

# 山区航道整治

下 册



人民交通出版社

# 山区航道整治

下 册

《山区航道整治》三结合编写组 编

人民交通出版社

1975年·北京

## 山区航道整治

### 下册

《山区航道整治》三结合编写组 编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：850×1168 $\frac{1}{16}$  印张：9.625 字数：249千

1975年12月 第1版

1975年12月 第1版 第1次印刷

印数：0001—4000 定价(科三)：0.92元

## 内 容 提 要

《山区航道整治》一书，分为上下两册。上册为第一篇山区航道整治规划与设计。本书为下册，主要内容：第二篇山区航道整治施工，包括有爆破施工、疏浚施工、筑坝施工等；第三篇绞滩。

本书可供给从事航道工程建设的广大工人、工程技术人员及院校师生和有关部门参考使用。

# 毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切  
的。

必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国

# 目 录 (下册)

## 第二篇 山区航道整治施工

<b>第九章 炸礁施工</b> .....	1
第一节 概 述.....	1
第二节 浅孔爆破.....	7
第三节 硿室抛掷爆破.....	16
第四节 水下裸露爆破.....	69
第五节 水下钻孔爆破.....	90
第六节 爆破安全距离.....	109
<b>第十章 疏浚施工</b> .....	116
第一节 钢耙疏浚.....	116
第二节 挖泥船疏浚.....	136
第三节 水下爆破清方.....	166
第四节 航道扫床.....	173
<b>第十一章 筑坝施工</b> .....	181
第一节 概 述.....	181
第二节 块石坝的施工.....	181
第三节 竹笼块石坝的施工.....	196
<b>第十二章 围堰施工</b> .....	202
第一节 围堰的应用及其类型.....	202
第二节 围堰平面布置和水力计算.....	203
第三节 草土围堰.....	209
第四节 石笼围堰.....	222
第五节 围堰防渗、排水和拆除.....	226

## 第三篇 绞 滩

第十三章 绞滩.....	231
第一节 概 述.....	231
第二节 水力绞滩.....	234
第三节 机械绞滩.....	239
第四节 绞滩拉力测算.....	265
附录 I .....	277

## 第二篇 山区航道整治施工

### 第九章 炸礁施工

#### 第一节 概 述

##### 一、航道炸礁概述

航道整治工程中，常使用爆破方法来改变石质滩险的河床形态，或拓宽浚深航槽，以改善航行条件，这种工程称为炸礁施工。由于山区河流多为石质河床，妨碍航行大都因河床地形、地貌对水流的影响而引起的。通过炸除碍航礁石，来改造河床，即可以达到改善水流条件，使航道通畅。炸礁施工在航道整治中占着较大的比重，特别对于新开发的山区河流，基本上都是采用炸礁工程来疏通航道（渠化工程例外）。

航道炸礁，由于施工条件和工程要求的不同，而有各种不同的施工方法。按施工的条件来分，有水上炸礁和水上炸礁；按爆破的方法来分，有浅孔爆破、裸露爆破、硃室抛掷爆破和钻机水下钻孔爆破等。施工设计时应根据航道的特点、工程要求和具体施工条件，因地制宜选用。

航道炸礁的基本原理和方法，与一般爆破工程相同。由于山区河流的特点和航道工程的特殊要求，近20多年来，国内随着航道建设的发展，创造了不少行之有效的炸礁方法，如急流中水下裸露爆破，水下硃室爆破和钻机水下钻孔爆破等。施工操作方面，逐步由手工操作，过渡到机械施工。然而航道炸礁施工，在我国还是一门新的学科，除了复杂的地质情况外，还有复杂的水流条件，所以不论设计或施工均存在着一些问题，特别是某些爆破公式和参数的确定，以及爆破安全距离计算等问题，都带有较



大的局限性，仍有待于今后不断的实践和探讨。

## 二、药包对周围介质的爆破作用

药包在无限介质内部爆炸时，炸药在极短时间内，通过化学变化，成为高温、高压的巨大容积气体而产生静压力，同时还产生很强的冲击波。这种冲击应力波作用于其周围介质（岩石、土、水），并以药包为中心作球状向各方向迅速传播，使距离药包中心不同区域的介质，受到不同程度的破坏或振动。这种在爆炸作用下，介质不同的破坏或振动现象，可以大致划分为几个区域，通常分为四个爆炸作用圈，如图 9-1。

