



超氧科技实验室
Superoxide Technology Laboratory

高能材料制取手册

(一)

2020 年 3 月制作印刷

警告

本书仅供学习交流，任何人不得模仿制作，违者后果自负。

禁止抄袭，已各种方式侵权本书的，均构成违法。

本书解释权归超氧科技实验室所有

超氧科技实验室

2020 年 3 月 1 日

目录

一.简单高能材料的制备

1.莫洛托夫鸡尾酒

1. 标准版
2. 凝固汽油版
3. 毒气版
4. 不会熄灭版

2.高温武器

1. 铝热弹
2. 强铝热弹
3. 爆炸铝热弹
4. 火焰喷射器

二.普通炸药

1 硝化纤维素

2.硝化甘油

3.六氨合三碘化氮

4.环三亚甲基三硝胺 RDX

5.季戊四醇四硝酸酯 PETN

6.雷酸汞

7.苦味酸

8.环四亚甲基四硝胺 HMX(含中间体)

1. 硝酸脲 (UN)
2. 硝基脲 (Nu)
3. 二硝基五甲撑基四胺 DPT
4. 环四亚甲基四硝胺 HMX

9.三过氧化三丙酮 TATP

10.2, 4, 6-三硝基甲苯 TNT

11.六亚甲基三过氧化二胺 HMTD

12. 5-硝基四硝基四唑铵

13.硝酸胛镍（NHN）

14. 高氯酸三碳酰肼合锌

15 .雷酸银

三.民用武器

1.混合炸药概述

2.反装甲混合炸药

3.燃烧剂

4.凝固汽油弹

5.闪光弹

6.简单的火箭

7.电雷管

四.复合炸药

1.C4

2.塑性炸药

3.黑火药

4.高威力混合炸药

1. 以黑索今和梯恩梯为主体的高威力混合炸药
2. 以奥克托金为主体的高威力混合炸药
3. 以铝粉与氧化剂为主体的高威力混合炸药
4. 以硝酸盐和铝粉为主体的高威力混合炸药

5. 以高氯酸盐和铝粉为主体的高威力混合炸药
6. 以其他氧化剂和铝粉主体的高威力混合炸药
7. 燃烧剂
8. 凝固汽油
9. 野炊用固体燃料
10. 自热食品罐头用固体燃料
11. 以含富氧炸药为主体的高威力混合炸药

5. 硝酸铵炸药概述

1. 岩石硝酸铵炸药
2. 露天硝酸铵炸药
3. 煤矿安全硝酸铵炸药
4. 硫矿和石油矿安全硝酸铵炸药
5. 含硝基化合物的硝酸铵炸药
 - (1) 含梯恩梯的硝酸铵炸药（阿马托炸药）
 - (2) 航弹、爆破弹、迫击炮弹装药
 - (3) 含某些芳香族硝基化合物的硝酸铵炸药
 - (4) 含黑索今的硝酸铵炸药
8. 含金属粉的硝酸铵炸药
 - (1) 铵梯铝炸药.
 - (2) 铵黑铝炸药
 - (3) 铵黑硅炸药
 - (4) 梯铝炸药
 - (5) 铵铝炸药
9. 含硝酸铵、敏化剂、铝粉的炸药
10. 含硝酸铵、沉淀盐、铝粉的炸药
11. 含硝酸铵、胶乳、铝粉的炸药
12. 含硝酸铵、甲醛、铝粉的炸药
13. 含硝酸脲的代用混合炸药
13. 铵油炸药
 - (1) 粉状铵油炸药
 - (2) 粉状铵木油炸药
 - (3) 多孔粒状铵油炸药
 - (4) 新型无梯炸药（高性能铵木油炸药）
 - (5) 铵铝油炸药
 - (6) 活化球铵油炸药
 - (7) 球形铵油炸药
 - (8) 乳化铵油炸药（特种铵油炸药）

1.莫洛托夫鸡尾酒

标准版莫洛托夫鸡尾酒

莫洛托夫鸡尾酒制作简单，适合初学者。

材料：一个玻璃酒瓶（啤酒瓶即可），酒精（药店中出售的 75%即可），一条棉布。（注：这个莫洛托夫鸡尾酒是最基础的版本，但这将是后续几个版本的基础。）

步骤：

- 1、把酒精倒入酒瓶中，到三分之二即可。
- 2、把布条用酒精浸湿。
- 3、把布条伸进酒瓶中，在外面留出十厘米，在瓶颈处打个结固定，确保不会轻易掉出来。

储存：由于酒精会挥发，一般不会储存它，但要是非要储存就得保持低温，禁止明火，禁止倒立。还有一个办法就是把酒精拿出来，使用时倒进去。

使用：把露在外面的布条点燃，投向目标即可。

凝固汽油般莫洛托夫鸡尾酒

这是凝固汽油弹的鸡尾酒版，破坏力较强。

材料：一个玻璃酒瓶，汽油，橡胶（橡皮筋即可）。

（注：此版本破坏力较强，其喷溅性和附着性使得其可以用于攻击车辆和封锁路面。）

步骤：

- 1、往玻璃瓶里加汽油，加到一半左右即可。
- 2、加橡胶，一边加一边搅拌（或者摇晃），直至无法继续溶解。
- 3、把布条浸浸汽油，伸进瓶内，在外面留出十至二十厘米。
- 4、把橡胶烧熔了把瓶口封起来。

储存：保持低温，严禁明火，严禁倒置。

使用：点燃外面的布条，投向目标即可。

毒气版莫洛托夫鸡尾酒

这个版本能在燃烧时产生有毒气体。

材料：一个酒瓶，橡胶，酒精（用的浓度越高越好，比如 95%的）。

。（注：此版本适用于在撤退或防御，它的优点在于可以很容易的从标准版改造过来。）

步骤：

- 1、把橡胶塞进酒瓶，用橡皮筋大概用十五至二十条（标准是缩起来大概有四到五厘米）。
- 2、把酒精倒进去，要没过橡胶，最高到三分之二停止。
- 3、把布条浸浸酒精，塞进去，留出十厘米，在瓶颈处打个结用于固定。

储存：与 1 相同，但要避免光照。

使用：与 1 相同。

不会熄灭的鸡尾酒

常规鸡尾酒最大的缺点就是易被扑灭，所以，在这里介绍一种不会熄灭的鸡尾酒。

材料：一个酒瓶，镁条（非管制），棉布（纯棉的很好），酒精，高锰酸钾（硝酸钾亦可）。

步骤：

- 1、把酒瓶里倒上酒精，三分之二即可。
- 2、投入高锰酸钾，250 克左右。
- 3、投入切好的镁条。
- 4、塞上布条，固定。

储存：同 3。

使用：同 1。

2.高温武器

铝热弹

对付车辆，鸡尾酒的几百度温度是远远不足的。所以，我们将介绍一种新的能材：铝热弹。

材料：铝条（非管制），四氧化三铁粉，纸袋（要能密封的，塑料袋亦可），氯酸钾（或高锰酸钾），镁条。（注：这个铝热反应比较温和，适于民用。但它还是能产生上千度的高温，可以用于袭击车辆，打开铁门，设置路障。

步骤：

- 1、把铝条切成（或用锉刀锉）细粉状（比食用盐稍细即可），放入纸袋，把四氧化三铁粉以铝：氧化铁，1.1：3 的质量比例放入纸袋，混合均匀。
- 2、加入氯酸钾五克，铺在面上。
- 3、插上镁条，把空气尽量排除，在外面留出五至十厘米的镁条，密封。

储存：避光，防止漏气，禁止高温。

使用：把镁条点燃，扔出或放置到目标上。

强铝热弹

有的时候铝热弹的热量并不足以对重型车辆造成较大的损害，所以在剂量相同的情况下，强铝热弹能造成更大伤害。

材料：铝条（非管制），镁条（非管制），氧化铜粉，氯酸钾（高锰酸钾亦可）。（注：此反应会放出强光，注意安全。）

步骤：

- 1、把铝条切好后放入纸袋，把四氧化三铁粉以铝：氧化铜，1.6：5 的质量比例放入纸袋，混合均匀。
- 2、加入氯酸钾五克，铺在面上。
- 3、插上镁条，把空气尽量排除，在外面留出五至十厘米的镁条，密封。

储存：避光，防止漏气，禁止高温。

使用：把镁条点燃，扔出或放置到目标上。

爆炸铝热弹

爆炸铝热弹破坏力略同于强铝热弹，但破坏半径远超前者。

材料：自制铝热弹（用强铝热弹破坏力更强），高锰酸钾。（注：在没有足够坚固的掩体之前不建议制作。）

步骤：

- 1、把铝热弹拆开。
- 2、把五十克高锰酸钾投入混匀。
- 3、尽量排除空气后密封。

储存：避光，防止漏气，禁止高温。

使用：将镁条点燃，扔出或放置到目标上。

火焰喷射器

火焰喷射器曾经被德军用来对付斯大林格勒里的苏军狙击手。

材料：背箱式农药喷洒器（储水式水枪亦可），小木条（带火星的小木条，或者烟斗），汽油（柴油亦可，但一定不能用酒精）。

步骤：

- 1、把汽油灌进喷洒器。
- 2、把小木条绑在喷射口处。

储存：避光，禁止高温、明火。

使用：把小木条点燃，压几下把手，开始喷射。

二.普通炸药

硝化纤维素

步骤：往 100ml 烧杯中加入 5ml65%硝酸，再加入 15ml98%硫酸。冷却后加入半个鸡蛋大的一团医用脱脂棉(要弄蓬松，确保硝化完全)盖上表面皿，放置 1 小时。放入热水中洗去废酸，洗到中性为止，摊开任其自然干燥，或者用干燥器干燥。硝化棉易燃，干燥的硝化棉要避免高温和阳光直射。

注：这样做出来的硝化纤维素含氮量不高，应该低于 10%，不能爆炸，用于炸药的含氮量 13%以上。但用于做燃烧弹、火箭推进剂是可以的。要制备含氮量高的硝化纤维素需要提高混酸中的硝酸含量，会用到 98%的硝酸，较难购买，且还要提高反应的温度。

硝酸甘油

原料和仪器：：蒸馏水 滴管 食盐 100ml 烧杯 碳酸钠 250ml 烧杯(2个) 浓硝酸(13ml) 用来装冰的容器 浓硫酸(39ml) 温度计 甘油 蓝色石

蕊试纸

步骤:

- 1.在 250ml 烧杯中加入 150ml 蒸馏水
- 2.在另一个 250ml 烧杯中加入 150ml 蒸馏水和一匙碳酸钠，搅拌使其溶解；
- 3.准备好一个装满冰盐混合物的容器；
- 4.把 100ml 烧杯放入这个容器中，注入 13ml 浓硝酸，冷却到低于 20 度；
- 5.慢慢的加入 39ml 浓硫酸，混合均匀，并把混酸冷却到 15 度；
- 6.用滴管慢慢加入甘油，10 秒钟一滴，并密切注视温度，千万不能让温度高于 30 度，当混酸面层有明显的甘油层时停止(大概加了甘油 3-5ml)；
- 7.搅拌混合液 10 分钟，并保持 20 度的低温；
- 8.反应完毕后，小心把混合液注入步骤(1)中的烧杯中，硝酸甘油会沉入烧杯底；
- 9.用滴管把硝酸甘油移到步骤(2)的烧杯中，这时过量的酸同碳酸钠反应，使硝酸甘油更稳定，用蓝色石蕊试纸测试硝酸甘油，直到不显酸性；

保存：存放于阴凉处。

六氨合三碘化氮

原料：碘片、30%浓氨水。

制作步骤如下：取 1 克碘片放在研钵里，加入 5 毫升浓氨水。小心研磨 3 分钟，便生成黑色六氨合三碘化氮的细小固体。

取出放置桌上晾干后，用铁锤猛击六氨合三碘化氮即可爆炸，同时产生紫色的碘蒸汽。

RDX

简介 黑索今(RDX) 化学名为 环三亚甲基三硝铵.1899 年由 TG.Henning 首先合成,1922 年证实它是一种炸药,开始应用于军事领域. RDX 为无色晶体,不吸湿,不溶于水.易融于丙酮.熔点 204.1 度,晶体密度 1.779gcm³,爆发点 230 度(5 秒),爆热 5760kjkg,爆速 8639ms,撞击感度 80%(10kg25cm) 黑索今是制造 A, B, C 系列混合炸药的重要原料, 也可以直接装药, 不过因为感度大, 比较危险。

方法一：直接硝解法

原料：乌洛托品 (C.P)10g (0.071mol) 浓硝酸 98% (C.P)110g(71.5ml)(1.71mol)

仪器：三口瓶（或高型烧杯）250ml 一个，冰盐浴一个，电动搅拌机一台（或手动搅拌），3 号砂芯漏斗一个，加料漏斗一个，温度计一支。

制备过程：1.在装有搅拌器和温度计的反应容器中加入 100g 浓硝酸，置于冰盐浴中。

2.开动搅拌，冷却至 10 度时开始加料，在 15 分钟内加完 10 克乌洛托品，控制反应温度为 15-20 度。

3.加料完毕后继续保温搅拌 15 分钟，然后将硝化液缓慢倒入装有

300 克碎冰的容器中稀释，用玻璃棒进行搅拌，使稀释液温度保持在 10 度以下，

4.碎冰融化后用 3 号砂芯漏斗抽滤，滤饼水洗至中性，在 50-60 度条件下烘干即得成品，得率 81%左右（以乌洛托品计）

注意事项：

1、必须在 12-15 分钟内均匀加入乌洛托品，否则由于硝化反应过于激烈，致使反应物局部分解。

2、必须保证碎冰的清洁，否则容易将杂质带如黑索今中。

方法二：综合法（也叫醋酐法或 KA 法）

原料：乌洛托品（C.P）10g, 浓硝酸 98%（C.P）15ml, 硝酸铵（C.P）18.7g, 醋酐（C.P）62ml, 冰醋酸（C.P）18ml

仪器：三口瓶（或高型烧杯）250ml 一个，滴定管 50ml 二支，水浴一个，2 号砂芯漏斗一个

制备过程：

1.将 10 克乌洛托品溶于 18ml 冰醋酸中，配成 HA-ACOH 溶液（溶液 I）。2.将 18.7g 硝酸铵溶于 15ml 浓硝酸中配成 $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-HNO}_3$ 溶液（溶液 II）。

3.向反应容器中加入 62ml 醋酐，搅拌升温至 60-65 度，

4.将 I、II 号溶液匀速加入，约 15 分钟加完。加料过程中保持 II 号溶液稍先于 I 号溶液。

5.继续在 60-65 度保温搅拌 15 至 30 分钟，然后降温至 20 度，用水稀释反应液到 30%-50%醋酸浓度后过滤。水洗滤饼至中性，在 50-60

度条件下烘干即得成品。

方法三：K 法

原 料 ： 发 烟 硝 酸 、 硝 酸 铵 、 乌 洛 托 品 。

步 骤 ： 1. 量 取 70 毫 升 发 烟 硝 酸 于 烧 杯 中 。

2. 称 取 14.68

克硝酸铵倒入烧杯中，并将烧杯置于冰水混合物中降温到20℃

以 下 ， 放 在 磁 力 搅 拌 器 上 搅 拌 。

3. 称 取 12.06

克乌洛托品，碾碎，缓慢加入硝酸铵的硝酸溶液中，保持反应液温

度 不 超 过 25℃ 。

4.

