

中等專業學校試用教材

# 航道疏浚

下冊

南京交通专科学校編



---

人民交通出版社

中等專業學校試用教材

# 航道疏浚

下冊

(航道整治专业用)

南京交通专科学校 編

人民交通出版社

## 內 容 提 要

本書內容包括：爆破的基本理論，炸藥及爆破器材的一般知識，爆破的基本方法及其在航道工程中的應用等。

本書作為中等專業院校航道整治專業試用教材，亦可供交通部門有關專業人員工作或業餘學習的參考。

希望使用本書的單位或個人多多提出改進意見，逕寄南京交通專科學校，以便再版時修改。

# 目 录

|      |            |     |
|------|------------|-----|
| 第一章  | 爆破的基本理論知識  | 3   |
| §1-1 | 爆破現象       | 3   |
| §1-2 | 爆炸对周围介質的作用 | 12  |
| 第二章  | 炸藥性质及爆炸材料  | 42  |
| §2-1 | 炸藥及其性質     | 42  |
| §2-2 | 爆炸材料       | 52  |
| 第三章  | 爆破的基本方法    | 64  |
| §3-1 | 爆破的起爆方法    | 64  |
| §3-2 | 炮孔法        | 82  |
| §3-3 | 深孔爆破       | 93  |
| 第四章  | 水下爆破       | 106 |
| §4-1 | 概述         | 106 |
| §4-2 | 石質河床的爆破    | 108 |
| §4-3 | 砂質浅滩爆破疏浚   | 124 |
| 第五章  | 大爆破        | 132 |
| §5-1 | 洞室爆破       | 132 |
| §5-2 | 水下洞室爆破     | 145 |
| §5-3 | 渠道开辟爆破     | 149 |
| §5-4 | 定向爆破筑壩     | 157 |
| 第六章  | 爆破的安全技术及定額 | 167 |
| §6-1 | 爆破器材的运输及保管 | 167 |
| §6-2 | 爆破器材的檢驗与銷毀 | 175 |

|      |              |     |
|------|--------------|-----|
| §6-3 | 安全距离的确定..... | 183 |
| 第七章  | 鑽眼工具及方法..... | 187 |
| §7-1 | 概述.....      | 187 |
| §7-2 | 人工鑽眼.....    | 188 |
| §7-3 | 机械鑽眼.....    | 193 |
| 附表   | .....        | 208 |

# 目 录

|            |                         |     |
|------------|-------------------------|-----|
| <b>第一章</b> | <b>爆破的基本理論知識</b> .....  | 3   |
| §1-1       | 爆破現象.....               | 3   |
| §1-2       | 爆炸对周围介質的作用.....         | 12  |
| <b>第二章</b> | <b>炸葯性质及爆炸材料</b> .....  | 42  |
| §2-1       | 炸葯及其性質.....             | 42  |
| §2-2       | 爆炸材料.....               | 52  |
| <b>第三章</b> | <b>爆破的基本方法</b> .....    | 64  |
| §3-1       | 爆破的起爆方法.....            | 64  |
| §3-2       | 炮孔法.....                | 82  |
| §3-3       | 深孔爆破.....               | 93  |
| <b>第四章</b> | <b>水下爆破</b> .....       | 106 |
| §4-1       | 概述.....                 | 106 |
| §4-2       | 石質河床的爆破.....            | 108 |
| §4-3       | 砂質浅滩爆破疏浚.....           | 124 |
| <b>第五章</b> | <b>大爆破</b> .....        | 132 |
| §5-1       | 洞室爆破.....               | 132 |
| §5-2       | 水下洞室爆破.....             | 145 |
| §5-3       | 渠道开辟爆破.....             | 149 |
| §5-4       | 定向爆破筑壩.....             | 157 |
| <b>第六章</b> | <b>爆破的安全技术及定額</b> ..... | 167 |
| §6-1       | 爆破器材的运输及保管.....         | 167 |
| §6-2       | 爆破器材的檢驗与銷毀.....         | 175 |

|      |              |     |
|------|--------------|-----|
| §6-3 | 安全距离的确定..... | 183 |
| 第七章  | 鑽眼工具及方法..... | 187 |
| §7-1 | 概述.....      | 187 |
| §7-2 | 人工鑽眼.....    | 188 |
| §7-3 | 机械鑽眼.....    | 193 |
| 附表   | .....        | 208 |

