(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
2025 年 4 月 3 日 (03.04.2025)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2025/066331 A1

(51) 国际专利分类号:
C12N 1/16 (2006.01) *C02F 3/02* (2023.01)
C02F 3/34 (2023.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/101039

(22) 国际申请日: 2024 年 6 月 24 日 (24.06.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202311279605.4 2023年9月28日 (28.09.2023) CN

(71) 申请人: 中国石油天然气股份有限公司 (**PETROCHINA COMPANY LIMITED**) [CN/CN]; 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。

(72) 发明人: 高春宁 (**GAO, Chunning**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 张永强 (**ZHANG, Yongqiang**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 贾军红 (**JIA, Junhong**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 王靖华 (**WANG, Jinghua**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 徐飞艳 (**XU, Feiyan**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 上官阳南 (**SHANGGUAN, Yangnan**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 向中远 (**XIANG, Zhongyuan**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 张晓斌 (**ZHANG, Xiaobin**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 张英 (**ZHANG, Ying**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 李文宏 (**LI, Wenhong**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 冯春艳 (**FENG, Chunyan**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 陈振波 (**CHEN, Zhenbo**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 金栓联 (**JIN, Shuanlian**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。 吴斌 (**WU, Bin**); 中国北京市东城区东直门北大街9号 100007 (CN)。

(54) **Title:** METHOD FOR PREPARING COMPOSITE MICROBIAL OIL-DISPLACEMENT SYSTEM HAVING DUAL FUNCTIONS OF PRODUCED WATER TREATMENT AND OIL DISPLACEMENT

(54) 发明名称: 具有采出水处理和驱油双重功能的复合微生物驱油体系的制备方法

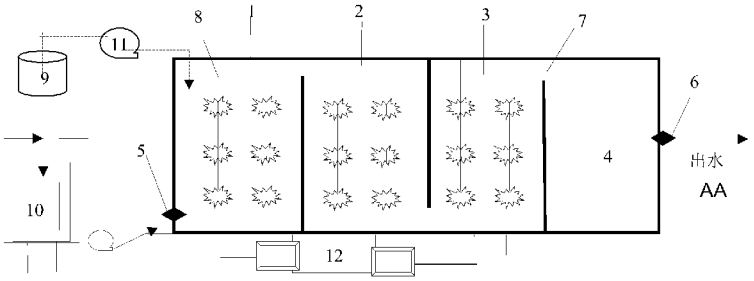


图 1

AA Produced water

(57) **Abstract:** Provided is a method for preparing a composite microbial oil-displacement system having the dual functions of produced water treatment and oil displacement. The preparation method comprises: mixing composite microorganisms with oil-containing produced water, performing an expanding culture, and then bringing the expanded material into contact with an oil reservoir to be subjected to oil displacement, wherein the composite microorganisms comprise Candida viswanathii with a deposit number of CGMCC No. 3456, Bacillus subtilis with a deposit number of CGMCC No. 21860, and Pseudomonas aeruginosa with a deposit number of CGMCC No. 23170. The composite microorganisms can significantly reduce interfacial tension and have a good oil displacement effect.

(57) 摘要: 提供一种具有采出水处理和驱油双重功能的复合微生物驱油体系的制备方法。该制备方法包括: 将复合微生物与含油采出水混合进行扩培，然后将扩培后的物料与待驱油油藏接触；其中，所述复合微生物包含保藏号为CGMCC No.3456的维斯假丝酵母菌、保藏号为CGMCC No.21860的枯草芽孢杆菌和保藏号为CGMCC No.23170的铜绿假单胞菌。所述复合微生物能够显著降低界面张力，具有很好的驱油效果。

WO 2025/066331 A1

[见续页]

(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 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。

(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))。

具有采出水处理和驱油双重功能的复合微生物驱油体系的制备方法

相关申请的交叉引用

本申请要求 2023 年 09 月 28 日提交的中国专利申请 202311279605.4 的权益，该申请的内容通过引用被合并于本文。

技术领域

本发明涉及微生物驱油领域，具体涉及一种具有采出水处理和驱油双重功能的复合微生物驱油体系的制备方法。

背景技术

全球范围来看，水资源的可利用量和生态环境保护对油气资源的开发形成了明显约束。且油藏注水开发过程中的压裂酸化措施，以及聚合物驱、复合驱等化学驱技术的应用，使得含油采出水成分复杂，对环境和地层的危害巨大，沉降过滤等处理后再利用成本高，工艺复杂，甚至二次污染。微生物驱技术具有环境友好、采出水不需特殊处理等优点，在提高油田采收率方面已显现出良好的应用潜力；随着生物技术的快速发展，人类对微生物的操控能力日益增强，微生物采油技术必将为石油工业的发展做出重要贡献。

目前国内外微生物驱技术（吞吐、解堵、调剖、驱油等）主要将一种或多种微生物发酵液/营养剂体系直接注入地层驱油，没有地面处理采出水及扩培增殖过程，存在运输成本高，油田采出水资源未能有效利用等问题。

CN112374701A 提供了一种应用嗜油菌群除油的油田采出水处理工艺，生物菌剂包含地衣芽孢杆菌属、短芽孢杆菌属、假黄胞菌属，复配比例为 2：1：1，将采出水中的油污分解成无毒的二氧化碳和水，再经过膜过滤使出水达到油田注水水质标准，但处理后水中的微生物也被过滤，不能重复利用。

CN104312561A 公开了一种复合微生物菌种在三次采油中应用，采用盐沼盐杆菌(*Halobacterium salinarium*)、短芽孢杆菌(*Brevibacillus brevis*)和蜡状芽孢杆菌 (*Bacillus cereus*)三种菌按照重量比 1:1:1 混合发酵液应用在第三次采油中，在高盐采油环境含盐量高于 12%的高

盐环境中生存，其原油降低原油黏度分别达到 15.4%、26.4%、35.2%，降低油水间界面张力分别达到 91.3%、76.5%、58.6%，具有明显的降低原油黏度和降低油水间界面张力的有益效果，显示出广泛的应用价值，但所用混合发酵液需在工厂大量发酵扩培并运输至试验现场，成本较高。

在“低成本、绿色高效”能源开发要求的背景下，如何将采出水微生物处理与微生物驱提高采收率技术二者相结合，既有效利用采出水资源，又提高油田采收率，实现地面、地下双环保，对油藏“有质量、有效益、可持续发展”具有重要的战略意义。

