

国外工业炸药概况

B. A. 阿宋諾夫編著



國防工業出版社

国外工业炸药概况

B. A. 阿宋諾夫 編著

石魁英 譯

國防工業出版社

1959

內 容 簡 介

本书闡述了一些国家(苏联除外)所用工业炸药的概況,論述了它們的性能以及改进工业炸药的基本方向。

此外,还敘述了国外試驗工业炸药所采用的方法及在矿山工业中合理使用它們的基本原則。

本书供炸药生产及矿山爆破工程技術人員閱讀。

苏联 В. А. Асенов 著 'Обзор иностранных промышленных взрывчатых веществ' (Углетехиздат 1957年第一版)

*

國防工業出版社

北京市書刊出版業營業許可証出字第074号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

787×1092 $1/32$ 2 $1/16$ 印張 41 千字

1959年12月第一版

1959年12月第一次印刷

印数: 0,001— 1,350 册 定价: (11) 0.34 元

NO. 3118

目 录

引言.....	5
1. 概述.....	6
2. 硝化甘油类炸药的特点及其制造原材料的性能.....	11
3. 英国工业炸药.....	18
4. 瑞典工业炸药.....	29
5. 奥地利工业炸药.....	32
6. 芬兰工业炸药.....	34
7. 法国工业炸药.....	34
8. 德国工业炸药.....	40
9. 意大利工业炸药.....	41
10. 挪威工业炸药	41
11. 瑞士工业炸药	42
12. 比利时工业炸药	44
13. 美国工业炸药	45
14. 波兰工业炸药	57
15. 捷克工业炸药	60
結尾語	63

引 言

工业炸药自开始应用以来，其发展趋势在各国均大体相同。第一种获得了广泛工业意义的炸药亦是有烟药。

由于意大利人阿什卡尼欧·索布列洛（1846年于都灵）发明了硝化甘油和經苏联学者 H. H. 吉宁教授（1853年）与 B. Ф. 彼得魯舍夫斯基教授（1863年）对此研究的结果（这些研究成果由阿里弗列德·諾貝尔先在德国，随后在瑞典付諸实现），因此在十九世紀后半叶，欧洲的采矿工业便开始广泛应用代拿买特来爆破坚硬和特別坚硬的岩石。

初期制造代拿买特所用原料为粉状惰性物（俄国用碳酸氧化鎂，国外用硅藻土）。当 Д. И. 門捷烈夫进行了研究并发现了可以用火胶棉胶化硝化甘油之后，便出现了胶质代拿买特。

采用很理想的氧化剂——硝酸鉍——作为炸药成分的可能性，早在1867年，从公布瑞典化学家阿尔桑及諾尔濱获得生产硝酸鉍同可燃物混合炸药的专利权时起，便众所周知了。但是，这个理想仅在1879年（A. 諾貝尔开始制造硝酸鉍代拿买特的日期）方才第一次成为现实。

大約就在这个时期开始应用硝酸鉍同芳香族硝基衍生物的混合物。其中包括同梯恩梯的混合物（阿莫尼特）以及硝酸鉍同少量（10~30%）硝化甘油的混合物（低百分比安全炸药）。

除硝酸铵外，曾试图利用其它物质在爆炸混合物中作氧化剂使用。因此于 1849 年欧桑得尔用氯酸盐作为炸药的成分，就在同一世纪八十年代秋尔平又建议利用高氯酸盐来充当炸药的成分。

1897 年第一次出现了利用液态空气（以后还利用液态氧）在特种炸药中充当氧化剂的想法。此种炸药称之为液氧炸药。

在这以后采矿所用炸药的品种主要是循着以下两个方向向前发展：即塑性代拿买特和粉状硝酸铵炸药。同时这两种趋向的进程各国各有不同。这一点从这本小册子的以后各节中便可看得很清楚。

一系列品种的炸药表明了各发展趋向的特征。品种的数量，一方面表明了爆破作业的各种不同条件和岩石的不同硬度；另一方面则表明了在每一个国家里都有着数家商号，各商号平行生产配方相近的各种牌号的炸药以进行竞争。

本书主要阐述在某些采矿工业很发达的国家里炸药配方及其性能的实际资料。对这些资料介绍的文字不多，其中列举了在国外技术书刊上所刊载的矿用工业炸药现代品种的某些通性。由于难于对数达几百种的炸药进行全盘的介绍，所以本书只介绍一下对某些国家均有代表性的典型品种。书中对某些个别国家介绍的资料很少，原因是在参考文献中找不到适当的材料。

