

采矿实用  
技术丛书

丛书主编 唐敏康



邓 飞 编

# 矿山工程爆破



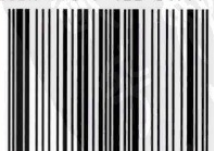
化学工业出版社

# 采矿实用技术丛书



- 矿山地压监测
- 矿山工程爆破
- 井巷工程
- 矿山运输与提升
- 矿床地下开采
- 矿床露天开采
- 矿井通风与防尘
- 矿山安全
- 矿山机电设备使用与维修

ISBN 978-7-122-04777-9



9 787122 047779 >

定价：16.00元



[www.cip.com.cn](http://www.cip.com.cn)

读科技图书 上化工社网

销售分类建议：矿业



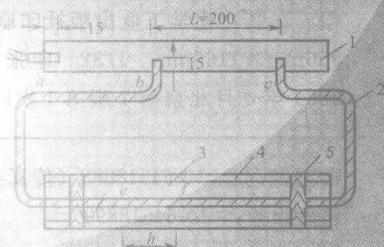
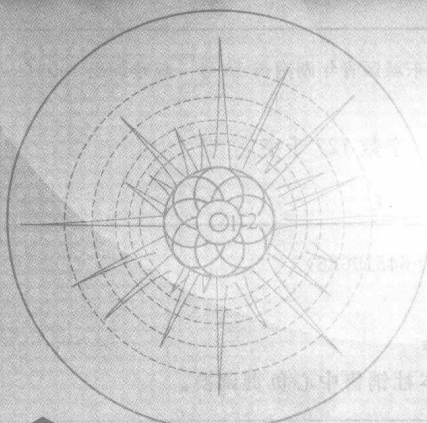
# 采矿实用 技术丛书

丛书主编 唐敏康



邓 飞 编

# 矿山工程爆破



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是《采矿实用技术丛书》之一, 主要内容包括矿山常用爆破器材、起爆方法、各种爆破技术和爆破安全技术, 重点介绍了浅孔爆破、深孔爆破、井巷掘进爆破、矿山控制爆破等爆破技术的设备、工艺参数选择及施工中的注意事项。

本书密切联系我国矿山生产实际、图文并茂、通俗易懂、可操作性强, 可作为矿山技术人员、生产管理人员、矿山爆破工人的参考图书或培训教材, 也可作为高等职业院校采矿专业相关教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

矿山工程爆破/邓飞编. —北京: 化学工业出版社,  
2009.3  
(采矿实用技术丛书)  
ISBN 978-7-122-04777-9

I. 矿… II. 邓… III. 矿山开采-爆破技术  
IV. TD235.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 016973 号

---

责任编辑: 王晓云

文字编辑: 冯国庆

责任校对: 李 林

装帧设计: 张 辉

---

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 装: 化学工业出版社印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 4 $\frac{3}{4}$  字数 127 千字

2009 年 4 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: 16.00 元

版权所有 违者必究

## 前 言

采矿工业是现代工业的基础，是矿业系统中非常重要的一个环节，它为后续选矿、冶炼等工业提供原料。近年来，资源的可持续发展成为国家重点强调的内容，而随着资源的日益枯竭与社会需求的不断扩大，技术手段的合理运用显得尤为重要，行业对技术人员的需求也不断扩大，工人培训日益引起相关企业的重视。

《采矿实用技术丛书》紧跟采矿生产技术进步以及我国矿山生产的实际需求进行编写。丛书从矿山开拓系统入手，结合矿山生产实践中技术含量较高的环节进行编排，包括《矿山地压测试技术》、《矿山工程爆破》、《井巷工程》、《矿山运输与提升》、《矿床地下开采》、《矿床露天开采》、《矿井通风与防尘》、《矿山安全》和《矿山机电设备使用与维修》九个分册。在内容上图文并茂，通俗易懂，强调实用性与可操作性。适合具有中学基础的技术工人以及矿山有关工程技术人员阅读，同时也可作为企业职工培训的教材，以及相关专业学生的参考读物。丛书各分册作者具有多年的教学经验，且多次参与解决矿区实际技术难题，从而使图书的内容更符合技术人员的需求，也为生产管理人员提供了有益的借鉴，以期能够为实现我国矿产资源正规化、合理化、可持续化开发做出应有的贡献。

