

論 概 藥 火

006195

吳

東北有色金屬學會出版

火藥概論

1950

著者
編譯者
出版發行者
地址
印刷者
地址

三菱鑛業株式會社
魏兆嘉
東北有色金屬學會
瀋陽市民主路一五五號
東北日報社印刷廠
瀋陽市康寧街四段五十九號

火 藥 概 論

目 錄

第一章 火藥之定義	1
第二章 火藥之分類	2
1 按組成之分類	2
(1) 混成火藥	2
(2) 化成火藥	2
2 按用途之分類	3
(1) 發射藥	1
(2) 炸藥	1
(3) 爆破藥	1
(4) 起爆藥	1
3 按性能之分類	1
(1) 火藥	1
(2) 爆藥	5
(3) 火工品	21
第三章 火藥類之各種試驗法	36
1 炸藥之理化學的試驗	36
(1) 安定度之試驗	36
(2) 感度試驗	44
(3) 爆力試驗	46

(4) 雷管試驗法.....	19
----------------	----

第四章 爆破方法..... 53

1 裝藥量之計算..... 53

(1) 裝藥的方法.....	60
----------------	----

(2) 起爆點與爆炸時間的關係.....	62
----------------------	----

(3) 隧道掘進.....	64
---------------	----

(1) 豎坑開鑿.....	69
---------------	----

(5) 採礦爆破.....	69
---------------	----

2 孔底擴大爆破法..... 73

3 蛇穴爆破法..... 74

4 小塊爆破法..... 74

(1) 穿孔法.....	74
--------------	----

(2) 覆土法.....	74
--------------	----

(3) 蛇穴法.....	74
--------------	----

5 坑道爆破法..... 75

(1) 單層線起爆法.....	77
-----------------	----

(2) 電氣起爆法.....	79
----------------	----

6 鑿井爆破法..... 80

附 錄..... 83

1 如何使用火藥與防止事故..... 83

2 液態空氣炸藥..... 86

(1) 優點.....	88
(2) 劣點.....	89
3 電氣發爆器.....	89
(1) 空氣爆破法及空氣爆破裝置.....	89
(2) 電氣爆破裝置的種類及其構造.....	90
(3) 操作方法.....	91

火 藥 概 論

第一章 火藥之定義

所謂火藥者，係於不安定的平衡狀態下所集團結合之固體或液體，由於輕微的攪亂作用而起化學變化，急激的發生比其原來的容積更多的氣體（瓦斯），且其生成之氣體，又由於化學變化所放出的高度熱力而為之異常膨脹之物質是也。

物質之變化有物理的變化與化學的變化，如岩石破碎而成砂、水遇冷而結冰等，雖物質之形狀、大小及位置發生變化，而其物之本來之性質不發生變動的變化，謂之物理的變化。反之如木片燃燒而成灰、鐵氧化而生紅銹、銅氧化而成綠銹等，發生與原來性質完全不同的變化，謂之化學的變化。

火藥類，在其平衡狀態破壞當時所發生的化學的變化，謂之爆發反應，或簡稱爆發，爆發反應，更細分為燃燒與爆炸。

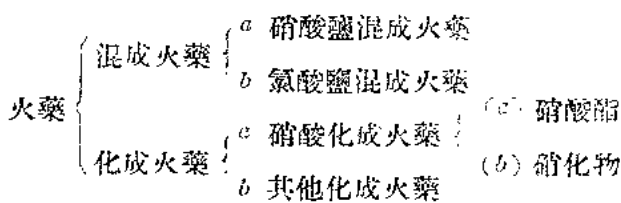
燃燒者，即某一分子的燃燒熱，逐漸的分解隣接的分子而進行者，恰如薪柴燃燒之狀態。其燃燒速度較緩，無煙火藥每秒約為10 Cm，有煙火藥每秒約為300m 的程度。

爆炸者非如燃燒，僅以熱力即足以說明，或由衝擊、或由摩擦等機械的能力（Energy）而起振盪，以至破壞原子的結合狀態者，謂之爆炸。爆炸速度極其迅速，每秒為2,000m ~8,000m 。

第二章 火藥之分類

1. 按組成之分類

火藥按組成分類時大體如下：



(1) 混成火藥 (*Explosive mixtures*)

混成火藥者係不爆性物之機械的混合物，其各成分在爆發瞬間前是完全不受化學變化的。恰與薪炭在空氣中燃燒之情形相同。

a 硝酸鹽混成火藥 (*Nitrate mixtures*)

硝酸鹽混成火藥，乃硝酸鹽類與木炭、硫黃及其他可燃體混合而成者，其硝酸鹽類，通常多使用硝酸銨、智利硝石、硝酸鉍等。例如黑色火藥、硝安爆藥等即屬此類。

b 氯酸鹽混成火藥 (*Chlorate mixtures*)

