

О примерах выполненных микросейсмических исследований методом пассивных наблюдений с использованием оборудования SmartSolo

■ Youli An, главный геофизик, DTCC

Оборудование SmartSolo широко применяется в решении разнообразных задач в области инженерной геологии. Наши чувствительные автономные сейсмодатчики хорошо подходят для решения задач пассивного мониторинга микроколебаний (микросейсмика) на различных городских объектах.

Микросейсмика городских объектов и строений - это сложная система постоянных и случайных колебаний, состоящая из продольных и поперечных волн, при этом энергия поверхностных колебаний составляет более 70% от общей энергии. Микроволновая разведка в основном использует стандово-матричный метод получения микроволновой информации чувствительными датчиками, фиксирующими городские «шумы» в течении длительного времени. Для получения информации, формируется массив сейсмодатчиков, фиксирующих колебания в течении длительного времени. Сейсмодатчики могут размещаться по кругу, треугольниками, по кресту и в линии. Скорость поперечной волны получается путем преобразования в пластовую тонкослоистую модель среды, позволяющей сделать вывод о структуре исследуемого объекта.

Основные преимущества методов пассивной сейсмики и аппаратуры SmartSolo для выполнения микросейсмического мониторинга среды:

- Отсутствие повреждений исследуемых объектов;
- Высокая противоинтерференционная способность оборудования;
- Низкая стоимость исследований;
- Экологически чистые работы.

Метод извлечения дисперсионной кривой поверхностных волн.

Методы извлечения дисперсионных кривых в основном подразделяются на метод пространственных коэффициентов

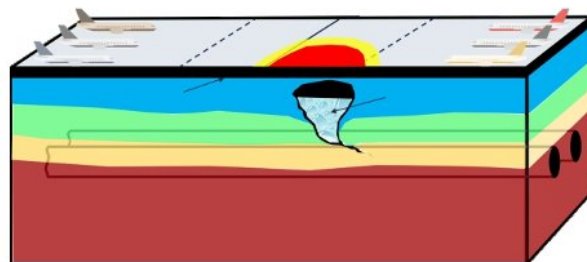
автокорреляции (метод SPAC) и метод спектрального соотношения скоростей среды. Основной принцип метода спектрального соотношения продольной и поперечной скорости заключается в вычислении спектра мощности сигнала во временной области микродвижения, а также в вычислении соотношения амплитуды горизонтального и вертикального направления каждой частоты в частотной области.

Процесс реконструкции геологической структуры состоит:

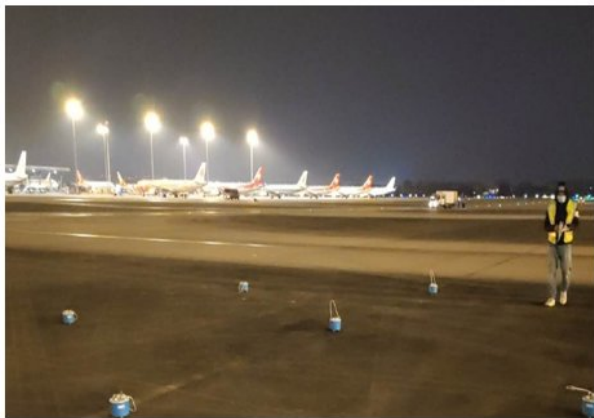
- Создание массивов наблюдений для получения микро-двигательного исходного сигнала в точке наблюдения;
- Извлечение кривых рассеяния поверхностных волн или кривых ВЧ/ВЧ-излучения из наблюдаемых данных;
- Инверсия структуры скоростей S-волн из дисперсионных или H/V кривых для получения стратиграфии неглубоких поверхностей.

Исследования целостности покрытия в аэропорту Чэнду.

Поверхность под взлетно-посадочной полосой аэропорта может расслаиваться - под бетонным покрытием могут образовываться пустоты, связанные с проседанием, неравномерным уплотнением, а также вымыванием песка и грунта из основания плит (Рис. 1). Исследования микросейсмического мониторинга были поставлены



▲ Рис. 1. Поисковые объекты под поверхностью бетонного покрытия.



▲ Рис. 2. Размещение датчиков SmartSolo на взлетном поле аэропорта.

