

فصل ۲

روابط و فرمول‌های فنی

| شماره | نوع راه | توضیحات |
|-------|----------------|---|
| ۱ | جاده زیگزاگی | در مسیرهای کوهستانی و با اختلاف ارتفاع بسیار زیاد احداث می‌گردد. |
| ۲ | جاده حلزونی | در مسیرهای کوهستانی و با اختلاف ارتفاع زیاد احداث می‌گردد. |
| ۳ | تونل اصلی | جهت تردد پرسنل و حمل‌ونقل بار و مواد معدنی استفاده می‌گردد، در این شکل وسیله حمل‌ونقل واگن می‌باشد. |
| ۴ | جاده اصلی معدن | برای عبور و مرور پرسنل از منزل به معدن و برعکس و همچنین برای انتقال محصولات مواد معدنی به واحدهای فراوری و یا به بازار مصرف استفاده می‌شود. |
| ۵ | تونل | برای حمل‌ونقل مواد معدنی به وسیله واگن ساخته می‌شود که معمولاً در کف تونل ریل‌گذاری می‌گردد. |

روش‌های حمل و نقل مواد معدنی در معدن و کارخانه فراوری

حمل‌ونقل مواد معدنی در معادن در اکثر موارد با استفاده از ماشین‌آلاتی مانند کامیون، دامپتراک و یا حمل‌ونقل ریلی و یا نوار نقاله هوایی (کابلی) انجام می‌شود. اما در مسیرهای کوتاه‌تر و یا در کارخانه‌های فراوری از روش‌های زیر استفاده می‌گردد.

| نوع حمل‌ونقل | مکانیزم حمل | مسافت حمل | شیب حمل | محدودیت‌ها | مثال‌ها |
|--------------|-------------|------------------------------|----------------|---|---|
| خشک | مکانیکی | چند متر تا چندین کیلومتر | شیب‌دار افقی - | محدودیت ظرفیت، مشکلات حمل مواد چسبنده، محدودیت شیب و گاه ظرفیت، سروصدا، هزینه بالای نگهداری | نوار نقاله، مارپیچ، آپرون، ارتعاشی و غیره |
| | | | قائم | محدودیت سرعت، هزینه بالا و ظرفیت محدود عمدتاً در مورد مدارهای پیوسته | بالابرهای سطحی |
| تر | پمپ | در محدوده کارخانه کانه‌آرایی | متغیر | پودر بودن مواد، مصرف بالای انرژی، هزینه سرمایه‌ای و عملیاتی بالا، سایش، رطوبت، خردشوندگی، نیاز به آزمایش‌های زیاد | تجهیزات بادی |
| | | | متغیر | فرسایش قطعات بر اثر پالپ‌های ساینده، هزینه بالای نگهداری تجهیزات جانبی، گرفتگی مسیر لوله، حمل مواد درشت و ساینده در شیب روبه بالا | پمپ‌ها و لوله‌ها |
| | | | شیب‌دار | امکان گرفتگی مسیر یا عدم همگن بودن پالپ | ناودان‌ها |

۱ جدول موس

در جدول موس که شامل ده کانی مشخص می‌باشد دارای سختی درجه‌بندی شده از ۱ الی ده می‌باشد و برای تعیین و سنجش میزان سختی و استحکام کانی‌ها به کار می‌رود. به عنوان مثال کانی تالک دارای درجه سختی ۱ و کوارتز دارای درجه سختی ۷ می‌باشد و کرونوم دارای درجه سختی ۹ می‌باشد.



۲ برخی از خصوصیات فیزیکی کانی‌ها

| ردیف | نام کانی | خصوصیات فیزیکی |
|------|----------------------|--|
| ۱ | ژپیس (گچ) | رنگ: معمولاً سفید، زرد، خاکستری، سختی: ۱/۵-۲، جلا: صدفی، وزن مخصوص: حدود ۲ |
| ۲ | کوارتز (سیلیس) | رنگ: بی‌رنگ، سفید، صورتی، خاکستری، سختی: ۷، جلا: شیشه‌ای، وزن مخصوص: حدود ۲/۵ |
| ۳ | تالک | رنگ: سفید متمایل به سبز، سختی: ۱، جلا: چرب و روغنی (صابونی)، وزن مخصوص: ۲/۵ تا ۳ |
| ۴ | آزبست | رنگ: سبز، قرمز، زرد، آبی، سختی: ۲/۵ تا ۳، جلا: چرب و روغنی (صابونی)، وزن مخصوص: ۲ تا ۴ |
| ۵ | گالن (سرب) | رنگ: خاکستری سربی، سختی: ۲/۵ تا ۳، جلا: فلزی، وزن مخصوص: ۷/۵ |
| ۶ | اسفالریت (روی) | رنگ: سیاه، قهوه‌ای تیره، سختی: ۳/۵ تا ۴، جلا: رزینی، وزن مخصوص: ۴ |
| ۷ | کالکوپریت (مس و آهن) | رنگ: طلایی، سختی: ۳/۵ تا ۴، جلا: فلزی، وزن مخصوص: ۴/۵ |
| ۸ | مگنتیت (آهن) | مگنتیت (آهن) رنگ: سیاه، سختی: ۵/۵، جلا: فلزی، وزن مخصوص: ۵/۲ |
| ۹ | آزوریت (مس) | رنگ: آبی لاجوردی، سختی: ۳/۵، جلا: شیشه‌ای، چرب، وزن مخصوص: ۴ |

استانداردهای آماده‌سازی نمونه

نحوه آماده سازی نمونه و کاهش وزن بر مبنای درشت‌ترین ابعاد ذرات

| اندازه درشت‌ترین ذرات در نمونه اولیه | روش تقسیم کردن | وزن نسبی نمونه |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| بزرگ‌تر از ۱۰۰ میلی‌متر | - | تمامی نمونه |
| ۱۲ میلی‌متر تا ۱۰۰ میلی‌متر | روش چهار قسمتی | ۵۰ کیلوگرم |
| ۴۲۰ میکرون تا ۱۲ میلی‌متر | تقسیم‌کننده شانه‌ای | ۵ - ۱۰ کیلوگرم |
| ۱۵۰ میکرون تا ۴۲۰ میکرون | تقسیم‌کننده دوار یا شانه‌ای | ۵ - ۱۰ کیلوگرم |
| کوچک‌تر از ۱۵۰ میکرون | تقسیم‌کننده دوار یا شانه‌ای | ۵/۰ کیلوگرم |

تجهیزات متداول در خردایش برای آماده‌سازی نمونه

| ابعاد محصول (میلی‌متر) | ابعاد بار ورودی (میلی‌متر) | کاربرد | ظرفیت (کیلوگرم در ساعت) | ابعاد دستگاه (سانتی‌متر) | تجهیزات |
|----------------------------------|----------------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| ۱۵-۵۰ | -۱۰۰ | خردایش اولیه | ۲۵۰ - ۱۰۰۰ | (دهانه × عرض) ۱۵/۵ × ۱۳ | سنگ شکن فکی بزرگ |
| ۵-۱۰ | -۵۰ | خردایش اولیه و مرحله دوم | ۲۵ - ۷۵ | (دهانه × عرض) ۹ × ۶ | سنگ شکن فکی کوچک |
| ۳-۵ | -۱۰ | خردایش مرحله دوم یا سوم نمونه | | قطر هسته: ۳۰ | سنگ شکن مخروطی |
| ۰/۷۱-۵ | -۱۰ | خردایش مرحله سوم و نهایی | ۲۰۰۰ | (قطر × طول) ۱۵/۵ × ۲۵/۵ | سنگ شکن غلتکی |
| متغیر (بستگی به زمان آسیا) | -۳ | آماده‌سازی نمونه برای آزمایش‌های کانه‌آرایی | ۲ - ۴ (در هر بار خردایش) | (قطر × طول) ۳۶ × ۲۰ | آسیای میله‌ای |
| متغیر (بستگی به زمان آسیا) | -۳ | آماده‌سازی نمونه برای آزمایش‌های کانه‌آرایی | ۲ - ۴ (در هر بار خردایش) | (قطر × طول) ۱۳ × ۳۰/۵ | آسیای گلوله‌ای |
| متغیر (بستگی به زمان آسیا) | -۳ | آماده‌سازی نمونه با محدودیت آلایندگی آهن برای آزمایش‌های کانه‌آرایی | ۰/۵ - ۴ | در ابعاد مختلف | آسیای سرامیکی |
| بستگی به اندازه سرنده | -۵ | آسیای نمونه‌های ترد و غیرساینده | ۲۰۰ - ۱۰۰۰ | قطر دیسک ۲۲ | آسیای دیسکی |
| ۰/۷۵- | -۳ | پودر کردن نمونه برای تجزیه شیمیایی | ۰/۲ (در هر بار خردایش) | (قطر هاون) ۱۵-۲۵ | پودر کردن |

۱ مراحل آماده‌سازی مقاطع نازک و صیقلی

انتخاب نمونه مناسب و تعیین جهت برش

برش سنگ

مات کردن یک سطح لام و سایش یک سطح سنگ با پودر
کاربید سیلیسیم

چسباندن نمونه روی لام و خارج کردن حباب‌ها

برش ضخامت مازاد نمونه تا ضخامت ۱ تا ۲ میلی‌متر

نازک کردن تا ضخامت ۳۰ تا ۳۵ میکرون با پودرهای
کاربید سیلیسیم (۳۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ مش)

کنترل ضخامت به کمک کانی‌های دارای بیرفرنزانس پایین یا
به کمک ریزسنج

چسباندن لامل

شماره‌گذاری و تحویل مقطع نازک

روند نمای مراحل آماده‌سازی مقاطع نازک

انتخاب نمونه و تعیین محدوده و جهت برش مناسب

برش به شکل و ابعاد قالب

سایش سطح با پودر کاربید سیلیسیم نرم (۹۰۰ تا ۱۲۰۰ مش)

قالب‌گیری نمونه

خارج کردن نمونه پس از خشک شدن از قالب و سایش سطح نمونه با کاغذ سمباده بسیار نرم

صیقل دادن با سوسپانسیون یا خمیر الماس (۶، ۳، ۱ و ۰/۲۵ میکرون)

مقطع صیقلی آماده مطالعه

مطالعات میکروسکوپی با نور انعکاسی

روند نمای مراحل آماده‌سازی مقاطع صیقلی

انتخاب نمونه و تعیین جهت برش

برش

سایش یک سطح نمونه با پودر کاربید سیلیسیم

چسباندن نمونه روی لام

برش نمونه (ضخامت ۱ تا ۲ میلی‌متر)

نازک کردن تا ضخامت ۶۰ تا ۸۰ میکرون با پودرهای
کاربید سیلیسیم (۸۰۰ و ۱۲۰۰ مش)

پولیش با سوسپانسیون یا خمیر الماس (۶، ۳، ۱، ۰/۲۵ میکرون)

مقطع نازک - صیقلی آماده برای مطالعه

مطالعات میکروسکوپی مقطع نازک صیقلی با میکروسکوپ
پلاریزان عبوری - انعکاس

روندنمای مراحل آماده‌سازی مقاطع نازک - صیقلی

۲ دستورالعمل‌های سرویس و نگهداری انواع دستگاه‌های برش، خردایش و نمایش آزمایشگاهی

در کلیه ماشین‌آلات آزمایشگاهی لازم است مراحل سرویس و نگهداری طی مراحل ۱- اپراتوری ۲- مکانیکی و ۳- قسمت‌های برق ماشین‌آلات بررسی و کنترل گردد. به‌طور مثال در مورد آسیاها در آزمایشگاه نکات مهم زیر در عمل اجرا گردد.

دستورالعمل حفظ و نگهداری دستگاه آسیا

بخش اول : اپراتوری

- ۱ قبل از استارت دستگاه ، حتماً داخل آسیا را رؤیت نموده تا از عدم وجود هرگونه شیء متفرقه در داخل آسیا مطمئن شوید.
- ۲ ابتدا آسیا باید با دور کند راه‌اندازی گردد.
- ۳ بدنه آسیا پس از هر دوره آسیا تمیز گردد.
- ۴ درب آسیا در هنگام آسیا کردن حتماً بسته باشد.
- ۵ از شارژ مواد با وزن بیش از حد مجاز تعیین شده خودداری نمایید.
- ۶ از شارژ مواد به هنگامی که آسیا خاموش یا با دور تند در حال حرکت می‌باشد، خودداری گردد.
- ۷ از شارژ مواد به‌طور ناگهانی به داخل آسیا خودداری گردد.

بخش دوم : مکانیک

- ۱ واسکازین، گیربکس و قسمت‌های گریس‌خور طبق برنامه بازدید شود.
- ۲ ساچمه‌های آسیا در هنگام لزوم تخلیه و پس از تمیز کردن مجدداً، شارژ گردد.
- ۳ بازدیدهای لازم و سرویس‌کاری بر اساس برنامه انجام شود.

بخش سوم : برق

- ۱ تابلوهای برق‌نمای ظاهری تمیز و از داخل با هوای فشرده تمیز شود.
- ۲ تمامی اتصالات و ترمینال‌های برق طبق برنامه کنترل شود.

