

YUJIN KUANGSHAN GONGREN JISHU YUWE

露天矿爆破工



354.2

山工人技术读物

冶金工业出版社

内 容 提 要

《露天矿爆破工》一书为露天矿爆破工人读物。内容包括：冶金露天矿山概述、露天矿山常用炸药、起爆材料、爆破工作及爆破工作中的安全问题等五章。

本书亦可供从事露天爆破工作的干部和技术人员参考。

冶 金 矿 山 工 人 技 术 读 物 露 天 矿 爆 破 工 周 学 联 编

冶 金 工 业 出 版 社 出 版
新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行
冶 金 工 业 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

787×1092 1/32 印张 4 1/4 字数 91 千字

1977年7月第一版 1977年7月第一次印刷

印数 00,001~5,200 册

统一书号：15062·3284 定价（科二）0.32 元

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

开发矿业

要认真总结经验。

世上无难事，只要肯登攀。

前 言

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国冶金矿山战线的广大工人、干部和技术人员，遵照伟大领袖毛主席关于“开发矿业”的教导，坚持以阶级斗争为纲，认真贯彻党的基本路线，高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，抓革命，促生产，不断夺取革命和生产的新胜利。

爆破工作是矿山生产中一道重要的工序。爆破质量的好坏直接影响到采装设备的效率和矿石的成本，同时对矿山的整个生产工艺流程也有较大影响。因此，掌握这一工作的客观规律是露天冶金矿山的爆破工作者一项十分重要的任务。

本书主要是以冶金露天矿山的深孔爆破为主，并重点地介绍了几种矿山常用的炸药技术性能。为了便于理解，我们尽量采用图文并重的方法，并以爆破工作中的实际资料为例，力求通俗、易懂、易于掌握和运用。

本书在编写过程中，得到了白云鄂博铁矿爆破工人师傅们的大力支持与帮助并给予审查，在此致以谢意。

由于编者路线觉悟不高，书中不足和谬误之处，恳切希望广大读者给予批评指正。

编 者

1976年8月

目 录

前言

第一章 冶金露天矿山概述	1
第一节 露天开采	1
第二节 矿（岩）石的性质	4
第二章 露天矿山常用炸药	7
第一节 炸药及其主要性能	7
第二节 露天矿山常用的炸药	11
第三章 起爆材料	42
第一节 起爆材料在爆破工作中的应用	42
第二节 几种主要起爆材料的构造和使用	42
第四章 爆破工作	57
第一节 爆破工作在露天矿山的重要意义	57
第二节 炸药炸碎岩石的基本原理	57
第三节 浅孔爆破	64
第四节 深孔爆破	70
第五节 微差爆破	98
第六节 硐室爆破	115
第七节 拒爆事故的预防和处理	120
第五章 爆破工作中的安全问题	125
第一节 炸药、雷管等的领取和运输	125
第二节 爆破工作中可能发生的 爆破事故及预防	126

