



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103224772 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 31

(21) 申请号 201310119600. 5

E21B 33/13(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 04. 08

(71) 申请人 中国石油天然气股份有限公司

地址 100007 北京市东城区东直门北大街 9 号

(72) 发明人 赵巍 李宪文 巨满成 吴学升  
李波 高云文 王勇茗 徐自强

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 丁香兰 韩蕾

(51) Int. Cl.

C09K 8/467(2006. 01)

C09K 8/473(2006. 01)

C09K 8/487(2006. 01)

权利要求书1页 说明书8页

(54) 发明名称

一种固井水泥浆、其制备方法及应用

(57) 摘要

本发明涉及一种固井水泥浆、其制备方法及应用,所述水泥浆包括以下重量份组分:水泥 65~75 份,减轻剂 20~30 份,增强剂 3~6 份,降失水剂 0.3~1 份,早强剂 2~4 份,缓凝剂 0.6~1.0 份,水 60~80 份,所述减轻剂为空心微珠,主要成分为二氧化硅、三氧化二铝、石灰、氧化镁和三氧化二铁,颗粒粒径 56~360 μm,密度 0.80g/cm<sup>3</sup>;所述增强剂粉末比表面积 15~20m<sup>2</sup>/g,粒径范围 0.1~200 μm,且粒径分布 0.1 μm:15%、0.1~0.5 μm:45~50%;0.5~1.0 μm:10~20%;1.0~3.0 μm:5~10%;3.0~10.0 μm:5%;10.0~200 μm:7~12%。所述水泥浆能够实现水泥返高到位,提高低压易漏井段的固井质量。所述水泥浆初始稠度小,有利于现场混配、减小流动阻力,且高温性能稳定,稠化时间可调。

1. 一种固井水泥浆,其特征在于,所述水泥浆包括以下重量份的组分:

- a. 水泥 65 ~ 75 份,
- b. 减轻剂 20 ~ 30 份,
- c. 增强剂 3 ~ 6 份,
- d. 降失水剂 0.3 ~ 1 份,
- e. 早强剂 2 ~ 4 份,
- f. 缓凝剂 0.6 ~ 1.0 份,
- g. 水 60 ~ 80 份;

其中,所述减轻剂为空心微珠,主要成分为二氧化硅、三氧化二铝、石灰、氧化镁和三氧化二铁,颗粒粒径为 56 ~ 360  $\mu\text{m}$ ,密度为 0.80g/cm<sup>3</sup>;

所述增强剂粉末比表面积为 15-20m<sup>2</sup>/g,粒径范围 0.1-200  $\mu\text{m}$ ,且粒径分布为 0.1  $\mu\text{m}$ :15%、0.1-0.5  $\mu\text{m}$ :45-50%;0.5-1.0  $\mu\text{m}$ :10-20%;1.0-3.0  $\mu\text{m}$ :5-10%;3.0-10.0  $\mu\text{m}$ :5%;10.0-200  $\mu\text{m}$ :7-12%。

2. 根据权利要求 1 所述的水泥浆,其特征在于,所述空心微珠含有以下重量百分比的成分:58%SiO<sub>2</sub>,35%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,3.4%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,2.0%CaO,1.6%MgO。

3. 根据权利要求 1 所述的水泥浆,其特征在于,所述增强剂含有以下重量百分比的成分:92%SiO<sub>2</sub>,2.7%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,0.80%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,2.54%CaO,0.36%MgO,1.6%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>。

4. 根据权利要求 1 所述的水泥浆,其特征在于,所述降失水剂为磺化聚苯乙烯和磺化聚甲基苯乙烯的混合物;优选所述磺化聚苯乙烯和磺化聚甲基苯乙烯重量比为 1:2。

5. 根据权利要求 1 所述的水泥浆,其特征在于,所述缓凝剂为丹宁酸钠、铁铬木质素磺酸盐或羧甲基羟乙基纤维素中的一种或两种以上的混合物。

6. 根据权利要求 1 所述的水泥浆,其特征在于,所述早强剂主要成分为氯化钙或阴离子聚合物;优选所述阴离子聚合物为三乙醇胺类阴离子聚合物。

7. 根据权利要求 1 所述的水泥浆,其特征在于,所述水泥水灰比为 0.5-0.6,水泥浆密度为 1.25-1.45g/cm<sup>3</sup>,水泥浆稠化时间在 130-220 分钟之间,水泥石渗透率小于 0.1 $\times 10^{-3}$   $\mu\text{m}^2$ ,50 $^{\circ}\text{C}$  /48h 抗压强度大于 14MPa,最大抗压强度 19MPa。

