

秘 魯

单基火药工艺学

三〇一教研室编

6

T856
142

单基火药工艺学

三〇一教研室编

华东工程学院

一九七七年五月

毛主席语录

教育必須为無产階級政治服务，必須同生产劳动相結合。

我們的教育方針，應該使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

教材要彻底改革，有的首先删繁就简。

你們学自然科学的，要学会用辯証法。

目 录

第一章 单基火药及硝化纤维素的溶塑原理	1
第一节 从57毫米高射炮用11/7品号单基火药讲起	1
一、11/7品号单基火药的组份.....	2
二、11/7品号单基火药的工艺流程.....	3
三、单基炮药的成品检验.....	4
第二节 硝化纤维素的溶解塑化原理	8
一、硝化纤维素的溶塑机理.....	9
二、溶剂对硝化纤维素溶解度和可塑性的影响.....	11
三、提高溶塑速度的途径.....	14
本章小结.....	14
思考题.....	16
第二章 单基药产品设计原理	17
第一节 武器对单基药的性能要求与单基药制造工艺的对立统一	17
第二节 单基药工艺路线的设计	20
第三节 单基药配方设计	23
一、混合硝化棉的配方原理.....	23
二、挥发份含量的确定.....	28
三、增塑剂的选择.....	30
四、安定剂的确定.....	30
五、其它成份的确定.....	31
第四节 单基药原料的性质及质量规格	33
一、硝化棉.....	33
二、溶剂.....	33
三、二苯胺.....	36
四、其它组份.....	37
本章小结.....	42
思考题.....	43
第三章 单基药的塑化成型	44
第一节 硝化棉的驱水	44
一、酒精驱水原理.....	46

二、酒精离心驱水·····	46
三、硝化棉驱水连续化途径讨论·····	57
第二节 硝化棉的塑化 ·····	59
一、硝化棉塑化过程的特点·····	59
二、塑化药的质量要求和检验方法·····	59
三、设备和工艺条件·····	60
四、确定工艺条件的原则·····	69
第三节 压伸成型 ·····	73
一、柱塞式液压设备和压伸装置·····	74
二、压伸操作和工艺条件·····	79
三、压伸时单基药料的受力分析·····	80
四、确定压伸工艺条件的原则·····	83
五、压伸的质量要求及产生不良品的原因·····	85
六、压伸装置设计·····	86
第四节 晾药和切药 ·····	92
一、晾药·····	92
二、切药长度的确定·····	92
三、切药机和操作·····	93
四、切药工序产生不良品的原因·····	94
第五节 筛选 ·····	95
第六节 单基药塑化成型的连续化 ·····	97
一、工艺流程·····	97
二、连续化设备·····	99
三、粒状炮药连续成型的工艺条件·····	103
第七节 单基药螺压成型理论及其应用 ·····	103
一、单基药料在螺压机中的运动·····	104
二、粘性流动的螺压理论·····	106
三、固体输送理论·····	116
四、对两种理论的讨论·····	120
五、螺压工艺条件的确定·····	121
六、设计螺压模具的特点·····	125
本章小结·····	126
思考题·····	127
第四章 单基药驱除溶剂和控制挥发份 ·····	128
第一节 单基药干燥和浸取的动力学原理 ·····	129
一、单基药干燥动力学·····	129
二、单基药浸取动力学·····	135

881	第二节 预烘	137
181	一、预烘的质量要求.....	137
381	二、预烘设备和操作.....	137
781	三、工艺条件和各种预烘设备的优缺点.....	142
881	四、确定预烘工艺条件的原则.....	143
881	第三节 浸水	146
881	一、浸水质量指标.....	146
181	二、浸水设备和工艺条件.....	147
181	三、确定浸水工艺条件的原则.....	149
881	第四节 烘干和吸湿	151
801	一、设备和工艺条件.....	152
801	二、确定烘干工艺条件的原则.....	154
781	三、吸湿工艺的特点.....	155
008	第五节 药粒的输送	156
108	一、气流输送.....	156
808	二、水流输送.....	157
808	三、斗式传送.....	157
108	四、带式传送.....	158
108	第六节 单基药驱溶控挥的连续化	158
708	一、粒状炮药驱溶控挥的连续化.....	158
708	二、中型枪药驱溶控挥的连续化.....	162
808	本章小结	162
808	思考题	163
	第五章 单基药的表面处理	164
118	第一节 火药表面处理的作用和原理	164
118	第二节 光泽	166
818	第三节 钝感	169
818	一、钝感和光泽.....	169
118	二、筛粉.....	173
818	三、二次烘干、吸湿.....	173
818	本章小结	176
818	思考题	176
	第六章 单基药的混同、包装	177
718	第一节 混同	177
888	一、圆斗式混同器.....	178
088	二、重力式混同机.....	180
888	三、第三联动机.....	182

