

# 炸药及燃烧弹

作者：Gewehr

编者：匿佚

# 编者的话

这是从《无政府主义手册》（Gewehr）中的“炸药及燃烧弹”分离出来的一篇章。

将文章分离出来仅供参考，仅供正当途径使用

编者：匿佚

# 1.黑火药的实验室制备

黑火药的组成部分:

硝酸钾 75%，木炭 15%，硫磺 10%

黑火药的实验室制备工艺:

制造黑火药的整个过程是纯机械性质的，并且是由下列的一些工序组成:

- 1) 磨碎工序: 将火药组成成分的磨碎;
- 2) 混合工序: 三种成分的制备(混合);
- 3) 压榨工序: 三种成分的压实(压榨);
- 4) 造粒工序: 火药饼的造粒;
- 5) 滚光工序: 火药造粒后的滚光;
- 6) 分类净化工序: 火药滚光后的分类和净化;
- 7) 混批包装工序: 分类净化后的混合, 分批和包装。

1) 磨碎工序的操作规程:

进行磨碎工序是为了要使火药的组成部分变为小微粒状态, 在这样的状态下就能使这些组成物密切地互相混合。组成物的磨碎是在装有青铜球的铁制转鼓中进行很久的时间(3—6 小时)在磨碎后将材料用筛子过筛, 剔出铜球和未充分磨碎的部分, 然后将它送往混合工序

2) 混合工序的操作规程:

三种成分的制备(混合)是为了均匀地混合组成物达到要求的比例。混合工序是最重要的工序

之一, 因为所制得的火药质量是依混合进行的仔细程度而定。这个工序有爆炸的危险, 因此

它是在装木球的木制特鼓中进行

3) 压榨工序的操作规程:

三种成分的压实(压榨)可以用热压法进行, 也可以用冷压法进行。

热压时, 三种成分是在加热的压机上压实。将装在特殊布袋的药放到水压机的钢平板之间,

水压机是用 110 — 115C 的水蒸汽在其内部循环来加热的。然后用水压机的柱形活塞压榨平

板, 而在布袋内的火药就按压实

冷压时, 硝酸钾, 硫磺, 炭三种混合物最初是在滚碾机上加工, 滚碾机是钢铁制的重的 8 吨的整块的辊子, 辊子为碾盘上的连杆吊住。

当滚碾机转动时, 辊子将药重磨并将其压实

为了减少粉末和保证安全, 用水把药洒湿。将在滚碾机上加工所得的火药饼制成小块, 然后把药块再放在水压机(冷状态)上加压, 将在上述两种情

况下压实时所得到的火药饼用木锤打成小块，然后将其送到火药造粒工序  
4)造粒工序的操作规程：

火药的造粒是在专们的造粒机上进行，使火药饼的碎块在两三对有沟纹表面的青铜轴间通过，即获得一定尺寸的火药粒，改变轴间的距离就可获得所需大小的药粒，由于轴面摩擦和生成的大量粉末，因而造粒工序是很危险的

5)滚光工序的操作规程：造粒后得到的药粒有尖角并且表面粗糙。这样的火药在处理时是不方便的；当运输时由于震动，尖角将被折断，而药粒容易磨损，为了去掉药粒的尖角，使其表面圆滑，降低其对摩擦的敏感度，堵塞表面上的小孔，使火药粒的外表面致密并减少在运输时火药粒掉末，须进行火药的滚光。滚光是在有光滑内表面的木转鼓中进行或在皮转鼓中进行

6)分类净化工序的操作规程：

滚光后，用适当尺寸的筛子将火药过筛，使合格的药粒和药块及粉末分开，最后是在粗棉袋内将火药粒中的粉末清除去，布袋的两端是系在鼓形轮架子横板上。当架子转动时，约占布袋容积  $1/4$  的火药由布袋的下端落到上端，并再由上端落到下端，而药粒的表面就为布所擦净，一部分的粉末通过布孔撒到外面，一部分粉末就附着于布上

火药的分类是为了最后地将合格的药粒与尺寸大的和尺寸小的药粒分开。在这个工序中是使

用与所制的火药种类相适应的筛子(按孔的尺寸)

