



水利建設的先進施工技術

爆破工程

12509 黑龍江省水利廳著

水利電力出版社

前 言

爆破在現代国民經济中占有重要的地位，广泛采用爆破方法进行各种工程作业。在我国是解放以后才得到开展。随着大规模經济建設的发展，在苏联无私援助下，利用炸药爆炸能量来代替繁重体力劳动的方法正在不断提高，范围也不断地扩大，党和政府对此給予了足够的重視。

在水利建設中，正在广泛地采用爆破。爆破可用于加深和扩寬河流、開設水渠、兴修水庫、开采石料、爆破冻土等工程。1957年加深黑龙江河底，1955年炸除松花江中的險灘，都曾使用了爆破方法。这不但解决了劳动力不足的困难；而且还减少了劳动强度，提高了工效，縮短了工期。

爆破还可用于炸除冰坝、炸碎流冰，以保护堤坝及桥梁。

必須指出，由于爆破工程中使用的是爆炸品，所以在学习和实际工作中必須特別注意安全防險措施，严格遵照規定的方法和步骤来进行操作。

內 容 提 要

本書首先敘述了炸藥的性能和爆破的基本理論知識，其次介紹了引起炸藥爆炸的点火器材及我國用土法制炸藥的經驗。另外，本書以較大篇幅闡述了使用炸藥的具體措施及注意事項。

本書可供從事水利工程施工以及采礦工業、筑路工程等等有關爆破方面的工作人員及工程技術人員參考。

爆 破 工 程

黑龍江省水利廳著

*

1844S536

水利電力出版社出版（北京西郊科學路二里溝）

北京市書刊出版業營業許可證出字第106號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 開本 * 2 $\frac{3}{4}$ 印張 * 74千字

1958年12月北京第1版

1958年12月北京第1次印刷(0001—6,100冊)

統一書號：15143·1449 定價(第8類)0.33元

1.0

目 录

第一章 炸藥.....	4
1-1. 爆炸(4) 1-2. 炸藥的分类(4) 1-3. 雷汞(5) 1-4. T.N.T.(6)	
1-5. 硝酸铵炸藥(6) 1-6. 黑火藥(8) 1-7. 氯酸钾炸藥(10)	
第二章 点火法与点火器材.....	12
2-1. 雷管(12) 2-2. 导火索点火法(14) 2-3. 电雷管(16) 2-4. 电源(18)	
2-5. 检查测定仪器(18) 2-6. 导电綫(18) 2-7. 电点火綫路的計算網(19)	
2-8. 保証电点火法成功的措施(22) 2-9. 电点火法的作业組織(23) 2-10.	
对电点火的評價(23)	
第三章 实施爆破作业及运输保管炸藥时的防險措施.....	24
3-1. 一般防險措施(24) 3-2. 导火索点火时的防險措施(26) 3-3. 电点火	
时的防險措施(27) 3-4. 土壤岩石爆破时的防險措施(28) 3-5. 保管爆炸	
器材的基本原则(29) 3-6. 分发与搬运爆炸器材时的保險措施(31) 3-7.	
用汽車(馬車)运送爆炸器材的規則(32)	
第四章 装藥在土壤岩石中的爆破作用.....	33
4-1. 地下装藥的爆炸作用(33) 4-2. 地下装藥的分类及計算(34)	
第五章 土壤岩石的飞散爆破.....	42
5-1. 单个装藥爆炸法(42) 5-2. 一列装藥爆炸法(42) 5-3. 二、三列装藥	
爆炸法(44) 5-4. 导向装藥(47) 5-5. 地下装藥在土壤中的設置(49)	
5-6. 飞散爆破时土壤的飞散距离(51)	
第六章 冻土爆破.....	51
6-1. 概說(51) 6-2. 藥孔法(52) 6-3. 橫孔法(55) 6-4. 藥坑法(57) 6-5.	
開設藥孔的方法(57) 6-6. 装藥的設置与爆炸(58)	
第七章 岩石爆破.....	61
7-1. 藥孔法(61) 7-2. 藥壺法(球狀空室法, 葫蘆炮法)(66) 7-3. 藥室法(71)	
第八章 特种爆破.....	74
8-1. 疏浚河道(74) 8-2. 冰凌爆破(77) 8-3. 挖掘樹根(81) 8-4. 深耕土	
壤(83)	
主要参考書.....	90