181	第二节 包装与贮存	183
181	思考题	184
	第七章 其它类型单基药的制造	185
181	第一节 多气孔单基药	185
181	第二节 球形药	188
181	第三节 圆片小粒药	193
181	第四节 挤压成型小粒药	193
181	本章小结	194
181	思考题	194
	第八章 溶剂回收	195
181	第一节 溶剂气体的回收	196
181	一、活性炭吸附法原理	196
181	二、设备及流程	197
181	三、确定工艺条件的原则	200
181	第二节 混合液的处理	201
181	一、蒸馏原理	202
181	二、流程及设备	202
181	三、回收乙醚、回收酒精的质量控制	204
181	第三节 提高溶剂回收率的途径	204
181	本章小结	207
181	思考题	207
	第九章 单基药生产的安全技术	208
181	第一节 燃烧与爆炸	208
181	第二节 单基药生产中的不安全因素	210
181	第三节 单基药生产工房的安全设施	211
181	一、工房间的安全距离	211
181	二、工房建筑结构	213
181	三、工房安全设施	213
181	四、设备安全设施	214
181	第四节 生产操作和劳动组织的安全措施	215
181	本章小结	216
181	思考题	216
	附录一 单螺杆挤压机设计	217
181	一、螺杆设计	217
181	二、机筒设计	225
181	三、传动部份	230
	附录二 双螺杆挤压机	232

第一章 单基火药及硝化纤维素的溶塑原理

内容提要 本章以 57 毫米高射炮用的 11/7 品号单基火药为典型，由浅入深，由特殊到一般，说明什么是单基火药；单基火药的组份和工艺流程；单基火药的成品检验。并由感性认识引出硝化纤维素的溶解塑化理论问题，为学习以后几章打下基础。

单基火药是对以硝化纤维素为单一能量成份的溶塑火药之总称。单基药中硝化纤维素约占 94~97%，其余是非能量成份。

单基火药是我国各种轻武器和多种火炮的发射能源。在常规兵器用的发射药中，单基药占有重要地位。其产量大，品种多，为人民战争和支援世界革命作出了重要贡献。

无产阶级文化大革命粉碎了反革命修正主义路线，广大革命群众在党的领导下，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，贯彻执行毛主席提出的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线和“备战、备荒、为人民”的战略方针，开展工业学大庆的群众运动，使单基药的生产、科研面貌焕然一新。新产品、新工艺、新设备和理论研究成果不断涌现。具有九十多年历史的单基火药，在中国工人阶级的手中焕发了青春。

无数事实说明：单基火药的设计、制造规律是可以认识的。只要勇于实践，善于学习，敢于登攀，可以由无知转化为有知，从自然里得到自由。

第一节 从 57 毫米高射炮用 11/7 品号单基火药讲起

毛主席教导我们：“就人类认识运动的秩序说来，总是由认识个别的和特殊的事物，逐步地扩大到认识一般的事物。”（《矛盾论》）

现在我们先了解一下 57 毫米高射炮用的单基药概况。

57 毫米高射炮是一种小口径高射炮。每发炮弹的药筒内散装有不超过 1190 克的 11/7 品号单基药粒。

“11/7”是单基药的品号标记。分母表示火药单体的孔数。分子表示火药单体的燃烧层近似厚度（以 1/10 毫米为单位）。11/7 表示是七孔粒状药，燃烧层近似厚度是 1.1 毫米。药形见图 1—1。此外，有的品号药还有中文字的辅助标记，表示火药组份或药形的特点。管状药还有药管长度的标记（以厘米为单位）。各种品号单基药列于表 2—7。

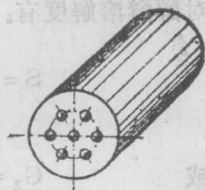


图 1—1 七孔粒状药

一、11/7品号单基火药的组份

11/7属于大品号粒状炮药，其组份含量列于表1—1。硝化棉由1号硝化棉和2号硝化棉混合组成。考虑到武器能量的要求，火药制造的可能性和减少对炮管的烧蚀，混合硝化棉的平均硝化度控制稍低，在204~207.5毫升/克范围（工厂经常控制在206~207.5毫升/克）。混合硝化棉的醇醚溶解度控制稍大，为34~45%。

表 1—1 11/7品号单基药配方

组 份	火 药 中 含 量 %
硝 化 棉	94.5~95.5
二 苯 胺	1~2
内 挥 发 份	<0.9
外 挥 发 份	1.0~1.8
总 挥 发 份	>4.5

