



دانشگاه شاهرود

روش های با نگهداری در معدنکاری زیرزمینی

تألیف: دکتر محمد عطائی

استاد دانشکده مهندسی معدن و ژئوفیزیک

دانشگاه شاهرود

سر شناسه: عطائی، محمد، ۱۳۵۲

عنوان و نام پدیدآور: روش‌های با نگهداری در معدنکاری زیرزمینی / تألیف محمد عطائی.
مشخصات نشر: شاهرود: دانشگاه شاهرود، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری: ۲۴۶ص. : مصور، جدول

شابک: ۹-۲۳-۷۱۵۳-۶۰۰-۹۷۸

وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا.

یادداشت: کتاب‌نامه: ص. ۲۲۹-۲۳۴.

موضوع: معدن و ذخایر معدنی

موضوع: مهندسی معدن

شناسه افزوده: دانشگاه شاهرود

رده‌بندی کنگره: ۱۳-۹-۱۴۵/۲۲۹ TN

رده‌بندی دپویی: ۶۲۲

شماره کتابشناسی ملی: ۷۱۳۹۴۲



عنوان کتاب: روش‌های با نگهداری در معدنکاری زیرزمینی

تألیف: محمد عطائی

ناشر: انتشارات دانشگاه شاهرود

چاپ اول: سال ۱۳۹۴

تیراژ: ۲۰۰۰ جلد

قیمت: ۱۸۰۰۰۰ ریال

آدرس: شاهرود، بلوار دانشگاه، دانشگاه شاهرود، صندوق پستی ۳۶۱۵۵-۳۱۶

تلفن: ۹-۳۲۳۹۲۲۰۴

حق چاپ برای ناشر محفوظ است و هر گونه استفاده غیر مجاز از این اثر ممنوع است.

پیش‌گفتار

در معدنکاری زیرزمینی، روش‌های با نگهداری^۱ به روش‌هایی گفته می‌شود که به منظور پایداری فضاها، استخراج شده و کنترل زمین در سر تا سر معدن به وسایل نگهداری مصنوعی به میزان قابل توجهی نیاز دارند. از این روش‌ها در مواقعی که فضاها، استخراجی در طول مدت فعالیتشان پایدار نمی‌مانند و یا در مواقعی که نباید تخریب و یا نشست‌های بزرگ در سطح زمین ایجاد شود، استفاده می‌شود. به بیان دیگر روش‌های با نگهداری وقتی به کار می‌روند که دو دسته دیگر روش‌ها (روش‌های خود نگهدار و روش‌های تخریبی) کارایی نداشته باشند. بنابراین این دسته از روش‌ها در سنگ‌هایی که از جنبه مقاومتی در رده متوسط تا ضعیف قرار دارند، کاربرد دارند.

در این روش‌ها، وسایل نگهداری مصنوعی به نحوی انتخاب می‌شوند که فشار وارد بر دیواره‌ها و جابجایی زمین را تحمل کنند. از جمله وسایل نگهداری مصنوعی می‌توان پایه‌های چوبی^۲، جررها^۳، س‌های چوبی^۴، قاب‌های چوبی یا فلزی^۵، چوب‌بست‌ها^۶، جک‌های فولادی^۷، حائل‌ها یا ش‌ها^۸، قاب‌های قوسی^۹ و سپرها^{۱۰} را نام برد.

کنترل سقف با نصب ستون‌های^{۱۱} در برخی اوقات همراه با پرکردن به منظور نگهداری دائمی‌تر تأمین می‌شود. گاهی اوقات در شرایط بد زمین از پایه‌های فولادی، جک‌ها، سازه‌های خرابایی، قاب‌های قوسی، سپرها و در شرایط بهتر زمین از پیچ‌سنگ‌ها، توری سیمی، کابل‌های فولادی و بتن پاشی استفاده می‌شود. در جاهایی که تهیه ستون‌های چوبی آسان و کم خرج باشد، نگهداری چوبی مناسب‌تر خواهد بود.

هر چند روش‌های با نگهداری در استخراج کانسارهای فلزی و غیرفلزی به کار می‌روند، اما تعداد اندکی از معادن زیرزمینی با این روش‌ها استخراج می‌شوند. روش‌های کندن و پرکردن^{۱۲}، استخراج ستونی^{۱۱} و کرسی‌چینی^{۱۲} نمونه‌هایی از این روش‌ها می‌باشند. روش

1-Supported Methods
4-Timber or steel set
7-Prop
10- Cut and Fill

2-Stull
5-Trusse
8- Arch
11- Stull stoping

3- Crib
6-Steel Jack
9-Shield
12- Square set Stoping

کندن و پرکردن در استخراج سنگ‌های با مقاومت متوسط و روش استخراج کرسی‌چینی برای سنگ‌های ضعیف‌تر مناسب می‌باشند.

