



Третичная добыча нефти-Технология микробного усиленного вытеснения нефти 2E-MEOR

Biosurfactant And Modulating The Oil Microbiome

Отчетный материал по месторождению Карамай



• Каталог

01

Общие сведения

02

Ключевая технология

03

Технический принцип

04

Экспериментальные данные

05

Техническое преимущество

06

Проектные достижения

PART 01

Общие сведения

BACKGROUND AND SIGNIFICANCE

- ▶ ■ Обзор технологий
- Коллектив исследований
- Предстоящая проблема
- Технология целая
- Глобальная сфера применения микробного усиленного вытеснения нефти

Технический принцип

Микробное усиленное вытеснение нефти предназначено для отбора функциональных штаммов микроорганизмов с высокой адаптацией к окружающей среде из нефтяного слоя. После амплификации на земле для получения микробной ферментационной жидкости ее разбавляют питательной системой до определенной концентрации, а затем заливают с водой через устье скважины в целевой нефтяной слой. Движущая сила закачиваемой воды используется для ее транспортировки к добывающей скважине, тем самым увеличивая производительность отдельной скважины и улучшая коэффициент нефтеотдачи.

Техническое преимущество и основные показатели

- Пропорция вложения и выпуска: **1:3~1:4** (данные по проектам Хуатугоу и Индун нефтяных месторождений Цинхай) Цикл промывки скважин: Цикл промывки скважин продлевается как минимум **30** дней, что эффективно снижает простои и проблемы с добычей, вызванные промывкой скважин.
- Адаптируемая среда: температура пласта: **30°C~93°C**, общая минерализация: **104627–256752mg/L**, проницаемость горной породы: **5–50×10⁻³μm²**
- Срок действия увеличения производительности: в среднем около **1 год**.
- Коэффициент вытеснения нефти: увеличился более чем на **21,6% 驱**.
- Увеличение добычи нефти: суточная добыча нефти увеличилась с 0,5 т/день до 1,44 **t/d**, максимум **4t/d**.
- Суммарный прирост добычи нефти одной скважины за год: более **500m³**, максимальный прирост добычи **1400m³**



Чжуан Гуоцян

**Начальник ключевой лаборатории микробиологии
Китайской академии наук**

Окончил биологический факультет Шаньдунского университета по специальности микробиология, получил степени бакалавра и магистра естественных наук. В 2002 году он окончил факультет биотехнологии инженерного факультета Университета Осаки, Япония, получив степень доктора технических наук. В 2002 году он занимался ферментативными исследованиями целлюлазы в Государственной ключевой лаборатории микробных технологий Шаньдунского университета. В 2006 году он работал в Исследовательском центре экологической среды Китайской академии наук. В настоящее время он в основном занимается исследованиями ресурсов и микроорганизмов окружающей среды.

Направления исследований:

1. Экологическая микробиология: Биосенсорный мониторинг загрязнителей окружающей среды и их токсикологического воздействия.
2. Микробная экология: Микробная экология филлосферы и ризосферы, и их применение в разложении загрязнителей окружающей среды и остатков пестицидов.
3. Ферментативные исследования ключевых ферментов в области ресурсов и окружающей среды: использовать микробиологические экологические методы для исследования бактерий, разлагающих целлюлозу, и изучения их ферментативных свойств.
4. В настоящее время он предпринимает и принял участие в более чем дюжине проектов, включая Национальный комитет фонда, национальные планы поддержки, крупные исследовательские проекты “863” и крупные проекты Китайской академии наук. За последние пять лет исследовательская группа опубликовала более 20 статей в SCI, EI и отечественных профильных журналах, а также подала заявки на более чем дюжину патентов.



Ма Анчжоу

Научный сотрудник Китайской академии наук

Преподаватель докторанта

Научный сотрудник Центра исследований экологической среды Китайской академии наук и постпрофессор Университета Китайской академии наук. Заместитель генерального секретаря комитета микробиологии Китайского экологического общества. Член Ассоциации содействия молодежным инновациям Китайской академии наук и выдающийся талант Китайской академии наук. В 2008 году он окончил Шаньдунский университет со степенью доктора. В том же году он поступил на работу в Центр исследований экологической среды Китайской академии наук и с тех пор работает. Посещал и обменивался опытом в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе, США, с 2016 по 2017 год. Он долгое время занимался исследованиями микробиома окружающей среды и биотехнологиями, в основном занимаясь экологическими процессами и механизмами микробного потока углерода, разработкой микробных ресурсов, исследованиями, разработками и применением устойчивых биотехнологий и т. д. В настоящее время он отвечает за более чем 20 научно-исследовательских проектов, таких как Национальный фонд естественных наук Китая и Ключевой план исследований и разработок Министерства науки и технологий. Он опубликовал около 80 научных работ в стране и за рубежом и получил более 10 национальных патентов на изобретения.

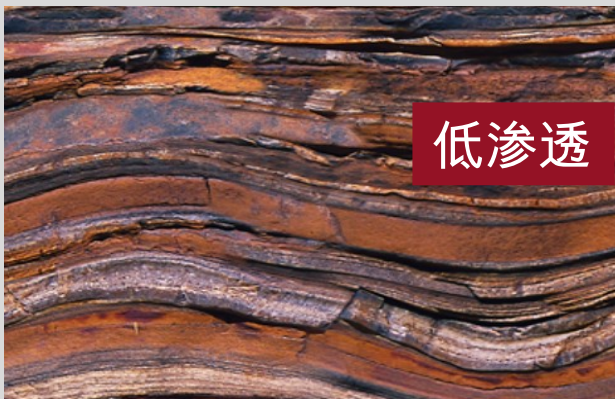
Выполнение научно-исследовательских проектов:

1. Общий проект Национального фонда естественных наук Китая, Биологический механизм анаэробного окисления метана в водно-болотных угодьях Цинхай-Тибетского нагорья(41671270).
2. Общий проект Национального фонда естественных наук Китая, экологический процесс анаэробного окисления метана микроорганизмами в наземных грязевых вулканах(41473079)
3. Национальный ключевой план исследований и разработок, технологии применения и оценка интеллектуальной системы искусственной деградации(2018YFA0901204).
4. Второе комплексное научное исследование Цинхай-Тибетского нагорья, подземные микробные ресурсы ключевых экосистем природных заповедников(2019QZKK0402).

- Серьезная среда
нефтяного
месторождения

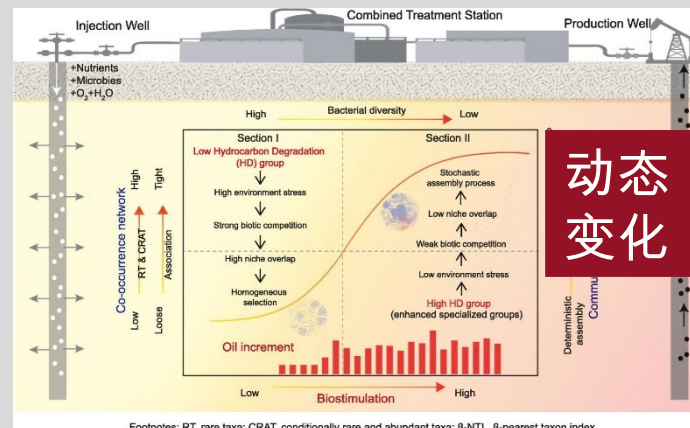
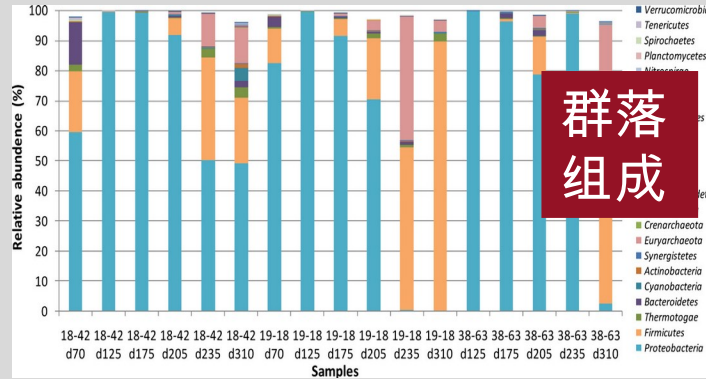


高盐碱



低渗透

- Механизм микробного
вытеснения нефти



- Научные вопросы, требующие решения
- ✓ Отбор нефтевытесняющих штаммов с высокими эксплуатационными характеристиками и высокой адаптивностью к окружающей среде.
- ✓ Изучение динамических изменений микробных сообществ в процессе MEOR
- ✓ Микроорганизмы становятся доминирующими штаммами и размножаются в сложных условиях нефтяных пластов.
- ✓ Нефтяные скважины на разных блоках имеют большие различия в геологическом строении, температуре, давлении и значении pH. С помощью одной микробиологической технологии вытеснения нефти сложно достичь идеального эффекта.

- **Микробное вытеснение нефти**

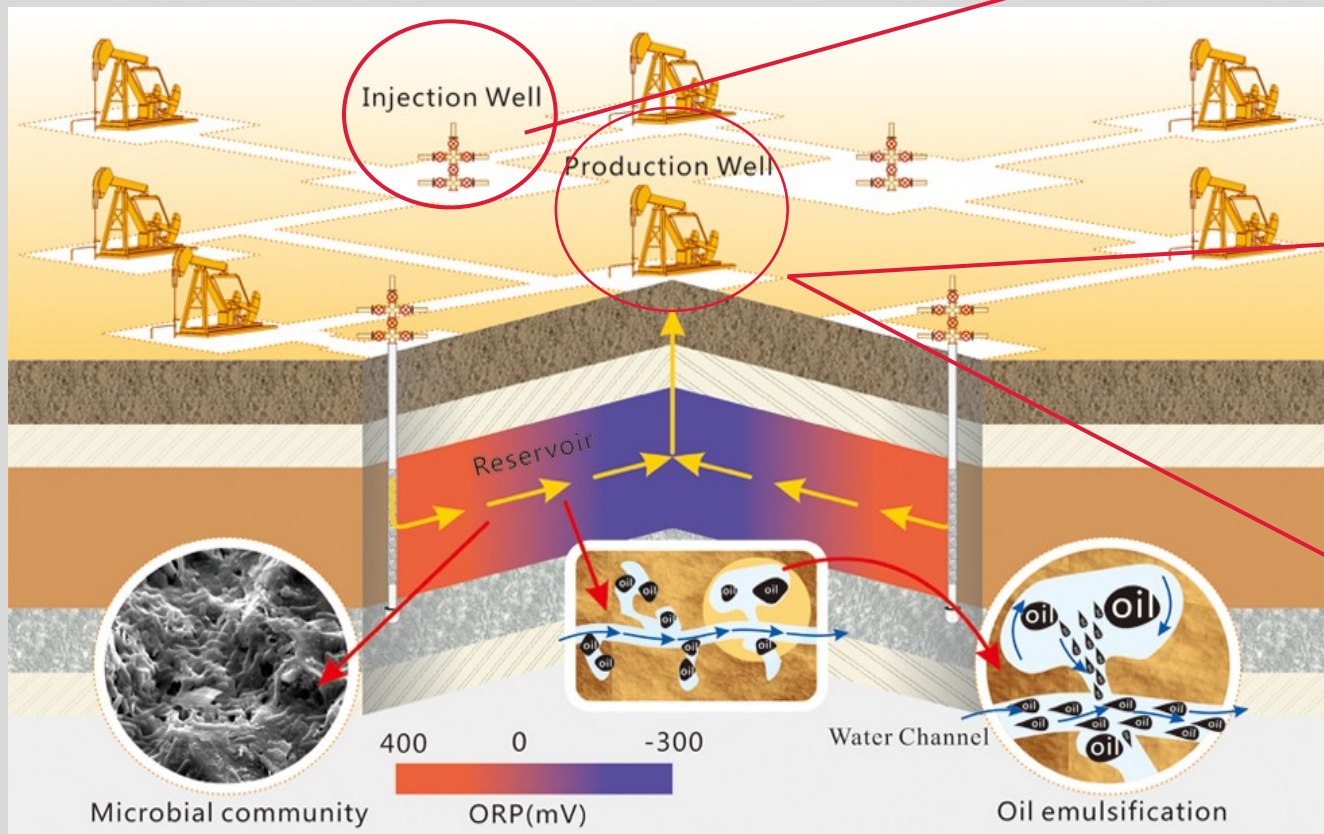
Закачивать микробную ферментационную жидкость в водонагнетательную скважину и вытесняют нефтяной слой вместе с закачанной водой.

