

# 浅析煤层气钻井过程中的储层保护

吕 宇

浙江煤炭地质局勘探一队 浙江湖州 313000

**摘 要:**煤层气又被称为煤层甲烷,是一种重要的天然气资源。随着我国天然气需求的不断增加,煤层气开采工艺技术水平的提升显得十分重要。目前,煤层气开采通常使用水平钻井工艺技术,该技术相比传统钻井技术有极大的优点,为煤层气的稳产提供了十分重要的保障。

**关键词:**煤层;气钻井;过程;储层保护

## 一、煤层气钻井的现状

1.煤层硬度相比岩石较弱,当煤层被上层的岩石等物质挤压变形后,极易容易发生坍塌,尤其是开采过程当中的煤层,更易于塌陷,而且放置的时间越长,塌陷的可能性就越大。

2.煤层容易被污染物污染破坏,由于地质的复杂程度,在煤储层比较容易出现各种污染源渗透的现象,加上技术等因素的限制性因素,破坏不容易及时发现,这就大大导致了破坏的范围更大,污染的程度更深,造成的后果更严重。

3.煤层埋藏深度大、厚度薄,由于煤储层相对距离较深,无论在钻井过程还是在生产过程中都是比较难实施<sup>[1]</sup>。

## 二、分析煤层气的形成机理

煤这种矿物质作为沉积岩的一种,其中所含有有机物含量远远大于煤自身质量二分之一,煤同岩层相比较,所含有的有机物非常高,在长时间的化学反应和地理活动的共同作用下,煤气层逐渐积累,在“正交断层”的煤层气,这在正交断层的方向同煤层正交,之后在煤层气通过正交断层,进而更好地流动到井眼中,最大化释放出或是被工作人员开发出来。通常,主要以煤层厚度、煤的组成部分、煤层不同气体以及煤层气的组成所占比例来确定煤层气储量大小。煤中有机物所占比重大小就是煤的组成部分,煤中所含有的有机物直接关系到煤层气生产,故而,可以判断出煤中有机物所占比重越大,那么煤层气储量就越大的。所谓煤气层的厚度实际上主要是对煤总量的估计能否进一步吸附煤层气同煤层厚度成正比例的函数关系。此外,煤层的不同气体和组成主要就是分析其中所占比重,该比重实质上就是一个变量<sup>[2]</sup>。煤层气不同气体和组成与各种因素有关,如,煤熟度、厚度、有机物含量以及煤层气的组成,甲烷、氮气、

二氧化碳、液态烃等气体为构成了煤层气。在这些气体中甲烷所占比重是最大的,之后就是液态烃的含量,相对而言,氮气和二氧化碳比较少。

气体饱和状态和渗透率是影响煤层气形成的另一个关键因素,研究发现,若煤处在气体饱状态下,就非常容易产生煤层气,若未在饱和状态下,煤层气形成的可能性就会大大降低。

## 三、分析钻井过程中的储层伤害机理

1.由于在钻井过程中,不配伍性导致的储层伤害;这种伤害主要是由于相关工作人员在钻完井液之后,出现煤层储层中钻井液同粘土矿物二者相容情况,就出现絮凝沉淀、粘土分散、水化,这样就会大大地降低储层渗透率。钻井完成时候的钻井液还会同其中无机离子发生作用,最终形成无机垢,长时间如此,就会严重地阻碍储层。

2.粒子迁移;实践证明粘土膨胀对于煤岩储层的裂缝孔隙度,或储层伤害非常小,钻井工作人员进行钻井作业时,一旦钻井滤液层流入到储层后,就会出现基层肿胀的情况,这样以来,就会引发煤岩渗透率降低或是煤岩孔隙度减小的情况。另外,由于钻井液当中存在的一些固相颗粒沿细缝流动,由于煤岩层有着一定吸附性,因此其中颗粒会存在空隙中,根本无法对其进行清除处理,故而,就会对储层造成较大的伤害。

3.钻井后一些高分子聚合物对煤气层所造成的伤害;由于钻井后滤液当中存在一些聚合物会进去煤层之后,这些聚合物就会吸附在粘土矿物上,久而久之就会出现粘土絮凝堵塞,最终导致储层渗透率降低<sup>[3]</sup>。

