

# Технология удаления и предотвращения парафина 2E-MEOR Технология микробного улучшения

*Biosurfactant And Modulating The Oil Microbiome*

Отчетный материал по месторождению Карамай

# • Каталог

01

Общие сведения

02

Ключевая технология

03

Экспериментальные данные

04

Проектные достижения

# PART 01

---

## Общие сведения

BACKGROUND AND SIGNIFICANCE

- Обзор технологий
- Исследовательская платформа
- Коллектив исследований
- Решение проблемы

### Технический принцип

В технологии микробного удаления и предотвращения парафина используются микроорганизмы для разложения парафина и других компонентов нефти, а метаболиты микробного метаболизма могут образовывать эмульгаторы и другие поверхностно-активные вещества, помогающие наноразмерным пузырькам, образующимся в результате микробного метаболизма, изменять текучесть нефти и улучшить производительность скважин. Длительный срок действия, простой процесс, не требует поддержки другого оборудования, позволяет избежать загрязнения и повреждения нефтяного слоя, вызванного горячей промывкой скважины, и соответствует стандартам качества зеленого и экологически чистого строительства.

### Техническое преимущество и основные показатели

- Пропорция вложения и выпуска: 1:7 (данные по проектам Хуатугоу и Индун нефтяных месторождений Цинхай)
- Цикл промывки скважин: Цикл промывки скважин продлевается как минимум 47 дней, что эффективно снижает простои и проблемы с добычей, вызванные промывкой скважин.
- Коэффициент растворения парафина:  $>93\%$
- Эффективность: 100%
- Адаптируемая среда: температура пласта:  $30^{\circ}\text{C}\sim 93^{\circ}\text{C}$ , общая минерализация:  $104627\text{--}256752\text{mg/L}$ , проницаемость горной породы:  $5\text{--}50\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$
- Срок действия увеличения производительности: в среднем около 6 месяцев.

Центр экологии и окружающей среды Китайской академии наук в настоящее время располагает 3 ключевыми национальными лабораториями, 1 национальной инженерной лабораторией, 2 ключевыми лабораториями Китайской академии наук, 5 лабораториями институтского уровня и несколькими платформами вспомогательных систем обслуживания. На основе химии окружающей среды, экологии, биологии и т. д. образуется исследовательская система, в которой наука и другие дисциплины проникают и влияют друг на друга. Что касается производства оборудования, то в настоящее время подразделение располагает первоклассным оборудованием для анализа и испытаний в стране и за рубежом в области химии окружающей среды, экологии, биологии и т. д., а также имеет сильные позиции в исследованиях экологической среды.





### 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 предприняет 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**

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 работает по сегодняшний день. 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).
- 5.Национальная ключевая программа исследований и разработок, Механизм воздействия изменения климата на популяции почвенных микробов в юго-западной экосистеме (2016YFC0502104).

### Предстоящая проблема

Во время добычи и эксплуатации нефтяных скважин сырая нефть содержит парафиновые компоненты. По мере снижения температуры и давления добычи на нефтяных месторождениях они выпадают в осадок из сырой нефти, вызывая образование парафинов в нефтяных скважинах, снижая производительность нефтяных скважин. И это серьезно влияет на нормальную добычу нефти из скважин. Кроме того, скопление парафина в системе транспортных трубопроводов приведет к уменьшению площади поперечного сечения потока нефти и повышению сопротивления потока нефти. В тяжелых случаях это приведет к закупорке системы трубопроводов, снижению эффективности добычи нефти на месторождениях. и приносят серьезные экономические потери добыче нефти. Принять лучшие технические меры по удалению и предотвращению парафина, чтобы предотвратить аварии, связанные с застреванием парафина, повысить эффективность работы нефтепроводов, обеспечить нормальную работу колонн нефтяных скважин и достичь ожидаемой производственной мощности. Это может предотвратить коррозию и повреждение оборудования для добычи нефти, сэкономить различное потребление энергии и повысить экономическую выгоду от добычи нефти.