发明内容

本发明的目的是为了克服现有技术存在的生物菌剂驱油效果不理想，且地面菌株发酵过程繁琐，菌液需要长距离运输，且驱油后采出水无法回注入地层驱油，提供一种具有采出水处理和驱油双重功能的复合微生物驱油体系的制备方法，该制备方法使用的复合微生物能够显著降低界面张力，具有很好的驱油效果；微生物驱油的装置一方面能够利用复合微生物的生长代谢去除采出水中的油，另一方面能够利用增殖扩培后的采出水注入地层驱油。

为了实现上述目的，本发明提供一种具有采出水处理和驱油双重功能的复合微生物驱油体系的制备方法，其中，所述制备方法包括：将复合微生物与含油采出水混合进行扩培，然后将扩培后的物料与待驱油油藏接触；其中，

所述复合微生物包含保藏号为 CGMCC No. 3456 的维斯假丝酵母菌、保藏号为 CGMCC No.21860 的枯草芽孢杆菌和保藏号为 CGMCC No.23170 的铜绿假单胞菌。

通过上述技术方案，本发明的有益效果为：

本发明提供的具有采出水处理和驱油双重功能的复合微生物驱油体系的制备方法中使用的复合微生物能够显著降低界面张力，具有很好的驱油效果。

在本发明提供的具有采出水处理和驱油双重功能的复合微生物驱油体系的制备方法中使用的装置中进行微生物驱油，通过将复合微生物投加到微生物驱油装置中，一方面可以利用微生物的生长代谢去

除油藏采出水中的含油杂质；另一方面将微生物扩培处理后的水注入地层驱油，这既净化水质达到油田回注标准，又免去了地面单菌株工业化发酵的繁琐过程以及菌剂产品长途运输的不便；也即，采用本发明方法将含油采出水中的油脱除，然后回注入待驱油油藏进行油藏驱油，在循环利用了水资源的同时提高了油藏的采收率，一举多得，具有成本低、操作简单，绿色环保等优势，推广应用前景广阔。

附图说明

图 1 是本发明的一种优选实施方式中的微生物驱油的装置示意图。

附图标记说明

1 一级扩培池　2 二级扩培池　3 三级扩培池　4 沉淀池
5 进水口　6 出水口　7 溢流口　8 填料　9 配液罐
10 缓冲池　11 加药泵　12 曝气泵

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。

本发明第提供一种具有采出水处理和驱油双重功能的复合微生物驱油体系的制备方法，其中，所述制备方法包括：将复合微生物与含油采出水混合进行扩培，然后将扩培后的物料与待驱油油藏接触；其中，

所述复合微生物包含保藏号为 CGMCC No. 3456 的维斯假丝酵母菌、保藏号为 CGMCC No.21860 的枯草芽孢杆菌和保藏号为 CGMCC No.23170 的铜绿假单胞菌。

发明人发现，保藏号为 CGMCC No. 3456 的维斯假丝酵母菌 *Candida viswanathii* 与保藏号为 CGMCC No.21860 的枯草芽孢杆菌和保藏号为 CGMCC No.23170 的铜绿假单胞菌这种特定的组合具有很

好的驱油效果。

保藏号为 CGMCC No. 3456 的维斯假丝酵母菌已公开于 CN101781624B。保藏号为 CGMCC No.21860 的枯草芽孢杆菌已公开于 CN116200285A。保藏号为 CGMCC No.23170 的铜绿假单胞菌已公开于 CN116445316A。

根据本发明，优选地，所述复合微生物中，保藏号为 CGMCC No. 3456 的维斯假丝酵母菌、保藏号为 CGMCC No.21860 的枯草芽孢杆菌和保藏号为 CGMCC No.23170 的铜绿假单胞菌的活菌数之比为 1：（1-3）：（1-5）。酵母菌、芽孢杆菌和假单胞菌的活菌数之比满足此范围时，能够进一步提高复合微生物的驱油效果。

进一步地，所述复合微生物中，保藏号为 CGMCC No. 3456 的维斯假丝酵母菌、保藏号为 CGMCC No.21860 的枯草芽孢杆菌和保藏号为 CGMCC No.23170 的铜绿假单胞菌的活菌数之比为 1:（1.5-2.5）:（2-4）。

本发明中的复合微生物及其代谢产物能够降低界面张力，具有较好的驱油效果，尤其在低渗透油藏驱油具有很好的驱油效果。

低渗透油藏中的渗透率为（0.1-50）$\times10^{-3}\mu m^2$，根据实际生产特征，按照油层平均渗透率可以进一步将低渗透油层分为一般低渗透油层、特低渗透油层和超低渗透油层，其油层平均渗透率为（10-50）$\times10^{-3}\mu m^2$、（1-10）$\times10^{-3}\mu m^2$ 和（0.1-1）$\times10^{-3}\mu m^2$。

根据本发明，优选地，所述接触的条件包括：温度为 28-42℃。

根据本发明，优选地，所述含油采出水中油的含量不高于 50mg/L。

根据本发明，优选地，所述扩培在营养剂的存在下进行。

在本发明的一种优选实施方式中，所述营养剂包含糖蜜、蛋白胨、硫酸铵、磷酸二氢钠、磷酸氢二钾和柠檬酸钠。

在本发明的一种更优选的实施方式中，以所述营养剂的体积为 1L 计，所述营养剂包含 1-2g 的糖蜜、0.1-1g 的蛋白胨、0.1-0.5g 的硫酸铵、0.1-0.5g 的磷酸二氢钠、0.01-0.05g 的磷酸氢二钾和 0.1-0.5g 的柠檬酸钠。

根据本发明，优选地，所述扩培的温度为 28-42℃。

进一步地，所述扩培的温度为 30-37℃。

根据本发明，优选地，进行所述扩培时溶解氧含量 DO 为 2mg/L

以上。

根据本发明，优选地，扩培的时间使得扩培后的物料中的活菌数为 1×10^{8}CFU/mL 以上。

根据本发明，优选地，扩培后的物料的加入量使得接触后的物料中的活菌数为 1×10^{8}CFU/mL 以上。

扩培后的物料作为微生物驱油剂与待驱油油藏接触，优选地，扩培后的物料的 pH 为 6-8。

根据本发明，优选地，所述扩培在扩培装置中进行，其中，所述装置包括：

串联连接的一级扩培池、二级扩培池和三级扩培池，用于扩培复合微生物并脱除含油采出水中的油杂质。

根据本发明，优选地，所述装置还包括：设置于所述一级扩培池上游的进水口，用于引入含油采出水。

根据本发明，优选地，所述装置还包括：设置于所述三级扩培池下游的出水口，用于引出扩培后的物料和脱油后采出水。

将复合微生物投加到扩培装置中，并从一级扩培池上游的进水口引入含油采出水（来水），使复合微生物与含油采出水混合进行扩培，可以利用微生物的生长代谢去除含油采出水中的油杂质，然后将扩培后的物料从三级扩培池下游的出水口引出并注入地层驱油。其中，扩培后的物料含有去除油杂质后的采出水、扩培后的复合微生物、复合微生物代谢产物以及营养剂，去除油杂质后的采出水达到油田回注标准，扩培后的物料注入地层驱油，在循环利用了水资源的同时提高了油藏的采收率。

