accoring to the differentiae of hydrocarbon generation of the basin, and the migration and accumulation model, it is suggested that the deep water regions in the south part of Huilu-Dongsha system, the eastern and southern parts of Xijiang system as well as the eastern, central and south parts of Baiyun oil system are favourable regions for oil exploration.