

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 12 月 26 日 (26.12.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/259914 A1

- (51) 国际专利分类号:
C04B 22/08 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/138201
- (22) 国际申请日: 2023 年 12 月 12 日 (12.12.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310740303.6 2023年6月21日 (21.06.2023) CN
- (71) 申请人: 中国石油天然气集团有限公司 (**CHINA NATIONAL PETROLEUM CORPORATION**) [CN/CN]; 中国北京市东城区东直门北大街 9 号, Beijing 100007 (CN)。中国石化集团工程技术有限公司 (**CNPC ENGINEERING TECHNOLOGY R&D COMPANY LIMITED**) [CN/CN]; 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。
- (72) 发明人: 张弛 (**ZHANG, Chi**); 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。张晓兵 (**ZHANG, Xiaobing**); 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。靳建洲 (**JIN, Jianzhou**); 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。于永金 (**YU, Yongjin**); 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。曲从锋 (**QU, Congfeng**); 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。

(CN)。张华 (**ZHANG, Hua**); 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。齐奉忠 (**QI, Fengzhong**); 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。刘慧婷 (**LIU, Huiting**); 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。夏修建 (**XIA, Xiu Jian**); 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。张佳滢 (**ZHANG, Jiaying**); 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。翟显治 (**ZHAI, Xianzhi**); 中国北京市昌平区黄河街 5 号院 1 号楼, Beijing 102206 (CN)。

- (74) 代理人: 北京润平知识产权代理有限公司 (**RUNPING & PARTNERS**); 中国北京市海淀区北四环西路 9 号银谷大厦 515 室, Beijing 100190 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) **Title:** CORROSION-RESISTANT MATERIAL FOR CEMENT SLURRY, CARBON DIOXIDE CORROSION RESISTANT CEMENT SLURRY, PREPARATION METHOD, AND USE

(54) 发明名称: 用于水泥浆的防腐蚀材料、抗二氧化碳腐蚀水泥浆及其制备方法和应用

(57) **Abstract:** A corrosion-resistant material for a cement slurry, a carbon dioxide corrosion resistant cement slurry, a preparation method, and a use. The corrosion-resistant material comprises a mixture A and a mixture B, wherein the mixture A comprises activated carbon, nanosilicon dioxide, and nano-alumina; the mixture B comprises a component C and a component D; the component C is selected from diatomite and/or fly ash; and the component D is selected from one or more of metakaolin, pumice, and coal gangue. The carbon dioxide corrosion resistant cement slurry made of the corrosion-resistant material has good corrosion resistance in a CO₂ corrosion environment; the cement stone before corrosion has a high compressive strength and a compact structure; and the cement stone after corrosion has good comprehensive properties, for example, has no obvious decrease in compressive strength, small permeability, good mechanical properties, good settling stability, and good rheology, such that the cementing quality of a CCUS well is guaranteed, and efficient storage of CO₂ is achieved.

(57) 摘要: 用于水泥浆的防腐蚀材料、抗二氧化碳腐蚀水泥浆及其制备方法和应用。该防腐蚀材料包括混合物A和混合物B; 其中, 所述混合物A包括活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝; 所述混合物B包括组分C和组分D; 所述组分C选自硅藻土和/或粉煤灰; 所述组分D选自偏高岭土、浮石和煤矸石中的一种或多种。采用该防腐蚀材料制成的抗二氧化碳腐蚀水泥浆在CO₂腐蚀环境下具有良好的防腐蚀能力, 腐蚀前水泥石抗压强度较高、结构致密, 腐蚀后水泥石抗压强度无明显衰退、渗透率小、力学性能良好、沉降稳定性好、流变性好等综合性能, 保障CCUS井固井质量, 实现CO₂高效封存。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

用于水泥浆的防腐蚀材料、抗二氧化碳腐蚀水泥浆及其制备方法和应用

相关申请的交叉引用

本申请要求 2023 年 06 月 21 日提交的中国专利申请 202310740303.6 的权益，该申请的内容通过引用被合并于本文。

技术领域

本发明涉及油气井固井水泥浆技术领域，具体涉及用于水泥浆的防腐蚀材料、抗二氧化碳腐蚀水泥浆及其制备方法和应用。

背景技术

碳捕获、利用与封存（CCUS）作为目前唯一能够大幅减少 CO₂ 排放的可行技术，固井水泥环完整性是决定 CO₂ 地质封存工程能否顺利实施并最终实现长期封存的关键技术。众所周知，CO₂ 在井下以超临界 CO₂ 的状态存在，具有低粘度强渗透性等特点。与此同时，硅酸盐水泥体系呈强碱性而 CO₂ 是一种酸性气体，在 CO₂ 长龄期的侵蚀下，固井水泥环极易过度碳化脱钙，引起组分改变、强度衰减，孔隙度及渗透率增大，导致水泥环整体结构被破坏，危及井筒长期有效密封。

目前，针对 CO₂ 等酸性气体对固井水泥环的腐蚀问题，国内外普遍采用防腐蚀水泥浆体系。油井水泥 CO₂ 防腐材料主要采用超细惰性材料及活性硅质类材料，如中石化德州研究所加入惰性超细重晶石等材料和台湾成功大学的李冠颖等通过加入飞灰、硅粉等活性材料，通过物理紧密堆积效

应来降低水泥石的渗透率及与水泥矿物反应降低水泥石碱性来提高水泥石的抗 CO_2 腐蚀性能，这种方式只是削弱溶蚀离子的交换源，尽量减缓 CO_2 腐蚀介质的渗入速率，一旦腐蚀介质进入水泥石内部，将会对水泥石的凝胶结构继续造成破坏，无法继续发挥其抗腐蚀的作用，因此，抗腐蚀效果不是很理想。

CN114133172A 公开一种固井中抗二氧化碳腐蚀水泥浆及其制备方法，采用硅酸盐水泥、纳米二氧化硅、UF 纤维素纤维、降失水剂、分散剂，得到了抗 CO_2 腐蚀水泥浆，纳米二氧化硅对水泥石内部微孔隙起到充填堵孔作用，参与水化反应提高水化产物 Si/Ca ，改善水化产物的防腐蚀能力，UF 纤维素改善水泥石力学性能的，但是适用温度范围未给出，实施例中温度 60°C ，适用温度范围较小，体系适应性不足。