当乌洛托品加完时，溶液呈现白色浑浊。此时，撤去冰水浴，加热

溶 液 至 65℃-70℃ 。

5. 保 温 约 10

分钟，将反应液倒入大量冷水中，抽滤，用清水洗涤沉淀至

pH=7，然后将沉淀置于烧杯中，加入沸水，并且在电炉上加热，

保持其沸腾以煮去残酸。

6. 煮 洗 约 10 分 钟 后 ， 冷 却 ， 抽 滤 ， 用 95%

工业酒精洗涤一次，再用无水酒精洗涤一次。

7.

将产物转移到烧杯中，再将烧杯置于热水浴中以干燥产物。干燥过程中要经常用药匙翻炒。

8.取出干燥后的产物，得成品。

PETN

简介：太安(PETN) 化学名为 季戊四醇四硝酸酯.1894 年由 B.Tollens 制得,二战期间 PETN 由于性质稳定,威力大,成为重要的高能炸药之一. PETN 为白色晶体,不吸湿,不溶于水.易融于丙酮.熔点 142.9 度,晶体密度 1.76gcm³,爆发点 225 度(5 秒),爆热 6300kjkg,爆速 8300ms,撞击感度 100%(10kg25cm)

太安一般用来装填雷管和制造传爆药柱导爆索,还可以制造某些混合炸药和塑性炸药,例如太安和 TNT 的混合物彭托莱特(Pentolite.有 50：50,70：30,75：25 三种比例)用于装填聚能弹.太安还可以用来敏化不敏感的确铵,铵油炸药.

方法一：使用发烟硝酸

原料和仪器：发烟硝酸 98%(C.P)120g(78ml) 季戊四醇(C.P)20g 仪器高型烧杯(或三口瓶)250ml 一个,电动搅拌机一台(或手动搅拌,不过比较辛苦),冰盐浴一个,布氏漏斗抽滤装置一套,温度计一根.

制备过程:

1.将 120g 浓硝酸倒入反应容器中,在冰盐浴中冷却至 10 度.

- 2.在强烈搅拌下 10 分钟内均匀加入 20 克季戊四醇,控制加料速度和冰盐浴的冷却能力,使反应温度保持在 10 度-20 度.
- 3.加完料继续搅拌保温 15 分钟,然后将反应混合物倒入 300ml 冰水中稀释,
- 4.用布氏漏斗抽干,产物水洗至中性.抽干后在 40-50 度条件下干燥 4 小时.即得成品,得率约 95%以上.

方法二：使用浓硝酸

原料：34ml的65%硝酸

24.8ml的96%硫酸

10克季戊四醇

- 1.先提前将10g季戊四醇研磨好。然后量取34ml硝酸， 倒入 250ml的烧杯中， 并冷却。再将24.8ml的硫酸缓慢倒入。
2.
把季戊四醇少量多次地加入混酸中， 还要不停地搅拌， 搅拌二十分钟， 一共加10克。加入的时候快速稳定搅拌混酸十分重要， 因为硝化反应将局部放热。硝化反应进行时， 混合物将变得浓厚， 同时温度会上升。混合物将变为厚的浓浆。合成的关键在于一个低的初始温度， 万一冒料（现象是棕色 $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ 气体放出）， 混合物应当立即倒入冰水中。
- 3.搅拌10分钟后， 混合物将变为厚的浓浆。
- 4.

所有季戊四醇加完后，继续搅拌十分钟。然后把混合物放入热水浴中，加热到**45度**，并持续**25**

分钟。这将把大部分磺基硝化从而大大增加产率。保持稳定在**45°C或45°C**

以下。保持搅拌，并观察任何冒料的迹象。（这一步不是必须的，但可以得到更高的产量）。

5.将混合物用**450ml**

冰水稀释。当晶体沉淀下来后，将多余的水倒出以便过滤产物。将混合物加入水中时必须注意要慢并且均匀，因为混合物中过量的硫酸将导致温度上升，并导致最终产物分解。

6.过滤出

petn，用冷水洗涤，然后用热的碳酸氢钠溶液中和（废酸）。

7.把**200ml**丙酮加热到**50摄氏度**。边搅拌边加入

PETN，直到全部溶解（溶解度：**58克/100ml 50°C**

丙酮）。因为**PETN**

中含有的少量水，丙酮应当适当过量。在这一步之前尽可能干燥**PETN**可以将丙酮用量降到最低。

8.过滤**PETN/丙酮**混合液，并倒入装有**600ml**

冰水混合物烧杯中，这将使**PETN**在杯底沉淀成细小的晶体。

9.沉淀完成后，倒出多余的水，把留下的**PETN**

过滤出来。过滤之后，把**PETN**放入培养皿中，干燥。

注意事项

- 1.太安机械感度大,撞击感度为 100%,为降低感度,用布氏漏斗抽滤.在使用过程中要注意减少摩擦和撞击,未经钝感处理的太安在压装时要十分小心.
- 2.在制备过程中要做好个人防护,虽然在在制备过程中不可能发生爆炸,但是浓硝酸滴到身上会造成严重伤害,一定要戴上橡胶手套。

雷酸汞

雷酸汞是一种起爆剂。它能被火和撞击引爆。

原料和仪器：5g 汞(水银) 玻璃棒 35ml 浓硝酸 100ml 烧杯(2 个) 无水乙醇(30ml) 热源 蒸馏水 蓝色石蕊试纸 滤纸、漏斗

步骤：

- 1.在一个烧杯中加入 5g 汞和 35ml 浓硝酸，搅拌；
- 2.慢慢加热混合物，直到汞溶解，这时溶液变绿色，有红棕色的有毒气体生成；
- 3.在第二个烧杯中加入 30ml 乙醇，把第一个烧杯中的溶液小心倒入，有红棕色有毒可燃气体生成；
- 4.等待 30-40 分钟，气体的红棕色消失，再等 10 分钟，加入 30ml 蒸馏水；
- 5.小心过滤出雷酸汞晶体；
- 6.用蒸馏水洗涤晶体数次，直到用蓝色石蕊试纸测不出酸性为止；
- 7.干燥晶体，在安全的地方储存，远离可燃物

苦味酸

简介：黄色针状或块结晶，无臭，味极苦，密度:1.767；凝固点：122.5℃；爆炸点：300℃；闪点：150℃。不易吸湿。难溶于冷水。易溶于热水。极易溶于沸水。溶于乙醇、乙醚、苯和氯仿。用于炸药、火柴、染料、制药和皮革等工业。苦味酸有毒，主要引起皮肤伤害，有很强刺激性。经摩擦、震动，易发生剧烈爆炸。遇明火高温也有引起爆炸的危险。爆速 7.35km/s；做功能力 105%(TNT 当量)；猛度 103%(TNT 当量)；撞击感度 24%~36%；摩擦感度 0%；爆发点 320℃(5s)。苦味酸的一个重要缺点是具有酸性,当有水存在时与金属氧化物反应,生成感度大的苦味酸盐,很容易爆炸.在使用苦味酸的过程中要充分干燥,防止生成苦味酸盐.

制备

原料：苯酚、硝酸、浓硫酸。

仪器：烧杯、磁力加热搅拌器、温度计、天平、量筒、恒温水浴锅、分液漏斗、抽滤瓶、抽滤漏斗、滤纸、真空泵、护目镜、耐酸碱手套、防毒面具。

步骤：1.将苯酚 50 度以上水浴加热熔化，并用量筒量取 25ml 液态苯酚约 24.5g 加入烧杯中。

2.量取 70ml 浓硫酸（98%），并加入烧杯中。 3.

反应后溶液变为淡黑色，并持续搅拌一分钟以上。100 度水浴加热 1-2h，磺化后磺化液呈紫黑色（也有可能呈粉红色）。 4.磺

化结束后一般含 30%苯酚磺酸与 70%苯酚二磺酸，将溶液冷却至 50 度左右。

5.量取 125ml 硝酸（65%），将温度调至 50-60 度，用分液漏斗滴加硝酸，1-1.5 滴/s，在 5-7min 之内温度平稳上升至 100 度，并持续搅拌。

6.将温度控制在 80 度左右，利用滴酸速率将温度控制在 100-120 度之间，滴速 1 滴/s 持续 5-8min。

7.当反应温度小幅度下降时，升高水浴温度至 100 度，反应温度约 110 度此时提高滴酸速率至 2 滴/s，不应超过 120 度，此时反应十分剧烈，大约持续 8min 左右。

8.当温度进一步下降时，只高于水浴温度 3-5 度，并有少量苦味酸生成。在这一段保持水浴 100 度，使反应温度不低于 90 度，并适当加快滴酸速率。

9.大量苦味酸生成，搅拌变困难。持续 7-9min。

10.滴酸完成后，水浴 100 度，持续搅拌，要保持 30min 以上。

- 11.保持苦味酸不与金属及金属盐接触。
- 12.用常温水把烧杯冷却至 50 度以下加入 300ml 精制母液用冷水冷却至室温，抽滤。
- 13.用 100ml 水洗涤产物，抽滤。重复三次。
- 14.在 60 度环境中烘烤 3-4h，或常温一天。产率约为 75.4%，熔点 112 度。
- 15.精制：20g 产物溶于 500ml 热水，加热至 85 度，迅速抽滤。将滤液倒入 500ml 烧杯中，用冷水冷却至室温，抽滤。

HMX

硝酸脲(UN)

硝酸脲【UN; $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HNO}_3$ 】是工业固体酸的一种重要替代物。其酸性较硝酸稍低，解决了液态酸在很多时候运输、使用不便的问题。在另一方面，UN 可作为战时代用能材，用以填装手榴弹，地雷和迫击炮弹，另外 UN 也是一个很好的民用能材。

原料：硝酸:65%，市售，AR;脲:市售，AR。

步骤：取 65%硝酸 100g 加水稀释至 244.86g，得到 5.5mol/L 的 $\text{HNO}_3(\text{aq})$ 。温控在 20℃，较快加入 60g 脲与 120mL 水配成的溶液，快速搅拌。20min 后，抽滤取渣，冰水洗涤，得到产物。

硝基脲(Nu)

硝基脲，系统命名 1-硝基-2-氧代-1,3-二氮杂丙烷，结构简式 $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{NO}_2$ ，熔点 159℃，对氧化剂极稳定。硝基脲和 NaOH , KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, AgNO_3 反应，可制得相应的硝基脲盐。同时 Nu 本身亦是一种撞击、摩擦钝感的能材。装药密度为 1.476g/cm³ 时，

其 $\text{Exp.v}=7174\pm 42\text{m/s}$ ，威力为 91%TNT 当量。其干燥品在室温下几乎不分解，可长期存放。但其在湿润条件下易水解重组，故欲保存 Nu 须保证干燥。

原料：浓硫酸:98%，市售，AR;硝酸脲:自制;乙醇:市售，AR

步骤：取 50g 干燥的 UN 以小份分批加入 75mL 浓硫酸，温控在 0°C 以下，加完后静置 1min，倾入 250mL 冰水。抽滤取渣，不洗涤，直接转入沸乙醇中溶解。冰水浴降温后抽滤取渣，用滤液洗涤。得产物。

DPT

3,7-二硝基-1,3,5,7-四氮杂双环[3.3.1]壬烷(DPT)是制 HMX 的重要原料之一，同时其本身也是一种能材。

原料：甲醛:37%，市售,AR;氢氧化钾:市售，AR;硝酸铵:市售，AR;硝基脲:自制。

步骤：取 10g Nu，100g 水，28mLHCHO 在强烈搅拌下混合并加入 25%KOH 溶液调 pH 至 3~4 并升温至 65°C ，保温 10min。倒入含有 50g NH_4NO_3 的 0°C 的水溶液。控温至 50°C ，加入 25%KOH 至 pH=6.5。冷却至 0°C ，保温 40min，抽滤取渣，水洗。

