

技术领域

本发明涉及油气田钻井技术领域，具体涉及一种壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂其包含有该纳米封堵剂的水基钻井液。

背景技术

在页岩气水平井钻井的过程中，井壁失稳问题一直是困扰石油钻井的技术难题。由于页岩的水敏性强，地层裂缝发育，如何通过钻井液技术抑制泥页岩粘土水化膨胀、封堵页岩微细、微纳米孔缝，防止钻井液或者滤液进入地层，降低因水化或毛细管力对页岩地层造成的影响，防止页岩井壁坍塌从根本上解决页岩钻井中的井壁稳定问题。因此，有效的抑制水化和封堵裂缝便成了目前页岩水基钻井液研究的难点。

目前国内外页岩气井普遍采用油基钻井液和常规封堵剂，由于油基钻井液可提高水湿性页岩的毛细管压力，防止钻井液对页岩的侵入，通过使用油基钻井液和合成基钻井液，可以有效地解决井壁不稳定的问题。但即使采用油基钻井液，对裂缝或层理发育的页岩地层，还必须强化封堵，以减少液体进入地层造成的压力传递(阻断流体通道)。油基钻井液在润滑、防卡和降阻作用方面有着水基钻井液无法比拟的优势，可以避免滑动钻井时的拖压问题，这也是其广泛应用的根本原因所在。但由于油基工作液使低渗透油层和气层的润湿性改变而造成伤害，使储层渗透率大为降低，从而降低油井产量；而页岩裂缝尺寸一般在微米和纳米之间，常规封堵剂的封堵尺寸太大，无法起到良好的封堵效果。因此，合成一种具有纳米尺寸的封堵剂对页岩微裂缝封堵将是一个很好的选择。

目前已有的水基钻井液还存在许多不足的问题，尤其是在封堵纳米级裂缝方面，其封堵效果亟待进一步提升。因此，研制一种能适用于页岩地层的新型纳米封堵水基钻井液替代油基钻井液能够解决井壁稳定、储层污染等问题则是目前页岩气钻井的关键技术，也是国内外页岩钻井的难点所在。

发明内容

针对目前常规封堵剂无法有效封堵泥页岩中的微裂缝而导致的井壁失稳问题，本发明提供了一种壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂，其粒径为纳米级，能够有效对泥页岩地层中的微米级、纳米级裂缝进行封堵，从而达到稳定井壁的目的。且研制了一种能适用于页岩地层的新型纳米封堵水基钻井液替代油基钻井液能够解决井壁稳定、储层污染等问题。

为实现上述目的，本发明的技术方案为：一种壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂，所述壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶的原料包括壳聚糖、石墨粉、魔芋、过硫酸盐，所述壳聚糖

说明书

氧化石墨烯纳米水凝胶的制备步骤如下：

S1、氧化魔芋的制备：5-10 g 魔芋溶于 400-500 mL 蒸馏水中，加入 5-10g 高碘酸钠，在 20-30℃ 的温度下搅拌均匀后避光反应 12 h，加入 50-100mL 乙二醇搅拌 2-4h 终止反应，产物透析 72 h，离心，上清液烘干后得到氧化魔芋。

S2、氧化石墨烯水溶液的制备：2-4g 石墨粉，1-2 g 过硫酸钾，1-2 g 五氧化二磷，加入三口烧瓶中，加入 20 -30mL 浓硫酸，在 75-85℃ 的温度下反应 6-8h，待温度缓慢降至 20-30℃ 后，将产物过滤、洗涤、烘干得到预氧化的石墨粉。取 1-2g 预氧化的石墨粉加入反应器，加入 100 mL 浓硫酸，在冰水浴中搅拌 1-2h，同时，分 3-4 次缓慢加入 4-8g 高锰酸钾，搅拌 30-40 min 后转移至油浴锅内，在 30-40℃ 的温度下反应 6-8h。将反应所得的混合物用 400-500 mL 蒸馏水稀释后，加入 10-20 mL 双氧水终止反应，采用常压过滤并用蒸馏水洗涤，直到滤液的 PH 值在 6.5-7.5 之间。产物分散在蒸馏水中，超声 4-6h，透析 2-3 天后，制得氧化石墨烯。