第一章 冶金露天矿山概述

第一节 露天开采

根据矿床埋藏条件的不同，所选用的开采方法可分为露天开采、地下开采以及露天和地下联合开采三种。

近年来，随着大型露天采掘设备的迅速发展，采用露天开采方法的矿山显著地在增加。在我国铁矿床的开采中，露天开采所占的比重也在逐年增加。

露天矿生产是由剥岩、采矿和掘沟三个环节组成。其一般工艺程序是：穿孔、爆破、矿石（岩石）的铲装、矿石的运输及废石的堆弃。

关于露天开采的大致情况，见图 1。

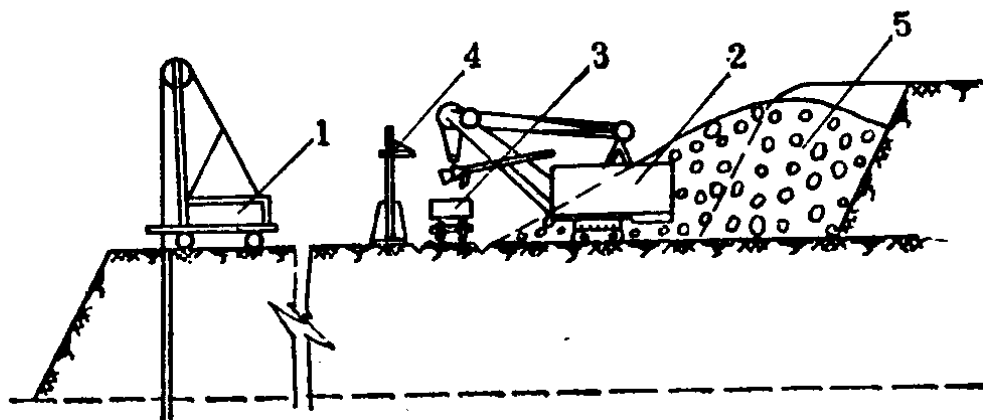


图 1 露天开采示意图

1—穿孔机；2—电铲；3—矿车；4—电机车架线；5—爆堆

1. 穿孔

穿孔作业是露天矿山生产工艺流程的第一道工序。近几年来，我国冶金露天矿山在穿孔工作方面取得了迅速的发

展。目前国内大型露天矿山的穿孔设备主要是：牙轮钻机、潜孔钻机及冲击式穿孔机（俗称“磕头钻”，现在处于被淘汰的阶段）。其所穿凿的孔径一般为200~250毫米。在小型

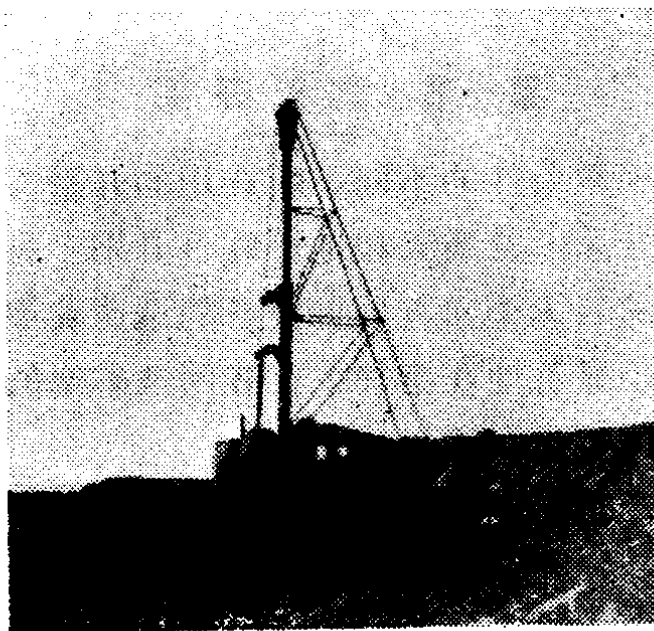


图 2 BC-1型冲击式穿孔机

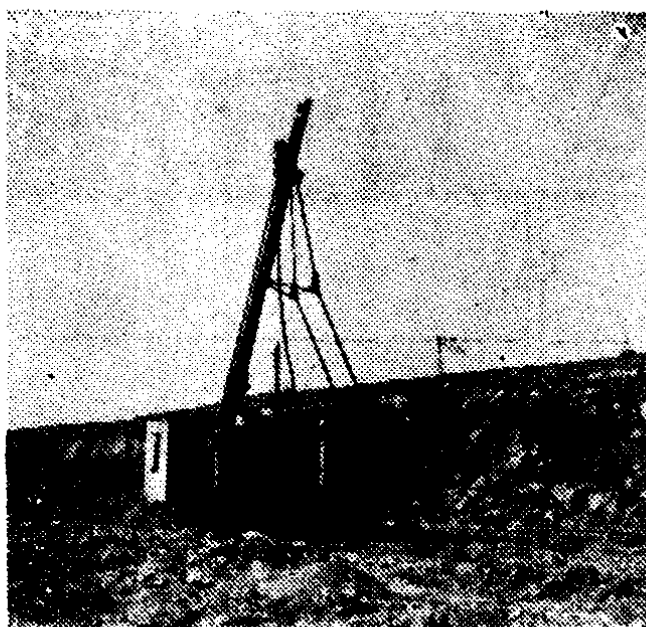


图 3 YQ-150型潜孔钻机

露天矿山由于受生产条件和其它因素的限制，多采用凿岩机和凿岩台车穿孔，其孔径一般为32~50毫米。图2是我国露天矿山使用的BC-1型冲击式穿孔机。图3是YQ-150型潜孔钻机。图4是HYZ-250A型牙轮钻机。

