

矿山井下作业

吕淑然 苑占永 编著

应知应会

KUANGSHAN
JINGXIA ZUOYE
YINGZHI YINGHUI



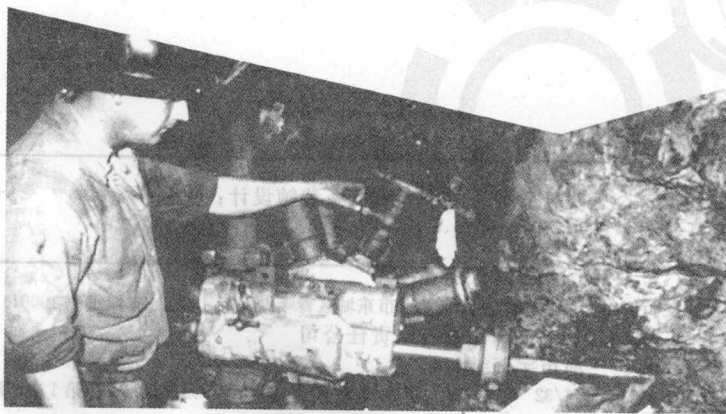
化学工业出版社

矿山井下作业

■ 吕淑然 苑占永 编著

应知应会

KUANGSHAN
JINGXIA ZUOYE
YINGZHI YINGHUI



化学工业出版社

· 北京 ·

定价：10.00元

（CIP）目次页

图书在版编目 (CIP) 数据

矿山井下作业应知应会/吕淑然, 苑占永编著. —北京:
化学工业出版社, 2008. 10
ISBN 978-7-122-03687-2

I. 矿… II. ①吕…②苑… III. 矿山开采-基本知识
IV. TD8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 135543 号

责任编辑: 王晓云
责任校对: 顾淑云

装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京市振南印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 20 千字 2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着近年来矿业的持续快速发展，矿山从业人员也具有了相当规模，有越来越多的人员加入到采矿生产队伍中来。在现代化采掘生产中，一线工人、管理人员的文化素质、技术素质将直接关系到采矿生产效率的高低、矿山安全事故的多少、矿山设备运转的好坏。要提高采矿从业人员的技术素质，需要两个方面的条件：一是系统学习和有计划的技术培训提高；二是有合适的系统性、普及性的教材和读物。

矿业属于高危险行业，它的生产对象是地质体——矿床，在开采生产过程中所遇到的大量地质现象如断层、地下水、地压等并不能全部被掌握；在采矿生产中使用的主要生产手段是爆破，同时所使用的机电设备多、大且复杂；此外在采矿生产中还有大量不可预知、不可控制的不利因素，这些因素的综合作用往往会导致安全事故的发生。采矿生产过程和生产系统比较复杂，所遇到的问题多种多样，对于地下矿山来说其难度和危险性就更为突出。基于此，我们编写了本书，意在提供一本系统、通俗的地下矿井采矿技术与安全知识为一体的科技读物。本书不仅简要地介绍了采矿技术知识，还就采矿

生产中经常发生的安全事故，结合《金属非金属矿山安全规程》对地下采矿生产的关键环节做了系统介绍，在内容上力求体现知识性、全面性和实用性。

本书读者对象为矿山工程技术人员与安全生产管理人员，同时也可作为矿山企业工人培训的参考教材。

由于笔者专业水平和掌握资料有限，书中不妥之处在所难免，敬请专家学者及广大读者批评指正。

编著者

2009年1月于北京

采矿概论

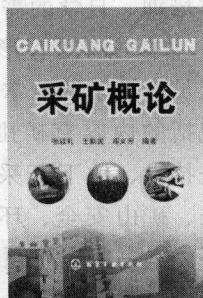
张钦礼 王新民 邓义芳 编著

书号: 01497, 大 32 开, 平装, 25 元

本书以简明的语言, 全面地介绍了采矿的基本知识、基本技能、安全保护及法规等, 内容涉及采矿的方方面面, 叙述深入浅出, 易学易懂。

本书既可用于高校地矿专业的教材, 也可用于矿山企业新职工的培训, 同时, 也非常适合从事矿山企业的管理人员学习。

张钦礼教授在中南大学多年从事教学与培训工作, 先后承担多项国家“九·五”及“十一·五”攻关项目、省部级重大科技项目和横向课题, 获得省部级科学技术进步奖 6 项, 在采矿方面具有丰富的理论知识与实践经验。