本书是《采矿实用技术丛书》系列之一，主要内容包括矿山常用爆破器材、起爆方法、各种矿山爆破设计计算原理、施工技术和爆破安全技术。本书主要面向矿山技术人员以及生产管理人员，同时也可作为矿山爆破员的培训教材，或相关职业院校教材。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中难免会有疏漏和不足之处，恳请同行及读者批评指正。

编者

2009年1月

# 目 录

|                   |    |
|-------------------|----|
| 第 1 章 概论          | 1  |
| 1.1 矿山工程爆破的应用     | 1  |
| 1.2 矿山工程爆破的特点     | 2  |
| 1.3 爆破漏斗及药包计算原理   | 3  |
| 1.3.1 药包爆破作用原理    | 3  |
| 1.3.2 装药量的计算方法    | 6  |
| 第 2 章 常用爆破器材      | 8  |
| 2.1 矿用炸药及性能简介     | 8  |
| 2.1.1 炸药的基本性能     | 9  |
| 2.1.2 常用矿用炸药的性能   | 11 |
| 2.2 炸药爆炸性能的现场测定方法 | 19 |
| 2.2.1 爆力          | 19 |
| 2.2.2 猛度          | 20 |
| 2.2.3 爆速          | 21 |
| 2.2.4 爆轰感度        | 22 |
| 2.3 起爆器材          | 23 |
| 2.3.1 电雷管         | 23 |
| 2.3.2 导爆管雷管       | 29 |
| 2.3.3 导爆管         | 31 |
| 2.3.4 导爆索         | 32 |
| 2.4 爆破仪表          | 33 |
| 2.4.1 电爆网路检测用仪表   | 34 |
| 2.4.2 电力起爆器       | 36 |
| 2.4.3 导爆管击发系统     | 38 |
| 第 3 章 起爆方法        | 40 |
| 3.1 电雷管起爆法        | 40 |
| 3.1.1 电爆网路的连接     | 40 |
| 3.1.2 电雷管起爆法评价    | 43 |
| 3.1.3 电雷管起爆法的操作要点 | 44 |
| 3.2 导爆索起爆法        | 45 |

|            |               |           |
|------------|---------------|-----------|
| 3.2.1      | 导爆索的连接方法      | 45        |
| 3.2.2      | 导爆索起爆网路       | 46        |
| 3.2.3      | 导爆索起爆法评价      | 48        |
| 3.3        | 导爆管起爆法        | 48        |
| 3.3.1      | 导爆管起爆网路组成     | 49        |
| 3.3.2      | 导爆管爆破网路的基本形式  | 50        |
| 3.3.3      | 导爆管起爆网路评价     | 51        |
| 3.3.4      | 导爆管爆破网路敷设要点   | 52        |
| <b>第4章</b> | <b>浅孔爆破</b>   | <b>53</b> |
| 4.1        | 浅孔凿岩机具        | 53        |
| 4.2        | 炮孔布置及药量计算     | 53        |
| 4.2.1      | 零星孤石的浅孔爆破     | 54        |
| 4.2.2      | 拉槽形式的浅孔爆破     | 57        |
| 4.2.3      | 浅孔台阶爆破        | 58        |
| 4.2.4      | 井下浅孔落矿爆破      | 60        |
| 4.3        | 施工技术          | 61        |
| 4.3.1      | 钻孔            | 61        |
| 4.3.2      | 装药            | 62        |
| 4.3.3      | 堵塞            | 62        |
| 4.3.4      | 网路连接          | 63        |
| 4.3.5      | 警戒和起爆         | 64        |
| <b>第5章</b> | <b>深孔爆破</b>   | <b>67</b> |
| 5.1        | 深孔穿孔设备        | 67        |
| 5.2        | 深孔爆破参数设计计算    | 71        |
| 5.2.1      | 露天台阶深孔爆破      | 72        |
| 5.2.2      | 扇形深孔爆破        | 76        |
| 5.3        | 施工技术          | 79        |
| 5.3.1      | 布孔操作和孔位选择     | 79        |
| 5.3.2      | 钻孔检查及钻孔排水     | 80        |
| 5.3.3      | 装药和堵塞         | 82        |
| 5.3.4      | 潜孔钻机的使用和操作技术  | 87        |
| <b>第6章</b> | <b>井巷掘进爆破</b> | <b>92</b> |
| 6.1        | 掏槽方式          | 93        |
| 6.1.1      | 斜眼掏槽          | 93        |
| 6.1.2      | 直眼掏槽          | 96        |