بعد از جنگ جهانی دوم، استفاده از این روش‌ها کاهش یافت و فقط روش کندن و پرکردن به خاطر قابلیت مکانیزاسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد اما روش‌های استخراج ستونی و کرسی‌چینی در حال منسوخ شدن می‌باشند.

در فصل اول این کتاب شرایط اجرایی، چرخه تولید، نحوه آماده‌سازی و استخراج روش کندن و پرکردن شرح داده شده است. نظر به اهمیت روش‌های پرکردن محل استخراج با روش دوم این روش‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل‌های سوم تا پنجم به ترتیب روش‌های کرسی‌چینی، استخراج ستونی و روش‌های ایجاد کارگاه‌های مورد مطالعه قرار گرفته و شرایط اجرایی، چرخه تولید، نحوه آماده‌سازی و استخراج در این روش‌ها بیان شده است. در فصل ششم روش نمودار پایداری در طراحی کارگاه‌های باز مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل هفتم نیز سؤالات و مسائل مرتبط با روش‌های با نگهداری ارائه شده است.

خدا را سپاس می‌گویم که بعد از سال‌ها تلاش این مجموعه به زیور طبع آراسته شد. مدعی نیستم که در این زمینه همه آنچه را که باید گفت، گفته‌ام، اما ادعا دارم در این راه دریچه‌ای به افقی روشن، پیش روی خواننده گشوده‌ام. در عین حال کتاب حاضر طبعاً با نارسایی‌ها، کاستی‌ها و لغزش‌های احتمالی همراه است از اساتید محترم و دانش‌پژوهان ارجمند امید عفو و ارشاد دارم. آرزو مندم که مطالب ارائه شده در این مجموعه برای رفع نقایص آن در بوته نقد نقادان قرار گیرد. عاقبت حاصل کار همین است که پیش روی شماست. این آن‌چه است که توانستم نه آن‌چه می‌خواستم. تا چه حال امید و که در نظر آید، امید است با همت اساتید محترم کتاب‌های جدیدتر و کامل‌تری در این زمینه چاپ و نشر شود و در اختیار دانش‌پژوهان قرار گیرد.

آن‌چه در پیش روی دارید ره آورد تمام جستجوهای من است که هر سطر آن محصول تلاش بزرگوارانی است که سرود بودن خویش را با من خواندند و سبزی حضورشان را به زردی انتظارم پیوند زدند و به من آموختند که "اگر نور نبود منطق زنده پرواز دگرگون

می‌شد. به مصداق حدیث **«مَنْ لَمْ يَشْكُرِ الْمَخْلُوقَ لَمْ يَشْكُرِ الْخَالِقَ»** لازم می‌دانم صمیمانه از اساتید محترمی که از نظرات ارشادی آنها بهره‌مند بوده‌ام، تشکر کنم. بدون شک نام بردن همه آنها در این مقال مختصر مقدور نیست. تلاش و دانش کارشناسانه داوران محترم کتاب و حوزه معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه صنعتی شاهرود عمیقاً مورد قدردانی است. همچنین لازم است که از کلیه دانشجویانی که سال‌ها با شرکت مفید خود و با طرح سؤالات متعدد در غنی کردن این کتاب مرا یاری داده‌اند، تشکر نمایم. در خاتمه از همسر بسیار سپاس‌گزارم زیرا که تهیه این مجموعه که ساعت‌های زیادی از چندین سال زندگی مرا به خود اختصاص داده است، بدون ترغیب شادمانه و تحمل زندگی دانشگاهی، امکان‌پذیر نبوده است.

محمد عطائی

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: روش کندن و پر کردن
۱	۱-۱- مقدمه
۳	۱-۲- مقدار مواد پرکننده
۴	۱-۳- منابع مواد پرکننده
۱۰	۱-۴- ابعاد کارگاه استخراج
۱۰	۱-۵- نحوه ماده سازی
۱۸	۱-۶- انواع روش کندن و پر کردن
۱۸	۱-۶-۱- روش کندن و پر کردن روبه بالا
۲۷	۱-۶-۱- روش کندن و پر کردن و به پایین
۲۸	۱-۷- چرخه عملیات
۳۲	۱-۸- شرایط اجرایی و مشخصات روش
۳۳	۱-۹- روش کندن و پر کردن با باطله کارگاه
۳۵	۱-۱۰- مزایا و معایب روش
۳۷	۱-۱۱-۱- مثالی از طراحی معدن به روش کندن و پر کردن
۳۷	۱-۱۱-۱- انتخاب روش استخراج مناسب
۳۸	۱-۱۱-۲- انتخاب ارتفاع مناسب طبقات معدن
۳۸	۱-۱۱-۳- باز کردن معدن
۴۰	۱-۱۱-۴- تقسیم بندی معدن به بلوک های استخراجی
۴۰	۱-۱۱-۵- تعیین مشخصات هندسی کارگاه های استخراج
۴۲	۱-۱۱-۶- مشخصات بلوک استخراجی
۴۴	۱-۱۱-۷- آماده سازی
۴۶	۱-۱۱-۸- نسبت بازیابی ذخیره
۴۸	۱-۱۱-۹- حفاری کانسنگ و باطله

