

203420

H. A. 施林格 著

有烟火药教程



国防工业出版社

5
44

有烟火藥教程

H. A. 施林格著

鄭寶庭、朱志琳譯

張學選、黃人駿校



國防工業出版社

內容簡介

本書詳細地敘述了黑色火藥主要原料（特別是木炭）的性質、各種黑藥的典型制法與通性，又專門討論了軍用火藥的压制法，並對畢氏導火索的製造也有比較詳細的敘述，最後還說明了火藥及主要原料的檢驗方法。

作者在本書中搜集並使用了有現實意義的全部黑色火藥的知識，原版本雖較老，但仍是直到目前為止在研究黑藥的理化性質、製造過程及試驗方法等方面較系統與完備的一本書。

本書可用作高等學院火藥專業的学生與軍事學院學員的教材，並可用作火藥工廠及部隊中有关工程技術人員的參考書。

苏联 Н. А. Шиллинг 'Курс дымных порохов (Государственное издательство оборонной промышленности 1940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
機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

850×1168 耗 $1/32$ · 9 印張 · 字數 228,000 字

1958 年 11 月第一版

1958 年 11 月第一次印刷

印數：0,001—4,000 冊 定價：(11) 1.70 元

NO. 2211 統一號書 15034·243

目 录

序言	6
緒論	7
§ 1. 有烟火藥在現代炮兵技术和爆破作业中的作用	7
*§ 2. 历史概述	8
§ 3. 現代有烟火藥的成份与种类概述	15

第一篇 原料

第一章 氧化剂	19
§ 4. 氧化剂的通性	19
§ 5. 硝酸鉀	20
*§ 6. 硝酸鈉	29
§ 7. 硝酸銨	33
*§ 8. 硝酸銀	38
第二章 可燃物	39
§ 9. 硫	39
§ 10. 木炭	46

第二篇 有烟火藥的制造

第三章 有烟火藥的制法概述	70
§ 11. 制造过程概述	70
烟火原料的准备	70
制造火藥	70
§ 12. 有烟火藥各种制法的比較	71
第四章 制造有烟火藥的典型方法	73
§ 13. 各种成份的粉碎	73
§ 14. 三元混合物或火藥粉的制备 (各种成份的混合)。三元 混合物的过篩	95
§ 15. 火藥的預先压实	101
§ 16. 压藥	107
§ 17. 造粒	118
§ 18. 賦予藥粒以最后的形状与性質	122

§ 19. 火藥的混同与总批組成。火藥的包裝	134
§ 20. 制造信管火藥工艺过程的特点	142
§ 21. 生产檢查	144
*第五章 生产与技术安全的組織	146
§ 22. 劳动保护与技术安全組織概述	146
§ 23. 生产的組織原則及計算原理	158

第三篇 有烟火藥的通性

第六章 有烟火藥的理化性質	166
§ 24. 概述	166
§ 25. 火藥的密度	166
§ 26. 火藥的湿度和吸湿性	168
§ 27. 藥粒的外觀和堅固性	171
第七章 有烟火藥的爆發性質	171
§ 28. 爆發分解速度	171
§ 29. 爆發生成物的成分和体积	172
§ 30. 爆热和爆溫	180
§ 31. 火藥力和作功能力	183
§ 32. 感度和安定性	185
第八章 有烟火藥的彈道性能	189
§ 33. 有烟火藥在不同压力下的燃燒	189
§ 34. 藥粒尺寸和密度对火藥燃燒的影响	193
§ 35. 猎用有烟火藥的彈道性能	194
第九章 有烟火藥的种类及对它們的要求 (根据全苏标准 及技术規程)	196
§ 36. 有烟火藥的种类及用途	196
§ 37. 对火藥的理化和彈道要求	200
第十章 信管火藥的性質及其試驗方法	203
§ 38. 信管火藥的种类及对它們的要求	203
§ 39. 各种因素对時間信管用火藥燃燒的影响	205
§ 40. 普通信管火藥 (ОПН) 的通性	211
§ 41. 緩燃信管火藥 (МПН) 的通性	212
§ 42. 对信管火藥的要求及其試驗的概念	217