- **Пропускная способность микроба одной скважины**

Закачивать микробную ферментационную жидкость в нефтедобывающую скважину и закрыть ее, чтобы дождаться реакции, которая приведет к увеличению добычи сырой нефти из одной скважины.

- **Микробное удаление и предотвращения парафина**

Использовать действие микробной деградации и ее метаболитов для удаления конденсированного парафина вблизи ствола нефтедобывающей скважины и снижения вязкости сырой нефти.



微生物驱油示意图
(Lietal., 2014)

Закачка функциональных микроорганизмов или микробной ферментационной жидкости в пласт нефтяного месторождения напрямую повлияет на сырую нефть посредством роста и метаболизма микроорганизмов и его метаболитов в пласте нефтяного месторождения, улучшая текучесть сырой нефти в пласте, тем самым улучшая добычу сырой нефти. Эта технология широко применяется при добыче нефти по всему миру, включая основные нефтедобывающие регионы мира, такие как Ближний Восток, Россия, США, Канада, Северная Европа и Бразилия. В будущем доля микробной технологии вытеснения нефти в третичных или даже четвертичных процессах нефтедобычи будет еще больше увеличиваться.



Расположение страны, применяющей технологию MEOR (Safdel et al., 2017)

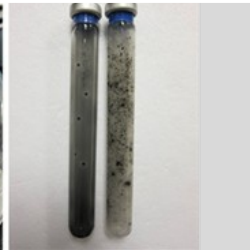
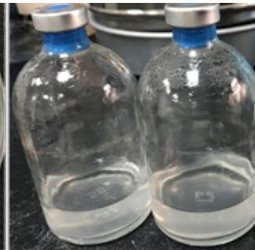
PART 02

Ключевая технология

CORE TECHNOLOGY

- Библиотека штаммов и платформа для скрининга
- Селекция основных штаммов
- Экстракция местных штаммов
- Четырехэтапный процесс ферментации бактерий
- Технологический процесс

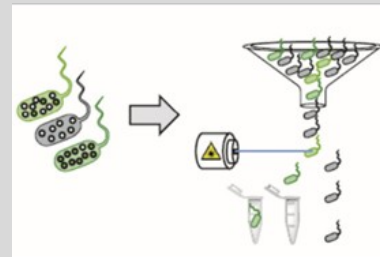
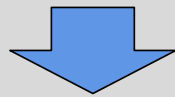
В ответ на проблему увеличения добычи нефти в скважинах с низким дебитом мы сначала создали библиотеку ресурсов, состоящую из более чем 10 000 штаммов микробов, разлагающих нефтяные углеводороды, включая высокоэффективные штаммы, подходящие для высоких температур, высокого давления, высокой солености и высокой минерализации. На более поздних этапах проектирования удобно проводить скрининг эффективных нефтевытесняющих бактерий в соответствии с условиями нефтяного слоя нефтяного месторождения и решать проблему адаптивности.



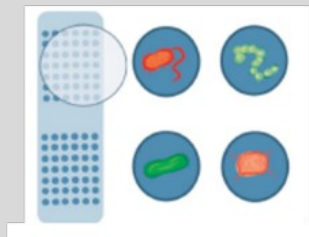
平板分离培养

厌氧液体培养

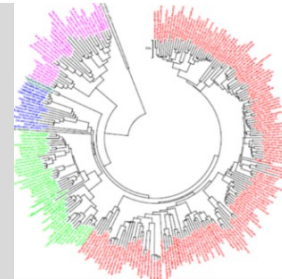
厌氧滚管分纯



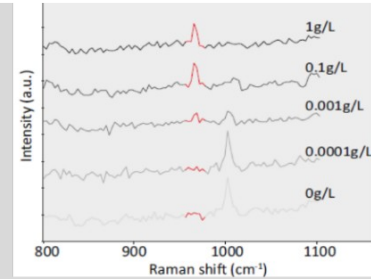
流式细胞单胞分选培养



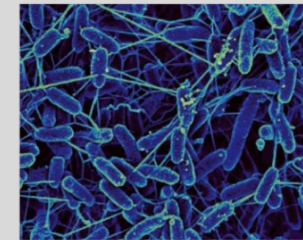
新型微流控培养技术



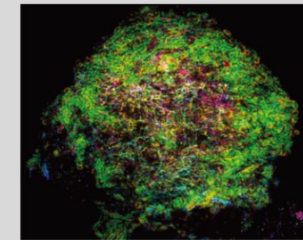
系统发育分析



拉曼光谱指纹鉴定



电子显微镜表征

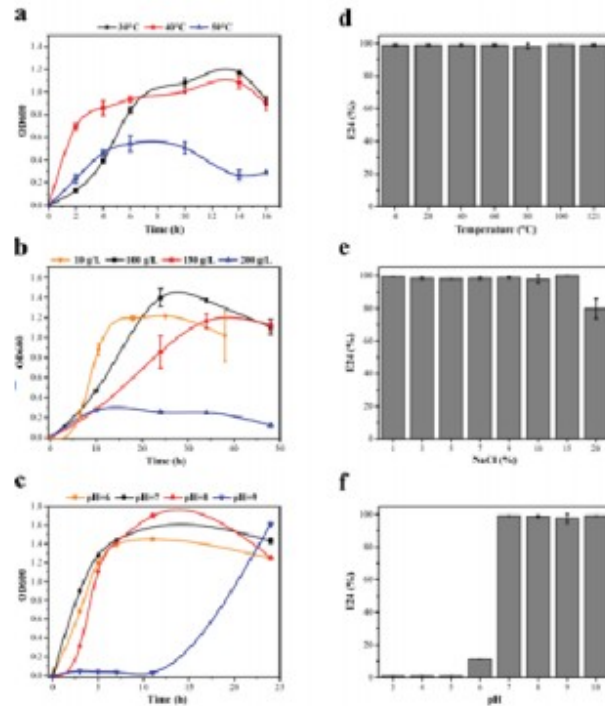


荧光原位杂交显像

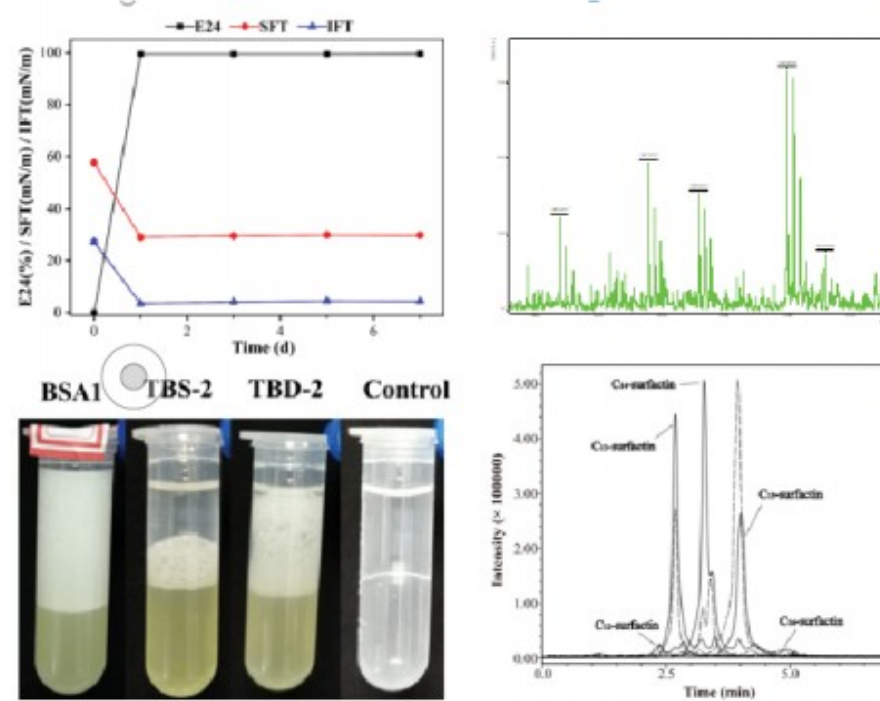
Исследовательская группа имеет богатый практический опыт в области микробного обогащения, разделения и очистки, селекции и подготовки, анализа микробного метаболизма и филогенетической идентификации.

Аккомодация основных штаммов

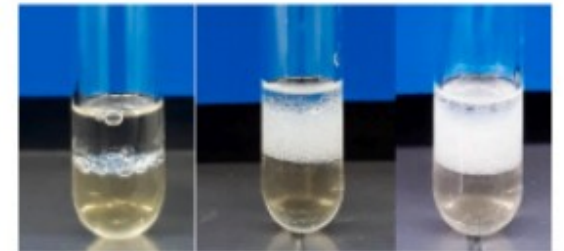
Высокая аккомодация штамма, температура(30°C~50°C), минерализация(10,000-200,000), рН(6-9), Основным компонентом сурфактина является циклический липопептид, обладающий стабильными свойствами и высоким выходом 222±3.5mg/L.



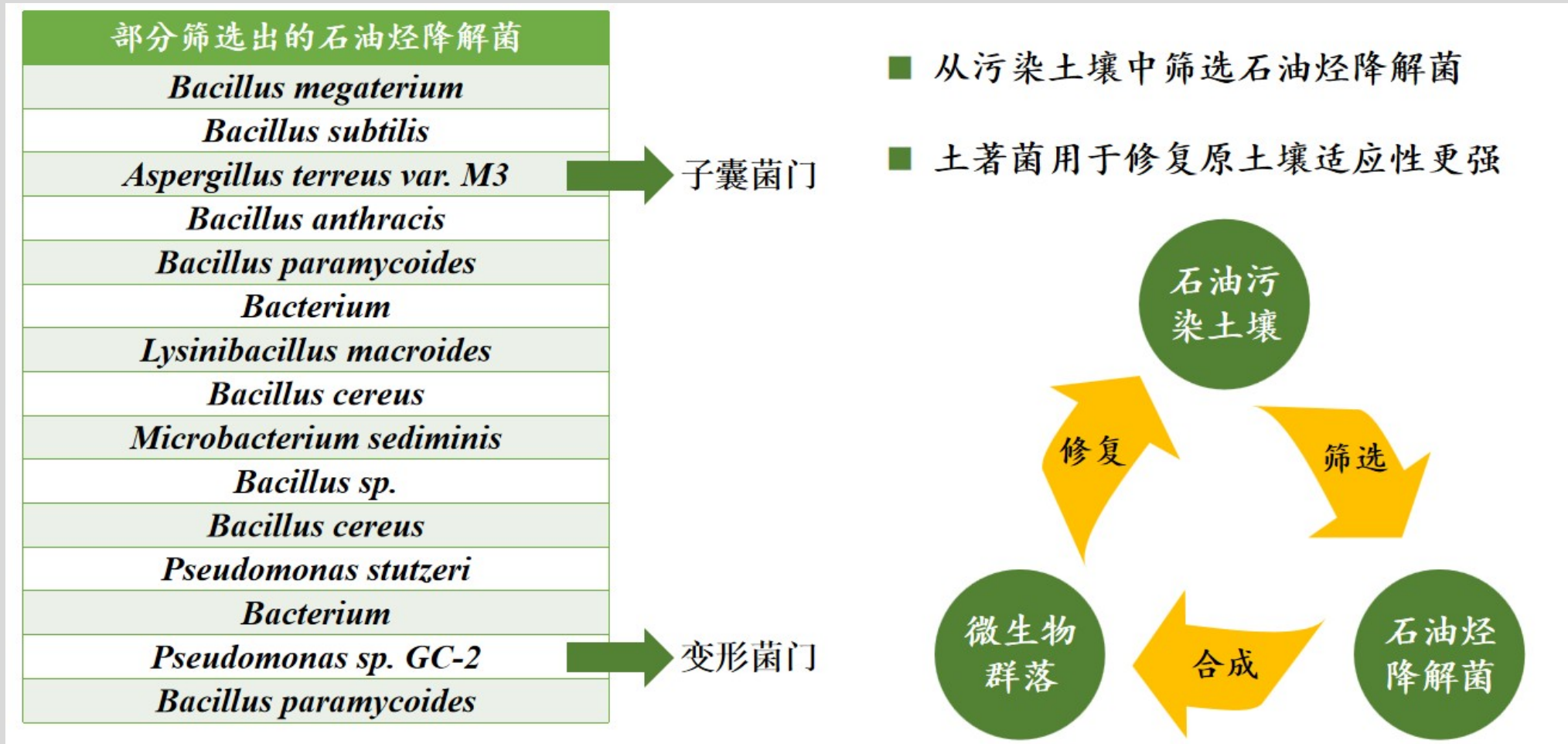
生长及功能性状分析



表面特征表征及成分鉴定



与其他的微生物技术提高石油采收率相比，本地细菌首先被分析和提取用于处理油田，而存在的高效率的石油降解菌株和本地菌株结合在一起形成复杂的细菌群落以达到最佳效果。



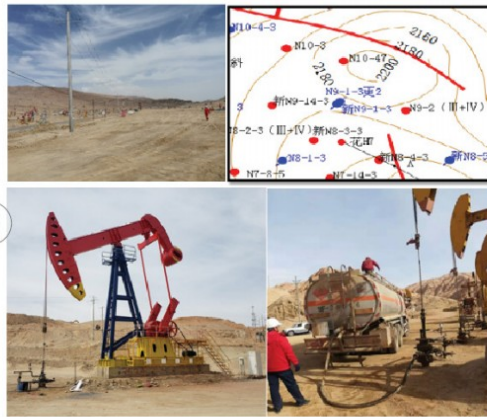
Создали лабораторную и пилотную испытательную среду для оптимизации формулы сложного бактериального штамма перед началом строительства и достижения наилучших результатов. Кроме того, строилась производственная линия от подготовки микробиологической семени до опытно-промышленного производства, уже имеет опыт ферментации в крупномасштабных проектах по увеличению нефтеотдачи малодебитных скважин.

