



16

炸藥工業



商務印書館

BBM86/07

增訂化學工業大全

16

炸 · 藥 · 工 · 業

西松唯一原著

郝新吾原譯

呂克明補譯修訂

商務印書館出版

增訂版附言

本書總輯原名“最新化學工業大全”，是我館於1935年冬，根據日本新光社 1933年版“最新化學工業大系”全書，約國內專家譯出，在一年半內陸續出版的。全書共十五冊，凡五十八篇，約六百萬字，包括化學工業應有的各部門，材料豐富，論述精審，在當時是一部介紹化工新技術的較大出版物，成為國內化學工業界的重要參考書。全書出齊以後，初版不久售完，其後曾重印四次，銷行很廣。但本書自從出版迄今，已歷十五六年，這一期間，化工方面不絕有新的發明和進步，所以必須加以增訂。查日文原書曾於1938年改訂一次，復於1943至44年間澈底修訂，加入了不少新材料。全書除第六、第十、第十五三冊，未見修訂外，其餘十二冊，都用“三訂增補版”的名稱發行。這“三訂增補版”自從出書以來，也有了六七年之久，未及將第二次世界大戰期間以及戰後的新材料列入，在今天看來，仍不能稱為最新，然供作我國工業家及化工技術人員參考，實際上有其相當的價值。茲因我館舊譯本早已全部售缺，國內還有不少讀者需求這書，為配合國家經濟建設高潮的來到，實有再出增訂版的必要。故自本年初起，即根據日文原書“三訂增補版”各冊及1938年改訂版第六、第十、第十五三冊，重行補譯修訂，稱為“增訂化學工業大全”；並為便利讀者購買起見，特將全書所含各篇，按照化學工業一般分類方法，另作適宜的配合，分成三十四冊，各冊均以主要內容的篇名為書名，陸續出版，以便選購。全書計畫編訂，由鄭尙熊先生主持，補譯校修，由張聲、呂克明兩先生擔任，閱稿整理，由舒重則先生負責。

商務印書館 1951年12月

增訂化學工業大全分冊總目

1. 化學工業概論（附工廠測定及操作自動化）
2. 化學工程學
3. 無機酸工業
4. 食鹽及鹼工業
5. 化學工業藥品
6. 氮固定工業及肥料工業
7. 氣體工業及冷凍冷藏工業
8. 電池及電化學工業
9. 煤及煤氣工業（附燃料概論、煤之低溫乾餾工業、煤渣工業）
10. 石油及頁岩油工業（附土瀝青工業）
11. 人造液體燃料工業（附木材乾餾工業、酸性白土及活性炭）
12. 金屬冶煉及合金工業
13. 陶瓷及耐火物料工業
14. 玻璃及搪瓷工業
15. 水泥工業
16. 炸藥工業
17. 染料及染色工業
18. 油脂工業（附硬化油工業）
19. 肥皂及甘油工業（附脂肪酸及蠟燭工業）
20. 顏料及塗料工業（附樹脂及漆、油氈及油布）
21. 糖及澱粉工業
22. 釀造工業（附清涼飲料工業）
23. 食物滋養品及調味品
24. 橡膠工業
25. 皮革工業
26. 天然纖維及人造纖維工業
27. 塑料工業（附照相材料工業）
28. 造紙工業（附墨水工業）
29. 香料及香粧品工業
30. 藥物工業
31. 化學熱力學
32. 應用膠體化學
33. 分光化學及應用X射線化學
34. 接觸反應

目 次

第一章 總論	1
第一節 爆炸物與炸藥類之定義	1
1. 爆炸物	2
2. 炸藥類	2
第二節 炸藥類之分類	2
第三節 爆炸反應	5
1. 爆燃	5
2. 爆轟	5
第二章 黑火藥	6
第一節 原料	6
1. 硝石	6
2. 硫	6
3. 木炭	7
第二節 組成	7
第三節 性能	8
第四節 粒狀火藥	10
第五節 球狀火藥	13
第六節 平扁火藥, 模製火藥及褐火藥	14
第三章 硝化纖維素	15
第一節 總說	15
第二節 棉	16
第三節 火棉之硝化	17
第四節 火棉之精製	20