MESH TO MICRON CONVERSION CHART

| مش U.S. MESH | اینچ INCHES | میکرون MICRONS | میلی متر MILLIMETERS |
|--------------|-------------|----------------|----------------------|
| ۳ | ۰/۲۶۵۰ | ۶۷۳۰ | ۶/۷۳۰ |
| ۴ | ۰/۱۸۷۰ | ۴۷۶۰ | ۴/۷۶۰ |
| ۵ | ۰/۱۵۷۰ | ۴۰۰۰ | ۴/۰۰۰ |
| ۶ | ۰/۱۳۲۰ | ۳۳۶۰ | ۳/۳۶۰ |
| ۷ | ۰/۱۱۱۰ | ۲۸۳۰ | ۲/۸۳۰ |
| ۸ | ۰/۰۹۳۷ | ۲۳۸۰ | ۲/۳۸۰ |
| ۱۰ | ۰/۰۷۸۷ | ۲۰۰۰ | ۲/۰۰۰ |
| ۱۲ | ۰/۰۶۶۱ | ۱۶۸۰ | ۱/۶۸۰ |
| ۱۴ | ۰/۰۵۵۵ | ۱۴۱۰ | ۱/۴۱۰ |
| ۱۶ | ۰/۰۴۶۹ | ۱۱۹۰ | ۱/۱۹۰ |
| ۱۸ | ۰/۰۳۹۴ | ۱۰۰۰ | ۱/۰۰۰ |
| ۲۰ | ۰/۰۳۳۱ | ۸۴۱ | ۰/۸۴۱ |
| ۲۵ | ۰/۰۲۸۰ | ۷۰۷ | ۰/۷۰۷ |
| ۳۰ | ۰/۰۲۳۲ | ۵۹۵ | ۰/۵۹۵ |
| ۳۵ | ۰/۰۱۹۷ | ۵۰۰ | ۰/۵۰۰ |
| ۴۰ | ۰/۰۱۶۵ | ۴۰۰ | ۰/۴۰۰ |
| ۴۵ | ۰/۰۱۳۸ | ۳۵۴ | ۰/۳۵۴ |
| ۵۰ | ۰/۰۱۱۷ | ۲۹۷ | ۰/۲۹۷ |
| ۶۰ | ۰/۰۰۹۸ | ۲۵۰ | ۰/۲۵۰ |
| ۷۰ | ۰/۰۰۸۳ | ۲۱۰ | ۰/۲۱۰ |
| ۸۰ | ۰/۰۰۷۰ | ۱۷۷ | ۰/۱۷۷ |
| ۱۰۰ | ۰/۰۰۵۹ | ۱۴۹ | ۰/۱۴۹ |
| ۱۲۰ | ۰/۰۰۴۹ | ۱۲۵ | ۰/۱۲۵ |
| ۱۴۰ | ۰/۰۰۴۱ | ۱۰۵ | ۰/۱۰۵ |
| ۱۷۰ | ۰/۰۰۳۵ | ۸۸ | ۰/۰۸۸ |
| ۲۰۰ | ۰/۰۰۲۹ | ۷۴ | ۰/۰۷۴ |
| ۲۳۰ | ۰/۰۰۲۴ | ۶۳ | ۰/۰۶۳ |
| ۲۷۰ | ۰/۰۰۲۱ | ۵۳ | ۰/۰۵۳ |
| ۳۲۵ | ۰/۰۰۱۷ | ۴۴ | ۰/۰۴۴ |
| ۴۰۰ | ۰/۰۰۱۵ | ۳۷ | ۰/۰۳۷ |

۲ رابطه بین حجم - وزن - وزن مخصوص

$$v = \frac{m}{\rho}$$

m: وزن بر حسب گرم
 V: حجم: جامدات بر حسب cm^3 و یا m^3
 ρ: وزن مخصوص بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب
 مایعات بر حسب cc و یا لیتر

فرمول محاسبه درجه آزادی:

$$\text{درجه آزادی} = \frac{\text{کانی با ارزش آزاد شده}}{\text{کل کانی با ارزش}}$$

* نسبت خرد کردن:

قطر متوسط اندازه قطعات بار اولیه به قطر متوسط اندازه قطعات محصول خرد شده را نسبت خرد کردن گویند.

مشخصات سنگ شکن های فکی متداول در صنعت

| مشخصات ساختمانی | | | |
|--|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| مقدار | مشخصات | مقدار | مشخصات |
| دو برابر دهانه | ارتفاع قائم | دهانه × عرض | ابعاد سنگ شکن |
| ۱/۳ - ۳ برابر دهانه | عرض فک | ۲۵۱۴ × ۱۶۰۰ | بزرگ ترین اندازه سنگ شکن (mm) |
| $0.05 \times (\text{دهانه ورودی})^{0.85}$ | دامنه نوسان فک | ۴۰۰ | حداکثر توان (Kw) |
| ۱۰۰ - ۳۵۰ | سرعت فک متحرک (rpm) | ۲۰ - ۲۵ | زاویه بین فک ها (درجه) |
| پارامترهای عملیاتی | | | |
| مقدار | مشخصات | مقدار | مشخصات |
| ۴:۱ - ۹:۱ | نسبت خردایش | ۵/۸ - ۵/۹ اندازه دهانه | ابعاد بار ورودی |
| گادین با شیب منحنی $\alpha = 0.88$ | تابع توزیع دانه بندی | در حالت باز ۸۰ و بسته ۶۵ | ابعاد محصول (درصد کوچک تر از دهانه) |
| سنگ شکنی اولیه با ظرفیت تولید متوسط، خردایش مواد سخت و نیمه سخت به صورت خشک و مدار باز | | | کاربرد |
| مناسب برای خردایش کانسنگ های با حداکثر ابعاد نسبتی یک متر، استفاده در مدارهایی که اهمیت اندازه بار ورودی بیشتر از ظرفیت است، دارای مزیت نسبی به ژیراتوری، در خردایش مواد حاوی رس بالا، قابل نصب در زیر زمین و روی زمین و هزینه سرمایه گذاری و نگهداری کمتر نسبت به ژیراتوری، قابلیت ساخت به صورت چندتکه ای برای حمل و نصب آسان در مناطق دوردست یا به صورت زیرزمینی | | | مزایا |
| نیاز به فونداسیون قوی، ظرفیت کمتر نسبت به ژیراتوری در دهانه یکسان، فرسایش سطح فک ها، نیاز به سیلو و تغذیه کننده، هزینه نصب بیشتر نسبت به ژیراتوری | | | محدودیت ها |

مشخصات سنگ شکن های ژیراتوری

| مشخصات ساختمانی | | | |
|--|---|-----------------------------|--------------------------------------|
| مقدار | مشخصات | مقدار | مشخصات |
| ۱/۳-۱/۷ | نسبت به قطر محور به دهانه ورودی | ۱۸۳۰ | بزرگ ترین اندازه موجود دهانه (mm) |
| ۸-۱۰ | محیط دهانه خروجی به دهانه ورودی (در اندازه کوچک تر از ۶۶cm) | ۱۰۰۰ | حداکثر توان (Kw) |
| ۶/۵-۷/۵ | محیط دهانه خروجی به دهانه ورودی (در اندازه کوچک تر از ۶۶cm) | ۱۰۰۰۰ | حداکثر ظرفیت (t/h) |
| ۱۷۵-۷۰۰ | سرعت (rpm) | ۲۲-۳۰ | زاویه بین جام و محور خردکننده (درجه) |
| پارامترهای عملیاتی | | | |
| مقدار | مشخصات | مقدار | مشخصات |
| ۳:۱۰:۱ | نسبت خردایش | ۵/۹ اندازه دهانه | اندازه بار ورودی |
| ۸۵ درصد | ابعاد محصول (درصد کوچک تر از دهانه در حالت باز) | گادین با شیب منحنی $a=0/۸۳$ | تابع توزیع دانه بندی |
| سنگ شکنی اولیه در مدار خردایش مواد سخت و نیمه سخت و ظرفیت تولید بالا به صورت خشک و مدار باز | | | کاربرد |
| پارامترهای عملیاتی | | | |
| ظرفیت بالا نسبت به فکی در دهانه یکسان، استفاده در مدارهایی که اهمیت ظرفیت بیشتر از اندازه بار ورودی است، هزینه نصب پایین نسبت به فکی، باردهی مستقیم با کامیون و عدم نیاز به سیلو و تغذیه کننده | | | مزایا |
| هزینه سرمایه گذاری و نگهداری زیاد، عدم کارایی لازم در موارد حاوی رس بالا | | | محدودیت ها |

مشخصات سنگ شکن های ضربه ای

| مشخصات ساختمانی و پارامترهای عملیاتی | | | |
|--|------------------------|--------------------|-----------------------------|
| مقدار | مشخصات | مقدار | مشخصات |
| ۳۰۰۰ | حداکثر ظرفیت (t/h) | اندازه دهانه ورودی | مدل |
| ۲۵۰-۱۰۰۰ | سرعت دوران (rpm) | ۱۵۰۰ | حداکثر ابعاد بار ورودی (mm) |
| ۱۵-۵۰ | سرعت خطی پرده‌ها (m/s) | ۱:۴۰:۱۰ | نسبت خردایش |
| این سنگ شکن ها زمانی که نیاز به نسبت خردایش بالا و تولید زیاد نرمه وجود داشته باشد و میزان سیلیس کمتر از ۱۵ درصد باشد به عنوان سنگ شکن اولیه در خردایش مواد ترد و با مقاومت کم، مورد استفاده قرار می گیرد. | | | کاربرد |
| توانایی خردایش بار ورودی تا ۱/۵ متر، نسبت خردایش بیش از ۴۰، هزینه سرمایه گذاری کمتر نسبت به فکی و ژیراتوری | | | مزایا |
| سایش بالا در خردایش مواد حاوی بیش از ۸ درصد سیلیس، میزان مصرف بالای انرژی در تولید مواد دانه ریز و نیاز به تغذیه کننده | | | محدودیت ها |

مشخصات سنگ شکن های مخروطی

| مشخصات ساختمانی | | | |
|---|--|------------------|--------------------------------------|
| مقدار | مشخصات | مقدار | مشخصات |
| ۷۵۰ | حداکثر توان (Kw) | ۳۱۰۰ | بزرگ ترین اندازه موجود (دهانه) (mm) |
| ۱۷۵۰ | حداکثر ظرفیت (t/h) | ۴۰۰ | حداکثر اندازه بار ورودی (دهانه) (mm) |
| پارامترهای عملیاتی | | | |
| ۳:۱-۷:۱ | نسبت خردایش | ۰/۹ اندازه دهانه | اندازه بار ورودی |
| ۰/۶۷ تا ۰/۷۸ و ۰/۶ تا ۰/۷ | ابعاد محصول (درصد کوچک تر از دهانه در حالت باز و بسته) | گادین با a=۰/۸۷ | تابع توزیع دانه بندی |
| در سه نوع استاندارد، سر کوتاه و ژیرادیسک برای خردایش مرحله دوم، سوم و چهارم برای خردایش مواد سخت و نیمه سخت | | | کاربرد |
| قابلیت کنترل مناسب برای تولید محصول با دانه بندی یکنواخت تر و مصرف بهینه انرژی | | | مزایا |
| تولید محصول صفحه ای، نیاز به کنترل بالا، حساس به وجود نرمه و رس | | | محدودیت ها |

تعداد مراحل و نوع آن بر اساس ظرفیت

| ظرفیت (تن در روز) | کمتر از ۲۵۰ | ۲۵۰-۴۰۰ | ۴۰۰-۲۰۰۰ | بیشتر از ۴۰۰۰ |
|-------------------|-------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
| تعداد مراحل | یک تا ۲ | ۲ | ۳ تا ۴ | ۳ |
| نوع مدار | باز | مرحله دو در مدار بسته | مرحله دوم و سوم در مدار بسته | مرحله دوم و سوم در مدار بسته |

مشخصات آسیاها

مشخصات آسیاهای خودشکن و نیمه خودشکن

| مشخصات ساختمانی | | | |
|-----------------------|---|-------------------------------|----------------|
| اندازه آسیا | طول × قطر | باردهی | شوت و ناودانی |
| نسبت طول به قطر | ۰/۳۳-۳ | نوع تخلیه | شبهه با بالابر |
| درصد درجه انباشتگی | ۳۵-۳۰ | قطر گلوله در نیمه خودشکن (mm) | ۱۰۰-۱۵۰ |
| درصد سرعت دوران | ۶۰-۸۵ | درصد گلوله در نیمه خودشکن | ۵-۱۰ درصد |
| پارامترهای عملیاتی | | | |
| اندازه بار ورودی | ۲۵ درصد بزرگتر از ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر | نسبت خردایش | بیش از ۱۰۰۰ |
| ابعاد بحرانی (mm) | ۱۹-۵۰ | درصد جامد پالپ | ۶۰-۸۰ |
| اندازه محصول (میکرون) | تا ۲۰۰ میکرون | | |
| کاربرد | خردایش کانسنگ‌هایی با ذخیره زیاد و توان تولید بالا، کاربرد در مدار بسته به صورت تر یا خشک (خردایش تالک، آزیست و میکا به صورت خشک انجام می‌شود). | | |
| مزایا | هزینه سرمایه‌گذاری کمتر، قابل استفاده برای محدوده وسیعی از کانی‌ها از قبیل بار ورودی چسبنده و رسی، فلوشیت نسبتاً ساده، نیاز کمتر به نیروی انسانی، کاهش هزینه واسطه خردایش، فراهم کردن درجه آزادی بیشتر در آسیای خودشکن، تولید ذرات با سطوح صاف (مناسب برای فلوتاسیون) | | |
| محدودیت‌ها | تأثیر شکل و هندسه بالابرها بر عملکرد آسیا، امکان ایجاد استخر در داخل آسیا در اثر عملکرد نامناسب شبکه تخلیه، کاهش کارایی آسیا در اثر افزایش ذرات با ابعاد بحرانی، مشکلات زیست‌محیطی فراوان در آسیا کردن خشک، کنترل مشکل فرایند در آسیا کردن خشک، عدم کارایی مناسب فرایند خشک در خردایش کانسنگ رسی، تأثیر اندازه و سختی بار ورودی بر عملکرد آسیا، تأثیر منفی ابعاد بزرگ کانسنگ بر خردایش در آسیای نیمه خودشکن، نیاز به آزمایشات گسترده برای انتخاب نوع و اندازه آسیا، نیاز به انجام آزمایشات پرهزینه پایلوت برای تعیین انرژی مورد نیاز، فلوشیت و اندازه محصول | | |