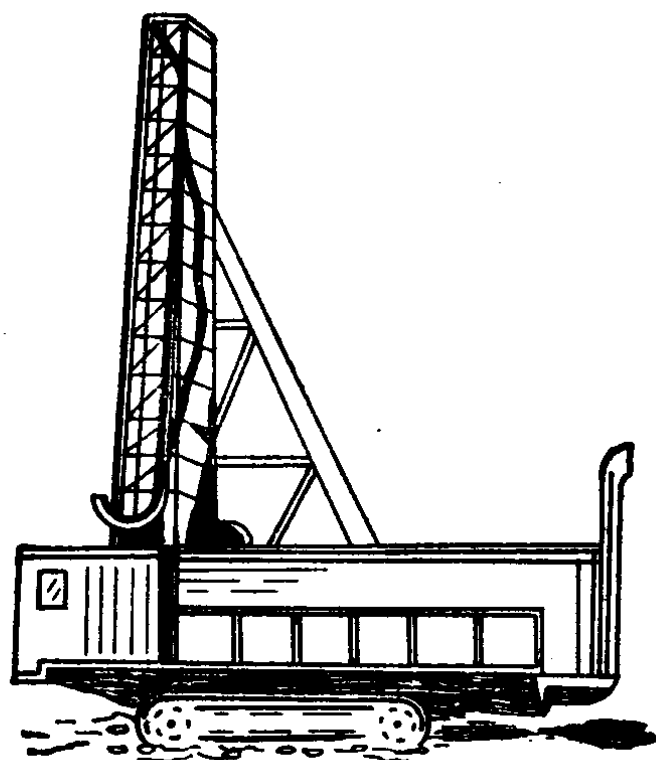


图 4 HYZ-250A型牙轮钻机

2. 爆破

爆破作业的具体情况，将在书中专门叙述。

3. 铲装

目前，我国冶金露天矿山的铲装作业中，电铲是目前主要的铲装设备。铲斗容积在1~8米³范围内。我国的几个大型冶金露天矿山多数采用3~8米³的电铲装车。

4. 运输

冶金露天矿山的运输形式较多，采用电气铁路运输的矿山，一般用80~150吨电机车和60吨的翻斗车。

近年来由于我国汽车制造工业的迅速发展，所以采用汽车运输的矿山在逐年增加。尤其在新建的矿山中汽车运输所占的比例更大。汽车运输具有基建工期短、投产快、工作灵活等优点，为了提高运输效率，减少基建工程量，有的矿山还采用了铁路和汽车联合运输的方式，也取得了较好的技术经济效果。

第二节 矿（岩）石的性质

由于矿（岩）石的矿物成分、成因以及生成后所经受的地质作用不同，因此矿（岩）石的组织、构造及物理力学性质是多种多样的。而不同的矿（岩）石在穿孔爆破时抵抗破碎的性能也不同。人们从生产实践中得出一个普遍性的规律：矿（岩）石在凿岩、爆破及其它破碎过程中表现出一致的坚固性，即难以穿凿的一般也难以爆破。但是，由于矿岩种类繁多，每一种矿（岩）石又有它的特殊性质。有的矿（岩）石难以穿凿，但可能由于其韧性比较小或节理发达而易于爆破，有的矿（岩）石虽然穿凿较容易，但由于其韧性较大，爆破性却极坏，很容易产生大块和根底，甚至同一种矿（岩）石由于受多方面因素的影响，其抵抗破碎的性能也有所差异。