第五節 珂羅琰	23
第六節 硝化棉之性能	23
1. 爆轟	25
2. 爆炸生成物	25
3. 分解	26
第四章 硝化甘油	28
第一節 甘油	28
第二節 硝化甘油之製造	29
第三節 性能	33
第四節 保安上之注意	34
第五章 其他之硝酸酯	36
1. 硝化澱粉	36
2. 硝化糖	37
3. 二硝化甘油	37
4. 二硝化一氯丙烷	38
5. 四硝化二甘油	38
6. 二硝化乙二醇	38
7. 硝化甘露蜜醇	39
8. 四硝化異戊四醇	39
第六章 硝基化合物	41
第一節 總說	41
第二節 苦味酸	41
第三節 苦味酸之性能	44
第四節 二硝基酚	46
第五節 三硝基甲酚	47
第六節 三硝基甲苯	47
第七節 三硝基甲苯之性能	50
第八節 二硝基甲苯	51

第九節 一硝基甲苯	52
第十節 一硝基苯	52
第十一節 二硝基苯	52
第十二節 三硝基苯	53
第十三節 三硝基氯化苯	53
第十四節 三硝基苯甲醚	54
第十五節 三硝基苯二酚	54
第十六節 三硝基二甲苯	55
第十七節 三硝基苯胺	55
第十八節 四硝基苯胺	55
第十九節 四硝基甲基苯胺(特逐兒)	56
第二十節 六硝基二苯胺	59
第二十一節 一硝基萘	60
第二十二節 二硝基萘	61
第二十三節 三硝基萘及四硝基萘	61
第二十四節 環三次甲基三硝胺	61
第七章 起爆藥	63
第一節 雷汞	63
第二節 雷銀及雷金	65
第三節 疊氮化鉛	65
第四節 乙炔化合物	66
第八章 無煙火藥	67
第一節 總說	67
第二節 硝化纖維素火藥	67
第三節 硝化纖維素火藥之製造	68

第四節	硝化甘油火藥	73
第五節	硝化甘油火藥之製造	76
第六節	不揮發性溶劑火藥(無溶劑火藥)	78
第七節	無焰火藥	79
第八節	無煙火藥之一般性能	79
第九節	緩燃火藥與速燃火藥	81
第十節	獵用無煙火藥	81
第十一節	無煙空放火藥	83
第十二節	硝酸銨火藥	83
第九章	炸裂藥	84
第一節	總說	84
第二節	黑火藥	84
第三節	火棉	84
第四節	苦味酸	85
第五節	三硝基甲苯	86
第六節	代用炸裂藥	86
第十章	爆破藥(轟裂藥)	88
第一節	爆破藥之分類	88
第二節	黑火藥	88
第三節	苦味酸	89
第四節	礦山火棉炸藥	90
第五節	達那馬特類(爆藥類)	90
第六節	混合爆藥	92
第七節	膠狀爆藥	95
第八節	硝酸銨炸藥	99

第九節 氯酸鹽炸藥	100
第十節 過氯酸鹽炸藥	102
第十一節 斯勃棱革爾氏炸藥	103
第十二節 液態空氣炸藥	104
第十三節 煤礦炸藥(安全炸藥)	105
第十一章 雷管及引信	107
第一節 點火點爆藥類	107
第二節 雷汞雷管	107
第三節 補強雷管	109
第四節 疊氮化鉛雷管(鉛雷管)	109
第五節 引信	110
1. 緩燃引信	110
2. 速燃引信	110
3. 起爆引信	110
第六節 電引信	111
第七節 電雷管	111
第十二章 安定度、感度及其試驗法	113
1. 安定度	113
2. 安定度試驗	114
3. 感度靈敏度	118
4. 感度試驗	118
第十三章 炸力及其他	121
1. 熱值及炸溫	121
2. 密閉器內之炸壓	122
3. 炸力	125
4. 猛度	128
5. 雷管之試驗	130

6. 爆炸速度.....	132
7. 炸焰及炸焰時間.....	135
8. 煤礦炸藥之安全度.....	137

炸藥工業

第一章 總論

第一節 爆炸物與炸藥類之定義

炸藥類 (explosive) 屬於爆炸物類，概爲固體或液體，而所謂爆炸物，則爲其本身含有可燃體與助燃體之物質。故炸藥類亦可稱爲固體或液體之爆炸物，或爲其本身含有可燃體與助燃體之固體或液體。茲再稍加說明於下。