本发明的装置含有的一级扩培池、二级扩培池和三级扩培池，能够将微生物扩培至适宜的数量，并充分去除水体中原油杂质。

根据本发明，优选地，所述一级扩培池、所述二级扩培池和所述三级扩培池中各自独立地安装有填料，用于供微生物附着生长。

在本发明的一种优选实施方式中，填料的材质选自醛化纤纶软性材料、悬浮球填料和纤维球填料中的一种或多种。

根据本发明，优选地，所述一级扩培池、二级扩培池和三级扩培池中各自独立地安装有曝气装置，用于提供微生物生长所需的氧气。

根据处理油田采出水的需要，优选地，所述进水口位于所述一级

扩培池下部。

根据本发明，优选地，所述一级扩培池与所述三级扩培池的溢流口分别位于池体上部，所述二级扩培池的溢流口位于池体下部，使得液流方向呈立体 S 形。这样的设计能够保证充足的水力停留时间，以满足微生物生长繁殖的需要。

根据本发明，优选地，所述装置还配置有沉淀池，用于沉淀水体中的固体杂质。

在本发明的一种优选实施方式中，所述沉淀池位于所述三级扩培池的下游。

根据本发明，优选地，所述出水口位于所述沉淀池的侧壁。

根据本发明，优选地，所述装置还配置有缓冲池，用于缓冲所述含油采出水（来水）。

在本发明的一种优选实施方式中，沿液流走向，所述缓冲池位于一级扩培池的上游。

根据本发明，优选地，所述装置还配置有配液罐，用于将复合微生物和营养剂进行混合。

在本发明的一种优选实施方式中，沿液流走向，所述配液罐位于一级扩培池的上游。

根据本发明，优选地，所述配液罐和所述一级扩培池之间还配置有加药泵，用于将复合微生物和营养剂的混合液引入所述一级扩培池中。

根据本发明，优选地，所述装置还配置有复合微生物投加装置，用于投加复合微生物。

根据本发明，优选地，所述装置还配置有营养剂投加装置，用于投加营养剂。

为了使得扩培池中的填料上生长有足够量的微生物，可以通过向装置中注入含油采出水使得扩培池之间连通，关闭装置的进水口和出水口，然后将复合微生物和营养剂注入其中，进行扩培，扩培时间可以没有特别的限制，比如可以使得扩培池内的菌浓度达到 1×10^{8}CFU/mL 以上即可，在此过程中可以补加营养剂，本领域技术人员可以根据需要添加。

在扩培后，打开装置的进水口和出水口，可以流入新鲜的含油采

出水（来水），并流出带有菌液的物料注入到油藏中用于驱油。水力停留时间可以在较宽的范围内选择，比如可以为 6-8h，在运行过程中，可以补加复合微生物和营养液。

根据本发明的一种优选实施方式，在图 1 所示的微生物驱油的装置中进行复合微生物的扩培和对待驱油油藏进行驱油的方法包括以下步骤：

S1、分别制备保藏号为 CGMCC No. 3456 的维斯假丝酵母菌 *Candida viswanathii*、保藏号为 CGMCC No.21860 的枯草芽孢杆菌和保藏号为 CGMCC No.23170 的铜绿假单胞菌的发酵液，使得三种菌的发酵液中的活菌数各自独立地为 1×10^8CFU/mL 以上，将三种菌的发酵液在配液罐 9 中进行混合，混合后的发酵液中维斯假丝酵母菌、枯草芽孢杆菌和铜绿假单胞菌的活菌数之比为 1：（1-3）：（1-5），制得复合微生物菌剂。

S2、由进水口 5 引入含油采出水（油的含量不高于 50mg/L），使装置中充满含油采出水，将营养液投入配液罐 9，与三种菌的发酵液进行混合，然后由加药泵 11 缓慢泵入一级扩培池 1 中（以装置中的料液的总体积为基准，三种菌的发酵液的用量为 0.5-1.5 体积%，营养液的用量为 0.08-0.12 体积%）。关闭装置的进水口 5 和出水口 6，打开一级扩培池 1、二级扩培池 2 和三级扩培池 3 中的曝气泵 12，以提供微生物生长所需的氧气，扩培 10-15 天（温度为 28-42℃，风机进气量确保装置中含氧量在 2.0mg/L 以上），使微生物在一级扩培池 1、二级扩培池 2 和三级扩培池 3 中的填料 8 上挂膜生长繁殖，扩培的时间使得扩培后的物料中的活菌数为 1×10^8CFU/mL 以上。

S3、待装置中活菌总浓度达到 1×10^8 个/mL 以上之后，打开装置的进水口 5 和出水口 6，含油采出水（新鲜来水）经缓冲池 10 缓冲后由进水口 5 流入一级扩培池 1，通过溢流口 7 使水流以 S 型路线溢流依次经过一级扩培池 1、二级扩培池 2、三级扩培池 3 和沉淀池 4，通过出水口 6 按照油田地质配注正常注入油藏。扩培装置中的水力停留时间为 6-8h。

以下将通过实施例对本发明进行详细描述。

1、酵母菌产糖脂类表活剂含量的测定方法：

（1）葡萄糖标准曲线的测定：

①配制 10 mg/mL 的葡萄糖溶液：精确称取预先在 105 ℃干燥箱中干燥至恒重的分析纯无水葡萄糖 0.1 g，转至 100 ml 容量瓶中用蒸馏水定容到刻度，摇匀，此时葡萄糖浓度为 1000 mg/L。分别取 0.5mL、1mL、2mL、3mL 和 4mL 加入至相应 100mL 容量瓶中定容，所得浓度分别为 5mg/L、10mg/L、20mg/L、30mg/L 和 40mg/L。

②蒽酮试剂配制：精确称取蒽酮试剂 0.2g，加入至 100 mL 浓硫酸中，混合均匀后即为蒽酮试剂。

③葡萄糖标准曲线的绘制：分别精确量取蒽酮试剂 4 mL 和上述所配标准葡萄糖溶液 1 mL 置于具塞试管中(同时量取 1 mL 蒸馏水为空白对照实验)，迅速用冰水浴冷却，然后于沸水浴中加热 10 min 后继续冰浴冷却，待冷却彻底，吸取 200μl 于 96 孔板中，在酶标仪中，620nm 下测定 OD 值。根据结果绘制标准曲线。