为了能够正确合理地选择凿岩爆破方法，从而提高穿孔效率及爆破质量，必须充分了解和掌握矿（岩）石的各种性质。在生产实践中，人们根据矿（岩）石在穿凿和爆破中所表现出的抵抗破碎的性质不同将其划分成若干等级。岩石的分级方法很多，目前在采矿工程中常用的方法，见表1。

岩石分级表

表 1

等 级	坚固程度	岩 石 名 称	容 重 (公斤/ 米 ³)	极限抗压强度 (公斤/厘米 ²)	岩石硬 度系数 (f)
I	非常坚硬	最坚实，致密的石英岩及玄武岩，非常坚硬的其它岩石	2800~3000	2000	20
II	很坚硬	很坚硬的花岗岩、石英斑岩、硅质页岩，很坚实的花岗岩、石英岩，最坚实的砂岩如石灰岩	2600~2700	1500	15
III	坚 实	致密的花岗岩和花岗岩类，很坚实的砂岩和石灰岩，石英质的矿脉，坚实的砾岩，很坚实的铁矿	2500~2600	1000	10
III— a	坚 实	坚实的石灰岩，不坚实的花岗岩，坚实的砂岩，坚实的大理石，白云石，黄铁矿	2500	800	8
IV	尚坚实	普通砂岩，铁矿	2400	600	6
IV— a	尚坚实	砂质页岩，页状砂岩	2300	500	5
V	中 等	坚实的砂质页岩，不坚实砂岩、石灰岩、软砾岩	2400~2800	400	4
V— a	中 等	不坚实的各种页岩，致密的泥灰岩	2400~2600	300	3
VI	尚 软	软质页岩，极软石灰岩，白垩、岩盐、石膏、冻土、破碎砂岩，胶结的卵石与砾石、石质土壤	2200~2600	200~150	2
VI— a	尚 软	碎石土壤、破碎页岩、卵石与碎石的交互层、硬化粘土	2200~2400	—	1.5
VII	软	致密的粘土，粘土类土壤	2000~2200	—	1.0
VII— a	软	轻型砂质粘土，黄土，砾石	1800~2000	—	0.8

续表 1

等级	坚固强度	岩 石 名 称	容 重 (公斤/ 米³)	极限抗压强度 (公斤/厘米²)	岩石硬 度系数 (<i>f</i>)
Ⅶ	土 质	种植土, 泥炭, 软砂粘 土, 湿砂	1600~1800	—	0.6
Ⅷ	松 散	砂, 砂堆, 小砾石, 填 筑土, 挖出的煤	1400~1600	—	0.5
X	游 动	游动土, 沼泽土, 稀薄 的黄土及其他稀薄土壤	—	—	0.3

第二章 露天矿山常用炸药

第一节 炸药及其主要性能

炸药是爆破作业中一种主要的和必不可少的材料。它通常是由几种物质化合及混合而成的。当其受到外界（热、冲击、摩擦）影响后即刻分解，产生大量的高压气体并释放出大量的热能，使高压气体迅速膨胀，产生极大的压力，作用在周围的介质上，使之发生破坏。炸药种类很多，但能用来作工业炸药的还必须具有威力大、不太敏感、使用安全、原料来源广泛而且成本低廉、制造方便，易于贮存和运输等特点。

炸药的爆炸反应以极快的速度自行传播。其传播速度约在2500~6000米/秒之间。

由于各种工业炸药的组分不同，因此其性能质量以及使用范围等也各不相同。这就要求每个露天矿山根据本矿的矿（岩）石性质（硬度、节理、裂隙、含水性等）及气候（温度、湿度等）条件及对爆破质量的要求选择炸药。炸药质量的好坏直接影响爆破的效果。有的矿山由于条件的限制对炸药提出了特殊的要求。比如：在有水的炮孔中进行爆破，要求炸药具有良好的抗水性能；在冬季气温较低的地区，要求炸药具有抗冻性能。这些特殊的要求，在露天矿的爆破作业中都应该给予足够的重视。