# PART 02

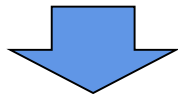
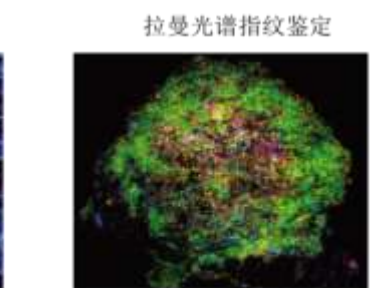
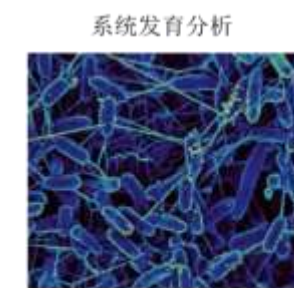
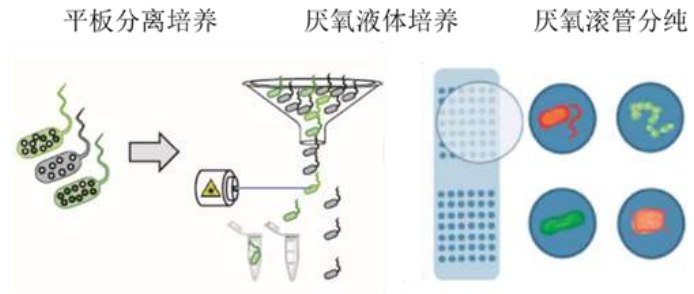
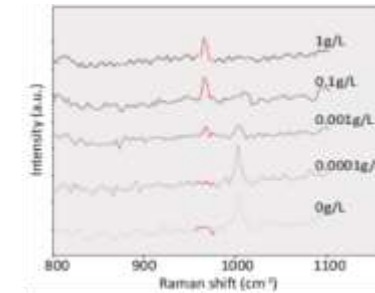
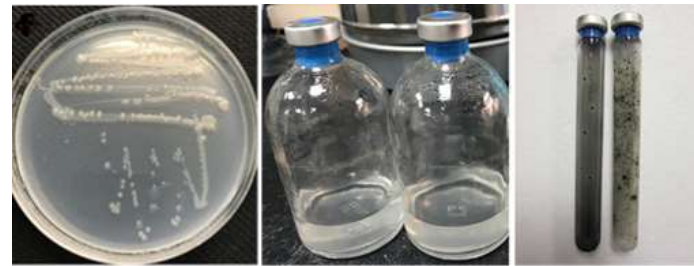
---

## Ключевая технология

CORE TECHNOLOGY

- Библиотека штаммов и платформа для скрининга
- Селекция основных штаммов
- Четырехэтапный процесс ферментации штаммов