第一章 炸 藥

1-1. 爆 炸

爆炸是我們在日常生活中容易遇到的一种現象。按其性質的不同，可分为兩大类：

1. 物理爆炸 即物体的物理状态突然发生变化。例如自行車輪胎打气太足，輪胎本身强度不够时就会爆炸。这类爆炸仅是物理变化的过程，其間并未产生任何化学变化。

2. 化学爆炸 即物体的化学性質突然发生变化，例如黑火藥的爆炸。黑火藥是硝、硫磺和木炭的混合物，爆炸是由于这三种物質間发生了极其迅速的化学变化，放出大量的热和气体，从而形成了很大的气体压力，并向周圍膨脹。

炸藥的爆炸是化学爆炸中最重要的一种，从本質上看，炸藥的爆炸与燃料(例如煤炭)的燃燒是极为相似的，基本上即是碳氧化为二氧化碳或一氧化碳，氢氧化为水。但是不同点就在于燃料的燃燒必須依靠外界氧气，所以反应速度就慢；而炸藥則不需要依靠外界氧气，所以速度就快。这是因为炸藥本身已經同时具备了可燃与助燃的二种成分。利用这个原理，我們可以把燃料和助燃物(含氧多的物質，又叫氧化剂)混在一起，就可以作为炸藥使用。例如黑火藥中的木炭、硫磺就是燃料，硝石即屬助燃物質，按照一定比例混合，待点火后就能爆炸。

这样，我們就可以替炸藥下个定义：受到外界作用后，能迅速、自动地完成化学变化，并放出大量热与气体的物質，称为炸藥。

1-2. 炸藥的分类

实际上，能够符合上述定义的物質是很多的，但真正能作为

炸藥使用的，還必須能符合其他的一些要求。譬如：原料要豐富、制造要簡便、威力要大、性能要安全等等，所以常用的也不過十幾種而已。

按炸藥的組成來說，可分為兩類：

1. 化合物 它兼含有可燃性成分與助燃性成分，可以單獨作為炸藥來使用。這類炸藥軍事上使用較多，如T.N.T.(三硝基甲苯)即是。

2. 混合物 可燃性物質與助燃性物質混合而成，在爆炸前彼此不起化學作用，只是一種混合體。這類炸藥民間用得較多，如黑火藥、硝酸銨炸藥等。

按炸藥的用途可分為三類：

1. 起爆藥 這類炸藥都很靈敏，用於起爆其他的一些較遲鈍的炸藥，處理時必須特別小心，一般用於雷管、火帽等處，如雷汞。

2. 破壞藥 這類炸藥比較遲鈍些，可以用於一般爆破作業，按其威力的大小又可分為高級炸藥、中級炸藥和低級炸藥三種。工業上使用的以低級炸藥為主，如硝酸銨炸藥、黑火藥等。

3. 發射藥 這類炸藥用以拋射彈丸(槍彈後部的彈壳內就裝着發射藥)，又稱為火藥，如有烟火藥(即黑火藥)、無烟火藥等。

我們將着重研究破壞藥，也附帶提一下起爆藥。現分述如后。

1-3. 雷 汞

這是一種白色的小粒晶體，常見的因混有汞，故稍帶灰色，具有甜而酸的金屬味，有毒，難溶於水，煮沸時則稍溶於熱水，受潮濕的影響很大，如含水量達10%時只燃燒不爆炸，含水量30%時甚至不能燃燒，故裝雷汞的雷管必須防潮，冬天不能有雪水侵入。