（2）酵母菌发酵液中糖脂含量的测定：

①取发酵液 0.5ml，加入 1 mL 的乙醇，振荡混匀，12000 r/min 离心 9 min，取 20 μL 的上清液，加入至 EP 管中，然后再加入 980 μL 的蒸馏水和 4 mL 的蒽酮试剂，迅速置于冰上，然后置于沸水浴中加热 8 min，冰浴冷却，用分光光度计测定反应液在 620 nm 下的 OD 值 m1，(以蒸馏水与蒽酮试剂反应获得溶液作为对照)。根据糖脂和葡萄糖分子量之间的比值，即 1.91g 的糖脂相当于 1 g 葡萄糖，从而可以求出总糖脂含量。

②取 0.5ml 发酵液于 EP 管中，加入等体积 1ml 乙酸乙酯，振荡混匀，12000 r/min 离心 9 min，取 20 μL 的上清液，加入至 EP 管中，然后再加入 980 μL 的蒸馏水和 4 mL 的蒽酮试剂，迅速置于冰上，然后置于沸水浴中加热 8 min，冰浴冷却，用分光光度计测定反应液在 620 nm 下的 OD 值 m2(以蒸馏水与蒽酮试剂反应获得溶液作为对照)。可求出酵母菌中糖脂的含量。

2、酵母菌除油率的测定方法：

①采用国标 HJ 637-2018《石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法》检测油田采出水中含油量。

②将一直含油量的油田采出水与 2%菌剂发酵液混合，置于 50℃恒温震荡培养箱中震荡培养 48h。

③采用国标 HJ 637-2018《石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法》检测经微生物处理的油田采出水中含油量。

除油率=（①测得的含油量-②测得的含油量）/①测得的含油量×100%

3、芽孢杆菌产生物聚合物含量的测定方法：

发酵液 12000rpm 离心作用 10min，形成的白色沉淀 3℃下放置 12h，然后在 5000rpm 离心作用 30min，收集沉淀，用最小量的蒸馏水将沉淀悬浮，用 HaOH 调 pH 值至 7.0，至少有一部分沉淀溶解，低温干燥冷冻，制得粗干生物聚合物，称重。

4、假单胞菌发酵液乳化率 E24 测定方法：

取菌株发酵液与煤油混合（2:3，V/V）加入具刻度的比色管中，充分振荡搅拌一段时间，在室温下静置 24h；静置结束后，测量乳化层和总液体高度，计算每个样品的乳化系数。

乳化率 E24=（乳化层高度/总液体高度）×100%

混合液静置一段时间后，原本均一的乳状液体逐渐分层，通过对乳化层和总液体高度的测量，计算得到假单胞菌的乳化率 E24。

营养液的组成：以营养液的总体积为 1L 计，营养剂包含 1g 的糖蜜、0.5g 的蛋白胨、0.2g 的硫酸铵、0.3g 的磷酸二氢钠、0.02g 的磷酸氢二钾和 0.2g 的柠檬酸钠。

实验前先筛选出不显著抑制维斯假丝酵母菌或者不与其存在拮抗关系的微生物，进一步筛选出性能较为良好的菌株，并基于筛选出的微生物进行实验。表 1 中示出了以下实施例中使用的菌株及其来源。

表 1

编号	菌株	来源或保藏号
1	维斯假丝酵母菌	CGMCC No. 3456
2	枯草芽孢杆菌	CGMCC No.21860
3	铜绿假单胞菌	CGMCC No.23170
4	不动杆菌	CCTCC KB 20081402
5	阴沟肠杆菌	CCTCC KB 20081555
6	藤黄微球菌	CGMCC 1.258
7	地衣芽孢杆菌	BNCC188083

8	施氏假单胞菌	CCTCC KB 20081295
9	解淀粉芽孢杆菌	BNCC188065
10	枯草芽孢杆菌	CCTCC CB 20082425
11	铜绿假单胞菌	CCTCC AB 93066

制备例 1

本制备例用于说明微生物发酵液的制备。

对表 1 中 1-11 号菌株分别进行纯培养发酵，取冻存的菌株温水复苏后划线培养于无菌的 LB 固体平板上，放入 37℃的恒温培养箱中倒置培养 24h，然后分别挑取单菌落于装有 LB 液体培养基的三角瓶中，放入 37℃的恒温摇床中振荡培养 48h，180 转/分，48h 后检测每株菌发酵液中的菌体浓度。根据测定的每株菌各自的菌体浓度，分别用无菌水调整 1-11 号菌株发酵液中菌体浓度，使其均为 1×10^{8}CFU/mL。

实施例 1：复合微生物的筛选

收集制备例 1 发酵得到的 1-11 号菌株的发酵液，将以上菌株发酵液按表 2 所述的方式使用或者混合配制，搅拌均匀，即制成微生物驱油剂，然后分别测定其界面张力，比较其界面张力的大小。其中，v 代表体积。没有标注的情况下，枯草芽孢杆菌为枯草芽孢杆菌 CGMCC No.21860，铜绿假单胞菌为铜绿假单胞菌 CGMCC No.23170。界面张力的测定方法：采用旋转滴界面张力仪，选取脱水脱气原油，测定 50℃下各组驱油菌剂 1%体积浓度条件下的界面张力值。

表 2

编号	菌株种类	界面张力值（mN/m）
组合 1	酵母菌	0.8626
组合 2	枯草芽孢杆菌	1.5248
组合 3	铜绿假单胞菌	1.3654
组合 4	不动杆菌	5.3570
组合 5	阴沟肠杆菌	4.6457
组合 6	藤黄微球菌	8.4660