炸藥類爲在不安定的平衡狀態下結合之固體或液體，經輕微之攪亂作用，即起化學變化，急激發生遠較原容積爲多之氣體，且此氣體因受化學變化，放出極多量之熱，遂致盛行膨脹。

至於氣體之爆炸物，則因其力較弱，不能用作炸藥，故不包含於炸藥類中。又熔接鐵路鋼軌之鋁熱劑 (thermite)，乃鋁粉與氧化鐵粉之混合物，反應時可達約 3000°C . 之高熱，然其反應僅爲含於固體之氧自鐵移於鋁而已，其際並無氣體發生，故亦不能歸入於炸藥類。再如乙炔銀 (silver acetylide, Ag_2C_2)，在真空中點火時，雖只分解爲銀與碳，並無氣體發生，然在空氣中點火，則因其分解過於劇烈，能將含於其分子間之空氣，迅速加熱而起爆炸。故雖其化學反應之本身毫無氣體放出，却爲唯一之特例，可歸入於炸藥類。

以上爲爆炸物與炸藥類之一般定義，但亦有作如下之解釋者。

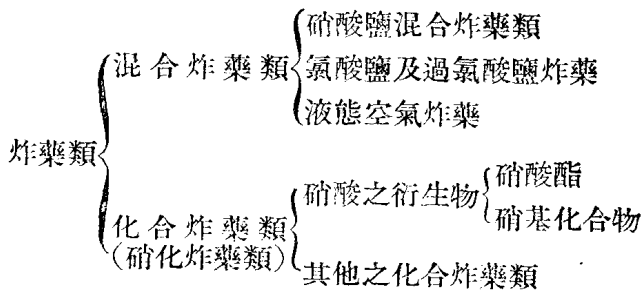
1. 爆炸物 爲熱力學的不安定之平衡狀態中成爲均一或不均一系之物質，受輕微之攪亂作用時，即起化學變化，急激增加壓力於其周圍者。

2. 炸藥類 爲有利用價值之爆炸物，加熱或衝擊於其一部時，即起化學變化，放出熱量，同時發生多量之氣體，使局部起迅速之壓力增加，由於此高溫氣體中活性分子之作用，擴及於其他部分，而起急激之分解者。

第二節 炸藥類之分類

炸藥類一般依其組成、性能、用途及管制法令等而分類，茲述之於下。

1. 由炸藥之組成而分類者如次：



混合炸藥類(explosive mixtures)者，乃由不爆炸性物質之機械的混合所成，其體內之可燃性物由其鄰接之助燃性物取氧而猛燃。此中所謂硝酸鹽混合炸藥類，乃用硝酸鹽以供氧之炸藥類，黑火藥(black powder)屬之，至如硝酸銨，雖爲一種硝酸鹽，但因其本身爲一種炸藥，故不歸入於混合炸藥類中。

氯酸鹽及過氯酸鹽炸藥，乃用氯酸鹽或過氯酸鹽以供給氧之炸藥類，如拉卡洛克(Rack-a-Rock)及卡里特(Carlit)等屬之。

化合炸藥類(explosive compounds)乃一定之單一化合物,凡爆炸生成物所必需之元素,皆包含於其分子中。此類炸藥,其主要者一般含有碳、氫、氧、氮等元素。此等元素以不安定之狀態相化合,易於分解為水蒸氣、二氧化碳、一氧化碳及氮等。又此類炸藥,因其成分中之可燃性物與助燃性物係化學的相結合,故較機械的結合者為親密,而化學變化乃更猛烈。

化合炸藥類中,所謂硝酸之衍生物,乃使硝酸作用於有機物而成。此中所謂硝酸酯,乃某種醇類之羥基(OH)被硝酸根(NO_3)取代所生成,故以鹼處理之,又復歸為原物質,同時並生成硝酸鹽。硝化棉(nitro-cotton)、硝化甘油等屬之。所謂硝基化合物,主為芳香族烴與硝酸作用所生成,縱以鹼處理之,亦不復歸為原物質,以初生態氫還原之,則生成氨基化合物。苦味酸、三硝基甲苯(T. N. T.)等屬於此類。

