

文章编号:1006-4095(2004)05-0044-02

# 低密高强度水泥浆在下二门油田的应用

文湘杰<sup>1,2</sup>, 宋艳霞<sup>2</sup>, 李宝东<sup>2</sup>, 常焕强<sup>2</sup>

(1. 长江大学, 湖北荆州 434500; 2. 河南石油勘探局钻井工程公司)

**摘要:**下二门油田深层系地下情况复杂,气层发育、断层多,该区块上的井设计封固段一般在1 300~2 100 m。由于封固段长、水泥浆液柱压力高,而断层处地层胶结力又较低,固井施工中经常发生水泥浆漏失,严重影响了该区块的固井质量。通过采用低密度高强度水泥浆体系不仅有限地解决了下二门油田长封固段井水泥浆易漏失、易发生油气窜的难点问题,同时也实现了保护油气层的目的。

**关键词:**固井;低密高强水泥浆体系;施工

**中图分类号:**TE254

**文献标识码:**B

下二门油田是河南油田主要产油区之一,该区块深层系一是具有典型断块油田的特点,产层裂缝较发育、地层破裂压力低;二是某些层段蕴藏着较丰厚的天然气;三是钻井钻遇层数多、设计封固段长。受上述因素影响,下二门油田深层系长封固段井固井质量一直偏低。从统计资料显示,2002年在下二门油田深层系共进行了6井次的固井施工,固井质量一次合格仅为50%,已严重影响了该区块的产能建设。

## 1 下二门油田深层系固井施工难点

(1)地层破裂压力低,固井施工中水泥浆易发生漏失。下二门油田构造特征为被断层复杂化的短轴背斜,具有典型断块油田的特点。深层系的井通常要钻遇两个断层,断层位置通常在1 200~2 400 m。由于断层处地层胶结力较低,固井施工时在断层处容易发生水泥浆漏失。

(2)储层物性好,含油井段长,设计固井封固段长。储集层砂体多数为河道叠加而成,内部夹层发育,岩性以含砾砂岩为主,属于典型的大孔道中高渗透储层,储层非均质性严重。含油井段一般在850~2 700 m。

为保护有限的油气资源、确保油田整体开发效益,所有钻开的产层都必须完好封固,该类型的井设计封固段一般在1 300~2 100 m。

由于封固段太长、水泥浆液柱压力高,而断层处地层胶结力又较低,其结果导致下部井段地层经常被压漏而发生水泥浆漏失,影响油层的封固

质量。

(3)某些井段天然气较发育易发生气窜。下二门油田某些井段产层裂缝较发育、地层孔隙喉度大、地层中蕴藏着较丰厚的天然气。水泥浆在候凝过程中,天然气极易窜入到失重状态中的水泥浆中,导致气窜的发生,影响固井质量。

## 2 下二门油田深层系固井技术

针对上述问题,从2002年起我们引入了漂珠低密度水泥浆体系,水泥浆密度先后从1.65 g/cm<sup>3</sup>降至1.55 g/cm<sup>3</sup>、1.40 g/cm<sup>3</sup>,从现场应用情况看效果不明显。由此可见,单纯依靠降低水泥浆密度是不能彻底解决下二门油田深层系固井技术问题的。针对下二门油田深层系固井施工中易发生水泥浆漏失及易发生气窜两大难点问题,2004年引入了低密高强度水泥浆固井技术。

### 2.1 低密高强度水泥浆设计原理

低密高强度水泥浆技术是根据紧密堆积理论和颗粒级配理论研究开发的。其核心技术是低密度增强剂PZW-A是由具有合理颗粒级配的较低密度的活性胶凝材料组成,低密高强度水泥浆由水泥、漂珠、增强剂(PZW-A)以及相关配套外加剂组成,可根据井下要求配制出密度在1.20~1.70 g/cm<sup>3</sup>的水泥浆。

