

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев Университеті

Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

7M07306 Геопространственная цифровая инженерия

МАР2692 «Инновационные технологии в маркшейдерском деле»

11 лекция. Новый способ съемки трещиноватости пород прибортовых массивов с помощью лазерного 3D сканера.

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: PhD, АССОЦ. ПРОФ. КОЖАЕВ Ж.Т.

АЛМАТЫ 2024

Введение

Трещиноватость пород прибортовых массивов, то есть наличие трещин, трещинных зон и других дефектов в горных породах, играет ключевую роль в оценке устойчивости горных массивов, особенно при проектировании карьеров, шахт, тоннелей и других горных сооружений. Для мониторинга и контроля трещиноватости на поверхности карьеров и других геологических объектов используются различные геодезические и геофизические методы.

Одним из самых современных и эффективных методов съемки трещиноватости является использование лазерного 3D сканирования. Этот метод позволяет получить высокоточные трехмерные модели объектов, что дает возможность детально анализировать состояние пород, выявлять зоны напряжений, смещения и другие геомеханические процессы.

1. Основные принципы работы лазерного 3D сканера

Лазерные 3D сканеры основаны на принципе измерения расстояний с помощью лазерных лучей. При этом сканер испускает лазерный импульс, который отражается от поверхности объекта, и, по времени, которое требуется для возвращения отраженного сигнала, вычисляется расстояние до объекта. Данные, полученные в результате этих измерений, затем используются для построения трехмерной модели поверхности.

Сканеры могут работать с очень высокой точностью, обеспечивая возможность получения детализированных моделей сложных объектов и поверхностей, включая трещины, дефекты и другие геологические особенности.

Ключевые компоненты лазерного 3D сканера:

Лазерный источник — излучает лазерный импульс.

Приемник — фиксирует возвращенный сигнал и вычисляет расстояние.

Система координат — для определения точных координат точек, где был получен сигнал.

Система обработки данных — собирает и анализирует измеренные данные для создания 3D модели.

2. Процесс съемки трещиноватости с помощью лазерного 3D сканера

Подготовка к съемке:

Определение области исследования и подготовка оборудования.

Размещение сканера на точках, обеспечивающих полный обзор обследуемой поверхности. Для этого часто используются несколько сканеров или сканеры с вращающимся механизмом.

Калибровка оборудования, настройка параметров работы сканера (например, частоты сканирования и разрешения).

Съемка: Лазерный сканер испускает лазерные импульсы, которые отражаются от поверхности пород. Каждый отраженный импульс фиксируется приемником и преобразуется в трехмерные координаты (X, Y, Z). Процесс съемки может занимать от нескольких минут до нескольких часов, в зависимости от размера обследуемой зоны и разрешения, с которым требуется получить данные.

Обработка данных: После съемки полученные данные поступают в специализированное программное обеспечение для обработки. Программа преобразует полученные данные в облако точек — набор точек в 3D пространстве, которые представляют поверхность объекта. Это облако точек может быть использовано для создания точных трехмерных моделей.

Анализ трещиноватости: На основе полученных 3D моделей проводится анализ трещиноватости. Программное обеспечение позволяет:

Выявлять и измерять трещины и их характеристики (длину, ширину, глубину).

Оценивать их распределение по поверхности пород.

Идентифицировать зоны, где возможно возникновение новых трещин или где имеются деформации.

Создавать карты напряжений и деформаций на основе полученных данных.

Интерпретация и отчетность: После обработки и анализа результатов, геодезисты и маркшейдеры могут создавать отчеты, содержащие информацию о состоянии трещиноватости, а также рекомендации по обеспечению стабильности карьера или шахты.

3. Преимущества метода лазерного 3D сканирования

Высокая точность: Лазерное сканирование позволяет получать данные с точностью до миллиметров, что делает метод одним из самых точных для определения дефектов на поверхности пород.

Быстрота выполнения съемки: Процесс лазерного сканирования намного быстрее традиционных методов (например, тахеометрических съемок), что значительно сокращает время обследования больших и сложных участков.

Невозможность визуализации: Лазерное сканирование позволяет «увидеть» такие элементы, как микротрещины или скрытые дефекты, которые могут быть недоступны для традиционных методов визуального осмотра.

Минимальное вмешательство в процесс: Для проведения съемки не требуется непосредственного контакта с объектом, что минимизирует риск воздействия на стабильность карьера или геологических объектов.

Документирование и архивирование: Полученные 3D модели и облака точек могут быть сохранены и использованы для дальнейшего анализа и мониторинга. Это создает возможность для долгосрочного отслеживания изменений.

4. Применение лазерного 3D сканирования для съемки трещиноватости

Мониторинг откосов карьеров и шахт: Лазерное сканирование помогает в выявлении трещин на откосах, особенно в районах, где традиционные методы неэффективны или небезопасны.

Предотвращение аварий: Благодаря детальному анализу трещиноватости, можно заранее обнаружить потенциальные зоны, подверженные обрушению.

Оценка состояния инженерных сооружений: Лазерное сканирование используется для мониторинга состояния инженерных сооружений, таких как дамбы, плотины, мосты, где трещины могут свидетельствовать о процессе разрушения.

Картирование геологических особенностей: С помощью лазерных сканеров также создаются геологические карты, которые включают не только трещины, но и другие геофизические и геологические особенности поверхности.

5. Проблемы и ограничения метода

Зависимость от погодных условий: Лазерные сканеры могут быть чувствительны к погодным условиям, таким как дождь или туман, что может снижать точность измерений.

Стоимость оборудования: Высокоточные лазерные сканеры стоят дорого, что может ограничивать их использование в некоторых случаях.

Необходимость в обработке больших объемов данных: Лазерное сканирование генерирует огромные объемы данных, которые требуют значительных вычислительных ресурсов для обработки и анализа.

Ограничения по расстоянию: Лазерные сканеры имеют ограничение по дальности измерений, что может стать проблемой при съемке больших участков.

Заключение

Использование лазерного 3D сканирования для съемки трещиноватости пород прибортовых массивов является инновационным методом, который предоставляет высокий уровень точности, скорости и надежности. Этот метод активно используется в геодезии, маркшейдерии, горном деле и строительстве для контроля стабильности горных массивов, предотвращения аварий и обеспечения безопасности горных работ.

Контрольные вопросы:

Как работает лазерный 3D сканер и какие данные он предоставляет для анализа трещиноватости?

Какие основные этапы включает в себя процесс съемки трещиноватости с использованием лазерного 3D сканера?

Какие преимущества дает использование лазерного 3D сканирования по сравнению с традиционными методами съемки трещиноватости?

Как можно использовать лазерное сканирование для мониторинга устойчивости откосов карьеров и шахт?

Какие ограничения и проблемы могут возникать при использовании лазерного 3D сканирования для съемки трещиноватости?