

ابزاربندی و رفتارنگاری ژئوتکنیکی در معادن روباز

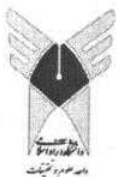
تالیف:

دکتر کاوه آهنگری

(دانشیار و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران)

مهندس دانیال بهنیا

سرشناسه	: آهنگری، کاوه، ۱۳۵۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: ابزاربندی و رفتارنگاری ژئوتکنیکی در معادن روباز/ تألیف کاوه آهنگری، دانیال بهنیا.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: س، ۲۴۶ ص.: مصور، جدول.
شابک	: 978-964-10-4407-9
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. [۲۴۳] - ۲۴۶.
موضوع	: معدن و ذخایر معدنی -- حفاری سطحی -- ابزار و وسایل
موضوع	: Instrument and apparatus -- Strip mining
موضوع	: معدن و ذخایر معدنی -- ابزار و وسایل
موضوع	: Instrument and apparatus -- Mines and mineral resources
موضوع	: مینی معدن
موضوع	: Mining engineering
شناسه افزوده	: بیبا، دانیال، ۱۳۶۳ -
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۵ : الف ۱۹ : T ۱۲۹
رده بندی دیویی	: ۶۲۲/۲۹۲ :
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۴۹۵۹۲۲ :



نام کتاب: ابزاربندی و رفتارنگاری ژئوتکنیکی در معادن روباز

تألیف: دکتر کاوه آهنگری، مهندس دانیال بهنیا

چاپ اول: پاییز ۱۳۹۵

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

ISBN: 978-964-10-4407-9

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۴۰۷-۹

تیراژ: ۲۰۰۰ جلد

قیمت: ۱۵۰۰۰ ریال

مرکز پخش: تهران، انتهای بزرگراه شهید ستاری، میدان دانشگاه آزاد اسلامی به سمت

حصارک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ساختمان علوم انسانی

تلفن: ۴۴۸۶۵۱۱۱

فهرست

عنوان

صفحه

مقدمه	۱
فصل اول: انواع سیستم‌های ابرابندی در حفاریات روباز	۳
۱-۱- روش‌های رفتارنگاری سطحی	۳
۱-۱-۱- سیستم‌های رفتارنگاری مشاهده‌ای	۴
۱-۲- روش‌های رفتارنگاری بازشدگی شکاف	۵
۱-۳- سیستم‌های رفتارنگاری با استفاده از نقشه‌برداری	۱۲
۱-۴- سیستم‌های رفتارنگاری با استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)	۱۷
۱-۵- سیستم‌های رفتارنگاری با استفاده از دوربین فیلم‌برداری و تحلیل تصویر گرفته شده	۲۲
۱-۶- سیستم‌های رفتارنگاری با تصویربرداری فراطیفی	۲۵
۱-۷- سیستم‌های رفتارنگاری با تصویربرداری لیزری	۲۷
۱-۸- سیستم‌های رفتارنگاری با رادارهای مصنوعی (SAR)	۲۸
۱-۹- سیستم‌های رفتارنگاری با رادار زمینی	۳۱
۱-۱۰- سیستم‌های رفتارنگاری با پلاریزاسیون	۳۳
۱-۱۱- سیستم‌های رفتارنگاری با ابزار دقیق ژئوتکنیک	۳۵
فصل دوم: روش‌های رفتارنگاری زیرسطحی	۳۷
۱-۲- مقدمه	۳۷
۲-۲- میله‌های درون‌گمانه‌ای (کاوشگرهای درون‌چاهی)	۳۸
۳-۲- انحراف سنج‌ها	۳۸
۴-۲- بازتاب‌سنجی در محدوده زمان (TDR)	۴۱
۵-۲- کشیدگی سنج‌های درون‌گمانه‌ای	۴۳
۶-۲- پیزومترها	۴۵
فصل سوم: ابزار، مشخصات فنی و شرح تفصیلی آن‌ها	۴۷
۱-۳- ابزار اندازه‌گیری جابه‌جایی و تغییر شکل	۴۷
۱-۱-۳- جابه‌جایی سنج	۴۷