مشخصات آسیاهای میله‌ای

| مشخصات ساختمانی | | | |
|-----------------------|--|------------------|--|
| اندازه آسیا | طول × قطر | باردهی | دو ملاقه‌ای، ناودانی، ملاقه‌ای، استوانه‌ای |
| نسبت طول به قطر | ۱/۴-۲/۵ | نوع تخلیه | سرریز، محیطی مرکزی، محیطی انتهایی |
| حداکثر اندازه | ۴/۵۷×۶/۴ | قطر میله‌ها (mm) | ۲۵-۱۵۰ |
| حداکثر توان (KW) | ۱۶۴۰ | درصد سرعت بحرانی | ۶۴-۷۶ |
| پارامترهای عملیاتی | | | |
| اندازه بار ورودی | ۴-۵۰ میلی‌متر | نسبت خردایش | ۱۰-۲۵ |
| درصد درجه انباشتگی | ۳۵-۴۰ | درصد جامد پالپ | ۶۰-۸۰ |
| اندازه محصول (میکرون) | تا ۳۰۰ میکرون | | |
| کاربرد | دریافت بار ورودی تا ابعاد حداکثر ۵۰ میلی‌متر و تولید محصولی با ابعاد ۳۰۰ میکرون، تهیه بار ورودی جداکننده‌های ثقیلی، فلوتاسیون، جداکننده‌های مغناطیسی و آسیای گلوله‌ای، نسبت خردایش ۱۵:۱ تا ۲۰:۱، استفاده به جای سنگ شکن سوم هنگامی که کانسنگ رسی یا نم‌دار است و منجر به مسدود شدن سنگ شکن می‌شود. کاربرد نوع محیطی انتهایی حتماً به صورت خشک، نوع سرریز حتماً به صورت تر و نوع تخلیه محیطی مرکزی به صورت تر یا خشک، جانمایی در مدار باز | | |
| مزایا | تولید محصول دانه‌درشت‌تر و نرمه کمتر در آسیا با تخلیه محیطی مرکزی، آسیا کردن انتخابی، تولید محصولی با توزیع دانه‌بندی یکنواخت | | |
| محدودیت‌ها | محدود بودن نسبت خردایش در نوع تخلیه محیطی مرکزی، لزوم خارج کردن میله‌های ساییده شده با قطر ۲۵ میلی‌متر و کمتر، محدودیت در طول و قطر آسیا (به دلیل درهم تنیدگی و شکستن میله‌ها)، مصرف زیاد انرژی، تغییر ماهیت فلوته‌شوندگی کانی‌ها به دلیل حضور آهن در پالپ، سایش زیاد آستر در ورودی بار | | |

مشخصات آسیاهای گلوله‌ای

| مشخصات ساختمانی | | | |
|-------------------------|--|-------------------|--|
| اندازه آسیا | طول × قطر | باردهی | دو ملاقه‌ای، ناودانی، ملاقه‌ای، استوانه‌ای |
| نسبت طول به قطر | ۱-۳ | نوع تخلیه | سریز، نیم‌شبکه‌ای و تمام‌شبکه‌ای |
| حداکثر اندازه ساخته شده | قطر ۷/۳ متر با توان ۱۱ MW | قطر گلوله‌ها (mm) | ۲۰-۱۰۰ |
| سرعت دوران (%) | ۷۰-۸۰ | | |
| پارامترهای عملیاتی | | | |
| اندازه بار ورودی | کمتر از ۲۵ میلی‌متر | نسبت خردایش | ۱۰۰-۳۰۰ |
| درصد درجه انباشتگی | ۲۰-۵۰ | درصد جامد پالپ | ۶۰-۸۰ |
| اندازه محصول (میکرون) | تا ۷۵- میکرون | | |
| کاربرد | آخرین مرحله آسیابانی، خردایش به صورت تر در مدار بسته، مناسب برای تمامی کانسنگ‌ها، خردایش مواد دانه‌ریز و خردایش مجدد | | |
| مزایا | سطح ویژه بیشتر گلوله نسبت به میله، تولید محصول دانه‌ریزتر نسبت به آسیای میله‌ای، قابلیت کار کردن در سرعت‌های بالا بدون ایجاد گریز از مرکز در آسیا، سرعت بیشتر به آسیای میله‌ای | | |
| محدودیت‌ها | مصرف زیاد انرژی، فرسایش گلوله و آستر، تأثیر رئولوژی پالپ بر خردایش، تغییر ماهیت فلوته‌شوندگی کانسنگ در اثر حضور آهن در پالپ | | |

معیارهای فنی انتخاب آسیاهای خود شکن و نیمه خود شکن

عوامل فنی در انتخاب آسیاهای خود شکن و نیمه خود شکن و نقش و اهمیت آنها

| عوامل | شرح | نقش و اهمیت عامل در انتخاب آسیا | تأثیر در تعیین نوع آسیا (خود شکن یا نیمه خود شکن) |
|--|--|--|---|
| دانه بندی و ۸۰d | محدوده ابعادی بهینه ذرات محصول و اندازه‌ای که ۸۰ درصد ذرات محصول از آن کوچک تر است. | در بهینه‌سازی مدار آسیا برای به دست آوردن نتیجه مطلوب در مدار پایین دست (خردایش و فراوری) حائز اهمیت است. | محصول هر نوع آسیا به فرآیند طبقه بندی و مدار خردایش بستگی دارد. محصولات آسیای نیمه خود شکن را می توان در مواردی محصول نهایی تلقی کرد. |
| وزن مخصوص کانستگ | وزن واحد حجم ماده نسبت به آب هم حجم آن در دمای ۴درجه سانتیگراد | بر انتخاب شرایط خود شکن یا نیمه خود شکن و همچنین مشخصات مقدار بار خرد کننده تأثیر دارد. | تأثیر چندانی ندارد. |
| قابلیت خردایش اندیس کار) ساخت و بافت و سختی کانستگ | مشخصات فیزیکی کانستگ طبق تعاریف کانی شناسی و فراوری | بر انتخاب شرایط خود شکن یا نیمه خود شکن و مشخصات مقدار بار خرد کننده، ظرفیت آسیا و توان مورد نیاز خردایش تأثیر دارد. طراحی آسترها و بالابرها به این عوامل نیز بستگی دارد. | در آسیاهای نیمه خود شکن به دلیل کاربرد گلوله ها (فولادی و...) مواد سخت تر و مقاوم تر قابل خرد شدن هستند. |
| تنوع کانستگ | تنوع کانی های موجود در قسمت های مختلف هر کانسار | این پارامتر بر انتخاب شرایط خود شکن یا نیمه خود شکن و تغییرات احتمالی نوع و کیفیت ماده معدنی در طول برنامه استخراجی بر قابلیت خردایش، ظرفیت خردایش، فرسایش قطعات و کیفیت محصول تأثیر دارد. | تنوع در آسیای نیمه خود شکن بیشتر است. |
| مقدار آب و درصد جامد پالپ | رقت (نسبت وزن آب به وزن جامد) و درصد وزنی برای خردایش تر که با استفاده از محاسبات موازنه جرم تعیین می شود. | در تعیین ظرفیت آسیا و نسبت بار خرد کننده تأثیر دارد و عوامل فرسایشی قطعات آسیا نیز مؤثر است | این عوامل در شرایط استفاده از گلوله فولادی حساسیت بیشتری دارند. |
| چگالی پالپ | وزن واحد حجم پالپ | در تعیین ظرفیت آسیا و نسبت بار خرد کننده تأثیر دارد. | تأثیر چندانی ندارد. |

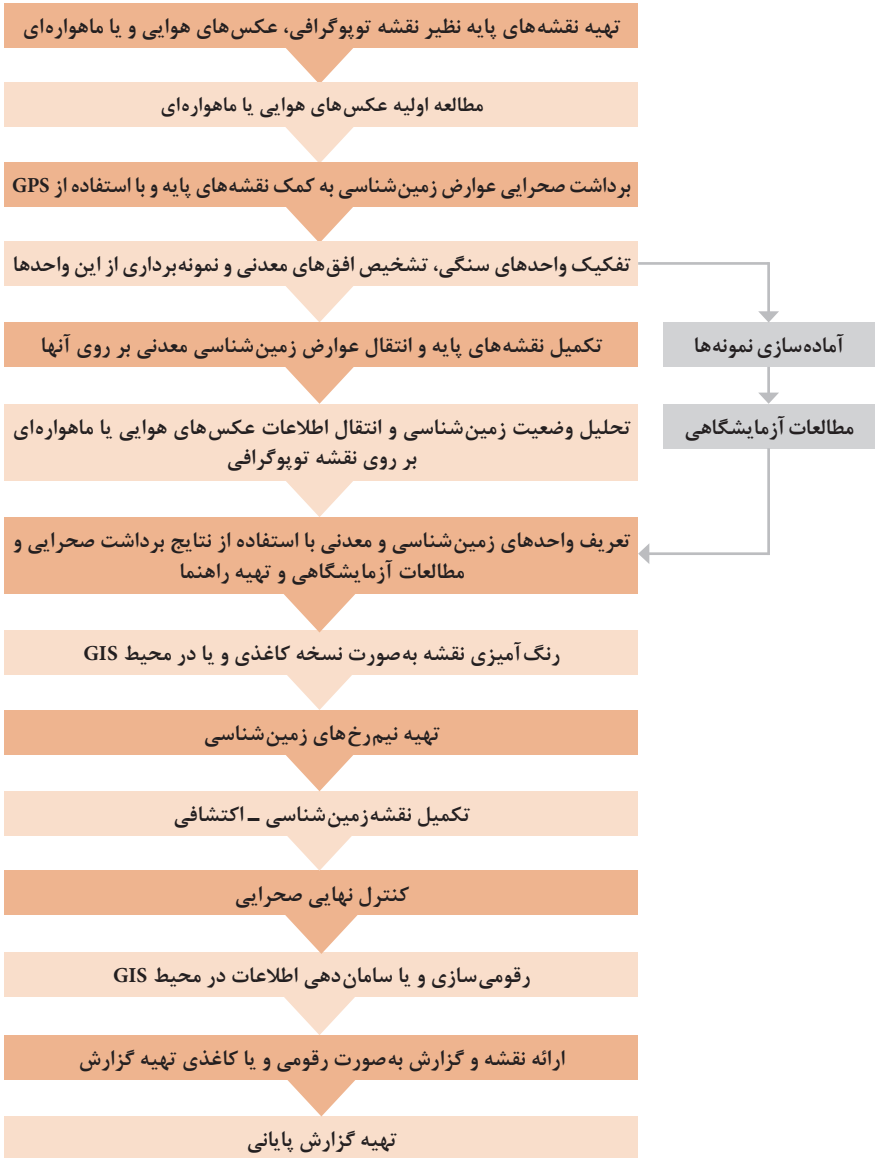
- ۱ کلیه کارکنان انبارها باید تعلیمات مربوط به حفاظت و ایمنی و طرز کار با وسایل اولیه آتش‌نشانی را فرا گیرند.
- ۲ انبارهایی که عرض آنها کمتر از ۲۱ متر است، عرض راهرو و داخل انبار نباید کمتر از یک متر و نیم کمتر باشد.
- انبارهایی که عرض آنها بیشتر از ۲۱ متر باشد عرض راهرو کمتر از دو متر نخواهد بود و چنانچه انبار به وسایل مکانیکی یا موتوری حمل‌ونقل مجهز باشد راهروهای متناسب با عبور وسایل مزبور منظور خواهد گردید. راهروی طولی باید تا انتهای انبار خالی از کالا بوده و با رنگ سفید از دو طرف خط‌کشی و مشخص شده باشد.
- ۳ انبارها باید وسایل ضروری آتش‌نشانی داشته باشند.
- ۴ نکات زیر باید در مورد انبارهای کالا رعایت گردد:
 - الف) انبار کالا باید در نقاطی احداث شود که در معرض خطر سیل یا جذر و مد دریا و کانون‌های خطر حریق نباشد.
 - ب) انبارها با توجه به امکانات محل مجهز به وسایل ارتباطی کافی باشند. مقامات مربوط هم باید در برقراری وسایل ارتباطی انبارها تسریع نموده و تسهیلات لازم را فراهم آورند.
 - ج) وسایل موتوری مخصوص رفت‌وآمد در داخل انبارها باید هر کدام مجهز به یک دستگاه کپسول آتش‌نشانی نوع مناسب باشد.
 - د) کپسول‌های آتش‌نشانی باید در نقاطی قرار داده شوند که از حرارت و نور آفتاب و برف و باران مصون باشند.
 - ه) در هر انبار باید حداقل یک دستگاه جعبه کمک‌های اولیه بهداشتی تعبیه و برای مواقع ضروری آماده و نگهداری شود.
 - و) شماره تلفن‌های آتش‌نشانی و مقامات انتظامی محل و بیمارستان‌های سوانح با خط درشت و خوانا در کنار کلیه تلفن‌های داخل انبار نصب گردد.
 - ز) در اطراف باراندازها و انبارها باید روشنایی مناسبی پیش‌بینی شود.
- ۵ بین سقف انبار و مرتفع‌ترین نقطه کالای چیده شده فاصله به شرح زیر باید موجود باشد. اگر ارتفاع کالای چیده شده بین ۲/۶۱ تا ۴/۵۱ متر باشد فاصله تا سقف یک متر، اگر ارتفاع کالای چیده شده کمتر از ۲/۶۱ متر باشد فاصله تا سقف ۴۱ سانتی‌متر خواهد بود.
- ۶ در انبارهایی که عرض آن کمتر از ۳۵ متر باشد حداکثر سطح اشغال شده هر قسمت (پارتی) کالا ۲۵۱ متر مربع و فاصله آن با قسمت دیگر یک متر و چنانچه عرض انبار ۳۵ متر و بیشتر باشد حداکثر سطح اشغال شده هر قسمت کالا ۱۰۰۰ متر مربع و فاصله آن با قسمت دیگر حداقل ۲ متر خواهد بود.
- ۷ فاصله بین کالا تا دیوار انبار حداقل ۶۱ سانتی‌متر خواهد بود مگر در مواردی که به علت وضع مخصوص بسته‌بندی کالا رعایت فاصله مزبور مقدور نباشد.
- ۸ آتش‌زدن چوب و تخته و کاغذهای باطله و نظایر آن در داخل انبارها مطلقاً ممنوع است و در صورت لزوم برای انجام این کار باید با نظر سازمان دفاع غیرنظامی کشور از کوره‌های مخصوص استفاده شود.
- ۹ همه‌روزه مقارن با تعطیل انبار باید تمام محوطه انبارها از نظر ایمنی به‌وسیله مسئول انبار دقیقاً بازدید و نتیجه در دفتر مخصوص ثبت شود.