目前，我国露天矿山（特别是大型露天矿）大部分是自己研制炸药。这些炸药一般都具有各自的特点，在大打矿山

之仗中均发挥了重要作用。由于这些炸药是根据各矿的特点和要求研制的，因此它们的化学组分、爆破性能也各不相同。为了使爆破作业能顺利进行，必须了解所使用炸药的爆炸性能。

炸药的爆炸性能主要有：

1. 爆速

爆速是指炸药在爆炸时所产生的冲击波的传播速度。一般矿用工业炸药的爆速在2500~6000米/秒之间，测定爆速较常用的方法是导爆线法，也有用其他仪器的。

几种矿用工业炸药的爆速见表 2。

矿用工业炸药爆速		表 2
炸 药 名 称	爆 速 (米/秒)	
2*岩石炸药	3500~4000	
2*防结块炸药①	4000~4200	
普通铵油炸药	2500~3500	
梯恩梯	6500	
硝化甘油	7450	
黑索金	8000~8500	

① 系白云鄂博铁矿试验情况。

2. 猛度

猛度是指炸药在爆炸时，击碎临接介质的能力，也就是炸药的猛烈程度。炸药的猛度越大，对邻接介质的破坏越大。它主要取决于炸药的爆速以及爆炸后生成热量的多少，是衡量炸药对介质局部破坏能力的一个标准。测定猛度一般用铅柱压缩法。被试铅柱在炸药爆炸后被压缩得越低，表明炸药的猛度越大。对铵油炸药进行猛度测定时，由于这种炸药爆炸时要求有较好的约束条件，因此需将其放入内径为

40毫米的无缝钢管中。

几种矿用工业炸药的猛度列于表 3。

矿用工业炸药的猛度 表 3

炸 药 名 称	猛 度（毫米）	备 注
2*岩石炸药	12	无缝钢管约束 同 上
2*防结块炸药①	13~15	
普通铵油炸药	12~14	
梯恩梯	12.5	
硝化甘油	22.5~23.5	
黑索金	25	

① 系白云鄂博铁矿试验情况。

3. 爆力

炸药在介质中实际作功的能力称为爆力。炸药的爆力越大,则破坏力越强,破坏范围愈大。它主要取决于炸药爆炸时所生成气体的体积及温度,在一定程度上也与爆速有关。测定爆力常用的方法是爆破漏斗法或铅铸扩孔法。爆破漏斗法是以炸药爆炸后所形成的爆破漏斗容积的大小来衡量炸药的爆力。铅铸扩孔法是用炸药爆炸后铅铸孔所增大的体积来衡量,一般来说,爆炸后容积越大的爆力越大。

几种矿用工业炸药爆力值（铅铸扩孔法）列于表 4。

矿用工业炸药爆力 表 4

炸 药 名 称	爆力（厘米 ³ ）	备 注
2*岩石炸药	320	白云鄂博铁矿试验情况
2*防结块炸药	380	
梯恩梯	285	
硝化甘油	600	
黑索金	600	

4. 起爆能与敏感度

敏感度是表示炸药稳定性的一个标准，是指炸药在外界能源作用下，发生爆炸反应的难易程度。炸药的敏感度与起爆能成反比。炸药所需要的起爆能愈小、则这种炸药愈敏感。因此，一般常用极限起爆药量来衡量炸药的敏感度。对不同的敏感度采用不同的方法测定。如对炸药的摩擦感度、冲击感度、热感度等，就不能用起爆药量多少的方法来测定。工业炸药的敏感度不宜过高，否则使用时不安全。但对某些敏感度过低的炸药以至于普通的起爆方法都不能起爆的炸药则须采取敏化措施。例如提高抗水浆状炸药敏感度，多采用梯恩梯炸药及敏化气泡等作为敏化剂。为安全起见，露天矿常用的工业炸药一般都是属于钝感炸药。如铵油炸药，防结块炸药及浆状炸药等。

几种常用炸药的极限起爆药量列于表 5。

矿用工业炸药起爆药量 表 5

炸 药 名 称	极 限 起 爆 药 量 (克)	
	雷 汞	叠 氮 铅
梯恩梯	0.36	0.09
硝铵炸药	0.3~0.6	—
苦味酸	0.3	0.025
硝化甘油	0.25	—
特屈儿	0.29	0.025