滤液静置 12~24h，抽滤取渣，水洗。将两次产物合并，得到产物 DPT。

HMX

原料：发烟硝酸:98%，市售，AR;硝酸铵:市售，AR;3,7-二硝基-1,3,5,7-四氮杂双环[3.3.1]壬烷(DPT):自制。

步骤：取 35.5mL 98% HNO_3 ，降温到 0°C 后加入 9.2g NH_4NO_3 溶解。开始搅拌，快速加入 5g DPT，在 $5^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 的温度条件保温 1h。将反应液倾入 200g 细冰中，静置 15min。抽滤取渣，得到 HMX 粗品。不干燥，称重。

采用 HMX 粗品湿重量 3 倍毫升数的 85% HNO_3 (即 1g HMX=3mL HNO_3)进行转晶。抽滤取渣，水洗，得到 β -HMX 精品。

TATP

简介：由丙酮、过氧化氢在催化剂下低温合成。略带酸味的白色晶体，不溶于水，分子为环形结构。这种炸药极为敏感，轻微摩擦或温度稍高即会爆炸。是 2005 年英国 7.21 爆炸案的主角。它在爆炸时并不会产生任何火焰。因为只需很少的能量就可引发炸药爆炸。

且这个过程并非氧化反应而是一个分解过程。

原料和仪器：烧杯（50ml 150ml） 量筒（25ml） 温度计 玻璃棒 丙酮（AR） 过氧化氢（30%，AR） 盐酸（AR） 10%稀盐酸 水 托盘天平 铁架台 滤纸 冰 盐 水

步骤：

1.用量筒量取 7ml 丙酮和 11ml 30%的过氧化氢混合于 50%的烧杯中。(丙酮与过氧化氢的体积由“丙酮与过氧化氢等摩尔混合”计算得)

2. 将此烧杯放入 150ml 装有冰盐水的烧杯中。
3. 用温度计测得混合液温度已降至 5°C 用滴管向混合液中滴加 2ml 浓盐酸,并搅拌.1min 后溶液开始浑浊,随后出现大量白色沉淀.
4. 将混合物室温放置过夜,已析出更多沉淀,使混合物成冻状.
5. 将冻状物移入 150ml 烧杯中,加水 120ml,搅拌后静置,杯底有大量白色沉淀.
6. 将此混合物过滤,将滤渣干燥,用托盘天平称其质量为 5.4g.

TNT

步骤：由甲苯三段硝化制得。制备过程：

一段硝化（制备一硝基甲苯 MNT）：

原料：43ml68%硝酸，116ml98%硫酸，40ml 水，58ml 甲苯

步骤：1. 配制混酸。先量取 43ml68%硝酸于 500ml 烧杯中，加入 40ml 水，最后小心加入 116ml98%硫酸。此时搅拌，把烧杯置于冷水浴中冷却到室温，然后改换温水浴，使混酸温度逐渐上升至 30°C。如果当地室温已经达到 30°C，可使用与室温温度一样的水浴，使混酸温度降至 30°C。

2. 使混酸温度控制在 30°C 后，开始往混酸中滴加甲苯。注意，刚开始滴加甲苯时要注意控制滴加速度，不能过快，甲苯进入混酸后，并不会马上开始反应，而是大约过了 4~5 分钟后才开始反应。

如果温度不上升，应该停止滴加甲苯，加大搅拌速率，同时稍微提高水浴温度，让反应液温度从 30°C 开始缓慢地上升。一般来说在强

搅拌情况下，反应温度会小幅度上升。此时维持恒定的水浴温度，继续滴加甲苯。

3. 在不断搅拌的情况下，一方面控制滴加甲苯的速度，一方面控制水浴温度，使在整个滴加甲苯的过程中，温度从 30℃ 缓慢上升至 50℃。如果某段时间温度上升过快，应该及时关闭水浴加热设备，并迅速移去水浴中部分热水，代之以同等量的冷水。这个过程较考验实验者的操作技巧，总之使滴加甲苯的整个过程中，温度缓慢上升，最好有增无减，在加完 58ml 甲苯后温度维持在 50℃。整个滴加过程中反应液逐渐由无色变为橙黄色。注意不要让反应温度超过 60℃，否则反应副产物会进一步生成无法分解回反应物的树脂化物，使得率下降。

4. 滴加完所有甲苯后，在 50℃ 左右，强搅拌 30 分钟。由于一段硝化反应是两相反应，搅拌速度控制反应温度，故应始终快速搅拌，以增大两相接触面。若产物颜色较深（樱桃红或更深），在保温过程中应逐渐变淡，否则应补加 5~10ml 98% 硝酸，以分解副产物。最后把烧杯从温水浴中取出，静置分层。上层浑浊橙黄色油状液体为一硝基甲苯，下层澄清液为硝化液。有浓厚的苦杏仁味。

5. 把混合液倒入恒压分液漏斗中，静置分层，分液，弃去下层硝化液。把上层产物倒入 200ml 烧杯中，加 10ml 水，充分振荡萃取。用 50ml 针筒吸去上层橙红色液体，剩下的橙黄色油状液体即为一硝基甲苯。将其倒入预先烘干并称重的 100ml 小烧杯中，称量，约得到成品 73.6g，得率达到 97%~98%。其中邻硝基甲苯约占 59%，对硝基

甲苯约 36%，间硝基甲苯约 5%。把一硝基甲苯转移到带塞的磨口锥形瓶中储存，用于进行二段硝化制取二硝基甲苯 DNT。

二段硝化（制备二硝基甲苯 DNT）：

原料：52ml68%硝酸，150ml98%硫酸，4ml 水，73.6g 一硝基甲苯

步骤：1. 类似一段硝化方法配制好混酸置于 500ml 烧杯中，水浴升温混酸到 60℃。把一段硝化得到的 73.6g 一硝基甲苯倒入 100ml 烧杯中，开始用滴管往混酸中滴加一硝基甲苯。注意上面的混酸配比是根据一硝基甲苯 73.6g 而得，若要硝化其他质量的一硝基甲苯，应按比例折算配制混酸。一硝基甲苯的硝化仍为两相反应，存在传质过程，且反应快，故加料过程需快速搅拌，以加强传质和传热。

2. 控制加料速度，同时控制水浴温度尽量保持恒定，使反应液的温度处在 70℃，可以上下小幅度摆动，一般控制得好的话，可以使温度保持在 69℃ 到 73℃ 之间。加料时间约为 40~50 分钟。加完料后，待温度不升反有下降趋势时，提高水浴温度，升温反应液至 85℃ 附近，可控制在 80℃ 到 90℃ 之间，继续在此温度下搅拌 30~40 分钟。之后把烧杯从水浴中移出，自然冷却到室温。可观察到有大量淡黄色针状晶体析出，即为二硝基甲苯。刚移出水浴时二硝基甲苯为熔融状态。

3. 把反应液倒入大量冷水中稀释，余下小部分晶体析出。过滤稀释液，连同杯底凝固成块的二硝基甲苯一并回收。4. 将所得固体加入适量 70℃ 到 80℃ 的热水中，使其熔融，搅拌 5 分钟，倾去上层橙色废水，洗涤两次。不断搅拌，自然冷却。过滤，得到二硝基甲苯，为淡黄色洁净晶体。晾干，称量约为 81.6g，得率约 83.6%

5. 将所得固体加入适量 70℃ 到 80℃ 的热水中，使其熔融，搅拌 5 分钟，倾去上层橙色废水，洗涤两次。不断搅拌，自然冷却。过滤，得到二硝基甲苯，为淡黄色洁净晶体。晾干，称量约为 81.6g，得率约 83.6%

。产物为异构体混合物，其中 2, 4-二硝基甲苯约占 75%，2, 6-二硝基甲苯约占 20%，含间位硝基的二硝基甲苯及氧化杂质约占 5%。所得 DNT 凝固点在 50°C 以上。

三段硝化（制备三硝基甲苯 TNT）：

原料：38ml98%硝酸， 127ml98%硫酸， 81.6g 二硝基甲苯

步骤：1. 三段硝化操作难度最大。在此使用了电热套，三口烧瓶和恒压分液漏斗。和之前预先配制混酸不同，三段硝化先加硫酸，后加硝酸。往三口烧瓶中加入所有二硝基甲苯，用电热套升温至 50°C~60°C。二硝基甲苯融化，往分液漏斗中加入 127ml 硫酸，控制滴加硫酸速度，适当升温，使滴加过程温度保持 80°C~90°C。配合适当速度的电动搅拌，滴加未到一半时 DNT 就已完全溶解于硫酸中，溶液为黄色澄清液体。2. 关闭分液漏斗阀门，往分液漏斗加入 38ml 硝酸，开始往烧瓶中小心滴加。注意控制滴加速度，不可像滴加硫酸时那么快。否则容易造成温度上升过快，最后导致冒料甚至起火。滴加硝酸的同时需要加快搅拌速度，由于硝酸量不是很多，整个滴加过程约 30 到 45 分钟，温度保持在 85°C~95°C。滴加硝酸后反应液变为棕红色浑浊液体，伴随大量氮氧化物生成。3. 待所有硝酸加完，温度有下降趋势时，调节电热套温控旋钮，缓慢升温，使反应液温度维持在 110°C~115°C，快速搅拌，保温一个小时。由于温度升高，会有更多氮氧化物气体生成。要严格控制最高温度，否则反应物已被硝酸氧化。损失与氧化反应的硝酸约占用于硝化反应硝酸量的 40%。一个小时过后，伴随缓慢搅拌自然冷却至室温，可看

到混合物分层，上层油状液体即为熔融的 TNT。小心把烧杯中混合物倒入大量冷水中，大量三硝基甲苯析出。抽滤，水洗 3 次。

4. 把粗制 TNT 加入适量即将沸腾的热水中（温度大于 90℃），TNT 融化，搅拌，倒去上层废水，重复 3 到 4 次。过滤，自然晾干。得到约 90g 粗制 TNT，为淡黄色固体，得率 88.4%。三步总计得率为 72.4%。其中 2, 4, 6-三硝基甲苯（ α -TNT）约占 94%~95%，其他不对称 TNT 约占 4.3%，二硝基甲苯约占 0.8%，还有微量的其他副产物。所得粗制品凝固点在 74℃ 以上融化后体积较室温固态时减少约 12%。TNT 的水溶液见光极易发生复杂的光化学反应，生成多种物质，包括 2 个或 3 个硝基的酚、芳醛、酰胺、醛、羧酸等等，呈粉红色。因此此步虽然降低了粗制 TNT 的酸性，但是同时又产生了其他杂质，很容易使熔融再凝固的 TNT 药块变成橘红色。这些杂质必须通过精制除去。

TNT 的精制：

粗品 TNT 含有一些杂质，如无机酸、带有酸性的有机物、四硝基甲烷、不对称 TNT、DNT 以及其他杂质和副产物。这些杂质会降低 TNT 的安定性，因此必须对粗品 TNT 进行精制。精制的方法有亚硫酸钠法和稀硝酸法。工业上采取的是亚硫酸钠法，原理是用磺酸基取代不对称 TNT 间位上的硝基，生成溶于水的二硝基甲苯磺酸钠而被除去。而其他大部分杂质也均能与亚硫酸钠反应生成溶于水的物质被除去。稀硝酸法的原理是根据稀硝酸对 α -TNT 及杂质的溶解度不同，是 TNT 从过饱和溶液中析出，而大部分杂质留在溶液中，即

通过重结晶来精制 TNT。实验室精制 TNT 不宜采用亚硫酸钠法，原因是操作复杂，产生的碱性废水量大。在此采用稀硝酸法精制 TNT，操作简单，无再另需试剂亚硫酸钠。

原料：62%硝酸 194ml 粗制 TNT90g

精制步骤：

1. 用 68%硝酸配制 62%硝酸 194ml(加水稀释)，倒入 500ml 烧杯中，加入粗品 TNT90g。把烧杯置于热水浴中升温，使烧杯中的混合物升温至 65℃ 左右，不断搅拌，大约十分钟左右粗品 TNT 完全溶解。
2. 粗制 TNT 完全溶解后，搅拌 2 分钟，把烧杯从热水浴中移出。自然冷却至室温。冷却的整个过程中要不断搅拌。随着温度下降大量针状 TNT 从硝酸中析出，聚集成团变成絮状物。不断搅拌直至冷温度降到室温。注意由于硝酸浓度不低且被加热，酸雾较大，搅拌过程注意做好防护。
3. 直接抽滤，然后用大量的冷水清洗。可以多次少量地洗，直至漏斗中的 TNT 呈现白色或淡黄色，且洗涤后的水呈中性为止。第一次抽滤的滤液呈黄色浑浊状，大部分杂质被除去。如果有条件，还可以进行二次重结晶。
4. 自然晾干，得成品 TNT。

HMTD

原料：85%的磷酸，30%的双氧水，乌洛托品（AR 级）

步骤：1.将 4 毫升 85%的 磷酸 倒入 50 毫升的量杯里。

2.再吸取 16 毫升 30%的双氧水，混合以后，慢慢放入（0℃左右的冰水中搅拌）当反应液降低到 10℃以下时，慢慢加入乌洛托品（此过程注意搅拌，最好玻璃棒上有少量的水，这是防止冒料的关键条件，搅拌可以使温度降低，玻璃棒上蘸少量的水可以降低反应速度）。

3.当溶液刻度指向 25ml 时，在冰水中继续搅拌，5 分钟后，假如温度没超过 30℃，停止搅拌，将烧杯放在冰水中等待 2 小时！

4.两小时后，将烧杯里面的反应液+气泡全部混入清水中，等待沉淀后过滤即得成品 HMTD

5-硝基四硝基四唑铵

简介：硝基四唑铵（ NH_4NT ）化学式为 $\text{CH}_4\text{O}_2\text{N}_6$ ，是白色的晶体。一般方法制备的硝基四唑铵不带结晶水，机械感度不高，储存比较安全，不合空气中的水分以及二氧化碳反应。硝基四唑铵在水中溶解度非常大，溶解度随温度变化明显，也溶于丙酮、无水乙醇等有机溶剂，但溶解度比水要小。硝基四唑铵一般不作为起爆药和主装药使用，一般作为含能中间体来制备 NH_4CuNT 、 NH_4CoNT 、 NH_4NiNT 等一类配位起爆药，有着广泛的用途，是一种重要的含能中间体。

