

کنترل زمین و نگهداری در معادن

تألیف

ابراهیم الهی

عضو هیات علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان



سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی مارشال

۱۳۹۳

سرشناسه	: الهی، ابراهیم، ۱۳۵۵ -
عنوان و نام پدیدآور	: کنترل زمین و نگهداری در معادن / مولف ابراهیم الهی.
مشخصات نشر	: بابل: جهاد دانشگاهی مازندران، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۲۸۰ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۹۳۴۶۱-۸-۹
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۶۵ - ۲۶۷.
موضوع	: مهار زمین (معادن)
موضوع	: زمین‌شناسی معدنی
موضوع	: معدن و ذخایر معدنی
موضوع	: مکانیک سنگ
سهمه افزوده	: جهاد دانشگاهی مازندران
رده‌بندی کتاب	: ۱۳۹۳ الف ۹ ک ۲۸۸/ TN
کتابخانه	: ۶۳۲/۲۸
شماره کتابخانه	: ۳۳۸۴۳۴

کنترل زمین و نگهداری در معادن

- ❖ تألیف: الهی، ابراهیم
- ❖ طراح جلد: سید علی موسوی
- ❖ صفحه‌آرایی: کامپیوتر جستجوگر قائم‌شهر - شهرام موسوی‌پور
- ❖ ناشر: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی واحد مازندران
- ❖ شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
- ❖ نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۳
- ❖ لیتوگرافی و چاپ: مجتمع چاپ افست زاگرس
- ❖ قیمت: ۱۵۰۰۰ ریال
- ❖ شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۳۴۶۱-۸-۹
- ❖ حق چاپ و نشر محفوظ است



سازمان انتشارات واحد مازندران

نشانی: ساری - خیابان امیر مازندرانی - خیابان وصال - جهاد دانشگاهی مازندران - صندوق پستی: ۴۸۱۷۵-۱۶۴۷

پیش‌گفتار

عملیات معدن‌کاری براساس انواع حفاری‌های افقی، شیب‌دار و قائم انجام می‌شود. پایدار نگه‌داشتن این حفاری‌ها از ضروریات چرخه‌ی معدن‌کاری است. این امر مستلزم دانستن علم مکانیک سنگ و نحوه نگهداری سازه زیرزمینی است. بر این اساس نحوه کنترل زمین و انواع سیستم‌های حفاری از قبیل چوبی، فلزی، بتنی، پیچ سنگی، طبیعی و قدرتی در علم معدن‌کاری همراه با روش‌های طراحی و نحوه اجرای آن‌ها در مجموعه‌ای به نام «کنترل زمین و نگهداری در معادن» ارائه شده است. امید است این مجموعه حاضر مورد قبول اساتید و دانش‌پژوهان قرار گیرد. بی‌شک این مجموعه فاقد ایراد نبوده و از اساتید و دانش‌پژوهان تقاضا می‌شود نظرات اصلاحی خود را جهت تکمیل شدن این مجموعه بیان نمایند.

ابراهیم الهی

مقدمه

جهت دستیابی به مواد معدنی نیاز به ایجاد سازه‌های سطحی و زیرزمینی است. انسان از حفر زمین برای اهدافی دارد و جهت رسیدن به این اهداف باید از تخریب آن جلوگیری نماید. بر این اساس برای پایداری سازه مورد نظر نیاز به نصب سیستم نگهداری است. هدف از سیستم نگهداری این است که برای سقف گالری، افزایش نیروی چسبندگی بین لایه‌ها و یکپارچه کردن لایه‌ها است. بعد از حفر یک سازه زیرزمینی مانند تونل، تنش‌های ثانویه یا القایی از قبیل تنش مماسی، تنش برشی و انحراف آن سازه به وجود می‌آید. بر این اساس به طور معمول در سقف و کف تونل تنش کششی مماسی و در دیواره‌های تونل تنش فشاری مماسی پدید می‌آید. با توجه به تنش‌های کششی و فشاری در زمین می‌توان منحنی عکس‌العمل زمین را ترسیم و بر اساس آن وضعیت پایداری منطقه را تعیین کرد. بر این اساس در صورت نیاز به سیستم نگهداری می‌توان نوع سیستم نگهداری و بهترین زمان نصب سیستم نگهداری را برآورد و نهایتاً نقطه عملکرد سیستم مشخص می‌شود. جهت برآورد عملکرد سیستم نیاز به دانستن انواع سیستم نگهداری به همراه شناخت کامل از نحوه عملکرد آن‌ها است. در این اساس در این مجموعه نحوه کنترل زمین و انواع سیستم‌های نگهداری در معادن از قبیل چوبی، فلزی، بتنی، پیچ سنگی، طبیعی و قدرتی مطرح و نحوه طراحی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

