

莛岩爆破

試 用 教 材 初 稿

凿 岩 爆 破

中南矿冶学院 东北工学院 昆明工学院 合編
北京钢铁学院 西安矿业学院 新疆矿冶学院

(内部发行)

讀 者 注 意

本书系内部資料，只供有关部門、人員工作参考，所有材料、數據，未經冶金工业部同意，不得在公开書籍、文章上引用，亦不得翻印。

冶 金 工 业 出 版 社

凿 岩 爆 破

中南矿冶学院等院校合编

—*—

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口甲 45 号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

冶金工业出版社印刷厂印刷 内部发行

—*—

1959年9月第一版

1963年9月北京第一次印刷

印数 2,020 册

开 本 $850 \times 1168 \cdot 1/32$ · 220,000 字 · 印张 $12 \frac{28}{32}$

—*—

统一书号: 15062·1879 定价: 1.40元

內 容 提 要

本書包括岩石物理力学性質及其分級、鑿岩工程及爆破工程三部分。本書是以有关几个高等院校原有的矿区开采專業用的講义为基础，增填了一些国内外最近的資料編写而成的自用教材初稿。

本書亦可作为生产、設計部門的矿山工作人員参考。

前 言

1958年高等学校在社会主义建設全面大躍进的形势下，大力进行教育革命后，迫切需要一本結合中国实际情况、反映世界先进技术水平，并适合于矿区开采專業教育革命后使用的鑿岩爆破教材，以貫徹党的教育方針，提高教學質量。为此，由中南矿冶学院發起，邀請东北工学院、昆明工学院、北京鋼鐵学院、西安矿业学院及新疆矿冶学院，本着共产主义大协作精神，共同編写成这本“鑿岩爆破”教材初稿作为向国庆十周年的献礼。

編写工作是在中南矿冶学院党委领导下，采取党委、教师、学生、現場人員四結合的方式进行的，在編写过程中，中南矿冶学院采矿系党总支和行政給予了很多指导和帮助。在編写前的务虛阶段，承湖南省冶金局，矿山研究所及長沙有色冶金設計院提供了宝贵的意見以及全国許多矿山供給了許多实际資料，特此致謝。

由于参加編写的同志人数很少，而且缺乏实际工作經驗和教学經驗，本書質量距要求尚远，一定存在很多缺点和不足的地方，我們热誠地希望讀者提出批評，以便在修訂定稿时，予以改正。

1959年6.24于長沙

目 录

前言	5
緒論	1
● 第一章 岩石性質及分級	8
第一节 研究岩石性質及分級的意义	8
第二节 岩石的組織及構造	8
第三节 岩石物理力学性質	9
第四节 岩石分級	12
第二章 冲击鑿岩原理	31
● 第三章 冲击式淺眼鑿岩設備	41
第一节 手工鑿岩	41
第二节 土鑿岩机	42
第三节 簡易鑿岩机	45
第四节 鑿岩机的基本構造和动作原理	47
第五节 鑿岩机的类型	51
第六节 手持式鑿岩机及其支架	52
第七节 平柱式鑿岩机及其支架	57
第八节 向上式鑿岩机及其支架	61
第九节 鑿岩时鑿岩机常遇到故障的分析与处理	62
第十节 鑿岩机的潤滑、檢修及選擇	64
第十一节 压气的供給	66
第十二节 鑿岩工作組織和先进經驗	67
● 第四章 冲击式淺眼鑿岩工具	71
第一节 釐头	72
第二节 釐桿	89
第三节 釐尾	92

第五章 鑿岩工具的制造与修复	95
第一节 钎纲	95
第二节 制钎的工艺过程及其设备	95
第三节 测量加热温度的方法及仪表	106
第四节 影响制钎质量因素的分析	108
第五节 锻钎厂的布置	110
第六节 硬质合金钎头的制造工艺与修磨	112
第六章 影响鑿岩速度的因素	120
第一节 影响鑿岩速度因素的分析	120
第二节 鑿岩生产率的计算	129
第七章 迴轉式鑽淺眼	130
第一节 迴轉式鑽淺眼时破碎的基本原理及其影响因素	130
第二节 迴轉式鑽眼机械	133
第三节 迴轉式鑽眼工具	137
第四节 迴轉式鑽淺眼的优越性及提高鑽速的途径	140
第八章 深孔鑿岩	144
第一节 地下深孔鑿岩	144
第二节 露天深孔鑿岩	170
第九章 破碎岩石的新方法	201
第十章 爆炸及炸药理論	206
第一节 爆炸与炸药的基本概念	206
第二节 起爆理論	209
第三节 傳爆理論	217
第四节 炸药参数及其主要性能	228
第五节 爆炸生成物运动方向与聚能效应	243
第六节 安全炸药理論概述	247
第十一章 工業炸药	250
第一节 硝酸类炸药	251
第二节 硝化甘油炸药	255