混合硝化棉的平均硝化度K和平均醇醚溶解度S，用下面公式计算。

假设1号棉的硝化度和醇醚溶解度分别为 K_1 和 S_1 。2号棉为 K_2 和 S_2 。混合棉中1号棉的百分含量为 $G_1\%$ ，2号棉百分含量为 $G_2\%$ 。

对硝化度有：

$$K = K_1 \frac{G_1}{100} + K_2 \frac{G_2}{100}$$

因为：

$$G_1 = 100 - G_2$$

代入得：

$$K = K_1 - \frac{K_1 - K_2}{100} G_2 \quad (1-1)$$

或

$$G_2 = \frac{K_1 - K}{K_1 - K_2} \times 100 \quad (1-2)$$

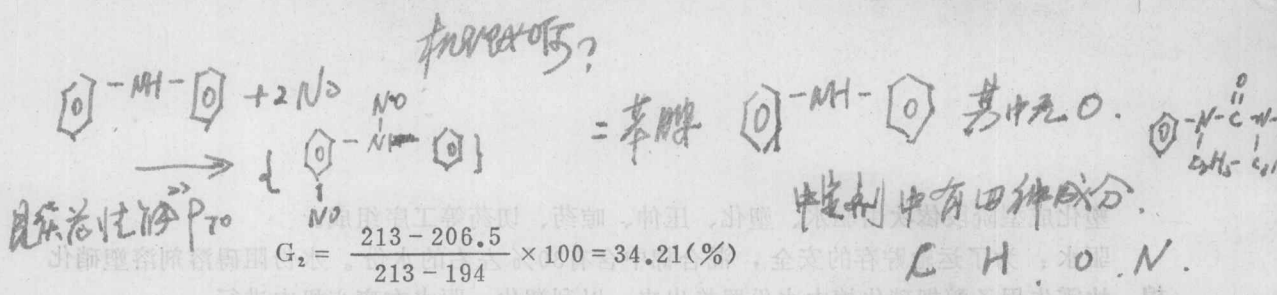
对醇醚溶解度有：

$$S = S_1 + \frac{S_2 - S_1}{100} G_2 \quad (1-3)$$

或

$$G_2 = \frac{S - S_1}{S_2 - S_1} \times 100 \quad (1-4)$$

现有某批1号棉，硝化度为213毫升/克。某批2号棉，硝化度为194毫升/克。若要配成平均硝化度为206.5毫升/克的11/7用混合棉，其2号棉含量可用(1-2)式估算；



通常，11/7品号控制1号棉的硝化度为212~214毫升/克，2号棉硝化度为193~195毫升/克。这样，混合棉中2号棉含量在32~37%范围内。所以单基火药11/7中，1号棉约为60~65%，2号棉约为30~35%，其余为附加组份。

二苯胺是单基药的化学安定剂。在火药贮存过程中，它能与硝化棉分解出的具有催化作用的NO气体相结合，阻止硝化棉加速分解，延长单基药的贮存年限。

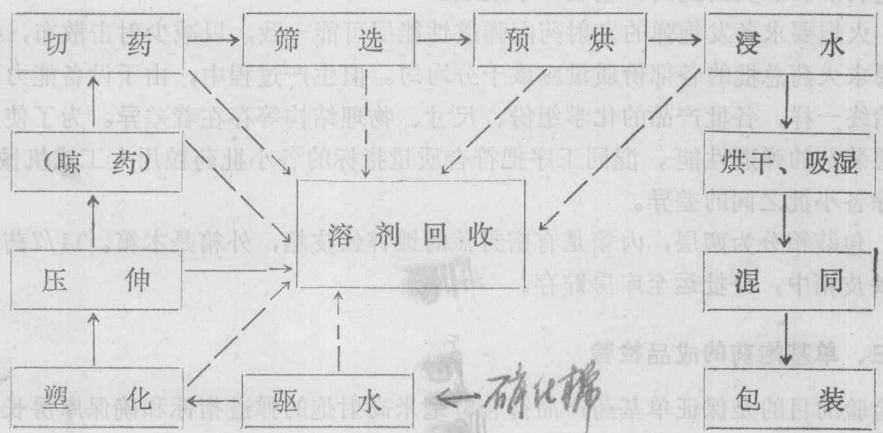
单基药中的挥发份是乙醇、乙醚、水份等易挥发成份的总称。乙醇和乙醚是单基药制造过程中，为使混合棉溶塑成为可塑性药料而加入的溶剂。在单基药成型后，大部份溶剂被逐渐驱离药粒，加以回收；极少部份溶剂让其留在药中，控制一定含量，成为单基火药的组份。