菌剂设计-发酵-灌井一体化

微生物驱油技术试验方案设计时，采用通盘考虑模式，量体裁衣，一区一分析、一区一方，从而制定出高效、合理、科学、有效的微生物驱油技术方案。



大规模菌剂发酵



菌剂注井过程



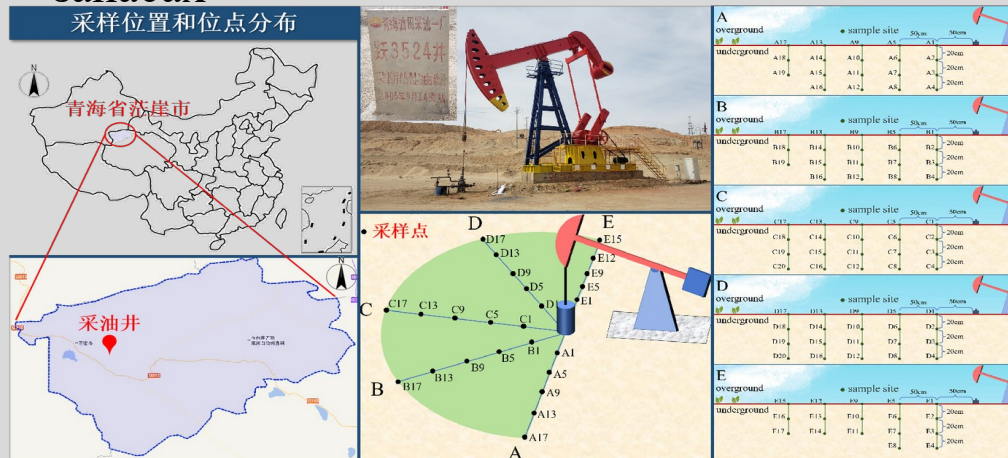
微生物菌剂小型发酵罐培养



微生物菌剂生产中试车间

1. Технологический проект

- Разведка нефтяных месторождений
- Анализ сырой нефти
- Сбор стратиграфических условий нефтяного месторождения
- Сбор информации о добыче нефтяных скважин и остаточных запасах



2. Реализация производства

- Совместимость штаммов
- Лабораторные испытания, мелкомасштабные пилотные испытания
- Производство штаммов
- Орошение скважины, заливка пара в скважину и её закрытие

3. Приём и обслуживание

- Мониторинг эффекта увеличения добычи нефти
- Мониторинг и настройка процессов
- Сводный отчет по эффектам
- Приём



微生物菌剂小型发酵罐培养



微生物菌剂生产中试车间

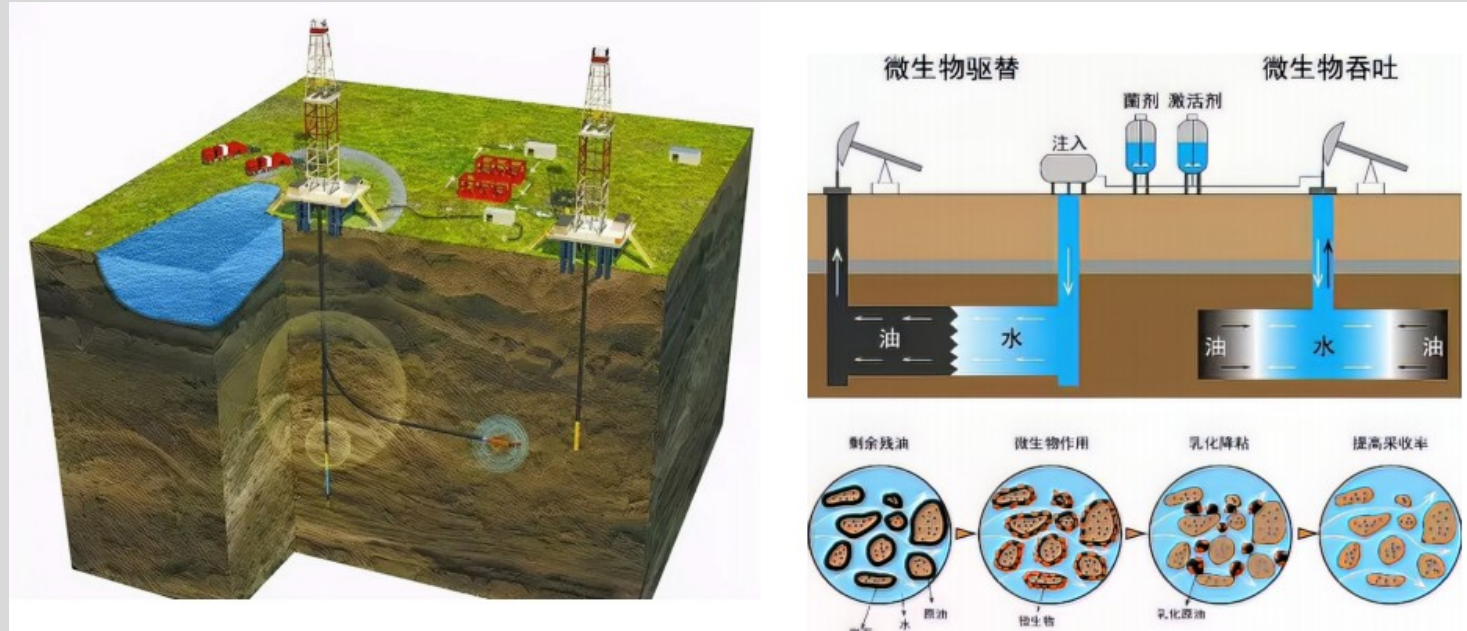
PART 03

Технический принцип

Technical Principle

- Обзор принципа
- Ключевой принцип
- Механизм микробного вытеснения нефти

Микробное усиленное вытеснение нефти представляет собой функциональный микробный штамм с высокой способностью к адаптации к окружающей среде, отобранный из нефтяного слоя. Для получения микробной ферментационной жидкости после амплификации на земле её разбавляют питательной системой до определенной концентрации, а затем использование водного привода закачать смешанную разбавленную жидкость в целевой нефтяной слой. После того как микроорганизмы попадают в нефтяной слой, они начинают расти и размножаться, а также метаболизироваться с образованием активных веществ. Активными веществами, образующимися в результате метаболизма, являются в основном биоповерхностно-активные вещества, низкомолекулярные органические растворители и т. д. Эти вещества вступают в ряд реакций с сырой нефтью, воздействуя прямо или косвенно на сырую нефть с целью снижения вязкости сырой нефти и улучшения текучести сырой нефти. С помощью движущей силы закачиваемой воды транспортируется к добывающей скважине, тем самым достигается цель увеличения производительности отдельной скважины и улучшения коэффициента нефтеотдачи.



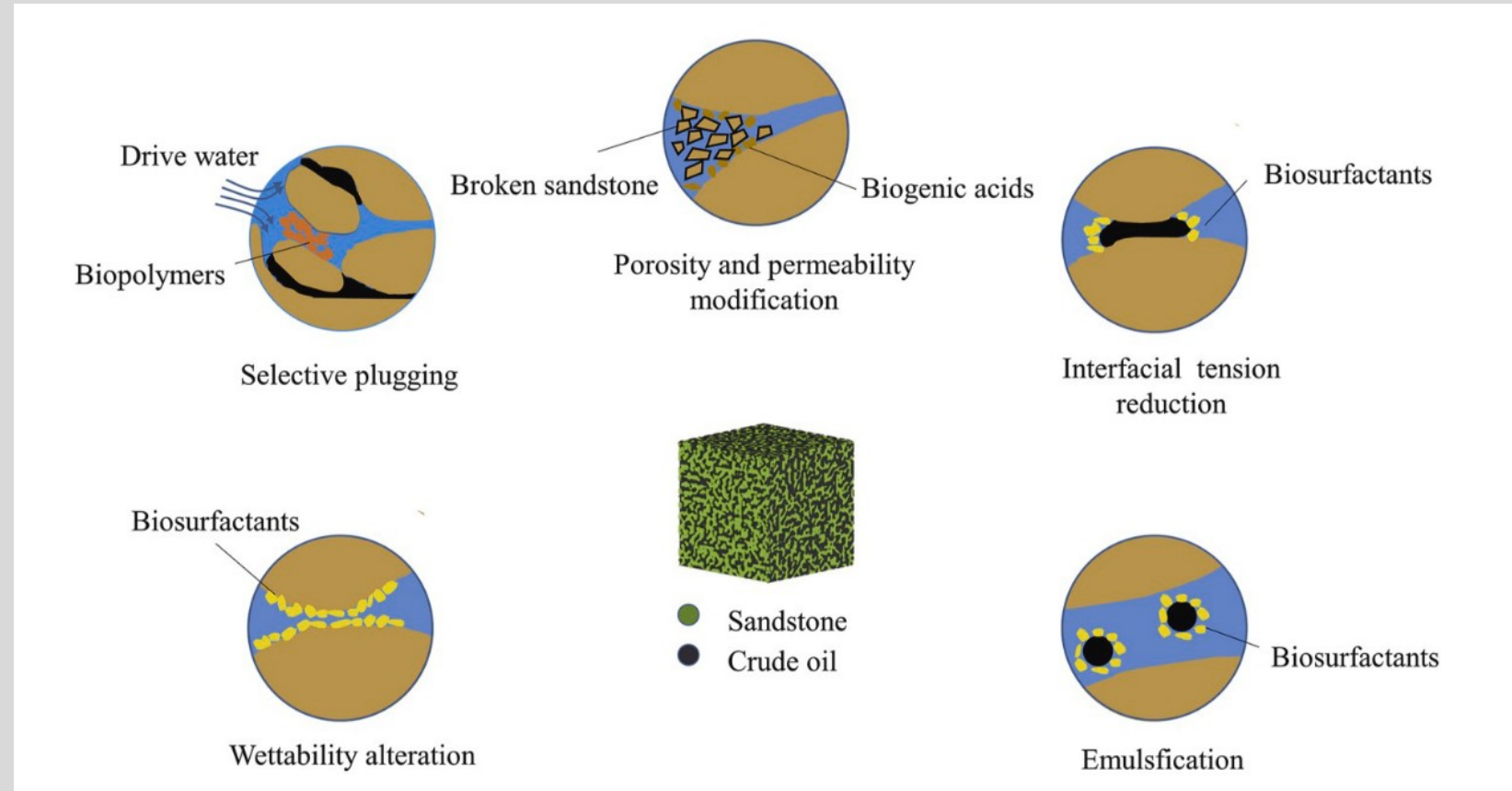
Технический принцип микробной дабычи нефти

