

通 俗 科 學 文 庫

# 炸 藥 毒 氣 電 子

何 永 康 編 寫

求 知 出 版 社

# 目次

化學	.....	一
一 氮與炸藥	.....	一
二 炸藥的性質	.....	四
三 火藥與無烟火藥	.....	七
四 猛烈炸藥	.....	一一
五 推進劑、起爆劑、爆炸劑	.....	一五
六 毒氣戰爭	.....	一七
七 氯氣、光氣、芥子氣	.....	一九
八 毒氣的效力	.....	二四
電	.....	二七
一 電與戰爭	.....	二七
二 電子學原理	.....	二八

三	電子學與工業·····	三二
四	軍用通訊工具與短波·····	三六
五	微型短波與雷達·····	三九
六	潛水艇偵察器·····	四二
七	地雷偵察器·····	四五
八	高射砲操縱器·····	四七

# 化學

## 一 氮與炸藥

氮是炸藥的基本成分之一，因為它具有這一種化學特性，就是它能與氧勉強結合在一起，但略受震動時，又會立即與氧分離而猛然往外衝去。製造重一噸的三硝基甲苯炸彈需要兩百磅氮。十六吋口徑大砲每發射一次，需要九十磅氮氣把砲彈投射出去，當砲彈爆炸時，又需要三十磅氮使彈殼破裂。魚雷與目標接觸，發生爆炸時，禁閉在固體炸藥裏的一百磅氮，就立時化為體積比原來大許多倍的氣體。幾乎所有各種砲彈、炸彈、手榴彈，以及其他種種子彈的爆炸，都須利用氮這一元素。

爆炸性分子所含氮的原子愈多，其爆炸力也就愈強。例如含有一個氮原子的硝基甲苯，根本不會爆炸；含有三個氮原子的三硝基甲苯，却是用途最廣的

猛烈炸藥之一種。而含有四個氮原子五個炭原子的無色結晶含氫物質，爆炸力比三硝基甲苯還要強大好幾倍。

因此製造彈藥需要大量的氮。在第一次世界大戰之前，氮這一元素的主要來源是出產於南美的硝酸鹽，因為硝酸鹽就是氮與氧結合而成的物質。實則空氣之中就含有大量氮氣，氮氣在空氣中的比例要佔到五分之四。依據估計，每一畝地面上空的大氣之中，就含有三萬四千五百噸氮氣。既然我們週圍就有大量這種元素，所以只要想法把它提取出來，就不必向遙迢迢的南美去輸入硝酸鹽了。

氮是一種活動性極差的氣體。它與別種物質結合時雖然會發生劇烈的爆炸，但單純的氮却不容易與他種物質起化學作用。而構成地球大氣其餘部份的氧，却是一種極容易與他種物質起化學作用的元素。因此活動性極差的氮，恰巧沖淡了大氣中活動性極強的氧。要是氮也像氧一樣，極容易與他種物質起化學作用，金屬就會立時生銹，而我們也就將被呼吸的空氣燒死。但也是因為它是一種極少活動性的氣體，所以要使空氣之中的氮與他種物質結合在一起，

就必須以很大的壓力，很高的溫度，用了複雜的器械，才能達到目的。

把氮從空氣之中提取出來，使之與他種物質結合，成爲可供利用的化合物，所用方法就叫做氮素固定法。氮素固定法之一，是用高壓電流產生溫度在華氏五千四百度以上的弧光，空氣通過溫度這麼高的弧光時，所含氮氣就與所含氧氣結合而成爲硝酸。這便是弧光法。挪威人曾用這種方法來固定氮氣，他們用來產生電流的動力是高山上瀑布的水力。

德國化學家也曾試用弧光法來固定氮氣，但這種固定法必須要有充份的水力來產生便宜的電力，而德國並沒有充份的天然水力。因此他們必須另外想出一種固定氮氣的方法來，而這種方法至少必須像從南美輸入硝酸鹽同樣的經濟合算。想出另一方法的人是弗立茲·海勃。他對於空氣中的氮極感興趣。他常常這麼想，氮這一元素在農業和工業上都極重要，而空氣的五分之四既然即是氮氣，那末除了弧光法外，還有什麼更經濟合算的方法可以把空氣中的氮固定起來呢？最後，他根據了學理，認爲與其使氮與氧結合，倒不如使它與氫結合，反而可以更經濟合算地把問題解決。

於是他開始了一連串的實驗。要取得氫，並不很難，而且代價也不太貴。只須使蒸氣在燒熱了的焦煤上面通過，就會產生氫氣。至於氮氣，當然只須取給於空氣就是。他把一份氮與三份氫混和在一起，把這混合物所受到的熱量和壓力逐步提高。經多次試驗之後，他發現把熱量提高到華氏一一二度，把壓力提高到大氣壓力的兩百倍時，這兩種氣體就會很馴服地結合在一起。它們結合在一起時就成了阿摩尼亞，而阿摩尼亞可以被轉化為硝酸、炸藥、肥料、以及其他種種有用的化合物。