因此，亟需开发一种在 CO_2 腐蚀环境下具有良好的防腐蚀能力的水泥浆，以保障 CCUS 井固井质量，实现 CO_2 高效封存。

发明内容

本发明的目的是为了克服现有技术存在的水泥石被 CO_2 腐蚀介质侵入后无法持续防腐问题，提供用于水泥浆的防腐蚀材料、抗二氧化碳腐蚀水泥浆及其制备方法和应用。采用本发明的防腐蚀材料制得的抗二氧化碳腐蚀水泥浆在 CO_2 地质封存井腐蚀条件下，腐蚀后，水泥石具有抗压强度大、渗透率小、沉降稳定性好、流变性好、适用温度范围广等特点，保证 CO_2 地质封存井长期有效密封。

为了实现上述目的，本发明第一方面提供一种用于水泥浆的防腐蚀材

料，所述防腐蚀材料包括混合物 A 和混合物 B；其中，所述混合物 A 包括活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝；所述混合物 B 包括组分 C 和组分 D；所述组分 C 选自硅藻土和/或粉煤灰；所述组分 D 选自偏高岭土、浮石和煤矸石中的一种或多种。

优选地，所述混合物 A 中，活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝的质量比为 1:0.05-0.1:0.05-0.1。

优选地，所述组分 C 和组分 D 的质量比为 1-2:1。

优选地，所述混合物 A 和混合物 B 的质量比为 1:2-4。

优选地，所述活性炭的平均粒径为 40-60 μm 。

优选地，所述纳米二氧化硅的 SiO_2 含量大于 99%，平均粒径为 30-40nm。

优选地，所述纳米氧化铝的 Al_2O_3 含量大于 99%，平均粒径为 10-30nm。

优选地，所述组分 C 的平均粒径为 10-20 μm 。

优选地，所述组分 D 平均粒径为 20-40 μm 。

本发明第二方面提供一种用于水泥浆的防腐蚀材料的制备方法，所述制备方法包括：

将活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝混合，得到混合物 A；

将组分 C 和组分 D 混合，得到混合物 B；其中，所述组分 C 选自硅藻土和/或粉煤灰；所述组分 D 选自偏高岭土、浮石和煤矸石中的一种或多种；

在低搅拌速率条件下，将所述混合物 A 和混合物 B 混合，然后进行高速搅拌，得到所述防腐蚀材料。

优选地，所述低搅拌速率为 3800-4200r/min，所述高速搅拌的速率为 11500-12500r/min。

本发明第三方面提供前述第一方面所述的防腐蚀材料或前述第二方面所述的制备方法制得的防腐蚀材料在水泥浆中的应用，优选在抗二氧化碳腐蚀水泥浆中的应用。

本发明第四方面提供一种抗二氧化碳腐蚀水泥浆，所述水泥浆由以下重量份的原料制成：G 级油井水泥 100 份、防腐蚀材料 2-6 份、微硅 2-5 份、增强材料 3-6 份、膨胀增韧材料 3-5 份、乳胶粉 1-3 份、稳定剂 0-2 份、分散剂 0.3-2 份、降失水剂 2-5 份、缓凝剂 0.1-2 份、消泡剂 0.2-0.5 份和水 48-56 份，其中，所述防腐蚀材料为前述第一方面所述的防腐蚀材料或前述第二方面所述的制备方法制得的防腐蚀材料。

本发明第五方面提供一种抗二氧化碳腐蚀水泥浆的制备方法，所述制备方法包括：

将 G 级油井水泥与防腐蚀材料、微硅、增强材料、膨胀增韧材料、乳胶粉、稳定剂和分散剂混合，得到干混料；

将降失水剂与缓凝剂、消泡剂和水混合，得到湿混料；

将所述干混料和所述湿混料混合，得到抗二氧化碳腐蚀水泥浆。

本发明第六方面提供前述第四方面所述的抗二氧化碳腐蚀水泥浆或前述第五方面所述的制备方法制得的抗二氧化碳腐蚀水泥浆在油气井固井作业中的应用。

优选地，所述抗二氧化碳腐蚀水泥浆的使用温度为 30-150℃。

通过上述技术方案，本发明所取得的有益技术效果如下：

(1) 采用本发明提供的用于水泥浆的防腐蚀材料制得的水泥浆适用温度范围为 30-150℃，腐蚀后水泥石抗压强度均大于 20MPa，渗透率均小于

0.1mD，甚至小于 0.05mD，显著提升了水泥石防 CO₂ 腐蚀能力，同时对水泥浆其他工程性能无不良影响，可保障 CCUS 腐蚀工况条件下，水泥环长期有效密封。

(2) 本发明用于抗二氧化碳腐蚀水泥浆在 CO₂ 腐蚀环境下具有良好的防腐能力，腐蚀前水泥石抗压强度较高、结构致密，腐蚀后水泥石抗压强度无明显衰退、渗透率小、力学性能良好、沉降稳定性好、流变性好等综合性能，适用温度 30-150℃ 及以下的防 CO₂ 腐蚀水泥浆体系，保障 CCUS 井固井质量，并保障在 CCUS 腐蚀工况条件下，水泥环长期有效密封性能，实现 CO₂ 高效封存。

具体实施方式

在本文中所披露的范围的端点和任何值都不限于该精确的范围或值，这些范围或值应当理解为包含接近这些范围或值的值。对于数值范围来说，各个范围的端点值之间、各个范围的端点值和单独的点值之间，以及单独的点值之间可以彼此组合而得到一个或多个新的数值范围，这些数值范围应被视为在本文中具体公开。

本发明第一方面提供一种用于水泥浆的防腐蚀材料，所述防腐蚀材料包括混合物 A 和混合物 B；其中，所述混合物 A 包括活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝；所述混合物 B 包括组分 C 和组分 D；所述组分 C 选自硅藻土和/或粉煤灰；所述组分 D 选自偏高岭土、浮石和煤矸石中的一种或多种。