8. 权利要求 1-7 任意一项所述水泥浆在油层固井中的应用。

9. 根据权利要求 8 所述的应用,其特征在于,所述油层为低压易漏油层。

10. 权利要求 1-7 任意一项所述水泥浆的制备方法,其特征在于,所述制备方法包括如下步骤:

- (1) 计算水泥和水的重量,分别称取水和水泥;
- (2) 称取减轻剂,搅拌下加入步骤(1)的水中;
- (3) 称取增强剂,搅拌下加入步骤(2)的溶液中;
- (4) 称取降失水剂,搅拌下加入步骤(3)的溶液中;
- (5) 称取早强剂,搅拌下加入步骤(4)的溶液中;
- (6) 称取缓凝剂,搅拌下加入步骤(5)的溶液中;
- (7) 将步骤(1)称取的水泥加入步骤(6)的溶液中,搅拌,得水泥浆;
- (8) 将步骤(7)搅拌后得到的水泥浆倒入浆杯内,在室温下搅拌后得到所述水泥浆。

## 一种固井水泥浆、其制备方法及用途

### 技术领域

[0001] 本发明是关于一种固井水泥浆、其制备方法及用途。

### 背景技术

[0002] 目前,我国未动用储量共 35 亿吨,70% 为低压油藏,在钻井中极易发生漏失,在欠平衡钻井过程中,泥浆比重在 1.0 以下,水泥浆比重要求在  $0.95 \sim 1.10\text{g}/\text{cm}^3$ ,一些低渗( $0.025 \sim 15.6\text{md}$ ),低孔隙、低丰度、低产能的油气藏,存在多压力层系,为提高勘探的成功率,防止漏失和地层污染,降低成本,实现一次封固,要求使用超低密度水泥浆进行有效的封隔。低压易漏地层固井是钻井技术面临的难题,低压地层,由于承压能力小,固井水泥浆密度大,易压漏地层,水泥返不到预定位置,影响固井质量,严重的影响井的寿命。为了满足固井要求,选择合理的固井压差,适宜的固井水泥浆密度以及合理的施工工艺成为关键。

[0003] 上世纪 60 年代初,在中东、苏联、美国墨西哥湾等地区已广泛成功地使用了以膨润土、硅藻土、膨胀珍珠盐、水玻璃、硅质充填物等材料配置的低密度水泥浆,用这类材料配置具有合适强度的水泥浆最低密度极限是  $1.318\text{g}/\text{cm}^3$ 。上世纪九十年代后期美国斯伦贝谢公司等将紧密堆积理论应用于固井水泥浆的设计中,开发了新一代低密高强水泥浆。美国哈里伯顿用该法配制的  $1.2\text{g}/\text{cm}^3$  的水泥浆抗压强度可达到  $14\text{MPa}$ ,且渗透率低,已在低压易漏等复杂地层固井中有着较多的应用报道。1998 年用低密高强技术在北非、北海等地区固井 257 口。我国油气盆地多有低压层,地层漏失影响较大,给后期带来无法补救的损失。因此,对低压易漏地层固井技术的研究成为油气资源高效、经济、安全开采的前提条件和重要保障。

[0004] 低密度水泥浆由于大量外掺料的掺入,致使水泥浆密度的降低、水泥浆体系稳定性差,体系分层离析;水泥浆失水量难以控制;水泥浆流变性差,泵送困难;水泥石强度发展慢,强度低,水泥浆石渗透性高,易引起腐蚀性介质的腐蚀。

[0005] 目前国内所能提供的超低密度减轻材料在其强度、活性、配浆性能等方面都达不到超低密度水泥浆的配浆要求;采用泡沫水泥浆来实现超低密度水泥浆是可以实现的,但常规的泡沫水泥浆由于受井下温度和压力的影响,使实际密度与地面密度相差较大,低温下强度偏低,泡沫外加剂与其它外加剂的适应性较差而不能满足水泥浆综合性能的要求等缺点,单一的超低密度的泡沫水泥浆很难满足高强度、低渗透和井下水泥浆密度的要求,故在现有技术的基础上研究低密度高强度水泥浆体系。