爆破是航道疏浚工程中的重要組成部分之一。目前，在很多的河流中用爆破方法来清除航行障碍物（礁石和沙質浅滩），維持航道水深，改善浅滩状况，以达到改善航行条件的目的。本篇主要叙述爆破理論知識，爆破的基本方法，沙質浅滩爆破和石質河床爆炸，以及用爆破来开渠筑壩、开采建筑石料，开运河等方法。由于爆破具有威力大、施工快的特点，今后在水利和航道工程中将得到更进一步的应用和发展。

## 第一章 爆破的基本理論知識

### §1-1 爆破現象

爆破是因物体的急剧变化，而使其本身具有的势能急剧地轉变为机械功的一种現象。这种机械功不但能使周围的介質破碎，而且能使介質克服其本身的重力而被抛擲出去。在岩石破碎的过程中，由于介質的振动，彼此的碰撞而产生巨大的响声。

流体力学的理論認為炸藥发生爆炸时，由于化学变化生成了压缩空气冲击波，冲击波从藥包的表面以极大的冲击力量在非常短促的时间传递給它周围的介質，并以极大的速度沿球面扩散（这种扩散随着远离藥包中心距离的增加而減弱），由于这种强烈的波动，介質内部的原有組織结构遭到了破坏。

下面我們叙述一下有关影响爆破作用的几个概念。

#### 一、起爆能

由外界引入使炸藥失去其极不稳定的平衡而开始爆炸的能量，称为起爆能。其值的大小較之整个炸藥的能量是非常微小的。



起爆能的种类：

1. 热能——用火焰和灼热的物体加热；
2. 机械能——打击和摩擦；
3. 爆炸能——爆炸对炸藥的震动影响。

一般常用的是热能和爆炸能。

## 二、炸藥的敏感性

炸藥对外界影响反应的快慢程度称之炸藥敏感性。它取决于炸藥的：

1. 化学性質——与炸藥分子结构的稳定程度有关。
2. 物理性質——与炸藥的磨細程度，混合的均匀程度及潮湿程度等情况有关。

## 三、爆炸分解速度

爆炸分解速度就是炸藥的化学分解在炸藥中传导的速度。

影响爆炸分解速度的因素計有：起爆能的威力、炸藥本身的化学性質、炸藥的密度、藥包的直径、炸藥的顆粒大小及湿度等。

視其爆破过程中分解速度的变化与否，可将爆炸分为稳定的（以不变的速度进行爆炸的）和不稳定的两种。不稳定爆炸将导致爆破威力的降低，还可能引起严重的危险。

## 四、爆炸功及爆炸功率

### （一）爆炸功

炸藥在爆破过程中由爆炸能所作的功的大小可以用爆力和猛力来衡量。各种不同性質或不同成分的炸藥的爆力及猛力，用試驗的方法获得。通常前者是用特劳茨試驗进行，后者是

用霍氏試驗的方法确定。

### 1. 特勞茨試驗法（爆力測定）：

設有一个圓柱形鉛彈，其直径和高度 均为200毫米，彈中心有一直径为25毫米和长为125毫米的孔槽，开始試驗时，秤取10克炸藥，装入錫箔內，并在錫箔內放入八号紙雷管，然后，將制好的藥包装入孔槽中，并用通过12号篩子的細沙松散地填入槽中，进行爆炸。

測定其爆破前后孔槽的体积，这样爆破后孔槽的体积与爆破前孔槽体积之差，即为該炸藥的爆力（图1-1）。

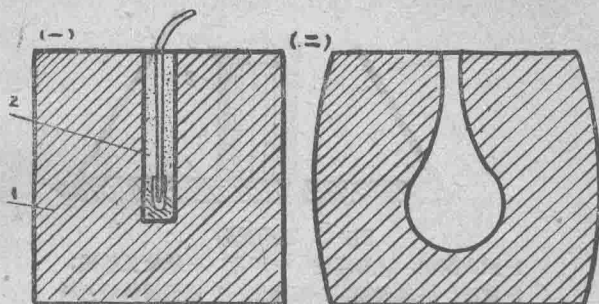


图1-1 測定炸藥爆力鉛彈

(一)爆炸前；(二)爆炸后 1-鉛彈；2-藥包

特勞茨鉛彈在試驗时的溫度，必須为 $15^{\circ}\text{C}$ ，在其他溫度下試驗結果必須作如下校正：

表1-1

|     |     |     |     |     |     |    |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 溫度  | -30 | -25 | -20 | -15 | -10 | 0  |
| 改正% | 18  | 16  | 14  | 12  | 10  | 5  |
| 溫度  | 5   | 8   | 10  | 20  | 25  | 30 |
| 改正% | 3.5 | 2.5 | 2   | -2  | -4  | -6 |