矿山爆破与安全知识问答

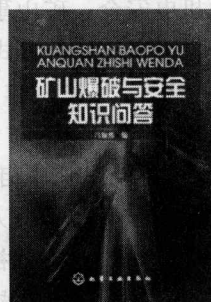
吕淑然 编

书号: 02075-8, 平装, 大 32 开, 18 元

本书紧密结合我国金属非金属矿山安全生产快速发展的实际需要, 以及矿山爆破技术标准 and 安全生产法律、法规的最新内容, 以问答的形式, 从爆破安全管理知识、爆破器材安全及起爆方法、爆破技术基础知识、爆破安全防护四个方面对矿山爆破技术与安全知识作了详细介绍。

本书内容丰富, 简明实用, 通俗易懂, 充分满足矿山爆破技术、生产管理人员以及安全监管人员的需要, 具有普及性和可读性。

本书作者具有多年的矿山实际工作经验, 擅长把技术与法规相结合。



采矿知识问答

张钦礼 王新发 潘常甲 陈秀厅 编著

书号 02464-0, 大 32 开, 平装, 22 元

本书主要满足矿山在职业人员采矿技术培
训、自学的需要。

本书以问答形式, 收集了采矿企业工作
人员应该了解与掌握的基本知识和基本技能,
包括的内容有矿山地质、凿岩爆破、井巷掘
进技术、地下开采、露天开采、特殊采矿方
法、矿山安全、环境保护及有关的法律法规
等。本书所提问题针对性强, 回答简明易懂。

采矿知识问答
CAIKUANG ZHISHI WENDA



矿山安全知识问答

武佑伦 胡建华 编著

书号: 02422-0, 大 32 开, 平装, 25 元

本书从矿山地质安全、露天开采安全、地
下开采安全、矿井通风与防尘、矿山爆破安全、
矿山地压安全、矿山火灾与水灾防治技术、矿
山机电安全、矿山事故应急预案与矿山救护九
个方面以问答的方式进行了深入介绍。

全书力求内容丰富, 深入浅出、简明实
用。可供冶金、矿山行业的工程技术人员、
工人以及采矿等相关专业的学生阅读使用,
也为矿山生产管理人员提供了有益借鉴。

矿山安全知识问答
KUANGSHAN ANQUAN ZHISHI WENDA



化学工业出版社 网上书店: www.cip.com.cn

地址: 北京市东城区青年湖南街 13 号 (100011)

购书咨询: 010-64518888, 64518800

如要出版新著, 请与编辑 (王晓云) 联系。

电话: 010-64519285 E-mail: renee_wxyer@sina.com

目 录

第一章 凿岩爆破	1
第一节 凿岩	1
一、凿岩法	1
二、凿岩机	2
三、凿岩钻具	4
第二节 爆破	6
一、工业炸药	6
二、起爆器材	10
三、井下爆破	16
第二章 井巷掘进	26
第一节 井巷的分类	26
第二节 水平巷道掘进	28
一、普通凿岩爆破法掘进	28
二、岩巷掘进机掘进	32
第三节 竖井掘进	33
第四节 斜井掘进	37
第五节 天井掘进	38
第三章 矿床开拓	42
第一节 概述	42
一、矿床开拓的基本概念	42
二、矿床开拓的基本要求	43
第二节 开拓方法	43
一、矿床开拓巷道	44

二、矿床开拓方法	45
三、单一开拓方法	46
四、联合开拓方法	49
五、开拓系统	50
六、阶段运输巷	51
七、溜井	54
第三节 矿床开采步骤与三级矿量	57
一、矿床开采的步骤	57
二、三级储量	58
三、矿床开采步骤之间的关系	58
四、主要开拓巷道位置的确定	60
第四节 井底车场	62
一、竖井井底车场	63
二、斜井井底车场	65
第四章 矿山主要生产系统	69
第一节 提升与运输	69
一、矿山运输	69
二、矿井提升	73
第二节 矿井通风	80
一、矿井通风的目的和任务	81
二、矿井通风系统	81
三、矿井通风方法	86
四、矿井通风要素	92
五、矿井降温与防冻	93
六、矿井通风安全检测仪表	98
第三节 排水与排泥	100
一、矿井防水	101
二、矿井排水	101
三、矿井清仓、排泥	106