### 发明内容

[0006] 本发明的一个目的在于提供一种固井水泥浆,所述水泥浆初始稠度小,有利于现场混配、减小流动阻力,且高温性能稳定,稠化时间可调。

[0007] 本发明的另一目的在于提供所述水泥浆在油层固井中的应用。

[0008] 本发明的另一目的在于提供所述水泥浆的制备方法。

[0009] 为达上述目的,一方面,本发明提供了一种固井水泥浆,所述水泥浆包括以下重量

份的组分：

- [0010] a. 水泥 65 ~ 75 份，
- [0011] b. 减轻剂 20 ~ 30 份，
- [0012] c. 增强剂 3 ~ 6 份，
- [0013] d. 降失水剂 0.3 ~ 1 份，
- [0014] e. 早强剂 2 ~ 4 份，
- [0015] f. 缓凝剂 0.6 ~ 1.0 份，
- [0016] g. 水 60 ~ 80 份。

[0017] 如本发明具体实施方案所述的水泥浆，本发明优选所述减轻剂为空心微珠。

[0018] 如本发明具体实施方案所述的水泥浆，本发明优选所述空心微珠中含有以下重量百分比的成分：58%SiO<sub>2</sub>，35%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，3.4%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，2.0%CaO，1.6%MgO。

[0019] 本发明的空心微珠成分为一种铁氧体化合物，是将二氧化硅、三氧化二铝、石灰、氧化镁、三氧化二铁的铁氧体化合物原料配好后送入温度 180-200℃ 的喷雾干燥器的进风口，经过出口温度 120-150℃ 后收集到收集器中，收集到粉料，然后进入节能炉的上段温度 400-600℃，粉料经过下降落入温度 115-150℃ 的回收器中，即得到。

[0020] 常规低密度水泥浆体系是以 G 级水泥和漂珠为基本材料，而本发明空心微珠其壳体主要由硅铝玻璃体质组成，能与水泥水化产物 Ca(OH)<sub>2</sub> 和矿物中的 CaSO<sub>4</sub> 作用，生成具有胶凝特性的产物，从而有利于水泥强度的发展和渗透率的降低。

[0021] 如本发明具体实施方案所述的水泥浆，本发明优选所述空心微珠，颗粒粒径为 56 ~ 360 μm，密度为 0.80g/cm<sup>3</sup>。

[0022] 如本发明具体实施方案所述的水泥浆，本发明优选所述增强剂为微细胶凝材料，其含有以下重量百分比的成分：92%SiO<sub>2</sub>，2.7%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，0.80%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，2.54%CaO，0.36%MgO，1.6%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>。

[0023] 紧密堆积理论采用不同粒径的材料，实现低密度水泥空隙充分填充，能提高水泥浆稳定性。能增强水泥的致密性及抗压强度。

[0024] 影响水泥浆颗粒之间相互作用的因素是颗粒浓度、粒度分布和不同水泥相的反应活性。颗粒浓度将决定颗粒之间的距离和内部结合概率，以及胶凝结构的形成；颗粒大小的分布，特别是高表面积胶体部分，对流变性和稳定性将起决定作用。

[0025] 如本发明具体实施方案所述的水泥浆，本发明优选所述增强剂粉末比表面积为 15-20m<sup>2</sup>/g，粒径为 0.1-200 μm。

[0026] 如本发明具体实施方案所述的水泥浆，本发明优选所述增强剂，粒径分布为 0.1 μm : 15%、0.1-0.5 μm : 45-50% ; 0.5-1.0 μm : 10-20% ; 1.0-3.0 μm : 5-10% ; 3.0-10.0 μm : 5% ; 10.0-200 μm : 7-12%。

[0027] 本发明增强剂通过不同颗粒、比表面积大于 G 级水泥的增强外掺料，科学地利用颗粒级配原理，将小颗粒镶嵌于大颗粒形成的空隙中，增强水泥的致密性和结构强度。与早强剂配合在低温下能促进水泥浆快速水化，提高水泥早期强度。能水泥浆产生触变性，防止流体侵入水泥浆，使水泥浆在候凝期间具有良好的防止地层流体窜入环空的作用，提高水泥界面胶结强度；可改善水泥的致密性和结构强度。