### (一) 压缩圈（或粉碎圈）

为最靠近药包的一圈岩石，它所受的冲击波作用最强，岩石被破碎成粉末。

### (二) 抛掷圈

抛掷圈位于压缩圈外部。在这圈中冲击波作用稍弱，岩石被破碎成碎块，尚有足够力量向四周运动，在一定条件下，就会抛出岩石的表面。

### (三) 松动圈

松动圈位于抛掷圈外部。在这圈中冲击波作用已相当削弱，不能将岩石抛掷，只能使岩石的结构受到破坏，形成块体或产生裂缝。

### (四) 振动圈

振动圈位于松动圈外部。在这圈中冲击波的作用接近尾声，只能使岩石振动，不能破坏其结构。

从爆破中心到上述各圈外面的距离，分别叫做压缩半径，抛掷半径，松动半径和振动半径。

在爆破工程中，压缩圈、抛掷圈和松动圈合起来总称为破坏

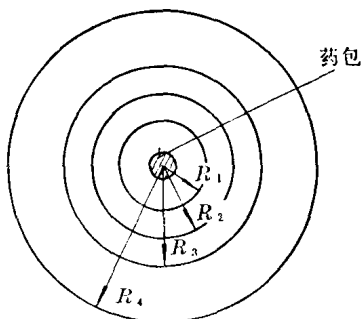


图9-1

$R_1$ -压缩圈半径； $R_2$ -抛掷圈半径； $R_3$ -破坏圈半径； $R_4$ -振动圈半径

圈，其半径称为破坏半径。因为冲击波在均匀岩层内的作用是逐渐减弱的，上述各圈之间并无明显的界线，各圈只用来解释爆破的基本概念而已。其范围须根据岩性，炸药性质及用量，以及装药方法来确定。

### 三、药包的分类与药包量的计算

#### (一)药包分类

按药包形状分为集中药包和延长药包，其区别是以药包的最长边  $L$  与最短边  $a$  的比为标准： $\frac{L}{a} < 4$  为集中药包， $\frac{L}{a} > 4$  为延长药包。

在硐室爆破中有时为了达到某种爆破效果，而将药室作成“工”或“+”型，用集中系数来判别是否集中药包：当集中系数  $\varphi \geq 0.41$  时称为集中药包； $\varphi < 0.41$  时称为延长药包。 $\varphi$  值由下式求得：

$$\varphi = 0.62 \frac{\sqrt[3]{V_Q}}{b} \quad (9-1)$$

式中： $V_Q$ ——药包的体积（米<sup>3</sup>）；

$b$ ——药包中心至药包最远点的距离，即药包最大半径（米）。

按照岩石破坏的程度和爆破漏斗的形状，药包又可分为标准抛掷药包、加强抛掷药包、减弱抛掷药包和松动药包四类（其具体含义详见下款所述）。

当药包在岩石内部爆炸时，其破坏圈的半径到达或超出岩石的表面（自由面），被破碎的岩石部分按一定方向抛掷出来，在原岩体中留下状似漏斗的爆炸坑，这个坑称为**爆破漏斗**，如图 9-2 所示。

爆破漏斗的组成要素如下：

最小抵抗线  $W$ ——药包中心至自由面的最短距离（米）；

爆破漏斗半径  $r$ ——爆破漏斗在自由面上的半径（米）；

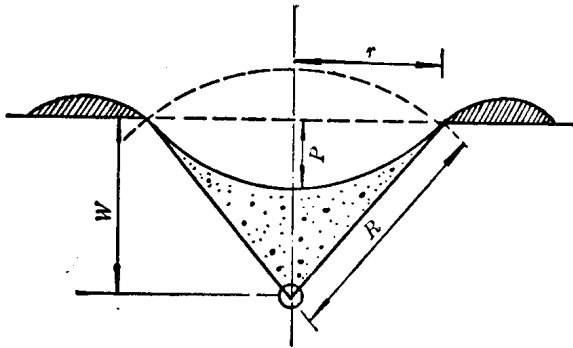


图9-2 爆破漏斗

爆破作用半径  $R$ ——药包中心至漏斗边缘的距离（米）；  
 爆破作用指数  $n$ ——爆破漏斗半径  $r$  与最小抵抗线  $W$  之比值

$$n = \frac{r}{W}$$

漏斗可见深度  $P$ ——药包爆炸后的漏斗内最低点至原地面的距离（米）。 $P$  与爆破作用指数有关， $n$  值越大， $P$  值也越大。据观测资料，两者的近似关系为  $P = 0.33W(2n - 1)$

