

## 页岩气钻井储层保护技术研究

韩宝中

(天津工程职业技术学院 天津 300280)

摘要:页岩气是一种重要的非常规天然气资源。页岩气是以多种相态存在、主体上富集于泥页岩地层中的天然气聚集。页岩气与其他类型天气的显著差别在于,它具有典型的“自生自储”特点。我国也有较为丰富的页岩气资源,具有巨大的资源潜力和勘探开发远景,技术进步是推动页岩气快速发展的关键因素,包括钻井、完井与储层保护技术的进步。页岩气勘探开发的巨大成功表明,只要突破传统的勘探思想,坚持不懈地开展新技术,仍然能够使得分布广泛的页岩气资源逐步转化为经济和技术可采储量。

关键词:页岩气 钻井 储层保护

中图分类号:P618

文献标识码:A

文章编号:1672-3791(2011)12(a)-0046-01

## 1 对储层的认识

页岩气储层与常规气储层的差异很大。页岩以小颗粒物质为主,一般以粘土和泥质为其最主要组分,砂所占的组分相对较少。由于小粒径的特点,页岩气储层的渗透率极低,一般在 $0.0001\text{md} \sim 0.000001\text{md}$ 之间,比致密砂岩储层的渗透率低2~3个数量级。页岩气储层渗透率极低的特点,决定了其开发必需采用适当的增产技术,才能实现商业开发。目前可采的工业性页岩气藏埋深最浅为182m。

页岩是沉积岩的一种,以粒度大小等级来界定。如砂岩是由啥质粒度大小的颗粒组成的碎屑沉积岩,页岩是由粘土粒级的颗粒组成的。真正的页岩易产生裂缝,片状矿物如云母的重新组合很容易引起页岩水平方向的裂缝。与页岩同等粒度但不易产生裂缝的碎屑岩称为泥灰岩或粘土岩。

储层特性的连续积累效应与某点储层特性参数存在很大差异。也就是说,Barnett页岩具有连续积累效应,关键储层参数在纵向上和横向上变化范围很大,具有非均质性。在裂缝性页岩及致密砂岩中,页岩地质储量最引人关注,通常大得惊人。地质储量受孔隙度、厚度、供油面积、气饱和度及储层压力控制。它的具体规模难以计算,以目前的技术Barnett页岩中约有10%~20%是可采的。

供气能力由五项储层参数决定:渗透率、厚度、储层压力、储层流体粘度及供油半径。其他次要因素还包括井眼流压、井眼半径及钻井、完井和敏感物质所影响的井壁参数。

由于页岩的岩性特点使之多具水敏性,水进入储层后可使其粘土矿物膨胀,从而阻塞空缝,降低其产量。因而针对粘土矿物的特点采取防水敏的钻井液和压裂液以保护储层和增加储层改造的效果是一个重要的技术措施。

由返排组分和产水的突破,认为成分可以分为有机化合物和无机化合物。产水领域得到的无机成分也许是不溶的或可溶性。可溶性盐是由阴离子和阳离子组成的。产出的水中一些阳离子的例子,包括一些钾和钠的单价阳离子和铁、钙、镁等多价阳离子;主要的阴离子包括氯离子、硫酸根离子、碳酸根离子和碳酸氢根例子,非水溶性无机物有存在一些种类。

## 2 储层评价技术

测井和取心是页岩气储层评价的两种主要手段。Schlumber公司应用测井数据,包

括ECS来识别储层特征。单独的GR不能很好地识别出粘土,干酪根的特征是具有高GR值和低Pe值。成像测井可以识别出裂缝和断层,并能对页岩进行分层。声波测井可以识别裂缝方向和最大主应力方向,进而为气井增产提供数据。岩心分析主要是用来确定孔隙度、储层渗透率、泥岩的组分、流体及储层的敏感性,并分析测试TOC和吸附等温曲线。