۴۷	الف) جابه‌جایی سنج نواری
۵۳	ب) پتانسیومتر
۵۴	ج) جابه‌جایی سنج القایی
۵۵	۳-۱-۲- انحراف سنج
۶۰	الف) انحراف سنج معمولی
۶۵	ب) انحراف سنج در محل
۶۸	۳-۱-۳- ابزار اندازه‌گیری نشست
۶۸	الف) -اول نشست سنج
۷۳	ب) ابزار اندازه‌گیری نشست در طول یک امتداد
۹۷	۳-۱-۴- شیب سنج
۹۷	الف) شیب سنج الکتریکی تک‌محوره
۱۰۳	ب) شیب سنج الکتریکی دو محوره
۱۰۵	ج) شیب سنج قابل حمل
۱۰۷	۳-۱-۵- درز سنج و ترک سنج
۱۰۸	الف) درز سنج و ترک سنج
۱۰۹	ب) درز سنج و ترک سنج مکانیکی
۱۱۴	ج) درز سنج و ترک سنج الکتریکی
۱۲۳	د) درز سنج و ترک سنج با مکانیسم تار مرتعش
۱۲۵	۳-۱-۶- کرنش سنج
۱۲۵	الف) کرنش سنج با مکانیسم تار مرتعش
۱۳۷	ب) کرنش سنج با مکانیسم مقاومت الکتریکی
۱۳۹	۳-۱-۷- کشیدگی سنج
۱۴۰	الف) کشیدگی سنج لغزنده
۱۴۲	ب) کشیدگی سنج درون‌گمانه‌ای ثابت
۱۵۰	ج) کشیدگی سنج مدفون در خاکریز
۱۵۰	۳-۱-۸- TDR
۱۵۴	۳-۲- ابزار اندازه‌گیری نیرو و تنش
۱۵۴	۳-۲-۱- ابزار اندازه‌گیری نیرو
۱۵۴	الف) نیرو سنج هیدرولیکی دارای فشار سنج

۱۵۶	ب) نیروسنج با مکانیسم مقاومت الکتریکی
۱۶۲	ج) نیروسنج با مکانیسم تار مرتعش
۱۶۴	۲-۲-۳- ایزار اندازه گیری تنش
۱۶۷	۳-۳- ایزارهای اندازه گیری سطح آب و فشار پیزومتریک
۱۶۷	۳-۳-۱- پیزومتر
۱۷۰	الف) پیزومتر دیافراگمی
۱۷۹	۳-۳-۲- تراز یاب آب
۱۷۹	۳-۴-۱- ازارهای اندازه گیری لرزش
۱۸۰	۳-۱-۱- نیوفن
۱۸۱	۳-۲-۱- شتاب نگار
۱۸۱	۳-۴-۳- لرزنگار
۱۸۲	الف) دستگاه لرزه نگار Blastmate II
۱۸۴	ب) دستگاه لرزه نگار R200
۱۸۴	۳-۴-۴- نحوه تحلیل نتایج

فصل چهارم: روش برنامه ریزی و انتخاب سیستم رفتارسنجی برای حفاریات روباز مختلف

۱۸۵	اندازه سازه، شکل سازه، شرایط صحیح و کم بر سازه و ...)
۱۸۵	۴-۱- ایزاربندی و رفتارنگاری
۱۸۸	۴-۲- رفتارسنجی در معادن روباز
۱۸۸	۴-۲-۱- مبانی رفتارنگاری در معادن روباز
۱۸۹	۴-۲-۲- پیامدهای گسیختگی شیب
۱۹۱	۴-۲-۳- تشخیص خطرات
۱۹۳	الف) پاسخ (واکنش) اولیه
۱۹۴	ب) جابه جاییهای کاهنده و افزایشنده
۱۹۶	ج) خزش درازمدت
۱۹۷	۴-۲-۵- اجرای یک برنامه رفتارسنجی
۱۹۸	۴-۲-۶- پردازش و آنالیز داده ها
۱۹۹	۴-۲-۷- عوامل موثر بر رفتارسنجی
۱۹۹	الف) تغییر شکل و جابه جایی شيروانی