在所有實際使用的炸藥中，雷汞是最靈敏的一種，特別是在乾燥情況下；所以平時只能放在水中，應注意的是：即使在水中仍然是有危險性。

潮湿时，雷汞能腐蝕鋁，作用很快，且放出大量热，生成非爆炸性化合物，所以雷汞不能放在鋁壳內，而只能放在銅壳內。

制造雷汞的方法是比較簡便的，在抗日戰爭、解放戰爭期間，我軍曾用土法大量生产。但雷汞很灵敏，所以必須特別注意操作时的安全。

用硝酸 6 兩、水銀 1 兩、酒精 10 兩作为原料，約可得到雷汞一兩多。先將硝酸放在盆內，將水銀用麻布或綢子濾过約 5 ~ 6 次，濾淨后的水銀放入硝酸內，硝化后加入酒精，一面发生白烟，一面就生成雷汞，作用时温度不能过高(应在 85°C 以下)否則会影响产量。

俟发烟完毕后取出，用酒精洗淨，過濾后即得到雷汞；或也可將它先溶于氢氧化銨(阿莫尼亞水)中過濾，再加醋酸中和氢氧化銨，然后結晶即得純雷汞。

1-4. T.N.T.(三硝基甲苯)

这是一种淺黃色或黃褐色的固体，难溶于水，不受潮湿影响，可用于水中爆破，但粉狀的浸透水后不爆炸。常見到的呈片狀、味苦、有毒性，受阳光照射后变成深黃甚至棕黃色，但并不影响其爆炸性能，也不会自燃或爆炸。

这种炸藥比較迟鈍，枪彈貫穿通常也不爆炸或燃燒，与金屬不起作用，并且熔点較低(80°C 左右)，很容易熔鑄，威力又大，是軍用的主要炸藥。可以用于各种爆破作业。因其本身缺氧，爆炸时容易产生有毒气体(如一氧化碳)，所以不能用在地下爆破。

1-5. 硝 銨 炸 藥

这是一种以硝酸銨为主要成分的混合炸藥，成分特別复杂。由于制造方便，使用比較安全，又具有一定的威力，所以工业上使用最多。其一般的特性是：

1. 吸湿性很强 因为硝酸銨易溶于水，吸湿后难以起爆，湿度如超过 3 % 就不能爆炸。硝銨炸藥是否受潮可用下法檢查：將

炸藥包一端打開，向手掌倒出一些炸藥，然後合拳壓縮，拳頭松开時，如炸藥散成粉狀，象干砂粒一樣，則認為它是干的；如炸藥在手掌中仍呈濕塊狀，則不宜使用。

吸濕後的硝酸銨炸藥容易與金屬起作用，假如雷管插入硝酸銨炸藥中時間過長時，管體即被腐蝕，這是很危險的。所以規定雷管插入硝酸銨炸藥中的時間不能超過1晝夜。

2. 具有硬化性 受潮以後，水分如蒸發，那就會結成密度大小不等的小塊，不易引起爆炸，或者不能充分爆炸。另外，受着溫度的變化也易結成硬塊（在 $-16^{\circ}\sim+32^{\circ}\text{C}$ 這一範圍以外就會結塊）而起爆困難，所以使用前一定要先把它揉成粉狀。

3. 硝酸銨炸藥比較遲鈍，故處理較安全，當密度在 $0.9\sim1.05$ 時，用普通雷管就可以起爆。

4. 爆炸後發生氣體較多，但粉碎周圍物體的力量不大，故多用於爆炸土壤、岩石或煤層等，是工業用的主要炸藥。

目前我國生產的是2號硝酸銨炸藥（又稱岩石炸藥，或2號銨T.炸藥），其具體成分為：

硝酸銨 85%； T.N.T. 11%；

木粉 4%； 植物油（豆油）0.5%。

分散裝與卷裝二種，盛木箱內。卷裝的外形如掛面，有以下幾種規格（見表1）：

表 1

藥 卷 直 徑 (公厘)	32	35	32	35	45
重 量 (克)	100	100	150	150	200

為了降低成本，歷年來鐵道修建部門在使用硝酸銨爆破方面積累了不少經驗：60% 2號硝酸銨炸藥與40%硝酸銨混合，完全可以使用；後來又創造了單純使用在硝酸銨中加入木炭粉、谷壳作成的炸藥，其成分比例為硝酸銨80%、木炭粉10%、谷壳10%，在混合過程中必須特別注意磨細。