本发明中，混合物 A 包括活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝，纳米

二氧化硅和纳米氧化铝被吸附在活性炭的孔道内，可以缓慢释放，持久、修复。混合物 A 主要在后期起作用。

本发明中，水泥石接触到二氧化碳后，混合物 B 具有较强的火山灰活性，率先发生火山灰反应，消耗水泥石中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，生成水化硅酸钙、水化铝酸钙等致密的物质，附着在水泥石外侧起到保护作用，阻止 CO_2 继续深入水泥石，即在水泥石外部初步形成了一个保护膜，随着水化反应继续进行，水化硅酸钙、水化铝酸钙等水化产物被不断消耗，保护膜被破坏，导致水泥石微结构再次出现破坏的迹象。混合物 A 缓慢释放出其中的纳米二氧化硅、和纳米氧化铝，起到充填堵作用，在水泥石外部形成致密保护膜，同时纳米二氧化硅与水泥石中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 继续反应，阻止酸性气体继续进入水泥石，即混合物 A 可起到加固加密外围水泥石保护膜的作用，从而实现水泥石长期有效的防腐蚀。本发明通过优化防腐蚀材料的配方，实现长期防腐蚀，且长期防腐效果好。

本发明通过将混合物 A 和混合物 B 混合，操作简单方便、可实施性强。

在本发明的一些实施方式中，所述混合物 A 中，活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝的质量比为 1:0.05-0.1:0.05-0.1。

在本发明的一些实施方式中，所述组分 C 和组分 D 的质量比为 1-2:1。

在本发明的一些实施方式中，所述混合物 A 和混合物 B 的质量比为 1:2-4。

通过以上原料制成的抗二氧化碳腐蚀水泥浆在 CO_2 腐蚀环境下具有良好的防腐蚀能力，腐蚀前水泥石抗压强度较高、结构致密，腐蚀后水泥石抗压强度无明显衰退（强度衰退率小于 20%）、渗透率小于渗透率均小于

0.1mD，甚至小于 0.05mD。

含有以上防腐蚀材料的水泥浆，适用温度范围为 30-150℃，可显著提升水泥石防 CO₂ 腐蚀能力，腐蚀后水泥石抗压强度大于 20MPa，渗透率小，同时对水泥石其他性能无不良影响，可保障 CCUS 腐蚀工况条件下，水泥环长期有效密封性能。

在本发明的一些实施方式中，所述活性炭的平均粒径为 40-60μm。

在本发明的一些实施方式中，所述纳米二氧化硅的 SiO₂ 含量大于 99%，平均粒径为 30-40nm。

在本发明的一些实施方式中，所述纳米氧化铝的 Al₂O₃ 含量大于 99%，平均粒径为 10-30nm。

在本发明的一些实施方式中，所述组分 C 的平均粒径为 10-20μm。

在本发明的一些实施方式中，所述组分 D 平均粒径为 20-40μm。

本发明第二方面提供一种用于水泥浆的防腐蚀材料的制备方法，所述制备方法包括：

将活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝混合，得到混合物 A；

将组分 C 和组分 D 混合，得到混合物 B；其中，所述组分 C 选自硅藻土和/或粉煤灰；所述组分 D 选自偏高岭土、浮石和煤矸石中的一种或多种；

在低搅拌速率条件下，将所述混合物 A 和混合物 B 混合，然后进行高速搅拌，得到所述防腐蚀材料。

在本发明的一些实施方式中，所述低搅拌速率为 3800-4200r/min，所述高速搅拌的速率为 11500-12500r/min。

在本发明的一些实施方式中，所述混合物 A 中，活性炭、纳米二氧化

硅和纳米氧化铝的质量比为 1:0.05-0.1:0.05-0.1。

在本发明的一些实施方式中，所述组分 C 和组分 D 的质量比为 1-2:1。

在本发明的一些实施方式中，所述混合物 A 和混合物 B 的质量比为 1:2-4。

在本发明的一些实施方式中，所述活性炭的 40-60 μm 。

在本发明的一些实施方式中，所述纳米二氧化硅的 SiO_2 含量大于 99%，平均粒径为 30-40nm。

在本发明的一些实施方式中，所述纳米氧化铝的 Al_2O_3 含量大于 99%，平均粒径为 10-30nm。

在本发明的一些实施方式中，所述组分 C 的平均粒径为 10-20 μm 。

在本发明的一些实施方式中，所述组分 D 平均粒径为 20-40 μm 。

本发明第三方面提供前述第一方面所述的防腐蚀材料或前述第二方面所述的制备方法制得的防腐蚀材料在水泥浆中的应用，优选在抗二氧化碳腐蚀水泥浆中的应用。

本发明的防腐蚀材料用于制备抗二氧化碳腐蚀水泥浆，可实施简单方便，水泥石接触到二氧化碳后，混合物 B 发生火山灰反应，消耗水泥石中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，产生水化硅酸钙、水化铝酸钙等物质，保护水泥石免受二氧化碳腐蚀，初步形成保护膜，随着水化反应继续进行，水化产物被继续消耗，导致水泥石微结构出现破坏的迹象，这时混合物 A 缓慢释放出其中的纳米二氧化硅和纳米氧化铝，起到充填堵作用，在水泥石外部形成致密保护膜，同时纳米二氧化硅与水泥石中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 继续反应，阻止酸性气体继续进入水泥石。因此，制备得到的水泥浆能够起到持久抗二氧化碳腐蚀的作用。

本发明第四方面提供一种抗二氧化碳腐蚀水泥浆，所述水泥浆由以下重量份的原料制成：G 级油井水泥 100 份、防腐蚀材料 2-6 份、微硅 2-5 份、增强材料 3-6 份、膨胀增韧材料 3-5 份、乳胶粉 1-3 份、稳定剂 0-2 份、分散剂 0.3-2 份、降失水剂 2-5 份、缓凝剂 0.1-2 份、消泡剂 0.2-0.5 份和水 48-56 份，其中，所述防腐蚀材料为前述第一方面所述的防腐蚀材料或前述第二方面所述的制备方法制得的防腐蚀材料。