需要注意的是,页岩储集层改造技术的应用始终不能脱离地质条件的约束,要针对页岩储集层特点优选压裂层位和施工工艺,才能取得比较好的开发效和经济效益。对于埋藏较浅、地层压力较低的储集层通常采用 $\text{N}_2$ 泡沫压裂。清水压裂的压裂液中一般已加入适量抑制剂,但仍要求储集层中膨胀性蒙脱石含量不能很高,原因是其水敏性强,遇水易膨胀、分散和运移,导致岩石渗透率下降,所以,利用X衍射和SEM测试结果分析粘土矿物的类型和含量十分必要。

## 3 储层伤害和保护

一种新型的摩擦减速剂帮组减少长链聚合物对裂缝面的损害,最大马力可以应用在页岩气层,而不是用于使仅仅流体通过机械系统被浪费掉。因为这种减速剂不包括酚类,它能提供有利于环境保护的表现,而且表现出相对于传统摩擦减速剂少的絮凝。一个降粘剂机构通过降低流体粘度帮助使得水力压裂措施效率最大化,提高加载复苏,尽量减少摩擦减速剂中聚合物带来的损害,并阻止聚合物吸附在表面裂缝上吸附。这些目标重点技术提供了一个全面和经济的方法,从而能从非常规的页岩中提取能源。三个案例展示了页岩生产系统(SPS)的使用。

生产页岩气有些潜在技术难题,页岩有超低的渗透率和脆性的变化,多层页岩油藏有巨大的油藏变化的特征和流动机制制度。在水力压裂方案中,地层通常有较高的毛管压力。处理液可能对页岩造成潜在的损害。在页岩中确定适当的压裂处置是创造大的、高产的裂缝网络的关键。测井系统使用一种创新的方法结合选择岩石力学、地质力学、总有机碳含量和孔隙度以帮助确定页岩层中最佳的裂缝启动。微震得方法经常在深处和在压裂改造过程中多处裂缝宽度处提供无用的信息。由于页岩储层的超低渗透率,页岩气藏的成功经济生产建立在水平井或者垂直井的水力压裂、或者两者都有使地层暴露最大化的能力。

在研究中,我们已经使用了油藏模拟器来模拟聚合物在裂缝中是如何影响压裂液清理。我们已经把静态应力纳入数学表达式。我们已经包括支撑剂破碎、凝胶残留堵塞、清理行动中滤饼的信息和由此产生的气体流量。随着我们的模型,我们可以模拟很多在该领域我们观察到问题的一些石油文献中记载的问题。尽管这些真正的解决办法一直在发展,我们相信我们可以解释落后的大多数压裂液清理问题以及提供关于怎么做能解决问题的观点。

## 4 储层保护建议

针对不同区块的页岩层进行岩心分析、油气水分析和测试技术;根据储层的特点,进行油气层敏感性和工作液损害室内评价实验技术;针对某一具体区块的页岩储层,进行油气层损害机理研究和保护油气层技术系统方案设计;了解页岩钻井过程中油气层损害因素和保护油气层技术;了解页岩气完井过程中油气层损害因素和保护油气层及解堵技术;了解页岩气油气田开发中的油气层损害因素和保护油气层技术;了解页岩气油气层损害和矿场评价技术;保护页岩气油气层总体效果评价和经济效益综合分析。

上述八个方面内容构成一项配套系统工程,每项内容是独立的,但彼此又是相关联的;另外,很多技术我们现在没有,主要还是通过研究和借鉴国外的先进经验,但切记完全照搬,因为,需要注意的是,页岩储集层改造技术的应用始终不能脱离地质条件的约束,要针对页岩储集层特点优选压裂层位和施工工艺,才能取得比较好的开发效和经济效益。

## 参考文献

- [1] 李新景,胡素云,程克明.北美裂缝性页岩气勘探开发的启示[J].2007,34(4).
- [2] 李新景,吕宗刚,董大忠,等.北美页岩气资源形成的地质条件[J].天然气工业,2009,9(5):27~32.
- [3] 赵群,王红岩,刘人和,等.世界页岩气发展现状及我国勘探前景[J].2008,9.
- [4] 陈波,皮定成,黎成,等.中上扬子地区志留系龙马溪组页岩气资源潜力评价[J].1.资源勘查与技术教育部重点实验室(长江大学),2.长江大学地球科学学院,3.中国石油长庆油田分公司第一采油厂,2009,8.