在抗日戰爭時期，邊區曾用土法製造黃色混合藥，使用得很成功。其成分是硝酸銨與硝基萘，具體制法介紹如下：

制硝酸銨：取火硝161分，肥田粉100分，先將肥田粉溶化在水里，加熱燒開。用些膠把泥土取出來。再用一個大勺，象淘米那樣把純硝溶入同一鍋內，繼續加熱，一面撈出生成的藥渣，隨燒隨撈。直到撈淨藥渣、水氣散發、溶液漸濃時，停止燒火。不久，溶液忽然變稀，即可掏出倒在鐵板上，散成薄片（不要凝成大塊），冷卻後就成白色固體。由於吸濕性強，與炭末混合就可點燃，故應保存在不透氣的乾燥氣具內。

制硝基萘：用衛生球10分，硝酸（純度75%）8分、硫酸（純度98%）10分，先將硝酸和硫酸倒在盆內混合，混合時會發生高熱，待溫度降到 20°C 左右時，可將衛生球粉慢慢撒入，隨撒隨攪。使溫度不超過 40°C ，必要時可將盆放入冷水里以降低溫度。衛生球加完後，再把盆放入熱水鍋內加熱到 60°C ，一小時後取出、放冷；倒掉硝酸和硫酸，留下的黃色固體即是硝基萘。用清水沖洗幾次，用稀鹽水洗一次，再用清水洗一次，去除所含的酸，在溫水套鍋內保持 50°C 烘干之。這是一種有特臭、不易發生變化、不吸潮、熔點是 59°C 的黃色固體。

兩種成分的配合比例是：硝酸銨9斤、硝酸萘1斤。先將硝酸銨在碾子上碾細、過篩、放在熱水套鍋中烘干，同時將硝基萘軋成細面，放入硝酸銨鍋內，攪拌均勻，即成黃色混合藥。

1-6. 黑 火 藥

這是人類最早使用的炸藥，而且是我國所發明。它可以作發射藥，也可以作破壞藥來使用。因為製造方便，所以民間使用得很廣泛。

黑火藥是一種混合炸藥，其配合比例是：硝石75%、木炭15%、硫黃10%。其中硝石起供給氧的作用，木炭起可燃物的作用，硫黃一面作為可燃物，另一方面還有膠合作用，幫助木炭與硝石混和均勻，且使混合物容易點燃。

一般特性：

1. 从外表看是黑色小粒、質量好的顆粒坚硬而明亮、呈深藍色，放在手掌上无粉末，不致染污掌心。顏色太黑时，不是受潮即是木炭太多。在紙上摩擦不应留污斑，在紙上燃燒不应有殘渣存留或燃着紙；若留有黑斑，那就是木炭太多；若留有黃斑，那就是硫黃過多。

2. 黑火藥是一种性能安定的混合物，遇日光及高温不致分解。少量在空气中少量点火仅燃燒，但在密閉容器中就可以爆炸。它可以用导火索来起爆（这是很重要的特性，也是其很重要的优点），用雷管起爆时破坏作用更大。爆炸后的产物約一半是固体（故称有烟藥），而气体的体积約为原来炸藥体积的300倍。

3. 对于摩擦、冲击、火花等感应非常灵敏，容易引起爆炸，处理使用必須非常小心，搬运与保管时必須和其他炸藥相隔离。

4. 因硝石易溶于水，所以具有吸湿性，受潮就潤湿，湿透即不能使用。已經受過潮又干燥的黑火藥，因析出了白色粉末（硝石），使爆炸力变弱，所以黑火藥應該保存在干燥而又通风良好的庫房內。

