

爆破工作

黃 樑 譯



民智書店出版

爆 破 工 作

黃 樑 譯



民 智 書 店 出 版

本書根據 Проф.К.К.Андреев著 “Взрыв”
(Государственное Издательство Техникo—Теоретической Литературы, Москва—1953) 一書譯出。

書號 023

爆 破 工 作

譯 出 發	者 版 行	黃 民 智 書 店	標 記
		北京西琉璃廠101號	
		電話 (3) 4823號	

1954年2月發排 1954年4月初版 印數 0001~2000
37印刷頁 字數 40千字 定價 3,800元

北京市書刊出版業營業許可證出字第 040 號

版權所有*不准翻印

目 次

緒 言	1
一 爆炸與燃燒	4
二 炸藥的三種類型	12
三 炸藥燃燒的穩定性	25
四 爆炸的威力	28
五 炸藥的成分和製造	35
六 炸藥在國民經濟中的應用	46
結 語	66

緒 言

當我們說到炸藥的時候，首先就會想到，它們的應用通常和戰爭有關。但是，這僅僅是它們的一部份的應用。誠然，現代的戰爭中不可能沒有炸藥——應用在軍事技術上，作為破壞的主要手段。在戰爭時期，大量的炸藥用來裝備大砲的砲彈、飛機的炸彈、地雷及其他彈藥等。

但是，正如 K. 馬克思寫給上一世紀俄羅斯評論家安能科夫的信中所說的，火藥的應用或者是“……為了帶給人們以創傷，或者是為了要醫治人們自己的創傷”^①。在壟斷資本統治的國家裏，特別是在美國，在第二次世界大戰結束以後，軍火工業的目的就在於對英雄的朝鮮人民及其他爭取自身解放的人民進行侵略戰爭；對蘇聯及其他人民民主國家準備發動戰爭。這是毫不奇怪的，國民經濟軍事化，組織新的掠奪戰爭，這就是現代資本主義基本的經濟規律的主要特徵和要求，這

① K. 馬克思及 F. 恩格斯書信選集 蘇聯國家政治書籍出版局 1948年
版第 26 頁。

也是一小撮剝削者追求最高利潤的主要方法之一。

在從事和平建設的我們的國家裏，在建設社會主義的人民民主國家裏，炸藥的應用就完全是另外一種樣子。

在偉大的衛國戰爭的歲月裏，我們的炸藥工業光榮地完成了任務，保證了供應英勇的蘇聯軍隊以高級品質的彈藥。在戰後時期，炸藥工業卓有成效地幫助進行偉大的蘇聯國民經濟發展計劃，使按逐步前進的道路走向共產主義。這條發展的道路是在聯共第十九次代表大會上歷史性的決議中所擬定的，在斯大林同志的天才著作“蘇聯社會主義經濟問題”中所提出的。

在我們的國家裏，炸藥正如各種的機器一樣，為社會蘊藏勞動力，同時減輕了工人們的勞動。這就決定了炸藥在我們國民經濟中佔有重要的地位，猶如一種做困難和繁重工作的機械化的重要工具。

炸藥大多是應用於採礦工業，在採礦工業中，當開採不同的礦產時，應用炸藥進行爆破工作。每採取一噸煤，約需用100公分以上的炸藥。假如考慮到大規模的採煤，那麼可以計算出，在全世界僅採煤工業一項，每年約需用十萬噸以上的炸藥。

除了採煤以外，國民經濟中還需要各種金屬礦產、建築用的岩石，以及用於化學或其他工業部門作為原料的各種礦物。所有這一些礦物的採集，都需要用到炸藥。

在非常短促的時間內，按照斯大林的五年計劃，建立了強大的水力發電站、通航和灌溉的運河，以史無前例的速度進行着偉大的共產主義建設，這一些工作在相當大的程度內，都和炸藥的應用有着密切的關係。