本发明中，通过以上原料制成的抗二氧化碳腐蚀水泥浆在 CO_2 腐蚀环境下具有良好的防腐蚀能力，腐蚀前水泥石抗压强度较高、结构致密，腐蚀后水泥石抗压强度无明显衰退，渗透率小，力学性能良好，同时沉降稳定性、流变性等综合性能良好，可适用温度 $30-150^\circ\text{C}$ 及以下的防 CO_2 腐蚀水泥浆体系，保障 CCUS 井固井质量，实现 CO_2 高效封存。

在本发明的一些实施方式中，所述微硅的 SiO_2 含量不低于 90%，平均粒径为 $5-10\mu\text{m}$ ， $45\mu\text{m}$ 筛余 $\leq 5\%$ 。

本发明中，增强材料选自固井油井水泥用增强材料。

在本发明的一些实施方式中，所述增强材料选自无机矿石粉类材料，优选为中国石油集团工程技术研究院有限公司生产的矿石粉 DRB-1S。

本发明中，膨胀增韧材料选自固井油井水泥用膨胀增韧材料。

在本发明的一些实施方式中，所述膨胀增韧材料选自橡胶类材料，优选为橡胶 DRE-3S。

本发明中，乳胶粉选自固井油井水泥用乳胶粉。

在本发明的一些实施方式中，所述乳胶粉选自聚合物，优选为聚合物 DRT-1S。

本发明中，稳定剂选自固井油井水泥用稳定剂。

在本发明的一些实施方式中，所述稳定剂选自凹凸棒土类材料，优选为矿石粉 DRK-2S。

在本发明的一些实施方式中，所述分散剂选自聚苯乙烯磺酸盐类化合物和/或甲醛和丙酮的缩聚物。

在本发明的一些实施方式中，所述降失水剂选自聚丙烯酰胺类化合物。

在本发明的一些实施方式中，所述缓凝剂选自丙烯酰胺类化合物。

在本发明的一些实施方式中，所述消泡剂选自磷酸三丁酯、聚氧丙烯甘油和聚二甲基硅氧烷中的一种或多种。

本发明第五方面提供一种抗二氧化碳腐蚀水泥浆的制备方法，所述制备方法包括：

将 G 级油井水泥与防腐蚀材料、微硅、增强材料、膨胀增韧材料、乳胶粉、稳定剂和分散剂混合，得到干混料；

将降失水剂与缓凝剂、消泡剂和水混合，得到湿混料；

将所述干混料和所述湿混料混合，得到抗二氧化碳腐蚀水泥浆。

以上 G 级油井水泥、防腐蚀材料、微硅、增强材料、膨胀增韧材料、乳胶粉、稳定剂、分散剂、降失水剂、缓凝剂和消泡剂与第四方面中的相同，具体请参见前面的描述，在此不再赘述。

本发明第六方面提供前述第四方面所述的抗二氧化碳腐蚀水泥浆或前述第五方面所述的制备方法制得的抗二氧化碳腐蚀水泥浆在油气井固井作业中的应用。

在本发明的一些实施方式中，所述抗二氧化碳腐蚀水泥浆的使用温度

为 30-150℃。

根据本发明一种特别优选的实施方式，抗二氧化碳腐蚀水泥浆的制备方法具体包括如下步骤：

(1) 防腐蚀材料的制备：将活性炭与纳米二氧化硅、纳米氧化铝按照 1:0.05-0.1:0.05-0.1 的质量比充分搅拌均匀，得到混合物 A；将硅藻土和粉煤灰中的至少一种与偏高岭土、浮石和煤矸石中的至少一种按照 1-2:1 的质量比混合均匀，得到混合物 B；将所述混合物 A 和混合物 B 按照 1:2-4 的质量比均匀混拌，得到防腐蚀材料；

(2) 按配方量称取油井水泥、防腐蚀材料、微硅、增强材料、膨胀增韧材料、乳胶粉、稳定剂和分散剂，均匀掺混，得到干混料；按配方量称取称取降失水剂、缓凝剂和消泡剂，搅拌均匀，得到湿混料；在 4000±200 r/min 的转速下，将干混料均匀倒入湿混料中，待干混料完全加入到湿混料中之后，盖上搅拌杯杯盖，将搅拌器转速调整至 12000±500 r/min，继续搅拌 30-40s，优选为 35s，得到抗二氧化碳腐蚀水泥浆。

以下将通过实施例对本发明进行详细描述。

以下实施例和对比例中未注明具体条件者，按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市购途径获得的常规产品。

G 级油井水泥为高抗硫酸盐型（HSR）G 级油井水泥，大连水泥集团有限公司生产。

微硅：其 SiO₂ 含量为 95%，平均粒径为 8μm，45μm 筛余为 4.2%。

增强材料为固井油井水泥用增强材料 矿石粉 DRB-1S，中国石油集团

工程技术研究院有限公司生产。

膨胀增韧材料为固井油井水泥用增韧材料 橡胶 DRE-3S，中国石油集团工程技术研究院有限公司生产。

乳胶粉为固井油井水泥用乳胶粉 聚合物 DRT-1S，中国石油集团工程技术研究院有限公司生产。

稳定剂为固井油井水泥用高温稳定剂 矿石粉 DRK-2S，中国石油集团工程技术研究院有限公司生产。

分散剂为固井油井水泥用分散剂 醛酮缩聚物类 DRS-1S，中国石油集团工程技术研究院有限公司生产。

降失水剂为固井油井水泥用降失水剂 丙烯酰胺类 DRF-1S，中国石油集团工程技术研究院有限公司生产。

缓凝剂为固井油井水泥用缓凝剂 有机酸类 DRH-1L，中国石油集团工程技术研究院有限公司生产。

消泡剂为固井油井水泥用消泡剂 有机酯类 DRX-1L，中国石油集团工程技术研究院有限公司生产。

按照国家标准 GB/T 19139-2012《油井水泥试验方法》开展实验，对水泥浆体系的常规工程性能（密度、流动度、API 失水量）以及腐蚀前后的抗压强度及渗透率进行评价。主要实验仪器有：30-60 型瓦棱搅拌器；TG7370D 型增压养护釜，沈阳泰格石油仪器设备制造有限公司；HH-420 型恒温数显水箱，常州市亿能实验仪器厂；YAW-300B 液压式压力试验机，济南新试金试验机有限公司；CO₂ 腐蚀环境模拟系统，中国石油集团工程技术研究院有限公司产品。

