

江汉盆地浅层油气藏预测

戴世昭 江继纲

(江汉石油管理局)

江汉盆地在生油门限深度(2200m)以上,除有被水洗氧化或生物降解的成熟原油外,已发现有未成熟原油。该盆地具有形成浅层油气藏的地质、地球化学条件,浅层油气勘探的有利地区是凹陷的斜坡带、边缘断裂带、古剥蚀区以及与生油洼陷毗邻的凸起带。

近年来,辽河、胜利、河南油田相继在浅部地层中发现了相当可观的油气地质储量,这个事实引起我们的重视,并促使我们对江汉盆地浅层油气的来源、潜力及分布规律进行研究。

通过调研,发现我国各油区的浅油气藏大都分布在所谓的生油门限深度以上,即埋深小于2000m的范围内。如济阳凹陷已在这一深度内找到了丰富的石油储量,约占该区总储量的52%^[1];柴达木盆地东部地区在第四系中发现了多个生物成因的天然气田。另据苏联学者T.П.塔姆拉和C.T.奥费纳坦诺夫资料,埋深在2000m以上的浅层石油集中了世界石油储量的一半^[1]。D.D.瑞斯研究,浅层生物气储量可占世界天然气总储量的20%以上。上述资料表明,浅层油气勘探有着巨大的远景。本文就江汉盆地现有资料对浅层油气源及其前景作一探讨。

一、对江汉浅层油气源的分析

生油层系的赋存与发展,毫无例外地受到构造、沉积旋回的控制。但由于盆地的发育往往受区域应力场的支配,以及构造变动的不均衡性,因而在时空上,除有相对长期发育的生油洼陷外,尚有相对短暂发育的生油洼陷(是沉积中心迁移过程中的产物)。前者一般沉降幅度大,沉积速度快,有利于有机物质的保存和转化,有多套生油层系,油气源较丰富;不仅中、深部有油气藏,浅部也有油气藏。如江汉潜江凹陷、济阳东营凹陷及辽河西部凹陷等。后者一般生油层系单一,油气丰度相对较差。从认识、研究浅层油气藏出发,我们所要强调的是不能忽视那种晚期形成的新的生油洼陷。概括地讲,无论是继承性发育的生油洼陷,还是晚期形成的新的生油洼陷,尽管生油层埋深相对较浅,但在一定地质、地球化学条件下均可在浅层形成油气藏。不过,浅层油气的来源是比较复杂的。

70年代以来,晚期成油说认为,石油是在生油门限深度以下干酪根热降解生成的。根据这一观点,浅层油气不是就地生成的,而是源于生油门限深度以下的生油岩,是油气垂向或侧向运移的结果。也就是说所有浅层油气藏都是次生的。然而,国内外的勘探实践证明并非如此。据报道,国外已发现有许多未成熟工业油藏和生物成因气藏的实例,如加拿大、地中海沿岸、美国西部加利福尼亚和苏联的西西伯利亚等地区。在我国第三纪陆相含油气盆地中也证实有未成熟原油存在,如江汉盆地、泌阳凹陷等^{[2][2]}。可见,浅层油气源并不是单一的,下面以江汉盆地为例进行具体讨论。

(一) 未成熟原油

本文1987年9月5日收到,1988年3月7日改回。

1) 王捷等,1985,济阳凹陷石油资源评价。

2) 马万怡,1986,泌阳凹陷白云岩中的未成熟原油。

未成熟原油是指在生油门限深度之上形成的石油。根据对江汉盆地浅层已发现的潜江组未成熟原油的研究，它的地化特征是：

1. 原油中含硫量高，多属高硫原油。如广33井原油含硫2.93%，而板1井原油硫含量竟高达11.54%。

2. 原油中饱和烃含量很低（<30%），正烷烃多具有明显的偶碳优势，极富含植烷、伽玛蜡烷、升藿烷和镍卟啉。尤其在甾、萜分布上保持着生物原始构型的相当优势，如甾烷 C_{27} — C_{29} 20R以及藿烷 C_{31} — C_{35} 22R（图1）。这一特征是鉴别江汉盆地未成熟原油最重要的标志。

