

目 录

第一章	控制爆破常用的炸药和器材	2
第一节	炸药	2
第二节	起爆材料	13
第三节	点火器材	20
第二章	控制爆破的设计	33
第一节	控制爆破的种类	33
第二节	爆破部位的选择及炮孔设计	35
第三节	药量计算	46
第四节	起爆线路的设计	58
第五节	控制爆破中的安全因素	64
第三章	控制爆破的施工	76
第一节	钻孔作业	76
第二节	装药、填塞及爆点的防护	77
第三节	电起爆线路的敷设	81
第四节	起爆	85
第五节	哑炮的处理	85
第六节	控制爆破的效果分析	87
第四章	安全生产	89
第一节	关于安全施工	89
第二节	关于爆炸物品的安全管理	90

附：控制爆破的应用实例·····	93
一、钢筋混凝土柱的控制爆破·····	93
二、铸铁管的切割爆破·····	97
三、红砖墙的控制爆破·····	100
四、烟囱的控制爆破三例·····	101
五、室内机械基础（座）的控制爆破·····	110
六、井下爆破钻杆二例·····	113
七、楼房的拆除爆破·····	117

所谓控制爆破技术是指通过一定的技术措施，严格控制爆炸能量和爆破规模，使爆破时产生的飞块、声响、地震波及空气冲击波有效地控制在规定的限度之内，达到预定的爆破目的，又能保护周围建筑设施和人身安全。也就是指通过合理选择爆破参数和药量，使炸药的能量刚好达到介质表面（即临空面），或使爆破产生的应力波刚好导致介质开裂松散，但不产生或很少产生碎块抛掷现象，从而使爆破噪音、震动、破坏区域以及破碎物的散坍范围，均能控制在规定的限度之内。

目前，控制爆破技术在城市改建工程中应用越来越广泛。例如用在拆除楼房、厂房、站坪、烟囱、水塔、桥梁（墩）、防空洞、机械基础、河岸码头及各种钢筋混凝土构件的爆破作业。控制爆破的特点是：既适用于大规模的拆除工程，也适用于拆除小规模机座、柱的作业；既可在室外，也可在室内；既可使被爆破物体定向倒塌，也可使被爆破物体原地开裂松散。采用这种技术拆除建筑物，不需要复杂的专用设备，也不受环境限制，在一般用人工无法施工的情况下均能收到良好的效果。此外，还可以减轻劳动强度，提高经济效益，倒塌下来的大部分原建筑材料（如红砖、料石、预制构件、钢筋等等）还能回收利用，可节约相当一部分的施工经费和材料。

第一章 控制爆破常用的炸药和器材

控制爆破常用的器材,包括炸药、起爆材料及点火器材。

炸药是爆破的主要能源,一般采用低级炸药(如黑火药、硝铵炸药)或高能燃烧剂“炸药”。这些炸药的成本低,原料来源丰富,生产使用比较安全。起爆材料是炸药的引爆能源,主要有雷管、导火索、导爆管和点火头等。点火器材主要有欧姆表、导电线及起爆电源等。

第一节 炸 药

一、炸药的种类

炸药的种类很多,按炸药性能和应用可分为:起爆炸药、烈性炸药、黑火药、硝铵炸药和用作“近人爆破”的高能燃烧剂“炸药”。

(一) 起爆炸药

起爆炸药是用来诱发其它炸药爆炸的一种敏感性较高的炸药。这类炸药的敏感度很高,外界给以很小的能量(如撞击、火焰及电能等),就可以使它爆炸,并且爆速快,所以多用来装填雷管,起爆其它炸药。如雷汞 $\text{HgC}(\text{NO}_2)_2$,用麦

秆轻轻搔动即可引起爆炸。

（二）烈性炸药

烈性炸药的敏感度要比起爆炸药小得多，但引爆后爆速很快，威力也高。如特屈儿、黑索金、泰安、塑性炸药等。这种炸药除在军事上使用外，为了提高炸药的威力，也可掺和到硝铵炸药中使用。烈性炸药还可用来制作导爆索和雷管的副起爆药。表1—1中列出的是四种常见烈性炸药的物理性质和爆炸性能。

（三）黑火药

黑火药是由硝酸钾(KNO_3)75%，硫磺(S)10%和木炭(C)15%配制而成的一种混合炸药，即常说的“一硝、二磺、三木炭”。其成品呈灰黑色，容易受潮，当含水量超过1%时，便结成块状，失去爆炸能力。黑火药对火花非常敏感，金属撞击产生的火花就能使它燃烧或爆炸。同时，对摩擦和撞击的敏感度也很高，所以在操作时应十分小心，尤其应避免使用铁器和明火。