流动度：按照国家标准 GB/T 19139-2012《油井水泥试验方法》进行测试。

API 失水量：按照国家标准 GB/T 19139-2012《油井水泥试验方法》进行测试。

水泥石腐蚀采用中国石油集团工程技术有限公司发明的“CO₂ 腐蚀环境模拟系统”或者具备在 CO₂ 气体/液体环境中加压养护的装置中进行腐蚀养护。

腐蚀前后的抗压强度：按照国家标准 GB/T 19139-2012《油井水泥试验方法》进行测试。

强度损失率：强度损失率 = $(T_2 - T_1) / T_1$ ，其中，T₁ 为腐蚀前水泥石抗压强度，T₂ 为腐蚀后水泥石抗压强度。

渗透率：按照国家标准 GB/T 19139-2012《油井水泥试验方法》进行测试。

制备例 1

一种防腐蚀材料的制备方法，具体包括如下步骤：

(1) 将活性炭与纳米二氧化硅、纳米氧化铝充分搅拌均匀，质量比为 1:0.05:0.05，所述活性炭为市售，325 目；所述纳米二氧化硅为市售，SiO₂ 含量为 99.5%，平均粒径 30nm；所述纳米氧化铝为市售，平均粒径 30nm，Al₂O₃ 含量为 99.3%，上述 3 种物质均匀混合后得到混合物 A；

(2) 将硅藻土和偏高岭土混合均匀，质量比为 1:1，得到混合物 B；

(3) 将所述混合物 A 和混合物 B 均匀混拌，质量比为 1:2，得到防腐蚀材料。

制备例 2

一种防腐蚀材料的制备方法，具体包括如下步骤：

(1) 将活性炭与纳米二氧化硅、纳米氧化铝充分混拌均匀，质量比为 1:0.1:0.1，所述纳米二氧化硅为市售， SiO_2 含量为 99.9%，平均粒径 40nm；所述纳米氧化铝为市售，平均粒径 20nm， Al_2O_3 含量为 99.9%，上述 3 种物质均匀混合后得到混合物 A；

(2) 将粉煤灰和煤矸石混合均匀，质量比为 2:1，得到混合物 B；

(3) 将所述混合物 A 和混合物 B 均匀混拌，质量比为 1:3，得到防腐蚀材料。

制备例 3

一种防腐蚀材料的制备方法，具体包括如下步骤：

(1) 将活性炭与纳米二氧化硅、纳米氧化铝充分混拌均匀，质量比为 1:0.2:0.1，所述活性炭为市售，325 目；所述纳米二氧化硅为市售， SiO_2 含量为 99.8%，平均粒径 30nm；所述纳米氧化铝为市售，平均粒径 30nm， Al_2O_3 含量为 99.5%，上述 3 种物质均匀混合后得到混合物 A；

(2) 将粉煤灰和浮石混合均匀，质量比为 3:1，得到混合物 B；

(3) 将所述混合物 A 和混合物 B 均匀混拌，质量比为 1:5，得到防腐蚀材料。

制备对比例 1

将硅藻土和煤矸石混合搅拌均匀，质量比为 2:1，得到防腐蚀材料。

制备对比例 2

(1) 将纳米二氧化硅、纳米氧化铝充分混拌均匀，质量比为 1:1，所

述纳米二氧化硅为市售， SiO_2 含量为 99.5%，平均粒径 30nm；所述纳米氧化铝为市售，平均粒径 30nm， Al_2O_3 含量为 99.3%，上述 2 种物质均匀混合后得到混合物 A；

(2) 将硅藻土和偏高岭土混合均匀，质量比为 1:1，得到混合物 B；

(3) 将所述混合物 A 和混合物 B 均匀混拌，质量比为 1:3，得到防腐材料。

实施例 1

水泥浆配方按重量百分比如下：100 份 G 级油井水泥、3 份制备例 1 得到的防腐蚀材料、3 份微硅、5 份增强材料、4 份膨胀增韧材料、2 份乳胶粉、1 份稳定剂、1 份分散剂、3 份降失水剂、0.5 份缓凝剂、0.2 份消泡剂和 53 份水。水泥浆密度为 1.88g/cm^3 ，实验结果见表 1。

实施例 2

水泥浆配方按重量百分比如下：100 份 G 级油井水泥、3 份制备例 2 得到的防腐蚀材料、3 份微硅、5 份增强材料、4 份膨胀增韧材料、2 份乳胶粉、1 份稳定剂、1 份分散剂、3 份降失水剂、0.5 份缓凝剂、0.2 份消泡剂和 53 份水。水泥浆密度为 1.88g/cm^3 ，实验结果见表 1。

实施例 3

与实施例 2 相比，添加不同量的防腐蚀材料。水泥浆配方按重量百分比如下：100 份 G 级油井水泥、5 份制备例 2 得到的防腐蚀材料、3 份微硅、5 份增强材料、4 份膨胀增韧材料、2 份乳胶粉、1 份稳定剂、1 份分散剂、3 份降失水剂、0.5 份缓凝剂、0.2 份消泡剂和 53 份水。水泥浆密度为 1.88g/cm^3 ，实验结果见表 1。

实施例 4

水泥浆配方按重量百分比如下：100 份 G 级油井水泥、6 份制备例 2 得到的防腐蚀材料、2 份微硅、6 份增强材料、3 份膨胀增韧材料、1 份乳胶粉、2 份稳定剂、2 份分散剂、2 份降失水剂、2 份缓凝剂、0.2 份消泡剂和 56 份水。水泥浆密度为 1.88g/cm^3 ，实验结果见表 1。