1 概述

采矿工业高速发达的西欧国家认为，制造工业炸药所用

之原料必須价廉且来源丰富。同时生产过程必須簡單，不需要大型和貴重的設備，而且成品亦必須适合該国家的气候条件。

国外全部工业炸药同苏联一样亦根据使用条件分为安全炸药（逐字翻譯即為：“可用的”，“允許用的”，“沒有危險的”）和非安全炸药。

資料中所提到的全部工业炸药，按其成分中所含爆炸敏化剂之不同，而分为硝化甘油类和非硝化甘油类。后一类所包括的几乎全是阿莫尼特。只有法国（洛林地区）还生产一些氯酸盐和液氧炸药，意大利生产一些代拿蒙以及美国（露天采矿）生产一些液氧炸药和新品种的代拿蒙。

根据結構，炸药基本分为两类：塑性的，即胶质代拿买特和粉状的（粉碎了的）。如果这样来分类，那么后一类即包括粉状的同少量硝化甘油的混合物，亦包括不含硝化甘油的粉状混合物。半塑性低百分比的代拿买特可視為两者間的中間类。

此外，必須指出在法国的炸药品种中也包括了压制的阿莫尼特，其成分和密度同苏联压制的品种非常相似。压制品最大密度可达 1.6 克/立方厘米。

硝酸铵为粉状炸药的主要成分。这种物质本身就是一种炸药，但需用威力很大的起爆能方会促其爆炸。其余成分为梯恩梯（有时为其它种类的确基衍生物）以及木粉。为了提高粉状炸药对起爆能的敏感性，其中經常加入 4~6% 的硝化甘油。鋁粉或硅粉則可用来增大炸药的爆力。

由于硝酸铵有吸湿性之故，因而特別強調必須保証防止空气中呈蒸气状态的水分滲入硝酸铵炸药中。

中欧各国爆破工程的实践大大地动摇了早已根深蒂固的，所謂代拿买特爆炸效果大小系取决于其中所含硝化甘油的多寡，以及所謂含 93% 硝化甘油爆胶的爆炸效果最大的錯誤見解。因此，在 1914 年第一次世界大战之前，与硝化甘油含量 65% 的代拿买特大量应用的同时，这种工业炸药也得到了广泛的应用。后来公認在同样的爆破作业条件下宜采用硝化甘油含量不多的（20% 以下）代拿买特。同时为了保持炸药的塑性，开始采用所謂熔化梯恩梯，即三硝基甲苯同二硝基甲苯的混合物。

硝酸鉍做为炸药的一种成分在美国得到了很大的重視，同时代拿买特中硝酸鉍含量的多寡視為炸药威力大小的标准。因此，把 100 份硝酸鉍視為 70 份硝化甘油所具有的当量；含 20% 硝化甘油和 60% 硝酸鉍的代拿买特，按威力而論，視同硝化甘油含量为 62% 的标准代拿买特（62% straight dynamite）。

在欧洲許多国家制造塑性代拿买特时，經常采用别的硝酸盐做为氧化剂，如硝酸鈉和硝酸鉀。选择最适合的氧化剂系取决于許多因素，同时每种氧化剂均有其独有的优越之处。硝酸鈉的吸水性便比硝酸鉍輕些，因此以硝酸鈉制造的代拿买特在贮存和使用中具有很高的安定性。硝酸鈉还能增大炸药的比重，比其它种类的氧化剂生成的氧較多。这一点在許多方面是非常重要的。含硝酸鈉的炸药很少发生結块現象。

制造出口炸药时，如进口国家的气候潮湿而又炎热，从而所需代拿买特必須具有很高的安定性能时，那么在制造中可以采用硝酸鉀。其吸湿性較它种硝酸盐輕，但价格較高。至于硝酸鈉和硝酸鉍的价格，則各国是不同的。然而它們

的价格并非永远是选用与否的先决条件，决定选用还要取决于许多其它因素，比如所要求的炸药性能（安定性，威力等）。

从前曾有人提議利用許多不同种类的添加剂，来降低硝化甘油类炸药的冻结温度，如二硝基氯代丙邻二醇等等。现在普遍采用的主要是硝化乙二醇。

德国专家A. 斯切特巴海尔曾經提議用泰安（四硝酸戊四酯）当添加剂往代拿买特中混合。瑞典在凿通隧道时曾进行了专门的实际試驗。結果証明，加入多量泰安之后，提高了代拿买特对爆轰的感度，但并未提高炸药爆炸作用的效果。由于这种原因以及它的价格比硝化甘油高得多之故，所以斯切特巴海尔的建議在工业范围内没能得到实现。