第三节	液氧炸药	257
第四节	芬芳族硝化炸药	259
第五节	黑火药	260
第六节	土炸药及代用炸药	260
● 第十二章	起爆材料	266
第一节	起爆炸药	263
第二节	起爆材料	268
第三节	简易起爆材料	279
第十三章	爆破材料的运输贮存检查与销毁	281
第一节	爆破材料的运输	281
第二节	爆破材料的储存	282
第三节	爆破材料的检查与销毁	290
第十四章	起爆方法	295
第一节	导火綫起爆法	295
第二节	电雷管起爆法	298
第三节	传爆綫起爆法	318
第四节	加强起爆法	320
第五节	复式起爆綫路	320
第六节	微差起爆法	321
第十五章	介质中的爆破作用	325
第一节	在均质岩石中的爆破作用	325
第二节	爆破的定向作用	328
第三节	药包及爆破漏斗的概念	330
第四节	炸药量计算原理	333
● 第十六章	爆破方法	336
第一节	浅眼爆破法	336
第二节	地下深孔爆破法	360
第三节	露天深孔爆破法	371
第四节	药室爆破法	384
第五节	扩底爆破法	397
第六节	大塊爆破法	400

緒 論

“鑿岩爆破”課程是随着近代科学技术的發展和根据我們社会主义建設的需要而設立的。它包括三个主要部分：岩石的物理力学性質及其分級、鑿岩工程及爆破工程。鑿岩爆破工程的實質是用各种鑿岩方法在岩石中开鑿出爆破眼或其它形式的裝藥空洞，然后裝入炸藥將其炸碎。

直到目前为止，在采矿工業中，除了在个别情况下可以采用特殊方式（如松軟岩層或矿石的水力冲采、煤的地下气化、某些鹽矿的化学浸出和利用机鎬或康拜因进行采掘等）而外，比較坚固的有用矿物的采掘和在岩石中的巷道掘进絕大部份都需要采用鑿岩爆破的方法来完成。鑿岩爆破不仅是从地下获取有用矿物的手段，而且在整个落矿过程和掘进过程中，它还是最主要和重要的工序之一。在掘进平巷时約有50%~60%的时间花在鑿岩爆破工程上；在掘进豎井时鑿岩爆破也需要25%左右的时间。花在鑿岩爆破工程上的費用約佔总成本的一半。

鑿岩爆破工程不但在采矿工業中起着重大的作用，而且愈来愈广泛地被运用到經濟建設的其它部門中去。例如：在水利工程方面（开鑿运河、修筑攔河坝等）；在鐵道工程方面（削平路基、开鑿隧道等）；在建筑工程方面（土石方工程）；在化学工程方面（开采化工原料）以及在农业、林业、航运等方面無不加以利用。鑿岩爆破已經成为現代化生产中非常重要的科学技术之一。

二

我国是世界上最老的文明古国之一，我們的祖先对人类文化作出了極大的貢獻。在矿冶方面，我国也同样具有悠久的历史。公元前 3000 余年，即太皞时代，我国人民就会以銅制造农具。黄帝之世采銅于首山。夏商之际（公元前 2000 余年）鑄鉄之术已很發达。这就是历史上有名的“銅器时代”和“鉄器时代”。到了周朝，采矿事業已有普遍的發展。“周礼”有“矿人职官”的記載可資考証。

火药是我国古代的一大發明。公元前 660 年煉丹家孙思邈在它的著作“丹經”中詳細記載了当时使用的火药成份和性質。隋唐之际，火药更进一步發展成为精巧的娱乐材料——焰火。十三世紀时火药已应用于軍事上。宋、辽、金諸国曾經使用火药武器如“霹靂炮”、“震天雷”等。直到十四世紀，元朝軍隊挟着当时最銳利的武器——火炮及火药——一直打到欧洲一帶，这时火药由印度、阿拉伯輾轉至欧洲，欧洲人始知有火药其物。