5. 由于它感应灵敏，有时作为起爆藥；又因其燃燒迅速，也供制造导火索。在开采石料、爆破土壤等处用以代替硝鉍炸藥，但其威力較弱，按原藥量約須增加0.7~1.1倍。在潮湿地方爆破时必須要裝在防潮的包皮內。

下面介紹用土法制黑火藥的步驟方法：

硝石（火硝）：需用极为純粹的。由硝土制成的硝块（俗称毛硝）含有氯化物（食鹽）及其他杂质，必須經過“清硝”。清硝的方法是：將硝溶入水中加热，再加入少量膠水（用水化好的水膠），用力攪拌，則杂质与膠結合浮起，用器具將其撈出，直到使杂质去完为止，再結晶后即得純硝。如硝質仍不純，則可用上法繼續再清一次。

硫黃：也需用純粹的。市上所售粗制品內含有土类、砒及游离酸等杂质，也須經過“清黃”手續去除杂质后，才可使用。工业

上是加热硫黄使之气化，將蒸汽通入一个磚室內，受冷凝固而成純粹的硫黄。硫的蒸汽有毒，操作时应注意保安。

木炭：这是影响黑火药品質的主要原料，以用桐木、女真木、白楊木、柳木等燒成者較好。也可利用麻杆（大麻、白麻、芝麻等）、棉花杆等燒制木炭。燒炭的方法是挖一个口小腔大的土窖，將麻杆折断連續放入燒着，裝至炭量占窖的三分之二时就封口（不要有透气的地方），經過12小时后，即可取出应用。

配合的原則是硝石75%、木炭15%、硫黄10%，但因木炭性質不同（有用麻杆燒的、有用棉花杆燒的），硝石与硫黄也不够純，故实际配合比例各地极不一致，据一般的經驗是：

（1）作为破坏药时，純硝一斤、硫黄3兩（純硫約2兩8錢已够）、白麻杆炭3兩。

（2）作为发射药时，純硝1斤、硫黄1兩、柳木炭3兩。

（3）作为緩发药时，純硝1斤、硫黄2兩、柳木炭3兩、白麻杆炭8錢。

將上述三种原料按比例称好，先把純硝打碎，放入鍋內，注水加火。硝溶解后即停火，再將木炭放入硝水內，用木具攪拌，使炭充分吸收硝水，然后將硫黄粉（压碎过篩后的）加入攪拌均匀（在碾时再混合也可）。凉成半干即上碾碾軋。碾药应用平滑的碾子，將药鋪匀，随碾随扫随翻。翻时要用木鏟，忌用鉄鏟，并要注意防止摩擦发生火星而出危險。这段时间越長越好，一般至少約需碾4个多小时，待碾到看不出粉末，有深藍色光泽，試燃也不剩渣子即可。碾药时要使炸药保持潤湿，略干时可稍噴上些酒或水，并处处要十分謹慎以防出險。碾好后晒干，即可使用。

1-7. 氯酸钾炸药

这是一种以氯酸钾为主要成分的混合炸药，其最大特点是可以不按严格成分比例配合即可使用。除氯酸钾外，还可混以爆炸性或非爆炸性物質：如T.N.T.、硝基萘、蓖麻油、石蜡、凡士林、动物油脂等。在抗日战争时期我国曾用氯酸钾与固化桐油相

混作为鉀桐炸葯，其威力达到 T.N.T. 的80%。

表 2

二种比較成功的氯酸鉀炸葯配方表

	氯 酸 鉀	木 屑	T.N.T.	石 蜡 油	仿 锤 油
第 一 种	80	1	15	4	—
第 二 种	89	3	—	—	8

从外表看这是一种細顆粒的、摸着有油腻感觉的粉末，顏色随其成分不同而变化，常見的是淡黃灰色、味苦澀。由于氯酸鉀易溶于水，所以氯酸鉀炸葯同样具有吸湿性与硬化性，它比較灵敏，受到摩擦、冲击容易爆炸。未硬化的氯酸鉀炸葯用普通雷管可以爆炸。