组合 7	地衣芽孢杆菌	2.2154
组合 8	施氏假单胞菌	3.0521
组合 9	解淀粉芽孢杆菌	3.5215
组合 10	酵母菌+枯草芽孢杆菌（v:v=1:1）	0.7542
组合 11	酵母菌+铜绿假单胞菌（v:v=1:1）	0.7638
组合 12	枯草芽孢杆菌+铜绿假单胞菌（v:v=1:1）	1.2569
组合 13	酵母菌+不动杆菌（v:v=1:1）	2.5124
组合 14	酵母菌+阴沟肠杆菌（v:v=1:1）	2.7855
组合 15	酵母菌+藤黄微球菌（v:v=1:1）	5.6314
组合 16	酵母菌+地衣芽孢杆菌（v:v=1:1）	1.7856
组合 17	酵母菌+施氏芽孢杆菌（v:v=1:1）	1.5690
组合 18	酵母菌+解淀粉芽孢杆菌（v:v=1:1）	1.3579
组合 19	枯草芽孢杆菌+地衣芽孢杆菌+铜绿假单胞菌（v:v:v=1:1:1）	1.5644
组合 20	酵母菌+枯草芽孢杆菌+铜绿假单胞菌（v:v:v=1:2:3）	0.0114
组合 21	酵母菌+枯草芽孢杆菌+地衣芽孢杆菌（v:v:v=1:2:3）	1.0255
组合 22	施氏假单胞菌+地衣芽孢杆菌+解淀粉芽孢杆菌（v:v:v=1:1:1）	1.2677
组合 23	酵母菌+施氏假单胞菌+解淀粉芽孢杆菌（v:v:v=1:2:3）	0.9875
组合 24	酵母菌+施氏假单胞菌+地衣芽孢杆菌（v:v:v=1:2:3）	0.9763
组合 25	酵母菌+枯草芽孢杆菌+铜绿假单胞菌（v:v:v=1:1:1）	0.0564
组合 26	酵母菌+枯草芽孢杆菌+铜绿假单胞菌（v:v:v=1:1.5:1.5）	0.1742
组合 27	酵母菌+枯草芽孢杆菌+铜绿假单胞	0.3521

	菌（v:v:v=3:2:1）	
组合 28	酵母菌+枯草芽孢杆菌+铜绿假单胞菌（v:v:v=3:1:2）	0.2564
组合 29	酵母菌+枯草芽孢杆菌+铜绿假单胞菌（v:v:v=2:2:1）	0.2316
组合 30	酵母菌+枯草芽孢杆菌 CCTCC CB 20082425+铜绿假单胞菌 CCTCC AB 93066（v:v:v=1:1:1）	1.5648
组合 31	酵母菌+枯草芽孢杆菌 CCTCC CB 20082425+铜绿假单胞菌 CCTCC AB 93066（v:v:v=1:2:3）	1.2573

从以上结果可以看出，单菌株的发酵液其界面张力值最低的是酵母菌，为 0.8626 mN/m，其次是枯草芽孢杆菌和铜绿假单胞菌，界面张力分别为 1.5248 mN/m 和 1.3654 mN/m。

将酵母菌和其他菌液进行一一复配，组合 20 和 25，假丝酵母分别和枯草芽孢杆菌、铜绿假单胞菌复配的界面张力值分别为 0.0114 和 0.0564 mN/m，其他组合均高于此值。可见，组合 20 能够降低油水界面张力的能力最强。由此说明，维斯假丝酵母菌 CGMCC No. 3456、枯草芽孢杆菌 CGMCC No.21860 和铜绿假单胞菌 CGMCC No.23170 以活菌数之比为 1：（1.5-2.5）：（2-4）制备的微生物驱油剂，能够达到更好的协同增效作用。

实施例 2

本实施例用于说明复合微生物驱油体系室内岩心驱替模拟试验：

参考实施例 1 所述的方式制备微生物菌液或复合微生物菌液，进行室内岩心驱替模拟试验，试验装置采用中石大石仪科技有限公司生产的注气驱岩心评价系统：

实验步骤如下：

（1）岩心饱和水：

①取试验岩心，置岩心于 60 ℃恒温箱中烘干至恒重，称量其重量 m_0；

②置岩心于抽真空泵中，加压饱和水过夜，称量其重量 m_1；

③计算可得孔隙体积（PV）为 m_1-m_0；

（2）岩心饱和油：

①将实验油样和水样分别装入相应的中间容器内，打开设备进行加热，设定温度为 50℃；

②打开岩心驱替设备操作界面，录入岩心长度、直径、空隙体积、气相渗透率等基础数据，将岩心放入岩心夹持器中间，连接好管线，调节流量，运行仪器排空并检查管线的密封性；

③调节流量，打开装有油样的中间容器开关，在岩心夹持器出口处放置量筒，打开设备操作界面开关，开始实验；

④注入 3-5 个 PV 量，停止注入，关掉装有油样中间容器的阀门，计量总出水量 m_2，可计算出饱和度；

（3）水驱实验：

①打开装有水的中间容器阀门，拆开进口管线，待进口处有液体出来时，停泵，连接好进口管线，开始实验；

②注入 3-5 个 PV 量，至出口端含水 98%，停止注入，关掉装有水样中间容器的阀门，计量每个 PV 量所对应的出油量、压力差及流量值，可计算出相应的岩心驱替效率；

（4）微生物活化水驱实验：

①将制备好的微生物发酵液装入中间容器，打开阀门，拆开进口管线，待进口处有液体出来时，停泵，连接好进口管线，开始实验；

②注入 3-5 个 PV 量，停止注入，关掉装有水样中间容器的阀门，计量每个 PV 量所对应的出油量、压力差及流量值，可计算出相应的岩心驱替效率；

（5）后续水驱：

①打开装有水的中间容器阀门，拆开进口管线，待进口处有液体出来时，停泵，连接好进口管线，开始实验；

②注入 3-5 个 PV 量，停止注入，关掉装有水样中间容器的阀门，计量每个 PV 量所对应的出油量、压力差及流量值，可计算出相应的岩心驱替效率，结果见表 3。

表 3

参数	酵母菌	枯草芽孢杆菌	铜绿假单胞菌	组合 20
菌剂浓度	1 体积%	1 体积%	1 体积%	1 体积%
岩心编号	A-1	A-2	A-3	A-4
孔隙度（%）	22.58	23.58	24.35	26.21
渗透率（$10^{-3}\mu m^2$）	25.07	25.12	24.13	22.57
岩心长度（cm）	29.98	30	29.9	29.8
含油饱和度（%）	64.79	62.11	64.79	65.23
水驱效率（%）	51	53.33	50.6	51.57
微生物驱效率（%）	15.87	14.17	19.6	24.62
后续水驱效率（%）	1.98	1.05	2.63	2.35
综合提高驱油效率（%）	17.85	15.22	22.23	26.97

由表 3 可知，维斯假丝酵母菌 CGMCC No. 3456、枯草芽孢杆菌 CGMCC No.21860、铜绿假单胞菌 CGMCC No.23170 及组合 20 的驱油效率分别为 15.87%、14.17%、19.6%及 24.62%，综合提高驱油效率最高的也是组合 20，为 26.97%。因此，室内岩心驱替试验也证实了复配菌剂具有更高的驱油效率。