第四篇 有烟火藥的壓制品及畢氏導火索

第十一章 有烟火藥的壓制品	219
§ 43. 壓制品的種類	219
§ 44. 壓制品（棱柱形和立方形）的製造	220
§ 45. 有烟火藥餅和有烟火藥柱的製造及其簡要特點	225
§ 46. 點火信管和起爆信管用扩焰藥和延期藥的製造	229
第十二章 畢氏導火索	232
§ 47. 畢氏導火索的種類	232
§ 48. 製造導火索的工藝過程	235
§ 49. 按技術規程驗收導火索	255

第五篇 有烟火藥及其主要原料的檢驗方法

第十三章 有烟火藥的檢驗方法	259
§ 50. 驗收規則與選樣程序	259
§ 51. 按全蘇標準與技術規程檢驗有烟火藥的方法	261
第十四章 主要原料的檢驗方法	278
§ 52. 硝酸鉀的驗收規則與檢驗方法	278
§ 53. 硫的驗收規則及檢驗方法	281
§ 54. 木炭的檢驗方法與驗收規則	282

附 錄

1. 絲織網的規格（摘自全蘇標準 5268 號）	285
2. 黃銅網的規格（摘自主要有色金屬加工品目錄）	286

序 言

[有烟火藥教程] 是普通高等技术学校烟火藥专业的学生和軍事学院學員的教材。

目前上述学院的學員在學習有烟火藥課程时使用的一些参考書，其中主要的为布洛溫斯 (А. С. Броунс) 的 [烟火工藝学] 第一册和辛雅夫斯基 (Г. Ф. Синявский) 的 [技师用有烟火藥手册]。这两本書出版的册数早已用完，并且第一本書已相当陈旧。

除了这两本書以外，最有价值的有烟火藥参考書为罗茲曼 (Б. Ю. Розман) 的石印教程。但出版的份数極有限，广大讀者多不熟悉它。罗茲曼的著作仅包括有烟火藥課程的一部分。

与上列諸書不同，本教程既研究了現在使用的各种有烟火藥的制法，也研究了它們的性質。特別是比較全面地研究了信管烟火藥，由有烟火藥制成的 [定形] 压制品的制法，以及畢氏导火索等問題。但本教程不包括硝鉍烟火藥的制法，因為它們屬於无烟火藥的代用品，而在高等技术学校里无烟火藥教程是单独进行研究的。

由于不同高等技术学校有烟火藥的教学大綱不一样，我們不得不把未包括于某些教学大綱中的个别問題以小号字标出。此外某些章节以星号表示其中包含本教程必需作进一步研究的材料。用普通字体表示必須知道的最起碼的知識。

作者对克尼波維奇 (М. М. Книпович)、列夫科維奇 (Н. А. Левкович) 和斯皮琴科夫 (В. П. Спиченков) 校閱草稿和提出宝貴的指示表示衷心的感謝。

此外，作者还对巴烏姆 (Ф. А. Баум)，卡达努金 (М. Е. Катанугин) 和謝尔盖也夫 (М. С. Сергеев) 供給編著此書时所需的某些材料表示感謝。

緒 論

§ 1 有烟火藥在現代炮兵技术和爆破作业中的作用

自維也里 (Вьель) 發明膠體火藥之后,曾在軍事中作为發射藥的有烟火藥就很快被摒棄不用。目前已經沒有任何一支現代化的軍隊还用有烟火藥作为火炮和步兵武器的發射藥;而只是在猎槍中还使用有限的有烟火藥。

从上世紀末叶起,装填手榴彈也不再使用有烟火藥了,而是用威力更大的炸藥(起初是使用硝化棉,后来使用苦味酸和梯恩梯)。最后,有烟火藥就是在爆破作业中也失掉了它原有的壟斷地位。在大多数国家最初用代拿买特,后来用更便宜的确鉍炸藥来代替有烟火藥。

但是,有烟火藥在現代炮兵中的作用仍然很大。例如,至今,在所有火炮中,点燃膠體火藥装藥的点火藥,都是由有烟火藥制成的。只是近来才有許多国家开始使用多孔性膠體火藥的点火藥来代替有烟火藥点火藥。

