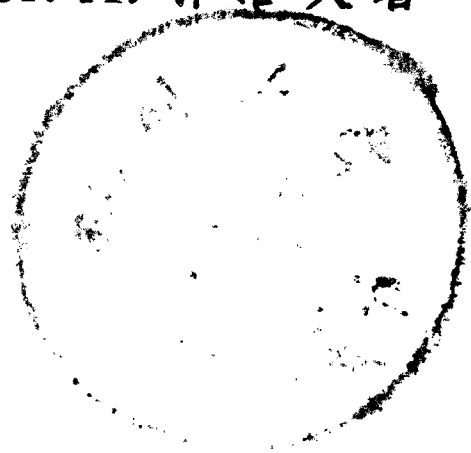


燃烧器材

A. П. 郭洛夫著

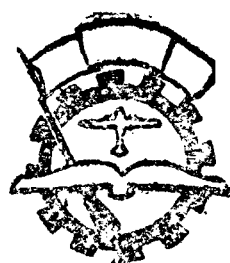


国防工业出版社

燃 烧 器 材

A. П. 郭洛夫 著

惲玖、李祐新、胡允珍 译



國防工業出版社

А. П. Горлов
Зажигательные средства их применение и борьба с ними
Издательство наркомхоза РСФСР 1943

*

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

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 6 $\frac{15}{16}$ 印張 147千字

1959年3月第一版

1959年3月北京第一次印刷

印數: 0,001— 1,800 册 定價: (11) 1.10 元

№ 2138

目 录

序	5
緒 論	6
第一章 燃燒物質和燃燒劑	14
1. 燃燒物質的一般性能	14
2. 磷, 磷溶液和化合物	17
3. 可燃金属和合金	25
4. 有机易燃物	38
5. 燃燒器材中采用的氧化剂	43
6. 含氧的燃燒剂	48
第二章 燃燒器材的構造及裝藥	71
1. 燃燒航彈	72
2. 燃燒枪彈	115
3. 特种航空燃燒器材	119
4. 燃燒炮彈及迫击炮彈	124
5. 燃燒榴彈及火箭	132
6. 噴火器和燃燒地雷	138
7. 破坏性燃燒器材	149
第三章 轟炸的方法, 種類, 及其特點	154
1. 轟炸的种类	154
2. 轟炸机在现代战争中各种条件下的用途	159
3. 空襲的方式	165
4. 德国空軍空襲苏联城市的特点	166
第四章 燃燒航彈對於建筑物的破壞作用	168
1. 燃燒航彈的穿透力	169
2. 燃燒航彈在頂樓中的作用	177
3. 燃燒航彈在上層楼房中的作用	178

4. 燃燒航彈在樓梯中的作用	179
第五章 燃燒器材的防禦	180
1. 防禦航彈燃燒作用的預防措施	180
2. 撲滅燃燒器材的組織措施	182
3. 撲滅由燃燒航彈引起的火災的物品與方法	189
4. 戰時群眾組織消防措施	207
附 錄	213

序

空襲器材逐年均愈趨完善；防禦方法已落在它的後面，不過也在前進和改善。

修訂本書第一版的目的是要反映近年來軍事縱火技術的發展情況，闡明防禦燃燒器材的經驗和使它不致為害與消滅它的方法，以及向廣大讀者群眾介紹一下大量的實驗工作和千百萬蘇聯公民於正在進行着的衛國戰爭中所取得的撲滅與消滅燃燒航彈的實際經驗。

這項工作的重要性，還在於直到目前為止，在廣大人民群眾中對於燃燒劑與燃燒器材的理解仍很膚淺，更不要提及其使用戰術和防護方法了。

趁此機會我謹向在有關德國燃燒航彈的裝藥與構造方面給予幫助和指导的少校工程師 П.Ф. 斯捷潘諾夫同志和在有關防禦燃燒器材的方法方面提供補充意見及詳細材料的上尉工程師祖也夫同志表示衷心的感謝。

本書是供大專學生、防空與消防工作方面的指揮人員與領導人員閱讀，也可用作高等工業學校和專科學校的教科書。

А. И. 郭洛夫

緒 論

远在火药和枪炮发明以前，燃烧器材就已开始作为军用武器使用。最初用火焰作为进攻和防禦武器还是在太古时代。古代历史学家讲到，过去在战争中，为了消灭和烧毁房屋及被包围的堡垒，曾经使用过各种易燃物质（树脂，硫黄，麻屑，油，木头），甚至还使用过纵火机器。在四世纪末时，开始使用石油和瀝青作为燃烧物质，而在十二世纪时，就已经有使用硝酸钾（称为“中国雪”）的记载了。

“希腊火”的发明是这个纵火技术萌芽时期最有意义的一种燃烧器材。“希腊火”是利用虹吸管（特种喷火器）或装在燃烧罐中投到敌人方面去。关于希腊火及其奇效药，有无数的神话传说，但是关于希腊火真实药剂的确实资料却没有。

十五世纪中叶，火药发明以后，开始采用灼热石丸作燃烧器材；射出前先把石丸在石灰窑中烧热。十六世纪中叶已出现了金属燃烧弹，这种金属燃烧弹是由两半球构成的，其中装以易燃物，并装有带引火线的引信。当命中目标时，弹丸破裂，药剂即燃烧。

十七世纪后半期，在燃烧器材的进一步改进和发展方面出现了低落现象。低落的原因在于，在这个时期，炮用爆炸器材的功用比较臻于完善了，因此，对于燃烧器材的注意力便大大地减少了。直到十八世纪末，这方面的研究才又重新开始活跃起来，因而出现了燃烧炮弹。

随着膛线火器的发明，在上一世纪的六十年代末，燃烧

炮弹的构造有了极大的改变。在某种程度上来说，这种改变是由普法战争所促成的，在该次战争中，燃烧炮弹起了重大的作用。这时已经制成了装燃烧剂的新型炮弹（榴弹），燃烧剂是从弹的头部和侧孔中喷射出来。在燃烧剂的成份中含有：硝石，硫黄，瀝青，黑药粉，粒状药，细麻屑。在英国发明了榴霰弹，弹中最初装的是浸过石蜡的布卷与用硝石、硫黄和石蜡制成的燃烧剂。在新型燃烧炮弹中装的是带状无烟药，硝化纸，金属粉的混合物，树脂与硝石等。例如俄国的“布兰捷尔”燃烧弹，点燃燃烧弹用的为：带状无烟药、硝化纸、浸过硝酸铅和重铬酸钾溶液的芯线、装特制燃烧剂的引信筒等。

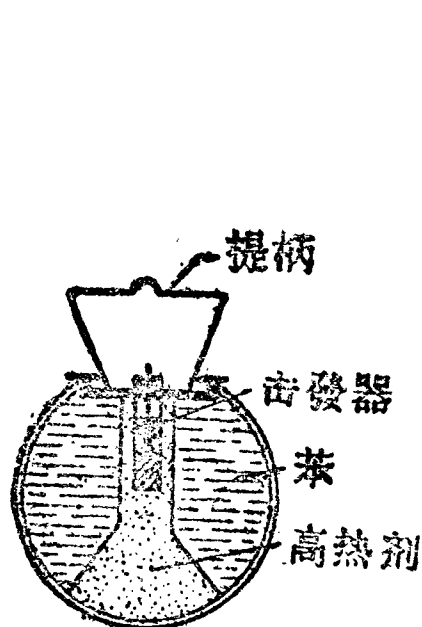


图 1

圆形燃烧航弹。

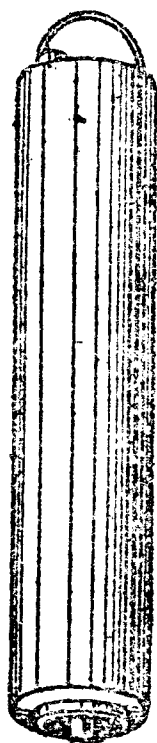


图 2

圆柱形燃烧航弹。

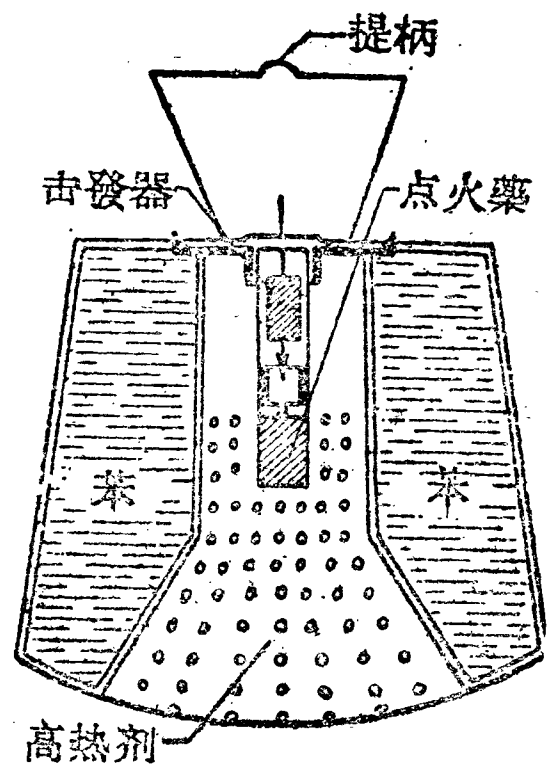


图 3

德国“捷柏林”燃烧航弹。

在廿世纪的头十年中，随着飞艇制造业和飞机制造业的发展，德国开始加强了对于燃烧弹的构造的研究。例如在烧毁气球用的克虏伯炮弹中所装的不只有燃烧剂，同时还有

曳光剂。

1914~1918年的帝国主义大战对于燃烧器材的进一步改进是一个极为有力的推动。从这时起，首次开始采取了从飞机上投掷燃烧器材的方法。战争初期曾应用过燃烧航弹，其重量不大，种类不多，构造也不完善。在最早的一种圆形燃烧航弹上装有马衣，以它作为弹尾。直到战争的最后几年，这种不良的弹形(图1)才改为圆柱形(图2)，后来又改成为长鱼雷形。这些航弹大部分装的都是液体燃料，一部分为点燃液体燃料用的高热剂。世界大战开始时德国的“捷伯林”式燃烧航弹如图3。

弹壳是白铁皮的，里面装苯，苯中加瀝青和地腊。用装高热剂的燃烧筒作点火管。为了使炮弹稳定，在提柄上系上一面“旗”——一卷数公尺长的棉布。弹重10公斤，由两个主要部分组成：里面一部分是用铁皮制的漏斗状杯，漏斗的形状是上小下大，里面装高热剂与点火装置，另一部分是白铁皮制的环状貯苯器。两部分结合在一起，下面是凸出的牢固的底，上面是盖。弹体上缠以麻绳。高热剂燃烧时把弹壳烧穿，把苯点燃起来。

在战争的后几年中，已开始用瀝青与粘性较大的碳氢化合物的混合物来代替易燃的液体苯，同时，航弹也有了斜桨式的弹尾。战争的长期性、飞机的作用的增长以及飞机制造方面的成就都有力的推动了进一步改进燃烧器材构造和采用新的混合燃烧剂的研究工作。在燃烧器材技术方面这一研究和探索的高潮一直继续到战争结束。近十年来，在燃烧器材方面最突出的改进之一是镁铝合金高热剂的混合使用。由于有了混合使用的方法，在许多情况下，便有可能最大限度地减少

航弹的无效重量(由于使用镁铝合金弹体)和得到最高的燃烧效应。

燃烧器材改进得虽然这样快,但现代的航空技术发展得更快。

在航空技术方面,正在以迅速的速度争取飞行的高度。现在飞机飞行的高度已经达到了对流层,紧跟着即将是征服同温层了。

现代航空技术在连续飞行方面获得了极大的成就。例如,有种飞机能连续飞行数千公里不降落。飞机的装备有极其迅速的发展和改进。现代飞机的专门装备使飞机可以在白日和黑夜的任何时间和在任何的气象条件下进行飞行。

由于飞机质量上的提高和技术上的改进,已经成为一种独立的和威力很大的武器了。航空技术上的巨大成就已使这种武器获得了与其他武器同等的地位,并且能够配合所有的武装力量进行作战。

现代的空军扩大了战场的范围,使它远远超出了炮火的射程(见表1,德国和意大利轰炸机的战术、技术诸元)。轰炸机——“飞炮”——是现代军队中的一项威胁性很大的武器。德国的“海恩凯-18”型飞机的轻型轰炸机(最大速度400公里/小时)队在半径为500公里的范围内,可以携带15吨炸弹(航程为1450公里),在1分钟到2分钟的时间内可把全部航弹投到目标上。在15吨航弹中可装7.5~8吨梯恩梯或9~10吨高热剂(10000枚到12000枚一公斤重的镁基合金高热剂燃烧航弹)。

意大利“卡普洛尼-135”(Ca-135)型双发动机中型轰炸机(最大速度440公里/小时)队在1~2分钟内能投弹达40吨(此型飞机的航程是3500公里)。在40吨航弹中可装25吨梯恩

表1 德國和意大利轟炸

飞机的制造厂 名和牌号	发动机的制造厂名、 牌号和功率	乘 員	在地面 上的最 大速度 (公里/ 小时)	最大速 度(公 里/小 时)和 计算高 度(公 尺)	巡航速 度(公 里/小 时)与 高度 (公尺)	着陆速 度(公 里/小 时)	高 度 (公尺) 和上升 时 間 (分)
德							
道倫 Do-215	2台, Даймлер-Бенц 每台1100馬力	4	420	500 4500	390 4500	110	3000 5.2
容克 Ю-88 (俯冲)	2台, ЮМО-211 每台1050馬力	4	400	480 5500	405 4000	125	5000 21
容克 Ю-87-13 (俯冲)	ЮМО-211 1050馬力	2	—	385 4000	270 4000	100	5000 12
容克 86(Ю-86)	2台, БМВ-132-ДС 每台845馬力	4	—	375 2600	330 4000	100	4000 16.0
道倫 Do-17	2台, Даймлер-Бенц 每台1050馬力	3	420	500 4000	390 4000	110	4000 8.1
海恩凱 He-111	2台, Даймлер-Бенц 每台1100馬力	4	355	440 9750	370 4000	130	4000 18.0
海恩凱 He-123 (俯冲)	БМВ-132-ДС 845馬力	1	—	360 1000	300	100	1000 1.4
海恩凱 118 (He-118)	Даймлер-Бенц 1050馬力	2	—	396 4000	335 4000	—	1000 2.8
意 大							
薩沃雅 S-79	3台, Альфа-Ромео 128 每台850馬力	6	—	425 3800	390 5000	—	3000 9.0
薩沃雅 S-79B	2台, Пьяджо РХ1 ВС-40 每台1000馬力	4	—	420 4000	368 4000	125	3000 11.4
菲阿特 BA-20	2台, Фиат А-80 ВС-40 每台1000馬力	—	375	430 5000	350 4100	100	2000 6.5
卡普洛尼 Ca-135	2台, Пьяджо РХ1 每台1000馬力	4	370	440 4800	—	—	4000 13.0
布列达 BA-88	2台, Пьяджо РХ1 每台1000馬力	3	—	510	450	115	5000 11.0

机的戰术技术諸元

載彈量 (公斤)	航程 (公里)	實用 升限 (公尺)	武 器			飛機 空重 (公 斤)	裝載 量 (公斤)	飛行 重量 (公斤)	飛 機 尺 寸			
			普通 機槍	大口 徑機 槍	炮				翼展 (公 尺)	長度 (公 尺)	高度 (公 尺)	機翼 面 (公 尺 ²)

国

1000	3000	9000	3	—	—	5280	3320	8600	18.0	16.3	4.8	55.0
1800	2600	9400	3	—	—	7420	3280	10700	18.4	14.4	4.8	55.0
450	1000	7420	2	—	—	2270	1130	3400	13.8	10.8	3.9	32.0
1000	2400	6800	3	—	—	5200	3000	8200	22.5	17.5	4.7	82.0
1000	2500	9000	4	—	—	4740	3360	8100	18.0	16.0	4.6	55.0
2000	3450	7900	3	—	—	5850	5450	11300	22.6	16.6	4.2	87.6
200	900	8400	2	—	—	7720	938	2658	10.5	8.6	3.4	24.9
500	1430	8500	3	—	—	2935	1015	3950	14.4	11.8	3.0	37.7

利

1476	1360	7000	2	—	1	6800	3700	10500	21.3	13.6	4.1	61.0
1250	3000	7700	3	—	—	6000	3600	9600	21.2	16.2	—	60.0
2000	3000	11000	6	—	—	6500	3600	10100	21.5	16.1	4.0	74.0
1200	—	—	3	—	—	6050	3500	9550	18.8	14.4	3.5	60.0
1000	1800	8500	3	1	—	3600	2300	5800	16.5	11.5	—	30.0

梯或30吨以上高热剂(达35000枚一公斤重的鎂鋁合金高热剂燃烧航弹)。一架飞机载弹量由3.5吨到4吨的重型轟炸机联队仅仅飞行一次所投航弹的数量就相当于由1914年到1918年四年战争中所投航弹的总和。

使用燃烧航弹的战术和实践为燃烧航弹的重量創立了一个一定的标准。现在都認為，燃烧航弹的重量不宜超过50公斤。因为对于后方的目标來說，需要的是投尽可能多的燃烧航弹(造成尽可能多的火源)，也就是說，襲炸后方与后方目标时的主要任务就是要縱起非常多的火源，使敌人仅仅依靠消防队的力量就不可能将其扑灭。要想达到这一目的，就得大量使用輕型燃烧航弹。

基于与上面同样的原因，空軍于后方作战时，实行連續襲炸的战术：一批飞机把全部燃烧航弹在目标上投下之后，紧跟着另一批飞机又飞来(梯队，波浪式空襲)。

有关新型燃烧器材的情报极为有限，因为这方面的軍事技术非常保密。直到现在，战争才揭露了这一秘密。例如，已經知道，燃烧器材有和其他杀伤器材(炸葯和毒剂)混合使用的趋向。这类混合燃烧器材应具有双重作用：一方面，使被襲击目标产生火灾，另一方面，使敌人难于进行灭火工作。

另外，同样必須記住，国外的敌人为了进行間諜工作，过去曾經制造过，而且现在仍在制造特殊的燃烧器材，以便利用一切可能的机会进行破坏活动；其中有許多种制造得十分精致，一眼看来，完全是不犯法的和平用品。