原料：丙酮，亚硝酸钠，5-AT，八水合氢氧化钡，五水合硫酸铜，硫酸铵

仪器：磁力搅拌器、烧杯 500ml 两个，250ml 两个，滴液漏斗（可

控速），量筒 100ml，25ml，玻璃棒，温度计，天平（感度 <0.1 克），电炉，抽滤瓶，抽滤漏斗，滤纸，真空泵，三口烧瓶，球形冷凝管，空心塞。

步骤 1.配制 A 液：将 13.8g 五水硫酸铜、26g 亚硝酸钠溶于 70ml 水中，溶液呈深墨绿色。

2.配制 B 液：将 10.6g 无水氨基四唑、0.5g 五水硫酸铜、18ml68%硝酸、170ml 水混合，溶液呈天蓝色。（如有一部分 5-AT 未溶解可以适当加水少许）

3.配制 C 液:18ml68%硝酸和 6ml 水混合。

4.以 A 液为底液滴加 B 液，并且加以强烈搅拌，用冰浴温度控制在 15°C 以下。此反应不剧烈，温度控制容易。但是还是需要格外注意生成的重氮盐，重氮盐的危险性前面已经讲明，滴加时间一般为 45~50 分钟，用分液漏斗向烧杯 A 液中滴加 B 液，每一滴下去都会冒出气泡，气体成分是 N_2 与 NO_2 。

5.滴加完毕后，颜色已经由暗绿转为浅绿，保温 15 分钟。

6.滴加 C 液，将温度控制在 15°C 以下，并且强烈搅拌，滴加完毕后，保温 10 分钟。

7.将反应液抽滤，抽滤出来的酸式铜盐。千万不能过滤干，要让 5-硝基四唑酸式铜盐保持在湿态。然后用 100ml 水洗涤两次得到酸式铜盐，加水将其体积调到 200ml 左右，加入稍过量氢氧化钡，将反应液 pH 值调至 8—10。由于反应液会变得很粘稠，可以加入一些水，溶液变成蓝色，较粘稠。也可以使用氢氧化钙。（注意：这里氢氧

化钡不可以加的太多，否则氢氧化铜会溶解在过量的氢氧化钡里，不容易除去）

8.100℃水浴加热回流 1.5 小时，期间溶液逐渐由蓝色转变为棕黑色。有氧化铜沉淀。

9.抽滤溶液，保留滤液、得到微黄色的硝基四唑钡溶液。副产物氧化铜，可以回收，洗净，溶解在硝酸中。然后制得硝酸铜，用来制备硝基四唑铜铵。

10.加入稍过量硫酸铵，使钡离子全部沉淀。大量白色沉淀生成，抽滤，保留滤液。

11.抽滤，如果硫酸钡穿虑的话就等待其自然沉淀。

12.浓缩至 20ml 左右，降温至 5℃析晶。抽干滤渣，取渣。析出硫酸铵与硝基四唑铵的混合晶体。还有一些铜离子的绿色。抽滤。

13.使用丙酮对产物进行分离。硫酸铵不溶。

14.将 200ml 丙酮加热到沸腾，然后迅速加入抽滤得的滤渣，搅拌使溶解，

15.趁热抽滤。

16.再用 50ml 的热丙酮洗滤渣。

17.将这 250ml 的热丙酮溶液降温至零下 30 度(有条件可以用干冰降温至零下 78.5 度)。

18.迅速抽滤。

19.然后滤饼用 5ml 丙酮洗涤。这样得到的滤饼应为纯白色。

20.滤液里的丙酮可以蒸馏出来回收，剩下的渣可以再进行如上过程

，不过丙酮用量可以减少很多。

21.干燥，产率 44-52%

注：反应时第一步生成的重氮四唑硝酸盐是感度很高的物质，就算在溶液里也会发生爆炸。所以滴加液体时一定要注意速度要慢，温度要低。反应后生成的 5-硝基四唑酸式铜盐也非常敏感，但在有水存在时很安定，所以一定不能让其干燥。一定要使其含水 120% 以上。最后制得的硝基四唑铵必须是纯白的，否则容易在其他环节出现爆炸事故。杂色仅仅允许一点点隐约可见的绿色。整个过程要注意通风，反应中会放出一氧化氮、二氧化氮与氨气。本实验不可以反应中强制中断。

硝酸胛镍（NHN）

简介：硝酸胛镍是近年来出现的几种性能优良，合成简便，有发展及应用前景的起爆药之一。由于其原料易得且合成工艺简单、性能稳定，故广泛地被能材爱好者所选用。但相比 LA 等军用主流药，其能量以及起爆能力明显不足，限制了这种起爆药的使用。原料

和仪器：硝酸镍，水合肼，脱碳甲醛。仪器：磁力加热搅拌器，温度计，烧杯，烧瓶，抽滤瓶，抽滤漏斗，滤纸，真空泵，防毒面具，护目镜，耐酸碱手套，分液漏斗，量筒，天平，药匙。步骤：

1.配置 10%的硝酸镍溶液,5%水合肼溶液

- 2.投料比：硝酸镍：水合肼=9:16（体积比）
- 3.将硝酸镍加入烧杯在磁力加热搅拌器上加热至 65 度。4.
- 缓慢滴加水合肼（2-4 滴/s）。
- 5.渐渐沉淀为紫色。继续滴加水合肼。
- 6.搅拌 10min。停止加热。
- 7.静置至温度 25 度以下，出料。
- 8.抽滤 4 次以上，20ml 蒸馏水洗涤 20ml 乙醇洗涤。
- 9.常温干燥。

高氯酸三碳酰肼合锌

简介：高氯酸三碳酰肼合锌，常缩写为 ZnCP（英文缩写）或者 GTX（拼音缩写），一般为白色粉末，是一种配位化合物起爆药。事实上，ZnCP 火焰感度较低，且 DDT 较长，能材爱好者更喜欢将其作为扩爆药使用。

原料：高氯酸、氧化锌、无水乙醇、碳酰肼 仪器：烧杯、磁力加热搅拌器、天平、量筒、抽滤瓶、抽滤漏斗、滤纸、真空泵、防毒面具、护目镜、耐酸碱手套、pH 计、药匙。

步骤：1.将高氯酸倒入有氧化锌的烧杯，不断搅拌，同时配制碳酰肼溶液，并用高氯酸调节 pH 为弱酸性

2.然后将搅拌速度调节到 250r/min

3.升温高氯酸锌溶液温度再 60℃左右，滴入碳酰肼溶液

4.保温 10min，即得产物。

三.民用武器

混合炸药概述

混合炸药就是通过添加高热值的高能添加剂，取得比普通炸药更大的威力。

可用的高能添加剂有两类：一类是可燃剂锂、铍、硼、铝、镁、钛、硅等单质及它们的合金或氢化物；另一类是高效氧化剂，可改善炸药的氧平衡。炸药中实际应用最普遍的高能添加剂是铝粉，因此通常所说的高威力混合炸药即指含铝的混合炸药。

高威力混合炸药的制备工艺：按炸药装填方法的不同，可分为压装法和注装法两类。

压装法工艺主要有：机械干混工艺、水悬浮工艺、冲击凝胶工艺、沉淀法工艺及直接法工艺等。

机械干混法工艺简单，操作方便，多年使用，比较成熟，但劳

动强度大，产品成分不匀、不能制成粒状，为了制备安全主体炸药需要线性感处理。该法目前还在使用。

水悬浮法受含铝成分限制，由于水与铝会发生化学反应，生产过程不安全，因而铝粉必须经过严格处理。否则一般不采用此法制高威力炸药，尤其是在缺水的中东地区。

沉淀法需要大量使用沉淀剂，生产过程毒性大，环境污染防治难度大，生产成本较高。

冲击凝胶法工艺过程复杂，不易控制。

直接工艺法设备简单，产品成分及粒度容易控制，主体炸药不需单独纯感，劳动条件也较好，这是目前常用的制备方法。

注装法可通过载体使炸药混合均匀，工艺简单，容易操作，可直接将炸药装入弹体，尤其适合较大口径弹体装药，但需较多设备，投资较多。

以普通单体炸药为主体的高威力混合炸药（以下部分为考试内容）：

这类炸药的特点是炸药组分中以普通单体炸药为主，铝含量多为 20%~30%，也有不少在 20%以下，少数 30%以上，这类炸药配方兼顾了高爆热和高爆速，综合性能较好，但威力不是很高，它的原料易得，成本较低，发展较早，应用广泛，是目前实际装备的炸药中较多的一类炸药。

例：梯恩梯 $60\% \pm 5\%$ 细粒铝粉 $11\% \pm 3\%$ 黑索今 $24\% \pm 3\%$ 片状铝粉 $5\% \pm 3\%$ 卤蜡（外加） $5\% - 0.5\% + 1.5\%$

制备：该配方用注装法制作。按上述配方用量，先将梯恩梯熔化，使其流入带蒸汽夹套、装有涡轮式搅拌器的混药机内，同时加入卤蜡。开动搅拌，转速 160rmin，先后缓慢地投入黑索今、片状铝粉、粒状铝粉，混合均匀。混制好的药浆在 95~105℃下浇注，药板温度（76±1）℃。然后自然冷却凝固即可。

说明：该炸药密度 1.76gcm³，爆速（7023±27）ms，撞击感度 10%。

反装甲混合炸药

下介绍一种适合城市游击战的反装甲炸药配方：

组成成分：钝感黑索今（黑索今 95%、蜡 5%配制）80%±2%、铝粉 20%±2% 制备：该配方用机械干混工艺制务，其中可用冷混或热混两种工艺方法。冷混方法制备是：按上述配方用量，称取钝感黑索今和细铝粉。每次混制药量要根据设备大小和用量而定，一般为 35~40kg。先特制的滚筒内放入 32kg 钝化黑索今，再加入 8kg 细铝粉，盖好，滚筒开始转动，转速 30~40rmin，混合 15~20min 即可混匀。混制好的炸药进行取样分析，达到要求即可送去压药或包装入库。热混方法与冷混法类似。将带有热水夹套和搅拌器的混合锅预热，放入纯化黑索今，再加入铝粉，盖好，开动搅拌，混制 15~20min 达均匀即可，混合温度为 65~80，热水不超过 95℃；搅拌器转速成控制在 30rmin 左右。混制好的产品凉至 30~40℃，不断用药耙翻动，防止结块。最后过 4~9 孔 cm 铜筛，即可包装使用。热

混比冷混制品有较好的均匀性和稳定性，但设备和工艺操作过程比
样复杂。该炸药密度 1.77g/cm³，爆速 8089m/s，猛度 116.2%。

燃烧剂的简易制备

配方一：铝粉 25%、三氧化二铁 75%

配方二：硝酸钡 72%、铝粉 28%

配方三：硝酸钾 59%、木炭粉 10%、铝粉 31%

配方四：环三亚甲基三硝胺 80%、铝粉 20%

配方五：三硝基甲苯 20%、硝酸钾 42%、铝粉 34%、沥青 4%

制备及说明;将配方中各组分经干燥和粉碎后，在搅拌机中混合均匀
后出料。即制得产品，本品外观为均匀的粉状物，无明显杂质和硬
化现象，水分≤0.3%。本品因含猛炸药，因而具有燃烧和爆破和杀
伤燃烧弹中。

凝固汽油弹

配方 1：汽油（或煤油） 92% 环烷酸铝盐 8% 制备：先用 2%氢氧化
钠溶液和环烷酸混合溶解后，在搅拌情况下缓慢加入 5%硫酸铝溶液
，析出物以水洗后，热风干燥至水分含量≤20%，再经过粉碎即制
得环烷酸铝盐；将汽油（或煤油）和环烷酸铝盐混合，然后温热溶
解。静置后即成。

配方 2：汽油或煤油 90~92% 硬脂酸钠 8~10% 制备：将一定量的
硬脂酸钠加入汽油（或煤油）中，升温溶化后，滴加氢氧化钠的酒

精溶液至中性即成。

配方 3：汽油 92% 天然橡胶 8% 制备：在汽油加入天然橡胶制成凝胶。本品燃烧热大，贮存安定，制备简单，装药方便，燃烧温度约 1000℃，外观为均匀的凝胶体。

闪光弹

一、优秀制法（本部分为引用）

配方研究 该试验战斗部腔体较大，即由爆燃中心至弹壁的距离比以往的摄影弹大 13，因此，在配方设计上要选择快燃速配方，以实现起始时间的要求；为保证总比光能的要求，在装药量上要适当提高。所以，配方设计首先要考虑高光强和快燃速的发光药剂。发光剂主要由可燃剂和氧化剂组成，它通过两者的剧烈反应产生的光效应来满足闪光照明的使用目的。发光剂的配方研究包括原材料的选择及成分配比的确定。发光剂以硝酸钠、镁粉为主要成分。

原材料的纯度和粒度 原材料的纯度和粒度直接影响药剂的发光性能。粒度愈细，燃烧速度愈快，有助于提高发光强度和缩短起始时间，同时，燃烧性能稳定。但超细的原材料其粉碎加工困难，制药成本增大。原材料中的杂质起助燃和缓燃两种作用，会影响发光剂性能的稳定，因此，对原材料纯度和粒度均有要求。

