



دورة ميكانيكا الصخور والهندسة الجيوتقنية للتعدين: تصميم منحدرات المناجم المفتوحة وتدعيم الكتل الصخرية



دورة ميكانيكا الصخور والهندسة الجيوتقنية للتعدين: تصميم منحدرات المناجم المفتوحة وتدعيم الكتل الصخرية

مقدمة:

دورة ميكانيكا الصخور والهندسة الجيوتقنية للتعدين، بمحورها تصميم منحدرات المناجم المفتوحة وتدعيم الكتل الصخرية، تمتد 5 أيام وتخاطب فرق الجيوتقنية وهندسة التعدين والجيولوجيا الهندسية والتحكم الأرضي، وتنتهي بخطة إدارة جيوتقنية للتحكم الأرضي لمنجم حالة دراسية. فالمناجم تفقد خاما ومعدات وأيام إنتاج حين تبنى زوايا الجدران على بيانات تركيبية محدودة، وحين تفتقر إنذارات الرصد إلى استجابات متفق عليها، ويختار تدعيم الأنفاق دون مقارنة السعة بالحمل. ويعمل المشاركون بالفعل في وصف اللباب أو مسح الواجهات أو مراجعة تحليلات الثبات، ويبنون كل حساب عبر تمارين نمذجة عددية. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة في ميكانيكا الصخور.

أهداف الدورة:

- استنتاج معاملات مقاومة الصخر السليم والكتلة الصخرية من نتائج المختبر وتقييمات RMR و Q-system و GSI باستخدام معيار Hoek-Brown
- تحويل بيانات اتجاه الفواصل ومقاومة القص إلى نطاقات تركيبية وإجراء فحوص حركية على الإسقاط المجسم للانزلاق المستوي والإسفيني والانقلاب
- حساب معامل الأمان واحتمال الانهيار للجدران الصخرية بطرق التوازن الحدي Bishop و Spencerg و Sarmag وتقدير متى يحتاج التحليل إلى النماذج العددية
- تحديد زوايا واجهة الدرجة وعرض المصطبة والزوايا بين الطرق والزوايا الكلية للجدار وفق معايير قبول متفق عليها لكل قطاع جيوتقني
- تصميم شبكات رادار المنحدرات والمنشورات العاكسة ومقاييس ضغط المسام مع حدود الإنذار وخطط الاستجابة المرتبطة بمستويات الإنذار
- تحديد التدعيم للأنفاق والممرات العرضية باستخدام منحنيات استجابة الأرض وفحص الأسافين ومقارنة سعة التدعيم بالحمل المتوقع

الفئة المستهدفة:

- فرق الهندسة الجيوتقنية المسؤولة عن تصميم الجدران وتحليلات الثبات ومعايير التحكم الأرضي
- فرق هندسة التعدين المسؤولة عن تحويل القطاعات الجيوتقنية إلى هندسة درجات وطرق قابلة للتعيين
- فرق الجيولوجيا الهندسية المسؤولة عن وصف اللباب ومسح الواجهات وبناء النماذج التركيبية
- مشرفو التحكم الأرضي المسؤولون عن تركيب التدعيم وفحصه واختبار جودته
- فرق رصد المنحدرات المسؤولة عن مراجعة بيانات الرادار والمنشورات ومقاييس ضغط المسام والاستجابة للإنذارات

محاور الدورة:

اليوم 1: سلوك الكتل الصخرية والبيانات الجيوميكانيكية وآليات الانهيار

- مقاومة الصخر السليم من اختبارات الضغط الأحادي وثلاثي المحاور
- اتجاه الانقطاعات وتباعدها وامتدادها من اللباب الموجه
- معامل خشونة الفواصل ومواد الحشو ومدخلات مقاومة القص
- نظام الإجهادات الموقعية وأثر المياه الجوفية في الصخر
- حالات سابقة لانهيار جدران المناجم وأنماط أسبابها الجذرية

اليوم 2: تصنيف الكتل الصخرية ومعايير المقاومة والنطاقات التركيبية

- مقارنة تقييمات RMR و Q-systemg لنطاقات المنجم
- تقدير GSI مؤشر المقاومة الجيولوجية من شكل الكتل وحالة الأسطح
- معاملات معيار Hoek-Brown مع عامل الإخلال الناتج عن التفجير
- مواعمة مقاومة Mohr-Coulomb المكافئة لنطاق الإجهاد التصميمي
- تحديد النطاقات التركيبية من تجمعات الأقطاب على الإسقاط المجسم

اليوم 3: التحليل الحركي والتوازن الحدي ومعايير تصميم المنحدرات

- الفرز الحركي بالإسقاط المجسم للانزلاق المستوي والإسفيني والانقلاب
- تقييم موثوقية زاوية واجهة الدرجة وعرض المصطبة
- فحص الجدران بطرق التوازن الحدي Bishop Sarmag Spencerg
- جداول قبول معامل الأمان واحتمال الانهيار
- اختيار الزاوية بين الطرق والزاوية الكلية للجدار حسب القطاع