[0028] 如本发明具体实施方案所述的水泥浆，本发明优选所述降失水剂为磺化聚苯乙烯

和磺化聚甲基苯乙烯的混合物。

[0029] 其中更优选所述磺化聚苯乙烯和磺化聚甲基苯乙烯重量比为 1:2。

[0030] 如本发明具体实施方案所述的水泥浆,本发明优选所述缓凝剂为单宁酸钠、铁铬木质素磺酸盐或羧甲基羟乙基纤维素中的一种或两种以上的混合物。

[0031] 如本发明具体实施方案所述的水泥浆,本发明优选所述早强剂主要成分为氯化钙或阴离子聚合物。

[0032] 所述阴离子聚合物优选为三乙醇胺类阴离子聚合物;

[0033] 譬如可以为西安长庆科技有限公司生产的高效早强剂 GLC。

[0034] 本发明的高效早强剂在低温下能促进水泥浆快速水化,提高水泥石早期强度;而且能使水泥浆产生触变性,防止流体侵入水泥浆,使水泥浆在候凝期间具有良好的防止地层流体窜入环空的作用,提高水泥石界面胶结强度;此外高效早强剂与外掺料结合,可改善水泥石的致密性和结构强度。

[0035] 如本发明具体实施方案所述的水泥浆,本发明优选所述水泥水灰比为 0.5-0.6,水泥浆密度为 1.25-1.45g/cm<sup>3</sup>,水泥浆稠化时间在 130-220 分钟之间,水泥石渗透率小于  $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,50°C /48h 抗压强度大于 14MPa,最大抗压强度 19MPa。

[0036] 另一方面,本发明还提供了所述水泥浆在油层固井中的应用。

[0037] 如本发明具体实施方案所述的应用,本发明优选所述油层为低压易漏油层。

[0038] 其中优选为压力系数 0.7、漏失压力 3.5MPa 的油层。

[0039] 再一方面,本发明还提供了所述水泥浆的制备方法,所述制备方法包括如下步骤:

[0040] (1) 计算水泥和水的重量,分别称取水和水泥;

[0041] (2) 称取减轻剂,搅拌下放入步骤(1)的水中;

[0042] (3) 称取增强剂,搅拌下放入步骤(2)的溶液中;

[0043] (4) 称取降失水剂,搅拌下放入步骤(3)的溶液中;

[0044] (5) 称取早强剂,搅拌下放入步骤(4)的溶液中;

[0045] (6) 称取缓凝剂,搅拌下放入步骤(5)的溶液中;

[0046] (7) 将步骤(1)称取的水泥加入步骤(6)的溶液中,搅拌;

[0047] (8) 将步骤(7)搅拌后得到的水泥浆倒入浆杯内,在室温下搅拌 20 分钟后得到所述水泥浆。

[0048] 如本发明具体实施方案所述的方法,所述水泥为本领域常规使用的市售水泥,通常为干水泥。

[0049] 如本发明具体实施方案所述的方法,本发明优选步骤(2)-(6)所述的搅拌为转速 4000r/min。

[0050] 如本发明具体实施方案所述的方法,本发明优选步骤(7)所述的加入为加入时间 60 秒。

[0051] 如本发明具体实施方案所述的方法,本发明优选步骤(7)所述搅拌为转速 12000r/min,搅拌 35 秒。

[0052] 本发明针对现有技术中低密度水泥浆强度发展慢,提出了一种增强强度及致密性的水泥浆体系及制备方法。通过超细增强外掺料,加入低密度水泥浆中,使水泥浆具有极

好的悬浮稳定性，并大大提高了低密度水泥石的抗压强度及致密性。空心微珠具有质轻、密闭、粒细和一定的活性等特点，使水泥浆密度的降低；早强剂能使水泥浆产生触变性，防止流体侵入水泥浆，使水泥浆在候凝期间具有良好的防止地层流体窜入环空的作用，提高水泥石界面胶结强度；从而实现水泥返高到位，提高低压易漏井段的固井质量。

[0053] 综上所述，本发明提供了一种固井水泥浆、其制备方法及用途。本发明与现有技术相比具有如下优点：

[0054] 1、低压易漏多油层段固井的低密度高强度水泥浆密度可降低到  $1.25\text{g}/\text{cm}^3$ ，实现水泥返高到位，提高低压易漏井段的固井质量。

[0055] 2、水泥石的致密性及抗压强度高，水泥石渗透率小于  $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ， $50^\circ\text{C}$  /48h 抗压强度大于 13MPa，最大抗压强度 18MPa。满足压裂改造要求。

[0056] 3、初始稠度小，有利于现场混配、减小流动阻力，且高温性能稳定，稠化时间可调。

[0057] 4、体系低温高强，强度发展快，低密度配浆稳定性好，具有极好的悬浮稳定性，上下密度差小于  $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0058] 5、水泥浆材料多来自市场，成本低，现场维护操作方便。