7)混批包装工序的操作规程：

为了要得到物理化学和弹道性质均一的火药，须进行火药的混批，最初在小批中(昼夜批)进行，然后将几个小批混合为一总批，混批是在专门设备中进行。火药混批后就进行包装。军用粒状火药是装入由粗棉布制成的底部为 35 公分见方，深为 65 公分的袋中，每袋装 50 公斤。将袋捆住并装入木箱中。信管火药和导火索火药是包装于镀锌铁皮的箱中，每箱装 75 公斤，再将镀锌铁皮箱放到木箱内。猎枪用火药是装入厚纸盒中，每盒装 500 克

## 2.粗制 TNT

TNT 的粗制

造梯恩梯原料是甲苯，硝酸和硫酸。

甲苯是无色，易于流动的液体，具有特殊气味在 110℃时沸腾，比重为 0.866(在 20℃ 时)。

梯恩梯的制造过程是由下列一些工序组成：

### 1)酸的制备

硝化甲苯用的混酸是由硫酸及硝酸在混合槽中制得的，该槽具有搅拌器和冷却用的蛇形管。

(294 克浓硫酸（密度 1.84）和 147 克硝酸（密度 1.42）)混酸的成分是不同的：对硝化的最初几个阶段是用浓度较低的混酸，随后是用浓度较大的混酸。

### 2)甲苯的硝化

硝化甲苯可以在各种结构的硝化器中进行。最简单的结构是圆柱形的具有半球形底的器皿，该器皿装于衬套中并附有蛇形管(冷却和加热用)及搅动物料的搅拌器。为了控制反应，在硝化器中装有温度计。

(通过漏斗缓慢的加入载有 100 克甲苯的 600CC 烧杯中,通过电搅拌器把混合液充分搅拌，通过 30-40 摄氏度的冷水水浴。这种状态的混酸需要保持一到一个半小时。

继续搅拌一个小时，不过现在无需水浴。

### 3)梯恩梯的精制

硝化后获得的产物呈熔融状，依靠比重不同(熔融的梯恩梯的比重为 1.5，而废酸的比重为 1.72)用分离法使其与废酸分离。混合液可以放置一整个晚上，下层的混酸可以通过分液漏斗倒掉。用分离法将酸分离后，梯恩梯还须在洗涤装置内以热水来洗涤。用水洗过的梯恩梯，即梯恩梯粗制品

### 3.精制 TNT

制备 TNT 需对甲苯进行三段硝化，其中一、二段硝化分别生成一硝基甲苯和二硝基甲苯时使用浓度

为 68%的硝酸即可，第三段硝化则需要 98%硝酸。如果想节约成本的话，废酸可以循环利用。TNT 是

各方面均很稳定的炸药，通常条件下对酸不敏感，但注意其对碱敏感，能与碱产生复杂反应。不腐

蚀金属。热安定性非常好，100° C 一下长时间不变化。TNT 受日光照射后颜色加深，性质变化，应

避免日光直射。TNT 毒性较大，能通过呼吸、消化系统及皮肤进入人体，引起肝、血液和眼中毒。应

做好个人防护，避免直接接触 TNT。

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

制备步骤：

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。

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，是反应液温度从 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° C 缓慢上升至 50° C。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° C。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° C，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° C 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。把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：52ml 68% 硝酸

150ml 98% 硫酸

4ml 水

73.6g 一硝基甲苯

制备步骤：

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° C。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° C，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°

C 到 73° C 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° C 附近，可控制在 80° C 到 90° C 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° C 到 80° C 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

制备步骤：

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  $90^{\circ}\text{C}$ ），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（ $\alpha$ -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  $74^{\circ}\text{C}$  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  $\alpha$ -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  $65^{\circ}\text{C}$  左右，不断搅拌，大约十分分钟左右粗品 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，称重，约为 88.8g，精制回收率为 98.6%。精制后的 TNT 熔点不低于  $80.2^{\circ}\text{C}$ 。注意

TNT 毒性较大，要做好防护，避免吸入 TNT 粉尘以及皮肤的直接接触。保存 TNT 时应避免其与碱性物质接触，防止造成事故。

## 4.黑索今(RDX)

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 1.779g/cm<sup>3</sup>

爆发点 230 度(5 秒)

爆热 5760kJ/kg

爆速 8639m/s

撞击感度 80%(10kg\25cm)

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

主反应  $(CH_2)_6N_4 + 6HNO_3 = (CH_2)_3(NNO_2)_3$

副反应  $(CH_2)_6N_4 + 6HNO_3 = 6CN_2(ON_2)_2 + 4NH_4NO_3$

材料:

乌洛托品

浓硝酸 98%

三口瓶 (或高型烧杯) 250ml

冰盐浴

电动搅拌机 (或手动搅拌, 不过比较辛苦)