及其他之化合炸藥類,乃硝酸酯及硝基化合物以外之化合物,如雷酸汞、疊氮化鉛等屬之。

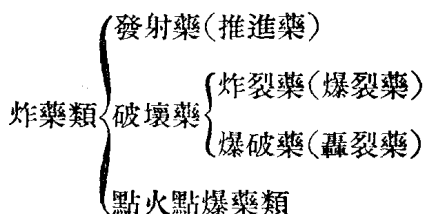
2. 由炸藥之性能而分類者如次:

炸藥類 $\left\{ \begin{array}{l} \text{猛性炸藥類(炸藥)} \\ \text{緩性炸藥類(火藥)} \end{array} \right.$

猛性炸藥類屬於高級炸藥類(high explosives),乃炸藥類之爆炸反應非常迅速,發生爆轟(detonation),而具有破壞作用者。其爆炸速度為每秒 2000~8000 米。如苦味酸炸藥、硝酸銨炸藥、達那馬特(dynamite)等屬之。

緩性炸藥類屬於低級炸藥類(low explosives),乃炸藥類之爆炸反應比較遲慢,不發生爆轟,只起爆燃(deflagration),而帶有推進作用者。黑火藥、無煙火藥等屬之。其爆炸速度,黑火藥為每秒 300 米,無煙火藥則最高為每秒 12 厘米。緩性炸藥類又單稱為火藥(powder)。

3. 由炸藥之用途而分類者如次：



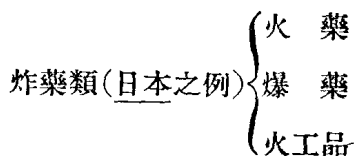
發射藥(propellant)亦稱推進藥，乃發射彈丸所用之炸藥類。無煙火藥(smokeless powder)、黑火藥、褐火藥(brown powder)等屬之。

炸裂藥(burster)亦稱爆裂藥，乃砲彈、飛機炸彈、地雷、水雷等所用之炸藥類。苦味酸、三硝基甲苯、火棉(guncotton)等屬之。

爆破藥(blaster)亦稱轟裂藥，乃軍事、礦業、農業、土木工程等爆破城牆、鐵路、橋樑、岩石、土壤、樹木等所用之炸藥類。硝化甘油炸藥、硝酸銨炸藥、過氯酸鹽炸藥、爆破火藥等屬之。

點火點爆藥類(priming materials) 此包括點火藥(priming composition)與點爆藥(detonating composition)(即起爆藥)而言。前者乃用以點火於火藥類者，如火管中之點火藥等屬之；後者乃使炸藥爆轟者，如雷酸汞、疊氮化鉛等屬之。

4. 依炸藥之管制法令而分類者如次：



此分類中所謂火藥，即指緩性炸藥類；所謂爆藥，即指猛性炸藥類；所謂火工品，即指彈藥，詳言之，即裝有火藥或炸藥可立供使用之彈丸、地雷、水雷及煙火類等也。

第三節 爆炸反應

炸藥類之平衡狀態被破壞時所起之化學變化，謂之爆炸反應 (explosive reaction)，通稱爆炸 (explosion)。可分為如下二種。

$$\text{爆炸反應} = \text{爆炸} \begin{cases} \text{爆燃(直接爆炸)} \\ \text{爆轟(間接爆炸)} \end{cases}$$

1. 爆燃 此與燃料之燃燒相似，乃各分子順序以其燃燒熱將其隣接分子加熱分解，而進行燃燒反應。

2. 爆轟 此為不能如上述爆燃單以熱之化學作用可以說明，而須以衝擊、摩擦等之機械的作用方可說明者。蓋若爆轟僅恃熱即可發生，則以熱量最高之硝化甘油點火於硝化棉 (nitrocotton)，應即發生爆轟；然此時並不發生作用，反以較硝化甘油力弱之雷汞引發硝化棉時，發生完全之爆轟。是因雷汞以非常迅速之速度而分解，其生成物以非常之勢與硝化棉相衝突，藉此機械的作用，方促起爆轟也。

