

塔里木盆地满加尔拗陷石油地质条件与勘探对策

——从满 1 井未出油谈起

何发歧 李庚元 杨树生

(地矿部西北石油地质局, 乌鲁木齐 830011)

本文对满 1 井的生油岩特征、圈闭条件作了分析, 进一步从油气运移、圈闭诸方面对满加尔拗陷石油地质条件进行讨论, 最后提出勘探对策。

关键词 塔里木盆地 满加尔拗陷 勘探对策

第一作者简介 何发歧 男 29 岁 工程师 石油地质

满加尔拗陷是塔里木盆地大型生油拗陷之一, 储集条件良好、盖层具备、局部构造发育, 但经多年钻探, 久攻不克, 原因何在? 本文试从生油岩特征、油气运移、圈闭类型诸方面分析入手, 进而提出勘探对策。

1 满 1 井钻探成果

满 1 井是部署在满加尔拗陷北部库刹克构造上的一口普查井, 完钻井深 5375m 进入泥盆系, 除缺失二叠系外, 其它层系发育齐全。其中揭露三叠—侏罗系 855m, 暗色泥岩厚 400 余米, 三叠系暗色泥岩厚 337m。本井在白垩系卡普沙良群、侏罗系、三叠系和石炭系未获直接油气显示, 仅在部分井段见气测异常。相对值普遍较低, 色谱分析结果表明, 气体成分中存在 C_2^+ 、 C_3^+ 重烃分子, 证实为地层产出的天然气, 完钻测试未见油气产出。

2 生油岩特征

2.1 有机质丰度

表 1 列出了满 1 井生油岩一些常规分析数据。可以看出, 生油岩以侏罗系最好, 石炭系较差, 三叠系居中; 三叠系中泥质岩有机质丰度又是从上向下变差, 但总体丰度均达到生油岩标准。

2.2 有机质成熟度和母质类型

满 1 井各层段生油岩常规测试参数反映, 三叠系、侏罗系生油岩镜煤反射率值 (R^o) 大多在 0.46~0.56 间, 仅达到蒂索 (Tissot, 1978) 确定的低成熟阶段。饱和烃色谱分析结果 (图

1)显示出了明显的奇碳优势, C_{22}^-/C_{23}^+ 为 0.37~0.94, 主峰碳数 $C_{25}-C_{27}$, 富高碳数烃类, OEP 值 2.08~2.74, 表明中生界生油岩未成熟或低成熟。

表1 满1井生油岩有机质丰度

层位		有机碳 (%)	沥青“A” ($\times 10^{-6}$)	热解烃 (mg/g)	评价*
侏罗系		3.49	433	4.12	中等—好
三叠系	哈拉哈塘组	2.52	309	5.26	中等—好
	阿克库勒组	1.57	163	2.13	中等
	柯吐尔组	0.94	116	0.71	差
石炭系	泥质岩	0.58	82	0.29	差
	碳酸盐岩	0.21	85	0.08	差