فهرست

صفحه

عنوان

فصل اول - کنترل زمین

۲۷	۱- تنش اولیه
۲۷	۱-۱- تنش ثقیلی قائم
۲۷	۱-۲- تنش ثقیلی افقی
۲۸	۲-۱- روش اندازه گیری تنش برجا
۲۸	۱-۲- روش سنجش مغزه گیری
۳۰	۲-۲-۱- روش چکش خت
۳۰	۳-۲-۱- روش سنجش بیدرول
۳۱	۳-۱- تنش ثانویه
۳۳	۴-۱- محاسبه جابجایی های زمین
۳۳	۱-۴-۱- رفتار الاستیک
۳۵	۲-۴-۱- رفتار الاستوپلاستیک با معیار کولمب
۳۷	۳-۴-۱- رفتار الاستوپلاستیک با معیار ترسکا
۳۷	۴-۴-۱- رفتار الاستوپلاستیک با معیار هوک و برن
۳۹	۵-۱- منحنی مشخصه زمین
۴۰	۶-۱- منحنی مشخصه سیستم نگهداری
۴۲	۷-۱- هدف از نگهداری
۴۴	۸-۱- انواع سیستم نگهداری
۴۵	۹-۱- محاسبه ارتفاع سقف بلاواسطه یا ارتفاع زون ریزش
۴۵	۱-۹-۱- محاسبه ارتفاع زون ریزش در جبهه کار آماده سازی
۴۷	۲-۹-۱- محاسبه ارتفاع زون ریزش در جبهه کار استخراجی
۵۲	۱۰-۱- مسائل کنترل زمین

فصل دوم - سیستم نگهداری چوبی

۷۷	۱-۲- مقدمه
۷۷	۲-۲- ساختمان الیافی چوب
۷۸	۳-۲- عوامل موثر بر چوب

۷۸	۴-۲- مقاومت کششی چوب
۷۹	۵-۲- مقاومت فشاری چوب
۷۹	۶-۲- مقاومت کمانشی چوب
۸۰	۷-۲- مقاومت خمشی چوب
۸۱	۸-۲- مقاومت برشی چوب
۸۴	۹-۲- اجزای سیستم نگهداری چوبی
۸۴	۹-۲-۱- لارده
۸۴	۹-۲-۲- کلاهک
۸۴	۹-۲-۳- ستون
۸۶	۱۰- تجزیه و تحلیل سیستم نگهداری چوبی

فصل سوم - سیستم نگهداری فولادی

۹۹	۱-۳- اجزای فولاد
۹۹	۲-۳- ساختمان سیستم فولاد
۹۹	۳-۳- منحنی تنش و تغییر شکل فولاد
۱۰۱	۴-۳- چگونگی شکست فولاد
۱۰۱	۵-۳- سختی فولاد
۱۰۱	۶-۳- پروفیل تیرهای فولادی
۱۰۴	۷-۳- تنش مجاز فولاد
۱۰۴	۸-۳- انواع قاب‌های فولادی
۱۰۴	۸-۳-۱- قاب فولادی صلب
۱۰۵	۸-۳-۲- قاب فولادی انعطاف‌پذیر
۱۰۷	۸-۳-۳- قاب فولادی تسلسیم شونده
۱۰۷	۹-۳- روش طراحی قاب‌های فولادی
۱۰۷	۹-۳-۱- قاب فولادی صلب
۱۰۹	۹-۳-۲- قاب فولادی انعطاف‌پذیر
۱۱۱	۹-۳-۳- قاب فولادی تسلسیم شونده
۱۱۳	۱۰-۳- مسائل سیستم نگهداری فولادی

فصل چهارم - سیستم نگهداری بتنی

۱۲۱	۱-۴- اهمیت بتن
۱۲۱	۲-۴- مواد تشکیل‌دهنده بتن
۱۲۲	۲-۴-۱- شن و ماسه
۱۲۲	۲-۴-۲- سیمان

۱۲۲	۳-۲-۴- آب
۱۲۲	۴-۲-۴- مواد افزودنی
۱۲۲	۳-۴- طراحی مقدماتی بتن برای معدنکاری
۱۲۲	۱-۳-۴- مقدار سیمان مورد نیاز
۱۲۳	۲-۳-۴- مقدار آب مورد نیاز
۱۲۴	۳-۳-۴- مقدار شن و ماسه مورد نیاز
۱۲۵	۴-۳- مقاومت فشاری متوسط بتن
۱۲۶	۴- انواع بتن
۱۲۶	۱-۴- بتن مرطوب
۱۲۶	۲-۴- بتن ریخته پلاستیک
۱۲۶	۳-۴- بتن سیال
۱۲۶	۵-۴- انواع سیستم نگهداری
۱۲۶	۱-۵-۴- بتن ریزی در محل
۱۲۷	۲-۵-۴- پوشش بتنی ساخته شده
۱۲۸	۳-۵-۴- بتن پاشی
۱۳۳	۶-۴- روش طراحی انواع سیستم نگهداری
۱۳۳	۱-۶-۴- روش طراحی بتن ریزی یکپارچه برای جدار
۱۳۵	۲-۶-۴- روش طراحی بتن ریزی یکپارچه برای سقف
۱۳۵	۳-۶-۴- روش طراحی بتن پاشی یا شاتکریت
۱۳۸	۷-۴- مسائل سیستم نگهداری بتنی