单基药中挥发份通常用“总挥”、“外挥”和“内挥”表示。火药在95℃加热6小时，所失去的挥发性成份，叫做“外挥发份”，简称“外挥”；在95℃，烘6小时，仍留在火药中的挥发份，叫做“内挥发份”，简称“内挥”；外挥与内挥之总和称为“总挥”。为了缩短工序分析周期，以适应连续化生产的要求，挥份的分析方法已有改变。根据火药弧厚大小，可用110℃，分别烘1~3小时，来测定工序样品的外挥值。内挥值也可用仪器分析。

二、11/7品号单基火药的工艺流程

大粒炮药的工艺流程由塑化成型阶段，驱除溶剂控制挥发份阶段，和混同包装阶段组成。另外还有一个辅助部份——溶剂回收。

流程示意图如下：



苯胺缺点，碱性，和NC发生皂化反应。控制剂如何？

塑化成型阶段依次由驱水、塑化、压伸、晾药、切药等工序组成。

驱水：为了运输贮存的安全，混合棉中含有30%左右的水份。水份阻碍溶剂溶塑硝化棉，故需先用乙醇把硝化棉中水份置换出来，以利塑化。驱水在离心机中进行。

塑化：在含有酒精的硝化棉中，加入二苯胺乙醚溶液，配成醇醚溶剂，在机械作用下，使混合棉变成一定可塑性的药料。同时将二苯胺均匀分布于药料中。

压伸：用压伸机（螺压机或水压机）挤压药料，使其进一步塑化密实，强迫药料通过模具，制成一定密度的有七个孔的圆柱形药条。

晾药：在一定温度和相对湿度的工房内，让药条挥发掉一些溶剂，使其软硬适当，保证切断时不变形。有的切药机可切未经晾药的药条，就可取消这一工序。

切药：用旋转刀片将药条切成一定长度的药粒。

筛选：用筛网（振动筛或辊筒筛）筛除切药产生的超过规定指标的过长过短药粒。有的厂将筛选工序放在预烘之后。

驱溶控挥阶段依次由预烘、浸水、烘干吸湿等工序组成。单用烘干法驱除溶剂，周期长，不安全；而直接用水浸取溶剂，药粒表面收缩不好，会造成药粒表面疏松多孔，破坏火药结构。因而采用烘—浸—烘三步法。

预烘：用一定湿度、较低温度的热风干燥药层，驱除大部份溶剂，使药粒正常收缩，并具有适当的表面结构。

浸水：用温水（或水汽）浸取药粒内部的溶剂，加快驱溶速度，控制药的内挥含量，使药粒结构定型。

烘干、吸湿：用热风干燥湿药粒。最后通入高湿度的空气，使药粒吸附一定水份，控制外挥含量。

混同包装阶段依次由混同、包装工序组成。

混同：火炮要求各发炮弹的发射药内弹性性能尽可能一致，以减少射击散布，提高命中率。因而要求火药总批的各部份质量应该十分均匀。但生产过程中，由于设备能力和操作水平不可能始终一样，各批产品的化学组份、尺寸、物理结构等存在着差异。为了使总批质量均匀和调整装药的弹道性能，混同工序把符合质量指标的各小批药粒用人工或机械反复混匀，以消除各小批之间的差异。

包装：包装箱分为两层，内箱是有密封盖的镀锌铁皮箱，外箱是木箱。11/7药粒按规定重量装入铁皮箱中，分批运至库房贮存。

三、单基炮药的成品检验

成品检验的目的是保证单基药产品符合57毫米高射炮的弹道指标和确保库房长期贮存过程中的安全。

检验项目包括：外观、尺寸检查；火药组份全分折和化学安定性试验；弹道性能测试等。11/7品号的检验结果必须符合表1—2指标。检验方法概述如下。

1. 外观、尺寸检查

任意选取规定数量的药粒，用测量显微镜测量每颗药粒的外径、孔径和燃烧层厚度。用

千分卡测量药粒长度。取其平均值作为药粒尺寸的测量结果。

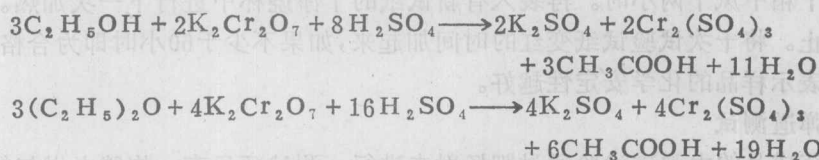
将每批成品箱以若干箱（20箱）为一组，分成若干组。每组中任意选一箱，取出5公斤药粒。分别仔细挑出过长、过短药粒，其它品号药粒，连颗药粒，不规则药粒和杂质等，分别称量，计算它们的百分含量。根据各组检查结果，计算平均含量。