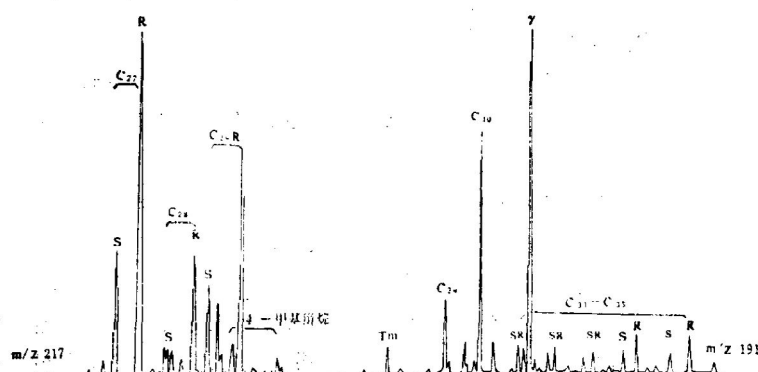


图1 江汉盆地潜江组未成熟原油甾烷、萜烷质谱图

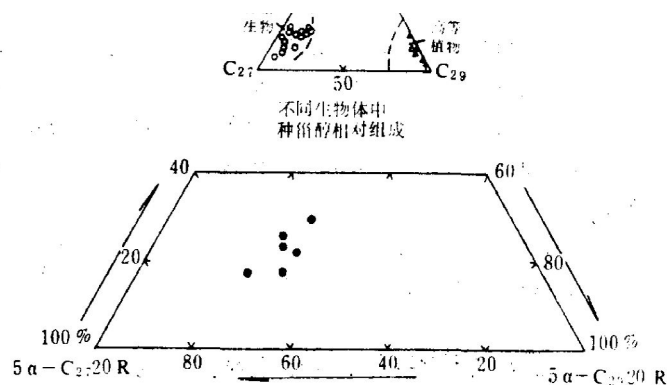


图2 江汉盆地潜江组未成熟原油三种 5α -甾烷相对组成三角图

浮游生物的甾醇组成最为接近。而甾烷来源于甾醇,这就证明成油母质主要来自水生生物,以偏腐泥型为主。在萘烷中伽玛蜡烷的含量特高(见图1),表明原生动物成分不少。此外,在高盐度强还原环境中,各类亲盐的古细菌、微生物本身也是成油母质,因而对它们的成油作用不能忽视。其二,盐湖环境有利于未成熟原油的形成,这是因为盐湖沉积对有机质的早期保存有利。如江汉的未成熟原油源于埋深小于2000m成熟度极低的生油岩,其地温低于90℃,镜质体反射率 R_o 为0.3—0.5%,显然这种油不是干酪根热降解的产物,而是成岩早期有机质在浅层低温条件下生成的。例如小板凹陷板1井原油产层深度为610.23—658.5m,初步证实该原油是就地膏盐环境的未成熟生油岩生成的,其原油的成熟度大致相当于邻近的板2井相似井深645m的岩心样,该样测得的镜质体反射率 R_o 为0.36%。

(二) 被水洗氧化或生物降解的成熟原油

江汉浅层油气的另一来源则来自生油门限之下,是成熟原油通过各式各样的运移方式在浅层聚集起来的。深部原油在运移聚集过程中,易于遭受水洗氧化或生物降解作用,常变成重质油。从油气运移聚集的方式看,大致有以下两种:

1. 油气就近运移聚集:此种类型早期埋深较大,曾接近或者进入生油门限,已生成的油气储集于成油带内。但因后期构造运动急剧抬升,使上覆地层遭受剥蚀,油层埋深变浅,导致原油受到水洗氧化或生物降解作用。如江汉潭口地区潜江组原油,现埋深仅1000m左右,多为高比重(>0.93)、高粘度(7.2Pa·s)、低凝固点(-7°C)的重质油。饱和烃含量较低约为35%,而饱和烃中又以正构烷烃含量极低,且部分消失,甾烷、萘烷含量极高为特色(图3)。说明原油已受到轻微的生物降解。

2. 油气从异地侧向或垂向运移聚集:如潜江凹陷习家口地区浅层潜一、二段重质油就属于此类。据研究,该区暗色泥岩烃含量极低,均小于40ppm,属非生油岩,缺乏生油条件。而原油分析结果,生物标记物特征与未成熟原油明显不同,主要表现在甾烷的 $\alpha\alpha$ 向 $\beta\beta$, 20R向20S以及萘烷的22R向22S已发生了明显的转化。鉴别成熟度的几个重要参数,如 C_{21} 甾烷($20S/20S+20R$) $>31\%$,