炸藥也可用之於農業。藉炸藥的幫助可以拔除樹根、疏乾沼地、擴展耕地面積。

爆破的方法廣泛地應用於工廠與住宅的建築、鋪設道路，以及石油工業、冶金工業和機械製造工業等。

在採礦事業中，在其他工業部門中，以及在整個國民經濟中，炸藥的作用是巨大的，假使沒有炸藥，要想達到現代的物質文化的水平，那是難以想像的。

然而，這些炸藥究竟是什麼，當爆破時它的作用是根據什麼原理，它是用什麼東西製成的，以及如何去使用它——在我們這本小冊子裏將要談到這一些問題。

一 爆炸與燃燒

我們每一個人，從電影中或從日常經過的事件中，認識了什麼叫爆破——這種强有力的嚴重的現象。在偉大的衛國戰爭的歲月裏，有組織的英勇的游擊隊員們用爆破的方法打擊敵人的軍隊、炸毀敵人的倉庫、破壞在侵略者佔領下的橋樑。

現在，在和平的日子裏，我們應用炸藥來開發地底下的財富、開山築路、堵塞河道。在英雄的創造性的勞動中，炸藥幫助了我們。

然而，這種爆炸究竟是什麼呢？它是如何作用的呢？

爆炸是一種化學反應，由於這種反應的結果，炸藥變成氣體。這種反應進行時要放出熱量，並且放得非常的快。例如，一公斤的三硝基甲苯——一種非常普通的炸藥——做成的炸藥筒^①，在十萬分之一秒內即能發生爆炸。很明顯的，在這樣短的時間內，發生出來的氣體來不及膨脹，實際上它所佔有的體積仍與炸藥原來的體積一樣。這體積比爆炸後的氣體在一

① 炸藥筒係用炸藥壓成的小圓柱體或平行六面體。

大氣壓力下應佔有的體積要小到幾千倍。大家都知道，氣體的體積愈小，它的壓力就愈大。因此，氣體在爆炸的瞬息間具有極大的壓力，這壓力發生得很快，它作用於周圍的物體上以非常尖銳而且沉重的打擊，極堅固的鋼，極結實的山，也經受不住這打擊。爆炸的壓力大到不能用任何目前已知的儀器去直接量度出來——任何儀器作這樣的量度時，都必然要遭受到破壞。根據理論的計算，這壓力約為幾十萬大氣壓——例如，當三硝基甲苯爆炸時為十九萬大氣壓。離開炸藥的爆破範圍，爆破力很快地下降，但當大量炸藥爆炸時，即使在相隔幾公里以外，壓力也足夠震破房屋的窗玻璃。

這裏必然要發生這樣一個問題：為什麼爆炸作用進行得這樣的快？要知道，在爆炸時所進行的化學反應，和燃料的燃燒是極相似的，而且常常是相同的。基本上就是碳氧化為二氧化碳(CO_2)或一氧化碳(CO)；氫氧化成水(H_2O)。

尤其是大多數的炸藥，不僅自己能夠爆炸，而且也能夠燃燒。三硝基甲苯的炸藥筒就是如此，假使將它點火後，可以燃燒，但相當緩慢，比汽油的燃燒還要平靜而且緩慢得多。相反地，非常簡單的燃燒，例如煤的燃燒，也能進行非常強烈的爆炸。假使將煤精細地研碎，使成為煤煙狀，然後將它散佈在空氣裏形成煤塵，那麼，當把這種煤塵點火以後，即將發生爆炸。假使將煤塵用液體空氣或液體氧氣^①浸潤，可以得到很強烈的爆破作用。

為什麼在普通情況下，燃燒進行得緩慢，而由於什麼原因可以使燃燒速度增快呢？

煤的燃燒是碳與空氣中的氧化合的化學反應。化學反應的速度係決定於溫度與壓力。在高溫度下，反應速度快；若溫度升高 10° ，反應速度將增快 2—4 倍。根據計算可以證明：假使溫度從室溫升高到 $1,000^{\circ}$ ，那麼反應進行的速度將增快幾十億倍。當壓力增大時，化學反應速度也增快——有些反應和壓力成正比；也有另一些反應甚至增加得更快——和壓力的平方成正比，假使將壓力從 1 大氣壓增大到 1,000 大氣壓，那麼反應速度將增快 $1,000^2$ 即百萬倍。