第四节 压气供应	111
第五章 采矿方法	113
第一节 采矿方法概述	113
一、采矿方法分类及其特征	113
二、影响采矿方法选择的主要因素	113
三、开采单元划分	117
四、开采顺序	119
第二节 空场采矿法	122
一、留矿采矿法	122
二、房柱采矿法	127
三、分段凿岩阶段矿房法	129
四、阶段矿房采矿法	129
五、采空区处理	135
第三节 充填采矿法	138
一、概述	138
二、充填采矿法分类	139
三、干式充填采矿法	140
四、水砂充填采矿法	142
五、胶结充填采矿法	146
第四节 崩落采矿法	148
一、壁式崩落采矿法	148
二、无底柱分段崩落采矿法	151
三、有底柱分段崩落采矿法	159
第六章 井下采矿安全技术	166
第一节 井下提升、运输安全	166
一、竖井提升安全	166
二、斜井提升安全	175
三、溜井防坠	178
四、运输安全	179

第二节 矿山机械、电气安全	182
一、机械伤害事故的主要原因	182
二、机械伤害事故的预防措施	183
三、电气事故发生的原因	184
四、电气设备的检查和维修	186
第三节 矿井通风安全	187
第四节 矿山地压管理	191
第五节 矿山防、排水安全	196
一、矿山防水	196
二、矿山排水	201
第六节 爆破作业安全	202
一、爆破事故与预防	202
二、爆破作业的组织与管理	204
三、盲炮处理	205
第七节 冒顶片帮	206
一、生产组织管理方面	206
二、技术方面	208
三、冒顶事故的预防措施	208
四、冒顶发生后的处理措施	211
第八节 井下防火、灭火	212
一、外因火灾的预防	214
二、内因火灾发火前的征兆	217
三、矿井灭火	219
四、保护井下人员安全措施	220
五、控制风流的措施	223
第九节 井巷掘进常见事故及预防	224
一、井巷掘进常见事故	224
二、凿岩事故及预防措施	225
三、冒顶片帮事故及预防措施	226

四、中毒窒息	228
五、提升、运输、装岩事故及预防措施	231
六、高处坠落事故及预防措施	232
七、物体打击事故及预防措施	232
参考文献	234

第一章 凿岩爆破

第一节 凿岩

凿岩是用凿岩机具在矿岩中钻凿炮眼或炮孔的工序，是井巷掘进和采区回采的主要作业之一，一般工作量较大、花费时间较多，对掘进和采矿效率影响很大。目前广泛使用的是浅眼冲击式凿岩和潜孔式深孔凿岩。

一、凿岩法

矿山主要采用机械凿岩法，根据钻具动作方式分冲击式、旋转式和旋转冲击式。

(1) 冲击式凿岩 冲击式凿岩法的特点是钻具以冲凿方式破岩，包括冲凿、回转和清渣三个主要过程。用冲击式凿岩机钻可钻凿浅炮孔和小直径较深的炮孔，用潜孔钻机和钢绳冲击钻机可钻凿大直径深炮孔。

冲击式凿岩方法就是利用钎子的冲击作用，将岩石凿碎。如图 1-1 所示，当钎头在冲击力作用下凿到岩石上时，钎刃便切入其中。此时，钎刃下方和旁的岩石被破坏，形成一条凿沟 3-3，随后将钎头转动一个角度，再进行下一次冲击，形成凿沟 4-4。如果钎头的冲击力足够大，在凿 3-4 凿沟的同时，凿沟之间的扇形岩体就会被剪切或震碎。当上述过程不断被重复，钎头便不断凿碎岩石，破碎后的岩粉不断被压气或压力水排出孔外，即可形成圆形炮孔。



图 1-1 冲击式凿岩原理

凿岩过程中产生的岩粉通过从钎杆中心孔射出的

压力水自眼底不断排出眼外，及时清除岩粉，可提高凿岩速度，减少粉尘量，改善环境卫生。

(2) 旋转式凿岩法 旋转式凿岩法是钻头在推压和旋转作用下压入，并连续切削岩石，适用于煤层、黏土、软和中硬以下的岩石。旋转凿岩的钻具包括钻头、钻杆和钻尾三部分。钻头切削矿岩，螺旋形钻杆传递转矩和排出岩粉。

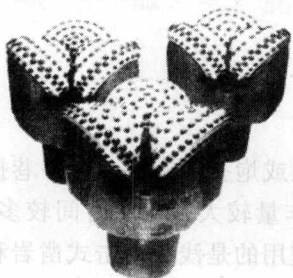


图 1-2 三牙轮钻头图

(3) 旋转冲击式凿岩 旋转冲击式凿岩适用于露天矿山的凿岩。露天矿使用的牙轮钻机就是利用牙轮钻头的旋转冲击对岩石产生碾压、冲凿和切削作用来破碎岩石，并用压气排出岩粉。牙轮钻机的钻具包括钻头和钻杆。三牙轮钻头应用最广，结构如图 1-2 所示。