۲۰۰	ب) کنترل وضعیت آب زیرزمینی
۲۰۵	۳-۴- عوامل موثر بر انتخاب سیستم رفتارنگاری
۲۰۵	۳-۴-۱- اندازه سازه
۲۰۵	الف- رفتارسنجی ناحیه‌ای
۲۰۵	ب- رفتارسنجی حرکت توده‌ای
۲۰۶	ج- کنترل تغییر شکل‌های زیرسطحی و جابه‌جایی سطحی موضعی در دیواره‌های پیت
۲۰۶	۳-۴-۲- شکل سازه
۲۰۷	۳-۴-۳- روابط حاکم بر سازه
۲۰۹	۳-۴-۴- هدف از رفتارنگاری
۲۱۲	۳-۴-۵-۱- مقدار اهمیت رفتارنگاری
۲۱۲	۳-۴-۶- ضریب ریسک ناپایداری سازه
۲۱۳	۳-۴-۷- روش استخراج معدن

فصل پنجم: روش‌های انتخاب نوع دستگاه، قابلیت اندازه‌گیری دستگاه و واسنجی

۲۱۵	دستگاه
۲۱۵	۵-۱- هدف از ابزاربندی
۲۱۸	۵-۲- انواع تغییر شکل و شکست
۲۱۹	الف- شکست‌های برشی، گوه‌ای و صفحه‌ای
۲۲۰	ب- شکست‌های برشی دایره‌ای
۲۲۰	ج- شکست واژگونی
۲۲۱	۵-۳- محدوده اندازه‌گیری هر دستگاه
۲۲۱	۵-۴- دقت مطلوب در اندازه‌گیری
۲۲۲	۵-۵- تأثیر دما، رطوبت و دیگر شرایط محیطی
۲۲۳	۵-۶- نقش زمان (رفتارسنجی مقطعی، کوتاه‌مدت یا درازمدت)
۲۲۴	۵-۷- حساسیت دستگاه
۲۲۵	۵-۸- مدت زمان عکس‌العمل دستگاه برای ثبت تغییرات
۲۲۷	۵-۹- مزایا و معایب هریک از ابزارهای دقیق
۲۲۷	۵-۱۰- روش استخراج استفاده‌شده در معدن

فصل ششم: طراحی سیستم ابزاربندی، پردازش و تفسیر داده‌ها ۲۲۹

۶-۱- طراحی سیستم ابزاربندی ۲۲۹

۶-۲- پردازش داده‌ها و محاسبات مربوطه ۲۳۴

۶-۳- تفسیر اطلاعات ۲۳۵

۶-۳-۱- نمودارهای جابه‌جایی- زمان و سرعت- زمان ۲۳۷

۶-۳-۲- مکانیزم‌های شکست شیب ۲۴۱

منابع ۲۴۳

مقدمه

معدن کاری روباز به عنوان شاخه‌ای مهم از صنایع تولیدی حیاتی کشور به حساب می‌آید. آسیب و نقصان چه به دلیل طراحی نادرست و چه به دلیل نگهداری و بهره‌برداری نامناسب، طبیعتاً می‌تواند سلامتی آن‌ها را به خطر اندازد. آسیب این سازه‌ها (معدن روباز)، پتانسیل بالایی از نظر ضرر مالی و اختلال در چرخه عملیات تولیدی کشور خواهد داشت. این امری طبیعی است چرا که شرایط خاص (از قبیل محل قرارگیری کانسار) حاکم در منطقه ما را ملزم به ایجاد معدن روباز در محل مورد نظر نموده است. حال اگر این معدن وظیفه مورد انتظار را در پی انجام ندهند، به نوعی سیستم‌های وابسته به خود (چرخه عملیات تولید و کارخانه‌های وابسته به آن مانند ذوب‌آهن، صنعت مس و ...) را چه به صورت موضعی و چه به صورت کلی دچار اختلال می‌کنند. با توجه به احداث معدن در محل قرارگیری کانسار (غیر انتخابی بودن آن‌ها) و همچنین با توجه به اینکه زمین، سرشار از عدم اطمینان‌های ناشناخته است؛ لذا ایمنی و کنترل سلامتی و پایداری معدن (دیواره‌ها، شیب‌ها و ...) امری اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد.

