

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

火藥

徐守楨著

商務印書館發行



火 藥

著 楨 守 徐

書 叢 小 學 工

編主五雲王
庫文有萬
種千一集一第

藥 火

著 楨 守 徐

路 南 河 海 上
五 雲 王 人 行 發
路 南 河 海 上
館 書 印 務 商 所 刷 印
埠 各 及 海 上
館 書 印 務 商 所 行 發

版 初 月 二 十 年 二 十 二 國 民 華 中

究 必 印 翻 稿 作 著 有 書 此

The Complete Library
Edited by
Y. W. WONG

EXPLOSIVES
BY SÜ SHOU CHENG
PUBLISHED BY Y. W. WONG
THE COMMERCIAL PRESS, LTD.
Shanghai, China
1933
All Rights Reserved

萬有文庫

第一集一千種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

目錄

第一章	總論	一
-----	----	---

第一節	火藥之定義及爆炸現象	一
-----	------------	---

第二節	火藥之沿革	五
-----	-------	---

第二章	製造火藥之原料	一一
-----	---------	----

第一節	供氮體	一一
-----	-----	----

第二節	可燃體	一三
-----	-----	----

第三節	炭氫化物及其衍化物	一四
-----	-----------	----

第三章	爆炸合劑	一七
-----	------	----

第一節 木炭火藥.....一七

第二節 硝酸鹽炸藥.....二二

第三節 氯酸鹽炸藥.....二七

第四章 硝酸鹽.....三〇

第一節 火棉及膠棉.....三〇

第二節 硝化甘油.....三四

第三節 猛炸藥.....三六

第四節 炸膠.....三九

第五章 芳族硝基炸藥.....四二

第一節 三硝基甲烴.....四三

第二節 苦味酸.....四五

第三節 其他芳族硝基化合物	四七
---------------	----

第六章 雷炸劑	五〇
---------	----

第一節 起爆作用	五〇
----------	----

第二節 雷汞及三氮化鉛	五一
-------------	----

第七章 火藥之存儲	五四
-----------	----

第一節 火藥庫之建築	五四
------------	----

第二節 火藥庫之通風	五六
------------	----

第八章 火藥之應用	五九
-----------	----

第一節 軍事上之使用	五九
------------	----

第二節 工程上之使用	六二
------------	----

火藥

第一章 總論

第一節 火藥之定義及爆炸現象

液體或固體之物質，以受熱、電、撞擊等影響，驟變為氣體與蒸氣，且其所占空間，能增至極大者，謂之火藥，亦稱炸藥。可爆炸之物質或混合體，為數極多，然火藥一名詞，祇指固體或液體之能在需要時爆炸者為限。實際上，無論任何能燃燒之物質，或能以化學變化而發熱量之混合體，設在封閉之空間其燃燒或變化，果能十分迅速，相當完全，都可發生爆炸。反之，有多種物質，通常歸入火藥之類，而在固定封閉之空間發生爆炸時，可成巨大災害；但在露天燃燒，頗寧靜平穩，或着火極為困難。例如麥粉在普通狀況之下，不易燃燒，然當其極乾燥而成為極細粉末，散佈在屋內空氣中時，則可

爆炸，致成恐怖結果。又煤礦中含有極細微煤屑，或其類似之可燃氣，往往可以引起爆炸，損害生命。此種不幸事件，爲吾人所熟知。反之，三硝基甲烴 (Trinitro toluene) 係在歐戰時常用之一種猛烈炸藥，其小塊頗難着火，或取少量，投之於火，亦可無重大影響。同樣，乾燥之火棉 (gun-cotton) 當在封閉空間受壓而轟發 (detonated) 時，爲最猛烈炸藥之一種，若置諸露天燃燒，則一無危險，且壓成小餅，尤不易着火。

爆炸現象，可分爲三種：

1. 普通爆炸 Explosion proper (低度爆炸 Explosion of low order 遞進爆炸 Progressive explosion 燃燒 Combustion) 係以累進的時間，爲其控制之因素。其反應所需之時間，隨物理的性質而不同，實屬於通常燃燒之一種。當其一點着火，逐漸延燒表面，達於內部，至全體消失爲止。燃燒能發熱，且生氣體；其溫度壓力二者，與所起反應之空間有關。在限定之空間，如槍、礮藥腔內，溫度及氣壓，可增至極高。此極高之溫度，能引起離解 (dissociation) 現象，而離解之結果，又能減低溫度；在槍礮內彈丸之運動，既擴大其容積，其壓力及溫度，因之降低，故有某一時期，再起化合作用，而所

發之熱，乃將壓力增高。如是，熱可分解物質，若溫度降低時，仍可化合，此現象謂之離解；其不再化合者，謂之分解 (decomposition)。此種作用，不祇限於化合物，即元素之分子，並非例外；換言之，多原子的分子 (multi-atom molecules) 因受熱之作用，可分成爲各箇之原子也。