■ Самоэффект микробный

- Уплотнение больших отверстий
- Деградация густой нефти

■ Действие микробных метаболитов

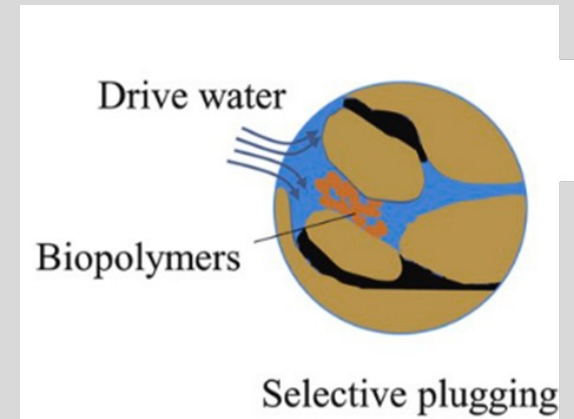
- Поверхностно-активное вещество
- Органическая кислота
- Органические растворители
- Биополимер
- Биогаз



MEOR 机理示意图
(Niu et al., 2020)

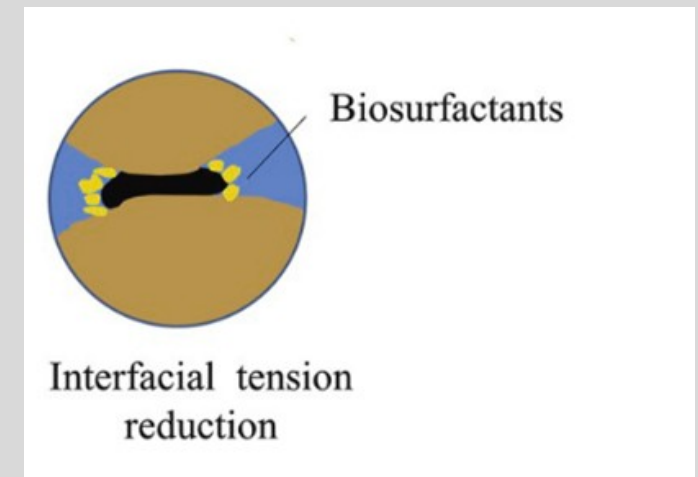
• Микробной контроль

Закачиваемые микроорганизмы растут и размножаются в пластовых условиях, производят полимеры, избирательно закупоривают большее отверстие в высокопроницаемой зоне нефтяного пласта, корректируют профиль водопоглощения водонагнетательной скважины, увеличивают площадь охвата нефти. ◦

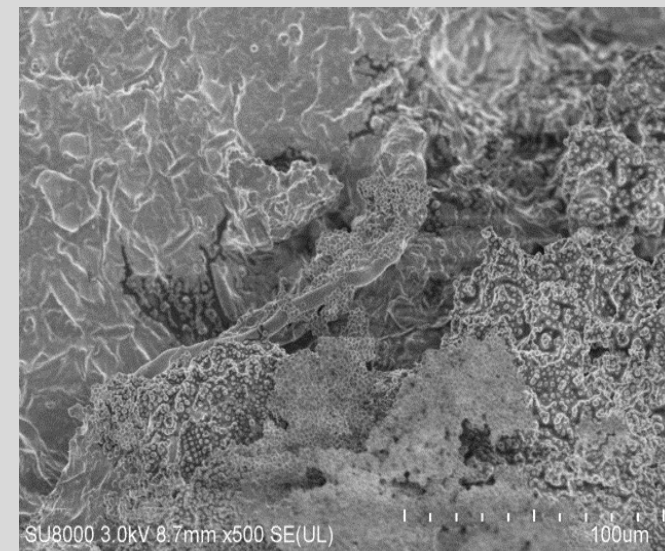
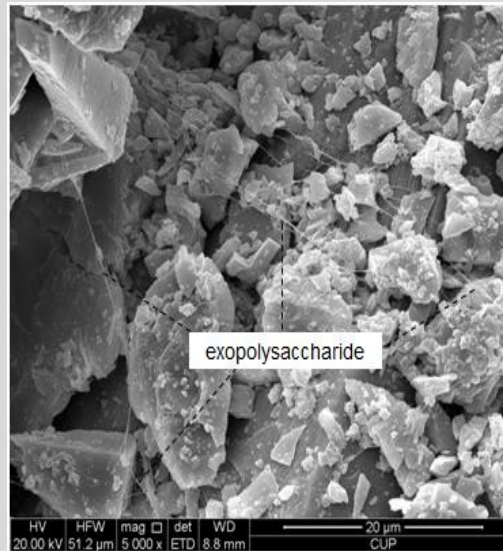
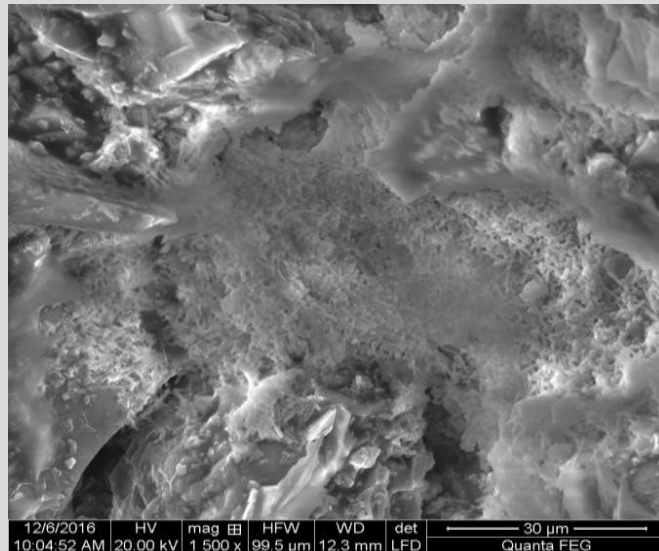


• Микробная регуляция и затопление

В то время проведения микробного контроля поверхностно-активные вещества, образующиеся в результате их метаболизма, могут изменять смачиваемость пород с нефтесмачивающих на гидрофильные, вызывая отпадение нефтяной пленки, адсорбированной на поверхности породы, снижая остаточную насыщенность, тем самым увеличивая коэффициент нефтеотдачи.



Микроорганизмы растут и размножаются в больших количествах в пластах нефтяного месторождения. По мере увеличения количества микроорганизмов они агрегируют. Собранные микробные клетки с закачиваемой водой попадают в большие отверстия. Микроорганизмы могут прикрепляться к поверхности породы, выделяя внеклеточные полисахариды, и образуют биопленки. Блокируют большие отверстия в пласте, чтобы уменьшить явление «пальцевания» во время заводнения.



Микроорганизмы прикрепляются к породе и производят экзополисахариды.

PART 04

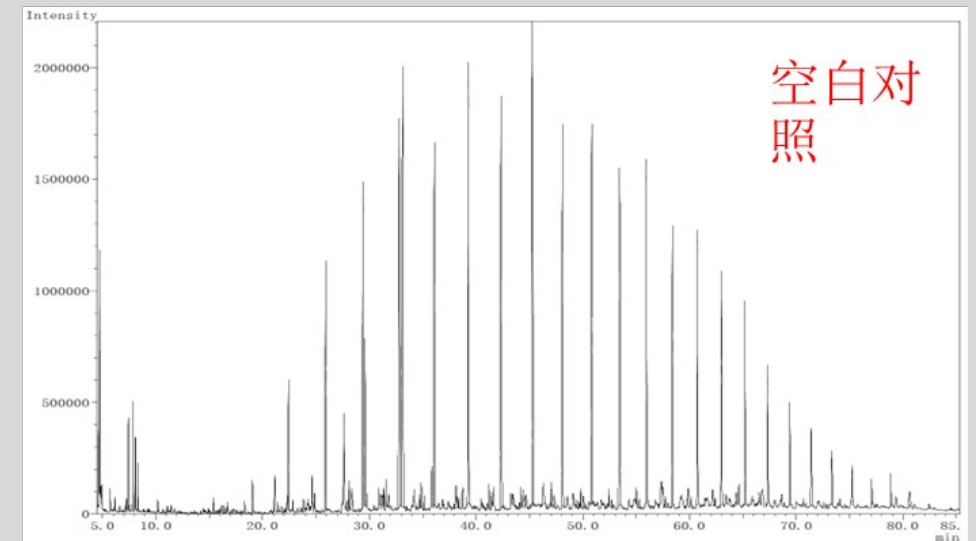
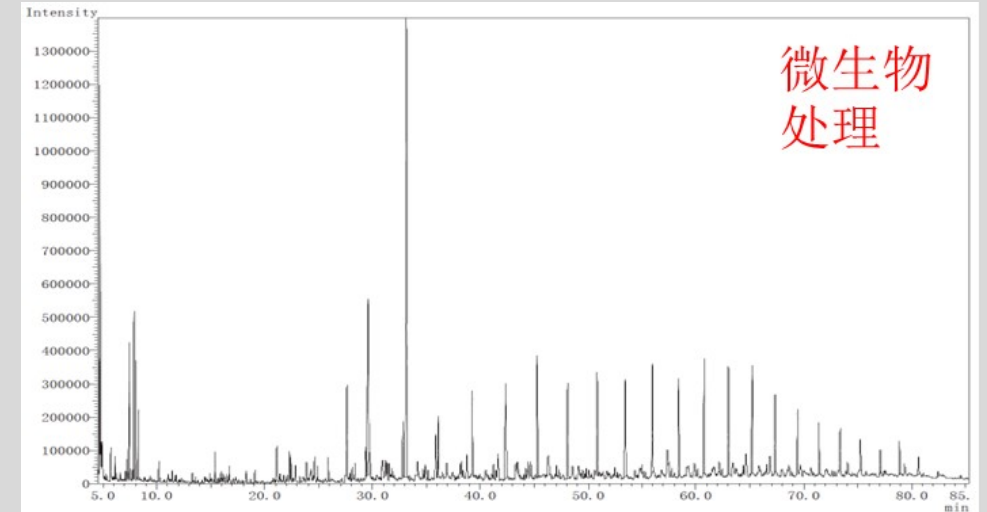
Экспериментальные данные

Experimental Data

- Микробная деградация
- Микробные метаболиты
- Поверхностно-активное вещество
- ▶ ■ Экологическая адаптируемость нефтяных скважин
- Анализ компонентов поверхностно-активных веществ
- Изменение состава микробного сообщества в отдельной скважине
- Прогнозируемые изменения функций микробного сообщества в отдельной скважине
- Заключение эксперимента

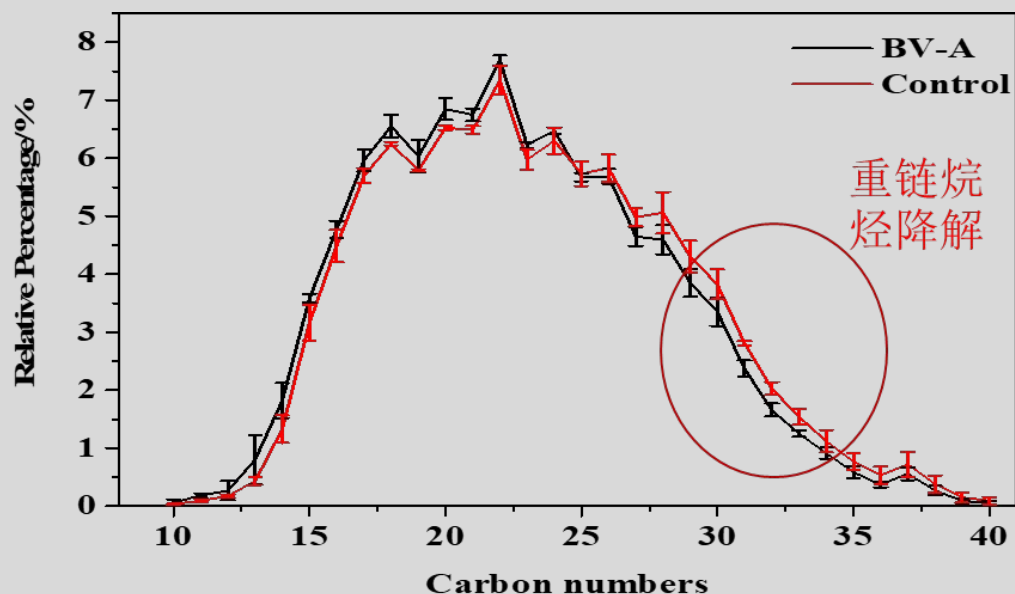
Эксперимент по деградации

Микробные клетки могут прикрепляться к водной пленке на поверхности сырой нефти, расщеплять сырую нефть и образовывать небольшие капли нефти, которые могут проходить через водный канал, в результате чего сырая нефть образует эмульсию “масло в воде” и увеличивает текучесть сырой нефти.