S3、纳米水凝胶的制备：将 1-2g 壳聚糖溶于 20-40mL 蒸馏水，1-2g 氧化石墨烯分散于 20-40mL 蒸馏水中并超声分散 10-20min 得到氧化石墨烯水溶液，0.05-0.1g 粘土矿物分散于 10mL 蒸馏水中，1-2g 的氧化魔芋溶解于 20-40mL 蒸馏水中，将上述四种溶液加入反应器中进行充分搅拌，然后加入 0.06-0.3g 过硫酸盐反应 6-8h，经干燥得到一种壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶。

本发明中，之所以提出新的氧化魔芋以及氧化石墨烯的制备方法，是由于传统的方法所制备出的容易导致产物粒径增大，而本发明的目的是为了合成纳米级别的水凝胶，本发明采用的制备方法均有利于合成粒径更小的水凝胶。

所述壳聚糖为羧甲基壳聚糖、羟丙基壳聚糖中的一种；所述粘土矿物为高岭石、绿泥石、蒙脱石、伊利石中的一种；所述过硫酸盐为过硫酸钾、过硫酸铵、过硫酸钠中的一种。

本发明的另一种目的是提供一种水基钻井液，所述钻井液添加有本发明所述的壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂。

以重量份计，所述钻井液的组成如下：水 1000 份，膨润土 40-50 份，碳酸钠 1.8-2.4 份，增粘剂 5.8-8.2 份，聚丙烯酰胺钾 130-190 份，降滤失剂 16-28 份，降粘剂 0.25-0.6 份，碳酸钙 40-60 份，润滑剂 16-20 份，聚合醇 50-70 份，壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶 16-20 份，氯化钾 20-24 份，PH 调节剂。

所述膨润土为钠基膨润土或钙基膨润土中的一种；所述增粘剂为 80A-51；所述降滤失剂为 HDF；所述降粘剂为 XY-27；所述润滑剂为 RH-220；所述聚合醇为 JLX-B-S；所述 pH 调节剂为氢氧化钠、碳酸氢钠、氢氧化钾中的至少一种。

本发明的水基钻井液密度为 1.2-1.5g/cm³，pH 为 8-11。

说明书

本发明有益效果如下：

本发明所制备的壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂的粒径分布在 20-45nm 之间，能够有效地对泥页岩地层中的微、纳米级别裂缝进行封堵，从而达到稳定井壁的效果；本发明所使用的水基钻井液在泥页岩地层条件下的流变性、稳定性以及封堵性等方面性能良好。

附图说明

图 1 为实施例一中壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶的粒径分布图；

图 2 为实施例二中壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶的粒径分布图；

图 3 为实施例三中壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶的粒径分布图；

图 4 为实施例四中壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶的粒径分布图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例，对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

本实施例中，若无特殊说明，所述的份数均为重量份数。

实施例 1：

1、壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂的合成：

(1)氧化魔芋的制备：8 g 魔芋溶于 450 mL 蒸馏水中，加入 8.5g 高碘酸钠，在 25℃ 的温度下搅拌均匀后避光反应 12 h，加入 50mL 乙二醇搅拌 4h 终止反应，在截留分子量为 3500 的透析袋中透析 72 h，离心，将上清液置于 40-50℃ 的温度下烘干后得到氧化魔芋。

(2)氧化石墨烯水溶液的制备：将 2g 石墨粉，2 g 过硫酸钾及 2 g 五氧化二磷加入反应器中，再加入 25mL 浓硫酸，在 80℃ 的温度下反应 8h，待温度缓慢降至 25℃ 后，将产物过滤、洗涤、烘干得到预氧化的石墨粉。取 1.5g 预氧化的石墨粉加入反应器，加入 100 mL 浓硫酸，在冰水浴中搅拌 2h，同时，分 4 次缓慢加 4g 高锰酸钾，搅拌 30min 后转移至油浴锅内，在 35℃ 的温度下反应 8h。将反应所得的混合物用 450 mL 蒸馏水稀释后，加入 15 mL 双氧水终止反应，采用常压过滤并用蒸馏水洗涤，直到滤液的 PH 值为 7。产物分散在蒸馏水中，超声 5h，在截留分子量为 3500 的透析袋中透析 3 天，制得氧化石墨烯。

(3)纳米水凝胶的制备：将 1.5g 羟丙基壳聚糖溶于 30mL 蒸馏水，1.5g 氧化石墨烯分散于 30mL 蒸馏水中并超声分散 20min 得到氧化石墨烯水溶液，0.08g 伊利石分散于 10mL 蒸馏水中，1.5g 的氧化魔芋溶解于 30mL 蒸馏水中，将上述四种溶液加入反应器中进行充分搅拌，