رفتارنگاری، بررسی تغییرات ایجاد شده در پارامترهای قابل سنجش است. این سنجش‌ها به وسیله ابزارهای دقیقی انجام می‌گیرند که در حقیقت این ابزارها وسیله‌ای برای اندازه‌گیری تغییر کمیت‌های فیزیکی می‌باشند. این ابزارها در رشته‌های مختلف کارایی دارند و برای اندازه‌گیری خصوصیات و ویژگی‌های مورد نیاز هر سیستم به کار می‌روند. موارد فوق، اهمیت رفتارسنجی معدن روباز و نیاز به یک سیستم رفتارنگاری مناسب و قادر اعتماد جهت بیان عملکرد و ارزیابی ایمنی معدن مهم کشور، در طول دوره‌های طراحی، ساخت و بهره‌برداری را نشان می‌دهد. تا آنجا که امروزه اکثر معدن مهم دنیا، در دوره‌های یاد شده ارزیابی و کنترل رفتار می‌گردند. در قسمت‌های مختلف معدن روباز از مرحله احداث تا مرحله بهره‌برداری، ممکن است از ابزاردقیق‌های مختلفی استفاده شود که با توجه به شرایط و حجم عملیات و نوع سازه متفاوت می‌باشند. عملیات رفتارسنجی وظیفه حفاظت از معدن را در برابر حوادث و فروپاشی نخواهد داشت، بلکه نقش اساسی این عملیات، معرفی موارد ناهنجاری و یا رفتارهای غیرطبیعی این نوع از سازه‌ها (همانند پله‌ها، شیب‌ها، دیواره‌ها و ...) می‌باشد، به نحوی که بتواند هشدار قبل از وقوع آسیب باشد. از این نظر رفتارسنجی معدن روباز به همراه تجزیه و تحلیل سریع اطلاعات، نقش مهمی را در جلوگیری از خرابی و ایمنی آنها ایفا می‌کند.

با توجه به نبود مجموعه‌ای جامع و کاربردی در خصوص ابزاربندی و رفتارنگاری در معادن روباز و همچنین محدودیت منابع در این خصوص، تدوین این کتاب می‌تواند برای آشنایی با ابزار دقیق مورد استفاده در معادن روباز، اصول طراحی و همچنین نحوه رفتارنگاری در این نوع از معادن کاربردی باشد. در مجموع، هدف از تهیه این مجموعه؛ ارائه یک دستورالعمل جامع برای طراحی و اجرای سیستم‌های ابزاربندی و رفتارنگاری در معادن روباز است که در شش فصل تنظیم شده است.

در فصل اول، انواع سیستم‌های ابزاربندی در حفاریات روباز بیان خواهد شد. در فصل دوم از این کتاب به بررسی روش‌های رفتارنگاری زیرسطحی کاربردی در معادن روباز (همانند شیپرها)، پرداخته خواهد شد. در فصل سوم به بررسی و شرح تفصیلی هر یک از ابزارهای کاربردی در این نوع از معادن پرداخته و معایب و مزایا، کاربرد و طریقه نصب هریک از آنها مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در فصل‌های چهارم و پنجم این کتاب به ترتیب روش برنامه‌ریزی و انتخاب نوع سیستم ابزاربندی و انتخاب نوع دستگاه، قابلیت و نحوه کالیبره کردن ابزارها به بحث گرفته شده است. در نهایت در فصل ششم و پایانی، نحوه طراحی سیستم، پردازش و تفسیر داده‌ها بیان خواهد شد.