十分明显，使用大量燃烧器材襲炸城市和工业目标的主要任务是縱起无数的火源。居民点里各种积极防空器材(飞机，高射炮，防空气球等)的作用，則是压制敌人的这种企

图。当火灾终于发生时，則要求地方防空組織团结一切力量，并使他們配合消防部队，其他消防队，防空部队以及一般广大人民群众一致行动。

在空襲的条件下消防組織的机动灵活性最为重要。在空襲时，会生成成百处的火灾，职业消防队对于这样多的火灾是无法应付的。要和这样多的火灾作斗争，基本上要依靠居民消防小组，即当地的居民。消防队的防火任务，首先是保卫最重要的建筑物；消防小组的主要任务，則是在火灾开始发生时，阻止其扩大。因而消防組織在合理地建立起来之后，应规定完成一系列的訓練課目：住房地区的預防措施，理論課和实习課，直接扑灭燃烧航弹及其所引起的火灾的方法的訓練，組織一切力量（当地居民）与消防部队和防空部队等配合行动的訓練。

由于这些任务，熟悉燃烧航弹、其发展的趋向、性能 and 与其作斗争的方法，具有特別重要的意义。特別是軸心国家还正在其軍事实驗室里詭秘地狂热地研究着新的杀人武器。侵略者的疯狂是无止境的，毫無疑問，在战争中，我們还会遇到一些目前我們尚毫无所知的新的杀人武器。

在现代战争中，在很广的范围内都是以各式各样的燃烧器材配合其他进攻器材同时使用。

軍用燃烧器材分为下列主要几种：航弹、炮弹（集中燃烧榴弹和扩散燃烧榴霰弹）、迫击炮弹、火箭、手榴弹和枪榴弹、枪弹、針式航弹、特种航空燃烧器材（安普弹、播火、火雨）、安瓿发射器、噴火器、噴火地雷、火墙、燃烧筒、燃烧罐、燃烧球和破坏性纵火器材。

燃烧器材中的装药为燃烧剂、混合燃烧剂、燃烧剂与炸

藥的混合裝藥或燃燒劑與毒劑的混合裝藥。

各種武器所用的燃燒器材的種類

武器種類	使用的燃燒器材的種類
飛機	燃燒航彈，針式航彈，安瓿彈，播火，火雨，燃燒槍彈。
火炮	燃燒榴彈：集中燃燒榴彈，擴散燃燒榴霰彈。
步兵	燃燒槍榴彈，手榴彈，火箭，燃燒迫擊炮彈，噴火器，安瓿發射器，燃燒筒，燃燒罐，燃燒球。
化學部隊	燃燒迫擊炮彈，噴火器。
工程部隊	燃燒地雷，火牆。
摩托機械化部隊	噴火坦克。
游擊隊	燃燒手榴彈，燃燒筒，燃燒罐，燃燒球。

燃燒劑的主要軍事用途是縱火，並且須要不受投燃燒劑的目標的環境、條件與目標的特點的限制。

對燃燒劑的第一個戰術要求是要能夠產生極高的溫度，同時產生縱火和燒穿力很強的火焰。

燃燒劑所產生的溫度越高，其燃燒難燃目標的能力就越強。

另一個要求是對於燃燒時間的要求。每公斤燃燒劑燃燒的時間越久，其縱火作用持續的時間越久，點燃選定目標的可能性就越大。

第一章 燃燒物質和燃燒劑

1. 燃燒物質的一般性能

燃燒物質是燃燒器材發生作用的基礎，當击中目標時，

它具有点燃和燃烧的能力，产生热效应和火焰效应。燃烧剂内含有易燃物，这种易燃物可以与氧化剂（含氧的物质）混合，也可以不含氧化剂。含氧化剂的燃烧剂依靠其氧化剂的氧与其所含易燃物的燃烧而发生燃烧作用；在这种情况下，没有空气的通入，就可以产生燃烧。不含氧化剂的燃烧剂，须在有氧存在，且空气中的氧能够自由通入的条件下，当易燃物加热至燃点以后，才能产生燃烧作用。各种燃烧剂所用的易燃物可以分为下列三类：

- 1) 磷，其溶液和化合物，
- 2) 易燃金属和易燃合金，
- 3) 有机易燃物。

燃烧航弹装药所用的燃烧剂种类繁多，它可以由一类或几类代表性的易燃物组成，或者由各种燃烧物质组合或混合而组成。

燃烧器材要能产生燃烧和继续其燃烧作用，必需具备下列条件：

- 1) 具有能够燃烧的燃烧装药（燃烧物质或者构成燃烧剂的各种燃烧物质的混合物）。
- 2) 产生此种燃烧的冲量。

燃烧的起始冲能在大多数情况下是热能，它将燃烧物质或燃烧剂加热至燃点。点燃燃烧物质（燃烧剂）时所必须的热能可由外部火焰供给，或者由装燃烧物质的装置落地时所产生的火焰供给（炸弹）。

燃烧效应是燃烧物质燃烧的结果，即燃烧物质与氧化合而生成火焰和光，同时放出热。

燃烧物质（混合物）燃烧时所生成的火焰是一团气体，燃

烧过程就在这团气体中进行。

各种燃烧物质的火焰都能发光，光的强度决定于火焰中燃烧生成物或未燃物质的灼热固体微粒的含量。

由于燃烧时放出的热量使火焰的气体灼热，因此在大多数情况下，它具有较高的温度。

液体和凝固有机燃烧物质燃烧时总有火焰产生。

固体燃烧物质燃烧时所产生的火焰，是由于燃烧物质转化为气体或者分解而放出易燃气体。例如，钠(熔点 38°C ，沸点 883°)和镁(熔点 650° ，沸点 1080°)在燃烧时，参与火焰生成反应的不仅有这些金属的气体，而且还有当这些金属燃烧时所生成的灼热金属氧化物(氧化钠和过氧化钠，氧化镁)。燃烧物质燃烧时，火焰的温度随着其亮度的增长而减低，在很多情况下，亮度大的火焰的温度通常比亮度小的和无色的火焰要低些。燃烧速度也是燃烧物质的特征之一(磷的燃烧速度比等量的高热剂低)。

各种燃烧物质，或者是它在燃烧时产生的气体物质以及所有参与燃烧过程的物质的燃烧速度都是不同的。在相等条件下，燃烧速度快的气体的火焰较短，燃烧速度慢的气体的火焰较长，同时，燃烧速度快的气体的火焰比燃烧速度慢的较难扑灭。

燃烧剂燃烧的条件和其成份会影响到燃烧的因素和燃烧生成物的成份。当通入的空气不足时，得到的是：燃烧不完全的生成物、温度低、火焰稀少，或者根本没有火焰等。

因此，燃烧效应决定于许多因素，其中包括火焰的特性、火焰的温度、燃烧速度、燃烧剂中所含成份的质量和数量，燃烧的条件(缺少氧或者氧有多余)等。在很多情况下，

要获得预期的效应，氧气均感不足，因此，为了获得需要的燃烧作用和点燃燃烧剂，在燃烧器材的装药中都是采用含氧很多的氧化剂。

燃烧剂和点火药(任何一种烟火药)的基本成份是二元混合物(易燃物和氧化剂)。采用某些金属、硫化物、有机化合物等作为易燃物。采用高氯酸盐、氯酸盐、硝酸盐和其它酸的盐类，金属氧化物等作为氧化剂。当氧化剂和易燃物相互作用时，如果采用不同的附加物，或者改变附加物的数量时，可以在需要的方面和需要的时间范围内，改变反应的进行情况和速度。

上面已经讲到，氧化剂和易燃物的混合物称为二元基本混合物(见附录1)。为了得到各种作用性质不同的燃烧剂，在基本混合物中加入各种附加物，或者混合各种混合物。各种二元混合物由于所含氧化剂和易燃物的性能和百分比之不同，它们的燃烧效应和燃烧速度都不相同。

为了加强混合物的机械强度，在混合物内加入一种在压合时能粘合和胶合混合物微粒的特殊物质(活化和易燃物质——漆、干燥油、赛璐珞等；钝化物质——水玻璃、水泥等)。

须要减低混合物的活化性或敏感性(例如，对摩擦、冲击、火焰的冲击的敏感性)时，在这些混合物内可加入阻碍和延缓点燃过程的物质，这种物质称为钝感剂(石蜡、松香等)。

2. 磷、磷溶液和化合物

在军事技术方面所使用的白磷是最活泼的化学元素之一；它是一种半透明的蜡状柔软物质，淡黄色，有特殊

气味。

如把磷放于光亮处，则由于生成少量的红磷而变成黄褐色。白磷改变颜色后称为黄磷。工业用磷含有少量的碳和磷酸盐，因而呈棕褐色。磷成熔融状态时是黄绿色油状液体。磷的比重为1.83，熔点 44.2° ，沸点 290° 。磷几乎不溶于水（1立升水中溶解0.3毫克）；能溶于液氨，二氧化硫，以及磷的三卤化合物中而不起变化；它特别容易溶解于二硫化碳（20份磷溶于1份二硫化碳）。在有机溶剂方面，碳氢化合物、醇、醚、脂油、碘化亚甲基都能溶解磷。磷在醇中的溶解比例为1:100，在石油中为1:80，在石蜡中为1:70；磷易溶于苯和松节油中。当磷的二硫化碳溶液蒸发时（二硫化碳蒸发很快），在浇有溶液的物体上留下细小的磷的颗粒，它与空气中氧的接触面积很大，很易自燃，并能把其周围的二硫化碳蒸气和浇有溶液的物体点燃着。从二硫化碳溶液中析出的磷成结晶状。

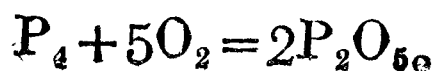
冰醋酸能溶解1%磷，甘油溶解0.2%磷。

磷的爆发点主要决定于其表面的大小。研碎的磷当温度接近零度时就能燃烧，成一整块而四面光滑的磷（铸件），须当温度超过 40° 时才能燃烧。在黑暗中磷发出淡绿色的光（光的产生是由于磷的缓慢氧化作用）。

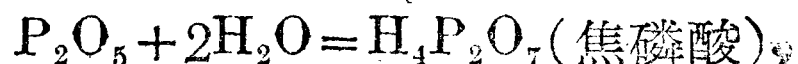
黄磷有剧毒，0.1克即能使成人致死；在进行与黄磷有关的生产工作中，在人的身体内部能够引起病理变化。

磷燃烧时生成一种浓密的难以看透的白烟。

磷完全氧化的生成物—五氧化二磷或磷酸酐是磷的最安定和最重要的氧化物。



磷酸酐的吸湿性极强，与水化合时，根据化合水的数量的不同，而生成三种酸



当磷的化合物分解时，例如，加热亚磷酸 H_3PO_3 或者使磷与苛性碱作用，就能够生成磷化氢 PH_3 。此气体中含有液体磷化氢 P_2H_2 和固体 P_{12}H_6 的蒸气(少量)。

磷化氢是无色气体，具有强烈的蒜味，很毒，在空气中能自燃。

磷的其它化合物中，应指出磷与氯、硫和金属的化合物。

磷有若干种形态，或称为变体。其中有二种是最令人注目的(其余的为中间性)：无色磷和称为基托尔弗的紫金属磷。

白磷、黄磷和红磷属于中间性的变态磷。紫磷最安定，无色磷的安定性较低，它只能由红磷的蒸气形成。

白磷几乎是无色的，微具淡黄色泽，易燃并极毒。

利用苯精制的方法在小心蒸馏的条件下，可以制得象水一样透明的白磷。它在低温下(由熔融状态冷凝的磷)硬而脆，在折断面上具有结晶结构。燃点为 60° ；它和黄磷一样须保存于水中。

白磷和黄磷具有一种特殊性能，就是能从盐的溶液中，特别是从硫酸铜 CuSO_4 (铜矾)的溶液中把金属分离出来。当硫酸铜作用于磷时，在磷的微粒上很快就能形成一层致密的铜的外皮，它对于磷能起短时间防止自燃的作用。其反应式如下：

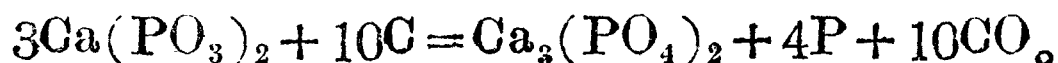


黃磷从矿物——磷灰石、磷鈣土或骨灰中制得。如隔絕空气加热，黃磷能变成赤磷。

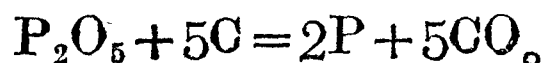
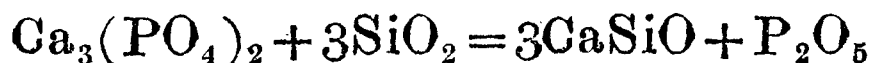
制取磷有二种方法。第一种是舍耶列制法。按照此种方法，首先用稀硫酸处理磷酸鈣或骨灰。



然后使一磷酸盐与石膏分开，蒸干，再和炭一起灼烧



第二种是維列拉制法，在电炉里于高温下制取磷



磷的技术要求

顏色	由淡黃色到暗褐色
凝固点不低于	40°
黃磷不少于	99.5%
二硫化碳不溶物不多于	0.5%
硫不多于	0.2%

将制得的成品鑄成重 5 公斤的磷块或 0.5 公斤的磷棒，包装于波紋鉄皮制成的筒中，每筒装 12.5 公斤，筒中灌滿水。鉄筒装入木箱，毛重約 77 公斤。

工业用磷內含有微量的砷、碳化合物、硅化合物。无論是軍用，或是民用工业的各个部門，都采用磷及其化合物。它們用于制造火柴、磷青銅、浮选剂、黃奎宁（代替奎宁的葯剂）、塑料、用于有机物質的合成，制造不含酒精的飲料、洗濯用的肥皂粉、濃縮肥料；制造金属防銹粉，烤制面包

粉，精制糖溶液，以及用于摄影，制造耐火木材和化学试剂等。

将白磷放在反应锅中隔绝空气，加热至 270° ，就能制得赤磷。也可用光与白磷溶液作用而制取赤磷。

赤磷比重为2.14—2.17，压力为43大气压时熔点为 590° ；纯赤磷的燃点为 440° 。它不溶于水和有机溶剂中。在空气中被氧化而生成磷酸。

赤磷与多氧的物质混合后，变成对摩擦很敏感的药剂；赤磷用于摩擦粉中、烟火器材的摩擦器及火柴上。运输和储藏赤磷时一定要使用密封的包装箱。纵火用的赤磷，质量应较高（不允许夹杂黄磷，杂质限制很严）。

赤磷是一种不定形的产物：最可能是由于紫磷在白磷中的固溶液失去结晶能力之故。在磷中有其它杂质存在的条件下，紫磷的粉碎度能使赤磷具有各种各样的颜色，随着粉碎程度的不同，赤磷的颜色由橙黄至鲜红、深红和紫色。

赤磷完全无毒，在空气中不发光，不溶于二硫化碳。

由熔融的铅中结晶出的磷，即为紫磷，或称基托尔弗金属磷，为透明的矩形结晶，具有象钢一般的兰色。紫磷也可以用水多次冲洗赤磷的方法而制得。紫磷的外观很象结晶的碘。化学性能不活泼。

紫磷完全不能溶解，在空气中不发光，于 260° 时燃烧，其熔点约为 600° 。

还有一种研究得较少的磷的变体，称为黑磷，其颜色和外形与石墨相似。这种变体磷当压力达1200大气压和温度达 $200—300^{\circ}$ 时就可制得。黑磷不能燃烧，其密度比普通白磷的密度大得多。

1914~1918年的世界大战中和目前进行的战争中，仅使

用二种形态的磷，即白(黄)磷和赤磷。由于赤磷点燃比较困难，因此曾与白磷混合使用(现在也这样使用)。这种混合物大多用来制造人造烟幕和雾，很少用于纵火的目的。

純白磷(熔融的)用于装填燃烧榴弹、榴霰弹、燃烧炸弹、迫击炮弹、燃烧和曳光枪弹等。在发烟弹中使用的白磷或黄磷成固体状态。

在很多情况下，采用磷的二硫化碳溶液。用磷的二硫化碳溶液作装药的燃烧器材，在燃烧初期，产生很猛烈的火焰；二硫化碳燃烧完后，火焰减弱(沒有二硫化碳溶剂的純磷微粒燃烧)。为了加强燃烧的效应和延长燃烧时间，在这种溶液中(二硫化碳—磷)加入煤油、灯用油，石油及其它一系列的附加物，这些附加物应不具有象二硫化碳那样的挥发性，同时还要容易燃烧及能延缓磷的燃烧过程，以此生成更多的烟。如改变溶液中各成份的比例，則可得出各种不同的混合物，有的混合物一接触空气馬上燃烧，有的須經過若干时间才燃烧。

純的及熔融状态的白(黄)磷用于燃烧榴弹和榴霰弹中，用鑄装法或将切成小块的磷放入的方法进行装药。有的磷鑄成球状。块状或球状的磷放入鋁粉內或浸入石蜡內，这样，一方面在儲藏或处理磷时能起保护作用，另一方面，可以加强火焰或延缓其燃烧过程。

磷迫击炮弹及磷手榴弹是一种适用于近战的武器。这种迫击炮弹或榴弹爆炸时造成大量烟雾，能沮喪敌人的士气；这些迫击炮弹和榴弹能烧坏衣服，并以熔融的燃着的磷的濺花烧灼身体以及使皮肤受到很大的伤害。

在曳光枪弹和燃烧枪弹中，白磷或黄磷的应用很广泛。

第一种情况下(曳光枪弹)，磷用于指示弹道或目标，而第二种情况下(燃烧枪弹)仅用于纵火（使汽油槽、气球、飞艇、飞机燃烧）。

磷的燃烧作用较小。从磷的应用方面可以看出，虽然磷具有很多有利的性能，而且完全适用于点燃易燃的材料和物质，但是磷却完全不适用于点燃耐火材料。此外，磷在燃烧时达到的温度较低，约 900° 。此外，磷的燃点很低，燃烧后所生成的磷酸酐(P_2O_5)吸湿性极强，复盖在燃烧目标的上面倒起了灭火烟幕的作用，阻碍了火焰的扩展。

