

جمهوری اسلامی ایران
وزارت صنعت، معدن و تجارت

کتابخانه تخصصی
۱۵۲ ۸۶۶۳
۹۶، ۶، ۲۶

برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

راهنمای ابزاربندی و رفتارنگاری در معادن روباز

شماره ردیف نشریه در انتشارات
سازمان برنامه و بودجه کشور

۶۲۵



انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن
<http://www.ime.org.ir>

وزارت صنعت، معدن و تجارت
معاونت امور معادن و صنایع معدنی
دفتر نظارت امور معدنی
برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

<http://www.mimt.gov.ir>
<http://www.minecriteria.mimt.gov.ir>

۱۳۹۵



انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن
(شماره ثبت ۹۹۶۶)

سرشناسنامه :	ایران، وزارت صنعت، معدن و تجارت. دفتر نظارت نظارت و بهره‌برداری. برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن
عنوان و نام پدیدآور :	راهنمای ابزاربندی و رفتارنگاری در معادن روباز / وزارت صنعت، معدن و تجارت، معاونت امور معادن و صنایع معدنی، دفتر نظارت امور معدنی، برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن
مشخصات نشر :	تهران: سازمان نظام مهندسی معدن ایران، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری :	۱۴۳ ص: مصور (رنگی): ۲۹×۲۲ س م
فروست :	انتشارات سازمان برنامه و بودجه کشور: ۷۲۵.
	انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن: ۸۴.
شابک :	۹۷۸-۶۰۰-۶۴۲۲-۵۹-۶
وضعیت فهرست‌نویسی :	ف. ا.
موضوع :	معدن و ذخایر معدنی -- حفاری سطحی -- ابزار و وسایل
موضوع :	Strip mining -- Instrument and apparatus
موضوع :	معدن -- ذخایر معدنی -- ابزار و وسایل
موضوع :	Mines and mineral resources -- Instrument and apparatus
موضوع :	مهندسی معدن
موضوع :	Mining engineering
شناسه افزوده :	سازمان نظام مهندسی معدن ایران
رده‌بندی کنگره :	TN۲۹۱/۲ ۱۳۹۶
رده‌بندی دیویی :	۶۲۲/۲۹۲
شماره کتابشناسی ملی :	۴۶۶۷۶۹۹

راهنمای ابزاربندی و رفتارنگاری در معادن روباز

ناشر: انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۰۵,۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: زمستان ۱۳۹۵

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل پیشنهاد، مطالعه، طراحی، اجرای طرح‌های اکتشافی، بهره‌برداری و فرآوری مواد معدنی از نظر توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی، اجرا و هزینه‌های مربوطه اهمیت ویژه‌ای دارد. برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی را در کلیه مراحل انجام عملیات معدنی مورد تأکید جدی قرار داده است.

با توجه به مراتب یاد شده، دفتر نظارت امور معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت با همکاری اساتید، صاحب‌نظران، متخصصان، دست‌اندرکاران بخش معدن کشور و با همکاری دفتر نظام امور فنی سازمان برنامه و بودجه کشور و به استناد ماده ۱۰۷ آیین‌نامه اجرایی قانون معادن، مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران و ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی معدن با در نظر داشتن موارد زیر اقدام به تهیه ضوابط، معیارها و دستورالعمل‌های مورد نیاز بخش معدن کرده است:

- استفاده از منابع معتبر و استانداردهای بین‌المللی
 - بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، شرکت‌ها و واحدهای معدنی
 - استفاده از تخصص‌ها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران بخش‌های خصوصی و دولتی
 - پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و اتلاف منابع مالی، غیرمالی، کشور
 - توجه به اصول و موازین مورد عمل موسسات تهیه‌کننده استاندارد
- امید است نشریه "راهنمای ابزاربندی و رفتارنحری در معادن روباز" گام موثری در زمینه یکسان‌سازی فعالیت‌های معدنی در کشور باشد. همچنین مجریان و دست‌اندرکاران بخش معدن با به کارگیری این نشریه، در راستای هماهنگ‌سازی و تکامل استانداردها مشارکت کنند. حمایت مالی سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران در تهیه این نشریه نقش ارزنده‌ای داشته است.

شورای عالی برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

مقدمه

گسیختگی شیب‌ها یکی از دلایل عمده حوادث و مرگ و میر در عملیات بهره‌برداری از معادن روباز است. حرکت غیرمنتظره زمین باعث به خطر افتادن جان انسان‌ها، تخریب تجهیزات یا خسارات مالی می‌شود. هدف از ایزاربندی معادن روباز دریافت علایم متنوع خطر در صورت عدم پایداری شیب است تا متصدیان (کارکنان عملیاتی) بهتر بتوانند خطرات را تشخیص دهند.