3 号砂芯漏斗一个

加料漏斗一个

温度计一支

制备过程: 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。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。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, 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, 否则容易将杂质带入黑索今中

方法二: 综合法 (也叫醋酐法或 KA 法)

反应原理:

$(CH_2)_6N_4 + 4HNO_3 + 22NH_4NO_3 + 6(CH_3CO)_2O = 2(CH_2NN_2)_3 + 12CH_3COOH$

原料:

乌洛托品

浓硝酸 98%15ml

硝酸铵 18.7g

醋酐 62ml

冰醋酸 18ml

三口瓶（或高型烧杯）250ml

滴定管 50ml 两个

水浴

2 号砂芯漏斗

制备过程：将 10 克乌洛托品溶于 18ml 冰醋酸中，配成 HA-ACOH 溶液（溶液 I）。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）。向反应容器中加入 62ml 醋酐，搅拌升温至 60-65 度，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 I 号溶液。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。

补充一下：总得率 70%-75%。 注意事项： 在配制溶液时需在热水浴中加热震荡，使固相溶解加快，并使溶液迅速呈均一相。 以上两种制备 RDX 的方法成本都比较高，直接硝解法要用大量的 98%硝酸，而且 98%硝酸 很难弄到。醋酐法也要用大量的醋酸和醋酐，不过比较容易弄到。得率也高，所以建议采用 醋酐法。 以上两种制备 RDX 的方法，对仪器的要求不高。除了反应容器和温度计、加热或制冷设备 是必备的，其他的都可以因陋就简：电动搅拌可以用手动，不过比较累。砂芯漏斗可以用布 氏漏斗或普通漏斗替代。加料漏斗和滴定管可以用大试管或小烧杯替代，不过要注意加料均匀。在反应容器的选择方面，我个人认为高型烧杯要比三口瓶好，更容易控制反应过程。 整个反应过程没什么危险，不会爆炸。不过要做好个人防护，戴上橡胶手套，防止浓酸对手 的伤害。

注：黑索今的实验室制备工艺 黑索金的制造过程是由下列工序组成：

- 1) 六次甲基四胺(乌洛托品)的硝化
- 2) 黑索今的沉淀
- 3) 黑索今的洗涤
- 4) 黑索今的干燥

硝化环六次甲基四胺(乌洛托品)是在硝化器内用硝酸来实现的。反应温度约保持在 20C。硝 酸要用得很多[一份环六次甲基四胺(乌洛托品)需 12—18 份硝酸(以重量计)]。 将硝化器的含物移入稀释器中，放入大量的水，以便能完全析出溶于过剩硝酸中的黑索金)。 将弱硝酸和悬浮在其中的黑索金放到真空漏斗上，此时黑索金就与酸分离，并用少量的水洗 涤之。

用真空器去水后，将黑索金连同真空漏斗送去水洗。将黑索金放在有搅拌器的槽中，用冷水和热水洗几次洗去残余的酸。在热洗后，仍在原槽中加入钝化剂及染料进行黑索金的钝化。洗好的黑索金在真空漏斗上去水，烘干并包装。简易法制备：环六次甲基四胺(乌洛托品)(50 克)，浓硝酸(550 毫升)、漏斗、滤纸、塑胶杯、蒸馏水、摄氏温度计、食盐、蓝色石蕊试纸、冰、硝酸铵。

步骤：

- 1) 把冰盐混合物放入塑胶杯，再把烧杯放入塑胶杯中，小心向烧杯倒入 550 毫升浓硝酸
- 2) 当酸液冷却到低于 20 摄氏度时，慢慢加入研碎的环六次甲基四胺并搅拌，这时温度回升高，切勿使温度高于 30 摄氏度
- 3) 加更多的冰、盐或硝酸铵到塑胶杯里，使温度低于 0 度，继续搅拌，保持 0 度以下至少 20 分钟
- 4) 将烧杯中的混合物倒入一个装满冰的大烧杯中，震荡并搅拌，当冰全部融化后，用滤纸过滤，保留滤纸上的晶体
- 5) 用蒸馏水洗涤晶体，直到用试纸测不出酸性为止
- 6) 把晶体保存在阴凉避光处
- 7) 应用：

1) 混合 88.3%(质量比)黑索金。1%矿物油、0.6%卵磷脂，可制成 C-1 炸药

2) 混合一半质量的黑索金与一半质量的 T.N.T.，制成复合炸药 H.M.X.