黑火药是一种慢性炸药，爆速低，猛度小，一般用来制造导火索。

（四）硝铵炸药

硝铵炸药的主要成分是硝酸铵，根据炸药组成成分的不同，又可分为铵梯炸药、铵油炸药和廉价炸药。

1. 铵梯炸药

铵梯炸药的原料是硝酸铵、梯恩梯和锯末。主要用于爆破钢筋混凝土、混凝土、砖、岩石和采矿。对于井下采煤的铵

表 1—1 烈性炸药的物理性质和爆炸性能

炸药名称	结晶形态	密度 (克/厘米 ³)	爆速 (米/秒)	爆热 (千卡/公斤)	爆温 (℃)	爆炸气体生成量 (升/公斤)	爆力 (毫升)	猛度 (毫米)
梯恩梯	黄色粉末 或鳞片状	1.3	7,000	1,000	2,950	730	285~300	16
特屈儿	浅黄色结 晶	1.6	7,200	1,090	3,900	760	380	20~22
泰安	白色粉状	1.54	8,300	1,400	4,010	800	800	25
黑索金	白色粉状	1.75	8,400	1,400	3,850	900	520	29

铈炸药，除上述成分外，还加有食盐作为消焰剂。几种铈铈炸药的成分和爆炸性能，见表1—2。

表1—2 几种铈铈炸药的成分和炸药性能

炸药名称	组成成分(%)				密度	爆力	猛度	殉爆距离
	硝酸铵	梯恩梯	锯末	食盐	(克/厘米 ³)	(毫升)	(毫米)	(厘米)
1号岩石铈铈	83	14	3	—	0.95~1.05	350	13	9
2号岩石铈铈	85	11	4	—	0.95~1.05	320	12	8
1号露天铈铈	82	10	8	—	0.8~1.0	300	11	5
2号露天铈铈	86	5	9	—	0.8~1.0	280	9	4
3号露天铈铈	88	3	9	—	0.8~1.0	260	8	3
1号煤矿铈铈	68	15	2	15	0.9~1.05	290	12	6
2号煤矿铈铈	71	10	4	15	0.9~1.05	250	10	5

2. 铈油炸药

铈油炸药的原料是硝酸铵、柴油和锯末。铈油炸药的价格仅为2号岩石铈铈炸药的三分之一，而且原料来源广，制造简易安全。常用的几种铈油炸药配方和性能，见表1—3。

3. 廉价炸药

廉价炸药是用硝酸铵80%、锯末20%的配方制作的，可以用来爆破黄土。这种炸药比铈油炸药少用了12%的硝酸铵，所以炸药的成成本降低了15%。从爆破漏斗试验说明，这种炸药的爆力相当于铈油炸药（硝酸铵92%、柴油4%、锯末4%）的94%。这种炸药的爆力和猛度与炸药的含水量有关，见表1—4。

表 1—3 几种常用的铵油炸药配方和爆炸性能

配 方 (%)			密 度	爆 速	爆 力	猛 度
硝酸铵	柴 油	锯 末	(克/厘米 ³)	(米/秒)	(毫升)	(毫米)
92	4	4	0.95	3,305	280	9.5
92	3	5	0.95	3,100~3,500		
91	3	6	0.85~0.90	3,000	280	9

表 1—4 廉价炸药的爆力和猛度值

配 方 (%)		炸药含水	爆 力 (毫升)	猛 度
硝 酸 铵	锯 末	(%)	以92—4—4为 100 的相对值	(毫米)
80	20	0.47	91	8.10
80	20	1	90	7.45
80	20	1.90	86	6.95
80	20	4.40	85	5.25

(五) 高能燃烧剂“炸药”

高能燃烧剂“炸药”是用于近人爆破的炸药。它是金属氧化剂和金属还原剂的混合物，起化学反应的速度较慢，所以制作、运输、保管和使用都比较安全。这种“炸药”的特点是：爆破时音响震动小，基本不产生飞散物；用药量小，比较经济；使用技术简单，容易掌握。目前，这种“炸药”主要用于建筑物密集、人员集中的地区或室内，以及对钢筋混凝土、混凝土、砖、石等均质材料的切割和破坏爆破。此外，还可用于开采、加工大理石、玉石等成型石料。