实施例 5

水泥浆配方按重量百分比如下：100 份 G 级油井水泥、2 份制备例 2 得到的防腐蚀材料、5 份微硅、3 份增强材料、6 份膨胀增韧材料、3 份乳胶粉、0.4 份稳定剂、1 份分散剂、5 份降失水剂、0.1 份缓凝剂、0.2 份消泡剂和 48 份水。水泥浆密度为 1.88g/cm^3 ，实验结果见表 1。

实施例 6

与实施例 2 相比，添加不同的防腐蚀材料。水泥浆配方按重量百分比如下：100 份 G 级油井水泥、3 份制备 3 得到的防腐蚀材料、3 份微硅、5 份增强材料、4 份膨胀增韧材料、2 份乳胶粉、1 份稳定剂、1 份分散剂、3 份降失水剂、0.5 份缓凝剂、0.2 份消泡剂和 53 份水。水泥浆密度为 1.88g/cm^3 ，实验结果见表 1。

对比例 1

与实施例 2 相比，添加不同的防腐蚀材料。水泥浆配方按重量百分比如下：100 份 G 级油井水泥、3 份制备对比例 1 得到的防腐蚀材料、3 份微硅、5 份增强材料、4 份膨胀增韧材料、2 份乳胶粉、1 份稳定剂、1 份分散剂、3 份降失水剂、0.5 份缓凝剂、0.2 份消泡剂和 53 份水。水泥浆密度为 1.88g/cm^3 ，实验结果见表 1。

对比例 2

与实施例 2 相比，添加不同的防腐蚀材料。水泥浆配方按重量百分比如下：100 份 G 级油井水泥、3 份制备对比例 2 得到的防腐蚀材料、3 份微硅、5 份增强材料、4 份膨胀增韧材料、2 份乳胶粉、1 份稳定剂、1 份分散剂、3 份降失水剂、0.5 份缓凝剂、0.2 份消泡剂和 53 份水。水泥浆密度为 1.88g/cm³，实验结果见表 1。

对比例 3

与实施例 2 相比，不添加防腐蚀材料。水泥浆配方按重量百分比如下：100 份 G 级油井水泥，3 份微硅、5 份增强材料、4 份膨胀增韧材料、2 份乳胶粉、1 份稳定剂、1 份分散剂、3 份降失水剂、0.5 份缓凝剂、0.2 份消泡剂和 53 份水。水泥浆密度为 1.88g/cm³，实验结果见表 1。

表 1 实施例及对比例实验结果

项目	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
密度 (g/cm ³)	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
API 滤失量 (mL)	34	32	28	26	26
流动度 (cm)	22	22	21	21	21
养护试验 条件	80℃ 20.7MPa	80℃ 20.7MPa	80℃ 20.7MPa	130℃ 20.7MPa	40℃ 20.7MPa
7d 抗压强度 (MPa)	32.6	31.3	30.4	35.6	26.8
腐蚀前渗透率 (mD)	0.031	0.034	0.022	0.031	0.042
腐蚀试验 条件	80℃ 25MPa	80℃ 25MPa	80℃ 25MPa	130℃ 25MPa	40℃ 15MPa
腐蚀 60d 后抗压强度 (mD)	27.9	26.3	28.4	29.5	25.8
腐蚀 60d 后渗透率 (mD)	0.039	0.047	0.041	0.044	0.039

表 1 实施例及对比例实验结果（续）

项目	实施例 6	对比例 1	对比例 2	对比例 3
密度 (g/cm ³)	1.88	1.88	1.88	1.88
API 滤失量 (mL)	28	32	28	36
流动度 (cm)	21	22	17	23
养护试验 条件	80℃ 20.7MPa	80℃ 20.7MPa	80℃ 20.7MPa	80℃ 20.7MPa
7d 抗压强度 (MPa)	32.4	30.7	29.3	31.5
腐蚀前渗透率 (mD)	0.027	0.033	0.046	0.049
腐蚀试验 条件	80℃ 25MPa	80℃ 25MPa	80℃ 25MPa	80℃ 25MPa
腐蚀 60d 后抗压强度 (mD)	20.1	18.4	15.9	15.6
腐蚀 60d 后渗透率 (mD)	0.094	0.177	0.186	0.203

从表 1 数据可见，全部实施例流动度均大于 20cm，API 失水量小于 50mL，满足固井施工要求。全部实施例腐蚀后抗压强度大于 20MPa，强度损失率均小于 20%，渗透率小于 0.1mD，性能良好，满足固井密封要求。

从实施例 1-3 的实验数据可见，使用实施例 1 的水泥浆，腐蚀 60 天以后，抗压强度由 32.6MPa 衰退至 27.9MPa，腐蚀过后抗压强度大于 20MPa，且渗透率小于 0.05mD，腐蚀后水泥石力学性能良好，满足封固要求。在本发明限定的范围内，调整防腐蚀材料中各组分比例、防腐蚀材料加量，对水泥浆体系的密度、流动度、API 失水量等均无不良影响，同时腐蚀过后水泥石抗压强度均大于 20MPa，渗透率小于 0.05mD，水泥石防腐蚀性能良好。

从实施例 2 以及实施例 4 和 5 的实验数据可见，温度变化后，根据需

要调整不同外加剂的量，得到的水泥浆体系工程性能良好，同时在腐蚀条件下养护后，抗压强度均大于 20MPa，渗透率小于 0.05 mD，防腐蚀性能良好，即在各材料加量范围内，根据不同温度进行调整，可满足不同温度下的使用要求。

从实施例 2 以及对比例 1-2 的数据可见，腐蚀过后，对比例 1-2 的抗压强度出现了明显的下降，均不足 20MPa，渗透率也明显增加，甚至均大于 0.1 mD，并且对比例 2 的流动度为 17cm，流动性出现了劣化现象。

从对比例 4 的数据可知，水泥浆中不加入防腐蚀材料时，腐蚀前水泥石强度 31.5 MPa，但是腐蚀 60 天后，抗压强度衰退至 15.6 MPa，衰退 50.48%，渗透率由 0.049 mD 增长至 0.203 mD，强度衰退明显，渗透率显著增大。