第一次世界大戰時，德國遭英國海軍封鎖，不能再向南美的智利購取硝酸鹽，那時它就是依靠上述的方法取得氮來製造彈藥的。據說若是沒有這種方法，德國至多只能作戰兩年，因為戰爭開始當時，它所貯有的硝酸鹽數量是很少的。只從這一點上看，我們也就可以看出氮這一元素在軍事上的重要性了。

## 二 炸藥的性質

氮是炸藥的重要成分之一，但這並不是說所有炸藥都非有氮素不可，不是

說沒有了氮就絕對不可能發生爆炸。事實上有各種起爆劑是並不含有氮素的。舉例來說，液體氧也可以被用來製造強烈的炸藥，方法是把極容易與氧起作用的，像碳一類的元素混合在一起。如果把一袋煤屑或木炭浸透了液體氧，這時這袋煤屑或木炭就已成爲炸力極爲強大的炸藥。只是液體氧炸彈在製造方面困難很多，使用時危險性又很大。液體氧是一種不容易處理的東西，因爲它非常冷（溫度在華氏零下二九六度），同時它又會不斷化爲氣體。因爲它蒸發很快，所以炸彈或其他容器必須是開口的。由於同一原因，液體氧混合物會不斷敗壞，當所含的氧蒸發乾淨時，它也就完全喪失了爆炸性。而且這種混合物性烈無比，只要受到極其輕微的震動，就會立時爆炸。把這樣的炸彈裝載在飛機上面，對於飛機本身就是極大的威脅。

此外炸藥也有並不含有氧素的。由銅和碳所構成的乙醯化亞銅即是這樣的炸藥。這一種化合物很不穩定，只要略受震動或磨擦，或傳受到了少許熱量，其分子就會分裂成爲固體的銅和煤屑。這一化學分解作用不會產生氣體，但會突然產生高熱，空氣突然傳受到了高熱就會立即膨脹，這就會產生猛烈的爆



炸。乙醯化亞銅的性質過於靈敏，不適宜充作軍用，我們在這裏只是用以做例子，來說明事實上有許多物質會因分子破裂而引起爆炸這一點罷了。此外像雷酸水銀也是具有同樣性質的物質，只是穩定性要比較高些。

有些炸藥會由於與上述相反的化學作用而突然產生很大的熱量。換句話說，突然產生熱量的原因不是分子的破裂，而是分子與其他分子相結合而形成另一種物質。液體氧炸藥即屬於這一類；浸透了液體氧的煤屑或木炭與氧起化學作用而告結合時，就突然會產生二氧化碳，同時還會產生很大的熱量，這就引起了爆炸。這一化學作用其實也就是迅速的燃燒作用。這一類的炸藥必須含有氧素。氧與氮結合在一起時，往往比較容易處置，因此這一類的炸藥大都同時含有氧及氮這兩種元素。例如我們中國人所發明的火藥即屬於這一類。

火藥曾在人類歷史上起過不小的作用。它並不是一種單純的物質，而是木炭、硝石、硫磺三樣東西的混合物。木炭提供了碳素。硝石是硝酸鹽的一種，是含有氮和氧的化合物，因此它提供了引起爆炸所需的氮。第三種成分硫磺是一種極容易燃燒的東西。火藥之中所以要有硫磺，就是因為它具有極容易燃

燒的性質，我們要知道，木炭和硝石雖然也會單獨發生燃燒，但必須是熱度很高時才會起火。而硫磺的發火點很低，只須小小的一點火花就足以引起它的燃燒。當硫磺在火藥中燃燒時，它就產生了熱量，熱量促使硝石洩出它的氧素來；氧與木炭起化學作用，於是產生了更多的熱量，同時又產生了氣體，這些氣體受到這一化學作用所產生的高溫度，就愈加膨脹。硝石稍稍感受熱量時所以會立即洩出它所含有的氧素來，大概是因為硝石分子裏邊氮素與氧素的結合極不鞏固的緣故。當被釋放了的氧急竄着，去投奔碳素，與後者結合成為二氧化碳時，留下來的氮也就向外奔竄。所有這些化學作用所產生的結果，就是把體積很小的固體物質，迅速轉化為體積很大的氣體物質。

### 三 火藥與無烟火藥

早在十九世紀，化學家已經知道：只要把氧原子及燃燒性物質放在同一個分子之中，就會產生炸力比火藥要強大得多的炸藥。他們不只是把硫磺、硝石，及木炭機械式地混和在一起，而是使某幾種元素結成整體的化合物，使同

