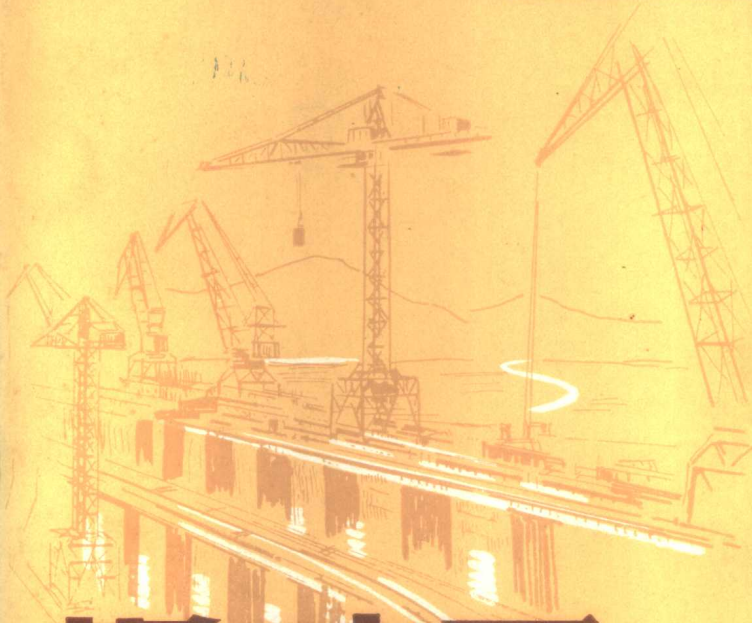


421909

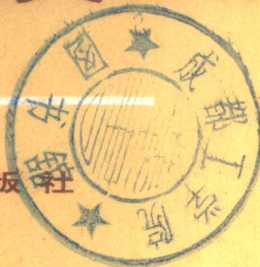
5(3)7
13121

水利水电工程施工工人丛书

基本馆藏



爆破工



水利电力出版社

5(3)7
13121

水利水电工程施工工人丛书

爆 破 工

武汉水利电力学院 水利施工及
建筑材料教研室編

水利电力出版社

内 容 提 要

本书介绍了水利水电工程建设中爆破的基本方法，炸药及起爆器材的性能，药包计算的原理，各种爆破的施工技术以及爆破的安全技术问题。

本书可供从事水利水电工程施工的爆破工人阅读，也可作为培训水电工程施工工人和水利院校工农兵学员的讲义。

水利水电工程施工工人丛书

爆 破 工

武汉水利电力学院水利施工及
建筑材料教研室編

*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外大钟庙)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

1974年8月北京第一版

1974年8月北京第一次印刷

印数 00001—24750 册 每册 0.25 元

书号 15143·3099

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

在生产斗争和科学实验范围内，
人类总是不断发展的，自然界也总是
不断发展的，永远不会停止在一个水
平上。因此，人类总得不断地总结经
验，有所发现，有所发明，有所创
造，有所前进。

鼓足干劲，力争上游，多快好省
地建设社会主义。

AS 9 106

前 言

在毛主席革命路线的指引下，无产阶级文化大革命以来，我们遵照伟大领袖毛主席有关教育革命的教导，走出校门，深入工地，“要向生产者学习，向工人学习”，接受工人阶级再教育。在深入三大革命实践斗争中，提高了我们执行毛主席革命路线的自觉性。为了学习总结工农兵在三大革命运动中的丰富实践经验，我们广泛听取了具有生产实践经验的同志，特别是工人师傅对水利水电工程施工的意见，并收集了这方面的资料。

当前，批林批孔运动正在深入发展，革命生产形势一派大好，为了适应广大工农兵抓革命，促生产的需要，满足他们为革命学技术的迫切要求，我们编写了《水利水电工程施工工人丛书》。这套丛书中除了介绍水利水电工程主要工种施工的一般知识外，也适当编写了一些基础理论及有关计算的内容。

本丛书主要是在330水利工地、101水利工地及湖北排子河工地编写和修改的。这些工地的领导、工人和技术人员给了我们大力支持和具体帮助。我院施工专业及水工建筑专业的工农兵学员也提出不少好的意见。这次正式出版前，又得到有关水电工程局寄来许多宝贵的建议，在此表示致谢。由于我们路线觉悟不高，施工经验不足，理论水平有限，因此丛书中的缺点、错误及不妥之处肯定不少，热诚地希望读者提出批评、指正。