|            |                 |            |
|------------|-----------------|------------|
| 6.2        | 爆破参数            | 99         |
| 6.2.1      | 周边眼和辅助眼         | 99         |
| 6.2.2      | 炮眼数量、深度和装药量     | 99         |
| 6.3        | 施工技术            | 102        |
| 6.3.1      | 钻孔作业            | 103        |
| 6.3.2      | 装药堵塞            | 103        |
| 6.3.3      | 起爆              | 104        |
| 6.3.4      | 爆后检查            | 105        |
| <b>第7章</b> | <b>矿山控制爆破</b>   | <b>108</b> |
| 7.1        | 微差爆破            | 108        |
| 7.1.1      | 微差爆破微差时间选择      | 108        |
| 7.1.2      | 微差爆破的起爆网路       | 110        |
| 7.2        | 预裂爆破            | 115        |
| 7.3        | 光面爆破            | 117        |
| 7.4        | 光面和预裂爆破的施工      | 118        |
| 7.4.1      | 钻孔              | 118        |
| 7.4.2      | 装药              | 118        |
| 7.4.3      | 起爆网路            | 120        |
| <b>第8章</b> | <b>爆破安全技术</b>   | <b>121</b> |
| 8.1        | 爆破材料的贮存和保管      | 122        |
| 8.1.1      | 爆破器材库安全允许距离     | 122        |
| 8.1.2      | 爆破器材的贮存、收发与库房管理 | 124        |
| 8.2        | 爆破的有害效应及安全距离确定  | 126        |
| 8.2.1      | 爆破地震            | 126        |
| 8.2.2      | 空气冲击波           | 129        |
| 8.2.3      | 飞石              | 133        |
| 8.2.4      | 爆破噪声            | 136        |
| 8.2.5      | 爆破毒气            | 137        |
| 8.3        | 爆破施工中的安全问题      | 138        |
| 8.3.1      | 早爆              | 139        |
| 8.3.2      | 迟爆              | 141        |
| 8.3.3      | 盲炮              | 141        |
|            | 参考文献            | 145        |

# 第 1 章 概 论

## 1.1 矿山工程爆破的应用

黑火药是我国对人类文明做出重大贡献的四大发明之一，早在公元 803 年的唐代就出现了比较完整的黑火药配方。由于火药能够在瞬时爆发出巨大的能量，所以在军事上、生产上都有重要的使用价值。随着人类文明社会的发展，人们对火药的研究制造和使用一直没有间断过。到 13 世纪末，黑火药已经流传到欧洲，作为军事上和生产上使用的炸药。后来，随着欧洲资产阶级产业革命的兴起，由于化学工业的发展，19 世纪中叶瑞典人诺贝尔先后发明了硝化甘油炸药、雷管和硝化棉炸药，从而使火工器材的品种、安全性和经济指标等方面发展到一个广阔的新领域。另一方面，随着社会生产力的快速发展，人类开始了大规模的改造自然，如铁路的兴建，海运的发展，以及新兴城镇的建设，矿山的开发，公路的兴建等，使土岩工程量激增，因而在机械化程度很低的年代里，爆破施工起了极其重要的作用。20 世纪以来，装药量在几吨至一万多吨的药室爆破，在矿山、铁路、公路建设中得到了广泛的应用。同时，随着大口径钻机和重型运输、装载机械在工程中的使用及深孔爆破施工，对提高露天矿山基建速度、矿山生产能力起了极为重要的作用。

我国工程爆破技术发展与国家经济建设的发展和需要密不可分。建国初期，国家为了恢复经济、发展生产，突出抓了铁路、交通、矿山和水利工程设施的修复与建设工作。爆破技术在成渝铁路施工、大批矿山复产与开工以及治淮工程和荆江分洪水利工程建设中发挥了巨大作用。