2. 理化分析

在总批中选取5箱，每箱各取一定数量样品作理化分析。分析项目包括：内挥含量、外挥含量、二苯胺含量和化学安定性试验。

测定外挥含量：用已知重量的称量瓶，准确称取10克左右样品（准确至0.001克）。在95~100℃恒温烘箱中干燥6小时，冷却后准确称量。干燥后样品损失的重量与干燥前样品重量之百分比，即为外挥含量。

测定内挥含量：一般采用重铬酸钾比色法。称取5克已破碎的样品（准确至0.01克），用40毫升30%的NaOH溶液皂化。加热将试样中溶剂蒸出。醇醚溶剂蒸气被抽至装有准确计量5毫升浓硫酸的吸收管中，被硫酸吸收。在4~5支比色管中，各加入0.1毫升的硫酸吸收液，用滴定管在各支比色管中加入不同体积的重铬酸钾硫酸溶液（各管相差0.1毫升），仔细摇匀后，将比色管放到沸騰水浴中加热5分钟。此时，乙醇与乙醚与重铬酸钾硫酸溶液发生如下化学反应：



具有特殊桔红色的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 离子，被完全还原为绿色的 Cr^{3+} 离子。当 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 离子有过剩时，一部份可能被还原为黄色的 CrO_4^{2-} 离子。取出比色管目视比色，呈浅绿色而微带黄色的一支，表示加入的重铬酸钾正好全部被乙醇、乙醚按上述反应完全还原。用该管加入的重铬酸钾硫酸溶液的体积数，换算求得火药的内挥含量x：

$$x = \frac{100\text{VFK}}{0.1 \times 1000} = \text{VFK} (\%) \quad (1-5)$$

式中：V——浅绿色微带黄色那支比色管中加入的重铬酸钾硫酸溶液的体积（毫升）；

F——重铬酸钾溶液修正系数（用乙醇硫酸标准溶液测得）；

K——不同品号火药的换算系数。按燃烧层厚度范围，11/7取1.7。

测定二苯胺含量：用碘量法。称取5克已破碎的试样（准确至0.01克），加入250毫升10%NaOH溶液加热皂化，将蒸馏冷凝液接到分液漏斗中，分液漏斗内加10~15克NaCl和30毫升乙醚。二苯胺溶解于乙醚中。蒸馏到烧瓶内液体剩余50毫升时为止。冷却后用少量乙醚洗涤冷凝管和牛角管，洗涤液一并倒入分液漏斗。紧塞分液漏斗，摇晃1~2分钟，静置后，放掉下部食盐水，将二苯胺乙醚溶液移至锥形瓶中。在50~55℃水浴上蒸去乙醚，当溶液体积剩至2~3毫升时，冷却，加入50毫升乙醇溶解二苯胺，再准确加入25毫升KBr-KBrO₃溶液，在20±3℃下恒温10~15分钟。加入5毫升盐酸，加盖用力摇晃30秒，迅速

加入10毫升碘化钾溶液，使 Br_2 变为 I_2 。摇匀后，立即用0.1N的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定。滴到溶液呈浅黄色时，往瓶中加入淀粉指示剂， I_2 与淀粉作用呈蓝色，继续滴定到蓝色刚好消失，记下用去的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液体积 V_1 。

在完全相同条件下，取50毫升乙醇做空白试验，记下所消耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液体积 V 。

二苯胺含量 x 用下式计算：

$$x = \frac{(V - V_1)N \times 0.0211}{G} \times 100 \quad (\%) \quad (1-6)$$

式中：N—— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的当量浓度；

G——试样重量(克)；

0.0211——二苯胺的毫克当量值(克)。

化学安定性试验：采用维也里试验法。在特制的维也里烧杯下部，放一张蓝色石蕊试纸。将10克样品装入烧杯，压紧杯盖，放到温度为 $106.5 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 恒温器内的旋转盘上。定时观察试纸颜色，记下试纸变红的时间。

维也里普通法只加热一次，7小时内试纸不变红即为合格。维也里加速重复试验要重复加热十次，每次7小时。加热7小时内如果试纸不变红，则取出烧杯，将样品倒在铝盒内，放到风干箱中风干两小时。再装入有新试纸的干净烧杯中进行下一次加热。每次加热至试纸变红为止。将十次试验试纸变红的时间加起来，如果不少于60小时即为合格。时间(小时数)越长，表示样品的化学安定性越好。