编 者

1974年2月

目 录

前 言

概 说	1
-----	---

第一章 爆破材料	2
----------	---

第一节 炸 药	2
---------	---

第二节 起爆材料	18
----------	----

第二章 药包计算原理	25
------------	----

第一节 药包及其对介质的爆破作用	25
------------------	----

第二节 影响爆破作用的主要因素	28
-----------------	----

第三节 爆破漏斗	32
----------	----

第四节 药包药量计算	34
------------	----

第三章 爆破的基本方法	41
-------------	----

第一节 表面爆破法	41
-----------	----

第二节 浅孔爆破法	43
-----------	----

第三节 深孔爆破法	46
-----------	----

第四节 药壶爆破法	49
-----------	----

第五节 洞室爆破法	52
-----------	----

第四章 钻眼爆破	55
----------	----

第一节 炮位选择	55
----------	----

第二节 浅孔钻设方法	57
------------	----

第三节 药包的场内加工	63
-------------	----

第四节 装药与填塞	66
-----------	----

第五节 电力起爆	68
----------	----

第六节 传爆线起爆	78
-----------	----

第五章 水利工程中的控制爆破.....81

第一节 定向爆破.....81

第二节 边线控制爆破.....84

第三节 基岩和建筑物防震.....88

第四节 水下岩塞和岩埂的控制爆破.....94

第五节 控制爆破施工中的几点要求.....96

第六章 爆破工程的安全技术.....97

附 录

一、土壤及岩石分级表104

二、钻孔机具性能规格表112

三、国产部分绝缘胶皮线规格表115

概 说

水利水电工程施工中，一般都要进行大量的土石方工程，爆破则是最有效的施工方法。例如：土坝、堆石坝所用的石料，混凝土闸、坝所用的粗骨料，通常都是采用爆破方法开采得来的；水工建筑物岩石地基的开挖，泥质胶结砂砾石覆盖层的开挖，水工隧洞及水电站地下厂房的开挖，渠道及溢洪道的土石方开挖，也是采用爆破方法进行的。在水利水电工程中，也广泛采用定向爆破方法来修建土石坝或开挖渠道。例如：1973年我国某水库利用定向爆破筑坝，一次装药近1600吨，爆破石方达100万立方米以上，填筑成平均高度为55.0米的堆石坝。此外，混凝土及钢筋混凝土水工建筑物的局部改建、地下建筑物的扩建等工程，也常采用爆破方法进行。

爆破虽是一项技术性工作，但它的成败对各方面的政治影响很大，所以爆破工作者必须坚持无产阶级政治挂帅，树立“一不怕苦，二不怕死”的革命精神，使爆破工作既保证发挥充分的作用，又确保爆破中的安全。

在大规模的水利水电工程建设中，爆破工作已取得了很大的成绩，积累了丰富的经验，特别是最近几年来在石方开挖中逐步采用了控制爆破，使爆破质量和开挖速度都有了很大的提高。但是，随着我国国民经济的不断发展，爆破工作者所担负的任务将更加艰巨，需要我们不断总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进，不断提高爆破理论水平和操作技术水平，使爆破工作在水利水电工程建设中发

挥更大的作用。

第一章 爆 破 材 料

爆破是利用炸药爆炸时所生成的热和极高的压力，来改变或破坏其周围的物质。因此，爆破必须使用一定的爆破材料，其中包括：炸药和起爆材料等。

第一节 炸 药

凡能急速进行化学变化，并产生爆炸现象，放出热和生成气体产物，同时伴随光、声等效应的某些物质或混合物，都叫做炸药。

炸药与一般物质比较，具备以下三个特性：

（1）化学反应快 在一定外界能量作用下，能产生急速的化学变化，同时释放巨大的能量，变为机械功，且有十分巨大的功率。例如：1公斤成集中药包形的硝铵炸药，完成爆炸反应的时间只有十万分之三秒，它的功率可达到30万马力。

（2）产生大量的热 炸药在化学变化的同时，产生大量的热，这就是炸药爆炸产生能量的主要来源。例如：1公斤硝铵炸药，能产生1000千卡的热量，温度可以达到2000～3000℃。

（3）生成大量的高压气体 在爆炸瞬间，固体状态的炸药迅速转变为气体状态，使原来的体积成百倍的增大，形成高压气体。例如：1公斤硝铵炸药，爆炸时能产生900升

的气体，约有10万个大气压。

在爆破工程中，炸药根据其用途分为工程炸药与起爆炸药。

一、工 程 炸 药

炸药的种类很多，按炸药的物理状态，有液体、固体、粉末状、鳞片状、熔铸体、压制体和胶质等形式。

水利水电工程中常用的炸药有：梯恩梯、硝铵炸药、胶质炸药及黑火药等。

1. 梯恩梯 (TNT)