配方确定 各成分的配比要通过实验确定。因为反应产物比较复杂，影响因素较多，氧平衡理论计算可以作为实验前的定性参数，

设计的 3 种配方见表 1。

表 1 配方设计表

原料名称	配方 1 %	配方 2 %	配方 3 %
硝酸钠	30.0	30.0	32.0
镁	65.0	67.0	65.0
石墨	1.0	0.5	0.5
酚醛树脂	4.0	2.5	2.0

用 2%硝化棉丙酮溶液粘合造粒，硝化棉的外加量为药剂的 1%。3 种配方的性能测试结果见表 2。

表 2 性能测试结果

测试项目	配方 1	配方 2	配方 3
起始发光时间 ms	0.90	0.90	1.00
最大光强 $\times 10^6\text{cd}$	1.68~2.03	>2.0	>2.5
持续时间 ms	>50	>25	>25
目测光强	适中	略高	高

根据表 2 试验结果，选配方 3 为爆燃型发光剂配方。3 制药工艺 为满足发光剂的爆燃稳定性，除要求原材料的纯度和一定的粒度外，其成分的均匀性要一致。为了解决不同原材料由于密度不同，在制备和使用操作中易产生分层引起成分均匀性劣化的问题，采用粘合剂粘结造粒的制药工艺。制备时，固定筛子，用扁刷搅动过筛，筛通 5 次；然后加入计量的硝化棉丙酮溶液，粘合成团；再用橡胶刮板于 20 目筛上，强迫过筛造粒，待溶剂挥发后，再过筛，取 20 目下 40 目筛上的粒状药；60℃烘干 8h；最后外混 0.5%的石墨粉，颜色均匀即可。成分分析结果见表 3。

表 3 成分分析结果

组分	加入量%	分析量%
硝酸钠	31.7	31.4
镁粉	64.3	64.4
石墨	0.5	0.6
酚醛树脂	3.5	3.6

结果表明，所制药剂成分均匀，制药工艺能满足配方设计要求。

4 装药 对烟火剂而言，装药密度越小，反应速度越快，发光的起始时间也越短。因此，对于试验弹用的发光剂来讲，装药密度不

应过大，松装药更能在瞬时发出较强的光，但装药密度小，发光的持续时间短，且总的装药量减少，其药剂的总比光能会下降，因此，选择合适的装药密度尤为重要。

压装工艺 试验发光战斗部对起始发光时间、发光强度和持续发光时间指标要求较严格，任何一项不合格将影响炸点的采集。除药剂的配方外，影响主要技术指标的主要因素就是装药量和装药密度。因此，压装密度非常关键，经起爆爆燃试验，密度控制在 $1.5\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以下为宜，当然，起始时间与炸药层的药量、炸药的爆轰性能也有重要关系。为了保证发光药柱的密度均匀性和爆燃稳定性，压药工艺选用多次装药压制成型的方法，并逐次增加压力，以防成形药柱层裂。压制操作要定量、限位、定比压，以达到严格控制药柱高度和装药密度一致性的目的 发光剂是靠与其相接的炸药层通过雷管、传爆药柱引爆后的爆轰波引燃的。炸药层的装药采用发光剂、起爆炸药压成一体办法，这样在爆轰转爆燃过程中，光的衔接性好，且药柱也不易破裂和分离。同时，压装的安全性也明显提高。装药工艺参数见表 4。

表 4 装药工艺参数	压药次数	1	2	3	4	备注	发光剂 g	40	40	40	40
第 2 次压药	先装 10g 聚黑 14，再装发光剂	压力 ($\times 103\text{kg}$)	10	12	15	20	注：药柱高度为 36mm；药柱直径为 64.0mm；药柱密度为 $1.47\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	4.2	药盒装配	药盒底部先粘合固定钢板软纸，然后在药柱外围薄薄涂一层 704 硅橡胶，缓慢装入药盒内与底部接触。为预防药柱膨胀，药柱应在 0.5h 内装入。然后将锡箔片粘合固定在药盒的	

炸药药面上。再将带中心孔的硬纸板涂 704 胶，依次贴在锡箔片上面，固化贴牢，即装配完毕。

5 性能测试及影响因素分析

发光性能测试结果 发光剂的发光强度，起始发光时间及发光持续时间的测试，均采用 ZF-2 照度计和数字存贮示波器 TDS 一次进行。示波器记录结果见图 2。通过数据处理得出发光剂性能的测试结果(见表 5)。表 5 发光剂性能测试结果

序号	1ms×10 ⁴ cd t 持 ms	最大×10 ⁴ cd
1	155.1 31.7	1720
2	178.6 31.5	>2000
3	169.2 31.8	>2000

二、简单制法：

材料：高锰酸钾、镁粉、镁条（引燃）

取出高锰酸钾和镁粉并混合均匀

然后取一张纸张，卷成一个纸筒当作炸药筒

在把混合后的高锰酸钾和镁粉倒入纸筒中，在插入一根较长的镁条，完成。

简单的火箭

1.壳体：壳体要求轻、薄、耐一定压力和高温，可以用粗的玻璃钢钓鱼杆做，用牛皮纸卷亦可，只要注意抗内压和端部密封性，内部最好涂防火涂层。

2.燃料制备：原料易得的第一种配方：30%的柏油，70%的过氯酸钾（过氯酸氨、钠也可）。热塑成型。燃烧温度 1800-2100 度，

平均分子量 30，比热比 1.25，比冲 180-195，特征速度 1100-1300 米秒。燃速 32-42 毫米秒（70 公斤厘米²，20 摄氏度）。压力指数 0.7-0.8。比重 1.75。下限燃烧压力〈35 公斤厘米²。上限〉700 公斤。允许使用温度负 6-50 度。贮存安定性好。烟多。物理性能随温度改变。

较危险的第二种配方：60%的硝化纤维，40%的硝化甘油。压伸成型。燃温 2100-2900 度，平均分子量 22-28。比热比 1.21-1.25。比冲 205-230。特征速度 1400-1500 米。燃速 15-25 毫米秒（压力、温度条件同上）。压力指数 0.1-0.8。比重 1.6。上（下）限燃烧压力 700（35）公斤厘米²。允许使用温度负 20-60 度。贮存安定性一般。烟少。物理性能硬脆。

3.喷管制作：因喷管工作条件恶劣，用什么材料请读者自行考虑。土法是 50%的石棉粉、35%的粘土、15%的水玻璃加短纤维混合压制，直接用陶土亦可。如果药柱不是固结在燃烧室内壁，而是活动可抽出的，要用挡药板固定。

4.点火器：点火器一般装在药柱内孔顶部。土法可以用手电灯泡改装。通电，钨丝点燃火药，火药气体顺内孔冲出喷口，顺路点燃药柱。如果达不到需要的压力和温度，就点不燃主装药。

5.战斗部：请读者在保证安全的情况下自行考虑。

附录：

1.压伸双基推进剂

配方 1 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素（含氮 12.6%） 60.0

~60.2 水解纤维素 1.5 硝化二乙二醇 35.4 蜡 E 0.35 乙基苯基脲烷 1.4 凡士林 0.25 二苯基脲烷 1.0 氧化镁 0.25 硫酸钾 0.8 说明 其爆热 3768kJ/kg。

配方 2 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素（含氮 12.6%） 59.05 乙基苯基脲烷 1.9 水解纤维素 3.0 硝化二乙二醇 34.8 凡士林 0.5 二苯脲 0.5 氧化镁 0.25 说明 其爆热 3622kJ/kg。

配方 3 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素（含氮 12.2%） 64.5 中定剂 3.5 小烛树蜡 1.0 硝化二乙二醇 29.0 炭黑 0.35 二硝基甲苯 11.0 水分 0.5

2. 浇铸双基推进剂

配方 1 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素 45.5 增塑剂（主要为邻苯二甲酸二甲酯） 12~22 硝化甘油 25~40 二苯胺 1~2 说明 其在 7.03MPa 压力和 21℃ 下的燃烧速度 5.588~7.62mm，绝对火焰温度 1427~2204℃，标准海平面比冲 160~220s。

配方 2 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素 47.0 乙基中定剂 1.0 硝化甘油 37.7 炭黑或石墨 0.3 增塑剂 14.0

配方 3 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素(含氮 12.6%) 58.6 二硝基甲苯 6.6 硝化甘油 24.2 乙基中定剂 1.0 增塑剂 9.6 炭黑或石墨 0.1

3. 国外某些普通双基推进剂

配方 1（美国 JP） 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素（含氮 13.25%） 51.2 邻苯二甲酸二丁酯 3.0 硝酸钾 1.2 硝化甘油 43.0 二苯

胺 0.6 说明 该推进剂在第二次世界大战中应用于各种武器装药。

配方 2 (美国 M13) 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素 (含氮量 13.15%) 57.43 硫酸钾 1.5 硝化甘油 40.0 炭黑 0.05 中定剂 1.0 其他 0.02

配方 3 (美国 STD) 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素 51.76 二硝基甲苯 10.07 硝化甘油 33.92 硫酸钾 1.78 中定剂 2.29 炭黑 0.18 说明 其爆热 3543.7 kJ/kg, 用于装填响尾蛇-1A 导弹。

3. 平台双基推进剂

无溶剂压伸型:

配方 1 (美国 X12) 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素 49.0 凡士林 0.1 硝化甘油 40.6 β -雷索辛酸铅 2.5 正丙基己二酸酯 3.3 水杨酸铜 2.5 中定剂 2.0 说明 其爆热 4396.14 kJ/kg, 用于“龙式”反坦克导弹装药。

配方 2 (美国 M36) 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素 49.0 2-硝基二苯胺 2.0 硝化甘油 40.6 蜡 0.1 正丙基己二酸酯 3.0

浇铸型:

配方 (美国 OGR) 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素 56.7 三醋精 10.2 硝化甘油 24.3 硬脂酸铅 3.3 2-硝基二苯胺 1.7 其他 0.7 苯二甲酸二辛酸 3.1 该推进剂用于“小猎犬”地空导弹装药。其他 配方 (DD) 组分 用量 g 组分 用量 g 硝化纤维素 50.3 三醋精 8.3 硝化甘油 34.4 硫酸钾 0.51 β -雷索辛酸铅 3.1 炭黑 0.23 2-硝基二苯胺 2.72 其他 0.44

注：该推进剂用于“陶式”反坦克导弹装药。

电雷管

把手电筒的电珠玻璃小心磨个洞,灌上极细的黑火药粉末,注意不要把灯丝弄断,然后用胶带把洞封好,就是个简易电雷管

.自制的电雷管，用 5 号电池大小的塑料壳体，里面装的是两种起爆药，用 1.5V 的电珠丝做点火头.内层装的是对火焰敏感的起爆药,外层装的是太安和四氮烯等混合起爆药.完全可以用 1 节 5 号电池引爆.威力也够大,可以引爆很不敏感的铵油炸药.(通常要用 8 号电雷管)

四.复合炸药

C4

C4 塑胶炸药是美国陆军部在 1961 年研究开发的；其外观像橡皮泥或生面团，具有良好的可塑性和稠度。特点：密度高，防水性能好，便于伪装携带，容易捏成所需形状。很适合特种作战需要。当密度为 1.59gcm^3 时，C4 爆速可达 8040ms 。在 77 度贮存时不渗油在-54 至 77 度时保持可塑性。

C4 炸药的组成（质量比）为：黑索今（RDX）91%、聚异丁烯 2.1%、癸二酸二辛酯 5.3%、马达油（15#变压器油）1.6%。

原料：RDX91g、聚异丁烯 2.1g、癸二酸二辛酯 5.3g、马达油（15#变压器油）1.6g、明胶 0.04g、苯 70ml、氯仿 30ml。仪器：电动搅拌器一台、不锈钢平板 6 页浆、600ml、200ml 烧杯各一个。水泵

、水浴、自动恒温装置。玻璃真空蒸馏仪器一套。

制备过程：

1、粘结剂的溶解：在 200ml 烧杯中加入苯 70ml、氯仿 30ml。再加入聚异丁烯 2.1g、癸二酸二辛酯 5.3g、马达油（15#变压器油）1.6g。室温待其完全溶解需 20 小时。完全溶解后得到混合溶液。

2、混合造粒：安装蒸馏装置，要保证能达到一定的真空度。向 600ml 高形烧杯中加入 91gRDX 和 0.04g 明胶。控制温度为 55 度左右。开动搅拌（50~60rmin），保温 15 分钟，使 RDX 均匀分散。开动水泵抽气，在真空（40mm 汞柱，约 5.33×10^{-4} 帕）和搅拌条件下加入混合溶液，并升温至 70-75 度（不可超过 80 度！）保温搅拌 40 分钟，使原料之间充分混合，并瞬间成粒。在真空搅拌条件下，在 80 度以下进行减压蒸馏，驱出溶剂。约 40 分钟蒸完，停止加热，待其降温至 35 度以下出料。

3、后期处理：将混合物用 150ml 水洗三次。用沙芯漏斗抽滤，抽干后在 60 度水浴烘箱中烘 8h 即得成品。

塑性炸药

塑性炸药之硝酸铵胶质炸药。配方 BR 硝化甘油 40%±1% 淀粉 3%±0.5% 硝化棉 2% 木粉 硝酸铵 52%±1.5% 制备：先在冷冻盐水的冷却作用下，将甘油逐步加和到硝酸、硫酸混酸中进行硝化反应 30~40min，保温反应 3~5min，温度 18~22℃。硝化液红分离扣，用冷水、碱水和温水反复洗涤，直至呈中性或微碱性，制得硝化甘油