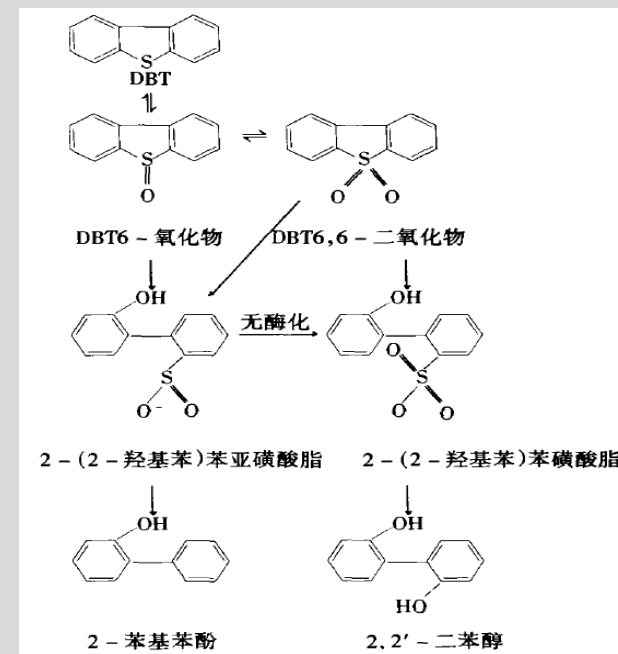


Н-алкановые компоненты сырой нефти

Микроорганизмы могут избирательно разлагать компоненты сырой нефти, включая разложение высокоуглеродистых алканов и разрушение структуры коллоидной асфальтеновой сети, снижая вязкость самой сырой нефти, увеличивая текучесть сырой нефти и улучшая качество сырой нефти.



Микроорганизмы избирательно разлагают алканы с высоким содержанием углерода, увеличивая долю алканов с низким числом углерода.

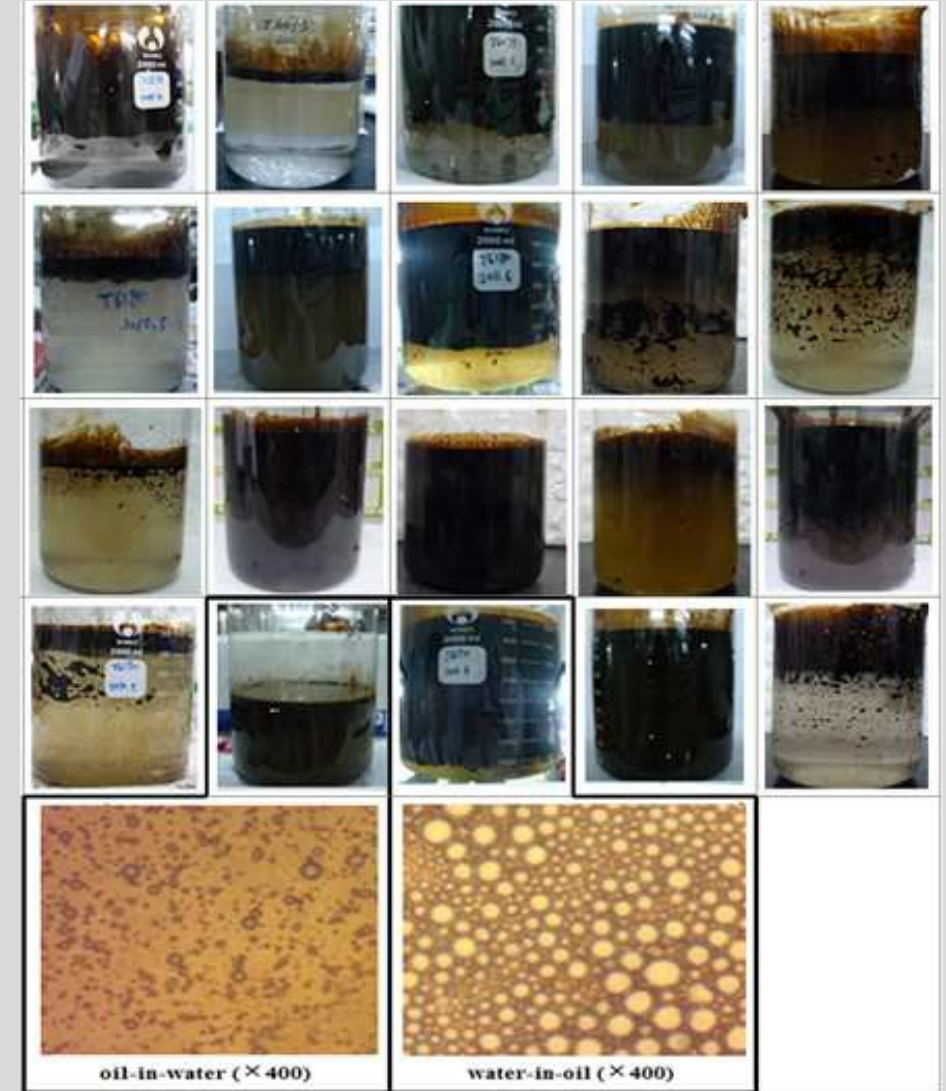


Микроорганизмы разрушают не только связи углерод-сера и углерод-азот, но и структуру коллоидной сети асфальтенов.

Микробные метаболиты

□ Поверхностно-активные соединения

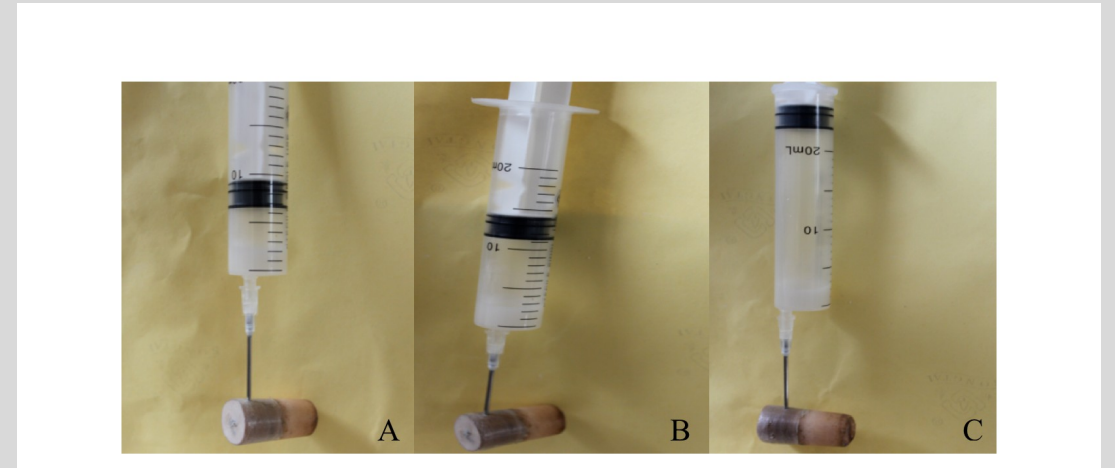
Во время роста и метаболизма микроорганизмов метаболизируется большое количество поверхностно-активного соединения (биосурфактанта), подобных химическим поверхностно-активным веществам. Это вещество обладает гидрофильными и липофильными амфипатическими свойствами. Оно может снижать поверхностное натяжение пластовой воды и эмульгировать сырую нефть с образованием эмульсии сырой нефти. Биосурфактанты экологически безопасны и легче разлагаются, чем химические поверхностно-активные вещества.



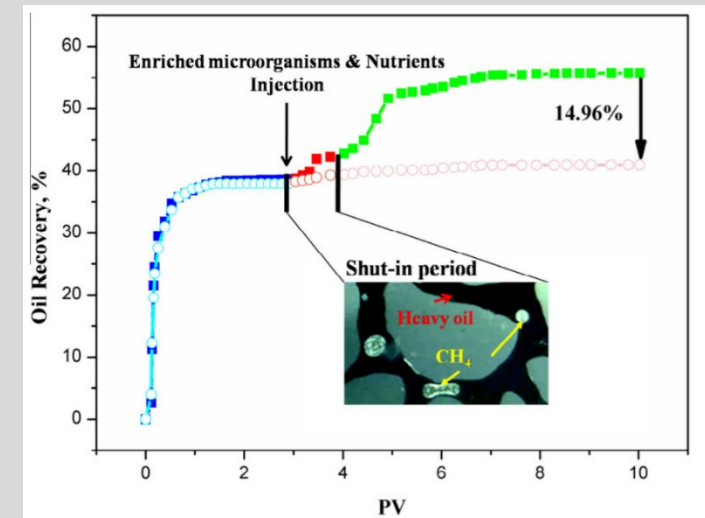
Эмульгирование сырой нефти

Газовыделение

- Некоторые газообразующие микроорганизмы будут производить CO_2 , CH_4 и другие газы во время своего роста и метаболизма в нефтяного месторождения с низкой проницаемостью. Как правило, биогаз, образующийся в результате микробного метаболизма, не увеличивает пластовое давление, но за счет различной проницаемости пласта газ, расположенный внутри низкопроницаемого нефтяного слоя, вжимается в сырую нефть. И это способствует разжижению вязкости сырой нефти и повышению нефтеотдачи. Также может существовать в виде пузырьков, что снижает проницаемость водной фазы, увеличивает капиллярное давление и улучшает нефтеотдачу низкопроницаемого нефтяного пласта.



Микробное газовыделение



С помощью микробного газовыделения увеличить нефтедобычу

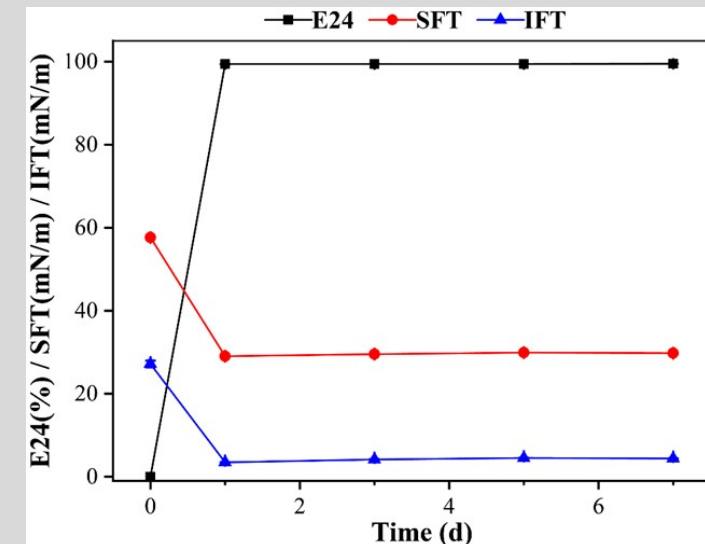
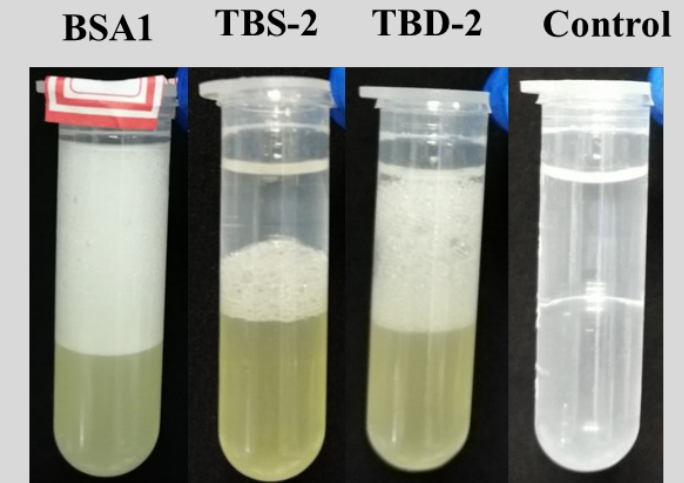
Приобретение и характеристика функциональных микроорганизмов

- Отбор и получение штамма поверхностно-активного вещества

- *Bacillus velezensis* BSA1

- Эффективность поверхностно-активных веществ превосходна

- Поверхностное натяжение(SFT) снизится с 57.63 mN/m до 29.01 mN/m.
- Межфазное натяжение(IFT) снизится с 27.17 mN/m до 3.47 mN/m
- E24 индекса эмульгирования - 99.4 %