我国鑿岩技术也是很早就很發达了。北宋（第十世紀）朱弁所著“曲洧扫聞”一書說：“嵩山比南方山極雄壯。然石多而土少。徹秀丽之气。石皆堅頑不可鑄鑿。峻極。上院尝于其院东鑿井。經年才达文許。每鑿一寸顧佣錢至一千。匠者不至也。法当积薪其中。燃之乘热。潑以醞醋。然后施工。庶平其可也”。这說明我国古代的人民早就会使用热力破碎的方法来掘井了。

我国还在很早就广泛而成功地使用了吊繩冲击式鑿深孔。明朝宋应星所著“天工开物”关于竹制吊繩冲击式穿孔机被用来取油熬鹽有所記載，而欧洲直到 1820 年才知道使用这种方法。当时四川五通桥深达 500 公尺的鹽井就有一万多个，其中最深

的一个达到1242公尺。打井技术之發达連来华的外国人也感到惊服。

当欧洲的封建制度崩潰而資本主义取而代之的时候，我国就开始落后了。帝国主义的入侵使我国淪为半殖民地的地位。地下資源被帝国主义所掠夺，采矿工業長期停滯在極端落后的狀況之下。在这个时候，西方資本主义国家的鑿岩爆破技术超过了我国而向前發展。十九世紀五十年代制出了蒸汽鑿岩机，但是沒有得到推广。六十年代制成了活塞式風动鑿岩机。廿世紀初制成鏈击式風动鑿岩机。这种鑿岩机風行了几十年直到現在，經過多次改进，已經得到很广泛的应用。現代的鑿岩机正朝着高冲击数發展。

与此同时，爆破工程也發生了巨大的变化。陸續出現了更猛烈有效的炸葯品种。第九世紀初П.Л. 西林克發明了电气爆破年。十九世紀五十年代H.H. 济宁發明了硝化甘油炸葯。六十年代威尔布蘭德發明了三硝基甲苯，欧利生和諾尔宾合作制成硝銨炸葯。俄国优秀的爆破專家M.M. 伏若罗夫和M.M. 鮑列斯闊夫推出了炸葯量計算公式。直到現在，鮑列斯科夫关于加强拋擲葯包的計算公式还未失去其实用意义。

十月社会主义革命胜利以后，苏联人民在偉大的革命导师列宁和苏联共产党的領導之下开始了經濟建設五年計劃。解放了的工人階級和劳动人民創造了許多的奇蹟。苏联的鑿岩爆破技术和理論也得到了飞速的發展。在对岩石的性質和它的科学分級方面M.M. 普洛托基亞柯諾夫作出了很大的貢獻。而他的著作大部分是在苏維埃年代中写成的。到1950年6月为止，苏联在32年中仅在采矿工業的爆破工程方面就出版了2500种書籍和小冊子。苏联在世界上第一个制造并使用深孔崩矿，并从而創造出一系列适应于新鑿岩方法的采矿方法。硬質合金在鑿

岩方面的应用也是苏联科学工作者和工人的功績，西方国家在十年以后才学得这种新技术。在各种規模的爆破工程方面，苏联积累了丰富的經驗。在鑿岩爆破方面的理論研究和实际工作上的成就的优越地位，始終是苏联保持着。

三

1958年是我国全面大躍进的一年。我国人民在党的“鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义”的总路綫照耀下和“在十五年或者更短一些時間內赶上和超过英国”的号召下，發揮了冲天的干劲，取得了震惊世界的成績。工業方面鋼的年产量翻了一番，一年就走完了英国32年、美国7年才走完的路。煤的年产量赶上并大大地超过了英国（我国58年产量2亿7千万吨；英国同年产量2亿1千万吨）。还有很多事例也都取得了資本主义国家需要几十年甚至更多的時間才能取得的成績。

中国共产党八届六中全会在总結了我国1958年全面大躍进的經驗之后，根据需要与可能向全党全民提出了1959年更大的躍进指标（其中鋼的产量为1,800万吨；煤的产量为38,000万吨）。这些指标已經中共八届七中全会加以肯定、第二届全国人民代表大会通过。这些項目的完成將把英国的工業生产能力远远的抛在后面。党的八届六中全会肯定的总結了一整套“兩条腿走路”的建設方針，这就用馬列主义武裝了全党和全体人民。摆在我們采矿工作者面前的任务是非常艰巨而又光荣的。为了保証工業的發展速度飞躍的增長和生产水平迅速超过英国，采矿工業必須及时供应工業生产上所需的原料和燃料、鉄矿石和各种有色金属矿石。要完成这个任务，必須在党的领导下，坚决貫徹“兩条腿走路”的方針，实行“兩參一改”，大鬧技术革命。