根据爆破作用指数  $n$  值的大小，爆破分为以下几类：

#### 1. 标准抛掷爆破

当爆破漏斗半径  $r$  与最小抵抗线  $W$  相等时，则爆破作用指数  $n = \frac{r}{W} = 1$ 。这时所形成的爆破漏斗，如图9-3所示，所用药包称为标准抛掷药包。

#### 2. 加强抛掷爆破

当爆破漏斗半径  $r$  大于最小抵抗线  $W$  时，则爆破作用指数  $n = \frac{r}{W} > 1$ 。这时所形成的爆破漏斗，如图9-4所示，所用药包称为加强抛掷药包。

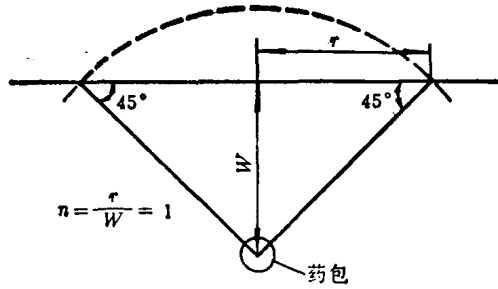


图9-3 标准抛掷漏斗

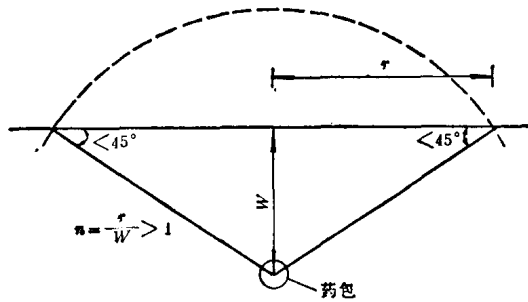


图9-4 加强抛掷漏斗

### 3. 减弱抛掷爆破

当爆破漏斗半径  $r$  小于最小抵抗线  $W$  时，则爆破作用指数小于 1，但大于 0.75，即  $0.75 < n < 1$ 。这时所形成的爆破漏斗，称为减弱抛掷漏斗，如图 9-5 所示。所用药包称为减弱抛掷药包。

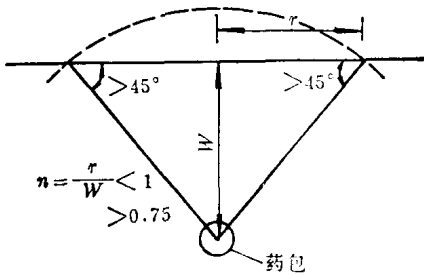


图9-5 减弱抛掷漏斗

### 4. 松动爆破

药包的爆破力仅能使岩石破碎，没有抛掷作用，它的爆破作用指数  $n \leq 0.75$ ，在自由面上看不出漏斗的形状，如图 9-6 所示。所用的药包称为松动药包。

## (二) 药包量计算

药包量计算的常用公式有

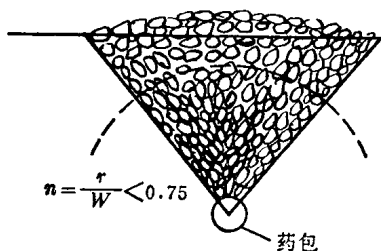


图9-6 松动爆破漏斗

### 1. 标准抛掷爆破

$$Q = KW^3 \quad (9-2)$$

### 2. 加强或减弱抛掷爆破

$$Q = KW^3 f(n) \quad (9-3)$$

其中  $f(n) = 0.4 + 0.6 n^3$

### 3. 松动爆破 (标准破碎)

$$Q = \frac{1}{3} KW^3 \quad (9-4)$$

或  $Q = K'W^3$ , 其中  $K' = \frac{K}{3}$

### 4. 延长药包抛掷爆破 (药包与自由面平行)

$$Q = KW^2 l f(n) \quad (9-5)$$

或  $Q = KW^2 l n^2 \quad (9-6)$

### 5. 阶梯爆破 (标准破碎)

1) 浅孔爆破 (又称炮眼法):

$$Q = K'W^3 \quad (9-7)$$

2) 深孔阶梯爆破:

$$Q = K' a H W_p \quad (9-8)$$

上述式中:  $Q$ ——药包重量 (公斤);

$W$ ——最小抵抗线 (米);

$W_p$ ——计算抵抗线 (米);