- ۱۰ استعمال دخانیات در محوطه داخل و خارج انبار مطلقاً ممنوع و به تعداد کافی علایم استعمال دخانیات ممنوع است باید نصب شود.
- ۱۱ در صورتی که کف انبار فاقد شیب و آبرو باشد باید کالا حداقل ۵ سانتی متر با سطح زمین فاصله داشته باشد.
- ۱۲ فاصله بین انبارهای محصور و مسقف با دیوارهای مجاور از هر چهار طرف نباید از شش متر کمتر باشد و این فاصله باید از هر نوع کالا خالی نگهداری شود به نحوی که اتومبیل‌های آتش‌نشانی بتوانند هر انبار را به سهولت دور بزنند.
- ۱۳ نصب دستگاه‌های اعلام خبر و اطفاء حریق در انبارهای کالا اجباری است.
- ۱۴ لوله‌ها و قرقره‌های آتش‌نشانی باید حتی‌المقدور در کنار درها یا نقاطی نصب شوند که در صورت بروز حریق در دسترس باشد و به‌طور کلی از قرار دادن عدل‌ها و صندوق‌های کالا در جلو و جوار شیرهای اصلی خودداری شود.
- ۱۵ نگاهداری انواع مواد قابل اشتعال در ظروف سرباز یا قوطی و بشکه‌های نشستی ممنوع است.
- ۱۶ انبارها به نسبت هر صد متر مربع باید مجهز به دو دستگاه کپسول پودر گاز ۱۲ کیلویی و یک دستگاه کپسول پودر و گاز ۵۱ کیلویی باشد و همچنین به نسبت حجم انبارها تعدادی سطل مخصوص آتش‌نشانی دربار محتوی ماسه خشک الک شده در محل‌های مناسب گذاشته شود.
- ۱۷ شیرها و شیلنگ‌های آتش‌نشانی در انبار مایعات قابل اشتعال باید در خارج انبار قرار داشته و موارد استفاده از آنها به کلیه کارکنان انبار از طرف سازمان دفاع غیر نظامی محل آموزش داده شود.
- ۱۸ در کنار و خارج هر یک از درهای ورودی انبارها باید شیر اصلی آب و جعبه لوله مخصوص آتش‌نشانی با حداقل سی متر لوله برزنتی داخل لاستیکی و سر لوله کف‌ساز و دستگاه مربوطه حداقل صد لیتر داروی مولد کف موجود باشد که در صورت بروز آتش‌سوزی بتوان به سهولت از آنها استفاده نمود.
- ۱۹ در داخل انبارها باید به نسبت وسعت آن دستگاه‌های هواکش نصب شود که هوای انبار مرتباً تعویض گردد.
- ۲۰ دیوارها و سقف و سرپناه تمام انبارها بدون استثناء باید از مصالح غیرقابل اشتعال ساخته شود.
- ۲۱ در فواصل مناسب از دیوارهای جانبی زه‌کشی گردد تا از ایجاد رطوبت جلوگیری شود.
- ۲۲ انبارها باید در نقاطی طراحی شوند که وسیله نقلیه مورد لزوم بتواند به سهولت به محوطه انبار وارد شود.
- ۲۳ طراحی آن طوری باشد که مواد درون آن در معرض عوامل جوی (نور خورشید - باران و...) قرار نگیرد.
- ۲۴ ساختمان انبار باید از مصالحی ساخته شود که در برابر زلزله و حریق مقاوم باشد.
- ۲۵ کف تمام انبارها باید بتون یا آسفالت یا سنگ‌فرش شود و شیب و آبروی کف محوطه طوری باشد که آب در زیر کالا جمع نشود.
- ۲۶ در داخل انبارها باید به نسبت وسعت آن برحسب مورد، دستگاه‌های هواکش نصب شود تا هوای انبار مرتباً تهویه گردد.
- ۲۷ در برابر ورود جوندگان و حیوانات حفاظت شود.
- ۲۸ از نور کافی برخوردار باشد و حتی‌الامکان این روشنایی از نور طبیعی باشد. لازم به ذکر است که در طراحی نورگیرها بایستی طوری باشد که از تابش مستقیم نور خورشید به کالاها جلوگیری شود.
- ۲۹ محوطه داخل انبار باید از پوشال و خاشاک و خرده چوب و کاغذ و سایر مواد زائد قابل اشتعال پاک شود.
- ۳۰ میزان و مقدار ذخیره آب مورد لزوم آتش‌نشانی و همچنین سیم‌کشی برق و تناسب خطوط سیم‌های برق یا بار الکتریکی لازم در کلیه انبارها زیر نظر متخصصین امر تعیین گردد.

- ۳۱ طراحی مسیرهای داخلی انبار، نحوه چسبیدن قفسه‌ها و کالاها بایستی طوری باشد که: الف) دسترسی افراد به درهای خروجی در اسرع وقت و به سهولت انجام پذیرد. ب) امکان برخورد لیفتراک و وسایل نقلیه به قفسه‌ها و کالاها نباشد و این وسایل قدرت مانور داشته باشند.
- ج) حتی‌الامکان در ایجاد مسیرهای طولانی که به بن بست منتهی می‌شود، جلوگیری گردد.
- ۳۲ هر انبار می‌بایستی حداقل با یکی از وسایل ارتباطی و تلفن بی‌سیم با قسمت‌های مختلف خارج انبار در ارتباط باشد.
- ۳۳ ساختمان انبار باید مجهز به الکتروود برق گیر (صاعقه‌گیر) استاندارد باشد.
- ۳۴ هر انبار بایستی مجهز به سیستم هواکش و حفاظ کرکره‌ای باشد.
- ۳۵ درجه حرارت و رطوبت انبار باید به‌طور مرتب چک شود.
- ۳۶ تابلوهای برق بایستی از انبار خارج و در جای ایمن قرار بگیرد.
- ۳۷ جاهایی که سیستم اطفاء حریق می‌باشد باید به رنگ قرمز معین شود.
- ۳۸ سیستم برق‌رسانی در انبار بایستی دقیقاً منطبق با استانداردهای ایمنی بوده و ایجاد هرگونه تغییر در وضعیت شبکه برق داخل انبار منوط به اجازه کتبی مسئولین فنی و ایمنی خواهد بود.

۱ فرمول محاسبه فواصل مایل و افقی

| | |
|------------|--|
| فاصله مایل | $L = 100 \times (\text{تار پایین} - \text{تار بالا})$ |
| فاصله افقی | $D.H = L \times \cos^2 \alpha$ |
| | $L = \text{فاصله مایل}$ ، $D.H = \text{فاصله افقی}$ ، زاویه قائم دوربین - $\alpha = 9^\circ$ |



نمودار مراحل تهیه نقشه زمین‌شناسی اکتشافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰

عوارض موجود در نقشه‌های توپوگرافی که به هنگام رقومی کردن باید در لایه‌های مربوط به خود سامان دهی شوند.

| عوارض خطی | | عوارض چندضلعی | |
|----------------------|---------------------|--|---------------------|
| نام لایه (نوع عارضه) | عوارض | نام لایه (نوع عارضه) | عوارض |
| منحنی میزان اصلی | ۱- هیپسوگرافی | تلمبار و گودبرداری | ۱- هیپسوگرافی |
| منحنی میزان فرعی | | غار | |
| بریدگی | | خاکریز | |
| خط الرأس | | کوه | |
| اتوبان بین شهری | ۲- راه | پهنه‌های آبی | ۲- آبی |
| راه شهری | | بندرها و ترمینال‌ها | ۲- محدوده‌ها |
| اتوبان | | منطقه کمپینگ | |
| راه اصلی | | منطقه صنعتی | |
| خیابان | | منطقه باستانی و مذهبی | |
| راه فرعی | | منطقه تجاری و اداری | |
| راه آهن | ۳- آبی | منطقه تفریحی و ورزشی | |
| مسیرهای آبی (نهر) | | منطقه آموزشی و بهداشتی | |
| آبراهه اصلی | | منطقه نظامی | |
| آبراهه فرعی | | منطقه حفاظت شده | |
| زهکشی‌های مصنوعی | ۴- تأسیسات زیربنایی | منطقه خدماتی | ۴- تأسیسات زیربنایی |
| رودخانه | | چراگاه | |
| خط انتقال برق | | مخازن | |
| خط انتقال تلفن | ۵- سازه | نیروگاه‌ها | ۴- تأسیسات زیربنایی |
| مسیر خط لوله‌ها | | محل انباشت زباله | |
| تونل | | جنگل | |
| پل | ۶- ترانشه اکتشافی | باغ | ۵- پوشش گیاهی |
| ترانشه | | زمین‌های زراعی | |
| عوارض نقطه‌ای | | مرتع و چمن | ۵- پوشش گیاهی |
| نام لایه (نوع عارضه) | عوارض | زمین‌های غیرزراعی مانند بوته‌زار، شوره‌زار و شنی | |
| نقطه ارتفاعی | ۱- هیپسوگرافی | مذهبی، فرهنگی و تاریخی | ۶- ساختمان |
| چشمه | ۲- آبی | خدماتی | |
| قنات | | آموزشی | |
| چاه نفت | ۳- تأسیسات زیربنایی | ورزشی | |
| چاه گاز | | مجتمع مسکونی | |
| چاه آب | ۴- نقاط کنترل | سایر | |
| نقاط ژئودزی | | | |
| نقاط ترازبایی | | | |
| نقاط فتوگرامتری | | | |
| دهانه تونل | | | |
| گمانه اکتشافی | | | |
| چاهک اکتشافی | | | |

دستور العمل انتخاب مسیرهای پیمایش و چگالی برداشت

چگالی برداشت معیاری از میزان دقت نقشه و در نهایت تعداد نقاط برداشت در هر مقیاس است. چگالی برداشت (میزان یا حجم برداشت‌ها) در شبکه‌هایی از چهارضلعی‌ها تعیین می‌شود. این چهارضلعی‌ها می‌توانند ابعاد و مساحت‌های مختلفی داشته باشند، اما مناسب‌ترین آنها شبکه‌ای با ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر مربع بر روی نقشه است. به این ترتیب میزان چگالی برداشت در نقشه‌های زمین‌شناسی باید به نحوی باشد که تا حد ممکن در هر ۴ سانتی‌متر مربع بر روی نقشه یک نقطه برداشت اطلاعات وجود داشته باشد.

حداکثر فاصله گذرهای پیمایش مجاز در نقشه‌هایی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در برونزدهای سنگی حدود ۲۵۰ متر و در آبرفت‌ها حدود ۵۰۰ متر است. هر جا که به علت پیچیدگی ساختاری، کانی‌سازی، دگرسانی و ریخت‌شناسی برونزدها به بررسی‌های بیشتری نیاز باشد، لازم است فاصله گذرها را کم کرد. افزون بر فاصله باید نکات زیر در انتخاب مسیرهای پیمایش در نظر گرفته شود:

- مسیرهای پیمایش تا حد ممکن عمود بر امتداد عوارض زمین‌شناسی انتخاب شود.
- مسیرهایی برای پیمایش انتخاب شود که در آن بیشترین تنوع واحدهای سنگی، عوارض زمین‌شناسی، کانی‌سازی و دگرسانی وجود داشته باشد.
- مسیرهای پیمایش بر روی تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی مشخص و قابل کنترل باشد.
- به منظور بازدهی بهینه، مسیرهای انتخاب شده، کمترین تغییرات ارتفاعی و مناسب‌ترین رخنمون‌ها را داشته باشد.

مشخصات چگالی برداشت در مقیاس‌های ۱:۲۵۰،۰۰۰ و ۱:۲۰۰،۰۰۰

| مقیاس برداشت | مساحت چندضلعی (هکتار) | درصد کنترل* دقیق چندضلعی‌ها | تعداد نقاط* برداشت صحرائی در ۱۰۰ هکتار | حداکثر فواصل پیمایش (متر) | روش برداشت زمینی |
|--------------|-----------------------|--------------------------------|--|------------------------------|---------------------|
| ۱:۲۵۰،۰۰۰ | ۲۵ | ۵۰-۷۵ | ۴ | ۲۵۰ | پیاده |
| ۱:۲۰۰،۰۰۰ | ۱۶ | ۶۰-۸۰ | ۶ | ۲۰۰ | پیاده |
| ۱:۱۰۰،۰۰۰ | ۴ | ۸۰-۸۵ | ۲۵ | ۱۰۰ | پیاده |
| ۱:۵۰،۰۰۰ | ۱ | ۸۵-۹۰ | ۱۰۰ | ۵۰ | پیاده |
| ۱:۲۰،۰۰۰ | ۰/۱۶ | ۹۰-۹۵ | ۶۲۵ | ۲۰ | پیاده |
| ۱:۱۰،۰۰۰ | ۰/۰۴ | ۹۵-۱۰۰ | ۲۵۰۰ | ۱۰ | پیاده |

* تعداد نقاط برداشت بر پایه مساحت منطقه‌ای با ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر مربع بر روی نقشه در مقیاس‌های مختلف برآورد شده است.