因此，磷的作用范围受到了限制，它仅能用作点燃易燃物和易燃物质以及伤害有生目标。当磷燃烧航弹投掷在开的和半开的易燃物槽上、飞艇、气球上时，以及当磷燃烧枪弹打中飞机汽油箱、点着庄稼、草堆、乡村草屋顶等时，磷的作用最有效。

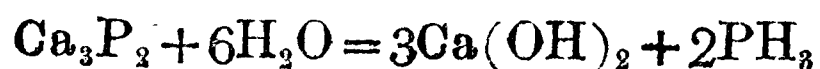
以磷或磷的其它化合物为装药的基本物质的燃烧航弹、燃烧炮弹和燃烧榴弹发生爆炸时，对攻击目标本身的材料(铁、钢)以及附近的装甲列车、装甲汽车、坦克等都不产生任何的破坏作用。但是当磷或其化合物飞散开来，完全笼罩住这些武器时，它能发出耀眼的光亮，烧伤武器内部的有生力量，引起火灾，使弹药爆炸等。因此，磷攻击的对象主要是有生力量。

除了采用纯磷或磷的溶液以外，必须指出，还采用磷的各种化合物：磷化物、硫化物、磷和硫的溶液，以及磷与一系列其它化合物组成的混合物。

磷化物是磷与金属的化合物。金属经磷元素的处理就制得磷化物。贵金属的磷化物安定性较差（加热时分裂为金属

和磷元素)，而且价格較貴，因此，在軍事技术方面广泛使用非貴金属的磷化物。使用最多的是磷化鈣，将生石灰与磷隔絕空气在高温下加热而制得。

磷化鈣具有紅色，棕色或紅褐色，成硬的結晶块状。在干燥空气中，磷化物很稳定；在潮湿空气中或以水潤湿时，分解为金属的氢氧化物和磷化氢，例如，当水作用于磷化鈣时，它就分解为氢氧化鈣（石灰）和磷化氢，反应方程式如下：



磷化鈣 水 氢氧化鈣 磷化氢

因为伴随磷化氢(PH_3)而产生的还有 P_2H_2 ，所以在空气中能自燃。在1914—1918年战争中德国人曾用磷化鈣作为点燃易燃材料和易燃物质之用；目前，磷化鈣在空軍方面用于装填信号航弹和专门信号器材。

硫化磷(磷和硫的化合物)和磷与硫的溶液用加热磷和硫的方法制取。用这种方法可以获得磷与硫各种不同比例的化合物和溶液；例如，在水中制得的化学分子式为 P_4S 的磷与硫的溶液，是容易流动的液体，在空气中冒烟，同时容易燃烧。 P_2S 溶液具有类似的性能，也是一种液体。

磷和硫的化合物 P_4S_3 是黄色結晶固体，在空气中于 100° 时能自燃。

最安定和最重要的磷与硫的化合物是五硫化二磷 P_2S_5 和三硫化四磷 P_4S_3 ，或者三硫化二磷（在火柴工业中广泛的使用它制造火柴头，此种火柴头在任何粗糙面上磨擦时都能点燃）。

前面讲到的磷和硫的化合物及溶液，在燃烧技术方面应

用很广，在迫击炮弹、安瓿弹、手榴弹的专门配方和装药中都能采用。

磷与其它化合物的混合使用，在燃烧性能和使用的可能性方面，也很有价值。例如，按适当选择的比例配制的磷的二硫化碳溶液与一氯化硫 (S_2Cl_2) 混合后，当与氨或硫化铵相互作用时，能使整个混合物燃烧起来，并产生很多浓厚的红烟。溴化硫的二硫化碳溶液与磷接触时，也产生同样的情况，此时，发生激烈的反应，并生成猛烈的火焰。

在以磷为基本装药的燃烧航弹的装药中，磷(单独的)与硷金属(钾、钠)，以及与高热剂的混合使用就是非常著名的。

磷与高热剂混合使用，除了能确实保证磷燃烧和熔化外，由于燃着的磷向四方迸散的作用，因而使纵火和燃烧的面积扩大。

磷及其化合物有下列三点战术用途：

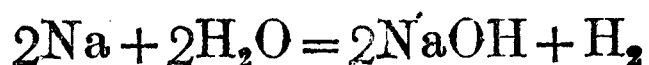
- 1) 用于伪装；制造隐蔽军队以及使敌人迷失方向的烟幕；
- 2) 攻击有生力量；当燃烧弹、燃烧航弹和燃烧榴弹爆炸时磷的颗粒喷射开来，在空气中燃烧，落在衣服上把衣服烧穿，并将身体烧成一种令人痛苦的，难以痊愈的火伤；此外，磷的颗粒还能烧穿防毒面具，迫使敌人将防毒面具除下。
- 3) 点燃易燃目标。

3. 可燃金属和合金

1) **硷金属** 硷金属族中包括：锂、钠、钾、铷和铯，它们是化学性质最活泼，最典型的金属。硷金属在空气中易于氧化，在常温下能分解水。在这一族金属中，在军事技术

方面广泛应用的只有鈉和鉀。鉀因为比較貴，比鈉使用得少。

硷金属能与水发生激烈作用的性能，在軍事技术方面，具有很大的意义。例如，当鉀、銣和銈放入水中时燃烧很快；鈉燃烧得較慢。由于激烈的放出氢和放出大量的热，所以发生燃烧，其反应方程式如下：



鈉 水 苛性鈉 氢

鋰与水的反应較不激烈。硷金属和水反应时放出大量的能。

所有硷金属，在其新切开的切口上，都具有銀白色的光泽。硷金属都是軟的，在 100° 以下就熔化，在空气中很快被氧化。此种金属須存放在煤油中，或者存放在預先把杂质，即使是极微量的水份都除去了的油中。在燃烧器材的装葯中加入硷金属的原因，就是因为它們与水能够发生激烈的相互作用。例如，当扑灭含鉀或鈉的燃烧器材所引起的火灾时，以及当这些金属与水接触时，其猛烈析出的氢与空气中的氧能形成爆炸气体，而由于反应物質的加热就会造成爆炸，爆炸将燃着的硷金属和基本燃烧装葯的微粒向四处噴射。結果燃烧区域扩大。下面談一下这些金属的理化性能及其制法。

金属鈉(Na)的制法有下面几种：电解熔融的苛性鈉或氯化鈉；灼烧干燥的碳酸鈉与炭的混合物。鈉在 20° 时的比重为0.971，熔点为 97.5° ，沸点为 887.5° 。

鈉在空气中很容易被氧化而生成氧化鈉 Na_2O ，氧化鈉由于吸潮性而吸收空气中的水份，生成苛性鈉(NaOH)。氧化鈉(Na_2O)是白色的吸潮物質；其比重为2.3；在 $600\sim 650^\circ$

时熔化。当金属钠在空气中和在氧气中燃烧时生成过氧化钠 Na_2O_2 (熔融状态者呈橙黄色, 固态者呈黄白色); 其比重为 2.5, 熔点 320° 。

当通氧气入钠的液氨溶液中时, 生成三氧化二钠 Na_2O_3 ; 钠与氢生成氢化钠 NaH ——无色结晶, 比重 1.4; 氢化钠在空气中被氧化; 与水作用时分解为苛性钠和氢—— $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2$, 有时在反应时产生燃烧和爆炸。

钠与氨生成氨基钠 NaNH_2 ; 氨基钠可用于制造炸药, 叠氮化钠 NaN_3 。钠在氯气中能燃烧, 在 200° 时, 钠能与溴起作用。在低温下氮为钠的惰性气体。

当水与钠作用时, 水分解而析出氢; 生成氧化钠或苛性钠:



此时产生大量的热, 因而氢就发生自燃。氢的存在使在钠微粒的周围生成爆轰气, 这就是当水与钠作用时发生爆炸的原因(图 4)。

上面已经讲到了, 钠与液态石油产品和煤系产品不发生反应。

熔融的钠很容易溶解锂和钾。氟在常温下能将钠点燃; 氯、溴、碘对于钠都有助燃作用。钠能使金属氧化物还原。

钠在铁上燃烧时不流动, 而形成一种特殊的蘑菇形的火源, 燃烧时生成黄色火焰, 同时产生强烈的烟雾(氧化钠)。烟雾能刺激呼吸系统和鼻咽器官, 使之发痒, 并能伤害鼻喉。

制取金属钾 (K) 的方法是灼烧碳酸钾和炭的混合物或电解其化合物(苛性钾)。钾的比重在 20° 时为 0.862; 熔点 63.5° , 沸点 762.5° , 当 762° 时, 钾能升华而不发生变化, 成

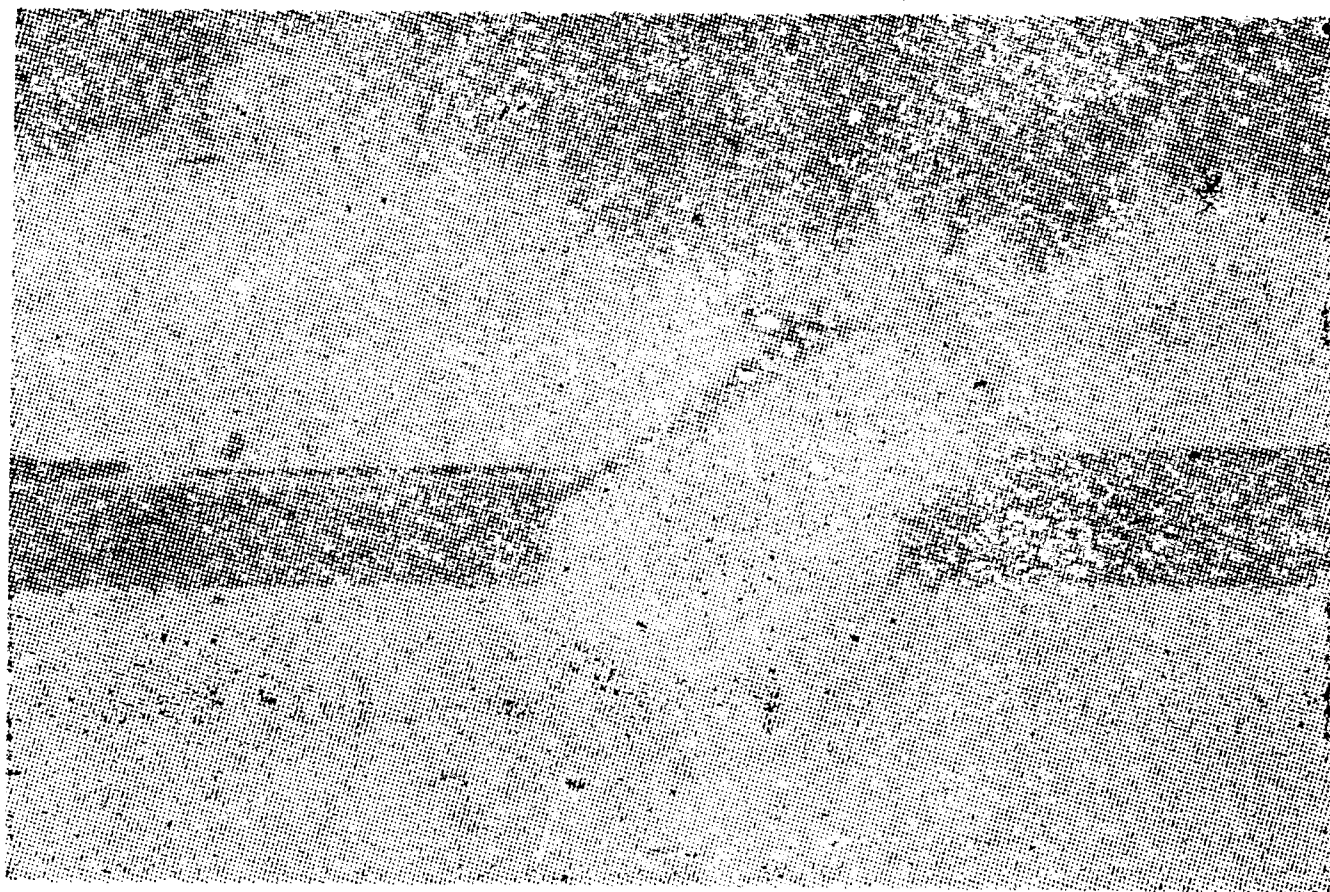


图 4 大块钠沉入水中时的爆炸现象。

为绿色气体。钾比钠容易挥发。钾于25°时很软，低温下为脆性金属。

在化学性质方面，钾比钠活泼；在空气中钾很快即能被氧化，在表面上生成一层氧化钾 K_2O 薄膜。氧化钾能吸潮，与水生成苛性钾，苛性钾也吸潮；与水反应很激烈：



此时温度增高至600°，因此，氢就发生燃烧。如果钾的数量很多，就能强烈的放出氢，氢与空气生成爆炸性的混合物。氢在空气中产生爆炸危险性的上下限含量等于5~75%。

将钾迅速沉入水中时，所产生的爆炸力最大。

钾与氧化合能生成三种氧化物：1)氧化钾 K_2O 是无色结晶，2)过氧化钾 K_2O_2 ，当钾在空气中及在氧气不足的情况下燃烧时产生，3)四氧化钾 K_2O_4 ，在氧过量的条件下燃烧时产

生，是黄色物质。温度为200至 411°时，氢与钾作用能生成氢化钾KH。

钾与氮作用时生成氨基钾 KNH_2 ——固体白色结晶，熔点为338°。

钾与一氧化碳能生成爆炸性化合物。

钾在乙炔中燃烧时产生爆炸；钾在氟、氯、溴蒸气中能燃烧。氮对钾而言，是惰性气体。

钾与钠的化合物为液态合金，受摩擦时能燃烧。

钾与碘化合时发出闪光；微微加热时，钾与硫、硒、碲能发生激烈的反应。能使硅酸盐还原为硅。钾能与磷、砷、锑直接化合。

当钾与有机物一起熔化时制得氰化钾。以磷与钾一起加热时生成磷化钾。

氯仿、四氯化碳、溴仿与钾能生成对冲击作用很敏感的爆炸性混合物。钾与二硫化碳生成爆炸性的混合物。五氯乙烷和四氯乙烷与钾能逐渐生成自爆性混合物。

熔融的钾及钾在燃烧时能在物体的表面上流动，呈血红色斑点状，并冒浓密的白烟。此烟能使刺激呼吸系统和鼻咽发痒。

在燃烧器材中单纯使用钾和钠(不用其它的燃烧物质)的情况极少。含钾和钠的基本混合装药为：钾(或钠)和磷；再就是钾(或钠)和高热剂。在这些混合装药中，各组分必须完全隔开。很少采用下面这些混合装药：凝固燃料和碱金属(钾或钠)；或者高热剂，凝固燃料和碱金属。

在磷燃烧航弹中加入钾或钠的目的，是为了加强对灭火人员的士气沮丧，在其它情况下也是为了达到这个目的。

从上述情况可以清楚地看出，鉀和鈉总的來說不是燃烧物质，因为作为燃烧物质來說时，它們的作用是很微弱的；它們所起的更多的作用，是沮喪士气和扩大燃烧面积的作用。

在燃烧器材中也有使用鉀与鈉的液体合金的（安普拉弹，燃烧弹等）。例如NaK₂合金最輕，流动性最大，当温度低于負12°时，仍保持液态。

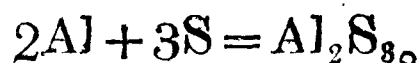
2) 鋁(Al) 鋁是仅次于氧和硅的在自然界分布最广的一种元素（地壳的 8% 是由鋁組成）。其比重为 2.70，熔点 658°，沸点 1800°（当压力为 760 公厘时）。鋁与氧的亲合力很强，能从其它元素的氧化物中夺取氧，同时放出大量的热。

鋁的燃烧反应热是 7041 卡/公斤（或 385 卡/克分子）。于工业中广泛使用的鋁的优点是：加工容易，导电性高。比重不大，机械强度好，传热性大，在空气中不会氧化并有良好的化学安定性。鋁的这些性能，使它有可能在生产上，技术上，和日常生活中得到广泛的应用。

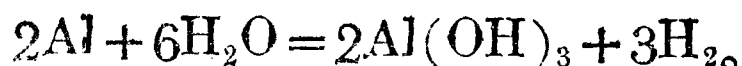
鋁(工业純的)在其新的切口处呈銀白色，带有天蓝的色泽，經過一些時間后，它的上面生成一层氧化鋁的外皮，顏色就成为錫白色。随着温度的改变，鋁的技术性能亦改变。例如，鋁在 100~150° 时很柔韌，在 200° 时却很脆。

氧化鋁 Al₂O₃ 薄膜能防止金属繼續氧化。浓硝酸几乎不能溶解鋁。NaOH, KOH 的碱溶液和浓 HCl 能强烈的破坏鋁。加热时硫酸对 Al 的破坏作用极强烈。

常温下，游离硫与鋁不起作用，高温下反应激烈，生成硫化鋁：



細鋁粉在 100° 温度下能分解水而放出氢



有机酸对铝几乎不起作用，因此在食品工业的生产和设备中广泛地使用铝。在食品工业方面，在乳品，油脂，榨油，食糖，糖菓，酒精和啤酒酿造工业中都用铝来制造各种各样的设备。在浓硝酸、硝酸钾、人造漆、香料、橡皮工业生产中、油漆颜料(铝漆和铝清漆)生产中、印刷工业、航空工业、汽车工业、飞船制造、以及在照明、燃烧和曳光器材等中也都使用铝。在军事工业(烟火生产)方面使用各种细度的铝粉。

铝土矿是制造铝的原料。制铝的基本方法，是电解氧化铝(Al_2O_3) 在熔融冰晶石中的溶液。氧化铝是从铝土矿和不含硅土的粘土制得。

制造高热剂和燃烧航弹装药所必需的铝粉用铝锭制成。细铝粉由铝粉制取。铝粉用捣碎、离心法和压缩空气喷射法制成。

击碎的铝块或铝片屑在粉碎机中进行粉碎。

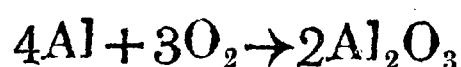
碎铝由铝锭制成；在加热的条件下（铝于 $450\sim 500^\circ$ 时变脆），将铝锭粉碎或者以熔融的铝往水中倒的方法，制成粒状的铝（或者用气流喷射熔融的铝）；然后铝粒在粉碎机中粉碎。铝粉用筛子或在空气分选机中进行筛选。用离心粉碎机粉碎时，是将在电炉中熔化的铝送入带有起棱圆盘的粉碎机中，利用起棱圆盘将铝击碎和粉碎。