二、轟炸 Detonation (高度爆炸 Explosion of high order) 不僅限於暴露之表面，似由爆發之起點，循各方向延佈全體。以極大速率，從其起點各分子，進而達於其隣近諸分子，再分別進而達於各該分子之隣近分子，因而及於全部。其起點之分子能 (molecular energy) 或衝擊，破壞該處分子之原子結合 (atomic bonds)。是項分子破壞力，以波狀作用，即所謂爆炸波 (Explosive wave) 者，由分子傳至分子，以及於全體，於是初發原子 (nascent atoms) 陸續不斷產生，復藉其新有親和力 (affinity) 互相化合，成爲氣體。該種氣體之生成，必令極快，超過尋常，其容積及壓力，乃大增加。由實驗測得火棉之爆炸波速率，爲每秒一七〇〇〇呎，乃至二一〇〇〇呎。至離解與化合二現象，亦可發生。故炸發較雷酸鹽 (fulminates) 爲延長也。

三、雷炸 Fulmination 亦因擾動作用，致起點分子受衝擊之毀損影響而破裂；此破壞力，由

分子間遞傳，及於全體，惟不生離解作用，爲其特徵。所發出之氣體，至爲簡單，幾無離解之可言，而新有之親和力，亦不能惹起化學的結合，因之爆炸不延長而較猛銳。此猛銳之特性，與其熱之集中於着火點，足可資以導起前述之一二兩種爆炸，故雷管(caps)及導火管(primers)多用之。

今就爆炸現象，可分火藥爲三大類：

一、遞進炸藥或拋射炸藥 (progressive or propelling explosives) 木炭火藥 (charcoal powders) 及硝酸纖維火藥 (nitro-cellulose powders) 屬之。

二、轟炸藥或破裂炸藥 (Detonating or disruptive explosives) 火棉 (gun-cotton) 硝化甘油 (nitro-glycerine) 猛炸藥 (dynamites) 炸膠 (blasting gelatin) 氯酸鹽 (chlorates) 苦味酸衍化物 (picric-acid derivatives) 三硝基甲烴 (trinitro toluene) 等屬之。

三、雷炸藥或起爆劑 (Detonators or exploders) 雷汞 (fulminate of mercury) 等屬之。

火藥亦有根據其組成分而分類者，試述之如下：

一、爆炸合劑 (Explosive mixtures) 如木炭火藥，氯酸鹽炸藥 (chlorate explosives) 等是。

1、硝酸鹽 (nitric esters) 如火棉、硝化甘油、猛炸藥、炸膠等是。

三、芳族硝基炸藥 (Aromatic nitro-explosives) 如三硝基甲烴、三硝基烴醇 (trinitro-phenol) (即苦味酸) 等是。

四、雷炸藥，如雷汞等是。

邇來火藥之製，層出不窮，配合比例，千差萬別，其用途亦復極懸殊，故欲爲合理的分類，頗屬不易。爲便於討論起見，則以成分分類法，較爲適當也。

第二節 火藥之沿革

火藥肇始何時，創製何地，聚訟紛紜，莫衷一是，然其爲中國發明物，頗足徵信。歐洲古時用於弩箭之猛烈燃劑 (wild fire)，與吾國三國時火箭相類似。希臘燃劑亦曰海洋燃劑 (sea-fire)，七世紀中，八世紀初，阿拉伯人屢爲所厄。其成分以守祕密，無從測知，然其含有石腦油 (naphtha)，當無疑義，則可知其非現時之火藥也。或有謂當西曆紀元初，吾國卽有火藥者，其說悠渺莫可考證。隋煬帝時（七世紀初），火藥雜戲雖流行，然其應用於兵器，亦未之著。宋理宗紹定五年（一二三二

年，卜京之役，以鐵罐裝藥，名震天雷；史稱其力穿堅甲，聲達百里，以意察之，非有爆炸，其力其聲，固不能如是之巨與猛也。至一二五七年，尼布拉（Niebla）之圍，摩爾人（Moors）始採取轟雷式之火器，以爲攻戰之用。

火藥之重要組成分，爲硝石。西人馬可孛羅（Marco Polo）曾於元初（一二七四年至一二九一年）游歷遠東，歸述河北省某城製鹽之法；其所得鹽，必富於硝石，且其地正產硝石極豐之區，可知當時火藥已大用矣。英人洛澤培根（Roger Bacon）（歿於一二九四年）之著作，關於火藥之記載，曾謂火藥爲硝石、木炭與硫磺所組成，且有爆炸破毀性。但其用途之推廣與發展，則尙有待於火器之新發明。德僧士發茲（Berthold Schwartz）世以製砲始祖稱之。其製造實在年月，殆不可考，或云一二三四年，或云一二三八〇年。然一二二六年威尼斯共和國（Republic of Venice）命備砲與鐵彈以防敵；一二三一年亞利干的（Alicant）之役，摩爾人用砲以爲戰具。愛德華三世（Edward III）時，曾有採購硝石、硫磺，修理砲銃之舉；一二四六年克累西之戰（Battle of Crecy），英人亦用砲攻。自是厥後，火藥之用，乃愈益重要矣。雖然，五百年來，火藥之爲物，經幾許之研究與改

