

序

工程爆破技术的发展，已深入到国民经济建设的各个领域，在全国范围内形成了广大的技术专业队伍。由于爆破理论与爆破技术实际运用之间还有一定距离，目前还不具备制定技术标准或设计规范之类的文件，便于同行业的工作参考，以致许多工程在设计过程中都需参阅大量的技术资料，进行繁琐的计算和论证比较，然而最后还要凭经验的积累，才能得到良好的工程效果。

近年来，许多同志在应用电子计算机作方案优化设计和CAD系统的设计应用方面，做了很多艰苦的工作，取得了不小的进展。但是，计算机毕竟是一种工具，一些设计计算参数仍须根据经验加以选择确定。陈华腾、谭胜禹、张庆书工程师和钮强教授从事爆破工作多年，深感编辑出版一本适合于各方面爆破专业人员需用的计算手册的必要性，经过努力，终于完成了这样一本手册的编辑工作，提供同业同志们参阅使用。

这本手册的特点是，广泛收集了有关爆破技术设计计算的理论、经验和半经验半理论的计算公式及计算参数的选择和比较，既可供已有一定工程经验的同志参照使用，又能给初学或经验不多的同志对比钻研，合理选择，增加知识提供良好的机会。

本手册出版前，应作者的要求，赘述几句，作为简略的

介绍，祝愿它早日和读者见面，发挥它应有的作用，并对爆破事业作出贡献。

冯 叔 瑜

1991年3月16日于北京

前 言

爆破作为一种科学技术手段，在工程建设和发展生产中已得到广泛应用。为解决从事爆破设计与施工中查找资料困难，探索爆破设计与施工的简便途径，特编写《爆破计算手册》。

本手册分为：普通爆破、硐室大爆破、开掘爆破、拆除控制爆破、水中爆破、特种爆破六大类，每一大类为一部分，第七部分为电起爆网路计算与非电起爆系统，第八部分为爆破安全距离计算与确定，第九部分附录了岩石物理力学性质，普氏分级，岩石爆破分级；硝铵、胶质、乳化、猛炸药等组成与性能；导爆索品种性能；电、非电雷管基本参数、品种和性能；普通、高能燃烧剂组成与性能和炸药爆炸主要参数计算等内容。本手册共收集、整理计算公式 430 多条，表格约 210 个，同时提供了诸多系数、参数，是我国几十年来，90 年代初的一本包括范围比较广泛的爆破技术资料专用工具书。

本手册可供冶金、有色、煤炭、化工、水利水电、农林、建筑、铁道、交通、公安、部队等部门的工程技术人员、院校师生在爆破设计与施工、科研与学习中参考应用。（应用时，必须遵照国家正式颁布的《爆破安全规程》、《大爆破安全规程》、《拆除爆破安全规程》和《中华人民共和国民用爆炸物品管理条例》等有关条文执行）。

本手册第一至五部分由陈华腾编写；第六部分由谭胜禹

编写；第七部分由谭胜禹、钮强编写；第八、九部分由钮强编写，并负责整理、统稿；资料由张庆书搜集。

本手册在编写过程中得到冯叔瑜、许以文、王景厚、王明林、张维国、陈雁、向以信、石凤岐、范垂省、王甫、林溪石、申伟成、刘兴贵、崔光远、刘培林、莫大奎、魏在鑫、马剑等同志支持和指导，特此，表示衷心感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，诚恳期望广大读者指正。

编 者

1990年12月30日沈阳

目 录

序

前 言

一、普通爆破	1
(一) 土壤、岩石爆破装药量计算	1
(二) 木材爆破装药量计算	3
(三) 钢构件爆破装药量计算	5
(四) 砖、石、混凝土和钢筋混凝土建筑物 爆破装药量计算	14
(五) 桥梁爆破装药量计算	16
(六) 冻土爆破装药量计算	16
(七) 冰层、冰堆爆破装药量确定	17
二、硐室大爆破	19
(一) 硐室大爆破有关参数计算	19
(二) 硐室大爆破装药量计算	36
(三) 长条硐室大爆破装药量计算及有关参数 确定	38
(四) 堵塞长度确定	42
三、开掘爆破	44
(一) 井巷掘进爆破参数计算	44
(二) 光面爆破装药量计算	54
(三) 预裂爆破装药量及参数计算	55
(四) 地下浅眼崩矿爆破计算	57
(五) 深孔开采爆破计算	58