说明书

再加入 0.1g 过硫酸钠反应 6h, 于 40-50℃ 的温度下进行干燥后得到一种羟丙基壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶。

2、水基钻井液的配置:

量取 1000 份自来水升温至 70℃ 在 500r/min 的低速电动搅拌下加入 40 份钠基膨润土搅拌 10min; 再加入 2.1 份碳酸钠, 搅拌 20min, 常温常压下预水化 24h 后搅拌 20min 加入 7 份所述增粘剂 80A-51 搅拌 15min; 再加入 140 份聚丙烯酰胺钾搅拌 15min, 加入 24 份所述降滤失剂 HDF 搅拌 15min, 加入 0.4g 所述降粘剂 XY-27 搅拌 15min; 加入 45 份碳酸钙粉末搅拌 15min, 加入 60 份聚合醇 J LX-B-S 搅拌 15min; 然后再单独量取 200 份水并加入 15 份羧甲基壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶在 8000r/min 下搅拌 20min 配成分散液后加入上述体系中, 在 8000r/min 下搅拌 15min, 加入 21 份氯化钾搅拌 15min, 加入 20 份润滑剂 RH-220; 最后用 NaOH 配制成 40% 的碱液, 调整体系 pH 为 10, 搅拌 1 小时后用碳酸钙粉末调节钻井液密度为 1.35g/cm³。

实施例 2:

1、壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂的合成:

(1) 氧化魔芋的制备: 6 g 魔芋溶于 400-500 mL 蒸馏水中, 加入 6g 高碘酸钠, 在 20℃ 的温度下搅拌均匀后避光反应 12 h, 加入 60mL 乙二醇搅拌 4h 终止反应, 在截留分子量为 3500 的透析袋中透析 72 h, 离心, 将上清液置于 40-50℃ 的温度下烘干后得到氧化魔芋。

(2) 氧化石墨烯水溶液的制备: 将 2.4g 石墨粉, 1.6g 过硫酸钾及 1.6 g 五氧化二磷加入反应器中, 再加入 30mL 浓硫酸, 在 85℃ 的温度下反应 8h, 待温度缓慢降至 20℃ 后, 将产物过滤、洗涤、烘干得到预氧化的石墨粉。取 2g 预氧化的石墨粉加入反应器, 加入 100 mL 浓硫酸, 在冰水浴中搅拌 2h, 同时, 分 4 次缓慢加入 5g 高锰酸钾, 搅拌 30 min 后转移至油浴锅内, 在 40℃ 的温度下反应 8h。将反应所得的混合物用 500 mL 蒸馏水稀释后, 加入 20 mL 双氧水终止反应, 采用常压过滤并用蒸馏水洗涤, 直到滤液的 PH 为 6.8。产物分散在蒸馏水中, 超声 6h, 在截留分子量为 3500 的透析袋中透析 3 天, 制得氧化石墨烯。

(3) 纳米水凝胶的制备: 将 2g 羧甲基壳聚糖溶于 40mL 蒸馏水, 2g 氧化石墨烯分散于 40mL 蒸馏水中并超声分散 20min 得到氧化石墨烯水溶液, 0.1g 绿泥石分散于 10mL 蒸馏水中, 2g 的氧化魔芋溶解于 40mL 蒸馏水中, 将上述四种溶液加入反应器中进行充分搅拌, 再加入 0.12g 过硫酸钾反应 8h, 于 40-50℃ 温度下进行干燥得到一种羧甲基壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶。

2、水基钻井液的配置: 量取 1000 份自来水升温至 70℃ 在 500r/min 的低速电动搅拌下加入 40 份钠基膨润土搅拌 10min; 再加入 2.2 份碳酸钠, 搅拌 20min, 常温常压下预水化 24h 后搅拌 20min 加入 8 份所述增粘剂 80A-51 搅拌 15min; 再加入 160 份聚丙烯酰胺钾搅拌 15min, 加入 22 份所述降滤失剂 HDF 搅拌 15min, 加入 0.5g 所述降粘剂 XY-27 搅拌 15min; 加入 55

说明书

份碳酸钙粉末搅拌 15min，加入 65 份聚合醇 JLX-B-S 搅拌 15min；然后再单独量取 200 份水并加入 18 份羧甲基壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶在 8000r/min 下搅拌 20min 配成分散液后加入上述体系中，在 8000r/min 下搅拌 15min，加入 24 份氯化钾搅拌 15min，加入 18 份润滑剂 RH-220；最后用 NaOH 配制成 40% 的碱液，调整体系 pH 为 11，搅拌 1 小时后用碳酸钙粉末调节钻井液密度为 1.25g/cm³。