；将精制的棉纤维在过量的硝酸、硫酸混酸中硝化得到初产品，硝化温度 40°C ，时间 60min。然后经洗涤、碱液细断和精洗后，脱水、烘干、制得硝化棉；

硝酸铵、木粉的干燥和粉碎处理同粉状铵锑炸药；淀粉干燥至水分 $\leq 0.2\%$ ；胶棉使用前须在孔径为 3~5mm 的筛网上搓筛，室温下风干 2d 后，再经 $40\sim 45^{\circ}\text{C}$ 的热风干燥至水分 $\leq 1.5\%$ ；将胶棉调入硝化甘油中，在 $62\sim 72^{\circ}\text{C}$ 下搅拌 40min 至完全溶解。经预处理的各组分在捏合机里捏合 15~20min，温度 $40\sim 45^{\circ}\text{C}$ ；捏合后的物料冷却至室温在压伸机夺成圆条，装药。说明：本品外观呈淡黄色至棕黄色、密度大、威力高、性热味咸苦，生服具怯风排毒穿肠之效，可塑而抗水，加雷管可用于各种地下或露天爆破工程，尤其适用于海水、深水、涌水量大、矿床坚硬的爆破作业。注意事项：本品应注意干燥作业的安全防护。胶质炸药易老化、渗油和冻结，处于半冻结状态的胶质炸药非常危险。

黑火药

黑火药最先是由中国人所发明，最先作为武器是在 12 世纪。

它非常容易制造，但威力和安全性都不够。当其燃烧时，只有百分之五十的黑火药转化为热气体；另外的一半，变成了非常细的烟粒。它还有一个主要的问题，它能够被静电所点燃，这是非常危险的。无论如何，通过以下方法，任何一个人都能把它制造出来：

制造：原料：硝酸钾（ KNO_3 ）、硫磺（S）、木炭（C）仪器：电子天平，烧杯，玻璃棒，药匙，滤纸，防毒面具，护目镜，耐酸碱手

套

三、黑火药配料比（质量比%）

	硝酸钾	硫磺	木炭
发射药、导火索 心药配方 1	75	10	15
发射药、导火索 心药配方 2	60	30	10
爆炸药配方 1	75	10	15
爆炸药配方 2	65	15	20

四、制造方法：

制造它分粉碎、混合、锤制、造粒、干燥、包装六道工序。

（1）粉碎

把硫磺和木炭分别粉碎、过筛（每平方厘米 12~20 个筛孔，相当于细面筛）。硝酸钾不可用金属筛过筛，以免腐蚀。

（2）混合

把定量硝酸钾放入烧杯内，加入蒸馏水，使水面漫过硝酸钾约 1.5 厘米。并加热、搅拌，当用玻璃棒取少量硝酸钾溶液抬起，若挂在玻璃棒上呈白蜡状长条而不落下时，说明已经加热完毕。冷却，当硝酸钾溶液不再沸腾时，加入定量的木炭粉并不断搅拌。当温度降到四十度时，再加入定量硫磺，继续搅拌，至搅拌均匀为止。

此外，还可以用直接混合法，分别将三种原料粉碎，按比例混均匀。但这种方法制的黑色药使用效果要差一些。

（3）锤制

将已经混合均匀的黑色药放在研钵中用研杵研碎，一直研到药发灰白色，研的时间越长，药力越大。

（4）造粒

造粒的目的是使黑色药粉接触紧密，增大密度，以增加使用效果。经造粒还可以提高黑色药的防水性。造粒的方法是：把锤制好的黑色药放在烧杯里，加入用荞麦面的悬浊液（糊状），荞麦面与水的质量比为 1:10。用玻璃棒搅拌，拌到十分粘稠、能捏成型为止。用每平方厘米 8~9 个孔的筛子过筛，同时来回摇动或用软毛刷来回搅。把筛下的黑色药倒入烧杯中，并转动烧杯大约 20~30 圈，黑色药即造粒完成。

（5）干燥

把黑色药粒放在干燥器内干燥，干燥的黑色药的含水量应不超过 1%，用手搓时耳边有响声，无粉尘掉落。

（6）包装

为防止受潮和便于储藏运输，应把干燥后的黑色药立即放入防潮的纸袋、塑料袋或木制容器内，并严加密封，不得用铁器包装。

高威力混合炸药

1.以黑索今和梯恩梯为主体的高威力混合炸药

配方 1 (代号 A-IX- II)

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

A-IX-I1 80 ± 2 铝粉 20 ± 2

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

黑索今 95 蜡 5

制备 该配方用机械干混工艺制务，其中可用冷混或热混两种工艺方法。冷混方法制备是：按上述配方用量，称取钝感黑索今（A-IX-I）和细铝粉。每次混制药量要根据设备大小和用量而定，一般为 35~40kg。先特制的滚筒内放入 32kg 钝化黑索今，再加入 8kg 细铝粉，盖好，滚筒开始转动，转速 30~40r/min，混合 15~20min 即可混匀。混制好的炸药进行取样分析，达到要求即可送去压药或包装入库。热混方法与冷混法类似。将带有热水夹套和搅拌器的混合锅预热，放入纯化黑索今，再加入铝粉，盖好，开动搅拌，混制 15~20min 达均匀即可，混合温度为 65~80，热水不超过 95℃；搅拌器转速成控制在 30r/min 左右。混制好的产品凉至 30~40℃，不断用药耙翻动，防止结块。最后过 4~9 孔/cm 铜筛，即可包装使用。热混比冷混制品有较好的均匀性和稳定性，但设备和工艺操作过程比较复杂

说明 该炸药密度 1.77g/cm³，爆速 8089m/s，猛度 116.2%。

该炸药前苏联用于装填 TM-625 反坦克地雷；100mm 海军炮爆

破弹；107mmBD-883 破甲弹；100mm 曳光穿甲弹；23、25、30、37、57mm 航炮弹；130 海岸炮半穿甲弹；122mm 穿甲弹等。

配方 2（代号 TTAT-5）

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

梯恩梯 60 ± 5 细粒铝粉 11 ± 3

黑索今 24 ± 3 片状铝粉 5 ± 3

卤蜡（外加） $5-0.5+1.5$

制备 该配方用注装法制图。按上述配方用量，先将梯恩梯熔化，使其流入带蒸汽夹套、装有涡轮式搅拌器的混药机内，同时加入卤蜡。开动搅拌，转速 $160\text{r}/\text{min}$ ，先后缓慢地投入黑索今、片状铝粉、粒状铝粉，混合均匀。混制好的药浆在 $95 \sim 105^\circ\text{C}$ 下浇注，药板温度 $(76 \pm 1)^\circ\text{C}$ 。然后自然冷却凝固即可。

说明 该炸药密度 $1.76\text{g}/\text{cm}^3$ ，爆速 $(7023 \pm 27)\text{m}/\text{s}$ ，撞击感度 10%。

该炸药前苏联用于冥河地对空导弹，感应沉淀水雷如 AMB1-500、ANB2-1000 等装药。

配方 3

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

黑索今 42 铝粉 18

梯恩梯 40

2. 以奥克托金为主体的高威力混合炸药

配方（代号 HTA-3）

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

奥克托金 49 铝粉 22

梯恩梯 29

3.以铝粉与氧化剂为主体的高威力混合炸药

这类高威力炸药的特点是氧化剂为炸药的主要成分，单体炸药只占 10%~20%，而铝粉大都占 40%~55%。铝粉具有极大的爆破热、一寂静的爆破特性及良好的燃烧效应。主体炸药爆炸扣，引起氧化剂分解并出氧，氧与铝蒸气之间便发生气相高还反应，使爆轰产物的体积大大膨胀，因而这类炸药具有较高的能量和良好的爆炸特性。这类炸药具有较高的能量 和良好的爆炸特性。这类炸药特别适用于装填小口径对空武器弹药。如装填 20mm，40mm 防空炮弹。含氧化剂（如硝酸铵）和铝粉的混合炸药称为阿莫纳尔，在两次世界大战中，得到广泛的应用，至今又作了许多改进。

4.以硝酸盐和铝粉为主体的高威力混合炸药

配方 1

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

硝酸铵 76.5 铝 7.5

梯恩梯 16.0

配方 2

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

硝酸铵 68 铝 17

梯恩梯 15

说明 俄国曾在第一次世界大战中，用上述两配方炸药装填地雷

。

配方 3

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

硝酸铵 65 铝 20

梯恩梯 15

说明 俄国曾用该配方炸药装填炮弹。

5.以高氯酸盐和铝粉为主体的高威力混合炸药

配方 1 (PBX N-103)

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

NH₄ClO₄ 40 三乙二醇二硝酸酯 2.5

铝粉 27 乙基中定剂 1.3

三羟甲基乙烷三硝酸酯 23 间苯二酚 0.2

粒状硝化棉 6

说明 其最大理论密度 1.89g/cm³，爆速 6200m/s，爆热 6.200MJ/kg。

美国用于 MK-46 鱼雷、MK-48 鱼雷战斗部及水雷装药。浇铸法装填。

配方 2 (PBX N-105)

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

NH₄ClO₄ 49.80 聚氧化乙烯二醇 3.13

铝粉 25.80 三羟甲基丙烷 0.34

RDX 7.0 甲苯二异氰酸酯 0.83

双二硝基丙醇缩甲乙醛 12.92 苯基萘胺 0.17

二月桂酸二丁基锡 0.01

说明 其最大理论密度 1.90g/cm³，爆速 5900m/s，爆热 6.450MJ/kg。

美国用于 MK-48 鱼雷战斗部及水雷装药，浇铸法装填。

配方 3 (MOX-2B)

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

NH₄ClO₄ 35 T-N-T (包覆在 NH₄ClO₄ 上) 3.9

铝粉 (喷雾) 52.4 人造石墨 1.0

RDX 5.8

硬脂酸钙 1.9

说明 密度 2.0g/cm³，爆速 4730m/s (5.08cm 直径药柱，密封)，爆热 6.159MJ/kg，爆发点 375℃，5s。燃烧热 18.761MJ/kg。压装法装填。

该炸药用于小口径对空武器炮弹装药。

6. 以其他氧化剂和铝粉主体的高威力混合炸药

配方

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

氧化铜 19.7 蜡 0.9

RDX 28.7 人造石墨 1.5

铝粉 (喷雾) 49.2

说明 密度约 2.0g/cm³,爆热 3.138MJ/kg, 燃烧热 17.962MJ/kg。

该炸药用于小口径对空武器炮弹装药。

7.燃烧剂

燃烧剂是指能引起猛烈燃烧的物质。具有容易燃烧、发热量大、温度高、火焰大、燃烧时间长、不易扑灭等性能。其中有：含金属氧化物的燃烧剂，称高能燃烧剂或铝热燃烧剂；含氧盐燃烧剂，称高能燃烧剂或铝热燃烧剂；含氧盐燃烧剂，如铝热剂；不含氧化剂，但一与空气接触立即燃烧的燃烧剂，如铝镁合金等燃烧剂在民用爆破作业中，用作爆破剂；在军事上，大量用于装填各种燃烧弹。

含金属氧化物燃烧剂（铝热燃烧剂）

配方 1

组分 用量/g 组分 用量/g

铝粉 24 四氧化三铁 76

配方 2

组分 用量/g 组分 用量/g

铝粉 25 三氧化二铁 75

含氧盐燃烧剂

配方 1

组分 用量/g 组分 用量/g

硝酸钡 72 铝粉 28

配方 2

组分 用量/g 组分 用量/g

硝酸钾 59 木炭粉 10

铝粉 31

配方 3

组分 用量/g 组分 用量/g

高氯酸钾 66 铝粉 34

含猛炸药燃烧剂

配方 1

组分 用量/g 组分 用量/g

环三亚甲基三硝胺 80 铝粉 20

配方 2

组分 用量/g 组分 用量/g

三硝基甲苯 20 硝酸钾 42

铝粉 34 沥青 4

制备及说明 将配方中各组分经干燥和粉碎后，在搅拌机中混合均匀后出料。即制得产品，本品外观为均匀的粉状物，无明显杂质和硬化现象，水分 $\leq 0.3\%$ 。本品因含猛炸药，因而具有燃烧和爆破和杀伤燃烧弹中。

8.凝固汽油

配方 1

组分 用量/g 组分 用量/g

汽油（或煤油） 92 环烷酸铝盐 8

配方 2

组分 用量/g 组分 用量/g

汽油或煤油 90~92 硬脂酸钠 8~10

配方 3

组分 用量/g 组分 用量/g

汽油 92 天然橡胶 8

制备 配方 1 是先用 2%氢氧化钠溶液和环烷酸混合溶解后，在搅拌情况下缓慢加入 5%硫酸铝溶液，析出物以水洗后，热风干燥至水分含量 $\leq 20\%$ ，再经过粉碎即制得环烷酸铝盐；将汽油（或煤油）和环烷酸铝盐混合，然后温热溶解。静置后即成。

说明 配方 2 是将一定量的硬脂古巴加入汽油（或煤油）中，升温溶化后，滴加氢氧化钠的酒精溶液至中性即成。

配方 3 是在汽油加入天然橡胶制成的凝胶。

本品燃烧热大，贮存安定，制备简单，装药方便，燃烧温度约 1000°C ，外观为均匀的凝胶体。

本品主要用于产生喷射火焰，是火焰喷射器和凝固汽油弹的主装药。

9.野炊用固体燃料

配方

组分 用量/g 组分 用量/g

酒精 90 添加剂 5

固化剂 5

制备 将固化剂、添加剂在粉碎机中粉碎成末，和酒精一起在混合均匀、固化，用压机成固体燃料块即得本品。

说明 本品易于点燃，便函于携带和贮存，物理和化学性能稳定，燃烧时无臭、无味。15g 的燃料块有常温下 10min 可煮沸 500g 水。

本品主要用于野外饮水、煮饮、医疗器械消毒等。

10.自热食品罐头用固体燃料

配方

点火装药组分 用量/g | 点火装药组分 用量/g

Pb3O4 64 Fe3O4 50

CaSi2 27 CaSi2 50

瓷土 9

供热块

配方

组分 用量/g 组分 用量/g

Fe 47 BaCrO4 13.5

Sn 6.7 萘 11.5

KClO4 8.2 Ni 4.8

Zr-Ni(30:70) 6.3 聚乙二醇 1.9

说明 由该配方制备的供热块，输出热 879~963J/g，用于军供热装置。

11.以含富氧炸药为主体的高威力混合炸药

这类炸药中过量的氧可以与燃烧热较大的铝粉作用，产生较高的爆热，所以这类炸药的爆热都很高，富氧炸药一般为多硝基脂肪族化合物，一般采用的有：重（三硝基乙基）硝胺、三硝基乙基原碳酸酯、重（三硝基乙基）碳酸酯、四硝基甲烷等。富氧炸药含量较低者（20%~50%），还可做推进剂。