一個分子構造中具有各種所需要的性質。他們發現甘油與硝酸起化學作用後，會產生一種液體物質，這物質含有四種元素，即氮和碳以及氮和氧；其中氮和碳是由甘油所提供，而氮和氧則是由硝酸所提供。氮和碳與氧混在一起時，都是極容易發生燃燒的東西；要使這新形成的液體發生爆炸，只須使它略受震動或磨擦，或使它傳受到少許熱量就是。這液體中所含有的氮原子只要稍受激動，就會立即向外奔竄，而氧與氮及碳之間既沒有什麼東西隔離着，所以當氮原子向外奔竄時，氧就會立即去投奔氮及碳，這時就會產生爆炸。

這種液體就是硝化甘油。硝化甘油的性質過於靈敏，不適宜於製造用於槍砲的子彈。與這約略相似的一種炸藥的製造方法是使棉花與硝酸起化學作用。棉花的纖維與甘油相像，是由碳、氧及氮所構成。棉花纖維素與硝酸起作用後，硝酸之中的硝基就與硝酸脫離，三組這樣的硝基就各自與纖維素分子聯結在一起，這就產生了三硝基纖維素或名火藥棉。經這樣處理過的棉花，外表並不與前有什麼兩樣，看去仍是一種柔軟像絨的白色纖維，可是在化學性狀方面，却已與前大不相同了，如果略受熱量，就會立刻爆炸，發出巨大的響聲。

來。

過了多年之後，上述兩種各別的發現才獲得了實際上的應用。化學家發現火藥棉是會溶解的。把它浸在酒精與醚的混合物之中，它的纖維就會消失不見，所產生的溶液是一種薄糊狀物質。經蒸發後，薄糊就成了厚糊，這厚糊可以被揉成長條，像麵條那樣，或被切成各種大小的薄片或碎塊；經再度蒸發後，這些長條、薄片或碎塊即告硬化。這就是無烟火藥。其後這種無烟火藥的製造方法雖屢有改進，但基本原理却仍然與原來一樣，二次世界大戰時，多數國家所用主要的子彈推進劑，即是硝化纖維素無烟火藥，但英國人却喜歡用線狀無烟火藥。

製造線狀無烟火藥所需原料，與上述那一種無烟火藥略有不同。它所含有的成分，約三成之二是硝化纖維素即火藥棉，三分之一是硝化甘油。使火藥棉溶解於硝化甘油，所用溶劑不是酒精與醚的混合物，而是丙酮。所產生的溶液經攪脂即凡士林沖淡後，便成了一種膠體。把這膠體從容器的孔洞中擠擠出去，可以使它成爲各種粗細的線狀物。當這種線狀物還柔軟的時候，可以把它

切成所需要的長度。二次世界大戰中，線狀無烟火藥曾被大量用來充作槍彈及砲彈裏邊的火藥。它的粗細視用途而異。用於槍彈的線狀無烟火藥，只是縫衣針那麼大小，每一粒槍彈中約有五千條這樣的線狀物；但用於重砲或海軍大砲砲彈的線狀無烟火藥，却粗得像甘蔗，有的直徑竟還不只一時。

線狀無烟火藥的炸力要比硝化纖維素無烟火藥略為強大一些，只是比較難於貯藏，而且它對於槍管或砲管的腐蝕力也是比較的大。這些都是線狀無烟火藥的缺點。

無烟火藥與通常黑色的火藥比較起來，具有兩個優點。第一，實際使用的時候，它確沒有烟的。作戰時誰都不喜歡前面冒着一團煙霧，使視線不清。自從發明了無烟火藥之後，戰場上已不再蓋着一層濃密刺鼻的黑煙了，那種黑煙固然可以掩護自己，但同時也阻擋了自己的視線，只得向沒有看清的目標盲目射擊。其次，無烟火藥的炸力要比舊式火藥強大，它既提高了槍砲的打擊力，同時也提高了槍砲的射程。因此不論是陸戰或海戰，戰場的範圍都比過去擴大並加深了。

在二次世界大戰中，無烟火藥方面的改進之一，是在成分中加上某些化學品，用來減弱爆炸時所發的火光。這種火光是由槍口或砲口中奔竄出來的氣體突然發生燃燒所引起。減弱了這種火光，敵人就不容易發現砲火的來源是在什麼地方，這對於夜間飛機上所發射的砲火以及地面上的高射砲砲火特別重要。要減弱砲火的火光，只須在火藥中加上某種化學品像硝化胍亞氨基甲二胺，二硝基甲苯等就是，這些化學品會使奔竄出來的氣體冷卻，這同時也就減弱了槍砲射擊時所發的火光。