煤在燃燒時，放出大量的熱。一公斤的煤在燃燒時，可發出約 8,000 大卡的熱。這些熱量足可使 8 公升的水熱到沸騰。由於在燃燒時放出大量的熱，可使溫度升得很高，特別是當煤在純氧中燃燒時，可使溫度升得更高。大家都知道，空氣中僅含有 21% 的氧，當煤在空氣中燃燒時，發出的熱量不僅要把生成的碳的氧化物加熱，而且也將氮氣加熱，因此所達到的溫度較低，雖然如此，但它仍可達 $2,700^{\circ}$ 。這樣一來，煤的燃燒反應是在很高的溫度下進行着，它進行的速度應該極快。但是實際上，燃燒的速度是緩慢的。這可能是因為反應僅能在煤塊的表面進行，在表面的煤和空氣接觸，而通常這種表面

① 關於液體空氣及液體氧氣的詳細敘述，參閱蘇聯國家技術理論書籍出版局出版“大衆科學叢書”之一，A·C·費道羅夫著“氧氣”一書。

積是不大的。

此外，在燃燒時，生成的氣體將煤的表面和空氣隔離，阻礙了新的氧氣和煤的表面接觸。

從上面的解釋可知：要增快燃燒速度，必須一方面增大煤的表面積，另一方面要使空氣中的氧氣能够很方便地與煤的表面接觸。把精細粉碎的煤，散佈到空氣中，就可以達到這種情況，這時，每一個小的煤粒周圍都有足量的氧氣可以供給燃燒。

假使我們有一塊立方形的煤，每邊的長為10公分，那麼這塊煤總的表面積等於600平方公分。現在若把這塊煤打碎為小的煤粒，同樣也是立方形，但每邊之長為千分之一公分。此時，總的表面積將不再是600，而是6,000,000平方公分，表面積增大到一萬倍。煤的燃燒時間也將對應地減小。為了使反應能够很快地進行，反應的作用物必須仔細地混合。這些作用物並不是常常足可單獨地產生爆炸的。這一點可以從下面的說明看出：即使像三硝基甲苯、硝化纖維等炸藥，其中可燃的元素（碳與氫）與氧都包含在同樣的分子中，當使之着火時也能够緩慢地燃燒。

為什麼會這樣呢？應該怎樣才能得到爆炸呢？

將小的火焰移到插在白鐵杯子裏^①的三硝基甲苯的炸藥筒跟前，經過一個短的時間以後，表面的三硝基甲苯受熱而燃

① 使容易熔化的三硝基甲苯在受熱時不致流瀉各處。

燒，溫度達 200° 。在受熱的這一層中，將進行化學反應，放出熱量來，同時，熱傳給下面一層的三硝基甲苯和周圍的空氣。在 200° 時，反應速度和反應時所放出的熱都不大。在每一單位時間內，失去的熱多於發生的熱。因此，這一層的溫度就下降，反應終於停止。

我們若重複這個實驗，但把火焰保持得時間長一些，那麼三硝基甲苯受熱，表面到 400° 。假使這時候我們把火焰移開，那麼，這一層三硝基甲苯的溫度不僅不降低，反而升高。在 400° 時，三硝基甲苯的化學反應進行得快，放出的熱量多於傳導散失的熱量，於是逐漸繼續將本身這一層燒熟。

雖然，反應進行得很快，但是僅局限於狹窄的受火焰加熱的一層，因為其餘的三硝基甲苯仍然是冷的。由於反應的結果生成高溫的氣體，這些氣體把底下各層的三硝基甲苯加熱，引起這些層次中快速的反應。這種過程從一層到另一層地重複着，直至全部三硝基甲苯燒完為止。

開始進行反應的這一層，它的受熱是由於熱傳導的方式而得到的。熱的傳導是一個相當慢的過程。這一點我們可以很容易地證明：例如把茶匙的末端浸在熱茶裏，熱的感覺傳到手裏就需要好幾秒鐘。