又爆炸反應亦可由其速度以區別之。通常每秒 300 米以內時為爆燃，每秒 2000 ~ 8000 米時為爆轟。

爆燃乃以火直接燃點而即發生者；爆轟則直接點火無效，須於火與炸藥之間介以雷管 (detonator)，使之爆炸。故爆燃亦稱為直接爆炸，爆轟亦稱為間接爆炸。

第二章 黑火藥

第一節 原料

黑火藥爲硝石、硫、木炭之混合物。

1. 硝石(saltpeter) 硝石即硝酸鉀 (KNO_3)，在日本自古採集廟宇、人家、家畜廐舍等之泥土，以水溶提之，加入灰汁以除去其中之碳酸鈣，煮沸之後，冷卻之，使自結晶而得。在中國則因風土之關係，自古硝石之產出甚多，故火藥創始於中國。在日本，從來所謂「製硝」，係運動植物性之廢物於土壤，鋪展之於廐舍內，勿使受日光，適宜通以空氣，時時灌以尿，則因硝酸發酵之故，表面即有硝酸鈣之結晶析出如霜，採集之，以水溶提，照上述方法處理，遂得硝石。及至智利硝石 (NaNO_3) 發見，乃使之與德國特產之氯化鉀起複分解，煮沸其液，最後亦得硝石。在第一次世界大戰中，尤其在戰後，德國採用 Haber 法由空中氮以製氨，又以 Ostwald 法或 Frank und Caro 法氧化之，使成硝酸；此硝酸更以石灰吸收之，使成硝酸鈣，以硫酸鉀與之作用，由此以製出硝石。此種硝石因原料用由空中氮製成之純粹硝酸，質極純粹，而價又廉，故現今多稱此爲「德國硝石」，用爲原料以製造火藥及炸藥。硝石中若含有鈉、鎂、鈣等之氯化物，則帶吸濕性，質遂欠良。硝石之試驗，係以氯化物作爲食鹽而計算之，若在 0.01% 以下，即視爲未含雜質，可以合格。

2. 硫(sulphur) 硫即硫磺，昔時因其含有 2~3% 之土砂及少許之酸，故火藥工廠常先蒸餾精製之，而後以供使用；現今因精煉法進步，已可在市上購得其近於純粹者，故除供特種軍用火藥之原料者外，市上

出售者，無庸精製，即可使用。硫之試驗，係將無蒸餾殘渣之試料，以蒸餾水煮沸之，投入石蕊試紙，若紙色不變赤，即為合格。硫華因在生成時（即在昇華之際），必含有三氧化硫及二氧化硫，故不能用為火藥原料。硫中若含有酸則有分解黑火藥中之硝石，使硝酸遊離，而破壞火藥之作用。又若煙火色焰之供氧物為氯酸鉀，其中混有硫華或含氧之硫，則於製造中或製品貯藏中，有起自然發火之虞。

3. 木炭 木炭為左右黑火藥品質之重要原料，以質軟鬆，容易點火，含灰分少者為佳。欲得此種優良之木炭，則其原料木材，以富於纖維素而少含木質為適當；合於此種要求者，有桐、白楊、赤楊、柳等。因欲得多量相同之材料，歐美及日本，一般皆使用赤楊。

燒炭時若用普通之土窖，則混入土砂，不易得均質之木炭，故一般用圓筒形之鐵製乾餾器乾餾之。炭化溫度為 $350 \sim 400^{\circ}\text{C}$ 。炭化時間愈加長，即愈使徐徐炭化，則生成之木炭愈佳良。但在操作上與經濟上，則以 $4 \sim 8 \sim 10$ 小時為宜。炭化既終，由爐取出乾餾器，暫時放置之；次開乾餾器，將木炭移入鐵罐中，覆以蓋而放冷之。木炭因有時能自空氣中吸氧而發熱，以致發火，故炭化後至少須移入鐵罐內約一星期，放冷充分後，始供使用。

由含水 $8 \sim 12\%$ 之木材，可得木炭 $28 \sim 30\%$ 。此木炭尚含有多量之氧、氫等，其含碳量約為 81% 。

第二節 組成

就黑火藥之強度而言，以硝石 75% ，硫 10% ，木炭 15% 之組成或與之相近者為最強，故以強度為主之軍用火藥，採用此種組成。

獵用火藥，常用最上等之木炭，硝石則須過量裝入，俾不致剩有遊離碳。