这是一种低級炸葯，和硝酸炸葯比較，粉碎周圍物体的力量較大，但爆炸后由于爆炸产物中具有大量固体殘渣，故产生气体較少，抛散作用亦就差些。另外，傳遞爆炸的力量也較弱，故不能用得太長，一般多用于爆破較硬的岩石或土壤。

下面介紹广西兴安縣土法制造氯酸鉀炸葯的經驗：配合比例采用：氯酸鉀 46.2%、雄黃(或二氧化錳也可) 38.5%、甘油 15.3%，先將氯酸鉀碾成粉末，再逐漸注入甘油攪拌均勻，然后加入雄黃攪拌即可使用。必須注意雄黃不能先放，要到使用时才拌入，注粉末入葯孔时切勿冲撞，以免爆炸危險。据实际爆炸試驗，这种炸葯威力与硝酸炸葯相仿，比黑火葯大得多，但氯酸鉀价格較貴，雄黃有时也不易买到。

氯酸鉀也可用土法自制，即將普通草木灰用水泡約 8 小时后，過濾出溶液，放入鍋內蒸煮，待干后即得碳酸鉀固体(每百斤草木灰約可得 6 ~ 8 斤碳酸鉀)。將碳酸鉀和氧化鈣(即生石灰，每百斤碳酸鉀放入生石灰 3 斤，清水 250 斤左右)混合，再放入鍋內煮約 30 分鐘，冷却后過濾(沉淀的殘渣是碳酸鈣，可作肥料)，濾出的溶液再放回鍋內煮，待煮成濃稠液体后，即成为氫氧

化鉀(苛性鉀)，把二倍容量的氯氣通入氫氧化鉀內即得氯酸鉀。

氯氣是將 27.1% 的硫酸、67.8% 的食鹽與 5.1% 的二氧化錳混和加熱，放出的氣體即是氯氣，它是有毒的，操作時要特別注意安全。

第二章 點火法與點火器材

2-1. 雷 管

我們知道，主要的爆破用炸藥(象硝酸銨炸藥等)受到一般外界作用(象火焰，衝擊，刺札)是不會爆炸的，只有非常灵敏的炸藥(起爆藥)受了這些作用才會引起爆炸。根據這一點可以把起爆藥放在特制的小管(雷管)中，再放入主要炸藥內。這樣，當一般的外界作用起爆了雷管後，即可引起炸藥爆炸，所以，第一種點火器材即是雷管，任何爆破作業都要用到它。

1. 構造 雷管的前身是火帽，用於打炮。自從硝化甘油炸藥發明後，為了更好地使其爆炸，且為了便於應用，就將它加長而發明了雷管。最初的雷管就是金屬管殼內放入起爆藥(用雷汞或雷汞與氯酸鉀的混合物)而成(見圖 1)。

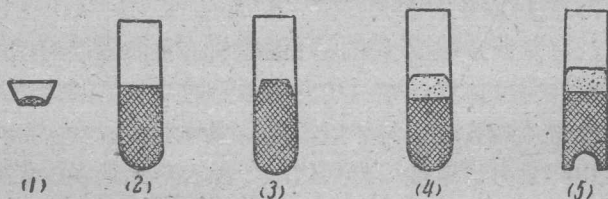


圖 1

後來因為它的引爆力較小，特別是壓榨的起爆藥容易掉出，使用時容易受到摩擦而發生爆炸，所以想到多加一個金屬帽，增加其密封性能，提高起爆力；另外更重要的則是減少了起爆藥的暴露表面，增加安全，且又可以起到防潮的作用，這個金屬帽就叫加強帽，這種雷管稱為單式雷管〔圖 1 (3)〕。