** درصد کنترل تابعی از مقیاس برداشت است.

نمادهای لازم برای نمایش آثار معدنی بر روی نقشه‌های زمین‌شناسی - اکتشافی بزرگ مقیاس

| علامت اختصاری | ماده معدنی | علامت اختصاری | ماده معدنی | علامت اختصاری | ماده معدنی |
|---------------|------------|---------------|------------------------|---------------|------------|
| Sn | قلع | Aa | پنبه نسوز (آمفیبولی) | Cl | رس |
| W | تنگستن | Ac | پنبه نسوز (کریزوتیلی) | Cb | بنتونیت |
| U | اورانیم | Ad | پنبه نسوز (کروسیدولیت) | Ck | کائولن |
| Ve | ورمیکولیت | Az | آزوریت | C | زغال سنگ |
| Zn | روی | Ba | باریت | Co | کبالت |
| Zr | زیرکن | Bx | بوکسیت | Cu | مس |
| Im | ایلمنیت | Be | بریل | Cn | کرنوم |
| J | ژاروسیت | Bi | بیسمون | Di | الماس |
| K | پتاس | Bo | بوراکس | Dt | دیاتومیت |
| Ky | سیلیمانیت | Bn | بورنیت | Do | دولومیت |
| Pb | سرب | Cc | کالکوسیت | E | یاقوت |
| Ls | سنگ آهک | Ch | کالکوپیریت | Fe | آهن |
| Ms | منیزیت | Cr | کروم | Fs | فلدسپات |
| Mt | منیتیت | Pt | پلاتین | Fl | فلورین |
| Ml | مالاکیت | Pz | پوزولان | G | گالن |
| Mn | منگنز | Py | پیریت | Gl | گلوکونیت |
| Ma | مرمر | Qz | کوارتز | Au | طلا |
| Mi | میکا | Ra | مواد رادیواکتیو | Gt | گرافیت |
| Mo | مولیبدنیم | Re | عناصر کمیاب | Gp | گچ |
| Na | نمک | Sf | ماسه ریخته‌گری | He | هماتیت |
| Ne | نفلین | Sg | ماسه شیشه‌گری | Hg | جیوه |
| Ni | نیکل | Sd | ماسه ساختمانی | Ae | آگات |
| Oc | خاک رس | Ss | سنگ ماسه | Ag | نقره |
| Pe | پرلیت | Sh | شیل | At | آلونیت |
| Ph | فسفات | Si | سیلیس | An | اندريت |
| Slg | سرباره | Sl | اسلیت | Sb | آنتیموان |
| | | S | گوگرد | Ap | آپاتیت |
| | | T | تالک | As | آرسنیک |

رنگ‌های رایج نمادهای معدنی برای برخی از فلزات مختلف در نقشه‌های زمین‌شناسی - اکتشافی بزرگ مقیاس

| رنگ رایج | نوع فلز | رنگ رایج | نوع فلز | رنگ رایج | نوع فلز |
|---------------|----------|----------------|---------|----------------|---------|
| قهوه‌ای پررنگ | روی | خاکستری کم‌رنگ | نقره | سبز | مس |
| خاکستری | آنتیموان | قرمز | آهن | زرد پررنگ | طلا |
| سیاه | منگنز | آبی کم‌رنگ | تنگستن | زرد کم‌رنگ | آرسنیک |
| نوک مدادی | مولیبدیم | خاکستری پررنگ | سرب | قهوه‌ای کم‌رنگ | قلع |

نمادهای نمایش آثار دگرسانی

| علامت اختصاری بر روی نقشه | نوع دگرسانی | ردیف | علامت اختصاری بر روی نقشه | نوع دگرسانی | ردیف |
|------------------------------|---------------|------|------------------------------|-----------------|------|
| Sk. | اسکارنی | ۱۰ | Po. | پتاسیک | ۱ |
| Ep. | اپیدوتی شدن | ۱۱ | Phyl. | فیلیک | ۲ |
| Ser. | سرسییتی شدن | ۱۲ | A.Arg | آرژیلیک پیشرفته | ۳ |
| Alb. | آلبیتی شدن | ۱۳ | Arg | آرژیلیک | ۴ |
| Zeo. | زئولیتی شدن | ۱۴ | Pr. | پروپیلیتیک | ۵ |
| Tal. | تالک | ۱۵ | Si. | سیلیسی شدن | ۶ |
| Serp. | سرپانتیتی شدن | ۱۶ | Car. | کربناتی شدن | ۷ |
| Ox. | اکسیده شدن | ۱۷ | Alo. | آلونیتی شدن | ۸ |
| | | | Chl. | کلریتی شدن | ۹ |

الف) عملیات برداشت زمینی

- ۱ حداقل دو ایستگاه (بنچ مارک) از ایستگاه‌های نقشه‌برداری تعبیه شده در محل توسط نقشه‌بردار، باید به‌گونه‌ای احداث یا علامت‌گذاری گردد که امکان تخریب و با از بین رفتن آن وجود نداشته باشد. در این مورد در مناطق سنگی می‌توان علامت ایستگاه را بر روی سنگ ریشه‌دار یا صخره حک نمود. در مناطق غیرسنگی می‌توان از میلگردهای ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متری همراه با دو نشان (رفرنس) برای هر کدام استفاده نمود.
- ۲ مختصات ایستگاه اول شامل طول، عرض و ارتفاع باید با استفاده از GPS دستی به دوربین معرفی گردد و جهت شمال (ژیزمان) تا حد ممکن با دقت تعیین و در اندازه‌گیری‌ها مورد استفاده قرار گیرد.
- ۳ کلیه عوارض مسطحاتی و ارتفاعی مصنوعی و طبیعی موجود در محل از قبیل سینه کار، ترانشه‌ها و دیواره‌ها، ساختمان، رودخانه، نهر، جوی، آبریز، جاده‌های دسترسی، خطوط انتقال نیرو، چاه و کلیه تغییر شیب و شگستگی‌ها و... برداشت گردد. تراکم نقاط برداشت شده برای مناطق دشت از ۱۶ نقطه در هکتار، برای تپه ماهور از ۲۵ نقطه و برای کوهستان از ۴۵ نقطه و برای کوهستان سخت از ۱۰۰ نقطه در هکتار کمتر نباشد، در محل شکستگی‌ها، آبریزها، ترانشه‌ها و... (مناطق دو عارضه) ممکن است نیاز به برداشت تعداد بیشتری از نقاط ارتفاعی باشد.

ب) عملیات ترسیم

- ۱ ایستگاه‌ها و بنچ مارک‌ها با درج سمبل مخصوص به خود همراه با نام و ارتفاع آنها در نقشه آورده شوند و جدول مختصات آنها در قسمتی از جای خالی نقشه آورده شود.
- ۲ کلیه عوارض مسطحاتی برداشت شده اعم از جاده‌ها، ساختمان و کانکس، محدوده باغ، درخت کاری، زمین زراعی، خطوط انتقال نیرو، رودخانه، نهر و جوی، کانال، تک‌درخت با استفاده از سمبل و یا لاین تایپ مخصوص خود و با ضخامت ۰/۲ میلی‌متری در نقشه ترسیم شود.
- ۳ منحنی ترازهای فرعی یک متری با ضخامت ۰/۱ میلی‌متری و منحنی میزان اصلی که مضارب ۵ می‌باشد با نوک ۰/۳ میلی‌متری ترسیم شود (طبق لژاند: راهنمای نقشه) خطوط منحنی میزان‌ها باید یکپارچه باشد و منحنی‌های قطعه قطعه قابل پذیرش نیست.
- ۴ نقاط ارتفاعی به‌صورت هر ۲ سانتی‌متر به ۲ سانتی‌متر با ارتفاع ۱/۸ میلی‌متر در سطح نقشه آورده می‌شود و در مناطق دو عارضه و در شکستگی‌های ارتفاعی ممکن است تراکم نقاط بیشتر گردد.
- ۵ در محل و موقعیت ترانشه‌ها و دیواره‌ها که به علت شیب زیاد، منحنی تراز به هم چسبیده می‌شوند و امکان ترسیم و نمایش آنها وجود ندارد، منحنی میزان حذف و به جای آن علامت ترانشه مطابق با لژاند نقشه، آورده می‌شود. در بالا و پایین ترانشه‌ها باید با فاصله هر یک سانتی‌متر (در طول ترانشه) نقطه ارتفاعی درج گردد.
- ۶ رقوم مربوط به نقاط ارتفاعی باید به‌گونه‌ای در نقشه درج گردد که محل ممیز ارتفاع نقاط، نشان‌دهنده موقعیت دقیق نقطه ارتفاعی باشد و از درج هرگونه علامت اضافه دیگر در کنار ارتفاع نقاط پرهیز گردد. جهت رقوم نقاط ارتفاعی باید در هر حال رو به شمال (سمت بالای نقشه) باشد.

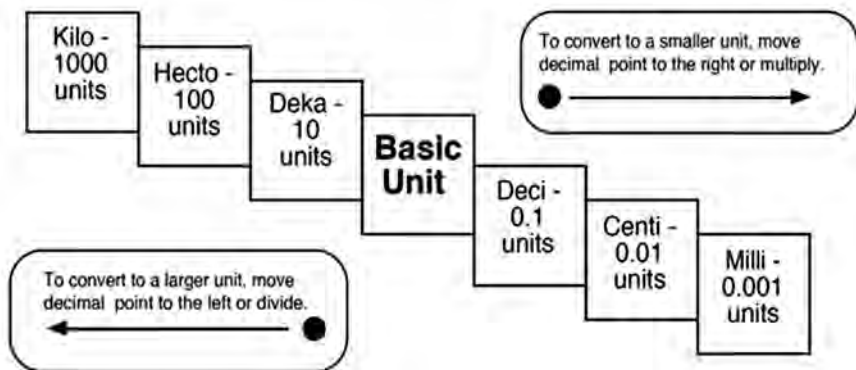
- ۷ اورلپ (هم‌پوشانی) بین شیت‌های نقشه در نقشه چند برگی باید کاملاً رعایت گردد.
- ۸ در صورت وجود اسامی خاص برای عوارض طولی، این اسامی باید در جهت قرارگیری عوارض درج گردد (مثل نام برای رودخانه)
- ۹ کلیه منحنی تراز بسته باید دارای نقطه ارتفاع در مرکز خود باشند.
- ۱۰ نقشه باید دارای شبکه قائم‌الزاویه باشد و مختصات UTM با ارتفاع ۴ میلی‌متر در سمت چپ و پایین شبکه‌ها مطابق با لژاند آورده شود.
- ۱۱ مساحت کل طبقه برداشت شده باید در قسمت پایین لژاندر به متر مربع آورده شود.
- ۱۲ کلیه عوارض در نقشه‌های رقومی باید دارای لایه‌های اطلاعاتی جداگانه باشد.
- ۱۳ در نقشه رقومی، موقعیت کلیت نقشه باید صحیح و مطابق مختصات UTM درج شده در لژاند باشد.
- ۱۴ عوارض خطی در نقشه‌های رقومی مانند جاده، نهر، جوی، رودخانه و عوارض سطحی که دارای هاشور و پترن می‌باشند باید به صورت پیوسته باشند (explode شده نباشد).
- ۱۵ در صورت وجود عارضه جدیدی که در لژاند نقشه، دارای سمبل و الگوی به خصوص نباشند نقشه‌بردار می‌تواند با درج سمبل دلخواه در نقشه مربوط را نمایش دهد به شرط آنکه در قسمت پایین لژاندر نقشه، عارضه را معرفی نمایند.
- ۱۶ در ترسیم عوارض نکات زیر رعایت گردد:
- الف) در صورت قرار گرفتن عارضه خطی روی حدود عارضه سطحی، عارضه خطی ترجیح دارد.
- ب) محدوده عارضه سطحی جزئی به عارضه سطحی کلی ترجیح دارد.
- ج) عارضه نقطه‌ای بر عارضه خطی و سطحی ترجیح دارد.
- ۱۷ منحنی میزان‌های اصلی در هر ۱۵ سانتی‌متر باید دارای text با ارتفاع ۲/۵ میلی‌متر باشند.
- ۱۸ آبریز، نهرها، کانال‌ها و رودخانه‌ها باید دارای جهت باشند.
- ۱۹ جاده‌ها در انتهای خود «به طرف» به نزدیک‌ترین روستا و یا شهر را داشته باشند.
- ۲۰ منحنی میزان از داخل عوارض مصنوعی (به جز جاده جیب رو) عبور نمی‌کند.
- ۲۱ اندازه، سمبل، ضخامت فونت، لاین تایپ و رنگ عوارض باید کاملاً از مشخصات مندرج در لژاندر نقشه پیروی کند.
- ۲۲ در وسط عارضه‌هایی چون رودخانه‌ها و یا دره‌های عمیق با ترسیم break line از انتر پوله شدن نقاط برداشتی در دو سری عارضه با یکدیگر پرهیز گردد.
- ۲۳ موقعیت تقریبی ایستگاه‌های میل‌گذاری همراه با مختصات مربوطه طبق نمونه موجود در پایین لژاند ارسالی درج گردد. همچنین مطابق فایل نمونه، موقعیت تقریبی معدن و جاده‌های اصلی نزدیک به آن در محدوده استان، نشان داده شود.