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

系统发育分析

拉曼光谱指纹鉴定

流式细胞单胞分选培养

新型微流控培养技术

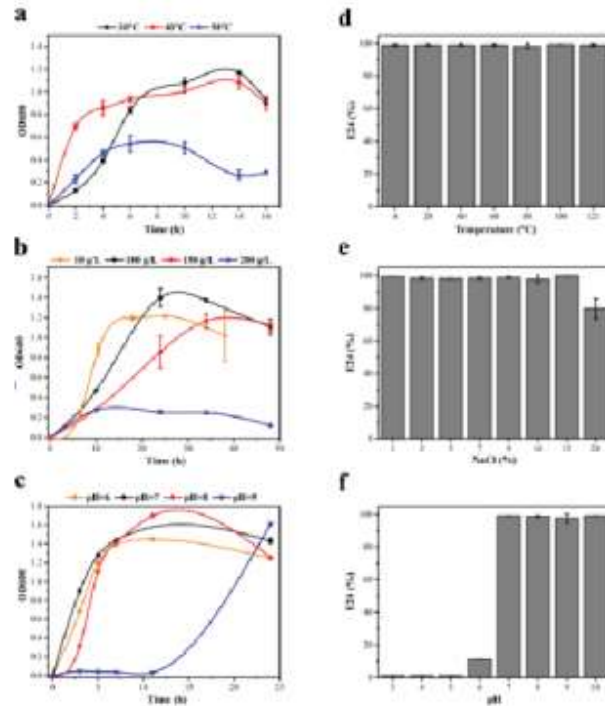
电子显微镜表征

荧光原位杂交显像

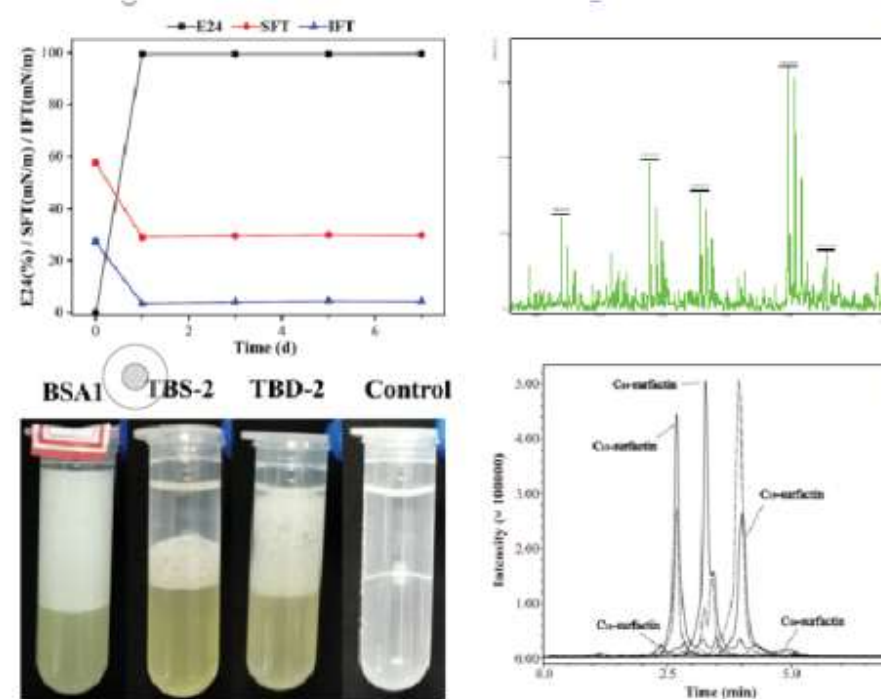
Исследовательская группа имеет богатый практический опыт в области микробного обогащения, разделения и очистки, селекции и подготовки, анализа микробного метаболизма и филогенетической идентификации.

Аккомодация основных штаммов:

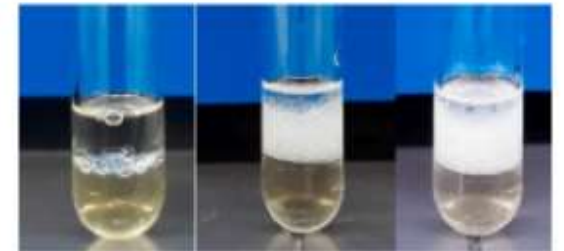
Высокая аккомодация штамма, температура(30°C~50°C), минерализация(10,000-200,000), рН(6-9), Основным компонентом сурфактина является циклический липопептид, обладающий стабильными свойствами и высоким выходом  $222 \pm 3.5 \text{ mg/L}$ .



生长及功能性状分析



表面特征表征及成分鉴定



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、一区一方案,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