(六) 微差挤压爆破计算·····	65
四、拆除控制爆破和高能燃烧剂破碎、静态膨胀剂	
破碎·····	69
(一) 拆除控制爆破有关参数计算·····	69
(二) 拆除控制爆破装药量计算·····	75
(三) 高能燃烧剂爆破装药量计算·····	87
(四) 静态膨胀剂破碎装药量及有关参数计算·····	90
五、水中爆破·····	95
(一) 水压控制爆破计算·····	95
(二) 水中爆破荷载计算·····	105
(三) 水下夯实爆破装药量及参数计算·····	106
(四) 水下裸露装药爆破计算·····	107
(五) 水下穿孔爆破装药量计算·····	108
(六) 水下炸礁石装药量的计算·····	110
(七) 水下炸突嘴、石梁装药量计算·····	111
(八) 水下台阶深孔爆破装药量计算·····	112
(九) 水下径裂爆破装药量计算·····	112
(十) 水下岩塞爆破装药量计算·····	114
六、特种爆破·····	116
(一) 爆扩桩参数确定·····	116
(二) 爆扩井巷参数计算·····	121
(三) 爆炸压接参数确定·····	123
(四) 爆炸焊接参数确定·····	130
(五) 高锰钢爆炸硬化参数确定·····	135
(六) 爆炸消除焊接残余应力参数确定·····	135
(七) 爆炸成形参数计算·····	136
(八) 爆破炉瘤、炉底参数计算·····	140

七、电起爆网路计算与非电起爆系统·····	142
(一) 电起爆网路的一般要求·····	142
(二) 照明、动力线的电起爆网路计算·····	145
(三) 电容式发爆器的起爆网路计算·····	150
(四) 非电起爆系统·····	153
八、爆破安全距离计算·····	159
(一) 爆破地震安全距离计算·····	159
(二) 爆破空气冲击波安全距离计算·····	177
(三) 爆破飞石安全距离计算·····	186
(四) 殉爆安全距离计算·····	192
(五) 爆破有毒气体(炮烟)安全距离计算·····	195
(六) 爆破噪音安全距离计算·····	197
(七) 爆破水中冲击波安全距离计算·····	199
(八) 杂散电流、静电、射频电的安全 距离计算·····	203
九、附 录·····	209
(一) 岩石物理力学性质、普氏岩石分级、 岩石爆破分级及岩石爆破性分级·····	209
(二) 硝铵、胶质、乳化、猛炸药等组 成与性能·····	213
(三) 导爆索品种、性能和用途·····	222
(四) 电、非电雷管基本参数、品种和性能·····	222
(五) 普通、高能燃烧剂组成与性能·····	227
(六) 炸药爆炸主要参数计算·····	229
参考文献·····	233

一、普通爆破

普通爆破是指一般的土壤、冻土、冰层、岩石、砖、混凝土、钢筋混凝土、木材、钢构件的爆破。

(一) 土壤、岩石爆破装药量计算

1. 一般爆破装药量计算

$$Q = A \cdot B \cdot W^3, \text{ kg}$$

式中：Q——单个装药量，kg；

A——土壤、岩石抗力系数（表 1-1）；

B——装药作用系数（表 1-2）；

W——最小抵抗线，m。

表 1-1 材料抗力系数(A)值

材 料 名 称	A	备 注
新积松土地	0.26	1. 使用硝酸类炸药时，系数(A)与 TNT 炸药同。爆破坚硬的岩石如果用硝酸类炸药，系数(A)增大 0.2~0.5 倍
带有砂和碎石的土地	0.51	
生长植物的土地	0.57	
夹 砂 地	0.66	2. 如系分层土壤，系数(A)值取最坚硬一层数值
砂质粘土地及坚硬的青粘土	0.70	
多 石 土 壤	0.77	3. 坚硬岩层有缝隙时，系数(A)应缩小 0.5 倍
湿 砂	0.85	
红 粘 土	0.98	4. 在有条件时，最好用寻常装药（标准爆破漏斗）试验校正系数(A)
石 灰 岩	1.11	
花 岗 岩	1.34	