梯恩梯又名三硝基甲苯 $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ 。有：鳞片状、熔铸体、压制体三种。

梯恩梯是淡黄色或黄褐色的针状结晶体，味苦，比重1.663。粉末状或鳞片状的密度为0.9克/厘米³，易压制成密度1.55~1.60克/厘米³。熔融状态时密度为1.467克/厘米³。在爆破时易生成一氧化碳(CO)，是有毒气体，黑烟大，所以不能用于通风不良的地下工程爆破。它几乎不溶于水，适用于水下爆破，但粉末状梯恩梯浸透水后，不能爆炸。

2. 硝铵炸药

硝铵炸药是水利水电工程中使用最广，成本较低的一种炸药。

硝铵炸药的主要成分是硝酸铵。根据硝铵炸药的组成成分不同，又可分为两类：一类是由硝酸铵和可燃剂组成的，称为狄纳孟炸药。另一类是由硝酸铵、可燃剂和敏感剂组成的。敏感剂为梯恩梯时，叫做铵梯炸药；敏感剂为二硝基萘时，叫二萘炸药。铵梯炸药加入消焰剂(食盐)后，叫做安全炸药，又叫煤矿铵梯。

硝铵炸药是浅黄色和灰白色的粉末，其药质有毒，但爆烟的毒气少，可用于隧洞爆破。

硝铵炸药主要缺点是它的吸湿性与结块性，这是由于硝酸铵引起的。空气温度越高，相对湿度越大，越容易吸湿受潮，并容易结块。若受潮严重，则产生潮解。

硝铵炸药受潮后，其威力将降低或产生拒爆。一般规定，地下开挖用的硝铵炸药含水分不大于0.5%，露天用的不大于1.5%，若含水率超过3%则有可能拒爆，需要加工干燥后才能使用。如果在潮湿多水地方使用硝铵炸药，则必须采用良好的防潮防水措施，如在药卷外涂沥青、石蜡等。对于散装硝铵炸药，可用塑料袋装制成药包，在袋口涂上黄油，并用麻绳缠紧，以保证防潮防水。

含食盐的硝铵炸药（安全炸药），其吸湿能力增大，更应特别注意防潮。

3. 胶质炸药

胶质炸药又名硝化甘油炸药。它的主要成分是硝化甘油，一般成分为硝酸钾（钠）、二硝化乙二醇、硝化棉、木粉等。

硝化甘油 $C_3H_5(ONO_2)_3$ 在常温下为无色油状液体。工业品为淡黄色，味甜，比重1.59，易冻结，冰点为13.2℃。挥发气味有毒，会引起头痛。

胶质炸药成分内的二硝化乙二醇是耐冻剂。含有耐冻剂的胶质炸药称为耐冻胶质炸药，反之则称为非耐冻胶质炸药。二硝化乙二醇的毒性与硝化甘油的毒性相同。

胶质炸药不溶于水，可用于水下爆破。

4. 黑火药

黑火药是硝石（硝酸钾或硝酸钠）、硫磺、木炭粉的混

合物。

爆破工程中用的黑火药的成分是：硝酸钾 75%，硫磺 10%，木炭粉 15%。良好的黑火药为不含粉末的小颗粒，表面呈深蓝色或灰色，微具光泽。它只在密闭的空间里点燃才爆炸；在裸露情况下不爆炸，只发生燃烧。

黑火药多用于制造导火索、点火线和开采条石。

二、起 爆 炸 药

起爆炸药一般具有下列特点：

1) 对简单的激发冲量很敏感。例如受到冲击、摩擦或接触火焰及电能等，即能起爆；

2) 爆炸速度增加很快，而易于由燃烧转变为爆轰；

3) 具有很大的化学安定性；

4) 具有很好的松散性和压缩性。

起爆炸药都是很猛烈的炸药，一般用来装填雷管，起爆其它炸药。

1. 雷汞 $\text{Hg}(\text{CNO})_2$

雷汞是由水银、硝酸与酒精化合而成，是白色或淡灰色小粒结晶，在 50°C 以下是稳定的化合物，有毒，溶于沸水，温度较高时开始分解。受到撞击、摩擦、强烈震动及电火花都会引起爆炸。对极轻微的机械作用，也非常灵敏，如用麦杆轻轻搔动，即可引起爆炸。吸湿性大，比重为 4.42，压缩后密度为 3.3克/厘米^3 。

