

BFS 固井液在吉林油田油层套管固井中的应用^{*}

王玺^{1,2} 陈鹏² 杨松² 李基福³ 王顺利³

(1.中国地质大学 2.中国石油勘探开发研究院廊坊分院 3.吉林油田钻井技术服务公司)

王玺等.BFS 固井液在吉林油田油层套管固井中的应用.天然气工业,2006,26(8):63-64.

摘 要 水淬高炉矿渣(BFS)是炼铁厂的副产品,具有水硬性性质,目前已广泛用于建筑水泥——矿渣水泥的生产。在我国,BFS 大量应用于石油固井业始于 20 世纪 90 年代中期。由于用 BFS 配制的固井液具有密度低、密度范围可调、强度高、滤失量小、无游离水、触变性好、稠化时间可调、无体积收缩等特点,可广泛用于常规和复杂油井固井。文章概述了 BFS 固井液及其性质、BFS 的筛选、BFS 固井液的性能、BFS 固井液的配制及现场施工方法,并以吉林油田油层套管 BFS 固井为例,对 BFS 固井液的固井质量进行了阐述。实践表明,吉林油田油层套管采用 BFS 固井,CBL 测井表明固井质量优质。

关键词 吉林油田 矿渣 套管 固井 注水泥 MTC BFS

一、BFS 及其性质

高炉矿渣(blast furnace slag)是钢铁冶炼过程中的副产品,它以熔融状态从高炉中排出,温度高达 1400~1600 ℃。排出的矿渣迅速进入有大量冷却水的水池,水淬使之转变成具有水硬性性质的粒状的玻璃材料。水淬高炉矿渣实物如图 1,其显微结构如图 2 扫描电镜照片所示。



图 1 水淬高炉矿渣

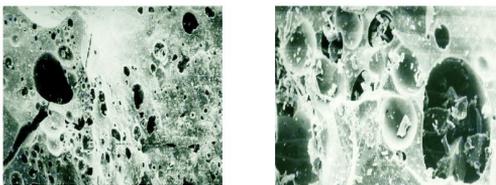


图 2 水淬矿渣显微结构(左×50;右×300)

硅、氧化铝、氧化铁、氧化钙、氧化镁、氧化钠、氧化钾和硫,这些成分在矿渣中是否存在及其含量多少随原材料及冶炼过程不同而不同。采样矿渣的化学成分如表 1 所示。

表 1 采样矿渣的化学成分

化学成分	重量百分含量(%)
二氧化硅(SiO ₂)	23.49~36.44
氧化铝(Al ₂ O ₃)	10.91~11.12
氧化铁(Fe ₂ O ₃)	2.04~2.11
氧化钙(CaO)	37.88~38.90
氧化镁(MgO)	7.74~12.37

二、BFS 的筛选

化学成分大致相同的两种矿渣可能具有大不相同的水硬性性质。筛选并加工固井用的矿渣主要有两点:一是水硬性,二是粒度。水硬性可直接由强度发展试验作出评价^[1,2]。但在作水硬性评价之前首先必须将矿渣进行粉磨,也就是筛选适合固井用的矿渣粉的粒度。实验表明,矿渣粉碎至中值粒径在 14~37 μm 之间,都具有较好的水化水硬性性质。粉磨过细会增加矿渣的加工成本,而过粗则水化性能变

矿渣的化学成分与水泥相似,主要有:二氧化

^{*} 本文系中国石油勘探开发研究院廊坊分院科技攻关项目。本文作者还有华北油田钻井一公司的刘慧颖。

作者简介:王玺,1963 年生,高级工程师,博士研究生;1983 年毕业于原西南石油学院钻井专业;长期从事钻井完井工程设计、监理及新技术研究服务。地址:(065007)河北省廊坊市 44 号信箱。电话:(010)69213308。E-mail:wangxi3308@vip.sina.com

差。实验优选的矿渣中值粒径为 $22.50\ \mu\text{m}$, 与普通 G 级油井水泥的粒径分布相似, 而密度在 $2.8\sim 2.9\ \text{g}/\text{cm}^3$ 之间。

三、BFS 固井液的性能

BFS 固井液的密度、稠化时间等性能指标可按固井设计要求调节, 滤失量、抗压强度等指标满足固井要求。用 BFS 配制的固井液具有密度低、密度范围可调、强度高、滤失量小、无游离水、触变性好、稠化时间可调、无体积收缩等特点^[3]。事实上, BFS 固井液具有微膨胀性。所有这些特点使得在油井水泥固井质量难以保证的地区, 采用 BFS 固井可以取得更好的固井质量。