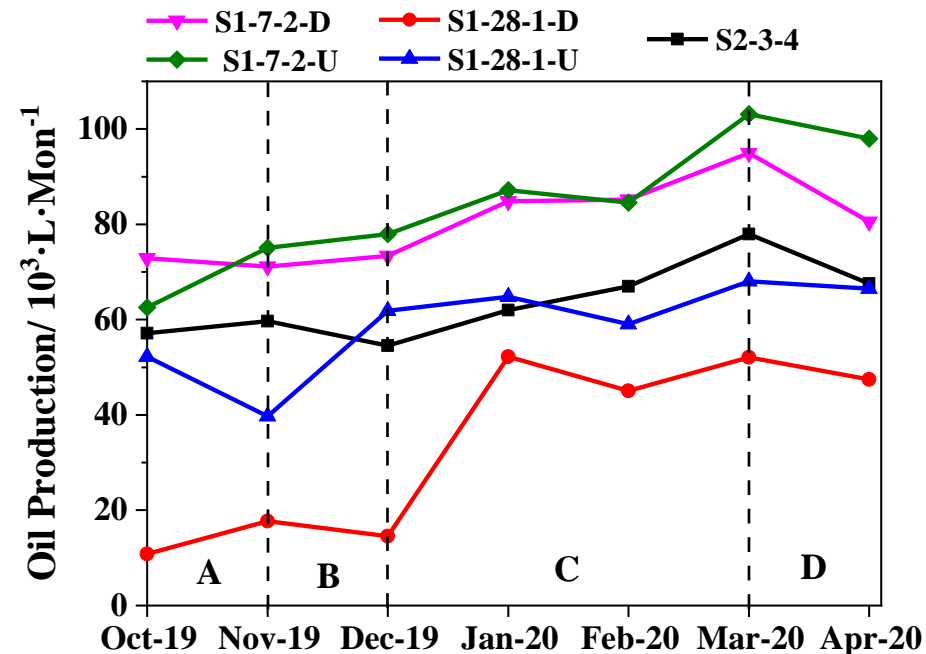
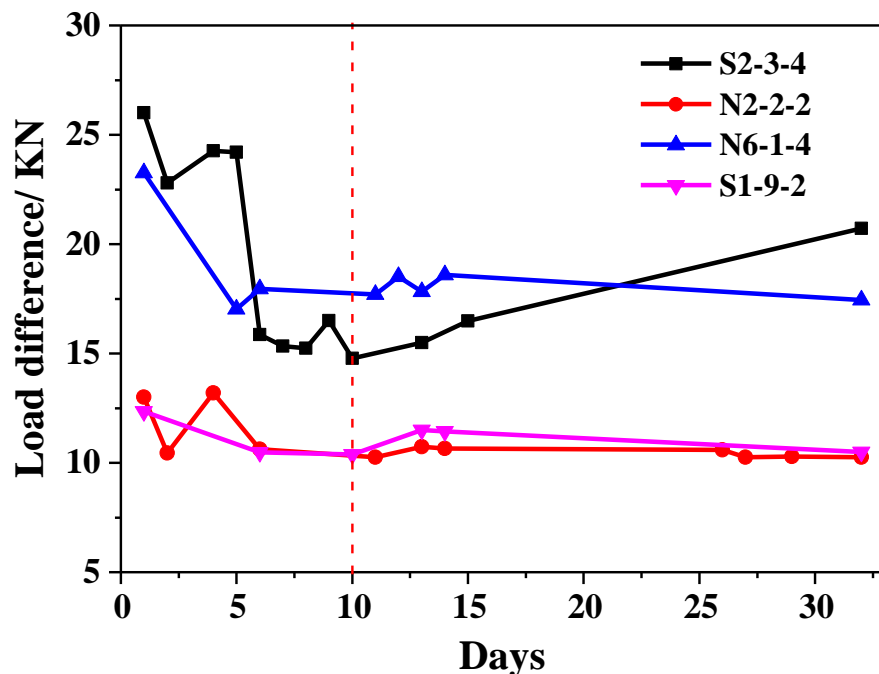
# PART 03