目前在近人爆破中使用的高能燃烧剂“炸药”的配方有如下几种。

1. 铝粉(A1)：二氧化锰(MnO_2) = 30:70;
2. 铝粉(A1)：氧化铜(CuO) = 20:80;
3. 铝粉(A1)：溴酸钾(KBrO_3)：氯酸钾(KClO_3) = 40:30:30;
4. 铝粉(A1)：溴酸钾(KBrO_3) = 40:60;
5. 铝粉(A1)：硝酸钾(KNO_3) = 30:70。

爆破施工中，也可根据待爆物体的特点按表1—5所示的配比，将各自原料混合搅拌均匀后，即可进行爆破作业。

表1—5 高能燃烧剂“炸药”的配比及有关参数

眼深 (厘米)	眼距 (厘米)	有无 钢筋	混凝土 标 号	二氧化锰 (克)	氧化铜 (克)	铝粉 (克)	硝铵 炸药 (克)	备 注
80	20	有	250	30	22.5	22.5	20	快硬水泥砂浆堵塞
80	30	有	250	40	30	30	40	同上
70	30	无	250	30	22.5	22.5	30	同上
70	30	无	100	20	15	15	10	黄土堵塞
80	40	有	250	40	30	30	50	快硬水泥砂浆堵塞
70	40	无	250	30	22.5	22.5	40	同上
80	45	有	250	40	30	30	55	同上
70	45	无	250	30	22.5	22.5	45	同上
80	50	有	200	40	30	30	55	同上
75	50	无	200	40	30	30	45	同上
60	30	有	350	50		20	30	黄土堵塞

注：硝铵炸药放在雷管底下。

二、炸药的一般性质

炸药的一般性质，主要包括炸药的敏感度、炸药的威力、炸药的爆炸稳定性及炸药的氧平衡等。

(一) 炸药的敏感度

炸药在外界能量的作用下，发生爆炸的难易程度称为炸药的敏感度。敏感度分为：爆燃点、对火敏感度、机械敏感度和起爆敏感度。

1. 爆燃点

爆燃点是指炸药对热能的敏感度，即在规定时间（五分钟）内使炸药爆炸的最低温度。常用炸药的爆燃点，见表 1—6。

表 1—6 常见炸药的爆燃点

炸药名称	梯恩梯	黑索金	雷汞	黑火药	硝酸炸药
爆燃点 (℃)	295~300	230	175~180	290~310	280~320

但要注意：如果炸药长期处在高温，即使低于上述爆燃点的温度，也会发生爆燃，特别是在局部过热情况下，常会引起爆炸。

2. 对火敏感度

有些炸药虽然爆燃点高，但在接触火花时都很敏感，容易引起爆炸。例如黑火药稍一接触到火花，就很容易燃烧或引起爆炸。因此对这类炸药，应该严禁使用铁制工具，以防因撞击或摩擦时产生火花，引起爆炸。

3. 机械敏感度

它包括炸药对撞击和摩擦的敏感度。由于撞击和摩擦是炸药最容易遇到的外界作用，所以应该给予足够的重视。一般来说，对撞击比较敏感的炸药，对摩擦也就比较敏感。炸药的撞击敏感度是以10公斤的落锤从25厘米的高度落下，炸药受撞击引起爆炸的百分数来表示，见表1—7。

表1—7 几种炸药的撞击敏感度

炸药名称	梯恩梯	黑索金	泰安	硝化甘油	雷汞	黑火药	硝铵炸药
炸药百分数(%)	8	80	100	100	100	50	16~32

4. 起爆敏感度

炸药爆炸所需要的最小外界能量称为起爆能。各种炸药的起爆能是不相同的，一般炸药的起爆敏感度越大，要求的起爆能就越小。当炸药中掺杂坚硬、具有棱角的杂质（如砂子、碎玻璃、铁屑等）时，可提高炸药的起爆敏感度。当掺有一些水或石油副产品（如石蜡、沥青、柴油等）时，可降低敏感度。因此在使用炸药时，不要随便在炸药中掺入其它物质，以免发生意外的爆炸或拒爆事故。

（二）炸药的威力

炸药的威力是指炸药在爆炸时，对被爆物体介质的破坏和抛掷的总的作功能力。炸药威力的大小与炸药爆炸时产生的爆热（一公斤炸药的热量约为400~1500千卡）、爆温（一公斤炸药的爆温可达1500~4500℃）、爆速（常用炸药的爆速可达每秒3000~8500米）、爆炸气体生成量（常用的炸药

