

煤层气钻井过程对储层的伤害及保护探究

牛盼盼（山西蓝焰煤层气集团有限责任公司，山西 晋城 048006）

摘要：现阶段我国社会对各种能源的需求量持续快速增长，加之不断恶化的生态环境形势，我国加大了对清洁能源的开发力度。煤层气作为一种洁净能源，其主要成分是甲烷，大力开发和利用此种能源，有助于减轻对大气环境的污染，实现我国能源结构的改善与优化。基于对煤层气形成机理和特征的介绍，文章总结钻井过程中可能会对储层造成的伤害，从储层钻井工艺保护、钻井液保护等方面提出了煤层气钻井过程中的保护技术，以供参考。

关键词：煤层气；钻井过程；储层；伤害；保护

1 引言

经济全球化发展，加剧了生态环境污染程度以及能源危机问题。煤层气是一种主要成分为甲烷的新型清洁能源，在煤层中处于吸附状态，属于一种可以替代天然气的理想能源形式。如今能源危机日趋严峻的形势下，煤层气的开发也成为各个国家的能源开发重点。而煤层气的开采过程具有较高的专业技术性，需要在钻井过程中采取一种保护煤层不受外界伤害的钻井完井工艺，应用先进的煤层气开采技术来保护储层，实现煤层气储层出气量和开采效率的提升。

2 煤层气形成机理

煤炭属于沉积岩类型，其中有机物含量较高，经过长时间的化学反应加上地理活动之后，在煤层中逐渐积累煤层气，形成正交断层的煤气层，此煤气层与煤层正交，煤层气就会通过煤层向井眼中流动而被人们开发和释放出来。煤层气是储藏在煤层中的混合气体，混合气体中的成分及比例不同对煤层开发带来影响。煤层气的主要形成机理根据主要成因的不同可分为生物型和热量型。其中，生物型的形成机理相对温度条件低，在 50℃ 以下就可以形成煤层气。形成的源动力是来自于细菌微生物的参与作用，一种作用是二氧化碳的还原性作用，另一种是有机酸的发酵反应。这两种作用机制所需要的条件是有机质沉积、孔隙空间度良好、缺氧环境、高 pH 值、温度较低。另外一种形成机理是热量型，这种形成机理是在温度较高的条件下实现的。当温度超过 50℃ 时，煤炭形成的反应速度加快，煤层中的碳含量增加，随着煤化作用的增强，煤层中的富余氢和富余氧挥发释放出来。在煤层气的形成早期阶段，释放的气体以乙烷、丙烷为主，在煤层气形成主要阶段，释放的气体中主要以甲烷为主。据煤层气开采经验可知，煤层的厚度、煤的组成、煤层中的气体种类、煤层气的占比等会对煤层气的储量产生直接影响，尤其表现出煤中的有机物含量越高则煤层气的储量则越大。由于煤层气中的气体组成比较复杂，其中 90% 左右是甲烷，另外还有氮气、二氧化碳、液态烃等。煤层气在煤层中的占比属于一个动态变化的比例，受到煤的熟度、厚度、有机物含量和煤层气的不同组成成分等因素的影响，此比例会发

生改变。各种煤层气的气体保护状态、渗透率等会影响煤层气的形成。在煤处于饱和状态下形成煤层气的概率更高，基于处于未饱和状态的煤层，则可以利用脱水的方式来降低储层压力，保证其处于饱和状态下。

3 煤层气储层特点

据研究，基础煤气层通常为双孔隙结构，其中存在较多的裂隙孔隙和基质孔隙。在不同因素的影响下，会在煤层结构中形成裂隙或微孔发育情况，同时会影响煤层移动或煤层赋存。

基于上述结构，使得煤层气储层最大的特点就是对应力比较敏感，且不可逆。也就是说，在出现了煤层气渗透率降低的情况时会形成大量的非均质，这也会降低储层中煤层气的饱和度，从而会降低煤层的渗透率或压力。通常可以将煤层渗透率作为聚集区可采气流的重要表征参数，渗透率较大，则煤层气的渗透性好，反之则煤层气的渗透性差。我国的煤层气储层的渗透性整体较差，这也是影响我国煤层气勘探开发效率的主要因素之一。另一个特点是煤层地应力分布的梯度是不均匀的。煤层埋深和煤层地应力梯度对煤层气储层的原地应力有重要影响。而煤层气储层的渗透率大小受到地应力影响，通常情况下，当地应力增大时，煤层气的渗透率减小。反之，煤层气的渗透率增大。因此，煤气田地质条件的复杂性决定了煤层地应力分布梯度不均匀的特点，造成煤层气开发难度增大。第三个特点是煤层气储层压力大多是欠压状态。当煤层气储层压力高于井口压力的视为超压储层，反之，视为欠压储层。煤层气储层压力的高低关系到煤层气的含气量多少，同时也影响着煤层气的流动源动力大小。煤层气储层的压力大小主要受压力梯度和煤层深度的影响。不同的煤气田的煤层气储层压力情况不同，即使是同一煤气田的不同区域的储层压力也有差别。为了最大限度开发和利用煤层气，则需要基于上述特点和煤层气的物理性质、结构等，保证在一定的储藏条件下对应一定的良好特征，便于煤层气的开发。

