IRANIAN MINES AND MINING INDUSTRIES DEVELOPMENT AND RENOVATION ORGANIZATION

سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران

طبقه‌بندی معادن سنگ‌آهن سنگان براساس قابلیت انفجار و پیشنهاد الگوی چالزنی انفجار مناسب

گزارش نهایی

شماره قرار داد ۲۲۰۰۹

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مجری: دکتر حامد ملاداودی

پژوهشگر همکار: محمد حسین فخری

سال ۱۴۰۰

چکیده

به دلیل فرآیندهای زمین‌ساختی گسترده و نفوذ توده‌های بزرگ گرانیتی و دگرگونی آهک‌ها در مجاورت گرانیت‌های نفوذی، همچنین به دلیل ماهیت اسکارنی معادن سنگ‌آهن سنگان و دگرسانی‌های صورت گرفته، توده‌سنگ از نظر جنس و ساختار متنوع، ناهمگن، متغییر و به شدت پیچیده، مختلف و متفاوت می‌باشد. از این رو معمولاً تغییرات جنس سنگ، ساختار(جهت‌داری، فاصله داری و ...) و ابعاد بلوک‌های برجا در فواصل کم، در یک پله یا بلوک انفجاری از معدن رخ می‌دهد. از این رو نمی‌توان با الگوی چالزنی و آتشباری یکسان در چنین توده‌سنگ‌های وسیع و متنوعی، عملیات آتشباری را انجام داد. در زون‌های ضعیف، سست و خردشده توده‌سنگ معادن سنگان، استفاده از خرج ویژه خیلی زیاد، علاوه بر افزایش هزینه‌های انفجار، معمولاً منجر به افزایش پودرشدگی سنگ و تولید نرمه می‌شود. از سوی دیگر، در زون‌های مستحکم و یکپارچه، استفاده از خرج ویژه کمتر از مقدار متعارف، نرخ کرنش اعمالی را کم‌تر کرده و قطعات سنگ با ابعاد بزرگ(بولدر) تولید می‌شوند که این امر باعث استهلاک و آسیب به ماشین‌آلات (استفاده از آتشکاری ثانویه برای شکستن سنگ‌های با ابعاد بزرگ و بولدوزرکاری به منظور پاشنه تراشی و تراز نمودن پله) شده و هم‌چنین هزینه‌های سنگ‌شکنی را افزایش می‌دهد.

از این رو به منظور انجام پهنه‌بندی دقیق زون‌های مختلف معادن سنگان، از نظر قابلیت انفجار، همه گزارشات، نقشه‌ها و مطالعات پیشین در خصوص معادن سنگان جمع‌آوری، گردآوری و مطالعه شده است. سپس، پیمایش و بازدید میدانی دیواره‌ها و رخساره‌های معادن، به منظور شناسایی پارامترهای کلیدی و برداشت صحرایی ویژگی‌های ناپیوستگی‌ها و درزه‌های اصلی(فاصله‌داری، جهت‌داری، پرشدگی و...) انجام شد. از سوی دیگر، با کمک و همکاری مدیران و پرسنل دلسوز مجتمع معادن سنگان، نمونه‌گیری از انبار مغزه‌های معادن سنگان انجام گرفت. سپس نمونه‌ها در جعبه‌های مخصوص قرار داده شده و بسته‌بندی شدند و به آزمایشگاه مکانیک‌سنگ برای انجام آزمایشات لازم منتقل شد. و با استفاده از اطلاعات بدست آمده، قابلیت انفجار برای دیواره‌ها و واحدهای مختلف زمین‌شناسی محاسبه و برآورد شد.

سپس هر معدن سنگان به چند ناحیه با ویژگیهای یکسان از نظر قابلیت انفجار تقسیم شد و مدل و نقشه های پهنه بندی هر معدن از نظر قابلیت انفجار ارایه شد. در ادامه الگوهای اولیه آتشباری براساس روشهای مرسوم همانند روشهای آش، آندرسون، کونیا، لانگفرس و ... محاسبه و ارایه شد. در مرحله بعدی، خرج ویژه، اندازه متوسط قطعات خردشده، شاخص یکنواختی و در نهایت الگوی آتشباری در هر بخش با قابلیت آتشباری یکسان براساس مدل خردشدگی کاز-رام محاسبه شد. در این قسمت پارامتر محدود کننده اصلی برای محاسبه براساس مدل خردشدگی کاز-رام اندازه قطعات بزرگ (Oversize) مواد خردشده است که در حدود ۱۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شده است. از این رو پارامترهای طراحی الگوی آتشباری با روش سعی و خطا آنقدر تغییر داده می شود تا الگوی بهینه آتشباری براساس محدودیت اندازه بزگترین اندازه قطعات خردشده (۱۲۰ سانتی متر) محاسبه شود.

