

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»

15 лекция. Создание цифровых моделей горного массива. Определение структуры горного массива с использованием лазерного сканирования.

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

АЛМАТЫ 2024

Введение

В последние десятилетия лазерное сканирование стало важным инструментом для геодезических, маркшейдерских и горных работ, в том числе при создании цифровых моделей горного массива. Эта технология позволяет с высокой точностью и в короткие сроки получать 3D данные о рельефе, геометрии и структуре горных пород, что делает процесс разработки карьеров, шахт и горных предприятий более безопасным, эффективным и точным.

Создание цифровых моделей горного массива и определение его структуры с использованием лазерного сканирования являются важнейшими этапами в оценке состояния горных пород, а также в прогнозировании геологических процессов, таких как обрушения, трещины и деформации. Эта информация помогает в принятии решений по проектированию и мониторингу карьеров, шахт и других горных объектов.

1. Цифровые модели горного массива

Цифровая модель горного массива (ЦМГМ) — это трехмерное представление структуры и геометрии горных пород, полученное путем сбора данных о рельефе и характеристиках породы. Это может быть как упрощенная модель для базового анализа, так и сложная 3D модель, включающая множество факторов и параметров.

Процесс создания цифровых моделей горного массива включает несколько ключевых этапов:

Сбор данных: Лазерное сканирование является основным методом получения данных для построения цифровой модели горного массива. Это может быть как наземное сканирование, так и воздушное (с использованием дронов или самолетов). Лазерные сканеры собирают облака точек, которые представляют собой плотные наборы данных с координатами точек на поверхности объекта.

Обработка облаков точек: После того как данные собраны, они подвергаются обработке с помощью специализированного программного обеспечения. Сканеры фиксируют большое количество точек, каждая из которых имеет 3D координаты, что позволяет создать точную модель поверхности.

Построение 3D моделей: После обработки облаков точек создаются 3D модели, которые могут быть использованы для анализа структуры горного массива, рельефа, устойчивости откосов и других важных факторов. Такие модели могут включать в себя не только геометрические характеристики, но и информацию о составе горных пород, трещинах и других дефектах.

Анализ и интерпретация данных: На основе полученных цифровых моделей горного массива проводится детальный анализ. Это включает в себя изучение состояния горных пород, выявление трещин, расчеты углов откосов и планирование горных работ.

2. Использование лазерного сканирования для определения структуры горного массива

Лазерное сканирование является одним из самых эффективных методов для получения точных данных о структуре горного массива. В отличие от традиционных методов измерений, лазерное сканирование позволяет собрать информацию о поверхности с высокой точностью и разрешением. С помощью лазерных сканеров можно:

Измерить трещиноватость пород: Лазерное сканирование помогает выявить микротрещины, которые могут быть не видны при визуальном осмотре. Это особенно важно для предсказания сдвигов или обрушений в карьерах и шахтах.

Определить углы откосов и стабильность откосов: Одной из важнейших задач при исследовании горного массива является оценка углов откосов и их стабильности. Лазерные сканеры дают точные данные, которые используются для расчета углов наклона откосов, а также для анализа риска обрушений.

Оценка плотности и состава пород: Лазерное сканирование также может помочь в определении плотности различных слоев горных пород и их состава. Сравнивая интенсивность отраженного лазерного сигнала, можно сделать предположения о свойствах материала.

Выявление геологических дефектов: Сканеры могут фиксировать мелкие изменения поверхности, такие как трещины, пустоты, разломы и другие геологические дефекты, которые могут повлиять на безопасность горных работ.

Моделирование и прогнозирование процессов в горном массиве: На основе цифровых моделей можно создавать прогнозы по устойчивости горного массива, а также оценивать риски, связанные с возможными обрушениями или другими геологическими процессами.

3. Преимущества лазерного сканирования для анализа горных массивов

Лазерное сканирование обладает рядом преимуществ, которые делают его идеальным инструментом для создания цифровых моделей горных массивов и анализа их структуры:

Высокая точность: Лазерное сканирование дает очень точные данные о поверхности, что позволяет получать детализированные 3D модели с точностью до миллиметров.

Большая скорость сбора данных: Лазерное сканирование позволяет за короткое время собирать большие объемы данных, что особенно важно для обследования больших территорий или сложных объектов.

Безопасность: Сканирование можно проводить без необходимости приближения к опасным участкам, что снижает риски для специалистов.

Детализированные 3D модели: Полученные модели содержат множество подробных характеристик, таких как геометрия, углы наклона, плотность и даже трещины в породах. Эти данные необходимы для глубокого анализа.

Мониторинг изменений: Лазерное сканирование позволяет проводить регулярные съемки, что дает возможность отслеживать изменения в горном массиве и выявлять потенциальные проблемы, такие как деформации или движения пород.

4. Программное обеспечение для обработки данных лазерного сканирования

Для работы с данными лазерного сканирования и создания цифровых моделей горного массива существует специализированное программное обеспечение, которое позволяет эффективно обрабатывать облака точек и строить 3D модели. Некоторые из популярных программных пакетов:

Leica Cyclone: Программное обеспечение, предназначенное для работы с данными лазерного сканирования, полученными с помощью сканеров Leica. Оно позволяет обрабатывать облака точек, создавать модели и проводить анализ изменений.

FARO Scene: ПО для обработки данных, полученных с помощью лазерных сканеров FARO. Программа поддерживает создание 3D моделей и анализ геометрических характеристик объектов.

AutoCAD: Используется для работы с 3D моделями, созданными на основе облаков точек. В нем можно проводить детализированный анализ, моделировать и создавать чертежи.

CloudCompare: Бесплатное ПО с открытым исходным кодом, предназначенное для обработки облаков точек. Оно широко используется для анализа геометрии и структуры поверхности.

Riegl RiScan Pro: Программное обеспечение для работы с данными лазерного сканирования, полученными с помощью сканеров Riegl. Оно позволяет строить высокоточные 3D модели и проводить анализ различных характеристик.

Заключение

Создание цифровых моделей горного массива с использованием лазерного сканирования — это важный шаг в современном маркшейдерском деле. Этот метод позволяет получить точные данные о геометрии и структуре горных пород, а также анализировать различные параметры, такие как углы откосов, трещины и геологические дефекты. Лазерное сканирование играет ключевую роль в обеспечении безопасности горных работ, оптимизации процессов разработки месторождений и мониторинге состояния горных объектов.

Контрольные вопросы:

Какие этапы включает процесс создания цифровой модели горного массива?

Как лазерное сканирование помогает в анализе структуры горного массива?

Какие преимущества дает лазерное сканирование при исследовании горных массивов по сравнению с традиционными методами?

Как с помощью лазерного сканирования можно выявить геологические дефекты в горном массиве?

Какие программные продукты используются для обработки данных лазерного сканирования и создания 3D моделей горного массива?