在矿山建设和生产中，爆破方法是破碎矿岩的主要手段。我国年产煤量已达 25 亿吨，铁矿石年产量在 8 亿吨以上，石灰石年产量已超 16.5 亿吨。这些矿石量都是以爆破方法而开采的。

在新中国成立以来的三十多年中，矿山企业是国内采用药室大爆破最多的部门之一。例如，在矿山建设方面聘请前苏联专家，于 1956 年在甘肃省白银厂铜矿试验采用大抵抗线集中药包实施万吨级的爆破剥离任务；1971 年，四川攀枝花市朱家包包铁矿露天大爆破是继白银厂大爆破后又一次达到世界水平的万吨级大爆破，总装药量 10162.22t，爆破量 1140 万立方米。药室大爆破在露天矿山的基建剥离中应用较为普遍。

光面爆破技术已在矿山井巷掘进中得到广泛推广和应用，对井巷围岩的保护和降低井巷维护成本中发挥了重要作用；预裂爆破在露天矿山边坡爆破中的应用对边坡的稳定有着重要作用，从而降低了开采成本。深孔微差爆破在露天和地下矿山的应用使矿山生产能力得到极大提高。

总之，矿山工程爆破技术在矿山工程建设和生产中起了很大作用并得到迅速的发展。

## 1.2 矿山工程爆破的特点

矿山工程爆破是利用炸药爆炸产生的巨大能量作为施工手段，为矿山工程服务的一种技术。炸药是易燃易爆物品，在特定的条件下，其性能是稳定的，贮存、运输和使用都是安全的，但如果使用不当或意外爆炸则将会给人们带来灾害。因此，工程爆破的最基本特性是对安全的高度重视。据统计：在我国企业职工伤亡事故中，各类爆炸事故总数占伤亡总数的 40% 以上。为此，有关部门制定了《中华人民共和国民用爆炸物品安全管理条例》、《爆破安全规程》、《爆破作业人员安全技术考核标准》，这些爆破行政条例、法规和技术标准是每一位爆破工作者必须掌握和遵守执行的。

工程爆破的另一个特点是对于爆破作业人员的素质要求较高。

在爆破事故统计分析中发现,造成爆破事故的主要原因是人为因素,而人为因素造成的爆破事故中主要原因是爆破作业人员素质差、安全意识差和违章作业。因此,所有爆破从业人员都应参加公安部门组织的安全技术培训和考核,持证上岗,每个爆破人员都应明确自己的职责和权限。

实践性强是工程爆破的又一特点。矿山工程爆破中爆破的介质(对象)是岩体,而岩体是多种多样的,即使同一个矿山不同地点,岩石也不一样,其爆破参数的选取也应改变。矿山工程爆破中,不同的采掘工程其爆破要求和控制目的不一,在爆破设计施工中需要考虑的着重点也不一样。在矿山爆破设计施工过程中涉及的因素很多,各因素之间又相互联系并构成错综复杂的关系,因此,需将爆破理论知识、爆破实践经验结合具体情况进行综合分析,精心设计、施工才能达到理想的爆破效果。

## 1.3 爆破漏斗及药包计算原理

### 1.3.1 药包爆破作用原理

炸药受到摩擦、冲击、燃烧等外界作用后,在瞬间会产生剧烈的化学物理变化,产生高温高压气体并释放出巨大的能量及产生强大的冲击波(快速的化学反应、释放能量、产生气体,称为炸药爆炸三要素)。这个能量快速释放过程称为爆炸。

炸药爆炸释放的能量,对岩体介质的破坏作用是很复杂的。目前,爆破理论还没有办法将整个爆破过程解释清楚。但是根据分析研究的结果表明,炸药在岩体介质中爆炸后,首先产生强大的压力波,在介质内部传播,当压力波传到介质的自由面时,便产生反射的拉力波,由于岩石的抗拉强度只有抗压强度的  $1/10$  左右,这个拉力波使土岩结构遭到破坏,而破碎的岩块受到爆炸产生的高温高压气体的膨胀作用,因而使岩块再次受到猛烈的冲击并发生岩块抛掷的物理现象。爆炸气体和应力波综合作用的结果。