دانه بندی مصالح سنگی ریزدانه (ماسه)

| درصد وزنی رد شده از هر الک آزمایشگاهی | اندازه الک استاندارد با سوراخ مربع |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| ۱۰۰ | ۹/۵ میلی متر |
| ۹۵-۱۰۰ | ۴/۷۶ میلی متر |
| ۸۰-۱۰۰ | ۲/۳۸ میلی متر |
| ۵۰-۸۵ | ۱/۱۹ میلی متر |
| ۲۵-۶۰ | ۵۹۵ میکرون |
| ۱۰-۳۰ | ۲۹۷ میکرون |
| ۲-۱۰ | ۱۴۹ میکرون |

باقی مانده مصالح بین هر دو الک متوالی جدول فوق نباید بیش از (۴۵٪) وزن کل نمونه باشد

تبدیل واحدهای متریک



| Multiplication Factor | Prefix | Symbol |
|------------------------|--------|--------|
| $1,000,000,000 = 10^9$ | giga | G |
| $1,000,000 = 10^6$ | mega | M |
| $1,000 = 10^3$ | kilo | k |
| $100 = 10^2$ | hecto | h |
| $1 = 1$ | | |
| $0.01 = 10^{-2}$ | centi | c |
| $0.001 = 10^{-3}$ | milli | m |
| $0.000001 = 10^{-6}$ | micro | μ |
| $0.00000001 = 10^{-9}$ | nano | n |

ضرایب تبدیل واحدهای سطح

| Unit | m ² | in ² | ft ² | yd ² | mile ² |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| m ² | ۱ | ۱۵۵۰ | ۱۰/۷۶۴ | ۱/۱۹۶ | ۳/۸۶۱ × ۱۰ ^{-۷} |
| in ² | ۶/۴۵۲ × ۱۰ ^{-۴} | ۱ | ۶/۹۴۴ × ۱۰ ^{-۳} | ۷/۷۱۶ × ۱۰ ^{-۴} | ۲/۴۹۱ × ۱۰ ^{-۱۰} |
| ft ² | ۹/۲۹۰ × ۱۰ ^{-۲} | ۱۴۴ | ۱ | ۰/۱۱۱ | ۳/۵۸۷ × ۱۰ ^{-۸} |
| yd ² | ۸/۳۶۱ × ۱۰ ^{-۱} | ۱۲۹۶ | ۹ | ۱ | ۳/۲۲۸ × ۱۰ ^{-۷} |
| mile ² | ۲/۵۸۹۹۹ × ۱۰ ^۶ | ۴/۰۱۴۴۸ × ۱۰ ^۹ | ۲۷/۸۷۸۴ × ۱۰ ^۶ | ۳/۰۹۷ × ۱۰ ^۶ | ۱ |

۱ کنترل ابعاد چال‌ها

- فاصله چال‌ها نباید از ۳۰ سانتی‌متر کمتر باشد.
- عملیات آتش‌کاری در جبهه کار باید بر طبق دستورالعمل حفاری و آتش‌کاری انجام شود و همچنین کارکنانی که کارهای حفاری را انجام می‌دهند، مهندسین، تکنیسین‌ها و سایر کارگران فنی در منطقه‌ای که طرحی اجرا می‌شود باید از برنامه حفاری و آتش‌کاری اطلاع داشته باشند و کتباً در مورد این برنامه‌ها اطلاع حاصل نمایند. این برنامه شامل موارد زیر است:
 - الف) محل و تعداد چال‌ها، عمق و مقدار مواد منفجره و بالاخره بازده انفجار
 - ب) محل جان پناه سرکارگر و کارگران در موقع انفجار
 - ج) زمان تهویه جبهه کار
- باید اطمینان حاصل شود که عمق، قطر و زاویه چال‌ها طبق نقشه و برنامه پیش‌بینی شده از قبل باشد.
- باید اطمینان حاصل شود که هیچ نوع ترک و یا گسل بزرگ‌تر از ۳ میلی‌متر در چال وجود نداشته باشد. در غیر این صورت باید به جای چال موجود، چال جدیدی در نزدیکی و موازات آن حفر شود و مجدداً مورد بازدید قرار گیرد.
- انتهای چال باید مورد بررسی قرار گیرد و اگر دارای ترک و یا سوراخ بود و یا دیواره‌های چال به اندازه کافی محکم نبود، مقداری مواد مسدودکننده عایق و غیرقابل انفجار در انتهای چال قرار گیرد و محکم شود.
- در محل آتش‌کاری و اطراف آن باید شعاع محدوده خطر را تعیین و در اطراف این محدوده در محل‌های مناسب، موانع و علائم آتش‌کاری نصب کرد.

مشخصات چال‌ها در آتش‌کاری صاف در معادن روباز

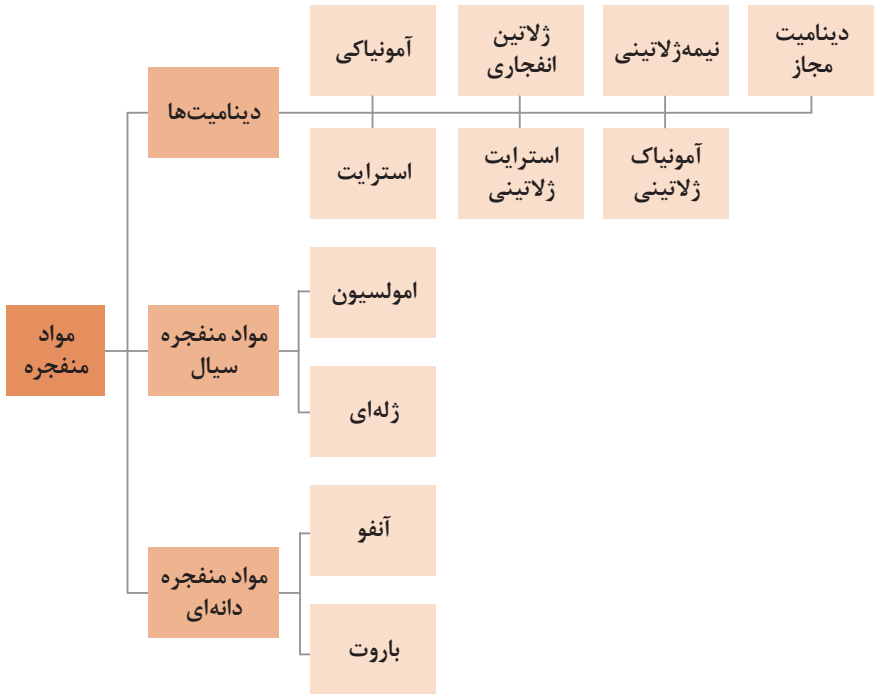
| فاصله از سطح آزاد (متر) | فاصله چال‌ها از هم (متر) | تراکم خرج (کیلوگرم در متر) | قطر خرج (میلی‌متر) | قطر چال (میلی‌متر) |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ۱/۱-۰/۹ | ۰/۸-۰/۶ | ۰/۲۱ | ۲۲ | ۳۲ |
| ۱/۱-۰/۹ | ۰/۸-۰/۶ | ۰/۲۱ | ۲۵ | ۳۲ |
| ۱/۱-۰/۹ | ۰/۸-۰/۶ | ۰/۲۱ | ۲۲ | ۳۸ |
| ۱/۱-۰/۹ | ۰/۸-۰/۶ | ۰/۲۱ | ۲۵ | ۳۸ |
| ۱/۳-۰/۹ | ۱-۰/۷ | ۰/۳۸ | ۳۲ | ۵۱ |
| ۱/۴-۱ | ۱-۰/۸ | ۰/۴۷ | ۳۲ | ۵۱ |
| ۱/۳-۰/۹ | ۱-۰/۷ | ۰/۳۸ | ۳۲ | ۶۴ |
| ۱/۴-۱ | ۱-۰/۸ | ۰/۴۷ | ۳۲ | ۶۴ |
| ۱/۶-۱/۲ | ۱/۳-۱ | ۰/۵۵ | ۲۵ | ۶۴ |
| ۱/۶-۱/۲ | ۱/۳-۱ | ۰/۵۵ | ۲۵ | ۷۶ |
| ۱/۷-۱/۳ | ۱/۳-۱ | ۰/۷۱ | ۴۰ | ۷۶ |
| ۱/۹-۱/۷ | ۱/۴-۱/۲ | ۰/۹ | ۳۲ | ۸۹ |
| ۲-۱/۸ | ۱/۵-۱/۳ | ۱/۳۲ | ۵۰ | ۸۹ |
| ۱/۹-۱/۷ | ۱/۴-۱/۲ | ۰/۹ | ۳۲ | ۱۰۲ |
| ۲-۱/۸ | ۱/۵-۱/۳ | ۱/۳۲ | ۵۰ | ۱۰۲ |

۳ نمونه فرم گزارش پایان عملیات چالزنی

گزارش پایان عملیات چالزنی و کنترل نهایی چالها

| | | |
|--|---|--|
| پیوست: نقشه شبکه چالزنی * کلیه نواقص موجود می‌بایست بر روی نقشه شبکه چالزنی پیوست نیز منعکس گردد. | | تاریخ: شماره گزارش: |
| نام شبکه چالزنی: | | موقعیت محدوده شبکه چالزنی: |
| مشخصات طراحی شبکه چالزنی | تعداد چال: | مترای کل حفاری: |
| | قطر چالها: | شیب و امتداد چالها: |
| | فواصل چالها از سطح آزاد (B): | فواصل چالها از هم (S): |
| | تعداد چال حفر شده: | مترای کل حفاری انجام شده: |
| عملیات چالزنی اجرا شده | قطر چالها: | شیب و امتداد چالهای حفر شده: |
| | فواصل چالها از سطح آزاد (B): | فواصل چالها از هم (S): |
| | نواقص اجرا: | رفع نقص گردید |
| | چالهای آبدار: چالهای دارای درز و شکستگی: | |
| نام و نام خانوادگی کنترل کننده: تاریخ کنترل و امضا: | | نام و نام خانوادگی مدیر اجرایی: تاریخ و امضا: |

۱ انواع مواد منفجره پر کاربرد در معدن



نمودار انواع مواد منفجره

۲ نکات ایمنی کار با مواد منفجره

- مسئول معدن باید از صلاحیت کارگرانی که برای کار کردن با مواد منفجره استخدام می‌شوند، مطمئن و از سلامتی آنها نیز اطمینان داشته باشد. به منظور احضار این افراد آدرس محل سکونت آنان باید در دفتر یا پرونده خاص ثبت شود.
- حداقل فاصله محل چال زدن تا محل قرار گرفتن ماده منفجره نباید از صد متر کمتر باشد.
- چون تماس مواد منفجره با دست عوارضی ایجاد می‌کند، کارگران باید ضمن عمل از دستکش لاستیکی استفاده کنند.
- حتی المقدور در هر چال بایستی تنها از یک نوع مواد منفجره استفاده شود.
- اشخاصی که به هر نحو با مواد ناریه سروکار دارند، باید واجد شرایط زیر باشند:
 - (الف) باید سالم و مسلط به خود و در مقابل هر پیشامدی قادر به اخذ تصمیم باشند.
 - (ب) نباید فراموش کار و عصبی باشند.
 - (ج) باید با خطرات ناشی از مواد منفجره آشنا و آموزش‌های لازم را دیده و از امتحانات مربوط به آتش‌کاری برآمده باشند.
 - (د) حداقل ۲۱ سال سن و شرایط بدنی مناسب داشته باشند.
- به هنگام کار کردن با مواد منفجره، ایجاد هر گونه آتشی مگر برای آتش کردن چال‌ها ممنوع است و تا شعاع ۱۰ متری باید از ایجاد هر نوع شعله‌ای مطلقاً خودداری شود.
- قرار دادن ماده منفجره در مجاورت برف، یخ و آتش ممنوع است.

۳ نکات ایمنی نگهداری مواد منفجره

مواد منفجره و محترقه که می‌توانند با هم و در یک انبار نگهداری شوند.

| ردیف | نام ماده منفجره | گروه‌های سازگار | توضیحات |
|------|--|-----------------|---|
| ۱ | دینامیت و مواد منفجره نیتراته | ۲، ۱، ۱۱، ۶، ۵ | قرار دادن مواد منفجره مشروحه ردیف‌های ۱ تا ۲۱ در انبارهای استاندارد به طوری که رعایت ردیف‌های سازگاری به عمل آید بلامانع است. |
| ۲ | آنفو و پودرهای نیتراته (آذر) | ۱۱، ۶، ۵، ۱، ۲ | |
| ۳ | باروت سیاه | ۱۳، ۴، ۳ | |
| ۴ | خرج‌های باروتی | ۱۳، ۳، ۴ | |
| ۵ | بلوک و بوستر TNT | ۱۱، ۶، ۲، ۱، ۵ | |
| ۶ | پنتین‌ها به صورت بلوک | ۱۱، ۶، ۲، ۱، ۵ | |
| ۷ | پراکسیدها | ۸، ۷ | |
| ۸ | پر کلرات‌ها و کلرات‌ها | ۷، ۸ | |
| ۹ | پودرهای فلزی | ۹ | |
| ۱۰ | خرج‌های پرتاب خمپاره | ۱۰ | |
| ۱۱ | فتیله‌های انفجاری | ۶، ۵، ۲، ۱، ۱۱ | |
| ۱۲ | انواع چاشنی‌های الکتریکی و معمولی فوری ورله‌ها | ۱۲ | |
| ۱۳ | فتیله‌های کندسوز باروتی | ۴، ۳، ۱۳ | |
| ۱۴ | گلوله‌های توپ بدون خرج پرتاب | ۱۵، ۱۴ | |
| ۱۵ | گلوله‌های خمپاره بدون خرج پرتاب | ۱۴، ۱۵ | |
| ۱۶ | فولمینات جیوه | ۱۶ | |
| ۱۷ | نیترات آمونیوم | ۱۹، ۱۸، ۱۷ | |
| ۱۸ | نیترات سدیم | ۱۹، ۱۸، ۱۷ | |
| ۱۹ | نیترات پتاسیم | ۱۹، ۱۸، ۱۷ | |
| ۲۰ | نیتروسولوز | ۲۰ | |
| ۲۱ | ماسوره‌های تخریبی | ۲۱ | |

سازگاری مواد منفجره مختلف که می توان آنها را در یک انبار نگهداری کرد

| نیتر و سلولز | نیترات پتاسیم | نیترات سدیم | نیترات آمونیوم | فتیله باروتی | انواع چاشنی ها | فتیله انفجاری | پودرهای فلزی | پرکلرات | پراکسید | پنتین ها | TNT بلوک | باروت سیاه | پودر آنفو و آذر | دینامیت نیترات ها | نوع مواد ناریه و چاشنی |
|--------------|---------------|-------------|----------------|--------------|----------------|---------------|--------------|---------|---------|----------|----------|------------|-----------------|-------------------|------------------------|
| | | ■ | | | | ■ | | | ■ | | | | ■ | | دینامیت نیترات ها |
| | | | | | | ■ | | | ■ | | | | ■ | | پودر آنفو و آذر |
| | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | باروت سیاه |
| | | | | | | ■ | | | | ■ | | | ■ | | TNT بلوک |
| | | | | | | ■ | | | | ■ | | | ■ | | پنتین ها |
| | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | پراکسید |
| | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | پرکلرات |
| | | | | | | | ■ | | | | | | | | پودرهای فلزی |
| | ■ | | | | | ■ | | | | ■ | | | ■ | | فتیله انفجاری |
| | | | | | ■ | | | | | | | | | | انواع چاشنی ها |
| | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | فتیله باروتی |
| | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | نیترات آمونیوم |
| | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | ■ | نیترات سدیم |
| | ■ | ■ | ■ | | | ■ | | | | | | | | | نیترات پتاسیم |
| ■ | | | | | | | | | | | | | | | نیتر و سلولز |