۵۱	۱-۱۱-۱۰- میزان استخراج روزانه از هر کارگاه
۵۲	۱-۱۱-۱۱- تعیین ظرفیت استخراج معدن
۵۳	۱-۱۱-۱۲- ترابری
۵۸	۱-۱۱-۱۳- تهویه
۶۵	۱-۱۱-۱۴- خدمات فنی
۷۱	۱-۱۱-۱۵- پر کردن کارگاه‌های استخراج
۷۲	۱-۱۱-۱۶- نیروی انسانی
۷۷	فصل دوم. روش‌های پر کردن محل استخراج شده
۷۷	۱-۲- مقدمه
۷۹	۲-۲- انواع پر کنند
۷۹	۲-۲-۱- پر کننده سنگی
۸۰	۲-۲-۲- پر کننده خرسی
۸۲	۲-۲-۳- پر کننده دوغابی
۸۴	۲-۲-۴- مقایسه انواع پر کننده
۸۵	۲-۳- پر کردن در روش‌های استخراج مختلف
۸۸	۲-۴- روش‌های پر کردن
۸۸	۲-۴-۱- پر کردن دستی
۸۹	۲-۴-۲- پر کردن ثقلی
۹۲	۲-۴-۳- پر کردن مکانیکی
۹۵	۲-۴-۴- پر کردن پنوماتیکی
۱۰۷	۲-۴-۵- پر کردن هیدرولیکی
۱۲۱	فصل سوم: روش استخراج کرسی چینی
۱۲۱	۱-۳- مقدمه
۱۲۹	۲-۳- چرخه عملیات
۱۲۹	۳-۳- شرایط اجرایی و مشخصات روش

۱۳۱	۴-۳- مزایا و معایب روش
۱۳۳	فصل چهارم: روش استخراج ستونی
۱۳۳	۴-۱- مقدمه
۱۳۶	۴-۲- نحوه آماده سازی
۱۳۶	۴-۳- چرخه عملیات
۱۳۷	۴-۴- شرایط اجرایی و مشخصات روش
۱۳۷	۴-۵- مزایا و معایب روش
۱۳۹	فصل پنجم: روش های ایجاد کارگاه های مورب
۱۳۹	۵-۱- مقدمه
۱۴۲	۵-۲- روش بلو پایی
۱۴۳	۵-۳- روش پلکانی عکوس
۱۴۶	۵-۴- روش دندانه اره ای
۱۴۷	۵-۵- روش حفره ای
۱۴۹	فصل ششم: روش نمودار پایداری در طراحی کارگاه های باز
۱۴۹	۶-۱- مقدمه
۱۵۱	۶-۲- پارامترهای مورد نیاز در روش نمودار پایداری
۱۵۹	۶-۳- اصلاحات انجام شده بر روی نمودار پایداری
۱۵۹	۶-۴- اصلاحات نواحی مختلف نمودار پایداری
۱۶۶	۶-۵- پارامترهای اضافی مؤثر بر پایداری کارگاه باز
۱۶۶	۶-۵-۱- ضریب گسل
۱۶۷	۶-۵-۲- اثر زمان
۱۶۹	۶-۶- کاربردهای نمودار پایداری
۱۶۹	۶-۷- طراحی کابل مهاری
۱۸۱	۶-۸- نمودار پایداری مبتنی بر ترقیق
۱۸۳	۶-۹- تحلیل احتمالاتی نمودارهای پایداری
۱۸۶	۶-۱۰- محدودیت های استفاده از روش نمودار پایداری

۱۸۷

فصل هفتم: سؤالات و مسائل

۱۸۷

۱-۷ - سؤالات

۱۸۸

۲-۷ - سؤالات چهار گزینه‌ای

۱۹۴

۳-۷ - پاسخ سؤالات چهار گزینه‌ای

۱۹۵

۴-۷ - مسائل

۲۲۹

منابع

۲۳۵

واژه‌نامه

www.ketab.ir