实施例 3

将能够采出水处理与驱油微生物菌剂（维斯假丝酵母菌 CGMCC No. 3456）、产生物聚合物的微生物菌剂（枯草芽孢杆菌 CGMCC No.21860）和解烃驱油微生物菌剂（铜绿假单胞菌 CGMCC No.23170）分别测定除油率、糖脂含量、生物聚合物含量和乳化率 E24 指标。经测得，维斯假丝酵母菌 CGMCC No. 3456 除油率 91%，糖脂含量为 10.5g/L，枯草芽孢杆菌 CGMCC No.21860 产生物聚合物葡萄糖醛酸的含量为 5.1g/L，铜绿假单胞菌 CGMCC No.23170 菌株发酵液的 E24 为 75%。

以油田现场原注水系统为基础，如图 1 所示的扩培装置（处理能力 500m^3/天）中进行复合微生物的扩培，扩培装置包括串联连接的钢制缓冲池、一级扩培池、二级扩培池、三级扩培池以及沉淀池，还配

置有复合菌剂投加装置和营养剂投加装置。三个扩培池中各自独立地安装有填料，供微生物附着生长，还各自独立地安装有曝气装置，用于提供微生物生长所需的氧气。一级扩培池中的进水口位于一级扩培池下部，出水口位于沉淀池的侧壁，一级扩培池与三级扩培池的溢流口分别位于池体上部，二级扩培池的溢流口位于池体上部，使得液流方向呈立体 S 形。

扩培：由进水口引入含油采出水，使装置中充满含油采出水。将组合 20 的三种菌的发酵液在生物搅拌罐中进行混合（混合后的发酵液中酵母菌、枯草芽孢杆菌和铜绿假单胞菌的活菌数之比为 1:2:3），并加入营养液，然后由加药泵缓慢泵入一级扩培池中（以装置中的料液的总体积为基准，三种菌的发酵液的用量为 1 体积%，营养液的用量为 0.1 体积%）。关闭装置的进水口和出水口，打开一级扩培池、二级扩培池和三级扩培池中的曝气装置，以提供微生物生长所需的氧气，扩培 10 天，使微生物在一级扩培池、二级扩培池和三级扩培池中的填料上挂膜生长繁殖，扩培后的物料中的活菌数≥1×10^{8}CFU/mL。

正常运行：打开装置的进水口和出水口，含油采出水（新鲜来水）经缓冲池缓冲后由进水口流入一级扩培池，通过溢流口使水流以 S 型路线溢流依次经过一级扩培池、二级扩培池、三级扩培池和沉淀池，通过出水口按照油田地质配注正常注入油藏。扩培装置中的水力停留时间为 8h。

技术要求：

①来水含油量≤50.0mg/L、悬浮物含量≤50.0mg/L，进水流量稳定。

②反应池温度控制在 35℃。

③每隔一周补菌一次（500kg 发酵液），每隔 3 天补营养液一次（1000kg，含糖蜜 1kg，蛋白胨 0.5kg，硫酸铵 0.2kg，磷酸二氢钠 0.3kg，磷酸氢二钾 0.02kg，柠檬酸钠 0.2kg）。

④风机进气量应确保反应池中含氧量在 2.0mg/L 以上。

⑤来水调节池、生化反应池、污水沉淀池、净化水罐每天排污 3-5 分钟。

⑥采出水处理流程中不得加入杀菌剂或安装杀菌装置。

⑦每周检测一次各级扩培池菌的浓度。检测方法参考 GB4789.2-食品微生物学检验 菌落总数测定。各级扩培池菌浓检测结果如表 4

所示（单位为 CFU/mL）。

表 4

时间	来水	一级扩培池	二级扩培池	三级扩培池	出水
第 1 周	1.2×10^{3}	2.6×10^{6}	8.2×10^{6}	1.5×10^{8}	2.8×10^{8}
第 2 周	2.3×10^{3}	3.8×10^{5}	2.4×10^{7}	2.7×10^{8}	3.1×10^{8}
第 3 周	1.8×10^{3}	4.1×10^{5}	6×10^{6}	3.5×10^{8}	4.9×10^{8}
第 4 周	8.8×10^{2}	2.2×10^{4}	3.4×10^{5}	8.9×10^{7}	1.2×10^{8}

由表 4 结果可以看出，出水物料中的活菌数均达到了 1×10^{8}CFU/mL 以上，所以该扩培装置和方法能够起到扩繁投加的微生物的作用。

实施例 4

按照实施例 2 的方法和装置进行室内岩心驱替模拟实验，不同的是，收集实施例 3 的扩培池出水进行室内岩心驱替实验。平行取 3 份扩培池出水样品，分别记为出水 1、出水 2 和出水 3，出水 1、出水 2 和出水 3 的参数和岩心驱替效率如表 5 所示。

表 5

参数	出水 1	出水 2	出水 3
岩心编号	B-1	B-2	B-3
孔隙度（%）	19.32	20.58	21.69
渗透率（$10^{-3}\mu m^{2}$）	11.26	17.56	20.13
岩心长度（cm）	30	30	30.3
含油饱和度（%）	62.15	64.22	63.65
水驱效率（%）	49.68	50.23	47.60
微生物驱效率（%）	12.36	11.52	10.67
后续水驱效率（%）	2.15	3.05	2.67
综合提高驱油效率（%）	14.51	14.57	13.34

表 5 中的结果表明，经过扩培后的出水，经过室内微生物驱替实验的验证确实能够提高原油的驱油效率。

对比例 1

按照实施例 3 的方法和装置对油藏进行驱油，不同的是，装置为两组扩培池相互串联。具体地，扩培装置包括串联连接的钢制缓冲池、一级扩培池、二级扩培池以及沉淀池，还配置有复合菌剂投加装置和营养剂投加装置。两个扩培池中各自独立地安装有填料，供微生物附着生长，还各自独立地安装有曝气装置，用于提供微生物生长所需的氧气。一级扩培池中的进水口位于一级扩培池下部，出水口位于沉淀池的侧壁，一级扩培池的溢流口位于池体上部，二级扩培池的溢流口位于池体下部，使得液流方向呈立体 S 形。由三级扩培池减少为二级扩培池，出水中的菌浓的原油杂质情况如表 6 所示。

表 6

时间	三级扩培池后出水		二级扩培池后出水	
	菌浓（CFU/mL）	含油量（mg/L）	菌浓（CFU/mL）	含油量（mg/L）
第 1 周	2.8×10^{8}	10	2.6×10^{6}	12
第 2 周	3.1×10^{8}	8	4.8×10^{7}	15
第 3 周	4.9×10^{8}	8	1.5×10^{8}	15
第 4 周	1.2×10^{8}	5	5.5×10^{7}	18