* 评价标准参考西北石油地质局“七五”成果

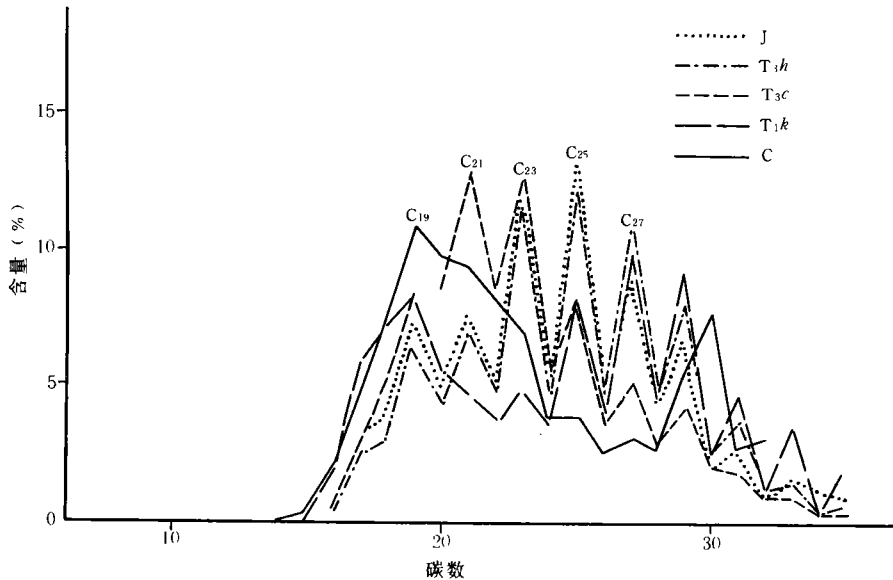


图1 满1井中生界暗色泥岩及石炭系灰岩饱和烃和烃色谱百分含量分布图

根据族组分和生油势资料分析, 侏罗系、三叠系样品族组分中饱和烃含量低(14.54%~23.47%), 非烃、沥青质高(50%~60%), 总烃含量低($54\sim 189$) $\times 10^{-6}$, 饱/芳值小于1, 族组分含量三角图中大部分样品落入非烃+沥青质含量区(图2), 在 I_H-T_{max} 图中大部分样品属Ⅲ型干酪根(图3)。综上, 满1井侏罗系、三叠系生油岩有机质是典型的陆相腐殖型干酪根。

2.3 满1井区生油岩的生油条件对比

满1井区中生界生油岩地球化学特征与阿克库勒地区侏罗系、三叠系生油岩大致可比。主体都处于基本相似的低成熟阶段, 生油母质具有同源性, 有机质丰度该区高于阿克库勒地

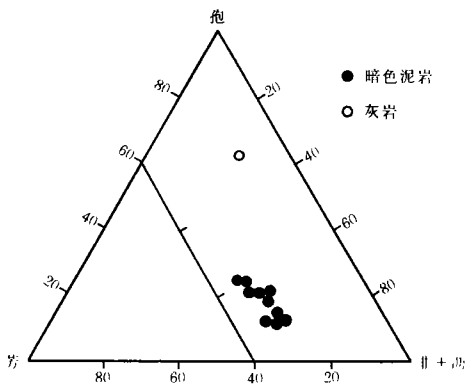


图 2 满 1 井中生界暗色泥岩、石炭系灰岩族组分三角图

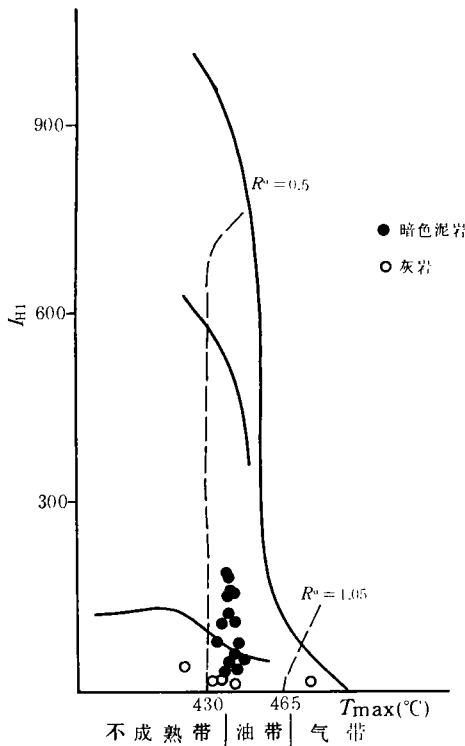


图 3 满 1 井 I_H-T_{max} 图

区。从族组分特征看，满 1 井区饱和烃含量和饱/芳值稍低于阿克库勒，类型要差一些。就阿满拗陷中生界陆相生油岩总体而言，比北部库车拗陷成熟度低得多，只有生成部分油气的能力，在目前钻井揭示的埋深条件下作为主力源岩的可能性不大，但具备一定的生油潜力。

区内侏罗系厚度较小，沉积中心位于满加尔拗陷东部英吉苏一带；三叠系沉积厚度较侏罗系大，中心偏西。沉积中心有机质丰度较高，有提供油气的物质基础，但供油范围可能较局限。

在满 1 井东侧，石油天然气总公司所钻的草 1 井在下志留统还揭示了一套深灰色泥岩，所夹的薄层细砂岩和泥岩裂缝见油气显示，虽未试出油气，但这些显示证实了下志留统暗色泥岩的生油能力，也丰富了塔里木盆地具多油源的石油地质特征。从沉积环境考虑，其丰度也可能欠佳。