用压缩空气进行喷射时，以压缩空气将在加热锅中熔化的铝喷射入圆锥形的容器内，然后在筛子中筛选。将铝的碎粉或铝箔在球磨机或捣碎机中磨碎即可制得细铝粉；在铝的碎粉（箔）中加入约1%润滑油（75%硬脂+25%石蜡），然后粉碎，筛选，研磨（用于制造油漆，颜料）和去油。

表2 鋁的技术要求

指 标	通常要求		德 国		美国
	I 級 (%)	II級 (%)	I 級 (%)	II級 (%)	
外觀.....	不允許有看得見的雜質和塊狀物				
純鋁不少于.....	98.0	90	96	90	95
氧化鋁不多于.....	1.0	8	—	—	1
鉄不多于.....	0.6	0.8	—	—	1
硅不多于.....	0.4	0.6	—	—	0.5
銅不多于.....	—	痕跡	—	—	—
鉛不多于.....	—	痕跡	—	—	—
脂肪不多于.....	0.5	0.5	0.5	0.6	2
水分不多于.....	0.2	0.2	0.4	0.4	1
錳不多于.....	—	0.3	—	—	—
鋅不多余.....	0.05	—	—	—	—
HCl(1,12)不溶物不多于.....	—	—	—	1	—
NaOH(25%)不溶物不多于.....	—	—	—	6	—

上面已經講到，鋁燃燒時放出大量的熱和光。反應方程式如下：



在此反應中，1 公斤鋁能放出7041卡熱。

近二十年來，鋁與其它金屬的合金得到最廣泛的應用。此種合金約有一百多種。其中最有名的是杜拉鋁、硅鋁明合金、阿魯杜合金、鎂鋁合金、鎂基合金。

3) 鎂和鎂基合金 鎂基合金是很輕的一種合金。此合金發明于1909年（德國俾且菲立德城的格里斯蓋姆鎂基合金工廠）。它是在機器製造業的要求下而出現的。發明鎂基合金的目的，是要以它作為一種較輕的金屬，用它在航空和汽

車工业方面来代替鋁、鉄和鋼使用。

鎂基合金的成分为：鎂、鋁、鋅、錳、鉄和微量的其它金属。大家都知道，鎂与鋁还形成另一种合金，称为鎂鋁合金（其中鎂的含量是由8%至30%），此种合金很輕，而且很硬，对于酸的作用安定。含鎂在40%的合金，称为鎂基合金，随着其中鎂含量多寡不同（80%以上，或更多），有的用于制造特种輕型航空零件，有的用于专门的軍事用途（航弹弹体）。

鎂基合金的比重为1.80~1.83。加热至625~650°时，鎂基合金熔化并燃烧，同时放出大量热，燃烧时发出达2500~3000°的高温，熔融的金属能把难以点燃的材料都点燃起来。

在說明鎂基合金的主要性能时，还必须讲一下鎂基合金的主要成分——鎂及其性能，尤其在燃烧器材的装药中鎂占有重要的地位。

金属鎂具有銀白色光泽，比重小，它是工业中使用的一种最輕的金属。

制取鎂的原料是水氯鎂石($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)，光卤石($\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)，菱鎂矿(MgCO_3)，氧化鎂(MgO)和鎂的氟化物。虽然鎂早在1808年用捷維方法就已在实验室制得，但是鎂仅仅在几十年前才具有工业意义。

工业用鎂可用下列方法制取：1) 电解其氯化物（例如无水光卤石），用这种方法制得的鎂需要再精炼以除去杂质；2) 电热法（原料——菱鎂矿），将用这种方法从菱鎂矿中制得的氧化鎂变成蒸气状态，然后往氧化鎂的蒸气中通入氢气流，则制得粉状的鎂。整个过程都在密闭的电炉中进行。这种方法目前还没有得到普遍应用。俾且菲立德城（德国）的格里斯盖

姆工厂所发明的生产镁的方法，是采用最普遍的。

镁的理化性能和铝的理化性能没有显著的区别。20° 时镁的比重为1.74，熔点为651°，沸点1120°。

镁的机械性能在高温下大大降低：当温度为 100~200° 时，其硬度变成很低，甚至无法使用。镁(工业镁，商品镁)应符合下列要求：

铝不多于	0.05%
锰不多于	0.05%
铜不多于	0.05%
硅不多于	0.02%
铁不多于	0.02%
其它杂质不多于	0.01%

全部杂质	0.2 %
------	-------

高纯度的、升华或蒸馏的镁含有下列杂质：

铝不多于	0.02%
锰不多于	0.01%
铜不多于	0.01%
硅	微量
铁	微量

全部杂质	0.04%
------	-------

在工业方面不用纯镁作结构材料使用。

镁非常容易与氧化合。在镁燃烧时的光中含有很多化学性质很活泼的紫外线。镁的发火性能在很大程度上决定于其粉碎度。

氧化表面(大型的镁的铸件)不大时，无燃烧的危险；只有将金属加热到550~600°以上时，才有燃烧的危险。

鎂在冶金工业方面用作还原剂；它能还原大部分的金属氧化物和非金属氧化物。所有的无机酸都能与鎂发生激烈的作用。浓硫酸和浓硝酸与鎂的作用較緩慢。鎂与碱不起反应。

低温时，鎂与氮不起反应，当温度升高时，鎂吸收氮而生成氮化鎂。鎂与氮的反应从 300° 开始。

鎂与硫于加热时能生成 MgS 。硫化鎂能使金属具有黄色色泽。

鎂容易在机床上加工，容易鋸开，在这些方面，鎂比鋁优越；鎂的韌性比鋁低得多。在干燥空气中，鎂非常安定；表面上如有含盐的水分时，很快即开始腐蝕。当鎂沾上即使只有百分之零点几的氯化物时，就很快腐蝕至金属的深处。在抗腐蝕性方面，鎂大大不如工业中所采用的其它金属；在鑄造質量方面，鎂与鋁的区别不大。鑄造最好的温度是 $90 \sim 120^{\circ}$ 。

燃烧的鎂能非常迅速地将水分解为氢和氧。

在鎂的燃烧生成物中有氮化鎂 Mg_3N_2 ——黃綠色粉末。通常在鎂基合金-高热剂燃烧航弹击中的地区，在普通白色的背景上，可以显然的看出这种航弹特有的大量的黃綠色氮化鎂火焰。

鎂基合金的制造具有很多困难。因为鎂及一般鎂合金能生成能溶于金属内部的氧化物和氮化物，这些杂质能使浴变脏，并使金属凝結。

鎂基合金在鉄坩堝中进行熔化。鉄坩堝須預先加热并涂上氧化鎂的水悬胶体，以防腐蝕。

最难熔的配料熔化后，然后再待金属鎂熔化，熔化后在金属上撒上一层保护合金避免氧化和燃烧的熔剂。在熔化时会

发生局部燃烧的现象,这可以用以氯化物制的熔剂将其扑灭;所有这些都使生产过程复杂化和增加了危险。仅在近十年来,由于防止了金属与大气和外界物质的作用,以及适当的选择熔炼的工具和使用熔剂,才使镁基合金有可能在工业上广泛的使用。

目前,镁基合金除了在航空和汽车工业,飞艇制造,家具工业(用镁基合金管和成型零件制的成套家具)及铁路事业等方面广泛应用外,镁基合金在军事纵火方面,以及在制造镁基合金-高热剂燃烧航弹的军事工业中,也有着非常广泛的作用。

一般在燃烧器材方面,用于铸造弹体的镁基合金,其所含镁的百分率很高。下面是制造燃烧航弹弹体用的镁基合金的三个配方:

表 3

镁	92.5	92.7	94.28
铝	4.0	6.0	3.34
锌	3.0	0.96	2.08
硅	—	—	0.07
锰	0.5	0.24	0.16
铁	—	0.1	0.07
铜	—	—	微量

在很多情况下,在制造燃烧航弹用的镁基合金中,镁的含量在 80至96%之间,很少使用含镁量低于 80%的镁基合金。

镁基合金于温度达到 650° 时熔化并燃烧,产生眩目的蓝白色火焰,放出白色的浓烟(氧化镁)和大量的热能,



也就是說，在鎂基合金中每24克鎂，能放出14万小卡的热。

鎂基合金的比重为1.78~1.83，比重的大小，主要决定于配料中各成分的数量和种类。例如，在合金中如含鋁6%，則鎂基合金的比重等于1.78，含12%时比重1.81。

鎂基合金，如上所述，是銀白色的合金，由Mg, Al, Fe, Mn, Zn和其它杂质組成，其中鎂的含量达96%。

鎂基合金燃烧时約能产生 3000°高温。单独的鎂基合金很难点燃，使用高热剂药柱則能最順利地保証把鎂基合金单件点燃。鎂的刨花，鋸屑，粉末很容易着火，并且易于自燃。

鎂基合金的燃烧生成物是氧化鎂(MgO)白色粉末、鋁、錳、鋅和鉄的氧化物，以及氮化鎂。

應該經常記住，在改变鎂基合金的配料比时，合金中鎂的含量越高，鎂基合金就越易点燃。

鎂基合金虽然在燃烧时能产生高温，但并不能烧穿鋼鉄，因为当其燃烧时，由于放出烟（氧化鎂）和大量的光輻射，而使热能扩散掉。

鎂基合金的燃烧，仅在其与大气接触的表面上进行。这种现象的产生，是由于鎂基合金在燃烧时經常需要从外面吸收空气中的氧气。这种情况，就是鎂基合金的燃烧和高热剂的燃烧在物理性質方面最基本的区别。例如，最明显的一个实例是，燃烧着的鎂基合金落入汽油桶中后，把汽油点着，而鎂基合金本身在汽油中則停止燃烧；在同样的情况下，高热剂却能在汽油中繼續燃烧。

鎂基合金航彈的出現，表出着燃烧器材已由不完善和效

应較小的情况轉变为威力較大和較完善的地步。值得提出的是，在燃烧器材中使用鎂基合金的初期，由于其中配用的高热剂的数量不够，曾經因此而未能符合軍事技术的要求。它的燃烧須要依靠空气中的氧气，这也是它的一个缺点。由于高热剂和鎂基合金在性能方面的相輔相成，很自然地便产生了现代的高热剂和鎂基合金的混合装药，这种装药是最新式的燃烧剂混合装药，目前在軍事技术上均配备有这种混合装药。

4. 有机易燃物

由于工业上有很多便宜的有机易燃物，因而便促使了这方面的研究者们想在軍事上使用这些易燃物。在探索效率高的和便宜的新品种的装药时，曾經試驗了大量的固体和液体易燃物，以确定它們是否符合于纵火的目的。属于这些物质的有各种树脂、瀝青、松香、石蜡、賽璐珞等。然而，这些物质不是全都适用于纵火。根据試驗，在这类物质中最有价值的是易燃液体(煤系和石油系的碳氢化合物)。这类液体起初只是原样使用，不进行任何加工，在世界大战(1914~1918年)末期，才开始采用特种的凝固或濃縮易燃液体(凝固碳氢化合物)。

所謂凝固(濃縮)碳氢化合物及其它可燃液体，是指已經失去了对纵火技术不良性质的可燃液体(流动性大，蔓流性，渗入土地的性能等)，經過适当加工后，或者是变为固态(肥皂型)、或者变为半液态、凝胶或冻胶状态。世界大战的經驗証明，使用原态的易燃液体(煤油、石油、汽油、苯、溶剂石脑油、二甲苯、甲苯)，即或是使用渗透有这些可燃液体的

棉紗和麻絮等，也不能經常产生良好的燃烧效应。易燃液体，如果不与渗透和吸附材料同时使用，就会在很大的面积上流散，蒸发和很快燃尽；大量液体（約30~40%）会渗入土地中，这样一来，就无法得到要求的燃烧效应。为了消除这些缺点，曾經試用过吸收剂（麻絮、棉布、炭等），但是收效不大。以原态的易燃液体与极为有效的燃烧剂（高热剂、磷）混合使用的經驗証明，同样也不能經常得到必要的效果。用液体燃料装填航弹，也是极不适宜的。

因此，根据上述的情况可以得出一个邏輯上的結論，即不能使用原态易燃液体，而應該研究出一种能改变其物理性能的适当的化学加工方法。

为了提高燃烧器材的效应，还在战争时期，很多国家（德国，美国等）就得出了高热剂和改变了原态的易燃液体（石油产品，溶剂石脑油，煤焦油等）混合使用的合理性結論。

美国国防部試制了一种“濃縮”油（SolidOil 系石油产品），根据美国軍事专家們的評价，認為它与高热剂的混合装药是最好的燃烧剂。如能适当的选择高热剂与这种濃縮油的比例，則火焰冒出的高度可达2—3公尺；这类燃烧航弹向下的燃烧作用更强；濃縮液体的顆粒向四面噴散，噴射面很大（图5）。

濃縮燃料与高热剂的混合装药用于装填中型和重型航弹，以烧毁巨大的建筑物；总而言之，凝固燃料价格便宜，凝縮方法极簡單并經濟；燃料在运输和保存时很安定，不怕剧烈的温度变化（从 -50° 到 $+50^{\circ}$ ），同时不会变稀。

对这类燃料除要求在运输和温度变动时安定外，还要求

它們不得很快揮發，在露天空氣中容易燃燒，在低溫下不燃燒，不產生凝膠收縮作用，并火焰应在尽可能大的空間內擴展。

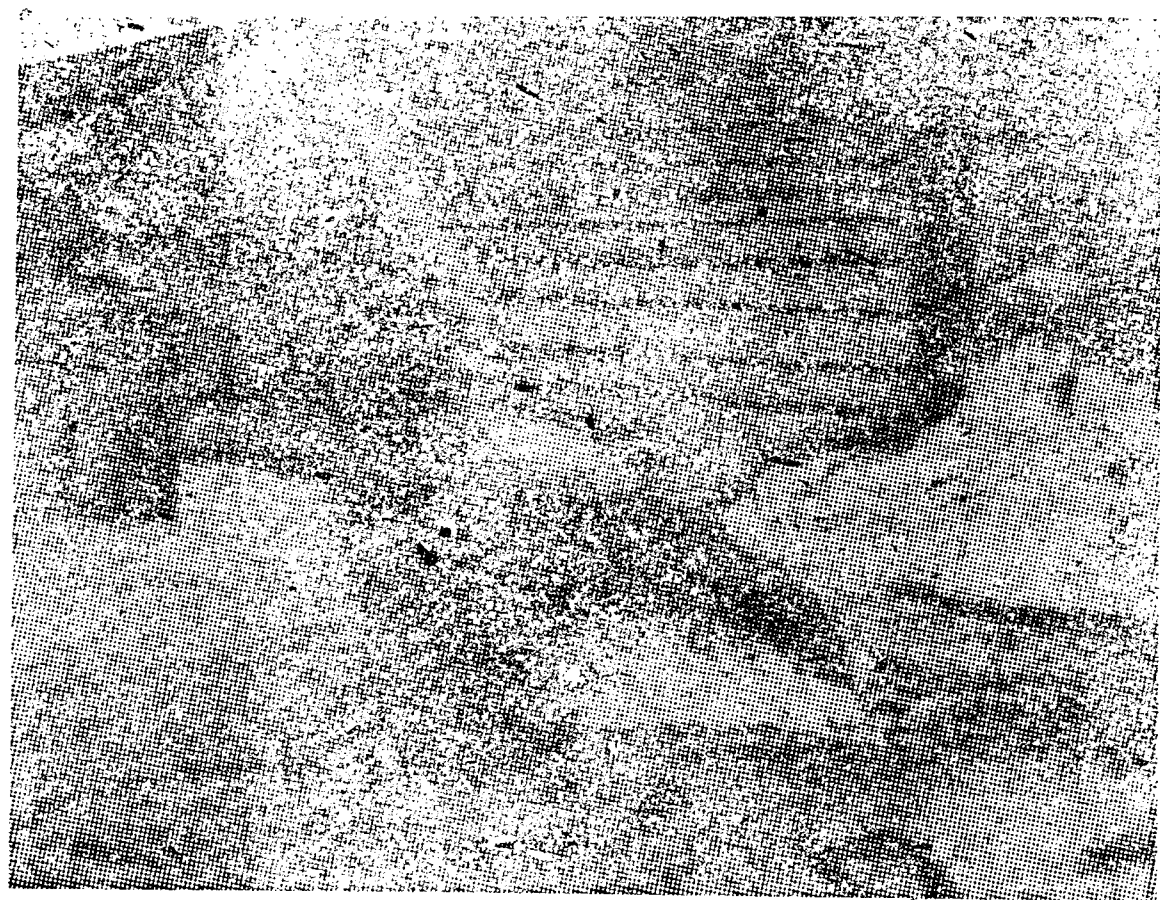


图 5 凝固煤油的燃燒情况——随着煤油的融化，流溢成許多独立的小火源。

为了点燃方便和保証点着，美国人不采用同一的和同类的易燃液体；他們是这样进行选择的，即在发火点較高的基本液体燃料中加入发火点較低的液体燃料。

这样，該易燃部分就起了供給基本液体燃料热量的特殊点火剂的作用。

易燃液体的凝固方法是保密的，不属于公开发表的材料；所以在书籍中对易燃液体濃縮(凝固)的方法很少有直接的說明。只是提到，在易燃液体中加入胶体、瀝青物質、胶、淀粉、酪朊、肥皂、石蜡等，可以使易燃液体凝固。在美国的一些文献中对制造“濃縮油”和“固体石油”的配方一点也不提。根据这些产品的最后性能和他們在燃燒时的情况来看，

可以判断出，美国人在这类凝固燃料中加入了适当比例的脂肪酸；以适当的方法对混合物进行加工，因而改变了易燃液体的稠度。

除了上述的方法以外，还可以提出很多完全根据另外一种原理把液体易燃物的稠度改变到要求程度的方法。这种方法的原理就是加入白朮和木材化学工业的某些产品，然后再用氨进行处理。上述的这些方法都很简单而且方便。在碳氢化合物(石油、汽油等)和一般易燃液体中加入干燥油，然后用一氯化硫处理的凝固方法，也是比较简单和比较快的。而且采用这种方法时，凝固混合物可以直接倒入航弹弹体内，然后在弹体内很快浓缩。用作凝固(浓缩)燃料的最好原料是：石油、汽油、煤油、甲苯、二甲苯、当温度为 $170\sim 225^{\circ}$ 时的石油衍生物，以及其他物质。

