

مهندسی انفجار Blasting Engineering

تعداد واحد:	۲ واحد
نوع درس:	نظری (۳۲ ساعت)
(همین‌بار) پیش‌نیاز:	مکانیک سنگ و آزمایشگاه
هدف:	شناخت مواد منفجره، سیستم‌های انفجار و کاربرد آنها در معدنکاری سطحی و زیرزمینی و حفر فضاهای زیرزمینی، توسعه‌ی دانش و تجارب عملی برای طراحی الگوهای انفجار در فعالیت‌های معدنی و عمرانی با توجه به جنبه‌های فنی، اقتصادی و ایمنی

سر فصل‌ها

- تعاریف و اصطلاحات
- مواد منفجره و ترموشیمی آن‌ها و فرایندهای انفجار: احتراق و انفجار، فرایند انفجار در مواد منفجره، گرما و فشار و ترموشیمی مواد منفجره و انفجار، موازنه‌ی اکسیژنی، انرژی قابل دسترسی
- خصوصیات مواد منفجره، مواد منفجره‌ی صنعتی (تجاری)، معیارهای انتخاب مواد منفجره
- روش‌ها و سیستم‌های انفجار: سیستم‌های غیر الکتریکی (چاشنی‌های قابل انفجار یا فتیله‌ی انفجاری کم انرژی، رله‌های تأخیری، چاشنی ساده و فتیله‌ی اطمینان، فتیله‌ی انفجاری (کورتکس) و انواع آن، چاشنی‌های نازل L.P, MS, UNIDET و هرکودت)، سیستم‌های الکتریکی (چاشنی‌های الکتریکی فوری، چاشنی‌های تأخیری الکتریکی (HS) و کم تأخیری الکتریکی (MS) و چاشنی‌های الکترونیکی)، تله‌س مجاز و خطای عملکرد چاشنیها، منابع انرژی، سایر ابزار (اتصال دهنده‌ها، قشنگ‌های امگا، ابزار بستن چال)
- سیستم‌های آغازگر و تحریک: پرایمر، بوستر، پرایمر و بوسترگذاری، محل پرایمرها
- انواع مواد منفجره اصلی و کمکی (انفوی فله‌ای، فشنگی و انفوی سنگین، پودر آذر و آذر فشنگی، مواد ژله‌ای (دوغایی) و امولسیون، مواد منفجره‌ی فشنگی، بوسترهای پنتولیتی، ژئوکس، تفریف کاری، گلوله‌های مشبک)،
- سیستم‌های خرج‌گذاری و آبکشی چال‌ها: سیستم‌ها و ماشین آلات خرج‌گذار مکانیزه (مواد فشنگی، فله‌ای، دوغایی و امولسینی)، سیستم‌های آبکشی
- اجرای عملیات انفجار: سیستم‌های غیر الکتریکی (فتیله‌ی اطمینان و چاشنی ساده، فتیله‌ی انفجاری، نازل، ترکیبی و انواع مدارهای آن) و ملاحظات اجرایی و عملیات، سیستم‌های الکتریکی (انواع مدارها و بستن مدار، کنترل مدار، ...)
- ابزارها، تجهیزات و دستگاههای مورد نیاز عملیات انفجار الکتریکی و غیرالکتریکی
- اشاره به الگوهای چالزنی، آرایش چال‌های انفجاری و ترتیب زمانی انفجار چال‌ها، انفجار تأخیری (الکتریکی، غیر الکتریکی) و توالی آتش یا تحریک
- مکانیزم خرد شدن سنگ بر اثر انفجار، خصوصیات سنگ و توده سنگ مؤثر بر عملیات انفجار، تعیین خصوصیات توده سنگ برای طراحی انفجار
- پارامترهای قابل کنترل طراحی: آتشکاری، قطر چال، ارتفاع بله، انحراف یا امتداد چال، طول گل‌گذاری، اضافه حفاری، بارسنگ، فاصله داری، الگوی چال‌ها، سطح آزاد، اندازه و شکل انفجار، موقعیت خرج‌ها، جفت شدگی خرج‌ها،



- نوع مواد منفجره، توزیع مواد در چال ها، خرج ویژه، تحریک و برابری گذاری، زمان بندی تأخیر و ترتیب زمانی تحریک، تأثیر تجهیزات پر کردن، حفاری ویژه
- طراحی عملیات انفجار روباز (قطر کوچک، قطر بزرگ، با چال های افقی، تولید قطعات بزرگ، روابط و فرمول ها و مدل های محاسبه ای پارامترهای آتشکاری)
 - طراحی عملیات انفجار زیرزمینی (تونل های معدنی و غیرمعدنی)
 - عملیات انفجار در عملیات سطحی غیرمعدنی (راه سازی، ترازشده ها، رمپ ها، تسطیح سطح زمین، گودبرداری برای پی سازی)
 - انواع عملیات انفجار کنترل شده و انفجار کنترل شده ویژه
 - خرد کردن ثانویه و آتشکاری های ویژه
 - تمهیدات ایمنی برای عملیات انفجار
 - طراحی و برنامه ریزی عملیات چالزنی و آتشکاری (عوامل مؤثر بر طراحی چالزنی و انفجار، برنامه ریزی مراحل، بهینه سازی هزینه های خرد کردن از طریق چالزنی و انفجار) جنبه های اقتصادی، تعیین هزینه ی بهینه، خرد شدگی، انواع ابزارهای موادناریه، آیین نامه ها و دستورالعمل های مربوطه
 - نمایش فیلم در مورد سیستم های آتشکاری و عملیات اجرایی
 - بازدید: انجام حداقل یک بازدید از عملیات چالزنی و انفجار ضروری است.

منابع:

- ۱- استوار، رحمت الله؛ "آتشکاری در معادن"؛ جلد اول، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ چاپ نهم؛ ۱۳۸۹
- ۲- استوار، رحمت الله؛ "آتشکاری در معادن"؛ جلد دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ ۱۳۸۹
- ۳- هارتمن، هوراد ال.؛ اصول مهندسی معدن؛ ترجمه ی یلوری شهرضا، مهدی؛ دانشگاه صنایع و معادن ایران؛ ۱۳۸۱
- 4- Hartman, H.L. (Editor); "SME Mining Engineering Handbook"; Vol. I&II ; 2nd Edition; SME Littleton, Co. ; 1992; Ch. 9-1, 22-1, 22-3, 22-9
- 5- Jimeno C. L., Jimeno E. L., and Carcedo, F. J., "Drilling and Blasting of Rocks", A.A. Balkema Rotterdam, 1995.
- 6- Hustrulid, W. ; "Blasting Principles For Openpit Mining"; P.A. Balkema; Vol. I&II; 1999
- 7- Gokhale, B. V., "Rotary Drilling and Blasting in Large Surface Mines, CRC Press Taylor and Francis Group, 2009.
- 8- Zhang, Z. X. (2016). Rock fracture and blasting: theory and applications. Butterworth-Heinemann.
- 9- Persson, P. A., Holmberg, R., & Lee, J. (2018). Rock blasting and explosives engineering. CRC press.