既然在燃燒時熱的傳導是緩慢進行的，那麼，燃燒傳播的速度當然也不大。一塊高度為 10 公分的三硝基甲苯的炸藥筒，需要 15 分鐘才能燒完。

現在假如說，我們用極強的撞擊使三硝基甲苯的炸藥筒發火，炸藥筒好像是受到子彈射中一樣，甚至還更為強烈些。經過這樣的撞擊以後，上層的三硝基甲苯受熱燃燒了，這正如用大鐵鎚撞擊鐵帖的表面使之發熱一樣。因為溫度很高，在這一層中即發生化學反應。此時，反應的速度比在燃燒時將要大得多。因為在這裏不僅發生高的溫度，而且有高的壓力，這種高壓是由於撞擊而來的，如我們前面說過的，壓力增大也可以增快反應速度。反應生成的氣體無處可以膨脹；因為一方面是產生撞擊的表面，另一方面是三硝基甲苯。這樣一來，氣體將具有很大的壓力，這壓力就促使了隣近一層的三硝基甲苯燃燒。壓縮作用使這一層變熱，並使之迅速進行化學反應。這樣猶如燃燒時一樣，反應首先在炸藥筒的表面開始，並繼續地傳播開來，直至全部炸藥都已完全作用。

爆炸和燃燒的基本區別是：在爆炸時，爆炸反應的傳熱方式並不是熱傳導，而是壓縮。以壓縮作用傳輸能量，這過程或稱為衝擊波動。這種傳輸作用進行得無比的快速，速度可以達到每秒幾千公尺，熱傳導的方式根本無法與它比擬。

假如一根長的金屬棒，一端握在手裏，另一端用大鐵鎚敲擊，在敲擊的瞬息間，手上即感覺到震動。這種感覺實際上是錯誤的，敲擊的作用以一定的速度沿着金屬棒傳播，經過一定的時間以後才能傳到手裏。不過，這經過的時間是太短了，因此，在敲擊的瞬間和我們手上的感覺同時發生，這正如電影的

不連續的鏡頭，在一瞥之下，無法分辨出它們是不連續的。

在三硝基甲苯的炸藥筒中，爆炸作用從一端傳播到另一端，僅需十萬分之一秒，比起燃燒作用來要快速一百萬倍。這個時間是非常短的，我們似乎覺得爆炸作用在瞬息間，甚至同時，就遍及炸藥筒的全體。實際上並不如此，爆炸作用係以一定的極快的速度傳播開來，這種傳播的速度可以用精密的物理方法量度出來。在各種不同的炸藥中，爆炸作用的傳播速度約在每秒 1—8.5 千公尺之間。

對於三硝基甲苯而言，它等於每秒 6.7 千公尺。三硝基甲苯爆炸作用的傳播比聲音在空氣中的速度要快 20 倍，比來福槍的子彈速度要快 9 倍，以這樣大的速度從莫斯科到列寧格勒只要走一分半鐘。

爆炸作用傳播的速度愈大，爆炸所產生的氣體衝擊力也就愈強大和尖銳，爆炸的擊碎作用也愈大。

當爆炸作用指向於破壞目標的某一小部分時，作用可以更為有力，例如，鐵板也可以被打穿。這種爆力的集中作用，是基於所謂強化現象而來的。這是很早就已知道了的事實，但在第二次世界大戰中才開始被廣泛地應用。

強化現象可以用這樣一個實驗來說明（圖 1）。在鋼板上放兩個同樣大小的圓柱形的炸藥包；一個藥包內裝滿炸藥，另一個藥包在底部有一圓錐形的孔穴。假使使這兩個藥包爆炸，那麼滿裝炸藥的藥包在鋼板上形成面積較大的缺痕，而深度

不大，但是有孔穴的藥包，雖然孔穴處沒有炸藥，重量較輕，却能將鋼板打穿，固然打穿的面積是較小的。爆力的這種集中作用可以這樣來說明：爆炸所產生的氣體向錐形表面運動，集中在它的軸心上，形成一股強力的狹窄的氣流，這強力的氣流將鋼板打穿。