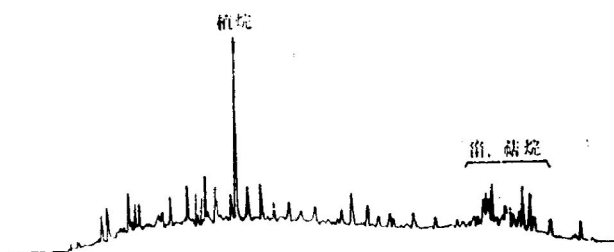


图3 江汉盆地潭口地区潜江组重质油饱和烃色谱图

C_{21} 甾烷($\beta\beta/\alpha\alpha+\beta\beta$) $>32\%$,均已超过成熟门限的标准(麦坎任确定为30%)。显然该区潜一、二段重质油是来自成熟门限深度以下的生油岩。油源对比资料确证,潜一、二段原油与下伏潜三段原油的各项地球化学指标具有相同或相近的特征,表明它们是同源的。从地质条件分析,该区在潜一、二段大都钻遇断层,具有油气运移的通道。因此,可以认为该区浅层重质油是成熟原油经侧向和垂向运移并遭受水洗氧化而形成的。

实际上,在江汉某一地区浅层油气的来源,可能是单一的油源,也可能是多油源。这就需要在研究中作具体深入的分析,查明主要油源及其潜力,以便指导勘探。

二、江汉盆地浅层油气藏预测

大量的勘探实践证明,我国东部陆相盆地油气分布主要受生油洼陷的控制,江汉浅层油气藏也不

例外,但其分布特点却有别于中、深层油气藏,它主要分布在凹陷的斜坡带和边缘断裂带、古剥蚀区以及生油洼陷毗邻的各类凸起带。

1. 斜坡带:我国东部盆地一般具有断陷和断坳两种类型,都有其各自的斜坡带。但从现有勘探成果看,箕状断陷的缓坡带是油气富集最有利的地带。这是因为:

(1) 此种斜坡带多为继承性发育的古斜坡,是油气运移的指向。

(2) 邻近物源区三角洲砂体或河道砂体发育,呈指状、舌状伸入深湖之中,形成良好的生储盖组合。

(3) 圈闭条件多种多样,在斜坡带上常被断层切割,特别是反向正断层发育,油气富集条件好。

(4) 斜坡地带面积较大,因而可以形成大面积分布且含油丰度较高的浅层油气藏。如辽河断陷的西部斜坡带就属于此类^[4]。

江汉盆地多为断坳型的斜坡带,尽管油气不如前者丰富,但也不能忽视。如潜江凹陷西斜坡是一继承性发育的古斜坡,潜江组各时期砂体发育并与蚌湖生油洼陷相连,是油气运移的指向。由于斜坡带上油气纵、横向运移和重新分配很活跃,所以只要有适当的圈闭便可以形成浅油气藏。勘探已经证实,在斜坡带的习家口、新农等地区浅层发现了以重质油为主的油藏。

2. 断裂带:这里指的是箕状凹陷陡翼一侧发育的断裂带,如潜江凹陷潜北断裂带。此断裂带不是由单一的断层组成,而是由主断层和一系列与之平行或斜交的派生断层所组成,多形成断阶。由于邻近物源区,且紧邻蚌湖生油洼陷,生储配置良好。因而油气以砂体和断层作为运移通道,从凹陷内运移到断裂带的低、中、高断阶,在众多的圈闭条件下,便可形成各种类型的浅、中、深层油藏,例如钟市油田。

3. 凸起带:包括高凸起和低凸起。无论哪一类凸起,只要紧邻生油洼陷,都可能成为浅层油气藏分布的有利地区。如江汉盆地丫角-新沟低凸起位于江陵、潜江凹陷和陈沱口地堑之间。凸起上自白垩系至下第三系各组均有分布,但厚度较薄,明显以水下隆起的形式出现。该凸起西北部潜江期属于滨浅湖滩坝沉积区,砂体发育呈指状向东南延伸;由于隆起幅度较高,使潜江凹陷潜三、四段生油层生成的油气,沿砂体顺着地层上倾方向向西运移至丫角一带,在潜三段中形成油藏,油层埋深约900—1100m,原油多为重质油^[5]。其南部由于后期抬升使潜江组剥蚀殆尽,因而主要是新沟组和白垩系披覆于低凸起之上;埋藏深度也较浅,下第三系新沟组千余米,白垩系两千米左右;由于紧邻潜江凹陷南部的总口、吊堤口生油洼陷,易于得到油气供给,现已发现多个工业油流点和新沟油田。据现有资料表明,该低凸起上有多重圈闭,还可能找到浅油气藏。