بسیاری از شیب‌های سنگی در دوره بهره‌برداری و یا در دوران عمر طبیعی خود به اندازه‌های متفاوت حرکت می‌کنند. این حرکت‌ها نشان می‌دهند که شیب در یک حالت شبه‌پایدار است و این شرایط شاید سال‌ها و یا حتی قرن‌ها، بدون بروز پدیده شکست، ادامه یابند. با این وجود گاه حرکت جزئی اولیه شیب ممکن است عاملی برای حرکت شتاب‌دار تا فروپاشی آن باشد. به علت عدم قابلیت پیش‌بینی رفتار شیب، برنامه‌های رفتارنگاری حرکت در کنترل خطرات شیب با ارزش‌اند و داده‌هایی فراهم می‌آورند که برای طراحی و پایدار کردن مفیدند. حرکت شیب در معادن روباز بسیار رایج است. بسیاری از معادن سال‌ها در شرایط امن به فعالیت با شیب‌های در حال حرکت که باعث بروز خطرات دادن ایجاد شرایط ناپایدار رفتارنگاری می‌شوند، ادامه می‌دهند.

این نشریه با عنوان "**راهنمای ابزاربندی و رفتارنگاری در معادن روباز**" در راستای اهداف وزارت صنعت، معدن و تجارت و در چارچوب برنامه تهیه ضوابط - معیارهای معدن تهیه و برای استفاده در طراحی سیستم‌های رفتارنگاری در معادن روباز تدوین شده است. در این مجموعه انواع سیستم‌های ابزاربندی، مشخصات فنی ابزار، روش برنامه‌ریزی و انتخاب سیستم رفتارسنجی، روش‌های انتخاب نوع دستگاه، قابلیت اندازه‌گیری و واسنجی از طراحی سیستم ایزاربندی و پردازش و تفسیر داده‌ها به تفصیل بیان شده است که امید است راهنمای مناسبی برای مشاوران در این امر باشد.

فصل اول - سیستم‌های ابزاربندی در حفاریات سطحی

۱-۱-۱-۱	روش‌های رفتارنگاری سطحی	۲
۱-۱-۱-۱-۱	سیستم‌های رفتارنگاری با استفاده از نقشه‌برداری	۳
۱-۱-۱-۲	سیستم‌های رفتارنگاری با استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی	۵
۱-۱-۳	سیستم رفتارنگاری با دوربین فیلم‌برداری و پردازش تصویر گرفته شده	۷
۱-۱-۴	سیستم رفتارنگاری با تصویربرداری فراطیفی	۸
۱-۱-۵	سیستم رفتارنگاری با تصویربرداری لیزری	۸
۱-۱-۶	سیستم رفتارنگاری با رادار روزانه‌ای مصنوعی (SAR)	۹
۱-۱-۷	سیستم رفتارنگاری با رادار زمینی	۹
۱-۱-۸	سیستم رفتارنگاری با پلازما	۱۱
۲-۱	روش‌های رفتارنگاری زیرسطحی	۱۲
۲-۱-۱	کاوشگرهای درون گمانه‌ای	۱۲
۲-۲-۱	انحراف‌سنج‌ها	۱۳
۲-۲-۳	بازتاب‌سنجی زمان-حوزه‌ای (TDR)	۱۳
۲-۲-۴	کشیدگی‌سنج‌های درون گمانه‌ای	۱۴
۲-۲-۵	پیزومترها	۱۴

فصل دوم - برنامه‌ریزی و انتخاب سیستم رفتارسنجی برای حفاریات سطحی

۱-۲	ابزاربندی و رفتارنگاری	۱۷
۲-۲	مراحل ابزاربندی	۱۸
۳-۲	مراحل طراحی ابزاربندی در یک معدن روباز	۱۸
۴-۲	روش‌های تشخیص خطرات در معادن روباز	۱۸
۵-۲	انواع حرکت در شیب‌ها	۱۹
۶-۲	عوامل موثر در انتخاب سیستم رفتارنگاری	۲۰
۶-۲-۱	اندازه سازه	۲۰
۶-۲-۲	شکل سازه	۲۱
۶-۲-۳	شرایط حاکم بر سازه‌ها	۲۱
۶-۲-۴	اهداف رفتارنگاری	۲۳

۲۵	 ۲-۶-۵- اهمیت رفتارنگاری سازه‌ها.
۲۵	 ۲-۶-۶- ریسک ناپایداری سازه‌ها.
۲۶	 ۲-۶-۷- روش استخراج.
۲۶	 ۲-۷-۷- طراحی سیستم ابزاربندی، پردازش و تفسیر داده‌ها.
۲۶	 ۲-۷-۱- طراحی سیستم ابزاربندی.
۲۶	 ۲-۷-۲- پردازش داده‌ها.
۲۸	 ۲-۷-۳- تفسیر اطلاعات.