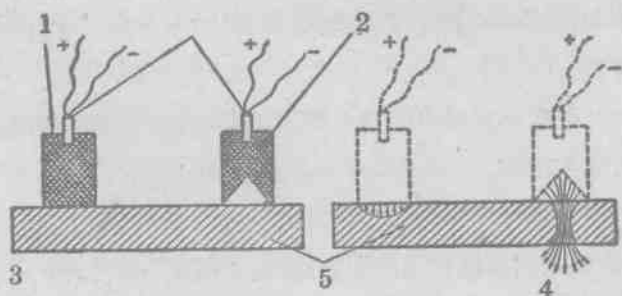


圖1. 強化藥包的作用簡圖

- | | |
|------------|-----------|
| 1. 滿裝炸藥的藥包 | 2. 有孔穴的藥包 |
| 3. 爆炸前 | 4. 爆炸後 |
| | 5. 鋼板 |

假使錐形孔穴的內層有厚度不大的金屬被覆物，擊穿作用也將更為有力。此時，強化的氣流包括重的金屬在內，以極大的速度運動，衝入鋼板中，好像用刀切牛油一樣。

在偉大的衛國戰爭的歲月裏，用強化藥包裝備的砲彈、手榴彈及地雷，成功地使用於和敵人的坦克、裝甲部隊和碉堡進行鬥爭。

二 炸藥的三種類型

發現炸藥的歷史——在化學史上是英勇的一頁。化學家們常常製得新的化合物，而想不到它們能夠爆炸，因而付出了貴重的代價——喪失了手指、眼睛，甚至生命——才得到炸藥的發現。

化學家們所發現的某些炸藥非常敏感，只要輕微的接觸，就可發生爆炸。

碘化氮可以作為這些物質的例子。碘化氮是黑色的粉末，當碘與氨溶液作用時而生成的。在潮濕的狀態下，這種粉末不能爆炸，但若使之乾燥，那麼它就變得非常敏感，只要很輕微的接觸，如鳥類的一簇羽毛與之接觸，也能使它爆炸。碘化氮的爆炸也發生強烈的光亮，猶如照相時所用的鎂光一樣。

顯然地，這種超度敏感的炸藥是沒有實用價值的，因為在使用時，爆炸的危險性非常大。假使化學上僅知道碘化氮這一類型的爆炸化合物，那麼，炸藥就不可能得到像今天這樣的應用。

必需要說明的是：激發炸藥爆炸所應消耗的能量和爆炸時所發出的能量，這二者間並無任何直接的關係存在。這不僅是對炸藥如此。例如，木柴的着火要比煤炭容易，雖然煤在燃燒時，放出的熱量要多一倍。

假設在高處有一塊石頭，我們把它從那裏推下來，它將在很大很大的速度下下墜。使石頭下墜的力與這塊石頭所處的高度無關。石頭下墜的高度愈大，它所得到的速度與動能也愈大。

學者們曾經發現了一些炸藥，它們按爆力的強度來說，超過了碘化氮，而同時具有極小的敏感性。用加熱或撞擊的方法要引起這些炸藥爆炸是很困難的，甚至其中有一些在它們被發現後，經過相當長的時間，都一直沒有當作是炸藥。例如苦味酸，在1788年發現，經過近一百年的時間，僅把它作為黃色的染料。直到1873年才發現這種染料是一種強力的炸藥。

三硝基甲苯的炸藥筒，從任何高度落到地面上所產生的撞擊，都不致引起爆炸。甚至當普通的來福槍子彈射穿時，也不發生爆炸。要引起它的爆炸，必須用更劇烈的撞擊。需要再補充的說一說，像三硝基甲苯或苦味酸這類炸藥，要使它們着火是有困難的。例如，三硝基甲苯的着火要比紙或煤油困難得多。也有一些炸藥，通常用火柴不能使之着火。

有些炸藥對於外界作用的敏感性極小，致使常常過低的估計它們爆炸的可能性，這種爆炸具有毀滅性的後果。在德國奧波城中的化學工廠裏，除生產一些其他的產品外，也生產肥料的混合物。這種肥料是用硝酸銨和硫酸銨做成的。這工廠全年開工，但混合肥料只有在秋天才運到農村中去。做好的產品儲集在工廠的倉庫裏。由於長時間的儲存，鬆軟的粉