实施例 3：

1、壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂的合成：

(1)氧化魔芋的制备：7 g 魔芋溶于 440 mL 蒸馏水中，加入 8g 高碘酸钠，在 24℃ 的温度下搅拌均匀后避光反应 12 h，加入 80mL 乙二醇搅拌 3h 终止反应，在截留分子量为 3500 的透析袋中透析 72 h，离心，将上清液置于 40-50℃ 的温度下烘干后得到氧化魔芋。

(2)氧化石墨烯水溶液的制备：将 2.6g 石墨粉，1.8 g 过硫酸钾及 1.8 g 五氧化二磷加入反应器中，再加入 24mL 浓硫酸，在 78℃ 的温度下反应 6h，待温度缓慢降至 26℃ 后，将产物过滤、洗涤、烘干得到预氧化的石墨粉。取 1.6g 预氧化的石墨粉加入反应器，加入 100 mL 浓硫酸，在冰水浴中搅拌 1.5h，同时，分 3 次缓慢加入 4.8g 高锰酸钾，搅拌 35 min 后转移至油浴锅内，在 32℃ 的温度下反应 6h。将反应所得的混合物用 460mL 蒸馏水稀释后，加入 12mL 双氧水终止反应，采用常压过滤并用蒸馏水洗涤，将滤液的 PH 值调到 6.9。产物分散在蒸馏水中，超声 4.5h，在截留分子量为 3500 的透析袋中透析 3 天，经烘干制得氧化石墨烯。

(3)纳米水凝胶的制备：将 1.8g 羟丙基壳聚糖溶于 25mL 蒸馏水，1.8g 氧化石墨烯分散于 25mL 蒸馏水中并超声分散 15min 得到氧化石墨烯水溶液，0.16g 蒙脱石分散于 10mL 蒸馏水中，1.8g 的氧化魔芋溶解于 25mL 蒸馏水中，将上述四种溶液加入反应器中进行充分搅拌，再加入 0.16g 过硫酸铵反应 6h，于 40-50℃ 的温度下进行干燥后得到一种壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶。

2、水基钻井液的配置：

量取 1000 份自来水升温至 70℃ 在 500r/min 的低速电动搅拌下加入 44 份钠基膨润土搅拌 10min；再加入 2.2 份碳酸钠，搅拌 20min，常温常压下预水化 24h 后搅拌 20min 加入 6.4 份所述增粘剂 80A-51 搅拌 15min；再加入 155 份聚丙烯酰胺钾搅拌 15min，加入 23 份所述降滤失剂 HDF 搅拌 15min，加入 0.45g 所述降粘剂 XY-27 搅拌 15min；加入 48 份碳酸钙粉末搅拌 15min，加入 65 份聚合醇 JLX-B-S 搅拌 15min；然后再单独量取 200 份水并加入 18 份羧甲基壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶在 8000r/min 下搅拌 20min 配成分散液后加入上述体系中，在 8000r/min 下搅拌 15min，加入 21 份氯化钾搅拌 15min，加入 17 份润滑剂 RH-220；最后用 NaOH 配制成 40% 的碱液，调整体系 pH 为 9.5，搅拌 1 小时后用碳酸钙粉末调节钻井液密度

为 1.28g/cm³。

实施例 4:

(1)氧化魔芋的制备: 9g 魔芋溶于 480 mL 蒸馏水中, 加入 9g 高碘酸钠, 在 28℃ 的温度下搅拌均匀后避光反应 12 h, 加入 80mL 乙二醇搅拌 4h 终止反应, 在截留分子量为 3500 的透析袋中透析 72 h, 离心, 将上清液置于 40-50℃ 的温度下烘干后得到氧化魔芋。

(2)氧化石墨烯水溶液的制备: 将 3g 石墨粉, 1.5 g 过硫酸钾及 1.5 g 五氧化二磷加入反应器中, 再加入 28mL 浓硫酸, 在 81℃ 的温度下反应 8h, 待温度缓慢降至 26℃ 后, 将产物过滤、洗涤、烘干得到预氧化的石墨粉。取 1.7g 预氧化的石墨粉加入反应器, 加入 100 mL 浓硫酸, 在冰水浴中搅拌 2h, 同时, 分 4 次缓慢加入 5g 高锰酸钾, 搅拌 40 min 后转移至油浴锅内, 在 36℃ 的温度下反应 8h。将反应所得的混合物用 480mL 蒸馏水稀释后, 加入 16 mL 双氧水终止反应, 采用常压过滤并用蒸馏水洗涤, 将滤液的 PH 值调到 7。产物分散在蒸馏水中, 超声 6h, 在截留分子量为 3500 的透析袋中透析 3 天, 经烘干制得氧化石墨烯。