---

## Экспериментальные данные

Experimental Data

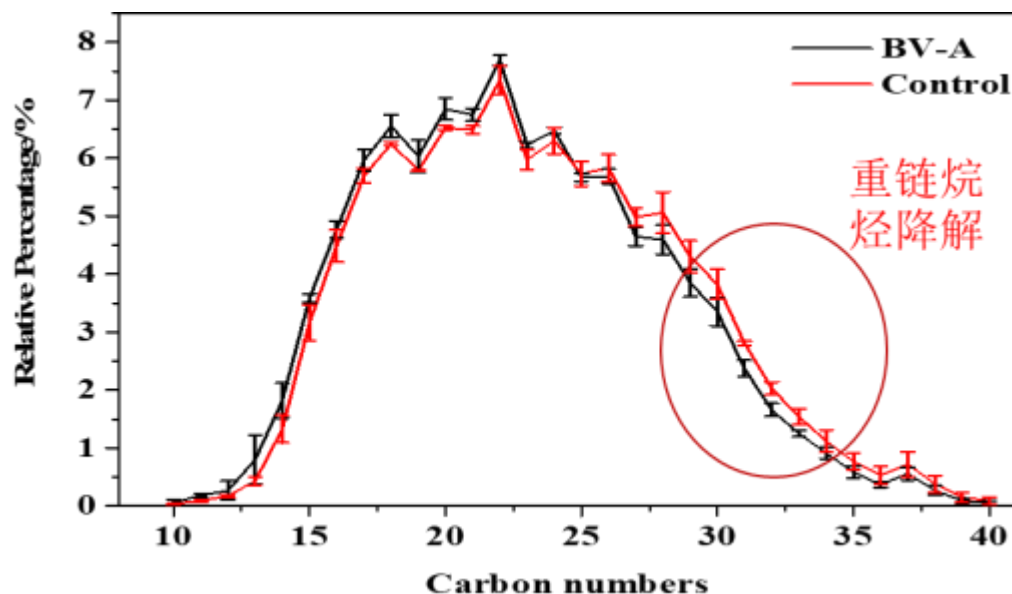
- Данные нагрузки нефтяных скважин
- Данные микробной деградации
- Данные поверхностно-активном  
воздействии
- Экологическая адаптируемость  
нефтяных скважин



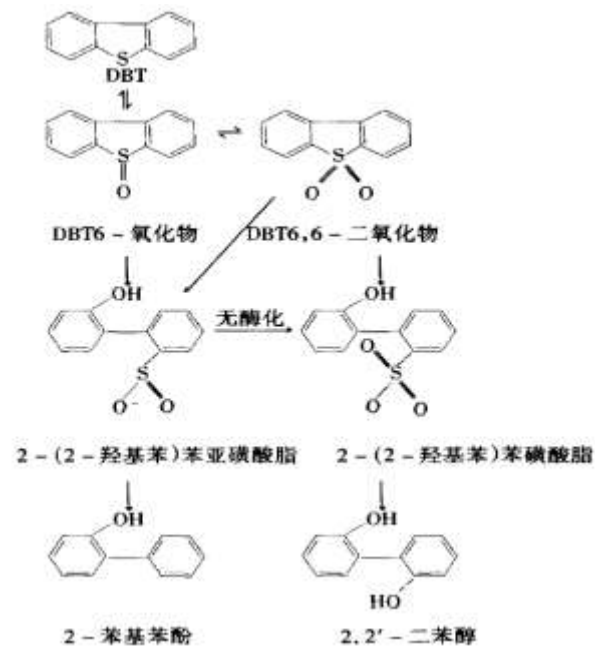
Нагрузка и изменения в добыче нефтяных скважин применяющих технологии по микробному удалению и предотвращению парафина

- После закачки парафиноочистительных и противопарафиновых фунгицидов нагрузка нефтяных скважин значительно снизилась, а цикл промывки скважин удлинился в среднем на 47 дней.
- Добыча нефти на скважинах увеличивается.

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.