在尽可能地采用世界上最新技术成就的同时，广泛地开展改良工具和革新技术的羣众运动，力爭劳动生产率的不断提高，使矿石产量加番。

党和人民政府对改善工人劳动条件和保証安全生产給予極大的关怀。为了逐步推广机械鑿岩以減輕劳动强度，提高劳动生产率，人民政府撥款建成了自己的風动工具厂。同时發动了广大羣众創造和制造土鑿岩設備以供应土法生产矿山的需要。由于党的學習苏联的正确方針和苏联人民的無私援助，苏联的先进技术和先进工作法帮助我国各矿山生产力不断提高。由于學習了 И.П. 揚金的多机工作法，我国吉林石嘴子銅矿鑿岩工單乙兴創造了一人能掌握七台 ТП-4 型向上式鑿岩机的成績。湖南水口山鑽鉛矿的鑿岩工李随元也在 1959 年初达到了同样的技术水平，从而創造了 6082 吨/工班的全国崩矿最高紀錄。

解放以前我国許多矿山矽塵病的为害是很严重的，并且一直沒有解决。解放后，这个問題引起了党和人民政府極大的注意。全国各矿全面推行了以湿式鑿岩为主体的防塵綜合措施，及时救治了矽塵病患者。党的这项措施取得了很大的成績。在这个基础上，国务院在 1956 年作出了关于防止厂、矿企业矽塵危害的决定。要求“矿山应采用湿式鑿岩机和机械通風，而且要求在有矽塵危害的工作地点每立方公尺空气中含游离二氧化矽 10% 以上的粉塵在 1956 年內基本上应降到 2 毫克。在 1957 年以內必須降低到 2 毫克以下”。現在已經有許多矿山提前达到了国家防塵指标，如龙烟鉄矿的白栓宝掘进队已把工作面的岩塵降低到 1.5 毫克。錫矿山矿务局第五工区已經把含塵量降低到 1 毫克。水口山矿务局也在 1959 年初达到 1 毫克的指标。在 1958 年达到 2 毫克的矿山已有龙烟、开滦、天宝山等矿。

全国推广了硬質合金釵头鑿岩。这不但減輕了工人的劳动强度，而且显著地提高了劳动生产率。为了供应硬質合金片，还建立了專門制造硬質合金片的工厂。

采用硝酸铵类炸藥为工業炸藥，对安全生产提供了很好的条件。为了保証供应，在各地區設立了許多炸藥制造厂。解放前炸藥使用上的混乱情况一扫而光。

我国在苏联專家指导下成功地进行了若干次大爆破，积累了宝贵的經驗。其中如 1956 年 12 月在某矿山进行的露天矿剝离大爆破，一次使用的炸藥就达到 9200 多吨。

許多使用火雷管的矿山創造了各种各样的一次点火法和电阻絲点火法。这些方法既保証了安全，又节省了時間，而且还开辟了多段迟發起爆的道路，这就为薄矿脉采場爆破提供了非常有利的条件。各單位还試制成功很多鑿岩机新品种。沈陽制成的鋼鉄牌簡易鑿岩机全部只有 12 个零件，并且大部份可用鑄鉄作为材料。

随着生产力不断發展的需要，科学研究工作也日益得到开展。諸如大直徑藥卷爆破、小直徑藥卷爆破、微差爆破、代用炸藥以及土炸藥等項目的研究都在一定程度上取得了良好的效果。这些科学研究工作的进行都对生产起了促进的作用，例如小直徑藥卷爆破在薄矿脉采場崩矿試用的結果使得崩矿的經濟技术效果大为改进。

在鑿岩爆破工程技术科学領域內，目前迫切需要加以研究解决的主要問題有下列几方面：岩石被破碎时的特性和岩石破碎原理；合理的岩石分級方法；高效率的新型鑿岩机；炸藥爆炸过程及爆破原理；高威力安全炸藥。