在配制炸药混合物时（包括全部工业炸药），除本书开头所介紹的条件外，还須考虑一系列附加条件。

代拿买特中火胶棉的含量要有限定，其原因是，一方面保証不要渗油，另一方面則必須防止产生老化的可能（部分或完全丧失对雷管爆炸起始冲能的感爆度）。

各种代拿买特中所含硝化甘油和硝化乙二醇数量变化的范围很大，其目的在于制取各种不同破碎效力的炸药。93%代拿买特的破碎效果最大。但是，只当爆破不易破碎的岩石时，使用此种代拿买特方最为适宜。高百分比代拿买特由于价格高而且岩石破碎得太小，故而在爆破易碎的岩石时，使用它是不合算的。

在配制混合炸药时，經常采用那些含氧量不足于生成完全氧化了的生成物的物质。因此混合炸药中各种成分的比例必須以保証爆炸时生成最少量的有毒气体为准则。这样就必

須考虑到，氧氣不足的炸藥于爆炸时会析出大量二氧化碳，而且因为它能使人員中毒，发生危險，所以这样的炸藥不能在地下坑道中使用。另外一点也很重要，即在爆炸时零氧平衡的爆炸混合物比負氧平衡或富氧平衡的炸藥所生成的能量要多些。

国外都以理化室試驗或理論計算出来的綜合測定項目为标准，针对各种采矿技术的条件，来选择炸藥的种类。

理化室进行測定的項目包括：1) 炸藥密度——是炮孔或钻眼中能量集中的先决条件；2) 爆轰速度——对炸藥威力有一定的影响；3) 猛度(鉛柱压缩)——表示爆轰压力的大小；4) 鉛塊扩孔度——表示炸藥的爆力；5) 炸藥对机械和热作用的敏感度。

对于用戶来讲，炸藥密度及其爆轰速度乃是一个最說明問題的数据，因为这些数据最能表明該种炸藥于炮孔或钻眼中爆炸时的效果。

測定爆轰速度的方法是将标准直径(最低为 25 毫米)的藥包装入坚固的壳体中，然后爆炸。同样直径的、壁厚 2.5 毫米的鉄管最适合作这种試驗。必須采取能够保証所測部分得到尽可能最大速度的通用的方法进行引爆。必須注意的是以往在引爆直径小的炸藥或不用坚固的外壳时，往往所得数据只相等于最大爆轰速度的三分之一，因此会导致得出不正确的結論。

在根据爆炸变化公式理論計算出来的数据中，首先必須指出用卡表示的或換算为公斤/米的表明作功的爆热(爆炸时生成的能量)。如果用炸藥密度去乘爆热，便可求出表明能量集中的数据。根据同一爆炸变化公式，設爆炸气体体积为 0° ，

压力为 760 毫米水银柱时，便可求出爆炸气体体积。亦可利用各种假設求出爆温。但是，由于每个人在計算时的假設不同，所以同样一种炸药所給的数据亦不尽相同。从爆炸气体体积和爆温二个数值中可以求出爆炸气体的比压。比压求出后便能求得炸药效力的数字算式。炸药效力(国外技术慣用)用三个数据的乘积求得，即：炸药密度，最大爆轰速度和爆炸气体比压。

2 硝化甘油类炸药的特点及其 制造原材料的性能

鉴于国外实践中硝化甘油类炸药居于首要地位，所以較詳尽地介紹这类炸药就更显得适宜了。个别的依从关系和性能就广义而言是很重要的，它們可适用于其它种类的混合炸药。

制造各种用途的硝化甘油类炸药（包括低百分比和高百分比的）时，除采用主要爆炸物外，还采用爆炸、燃燒、含氧、增加能量、降温以及其它各类附加物。

制造硝化甘油炸药主要的炸药成分包括：硝化甘油，硝化乙二醇（ $C_2H_4O_6N_2$ ）以及火胶棉。做爆炸添加剂可采用梯恩梯，梯恩梯油，二硝基甲苯，一硝基甲苯以及一硝基苯等。用各种針叶树和闊叶树制成的木粉，軟木粉，粗糙的燕麦粉，黑麦粉等来充当燃燒附加物。燃燒附加物的作用不单是調整氧平衡，而且也起着調解代拿买特的塑性和密实程度的作用，以防止发生老化的可能。