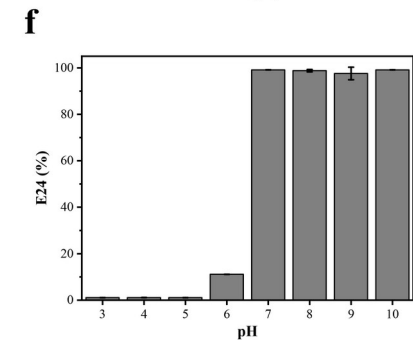
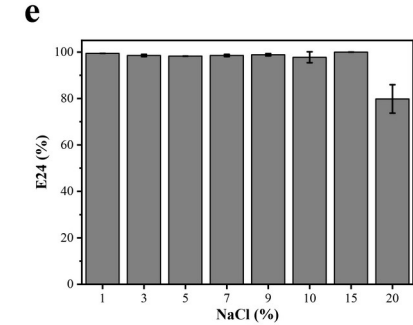
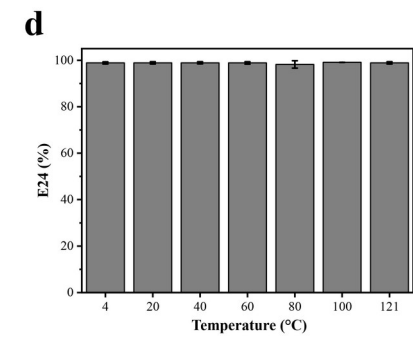
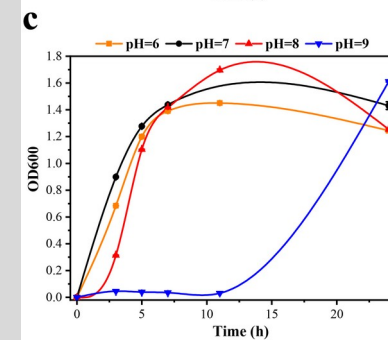
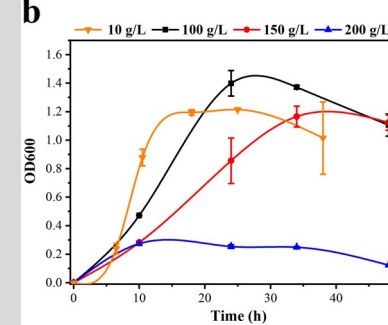
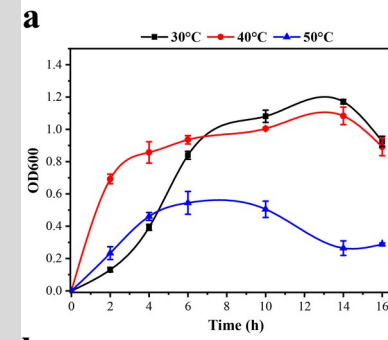
Эффективность поверхностно-активных веществ

Экологическая адаптируемость нефтяных скважин

Экспериментальные данные

Адаптивность *B. velezensis* BSA1 к различным средам

- Сфера выживания *Bacillus velezensis* BSA1: температура 30–80°C , концентрация NaCl 10g/L–150g/L , pH 6–9
 - Стабильный диапазон характеристики сурфактина: температура 4–121°C , температура NaCl 1%–15% , pH 6–10
- Имеется адаптируемые преимущества в соляно-щелочной среде

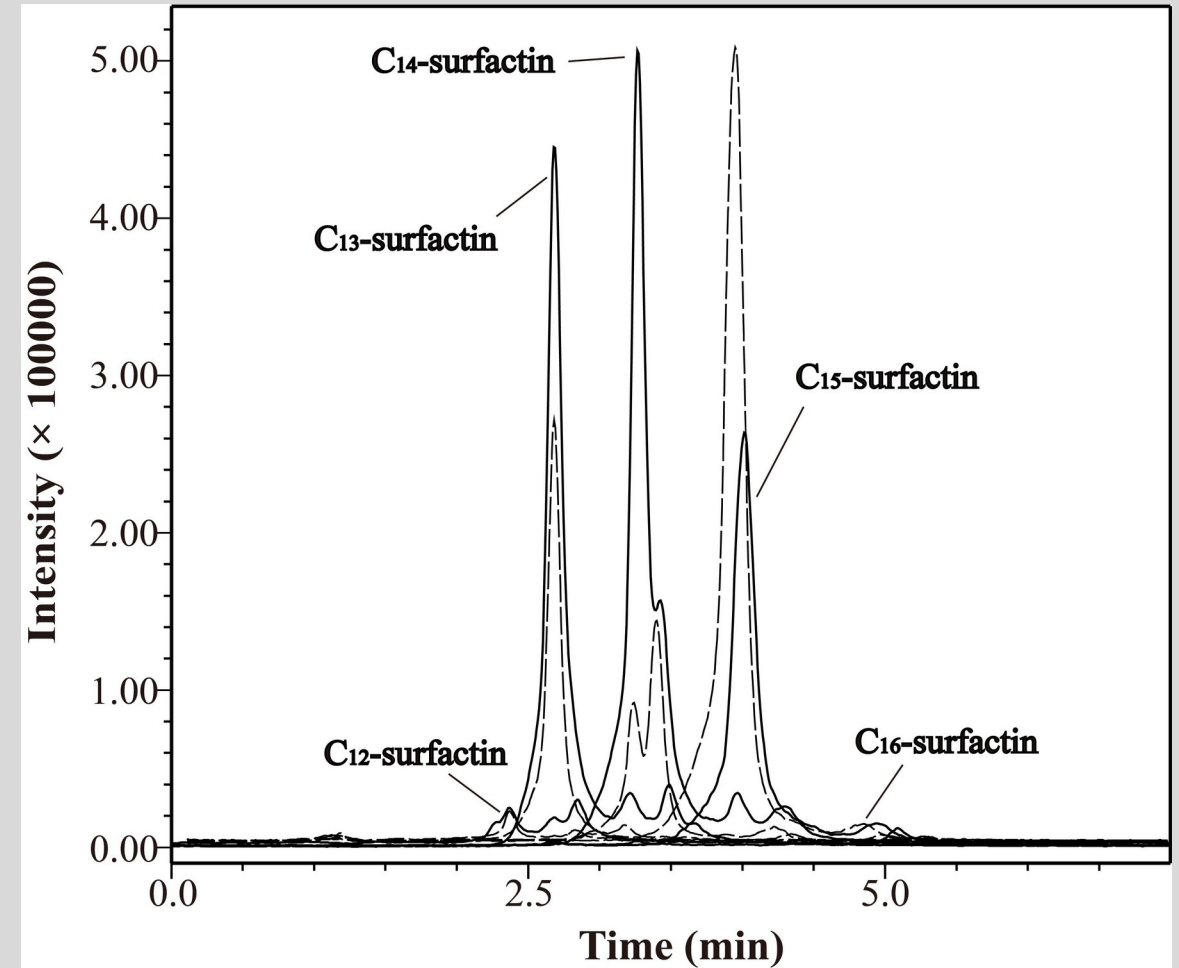


Адаптивность *Bacillus velezensis* BSA1 и его поверхностно-активное вещество к различным средам

Анализ компонентов поверхностно-активных веществ

Основным компонентом поверхностно-активных веществ является кольцевой липопептид сурфактин.(surfactin)

□ Содержание C₁₅-surfactin - 60%
производительность поверхностно-активного вещества (биосурфактанта) состоится 222 ± 3.5 mg/L

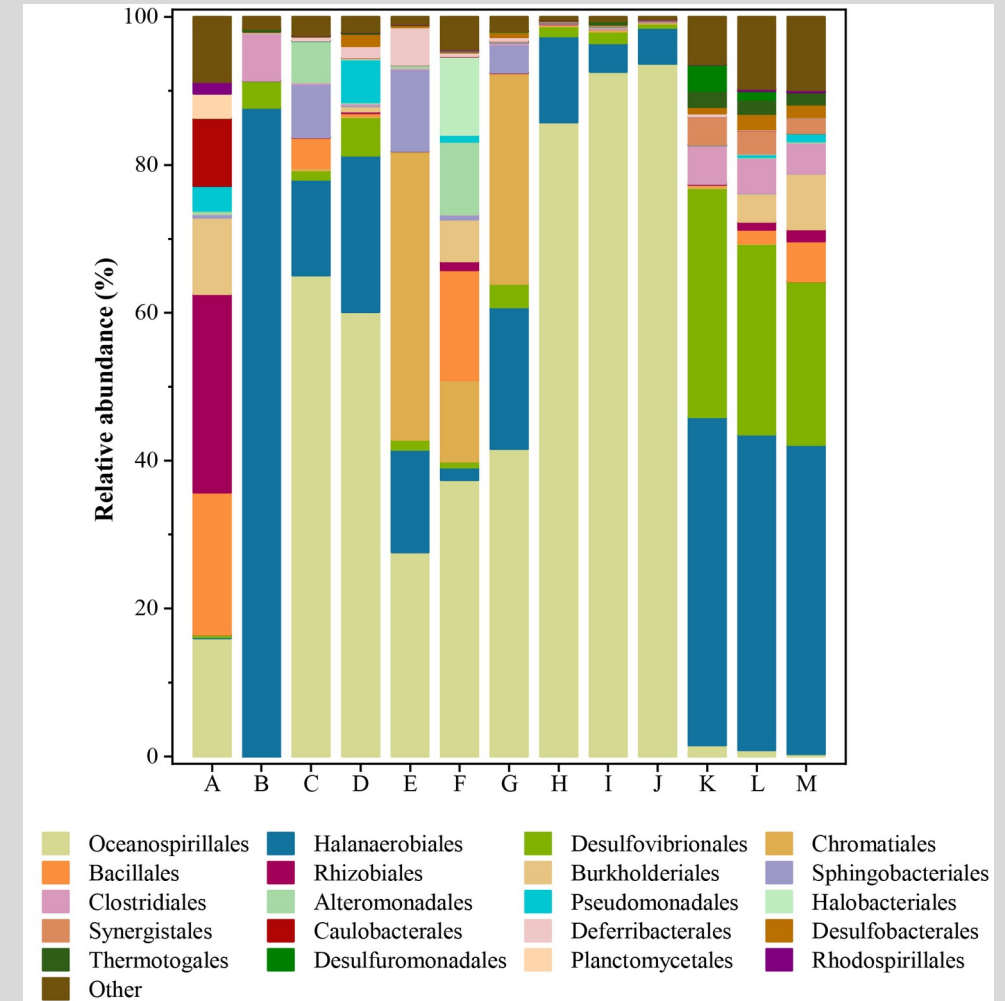


LC-MS/MS Анализ хроматограмм биосурфактантов
Сплошная линия: стандарт сурфактина; пунктирная линия: биосурфактант;

Изменение состава микробного сообщества в отдельной скважине

Изменение состава микробного сообщества

- Oceanospirillales являются доминирующими штаммам в микробном сообществе на стадии С–J.
- В процессе MEOR обогащаются другие функциональные микроорганизмы, которые могут производить биосурфактанты и разлагать углеводороды.



Изменение состава микробного сообщества в скважине после применения MEOR

Прогноз функций

- На стадии А функция разложения нефтяных углеводородов и функция производства поверхностно-активных веществ активируются закачкой бактериальных агентов.
- На стадии В–J метаногенная функция также постепенно обогащается, это указывает на то, что микробный метаногенез также может играть важную роль в процессе вытеснения нефти.