3) 可在 R.D.X. 中加入硝酸铵或硝酸钾，提高它的稳定性 苦味酸 2-4-6 三硝基苯酚，俗称苦味酸，代号 PA。1771 年由英国人 P.Woulfe 首先制得，最初只用作黄色染料，1885 年法国开始用作炸药装弹。一战期间，它是主要的军用炸药，威力比 TNT 大，仅次于硝化甘油。安定性好，制备方法简单，是军事上最早使用的一种猛炸药。苦味酸为淡黄色晶体，易溶于热水和乙醇，乙醚，难溶于冷水。熔点 122. 度，晶体密度 1.763g/cm<sup>3</sup>。

爆速 7350m/s. 撞击感度 32%(10kg/25cm) 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。目前苦味酸已不在用作炸药使用，但它是制造苦氨酸和苦味酸铵(D 炸药)的原料，它本身一种黄色染料，也可用于制造其他染料和照相用品，医药上用作外科收敛剂(俗称黄药水)所以能在普通试剂店买到。一般 500g 瓶装的苦味酸(C.P)每瓶 25 元左右。从试剂店买到的瓶装的苦味酸颗粒较大，有条件的话最好粉碎成 40-60 目筛之间的颗粒，再经过充分干燥以后方能使用。苦味酸感度不大，粉碎后用套有橡胶皮的木棍能很容易地压装。苦味酸和金属弹体直接接触可能有腐蚀现象，采用聚乙烯塑料薄膜衬层或涂防腐漆能有效防止它对壳体的腐蚀。补充一下：如果觉得机械粉碎苦味酸比较危险或不方便，可以用重结晶的方法制得细小的晶体，具体做法如下：用热水

配制苦味酸溶液,用水浴加热至 90 度,加入苦味酸晶体至不再溶解 为止. 在强烈的搅拌下将容器迅速冷却至 10 度以下. 过滤,在 60 度的烘箱只烘干. 就能得到细 小的晶体. 不过这样做会损失一些晶体,晶体回收率只有 90%左右. 在操作过程只要注意个人防护,赤手接触苦味酸会使皮肤变黄,热的苦味酸浓溶液滴在皮肤上 会造成严重伤害,所以接触到苦味酸时一定要戴上橡胶手套

## 5. 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 1.76g/cm<sup>3</sup>,

爆发点 225 度(5 秒)

爆热 6300kJ/kg

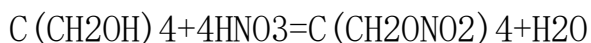
爆速 8300m/s

撞击感度 100%(10kg\25cm)

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硝铵, 铵油炸药. 我在一次爆破实验中用微型电雷管(比 7 号电池的一半还小, 装药直有 1.5g)和 10g 太安(作为传爆药)成功的引爆了

150g 铵油炸药(通常要用 8 号电雷管才能引爆) 用硝酸法合成太安的反应式如下



原料:

浓硝酸 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: 将 120g 浓硝酸倒入反应容器中, 在冰盐浴中冷却至 10 度. 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.

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, 注意搅拌. 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.

注意事项

1) 硝酸浓度下降至 85%以下时, 太安得率下降很快, 所以用 95%以上硝酸制太安.

2) 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.

3) 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, 但是让浓硝酸滴到身上会造成严重伤害, 一定要戴上橡胶手套. 没有丰富的化学实验经验的人最好不要学着做.



## 6.炸药的氧平衡

我们在学习炸药技术时知道，炸药简单来说，可以视为一种非常快速的燃烧过程，这种表达不准确，但不妨碍我们理解它的反应过程。燃烧需要有氧化剂和还原剂，还原剂就是燃料，氧化剂就是使燃料燃烧，放出能量的物质。从微观角度上来说，还原剂在燃烧时失去电子，它的外层电子跃迁到低层轨道上，与氧化剂的原子牢固结合，这样会使电子能级降低，必然要放出能量，这能量以热量的形式释放出去。听到这里有的同学听不懂没关系，只要记住，燃烧过程必然要有还原剂和氧化剂参与就可以了。氧气是常见的一种氧化剂，然而氧化剂并不一定只限于氧气，可以由很多种其它物质来充当。爆炸属于自带氧化剂和还原剂的反应过程，因为爆炸物在分解的过程中，氧化剂和还原剂都带齐了，就不需要外界的氧化剂，所以爆炸物质是比较厉害的。