на выявление таких пустот, нарушающих целостность покрытия.

На поверхности непосредственно над осевой линией исследуемой конструкции между плитами была установлена кольцевая система наблюдения, состоящая из шести сейсмометров, размещенных в вершинах внутреннего шестиугольника круга и одного сейсмометра в центре круга, которые могут образовывать два вида систем наблюдения, гексагональную и треугольную, а расстояние от вершин до центра круга считается радиусом наблюдения R . Размещенные на поверхности сейсмодатчики SmartSolo позволяют обнаруживать геологические условия ниже бетонной поверхности взлетной полосы (Рис. 2).

Исследование риска безопасности строительства.

Был осуществлен динамический мониторинг дорожного полотна с целью выявления зон изменения уровня грунта дорожного покрытия. Работы проводи-

лись по линейно-матричной системе наблюдения. Выявлялись зоны расслоения грунтов в связи с проседанием песка и гравия под дорожным полотном и фундаментом некоторых построек.

Данные работы были проведены без нарушения целостности полотна, оперативно и весьма эффективно.

Была выявлена зона разуплотнения грунта, проходящая в том числе и под фундаментом одного из зданий. Проведенные исследования позволили оперативно провести восстановительные работы (Рис 3).

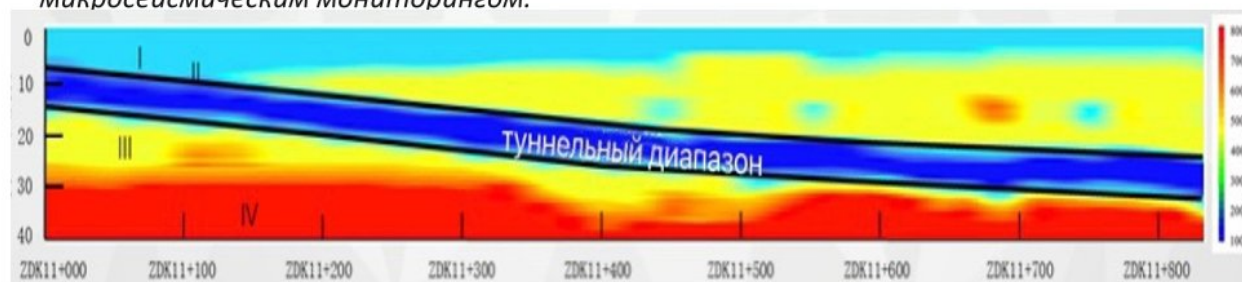
Обнаружение неблагоприятных геологических тел. Исследование карстовых пород в метро в Шэньчжэне.

Структура дорожного покрытия проходит через карстовую зону и технология микросейсмических исследований очень хорошо подходит для построения модели среды с целью достижения точного позиционирования полостей. Проведенные исследования полностью подтвердились последующим бурением. Учитывая дискретность информации, получаемой от скважинных исследований, наш метод очень важен для построения единой модели среды и в межскважинном пространстве (Рис. 4; 5).

Обнаружение и расположение муниципальных трубопроводов.

Нами были выполнены работы по контролю положения муниципальных трубопроводов. Результаты разведки дали возможность восстановить положение магистральных трасс, их размер и направление.

▼ Рис. 3. Зона разуплотнения дорожного полотна, выявленная микросейсмическим мониторингом.





▲ Рис. 4. Размещение датчиков для выявления карстовых объектов.

Закключение.

Технология микросейсмического мониторинга может быть использована повсеместно как во время предварительных инженерных изысканий, так и при последующем исследовании в процессе эксплуатации объектов. Простота и цена таких исследований делает их удобным инструментом, позволяющим решать многие задачи.

Оборудование, предлагаемое нашей компанией - высокоточный трехкомпонен-

тный сейсмограф (IGU-BD3C-5) – наилучшим образом подходит для подобных исследований. Это чувствительный датчик и система передачи данных для анализа в режиме реального времени.

Мы с нетерпением ожидаем появления новых практических примеров работ и осознания практической ценности подобных проектов, эффективно снижающих строительные риски.

▼ Рис. 5. Схема проведенных исследований карстовых зон.