3. 弹道测试

火药成品的内弹道试验通过靶场射击进行。测试项目有：炮膛内燃气的最大压力 P_m (简称膛压)，弹丸出炮口瞬间的速度 v_0 (简称初速)。最后确定该批药的装药量。并计算初速的或然误差。

初速是弹丸达到一定射程、射高和具有一定穿甲能力的主要内弹道指标。确定11/7品号装药量时，必须首先保证弹丸初速等于1000米/秒。

膛压由火炮身管和弹丸所能承受的机械强度所规定，又是解脱引信保险、防止炸药承受过大应力的保证。57毫米高炮在初速等于1000米/秒时，规定平均膛压不得超过3100公斤/厘米²是根据上述原则确定的。单发最大膛压的指标也考虑了这些因素。

初速或然误差和单发最大膛压指标用来衡量该批装药弹道性能的一致性，以保证射击精度。

测定初速可采用铜丝靶网——电子测时仪法。

在离炮口一定距离(20米)的地方设立两个靶网，两靶间隔一定距离。靶网缠有直径0.2毫米的镀银铜丝，网丝间隔小于1/4弹径。测试时网丝上通以电流。当弹丸穿过第一靶时，截断网丝产生信号，使电子测时仪开始记时。弹丸穿过第二靶时，截断网丝产生信号，使测时仪停止记时。电子测时仪记下的时间即为弹丸在一、二靶间飞行的时间。两靶距离除以飞行时间即得弹丸在两靶中点处的平均速度。用外弹道公式修正空气阻力引起的弹丸速度下降量，求得炮口初速 v_0 。

$$v_0 = v_c + \Delta v_c \quad (1-7)$$

$$\Delta v_c = \frac{id^2 X_c}{q\Delta D(v)} \times 10^4 \quad (1-8)$$

式中： v_c ——两靶中点平均速度（米/秒）
 Δv_c ——空气阻力引起的速度降（米/秒）
 i ——弹丸的弹形系数
 d ——弹丸直径（米）
 X_c ——炮口到两靶中点的距离（米）
 q ——弹丸重量（公斤）
 $\Delta D(v)$ ——空气阻力定律函数的增量。57高炮弹丸查1943年式空气阻力定律表。

59年式57毫米高射炮弹丸的 $i = 1.3$ ； $d = 0.057$ 米； $q = 2.8$ 公斤。

测定膛压用铜柱测压法。

铜柱用高纯度紫铜制成，利用铜柱在火药燃气压力作用下产生的压缩变形量测定压力。57高炮使用直径8毫米，高13毫米的圆柱形铜柱。测压前，铜柱先在两个已知压力下预压，两个压力相差200公斤/厘米²，最大预压压力比欲测膛压低200~300公斤/厘米²。根据两次预压的铜柱压缩量，测出该枚铜柱的特性系数 α 。 α 表示铜柱在最大预压压力附近，每形变0.01毫米所对应的压力值。将铜柱装到测压弹中，测压弹放到药筒的底部（活塞要向上），然后装药，弹丸与药筒紧口。射击后找到测压弹，取出其中铜柱，用千分卡测量压缩后的铜柱高度。用 α 值计算对应的膛压值。

由于膛压、初速与药的温度有关，测试前，试样箱需在一定温度的恒温室内存放48小时。由于药筒内放入了测压弹，而药温等装填条件也不可能完全符合标准条件，所以实测的膛压、初速值还要用经验公式换算成标准条件下的膛压、初速，以便在相同装填条件下进行比较。

经验公式是火炮定型时，通过大量射击，从实测数据整理得到的。57高炮的经验公式如下：

$$\frac{\Delta P_m}{P_m} = 2.73 \frac{\Delta \omega}{\omega} - 1.85 \frac{\Delta W_0}{W_0} + 0.86 \frac{\Delta q}{q} + 0.005(t - 15) \quad (1-9)$$

$$\frac{\Delta v_0}{v_0} = 0.76 \frac{\Delta \omega}{\omega} - 0.21 \frac{\Delta W_0}{W_0} - 0.28 \frac{\Delta q}{q} + 0.0008(t - 15)$$

式中： P_m ——膛压； v_0 ——初速； ω ——装药量； W_0 ——药室容积；
 q ——弹丸重量； t ——火药温度（℃）。

以上参量都用实测值代入公式。 ΔP_m 、 Δv_0 、 $\Delta \omega$ 、 ΔW_0 、 Δq 分别表示各量的实测值与修正值之差值。

经过经验公式修正得到的初速、膛压值还只是该靶场在这次射击条件下得到的标准装填

条件的数据。由于全国各靶场、各天的射击条件（火炮加工质量及磨损程度，弹药装配，测试仪器，气象条件等）不可能完全相同，同一批药在不同条件下射击，可能有不同的初速、膛压值。为了消除射击条件差异对测试结果的影响，在射击被试装药前，必须先用全国统一的标准装药射击一组，以测定当日修正量，并检查试验条件。