#### 四 猛烈炸藥

十九世紀所用各種填充彈殼的火藥，發生作用都過於緩慢，而且還有其他許多不能令人滿意之處。至於硝化甘油及火藥棉，則又過於靈敏；推進劑向彈殼衝擊時，就可能引起它的殼炸，這就會使子彈於未離砲管或槍管前把彈殼炸裂。因此必須設法製造一種穩定性較高的化合物，這種化合物必須能夠忍受得住槍砲射擊時加於彈殼上的打擊力而不致爆炸，同時又須不會在半途中爆炸，

却會完全聽命於導火線，換句話說，只會於導火線燒到它那裏時才會爆炸，而炸力又須極為強大，能把彈殼猛烈裂成碎片。附合這種種條件的炸藥就是「立達脫」。

「立達脫」實則就是苦味酸或三硝基苯醇的別名。三硝基苯醇是工業上用作染料的一種黃色化合物。它的鹽基是從煤焦油中提煉出來的石炭酸，或苯酚；苯酚加適量的硝酸，它的每一分子就會與三組硝基聯結在一起，這時它就成了三硝基苯醇，或名苦味酸。自從進入二十世紀以來，每次大小戰爭中交戰國用來填充彈殼的火藥，大都即是三硝基苯醇，只是有些國家各有別名罷了。

第一次世界大戰時，法國堵住了德軍攻勢的火藥，就是這三硝基苯醇，可是德國又用三硝基甲苯來打擊法軍。那時德國一方面是在利用了弗立茲，海勃所發明的方法來固定氮素，另一方面又在大量製造這種新的炸藥。用來製造這種炸藥的原料不是苯酚，而是甲苯。甲苯是從煤焦油中提煉出來的氫碳化合物，加以適量的硝酸，也會像甘油、纖維素、以及苯酚一樣，每一分子會與三組硝基聯結起來，所產生的物質就是三硝基甲苯。

在所有各種適宜於軍用的猛烈炸藥之中，製造方法最爲簡單，使用時最爲安全的，恐怕要算三硝基甲苯了。用三硝基甲苯所製的炸彈，雖然用步槍子彈去射擊它，也不致爆炸，可是只須經導火管中的火藥一激，它却會立時起猛烈的爆炸。三硝基甲苯的熔點比三硝基苯醇爲低，極容易把它從容器中傾注出來，而且可以長期貯藏而不致敗壞。其次，它不像三硝基苯醇那樣容易與鋼鐵起化學作用，因此在彈殼內部不必襯以錫皮。二次世界大戰中，兩方所用的主要炸藥都是三硝基甲苯。

只是在第一次世界大戰中，協約國方面甲苯的生產量不足以供應需要，因此也就不能製造大量的三硝基甲苯，於是它們就採取了一種權宜方法，把數量有限的三硝基甲苯攙了硝酸銨來使用。使用之下，却發現這種混合物的效力比單純的三硝基甲苯更爲強大。原來於爆炸時，硝酸銨所含有的氧素，除了足够供應本身的需要而外，還有多餘，而三硝基甲苯却有多餘的碳素。用三硝基甲苯所製的砲彈爆炸時所以會產生濃煙，就是因爲它含有多餘的碳素。硝酸銨與三硝基甲苯的混合物爆炸時是沒有煙的，其原因就是硝酸銨中多餘的氧，已



與三硝基甲苯中多餘的碳聯合而完成了燃燒作用。在這混合物中再加上鋁粉，炸力就會比原來更強大。鋁極容易與氧起作用，燃燒時會產生極大的熱量。在鋁發生燃燒時所產生的刺激作用之下，硝酸鉍及三硝基甲苯兩者的炸力，就會大見提高。

從前的黑色火藥，爆炸時會產生體積比火藥本身大五百倍的氣體；三硝基甲苯爆炸時所產生的氣體，體積要比炸藥原來的體積大一千一百倍；而雷酸水銀卻會把體積擴大一千四百倍。只是這些數字並不能代表它們炸力的強弱。雷酸水銀的密度很大，因此每一磅雷酸水銀所產生的氣體，實際上並不會多於每一磅黑色火藥所產生的氣體。但每一磅三硝基甲苯却能產生兩倍於每一磅黑色火藥或雷酸水銀所能產生的氣體。三硝基甲苯所以比其餘兩者都適宜於用作砲彈之中的爆炸劑，上述理由也是原因之一。

每一種爆炸物都各有其自己的爆炸速度。黑色火藥的爆炸速度，每分鐘自五百呎至二千呎不等，它的速度究竟是多少，要看火藥粒子的粗細為轉移。雷酸水銀的爆炸速度，每分鐘約計二點四哩，而三硝基甲苯的爆炸速度，是每秒