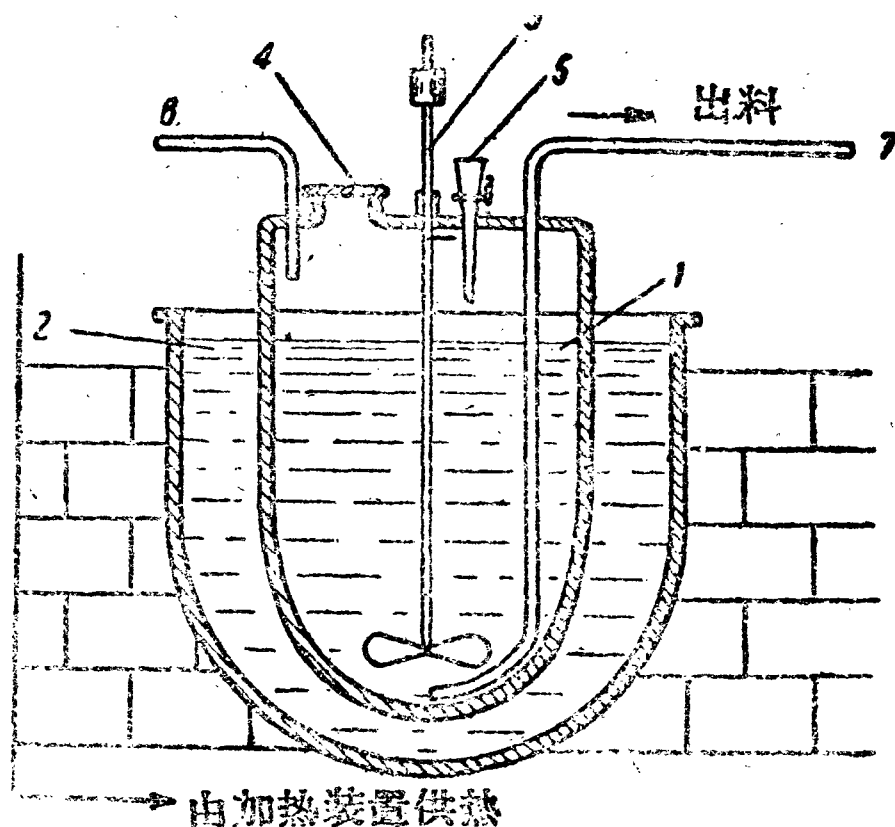


图 6 熬制凝固燃料的反应锅：

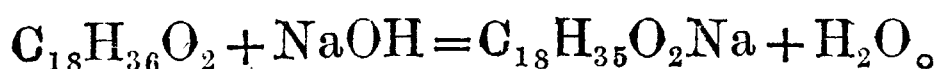
- 1—煤油和汽油的混合物； 2—加热用水； 3—搅拌器； 4—检验口；
5—硬化剂注入口； 6—排出凝固液体用的压缩空气； 7—出料管。

下面叙述一种装填燃烧炸弹用的汽油和煤油混合物的凝固方法（加入油酸的方法）。

在具有搅拌器、检验口、苛性硷加入漏斗、压缩空气通入管和通出料车间的管子的反应锅中(图6)，装入汽油、煤油和硬脂酸的混合物，其比例为：煤油—55%，汽油—40%，硬脂酸—5%；全部混合物加热至70°，然后在搅拌时加入饱和的苛性钠酒精溶液（数量为苛性钠0.5%，酒精15%）（不算在装料混合物的100%之内）。加入酒精溶液（此时酒精基本上已挥发）和搅拌之后，以压缩空气加压将混合物沿出料管压到燃烧航弹弹体装药工序去。按上述方法处理的煤油和汽油的混合物在弹体中冷却和变稠（凝固）。

用上述方法制得的凝固汽油和煤油的混合物成固体状态，其比重为0.8，熔点57°；外观象石蜡，只是稠度较低。

如果观察加工的生成物，可以看出凝固混合物是由硬脂酸钠的胶体格组成。这种胶体格是在酒精挥发后形成的。冷却时混合物形成很大的分子间的间隔，在此间隔中充满汽油、煤油、酒精和微量的水。在NaOH作用下生成硬脂酸钠的反应式如下



温度在-60°到+60°范围内变动时不影响凝固燃料的安定性。

用硫酸（或其他酸）处理时产生离浆现象；凝固燃料变成液态，同时分成二层，其中上层是石油产品的混合物。

浓缩（凝固）易燃液体的外观在大多数情况下类似肥皂（固体石油），颜色为黑色（石油）或由淡黄色到深褐色（煤油、苯、甲苯）的胶冻和凝冻。浓缩的程度或稠度在许多情

况下可以由浓缩物质的颜色来判定。

当燃烧航弹发生作用时，浓缩可燃物，特别是成固态的易燃物，向四处飞散，造成很多小火源。在另一种情况下，由于高温和高压的作用，它们能变成很长的火焰喷射出来。

在美国，用浓缩石油、煤油、油装填25公斤的航弹；战后美国的集中燃烧航弹以固体石油为主要装药，另外再装以高热剂和金属钠，这种航弹长1公尺，重约25公斤。1918年式的德国燃烧航弹以固体石油和高热剂为主要装药，航弹长1公尺，重20公斤。这些航弹在发火时生成头部尖锐的火舌，燃烧时间为5~10分钟。

美国人在供建筑物纵火用的圆柱形燃烧航弹中也采用固体石油与高热剂的混合装药。

除了高热剂——固体(浓缩)可燃物和钠(或钾)的混合装药外，大家亦知道采用下列混合装药：高热剂和加有氧化剂(过氯酸盐，或氯酸钾，过氧化钡等)的固体(浓缩)可燃物，依靠氧化剂中的氧，使浓缩可燃物的燃烧效应加强。

凝固可燃物在纵火技术中已显示出它是装填混合燃烧航弹的最普通、最经济的燃烧物质之一。

凝固(浓缩)可燃物的使用，完全不是说液体可燃物就不能用于装药。从下面可以看到，意大利人和德国人在装填重型的扩散作用的燃烧航弹时，他们仍旧采用液体可燃物，主要是石油与轻馏分的混合物。

5. 燃烧器材中采用的氧化剂

如上所述，许多燃烧剂内应含有氧化剂。当使用的可燃物与空气中的氧不能产生燃烧效应时，燃烧剂内就必须加入

氧化剂；但是，在另一种情况下氧化剂的加入，是为了使燃烧加剧。在燃烧剂中采用較容易供給可燃物氧气的物质作为氧化剂。这些氧化剂分为两类：第一类是重金属氧化物；它們較难放出氧，仅能与少量易燃物，即与輕金属相互作用；第二类是含氧盐，如硝酸盐、氯酸盐、过氯酸盐、鉻酸盐等等，以及过氧化物。它們很容易放出氧，能与任何易燃物相互作用。但是这些氧化剂与易燃物相互作用的强烈性又成为它們的缺点，因为它們使燃烧剂的燃烧速度加速，并使敏感度过大。所以很多可燃物还必需采用重金属的氧化物或者采用它与氧化盐的混合物。

1) **氧化鉄** 燃烧剂中采用的氧化物有：氧化鉄 (Fe_2O_3)，四氧化三鉄或氧化鉄皮 (Fe_3O_4)，氧化銅 (CuO)，氧化鉛 (PbO)；其中广泛采用的是氧化鉄和氧化鉄皮。銅和鉛的氧化物使用得很少。

氧化鉄 (Fe_2O_3)。在自然界中的氧化鉄，有鏡鉄矿 (暗灰色的斜方柱) 和无晶形的赤鉄矿，此外，还有赤鉄矿，假象赤鉄矿。工业产品的比重为 5.19~5.28，熔点为 1565° (熔化时产生分解作用)。在工业中人造氧化鉄称为鉄丹。灼烧时，鉄丹放出氧气，并轉化为四氧化三鉄 $\text{Fe}_3\text{O}_4 (\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3)$ 。 Fe_2O_3 不溶于水，也不溶于稀硫酸和碱中，难溶于浓盐酸；为呈暗紅色的細粉状，可以制得二种变体：非結晶形和菱形結晶。除了軍事工业 (烟火学) 外，鉄丹还广泛地用作制品 (金属、光学玻璃等等) 磨光的磨料。

氧化鉄可以从自然矿石 (赤鉄矿)、制造明矾的鉄渣中制取，也可焙烧黃鉄矿 (金属渣)，灼烧鉄粉等来制取。

四氧化三鉄 Fe_3O_4 ——为暗藍灰到黑色的結晶粉。在自

自然界中成暗藍灰的磁鉄矿存在。灼烧鉄而制取的四氧化三鉄称为氧化鉄皮；它具有磁性和很高的耐酸作用。氧化鉄皮的比重为5.16，熔点 1527° （熔化时分解），不溶于水，仅微溶于盐酸。其所含的活性氧比 Fe_2O_3 少，作为氧化剂不太好，但它的生产基地很广濶，完全可在高热剂中代替 Fe_2O_3 使用。

氧化鉄皮是冶炼工业中軋制鋼鉄（鉄絲，屋面鉄）时的废料。

氧化鉄皮的化学成份含量如下： Fe —50—80%， O —18—28%， Mn —0.1—8%， Si —1—23%。优质氧化鉄皮的成份为： Fe —73.55—73%； O —25.5—26%； Si —0.30—0.50%； Mn —0.25—0.40%。不希望有硅、錳、硫黄、鉻、鋅、脂肪存在，这些杂质会降低高热剂的质量。

表4 高热剂用氧化鉄皮的技术要求

指 标 名 称	規 格 要 求
鉄不少于.....	70%
氧不少于.....	24.5%
氧化硅不多于.....	1.5%
其它杂质不多于.....	3.5%
HCl中的不溶物不多于.....	0.5%

2) 硝酸盐 是硝酸的盐类，所有的硝酸盐均易溶于水。燃烧器材中使用的硝酸盐有硝酸鈉 NaNO_3 ，硝酸鉀 KNO_3 ，硝酸鋇 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 等。其中有几种硝酸盐（硝酸鈉）具有吸湿性；硝酸鉀沒有这种性质，因此在燃烧器材的装药中经常采用它。

硝酸鋇和硝酸鉛也不吸湿。在干加热时，硝酸盐熔化，

同时分解而放出氧。

因为当硝酸盐与可燃物的混合物加热时，硝酸盐很容易放出氧，所以可燃物能以极大的速度进行燃烧。几乎所有的硝酸盐对冲击和爆轰都很安定。

硝酸盐由于在加热时放出氧，因此是强氧化剂，在较高的温度下分解时甚至会引起爆炸。根据这个性能硝酸盐可作为炸药使用，例如，硝酸铵用作制造阿摩那尔及阿莫尼脱炸药。

3) · **氯酸盐和过氯酸盐** 混入含氧混合物中的氯酸盐，其作用与硝酸盐极相象。特别值得注意的是氯酸钾 (KClO_3)，它是氯酸的钾盐。氯酸钾当温度接近 390° 时按下列方程式分解：



过氯酸钾 氯化钾 氧

氯酸钾对冲击作用敏感的。氯酸钾与有机物的混合物对加热，冲击和摩擦非常敏感。

氯酸钠 (NaClO_3) 与氯酸钾的区别在于它具有吸湿性，而氯酸铵 (NH_4ClO_3) 是非常不安定的。

氯酸盐能溶于水。当干加热时，产生分解。氯酸盐放出氧的反应是放热过程，它在一定的条件下能够变成爆炸。氯酸钾的自发爆炸不止发生过一次。

当氯酸钾与浓硫酸相互作用时释出游离的氯酸和二氧化氯的这种性能是值得注意的，因为由于这种性能假如在有有机物（糖）存在时放出游离的氯酸，则整个混合物就将激烈爆燃。

过氯酸钾 (KClO_4) 是过氯酸的盐类；它对加热的敏感度

較小。过氯酸銨(NH_4ClO_4)几乎与过氯酸鉀相同。过氯酸盐在加热时,或与硫黃、磷、木炭和細碎的金属一起研磨时会发生爆炸;它对有机物(糖)起氧化作用。

4) **过氧化物** 正象其名称一样,它是含氧的化合物。在燃烧器材的装葯中采用最广泛的有过氧化鋇(BaO_2)、过氧化鉛(PbO_2)、过氧化鎂(MgO_2)、过氧化鉀(K_2O_2)、过氧化鈉(Na_2O_2)。大多数的过氧化物是固体的容易吸湿的物质。当与水作用时,这些物质放出大量的热;与有机物(糖、六甲基四胺等)、硫、磷等混合后,变成对冲击和摩擦敏感的爆炸混合物。在燃烧剂中使用得最多的是过氧化鈉和过氧化鋇:前一种——微帶黃色的化合物,后一种——白色化合物。

当过氧化物加热时就放出氧,例如:



过氧化鋇 氧化鋇 氧

过氧化物在熔化时有强烈的氧化作用,对于金属的氧化作用,尤为强烈,这就是过氧化物与金属在燃烧剂中混合使用的基础。

5) **鉻酸盐和高錳酸盐** 鉻酸盐是鉻酸的盐类,顏色鮮明,大多数是黃色。鉻酸盐与有机物生成对加热很敏感的混合物。碱金属的鉻酸盐易溶于水。某些鉻酸盐〔例如鉻酸銨— $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ 〕在加热时易分解。

較常用于点火葯的鉻酸盐有:鉻酸鉛(PbCrO_4),鉻酸鉀(K_2CrO_4),鉻酸鈉(Na_2CrO_4)。点火葯中最常用的鉻酸盐是鉻酸鉛,它在加热时很易放出氧:在自然界中成紅色鉛矿存在。

高錳酸盐是高錳酸的盐类。采用較多的是高錳酸鉀 (KMnO_4)；例如，有时在德国1公斤鎂基合金-高热燃烧航弹的装药里就使用高錳酸鉀。高錳酸鉀与有机物的混合物容易由于摩擦而燃烧或自燃(甘油和高錳酸盐)。

根据上述的(虽然还很不完全)，已經可以了解到这些混合物在燃烧器材中的作用特性。

含氧点火药中最好的氧化剂是氯酸鉀和过氯酸鉀，以及硝酸盐—硝酸鉀和硝酸鋇。在混合物中若加有油性粘合剂(树脂、干炼油、地瀝青、瀝青、油漆、松香)时，对氯酸鉀几乎毫无危险。从經濟方面来考虑时使用氯酸鉀比用过氯酸鉀强(較便宜)。以氯酸盐为主要成分的点火药，其特性为对冲击或枪弹射击的感度极高，因此，在现代燃烧器材中很少使用氯酸盐。

6. 含氧的燃燒剂

各种可燃物和氧化剂的混合物都属于含氧的燃燒剂。这些混合物的組成应根据这样一个原則，即在氧化剂中所含的氧应足够維持所有可燃物的燃烧。

1) **高热剂** 粉状(或粒状)的鋁和鉄的氧化物的机械混合物称为高热剂，或者广义地說，粉状的鋁(或者帶有少量的鎂鋁合金)与重金属氧化物及含氧盐(例如硝石)的混合物称为高热剂，混合物中各成分的比例，应保証可燃金属能完全氧化。

鋁和金属氧化物之間的相互作用称为鋁热反应。鋁热反应的原理就是以某种金属(在这里就是指鋁)把其他金属从其氧化物和矿石(氧化鉄)中还原出来的作用。

在工业中，凡是用鋁把金属从其氧化物中还原出来的过程，均統称之謂鋁热反应。产生还原过程的原因，是因为鋁在高温下能与金属氧化物中的氧进行氧化作用。选择适当的金属氧化物及其数量对能否正确地进行鋁热反应过程有着很大的关系。例如，过氧化錳 MnO_2 与鋁反应时很激烈，氧化錳 MnO 与鋁反应时却很弱。所有的鋁热反应都产生大量的热，同时熔融的金属被加热到白熾，而熔融的粘土質熔渣則浮在上面。鋁热反应的原理是在1894年由德国的Г.哥立突密特发明的，现在广泛应用于工业中。

高热反应与其它混合物及烟火剂所产生的反应有以下几点不同的性能：

- 1) 反应的开始和最終的生成物—固体物質（鋁、四氧化三鉄、氧化鋁和鉄）；
- 2) 由于强烈的热能（点火药的作用、电弧作用）而产生反应；
- 3) 反应的结果产生高温（由于沒有气体生成物，因此热量損失很小）；反应生成物具有很大的纵火和燃烧作用；
- 4) 反应的热量很大，以致其生成物（鉄、熔渣 Al_2O_3 ）在較长的時間内处于液体状态，同时向四处蔓延。

欲以正确的方法配置有效的高热剂，应遵守下列条件：

氧化剂应容易放出氧，同时分介时应吸收最少的热量。

金属在反应的过程中不应轉化为气态（金属的沸点应尽可能超过反应的温度）。

各种高热剂随着其中氧化物性能的不同而不同。例如，有鉄高热剂，錳高热剂，鉻高热剂，銅高热剂等。

应用最广泛的鉄高热剂的基本組成物質是鋁和氧化鉄，

其特性在前面已經講過。

制造高热剂的工艺过程由下列工序組成：1) 制造鋁粉(或細粒)，2) 灼烧氧化鉄皮及粉碎，3) 称量成分，4) 各成分进行混合，5) 包装高热剂。

鋁粉的制造按前面所提的方法进行。在 $400\sim 500^{\circ}$ 温度下，在迴轉炉中灼烧氧化鉄皮以便除去水分和有机杂质(油、石油等)。

氧化鉄皮在普通的粉碎机中进行粉碎。篩选顆粒在摆动篩或振蕩篩中进行。粉末在风力分选机中除去。在普通或机械天秤上称量，而混药在带有翼片的混药筒中进行。

高热剂包装在布袋中，每袋重10公斤，或者包装在衬有紙的木箱內，每箱毛重 200 公斤。在任何情况下，要保証高热剂不受潮。

用四氧化三鉄組成的普通高热剂应符合下列要求。

表 5 對高热劑的技术要求

指 标 名 称	一 般 要 求	英 国
顏色	浅銀灰色	—
肉眼可見的杂质和受潮痕跡·····	不允許	—
除了 Fe 和 Al 外，硅和其它金屬·····	不多于 6 %	2 %
水分·····	不多于 1.5 %	—
粒度大小·····	10号篩(篩孔)	10- -40号篩(篩孔)
粉末·····	不允許	—
高热剂中 Al 的含量·····	不少于 23.5 %	22 %
氧化鉄皮中氧的含量·····	不少于 24.5 %	25 %
用于 4 和 8 号高热剂的鋁粉質量·····	不次于二等 (Al 不少于 97 %)	一等 (Al 98 %)
用于 6 号高热剂的鋁粉中所含金屬鋁的数量·····	不少于 94 %	94 % (二等高热剂)
同上，用于 7 号高热剂·····	不少于 92 %	88 % (三等高热剂)