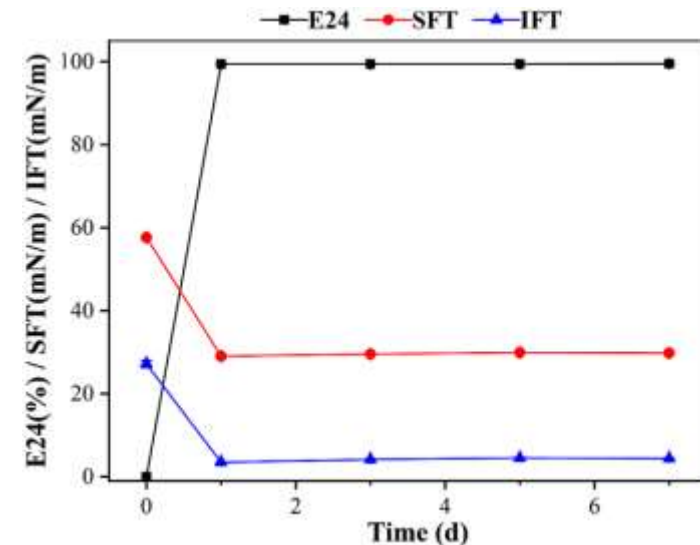
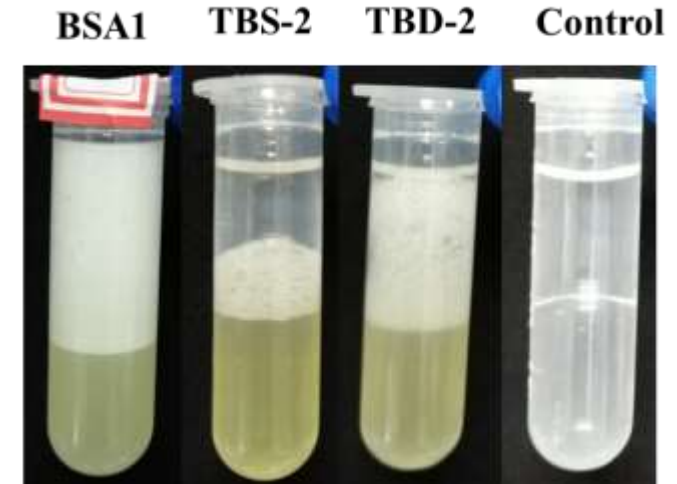
Микроорганизмы избирательно разлагают алканы с высоким содержанием углерода, увеличивая долю алканов с низким числом углерода.



Микроорганизмы разрушают связи углерод-сера и углерод-азот и структуру коллоидной сети асфальтенов.