此外还有火力凿岩法，利用火焰喷射器在矿岩中钻凿炮孔，仅适于在含石英高的特硬岩石凿岩。

二、凿岩机

现代凿岩机种类繁多，按动力分气动、液压、电动和内燃四种；按重量不同有轻型、中型和重型之分；按工作方式不同则可分为手持式、气腿式、伸缩式和柱架式等。目前，以气动凿岩机应用最广，而液压、电动凿岩机应用较少。液压凿岩机钻速快、动力消耗少、噪声低，正在推广应用。

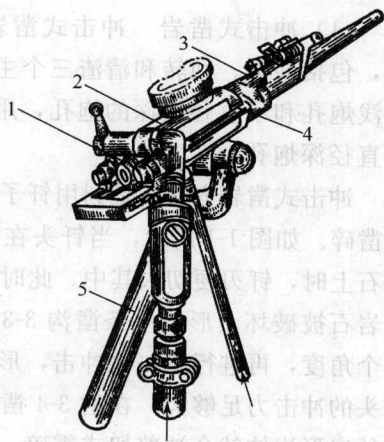


图 1-3 气腿式风动凿岩机外貌

1—柄体；2—缸体；3—机头；

4—螺栓；5—气腿

(1) 风动凿岩机 图 1-3

为目前地下金属非金属矿山常用的气腿式风动凿岩机外貌,由凿岩机和气腿等主要部件组成。凿岩机主要由柄体、缸体和机头三部分组成,用螺栓连成一个整体。柄体上装有制动手把、风管和水管入口;机头装有钎卡,凿岩时钎子插入机头的钎套中,并用钎卡卡紧,使它在工作时不致滑脱;缸体内的机构比较复杂,包括配气和活塞往复机构、转钎机构和排粉机构等。

凿岩机凿岩时要产生岩粉,影响工人健康。用水浸湿并冲洗岩尘,是目前普遍采用的除尘方法。实践证明,采用风水联动机构排尘,能获得较好的效果,即在机器开动时,压气启开注水阀,使压力水进入水针、通过钎杆中心孔注入眼底,将岩粉冲洗出孔,当关闭凿岩机时,注水阀的压气被放出,注水阀在弹簧的作用下关闭水路,停止注水,形成风水联动,供风则供水,停风则停水。

气腿的作用是支撑凿岩机并为凿岩机提供推进力。其工作原理是在外管内装有带胶碗的伸缩管,将外管分成上腔和下腔,胶碗以上为上腔,胶碗以下为下腔,各自有独立的气路,根据操作需要,分别向上、下腔供气或放气,当压气进入上腔时,推动胶碗使伸缩管伸长,推动凿岩机前进;当压气进入下腔时,推动胶碗使伸缩管快速收缩。

气腿式风动凿岩机型号很多,如 YT-25、7655 等,是金属非金属地下矿山广泛使用的凿岩设备,适用于平巷掘进及采场水平浅眼落矿等。

(2) 液压凿岩机 液压凿岩机是近 20 年来问世的新型凿岩机。它采用循环高压油,代替压缩空气作动力,因此效率高、能耗小、劳动条件好,但设备较笨重、动力要紧靠工作面,给应用带来不便。目前我国已有生产,但尚未广泛使用。

(3) 凿岩台车 凿岩台车是一种提高凿岩效率、减轻工人劳动强度、实现凿岩机械化的专用设备。在台车上一般都安装有两台或两台以上的凿岩机,分别叫双机、三机或多机台车。图 1-4 为 CGJ-2 型凿岩台车结构示意图。