5. 爆热

爆热是指炸药在爆炸时所释放出来的热量。爆热的高低直接影响到炸药的其他性能，如猛度，爆速，殉爆等。一般说炸药的爆力越大它的爆热值也就应该愈高。爆热的单位是千卡/公斤。

6. 殉爆

一个药包爆炸后，引起离它一定距离的另一个药包爆炸的现象叫殉爆。能够产生殉爆的最大距离叫殉爆距离。矿用工业炸药的殉爆距离多在6~8厘米。

7. 密度

炸药密度是指炸药单位体积的重量（克）。其单位是克/厘米³。

炸药密度可分为实际密度、堆积密度和装药密度三种。

炸药密度在爆破作业中有着重要的实际意义。对于采用小孔径（150毫米以下）爆破的露天矿山这一点更应给予充分的重视。这是因为当炸药的密度较小时在相同孔径的炮孔中与高密度炸药相比每米炮孔的装药量（称延米装药量）明显的下降，增长了药柱高度，使每个炮孔的装药量下降，在爆破作业中为解决这个问题往往采用增加孔网密度的方法，于是增加了穿孔工作量，否则可能因为炸药密度较小，孔网密度也较小（各项参数大）将会造成所计算的炸药量无法全部装入炮孔。密度较高的炸药将有可能减小孔网密度，增加延米装药量和减少穿孔工作量。因此炸药的密度除直接影响爆破质量外还影响到穿孔作业的工作量，但炸药密度也不能无限地任意增高。过高的炸药密度也将引起相反的效果，因此合理的炸药密度在研制矿用炸药时也应给予足够的重视。

炸药的技术性能，还有爆温、爆压及临界直径等，在此不做专门介绍。

第二节 露天矿山常用的炸药

目前，露天矿山所使用的炸药主要是硝酸铵类炸药，属于这一类型的炸药很多。硝酸铵炸药主要是以硝酸铵为氧化剂加

入适量敏化剂，可燃剂和防水剂组成（也有的不加）。

这类炸药在我国的使用有较长的历史。我国冶金矿山广大工人在 硝铵类炸药的生产、使用过程中积累了丰富的经验，特别是无产阶级文化大革命以来，在毛主席无产阶级革命路线的指引下，在硝铵类炸药新品种的研制工作中取得了很大成绩。研制成功了许多新的硝铵炸药品种。根据现有资料这里仅介绍使用较普遍、技术性能较好的几种炸药。

1. 铵油炸药

铵油炸药是以硝酸铵为氧化剂，以柴油为可燃剂与木粉混合而成的低威钝感炸药。

目前各露天矿所使用的铵油炸药多为自行研制的。

配制铵油炸药用到的硝酸铵，主要是采用粉状和颗粒状的两种。在南方由于雨量较多空气潮湿，还有采用外观为微黄色细小结晶的防水硝酸铵。

硝酸铵是一种白色的结晶物质。其比重为 1.725克/厘米^3 ，自然堆积密度为 $0.86\sim 0.97\text{克/厘米}^3$ ，热容量为 88.06卡/克分子 ，熔点为 169.6°C 。其吸湿性极强。工业用硝酸铵含水量为 2% ，易溶解于水，硝酸铵吸湿后极易结块，使爆炸性能降低并给配制工作带来困难。应指出，硝酸铵具有爆炸性。在加工、运输、贮存时应予以注意。

根据硝酸铵的粒度不同，将其分为各种类型。粒度的大小直接影响吸湿率，因而影响到铵油炸药的性能。现将各种不同结晶的硝酸铵粒度组成列于表 6 中。

硝酸铵是以空气作为原料，故其来源广泛，且价格低廉，被广泛地应用于露天矿爆破工程中。

柴油是铵油炸药中的燃烧剂。多以轻柴油为主。常用的是 $0^\#$ ， $10^\#$ ， $20^\#$ 等几种。北方矿山在冬季时还常常使用凝固