在拟訂配方和往燃烧航弹弹体内压药时，經常采用粒度相当于通过40号篩子的高热剂。

在普通的高热剂中，氧化鉄与鋁粉的比例在下列范围内：鋁从22%至28%，氧化鉄由78%至72%。高热剂（含鉄高热剂）的成分通常按下列比例进行混药：氧化鉄皮 $75 \pm 4\%$ ，鋁 $25 \pm 4\%$ 。用普通方法制成的高热剂不能用火柴、蜡烛、酒精、汽油的火焰点着，因为上述材料的火焰达不到使高热剂发火的温度。

高热剂用专门的点火药引燃，这种点火药用普通的引火品（甚至火花）就能点着。它在燃烧时能产生高温。电弧火焰（温度 3000° ）当然能点着高热剂。点火剂数量与全部高热剂来比通常不大（从2克到40克）。

为了点燃高热剂，只須在高热剂的任何部分使温度达到 $1100-1300^{\circ}$ ，这样，全部物质就参加反应。被点火剂点燃的高热剂熔化，同时放出大量的热，和放出眩目的光，熔融液体中的二个組成部分（鋁变为氧化鋁，氧化鉄还原成鉄）由于比重不同而彼此很快地分离开来。比重較大（7.8）的熔融鉄很快地向四处流散，而較輕的氧化鋁（比重3.68）象熔渣一样浮在熔融鉄的表面。高热剂产生的反应属于放热反应，不需要从外面吸收热量。

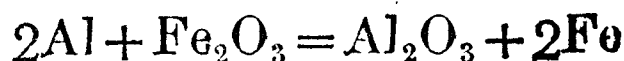
高热剂燃烧时不放出气体和烟雾。因此，高热剂反应时产生的热能就积聚在燃烧生成物中，于是这种生成物就能烧毁鋼鉄，而鎂基合金燃烧时，却不能产生这种作用，虽然后者在燃烧时总的热效应較高。

高热反应时发火的特征是所有的高热剂都变为鉄和氧化鋁。高热剂燃烧时的温度能达到 2500° 。高热剂燃烧的速度

很大，以秒来测定，例如，压制（压力1000公斤/平方公分）成块的高热剂，高度为15.5公分，直径为5.5公分，它的燃烧和漫流时间为40秒。

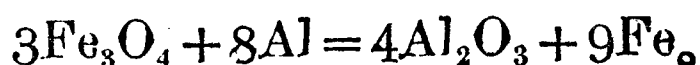
高热剂燃烧后约生成45%的高热剂熔渣和55%铁，这些生成物冷却得很慢，并能点燃难燃的材料及烧透铁和钢。例如，重50克的高热剂药柱只要几秒钟的时间就能熔化2公厘厚的铁板。

铝和氧化铁之间反应的方程式为：



铝 氧化铁 氧化铝 铁

或与四氧化三铁的反应方程式为：



四氧化三铁 铝 氧化铝 铁

在这里有必要提出二氧化硅高热剂（以二氧化硅作为氧化物）的燃烧反应 $4\text{Al} + 3\text{SiO}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Si} + 184\text{大卡}$ （1分高热剂产生0.6大卡）。

日本燃烧航弹的装药中广泛地采用着砂子 SiO_2 （二氧化硅）。

表6为“铝”、“铁”、“二氧化硅”、“锰”、“铜”、“铅”和“铬”高热剂中各成分的百分比、燃烧反应方程式、和每1公斤高热剂放出的热量Q。

在军事技术方面应用最广的有“铁”高热剂；它不但热效应高，而且更重要的是经济和便宜。

前面已经讲过，在“铁”高热剂中最常用的是四氧化三铁。按上述公式组成的高热剂，根据其中铝与四氧化三铁化学纯度的不同，1公斤可以生成552克铁，447克三氧化二铝

表 6

高热剂成分	百分比(%)		Q (一公斤高热剂的热量)	燃 烧 反 应 方 程 式
	氧化剂	可燃物		
$\text{BaO}_2 + \text{Al}$	94.6	6.4	523.3	$3\text{BaO}_2 + 4\text{Al} = 3\text{Ba} + 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 321.7\text{卡}$
$\text{FeO} + \text{Al}$	80.0	20	792.7	$3\text{FeO} + 2\text{Al} = 3\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 197.4\text{卡}$
$\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Al}$	76.9	23.1	831.9	$3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{Al} = 9\text{Fe} + 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 756.9\text{卡}$
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}$	74.7	25.3	925.6	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 197\text{卡}$
$\text{SiO}_2 + \text{Al}$	62.5	37.5	637.9	$3\text{SiO}_2 + 4\text{Al} = 3\text{Si} + 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 183.9\text{卡}$
$\text{MnO} + \text{Al}$	79.8	20.2	438.7	$3\text{MnO} + 2\text{Al} = 3\text{Mn} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 117.0\text{卡}$
$\text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{Al}$	74.5	25.5	766.4	$\text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Mn} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 162.4\text{卡}$
$\text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{Al}$	76.1	23.9	636.3	$3\text{Mn}_3\text{O}_4 + 8\text{Al} = 9\text{Mn} + 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 574.2\text{卡}$
$\text{MnO}_2 + \text{Al}$	70.7	29.3	1140.0	$3\text{MnO}_2 + 4\text{Al} = 3\text{Mn} + 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 420.3\text{卡}$
$\text{CuO} + \text{Al}$	81.6	18.4	972.9	$3\text{CuO} + 2\text{Al} = 3\text{Cu} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 284.7\text{卡}$
$\text{PbO} + \text{Al}$	92.5	7.5	320.5	$3\text{PbO} + 2\text{Al} = 3\text{Pb} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 291.9\text{卡}$
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{Al}$	90.5	9.5	455.4	$3\text{Pb}_3\text{O}_4 + 8\text{Al} = 9\text{Pb} + 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 1035\text{卡}$
$\text{PbO}_2 + \text{Al}$	86.9	13.1	724.6	$3\text{PbO}_2 + 4\text{Al} = 3\text{Pb} + 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 591.0\text{卡}$
$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al}$	73.8	26.2	592.7	$\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 122.1\text{卡}$

和大约750~780卡热。

现代，燃烧航弹装药时所用的高热剂，是用粘合剂粘合，并压制成的。使用压制高热剂的原因主要有以下几点。

1. 因为高热剂不是一个完全一致的整体，而是由性质和比重不同的成分组成的机械混合物，因此，各种冲击和震动除能破坏颗粒间彼此的正确分布外，并能影响其互相接合。这样，对高热剂就需要使用粘合与压制的方法使其颗粒固定起来。

2. 要求必须在最小的容积(燃烧航弹弹体)中装入最多的量的燃烧剂(高热剂)，这也需要进行压制。

3. 要求增加产品的机械强度和密度。

目前，未經压制的高热剂較少使用。

在功率强大的压力机上，高热剂在3000~5000公斤/公分²的压力下不加粘合剂就能够压合在一起；这种高热剂的机械强度很大。

为了粘合高热剂采用許多种特殊的有机物质。其中包括活性粘合剂(能燃烧的及参与燃烧的)与鈍性粘合剂(不参与燃烧)。在計算高热剂混合装药时須要考虑到粘合剂的活化度与鈍度。有些粘合剂同时又为鈍感剂(减速剂)，另有一些則同时又为加速剂。

对于高热剂的粘合剂有許多經濟和战术方面的要求；例如：

- (1) 粘合剂应能保証制品的机械强度；
- (2) 使用最少量的粘合剂就能保証压制制品的强度；
- (3) 不腐蝕燃烧航弹的弹体或其他壳体（这对于航弹长期貯存是很重要的一点）；
- (4) 化学性安定，不吸潮；
- (5) 在最普通的溶剂中具有良好的溶解度；
- (6) 粘合剂应能保証燃烧的均匀性。

压制高热剂时可采用下列粘合剂。

活性粘合剂：

賽璐珞的丙酮溶液及乙酸戊酯溶液；

无烟药丙酮溶液；

硫；

印刷干性油及其他。

鈍性粘合剂：

水玻璃的水溶液；

洋灰等。

粘合剂——鈍感剂：

白氏树脂；

依琪托尔；

松香及其他許多物质。

压高热剂时最通用的粘合剂为：賽璐珞丙酮溶液或賽璐珞乙酸戊酯溶液，印刷干性油，水玻璃的水溶液；使用較少的为：硫、松香与瀝青。压药时仅可使用印刷干性油（不加干燥剂）；不得使用象“諾包尔”干性油（用一氯化硫处理并加干燥剂的干炼油）或代用干性油一类的干性油。

含游离硫酸的灰色硫黄不得作为高热剂的粘合剂（可用搗碎的棒状硫黄）。

經過粘合剂增固过的高热剂具有高的机械强度；此种增固的高热剂易于成形及在車床上加工。

用水玻璃粘合与增固的高热剂在軍事技术方面用途很广。其制造方法如下。将水玻璃（含4~15%水玻璃的溶液）注入装有高热剂的槽中，搅拌，使成为均匀的粥状物质；将此粥状物质注入适当的模型或燃烧航弹的弹体中，然后将其放入烘干柜内，于100°以上的温度（最好是120~150°）^①下烘干5~10小时，把水分完全烘去。当高热剂中必須采用水玻璃，并且同时須要加压（为了加大密度）时，則把粥状物质装入模型，航弹弹体或压模中，以必要的压力（1000公斤/公分²）加以压制，然后再进行烘干。用水玻璃

① 此处系指在与高热剂点火药分別压制和烘干的条件下。如带有高热剂点火药，則不得在此温度下进行烘干。

粘合的高热剂一律都能发火，并对冲击、枪弹射击、碰撞作用都不敏感，因而具有用于燃烧航弹与炮弹所必要的一切性能。用水玻璃增固的高热剂燃烧均匀、文靜，无其他粘合剂（硫）所具有的突然喷射现象（局部爆炸）。水玻璃作粘合用时其用量为高热剂总重的 2~4%，例如：氧化鉄——76分（重量），鋁——22分（重量），水玻璃——2分（重量）。

高热剂用极易燃烧的賽璐珞或硝化纖維素以及无烟药增固的方法几与用水玻璃进行粘合的方法相同，不同的地方是須預先把賽璐珞溶解在适当的溶剂中（此处使用的溶剂为丙酮或乙酸戊酯）。

用賽璐珞粘合的高热剂使用于需要燃烧均匀，文靜而火焰高大的情况下。

具有易燃的、熔点較低（ 112.5° ）及其他化学性能的硫黄在活性粘合剂中占有特殊的地位。用硫使高热剂增固的方法和用水玻璃或賽璐珞增固的方法稍有不同。

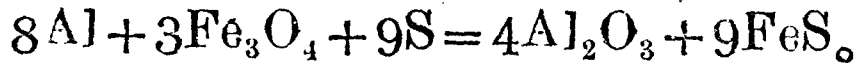
因为硫必須熔化后才能将其加入高热剂中，所以必須把硫、高热剂及燃烧航弹弹体加热到較高的温度。再如，因为要避免結块，必須均匀地搅拌，所以須要把硫与高热剂加热到 $120\sim 140^{\circ}$ ，并須避免在混合时产生迅速冷却的现象。这样一来，高热剂增固的工作就变得极其費力且需要十分小心了。

大家都知道，硫与鉄的反应为放热反应，因此用硫可以节省鋁粉，并使高热剂的效应稍稍增强。

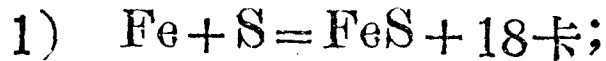
高热剂用硫进行增固时，硫的不足或过量都具有很大的意义。用硫增固的高热剂具有爆炸性能，燃烧时强烈迸射，因而部分地降低其燃烧作用。

曾經确定，除最初与氧化鉄和鋁发生作用而产生一定的热效应外，在生成熔融的鉄时，由于其与硫之間相互发生作用生成硫化鉄与亚硫酸酐，然后鋁与硫又发生作用，在这些过程中都放出补充热量。

此种反应的反应式如下：



并且显然可见，此时并发生下列的放热副反应：



当用水扑灭这种高热剂时，三硫化二鋁开始分解



所有这些情况，都要求在扑灭这种配方的燃烧航弹时，要有一定的熟練程度和小心謹慎。

其他粘合剂如：树脂、石蜡、蜂蜡、松香都不是高热剂的良好有效粘合剂，因为它们能使高热剂的燃烧速度减慢，降低热效应，不能改善其应有的性能。

为了提高高热剂的燃烧作用采用特种附加物——含氧多的物质：硝酸鉀、硝酸鋇、硝酸鈉、軟錳矿、过氧化鋁等。有些軍事专家反对加入这种附加物，認為是多余的。譬如英国人曾經采用过的所謂“变型高热剂”其成分如下：

Fe_3O_4 ——50份（重量）

Al ——24份（重量）

$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ——26份（重量）

加入硝酸鋇是企图借增加氧的含量来提高高热剂的效应，但是加入这种物质的結果并不能达到这一目的。

加粘合剂或不加粘合剂的高热剂，在1500~2000公斤

/公分² 压力下压制后，其比重几乎能增高1倍，为 3.1~3.3（未压过的高热剂机械混合物的比重为1.8~1.9）。这种加工得很好的高热剂，在硬度与颜色上很象灰口铁。

上面已经讲过，为了使高热剂获得一定的形状（炸弹形等）、密度与机械强度，所以须进行压制。压药过程中所用的压力要能把材料压缩到达到必要的压缩量和变形程度。在压高热剂时将高热剂装入压模中或航弹的弹体中，将其压缩到所需密度（压板对冲头的压力）与必要的体积。

使用液压机与机械压力机压高热剂，压药时重要的是须遵守工艺规程中所规定的压力，否则压力过高时，用选择好的点火药、传火药点燃时会造成瞎火或其他许多不良后果。相反，压力不足时会造成制品强度不够、燃速过快、燃烧不均匀等。

压力根据压力计来确定，压药过程中必须时刻看着压力计。

压高热剂制品，特别是往燃烧航弹的弹体中压装高热剂时，须完全遵守烟火药生产中所规定的现行安技规则。为了找出裂纹和废品，高热剂制品应进行外观检查和燃烧作用试验（装好药的燃烧航弹须进行爆破试验，每一批选 5~10 枚进行试验）。

在很多情况下，把高热剂以高压压入特制的金属盒中，这就是所谓扇形高热剂，供扇形高热剂燃烧航弹及榴霰弹装药用。因为在高压下压制的高热剂性脆，此金属盒可以保护扇形药在爆炸后落地时不致损坏。

用高压压装的高热剂点燃困难，需要使用特种点火药。压药压力对高热剂的燃烧时间影响很大。例如重量相同（1

公斤)但密度不同的两种高热剂试样(未压过的及經用2000公斤/公分²压力压过的)的燃烧速度能相差15~20秒鐘,用高压压过的高热剂的燃烧時間較长。

高热剂中的水分对于高热剂及高热剂扇形体具有很大的影响。因此,所以說在高热剂中含有吸湿性盐类时对于高热剂有不良影响。形状相同的,重量相同和成分相同的两个高热剂扇形体——干的及含20%水分的——的燃烧時間可相差10~20秒鐘,湿高热剂扇形体的燃烧時間較长。此外,此种高热剂点燃困难,燃烧不均匀等。

根据上述,可得出結論:高热剂在燃烧时的燃烧效应、燃烧速度及該种高热剂的特性决定于下列因素:1) 粘合剂的特点与性能(活性或鈍性),2) 粒度大小与粉碎度,3) 压制密度与压力的大小;4) 高热剂中有无加速或减慢其燃烧速度的附加物,5) 金属氧化物的特性。

所有这一切因素在設計用于某种类型的燃烧航弹装药的高热剂时考虑进去。必須指出,改变金属氧化物,例如将氧化鉄改为氧化銅或氧化鉛时,同样也会影响高热剂的燃烧性质。这种改变能剧烈地加速高热剂的燃烧速度,或者在許多情况下,能使其加速到接近爆炸的程度。

高热剂与其他燃烧物质及燃烧剂相比的一个特有的优点是:高热剂在燃烧时損耗热量少,不放出气体或者放出气体极少。撇开高热剂所有其他优点不談,高热剂的缺点为:当单独使用高热剂时其燃烧作用只能及于弹着点周围不大的地方。要提高高热剂的燃烧效应及扩大其作用半径,須以高热剂与其他燃烧物质混合使用,特别是与凝固燃料、鎂基合金、鈉与磷混合使用;高热剂-固体燃料混合燃烧航弹,以及

鎂鋁合金、高热剂燃烧航弹都是根据这种混合原理而使用的。

往航弹弹体中压高热剂的方法有两种：(1)分段压药法(图7)，基本高热剂与传火药、中间药和点火药(参看“高热剂点火药”一节的有关资料)同时压入，结果使在数量和质量方面都不同的高热剂与含氧的点火药压成了完整的一体；(2)分别压药法——基本高热剂装药单独压入炸弹弹体中，而传火药、中间药与点火药单独压制，压成一个星形点火药(图8)，然后把星形点火药放到基本装药上压成的或钻成的孔中。

2) 高热剂点火药 点燃高热剂用的混合物称为点火药。点火药分为散装高热剂点火药与高压压装高热剂点火药。

第一种点火药直接点燃高热剂；第二种点火药是经过传火药(或中间药)点燃基本装药。点火药的目的和用途是产生起爆冲击，使反应开始。

点火药的发火点应较低，易被起始热冲能(速燃导火索，缓燃导火索，火柴，电点火管)点燃并能保险把基本装药(高热剂)点燃起来。

此外，它应符合于下列要求：①燃烧时达到的温度应高于高热剂的发火点；②它应能与高热剂接触得很紧密。

点火药的配方种类很多。若基本高热剂(基本装药)点燃困难时(高压压制的)，则如前面讲过的，须使用传火药与中间药。其作用顺序是这样的：起始热冲能(速燃导火索，火帽等)点燃点火药，当其燃烧到适当温度后，点燃在较高的温度下才能开始燃烧的传火药(图7与图8)；传火药又点燃须在更高的温度下才能燃烧的中间药，最后中间药再点