2. 迭氮铅 $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$

迭氮铅是白色微细结晶，在光线下易变为淡黄色。比重 $4.73\sim 4.93$ ，压缩密度可达 4.8克/厘米^3 。敏感度较雷汞迟钝，而爆力较强。难溶于水。含水分 30% 也能爆炸。与铜作用

成为氯化铜，极易爆炸。因此压制雷管时，采用铝管壳。

3. 史蒂酚酸铅 $C_6H(NO_2)_3O_2Pb \cdot H_2O$

史蒂酚酸铅又名三硝基间苯二酚铅，黄色结晶，在空气中变暗色。不溶于水，水不影响爆炸，对金属无作用。受撞击较迭氮铅迟钝，受摩擦介于雷汞与迭氮铅之间，但对火及火焰则特别敏感。由于它的起爆能力不够，不能单独用来装填雷管。为了利用它对火焰及对热的特别敏感，故常压装在迭氮铅的上面。

4. 特屈儿 $C_6H_2(NO_2)_3NCH_3NO_2$

特屈儿又名三硝基苯甲硝胺，白色结晶，工业品带浅黄色。比重1.635，压制密度可达1.05克/厘米³。吸湿性及在水中的溶解度均小，湿气不影响其爆炸能力。不与金属及其氧化物起作用。对撞击和摩擦的敏感度较梯恩梯稍高。

5. 黑索金 $C_3H_6N_3(NO_2)_3$

黑索金又名环三次甲基三硝胺，白色细粉状结晶，比重1.82，密度可压制1.173~1.70克/厘米³。不吸湿，不溶于水，不与金属起作用，安定性较好。由于它的威力大、爆速快。除作雷管的副起爆药外，可制作传爆线。

6. 泰安 $C(CH_2ONO_2)_4$

泰安又名四硝化戊四醇，白色粉状结晶，熔点140°C，比重1.77，压缩时密度可达1.7克/厘米³。不吸湿，不溶于水，不与金属起作用。对机械作用与特屈儿同。稍具毒性，能使人头痛。安定性较大，对冲击、摩擦非常敏感，用途同黑索金。

三、炸药的一般性质

1. 炸药的敏感度

在外界能量作用影响下，炸药发生爆炸的难易程度，称

为炸药的敏感度。炸药的敏感度越高，所需要的起爆能就越小。在运输、保管、使用炸药时，应该对炸药的敏感度有充分地了解，确实保证安全。炸药的敏感度通常包括以下几个方面：

(1) 爆燃点 是炸药对热能的敏感度，即在规定时间内（5分钟）内使炸药爆炸的最低温度，称为爆燃点。常用炸药的爆燃点如表1所示。

表 1 常用炸药的爆燃点

炸 药 名 称	梯 恩 梯	硝 铵 炸 药	胶质炸药	黑 火 药
爆燃点℃	285~295	280~320	200~210	290~310

表1中的数值只给我们了解安全处理炸药的温度范围。但必须注意到，在长时间的温度作用下，即使确比上述温度低，也会发生爆燃，特别是在有局部积热的情况下，常常引起爆炸。

(2) 发火性 表示炸药对火焰的敏感度。有些炸药爆燃点虽然高，但在接触火焰或火花时很易发火而引起爆炸。例如，黑火药的爆燃点为290~310℃，但在接触火焰或火花时，很容易发火引起爆炸。所以在使用炸药时，不允许使用铁器工具，以防撞击时产生火花，引起爆炸。

(3) 撞击的敏感度 表示炸药对机械作用的敏感度。撞击可以使炸药局部加热到引起爆炸的发火点，立即发生爆炸。因此在制造、加工、运输、使用和保管过程中，都要特别注意撞击对炸药的危险性。几种常用炸药落锤撞击的敏感度列于表2中。

(4) 起爆敏感度 通常用能引起爆炸的极限起爆炸药

表 2 几种常用炸药落锤撞击的敏感度
(落锤高25厘米, 重10公斤)

炸 药 名 称	梯 恩 梯	硝 铵 炸 药	60% 胶质炸药	黑 火 药
100次試驗爆炸数	4~12	16~32	100	50

表 3 常用炸药的起爆敏感度

炸 药 名 称	梯 恩 梯	硝 铵 炸 药	胶 质 炸 药	
极限起爆炸药	雷 汞	0.36	0.3~0.6	0.25
(克)	迭 氮 铅	0.09	—	—

量的大小, 来表示该炸药的起爆敏感度。表 3 中列出了几种常用炸药的起爆敏感度。

当炸药中掺杂有坚硬的具有棱角的杂质(如砂、碎玻璃、金属屑等)时, 可使炸药敏感度提高。当掺有柔软、热容量大或发火点高(如水、石蜡、沥青、油、凡士林)的掺合料时, 可使炸药敏感度降低。在工地使用炸药时, 如果没有进行认真可靠的试验, 不要任意对炸药加掺合料, 否则可能引起意料不到的爆炸事故或拒爆事故。