由表 6 结果看出，经过二级扩培后的出水未达到油田水质处理标准（含油量≤10.0mg/L，出水物料中活菌数≥1×10^{8}CFU/mL）。本发明的扩培装置中的一级扩培池、二级扩培池、三级扩培池主要用于投加微生物的生长繁殖，以及来水中原油污染物的处理。三组扩培池相互串联，缺一不可。任意减少一组扩培装置则达不到菌浓的生长标准以及油田水质的处理标准。

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、一种具有采出水处理和驱油双重功能的复合微生物驱油体系的制备方法，其特征在于，所述制备方法包括：将复合微生物与含油采出水混合进行扩培，然后将扩培后的物料与待驱油油藏接触；其中，

所述复合微生物包含保藏号为 CGMCC No. 3456 的维斯假丝酵母菌、保藏号为 CGMCC No.21860 的枯草芽孢杆菌和保藏号为 CGMCC No.23170 的铜绿假单胞菌。

2、根据权利要求 1 所述的制备方法，其特征在于，所述复合微生物中，保藏号为 CGMCC No. 3456 的维斯假丝酵母菌、保藏号为 CGMCC No.21860 的枯草芽孢杆菌和保藏号为 CGMCC No.23170 的铜绿假单胞菌的活菌数之比为 1：（1-3）：（1-5），优选为 1：（1.5-2.5）：（2-4）。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的制备方法，其特征在于，所述接触的条件包括：温度为 28-42℃；

优选地，所述含油采出水中油的含量不高于 50mg/L。

4、根据权利要求 1-3 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述扩培在营养剂的存在下进行；

优选地，所述营养剂包含糖蜜、蛋白胨、硫酸铵、磷酸二氢钠、磷酸氢二钾和柠檬酸钠；

优选地，以所述营养剂的体积为 1L 计，所述营养剂包含 1-2g 的糖蜜、0.1-1g 的蛋白胨、0.1-0.5g 的硫酸铵、0.1-0.5g 的磷酸二氢钠、0.01-0.05g 的磷酸氢二钾和 0.1-0.5g 的柠檬酸钠。

5、根据权利要求 1-4 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述扩培的温度为 28-42℃，优选为 30-37℃；

优选地，进行所述扩培时溶解氧含量 DO 为 2mg/L 以上；

优选地，扩培的时间使得扩培后的物料中的活菌数为 1×10^8CFU/mL 以上。

6、根据权利要求 1-5 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，扩培后的物料的加入量使得接触后的物料中的活菌数为 1×10^8CFU/mL 以上；

优选地，扩培后的物料的 pH 为 6-8。

7、根据权利要求 1-6 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述扩培在扩培装置中进行，其中，所述装置包括：

串联连接的一级扩培池、二级扩培池和三级扩培池，用于扩培复合微生物并脱除含油采出水中的油杂质。

8、根据权利要求 7 所述的制备方法，其特征在于，所述装置还包括：设置于所述一级扩培池上游的进水口，用于引入含油采出水。

9、根据权利要求 8 所述的制备方法，其特征在于，所述进水口位于所述一级扩培池下部。

10、根据权利要求 7-9 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述装置还包括：设置于所述三级扩培池下游的出水口，用于引出扩培后的物料和脱油后采出水。

11、根据权利要求 7-10 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述一级扩培池、所述二级扩培池和所述三级扩培池中各自独立地安装有填料，用于供微生物附着生长；

优选地，所述填料的材质选自醛化纤纶软性材料、悬浮球填料和纤维球填料中的至少一种。

12、根据权利要求 7-11 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述一级扩培池、二级扩培池和三级扩培池中各自独立地安装有曝气装置，用于提供微生物生长所需的氧气。

13、根据权利要求 7-12 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述一级扩培池与所述三级扩培池的溢流口分别位于池体上部，

所述二级扩培池的溢流口位于池体下部，使得液流方向呈立体 S 形。

14、根据权利要求 7-13 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述装置还配置有沉淀池，用于沉淀水体中的固体杂质；

优选地，所述沉淀池位于所述三级扩培池的下游。

15、根据权利要求 14 所述的制备方法，其特征在于，所述出水口位于所述沉淀池的侧壁。

16、根据权利要求 7-15 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述装置还配置有缓冲池，用于缓冲所述含油采出水；

优选地，沿液流走向，所述缓冲池位于一级扩培池的上游。

17、根据权利要求 7-16 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述装置还配置有配液罐，用于将复合微生物和营养剂进行混合；

优选地，沿液流走向，所述配液罐位于一级扩培池的上游。

18、根据权利要求 17 所述的制备方法，其特征在于，所述配液罐和所述一级扩培池之间还配置有加药泵，用于将复合微生物和营养剂的混合液引入所述一级扩培池中。

19、根据权利要求 7-18 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述装置还配置有复合微生物投加装置，用于投加复合微生物。

20、根据权利要求 7-19 中任意一项所述的制备方法，其特征在于，所述装置还配置有营养剂投加装置，用于投加营养剂。

附图

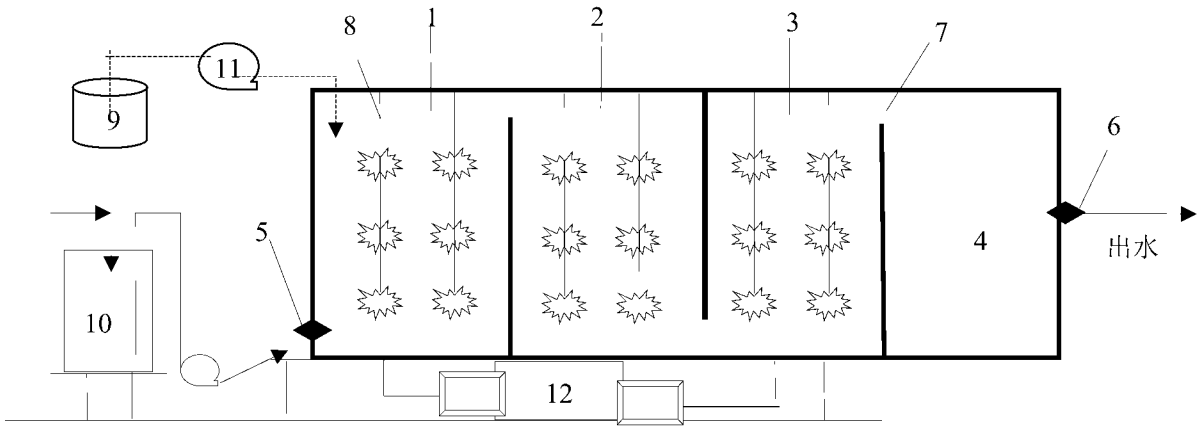


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2024/101039

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C12N1/16(2006.01)i; C02F3/34(2023.01)i; C02F3/02(2023.01)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)