良，迄無相當之新發明。降及十九世紀，化學智識，突飛猛進，於是化合物及混合物之炸力較優於木炭火藥者，乃迭有創製。其最初之重要發現，爲硝化物。一八三二年布刺孔諾 (Baconnot of Nancy) 以澱粉、木纖維及其他類似物，與濃硝酸相作用，即得劇烈燃燒之粉末，稱爲木質火藥 (xylodin)。由是引起種種試驗，而製成今日各種猛烈炸藥。一八三七年，裴羅 (Pelouze) 將纖維素如麻、棉、紙等，浸入硝酸中，即行取出，可得一種極易燃燒而一擊即炸之物質，當時亦稱之爲木質火藥，實即火棉也。一八四六年貝爾 (Bale) 化學家席翁拜 (Schonbein) 試得纖維素之硝化，若用硝酸與硫酸之混合體，其作用較容易而較完全。是年波脫革 (Böttger) 亦有同樣之發見。當時製得之火棉，不甚純粹，苦無提淨之法，故乏安定性 (stability)，放置稍久，即不能無變化。在一八四七年及一八四八年間，歐洲大陸與英國火棉廠炸毀之後，奧人 林克 (Von Lenk) 發明一種製法，可得安定而均一之火棉。但其提淨之法，尙不甚完備。至一八六五年，英國化學家阿柏爾 (Abel) 取得火棉提淨法之專利權，而後火棉在製造上及用途上，方得視爲安全炸藥之一也。

斯時意大利化學家索布勒洛 (Sobrero)，作種種有系統之試驗，而於一八四六年，發見甘油

爲適合硝化之物體。其製得之品，稱爲火甘油 (Pyro-glycerine)，有爆炸性，初祇爲醫藥之用，不甚重視。一八六三年瑞典人諾貝爾 (Nobel) 發見火甘油，可用少量木炭火藥，以引起其爆炸。諾氏稱之爲硝化甘油，但以其爲液體，運輸極爲危險。經種種試驗，諾貝爾竟得解決此困難問題，將矽藻土 (kieselguhr) 與硝化甘油相混和，即成頗柔軟而易吸收之物體，名之爲猛炸藥。一八七八年，諾貝爾又發明所謂炸膠 (blasting gelatine) 者，係以二硝酸纖維素 (dinitro cellulose) 與硝化甘油相化合而成。其炸力遠勝於猛炸藥。

一八七一年，斯勃林給爾 (Sprengel) 以爲爆炸僅爲瞬息的燃燒，因將易於燃燒之物質，與有極大氮化力之物質，以適當比例相混合，而製成一種炸藥。此類組成物質，在分離時，並無爆炸性，一經混和，則發生爆炸，故祇可在用炸藥之地點相配合。同年，斯氏又試得苦味酸，可用雷酸鹽引起爆炸。先是，波力聶托 (Borlinetto) 曾於一八六七年，發見苦味酸與硝酸鈉、鉻酸鉀所成之混合物，甚合於炸藥之用。至一八八五年，忒品 (Turpin) 宣示苦味酸可用以裝入彈中，頗爲安定徐緩，且極有力量。法政府採用之，名爲美力奈脫 (Melinite)。英人則稱爲呂戴脫 (Lyddite)，以在呂德

(Lydd) 曾舉行種種試驗也。

第一成功之無烟火藥，爲普人叔耳茲 (Schultze) 所發明。叔氏曾於一八六四年，將純粹木纖維硝化後，再提淨之，即成所謂叔爾茲火藥 (Schultze powder) 極爲游獵家所樂用。一八八二年，黎德 (Reid) 將硝酸纖維素，使成爲顆粒，浸入醇與醚中，俾表面膠化，因又製得所謂 E. C. 火藥 (E. C. powder) (即炸藥公司 Explosive Company 火藥之簡稱，因在該公司發明也。) 者至一八八六年，法人尾拉 (Viella) 始發明鎗用無烟火藥，係以火棉溶解於醚醇而得，稱之爲 B 火藥 (Powder B)，因紀念軍政部長布郎熱將軍 (General Boulanger) 也。一八八八年，諾貝爾以爲炸膠中之火棉成分，若令增加，以減低其燃燒速率，庶可適合於軍用，因發明一種無烟火藥，名之爲巴李斯泰脫 (Ballistite)。一八八九年，阿柏爾與雕厄 (Dewar) 共同研究，將高度硝化的纖維素與硝化甘油之混合物，溶解於酮中，製成繩狀炸藥 (Cordite)。

南非戰爭之際，及其後數年中，列強均以苦酸味爲主要猛烈炸藥，迄二十世紀之初年，歐洲大陸各國，乃競用三硝基甲烴以代之。三硝基甲烴爲赫普 (Hepp) 所發明，時在一八八〇年。霍塞曼

(Hinsemann)於一八九一年，開始從事製造。一九〇二年，德人選取爲裝彈之用，一九〇七年，意人繼之，其他各國亦先後採用焉。