除前面已經提过的硝酸銨、硝酸鈉和硝酸鉀外，氯酸盐

和高氯酸盐[●]亦可用来当含氧的添加剂。

为了增高爆热，可往爆炸混合物中加入粉碎得很細的、容易氧化的金屬（鋁和鎂）。

往炸药組成物中加入吸热的盐类：如食盐、碳酸氢鈉等均能保証降低爆溫。

各种附加物中，必須指出作稳定硝化甘油化学安定性用的碳酸鈉或碳酸鈣（經常是后一种），增强混合物抗水性能的石蜡以及染料。所述各种附加物在炸药中所占比例是极其微小的。

硝化甘油炸药的稠度視爆炸混合物中所含液体和固体比例之不同而发生变化。

根据国外的說法，全部工业用硝化甘油炸药按其稠度分为以下几类：

1) 塑性的；2) 半塑的；3) 粉状的。

塑性和粉状炸药应用最为普遍；半塑性类的炸药应用較少。

塑性炸药密度很大，含有大量的胶化处理的硝化甘油。半塑性炸药中因液体硝化物含量少，而不能形成均匀密实的混合成分，結果便造成了物质晶体和小粒間的局部間隙。粉状炸药所含液体生成物极其稀少，因而各个固体微粒之間連接得很不紧密，致使粉状炸药的密度比塑性或半塑性炸药的密度要小 20~40%。

不管炸药的結構如何，其密度只能增高到一定的临界值。

● 氯酸盐和高氯酸盐是极强的氧化剂且不安定，与有机可燃物混合时有發生自燃和爆炸的可能，因此在我国已通令严禁生产氯酸盐类混合炸药。——国防工业出版社編輯部

各种炸药的临界密度均不相同，这一点在图解1中看得很清楚。图解表明，增大炸药密度的同时，即可观察到爆轰速度亦在增加。但是，与此同时起爆的敏感度却在减小。在继续增大炸药密度的过程中，假若起爆冲能始终不变，那么当炸药被压缩到一定程度之际，所用起爆冲能便无力引起大块炸药发生爆轰。图解中以1点来表示这一瞬间。可以说，从这一瞬间开始（当临界密度为S时），炸药便被压缩成惰性状态了。这里必须指出，炸药周围包有坚固的外壳时，亦会使爆轰速度有所增加。

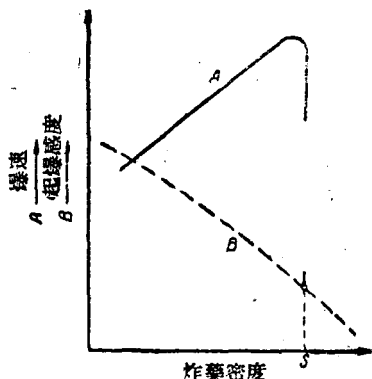


图1 炸药密度对爆轰速度及起爆敏感度的影响。

对采矿人员讲来，最重要的是硝化甘油炸药各种成分较详尽的性能，以及它们对爆炸和理化性能的影响。参考文献中指出，应用最普遍的炸药的配制，均以富余1%的氧平衡为原则。

制造硝化甘油炸药的主要成分为硝化甘油和硝化乙二醇。硝化甘油是丙醇（干油）的硝化物，室温下呈液态，在 $+13.4^{\circ}$ 时则呈冻结状态。硝化甘油爆炸性能的特点是爆炸效果大。硝化乙二醇是乙醇（甘醇）的硝化物，室温下亦呈液态，但在 -22.3° 时方才冻结。它的爆炸性能与硝化甘油相似。硝化甘油同硝化乙二醇两者毒性均不大。但硝化乙二醇因挥发性很大，故其毒性作用也就大些。这类炸药经呼吸器官或

皮膚侵入人體時，會引起劇烈的頭痛、嘔吐以及其它反常的中毒症狀。

世界各國在硝化甘油炸藥的生產中，常常是採取硝化甘油同硝化乙二醇混合的辦法。其原因是在溫度較低的寒冷地區，所使用的代拿買特必須具有抗寒性能（不凍結）。在寒冷地區純硝化甘油炸藥可能產生凍結現象，這樣便給使用造成許多危險。

圖 2 中所示為硝化甘油和硝化乙二醇兩種混合物的冰點。從圖解中可以看出，含 20~50% 硝化乙二醇的混合物，在零下各寒冷地區實際上可以視為不凍結的炸藥。但是必須指出，溫度降低會使硝化甘油同硝化乙二醇混合物的粘度增強，導致炸藥藥卷對起爆能發生鈍感。因此，進行爆破作業時若溫度很低，那麼就必須使用起爆威力較大的雷管。