## 2. 霍氏試驗法（猛力測定）：

用直径40毫米及高为60毫米的純鉛圓柱，放置在厚为20毫米的鋼板上，并在圓柱頂上放置一个直径为41毫米和厚为10毫米的鋼片，再在鋼片上放一个厚为0.2毫米的紙筒藥包。

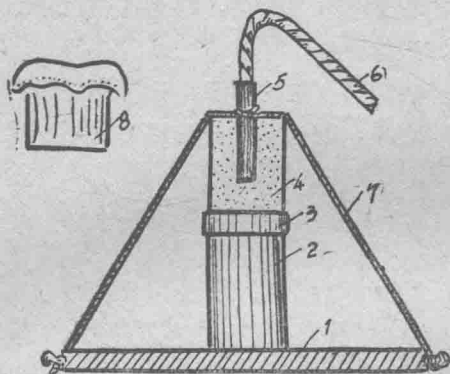


图1-2 霍氏試驗

1-鉄或鋼板；2-鉛圓柱；3-鋼片；4-紙筒及炸藥；  
5-雷管；6-導火綫；7-細繩索；8-爆炸后的鉛圓柱

試驗時，秤取50克炸藥，于制好的筒中，然后，以雷汞三硝基甲苯硝胺雷管或八号紙壳电雷管使其藥包爆炸（图1-2）。爆炸前，在四个方向測出圓柱高或取其平均值，爆炸后在原来位置再測得圓柱高取其平均值，則爆破前后的差数（以毫米表示），即为該炸藥的猛力。

对每种炸藥进行两次上述試驗，若其差数不大于5%，則其該两数的平均值作为試驗的最后結果。如其差数超过5%，則重新进行試驗，直至达到上述要求为止。

爆力是反映炸藥爆炸时所发生能量的最大部分所作的功，它表示炸藥的破坏作用。而猛力是反映炸藥在爆炸的最初瞬時

某一方向的冲击力量，冲击强度，（而其余部分炸藥在爆炸时生成的气体压力則消失在大气中）它表示炸藥的破碎作用。但是，必須指出，不应当錯誤的認為，用不同試驗方法获得的炸藥的“爆力”和“猛力”有着很明显的区别，实际上这种区别是不存在的。

## （二）爆炸功率

炸藥在单位時間內所作爆炸功称为爆炸功率。

因为用爆炸功来衡量炸藥的威力是不恰当的，正确的衡量方法是用爆炸功率，其理由如下：

每种炸藥有它自己的爆速，故在爆力試驗时其鉛柱內腔的扩张時間各不相同。此外，差不多所有炸藥的爆破威力都超过鉛的极限强度，而鉛又是塑性体故爆速小的炸藥（即威力小的炸藥）所造成的內腔的扩大可能等于甚至大于爆速大的炸藥（見表1-2）。但在岩石中情况就不是这样，因为岩石是脆性的，当气体压力超过岩石的极限强度时岩石就破坏，具有高冲力的炸藥亦即在单位時間內气体压力大的炸藥对脆性介質的破坏更为有效。而作用的时间很长，对脆性介質的破坏往往是不利的。这些在鉛柱体的爆力試驗中并没有很好的反映出来。

为了計算出爆炸功率，可利用鉛柱法测定作为爆炸功指标的爆力，而爆炸反应時間可利用爆速和被試驗藥包的几何尺寸來計算。

鉛柱內腔的炸藥量为：

$$Q = S \cdot H \cdot \Delta \quad (1-1)$$

式中：Q——炸藥量（10克）；

S——被試驗藥包的断面面积（4.9厘米<sup>2</sup>）；

H——在鉛柱內腔中的被試驗藥包的高度；

Δ——炸藥的密度（克/厘米<sup>3</sup>）。

表1-2

| 炸藥      | 密度(克/厘米 <sup>3</sup> ) | 爆炸功(公斤米) | 爆速(米/秒) | 猛力(毫米) | 爆力(厘米 <sup>3</sup> ) |
|---------|------------------------|----------|---------|--------|----------------------|
| 62%膠質炸藥 | 1.4                    | 491500   | 6600    | 16     | 380                  |
| 1号阿莫尼特  | 1.0                    | 512400   | 4200    | 16     | 400                  |
| 6号壓縮硝鈹  | 1.35                   | 405600   | 4600    | 17     | 360                  |
| 7号硝鈹    | 1.0                    | 448000   | 3500    | 13     | 305                  |
| 1号薩伐尼特  | 1.4                    | 478500   | 5200    | 16     | 400                  |