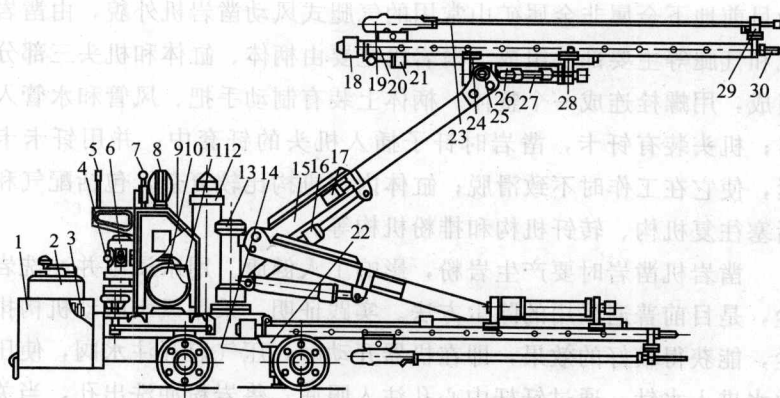


图 1-4 CGJ-2 型凿岩台车结构示意图

- 1—挂斗；2—控制器；3—电阻器；4—风电动机；5—液压操纵手柄；6—制动器；
 7—气动操纵手柄；8—照明灯；9—操纵台；10—电动机；11—减速箱；
 12—顶向气缸；13—转柱；14—支撑气缸；15—大臂；16—大臂起落液缸；17—推进器俯仰液缸；18—推进风电动机；19—凿岩机；
 20—导轨架；21—补偿液缸；22—底盘；23—钎杆；24—转动卡座；
 25—T 字轴；26—推进器回转液缸；27—推进器摆动液缸；
 28—支承卡座；29—夹钎器；30—顶尖

三、凿岩钻具

凿岩机的钻具由钎头、钎杆和钎尾组成。钻凿浅眼时通常钎尾与钎杆为一整体，钎杆上安活动钎头。钻深孔时，钎尾、钎杆、钎头分开制做，随炮孔加深将钎杆逐根接长。

(1) 钎头 钎头的作用是直接破碎岩石，与钎杆可用锥形或螺纹连结，它是耗损最大的部分。为便于制作、修磨和更换，常把钎头做成能够拆卸的钎头，这类钎子称为活头钎子。金属非金属矿山广泛使用活头钎子，整体钎子使用甚少。

“活钎头”的钎刃部位一般都镶焊耐磨、抗热、硬度大的硬质合金片。按钎刃的排列方式不同，可分为一字形、十字形、丁字形等，钎头也就根据钎刃的排列方式来命名。由于一字形钎头制作简

单、修磨方便，故在金属矿山非金属矿山获得广泛的使用。多刃形钎头（如十字形、丁字形等）凿出的炮眼底较平、孔形较圆，不易夹钎，而且钎头的耐磨性较好。因此，在裂隙多的岩石中凿岩为了避免夹钎，或在坚硬岩石中凿岩为了减少钎头的磨损，多采用多刃形钎头。

(2) 钎杆 钎杆的作用是传递冲击功和扭矩，需要有足够的强度和抗腐蚀能力。冲击式浅眼凿岩用的钎杆，大多是中空六角钢，内接圆直径为 25.4mm 和 22.2mm 两种，深孔凿岩则多用圆形中空钎子钢。

(3) 钎尾 钎尾的作用是直接承受冲击功和扭矩。钎尾的规格及特性应与所用的凿岩机的要求相符，与其所匹配的凿岩机的类型不同而有不同的形式。例如使用气腿式凿岩机，为了保持钎尾在凿岩机中的相对位置，在钎子上带有钎肩；而上向式凿岩机因有垫锤，故无钎肩。钎尾要做到长短适合，端面平整、光洁、并与钎子中心孔垂直，端面硬度适中。

(4) 钎肩 钎杆与钎尾之间有一个钎肩，钎肩的作用是保持钎尾在凿岩机中的相对位置，有的凿岩机因有垫锤（如 YS-45 型）故钎子可无钎肩。

从钎头到钎肩为钎杆的长度。在井巷掘进中一般均是一根钎子打到底，因此钎杆长度应比炮眼深度大 10~20cm 左右。有时由于钎头的磨损和工作空间的限制，随着炮眼的加深，需几根钎头直径基本相同，而钎子长度不同的钎子完成同一个炮眼的钻凿工作，这几根长度不同的钎子，就叫钎子组。钎子组中相邻钎子长度差为 400~600mm，钎头直径差为 1~2mm，钎子长度递增时，相应的钎头直径则递减。

目前，广泛应用银片状或柱状硬质合金的钎头，钎头形状如图 1-5 所

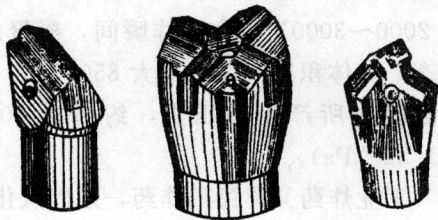


图 1-5 钎头形状