但是，这种雷管里只裝雷汞，大家知道雷汞爆炸威力是不大的，这样使这种雷管的起爆力就受到一定限制。若为增加起爆力而多裝些，那末就雷汞很灵敏，增加了制造和使用时的危险性，且汞也較貴，不合算。所以自从高級炸藥陸續发现以后，有人就想到用一些比較灵敏，爆炸威力却比雷汞大的高級炸藥来代替一部分雷汞，做成所謂扩爆藥，这样就产生了所謂复式雷管〔图 1 (4)〕；即上层裝起爆藥，下层裝高級炸藥。到現在为止，單式已完全被淘汰了。到发现了定底現象以后，在雷管底部也压成一个凹孔，更增加了它的起爆能力〔图 1 (5)〕。

我們現在所用的都是屬於复式雷管，主要的有鋼壳和鋁壳兩種，另外也有紙壳的。

2. 性能 显然，雷管起爆能力的大小是由內裝起爆藥的数量所决定。过去將雷管依盛起爆藥的多少分为10号，用以标志起爆的能力：第1号有雷汞0.3克；第10号則是3克。这还是單式雷管时所定的标准，实际上現在已經变了，且現在常用的也只是6号和8号二种，工业上大部分用6号，軍用則是8号。

表3

	雷 汞	高級炸藥
6 号	0.5 克	0.5 克
8 号	0.5 克	1.0 克

表3即是二种雷管所裝的炸藥及重量。

按照我們实际試驗的結果，目前我国生产的6号雷管可以确实起爆硝銨炸藥。

3. 注意事項 因为雷管中裝有灵敏的起爆藥，故处理时必须极为小心。

(1) 避免一切外界作用，如撞击；在裝藥部分用力挤压，想法把裝藥挖出来等。裝雷管的箱或盒禁止受震动或碰击，避免加热、火花或火焰，絕對禁止將雷管随意放入口袋中。

(2) 单独存放：在运输或保管中，雷管必須和炸藥分开，使用时才准从盒中取出。

(3) 注意防潮，否則会使雷管起爆不准确。

(4) 使用每一个雷管前必須經過檢查，有下列情况之一者就不能用：管口有磨損，破裂，管壁銹蝕，管內有藥粉，加強帽歪斜或模糊不清，雷管外体已經變形(如被壓扁等)。

2-2. 導火索點火法

一般常見的導火索是白色的，外皮用亞麻、黃麻或棉綫纏繞而成，塗有一層瀝青，外抹上白粉，這樣防潮不太好，只能用於干燥地點。

心髓是細粒黑火藥，包括 1~2 根棉綫，外復幾層包皮(麻綫繞成)，在空氣中燃速約為每秒 1 公分，到水中則要快些。

處理導火索時必須注意下列事項：

1. 防潮 黑火藥受潮失效，故應將導火索存放在干燥場所。平時兩端要用石蜡或膠布封住。使用時一端必須先切去約 5 公分長的一段。

2. 防熱、防油 因為導火索上所塗的瀝青(或其他防潮劑)易受熱或油類作用而浸入藥心，改變黑火藥的燃速。

3. 防凍、防彎曲 導火索的藥心具有一定的均勻性，這才能保證燃速一致，如受到彎曲，尤其是受凍後再遭彎曲，則防潮劑容易變脆而散脫；藥心的均勻性也被破壞，故存放時應卷成環狀，與其他器材相隔離。且定期檢查有無損壞現象。

沒有現成導火索時，也可用土法自制。其法是用 4 股藥稔合在一起。每股外皮包上一層牛皮綫，中間是黑火藥，先將 4 股擰在一起，用棉花薄薄的包上一層，一邊纏一邊用代手搖子的走車上緊，然後用牛皮綫纏一層，再用麻皮纏一下，而後包上牛皮綫，最後用 8 股綫纏個來回。纏綫時去要平均纏，回來找空纏。這樣作的目的是為了緩燃。加棉花是為助燃。纏麻皮為了防止斷綫和脫節。纏牛皮綫是為了防潮。最外邊纏綫是為了增加強度。據試驗，這樣的土造導火索燃速每公尺是 100~120 秒，基本上達到了國產導火索的要求。