综上，本发明的水泥浆，适用温度范围为 30-150℃，腐蚀后水泥石抗压强度均大于 20MPa，渗透率均小于 0.05mD，显著提升了水泥石防 CO₂ 腐蚀能力，同时对水泥浆其他工程性能无不良影响，可保障 CCUS 腐蚀工况条件下，水泥环长期有效密封。

以上详细描述了本发明的优选实施方式，但是，本发明并不限于此。在本发明的技术构思范围内，可以对本发明的技术方案进行多种简单变型，包括各个技术特征以任何其它的合适方式进行组合，这些简单变型和组合同样应当视为本发明所公开的内容，均属于本发明的保护范围。

权利要求书

1、一种用于水泥浆的防腐蚀材料，其特征在于，所述防腐蚀材料包括混合物 A 和混合物 B；其中，所述混合物 A 包括活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝；所述混合物 B 包括组分 C 和组分 D；所述组分 C 选自硅藻土和/或粉煤灰；所述组分 D 选自偏高岭土、浮石和煤矸石中的一种或多种。

2、根据权利要求 1 所述的防腐蚀材料，其中，所述混合物 A 中，活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝的质量比为 1:0.05-0.1:0.05-0.1；

和/或，所述组分 C 和组分 D 的质量比为 1-2:1；

和/或，所述混合物 A 和混合物 B 的质量比为 1:2-4。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的防腐蚀材料，其中，所述活性炭的平均粒径为 40-60 μm ；

和/或，所述纳米二氧化硅的 SiO_2 含量大于 99%，平均粒径为 30-40nm；

和/或，所述纳米氧化铝的 Al_2O_3 含量大于 99%，平均粒径为 10-30nm；

和/或，所述组分 C 的平均粒径为 10-20 μm ；

和/或，所述组分 D 的平均粒径为 20-40 μm 。

4、一种用于水泥浆的防腐蚀材料的制备方法，其特征在于，所述制备方法包括：

将活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝混合，得到混合物 A；

将组分 C 和组分 D 混合，得到混合物 B；其中，所述组分 C 选自硅藻土和/或粉煤灰；所述组分 D 选自偏高岭土、浮石和煤矸石中的一种或多种；

在低搅拌速率条件下，将所述混合物 A 和混合物 B 混合，然后进行高

速搅拌，得到所述防腐蚀材料；

优选地，所述低搅拌速率为 3800-4200r/min，所述高速搅拌的速率为 11500-12500r/min。

5、根据权利要求 6 所述的制备方法，其中，所述混合物 A 中，活性炭、纳米二氧化硅和纳米氧化铝的质量比为 1:0.05-0.1:0.05-0.1；

和/或，所述组分 C 和组分 D 的质量比为 1-2:1；

和/或，所述混合物 A 和混合物 B 的质量比为 1:2-4。

6、根据权利要求 4 或 5 所述的制备方法，其中，所述活性炭的平均粒径为 40-60 μm ；

和/或，所述纳米二氧化硅的 SiO_2 含量大于 99%，平均粒径为 30-40nm；

和/或，所述纳米氧化铝的 Al_2O_3 含量大于 99%，平均粒径为 10-30nm；

和/或，所述组分 C 的平均粒径为 10-20 μm ；

和/或，所述组分 D 的平均粒径为 20-40 μm 。

7、权利要求 1-3 中任意一项所述的防腐蚀材料或权利要求 4-6 中任意一项所述的制备方法制得的防腐蚀材料在水泥浆中的应用，优选在抗二氧化碳腐蚀水泥浆中的应用。

8、一种用于抗二氧化碳腐蚀水泥浆，其特征在于，所述水泥浆由以下重量份的原料制成：G 级油井水泥 100 份、防腐蚀材料 2-6 份、微硅 2-5 份、增强材料 3-6 份、膨胀增韧材料 3-5 份、乳胶粉 1-3 份、稳定剂 0-2 份、分散剂 0.3-2 份、降失水剂 2-5 份、缓凝剂 0.1-2 份、消泡剂 0.2-0.5 份和水 48-56 份；其中，所述防腐蚀材料为权利要求 1-3 中任意一项所述的防腐蚀材料或权利要求 4-6 中任意一项所述的制备方法制得的防腐蚀材料。

9、根据权利要求 8 所述的水泥浆，其中，所述微硅的 SiO_2 含量不低于 90%，平均粒径为 5-10 μm ，45 μm 筛余 $\leq 5\%$ 。

10、根据权利要求 8 或 9 所述的水泥浆，其中，所述增强材料选自无机矿石粉类材料，优选为矿石粉 DRB-1S；

和/或，所述膨胀增韧材料选自橡胶类材料，优选为橡胶 DRE-3S；

和/或，所述乳胶粉选自聚合物，优选为聚合物 DRT-1S；

和/或，所述稳定剂选自凹凸棒土类材料，优选为矿石粉 DRK-2S。

11、根据权利要求 8-10 中任意一项所述的水泥浆，其中，所述分散剂选自聚苯乙烯磺酸盐类化合物和/或甲醛和丙酮的缩聚物；

和/或，所述降失水剂选自聚丙烯酰胺类化合物；

和/或，所述缓凝剂选自丙烯酰胺类化合物；

和/或，所述消泡剂选自磷酸三丁酯、聚氧丙烯甘油和聚二甲基硅氧烷中的一种或多种。

12、一种抗二氧化碳腐蚀水泥浆的制备方法，其特征在于，所述制备方法包括：

将 G 级油井水泥与防腐蚀材料、微硅、增强材料、膨胀增韧材料、乳胶粉、稳定剂和分散剂混合，得到干混料；其中，所述防腐蚀材料为权利要求 1-3 中任意一项所述的防腐蚀材料或权利要求 4-6 中任意一项所述的制备方法制得的防腐蚀材料；

将降失水剂与缓凝剂、消泡剂和水混合，得到湿混料；

将所述干混料和所述湿混料混合，得到抗二氧化碳腐蚀水泥浆。

13、权利要求 8-11 中任意一项所述的抗二氧化碳腐蚀水泥浆或权利要

求 12 所述的制备方法制得的抗二氧化碳腐蚀水泥浆在油气井固井作业中的应用。

14、根据权利要求 13 所述的应用，其中，所述抗二氧化碳腐蚀水泥浆的使用温度为 30-150℃。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/138201