点火信管和起爆信管中各种延期藥及扩焰藥,包括具有精确作用机构的,如穿甲彈起爆信管的延期藥至今仍用有烟火藥餅来制造。

有烟火藥作为榴霰彈(特别是榴霰彈、燃燒彈和照明彈)抛射藥和中心傳火藥柱,同样也可装填烟火剂压制品。

在爆破作业中,应用电發火的同时,还用畢氏导火索点燃装藥,畢氏导火索的藥心也是用有烟火藥制成的。

最后,有烟火藥广泛应用于点火信管和起爆信管的信管藥剂。大家知道,定时炮彈(特别是高射炮彈)的烟火剂柱在很多情况

下并不比机械信管差，所以至今仍得到广泛的使用。

在猎枪中使用有烟火药是大家都知道的。

总之，有烟火药的应用范围极广。

* § 2 历史概述

1 在欧洲有烟火药制造业的发展 显然，应用有烟火药于军事技术是从事实工作的先辈们的业绩，他们在摸索中偶然发现了硝-硫-炭混合物的性质。

大多数研究者认为有烟火药的前身是「希腊火」^①：拜赞庭人曾用可燃混合物为火焰装置烧毁敌人海军的舰船和被包围的城市。公元660~670年代拜赞庭人的年鉴中首先提到使用这种器材。

研究工作者费里德高兹（Фельдгауз）认为「希腊火」还不是类似火药的混合物，因为在它的成份内不含硝酸钾。「希腊火」的成份似乎由可燃物，如硫、树脂、地沥青和生石灰组成；后者与水接触时，便将「希腊火」的可燃物加热至着火点，然后，依靠空气中的氧使混合物继续燃烧。

只是在后来（12世纪或13世纪）住在地中海沿岸的人才开始将硝酸钾加入「希腊火」的可燃混合物中，以便提高燃烧的强度并使燃烧不易熄灭。关于这一点在拜赞庭烟火学家马尔克格列克（Марк Грек 1250年）和埃及炼金术者阿里马尔科（Альмарко 1279年）的著作中都有明确的说明。

但是，发现硝酸钾性质的显然不是拜赞庭人，也不是埃及人。他们很可能是由早已知道含有硝酸钾的可燃混合物具有爆炸性的中国人或阿拉伯人那里学来的。英国学者罗哲·培根（Роджер Бекон）和阿里伯尔图斯马格努斯（Альбертус Магнус）可能是这一问题在西欧的先驱者（1257年）。但是根据可靠的资料，他们还不知道有烟火药的抛射性质。

使用硝-硫-炭有烟火药的火器1326年才同时在英国和佛罗伦斯出现，而1331年在德国出现。

很多人称莫那赫·别尔托里德·施瓦尔茨（Монах Бертольд Шварц）为火药的「发明者」，但他出世较晚，所以不是火药和火器的发明者。他只是在研究火药的弹道性能及改善（1388年）火

① 有烟火药是我国发明的，详见馮家升「火药的发明与西传」。——校者

器事业上建立了功勛。

火器在俄国出現于 1389 年（在頓河的德米特里）。

歐洲在五個世紀內對於硝-硫-炭火藥的生產改進得很慢。只是在 19 世紀末葉无烟火藥出現的前夕才在有烟火藥的生產上取得很大改進。這個時期曾是工業資本主義的繁盛期，由於以爭奪殖民地為基礎的國際矛盾的尖銳化，所以技術的發展及軍備的增長就引起了有烟火藥製造的改進。

2 有烟火藥組成的演變 在上述時期以後，火藥製造方法發生了以下的改變。最初的火藥成份與現在所採用的火藥成份極不相同。很可能最初用等量的硝酸鉀、硫及木炭。但是後來發現火藥的燃燒是隨硝酸鉀含量的增加而加強，於是就得出下列火藥成份（與現代火藥成份類似）：六份硝酸鉀，一份硫和一份木炭。然後又減少了硫的含量，而增加木炭的含量。火藥成份中含有硫是因為它有粘性質。

例如，法國從 16 世紀末葉起曾採用下列火藥成份：硝酸鉀 75%，硫 12.5% 及木炭 12.5%。

19 世紀初，德國（普魯士）曾採用下列火藥成份：硝酸鉀 75%，硫 10% 及木炭 15%。

在 18 世紀初，俄國所採用的火藥成份為：硝酸鉀 74%，硫 15% 及木炭 11%，而到 19 世紀末葉則改為：硝酸鉀 75%，木炭 15% 及硫 10%。最後在製造棱柱形火藥時硫的分量就大大減少。例如：奧赫琴斯基工廠製造的栗色棱柱形火藥的成分為：硝酸鉀 75%，栗炭 21%，硫僅占 4%。德國工廠將硫的含量減少到 2%（硝酸鉀 78%，木炭 20% 及硫 2%）。俄國什里塞里堡工廠製造了口徑 11 公寸長為口徑的 35 倍的火炮用火藥，其中含硫量更少（0.2~0.3%）。