每公斤可生成600~1000升的气体)等有密切的关系。凡是爆热多、爆温高、爆速快、气体生成量多的炸药,威力就大。

控制爆破所用的硝酸炸药的威力,可用爆力和猛度的大小来衡量。

1. 爆 力

爆力是指炸药爆炸时对周围介质破坏范围的大小,也就是能爆破多少土石方。炸药的爆力越大,破坏的范围和体积就越大。爆力的大小取决于爆热、爆温和气体生成量的大小。

2. 猛 度

猛度是指炸药爆炸时对周围介质的破碎能力。炸药的猛度越大,介质被破碎得越细,抛掷距离也就越远。猛度的大小与炸药的爆速成正比,爆速越大,猛度就越大。

(三) 炸药的爆炸稳定性

炸药起爆后,若能以恒定的速度完成爆炸反应,就说明这种炸药的爆炸稳定性好。爆炸不稳定就会出现爆炸不完全,不能充分发挥炸药应有的威力,爆破效果就会降低。影响爆炸稳定性的因素有以下两个方面。

1. 药包直径

试验表明,随着药包直径的增大,在一定限度内炸药的爆力和猛度也随之增加,但直径增加到一定数值后,爆力和猛度就基本不变,此时说明爆炸已达稳定。硝酸炸药的药包直径应小于35毫米,一般取22~32毫米。

2. 密 度

单位体积的炸药重量称为炸药的密度。随着炸药密度的

提高，爆速和猛度也增大，但密度增加到一定限度后，爆速和猛度又开始下降。硝酸炸药的适宜密度为0.9~1.05克/厘米³。

(四) 炸药的氧平衡

炸药是由碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)等四种元素组成的，其中碳和氢是可燃元素。如果炸药组成中，含氧量恰好使可燃元素碳和氢完全氧化，生成二氧化碳(CO₂)和水(H₂O)，并放出大量的热，这样的炸药成分称为零氧平衡。如果含氧量不足，碳就不能被完全氧化，则要产生一部分一氧化碳(CO)，这种炸药称为负氧平衡。如果含氧量过多，除产生二氧化碳和水外，炸药成分中的氮也被氧化，生成一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO₂)，这种炸药称为正氧平衡。无论是负氧平衡还是正氧平衡的炸药，爆炸时所产生的热量都将减少，而且还会生成一氧化碳和氧化氮等毒性气体，对爆破工作不利。为了防止爆破中毒事故，爆破后不要立即进入排气不良的现场。

表 1—8 常用炸药成分的氧平衡

氧 化 剂	氧 平 衡	可 燃 剂	氧 平 衡
硝 酸 铵	+0.20	木 粉	-1.37
硝 酸 钠	+0.47	石 蜡	-3.45
硝 酸 钾	+0.396	轻柴油	-3.27
氯 酸 钾	+0.392	木 柴	-2.667
过 氯 酸 钾	+0.462	煤粉 (含炭86%)	-2.559

混合炸药的氧平衡，等于配制炸药的各组成成分的氧平衡之和，正氧平衡的成分是氧化剂，负氧平衡的成分是可燃剂。常用炸药的氧平衡数值，见表1—8。

三、炸药的检验

成品炸药的检验工作，是保证爆破质量和人身安全的关键。尤其是自制的炸药，必须通过严格的检验之后才能使用。炸药的检验主要是起爆敏感度试验和爆破漏斗试验两项。

（一）起爆敏感度试验

试验时，取1公斤炸药，装在直径50毫米的纸筒里，药中插入一个连有导火索的8号雷管。然后把药包放在地上，点燃导火索起爆炸药，如炸药完全爆炸，爆坑也很明显，说明炸药的起爆敏感度已达到要求。如果爆炸后仍发现有不少的残药，爆坑也很小，说明炸药的敏感度不够，应检查炸药的原料、配比和加工过程，发现问题及时纠正。

（二）爆破漏斗试验

试验时，取1公斤炸药，装在纸袋内，安上8号雷管和导火索。然后把药包埋在1米深的地下，引爆后测量爆破漏斗半径和深度，如此重复试验三次，求出平均值。然后把数值代入公式 $V = \frac{1}{3}\pi r^2 P$ （式中：V为土方量，r为爆破漏斗半径，P为可见漏斗深度），计算出抛掷土方量，若其值很小，说明炸药的威力不够，应检查炸药的原料、配比和加工过程，发现问题及时纠正。