那么炸药的氧平衡是什么意思呢，就是指炸药自带的氧化剂过剩或不足的质量，占炸药总质量的比值，若是氧化剂过剩则氧平衡为正值，若是氧化剂不足则氧平衡为负值。它能够判断炸药是否完全反应了，是我们选择炸药时的一个重要参数。可想而知，如果氧平衡是 0，说明炸药的氧化剂和还原剂刚刚好，完全反应了，在这种情况下炸药释放出的能量最大。如果氧平衡是负值，说明炸药自带的氧化剂不够，也就是说爆炸后有一部分燃料没参加反应，浪费了。如果氧平衡是正值，说明炸药带的氧化剂太多了，这部分氧化剂因为缺燃料，没有参加反应，也属于一种浪费。下面我们通过具体实例，来计算几种爆炸物的氧平衡

### 1.黑火药

黑火药是一种古老的炸药，它是低级炸药，爆速很低，只有 400m/s，黑火药配方很多，一般的配方是，硝酸钾 75，木炭 15，硫磺 10，以质量计算。为什么会配出这样的质量比例？是考虑到它的氧平衡。黑火药最简单的反应方程式是： $2\text{KNO}_3 + 3\text{C} + \text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + 3\text{CO}_2$  方程经过了配平，说明这时反应是完全的，即 2 摩尔的硝酸钾，3 摩尔的木炭，1 摩尔的硫磺，反应后得到方程式右边的物质，同样以摩尔份数来算。硝酸钾的分子量是 101，碳是 12，硫是 32，这样反应物的总分子量是  $101 \times 2 + 12 \times 3 + 32 = 270$ ，硝酸钾占的质量比  $= 101 \times 2 / 270 = 74.81\%$ ，木炭占的质量比  $= 12 \times 3 / 270 = 13.33\%$ ，硫磺占的质量比  $= 32 / 270 = 11.85\%$ ，这个比例大致是 75：15：10 也就是说，如果我们在制作黑火药时遵循了上述质量配比，反应物是基本完全反应的，这时黑火药的氧平衡为零。注：黑火药在实际爆炸时的反应比上述复杂，上述生成物还会继续反应生成其它物质，但刚开始学习时不考虑这些问题不大。在计算单质爆炸物氧平衡时，我们提供两种方法来计算。方法 A：将反应方程式配平，观察方程式右边的生成物质，如果含有 C，CO，H<sub>2</sub>，等还原剂（燃料），则说明氧气不足，

氧平衡为负值，这时算出将这些燃料全部反应掉需要的氧原子质量，占全部物质的百分比，就是氧平衡系数。如果反应物还有  $O_2$ ， $NO$ ， $NO_2$  等气体，说明氧气过量，计算这些氧气占全部物质的百分比，就是氧平衡系数。

方法 B：直接从爆炸物质着手，先把碳原子、氢原子完全反应需要的氧原子扣除，然后看氧原子是否多出来或是否缺少，这额外的氧原子的质量占爆炸物的百分比，就是氧平衡系数

## 2.硝酸铵

硝酸铵是一种农业化肥，也可以作为高爆炸药使用，爆炸时爆速 2700m/s

爆炸反应方程式： $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

方法 A：观察方程式右边，发现爆炸后有氧气生成，显然氧化剂过量，2 摩尔的硝酸铵爆炸后生成 1 摩尔氧气，则 1 摩尔硝酸铵爆炸后可生成 0.5 摩尔氧气，1 摩尔硝酸铵的质量 =  $14 + 1 \times 4 + 14 + 16 \times 3 = 80\text{g}$ ，0.5 摩尔氧气质量 =  $0.5 \times 32 = 16\text{g}$ ，因此，氧化剂过量，氧平衡 =  $16/80 = 20\%$

方法 B：硝酸铵里还原剂只有氢原子，一个硝酸铵分子含有 4 个氢原子，每个 H 原子需要 0.5 个 O 原子结合生成一个水分子。4 个 H 原子需要 2 个 O 原子，而一个硝酸铵分子含有 3 个 O 原子，这样氧原子多出来一个，氧原子的原子量是 16，即硝酸铵的氧平衡为  $16/80 = 20\%$