除導火索外，有時也還用一種燃速很慢的火繩來代替部分導

火索。火繩就是一束大麻綫浸透硝酸鉀溶液后再烘干，外用棉綫包纏，燃速每公分約1~2分鐘。

制造应用点火管时，应將导火索置于木板上，用鋒利而干淨的小刀成直角切下一段导火索，导火索長度以点火手在該段导火索燃燒時間內能退入安全地点为度，沒有火繩的点火管，其長度不得小于50公分，帶有火繩的点火管，緩燃导火索的長度应不小于10公分。

雷管自匣內取出后，应檢查是否适用，导火索成直角截断的一端，应抹平表面，并謹慎的插入雷管內，直至与加强帽接触为止(图2)。这时不准挤压和轉动导火索或雷管，以免发生摩擦而引起雷管的爆炸。如导火索过細，插入雷管过松，則將其末端包上一层膠布或紙。

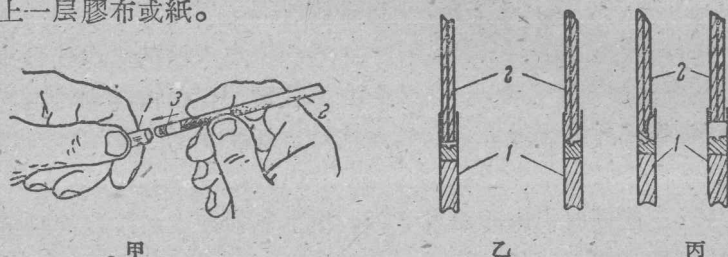


图2

甲、导火索插入雷管；乙、导火索截取与安插都正确；丙、截取与安插不正确。

1—雷管；2—緩燃导火索；3—膠布。

然后，利用鉄鉗固定雷管于导火索上，为此，左手持导火索并用食指按住雷管，右手握鉄鉗，使鉗的側表面与雷管相平，然后徐徐挾紧不得轉动，使雷管口卡住导火索，这样雷管与导火索就連結得牢靠了(但应注意切勿用力过猛，挾破了雷管的銅壳)。

必須注意：雷管只准用鉄鉗挾紧，不准用牙齿；如无鉄鉗，則导火索插入雷管的一端，須用膠布包上(无膠布时也可用紙代替)，使雷管能紧箍在导火索上。

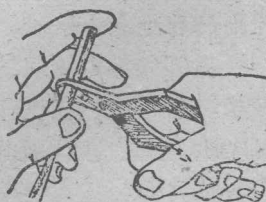


图3

若制好的点火管并不立即使用，則导火索的活端应涂抹白蜡或橡胶，或包上膠布，不用火繩的点火管，其緩燃导火索的活端，在点火以前应斜切，使多露心髓，而易于点火。

当利用点火管在潮湿地方或在水中实施爆破时，导火索与雷管連接处应包上膠布。

处理点火管必須象处理雷管一样的謹慎小心。

可以用火柴点燃导火索，將火柴头貼住心髓用火柴匣摩擦发



图 4

火(图 4)，也可用香火或紙烟，有时为了能同时点燃几根导火索，也可采用帶有切痕的导火索来点火，这样既可保証安全，又可节省時間。

导火索点火法的优点就是簡單，不需要用任何仪器或复杂的計算，掌握操作技术較方便，这是它被广泛使用的主要原因。缺点是：

(1) 不能同时点燃很多导火索，因而不能使大量炸药同时爆炸，收到同时爆炸时所發揮的联合效果；

(2) 要使用雷管，且直接在爆炸地区点火，安全性較差些；

(3) 无法用仪器檢查爆破工作的准备情况，不能确实保証每个炸药都能爆炸。

2-3. 电 雷 管

电雷管基本上分为二部分，上面是电发火裝置，叫电門管；下面即普通雷管。

我們知道电流通过电阻会发热，我們还知道某些化学物質很灵敏，受到一些热就会发火。把这二个概念連系起来。即是电发火的基本原理。即利用电流通过电阻所发生的热量来起爆很灵敏的发火药，由发火药的燃燒而使雷管爆炸。

所用电阻絲叫电桥，按其材料不同可分二种：一种是鉑鉍合