氯酸鹽混成火藥，乃以氯酸或過氯酸的鹽基性鹽代替硝酸鹽與可燃體混合而成者，因此種鹽類易生氧氣，以其製成之混成火藥燃燒極為迅速，且對機械作用的感受亦異常銳敏，所以不能作為發射藥之用，可供爆發藥之使用。例如卡利得 (*Carlite*) 即屬此類。

(2) 化成火藥 (*Explosive compound*)

化成火藥者係一個單一確定的化合物，其分子中之元素按可生成爆生氣體 (Gas) 而排列者。

主要的化成火藥，普通是含有碳、氫、氧、氮等元素。因為此等元素在不安定的狀態下結合着，爆發時容易分解，氮素游離、碳、氫、氧三元素化合而成氣體。

a 硝酸化成火藥

硝酸化成火藥乃使濃硝酸與有機物發生作用而得者，可分為二種：

(a) 硝酸酯 (Nitric Ester) 硝酸酯乃將某種醇類 (酒精) 以硝酸處理而得者，即是以硝酸根替代酒精的氫基根而成的硝酸誘導體 (酯)，所以經鹽基處理時，則復歸於原來之有機物，同時硝酸根與鹽基 (Alkali) 結合成為硝酸鹽。

例如棉火藥、硝化甘油 (Nitro glycerine) 等即為此類。

(b) 硝化物 (Nitro compound) 硝化物主要是將屬於芳香體的炭水化合物，以硝酸處理而得者。如再將其用鹽酸基處理，亦不復歸於原來之有機物。如以有機氫還元時，則生銨化物 (Amido)。例如苦酸 (Picric acid)，三硝基甲苯 (Trinitro toluol)、甲氨基苯 (Tetryl) 等即為此類。

b 其他化成火藥

其他化成火藥者，係指以硝酸所誘導的化成火藥以外之一切化成火藥而言，例如雷汞、硝化鉛等，這些化成火藥一般統謂之硝化火藥。

2. 按用途之分類

火藥按其用途分類，則為以下四種：

- (1) 發射藥
- (2) 炸藥
- (3) 爆破藥 (爆藥)
- (4) 起爆藥

(1) 發射藥 (*Propellant*)

發射藥乃為發射彈丸而使用之火藥，如無煙火藥、褐色六稜火藥、黑色火藥等即屬此類。

(2) 炸藥 (*Burster*)

炸藥是在裂彈丸、水雷、地雷時所使用之火藥，如苦酸、三硝基甲苯 (*Trotyl*)、強棉火藥等即屬此類。

(3) 爆破藥 (*Blaster*)

爆破藥者在軍事、鑛業、土木工程、農業等方面，為爆破岩石、土壤或樹木時所使用的火藥，如甘油炸藥類、硝安爆藥、黑色火藥等屬於此類。

(4) 起爆藥 (*Detonator*)

起爆藥者，為使火藥起爆發的反應而使用之火藥，如雷汞、氮化鉛等屬於此類。

3. 按性能之分類

按火藥類之性能言之，火藥類分為(1)火藥、(2)爆藥、(3)火工品三種，此種分類法對於專攻火藥學者另當別論，惟對吾輩從事鑛業界者乃最為明顯，最合實際之分類法。

(1) 火藥

本節所講之火藥係指緩性火藥類而言，即按其性能觀之，爆發反

應比較遲緩性的火藥類，簡稱為火藥，其中與鑛業有關者，乃以硝酸鹽類為主之有煙火藥。

有煙火藥係混和硝石（有用硝酸鈣時）、硫黃、木炭而製成之混合火藥。因爆發時發生多量黑煙，故名之有煙火藥，黑色火藥即其一種。

（2）爆藥

爆藥者按其性能觀之，為爆發反應迅速而爆炸之火藥。例如：

① 硝化甘油

外觀：純質者為無色透明之油狀液體，工業的製品呈淡黃色，混入水時即不透明。

性質：係威力異常強大之爆藥，在常溫時無臭，帶有甘味，以手直接處理時，由皮膚侵入體內，易起頭痛、發熱等中毒症。此外，硝化甘油幾乎不能在水中溶解，然在酒精、依迭兒（Ether）、甲苯（Benzol）中易於溶解，如冷至 8°C 程度時，即將凍結，成較長的白色結晶。既經凍結則變質，非至 11°C 不能溶解。對於衝擊、摩擦，除雷汞外，即以硝化甘油最為敏感，所以直接運送液體異常危險。既經凍結者，對於感應試驗比較遲鈍，惟在處理途中，容易起爆，尤以凍結進行中及溶解前後極屬危險，因此，必須格外注意。其次關於點火情形，使用普通的火焰點火，則稍感困難，如以火柴火焰急觸之，則反被息滅，投置其上時，則僅可點着而已，如硝化甘油量少時，則由表面逐漸燃燒，而量多時，則因熱力向內部集聚的關係，即將爆發。將硝化甘油徐徐加熱時，在 105°C 時，則發生紅色氣體，在 127°C 時，即行爆發。硝化甘油為鑛山所使用之甘油炸藥類乃不可缺少之原料。