$K$ ——标准抛掷爆破单位耗药量 (公斤/米<sup>3</sup>), 见附录 I, 表 I-2;

$K'$ ——松动爆破 (标准破碎) 单位耗药量 (公斤/米<sup>3</sup>);

$l$ ——延长药包的长度 (米);

$H$ ——阶梯高度 (米);

$n$ ——爆破作用指数;

$a$ ——钻孔间距 (米)。

上述公式，是陆上爆破中常用的基本公式，具体应用在各节中分别叙述。

药包量的计算，是爆破工程设计中的一个重要问题。计算公式很多，但都有一定局限性。应用时要注意公式的来源、适用条件、参数确定的方法，不能盲目套用。要注意按照地质条件、自由面的多少、爆破要求、炸药性质等因素，慎重确定爆破参数。对于一般小孔径的钻孔爆破，通常用药柱长度来控制药量，钻孔的布置显得较为重要。

## 第二节 浅孔爆破

孔深小于5米，孔径小于75毫米的钻孔爆破，常称浅孔爆破，又称炮眼法。

浅孔爆破具有耗量少、破碎均匀、设备简单和操作容易等优点，在航道炸礁施工中应用较广。其缺点是钻孔工作量大，生产效率较低。

### 一、炮孔布置和孔深

浅孔爆破质量的好坏，与炮孔的布置有密切关系。

#### (一)炮孔的布置形式

炮孔的布置形式，是决定岩石破碎均匀的重要因素。经验表明，多排浅孔爆破，必须将炮孔均匀地交错布置成三角形（对两排炮孔而言）或梅花形（三排或三排以上），如图9-7所示，如此，才能使破碎均匀。

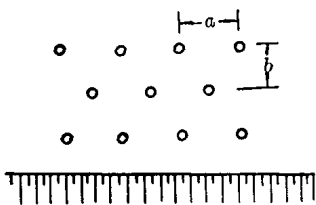


图9-7 多排炮孔的布置  
a-孔距，b-排距

#### (二)孔深

在阶梯浅孔爆破中，钻孔深可

采用如下经验公式确定。

$$\text{爆破坚硬岩石: } l = (1.10 \sim 1.15)H \quad (9-9)$$

$$\text{爆破中硬岩石: } l = (0.95 \sim 1.10)H \quad (9-10)$$

爆破软弱岩石： $l = (0.85 \sim 0.95)H$  (9-11)

式中： $l$ ——孔深（米）；  
 $H$ ——梯段开挖深度（米）。

大孤石解方的孔深，取岩石高度的 $\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$ 即可，太深则可能炸穿炮孔，爆破效果反而不好。

### (三) 计算抵抗线长度的确定

在一个自由面的情况下，从药包中心到自由面（也叫临空面）的最小距离叫最小抵抗线长度。在阶梯爆破中，从药柱底部到最邻近自由面的最小距离称为计算抵抗线长度。习惯上，前者用 $W$ 表示，后者用 $W_p$ 表示。