### 3.TNT (三硝基甲苯)

TNT 炸药的爆速高达 6800m/s, 是高炸药的标准, 其它爆炸物质通常以它来做参照

其爆炸反应方程式:  $2C_7H_5N_3O_6 \rightarrow 3N_2 + 5H_2O + 7CO + 7C$

方法 A: 观察方程式右边, 发现爆炸后有 CO 气体, 碳生成, 这些都是燃料即还原剂, 因此 TNT 肯定缺氧, 氧平衡为负值。7 个 CO 分子燃烧需要 7/2 个 O<sub>2</sub>, 即 7 个氧原子, 7 个 C 原子燃烧需要 7 个氧分子即 14 个氧原子, 所缺的总氧原子质量 =  $7 \times 16 + 14 \times 16 = 336g$ , 而反应物是 2 摩尔 TNT, 质量 =  $2 \times (12 \times 7 + 5 + 14 \times 3 + 16 \times 6) = 454g$ , TNT 的氧平衡为  $-336/454 = -74\%$  方法 B: 一个 TNT 分子含有 7 个碳原子, 5 个氢分子, 完全燃烧掉需要的氧原子数量为  $7 \times 2 + 5/2 = 16.5$  个, 而一个 TNT 分子只能提供 6 个氧原子, 这样氧原子缺 10.5 个, 氧平衡为负, 大小为  $-10.5 \times 16 / 227 = -74\%$  TNT 在爆炸时, 因为缺氧, 而且缺的很厉害, 会生成大量的碳, 碳是黑色的, 所以 TNT 爆炸时会冒出黑烟, 有经验的人一看到爆炸产生一片黑云, 就能猜到爆炸物是 TNT。硝酸铵不含碳, 氧平衡又是正值, 爆炸时就是一片白烟

## 4.太安炸药

太安的爆速高达 8100m/s

爆炸反应方程式:  $\text{C}_5\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_{12} \rightarrow 3\text{CO}_2 + 2\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2$

方法 A: 观察方程式右边, 发现爆炸后有 CO 生成, 显然氧化剂不足, 多出来的 2 个一氧化碳分子 CO, 需要 1 个氧分子来燃烧掉。这样缺少一个氧分子, PETN 的分子量是 316, 这样它的氧平衡 =  $-32/316 = -10.13\%$

方法 B: 一个 PETN 分子含有 5 个 C, 8 个 H, 分别需要  $5 \times 2 = 10$ , 和  $8/2 = 4$  个氧原子, 总共需要 14 个氧原子, 而一个 PETN 分子只能提供 12 个氧原子, 因此缺少两个氧原子, 氧平衡 =  $-2 \times 16/316 = -10.13\%$  一般说来, 一种单质炸药氧平衡是零值的很少见, 一般的高爆炸药氧平衡是负值的居多, 所以各种炸药要混合搭配, 配成氧平衡接近于零, 这样爆炸效率最高。而像硝铵这种氧平衡是正值的炸药, 就要加一些燃料, 消耗掉它过量的氧化剂, 可以加入少量柴油, 配成铵油炸药, 爆速则有所提高。

## 5.标准版燃烧弹

材料：

一个玻璃酒瓶（啤酒瓶就不错）

酒精（药店那些 75%的就不错）

一条棉布（抹布）

步骤：

1) 把酒精倒入酒瓶中，到三分之二就可以了。

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，用的时候倒进去。

## 6.凝固版汽油燃烧弹

材料:

一个玻璃酒瓶（用啤酒瓶比较好，除非你有瓶体方形的白兰地瓶，汽油

橡胶（一大堆橡皮筋可以用于这里）

步骤:

- 1) 往玻璃瓶里加汽油，加到一半左右就行了。
- 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。

## 7.毒气版燃烧弹

材料：

一个酒瓶（用啤酒瓶较好）

橡胶（用一堆橡皮筋比用橡胶块好多了）

酒精(95%)

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的那种）。

2)把酒精倒进去，要没过橡胶，最高到三分之二停止。

3)把布条浸酒精，塞进去，留出十厘米，在瓶颈处打个结用于固定。

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，用的时候倒进去，记得避免光照。



## 8.不会熄灭的鸡尾酒

材料：

一个酒瓶（薄一点的都行，甚至用喝水用的玻璃杯经过改造也行）

镁条（非管制）

棉布（纯棉的很好，但要是没有可以抹布）

酒精

高锰酸钾（硝酸钾也行，但要是自燃了可就不好玩了）

步骤：

①：把酒瓶里倒上酒精，三分之二就足够了

②：丢高锰酸钾，丢个三两百克就够了

③：把镁条切吧切吧丢进去，尽量多

4) 塞上布条，固定

储存：保持低温，严禁明火，严禁倒置。