用途：威力雖強，但以液體之關係，在運搬以及處理上多感不便，一般與棉火藥或其他物質混合，作成甘油炸藥而用之。

b 以硝化甘油為主製成之爆發藥（各種甘油炸藥類）

根據以上所述，硝化甘油係威力強大之炸藥，惟因液體之關係，不但不便直接使用，而又感應極敏，頗屬危險，因此，必須以各種固體吸收方可使用，所謂甘油炸藥（Dynamite）即屬此類。

硝化甘油與其他物質直接混合者，謂之混合甘油炸藥，由棉花藥吸收者，謂之膠質甘油炸藥。以下僅就進步之膠質甘油炸藥說明之。

（a）膠質甘油炸藥，此種炸藥為與鑛業最有密切關係之爆發藥，如煤井、鑛山，倘一日或缺，即有不能工作之重要性。

有名的諾貝爾（Nobel）發明了甘油炸藥以後，仍對硝化甘油進行研究，在1878年，遂發明了以棉膠（Collodion）與硝化甘油混合加熱時，即行溶解而成膠質物的火藥，名為爆炸膠（Blasting-gelatine）。
（日本松牌甘油炸藥即為此物）。

爆炸膠的組成如下：

硝化甘油90~93%；棉膠 7~10%。

在爆破火藥中最強烈者即為爆炸膠，惟因鑛山等地多不諳如此強力者，所以將其成分中硝化甘油的一部用硝石或其他之緩和劑代替之，而製出了爆力緩和之火藥，名之為膠炸藥（Gelatine dynamite Gelignite）。

通常所稱之膠質甘油炸藥，係指含有硝化甘油30%以上者而言，日本之煤井、鑛山為破壞岩石所使用者，即屬此類，分為松、櫻、菊、桐、梅諸牌甘油炸藥。

以櫻牌甘油炸藥為主，添加減熱消焰劑者為梅牌甘油炸藥，將

櫻牌甘油炸藥之硝石以硝酸氫代替者為膠質硝安甘油炸藥，日本官製菊牌及民製桐牌甘油炸藥即屬此類。

I 外觀：松牌甘油炸藥呈琥珀色，半透明體，具有彈性，既彎曲之或壓扁之，亦不變形。櫻牌甘油炸藥呈淡黃色或淡黃褐色，具有彈性。梅牌甘油炸藥，亦大致與櫻牌甘油炸藥略似。菊牌、桐牌甘油炸藥為淡黃白色。

II 性質：松牌者感度非常銳敏，鎚擊試驗時，在2呎，落高12cm時，則可起爆，至於軟性爆炸膠，挾以黃銅板，將56lb（26~25 kg）的重錘由15呎的高處落下時，亦能起爆，如經凍結者，以同樣裝置、同量重錘，只由1呎的高處落下，即可起爆。爆炸膠之發火點為攝氏之180~200度，即在此種炸藥上點火時，勢將徐徐逐漸燃燒，惟在凍結者點火時，則雖少量，亦可爆炸，此乃因與游離硝化甘油之點火成為同樣狀態之所致。

櫻牌甘油炸藥之性質，因其主要成分為硝化甘油，所以如知硝化甘油之性質，大體即可了解甘油炸藥之性質矣。

不過如列舉一般甘油炸藥的性質上必須注意事項時，即是甘油炸藥與單獨的硝化甘油相比，雖較稍形鈍感，但如受衝擊或摩擦，仍將爆發，所以在處理上，當然要特別注意。如溫度降至8°C以下時，硝化甘油則凍結，甘油炸藥則在藥包之表面分離白色之結晶，如僅按原狀貯藏不動時，固屬無何危險，惟在凍結進行中及溶解前後，則頗處危險狀態。凍結後的甘油炸藥，當氣溫上升時，復行溶解，而硝化甘油並不復歸舊位，與吸收劑分離，勢將一部單獨存在，因此，處理時，必須取與處理液體硝化甘油時相同的注意謹慎態度。

現在已有將硝化甘油之一部，用硝化二元醇（Nitro Glycol）代

替之而成凍結點低下所謂不凍甘油炸藥者。

甘油炸藥之所以凍結者，因其主要成分之硝化甘油持有 13°C 的冰點所致。可是在工業上現已產出了價格較廉的硝化二元醇，它與硝化甘油之化學的構造相似，幾乎可稱為合成甘油，且持有零下 23°C 的冰點，因此解決了凍結的問題，於是凍結之災害遂告終止。