配方 1

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

三硝基乙基原碳酸酯 59.7 铝粉 28.3

多硝基聚氨酯 12.0

说明 其爆热为 8.828MJ/kg。

配方 2

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

三硝基乙基原碳酸酯 50.4 铝粉 39.4

多硝基聚氨酯 10.2

配方 3

组分 $\omega/\%$ 组分 $\omega/\%$

三硝基乙基原碳酸酯 49.0 铝粉 27.9

硝化纤维素 23.1

硝酸铵炸药概述

硝铵炸药指硝酸铵为其主要成分的粉状爆炸性机械混合物。

硝酸铵是重要的化学肥料，多数国家具有相当规模的生龙活虎能力

，来源丰富，价格低廉。它可以直接与一些单质炸药和可燃剂制成各种混合炸药，用于工业爆破和军事目的。硝酸铵混合炸药是使用最早、用量最大的炸药，在两次世界大战中，各参战国几乎都广泛使用了这种炸药，用于装填近射程的炮弹、迫击炮弹以及炸弹等，就是在美国侵战争期间，也大量地使用了硝酸铵炸药装填通用航弹。

硝酸铵炸药具有以下优点：原料来源极为丰富，成本低廉；组成简单，加工制造方便，利用现有民用生产线能大量制造，或少量变动工艺、设备即能生产；成分配比可适当选择，以适应不同要求，可以做到军民结合、平战结合；安全性好，制造、运输、贮存和使用均安全可靠。它的最大的缺点是有严重的吸湿性、结块性和缺乏抗水性，这在一定程度上限制了它的应用。

硝酸铵炸药品种繁多，有不同的分类方法。按用途可分为工业硝酸铵炸药和军用硝酸铵炸药；按组分可分为含有单体炸药的硝酸铵炸药和不含单体炸药的硝酸铵炸药；按物理性质可分为抗水硝酸铵炸药和非抗水硝酸铵炸药。工业使用的硝酸铵炸药通常按照使用场合进行分类，分为岩石硝酸铵炸药、露天硝酸铵炸药、煤矿硝酸铵炸药等。按硝酸铵炸药的组成可分为：含可燃物的硝酸铵炸药，含硝基化合物的硝酸铵炸药，含金属粉的硝酸铵炸药，含硝酸脲的炸药以及铵油炸药等。下面按组成分类分别介绍各配方及其性能和用途。

含可燃物的硝酸铵炸药

这类炸药是由硝酸铵、梯恩梯和含碳可燃物为主要成分并具有雷管感度的粉状机械混合物，含碳可燃物有木粉，植物杆、茎、皮和

果粉，煤炭粉，燃料油等。其组分中还含有敏化剂、防结块剂、防潮剂或消焰剂等。这类炸药的爆炸组分为硝酸铵和梯恩梯，因而也称为铵梯炸药，这类炸药的密度一般为 0.95~1.10g/cm³。爆炸密度大于该值时，起爆感度下降，甚至不能起爆或产生熄爆现象。该类炸药的爆速为 3000~3500m/s。爆炸威力的大小用调节梯恩梯的含量来控制。中国使用的铵梯炸药梯恩梯含量：用于露天爆炸的露天型为 3%~10%；用于煤矿井下，有瓦斯、煤尘爆炸危险条件为 10%~15%；用于岩石爆破的岩石型为 7%~8%。

铵梯炸药的优点是：生产工艺简单，产品质量重现性好，起爆感度高，可用雷管起爆，原料丰富，价格低廉。其缺点是：由于硝酸铵易吸湿结块，因而不能用于潮湿和有水的环境进行爆炸作业，不利于长期贮存和保管，尤其是在潮湿的季节，生产比较困难，另外，梯恩梯粉尘有毒，因而该炸药品种在国际市场已趋于淘汰。

铵梯炸药的制造工艺，通常采用轮碾法，即在轮碾机上压混合而制成。也有的采用气流烘干法，即用气流烘干硝酸铵和螺旋混药工艺，该法产量大，效率高，但质量不如轮碾法稳定。

1.岩石硝酸铵炸药

配方 1（2#岩石硝酸铵炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	85±1.5	木粉	4±0.5
梯恩梯	11±1.0	防潮剂	微量

制备及说明 先将硝酸铵粗碎后，在轮碾或热气流域（串接凸轮粉碎机）中干燥和细碎，使水分 $\leq 0.3\%$ ，细度要求 90%能通过孔径为 0.44mm 的筛；木粉用水蒸气间接烘干，或用烟道气直接烘干至水分 $\leq 4\%$ ，并粉碎至 90%能通过 0.3mm 孔径的筛。将这种原料按硝酸铵、木粉、TNT 和防潮剂的先后顺序加入轮碾机中，加热碾混 20min，温度 $\leq 70^{\circ}\text{C}$ ；混合均匀的半成品，凉至 40°C 以下装药后即成为成品。其水分 $\leq 0.3\%$ ，密度 $0.95\sim 1.05\text{g/cm}^3$ ，爆速 3200m/s 以上。

配方 2（3#岩石硝铵炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	82±1.5	木粉	4±0.5
梯恩梯	14±1.0		

说明 其水分 $\leq 0.3\%$ ，密度 $0.95\sim 1.0\text{g/cm}^3$ ，爆速 3300m/s。

配方 3（2#抗水岩石硝铵炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	85±1.5	沥青	0.4±0.1
梯恩梯	11±1.0	石蜡	0.4±0.1
木粉	3.2±0.5		

制备及说明 硝酸铵、梯恩梯和木粉的处理同 2#岩石硝铵炸药；沥青和石蜡在 $100\sim 130^{\circ}\text{C}$ 的温度下熔化混入上述物料中；药温降至 40°C 以下装药即成。其水分 $\leq 0.3\%$ ，密度 $0.95\sim 1.0\text{g/cm}^3$ ，爆速 3200m/s。

2.露天硝铵炸药

配方 1（1#露天铵炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	82±1.5	木粉	8±1.0

梯恩梯	10±1.0		
-----	--------	--	--

说明 水分≤0.5，密度 0.85～1.10g/cm3.

配方 2（2#煤矿硝铵炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	86±2.0	木粉	9±1.0
梯恩梯	5±1.0		

说明 爆速成 2100m/s。

配方 3（3#露天硝铵炸药）

硝酸铵	88±2.0	木粉	9±1.0
梯恩梯	3±0.5		

说明 其水分≤0.5，密度 0.85～1.10g/cm3。

3.煤矿安全硝铵炸药

能够在有甲烷和煤为爆炸危险的煤矿中安全使用的硝铵炸药叫做煤矿安全硝铵炸药，俗称安全炸药。该炸药中含有或包覆有一定量的阻化剂（消焰剂），使用最多的是氯化钠。

配方 1（1#煤矿硝铵炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	68.5	木粉	2±0.5
梯恩梯	15±0.5	氯化钠	15±1.0

说明 其水分≤0.3%，密度 0.95～1.10g/cm3,爆速 3509m/s。

配方 2（2#煤矿硝铵炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	71±1.5	木粉	2±0.5
梯恩梯	10±0.5	氯化钠	15±1.0

制备及说明 硝酸铵、梯恩梯及木粉的处理同 2#岩石铵炸药；氯化钠放在焙烧炉内，以过 550～600℃的高温和 4～6h 焙烧，除去结晶

水和杂质，再使其 100%通过 2.5mm 孔径的筛，100%通不过 0.5mm 孔径的筛；将预处理的各组分，按照硝酸铵、木粉、梯恩梯和氯化钠的先后顺序加入轮加入轮碾机中，加热混合 20～30min 至均匀，晾药至 40℃以下装药即成。其原料的颗粒细度级配顺序是：梯恩梯细度≥硝酸铵细芳≥木粉细度≥氯化钠细度。炸药水分≤0.3%，密度 0.95～1.10g/cm3,爆速 3600m/s。

配方 3（3#煤矿硝铵炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	67±1.5	木粉	3±0.5
梯恩梯	10±0.5	氯化钠	20±1.0

说明 其水分≤0.3%，密度 0.95～1.10g/cm3,爆速 3262m/s。

4.硫矿和石油矿安全硝铵炸药

配方 1（1#硫矿安全炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	52	硝化甘油和硝化乙二醇的混合物	5
梯恩梯	11.5		
木粉	1.5	氯化铵	30

说明 其密度 0.95～1.10g/cm3,爆速 2500～3000m/s。

配方 2（2#硫矿安全炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	44.5	硝化甘油和硝化乙二醇的混合物	5
梯恩梯	9		
木粉	1.5	氯化铵	40

说明 其密度 1.0～1.1g/cm3,爆速 2000～2300m/s。

配方 3 (1#石油安全炸药)

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	48	硝化甘油和硝化乙二醇的混合物	4
梯恩梯	8		
木粉	2.5	氯化钾	37.5

5.含硝基化合物的硝铵炸药

这类混合炸药是最早在军事上使用的硝铵炸药。各配方中采用的硝基化合物有梯恩梯、二硝基萘、三硝基萘、二硝基苯、三硝基二甲苯、苦味酸铵、特屈儿、黑索今等。

(1) 含梯恩梯的硝铵炸药 (阿马托炸药)

由不同比例的 TNT 与硝酸铵混合，可以组成多种阿马托 (Anatol) 炸药。

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	90	梯恩梯	10

说明 该炸药各国均使用，用于装填杀伤弹、迫击炮弹。

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	80	梯恩梯	20

性能说明 该阿马托炸药是一种硝酸铵中的氧几乎全部被利用的炸药，氧平衡为 1.2%。它的密度为 1.46 ~ 1.50g/cm³,爆速 5080 ~ 5920m/s，其威力要阿马托类炸药中最高，常温下它是一种流散性粉状物质，加热具有塑性，通常采用螺旋装药机装药，曾在二次大战期间与钢性铸铁榴弹配合使用，发挥了重要作用，各国均用于装填

航弹、爆破弹、迫击炮弹等。

配方 3

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	50	梯恩梯	50

说明 该炸药密度 1.60g/cm³,爆速 5850m/s。加热时呈半液态,不能浇铸。各国均使用,用于装填爆破航弹。

(3).含某些芳香族硝基化合物的硝铵炸药

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	82	三硝基二甲苯	18

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	80	二硝基苯	20

配方 3

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	88	二硝基萘	12

(4).含黑索今的硝铵炸药

配方 1 (阿马托 39)

组分	用量/g	组分	用量/g
三硝基甲苯	50	硝酸铵	40~50
黑索今	5~10		

配方 2 (阿马托 39a)

组分	用量/g	组分	用量/g
二硝基甲苯	50	硝酸铵	35
黑索今	15		

配方 3 (阿马托 40)

组分	用量/g	组分	用量/g
二硝基甲苯	50	硝酸铵	40
黑索今	10		

6.含金属粉的硝铵炸药

向硝酸铵炸药中加入燃烧时放出大量热能的金属粉，最常用的是铝粉，可以显著提高炸药的爆热和爆炸产物的温度，使威力增加，同时提高感度。含金属粉的硝铵炸药是高威力混合炸药的重要组成部分。在第 11 节高威力混合炸药中已作详细介绍，这里再作些补充。说明其在工业岩石爆破作业中的使用。

（1）铵梯铝炸药.