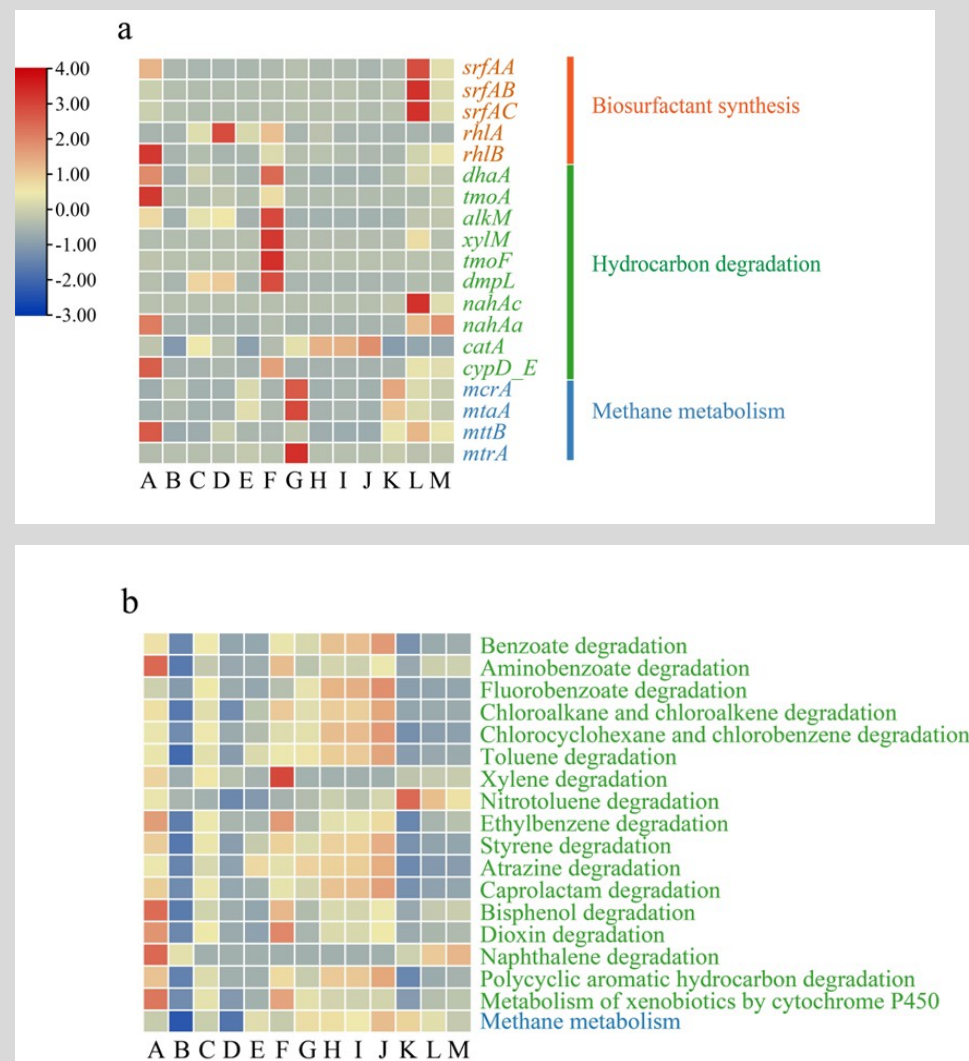
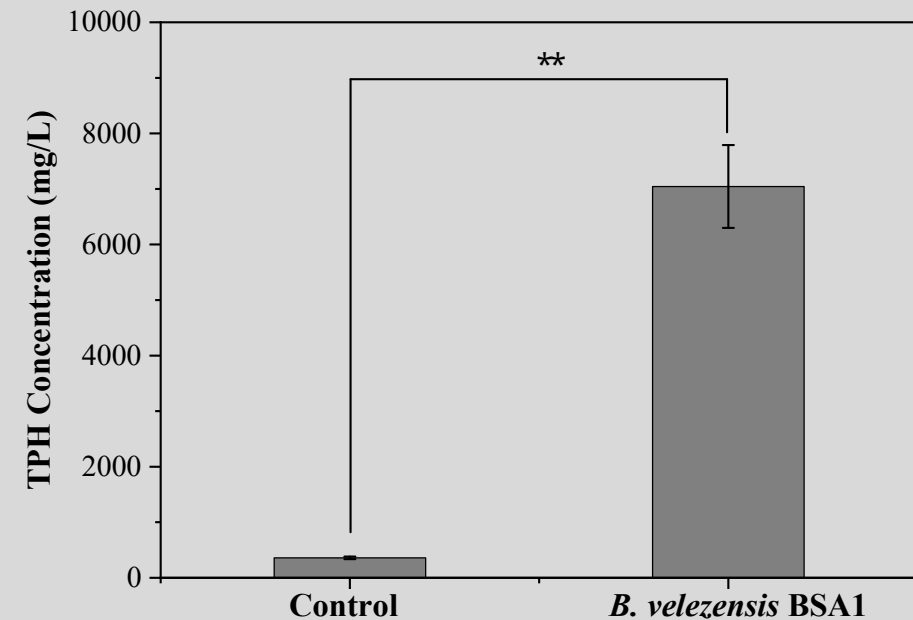


图 6. MEOR 应用后油井微生物群落预测功能基因 (a) 及代谢通路 (b) 丰度的变化

Имитационный эксперимент по сравнению с заводнением

- По сравнению с заводнением скорость вытеснения нефти *B. velezensis* BSA1 составляет 21,6%, увеличение в 21 раз.

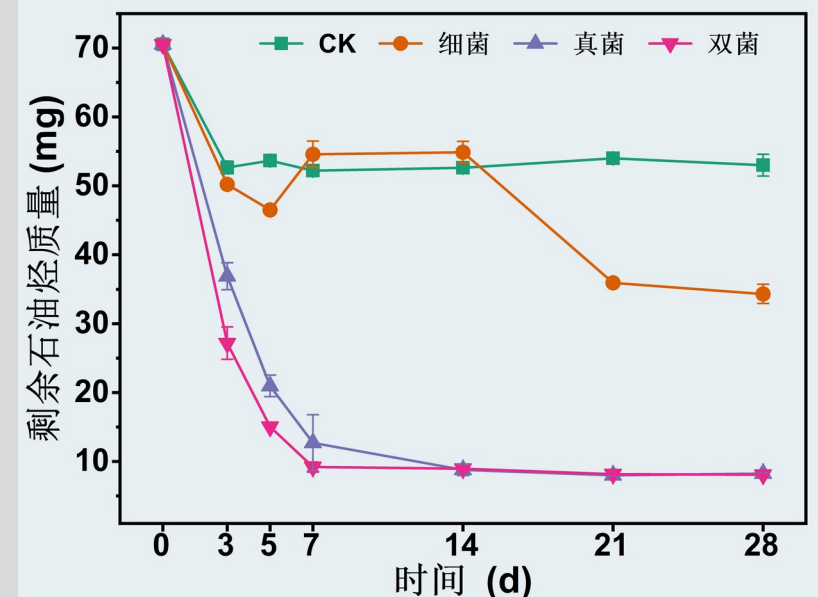


Грибок МЗ и бактерия GC-2 проводят эксперименты по разложению нефти

- ❑ Деградация группы совместного культивирования грибов и биобактерий достигла насыщения за 7 дней.
- ❑ Конечный коэффициент деградации двойной бактериальной совместной культуры может достигать 88,6%.

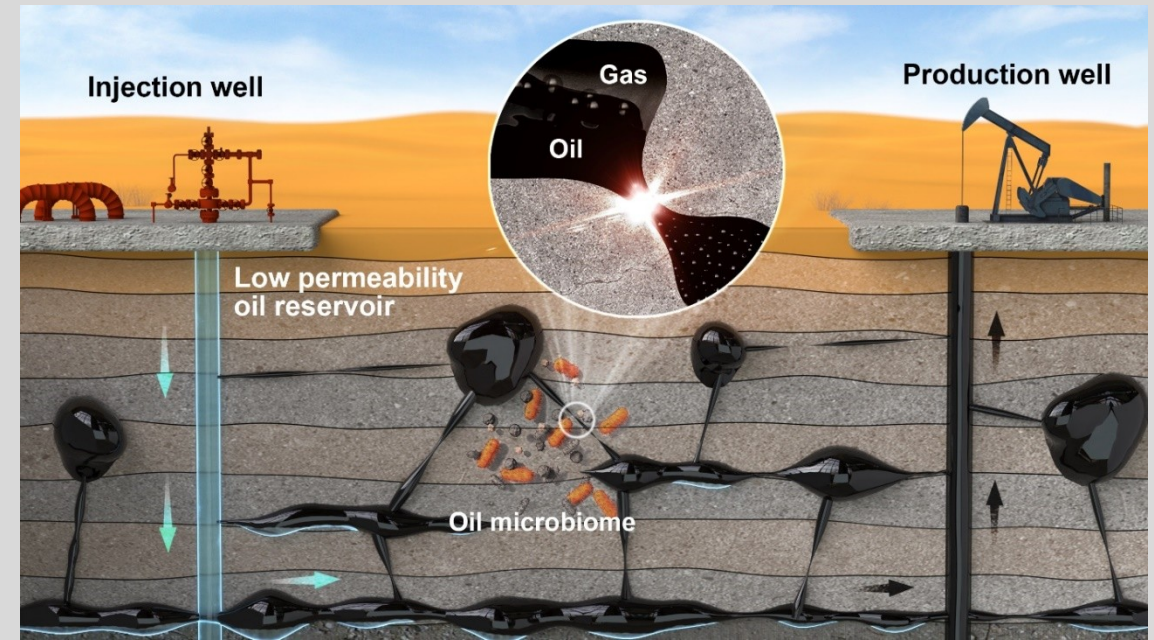
время	Коэффициент деградации нефтяных углеводородов (C ₁₀ -C ₄₀) (%)			
	СК	бактерия	грибы	двойные штаммы
3d	25.4±1.3	28.8±0.8	47.7±2.8	61.5±3.3
5d	23.9±1.2	34.1±0.5	70.3±2.2	78.7±0.1
7d	26.0±0.3	22.6±3.5	82.0±5.8	86.9±8.0
14d	25.4±1.7	22.2±2.9	87.5±1.1	87.3±2.2
21d	23.5±0.6	49.1±1.0	88.7±1.2	88.4±0.9
28d	24.9±2.9	51.3±4.1	88.3±1.4	88.6±0.9

Тенденция изменения качества оставшихся нефтяных углеводородов



Главное заключение

- *B. velezensis* BSA1 представляет собой эффективный нефтewытесняющий штамм, который можно использовать для увеличения добычи на нефтяных месторождениях.
- Улучшение нефтяной производительности тесно связано с составом и функциональным обилием микробных сообществ.
- Функция микробного производства поверхностно-активных веществ, функция деградации нефтяных углеводов и функция производства метана работают вместе, чтобы вытеснить сырую нефть.



Механизм вытеснения нефти *B. velezensis* BSA1, Jun et al., 2023, Chemical Engineering Journal

PART 05

Техническое преимущество

Technical Advantages

- ▶ ■ Техническое достоинство
- Сравнение параметров эффектов
- Сравнение с другими технологиями

Технологическая система 2E-MEOR начинается с практических задач и основывается на междисциплинарных теоретических основах, образуя замкнутое техническое решение, которое применяет технологию для решения проблем на месте. Ввиду трудностей, связанных с технологией микробиологического вытеснения нефти, посредством инженерной практики необходимо найти систематическое решение, охватывающее исследования и разработки основных бактериальных штаммов, анализ состояния нефтяных скважин, разработку решений, эффективную ферментацию, разработку процесса закачки в скважину, а также последующий мониторинг, эксплуатацию и техническое обслуживание. Низкая стоимость и долгосрочный эффект непрерывного увеличения добычи. Ключевые преимущества включают в себя:

Вид	Преимущество
Библиотека основных штаммов	Бактерии происходят из среды нефтяного пласта, имеют важные функции, высокую адаптируемость (высокая температура, различный уровень pH, высокая минерализация), экологически чистые и безопасные.
Заказный применение бактериальных агентов	Разработать систему нефтевытесняющих бактерий в соответствии с условиями формирования нефтяных скважин и качеством сырой нефти, чтобы добиться эффективного и устойчивого увеличения добычи скважин в различных средах.
Масштаб ферментации штаммов	Создать трехуровневый или четырехуровневый крупномасштабный процесс ферментации, определить и отрегулировать параметры ферментации в режиме реального времени и обеспечить оптимальную функцию бактериального агента.
Гибкий способ применения	Принять адаптивную технологию закачки в скважину, дополненную кондиционированием питательных веществ, для дальнейшего улучшения функции и эффекта бактериального агента.
Низкая себестоимость	По сравнению со себестоимостью химического заводнения на рынке, она составляет около 40% себестоимости химического заводнения и имеет долгосрочный эффект вытеснения нефти.
Длительный срок действия	Результаты отслеживания за один год показывают, что коэффициент нефтеотдачи увеличился примерно в 21 раз за счет одной закачки и долгосрочных выгод.
чистый и незагрязненный	Используя местные китайские штаммы, он не загрязняет окружающую среду и полностью экономит затраты на борьбу с загрязнением на более позднем этапе.

В следующей таблице приведено сравнение параметров эффекта 2E-MEOR и соответственных технологий.