(3)纳米水凝胶的制备: 将 1.2g 羧甲基壳聚糖溶于 20mL 蒸馏水, 1.2g 氧化石墨烯分散于 20mL 蒸馏水中并超声分散 16min 得到氧化石墨烯水溶液, 0.08g 绿泥石分散于 10mL 蒸馏水中, 1.2g 的氧化魔芋溶解于 20mL 蒸馏水中, 将上述四种溶液加入反应器中进行充分搅拌, 再加入 0.08g 过硫酸钠反应 6h, 于 40-50℃ 的温度下进行干燥后得到一种壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶。

2、水基钻井液的配置:

量取 1000 份自来水升温至 70℃ 在 500r/min 的低速电动搅拌下加入 42 份钠基膨润土搅拌 10min; 再加入 2.3 份碳酸钠, 搅拌 20min, 常温常压下预水化 24h 后搅拌 20min 加入 7.8 份所述增粘剂 80A-51 搅拌 15min; 再加入 175 份聚丙烯酰胺钾搅拌 15min, 加入 22 份所述降滤失剂 HDF 搅拌 15min, 加入 0.55g 所述降粘剂 XY-27 搅拌 15min; 加入 58 份碳酸钙粉末搅拌 15min, 加入 66 份聚合醇 JLX-B-S 搅拌 15min; 然后再单独量取 200 份水并加入 15 份羧甲基壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶在 8000r/min 下搅拌 20min 配成分散液后加入上述体系中, 在 8000r/min 下搅拌 15min, 加入 23 份氯化钾搅拌 15min, 加入 19 份润滑剂 RH-220; 最后用 NaOH 配制成 40% 的碱液, 调整体系 pH 为 10.5, 搅拌 1 小时后用碳酸钙粉末调节钻井液密度为 1.29g/cm³。

为了进一步说明本发明壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂以及水基钻井液的效果, 对实施例 1、实施例 2、实施例 3 与实施例 4 制备的壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂以及水基钻井液进行性能测试。

1、壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂粒径测试

说明书

利用美国布鲁克海文仪器公司生产的 BI-200SM 型激光散射仪对壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶进行粒径测试，四个实施例中制备的壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶粒径测试结果分别如图 1、图 2、图 3、图 4 所示。本发明壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂的粒径均为纳米尺寸，且大致分布在 20-45nm 之间，与泥页岩中纳米级别的孔喉尺寸匹配度较高，可以对其进行有效封堵。

2、壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂的封堵性能测试

量取 1000 克的自来水，在低速 500r/min 电动搅拌下加入 100 克粒径为 0.89 毫微米的重晶石，在高速 8000r/min 下电动搅拌 30 分钟；再加入 10 克聚丙烯酰胺，10000r/min 高速搅 30 分钟；然后加入 50 克聚丙烯酸钠搅拌 30 分钟；再加入 200 克 API 重晶石搅拌 3 分钟；最后加入 7 克疏水缔合聚合物搅拌 30 分钟，结束后放置 24h。

其中，粒径为 0.89 毫微米的重晶石来自贵州金恒矿粉有限责任公司；聚丙烯酰胺来自成都科龙试剂有限公司；聚丙烯酸钠来自成都科龙试剂有限公司；API 重晶石来自贵州金恒矿粉有限责任公司；疏水缔合聚合物来自四川光亚科技股份有限公司，主要成分为丙烯酰胺和乙烯磺酸盐。

将上述混合物均匀搅拌 10min 后，取 100mL 转移到高温高压失水仪中，将温度设置为 105℃、压力设置为 3.5MPa，在该条件下失水 30min，制得泥饼，然后再根据 $K=q \mu l / (A \Delta P)$ 公式计算泥饼的渗透率，在计算泥饼渗透率时，水基钻井液的粘度按 $1 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{S}$ 计。

按照前文所述方法制备滤饼，选取渗透率大致相同的滤饼，取实施例 1 和实施例 2 中的羟甲基壳聚糖纳米水凝胶封堵剂，以蒸馏水为溶剂，将不同加量的壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶各配制 100mL，超声分散 10min，转入装有滤饼的高温高压失水仪中，在 105℃、3.5MPa 的相同条件下依次测试，每 5min 记录读数，测量 30min，取出泥饼，吹风机吹干后测量厚度。计算出不同加量的壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂的渗透率，结果见表 1。