فصل پنجم - سیستم نگهداری پیچ سنگی

۱۴۷	۱-۵- مقدمه
۱۴۸	۲-۵- اجزای تشکیل دهنده پیچ سنگ
۱۴۸	۱-۲-۵- راس پیچ سنگ
۱۴۹	۲-۲-۵- ساقه پیچ سنگ
۱۵۰	۳-۲-۵- ریشه پیچ سنگ
۱۵۰	۳-۵- انواع پیچ سنگ ها
۱۵۰	۱-۳-۵- پیچ سنگ گوه و شکاف
۱۵۱	۲-۳-۵- پیچ سنگ با پوسته منبسط شونده
۱۵۵	۳-۳-۵- پیچ سنگ شکاف دار
۱۵۵	۴-۳-۵- پیچ سنگ باد شو
۱۵۶	۵-۳-۵- پیچ سنگ ورلی

- ۱۵۷ ۵-۳-۶- پیچ سنگ تزریقی با دوغاب سیمان
- ۱۵۹ ۵-۳-۷- پیچ سنگ تزریقی با صمغ یا رزین
- ۱۶۱ ۵-۴-۴- انواع تأثیرات پیچ سنگ در سیستم نگهداری
- ۱۶۱ ۵-۴-۱- تأثیر تعلیقی پیچ سنگ
- ۱۶۲ ۵-۴-۲- تأثیر اصطکاکی پیچ سنگ
- ۱۶۳ ۵-۴-۳- تأثیر قفل کنندگی پیچ سنگ
- ۱۶۴ ۵-۵- مسائل سیستم نگهداری پیچ سنگی

فصل ششم - سیستم نگهداری طبیعی

- ۱۷۱ ۱- مقدمه
- ۱۷۳ ۶-۲- انواع پایه
- ۱۷۲ ۶-۱-۱- انواع پایه از نظر نوع وظیفه
- ۱۷۲ ۶-۲-۲- انواع پایه از نظر نوع آرایش
- ۱۷۳ ۶-۳-۳- ظرفیت پایه
- ۱۷۳ ۶-۳-۱- تأثیر انبساطی
- ۱۷۳ ۶-۳-۲- تأثیر گسل
- ۱۷۳ ۶-۳-۳- تأثیر شکل هندسی پایه
- ۱۷۳ ۶-۳-۴- تأثیر تنش های محصور شده
- ۱۷۳ ۶-۴- انواع شکست در پایه های معدنی
- ۱۷۴ ۶-۵- روش های طراحی پایه
- ۱۷۵ ۶-۵-۱- تخمین تنش وارد بر پایه
- ۱۷۹ ۶-۵-۲- تخمین مقاومت پایه
- ۱۸۴ ۶-۵-۳- تعیین فاکتور ایمنی پایه
- ۱۸۵ ۶-۶- مسائل سیستم نگهداری طبیعی

فصل هفتم - سیستم نگهداری قدرتی

- ۱۹۵ ۷-۱- مقدمه
- ۱۹۷ ۷-۲- سیستم نگهداری
- ۱۹۷ ۷-۲-۱- سیستم نگهداری پایه های چوبی و فلزی
- ۱۹۹ ۷-۲-۲- سیستم نگهداری تک پایه های فلزی
- ۲۰۲ ۷-۲-۳- نگهداری قدرتی
- ۲۰۹ ۷-۳- روش طراحی سیستم نگهداری
- ۲۰۹ ۷-۳-۱- روش طراحی سیستم نگهداری پایه های اصطکاکی و هیدرولیکی
- ۲۱۰ ۷-۲-۲- روش طراحی سیستم نگهداری قدرتی

۲۱۳	۴-۷- نحوه کنترل سنگ سقف
۲۱۳	۴-۷-۱- روش تخریب
۲۱۴	۴-۷-۲- روش پر کردن
۲۱۵	۴-۷-۳- روش همگرایی کارگاه
۲۱۶	۴-۷-۴- گام تسلیم یا تخریب یا تاثیر وزنی دوره‌ای سقف
۲۱۹	۷-۵- نحوه قرار گیری سرلا در کارگاه
۲۲۰	۷- نحوه کنترل سنگ کف
۲۲۰	۶-۱- توان باربری برای سنگ‌های نرم و پلاستیک
۲۲۲	۷-۲- توان باربری برای سنگ‌های ترد و الاستیک
۲۲۲	۷-۲- انواع نواحی سنگ سقف کارگاه استخراج
۲۲۲	۷-۱-۱- نحوه تخریب
۲۲۳	۷-۲-۲- نحوه بسته شدن
۲۲۴	۷-۳- ناحیه خمشی
۲۲۴	۷-۸- توزیع تنش اطراف کارگاه استخراج
۲۲۵	۷-۹- مسائل سیستم نگهداری
۲۶۳	فصل هشتم - نمونه سوالات کارشناسی
۲۶۳	منابع