۴ مقررات حمل و نقل مواد منفجره

- جابه جا کردن مواد ناریه در داخل معدن و حمل آن از انبار به محل کار و نظیر آن باید تحت نظارت و با مسئولیت آتش بار انجام گیرد.
- حمل مواد منفجره به مقدار مورد احتیاج باید در کیسه برزنتی یا جعبه مخصوصی که بدین منظور ساخته شده است انجام گیرد. کیسه ها یا جعبه ها باید دارای قفل و بست و کلید آن در اختیار آتش بار باشد. حداکثر ظرفیت هر کیسه ۱۵ کیلوگرم و حداکثر ظرفیت هر صندوق ۲۵ کیلوگرم است. حمل بیش از یک کیسه یا یک صندوق به وسیله یک نفر ممنوع است.
- مواد منفجره پودری یا مایع باید توسط وسایل نقلیه مخصوص حمل شود.
- قرار دادن چاشنی همراه با ماده منفجره اصلی در یک کیسه یا یک صندوق یا یک وسیله نقلیه ممنوع است.
- قرار دادن لوازم و اشیاء متفرقه درون کیسه برزنتی یا جعبه محتوی مواد ناریه ممنوع است.
- در صورت حمل مواد ناریه به وسیله لوکوموتیو در داخل معدن، قطار مربوطه باید دارای واگن

- مخصوص باشد و روی آن علائم خطر نصب شود. در این گونه موارد باید مراتب زیر نیز رعایت شود:
- الف) حمل چاشنی به وسیله واگن مواد منفجره ممنوع است.
- ب) به غیر از راننده و آتش بار و کمک او، استفاده سایر افراد از قطار حمل مواد ناریه ممنوع است.
- ج) قطار حامل مواد ناریه باید حداقل ۵ دقیقه با قطارهای نفربر فاصله زمانی داشته باشد.
- به هنگام حمل مواد ناریه با وسایل حمل و نقل در چاه‌های معدنی، باید کلیه مقررات مربوط به حمل افراد در چاه رعایت شود و نباید اشخاص دیگری غیر از آتش بار و کمک او از وسایل حمل و نقل مواد ناریه استفاده کنند. حمل مواد ناریه و چاشنی توأم ممنوع است. متصدی بالا بر چاه باید قبلاً مأموران پذیرگاهی را که محموله در آنجا تخلیه می‌شود، مطلع سازند.
- در زمان رعدوبرق و در خلال آن حمل و نقل مواد ناریه ممنوع است.
- حمل و نقل مواد ناریه باید طبق آیین‌نامه ارائه شده از سوی سازمان ذی‌ربط انجام شود.
- مواد منفجره و مهماتی جهت حمل مطمئن هستند که:
- الف) کاملاً آماده استفاده باشند.
- ب) شرایط ایمنی و پایداری مهمات منطبق بر شرایط درخواست باشد.
- ج) طبق دستورالعمل در بسته‌های سالم بسته‌بندی شده و سپس بسته‌ها به طرق مختلف پلمپ شوند.
- د) جهت حمل و ثابت کردن مواد منفجره و مهماتی که احتیاج به بسته‌بندی ندارند بایستی حتی‌المقدور از پس مانده‌های مواد بسته‌بندی استفاده کرد.
- ه) نوع مواد بسته‌بندی کمکی باید طوری انتخاب شود که در حمل و نقل معمولی آسیب پذیر نباشد.
- و) بسته‌ها از نظر فنی و کیفی کنترل شده باشد.
- مواد منفجره و مهماتی از نظر حمل و نقل مطمئن نیستند که:
- الف) مواد منفجره‌های که چاشنی آنها مونتاژ شده باشد.
- ب) مواد منفجره‌های که تحت تأثیر عوامل مکانیکی، حرارتی و یا عوامل دیگر قرار گرفته‌اند.
- ج) مواد منفجره صدمه دیده

۵ مقررات بارگیری و تخلیه مواد منفجره

- بارگیری و تخلیه مواد منفجره باید در روز صورت گیرد.
- قبل از عملیات بارگیری باید کنترل شود که شرایط وسیله نقلیه مطابق دستورالعمل باشد.
- قبل از عملیات بارگیری باید در محل مزبور تابلوی «خطر آتش‌سوزی» نصب کرد.
- کپسول‌های آتش‌نشانی باید پر و حاضر به کار باشند.
- کامیون حامل مواد منفجره باید دارای دستگاه‌های آتش خاموش کن باشد.
- کامیون حامل مواد منفجره باید مجهز به برق گیر باشد.
- کامیون باید دارای سقف یا پوشش برزنتی غیرقابل نفوذ آب باشد.
- مخزن بنزین (سوخت وسیله نقلیه) و لوله‌های مربوط باید محکم باشد و چکه نکند و سیستم فشار داخلی مخزن به گونه‌ای باشد که در موقع حرکت سوخت روی آگزوز پخش نشود.
- ترمزها و دنده‌ها باید مرتب و کاسه نمد چکه نداشته باشد. کلیه لاستیک‌های خودرو باید در شرایط خوب باشد و توجه به خصوص به عمل آید تا فشار باد آنها کاملاً مناسب باشد.
- محل بارگیری و تخلیه باید مجهز به روشنایی باشد.
- به هنگام بارگیری و تخلیه، موتور وسیله نقلیه باید در وضعیت خاموش باشد.

- به هنگام بارگیری و تخلیه مواد منفجره، خودرو باید به وسیله ترمز دستی کاملاً بدون حرکت باشد و چرخ‌های خودرو باید به وسیله سنگ یا قطعات چوبی ثابت شود تا در حال بارگیری و تخلیه، از حرکت ناگهانی جلوگیری به عمل آید.
- به هنگام بارگیری و تخلیه، فاصله خودرو تا درب انبار حداقل ۱۰ متر باشد و از روشن کردن خودرو خودداری شود.
- به هنگام بارگیری و تخلیه، در نزدیکی وسایل نقلیه حامل مواد منفجره به هیچ وجه نباید دخانیات استعمال شود و یا از آتش روباز استفاده گردد. راننده و سرنشینان وسیله نقلیه حامل مواد منفجره مجاز نیستند کبریت، فندک و غیره با خود همراه داشته باشند.
- باید به مقررات طرز کار با مهمات و مواد منفجره توجه شود.
- کامیون حامل مواد منفجره یا محترقه باید به اندازه ظرفیتش بارگیری شود. لکن در مورد چاشنی و دینامیت و باروت باید به میزان ۲۳ درصد ظرفیت خودرو بارگیری شود.
- صندوق‌های مواد منفجره باید مرتب در کامیون چیده شوند و ارتفاع بار از ارتفاع اطاق کامیون تجاوز نکند.
- صندوق حاوی مواد منفجره را نباید پرت کرد یا سُر داد و یا غلطاند، بلکه باید آنها را بلند کرد و آهسته به زمین گذاشت.
- باید به نوع مهمات و مواد منفجره‌ای که توأمأً نباید حمل شوند، توجه کامل شود. مخصوصاً چاشنی‌ها با انواع مواد منفجره ناپستی با یک وسیله حمل شوند.
- حمل باروت و نیترات آمونیوم توأمأً و یا با سایر مواد منفجره ممنوع است و باید هر یک را مجزاً از هم حمل کرد.
- در صورتی که مواد منفجره به داخل قطار بارگیری می‌شوند، واگن حاوی مواد منفجره باید در جلو قرار گرفته باشد و بین لوکوموتیو و واگن مواد منفجره یک واگن خالی بسته شود و واگن چاشنی و فتیله در عقب قطار قرار گیرد.
- بارگیری مواد منفجره به داخل کامیون باید به گونه‌ای باشد که مواد به هنگام حرکت، تکان نخورند و در مقابل لغزش‌های ناگهانی ایمن باشند.
- برای محکم کردن بار وسیله نقلیه و بستن آن، فقط باید از طناب نخی استفاده کرد و از به کار بردن زنجیر یا سیم بکسل خودداری شود.
- از بارگیری جعبه‌های شکسته در کامیون جداً خودداری شود.
- کار کردن با مهمات و همچنین بسته‌بندی و باز کردن بسته‌های مهمات نباید در روی وسیله نقلیه انجام گیرد.
- درب‌ها و قسمت بار وسیله نقلیه حامل مواد منفجره قبل از حرکت و بعد از اتمام عملیات بارگیری باید بسته شوند.
- عملیات بارگیری و تخلیه مهمات و مواد منفجره باید در محل مخصوص خود انجام گیرد.
- محل بارگیری و تخلیه مواد منفجره در حین عملیات باید توسط یک کارشناس متخصص کنترل شود.
- قبل از بارگیری، وسیله نقلیه باید سوخت‌گیری شود. مخزن ذخیره سوخت نباید در قسمت کابین بار جای داده شود.

سری چاشنی‌های برقی تأخیری پر کاربرد از شماره صفر تا ۲۱

| Delay No | NAI ^a Sweden | Atlas USA | Du Pont ^b USA | Heronios USA | ICI Gr Britain | CH ^b Canada | DNAG Germany |
|----------|-------------------------|------------|--------------------------|--------------|----------------|------------------------|--------------|
| 0 | | 0 | | | | 8 | |
| 2 | 0 | H + 3 | 25 | 25 | 25 | 30 30 | 20 |
| | 20 | 25 | 50 | 50 | 50 | 50 00 | 40 |
| | 30 } ± 4 | 50 | 75 | 75 | 75 | 75 90 | 68 |
| 4 | 40 | 75 ± 7 | 100 | 100 | 100 | 100 120 | 80 |
| | 50 | 100 | 125 | 135 | 140 | 128 150 | 100 |
| 6 | 65 | 125 | 150 | 170 | 180 | 167 180 | 120 |
| | 70 | 150 } ± 10 | 175 | 205 | 220 | 190 210 | 140 |
| 8 | 84 | 175 | 200 | 240 | 260 | 230 240 | 160 |
| | 100 | 200 | 250 | 280 | 300 | 280 270 | 180 |
| 10 | 120 | 250 | 300 | 320 | 350 | 340 300 | 200 |
| | 134 } ± 5 | 300 | 350 | 380 | 400 | 410 330 | 220 |
| 12 | 148 | 350 | 400 | 400 | 450 | 400 380 | 240 |
| | 161 | 400 ± 14 | 450 | 450 | 530 | 570 390 | 260 |
| 14 | 174 | 450 | 500 | 500 | 520 | 550 420 | 280 |
| | 188 | 500 | 550 | 550 | 710 ± 20 | 725 450 | 300 |
| 16 | 202 | 550 | 700 | 600 | 800 | 800 480 | 320 |
| | 215 } ± 6 | 650 - 75 | 800 | 700 ± 25 | 900 | 875 610 | 340 |
| 18 | 229 | 750 + 0 | 900 | 900 | 1600 ± 150 | 950 640 | 360 |
| | 242 } ± 7 | 875 | 1000 | 1100 | | 1025 | |
| 20 | 256 | 1000 | | 1300 | ± 05 | 1125 | |
| | 275 | 1125 | | 1600 | | 1225 | |
| 22 | 300 | 1250 | | 1700 ± 50 | | 1350 | |
| | 325 | 1375 - 100 | | 1900 | | 1500 | |
| 24 | 350 | 1500 + 0 | | 2200 | | 1675 | |
| | 375 | 1625 | | 2450 ± 65 | | 1875 | |
| 26 | 400 | 1750 | | 2700 | | 2075 | |
| | 425 } ± 12 | 1875 | | 2950 | | 2300 | |
| 28 | 450 | 2000 | | | | 2550 | |
| | 475 | 2125 | | | | 2800 | |
| 30 | 500 | 2250 | | | | 3050 | |
| | | 2375 | | | | | |
| 32 | | 2500 | | | | | |
| | | 2625 ± 75 | | | | | |
| 34 | | 2750 | | | | | |
| | | 2875 | | | | | |
| 36 | | 3000 | | | | | |
| | | 3125 | | | | | |
| 38 | | 3250 | | | | | |

مقاومت الکتریکی سیم‌های مسی و آهنی

| مقاومت سیم آهنی به اهم در ۱۰۰ متر | مقاومت سیم مسی به اهم در ۱۰۰ متر | مقطع سیم به میلی متر مربع | قطر سیم به میلی متر |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------|
| | ۸/۹ | ۰/۱۹۶ | ۰/۵ |
| ۴۲ | ۶/۱ | ۰/۲۸۳ | ۰/۶ |
| ۳۰/۹ | ۴/۵ | ۰/۳۸۵ | ۰/۷ |
| ۲۳/۷ | ۳/۴ | ۰/۵۰۳ | ۰/۸ |
| ۱۸/۷ | ۲/۷ | ۰/۶۳۶ | ۰/۹ |
| ۱۵/۲ | ۲/۲ | ۰/۷۸۵ | ۱ |
| ۱۰/۵ | ۱/۵ | ۱/۳۱ | ۱/۲ |
| ۷/۷ | ۱/۱ | ۱/۵۳۹ | ۱/۴ |
| ۱۰/۵ | ۱/۵ | ۱/۱۳۱ | ۴ × ۰/۶ |
| - | ۱/۷ | ۱/۰۰۵ | ۸ × ۰/۴ |

۲ نکات ایمنی خرج گذاری

- هرگز نباید لول چاشنی دار را روی زمین گذاشت بلکه باید بلافاصله پس از چاشنی گذاری، آن را داخل چال قرار داد. زیرا لول چاشنی دار ممکن است در اثر ضربه یا غلتیدن منفجر شود.
- برای خارج کردن چاشنی از قوطی نباید از چاقو، پیچ و سایر لوازم فلزی استفاده شود.
- قرار دادن فتیله و یا چاشنی در مواد منفجره باید به گونه‌ای باشد که به آسانی نتوان آنها را از مواد منفجره بیرون کشید.
- هر روز در ساعتی که از طرف مسئول معدن تعیین می‌شود آتش کاران باید یک به یک در مقابل انبار مواد منفجره حاضر شوند و مقدار موادی را که طبق برگ درخواست برای مصرف روزانه از طرف مسئول معدن لازم تشخیص داده شده است، در مقابل تسلیم رسید تحویل گیرند.
- آتش کار با همراه داشتن ماده منفجره اصلی نباید وارد انبار چاشنی و همچنین با همراه داشتن چاشنی نباید وارد انبار مواد منفجره اصلی شود.
- ورود آتش کاران به‌طور دسته‌جمعی به انبار مواد منفجره اکیداً ممنوع است.
- به هنگام چاشنی گذاری باید دقت شود که مواد خارجی از قبیل ماسه و خاک وارد لول نشود.
- پس از خرج گذاری، بالای چال باید با خمیر خاک رس یا ماسه مخلوط با رس پر شود. طول این قسمت به ازای هر ۱۰۰ گرم خرج لااقل باید ۲۰ سانتی‌متر باشد و برای هر ۱۰۰ گرم اضافی ۵ سانتی‌متر اضافه شود.
- در موقع پر کردن چال با خاک رس باید دقت شود تا از وارد آمدن هر گونه صدمه به فتیله خودداری شود.