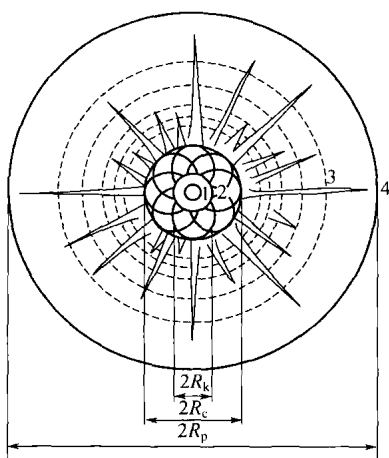


图 1-1 球形药包在岩体内的爆破作用

1—扩大空腔；2—压碎区；3—破裂区；  
4—震动区

为了反映岩体介质内部爆炸作用，假设爆炸发生在无限的均匀介质中，药包对周围介质的破坏是呈球形的。由于介质与药包中心的距离不同，所以岩体介质的破坏程度也不同。其爆破作用圈如图 1-1 所示。

**(1) 压碎区** 炸药爆炸瞬间，产生几千摄氏度的高温和几万兆帕的高压，形成每秒数千米的爆炸冲击波，最靠近装药的岩石在此冲击波和高温高压爆生气体的作用下，产生很

高的径向和切向压应力，这样大的压应力远远大于岩石的动态抗压强度。装药空间岩壁受到强烈压缩而形成空腔（即扩大的爆腔），周围岩石产生粉碎性破坏，形成压碎区（或粉碎区）。可见，压碎区岩石主要受冲击波压缩作用破坏，压碎区的范围即为岩石中爆炸冲击波的冲击压缩作用范围。

压碎区内冲击波衰减很快，因而压碎区的半径较小，通常只有 2~3 倍的装药半径，破坏范围虽然不大，但破碎程度大，能量消耗多。因此，爆破破岩时应尽量减小压碎区的形成范围。

**(2) 破裂区** 由于冲击波能量的大量消耗，压碎区外，冲击波衰变为压缩应力波，并继续沿径向在岩石中传播。当应力波的径向压应力值低于岩石的抗压强度时，岩石不会被压坏，但仍能引起岩石质点的径向位移。由于岩石受到径向压应力的同时在切线方向上受到拉应力，而岩石是脆性介质，其抗拉强度很低。因此，当切向拉应力值大于岩石的抗拉强度时，岩石即被拉断，由此产生与压碎区相通的径向裂隙。继应力波之后，爆生气体充满爆腔，以准静压力的形式作用在空腔壁上和冲入由应力波形成的径向裂隙中，在此

高温、高压、爆生气体的膨胀、挤压及气楔作用下径向裂隙继续扩展和延伸。裂隙尖端处气体压力造成的应力集中也起到了加速裂隙扩展的作用。

受冲击波、应力波的强烈压缩作用，岩石内积蓄了一部分弹性变形能。当压碎区形成、径向裂隙展开、爆腔内爆生气体压力下降到一定程度时，原先积蓄的这部分能量就会释放出来，并转变为卸载波向爆源中心传播，产生了与压应力波方向相反的向心拉应力波，使岩石质点产生向心运动，当此拉伸应力波的拉应力值大于岩石的抗拉强度时，岩石就会被拉断，形成了爆腔周围岩石中的环状裂隙。径向裂隙和环状裂隙的交错生成，形成了压碎区外的破裂区，破裂区内径向裂隙起主导作用。岩石的爆破破坏主要靠的就是破裂区。

(3) 震动区 在破裂区外，应力波已大大衰减，并渐趋于具有周期性的正弦波，此时应力值已不能造成岩石的破坏，只能引起岩石质点做弹性振动，形成地震波。地震波可以传播到很远的距离，直至爆炸能量完全被岩石吸收为止。

上述情况，显然是在无限介质条件下的一项分析研究。然而实践经验表明，工程爆破通常是在有临空面的情况下进行的。这样一来，可以从一个临空面的平坦地面爆破时的物理图像来阐明其特点。即强大的压力波作用，主要是破碎岩石并使岩块沿着药包与临空面的最短距离（称最小抵抗线）抛掷出去，在爆破点形成一个漏斗形的倒立圆锥体，如图 1-2 所示。从图 1-2 中可以看到爆破漏斗各部分的特性与名称： $O$  点为药包的中心； $r$  为漏斗开口处的半径，称为爆破漏斗底部半径； $W$  为从  $O$  点到地面的垂线长度，称为最小抵抗线； $R$  为漏斗斜边长度，称为漏斗作用半径。