فصل سوم- روش‌های انتخاب، قابلیت اندازه‌گیری و واسنجی دستگاه

۳۳	 ۳-۱-۱- هدف از ابزاربندی.
۳۵	 ۳-۲- محدوده اندازه‌گیری هر دستگاه.
۳۵	 ۳-۳- دقت اندازه‌گیری.
۳۵	 ۳-۴- تاثیر دما، رطوبت و دیگر شرایط محیطی.
۳۶	 ۳-۵- دوره زمانی رفتارسنجی (قطع سازه مدت و یا دراز مدت).
۳۶	 ۳-۶- حساسیت دستگاه.
۳۷	 ۳-۷- مدت زمان عکس‌العمل ثبت تغییرات.
۳۸	 ۳-۸- تاثیر روش استخراج.

فصل چهارم- ابزار اندازه‌گیری جابه‌جایی و نشست

۴۱	 ۴-۱-۱- جابه‌جایی سنج.
۴۱	 ۴-۱-۱-۱- جابه‌جایی سنج نواری.
۴۵	 ۴-۱-۱-۲- پتانسیومتر.
۴۶	 ۴-۱-۱-۳- جابه‌جایی سنج القایی.
۴۷	 ۴-۲- انحراف‌سنج.
۴۷	 ۴-۲-۱- انحراف‌سنج معمولی.
۵۳	 ۴-۲-۲- انحراف‌سنج در محل.
۵۵	 ۴-۳- شیب‌سنج.
۵۵	 ۴-۳-۱- شیب‌سنج الکترونیکی تک‌محوره.
۵۸	 ۴-۳-۲- شیب‌سنج الکترونیکی دومحوره.
۶۰	 ۴-۳-۳- شیب‌سنج قابل حمل.
۶۱	 ۴-۴- ابزار اندازه‌گیری نشست.

۶۱	 ۴-۴-۱- سلول نشست سنج
۶۵	 ۴-۴-۲- نشست سنج مغناطیسی
۷۰	 ۴-۴-۳- نشست سنج سوندکس
۷۲	 ۴-۴-۴- نشست سنج USBR و هوک
۷۴	 ۴-۴-۵- نشست سنج اینکرکس
۷۵	 ۴-۴-۶- نشست سنج میله‌ای
۸۰	 ۴-۵-۵- درز سنج و ترک سنج
۸۰	 ۴-۵-۱- درز سنج و ترک سنج ساده
۸۱	 ۴-۵-۲- درز سنج و ترک سنج مکانیکی تک محوره
۸۲	 ۴-۵-۳- درز سنج و ترک سنج مکانیکی سه محوره
۸۳	 ۴-۵-۴- درز سنج و ترک سنج الکتریکی سطحی
۸۶	 ۴-۵-۵- درز سنج و ترک سنج الکتریکی قابل نصب در عمق
۸۷	 ۴-۵-۶- درز سنج و ترک سنج الکتریکی مدفون
۸۹	 ۴-۵-۷- درز سنج و ترک سنج با سیم‌انیز، تار مرتعش
۹۰	 ۴-۶-۶- کرنش سنج
۹۰	 ۴-۶-۱- کرنش سنج با مکانیزم تار مرتعش مدفون
۹۶	 ۴-۶-۲- کرنش سنج با مکانیزم تار مرتعش سطحی
۹۸	 ۴-۶-۳- کرنش سنج با مکانیزم مقاومت الکتریکی
۱۰۰	 ۴-۷-۷- کشیدگی سنج
۱۰۰	 ۴-۷-۱- کشیدگی سنج لغزنده
۱۰۰	 ۴-۷-۲- کشیدگی سنج درون گمانه‌ای ثابت
۱۰۶	 ۴-۷-۳- کشیدگی سنج مدفون در خاکریز
۱۰۶	 ۴-۸-۸- بازتاب سنجی در محدوده (TDR)
۱۰۸	 ۴-۹-۹- ابزار اندازه‌گیری لرزش

فصل پنجم- ابزار اندازه‌گیری نیرو و تنش

۱۱۳	 ۵-۱-۱- ابزار اندازه‌گیری نیرو
۱۱۳	 ۵-۱-۱-۱- نیرو سنج هیدرولیکی دارای فشار سنج
۱۱۴	 ۵-۱-۲- نیرو سنج با مکانیزم مقاومت الکتریکی قابل نصب بر روی مهار
۱۱۶	 ۵-۱-۳- نیرو سنج با مکانیزم مقاومت الکتریکی غیر قابل نصب بر روی مهار

۱۱۸	 ۵-۱-۴- نیروسنج با مکانیزم تار مرتعش
۱۱۹	 ۵-۲- ابزار اندازه گیری تنش
فصل ششم- ابزار اندازه گیری سطح آب و فشار پیزومتریک	
۱۲۳	 ۶-۱- پیزومتر پنوماتیکی
۱۲۴	 ۶-۲- پیزومتر تار مرتعش
۱۲۵	 ۶-۳- پیزومتر الکتریکی
۱۲۵	 ۶-۴- پیزومتر با لوله قائم سرباز
۱۲۷	 ۶-۵- پیزومتر هیدرولیکی

www.ketab.ir