[0059] 本发明的效益还体现在如下几方面：

[0060] (1) 假如未封固好，需进行二次固井作业，所需费用如下：

[0061] A. 挤一次水泥需 5 ~ 6 天时间，以挤水泥需五天计算；依据钻井队日费开支 5 万元 / 日计算，可节约钻井队日费开支 25 (万元)。

[0062] B. 井深平均按 2400 米计算，一口井使用 31/2 产钻杆 258 根，每根日租赁费 20 元 / 根，平均每口井小钻杆租赁费 25800 元。

[0063] C. 反挤水泥 1 台供水车，2 台水泥车，1 台灰罐车，水泥 10 吨，平均挤水泥两次，所需费用约 8 万元。

[0064] D. 电测费用，按 1 万元计算。

[0065] E. 射孔费用：按 3 万元计算。

[0066] F. 试压费用，按 0.4 万元计算。

[0067] 总计节约： $25+2.58+8+1+3+0.4=39.98$  万元

[0068] (2) 低密高强防漏水泥浆体系具有密度低，强度高，水泥返高达到设计要求，保护了套管，减少了腐蚀，延长了油井寿命，其经济效益不可估量。

## 具体实施方式

[0069] 以下通过具体实施例详细说明本发明的实施过程和产生的有益效果，旨在帮助读者更好地理解本发明的实质和特点，不作为对本案可实施范围的限定。

[0070] 本发明实施例产品按照如下方法制备(以实施例 3 配方举例)：

[0071] 低压易漏多油层段固井的低密度高强度水泥浆配制方法：

[0072] 1. 按(水灰比为 0.5)要求的水灰比计算水泥和水的重量；

[0073] 2. 在台称或天平上称取 70 份水泥，用量筒量取相应水量 35 份，启动搅拌机，调节转数为 4000r/min；

[0074] 3. 用标准天平称取减轻剂 25 份，放入步骤 2 的水中，调节转数为 4000r/min；

[0075] 4. 用标准天平称取增强剂 4 份，放入步骤 3 的水中，调节转数为 4000r/min；

[0076] 5. 用标准天平称取降失水剂 0.5 份,放入步骤 4 的水中,调节转数为 4000r/min;  
[0077] 6. 用标准天平称取早强剂 3 份,放入步骤 5 的水中,调节转数为 4000r/min;  
[0078] 7. 用标准天平称取缓凝剂 0.8 份,放入步骤 6 的水中,调节转数为 4000r/min;  
[0079] 8. 将水溶液倒入搅拌器的杯内将称出的干水泥在 60 秒内加入水中。然后调节搅拌机转速为 12000r/min,继续搅拌 35 秒,注意同时计时。

[0080] 9. 将搅拌后的水泥浆倒入浆杯内,在室温下搅拌 20 分钟取出。

[0081] 实施例 1:

[0082] 密度为  $1.44\text{g}/\text{cm}^3$  的低压易漏多油层段固井的低密度高强度水泥浆:

[0083] 该低压易漏多油层段固井的低密度高强度水泥浆按重量份配比如下:

[0084] 水泥 75 份,水泥为嘉华 G 级水泥;

[0085] 减轻剂 30 份,西安长庆科技有限公司生产减轻剂为空心微珠  $58\%\text{SiO}_2$ ,  $35\%\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3.4\%\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $2.0\%\text{CaO}$ ,  $1.6\%\text{MgO}$ ; 颗粒粒径为  $56 \sim 360 \mu\text{m}$ , 密度为  $0.80\text{g}/\text{cm}^3$ ;

[0086] 增强剂 6 份,增强剂为西安长庆科技有限公司生产的微细胶凝材料,其 100 重量份中含有以下化学成分的重量份:  $92\%\text{SiO}_2$ ,  $2.7\%\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $0.80\%\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $2.54\%\text{CaO}$ ,  $0.36\%\text{MgO}$ ,  $1.6\%\text{P}_2\text{O}_5$ ; 粒径分布为  $0.1 \mu\text{m}:15\%$ ,  $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}:48\%$ ;  $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}:15\%$ ;  $1.0 \sim 3.0 \mu\text{m}:10\%$ ;  $3.0 \sim 10.0 \mu\text{m}:5\%$ ;  $10.0 \sim 200 \mu\text{m}:7\%$ ;