标准装药是用严格的工艺条件制造的质量较高的同品号火药，经全国多个靶场多次射击，得出一个较为准确的弹道性能数据作为标准数据。当天用规定重量的标准装药射击测得的膛压、初速值如果与标准数据有差别，这表示当天的测试条件与标准数据测试条件有差异，这个偏差值就叫作膛压、初速的当日修正量。

当日修正量 = 标准数据 (P_m' , v_0') - 标准装药当日标准装填条件的实测值 (P_m, v_0)

试样的实测值加上对应的当日修正量才是正式检验数据。

57高炮药任选五箱作弹道试样。每箱取药装配一发弹，五发为一组，一组射击结果取算术平均值即得平均膛压和平均初速。初速或然误差的计算公式如下（准确至0.01）：

$$\gamma_{v_0} = 0.6745 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_{cp} - v_i)^2}{n-1}} \quad (1-10)$$

式中： v_{cp} ——一组平均初速（米/秒）；

v_i ——单发初速（米/秒）；

n ——组发数。

根据测试结果，用经验公式（1-9）求出该批产品初速为1000米/秒时的装药量。并以这个装药量，每箱装配一发，组成一组进行射击，测得的平均初速若与1000米/秒相差小于 $\pm 0.7\%$ ，试验即告结果。如果该组射击的平均膛压不超过3100公斤/厘米²，单发最大膛压不超过3320公斤/厘米²，初速或然误差不大于2.8米/秒，装药量不超过1190克，则该批产品即可验收。

上面我们简要地介绍了11/7品号的组份、生产流程和成品检验全过程。由于每一事物内部不但包含了矛盾的特殊性，而且包含了矛盾的普遍性，普遍性即存在于特殊性之中。因此在11/7品号的特殊性中包含了单基药的许多共性，它使我们对单基火药有了一个感性认识。

毛主席指出：“我们的实践证明：感觉到了的东西，我们不能立刻理解它，只有理解了的东西才更深刻地感觉它。”（《实践论》）以上我们只是从现象上、外部联系上直观认识单基火药“是什么”的问题。通过下厂参加劳动和技术革新，在实践中必定会使认识不断深化，由感性认识发展到理性认识。

第二节 硝化纤维素的溶解塑化原理

制造单基药为什么要加醇醚溶剂？溶剂加入多少为宜？怎样加速硝化棉的塑化？这些都是单基药设计、制造中首先遇到的问题。为了认识这方面的规律，这一节先研究硝化纤维素的溶塑原理。

胶体的性质如何，

一、硝化纤维素的溶塑机理

硝化纤维素是一种蓬松状的纤维。十九世纪有人曾用压制黑火药的方法，将硝化纤维素压成硬块，企图使硝化纤维素变为火药。试验证明：即使在高压下压成密度为 1.2克/厘米^3 的棉饼，在密闭情况下点燃后仍然容易由燃烧转爆轰。1884年开始用乙醇和乙醚混合溶剂处理硝化纤维素，制成了密度约为 1.6克/厘米^3 ，具有一定形状的火药单体，使硝化纤维素实现了有规律的燃烧。

人们对于硝化纤维素与溶剂作用机理的认识是逐步深化的。过去长时期里曾用胶体化学理论解释单基药的加工过程，至今工厂中仍习惯用“胶化”称呼硝化纤维素的塑化过程，这是不正确的。近代高聚物溶液理论应用于硝化纤维素溶液的特殊体系，才形成硝化纤维素溶塑的现代概念。

大量实验证明：硝化纤维素与溶剂形成的稀溶液不是胶体，而是大分子真溶液。根据是：

(1) 用硝化纤维素稀溶液测硝化纤维素的分子量，测得的结果是单个大分子的分子量，而不是许多大分子聚集体的分子量，这证明硝化纤维素在稀溶液中已分散为分子状态。

(2) 溶胶属于热力学不稳定体系，胶粒有自发凝聚成大颗粒的趋势，凝聚是不可逆的，一旦凝聚后不能自动变成溶胶；真溶液是热力学稳定体系，溶解过程是可逆的。实验表明，硝化纤维素溶解是可逆的，随温度、压力等变化，溶液状态也跟着变化，条件恢复，状态也恢复。当溶解达平衡后，如果没有其它影响，溶液的浓度不随时间而变化。这些都说明硝化纤维素稀溶液是热力学稳定体系。