表 1-2 装药作用系数(B)值

地 下 装 药 种 类	$n = \frac{r}{W}$	B
微量装药或压缩爆破	<0.75	0.35
震荡装药或松动爆破	≈0.75	0.70
寻常装药或标准漏斗爆破	1.00	1.70
1.5 倍过量装药或抛掷爆破	1.50	5.06
2 倍过量装药或加强抛掷爆破	2.00	13.20

注：n 为装药作用指数，r 为破坏半径。

2. 压缩爆破装药量计算

(1) 装药量计算

$$Q = K \cdot A \cdot D^2, \quad \text{kg/m}$$

式中：Q——每纵长米装药量，kg/m；

K——系数，使用硝铵炸药时，土层厚度≤1m，取 3；
1.1~4m，取 4；>4m，取 5。使用 TNT 炸药时，应增加 10%；

A——土壤坚硬系数（表 1-1）；

D——构造物的设计直径，m（下同）。

(2) 确定最小安全厚度计算

$$h = a \cdot D, \quad \text{m}$$

式中：h——最小安全厚度，m；

a——最小安全厚度系数（表 1-3）。

表 1-3 最小安全厚度系数(a)值

L/D	<1	1~2	2~4	4~8	8~15	15~30
a	3	3.5	4	4.5	4.8	5

注：L 为装药长度，m

(3) 确定留空长度计算

$$L' = e \cdot D, \text{ m}$$

式中： L' ——留空长度， m

e ——留空长度系数（表 1-4）。

(4) 确定装药长度计算

当构造物直径小于 2m 时：

$$L_{\text{药}} = (4 \sim 5) D, \text{ m}$$

式中： $L_{\text{药}}$ ——装药长度， m

表 1-4		留空长度系数(e)值						
L/D	e	$(\alpha + \beta)$ (°)						
		50	55	60	65	70	75	80
2		2.10	1.93	1.82	1.75	1.68	1.64	1.61
3		2.28	2.09	1.97	1.90	1.82	1.78	1.74
4		2.40	2.22	2.08	2.00	1.92	1.88	1.84
5		2.52	2.31	2.13	2.10	2.02	1.97	1.93

注： α 为药孔倾斜角度； β 为地面坡度。

当构造物直径大于 2m 时：

$$L_{\text{药}} = (6 \sim 8) D, \text{ m}$$

(二) 木材爆破装药量计算

1. 圆木和方木爆破装药量计算

$$Q = K \cdot F, \text{ g}$$

式中： Q ——TNT 炸药装药量(g)，当使用硝酸铵类炸药时应

增加 50%；

K ——木材抗力系数（表 1-5）；

F ——炸断面积， cm^2

表 1-5 木材抗力系数(K)值

木 材 种 类	K 值	
	干 质	湿 质
脆弱木材（杨、柳）	0.80	1.00
中等坚硬木材（松、杉）	1.00	1.25
坚硬木材（枫、樟、橡、栗）	1.60	2.00

2. 密集木桩爆破装药量计算

$$Q = 30K \cdot D \cdot r^2, \text{ kg}$$

式中： Q ——TNT 炸药装药量(kg)，使用硝铵炸药时，计算值应增加 50%；

K ——木材抗力系数（表 1-5）；

D ——离装药中心最远的圆木直径或方木长边,m；

r ——由装药中心到最远木桩外缘的距离，m。

（此公式也适用于水中爆破密集木桩）

3. 树根爆破装药量计算

$$Q = K \cdot D, \text{ g}$$

式中： Q ——爆破每根树根的装药量，g；

K ——系数，一般为 10~20；

D ——树根露出地面的最大直径，cm。

在树根中钻孔爆破时，每 1cm 树根直径所需的铵梯炸药消耗量，可参考表 1-6。

表 1-6 每 1cm 树根直径的铵梯炸药消耗量(g/cm)