到 19 世紀末葉，各國軍用有烟火藥的組成都極相近，即硝酸鉀 75%，木炭 15% 及硫 10%。

3 爆破作業中的有烟火藥 有烟火藥用於軍事目的約三百年。關於在工業上使用有烟火藥的最早報導是在 1627 年，當時齊羅列斯基（Тирольский 奧地利）的開礦者噶斯帕爾·溫德里

(Гаспар Вейндль)在匈牙利的一个矿井内进行了第一次爆破試驗。

爆破法比手工劳动的优越性甚为显著,于是在短時間內爆破法即被广泛运用于采矿作业中。关于火藥在这方面使用的記載在葛尔茨始于1632年,在薩克索尼亞始于1645年,而在英国始于1670年。根据某些材料,在瑞典的德国矿工从1635年起在那扎費尔銀矿中运用了爆破法。不久爆破作业在筑路和开隧道的作业中也迅速获得了广泛使用;例如:法国在1679年建筑馬里帕隧道时,特别是瑞士于1696年将旧时小道扩建为大道时,以及1707年炸毁新高塔尔德附近的烏尔聶罗赫的道路都會用爆破法。

由于点火器材不完善,因而爆破作业的發展會緩慢到一定程度。当时使用的不是現代的畢氏导火索,而是塗以火藥团的藥杆,或是用紙条卷成細管,里面放一根緩燃硫芯(浸透液体硫的棉綫)作为傳火索。

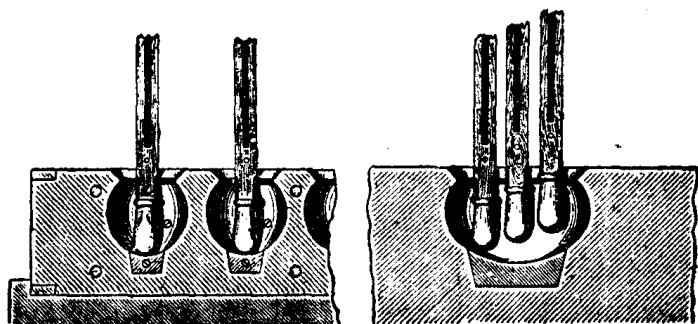


圖1 搗磨器。

最初在爆破工作中用手工挖爆破孔,但1683年就开始使用机械鑽孔,从而改善了火藥的使用条件。当时的爆破孔仍很小,其直徑在15~20公厘之間。

仅在19世紀爆破技术才得到进一步的改进。1804年哈斯杰里(Хастель)利用了早期的工作〔1744年盧道里夫(Лудольф)在柏林研究院成功地用电火花点燃硫醚〕在科諾維茨(奧地利)第一次用电进行爆破。1831年畢克伏(Бикфорд)首先使用了导火索,所以称之为畢氏导火索,而1854年布兰頓(Брантон)和巴尔特列特(Бартлет)使用压缩空气来开动鑽孔机。

4 火藥生产的發展 a) 火藥成份的粉碎及混合。粉碎和混合火藥成份最老的一种方法就是搗磨法。用这种方法时，各成份的粉碎和混合在同一工序中进行。起初用手借木研杵（圖 1）在木臼或石臼内进行。1435 年在紐倫堡才使用水力机械来轉动搗磨器上的研杵。搗碎法不能保証制得均一而密实的藥料，在这方面它远不及輾磨法——在重的輾石（圖 2）下粉碎。实际使用輾磨粉碎火藥的时间不确切知道。16 世紀末叶德国、英国和意大利的各工厂已經广泛使用輾磨加工火藥料了。法国使用輾磨法比其他国家晚些（在 1754 年）。