第二节 起爆材料

起爆材料包括雷管、导火索、导爆索和点火头。

一、雷 管

雷管按起爆方式的不同，分为火雷管和电雷管两种。电雷管又分为瞬发雷管和延期雷管。雷管的管壳有铜、铝、铁、纸四种。根据雷管内起爆药量的多少，分为10种型号。通常使用的是6号和8号两种，6号相当于雷汞1克，8号相当于雷汞2克。

(一) 火 雷 管

火雷管的构造见图1—1。它是由外壳、正副起爆药和

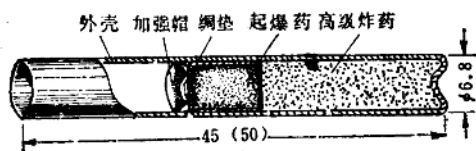


图1—1 火雷管

加强帽三部分组成。管壳的一端开口，另一端封闭成窝槽状，起聚能作用。加强帽又称金属帽，中间有一小孔称传火孔。加强帽的作用是缩小正起爆药的暴露面，减少使用上的危险，并能防潮和加强爆力。正起爆药用的是雷汞、氮化铅或史蒂粉酸铅等起爆炸药或它们的混合物，副起爆药压在雷

管底部，常用特屈儿、黑索金、泰安、梯恩梯等烈性炸药。在雷管壳开口一端，留有15毫米以上的一段空隙，可以插入导火索。

火雷管受到撞击、摩擦、加热和火花时都可以引起爆炸。因此在保管时，应锁在木箱里，存放在专用的雷管仓库内。移动时，要轻拿轻放，不能随便乱扔。如发现雷管生锈、受潮或口部破裂时不能使用。

（二）电 雷 管

电雷管分瞬发和延期两种，构造见图1—2、图1—3。电雷管的构造与火雷管的构造相似，也有正、副起爆药和加强帽，所不同的是电雷管的开口一段有一个电气点火装置。

电雷管是通过电桥产生的热量，使管内的起爆药爆炸

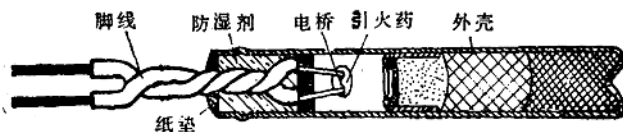


图 1—2 瞬发电雷管

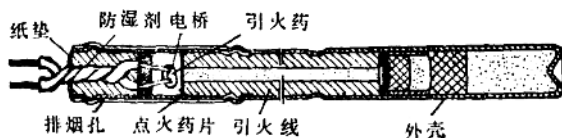


图 1—3 延期电雷管

的。延期电雷管的电桥与正起爆药之间加有一段延时火药（导火索），用来延长电雷管的起爆时间。延期电雷管，根据起爆延期的时间长短，分为秒延期、半秒延期和毫秒延期等几种。一般秒延期电雷管的延期时间不十分准确，毫秒电雷管的延期时间较准确。国产毫秒电雷管的规格，见表1—9。

表 1—9 国产毫秒电雷管的规格

段别	秒 量 (毫秒)	分段标志 (脚线颜色)	段别	秒 量 (毫秒)	分段标志 (脚线颜色)
1	≤ 13	灰 红	11	460 ± 40	用 标 牌
2	25 ± 10	灰 黄	12	550 ± 45	同 上
3	50 ± 10	灰 蓝	13	650 ± 50	同 上
4	$75 \begin{smallmatrix} +15 \\ -10 \end{smallmatrix}$	灰 白	14	760 ± 55	同 上
5	110 ± 15	绿 红	15	880 ± 60	同 上
6	150 ± 20	绿 黄	16	1020 ± 70	同 上
7	$200 \begin{smallmatrix} +20 \\ -25 \end{smallmatrix}$	绿 白	17	1200 ± 90	同 上
8	250 ± 25	黑 红	18	1400 ± 100	同 上
9	310 ± 30	黑 黄	19	1700 ± 130	同 上
10	380 ± 35	黑 白	20	2000 ± 150	同 上

电雷管的准爆电流与供电种类和爆破对象有关，在实际爆破工程中，可按表1—10中数值选用。

使用电雷管时，首先查看外表是否变形和生锈，然后用欧姆表导通或测量其电阻。用欧姆表检查时，为保证安全，应将电雷管放在遮蔽物后面，或埋在10~20厘米的土中，如放在地面上检查，安全距离应不小于30米。