## 四、煤层气及其储层特征

1.孔隙度;煤层由两部分组成:孔隙和裂缝。孔隙是煤层气的主要储集层,裂隙是煤层气运移的通道。毛孔和裂缝的结构决定了煤层气的解吸能力。

2. 渗透性；煤层的渗透性受外部压力和内部压力的影响，随着外部压力或深度的增加而减小，并且还由于内部压力变化而变化。

3. 构造应力和压力；煤层的构造应力和压力对煤层的渗透率和含气量起决定性作用。构造应力强度越大，煤层裂缝密封性越大，储层压力越大，导致煤储层渗透率低，气体间交换和迁移缓慢，难以进行；相反，煤层裂缝封闭性弱，开口性强，储层压力低，则储层渗透性好，气体间的交换和迁移相对平稳，流动迅速。

4. 低气饱和度；中国主要煤炭区的煤层气资源和饱和度相对较低<sup>[4]</sup>。

5. 煤岩表面带电荷；煤岩表面比常规砂岩和碳酸盐岩表面有更多的电荷，煤岩表面电位由正向到负向。环境pH值增加，表面电位降低，不同煤岩的等电点大小不同，大部分都小于7。

### 五、煤层气钻井储层伤害的原因

含气饱和度低、渗透率低和地层压力低是造成我国煤层气单井和先导性开发试验井组稳定日产气量低的最主要原因。影响煤层气储层渗透性的主要因素来自于地层裂隙系统，煤系地层孔裂隙系统发育特征和煤系地层渗透性是进行煤层气储量科学评价的重要内容之一。钻井过程中引发煤层气损害的根源是使用的钻井液，其对煤层伤害的主要表现在以下四个方面：

(1) 钻井液中固相颗粒对煤系地层裂隙的充填造成的损害。

(2) 煤系地层中的矿物与钻井液中的物质相互反应产生不溶的物质堵塞了煤系地层裂隙。钻井液中的有些物质被吸附在煤层表面或堵塞在煤系地层裂缝中。

(3) 煤系地层吸水膨胀引起地层裂隙减小或堵塞造成的损害。

(4) 压力激动对煤系地层的损害<sup>[1]</sup>。

### 六、煤气钻井程中储保护的难点

由于煤系地层具有与常规油气地层不同的特点，决定了钻进过程中煤系地层比常规油气层更容易被损害。与常规油气层相比煤层气储层特点是：煤层既是产生煤层气的地层又是储集层，而煤质的弹性模量比较低，泊松比又较高，吸附能力比较强，抗压和抗拉强度都较低、脆性比较大、容易破碎和被压缩，同时煤系地层割理和裂隙都较发育，属典型的双孔隙储层。因此如果煤系地层的孔隙和裂缝一旦受到损害，受伤害程度将比油气层严重得多，不仅可使气体的渗流通道堵塞，而且还会影响煤层气的解吸过程<sup>[2]</sup>。

1. 煤系地层极易被损害，特别是被钻井液中固相颗粒的损害；

2. 煤系地层岩石破碎和高剪切应力造成井壁不稳定，为了保证煤系地层的钻井安全，采取的主要措施就是提高钻井液密度，也就是增加钻井液中的固相含量，而这样又容易造成煤层气储层伤害，因此煤层钻井过程中的储层保护技术与常规油气层钻井相比较困难更大。

### 七、煤气钻井过程中的储层保护技术

目前，煤层气钻井在钻进煤层段时一般采用泥浆作为钻井液，在液柱压差作用下，泥浆中的粒径极小的颗粒（粘土、岩屑、配浆材料等）在滤饼形成前会浸入煤层，造成气流通道的堵塞，煤层气渗透性降低。造成伤害的程度与流体的滤失性能、固相含量及颗粒分布、压差及流体与地层的接触时间有关。为预防和减轻外来流体固相颗粒对煤层气储层造成的伤害，应减少钻井液的滤失量、尽可能降低正压差、缩短流体对煤层的浸泡时间。