满 1 井石炭系碳酸盐岩有机质特征与上覆中生界明显不同。其有机碳 0.20%，沥青 $A_{167} \times 10^{-6}$ ，饱和烃达 64.63%，饱/芳值 5.30，烃转化率 6.4%，饱和烃色谱主峰碳为 C_{19} ，OEP 为 1.14，反映成熟度较高，其丰度也高，有可能是碳酸盐岩储层的含油显示，并来源于深部，这有待于证实。

综上所述，整个满加尔拗陷中生界只有生成部分油气的能力，石炭系不具备生油能力，志留系情况尚属推测。因此，该区圈闭成藏只能依靠寒武-奥陶系提供油源。但对这套生油岩的热演化历史和有效性，存在不同的看法。根据孔雀河斜坡一带钻井岩心，寒武-奥陶系岩石已发生变质作用，因此认为有机质热演化程度早已进入干气生成阶段，至晚期已为无效源岩。另外一种意见是塔中、塔北一些油田油源对比及生油岩热史资料表明，寒武系、下奥陶统和拗陷中心部位中上奥陶统在喜马拉雅期过成熟生成干气；斜坡部位的中上奥陶统处于高成熟阶段，生成凝析气，依然有油气供应(图 4)。对孔雀河斜坡区的变质岩及热演化问题，本文认为系构造运动引起的动力变质作用，只有局部意义，不代表区域性特征。

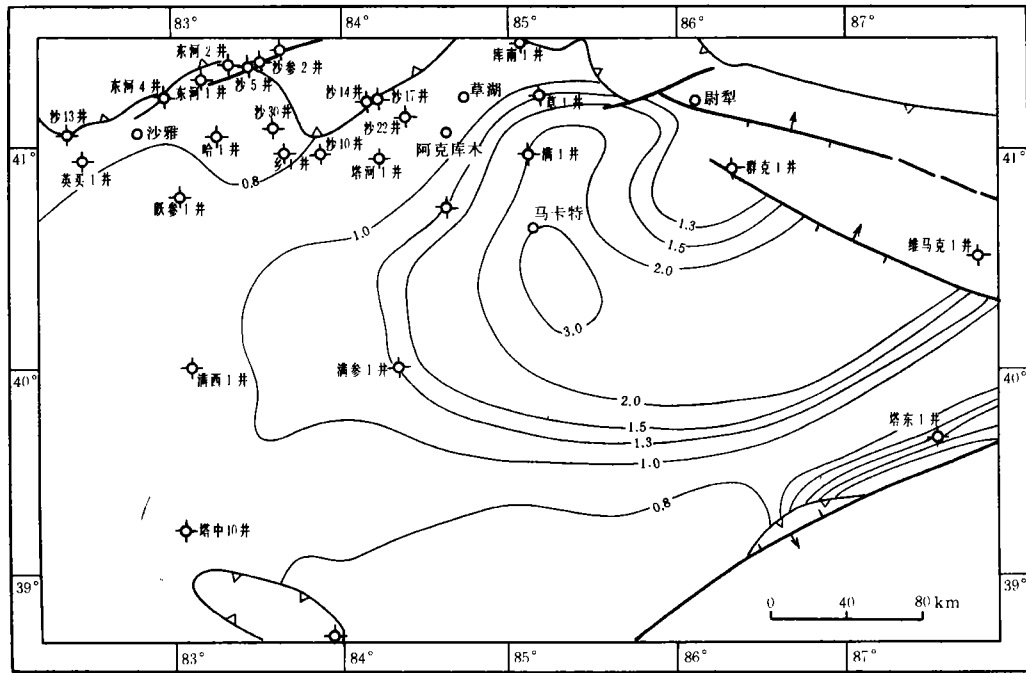


图 4 塔里木盆地满加尔拗陷奥陶系
顶面喜马拉雅早期成熟度分布图
(据罗宏,1994)

3 圈闭条件

据资料分析,库利克构造在海西早期出现褶皱雏形,表现为向北抬升的鼻隆,海西晚期定型并遭受剥蚀形成潜山,三叠系沉积其上,形成披覆背斜。形成闭合的层位有石炭系和三叠系下段。据钻井资料,该区三叠系与西侧阿克库勒地区可以对比,且厚度有所增大,砂岩平均孔隙度 18.15%,渗透率 $375 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,孔隙结构以粒间孔为主,是很好的储集层。石炭系在下部发育东河砂岩段,沿岸为陆屑滩相砂体,储集性良好。本井在第三系、侏罗系、三叠系、石炭系都见到很好的盖层。三叠系 4 套砂岩之上都有上百米厚的泥质岩覆盖,石炭系东河砂岩之上泥质岩,膏质泥岩也发育,因此表现为良好的储盖组合,也就是说库利克构造圈闭条件是完备的。