另外，根据漏斗底部半径  $r$  与最小抵抗线  $W$  的比值，可以确定爆破作用指数  $n$  值为：

$$n = \frac{r}{W} \quad (1-1)$$

通过  $n$  值的大小，在爆破时，可以确定爆破抛掷的类型、爆破

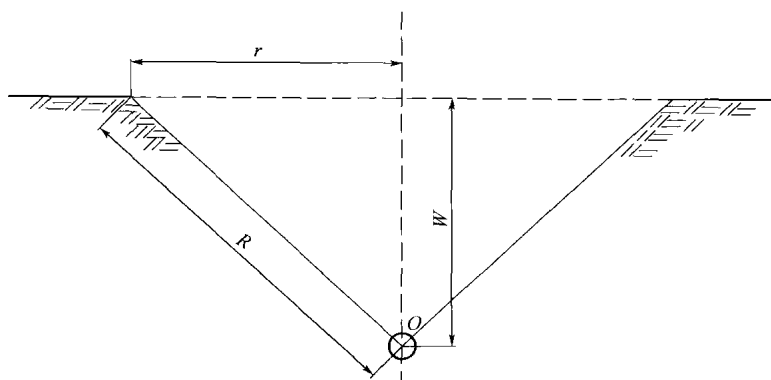


图 1-2 爆破漏斗示意

$O$ —药包中心； $r$ —爆破漏斗底部半径；

$W$ —最小抵抗线； $R$ —漏斗作用半径

漏斗的尺寸和抛掷岩块边界等情况，因此  $n$  值是爆破工程中的一个重要参数。

### 1.3.2 装药量的计算方法

在工程实践中，各种爆破方法的药包药量计算公式，都用体积公式，即：

$$Q = KV \quad (1-2)$$

式中  $Q$ ——药包装药量；

$K$ ——比例系数；

$V$ ——该药包爆破的体积。

在标准抛掷爆破中，因为  $n=1.0$ ，由式(1-1)得  $r=W$ ，根据图 1-2，把标准抛掷漏斗看作倒立的圆锥体，那么显然：

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 W = \frac{1}{3} \pi W^3 \approx W^3 \quad (1-3)$$

则式(1-2)变为：

$$Q = KW^3 \quad (1-4)$$

把式(1-4)中的比例系数  $K$ ，称为标准抛掷爆破漏斗的单位用

药量，用  $\text{kg}/\text{m}^3$  表示。

当计算不是标准抛掷爆破的药包装药量时，式(1-4)中还要加入爆破作用指数  $n$  的因素，通常用爆破作用指数函数  $f(n)$  来表示，即：

$$Q = KW^3 f(n) \quad (1-5)$$

$f(n)$  是一个以  $n$  为自变量的函数，它有许多不同形式，根据我国爆破工作者的实践经验，认为鲍列斯夫比较符合实际，其公式为  $f(n) = 0.4 + 0.6n^3$ ，所以式(1-5)可写成如下形式：

$$Q = KW^3 (0.4 + 0.6n^3) \quad (1-6)$$

从式(1-6)可看出以下几点。

① 当  $n < 1.0$  时， $f(n)$  的数值也小于 1.0，通常把  $0.75 < n < 1.0$  的数值代入  $f(n)$ ，得出减弱抛掷爆破药包的药量计算公式。 $n < 0.75$  后，已看不出明显的爆破漏斗，这时均按松动爆破处理。