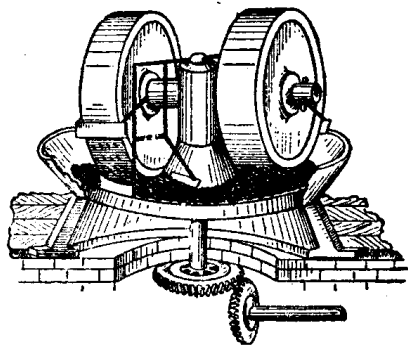


圖 2 輾磨。

1717 年在奧赫琴斯基工厂由彼得一世聘請的荷兰技师按照新的所謂荷兰法建立了用輾磨加工火藥。

輾磨的构造是逐漸改进的。过去曾經注意过改进将加工藥料更好的耙集于輾石下边，选择輾石的材料及开动輾石的方法。最初使用馬曳傳动机，后来使用水压傳动机，最后使用蒸气傳动机。輾磨系由石灰石、大理石、青銅或生鉄制成。国外 1810 年开始使用生鉄輾磨，而在俄国从 1868 年才开始使用。

耙集藥料用的扫刀装置的机械化是一巨大的改进。

使用旧式构造的輾磨时，耙集火藥料的工作系由工人来完成，虽然这道工序很危險，但他們还得經常地守着輾磨。同样采用适当的刮刀装置将藥料从輾磨上刮下来，也具有重大的意义。最后曾采用了悬式輾磨，其磨石不接触輾盘，这样就减少了火藥在輾石下爆炸的次数；以前經常因輾石与輾盘裸露处的撞击和摩擦而引起爆炸。

1787 年在法国根据柯西尼亞（Косинья）的建議，曾經采用轉鼓粉碎和混合藥料的方法。在法国大革命时期，根据卡尔諾（Карно）的倡議，轉鼓法由于具有很大的生产率曾得到广泛应用；搗磨法和輾磨法都不能滿足火藥發展的需要。但經過几年（1795

年)轉鼓法曾停止使用,只是在19世紀20年代(1822年)才又重新使用。从这时起曾經广泛地采用轉鼓进行預先粉碎和混合藥料,而在某些工厂,主要是在德国,并用轉鼓进行最后混合三元混合物。

用輾磨或搗磨机同时粉碎和混合藥料及密实所得的混合物是一道很危險并經常發生爆炸的工序,特别是在过程的初期更是如此。同时利用这种方法仍然不能制得完善的产品。从1763年起法国利用搗碎法分別粉碎藥料,才大大减少了火藥工厂中的事故,因为在这以前每六套搗磨装置中每年就有一套發生爆炸。从1787年起法国同样也使用轉鼓分別粉碎硫及硝酸鉀。

6) 压藥。1784年英国首先用輾磨压碎的火藥压成藥塊。在这以前藥粒的密实仅限于用搗磨机或輾磨加工。

第一批压藥机是机械压藥机,后来又出現了水力压藥机。在法国曾采用滾压机,这在俄国奧赫琴斯基工厂也得到了使用。

压藥能制得坚固而均一的藥塊;仅用輾磨密实不能保証制得必要的厚度和一定密度的藥粒。

Б) 造粒。最初将火藥粉用于射击。1525年法国首先开始进行火藥造粒,17世紀初广泛地采用了火藥造粒。

火藥造粒最初是用人工使藥塊通过專門的粗篩,后来用馬曳傳動的粗篩,最后用水力傳動的篩子进行。1717年在俄国奧赫琴斯基工厂首先装置了水力机械篩搓装置。

在英国康哥列弗斯(Конгревс)于1819年提出了造粒筒,后来在19世紀中叶出現了列費勃尔(Лефебр)式旋轉造粒器和莫里(Морь)造粒筒,在列費勃尔式旋轉造粒器中使分类篩与粗篩連結。最初使藥粒具有很大的尺寸(其大小如同扁豆粒和豌豆粒,1598年);后来,可制成較小的藥粒;最后(1860年后)又重新出現了大粒及圓柱形和棱柱形藥粒。

Г) 火藥的干燥。17世紀30年代,火藥由在露天自然干燥改为用人工加热干燥。当时曾經經過以下的发展阶段:

- 1) 用銅制平鍋以火焰直接自下面加热干燥;
- 2) 用烘爐干燥;
- 3) 用火室干燥(火室安装在烘干室内);俄国奧赫琴斯基工

厂从1720年起使用这种干燥法；

4) 用热水或蒸气加热干燥（1780年首先在英国使用）；

5) 用干空气流干燥，而該干空气須用水或蒸气加热器加热到40~60°C。

4) 光藥。光藥的目的是为了在保存和运输时不致使藥粒发生变化，在国外从19世紀初期采用了光藥工序。

虽然俄国較早采用了猎用火藥的磨光工序，但軍用火藥的磨光却从19世紀50年代（在1853~1856年东方战争以后）才开始。

藥粒由于光藥而具有光澤，消除了藥粒表面不平整的地方，使棱角成圓形，填塞了外部气孔，并由于分出易碎的部分而稍微增加了火藥的密度。由于有这一工序，降低了火藥的吸湿性，也減低了火藥磨成藥粉的能力，并大大增加了火藥的假密度。

为了获得光澤和硬度，就用石墨光藥。此外，石墨加光会使火藥鈍化，并降低火藥的点燃性能。

磨光后的藥粒含有少量藥粉，这可在淨化火藥时排除。为此曾采用了下列不同的設備：臥式轉鼓（其表面由亞麻布或絲織品制成）；絲篩或絲底及帶有亞麻袋的裝置。

e) 火藥的混合。在轉鼓或箱內混合藥粒，將火藥按層倒入箱內，然后經過箱底的孔漏出。

5 十九世紀六十年代以后的有烟火藥 在无烟火藥代替有烟火藥的前夕，有烟火藥制造业才有了很大的进展（1860年后）。在这一时期，火藥的作用和性質的研究建立在严格的科学基础上，因此，才获得了这样的改进。

炮兵技术的發展要求火藥制造业为火炮制造威力及漸增性燃燒的火藥。于是，在有烟火藥的原有基础上曾經多次企圖制造大粒、平行六面体、立方形、圓柱形及含黑炭和褐炭的棱柱形火藥（1860~1884年）来解决这一新的問題。

火藥工艺的改善大大提高了藥粒的密度及其尺寸、重量、硬度、結構、組份和干燥程度的一致性；所有这一切都使火藥的彈

道性能更好。

但是，在旧有基础上这种企圖只部分获得了成功；只有在維也里發明了揮發性溶剂胶体火藥以后，在新的基础上才根本地解决了这一問題。

这里首先應該提到美国人罗德曼 (Родман) 的著作 (他是棱柱形火藥的發明者，并改善了火藥的物理性質)；然后再提到英国烏里維奇 (Вульвич) 兵工厂諾貝尔 (Нобель) 和阿貝尔 (Абель) 的研究，他們曾力求从改变火藥的成分来提高火藥力；其次是德国和俄国火藥制造业制得褐色棱柱形火藥的工作；企圖使用成分改变了的火藥，例如，苦味酸盐和硝石木炭的混合。應該把这些类型的火藥〔含苦味酸鉀的捷进阿凉 (Дезиньоля) — 1868 年〕列入少烟火藥中。同时，布留捷尔 (Брюжер) 火藥 (其中含有苦味酸鉀，1869 年) 和含硝酸鉀的火藥，都屬於此类。硝酸鉀火藥中含有 30~90% 的硝酸鉀和 10~20% 特制 (用硫酸燒焦的木材或軟木) 的木炭。硝酸鉀火藥是从 1890 年到 1896 年期間应用于奧地利前綫各种口徑的火炮。虽然它的彈道性能令人滿意，但是很快即被放弃不用，这主要是由于硝酸鉀的吸湿性很大，在湿润状态和在一定溫度下能够再結晶[●]并改变其体积，这就会使装藥被破坏及造成射击时危險的高压。

使用胶体火藥以后，在火炮和步兵武器中便完全停止使用有烟火藥作为發射装藥。

帝国主义大战后，有烟火藥在軍事上主要用来装配時間信管和榴霰彈；作为无烟火藥装藥的点火藥，作为点火信管和起爆信管內的延期藥和扩焰藥，以及在爆破作业中作为畢氏导火索的藥心。

在这一时期内，主要的注意力都集中在改善時間点火信管和時間起爆信管用的信管火藥上。由于在軍隊里出現新的远射程火炮，因而要求增加時間起爆信管或点火信管作用的時間以扩大对空和地面的彈丸的射程，这就对工业提出了制造新型信管火藥——緩燃火藥的任务，这种緩燃火藥在点火信管和時間起爆信管內的燃燒時間至少要比普通信管火藥的燃燒時間大一倍。解决