4. 古剥蚀区:江汉盆地潜江凹陷北部边缘的潭口地区是潜江组(主要勘探目的层)遭受剥蚀的地区,在其西南、南及东南侧分别是蚌湖、王场和三合场生油洼陷。该区在潜江期为一水下隆起,各段地层厚度往隆起顶部方向明显减薄,早第三纪末的地壳运动使该区抬升,潜江组遭受强烈剥蚀,在隆起顶部潜江组剥蚀殆尽,最大剥蚀厚度达1600余米。晚第三纪盆地整体下沉接受沉积,上第三系广华寺组直接覆盖在潜江组各段之上。在地层遮挡的背景下,潜江组生成的油气聚集在背斜、断鼻及岩性圈闭之中,部分油气则通过不整合面运移至上第三系广华寺组之中。由于广华寺组底部为一套砂砾岩可作储层,其上分布较稳定的杂色泥岩,为良好的盖层,因此上述砂砾岩在适当的构造条件下便得以聚集次生的油气藏(图4)。近期的勘探表明,该区是一个既有重油(主要的),也有轻油,有油又有气的油气聚集区。这一事例,展现了在古剥蚀区勘探浅层油气藏具有良好的前景。

综上所述,从江汉石油地质的具体条件出发,我们认为浅层油气藏分布的有利地区是:潜北断裂带的两侧、天门河断裂带的两侧、丫角-新沟低凸起、沔阳凹陷南部斜坡以及潜江与小板凹陷之间低凸起的斜坡地带等。

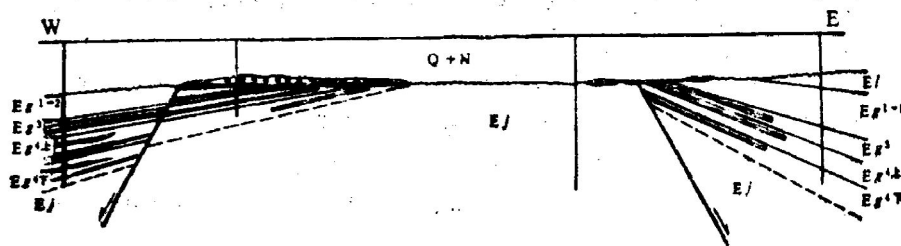


图4 江汉盆地潭口地区油藏剖面示意图

三、结 束 语

江汉盆地浅层油气藏的形成毫无例外地受到构造、沉积旋回的控制。无论是继承性发育的生油洼陷,还是晚期形成的新的生油洼陷,在一定的地质构造条件下均可以形成浅层油气藏。其油气源初步认为有未成熟原油、被水洗氧化或生物降解的成熟原油以及两者并存的混合原油。从油气运移聚集的方式上看,有就地和异地两种。

江汉盆地具有形成浅层油气藏的地质、地球化学环境,浅层找油找气的有利地区主要是凹陷的斜坡带和边缘断裂带、古剥蚀区以及与生油洼陷毗邻的各类凸起带。

参 考 文 献

- [1] 吴永甫, 1986, 石油知识, 第1期。
- [2] 傅家谟等, 1985, 石油与天然气地质, 第6卷, 第2期。
- [3] 卢松年等, 1986, 石油学报, 第7卷, 第3期。
- [4] 张文昭, 1987, 石油与天然气地质, 第8卷, 第1期。
- [5] 江继纲等, 1986, 石油与天然气地质, 第7卷, 第3期。

FORECAST OF SHALLOW-LAYER OIL AND GAS POOLS IN JIANGHAN BASIN

Dai Shizhao Jiang Jigang
(Jianghan Petroleum Administration)

Abstract

The formation of shallow-layer oil and gas pools is controlled by structure and depositional cycles. Under specified geological and structural conditions, shallow-layer oil and gas pools may form whether in inherited depressions of oil generation, or in the depressions formed during the later period.

Immatured crude oil is recently discovered above the depth of oil generation threshold (2200m) in the Jianghan Basin except matured crude oil produced by washing oxidation or biodegradation. They can be divided into two types such as in situ oil and heterotopical oil based on their migration and accumulation.

There are geological and geochemical environments to form shallow-layer oil and gas pools in the Jianghan Basin. Potential areas for shallow-layer oil and gas exploration are mainly in the slope zones, marginal fault zones, erosional areas and uplift zones adjacent to oil-generating depression.