### 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

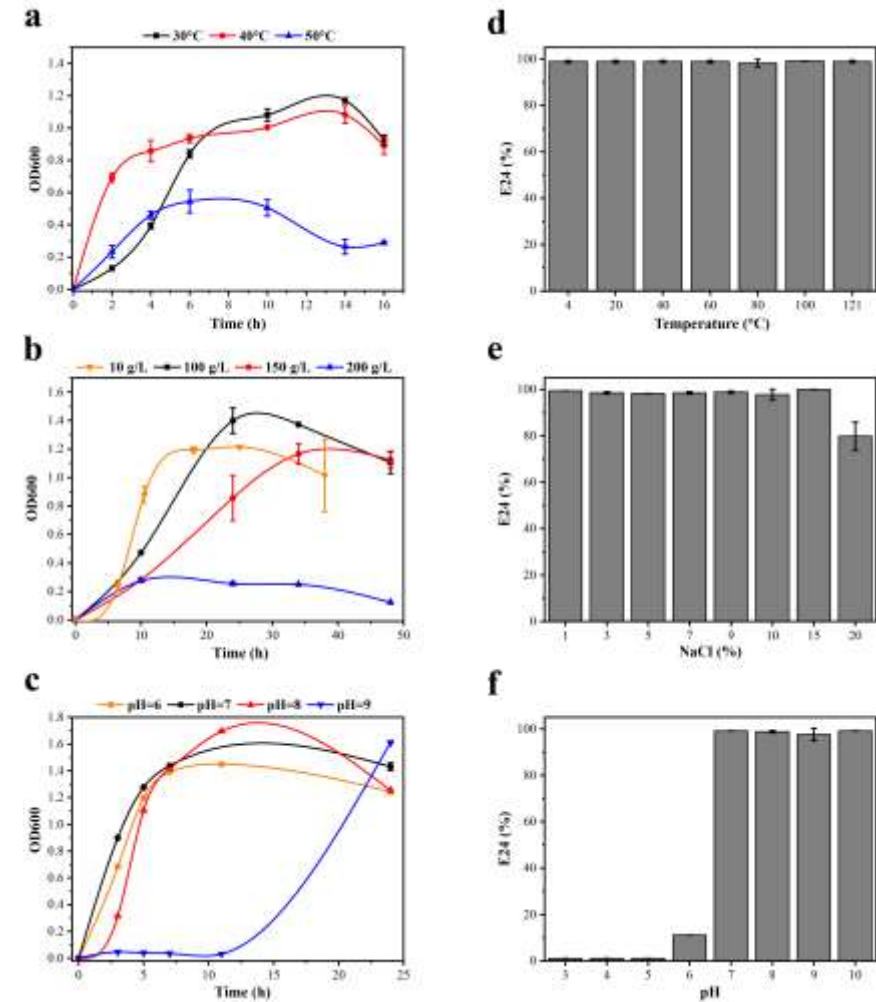
## Экспериментальные данные

### Адаптивность *B. velezensis* BSA1 к различным средам

■ Сфера выживания *Bacillus velezensis* BSA1: температура 30–80 °С, концентрация NaCl 10g/L–150g/L, pH 6–9

■ Стабильный диапазон характеристики сурфактина: температура 4–121°C, концентрация NaCl 1%–15%, pH 6–10

Имеются адаптируемые преимущества в соляно-щелочной среде



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

# PART 04

---

## Проектные достижения

Project Case

- Проект Хуатугоу и Индун в провинции Цинхай
- Местная ситуация удаления и профилактики парафина
- Эффект удаления и профилактики парафина

Эта технология дала хорошие результаты за 6 лет инженерной практики на более чем 1000 скважинах в 200 группах скважин на месторождениях Хуатугоу и Индун нефтяного месторождения в провинции Цинхай. Вся технология получила высокую оценку компании "Qinghai Oilfield", и ее результаты были обобщены и отмечены как отличные