2. 炸药的安定性

炸药在长期贮存中, 保持其原有物理化学性质不变的能力, 称为炸药的安定性。这可分物理安定性和化学安定性两个方面。

(1) 物理安定性 物理安定性取决于炸药的物理性

质，主要包括：吸湿、结块、挥发、渗油、老化、冻结、耐水等性能。

硝酸炸药与黑火药极易吸湿变潮，严重受潮变质后，会失去爆炸性能。保管时应注意仓库干燥和通风良好，使用时要注意防水。硝酸炸药结块后，会使爆炸不完全或拒爆，使用时应注意揉松或将大块加工粉碎。

胶质炸药易渗油、老化、冻结、挥发。渗出的油斑点是敏感度高的硝化甘油，极易爆炸。因此在存放过程中应定期进行外观检查，药卷不得有渗油斑点，如发现有此现象，应及时处理。老化的胶质炸药，在外观上看是透明度大、可塑性小，老化后会降低敏感度。冻结的胶质炸药极易引起爆炸，经解冻后方能使用。硝化甘油炸药易挥发失去甘油，改变炸药性质。

胶质炸药与梯恩梯炸药可与水直接接触，在一定时间内能保持爆炸能力，故适宜于水下爆破。

（2）化学安定性 化学安定性取决于炸药的化学性质。硝基（ NO_2 ）化合物炸药的化学安定性较高，如果没有杂质，可以存放多年，不致改变其原有成分及爆炸性能。硝酸炸药和梯恩梯，都属于化学安定性高的炸药。

硝酸脂类（硝化甘油类）炸药的化学安定性较低，在温度过高时就会发生化学分解而放出热量，能导致炸药仓库的自燃和爆炸。硝化甘油在温度 50°C 时开始分解放热，如不能及时散发，将引起自燃和爆炸。因此，在贮存保管硝化甘油类炸药时，必须避免堆放过高，防止受阳光照射，并应经常保持仓库通风良好，以免产生爆炸事故。

3. 炸药的爆炸稳定性

炸药起爆后，若能以恒定不变的速度自始至终保持完整

的爆炸反应，称为稳定的爆炸。爆炸不稳定，会降低效果，或发生不完全爆炸，甚至于拒爆。在钻眼爆破的实际工作中，容易影响爆炸稳定性的主要因素有以下两种：

(1) 药包直径的大小 由许多试验证明，随着药包直径的增大，在一定限度内，爆速、猛度显著增加，再增加直径，爆速和猛度增加甚为缓慢。药包直径减小时，爆速、猛度又随之减少，而直径小于某一数值时，即易产生不稳定的爆炸。硝铵炸药药包直径对于爆速的影响很大。常用药卷的标准直径为32毫米。

(2) 炸药的密度 单位体积内炸药的重量称为炸药密度。随着炸药密度的提高，会使爆速和猛度增大。但当密度增大至某一限度时，爆速和猛度又开始下降，因此炸药有其最优密度。一般炸药的密度为 $0.9 \sim 1.6$ 克/厘米³。硝铵炸药的密度一般为 $0.9 \sim 1.1$ 克/厘米³，但压缩后密度较大的硝铵炸药，无论在爆力、爆速及猛度方面都有显著的提高。

4. 炸药的爆炸性能

常用以下几个指标表示炸药的爆炸性能：

(1) 殉爆距离 表示一个药卷的炸药爆炸后引起邻近另一个药卷爆炸的能力，以厘米表示。

炸药的殉爆距离与殉爆介质有关。空气是良好的殉爆介质，而砂、石粉、土是最差的殉爆介质。因此在爆破装药时，应防止两药卷间混有泥沙或石粉等杂物，以免发生不完全爆炸。

(2) 爆炸速度 炸药爆炸时的分解速度称为爆炸速度，以米/秒表示。一般炸药的爆速为 $2000 \sim 7500$ 米/秒。

(3) 爆热和爆温 1公斤炸药分解时所生成的热量称为爆热，以千卡/公斤表示。爆炸生成物所能达到的最高温度