اليوم 4: رصد المنحدرات والنماذج العددية وتصميم التدعيم تحت الأرض

- تخطيط شبكة رادار ثبات المنحدرات والمنشورات العاكسة المساحية
- تحليل السرعة العكسية للتنبؤ بموعد الانهيار
- مستويات الإنذار وإجراءات خطة الاستجابة المرتبطة بها
- فحص ملائمة نماذج العناصر المحددة والعناصر المنفصلة
- منحني استجابة الأرض ومقارنة سعة التدعيم بالحمل

اليوم 5: بناء نموذج خطة الإدارة الجيوتقنية للتحكم الأرضي

- مراجعة حزمة بيانات منجم الحالة وجدول مقاومة النطاقات
- توصية زوايا جدران القطاعات من نتائج التحليل
- جدول شبكة الرصد وحدود الإنذار لحفرة الحالة
- فحص الأسافين ونمط التدعيم لمنحدر النفق في الحالة
- استكمال خطة الإدارة الجيوتقنية للتحكم الأرضي ومراجعتها

المهارات التي ستكتسبها:

- تفسير البيانات الجيوميكانيكية
- تقدير مقاومة الكتل الصخرية
- نمذجة النطاقات التركيبية
- الفرز الحركي للأنماط الانهيار
- تحليل موثوقية المنحدرات الصخرية
- رصد إزاحة المنحدرات
- تحديد تدعيم الحفريات
- تخطيط الاستجابة للمخاطر الأرضية

لماذا تحضر هذه الدورة:

- تسليم خطة الإدارة الجيوتقنية للتحكم الأرضي إلى المدير الجيوتقني ورئيس الخدمات الفنية في المنجم مرجعا لزوايا الجدران والرصد والتدعيم
- البت فيما إذا كان قطاع الجدار يحتمل زيادة الميل أو يحتاج إلى تخفيفه أو إلى رصد إضافي قبل إطلاق مرحلة التوسعة التالية
- تفادي انهيار الجدران وطمس المعدات وحوادث سقوط الصخور الناتجة عن تراكم غير مفعوسة أو إنذارات صامتة أو تدعيم ناقص
- توجيه المهندسين والجيولوجيين الجدد بجدول المقاومة وقوالب التحليل الحركي وأوراق مقارنة السعة بالحمل التي بنيت خلال الدورة

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يسلم المشاركون خطة الإدارة الجيوتقنية للتحكم الأرضي إلى المدير الجيوتقني ورئيس الخدمات الفنية في المنجم. وتعتمد الوحدة عليها في إقرار زوايا الجدران لكل قطاع، وضبط حدود إنذار الرادار والمنشورات مع الاستجابات المتفق عليها، وتحديد التدعيم للأنفاق والممرات الجديدة. وبعد الربع الأول من التعدين وفق الخطة، تقارن الوحدة إزاحة الجدران المقيسة وحالة الدرجات وأحداث الإنذار وحالات سقوط الصخور بافتراضات التصميم، ثم تعدل مدخلات المقاومة والتراكيب حيث يظهر الفرق.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاجه المشاركون قبل دورة ميكانيكا الصخور والهندسة الجيوتقنية للتعدين؟

يحتاج المشاركون إلى خبرة عملية في وصف اللباب أو مسح الواجهات الصخرية أو مراجعة نتائج الثبات، مع فهم مفاهيم الإجهاد والمقاومة ومعامل الأمان، ويفيد إحضار بيانات تركيبية أو تصميم جدار أو معيار تدعيم من موقعه لتطبيق تمارين النمذجة عليها.

بم تختلف دورة ميكانيكا الصخور والهندسة الجيوتقنية للتعدين عن دورات تخطيط المناجم أو فحص التربة؟

تصمم هذه الدورة الجدران الصخرية والرصد والتدعيم انطلاقاً من البيانات الجيوميكانيكية. أما دورات تخطيط المناجم فتعنى بتحسين حدود الحفرة وجدولة الإنتاج، ودورات فحص التربة تتناول الجسات واختبارات التربة والأعمال الترابية لا سلوك الصخر المفصل.

لماذا تجمع ميكانيكا الصخور والهندسة الجيوتقنية للتعيين بين التحليل الحركي والتوازن الحدي؟

لأن التحليل الحركي يبين الكتل القابلة للحركة وفق اتجاه الفواصل، بينما يقيس التوازن الحدي احتمال تحركها فعلا وفق المقاومة وضغط المياه. والجمع بينهما يفصل انهيارات الدرجات التي تحكمها الهندسة عن انهيارات الكتلة الصخرية الأوسع في الجدار.

ماذا يعود به المشارك من دورة ميكانيكا الصخور والهندسة الجيوتقنية للتعيين؟

يعود المشارك بخطة إدارة جيوتقنية للتحكم الأرضي لمنجم حالة دراسية، تضم جدول مقاومة النطاقات وزوايا جدران القطاعات و جدول إنذارات الرصد ونمط التدعيم، إلى جانب قوالب حسابية قابلة للتكييف مع موقعه.