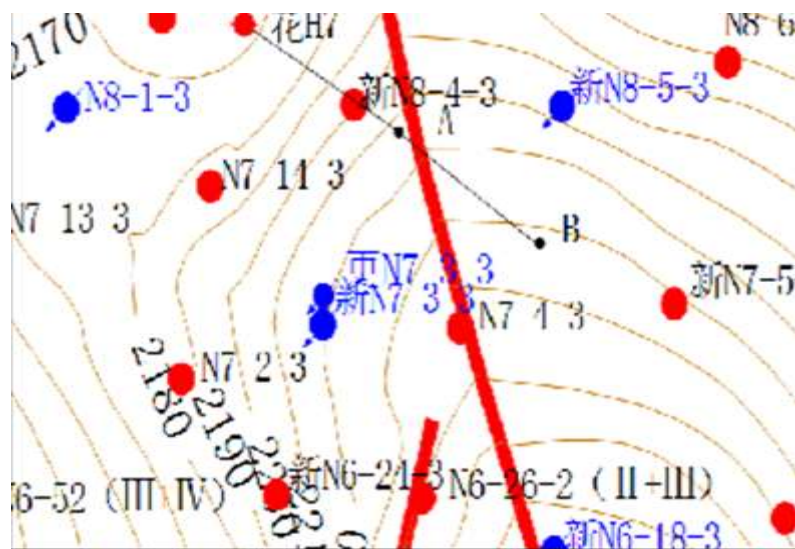
大规模菌剂发酵



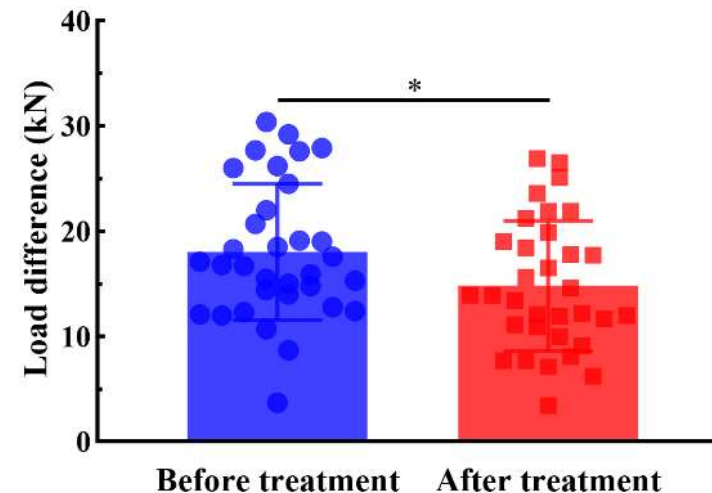
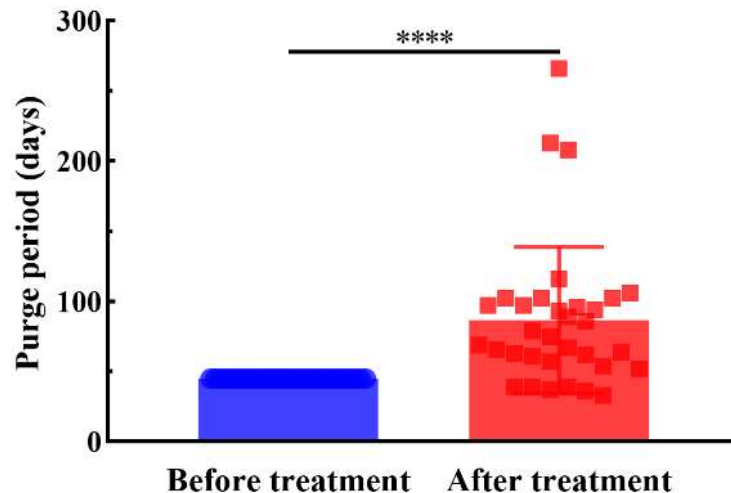
菌剂注井过程

# Местная ситуация удаления и предотвращения парафина

Нефтяные месторождения в трех нефтяных регионах выбрали нефтяные скважины для операций по микробному удалению и предотвращению парафина. Добытая сырая нефть имела вязкость 2000-4000 мПа·с, содержание смол и асфальтенов 8%-15% и содержание парафина 12% -28%. Операция по микробному удалению и предотвращению парафина осуществляется методом рукавной закачки. После завершения закачки нефтяная скважина работает нормально (без остановки скважины). Среди них строительная жидкость для удаления и предотвращения парафина состоит из биологических агентов и питательных растворов с микроорганизмами в качестве ядра. Конечный рН строительной жидкости составляет от 8,5 до 9,0. Регулярность контроля диаграммы динамометрического стенда нефтяной скважины и оценка цикла промывки скважины.



Удаление и предотвращение парафина принимают цикл промывки скважин и нагрузку нефтяных скважин в качестве основных показателей оценки. Минимальная разница между максимальной нагрузкой и минимальной нагрузкой нефтяной скважины до операции удаления и предотвращения парафина составляет 3,70 кН, а максимальная разница - 30,40 кН. После операции минимальная разница между максимальной нагрузкой и минимальной нагрузкой скважины составляет 3,40 кН, а максимальная разница составляет 26,90 кН. Разница в нагрузке нефтяной скважины на конце показала разную степень снижения. Среднее значение разницы между максимальной и минимальной нагрузками нефтяной скважины до операции составило 18,03 кН, а среднее значение разницы между максимальной и минимальной нагрузками нефтяной скважины после операции составило 14,82 кН. После операции нагрузка на нефтяную скважину значительно снизилась. В процессе эксплуатации нефтяных скважин на месторождениях цикл промывки скважин после обработки парафином удлиняется в среднем на 47 дней, степень растворения парафина составляет >93%, эффективность локальных парафиноудалений и профилактических мероприятий составляет 100%, а пропорция вложения и выпуска составляет 1:7. Таким образом, применение микробной технологии удаления и предотвращения парафина может продлить цикл удаления парафина и промывки нефтяных скважин, а также значительно увеличить добычу нефти из одной скважины. Оно имеет преимущества длительного срока действия, простоты процесса и значительной экономии.





**Спасибо за внимание**

---

2024.03.12