

密集段的识别标志及地质意义

朱 玲 樊太亮

(中国地质大学能源系, 北京100083)

依据地震、测井、地球化学及古生物标志可以鉴定和识别密集段。密集段因其沉积环境相对稳定, 生物种类众多, 有机质丰富, 因此可作为地层对比的钥匙。密集段多为重要的油气源岩和区域盖层。吉尔嘎朗图凹陷依据上述标志可划分出5个不同的密集段, 皆具有一定的生油气能力。

关键词 密集段 识别标志 地质意义 吉尔嘎朗图 凹陷

第一作者简介 朱玲 女 27岁 博士生 石油地质专业

1 识别标志

密集段的识别方法很多, 针对不同的资料所选择的识别标志不同, 所辨别的密集段的规模也相差甚远。

1.1 地震标志

地震方法识别层序和密集段的分辨率较低, 通常只可识别三级或三级以上层序所对应的密集段。然而, 由于地震剖面可以提供三维空间内连续追踪对比地下目的层的可能性, 使地震方法在密集段研究中起着重要的不可替代的作用。

在地震层序分析中, 密集段识别主要有以下几种 (图1):

(1) 在层序内部有发育特征明显的下超面时, 往往可构成一个较大的密集段。前积下超的存在, 意味着前积层的前端及远端为沉积作用缓慢的细粒沉积物;

(2) 退积结构是基准面迅速上升过程中其沉积物供应速率降低, 沉积作用向陆地方向退缩, 退积结构的底部和前端应是密集段和生油岩发育的区带;

(3) 地震上超多为水域扩大过程中形成的, 当水域扩展到最大时, 上超点也向陆地方向沿伸最远, 此时盆地中心细粒沉积发育。

密集段有时在反射振幅上显示出来, 例如, 地震剖面上连续稳定的反射, 当然, 这需要钻井的证实。

1.2 测井标志

1.2.1 测井曲线的特征

- (1) 高自然伽马 (富含磷, 海绿石的灰色泥岩或页岩)。
- (2) 低自然电位、低电阻标志层 (反映比较纯的湖相泥岩的存在)。
- (3) 位于向上变细到向上变粗测井响应的拐点处。

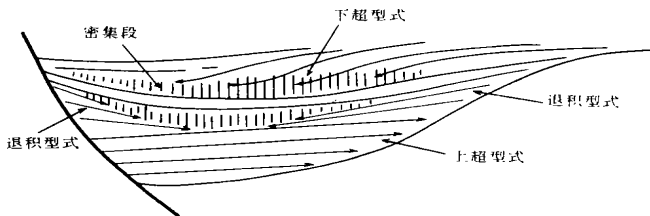


图1 地震密集段的识别标志

(4) 密集段形成于最大水进期，测井曲线稳定，具区域可比性。

1.2.2 密集段与准层序和体系域的组合关系

在测井曲线和综合录井资料上，体系域的识别主要依据准层序叠加方式、砂泥岩比率变化、泥岩颜色等来判断，水进体系域内准层序组以退积型为主，向上泥岩比率高，泥岩颜色变深；高水位体系域早期准层序组以前积型为主，向上砂泥比增高，泥岩颜色变浅。密集段正好是在水进体系域晚期至高水位体系域早期沉积的地层，为退积型和加积型转换的过渡段。泥岩含量高，颜色深。

1.3 地球化学标志

在测井层序中对于间距较大的厚层暗色泥岩，认定为密集段一般不会有太大的差错。但是，对于频繁的砂、泥岩剖面，如何认定密集段的位置和应定为几个密集段往往有很大的人为因素。这时，须有一定的客观标准帮助确认。

1.3.1 有机碳含量

密集段的地球化学特征比较复杂，这可能与缓慢沉积或无沉积作用（由水进引起）、局部湖水条件、气候等的相互作用有关。我们通过对吉尔嘎朗图凹陷吉35井、吉41井的密集段取样作各种测试分析，发现泥岩中有机碳含量在密集段的位置上可达到峰值，密集段附近有机碳含量较高。

1.3.2 微量元素

由于密集段中细粒沉积物堆积缓慢，水体中的各种微量元素得以沉淀富集，因而密集段中各种微量元素的含量明显增高，对水体变化反映明显的元素有 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 及 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ ， S^{2-} ， B/Ca 等，在相对深水环境中形成的沉积物， Fe^{2+} ， S^{2-} 含量高， B/Ca 比值高， $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ 比值低，而相对浅水环境中形成的沉积物情况恰恰相反。