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C04B 22/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C04B/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CJFD, CNTXT, ENTXT, ENTXTC, WPABS, WPABSC: 中国石油天然气集团, 翟显治, 靳建洲, 李冠颖, 刘慧婷, 于永金, 张弛, 张华, 张佳滢, 张晓兵, 二氧化碳, CO₂, 捕获, 防腐, 飞灰, 粉煤灰, 封存, 浮石, 腐蚀, 高岭土, 固碳, 硅, 硅粉, 硅微粉, 硅藻土, 混凝土, 活性炭, 抗腐, 铝, 煤矸石, 纳米, 齐奉忠, 曲从锋, 水泥, 水泥石, 碳, 碳捕获, 炭, 微硅, 夏修建, 氧化硅, 氧化铝, 氧化碳, Al⁺, Al₂O₃, alumina, aluminum, ash, carbon, CCUS, cement, coal, corrosion, silica, SiO₂, Activated carbon, activat + carbon, fly+, carbon dioxide, aluminum trioxide, cement

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102010702 A (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORPORATION et al.) 13 April 2011 (2011-04-13) description, paragraphs 4-27	1-14
A	CN 102464973 A (CHINA NATIONAL PETROLEUM CORPORATION et al.) 23 May 2012 (2012-05-23) entire document	1-14
A	CN 105778875 A (JIAHUA SPECIAL CEMENT CO., LTD.) 20 July 2016 (2016-07-20) entire document	1-14
A	CN 112645647 A (TONGJI UNIVERSITY et al.) 13 April 2021 (2021-04-13) entire document	1-14
A	CN 114133172 A (CHINA NATIONAL OFFSHORE OIL CORPORATION et al.) 04 March 2022 (2022-03-04) entire document	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 March 2024

Date of mailing of the international search report

20 March 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/138201

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 115703674 A (CHINA NATIONAL PETROLEUM CORPORATION et al.) 17 February 2023 (2023-02-17) entire document	1-14
A	KR 101617723 B1 (JANG SAN CM CO., LTD.) 04 May 2016 (2016-05-04) entire document	1-14
A	US 2015260009 A1 (KING FAHD OF PETROLEUM AND MINERALS et al.) 17 September 2015 (2015-09-17) entire document	1-14
A	诸华军 等 (ZHU, Huajun et al.). "水热条件下偏高岭土-矿渣基地聚合物的抗碳化性能 (Anti-carbonation Property of Metakaolin-slag Geopolymer at Hydrothermal Condition)" 非金属矿 (Non-Metallic Mines), No. 03, 20 May 2011 (2011-05-20), entire document	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/138201

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	102010702	A	13 April 2011	CN 102010702 B	26 June 2013
CN	102464973	A	23 May 2012	CN 102464973 B	03 July 2013
CN	105778875	A	20 July 2016	None	
CN	112645647	A	13 April 2021	None	
CN	114133172	A	04 March 2022	None	
CN	115703674	A	17 February 2023	None	
KR	101617723	B1	04 May 2016	None	
US	2015260009	A1	17 September 2015	None	

A. 主题的分类

C04B 22/08(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

C04B/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CJFD,CNTEXT、ENTXT、ENTXTC、WPABS、WPABSC:中国石油天然气集团,翟显治,靳建洲,李冠颖,刘慧婷,于永金,张弛,张华,张佳滢,张晓兵,二氧化碳,CO2,捕获,防腐,飞灰,粉煤灰,封存,浮石,腐蚀,高岭土,固碳,硅,硅粉,硅微粉,硅藻土,混凝土,活性炭,抗腐,铝,煤矸石,纳米,齐奉忠,曲从锋,水泥,水泥石,碳,碳捕获,炭,微硅,夏修建,氧化硅,氧化铝,氧化碳,Al+,Al2O3,alumina,aluminum,ash,carbon,CCUS,cement,coal,corrosion,silica,SiO2,Activated carbon,activat+ carbon,fly+,carbon dioxide,aluminum trioxide,cement

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 102010702 A (中国石油化工股份有限公司 等) 2011年4月13日 (2011 - 04 - 13) 说明书4-27段	1-14
A	CN 102464973 A (中国石油天然气集团公司 等) 2012年5月23日 (2012 - 05 - 23) 全文	1-14
A	CN 105778875 A (嘉华特种水泥股份有限公司) 2016年7月20日 (2016 - 07 - 20) 全文	1-14
A	CN 112645647 A (同济大学 等) 2021年4月13日 (2021 - 04 - 13) 全文	1-14
A	CN 114133172 A (中海石油(中国)有限公司 等) 2022年3月4日 (2022 - 03 - 04) 全文	1-14
A	CN 115703674 A (中国石油天然气集团有限公司 等) 2023年2月17日 (2023 - 02 - 17) 全文	1-14

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年3月12日

国际检索报告邮寄日期

2024年3月20日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

程可可

电话号码 (+86) 010-53962716

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	KR 101617723 B1 (JANG SAN CM CO., LTD.) 2016年5月4日 (2016 - 05 - 04) 全文	1-14
A	US 2015260009 A1 (KING FAHD OF PETROLEUM AND MINERALS et al.) 2015年9月17日 (2015 - 09 - 17) 全文	1-14
A	诸华军 等. "水热条件下偏高岭土-矿渣基聚合物的抗碳化性能" 非金属矿, 第03期, 2011年5月20日 (2011 - 05 - 20), 全文	1-14

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/138201

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	102010702	A	2011年4月13日	CN 102010702 B	2013年6月26日
CN	102464973	A	2012年5月23日	CN 102464973 B	2013年7月3日
CN	105778875	A	2016年7月20日	无	
CN	112645647	A	2021年4月13日	无	
CN	114133172	A	2022年3月4日	无	
CN	115703674	A	2023年2月17日	无	
KR	101617723	B1	2016年5月4日	无	
US	2015260009	A1	2015年9月17日	无	