$$H = \frac{Q}{S\Delta}$$

藥包在鉛柱內腔的反應時間為：

$$T = \frac{Q}{S\Delta V} \quad (1-2)$$

式中： $V$ ——炸藥爆速（米/秒）。

由炸藥的爆力和藥包爆炸的反應時間，很容易求得炸藥爆炸功率為：

$$\mu = \frac{WVS\Delta}{Q} \quad (1-3)$$

式中： $W$ ——炸藥的爆力（厘米<sup>3</sup>）。

公式中 $Q$ 和 $S$ 都是常數，因此代入數據後可簡化得下式：

$$\mu = 0.000049W \cdot V \cdot \Delta \quad (\text{米/秒}) \quad (1-4)$$

又知炸藥爆速取決於藥包直徑根據試驗數據的加工可得到如下的經驗公式：

$$V = V_{20} \lg(d-10) \quad (1-5)$$

式中： $V$ ——藥包直徑20—100毫米的爆速；

$V_{20}$ ——藥包直径为20毫米时的爆速；

$d$ ——藥包直径（毫米）。

把上式代入爆炸功率的算式就可得考虑到藥包直径的爆炸功率計算式：

$$\mu = 0.000049W\Delta V_{20} \lg(d-10) \quad (1-6)$$

从上式可看出增加藥包直径爆炸的威力随之亦有所增长。故使用大直径藥包的爆破方法能得到較好的爆破效果。

按上式計算功率并得到各种炸藥間的相对指标和表1-2将有显著的不同。

由（表1-3）可看出1号阿莫尼特，1号薩伐尼特与62%胶質炸藥按爆力值比較时，前者还大5%和8%，而按功率比較时1号阿莫尼特比62%胶質炸藥弱52%薩伐尼特比它弱17%。

表1-3

| 炸藥      | 功率 米 <sup>3</sup> /秒 | 按爆力計算的<br>威力相对系数 | 按功率計算的<br>威力相对系数 |
|---------|----------------------|------------------|------------------|
| 62%胶質炸藥 | 172                  | 1.00             | 1.00             |
| 1号阿莫尼特  | 82                   | 1.05             | 0.48             |
| 6号压缩硝酸鈷 | 110                  | 0.95             | 0.64             |
| 7号銷鈷    | 60                   | 0.92             | 0.35             |
| 1号薩伐尼特  | 142.2                | 1.08             | 0.83             |

### 五、爆力集中作用

取同样体积的藥包两个，其中一个藥包的底部做成对称于藥包軸綫的孔穴，其頂端向上（图1-3）。这两个藥包在适当厚度的鋼板上爆炸时可以得到完全不同的結果。普通藥包在鋼板上只留有痕跡，而有孔穴的藥包則能将鋼板穿透并且邊緣整

齐，虽然它在孔穴处挖去了炸藥，重量也較輕。

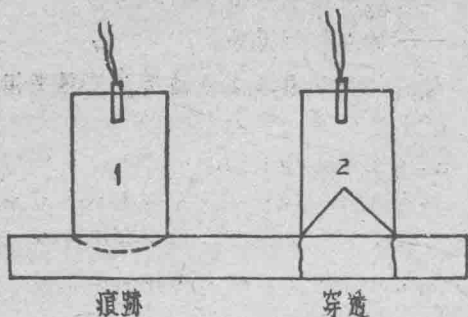


图1-3 普通藥包和強化藥包

1-普通藥包；2-強化藥包

这种强化的效果可以这样解释：正如一束平行光綫通过凸透鏡会集聚在焦点处一样（图1-4），当藥包內形成爆破波从雷管向藥包下部传播时，遇孔穴表面时发生屈折，在藥包对称軸延長綫的某一点上集中为一股强大的气流，使該点的爆破作用大大地加强，因此这股具有强大威力的气流把普通藥包所不能穿透的鋼板击穿了。