根据紧密堆积理论,通过调节混合物固相的

收稿日期:2004-07-20

作者简介:文湘杰,高级工程师,1964年生,1987年毕业于江汉石油学院,现任固井大队长。电话:0377-3820265

不同颗粒尺寸分布,进行合理级配和加工,使水泥浆体系实现良好的孔隙充填,使多种尺寸颗粒分布的混合物紧密堆积,即单位体积水泥浆中含有更多的固相,从而得到高强度的水泥浆。

## 2.2 低密度高强度水泥浆性能

(1)水泥浆性能稳定。低密度高强度水泥浆沉降稳定性良好,这是由于体系增强剂中的部分超细颗粒可以作为一助剂悬浮水泥中的其它材料,这些颗粒可以充填在其它较大和较重的物料颗粒之间,连接悬浮物料,使微细颗粒之间形成均匀致密的网架结构,并与水泥组成中其它颗粒吸附的水分子通过氢键连接,使水泥浆形成具有致密网架结构的悬浮体系;此外增强剂发生水硬化反应以及与水泥发生的胶凝反应,保证了水泥浆具有良好的稳定性。

(2)水泥石抗压强度高。低密度高强度水泥浆与相同密度的普通漂珠低密度水泥浆相比,相同条件下,水泥石抗压强度大大提高,前者大约为后者的2.5倍。这是因为增强剂是由大量活性材料组成,它能够产生大量水硬性反应,从而提高水泥颗粒之间的胶结和水泥石强度;此外,增强剂中的超细颗粒还可以很好地堆积和充填在其它颗粒形成的孔隙中,提高混合物充填比例,形成更加致密的水泥石,进一步增强水泥石的强度。

(3)具有良好的防气窜性能、水泥浆综合性能优良。通常水泥浆发生气窜主要是由于泥浆顶替不完全,高游离液、高失水、水泥石体积收缩,胶凝强度发展缓慢,水泥石孔隙率大等因至素引起的。而增强剂由于自身的性能特点能够减小水泥石的孔隙度,以保持水泥柱压力平衡,减小气窜的发生;增强剂还能够补偿水泥凝结引起的收缩,减小失水和游离液,具有较短的静胶凝强度过渡时间,有助于防止气窜的发生。

另外,低密度高强度水泥浆综合性能优良,密度易调节,失水易控制,稠化时间可调。

## 3 现场应用

2003年9月至2004年7月,采用低密度高

强度水泥浆体系在下二门油田共进行固井施工10井次,固井合格率100%、固井优质率35%,取得了较好经济效益和社会效益。

下T5-357井是下二门油田的一口采油井。二开钻进至910m时发生井漏,漏失量达60m<sup>3</sup>/d。采用单封堵漏后钻井恢复正常,完钻井深2012m,套管下深1997m。为了防止水泥浆漏失及油气窜的发生,采用低密高强度水泥浆体系。表1是下T5-357井水泥浆室内试验性能测试情况。

表1 下T5-357井60℃水泥浆综合性能

密度/ g·cm <sup>-3</sup>	稠化时间/ min	稠度达40BC 的时间/min	API失水/ mL
1.30	125	119	17

固井前采用排量32L/s循环处理钻井液,洗井2周后测钻井液密度为1.16g/cm<sup>3</sup>,粘度48s。固井过程中先注冲洗液12m<sup>3</sup>,注密度为1.28g/cm<sup>3</sup>的导浆5m<sup>3</sup>,注尾浆38m<sup>3</sup>(密度控制在1.30g/cm<sup>3</sup>左右),压胶塞1m<sup>3</sup>后,用泥浆泵和道威尔车同时替浆23.1m<sup>3</sup>,最后由道威尔车碰压16MPa。

72h后测声幅变密度,目的层段声幅值均在10%以内,测井评价下T5-357井固井质量合格。

## 4 结论

(1)低密度高强度水泥浆可用于长封固段易漏井的固井施工,具有稳定性好、强度高、候凝时间短等特点,能有限地减少井漏的发生。

(2)低密度高强度水泥浆可形成良好的颗粒充填和级配,具有更紧密的网状结构,可形成更为致密的水泥石,堵塞气体的运移通道,达到防气窜的目的。

(3)低密度高强度水泥浆体系综合性能良好,可以完全满足固井现场施工要求。