树根直径 cm		新 采 伐 的 树			早 采 伐 的 树		
		含卵石或 碎石土壤	疏松粘 土土壤	泥 炭	含卵石或 碎石土壤	疏松粘 土土壤	泥 炭
软 质 木 料	20~25	16	18	10	12	14	8
	30~35	18	20	12	14	16	10
	40~45	20	22	14	16	18	12
	50~55	22	24	16	18	20	14
	60~65	24	26	18	20	22	16
	70~80	26	28	20	22	24	18
硬 质 木 料	20~25	18	22	12	14	16	10
	30~35	20	24	14	16	18	12
	40~45	22	26	16	18	20	14
	50~55	24	28	18	20	22	16
	60~65	26	30	20	22	24	18
	70~80	28	32	22	24	26	20

(三) 钢构件爆破装药量计算

1. 钢板爆破的装药量计算

(1) 当炸断厚度小于 2.5cm 的钢板时，

$$Q = 25F, g$$

(2) 当炸断厚度为 2.5~10cm 的钢板时，

$$Q = 10hF, g$$

式中：Q——TNT 炸药装药量，g；

h——钢板厚度，cm；

F — 钢板炸断面积, cm^2 。

当钢板由数块用铆钉组合成, 而且装药又必须配置在铆钉上时, h 应等于一面铆钉头的高度与钢板厚度之和。组合钢板有空隙时, 尚应加上空隙厚度。

爆破装甲时, 应按上式计算装药量增加一倍。

(3) 当炸断金属物厚度不大于 15cm 时

$$Q = C \cdot t^2 \cdot F, \text{ kg}$$

式中: Q — TNT 炸药装药量, kg ;

C — 金属系数(生铁取 0.005 , 钢和熟铁取 0.0077);

t — 金属物厚度, cm ;

F — 金属物宽度, cm 。

在厂内爆破金属物时, 每个药包不得超过 2kg , 用裸露药包爆破时, 用粘土覆盖, 厚度不小于 25cm 。

(4) 当炸断金属物厚度大于 15cm 时,

$$Q = 1.5L^3, \text{ kg}$$

式中: Q — TNT 炸药装药量, kg ;

L — 炮眼深度, m 。

金属物爆破的炮眼一般用钻头钻成或用氢氧气烧成。炮

眼直径一般为 $30 \sim 35\text{mm}$; 深度为金属物厚度的 $\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}$ (应根据情况而定); 炮眼间距常为 $30 \sim 40\text{cm}$, 但不能太大。

(5) 聚能爆破切割钢板参数计算与选择

(a) 聚能爆破穿透能力与炸药爆轰压力的计算关系式

$$\frac{L}{d} = a \cdot p(\rho \cdot Q)^{\frac{1}{2}} + b$$

式中: L — 聚能爆破穿透深度, mm ;

d ——聚能穴底直径, mm;

p ——炸药爆轰压力, Pa;

ρ ——装药密度, g/cm³;

Q ——炸药爆热, J;

a 、 b ——与装药结构有关的试验系数。

(b) 聚能穴形状、高度、装药量对穿透钢板深度的影响
梯恩梯炸药铸成直径 40mm, 高 100mm 药柱的聚能
爆破效果, 如表 1-7。

表 1-7 梯恩梯药柱的聚能爆破效果

穿透深度(mm)	25	25	25	24	23	22	20	18	13
炸 药 量(g)	164	165	171	168	170	168	169	172	173
聚能穴高度(mm)	32	40	40	30	22	36	30	44	15
聚能穴形状	圆锥	截顶圆锥	圆锥	双曲线	椭圆	圆柱	正方柱	楔形	半球