(3) 若把硝化纤维素分级处理，各级份在溶解达平衡状态后，其溶液可应用相律。

(4) 硝化纤维素稀溶液具有沸点升高，冰点降低等一般真溶液的共性。

但是硝化纤维素溶液也有一些和溶胶相似的特性，例如扩散很慢，难于透过半透膜，渗透压和冰点降低很微小，在强的重力场中会发生沉降，以及浓溶液性质随时间而有所变化等。这是因为硝化纤维素溶液是高分子溶液，它与小分子溶液比较，有如下特殊性：

(1) 硝化纤维素的分子量和聚合度很大，大分子尺寸约为 $10^{-7} \sim 10^{-5}$ 厘米，这正好同胶体质点的尺寸相当；

(2) 硝化纤维素分子具有多分散性，很不均一，因而溶解性质也不一致，如果不分级，真溶液特性不明显；

(3) 大分子的活动性小，溶解扩散平衡所需要的过渡时间很长。在未达到溶解平衡之前，往往真溶液的特性不典型。

然而，硝化纤维素溶液的本质毕竟是真溶液，这种本质存在于一切过程中，这是绝对性；特殊性则是相对的。我们要把握住硝化纤维素溶液的本质，同时又要充分认识其特殊性。“这一共性个性、绝对相对的道理，是关于事物矛盾的问题的精髓，不懂得它，就等于抛弃了辩证法。”（《矛盾论》）

硝化纤维素的溶解过程不同于小分子物质的溶解过程，也具有其特殊性。

硝化纤维素的溶解过程可分为三个阶段。

(1) 溶剂化 硝化纤维素与溶剂混合时, 由于两者分子量悬殊, 扩散速度相差很大, 因此先是溶剂分子进到硝化纤维素之中, 硝化纤维素吸收溶剂, 溶剂分子与硝化纤维素大分子链节上的基团相互发生作用, 在大分子周围形成溶剂化层, 这个过程称为“溶剂化”。溶剂化过程伴随有热效应, 通常是放热反应。热效应的大小决定于溶剂与大分子之间的作用能和溶剂分子、硝化纤维素大分子各自的结合能。

(2) 溶胀 (有限膨润) 随着溶剂不断扩散到硝化纤维素大分子周围, 大分子链节被逐渐隔开, 大分子间距离增大, 硝化纤维素的体积变大, 重量增加, 但仍保持原来的外形。这阶段称为“溶胀”, 或有限膨润。

(3) 溶解 (无限膨润) 随着溶胀的充分进行, 大分子间距离不断增大, 使大分子间的作用力削弱, 少量氢键被破坏, 最后大分子相互完全分离, 借热运动扩散到溶液中去, 这时达到了溶解阶段。硝化纤维素溶解过程示意模型见图 1—2, 显微照相见图 1—3。

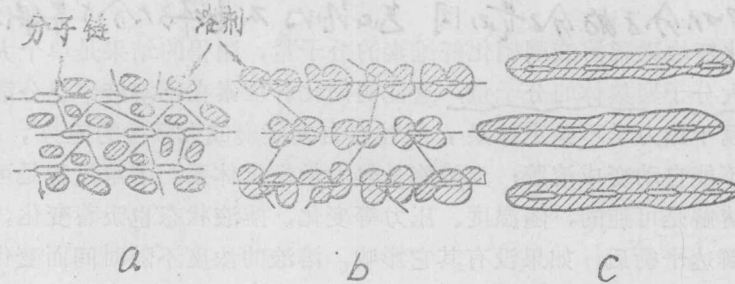


图 1—2 硝化棉溶解过程示意图

有时, 硝化纤维素吸收某种溶剂到一定程度后, 就不再吸收溶剂, 这时存在两相, 一相为被溶剂膨润的硝化纤维素相, 另一相为溶有少量硝化纤维素的溶剂的液相。两相保持溶胀平衡, 这种现象称为“有限溶胀”。硝化纤维素在大多数溶剂中的溶解度是有限的, 而溶剂溶于硝化纤维素也是有限的, 这时形成的溶液也成两相, 称为“有限溶解”。只有少数强极性溶剂能够完全溶解硝化纤维素。

因此, 由于溶剂种类和数量不同, 硝化纤维素的溶解过程不一定都具备三个阶段, 要具体情况具体分析。

硝化纤维素火药体系并不是稀溶液, 而是增塑体系。

使硝化纤维素的软化点降低, 可塑性和流动性增大的过程称为对硝化纤维素“增塑”。增塑也是一种溶解过程, 即增塑剂部分或全部溶于硝化纤维素中。形成一种非常浓的高分子溶液。增塑剂削弱了大分子



图 1—3 未细断硝化纤维素膨润和溶解的各个阶段照相