四、BFS 固井液的配制及现场施工方法

BFS 固井液由钻井液、外加剂(激活剂、增强剂、分散剂)及矿渣粉等组成。也有文献将该技术称之为 MTC(Mud To Cement)^[1]。实验室配制方法与常规油井水泥配浆相似, 将钻井液、外加剂低速搅拌配制成基液后, 再高速搅拌加入矿渣。现场施工也与常规油井水泥固井施工相似, 一边通过水泥车向井内泵送基液, 一边通过下灰漏斗按一定“水灰比”(液固比)加入矿渣。

五、油层套管固井施工实例

(1) 实例 1: 民+19-17 井

$\varnothing 215.9\ \text{mm}$ 钻头钻至井深 $1166\ \text{m}$, $0\sim 248\ \text{m}$ 井段平均井径 $260\ \text{mm}$; $248\sim 1166\ \text{m}$ 井段平均井径 $230\ \text{mm}$ 。油顶位置 $1016\ \text{m}$, 油底位置 $1119\ \text{m}$ 。 $\varnothing 177.8\ \text{mm}$ 套管下深 $1149\ \text{m}$, 阻流环位置 $1139\ \text{m}$, 短套管位置 $1006\sim 1016\ \text{m}$ 。施工中监测 BFS 固井液密度, 实测密度最大 $1.85\ \text{g}/\text{cm}^3$, 最小 $1.67\ \text{g}/\text{cm}^3$, 平均 $1.80\ \text{g}/\text{cm}^3$ 。施工中采用基液作隔离液, 全部采用 BFS 固井液, 无油井水泥尾浆。

(2) 实例 2: 民+67-11 井

$\varnothing 215.9\ \text{mm}$ 钻头钻至井深 $1293\ \text{m}$, $0\sim 320\ \text{m}$

井段平均井径 $280\ \text{mm}$; $320\sim 1130\ \text{m}$ 井段平均井径 $230\ \text{mm}$ 。油顶位置 $1140\ \text{m}$, 油底位置 $1259\ \text{m}$ 。 $\varnothing 177.8\ \text{mm}$ 套管下深 $1289\ \text{m}$, 阻流环位置 $1279\ \text{m}$, 短套管位置 $1130\sim 1140\ \text{m}$ 。施工中监测 BFS 固井液密度, 实测密度最大 $1.85\ \text{g}/\text{cm}^3$, 最小 $1.72\ \text{g}/\text{cm}^3$, 平均 $1.81\ \text{g}/\text{cm}^3$ 。施工中采用基液作隔离液, 全部采用 BFS 固井液, 无油井水泥尾浆。

六、BFS 固井液的固井质量

采用水泥胶结测井(CBL)对固井质量进行检验。从测井曲线可以看出, 自由段套管接箍信号非常明显, 混浆段和“水泥面”界面清楚, 声幅值总体上远低于 10% 。我国油井水泥固井质量标准规定, CBL 测井声幅值在 $10\%\sim 15\%$ 以内为优质, 30% 以内为合格^[4]; 国内固井界通常认定的矿渣 MTC 固井质量, 以 CBL 测井声幅值低于 20% 为优质^[5], 后被列为石油天然气股份公司标准。吉林油田 BFS 固井实践表明: 用 BFS 固井在本区块取得了比用油井水泥固井还要好的固井质量。6 年过去了, 油井生产正常, 显示了 BFS 固井液可靠的固井质量。

参 考 文 献

- [1] COWAN K M, HALE A H, NAHM J J. Conversion of drilling fluids to cements with blast furnace slag: performance properties and applications for well cementing [J]. SPE, 24575.
- [2] 陈鹏. 高炉矿渣的水硬活性及其评定方法[J]. 钻井液与完井液, 1999(3).
- [3] 陈鹏, 等. 钻井液转变成固井液的固井技术研究[J]. 石油钻采工艺, 1997(5).
- [4] 钻井手册(甲方)编写组. 钻井手册(甲方)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1990.
- [5] 陈鹏, 郑毅. MTC 固井质量检测方法及评价标准[J]. 钻井液与完井液, 1998(2).

(收稿日期 2006-01-17 编辑 钟水清)