(c) 钢质聚能罩(壁厚 1mm)的形状、锥角、尺寸对
聚能流速度的影响, 如表 1-8。

表 1-8 钢质聚能罩对聚能流速的影响

聚能罩形状	半球形	圆 锥 形			双曲线形
聚能罩锥角(°)	—	60	35	27	—
聚能罩底径(mm)	28	27.2	27.2	27.2	27.2
聚能流速度(m/s)	300 0	650 0	730 0	740 0	950 0

注: 装药直径 30mm, 装药高度 70mm。

(d) 采用黑索金、梯恩梯炸药、圆锥形聚能罩时, 不同
高度、锥角对穿甲深度的影响, 如表 1-9。

表 1-9 药柱高度、锥角对穿甲深度的影响

锥角(°)	高度(mm)	底径(mm)	H/D	穿甲深度(mm)
27	112	56	2	210
35	67.2	56	1.2	165
60	56	56	1	135

(e) 聚能罩底空距（炸高）等参数对切割钢板的关系，如表 1-10。

表 1-10 切割钢板的聚能药包参数

药包尺寸(mm)				单位药量 (g/cm)	切割钢板厚度 (mm)
炸高	药型罩壁厚	高度	宽度		
10.6	0.84	10.6	19.8	3.5	15.87
12.7	0.90	12.7	23.8	5.1	19.05
17.0	1.32	17.0	31.8	9.1	25.40
25.4	1.98	25.4	47.7	20.5	38.10
33.8	2.64	33.8	63.5	36.5	50.80

2. 钢梁爆破装药量计算

当炸断腹板或翼板厚度小于 2.5cm 时：

$$Q = 50F, g$$

当炸断腹板或翼板厚度在 2.5~10cm 时：

$$Q = 20h \cdot F, g$$

式中：Q——TNT 炸药装药量，g；

h——钢板厚度，cm。

F ——炸断面积, cm^2 。

3. 钢索（圆钢）爆破装药量计算

$$Q = (80 \sim 100)d^2, \text{ g}$$

式中: Q ——TNT 炸药装药量, g ;

d ——钢索（圆钢）的直径, cm 。

应将计算的装药量分捆成对等的二个集团药包, 交错配置在钢索（圆钢）的相对的两侧, 同时起爆。

4. 钢管爆破装药量计算

当炸断厚度小于 2.5cm 时:

$$Q = 25\pi \cdot d \cdot h, \text{ g}$$

当炸断厚度 $2.5 \sim 10\text{cm}$ 时:

$$Q = 10\pi \cdot d \cdot h^2, \text{ g}$$

式中: Q ——TNT 炸药装药量, g ;

π ——圆周率, $\pi \approx 3.1416$;

d ——钢管的外径, cm ;

h ——钢管的壁厚, cm 。

5. 切割铸铁管装药量计算

$$Q = K \cdot d \cdot h^2, \text{ g}$$

式中: Q ——TNT 炸药装药量, g ;

K ——用药系数（表 1-11）;

d ——钢管内径, cm ;

h ——钢管壁厚度, cm 。

此公式是采用 TNT 炸药切割铸铁管时的药量计算, 如果换用导爆索切割铸铁管, 则应将 TNT 炸药换算成导爆索

表 1-11 用药系数(K)值

<i>d</i> (cm)	10~30	40~50	60~90
<i>K</i>	2.4~3.0	1.8~2.0	1.5~1.8

的长度，其换算按下式：

$$L = \frac{Q}{m \cdot e} , \quad m$$

式中： *L*——导爆索的长度，m；
 Q——TNT 炸药装药量，g；
 m——每 *m* 导爆索含药量（16.75g/m）；
 e——炸药换算系数（*e* = 1.1~1.3）。

6. 金属箱子爆破装药量计算

在爆破前，先在箱内装满水，然后用防水炸药做成药包用棍子悬挂在水中，药包放入水中的深度等于水深的 $\frac{2}{3}$ 。其药量按表 1-12。

表 1-12 金属箱子爆破装药量

箱 板 厚 (mm)	药 包 重 量 (g)
150	700
200	800
250	1 000

7. 锅炉爆破装药量计算

锅炉爆破一般用较长的药包，并将药包放在铆钉排上，