1.4 古生物标志

密集段与最大水泛面伴生，沉积速率低，沉积表面由轻微石化，逐渐变化成硬地，使得底栖生物富集，生物扰动、钻孔、潜穴发育，往往是古生物比较富集的层段。

2 吉尔嘎朗图凹陷密集段的展布

2.1 纵向分布

随盆地不同发育演化阶段中的层序发育特点，我们总结出吉尔嘎朗图凹陷从下到上发育以下5个密集段（图2）。

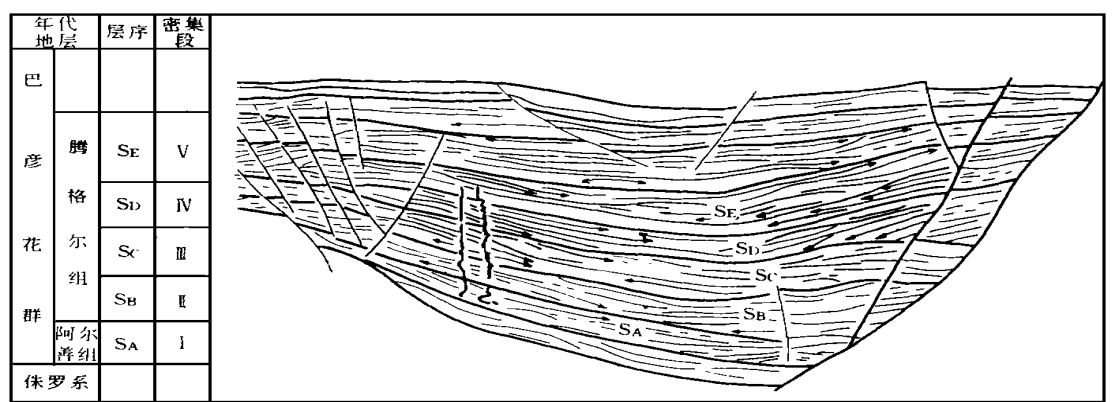


图2 吉尔嘎朗图凹陷层序发育及密集段分布图

2.1.1 密集段 I（层序 SA 内）

密集段 I 在吉尔嘎朗图凹陷为阿尔善组生油岩，是各凹陷最下部的一套生油层。在地震上密集段有两种

表现形式：一是层序 S_A 下部水下扇的退积型沉积作用形式；二是层序 S_A 中上部的前积下超结构。据凹陷的吉36、吉41、吉42、吉43等井揭示，阿尔善组地层较为齐全，吉36井分三个四级层序，在三个层序的密集段位置上相应有三个古生物丰度高峰值。吉41井中，层序 S_A 密集段位置有机碳含量出现高峰值，有机质类型也表现出有规律的变化（图3）。

2.1.2 密集段Ⅱ (S_B 中)

密集段Ⅱ发育于层序 S_B 中，形成于凹陷发育趋于稳定，水体逐渐加深时期，在凹陷充填演化的宏观背景上，相当于超层序的水进期，因而是一个非常有利的生油层，密集段Ⅱ在吉尔嘎朗图凹陷大致对应于腾格尔组一段，有两个明显的下超面发育，相应地反映了有两个密集段的存在，这两个密集段在湖中心区叠置在一起，形成复合密集段。钻井揭示，该层序由两个次级旋回组成，在两个次级旋回的密集段位置呈现有机质含量的异常高峰值（图3）。

2.1.3 密集段Ⅲ

密集段Ⅲ发育于层序 S_C 中，大致对应于腾格尔组一段上部地层，宏观背景上层序 S_C 对应于超层序的高水位期，处于凹陷抬升阶段的浅水沉积背景，一般认为生油能力较弱。吉尔嘎朗图凹陷吉41井层序 S_C 出现了有机碳高含量的异常峰值，吉106井-吉41井区联井剖面反映出 S_C 时期吉41井区泥岩发育，为半深水沉积。由此，中洼槽的吉42井-吉41井区有一定的生油条件。

2.1.4 密集段Ⅳ

密集段Ⅳ相当于另一超层序的低水位期，对应于吉尔嘎朗图凹陷抬升时期的浅水沉积背景，与密集段Ⅲ发育特征相似，在吉42井-吉41井区具一定的生油条件。

2.1.5 密集段Ⅴ

密集段Ⅴ发育于 S_E 中，发育特征明显，大致对应于腾格尔组二段上部泥岩段。这个泥岩段是公认的凹陷内第三套生油层，地震剖面为连续的强反射，钻井剖面上由两个次级旋回密集段组合而成，对应于两个有机质高峰值。由于密集段Ⅴ层位高，形不成有利的油源岩。