#### 1. 低固相或无固相钻井液

钻井液中的各种固体颗粒会对煤层气储层产生伤害。因此在煤系地层钻进时，根据不同地层乐力大小和地层破碎完整情况分别使用天然植物胶SD-1低固相泥浆或PAM-GSP无固相钻井液以减少造浆土的含量，通过加入一定量的聚合物使钻井液达到低比重、低粘度、低切力和低失水性<sup>[3]</sup>。钻井液的比重低井内液柱压力降低能减轻对煤层气储层的伤害；低粘度低切力能减轻钻井液流动时对煤储层井壁的冲刷作用；失水量低能够在井壁上形成的泥饼薄而致密，迅速封堵煤系地层的微裂缝，减轻钻井液中的固体颗粒对煤层气储层的伤害。

#### 2. 欠平衡钻井过程

煤层气欠平衡钻井技术是一项复杂的技术，涉及到了许多的不确定性。而实现欠平衡钻井的主要方法就是自然方法和人工诱导方法。在自然方法中，当地层压力系数大于1.10的时候，普通钻井可以采用减轻泥浆密度来实现欠平衡钻井；人工诱导方法是当地层压力系数小于1.10的时候，使用低密度流体做为钻井液，实现欠平衡钻井。

#### 3. 采用空气钻井或泡沫钻井等负压钻井技术

国内外实践已证明空气钻井技术是提高钻井速度、缩短钻井周期的最佳钻进技术。用空气钻井通常可以使钻井速度提高2~15倍；但并非所有的地层都适合空气钻进技术，空气钻井技术在井壁稳定比较好，含水量小、不含有毒有害气体的地层段可以采用；该技术优点是效率高，钻井周期短，大幅度减少了煤储层的裸露时间对煤储层的伤害降到最低。泡沫钻井也是经常使用的负压

钻井技术之一<sup>[4]</sup>。泡沫钻井液中的表面活性剂具有两亲结构，它能够使钻井液体系的表面张力有效的降低，因而降低钻井液在地层裂随通道中的毛细管力，从而对减轻水锁效应有利。目前常用的钻井液表面活性剂有十二烷基苯磺酸钠（ABS）十二烷基硫酸钠（K12）、OP-10油酸钠、太古油等，具体类型和用量应根据地层特点和钻井液体系来确定。另外，泡沫钻井液的密度低的特性使得钻井内液柱压力较低，大大减少了由于压力过大而对煤层气储层的伤害。

#### 4. 加强固相清除控制技术

加强钻井液固相控制技术，及时清除钻井液中的无用固相，也是减轻钻井液对煤层气储层伤害的有效技术途径之一我们充分利用地表的钻井液循环槽沉淀岩粉，循环槽端面尺寸高300mm左右宽500mm，长度 $\geq 20$ m坡度在1/100~1/300之间；同时配齐振动筛和旋流除砂、泥器等固控设备，采用机械净化方法去除钻井液中的无用固相；另外结合化学净化方法，使用化学絮凝剂PAM、PHP等清除无用固相颗粒。

## 八、结语

通过对煤层气井储层保护钻井工艺的研究，为国内在煤层气资源开采与生产提供借鉴，国内的煤层气开发尚处于快速发展阶段，优化使用合理的钻井工艺，提高煤层气的单井产能，加大煤层气的储层保护研究对国内煤层气资源利用很有必要。

### 参考文献：

[1] 佟峰（中石油煤层气有限责任公司韩城分公司）. 煤层气钻井储层保护新技术研究[J]. 环球市场, 2017, (23).

[2] 马腾飞（中联煤层气有限责任公司）. 浅析煤层气钻井过程中的储层伤害及保护技术[J]. 化工管理, 2018, (11): 58-59.

[3] 郭帅锋（中石油煤层气有限责任公司韩城分公司）. 煤层气钻井过程中的储层伤害与保护[J]. 环球市场, 2017, (23).

[4] 石豫. 浅议煤层气水平井钻井研究[J]. 内蒙古石油化工, 2015, (22): 8-9.