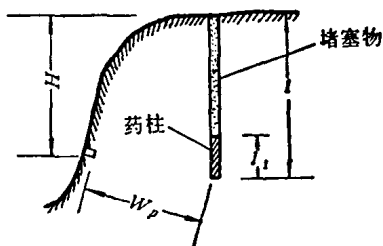


图9-8 阶梯浅孔爆破炮孔

在阶梯浅孔爆破中，计算抵抗线长度（图9-8）可按经验公式（9-12）或图9-9确定。

$$W_p = (0.4 \sim 1.0)H \quad (9-12)$$

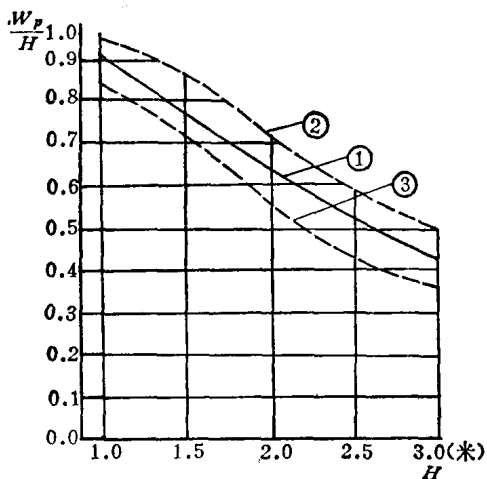


图9-9  $\frac{W_p}{H}$  的比值与梯段开挖深度  $H$  关系曲线

式中的系数，根据梯段开挖深度（ $H$ ）和岩石硬度选取。 $H$ 大、岩石硬，选用较小系数； $H$ 小、岩石软，选用较大系数。其关系从图9-9中可看出。

图9-9中：实线①是 $\frac{W_p}{H}$ 的比值随 $H$ 的变化情况；虚线是表示极限的计算数值，其中上部虚线②表示5~6级

软岩石的数值，下部虚线③表示16级最硬岩石的数值。

#### (四)孔距和排距

孔距和排距（图9-7）的确定原则，是以爆破时不致于因一孔爆炸而炸坏邻孔，但又不能在爆破后的底面上留下石埂、凸拱和凹坑。显然，当分次起爆多排炮孔时，炮孔过密，则可能产生一孔爆破而爆坏邻孔现象；炮孔过稀，则会在爆破底面上留下石埂、凹坑等。此外，爆破的破碎程度，也和炮孔的稀密有直接关系。

浅孔爆破常以阶梯爆破的形式进行；若为非阶梯地形时，应先改造为阶梯地形进行。故孔距  $a$ 、排距  $b$  均按阶梯地形计算。其值可按下述经验式确定：

用电气起爆：

$$a = (0.8 \sim 2.3) W_p \quad (9-13)$$

用火花起爆：

$$a = (1.4 \sim 2.0) W_p \quad (9-14)$$

式中系数应根据地质条件（岩石性质、裂隙、风化程度），计算抵抗线长度、钻孔直径和爆破要求等因素分析确定。

如果前缘排各孔的计算抵抗线长度不等，则次排到前排的排距  $b$ ，宜采用各孔计算抵抗线长度的算术平均值，一般取  $b = W_p$ 。

#### (五)钻孔方向和其它

钻孔按其方向分垂直孔、斜孔、水平孔和向上孔四种，应根据岩石层理、地形以及爆破要求而灵活应用，以提高爆破效果为目的。

在阶梯地形进行爆破，如果岩石层理接近水平，一般布置垂直孔；如果自由面坡度很缓，可采用底部孔配合梯段孔，或在自由面布置垂直孔配合梯段孔（见图9-10）。当钻孔必须穿过较

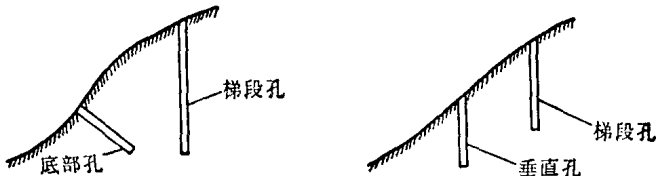


图9-10 自由面坡度很缓时的布孔



大的裂隙时，为了避免爆炸气体逸散，可分段装药，即在裂隙间用炮泥堵塞，裂隙的上下各装一段炸药（见图9-11）。有时为了破碎均匀，孔距可采用最大计算值，再在孔中间插入浅孔配合施炸，可获得较好的破碎度。

在一个自由面（如平地）钻孔爆破，宜用斜孔，孔轴线与自由面的交角 $\alpha$ 约成 $45^\circ$ （图9-12），以提高爆破量。

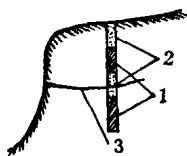


图9-11 穿过裂隙的炮孔装药方法  
1-装药段；2-堵塞段；3-裂隙



图9-12 在一个自由面上钻孔

当岩石有明显的层理时，则钻孔方向应与层理面垂直或斜交较大的角度（图9-13），以提高爆破效果；如果钻孔方向和层理面一致，则会大大降低爆破效果。在阶梯地形中，如果层理面接近垂直，则宜将钻孔布置在岩坎底脚（图9-14），爆破后，可使岩坎上部岩石垮落，提高爆破效果。

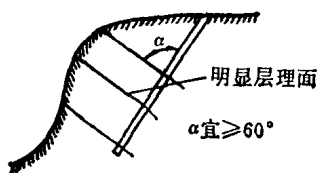


图 9-13

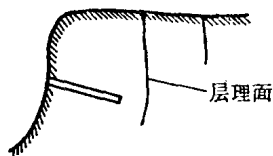


图 9-14

## 二、药量计算和炮孔直径

### (一)药量计算

#### 1. 浅孔标准抛掷爆破的药量计算

一个自由面时，浅孔标准抛掷爆破药量计算公式：

$$Q = KW^3 \quad (9-15)$$