[0087] 降失水剂 1 份,降失水剂采用磺化聚苯乙烯、磺化聚甲基苯乙烯按照重量比 1:2 比例的混合物;

[0088] 早强剂 4 份,早强剂采用西安长庆科技有限公司生产的高效早强剂 GLC;

[0089] 缓凝剂 1.0 份,缓凝剂采用铁铬木质素磺酸盐;

[0090] 水 80 份,按照配置方法搅拌得到。

[0091] 实施例 2:

[0092] 密度为  $1.25\text{g}/\text{cm}^3$  的低压易漏多油层段固井的低密度高强度水泥浆:

[0093] 水泥 65 份,水泥为嘉华 G 级水泥;

[0094] 减轻剂 20 份,减轻剂为空心微珠  $58\%\text{SiO}_2$ ,  $35\%\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3.4\%\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $2.0\%\text{CaO}$ ,  $1.6\%\text{MgO}$ ; 颗粒粒径为  $56 \sim 360 \mu\text{m}$ , 密度为  $0.80\text{g}/\text{cm}^3$ ;

[0095] 增强剂 3 份,增强剂为西安长庆科技有限公司生产的微细胶凝材料,其 100 重量份中含有以下化学成分的重量份:  $92\%\text{SiO}_2$ ,  $2.7\%\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $0.80\%\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $2.54\%\text{CaO}$ ,  $0.36\%\text{MgO}$ ,  $1.6\%\text{P}_2\text{O}_5$ ; 粒径分布为  $0.1 \mu\text{m}:15\%$ ,  $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}:48\%$ ;  $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}:20\%$ ;  $1.0 \sim 3.0 \mu\text{m}:10\%$ ;  $3.0 \sim 10.0 \mu\text{m}:5\%$ ;  $10.0 \sim 200 \mu\text{m}:7\%$ ;

[0096] 降失水剂 0.3 份,降失水剂采用磺化聚苯乙烯、磺化聚甲基苯乙烯按照重量比 1:2 比例的混合物;

[0097] 早强剂 2 份,早强剂采用西安长庆科技有限公司生产的高效早强剂 GLC;

[0098] 缓凝剂 0.6 份,缓凝剂采用铁铬木质素磺酸盐;

[0099] 水 60 份,按照配置方法搅拌得到。

[0100] 实施例 3:

[0101] 密度为  $1.28\text{g}/\text{cm}^3$  的低压易漏多油层段固井的低密度高强度水泥浆。

[0102] 水泥 70 份,水泥为嘉华 G 级水泥;

[0103] 减轻剂 25 份,减轻剂为空心微珠  $58\%\text{SiO}_2$ ,  $35\%\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3.4\%\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $2.0\%\text{CaO}$ ,  $1.6\%\text{MgO}$ ;

颗粒粒径为 56 ~ 360  $\mu\text{m}$ , 密度为 0.80g/cm<sup>3</sup>;

[0104] 增强剂 4 份, 增强剂为西安长庆科技有限公司生产的微细胶凝材料, 其 100 重量份中含有以下化学成分的重量份: 92%SiO<sub>2</sub>, 2.7%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.80%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2.54%CaO, 0.36%MgO, 1.6%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 粒径分布为 0.1  $\mu\text{m}$ :15%、0.1 ~ 0.5  $\mu\text{m}$ :45%; 0.5 ~ 1.0  $\mu\text{m}$ :10%; 1.0 ~ 3.0  $\mu\text{m}$ :5%; 3.0 ~ 10.0  $\mu\text{m}$ :5%; 10.0 ~ 200  $\mu\text{m}$ :10%。

[0105] 降失水剂 0.5 份, 降失水剂采用磺化聚苯乙烯、磺化聚甲基苯乙烯按照 1:2 比例的混合物;

[0106] 早强剂 3 份, 早强剂采用西安长庆科技有限公司生产的高效早强剂 GLC;

[0107] 缓凝剂 0.8 份, 缓凝剂采用铁铬木质素磺酸盐;

[0108] 水 65 份, 按照配置方法搅拌得到。

[0109] 实施例 4:

[0110] 密度为 1.30g/cm<sup>3</sup> 的低压易漏多油层段固井的低密度高强度水泥浆:

[0111] 水泥 68 份, 水泥为嘉华 G 级水泥;