燃最难于点燃的基本高热剂。由此可见，在这些药的燃烧过程中温度逐级升高。中间药可以使用点火药与基本高热剂相混合的药剂。

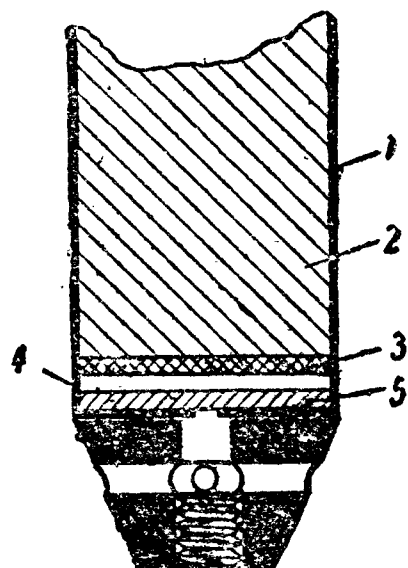


图 7 分段压药时高热剂装药的点燃方法：

1—燃烧航弹弹体；2—基本装药（高热剂）；3—中间药；4—传火药；5—点火药。

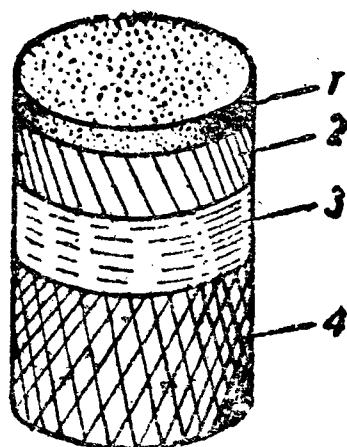


图 8 利用星形点火药时高热剂装药的点燃方法：

1—点火药；2—传火药；3—中间药；4—基本装药（高热剂）；5—燃烧航弹弹体。

在为高热剂配点火药与传火药时必须经常考虑到高热剂的成分及压药程度。

在散装高热剂点火药的成分中含有：氯酸钾、硫、硫化镉、软锰矿、硝酸钡、硝酸钾等。

例如高热剂点火药的配方如下：

	百分含量(重量)
1. 高热剂(40号筛)	70
2. 氯酸钾	13.5
3. 镉(粉)	8.5
4. 硫	8
或者为：	

1. 硫化銻(粉)	19%
2. 硫	13.5%
3. 虫胶(粉状)	2.5%
4. 硝酸鉀	65%
或者为:	
1. 硝酸鉀	82%
2. 依琪托尔(粉状)	15%
3. 鎂	3%(于100%以外 另加10~15% 酒精,并压合)

焊接鉄軌用的高热剂用下列成分的点火药点燃:

1. 过氧化錳	50%
2. 氯酸鉀	25%
3. 鋁粉	15%
4. 硫	10%

此种混合物在一切情况下都能保险点燃散装高热剂。

在点燃燃烧器材中的高热剂的点火药、传火药与中间药(星形点火药)中避免使用对冲击、枪弹射击与摩擦作用敏感的物质,例如氯酸鉀、过氯酸盐等。

前面已经讲过,航弹装药中用的点火药要加上粘合剂进行压制;粘合剂采用硝化纤维素的丙酮溶液、干炼油、白氏树脂漆等。

有时采用压制成适当长度的杆状点火药点燃散装高热剂,在杆中间插以速燃导火索(图9);非压制点火药一般是少量(5~10克)地散放在散装高热剂的上面,用速燃导火索来点燃它。

下面列举一种将点火药、传火药、中间药与基本装药同

时压入弹体中的高热剂燃烧航弹的装药的配方及成分：

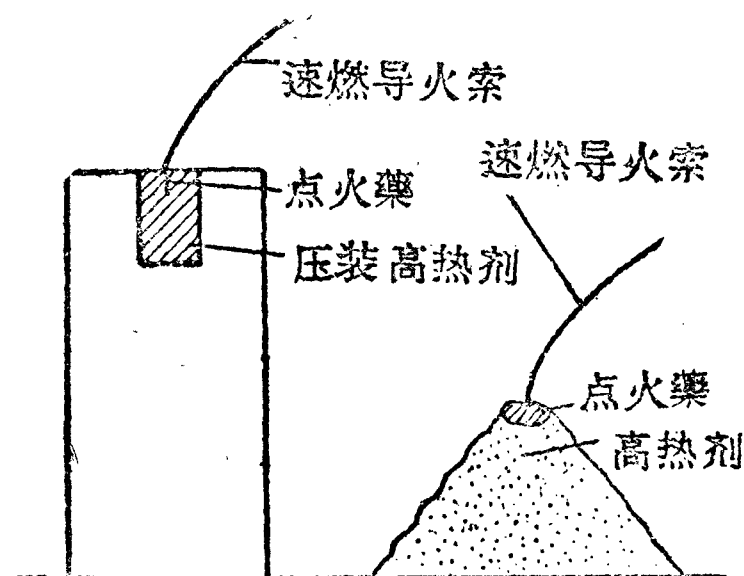


图 9 高热剂点燃示意图。

点火药：

硝酸钾	81%
镁	4%
白氏树脂(粉)	15%

传火药

硝酸钡	25%	} 一发燃烧航弹共装 40~50克
铝(细粉)	5%	
高热剂(40号筛)	60%	
白氏树脂(粉)	10%	

中间药：

传火药	40%	} 一发燃烧航弹共装 80~100克
高热剂(40号筛)	60%	

基本装药：

高热剂(40号筛)：		
Al	24%	} 装满全部弹体容积。
Fe_3O_4	76%	

压药压力可达 1000 公斤/公分²；加上白氏树脂漆酒精溶液进行压制与粘合。点火药、传火药与中间药可单独用白

氏树脂漆压制成重40克、直径15公厘、高20公分的圆柱状星形点火药(压药压力达 $300 \sim 500$ 公斤/公分²)。星形点火药须进行点燃试验及压碎试验。

高热剂只有在军事技术方面不受限制地大量使用。在民用工业方面高热剂占有特殊的地位；例如用高热剂制造各种特种钢的优质合金，以及焊接钢的与铁的结构。高热剂焊接法在舰船上、造船厂及修理或制造各种重要零件的工厂里使用得最广。

3) 镁基合金高热剂混合装药 镁基合金高热剂燃烧航弹的弹体是用镁基合金制造的，高热剂为其装药。有时镁基合金也装入航弹中，将轻质镁基合金和高热剂掺杂在一起。镁基合金高热剂燃烧航弹发火时，镁基合金弹体即熔化，并于 650° 温度下开始燃烧。高热剂点火药点燃弹体中所装的高热剂。镁基合金高热剂燃烧航弹能完全烧尽。另外一类结构的燃烧航弹，其弹体为圆柱形，由镁基合金制成圆形，弹体内装以镁基合金块与高热剂的混合物。

在镁基合金航弹燃烧的头数十秒钟内，飞溅出与脉冲式地喷射出高热的熔融铁与熔渣，然后喷射出熔融的镁基合金(图10)。此后在熔融的金属表面上生成金属(铁、铝、镁等)氧化物与熔渣，它们复盖在熔融金属的上面象一层壳皮一样，阻碍其热辐射，并且加强了航弹的烧穿力量，而镁基合金的燃烧也就变得平稳。

镁基合金航弹的重量一般是以穿透能力能穿透房顶、顶楼盖为限度，而不再大，即袭击现代建筑物的最易受到破坏的地方——顶楼与上层楼房。

当其他条件(正确选择与拟订的高热剂装药配方，镁基

合金的牌号等)均相同时,在鎂基合金高热剂燃烧航弹的制造和設計工艺规程方面具有极大意义的有两个因素:高热剂与鎂基合金之間的重量比(图11)和两种物质彼此的放置位置。依靠这两个因素的改变,可以不改变航弹的尺寸和重量而获

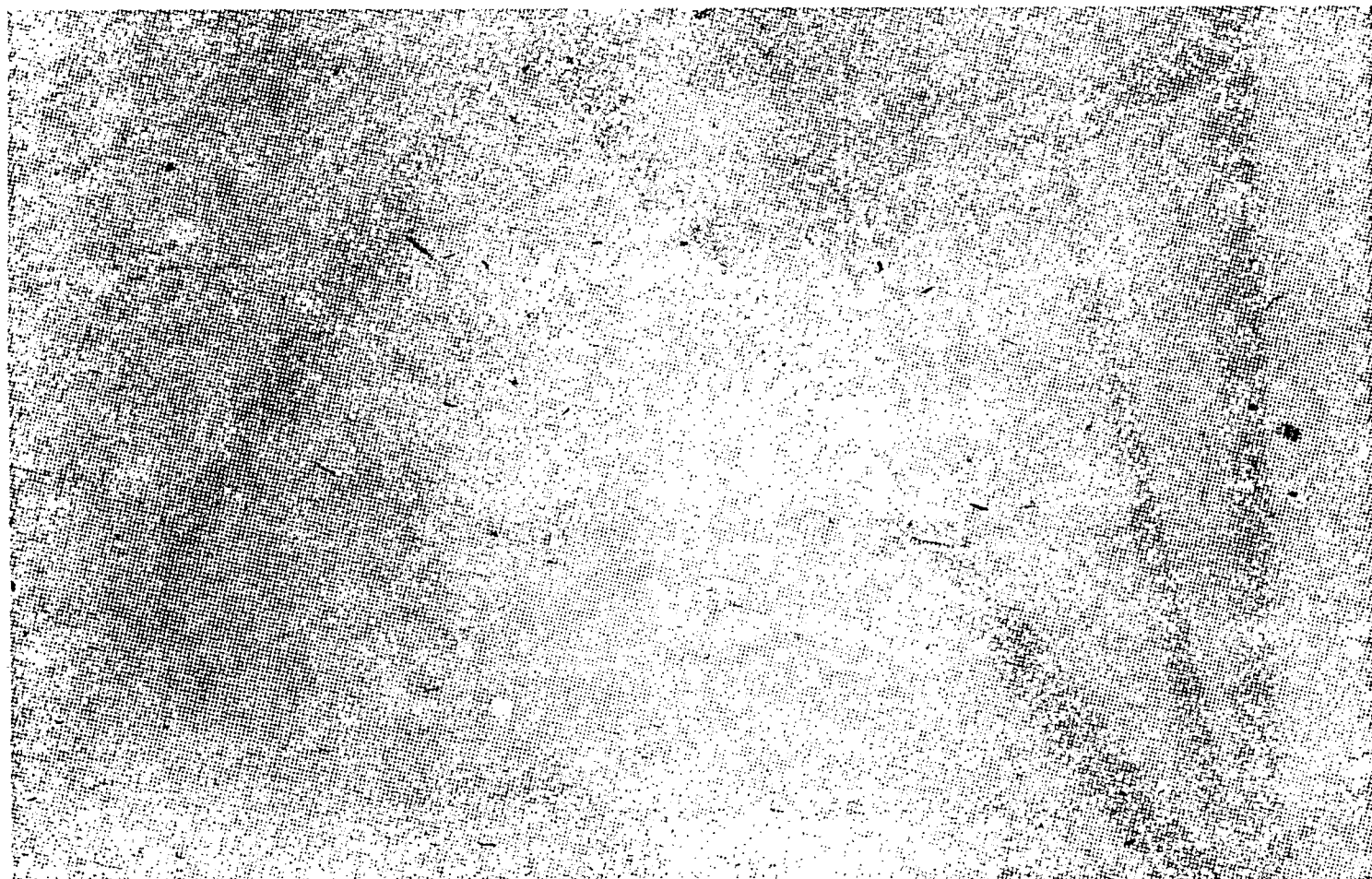


图 10 鎂基合金高热剂燃烧航弹开始燃烧时的情况。

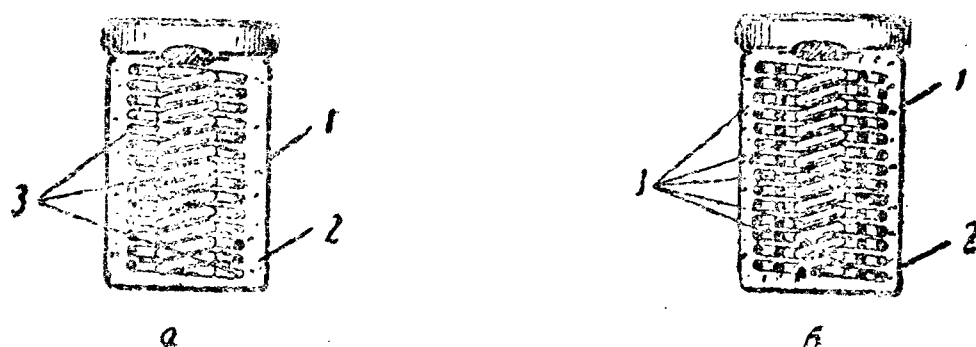


图 11 鎂基合金高热剂燃烧航弹的燃烧效应随高热剂与鎂基合金間比例的改变而变化的情况:

a—鎂基合金与高热剂的混合比为 2:3 (总重 1 公斤); 作用: 强烈脉冲噴湧; 高焰燃烧; *b*—鎂基合金与高热剂的混合比为 3:2 (总重 1 公斤); 作用: 噴湧較小; 热与光的作用時間长。1—弹体(鎂基合金); 2—高热剂; 3—鎂基合金。

得燃烧性质不同的燃烧航弹：从燃烧迅速、火焰猛烈、喷射力高的燃烧航弹，直到作用范围不大、力量集中、燃烧比较缓慢的航弹(图12)。

高热剂与镁基合金混合装药在燃烧弹中的燃烧特性

高热剂与镁基合金的重量比		燃 烧 特 性
压装高热剂 (40号筛)	镁基合金 (含Mg达94%)	
1	1	燃烧迅速，喷湧较小。
1	2	燃烧减慢；镁基合金微粒的喷射半径减小。
2	3	燃烧速度介于第一种情况与第二种情况之间； 温度及脉冲力增强。

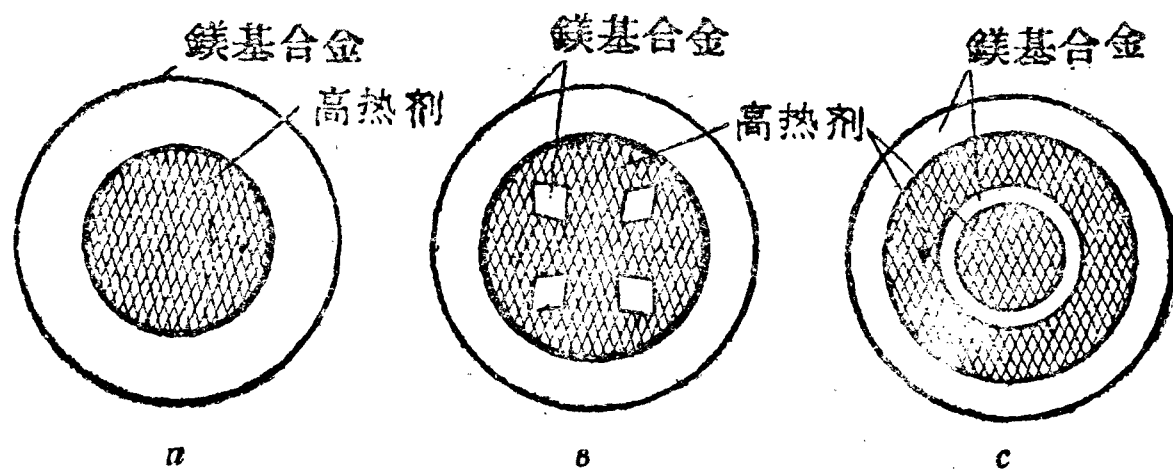


图 12 镁基合金高热剂燃烧航弹的燃烧效应误差与高热剂和镁基合金(重量及外形均不变时)安置的关系：

a—高热剂和镁基合金的比例为 2:3，在该配比下，镁基合金微粒的抛散情况正常；b—在高热剂中嵌有镁基合金(比例同上)，抛散面增大，燃烧较剧烈；c—高热剂和镁基合金成环状组成一起(成比亦同上)，在此情况下所得抛散面最大并燃烧剧烈；发火区扩大。

镁基合金及用镁基合金制的燃烧航弹的弹体须加防蚀层。防蚀，可以用金属喷涂法，在燃烧航弹的弹体上喷上薄薄的一层铝(德国燃烧航弹弹体)，或者涂一层特种氧化膜。为

此，把制品放在下列配方之一的一种溶液中进行酸洗：

(1)	重鉻酸鉀	11份(重量)	} 酸洗溫度80°, 時間 45秒鐘。
	硝酸, 比重1.40	18份(重量)	
	水	100份(重量)	
(2)	重鉻酸鉀	11份(重量)	} 酸洗溫度80°, 時間 由45秒鐘到1.5分鐘。
	硝酸, 比重1.40	18份(重量)	
	水	100份(重量)	
	硝酸鉻	1份(重量)	
(3)	重鉻酸鉀	11份(重量)	} 酸洗溫度20°, 時 間10分鐘。
	硝酸	18份(重量)	
	硝酸鋁	1份(重量)	
	水	100份(重量)	

为了能够更好地保护鎂基合金不受腐蝕，鎂基合金在用上述方法中的一种进行酸洗并烘干后，用浸有干性油的棉紗头擦拭，油层应尽可能最薄。擦过之后，将零件烘干一昼夜。也可用硒进行酸洗。用硝酸、重鉻酸鉀和特种附加物制成的酸洗液洗出的防护膜是金黃色的。燃烧航弹的弹体酸洗后必須用水洗淨，烘干。

防护膜对于燃烧航弹弹体在使用过程中不能起可靠的保护作用，并且完全不能保护它不受海水、河水、雨水等的侵蝕作用。因此，一般在鎂基合金的防护膜的上面涂以漆、树脂，或者保存在特种的密封箱中。下面讲一下现代鎂基合金高热剂燃烧航弹(日本的)装药的配方、成分、装药示意图及鎂基合金(弹体)的成分。