- چنانچه چال به عللی گرم باشد، باید از خرج گذاری چال در آن حالت خودداری کرد.
- به هنگام خرج گذاری حضور اشخاص متفرقه تا شعاع ۱۵ متری از محل کار ممنوع است.
- برای خرد کردن قطعات سنگ‌های بزرگ چه در سطح زمین و چه در زیرزمین می‌توان یکی از دو روش زیر را به کاربرد:
- الف) بر حسب اندازه سنگ، یک یا چند چال در آن حفر کرد و پس از خرج گذاری با رعایت دستورات مذکور در این دستورالعمل منفجر ساخت.
- ب) بر حسب اندازه قطعه سنگ یک یا چند لول ماده منفجره را با یک لول چاشنی دار پهلوی هم گره زد و روی سنگ مورد نظر قرار داد و با گل کاملاً پوشاند و سپس آنها را منفجر کرد.
- در موقع خرج گذاری و آتش کاری به جز آتش کار و کمک او، حضور سایر افراد ممنوع است.
- از به کار بردن دینامیت‌های یخ زده، عرق کرده، مشکوک و فتیله‌های فاسد شده و مشکوک و همچنین مواد منفجره‌ای که از چاله‌ای آتش نگرفته باز یافت می‌شود، اکیداً باید خودداری شود. در دینامیت منجمد شده بلورهایی به چشم می‌خورد و در ضمن حالت شکنندگی پیدا می‌کند و نرمی ویژه خود را از دست می‌دهد.
- در بعضی موارد شرایط زمین‌شناسی و شرایط دیگر ممکن است تغییری در برنامه چالزنی و انفجار پدید آورد ولی این تغییر باید در جهت تقلیل مصرف مواد منفجره باشد.
- سرکارگر عملیات انفجار مجاز به اجرای عملیات آتش کاری در جایی که هنوز کارهای مقدماتی آن براساس مقررات ایمنی انجام نگرفته است، نیست.
- قبل از قرار دادن خرج در چال، باید بررسی مجدد به منظور حصول اطمینان از نبود گازهای قابل انفجار در محل آتش کاری و ۵۰ متر اطراف آن انجام گیرد.
- قطر چال با قطر مواد منفجره مورد استفاده مقایسه شود. معمولاً قطر مواد منفجره باید حدود ۳ میلی‌متر کمتر از قطر چال باشد.
- خرج موجود در هر چال اولاً باید از یک نوع ماده منفجره باشد و ثانیاً از لوله‌ای درسته استفاده شود و ثالثاً حتی‌المقدور اضافه خرج گذاری در چال انجام نگیرد.
- قبل از قرار دادن چاشنی‌ها در مواد منفجره باید آنها را بازدید کرد و از صحت و درستی آنها مطمئن شد و سپس پرایمر را درست کرد. بلافاصله پس از درست کردن پرایمر، باید آن را در چال قرار داد.
- پس از بستن چال باید کلیه وسایل و کیف‌های چاشنی و مواد منفجره را از محل آتش کاری دور کرد و آنها را در جا و یا انباردستی امنی قرار داد.

۱ روابط مربوط به محاسبات در مدارهای سری و موازی

مدار سری

| | |
|----------------|---|
| $R=R_1+R_2+nr$ | <p>R: مقاومت کل مدار بر حسب اهم R_1: مقاومت سیم چاشنی بر حسب اهم R_2: مقاومت سیم آتش بر حسب اهم r: مقاومت هر یک از چاشنی‌ها n: تعداد چاشنی‌ها</p> |
| $V=RI$ | <p>V: اختلاف پتانسیل الکتریکی بر حسب ولت I: شدت جریان مدار بر حسب آمپر</p> |

مدار موازی

| | |
|-------------------------|---|
| $R=R_1+R_2+\frac{r}{n}$ | <p>R: مقاومت کل مدار بر حسب اهم R_1: مقاومت سیم چاشنی بر حسب اهم R_2: مقاومت سیم آتش بر حسب اهم r: مقاومت هر یک از چاشنی‌ها n: تعداد چاشنی‌ها</p> |
| $I=ni$ $V=RI$ | <p>V: اختلاف پتانسیل الکتریکی بر حسب ولت I: شدت جریان مدار بر حسب آمپر i: مقدار جریان لازم برای هر چاشنی‌ها n: تعداد چاشنی‌ها</p> |

مشخصات چال‌ها در آتش‌کاری صاف در معادن روباز

| فاصله از سطح آزاد (متر) | فاصله چال‌ها از هم (متر) | تراکم خرج (کیلومتر در متر) | قطر خرج (میلی‌متر) | قطر چال (میلی‌متر) |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
| ۱/۱-۰/۹ | ۰/۸-۰/۶ | ۰/۲۱ | ۲۲ | ۳۲ |
| ۱/۱-۰/۹ | ۰/۸-۰/۶ | ۰/۲۱ | ۲۵ | ۳۲ |
| ۱/۱-۰/۹ | ۰/۸-۰/۶ | ۰/۲۱ | ۲۲ | ۳۸ |
| ۱/۱-۰/۹ | ۰/۸-۰/۶ | ۰/۲۱ | ۲۵ | ۳۸ |
| ۱/۳-۰/۹ | ۱-۰/۷ | ۰/۳۸ | ۳۲ | ۵۱ |
| ۱/۴-۱ | ۱-۰/۸ | ۰/۴۷ | ۳۲ | ۵۱ |
| ۱/۳-۰/۹ | ۱-۰/۷ | ۰/۳۸ | ۳۲ | ۶۴ |
| ۱/۴-۱ | ۱-۰/۸ | ۰/۴۷ | ۳۲ | ۶۴ |
| ۱/۶-۱/۲ | ۱/۳-۱ | ۰/۵۵ | ۲۵ | ۶۴ |
| ۱/۶-۱/۲ | ۱/۳-۱ | ۰/۵۵ | ۲۵ | ۷۶ |
| ۱/۷-۱/۳ | ۱/۳-۱ | ۰/۷۱ | ۴۰ | ۷۶ |
| ۱/۹-۱/۷ | ۱/۴-۱/۲ | ۰/۹ | ۳۲ | ۸۹ |
| ۲-۱/۸ | ۱/۵-۱/۳ | ۱/۳۲ | ۵۰ | ۸۹ |
| ۱/۹-۱/۷ | ۱/۴-۱/۲ | ۰/۹ | ۳۲ | ۱۰۲ |
| ۲-۱/۸ | ۱/۵-۱/۳ | ۱/۳۲ | ۵۰ | ۱۰۲ |

۳ مقررات آزمایش و کنترل مدار انفجار

قبل از اتصال مدار انفجار به دستگاه مولد برق، باید مدار انفجار را کنترل کرد. مقصود از کنترل مدار انفجار آن است که مقاومت الکتریکی آن اندازه‌گیری شود. در صورتی که مقاومت اندازه‌گیری شده با آنچه که از طریق محاسبه به دست آمده است. بیش از ده درصد تفاوت نداشته باشد، مدار کامل است و می‌توان آن را آتش کرد. درحالی‌که دستگاه مقاومت زیادی نشان دهد، نشانه آن است که یک یا چند اتصال به‌طور صحیح برقرار نشده است. اگر دستگاه مقاومت بینهایت را نشان دهد، نشانه قطع مدار است و بالاخره در حالتی که دستگاه مقاومت کمتری را به دست دهد، نشانه وجود اتصال کوتاه در مسیر انفجار خواهد بود.

اندازه‌گیری مقاومت مدار با استفاده از دستگاه‌های مقاومت‌سنج انجام می‌گیرد.

مهم‌ترین مسئله‌ای که در مورد مقاومت سنج‌ها بایستی رعایت شود، آن است که جریانی که از آنها عبور می‌کند هیچ‌گاه نبایستی بیش از ۵۰ میلی‌آمپر باشد زیرا جریان‌های زیادتر، ممکن است باعث انفجار بعضی از چاشنی‌های حساس شود. در هر صورت، برای رعایت اطمینان، اندازه‌گیری مقاومت مدار را بایستی در فاصله مطمئنی از چال‌ها و حتی‌المقدور در پناهگاه انجام داد. برای اطمینان از صحت طرز کار با دستگاه، بایستی هر سه ماه یک بار آن را کنترل و بعد از هر بار تعویض باطری نیز، آن را آزمایش کرد. برای اندازه‌گیری مقاومت مدار از پل‌های الکتریکی مختلف نیز می‌توان استفاده کرد.

فاصله ایمنی کار با چاشنی برقی از ایستگاه‌های فرستنده AM

| حد اقل فاصله ایمنی به متر | قدرت ایستگاه فرستنده به وات |
|---------------------------|-----------------------------|
| ۲۳۰ | ۴۰۰ |
| ۲۶۰ | ۵۰۰۰ |
| ۳۹۶ | ۱۰۰۰۰ |
| ۶۱۰ | ۲۵۰۰۰ |
| ۸۵۰ | ۵۰۰۰۰ |

و برای فرستنده VHF و FM

| حد اقل فاصله ایمنی به متر | قدرت فرستنده به وات |
|---------------------------|-------------------------------------|
| ۳۰۵ | ۷۰۰۰ (۳۵ تا ۵۴ میلی سیکل بر ثانیه) |
| ۹۷۵ | ۱۰۰۰۰ (۳۵ تا ۵۴ میلی سیکل بر ثانیه) |
| ۱۸۳ | ۱۰۰۰۰۰ (۴۵۰ میلی سیکل بر ثانیه) |
| ۶۱۰ | ۱۰۰۰۰۰۰ (۴۵۰ میلی سیکل بر ثانیه) |

و برای فرستنده UHF تلویزیون با ۴۵۰ میلی سیکل بر ثانیه

| حد اقل فاصله | قدرت به وات |
|--------------|-------------|
| ۱۸۳ | ۱۰۰۰۰ |
| ۶۱۰ | ۱۰۰۰۰۰۰ |

حداقل فاصله مدار انفجار از خط انتقال نیرو به متر

| چاشنی معمولی | چاشنی TE سوئدی حساس | چاشنی VA سوئدی غیر حساس | پتانسیل خط نیرو به کیلووات |
|--------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|
| - | ۲۰ | - | ۳ تا ۶ |
| - | ۵۰ | - | ۱۰ |
| - | ۱۰۰ | - | ۲۰ تا ۵۰ |
| ۲۰ | - | - | ۷۰ |
| ۳۰ | - | ۱۰ | ۱۳۰ |
| ۴۰ | - | ۱۰ | ۲۲۰ |
| ۶۰ | - | ۱۶ | ۴۰۰ |

مشخصات ماشین‌های آتش‌کن سوئدی

| نوع ماشین | ولتاژ | مقاومت سیم آتش به اهم | تعداد چاشنی‌ها | تعداد چاشنی در هر سری | تعداد سری‌ها در مدار مختلط |
|-----------|-------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|
| CI۵۰ | ۳۴۰ | ۱۰ | ۵۰ | ۵۰ | ۱ |
| CI۱۵ VA | ۶۲۰ | ۱۰ | ۱۵۰ | ۱۵۰ | ۱ |
| | | ۲ | ۴۸۰ | ۸۰ | ۶ |
| | | ۵ | ۴۸۰ | ۸۰ | ۶ |
| | | ۱۰ | ۴۰۰ | ۸۰ | ۵ |
| | | ۱۰ | ۳۰۰ | ۳۰۰ | ۱ |
| CI۱۰۰ VA | ۱۱۰۰ | ۲ | ۳۰۰۰ | ۱۲۰ | ۲۵ |
| | | ۵ | ۲۴۰۰ | ۱۲۰ | ۲۰ |
| | | ۱۰ | ۱۸۰۰ | ۱۲۰ | ۱۵ |
| | | ۱۰ | ۷۰۰ | ۷۰۰ | ۱ |
| | | ۲ | ۹۰۰۰ | ۳۰۰ | ۳۰ |
| CI۲۷۵ VA | ۲۸۰۰ | ۵ | ۷۵۰۰ | ۳۰۰ | ۲۵ |
| | | ۱۰ | ۶۰۰۰ | ۳۰۰ | ۲۰ |
| | | ۱۰ | ۶۵۰ | ۶۵۰ | ۱ |
| | | ۲ | ۲۴۰۰۰ | ۳۰۰ | ۸۰ |
| CIV۰۰ VA | ۲۵۰۰ | ۵ | ۱۸۰۰۰ | ۳۰۰ | ۶۰ |
| | | ۱۰ | ۱۲۰۰۰ | ۳۰۰ | ۴۰ |

شدت جریان لازم برای انفجار چاشنی‌ها برقی معمولی

| شدت جریان مصرفی به آمپر | شدت جریان لازم به آمپر | | ماکزیمم مقاومت به اهم | ماکزیمم تعداد چاشنی | نوع مدار |
|----------------------------|------------------------|------------|--------------------------|------------------------|-------------|
| | برق متناوب | برق مستقیم | | | |
| ۱ | ۱/۵ | ۰/۵ | ۲ | یک چاشنی | سری |
| ۳ | ۲ | ۱/۵ | ۵۰ | ۲۵ | سری |
| ۳ | ۱ | ۱ | ۵۰ | ۲۰ | موازی |
| ۳ | هر سری ۲ | هر سری ۱/۵ | ۵۰ | - | سری - موازی |