IPC: C12N, C02F

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)

CNTXT, VEN, ENTXT, CNKI, ISI, 万方数据库, WANFANG, 百度文库, BAIDU WENKU: 发明人, 采出水, produced water, 驱油, oil displacement, 微生物, microbial, 维斯假丝酵母, candida viswanathii, 枯草芽孢杆菌, bacillus subtilis, 铜绿假单胞菌, pseudomonas aeruginosa, 酵母, 芽孢杆菌, 假单胞菌, 石油

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	杨剑 等 (YANG, Jian et al.). "南梁延10层低成本微生物驱油技术研究与应用 (Research and Application of Low-Cost Microbial Enhanced Oil Recovery for Yan 10 Reservoir in Nanliang)" *石油化工应用 (Petrochemical Industry Application)*, Vol. 40, No. (7), 31 July 2021 (2021-07-31), abstract, pages 53-54, and figure 1 and figure 3	1-20
A	CN 101781624 A (PETROCHINA CO., LTD.) 21 July 2010 (2010-07-21) claims 1-3	1-20
A	CN 116200285 A (PETROCHINA CO., LTD.) 02 June 2023 (2023-06-02) claims 1-8	1-20
A	CN 116445316 A (PETROCHINA CO., LTD.) 18 July 2023 (2023-07-18) claims 1-15	1-20
A	CN 104312561 A (THE INSTITUTE OF MICROBIOLOGY, XINJIANG ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES) 28 January 2015 (2015-01-28) claim 1, and description, paragraph 15	1-20

☑ 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	Date of mailing of the international search report
10 October 2024	**15 October 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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101205460 A (TIANJIN INDUSTRIAL MICROBIOLOGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 25 June 2008 (2008-06-25) claim 6, and description, pages 1-2	1-20
A	US 2012214713 A1 (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 23 August 2012 (2012-08-23) claims 1-14	1-20
A	李文宏 等 (LI, Wenhong et al.). "长庆高矿化度含油污水生化处理新技术研究及应用 (Research and Application on High Salinity Oily Sewage Treatment by Biochemical Technology)" *油田化学 (Oilfield Chemistry),* Vol. 28, No. 4, 25 December 2011 (2011-12-25), pp. 457-466	1-20
A	李文宏 等 (LI, Wenhong et al.). "高盐低渗油藏内源微生物驱油潜力实验研究 (Experimental Study of Potential of Indigenous Microbial Flooding in High Salt and Low Permeability Oilfield)" *化学与生物工程 (Chemistry & Bioengineering),* Vol. 31, No. 1,, 31 December 2014 (2014-12-31), pp. 55-60	1-20
A	AL-GHOUTI, M. A. et al. "Produced Water Characteristics, Treatment and Reuse: a review" *JOURNAL OF WATER PROCESS ENGINEERING,* Vol. 28, 14 February 2019 (2019-02-14), pages 222-239	1-20
A	GAO, P. K. et al. "An Exogenous Surfactant-Producing Bacillus Subtilis Facilitates Indigenous Microbial Enhanced Oil Recovery" *FRONTIERS IN MICROBIOLOGY,* Vol. (7), 18 February 2016 (2016-02-18), document 186, pp. 1-14	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/101039

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 101781624 A	21 July 2010	None	
CN 116200285 A	02 June 2023	None	
CN 116445316 A	18 July 2023	None	
CN 104312561 A	28 January 2015	None	
CN 101205460 A	25 June 2008	None	
US 2012214713 A1	23 August 2012	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2024/101039

A. 主题的分类

C12N1/16(2006.01)i；C02F3/34(2023.01)i；C02F3/02(2023.01)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)

IPC：C12N，C02F

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））

CNTXT,VEN,ENTXT,CNKI,ISI,万方数据库,百度文库：发明人、采出水，produced water，驱油，oil displacement，微生物，microbial，维斯假丝酵母，candida viswanathii，枯草芽孢杆菌，bacillus subtilis，铜绿假单胞菌，pseudomonas aeruginosa，酵母，芽孢杆菌，假单胞菌，石油

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	杨剑 等. "南梁延10层低成本微生物驱油技术研究与应用" 石油化工应用, 第40卷，第7期，2021年7月31日 (2021 - 07 - 31)，摘要、第53-54页、图1、图3	1-20
A	CN 101781624 A (中国石油天然气股份有限公司) 2010年7月21日 (2010 - 07 - 21) 权利要求1-3	1-20
A	CN 116200285 A (中国石油天然气股份有限公司) 2023年6月2日 (2023 - 06 - 02) 权利要求1-8	1-20
A	CN 116445316 A (中国石油天然气股份有限公司) 2023年7月18日 (2023 - 07 - 18) 权利要求1-15	1-20
A	CN 104312561 A (新疆农业科学院微生物应用研究所) 2015年1月28日 (2015 - 01 - 28) 权利要求1、说明书第15段	1-20
A	CN 101205460 A (天津市工业微生物研究所) 2008年6月25日 (2008 - 06 - 25) 权利要求6、说明书第1-2页	1-20

☑ 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	国际检索报告邮寄日期
2024年10月10日	2024年10月15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	受权官员 罗洋 电话号码 (+86) 010-53961959

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	US 2012214713 A1 (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 2012年8月23日 (2012 - 08 - 23) 权利要求1-14	1-20
A	李文宏 等. "长庆高矿化度含油污水生化处理新技术研究及应用" 油田化学, 第28卷，第4期，2011年12月25日 (2011 - 12 - 25)， 第457-466页	1-20
A	李文宏 等. "高盐低渗油藏内源微生物驱油潜力实验研究" 化学与生物工程, 第31卷，第1期，2014年12月31日 (2014 - 12 - 31)， 第55-60页	1-20
A	AL-GHOUTI,M.A.等. "Produced water characteristics, treatment and reuse: a review" JOURNAL OF WATER PROCESS ENGINEERING, 第28卷，2019年2月14日 (2019 - 02 - 14)， 第222-239页	1-20
A	GAO,P.K.等. "An exogenous surfactant-producing Bacillus subtilis facilitates indigenous microbial enhanced oil recovery" FRONTIERS IN MICROBIOLOGY, 第7卷，2016年2月18日 (2016 - 02 - 18)， 文献186第1-14页	1-20

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/101039

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	101781624	A	2010年7月21日	无	
CN	116200285	A	2023年6月2日	无	
CN	116445316	A	2023年7月18日	无	
CN	104312561	A	2015年1月28日	无	
CN	101205460	A	2008年6月25日	无	
US	2012214713	A1	2012年8月23日	无	