② 当  $n = 1.0$  时， $f(n) = 1.0$ ，式(1-6)变成式(1-4)的形式，为标准抛掷爆破的药量计算公式。

③ 当  $n > 1.0$  时，为加强抛掷药包的药量计算公式。

④ 当  $n = 0$  时，式(1-6)变成：

$$Q = 0.4KW^3 \quad (1-7)$$

由式(1-7)计算出来的药量，对不同地质条件和不同要求的松动爆破不一定合适。有时岩石破碎比较多，即装药量大了一些，有时又达不到所要求的松动形式（如加强松动等），故一般松动爆破可用式(1-8)计算，即：

$$Q = k'KW^3 \quad (1-8)$$

比较式(1-2)和式(1-8)，如果用  $q$  代表松动爆破时的单位用药量，那么：

$$q = k'K \quad (1-9)$$

式中， $k'$  为比例系数，一般为  $0.2 \sim 0.6$ ，经常用的是  $k' = 0.33$ ，即松动爆破的单位用药量  $q$  约为标准抛掷爆破单位用药量的  $1/3$ 。松动爆破的药量计算公式可写为：

$$Q = qV \quad (1-10)$$

## 第2章 常用爆破器材

### 2.1 矿用炸药及性能简介

工业炸药是指用于矿业、交通、水利、农业和建筑等部门的民用炸药。

从使用观点来看，对矿用炸药的基本要求是：

① 爆炸性能良好，具有一定的爆力和猛度，能破坏指定的对象，并能被普通工业雷管所起爆；

② 能保证制造、运输、保管和使用过程中的安全。物理、化学的安全性良好，在贮存期间不致变质或自动爆炸。爆炸生成的有毒气体较少；

③ 原料来源丰富、制造简单、成本低廉。

#### (1) 矿用炸药分类

矿用炸药按主要化学成分分类如下。

① 硝铵类炸药 以硝酸铵为主要成分，加上适量的可燃剂、敏化剂及其附加剂的混合炸药均属此类，它是目前国内外工程爆破中用量最大、品种最多的一大类混合炸药。

② 硝化甘油类炸药 以硝化甘油或硝化甘油与硝化乙二醇混合物为主要爆炸成分的混合炸药均属此类。就其外观状态来说，有粉状和胶质之分；就耐冻性能来说，有耐冻和普通之分。

③ 芳香族硝基化合物类炸药 凡是苯及其同系物，如甲苯、二甲苯的硝基化合物以及苯胺、苯酚和萘的硝基化合物均属此类。例如，梯恩梯（TNT）、二硝基甲苯磺酸钠（DNTS）等。这类炸药在我国工程爆破中用量不大。

④ 液氧炸药 由液氧和多孔性可燃物混合而成的炸药。这类

炸药在我国工程爆破中已经不使用了。

## (2) 矿用炸药按使用条件分类

① 第一类 准许在一切地下和露天爆破工程中使用的炸药，包括有瓦斯和矿尘爆炸危险的矿山。

② 第二类 准许在地下和露天爆破工程中使用的炸药，但不包括有瓦斯和矿尘爆炸危险的矿山。

③ 第三类 只准许在露天爆破工程中使用的炸药。

第一类是安全炸药，又叫做煤矿许用炸药。第二类和第三类是非安全炸药。第一类和第二类炸药每千克炸药爆炸时所产生的有毒气体不能超过安全规程所允许的量。同时，第一类炸药爆炸时还必须保证不会引起瓦斯或煤尘爆炸。

## 2.1.1 炸药的基本性能

### 2.1.1.1 炸药化学变化的三种基本形式

炸药是具有爆炸性能的化学物品。只要在一定的外界能量作用下，炸药就能发生以下三种化学变化：热分解、燃烧和爆炸。三种化学变化都是放热反应，因炸药本身含有氧化剂和还原剂，不需要其他外界因素（如空气中的氧气）加入，炸药的化学反应也能持续不断地进行。

(1) 热分解 炸药在常温下或受热作用时，会发生缓慢的分解并放出热量，这就是热分解。热分解不会形成爆炸，但是温度升高，分解速度会加快；当温度持续升高时，热分解可能转化为爆炸。所以，库房在贮存炸药时，不宜堆得过密、过高和过多，要留有通道，保证通风良好，保持常温。

(2) 燃烧 绝大多数炸药都能燃烧，燃烧速度一般较慢。燃烧生成的气体或热量不能排放时，燃烧有可能转为爆炸。所以，炸药着火时，不要惊慌，有条件时可采取洒水和尽快疏散炸药的措施，切不可采用沙土覆盖法或用灭火器去灭火。

(3) 爆炸 有足够大的外界能量作用（如用1发雷管引爆岩石膨化硝酸炸药）时，炸药将会发生最快最猛烈的化学反应，并生成