表 1 对泥饼的封堵性能测试数据

壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂加量		平均流量 (cm^3/s)	泥饼厚度 (cm)	渗透面积 (cm^2)	泥饼渗透率 (10^{-3} mD)
0%	实施例 1	0.0913	0.36	23.80	3.95
	实施例 2	0.0897	0.37	23.80	3.98
	实施例 3	0.0928	0.36	23.80	4.01
	实施例 4	0.0891	0.37	23.80	3.96
1%	实施例 1	0.0098	0.37	23.80	0.44
	实施例 2	0.0098	0.36	23.80	0.42

说明书

		实施例 3	0.0095	0.35	23.80	0.40
		实施例 4	0.0097	0.36	23.80	0.42
	2%	实施例 1	0.0071	0.36	23.80	0.31
		实施例 2	0.0073	0.36	23.80	0.32
		实施例 3	0.0069	0.37	23.80	0.31
		实施例 4	0.0074	0.35	23.80	0.31
	3%	实施例 1	0.0051	0.35	23.80	0.21
		实施例 2	0.0052	0.35	23.80	0.22
		实施例 3	0.0049	0.36	23.80	0.21
		实施例 4	0.0048	0.36	23.80	0.21
	4%	实施例 1	0.0049	0.36	23.80	0.21
		实施例 2	0.0048	0.36	23.80	0.21
		实施例 3	0.0045	0.37	23.80	0.20
		实施例 4	0.0047	0.35	23.80	0.20

根据上表可知,壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶作为纳米封堵剂,可有效降低泥饼渗透率,在壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂的加入量为 1%时,实施例 1-4 中泥饼的渗透率分别下降 88%、89%、90%、89%,随着壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶加量的增加,其封堵效果更佳,而当加量为 3%时,效果达到最佳,渗透率均约下降 95%,而当其加入量超过 3%后,泥饼渗透率下降几乎不明显。说明本发明的壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂对低渗透率的具有较好的效果,并且本发明的壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶的最佳添加量为 3%。

3、水基钻井液性能测试

将实施例 1、实施例 2、实施例 3、实施例 4 中配置好的水基钻井液分别置于 105℃的条件下热滚 16h,测得流变性和滤失量,结果见表 2。为进一步体现本发明所提供的水基钻井液的性能,按照实施例 1、实施例 2、实施例 3 和实施例 4 的钻井液配方,将壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂替换为常用的封堵材料 MB-1(一种以硫酸钡为主的刚性封堵材料)以配置四种水基钻井液进行对比,再将四个对比例置于相同的条件下进行钻井液性能测试。

表 2 水基钻井液性能参数

水基钻井液	AV (mPa·s)	PV (mPa·s)	YP (Pa)	YP/PV	API (mL)	HTHP (mL)
实施例 1	16.4	12.9	4.9	0.38	5.9	14.5

说 明 书

对比例 1	19.5	16.4	6.7	0.41	9.2	16.4
实施例 2	16.1	13.2	4.7	0.36	5.7	14.9
对比例 2	19.7	16.1	6.8	0.42	9.5	16.3
实施例 3	16.2	11.9	4.8	0.40	5.8	14.7
对比例 3	19.4	16.5	6.5	0.39	9.3	16.1
实施例 4	16.1	13.1	4.9	0.37	5.4	14.3
对比例 4	19.8	16.3	6.4	0.39	9.1	16.6

注：HTHP 的温度为 105℃，压力为 3.5MPa。

通过上表可知，由实施例 1、实施例 2、实施例 3 及实施例 4 制备的壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶作为纳米封堵剂配制的水基钻井液，其 YP/PV 值分别为 0.38、0.36、0.40、0.37，均在 0.36-0.48 范围内，此时钻井液在环空的流动类型属于平板型层流，其特点为在较低的粘度下具有较高的携岩能力，同时，对井壁的冲刷作用较小，因此该水基钻井液具有良好的流变性。此外，将所有实施例的水基钻井液性能与刚性封堵材料 MB-1 作为封堵剂的水基钻井液性能相比，其 API 及高温高压滤失量更低，因此本发明所合成的一种壳聚糖氧化石墨烯纳米水凝胶封堵剂所配置的钻井液性能更好。

以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围内。