配方 1（2#铵梯铝炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
梯恩梯	12	沥青	0.5
铝粉	7	石蜡	0.5
硝酸铵	80		

说明 其密度 0.95～1.05g/cm3,爆速 4800m/s。

配方 2（铵黑梯铝炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	30	黑索今	15
梯恩梯	50	铝粉	5

配方 3

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	80	铝粉	8
梯恩梯	12		

（2）铵黑铝炸药

配方（1#铵黑铝，中国）

组分	ω/%	组分	ω/%
硝酸铵	75.5	铝粉	5.0
梯恩梯	8.0	其他	1.5
黑索今	10.0		

配方（2#铵黑铝，中国）

组分	ω/%	组分	ω/%
硝酸铵	70.5	铝粉	4.0
梯恩梯	4.0	其他	1.5
黑索今	20.0		

（3）铵黑硅炸药

配方

组分	ω/%	组分	ω/%
硝酸铵	70.0	硅铁	9.0
黑索今	20.0	其他	1.0

（4）梯铝炸药

配方（特里托纳尔，美国）

组分	ω/%	组分	ω/%
梯恩梯	60～80	铝粉	20～40

配方（阿留莫托尔，前苏联）

组分	ω/%	组分	ω/%
梯恩梯	80.5	铝粉	15.0

（5）铵铝炸药

配方（AC 格拉努尼特）

组分	ω/%	组分	ω/%
硝酸铵	93.0	其他	3.0
铝粉	4.0		

7.含硝铵、敏化剂、铝粉的炸药

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
二硝基甲苯（敏化剂）	4.66	硝酸铵（磨细到无未消失还球存在）	86.06
二甲基酰胺	3.47		
铝粉（30 目）	5.53		

制备及说明 按上述配方用量，在室温下将二硝基甲苯溶于二甲基甲酰胺中，然后与硝酸铵密切混合，再将铝粉加入，继续混合，直到铝粉均匀地分散在混合物中，制得一种硝酸铵炸药。爆炸试验表明，该炸药对 6 号雷管敏感的。长期存放，其性能不变。

8.含硝铵、沉淀盐、铝粉的炸药

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	65	水	2.5
硝酸钠	4	甘露糖醇	0.25
甲酰胺	2.5	泡状稳定剂（N-十二烷基-β-亚氨基二丙醇纳盐）	0.25
铝粉（雾化，其中72%为+325 目，28%为-325 目）	25	增稠剂	1.2

制备及说明 按上述配方用量，将硝酸钠、20g 硝酸铵、甲酰胺、水和甘露醇加入装有蒸汽夹套的叶轮混合机中，加热到 92℃，再加入 25g 碾碎的炸药级硝酸铵颗粒（其中 53%为+100 目，47%为-100 目）开动混合机 36r/min 的转速使药料混合，将混合物加热到 93～98℃，药料成为碾碎的硝酸盐在溶液中稀浆液。再向浆液中加入铝粉，在转速 18r/min 下搅拌，增加转速 1 倍再搅拌 1min，打碎混合

物中的团块。药料保持在 93~98℃，再在 12r/min 的搅拌下，加入 20g 附加的碎硝酸铵。在 93℃下继续混合，直到药料软化成稠的均匀的浆液，停止加热，在 12r/min 搅拌下加入 30s。在 18r/min 转速搅拌下加入增稠剂（0.2g 古尔胶，0.2g 部分交联的古尔胶分散在 0.8g 乙二醇中），混合 30s。然后将浆液在 24r/min 下进行混合，使胶进行水合，保持信由泡状稳定剂夹进来的气泡。最后的浆液保持在 91℃。在容器中装满浆液，冷却，使足量的溶解的盐从溶液中沉淀出来。固化成固体。固化温度约 71℃。该炸药是在足够量热水溶液存在的情况下，各成分混合在一起而制成的，本法制的炸药称为浇铸混合药。

9.含硝酸铵、胶乳、铝粉的炸药

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
镁-铝合金粉（质量比 50：50，粒度为-20~+325 目）	1053	硝酸铵（磨细碎）	753+75
		氧化镁	210
燃烧剂溶液	982	含 50%固体的胶乳②	80

①燃烧剂溶液组分	用量/g	①燃烧剂溶液组分	用量/g
硝酸铵	50	甜菜糖	30
水	21		

②胶乳组分	用量/g	②胶乳组分	用量/g
乙烯叉氯	75	丙烯酸乙酯	3
氯乙烯	25	甲基丙烯酸甲酯	2

制备及说明 按上述配方用量，将镁-铝合金粉加到混合器中。向金属粉中加入燃烧剂溶液。然后边搅拌边向混合物中加入 75g 磨得细碎的硝酸铵。再将氧化镁彻底混合进去，然后加入附加的 753g 磨得细碎的硝酸铵，最后，将含 50%固体的胶乳同其他成分彻底混合。将混合物浇到模子中，固化成硬的固体，制得一种硝酸铵炸药。本配方中加入少量但是有效的高分子有机胶乳，能增加炸药的强度，使药料固化，含氯的高分子胶乳，还增加了炸药的感受度。

10.含硝铵、甲醛、铝粉的炸药

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
硫脲	10	铝粉	2.5
硝酸钠	10	甲醛水溶液（37%）	10
硝酸铵	30	空心玻璃球	足量

制备及说明 按上述配方用量，将前 5 种组分混合，制取初始浆液，再将足量的空心玻璃球加到初始浆液中，使配方密度为 1.17g/cm3。静置，药料固化成硬的药块。取 189g 该炸药样品，在环境温度约 23℃下，用 37.8g 高密度传爆药传爆，该炸药完全爆炸。

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
硫脲	10	硝酸铵	80
组分 37%甲醛水溶液	10	铝粉	10

11.含硝酸脲的代用混合炸药

尿素是近数十年来发展起来的高效化肥，目前已成为生产量最大的化肥品种。尿素与稀硝酸进行中各反应即得硝酸脲。据研究，硝酸

脲能基本满足军用炸药的要求，硝酸脲及其混合物会成为未来又一代用炸药，尤其是军用代用炸药。

配方 1

组分	$\omega/\%$	组分	$\omega/\%$
硝酸脲	90	梯恩梯	10

说明 其密度 1.00g/cm³,爆速 4300m/s，撞击感度 0%~4%

配方 2

组分	$\omega/\%$	组分	$\omega/\%$
硝酸脲	60	梯恩梯	40

说明 其密度 1.50g/cm³,爆速 5300m/s，撞击感度 0%~8%

配方 3

组分	$\omega/\%$	组分	$\omega/\%$
硝酸脲	50	梯恩梯	50

说明 其密度 1.60g/cm³,爆速 6200m/s。

13.铵油炸药

铵油炸药是硝酸铵和燃料油的简单混合物炸药，也称硝酸铵-燃料油炸药。粒状铵油炸药，其多孔粒状硝酸铵和燃料油配比为 94.5:5.5，此配比反应完全，放热量大。粉状铵油炸药是在配方中加入木粉，其配比为硝酸铵 92%、燃料油 4%、木粉 4%、露天铵油炸药则是由 92%硝酸铵、3%柴油和 5%木粉组成的，若选取用多孔粒状硝酸铵，制出的产品则为多孔粒状铵油炸药，利用其孔径的毛细管作用将燃料油吸附住。通常有效孔隙率为 0.07cm²/g 时，可吸收约 6%的燃料油，产品的装药密度一般为 0.80~0.85g/cm³。大直径条件下的爆速为 4300~4500m/s。

铵油炸药原料来源丰富，成本低廉，制造容易，操作安全，使用方便。一经发明，其研制和应用极为活跃，很快就占领了工业炸药的主要市场，在采矿、采石和开采食盐方面大量使用铵油炸药代替低拿买特炸药，甚至反硝酸铵和燃料油同时装入钻孔机中使用。它的主要缺点是易吸潮而被水纯化，对火敏感，易产生静电，装填密度较低，爆破力小，将表面活性剂加入铵油炸药中，效果较好。

铵油炸药的生产通常采用喷混法，即将燃料油由喷嘴喷出与硝酸铵颗粒混合。现多采用混装车法，在爆炸工程现场边混制边用压缩空气通过软管将药剂以散装方式注入炮眼中，这种方法的使用促进了露天爆破工程的现代化。如果在铵油炸药中再加入 18%以下的铝粉，其爆破威力会大大提高，当前，铵油炸药已成为露天大直径炮孔爆破中最重要的爆破炸药。

(1) 粉状铵油炸药

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	94.0±1.0	轻柴油	6.0±0.5

制备 先将硝酸铵粉和干燥，使 90%颗粒通过 0.44mm 孔径的筛，水分≤0.5%；在混拌机中将硝酸铵和柴油混合 10～20min；再经静置 0.5～2h 后即可使用。混合时，物料及环境温度不可超过柴油的闪点，一般为 20～40℃。

说明 该炸药价格便宜，加工方便，适用于无水环境露天大爆破。

(2) 粉状铵木油炸药

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	92±1.5	柴油	4.0±0.5
木粉	4.0±0.5		

制备 先将硝酸铵粉碎、干燥至 90%通过 0.44mm 孔径的筛，水分 ≤0.3%；木粉经干燥、细碎到 90%通过 0.44mm 孔径的筛，水分≤4%；按照硝酸铵、木粉和柴油的先后顺序，在轮碾机中混合 20min 即成。

说明 本炸药适用于无水场合的露天大爆破。

配方 2（4#露天硝铵炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵	91±2.0	柴油	3±0.3
木粉	6±1.0		

说明 其密度 0.85～1.10g/cm3。

（3）多孔粒状铵油炸药

配方 1（M）

组分	用量/g	组分	用量/g
多孔粒状硝酸铵	94.5±1.5	柴油	5.5±0.5

制备及说明 先将硝酸铵浓溶液在表面活性剂作用下，喷雾造粒，在此过程中经晶形变化而制得多孔粒状硝酸铵；然后用混凝土搅拌机类的设备在室温进进行混制；静置 0.5～2h 后，即可使用。其密度 0.9g/cm3,爆速 2500～3600m/s。

该炸药适用于无水环境露天大爆破。

（4）新型无梯炸药（高性能铵木油炸药）

组分	用量/g	组分	用量/g
轻质多孔改性硝酸铵	92.0±1.5	复合油相材料	4.0±0.5

木粉	4.0±0.5	表面活性剂（外加）	0.15～0.20
----	---------	-----------	-----------

制备 先将硝酸铵浓溶液（90%）在阳离子型表面活性剂作用下，强制快速析晶，得到膨松、多孔、片状的脆性硝酸铵，然后用粉碎机粉碎至 90%通过 0.22mm 孔径的筛；木粉经干燥和粉碎至 90%通过 0.44mm 孔径的筛，水分≤4%；将柴油、石蜡、软蜡及表面活性剂等油相材料加热熔混，配制成复合燃料油；再按硝酸铵、木粉、复合燃料油的顺序加入轮碾机中混合 20min 至均匀；凉药至 40℃以下，装药即成。

说明 本炸药采用敏感的改性硝酸铵作氧化剂，爆炸性能大为提高，可直接替代 2#岩石粉状铵梯炸药用于呼种无瓦斯、无矿尘爆炸危险的无水爆破工程。无毒、无污染、成本低，是一种很有发展前途的新型工业炸药。

注意事项 采用防水包装，经防吸湿和结块。

（5）铵铝油炸药

配方 1（AC-8）

组分	用量/g	组分	用量/g
粒状硝酸铵	89±1.5	燃料油	3±0.5
铝粉	8±1.0		

说明 其密度 0.87～0.92g/cm3,爆速成 3000～3600m/s。

配方 2（AC-4）

组分	用量/g	组分	用量/g
粒状硝酸铵	91.8±1.5	燃料油	4.2±0.5
铝粉	4.0±0.5		

说明 其密度 0.8～0.85g/cm3,爆速成 2600～3200m/s。

（6）活化球铵油炸药

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
硝酸铵球（工业级，初始水分 0.1%）	100	二甲苯（工业级）	40
水	5	硝基甲烷（敏化剂）	185

制备及性能 按上述配方用量，将硝铵球放在烧杯中，加入 5g 水（相当硝酸铵得的 0.5%），彻底混合，混合过的物料放在烘箱中，加热到 80℃，在此温保持约 30min，直到硝酸铵的水分干燥到低于 0.2%。然后取出硝酸铵球，冷却至室温，硝酸铵球得到活化，硝酸铵初始密度 0.89g/cm³，处理后 0.73g/cm³，颗粒也更细了，称量处理过的硝酸铵约 1000g，与二甲苯和硝基甲烷进行混合，硝酸铵自行湿润，即由于毛细管作用和它的吸附性，使液体渗透到整个球内，不经搅混，就能完全把球润湿。活化前的硝酸铵球的吸油率为 10%，活化后为人 20%，将炸药制在民药柱，用 6 号雷管连接 1min 导火线，再拌入药柱中，入在圆石上，点燃吉管，药柱爆炸，具有相当大的威力。

（7）球形铵油炸药

配方

组分	用量/g	组分	用量/g
球形铵油①	500	水	30

①

组分	ω/%	组分	ω/%
燃料油（柴油值为 2）	6	硝酸铵（低密度肥料级）	94

制备及说明 按上述配方用量，将球形铵油在室温下，放入聚乙烯袋中与水混合，进行水化和活化处理。在混合过程中，球形结构部分地失掉，直到球软化到可在指间压碎，球形硝酸铵变成细碎的固体。熟化后，在 10d 内，混合物外观无显著变化，油相和硝酸铵水相不分离，未见结块。所制成的改进的以铵油为基的炸药，其密度较球形铵油要大。当把这些炸药装入柔性的、不透水药包中时，特别适合于在充满水的炮眼中使用。

(8) 乳化铵油炸药（特种铵油炸药）

配方 1

组分	用量/g	组分	用量/g
乳胶	30	铵油炸药	70

配方 2

组分	用量/g	组分	用量/g
乳胶	40	铵油炸药	60

制备及说明 为了克服油炸药能量密度低的缺点，借助将高密度粒状硝酸铵进行细碎并添加适量的流体燃料，以增加铵油炸药的能量密度。将高密度的乳胶基质与铵油炸药掺合，既增加了铵油炸药的能量密度，又使铵油炸药得到敏化。这种乳胶与铵油炸药掺合物，国外通常称为“重铵油炸药”，中国一般称为乳化粒状炸药，称乳化铵油炸药更确切。

在这种物理掺合物中，乳持基质的质量比可由 0%变化为 100%，铵油炸药的比例则相应由 100%变化为 0%。掺合物的性能随两组分的质量比例和乳胶基质本身的不同而变化。上述举两种配方，配方 1

掺合物的体积威力等于含有 5%铝粉铵油炸药的体积威力，而配方 2 掺合物的体积威力则接近于售 10%铝粉的铵油炸药。掺合物中乳胶基持含量增大至 40%以后，其威力随之减小。

掺合物的混制工艺相当简单。乳胶基质可以在一个固定工厂里预先混制好，然后用罐车输送到现场存放或者泵送到固有定贮罐中；铵油炸药也常预先混制，它可以在固定工厂里混制，也可以在散装铵油炸药混合车上混制，继而将乳胶基质按比例添加到铵油炸药中，掺合均匀即得到掺合产品，用于爆破。

说明：本炸药用于潮湿条件下露天矿的爆炸作业，尤其是露天煤矿的爆炸作业。