综上,对满 1 井未出油问题,可以作出以下解释:

- (1) 中生界生油岩成熟度低,不能提供充分油源。
- (2) 圈闭与下古生界油源之间无通道沟通,不能捕集下部油气。
- (3) 海西早期鼻隆构造,无圈闭油气的遮挡条件。

4 满加尔拗陷油气运移格局

4.1 油气藏的分布与区域性盖层的关系

从已发现的以寒武-奥陶系为油源的油气藏分布看,它们多分布于志留-泥盆系尖灭线以外,由于有断层发育,塔中 10 井和东河塘油田例外。因此推测志留系-泥盆系泥质岩是满加尔拗陷的区域性盖层,尤其是泥盆系衣木干他乌组的厚层泥质岩极好地封盖了下古生界油气,这套泥岩缺失的地区,塔中、塔北都陆续发现了志留系沥青砂岩。此外,塔北沙雅隆起上中生界以海相古生界为源的油气具轻微的降解标志,说明志留系沥青污染了喜山期生成的油气,也证明了志留系古油藏的油气运移通道和喜山期油气运移通道是相同的。而且喜山期生成的油气在溢出志留-泥盆系封闭后,还受满加尔拗陷石炭系泥岩、膏泥岩盖层的制约。

4.2 满加尔拗陷的形成和结构

从构造剖面图(图 5)可以看出,海西早期满加尔拗陷两侧发育了塔中和塔北古隆起,盆地呈对称的碟状,海西早期生成的油气受志留、泥盆系盖层控制向两侧运移,形成古油藏。海西晚期及以后的印支、燕山运动使隆起部位断裂活动,造就了满加尔拗陷的对冲压陷结构,拗陷部位进一步沉降,隆起冲断隆升,泥盆系、志留系、奥陶系、寒武系依次遭受剥蚀。由于库鲁克塔格隆起冲断隆升强烈,海西早期的古油藏可能破坏殆尽。由于断裂活动,该区发生动力变质作用。塔中隆起、塔北沙雅隆起仅保留了古油藏的残迹。拗陷内断裂不发育,下古生界油气垂向运移十分困难。燕山-喜玛拉雅期随库车前陆盆地的迅速沉降,范围扩大,满加尔中生界表现为北倾斜坡,下古生界油源岩之上志留-泥盆系、石炭系盖层形态和完整性依然未变。此时斜坡带及台地相带中上奥陶统生成的油气沿志留-泥盆系底面不整合继续向塔中隆起和沙雅隆起运移,在断裂带又作垂向运移,因而在中生界形成新的聚集。

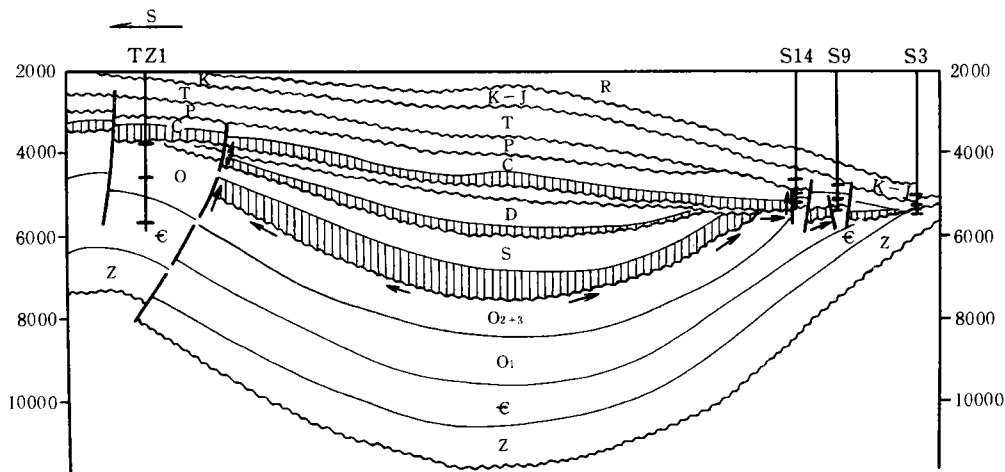


图 5 满加尔拗陷构造与油气运移示意剖面图

5 满加尔拗陷圈闭类型与分布

近年来在满加尔拗陷发现了一批地震构造。但钻探证实,这些构造圈闭成藏条件较差。表现在如下几个方面:

(1)圈闭条件不成熟。如群克、维马克构造等,下古生界断块潜山储层不发育,中生界披覆背斜盖层条件差。

(2)缺乏油气运移通道。如库刹克构造;或供油条件差,库鲁克塔格隆起及其向盆内的冲断挤压产生较强的挤压应力场,阻止油气向北东方向的正常运移。

(3)拗陷内局部构造分布零散,缺乏有利于油气聚集的二级构造带。

根据模糊集合综合评价结果^①,该区几乎没有可供上钻的构造圈闭。但是并不意味着油气勘查和远景评价的终结。

围绕满加尔拗陷周缘斜坡部位,发育多个不整合界面,也是各层系内部相变最剧烈的部位,因此发育各种非构造圈闭,且数量众多。

(1)从震旦系—奥陶系台地边缘相区与陆棚内缘斜坡相带是以寒武—奥陶系为油源的大型岩性、构造岩性圈闭发育的有利地带,位于草湖—达里亚一线。

(2)古生界超覆尖灭带以“东河砂岩”超覆尖灭带和上奥陶统超覆尖灭带最有利。前者沿沙雅隆起斜坡展布,后者在沙雅隆起南坡和塔中隆起北坡都有发育,是潜在的超覆圈闭发育区。

(3)古生界的剥蚀尖灭带,呈弧形展布于拗陷北、东、南隆起边缘地区,从其所处构造位置、发育特征分析,它们具有广阔的勘探前景。

(4)拗陷内还发育一些可能形成圈闭的地震异常体,已识别出了下三叠统古河道,石炭系滩坝砂体等。

6 勘探对策

笔者以为,满加尔拗陷下古生界中上奥陶统生油岩作为有效源岩是无疑的。由于大部分演化程度高,可能以气为主。以此为油源形成的油气藏都位于志留—泥盆系尖灭线附近,说明志留—泥盆系厚层泥质岩盖层以及石炭系泥岩、膏泥岩控制了油气的侧向运移,可以确信,它们也阻止了油气垂向运移。可能由于天然气分子小、比重小、吸附力小等物理特性,也会发生垂向微渗漏。由于拗陷内构造平缓、断裂不发育,油气可发生较大距离运移,相对于生油岩展布范围,满加尔拗陷油气运移表现为近距离为主。

综上所述,对满加尔拗陷下一步勘探,应从以下几个方面考虑:

(1)避开志留—泥盆系覆盖区,向两侧隆起位置集中勘探。

(2)油气沿不整合可作较大距离运移,因此多个不整合面上下的地层剥蚀、超覆圈闭都可能捕捉油气成藏。尤其是古生界不整合面向隆起抬升,与上覆中生界地层构成屋脊式组

合,如果中生界底部泥质岩发育,则能形成很好的地层圈闭,但很可能以气为主。

(3)受志留—泥盆系盖层保护,拗陷内下古生界自生自储式油气藏应引起足够重视。

(4)对比准噶尔盆地、三塘湖盆地、吐哈盆地,应加强英吉苏拗陷侏罗系的研究,以期有新的建树。

(5)受资料质量和勘探方法的限制,目前不宜上过多的勘探工作量。

(收稿日期:1994年11月19日)

PETROLEUM GEOLOGIC CONDITIONS OF MANJIAER DEPRESSION OF THE TARIM BASIN, AND EXPLORATION COUNTERMEASURES— — DISCUSSED FROM WELL MAN NO. 1 BEING NOT MET WITH OIL

He Faqi Li Gengyuan Yang Shusheng

(Northwest China Bureau of Petroleum Geology, MGMR, Urumqi 830011)

Abstract

The paper analyses about the characteristics of source rocks and trapping conditions in well Man No. 1, and discusses further about petroleum geologic conditions of the Manjiaer depression relating to oil/gas migration and traps. Lastly, it suggests the countermeasures adoptable for exploration.

(上接 167 页)

minated by a front peak; while the intervals with high porosity and permeability contain more and matured oil with a predominance of higher carbon number n-alkanes; the petroliferousness and composition of oil from intervals with middle porosity and permeability range from the two above. The oil compositional heterogeneities of intervals with different porosities and permeabilities within a reservoir may reflect its accumulative history.