作為硝化甘油炸藥組成成分之一的火膠棉，同硝化甘油和硝化乙二醇結合時便形成一種膠體。同時火膠棉含量增多時，膠體韌性就加大，可是代拿買特對起爆能的敏感度就要降低。

液體三硝基甲苯（梯恩梯油，二硝基甲苯，一硝基甲苯）偶爾還有硝基苯，用來當作增加液體組成成分含量的添加劑，這樣便可節約一定數量的硝化甘油同硝化乙二醇的混合物。

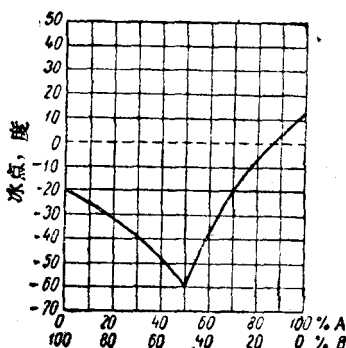


圖 2 硝化甘油及硝化乙二醇混合物的冰點：
A—硝化甘油；
B—硝化乙二醇。

上述全部物质的特点是負氧平衡很大。因此，为了确保其中所含燃燒剂全部氧化，就必须加入大量的氧化剂。代拿买特中加入梯恩梯产物会稍微降低它对起爆能的敏感度。

低百分比硝化甘油炸药中所加入的碳氢化合物(木粉，燕麦粉，黑麦粉等)同梯恩梯爆炸添加剂一样，是負氧平衡很大的物质。因此就必须增加氧化剂的含量。碳氢化合物(燃燒附加物)的主要作用是保証吸收各配合成分中不能胶化的液体成分。碳氢化合物在炸药中所占比重无几，在个别情况下(低密度的炸药)可达10~12%。

往代拿买特中加入燃燒附加物的目的是使它具有一定的組織。

往炸药組成物中加入氧化剂(含氧的添加剂)，即可滿足于爆炸反应时对氧的需求。可以采取各种硝酸盐、氯酸盐、高氯酸盐等作氧化剂使用。国外认为硝酸鉍，硝酸鈉有时是高氯酸鉍最为适合。这些成分在大多数炸药中經常占很大比重，因此它們的性质就大大地决定着炸药的性质。图解(3)表明通过試驗求出的硝酸鉍及硝酸鈉对炸药威力的影响数据。图解使我們对含有某些数量硝酸鉍或硝酸鈉爆胶(93%代拿买特)爆炸时比压的值和范围有了个概念。从图解中可以看出含硝酸鈉混合物的比压总是比含硝酸鉍混合物的比压小些。含硝酸鉍混合物的爆轰速度恰好也比含硝酸鈉混合物的爆轰速度大。但是，加入这两种氧化剂之后，炸药便产生了吸湿性能。

过氯酸鉍以及硝酸鈉同硝酸鉍吸湿性的比較数据列于图(4)中。图解中表示这三种物质在空气相对湿度为65~100%，温度为+20°时，經八昼夜之間(192小时)增长的

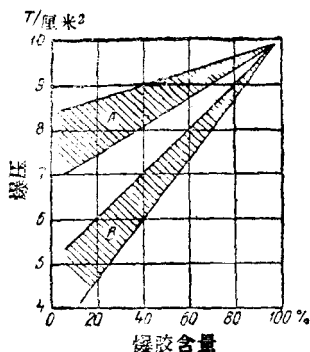


图3 炸药成分中爆胶含量
对爆炸时比压的影响：
A—硝酸铵代拿买特；
B—硝酸钠代拿买特。

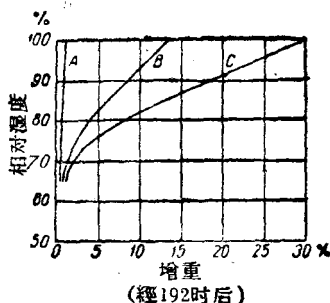


图4 +20°时几种氧化剂吸
湿性增长的情况：
A—高氯酸铵；B—硝酸钠；
C—硝酸铵。

情况。过氯酸铵直线上升是表明它吸湿性较小。硝酸钠和硝酸铵在作同样的试验时情形则大为不同：与相对湿度增长的同时，重量亦在一直地增长，并且硝酸铵增长的情况更为显著。同其它氧化剂比较，虽然硝酸铵吸湿性最大，而且又容易受气候条件的影响，但是由于在爆炸威力方面它具有很大的优越性，所以仍然广泛采用。为了防止它产生吸湿性，采取了一些预防措施。例如，在粉状混合物（比如瑞典的尼特洛利特）中混合梯恩梯把硝酸铵晶体包围起来。在塑性炸药中，爆胶好似外壳，将硝酸铵晶体保护起来，阻挡水分渗入其中。

水分对炸药性能有很坏的影响，而且这种影响对胶质炸药亦很严重。现举例于图（5）中。这里表示直径为19毫米的瑞典耐冻代拿买特（LFB dynamite，硝化甘油含量为35%）药卷殉爆距离的变化。这个变化表示药卷对起爆能的