4 煤层气钻井过程对储层的伤害

4.1 钻完井过程对储层的伤害

在钻完井过程中对储层的伤害主要体现在不配伍性上，具体地说就是在钻完井之后，出现了煤层储层中钻

井液与粘土矿物相容的情况,此时会表现出絮凝沉淀、粘土分散、水化等现象,进而会导致储层渗透率的降低。此外,钻完井过程中,还会出现钻井液与其他无机离子发生反应而形成无机垢的情况,这就对储层造成阻碍。不仅如此,粒子迁移原因也会对储层造成一定的伤害,也就是在出现粘土膨胀时会改变储层的裂隙孔隙度。而在钻井作业时如果操作不当而造成钻井液进入储层并造成基层肿胀的情况,也会降低储层的渗透率或者导致煤层孔隙度的减小。

4.2 钻井压力对储层的伤害

针对煤层对应力变化比较敏感的特点,而在受到应力影响之后产生的危害难以恢复,在周围应力变化时还会改变储层的渗透率,对煤层造成伤害。这是由于在钻完井过程中,受到多种因素的影响难以保证压力恒定,在此应力影响下就会不断降低储层的渗透率。分析此问题的机理,主要是煤层层的泊松系数较高、弹性模量较小,其泊松情况与煤基质的情况相反,在受到自然裂缝发育成熟的影响下会使得煤岩更加脆弱,加之周围压力不断增加,就会不断减小煤岩的缝隙,久而久之会降低储层的渗透率。

5 煤层气钻井过程中的保护策略

5.1 煤层气钻井工艺保护

首先应结合压力参数构建科学的钻井工作管理体系和监督维护体系,处理钻井过程中的各种问题,保证地层压力或液柱压力的完整性,有助于构建科学的管控系统。尤其针对钻井管理工作中发现的地层压力和液柱压力压差越大而导致钻井液的侵入量和侵入范围越大的情况,会降低储层的管理水平和运行效果。还会由于压力裂缝的影响而导致储层的水锁问题,影响储层的应用和管理效果。因此,面对上述压力引发的问题,应结合实际情况对储层冲刷时间和钻井液浸泡时间适当缩短,配合系统化监督控制体系的应用对钻井运行速率和钻井实际情况加以控制,进而起到对储层的保护作用。

其次是采取气体钻井工艺流程体系和屏蔽暂堵技术等钻井工艺来保护煤层气。也就是通过对相应参数的整合以及实际问题的分析,将气体作为常规化的流体组织,由于钻屑和化学添加剂都会对煤层气的运行通道造成堵塞,因此应构建相应的管控机制来防止出现基质原因引发的膨胀问题,实现系统化体系的构建和维护,提升对煤层气的保护时效性。还可以采取措施控制煤层气的孔隙,保证在相关参数要求范围之内。

最后,针对屏蔽暂堵技术来说,有助于管控效率和管理水平的提升。这主要由于应用此技术可以整合煤层气的实际压力以及钻井作业时的压力,通过管理人员的有效管理来人工控制钻井液,通过大小固相颗粒和不同结构、差异化类型的加入来保证高压差等符合要求,保证煤层气可以顺利进入孔道结构中,实现对井壁附近渗

透率参数的控制,通过屏蔽暂堵带的形成来优化技术结构的完整性,提升煤层气的管理效果。此种体系,还可以将纤维结构和分散颗粒整合来保证使用操作的时效性和完整性,提升煤层气裂缝的差异化应用水平,构建更加科学的体系和结构。

5.2 储层钻井液的保护

不同地区所用钻井液体系存在一定差异,但是都需要保证所用钻井液体系和处理剂等为同流体或者具有与煤层气的配伍性,防止对储层造成伤害。因此,在选择钻井液时,精良选择具有较低失水量、较低密度和较低固相含量、粘度的类型。基于煤层气的应力敏感性特点,还要规避应力所造成的伤害。

在使用表面活性剂时应合理选择,通过不同活性剂之间的反映来保护储层,构建相应的钻井液保护体系,比如屏蔽暂堵型钻井液、清水钻井液、“三低”钻井液体系、无粘土钻井液以及表面活性剂钻井液等。以其中的清水钻井液为例,此钻井液的应用有助于钻井过程中压差和成本的降低,实现对地层压力的有效控制,通过少量膨润土加入到产出的地层水中,降低储层矿物质出现化学反应的概率,从而预防钻井液对储层造成的危害。此外,还有空气钻井液和泡沫钻井液,前者可以在钻井过程中起到对储层的保护作用,可以在钻速加快的钻井过程中应用。

但是在实际应用中应保证地层的安全稳定性,避免发生塌陷和地下水渗漏等问题。后者则通常在井壁不稳定的煤层气井中应用,在实际应用中控制钻井液的密度,在普通低谷固相钻井液中将发泡剂加入气壮加以控制,实现钻井成本的降低。

6 结语

综上所述,煤层气的形成机理不同,造成了煤层气储层的差异性。而煤层气储层的特征与煤层气的实际情况息息相关,不同的煤层气田有较大的差异性。为了最大限度开发和利用煤层气,则需要基于煤层气储层的性质、结构等特点进行开发。

在煤层气开发中,起钻井过程中对煤层气造成的伤害主要包括钻完井过程对储层的伤害以及钻井压力对储层的伤害。针对煤层气钻井过程中可能会对煤层气造成的伤害,导致煤层气采收率的降低等问题,应结合煤层气实际情况,分析其形成机理和特征,采取相应的钻井工艺保护、钻井液保护措施,更好地保护储层并提升煤层气的采收率。

参考文献:

- [1] 刘国卫.煤层气钻井过程中的储层伤害及保护技术研究[J].西部探矿工程,2019,v.31;No.278(06):57-59.
- [2] 王建科.煤层气钻井过程对储层伤害及保护措施研究[J].山西冶金,2019,v.42; No.181(05):97-98+101.