[0112] 减轻剂 24 份, 减轻剂为空心微珠 58%SiO<sub>2</sub>, 35%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3.4%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2.0%CaO, 1.6%MgO; 颗粒粒径为 56 ~ 360  $\mu\text{m}$ , 密度为 0.80g/cm<sup>3</sup>;

[0113] 增强剂 5 份, 增强剂为西安长庆科技有限公司生产的微细胶凝材料, 其 100 重量份中含有以下化学成分的重量份: 92%SiO<sub>2</sub>, 2.7%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.80%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2.54%CaO, 0.36%MgO, 1.6%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 粒径分布为 0.1  $\mu\text{m}$ :15%、0.1 ~ 0.5  $\mu\text{m}$ :48%; 0.5 ~ 1.0  $\mu\text{m}$ :16%; 1.0 ~ 3.0  $\mu\text{m}$ :7%; 3.0 ~ 10.0  $\mu\text{m}$ :5%; 10.0 ~ 200  $\mu\text{m}$ :9%;

[0114] 降失水剂 0.6 份, 降失水剂采用磺化聚苯乙烯、磺化聚甲基苯乙烯按照重量比 1:2 比例的混合物;

[0115] 早强剂 2 份, 早强剂采用西安长庆科技有限公司生产的高效早强剂 GLC;

[0116] 缓凝剂 0.6 份, 缓凝剂采用铁铬木质素磺酸盐、羧甲基羟乙基纤维素;

[0117] 水 70 份, 按照配置方法搅拌得到。

[0118] 实施例 5:

[0119] 密度为 1.34g/cm<sup>3</sup> 的低压易漏多油层段固井的低密度高强度水泥浆:

[0120] 水泥 65 份, 水泥为嘉华 G 级水泥;

[0121] 减轻剂 28 份, 减轻剂为空心微珠 58%SiO<sub>2</sub>, 35%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3.4%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2.0%CaO, 1.6%MgO; 颗粒粒径为 56 ~ 360  $\mu\text{m}$ , 密度为 0.80g/cm<sup>3</sup>;

[0122] 增强剂 3 份, 增强剂为西安长庆科技有限公司生产的微细胶凝材料, 其 100 重量份中含有以下化学成分的重量份: 92%SiO<sub>2</sub>, 2.7%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.80%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2.54%CaO, 0.36%MgO, 1.6%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 粒径分布为 0.1  $\mu\text{m}$ :15%、0.1 ~ 0.5  $\mu\text{m}$ :47%; 0.5 ~ 1.0  $\mu\text{m}$ :18%; 1.0 ~ 3.0  $\mu\text{m}$ :6%; 3.0 ~ 10.0  $\mu\text{m}$ :5%; 10.0 ~ 200  $\mu\text{m}$ :9%;

[0123] 降失水剂 0.8 份, 降失水剂采用磺化聚苯乙烯、磺化聚甲基苯乙烯按照重量比 1:2 比例的混合物;

[0124] 早强剂 4 份, 早强剂采用西安长庆科技有限公司生产的高效早强剂 GLC;

[0125] 缓凝剂 0.7 份, 缓凝剂采用 0.3 份铁铬木质素磺酸盐、0.4 份羧甲基羟乙基纤维素;

[0126] 水 75 份, 按照配置方法搅拌得到。



[0127] 实施例 6：

[0128] 密度为  $1.34\text{g}/\text{cm}^3$  的低压易漏多油层段固井的低密度高强度水泥浆：

[0129] 水泥 65 份，水泥为嘉华 G 级水泥；

[0130] 减轻剂 28 份，减轻剂为空心微珠  $58\%\text{SiO}_2$ ,  $35\%\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $3.4\%\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $2.0\%\text{CaO}$ ,  $1.6\%\text{MgO}$ ；颗粒粒径为  $56 \sim 360\ \mu\text{m}$ ，密度为  $0.80\text{g}/\text{cm}^3$ ；

[0131] 增强剂 3 份，增强剂为西安长庆科技有限公司生产的微细胶凝材料，其 100 重量份中含有以下化学成分的重量份： $92\%\text{SiO}_2$ ,  $2.7\%\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $0.80\%\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $2.54\%\text{CaO}$ ,  $0.36\%\text{MgO}$ ,  $1.6\%\text{P}_2\text{O}_5$ ；粒径分布为  $0.1\ \mu\text{m}$ :15%、 $0.1 \sim 0.5\ \mu\text{m}$ :48%； $0.5 \sim 1.0\ \mu\text{m}$ :16%； $1.0 \sim 3.0\ \mu\text{m}$ :7%； $3.0 \sim 10.0\ \mu\text{m}$ :5%； $10.0 \sim 200\ \mu\text{m}$ :9%；