Объекта	2E-MEOR	соответственная технология
Эффект увеличения нефтедабыч	Около 600т/год для одной скважины	Около 100~150т/год для одной скважины
Пропорция вложения и выпуска	1:4	1:1.6
Срок действия увеличения нефтедабыч	В среднем 1 год	В среднем 3~6 месяцев
Технические параметры	Сфера адаптации температуры нефтяного слоя составляет 30~93°C	Трудно гарантировать эффект выше 60 °С.
Операционная себестоимость	Сэкономить 60%	Средняя
Цикл промывки скважины	Продлен до 6 месяцев	В среднем 1 месяц
Себестоимость масштаба	По мере расширения масштабов производственные затраты могут еще больше снизиться.	Сложно дальше сжать себестоимость
Зелёная охрана окружающей среды	Не влиять на основную структуру нефтяной скважины и существенного изменения в составе сырой нефти.	В процессе от химического вытеснения нефти до нефтеперерабатывающем заводе требует технология предварительной обработки.

PART 06

Проектные достижения

Project Case

- ▶ ■ Проект Хуатугоу и Индун в про. Цинхай
 - Местная условия
 - Эффект увеличения нефтедабыч
 - Эффект профилактики парафина

Эта технология дала хорошие результаты за 2 года инженерной практики на 200 группах скважин на месторождениях Хуатугоу и Индун нефтяного месторождения в про. Цинхай. Вся технология получила высокую оценку компании Qinghai Oilfield, и ее результаты были обобщены и отмечены как отличные.

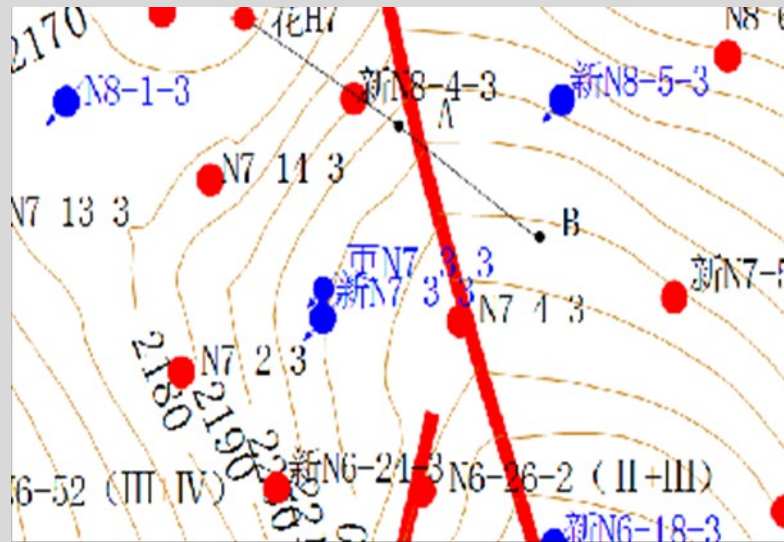


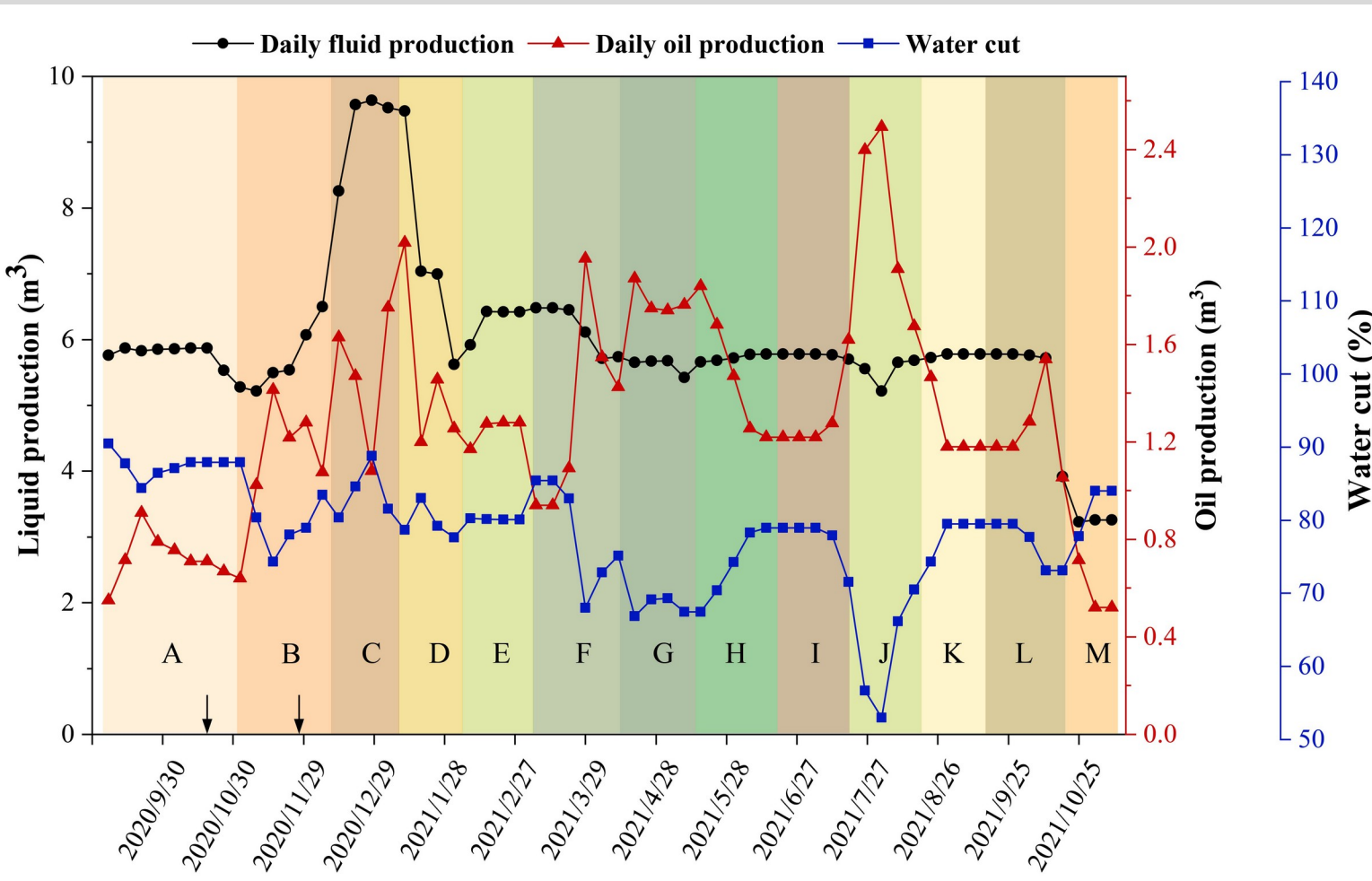
大规模菌剂发酵



菌剂注井过程

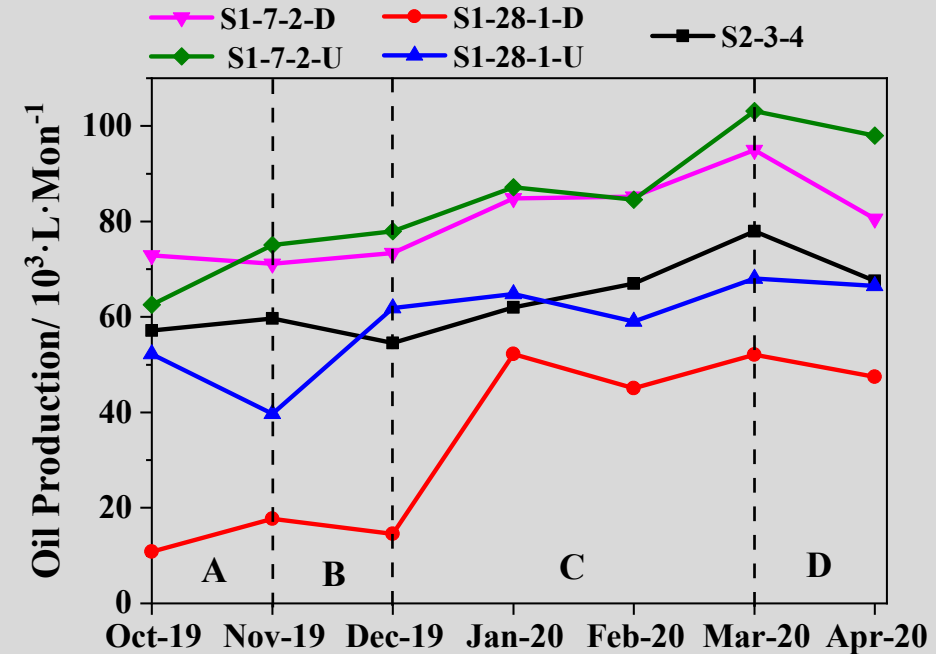
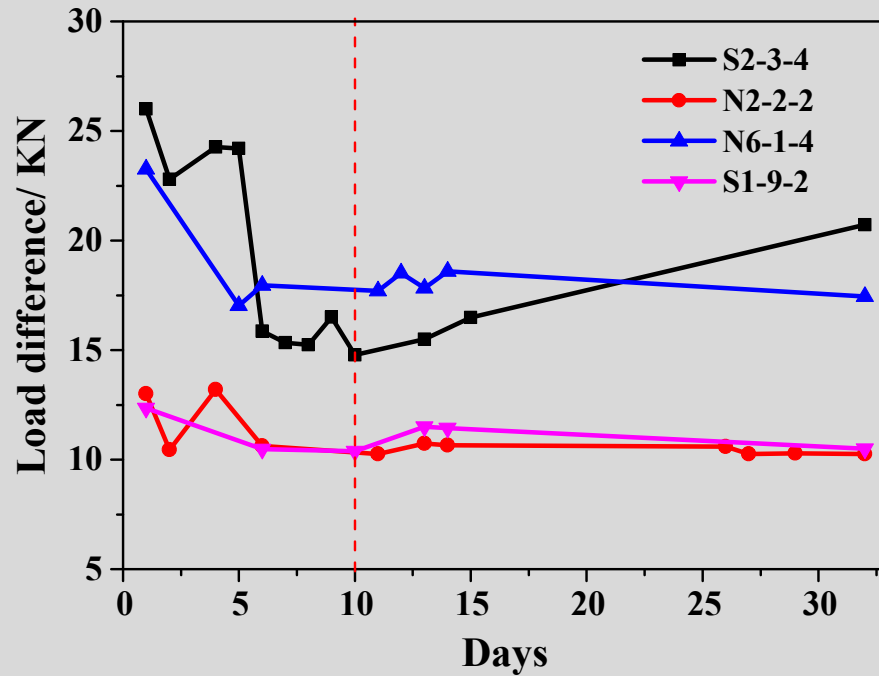
Нефтяное месторождение расположено на подземной глубине около 256-1600м с температурой 27-38 °С, общей минерализацией 104627-256752 mg/L и высоким солено-щелочным окружением, пластовым давлением 0,54-4,1МПа, проницаемость породы $5 - 50 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, имеет сильную неоднородность и относится к низконапорному и низкопроницаемому месторождению. Естественная энергия нефтяного слоя недостаточна, а условия формирования сложны, что создает большие трудности для добычи сырой нефти.





Изменения в добыче прикладных нефтяных скважин в про. Цинхай
Черная стрелка указывает на закачку *Bacillus velezensis* BSA1.

- Скорость нефтевытеснения *B. velezensis* BSA1 увеличилась на 21,6%, эффект нефтевытеснения увеличился в 21 раз
- Применение ферментационного бульона *B. velezensis* BSA1 в местных условиях :
 - Среднесуточная добыча нефти увеличилась с 0.6 m³ до 2.16 m³
 - Максимальная суточная добыча нефти увеличена до 3.51 m³
 - Накопленная добыча нефти одной скважины составляет не менее 500 m³
 - Максимальная накопленная добыча нефти увеличена до 1400 m³



Нагрузка и изменения в добыче нефтяных скважин применяющих технологии по микробному удалению и предотвращению парафина

- После закачки парафиноочистительных и противопарафиновых фунгицидов нагрузка нефтяных скважин значительно снизилась, а цикл промывки скважин удлинился в среднем на 30 дней.
- Добыча нефти на скважинах увеличивается.

A panoramic view of Dalian, China, at night. The foreground shows a residential area with warm streetlights and a church with a green spire. The middle ground features a bay with a traditional pavilion on a small island. The background is dominated by a dense skyline of modern skyscrapers, many of which are illuminated. The sky is a soft, hazy blue.

Спасибо за внимание

2024.03.08