茲將硝化甘油與硝化二元醇之特性比較如下（第1表）。在硝化甘油中，約將其成分的10%由硝化二元醇代替者，謂之難凍甘油炸藥，將其成分的25%以硝化二元醇代替者，謂之特別難凍甘油炸藥，或謂之不凍甘油炸藥。

第1表：硝化甘油與硝化二元醇性能比較

特 性	構 造 式	氣 過 不 足 量	分 子 量	比 重	爆 生 氣 體	發 熱 量	冰 點	沸 點	特 拉 烏 斯 爾 鎔 大 值 (扣 除 ⁶¹ ml)	感 度 2kg 鐵 錘 全 爆 點 cm
單 位		l/kg			l/kg	kcal/kg	°C	°C	ml	cm
硝 化 甘 油	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{NO}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{NO}_3 \\ \\ \text{CH}_2-\text{NO}_3 \end{array} + 25$	227	1.60	715	1570	+13.5	分解	590	8~10	
硝 化 二 元 醇	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{NO}_3 \\ \\ \text{CH}_2-\text{NO}_3 \end{array} + 0$	152	1.50	740	1700	-22.7	10 mm 時 65	650	20~25	

一般液體倘如非遇溫度低於其冰點之場合，則即不凍結，這種性質，謂之過冷卻現象。測定甘油炸藥的冰點時，更當注意過冷卻的現象，因此只在零下 20°C 或零下 30°C 貯藏了幾小時，而尚未凍結者，絕不能輕率認定它是不凍的甘油炸藥。茲將實際對於硝化甘油及硝

化二元醇之混合液的水點測定結果，表示如下

第2表：硝化甘油二元醇的混合液的水點

硝化二元醇	0%	10%	20%	25%
硝化甘油	100%	90%	80%	75%
水點	+ 12.6	+ 6.0	- 1.7	- 8.6
計算值	12.6°C	+ 7.4°C	+ 1.0°C	- 2.9°C

本表係以15g之試料放於試驗管中，加以結晶之硝化甘油，隨着混合液的攪拌而求得之水點。

既經凍結之甘油炸藥，因其爆發力及爆發感應性勢將減退，縱即以雷管起爆，亦有時不能完全爆發，因此，使用凍結炸藥時，必須事先熔融，歸復常態，方可使用。至於熔融的方法，如使之直接近於熱火，或直接觸以蒸氣而賦與較高之溫度的辦法，極為危險。一般應置於攝氏30度前後之無有煙火的溫室中，或置於俱有上蓋而不致浸水之容器中，另外備置攝氏40度左右（不致燙手的程度）之熱水，將內裝凍結炸藥的容器浸入，間接溫化而熔融。

將硝化甘油炸藥在夏日高溫下長期貯藏時，不但甘油炸藥的安定度將為下降，且硝化甘油將滲出包外，俗稱『出汗』，即此現象。在這樣情形下，應向火藥庫內吹送冷風，或將炸藥移向較涼的地方，令其自然冷卻，如此，則硝化甘油仍可復元。

硝化甘油若滲出沾染包紙或箱盒，進而滲出箱外時，應對包紙或箱盒外表注以氫氧化鈉之酒精溶液，使硝化甘油分解，再以布片拭淨之。

第 3 表：(其三)

知同 多 二 號 梅	知同 多 桐	知同 多 新 桐	知同 多 特 桐	一同 號 宮 樓 牌	二同 號 宮 樓 牌	三同 號 宮 樓 牌	一同 號 新 宮 樓 牌	二同 號 新 宮 樓 牌	三同 號 新 宮 樓 牌	一同 號 宮 梅 牌	二同 號 宮 梅 牌	宮同 桐 牌	二同 號 宮 桐 牌
五・〇〇	四・〇〇	三・〇〇	四・五〇	六・五〇	八・五五	六・九〇	五・五〇	四・七五	三・九〇	四・七五	四・七五	二・九〇	一・〇〇
一・〇〇	一・〇〇	一・〇〇	一・五〇	二・五〇	一・〇〇	一・〇〇	二・五〇	一・〇〇	一・〇〇	一・〇〇	一・〇〇	一・五〇	一・〇〇
一〇・〇〇				三・九〇	二・九・四五	四・七五				二〇・二五	二・九・四五		
							三・一〇	一・九・四五	四・七五				
二・〇〇	二・七五	七・〇〇	五・〇〇	七・二〇	八・〇〇	五・〇〇	八・〇〇	八・〇〇	五・〇〇	四・〇〇	五・〇〇	二・五〇	二・〇〇
五・〇〇										二五・〇〇	二六・〇〇		
	五・〇〇	五・〇〇	四・〇〇									五・五〇	六・八〇
	二・〇〇		一・〇〇		二・〇〇	七・〇〇		二・〇〇	七・〇〇			二・五〇	六・〇〇
一・〇〇													
			一・五〇										