از بلوک‌های انفجاری در معادن مختلف مجتمع سنگ‌آهن سنگان پیش از انفجار، حین حفاری و پس از انفجار بازدید و تصویربرداری شد. به ویژه، پس از انفجار هر بلوک، از کپه مواد خردشده عکس‌برداری شد. تلاش نمودیم از کپه مواد خردشده ناشی از هر بلوک انفجاری تعداد زیادی عکس با کیفیت و نورپردازی مناسب اخذ شود. علاوه برتصویربرداری از کپه مواد خردشده، دستور انفجار هر بلوک انفجاری را با همراهی مدیران مجتمع سنگ‌آهن سنگان اخذ نمودیم. سپس عکس‌های تصویربرداری شده از کپه‌های مواد خردشده هر بلوک انفجاری را با استفاده از نرم‌افزارهای پردازش تصویر مرزبندی، مقیاس‌گذاری و درنهایت منحنی توزیع قطعات خردشده هر کپه قطعات خردشده را محاسبه نمودیم.

ازسوی دیگر براساس مدل کاز-رام و براساس الگوی انفجار اجراشده در بلوک انفجاری نیز منحنی توزیع خردشوندگی حاصل پیش‌بینی و محاسبه شد. از منحنی‌های توزیع خردشوندگی به دست آمده از پردازش تصویر عکس‌ها به عنوان مبنا و پایه برای اعتبارسنجی مدل کاز-رام استفاده نمودیم. براساس مقایسه نتایج پردازش تصاویر با پیش‌بینی مدل کاز-رام، مدل کاز-رام به خوبی روند خردشوندگی حاصل از الگوی انفجاری را پیش‌بینی می‌نماید و بزرگترین ابعاد قطعات خردشده بلوک‌های انفجاری را نیز به

خوبی برآورد می‌کند. در نهایت براساس پردازش تصاویر انجام شده و مدل کاز-رام، الگوی انفجار در هر معدن براساس نوع سنگ و ابعاد بلوک‌های برجای سنگ در معادن مختلف ارائه شده است.

در گام آخر، عوارض ناشی از آتشباری از قبیل لرزش زمین، عقب زدگی، جابجایی و شکل کپه مواد خردشده، پرتاب سنگ و انفجارهوا در این طرح پژوهشی برای هریک از معادن سنگان بررسی و ارزیابی شده است.

براساس مطالعات انجام شده، جنس سنگ و ساختار توده‌سنگ (ابعاد بلوک‌های سنگی برجا، فاصله‌داری و جهت‌داری) از مهم‌ترین پارامترهای اثرگذار بر قابلیت انفجار توده‌سنگ می‌باشد. جمع‌بندی و خلاصه وضعیت قابلیت انفجار توده‌سنگ‌های مختلف در انتهای هر فصل که مربوط به یکی از معادن است، ارائه شده است. از مهم‌ترین عوارض آتشباری در معادن سنگ‌آهن سنگان، تولید قطعات بزرگ، عقب‌زدگی، ایجاد دماغه، پاشنه، سکو، قوزک و ناهمواری درپله می‌باشد. قابلیت آتشباری در توده‌سنگ مگنتیت معمولاً دشوار و سخت است. در توده‌سنگ‌های اسکارنی و مگنتیتی، با افزایش فاصله‌داری متوسط درزه‌ها و ابعاد بلوک‌های برجای اولیه سنگ، قابلیت آتشباری دشوارتر و احتمال تشکیل قطعات بزرگ سنگ (بولدر) و همچنین عقب‌زدگی بیشتر می‌شود. قابلیت آتشباری در دیگر سنگ‌های باطله همچون داسیت و ریوداسیت، اسکارن، گرانیت و.... در هریک از فصول، به طور تفصیلی مطالعه و بررسی شده است.

براساس پردازش تصویر انجام شده، الگوی آتشباری(بارسنگ و فاصله‌داری) در بخش‌های باطله سنگی تا حدی کم می‌باشد. این بدان معناست که در بخش‌های باطله سنگی معمولاً خردشدگی بیش از اندازه مورد نظر صورت می‌گیرد. لذا در بخش‌های باطله سنگی می‌توان با افزایش بارسنگ و فاصله‌داری و کاهش خرج ویژه و حفاری ویژه موجب صرفه‌جویی در هزینه‌های مصرف ماده منفجره شد. بالعکس در بخش‌های ماده معدنی(آهن) به ویژه با ابعاد بلوک‌های برجای بزرگ(فاصله‌داری کم ناپیوستگی‌ها) می‌بایست از بارسنگ و فاصله‌داری تا حدی کمتر استفاده نمود تا از تولید اندازه قطعات بزرگ سنگ جلوگیری به عمل آید.