2.2 平面分布

密集段的平面分布很大程度上反映凹陷内有利生油区带的分布。吉尔嘎朗图凹陷通过地震层序特征分析、钻井地层对比分析，得出其密集段在平面上分布是不断变化的：密集段Ⅰ几乎分布于整个中洼槽，只是不同部位厚度不同，在西洼槽和东北槽的中央区也见到密集段的下超标志；密集段Ⅱ分布范围最广，除中洼槽外，西洼槽和东北洼槽也有分布；密集段Ⅲ、Ⅳ形成时湖盆总体变浅，沉积中心转移到中洼槽东部的吉42井-吉41井区，吉106井-吉41井区是此时最具生油潜力的密集段分布区；密集段Ⅴ的展布主要局限于吉42井以西地区，在吉42井-吉41井区层序 S_E 时期，沉积中心由东向西转移。

3 地质意义

3.1 地层对比意义

经典层序地层学理论认为密集段是大陆边缘层序年代确定和对比的钥匙，在陆相层序研究中，密集段对层序对比同样有着重要作用。密集段是伴随基准面上升，水进到最大、水域最广时产生，这使得利用有密集段进行区域性对比有了可能。同样由于它的这种特性，在地层分析中有两个问题值得注意：（1）确定生物地层年代时，如果漏掉了密集段，就可能在生物地层记录中出现一个长时期的视间断，误判断出巨大不整合。例如，吉尔嘎朗图凹陷的赛汉组底界，原来一直认为是一个大的不整合，其实是水进体系域的密集段，而非不整合。（2）密集段通常比其上、下岩层有更为丰富多样的深水动物群，如果在一口井内从若干层序的密集段中取得动物化石群，而不注意根据同一井段的测井或地震资料解释其沉积环境，就可能将取样段解释为连续深水环境，而漏掉了重要层序界面^[1]。

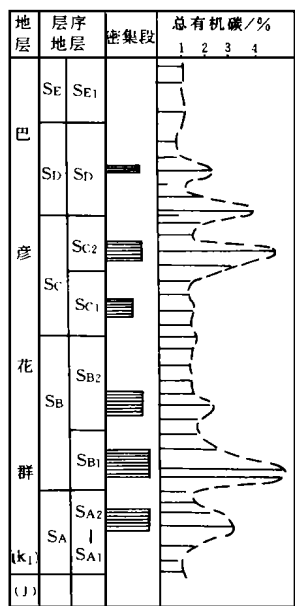


图3 吉41井密集段有机碳含量图

3.2 生油意义

密集段中沉积速率缓慢的半深湖相和深湖沉积物组合中，含有大量的有机质，包括种类繁多、数量丰富的微体浮游生物，因此，具有可观的生油潜力，是层序中最有利的生油区带。

密集段上部与下部分别为粒度较粗的高水位砂体和低位砂体。高水位体系域中的页岩是贫油的，因而密集段就成为上部进积砂体和下部低位楔最有利的油源岩。例如， 吉尔嘎朗图凹陷腾格尔组二段高水位进积扇三角洲砂体油藏的油来自下部腾格尔组一段水进期密集段的泥岩， 阿尔善组低位期浊积扇油藏的油同样来自上部腾格尔组一段水进期密集段的泥岩。

3.3 盖层意义

高水位体系域是以沉积砂体的进积为主要特征的，高水位砂体往往形成孔、渗性良好的储集岩，但高水位本身泥岩细粒沉积物不发育，极易发生渗漏，密集段泥岩常常伴随高水位进积砂前缘，所以与进积砂形成指状交错的砂泥岩互层，成为其上部侧向较好盖层。

低水位体系发育盆底扇，它们往往处于较深水环境中，分布局限，周围被深水的细粒物质包围形成岩性圈闭，上部有缓慢的水进期细粒沉积物，尤其是密集段覆盖其上，形成良好的盖层。

参 考 文 献

1 van Wagoner J C, Mitchum R M, Campion K M, et al. Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies. AAPG Methods in Exploration Series, 1990, (7): 1~55

IDENTIFYING MARKERS OF CONDENSED SECTION
AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

Zhu Ling Fan Tailiang
(China University of Geosciences, Beijing)

Abstract

Condensed section could be identified according to seismic data, well log, geochemical and fossil markers. Since its deposition environment was relatively stable, the species of organisms are various and organic matter is rich enough, the section could be taken as a key in stratigraphic correlation. It has been proved in practice that this kind of sections are usually important source rocks or regional cap rocks. According to the above mentioned markers, the Jiergalangtu Depression could be divided into five condensed sections with considerable oil generation potential.