[0132] 降失水剂 0.8 份，降失水剂采用磺化聚苯乙烯、磺化聚甲基苯乙烯按照重量比 1:2 比例的混合物；

[0133] 早强剂 4 份，早强剂采用西安长庆科技有限公司生产的高效早强剂 GLC；

[0134] 缓凝剂 0.7 份，缓凝剂采用 0.3 份丹宁酸钠、0.2 份铁铬木质素磺酸盐、0.2 份羧甲基羟乙基纤维素；

[0135] 水 75 份，按照配置方法搅拌得到。

[0136] 下面以列表形式给出本发明实施例产品的性能：

[0137] 上述实施例 1-6 达到强度要求，水泥石强度大于 10MPa，各个实施例的水泥浆具体参数如下表 1：

[0138] 表 1

[0139]

实施例	密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	初始稠度 (BC)	稠化时间 (min)	流变性		自由水	抗压强度 MPa/24h		渗透率 $10^{-3}\ \mu\text{m}^2$
				N	k		常压养护	加压养护 (21MPa)	
1	1.44	16	136	0.83	0.15	0.5	18.7	19.6	0.081
2	1.25	12	142	0.88	0.12	0.3	14.0	14.5	0.057
3	1.28	13	147	0.80	0.11	0.3	14.3	15.2	0.047
4	1.30	12	169	0.79	0.12	0.2	15	16.3	0.036
5	1.34	15	150	0.84	0.13	0.4	16.5	17.9	0.051
6	1.32	13	178	0.87	0.14	0.2	17.8	18.2	0.038

[0140] 表 2 给出了低密度高强度水泥稠化时间性能数据表，从以下实施例数据可以看出：所确定的水泥浆配方，外掺料加量的变化具有较好的配伍性，水泥浆稠化时间均在 110 分钟以上，水灰比控制在  $0.5 \sim 0.6$  之间，水泥浆密度  $1.25 \sim 1.45/\text{cm}^3$  时，体系稳定，不沉降，流动性能好。游离液少，能满足固井现场施工性能参数的要求。

[0141] 表 2

[0142]

水泥种类	实施例	水灰比	温度 $^{\circ}\text{C}$	压力 (MPa)	密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	初始稠度 (BC)	稠化时间 (min)	流变性		自由水
								n	k	
嘉华水泥	1	0.5	50	30	1.44	12	136	0.83	0.15	0.5
	2	0.6	50	25	1.25	16	142	0.88	0.12	0.3

[0143] 表 3 给出低密度高强度水泥浆抗压强度性能数据表。超细增强外掺料的比表面积

小,镶嵌于大颗粒形成的空隙中,加之空心微珠与水泥水化产物生成凝胶特性产物,从而使水泥使强度的发展,使得水泥浆在凝结过程中能够很好致密地胶结,提高了抗压强度。

[0144] 表 3

[0145]

水泥类型	实施例	水灰比	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	养护温度 (°C)	抗压强度 MPa/24h		渗透率 10-3μm <sup>2</sup>
					常压养护	加压养护 (21MPa)	
嘉华水泥	1	0.5	1.44	50	18.7	19.6	0.081
	2	0.6	1.25	50	14.0	14.5	0.057

[0146] 试验数据表明,当水灰比在 0.5-0.6,水泥浆密度 1.25-1.45g/cm<sup>3</sup>,水泥石抗压强度达到 14MPa 以上。相对于其它低密度水泥而言,低密度高强度水泥石胶结致密,颗粒之间镶嵌紧密,孔隙微小,强度很高,渗透性差。以上强度试验数据也表明,其抗压强度完全能有效地封隔套管和地层水,达到压裂酸化改造的要求。

[0147] 表 4 给出低密度高强度水泥失水率性能数据表,对 4 种水泥浆配方测同一水固比下的 API 失水,试验数据如表 4 示,API 失水达到 30ml 以下,能够满足目的层固井对失水率的要求。

[0148] 表 4

水泥种类	实施例	水灰比	密度g/cm <sup>3</sup>	失水量 (cm <sup>3</sup> )
嘉华水泥	3	0.4	1.28	22
	4	0.5	1.30	25
	5	0.55	1.34	21
	6	0.6	1.32	24

[0149]