四

鑿岩爆破是矿区开采專業学生必修的一門專業基础課。只有通曉这方面的知識才能为以后深入地學習和掌握井巷掘进和采矿方法等專業課打下良好的基础。學習本課程的目的是使矿区开采專業的学生熟悉岩石的物理力学性質，了解現代基本的岩石破碎原理，掌握各种鑿岩方法，善于正确选用各种鑿岩机械、設備和工具。还要求学生在爆破方面掌握爆炸理論、工業炸藥和爆炸材料的性質、裝藥量的确定和計算方法、炸藥的起爆方法和爆破方法。学生在學習本課程时还必须掌握鑿岩爆破的安全措施，树立安全生产的正确观念。

本課程是一門技术課，因此理論部分比重較小。要求以理論联系实际的方法进行學習。其中的一部分可用現場教学的方式进行教学。学生应注意抓住生产实践中遇到的問題，运用現有的理論加以分析，最后做出解决实际問題的結論。

第一章 岩石性質及其分級

第一节 研究岩石性質及其分級的意义

破碎岩石是采矿中鑿岩爆破工作的主要目的。由于組成岩石的矿物成份、岩石的成因以及其生成后所經受的地質变化的不同，岩石的組織、構造及物理力学性質是多种多样的，而鑿岩爆破时各种不同性質的岩石所具有的抵抗破碎的性質也不同，只有充分研究和掌握了岩石的各种性質，才能正确選擇合理的鑿岩爆破的方法及提高其效率。

根据在鑿岩爆破时岩石表現出来的抵抗破碎的性質不同，將岩石分成若干等級，据此选取鑿岩設備与工具，确定鑿岩爆破的各种参数，制定各种定額等，在生产中具有非常重要的意义。

第二节 岩石的組織及構造

岩石的組織即指組成岩石的矿物成分的粒度、形狀以及与膠合物結合的狀況等。一般岩石的組織大体上可分粒狀組織、斑狀組織及玻璃狀組織等。

通常組成岩石的矿物顆粒愈細和愈致密，則該种岩石愈坚固。一般火成岩的組織較水成岩为致密，且顆粒間孔隙較少，因而比水成岩坚固，在进行鑿岩爆破时亦較為困难。

水成岩的坚固性除与矿物成分、粒度及孔隙大小有关而外，还取决于膠結物的性質。砂質膠結的水成岩最坚固，氧化鉄質与石灰質次之，粘土質最弱。變質岩的組織較為复杂，變質程度愈高，組織愈致密（如石英岩），則愈坚固。

風化作用能改变岩石的組織及其物理力学性質。風化程度愈高，則岩石堅固程度愈低。

岩石的構造是指岩石生成時和生成後受動力地質作用而形成的一種狀態。對鑿岩爆破起主要影響的岩石構造是層理、節理與裂縫。這些構造使岩石具有各向異性的特點，岩石易沿層理、節理或裂縫的方向破碎。故合理地利用岩石的構造可以提高鑿岩爆破效率。例如佈置掏槽眼時，可沿裂縫兩側，以保證良好爆破效果。

第三节 岩石物理力学性質

對鑿岩爆破影響較大的岩石物理力学性質有硬度、強度、彈性、脆性、塑性、韌性、磨蝕性、碎脹性、以及密度與容重等。以上各種性質簡略說明如下：

一、硬度——岩石抵抗工具侵入的性能。硬度愈大時，鑿岩愈困難。目前測定岩石硬度的方法較多（莫氏法、肖氏法等），但對鑿岩工程有較大實際意義的是蘇聯 Л.А. 史雷涅爾教授的方法。該法是以柱狀平頭工具壓入岩石，用岩石開始發生破裂或塑性變形的一瞬間所承受的壓力強度來表示岩石硬度。

二、強度——岩石抵抗壓縮、拉伸及剪切作用的性能。岩石一般抗壓強度最大，抗拉強度僅為抗壓強度的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ ，而抗剪強度僅為抗壓強度的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15}$ 。

三、彈性——岩石受力變形，當外力除去後岩石恢復其原來形狀和體積的性能。在這個意義上，塑性是與彈性相對的。外力除去後岩石不能恢復其原來形狀或體積的性質稱為塑性。絕對的彈性體和塑性體都是不存在的。岩石的彈性或塑性對鑿岩爆破有不良的影響，因為在岩石的彈性或塑性變形過程中消耗了一部份能量，因而降低了鑿岩效率。