应当強調指出，爆破集中作用只当孔穴具有对称軸的情况下才体现出来，也不能錯誤地認為爆破集中作用是由于炸藥能量的增加，而

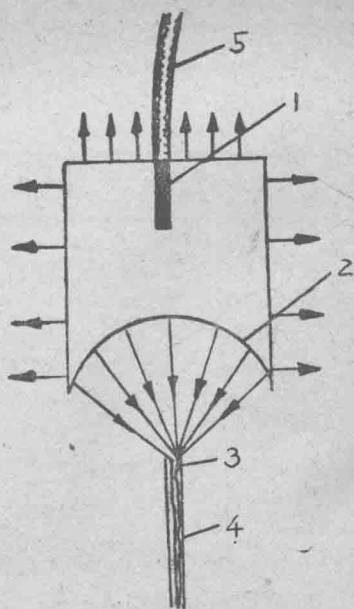


图1-4 爆破集中藥包簡图

1-雷管；2-集中高槽；3-集聚点；  
4-爆破集中气流；5-導火綫

只是各股爆破冲击波能量总和的集中。

爆破集中作用被应用在如下的几个方面：

- (1) 雷管的下端制成窝槽，可以增加雷管的起爆作用；
- (2) 用爆力集中药包爆炸炮眼；
- (3) 用加盖的爆力集中药包爆破大块岩山（图1-5）；
- (4) 用爆力集中作用的药包，以加强药包在炮眼内的爆破力；
- (5) 用爆力集中窝槽，在一定程度上可起到定向的作用。

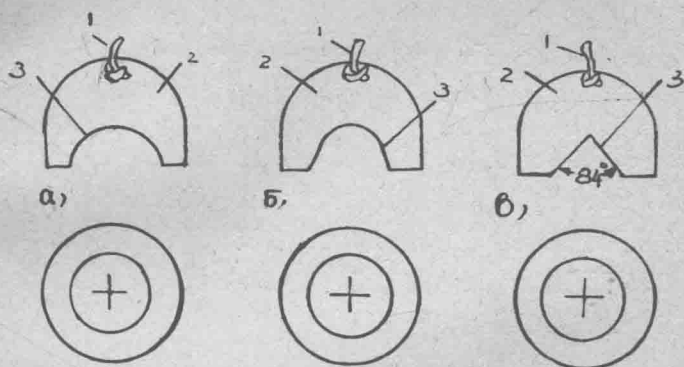


图1-5 加盖的爆力集中药包

a-半球形孔穴；b-半抛物面形孔穴；c-圆锥形孔穴  
1-导爆线；2-药包；3-孔穴

## 六、药包的概念

置于被爆破物体上（或近傍）或被爆破物体内部，并准备爆炸的炸药称之为药包。所指炸药的重量，称之为药包量。

视药包和被爆物体的相对位置可分为内部药包和外部药包。

视药包的几何形状可分为集结药包和延长药包。药包的形



状接近球形及立方体者，或高度不超过直径四倍的圆柱形，或高度不超过底面短边四倍的平行六面体称为集結藥包。所謂延長藥包就是高度大于其直径或横边四倍的藥包。

根据实践証明，以下情况延長藥包优越于集結藥包：

- (1) 在非岩性土壤中进行抛擲爆破时；
- (2) 爆破介質的自然休止角越大时，延長藥包就越有好处。

放置内部藥包的空間，叫做藥室。

装填藥包的过程，称为装藥。

## § 1-2 爆炸对周圍介质的作用

### 一、爆破作用圈

当在无限体介質中，藥包爆炸时，首先藥室壁受到动压力的作用，这种压力是由炸藥所生成的大量气体而造成的。由于这种作用而引起向各个方向扩展的冲击波，并且这种冲击波对介質起破坏作用。炸藥的猛力越大，則冲击波的作用也越大。

在介質与藥包靠近的一定范围内，所受的作用最强，在該范围内介質极度破碎或压缩（視介質的性質）；这个区域我們称为“压缩圈”或“破碎圈”，其半径为  $R_1$  称为压缩或破碎半径，如图1-6所示。

我們知道，冲击波是以藥包为中心，成无限个同心球的形状向四周作扩散运动。显然，在冲击波的作用下，在輻射方向受到

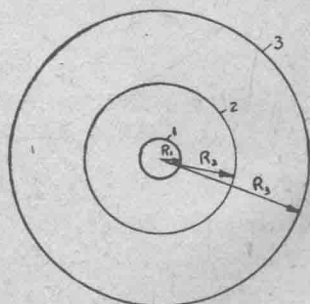


图1-6 爆破作用圈  
1-压缩圈；2-破坏圈；  
3-震动圈