● 在一定溫度下，物質結晶形狀的改变謂之再結晶。这种过程通常伴随有放热并由于物質体积的改变而破坏其物理結構。

这一任务就需要进行很多的实验以寻求緩燃剂和适当組份的信管火藥。但是对于以硝-硫-炭混合物为基础的火藥，改变生产設備的式样和根本改变制造工艺規程是不正确的。

工艺师們曾竭力使每批产品的質量完全一致，这需要細心研究工艺过程的各个阶段使之合理化，及拟出詳細的操作規程指南。

实际上工艺师們在整个生产过程中的工作也就是为了这一目的。但是在这一时期內各国試驗研究的規模都很大。

§ 3 現代有烟火藥的成份与种类概述

1 有烟火藥的成份及其作用 大約自 1650 年到現在，軍用有烟火藥的組成变化很小：75% 硝酸鉀，15% 炭和 10% 硫。这种炸藥是可燃物（木炭及硫）与含氧物質（通常是硝酸鉀）的机械混合物。

火藥中各組份的作用如下：

氧化剂。在軍用火藥中硝酸鉀几乎是唯一的氧化剂，因为硝酸鉀的吸湿性比便宜的硝酸鈉小。

除硝酸鉀之外还可以使用氯酸鉀 (KClO_3) 和过氯酸鉀 (KClO_4) 作为火藥的氧化剂。自从別尔托列 (Бертолле) 發明氯酸盐火藥以来，一直試圖使用含氯酸盐的火藥。但是，这些氧化剂并没有实际意义，因为以这些氧化剂为主的火藥，特别是氯酸盐火藥，因为比較敏感，所以在制造和使用时很危險。而含有其它氧化剂 (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 过氧化物及其类似的物質) 的火藥也沒有实际意义。

木炭。火藥中的木炭是可燃物。木炭由于来源不同和制法不同可使火藥具有所需要的性能。木炭的炭化度（当火藥混合物各成份的机械加工一样时）無論对火藥力和火藥的点燃性，或者对其燃燒速度都有影响。褐炭和黑炭的一般規律如下：炭化度愈高，着火愈难，但是它比炭化度低的木炭燃燒得快。

也可以用其他物質代替木炭作为可燃物：如纖維（纖維素）、淀粉、蔗糖、木屑、石腊、萘和氰酸盐等。但这些物質并没有获得实际应用。仅在各

种緩燃信管火藥的配方中将石油焦炭、掺有木屑的軟木炭(用未燒好的軟木制成)、油烟、石墨和一些其他物質〔如銅脛(Купреин)(德国專利)〕来代替普通木炭。

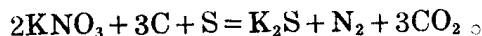
硫。硫是木炭和硝酸鉀的粘合剂,含硫的火藥比較容易貯存,而且在运输和装填时不易磨成藥粉。

硫除粘合藥粒之外,还可使火藥易于点燃。

2 各种火藥中成分的数量比 十八世紀初,給呂薩克最初进行有关火藥成份的重要科学研究。后来(十八世紀末)別尔托利提出了关于最好的火藥成份比例的意見。他認為这种比例是80%硝酸鉀、5%硫和15%炭。

后来,在19世紀后半期別尔特洛(Бертло)确定了这些数字,并对有烟火藥提出了一些可能的分解反应(見§29.2)。

与实际分解过程相差很大的一級近似中,有烟火藥的爆炸可以按歇符列里(ШевреЛЬ)早在1825年提出的很簡單的公式进行:



这一方程式适用于74.84%硝酸鉀、11.84%硫及13.32%木炭的火藥。

欧洲各国实际采用的軍用火藥成份大体上近似該方程式所規定的成份(表1)。按上述組份制造的火藥在放出足够的热和达

表 1

火 藥 的 种 类	組 成 (%)		
	硝 酸 鉀	木 炭	硫
按方程式 $2\text{KNO}_3 + 3\text{C} + \text{S}$ 計算的理論組成	74.84	13.32	11.84
俄国、英国、法国、意大利、瑞典和美国炮用火藥	75	15	10
俄国槍用火藥	77	15	8
德国槍用火藥	74	16	10
法国獵用火藥	78	12	10
英国獵用火藥	78	14	8
法国矿用火藥	62	18	20