I. 混合剂成分：

鋁	21.5%
氧化鉄皮(Fe_3O_4)	31.9%

	矽石(砂 SiO_2)	26.1%
	过氧化鋁	20.5%
II. 混合剂成分:		
	鋁	25.1%
	氧化鉄皮(Fe_3O_4)	40.1%
	矽石(砂 SiO_2)	26.6%
	地蜡或植物蜡	1%
	过氧化鋁	7.2%
III. 混合剂成分:		
	鋁	22.9%
	氧化鉄皮	68.5%
	鉀皂	6%
	煤	2.6%
IV. 混合剂成分:		
	鋁	22.7%
	氧化鉄皮	76.1%
	地蜡或植物蜡	1.2%
V. 混合剂成分:		
	鋁	29%
	氧化鉄皮	68.9%
	矽石(SiO_2)	0.8%
	地蜡或植物蜡	1.3%
VI. 鎂基合金的成分:		
	鋁	3.34%
	鋅	2.08%
	錳	0.16%
	矽	0.07%
	鉄	0.07%
	銅	微量

鎂

94.28%

从上述的配方中可以看到，Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ混合剂的成分相当于点火药、传火药与中间药。基本混合剂为“普通铁”高热剂。Ⅰ与Ⅱ混合剂中含有大量矽石(SiO_2)，其目的显然是为了提高熔渣的流散性与活动性。基本粘合剂为地蜡或植物蜡(图13)。

最后，若提到镁基合金高热剂燃烧航弹发展远景时可以說，所有国家都公認必須制造輕型镁基合金燃烧航弹。

当然，设计与制造重型镁基合金高热剂燃烧航弹也是必要的，譬如在德国、意大利及日本的燃烧器材中就有这种重型的燃烧航弹（德国有12公斤镁基合金高热剂燃烧航弹，意大利有20公斤的燃烧航弹）。因为这种燃烧航弹的无效重量最低，这对于现代轰炸机的有效炸弹载重量來說具有很大的意义。

4) **点火剂** 在1914~1918年战争之前以及战争初期含氧点火剂几乎成为所有燃烧器材的基本装药。现代这种点火剂用作高热剂燃烧航弹、镁基合金高热剂燃烧航弹、燃烧手榴弹、燃烧枪弹等装药的点火药、中间药与传火药。

大家都知道，含氧点火剂不仅在军事技术方面使用，在民用工业（火柴工业等）方面也使用。

有几种含氧点火剂的爆炸性能需要特別讲一下；例如用氯酸钾与赤磷制的点火剂(阿尔木斯特朗格点火药)由稍受

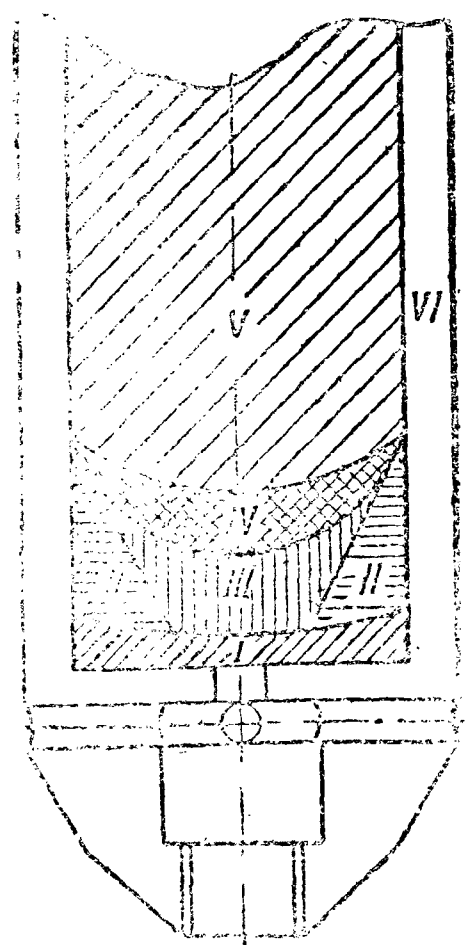
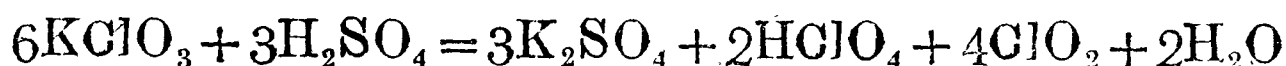


图 13 重型日本燃烧航弹装药示意图。

极微的冲击或打击作用就能爆炸。

假如沒有較詳細地研究过氯酸盐、有机物与硫酸相互作用时发火的性能那么含氧点火剂的特性还是不完全的。基巴里契奇点火药的作用原理所根据的就是这一性质，基巴里契奇点火药是氯酸钾与糖(一般的)按 3:1 的比例所配成的混合物。一滴浓硫酸就能使这种点火剂瞬时发火。硫酸作用于氯酸钾所生成的氯酸与三氧化氯又使全部点火剂发火。

反应式如下：



二氧化氯分解为氯与氧，这也是点火剂瞬时发火的条件。

基巴里契奇点火剂的发火原理，后来用在特种燃烧器材方面：数种延期燃烧航弹与破坏性燃烧器材。糖与氯酸钾和硫酸之間发生简单反应，使全部点火剂开始燃烧的时间可以由数秒钟延长到数日、数月、甚至数年。延期的方法为在炮弹中硫酸容器与糖和氯酸钾的混合物之間或者加一多孔隔片——渗透性延期点火装置(图14)，或者加一金属(锌、铜)薄片——腐蚀性延期点火装置。也可以用渗漏硫酸的特殊虹吸装置点燃点火药——虹吸延期点火装置；其延期时间利用多孔隔片的厚度、特种毛细管的直径或金属隔片的厚度来调节。

装入燃烧航弹或破坏性燃烧器材弹体中的这种点火装置，在减震与减冲的条件下能使各类燃烧器材在规定的时间内准确地发火。

除去类似化学延期点火装置外，还有利用钟錶原理使之发火的机械点火装置与电点火装置等；这类点火装置价值较贵，在应用方面也较复杂。

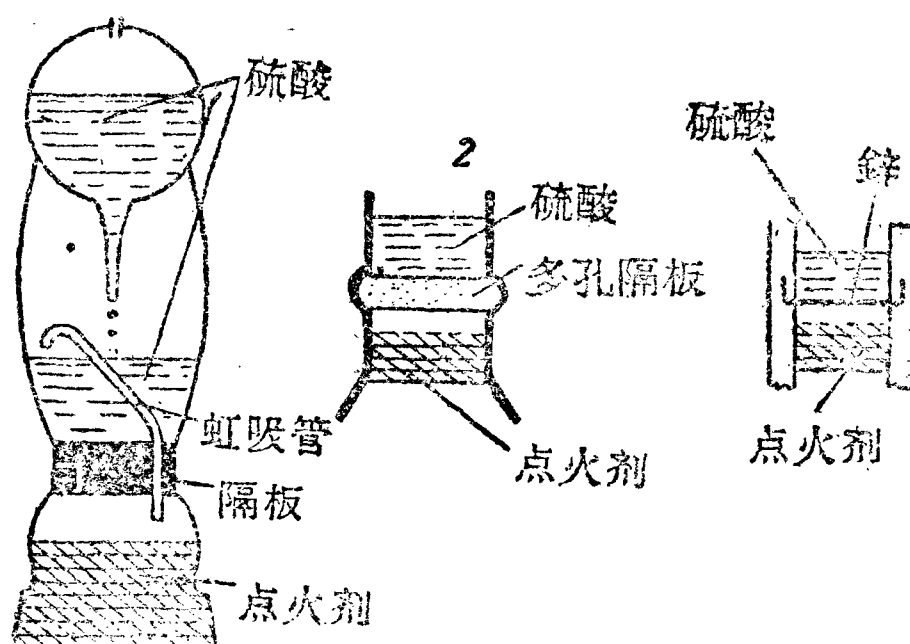


图 14 化学延期点火装置：

1—虹吸点火装置；2—多孔隔板延期点火装置；3—金属隔板延期点火装置。

第二章 燃烧器材的构造及装药

敌人在使用各种形式的燃烧器材（航弹、炮弹、迫击炮弹、榴弹、枪弹等）时，都与其他进攻器材联合使用。爆破及杀伤航弹和炮弹，化学器材和特种器材（化学航弹和化学炮弹，从飞机上喷洒液体毒剂，从飞机上抛掷装有毒剂的玻璃安瓿弹和金属安瓿弹等）与燃烧器材同时使用，能给灭火工作增加很多困难。

燃烧器材可分为下列主要几类：航弹、针式航弹、枪弹、炮弹（集中燃烧榴弹及扩散燃烧榴霰弹）、迫击炮弹、火箭弹、手榴弹及枪榴弹、空军及陆军用的特种燃烧器材（安瓿弹、“火雨”、“布火”、燃烧地雷、火墙）、燃烧筒、燃烧罐、燃烧球及特种破坏性燃烧器材。

1. 燃燒航彈

燃燒航彈與杀伤、爆破、和化學航彈一樣，具有下列主要元件：帶有彈尾的彈體，裝藥及引信或帶點火裝置的碰發信管(见图15)。

航彈彈體由三部分組成：頭部、中部及固定彈尾的尾部。航彈彈體按下列方向在下列部位固結：大口徑和中口徑航彈的彈體頭部用橫向接縫(焊接或用鉚釘)固結于彈體中部上，而小口徑航彈的彈體頭部利用整塊鑄件用螺紋或螺釘與彈體中部聯在一起。中部用縱向接縫固接起來(一般用于中口徑和大口徑航彈)，而小口徑航彈的彈體則是中部與頭部一起無縫沖壓的或者整體製造的。在很多情況下，大口徑航彈亦採用這類方式進行固定。彈體中部為圓柱形，頭部——蛋形，尾部——圓錐形。多數航彈的外形象雪茄烟或象魚雷，有些航彈的外形採用梨狀或滴狀的形式。航彈所以要有各種不同的形狀，主要是為了降低空氣阻力的影響，以及合理地放置裝藥的基本部分。

裝置彈尾能使航彈飛行穩定，使航彈飛行時頭部向着目標。當航彈與彈道傾斜時，迎面的氣流就擊打彈尾，使航彈彈道正常。

航彈的彈尾用鐵皮制成：厚鐵皮用于



图 15 美式燃燒航彈外形。

大口径炸弹，薄鉄皮用于小口径航弹。也可用鋁皮、鎂基合金皮或其他类似材料制成。

弹尾有四种型式：1.尾翅位置彼此間的角度相等（三片或四片尾翅），成一平面；2.尾翅所組成的面与螺旋綫略曲或者安装得与航弹縱軸成某种角度，以使航弹飞行时旋轉；3.成中空圓筒状，用尾翅片固定于航弹弹体上（中空式弹尾）者；4.盒形弹尾。

航弹重心应尽量靠近航弹的头部。

1) **引信** 引信是燃烧航弹最重要的部分，它碰到障碍物就会发生作用。引信按其作用分为：瞬发，延期（短延期和长延期），時間引信和专用引信。

根据在航弹弹体内的放置位置，引信分为：弹头或碰炸引信、弹底(尾部)引信及弹側引信(較少见)。

弹底引信又称作慣性引信。从它的名称上可以看出，它的作用原理是利用慣性：当航弹弹体受到障碍物阻挡而停止前进时，它的活动部件却繼續前进。弹头或碰炸引信的作用原理，是其活动部件(击針或火帽)向航弹运动的反方向运动。

時間引信經過預先规定好的一段时间后发生作用。

碰炸引信有瞬发和延期的两种。瞬发碰炸引信在碰到障碍物时应具有极高的感度；它应能在航弹撞到障碍物后不超过 $1/1000$ 秒的时间內就起爆或点燃装药。这类引信应在航弹进入障碍物前即发生作用，否則，大部分的弹片将进入土地，起不到应有的作用。延期引信一般在0.3秒至几十秒的时期內起爆或点燃装药。这类引信中有几种可根据条件的变化(例如投弹高度的变化)而改变其延期時間（襲击潜水艇用深水航弹的引信）。这类引信称为可調整延期引信。

在现代战争中，尚广泛地采用延期时间由几秒至几昼夜的延期引信。从使用装有此类引信的航弹的实践中可以看出，空袭后的很长时间内，在最料想不到的时候会发生爆破航弹的爆炸，或者燃烧航弹的燃烧。航弹的这种作用能够威胁群众的情绪，使之惊惶失措，引起混乱，给人们造成一种突然地二次空袭的印象，因而可以扰乱恢复和救护工作。

任何一类引信的主要部件都包括：引信体，击发机构或点火机构，保险机构及雷管或火帽。

在爆品中一般装填感度极高的炸药。一般在枪用火帽中采用的雷汞因为容易受潮，所以在航弹用的火帽中，用不易受潮的迭氮化铅代替雷汞。现在有采用装迭氮化铅与特屈儿或碰蒂儿的爆燃品的。必须指出，装迭氮化铅的管壳，仅能用铝来制作。爆破航弹及扩散燃烧航弹的传爆药柱用特屈儿、碰蒂儿或若味酸制成。

АГМ-1引信（航弹弹头瞬发引信）（图16）。击发机构由带有钢制击针的铝制活机体构成。活机体上有旋翼螺钉孔。保险机构由带旋翼和螺钉（彼此固定在一起）的保险帽、运输保险销、切断销和击针簧组成。装配时，旋翼螺钉拧入活机体，并使保险帽顶在引信体头部的突肩上。航弹悬挂在飞机下面时，航弹上的叉销制止旋翼旋转。航弹往飞机下悬挂时，应拔出运输销。爆破和化学航弹的雷管及集中燃烧航弹的火帽须能保证完全起爆和点燃。雷管是一个装有雷汞或迭氮化铅的壳体，雷管的爆炸能引起梯恩梯或特屈儿传爆药柱的爆炸。这种传爆药柱放在传爆管壳内。传爆药柱的爆炸，就能起爆爆破航弹的全部装药。普通雷汞火帽或迭氮化铅火帽（集中燃烧航弹用）不是用来起爆装药，而是点燃装

药。火帽的作用是点燃所谓星形点火药或点火剂，然后由它们再将燃烧航弹的全部装药点着。航弹抛下飞机时，销叉

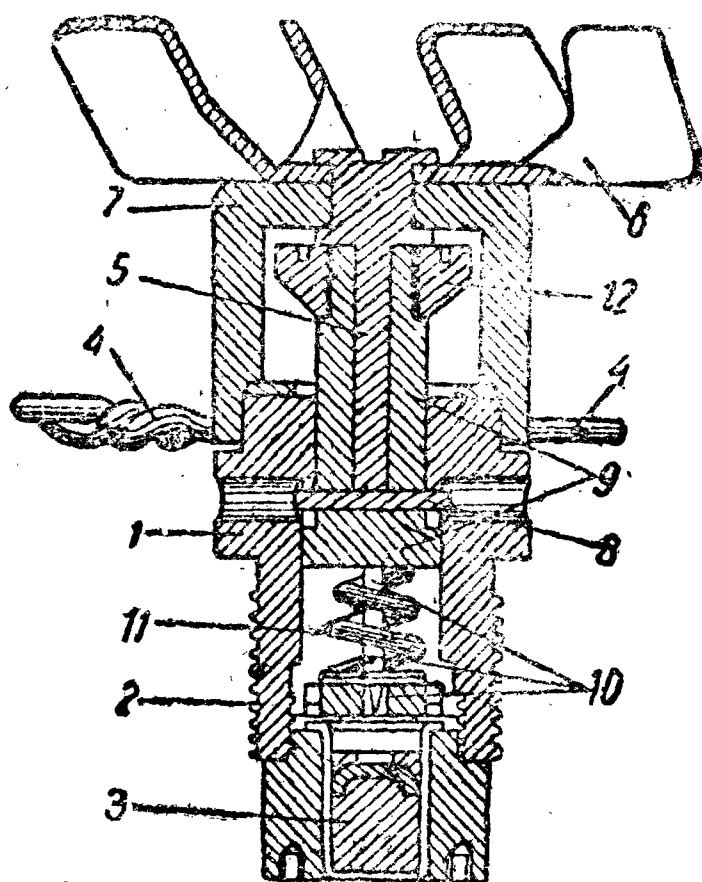


图 16 AFM-1引信(航弹弹头瞬发引信):

1—引信体; 2—将引信拧入航弹头部口内的外螺纹; 3—雷管; 4—运输销(防止引信在运输及存放中旋翼螺钉旋出); 5—旋翼螺钉; 6—旋翼; 7—旋翼保险帽; 8—锡制切断销; 9—活机体; 10—击针; 11—击针簧; 12—活机体盖。

就从旋翼的翼片上滑脱。迎面的气流使带有旋翼的保险帽向下转，使其与引信脱离，这样，正在飞行中的航弹，就只依靠切断销和击针簧来抗御飞行时的空气压力。航弹碰到目标后，切断销被切断，击针击打火帽，因而使航弹发生作用(爆炸或燃烧)。

德式一公斤镁基合金高热剂集中燃烧航弹用引信 (弹头瞬发引信) (图 17 及 18)。这类引信是一种弹头惯性引信，最突出的一个特点是，埋于航弹弹体内部，更正确地说是藏于一个旋入式的引信头里。在引信头的空腔中装有：击针 6

及击針座 7，彈簧 5，以及在彈簧上移動的裝有火帽 3 的黃銅活機體。為了使火帽裝緊，在黃銅活機體內擰入火帽支座 9，然後在它們上面壓入用低熔金屬做的密閉塞 8。保險栓槽通過全部引信頭，並與引信的對稱中心綫垂直。保險栓應能保證航彈從很高的高度投下時，引信亦不致發生作用。引信發生作用的順序如下：裝有這類引信的燃燒航彈碰到障礙物後，它的速度即消失，而裝有火帽的黃銅活機體在慣性作用下繼續往前運動，此時，擊針就針刺火帽，火帽的火焰通過用低熔合金做的密閉塞孔，而傳至高熱劑裝藥的點火部分，於是，航彈便被點着。這種引信的特點是其作用具有一個最低規定高度（至少為 100 公尺）。

A Д П 引信（航彈彈頭可調整引信）用於大口徑（250 公斤）爆破航彈中，為了更加保險，與 A Г П 引信合用。延期和發火機構都與 A Г П 引信的相似。當然，引信的裝置並不局限於上述各種引信的型式和構造，其種類很多，但是，它們的

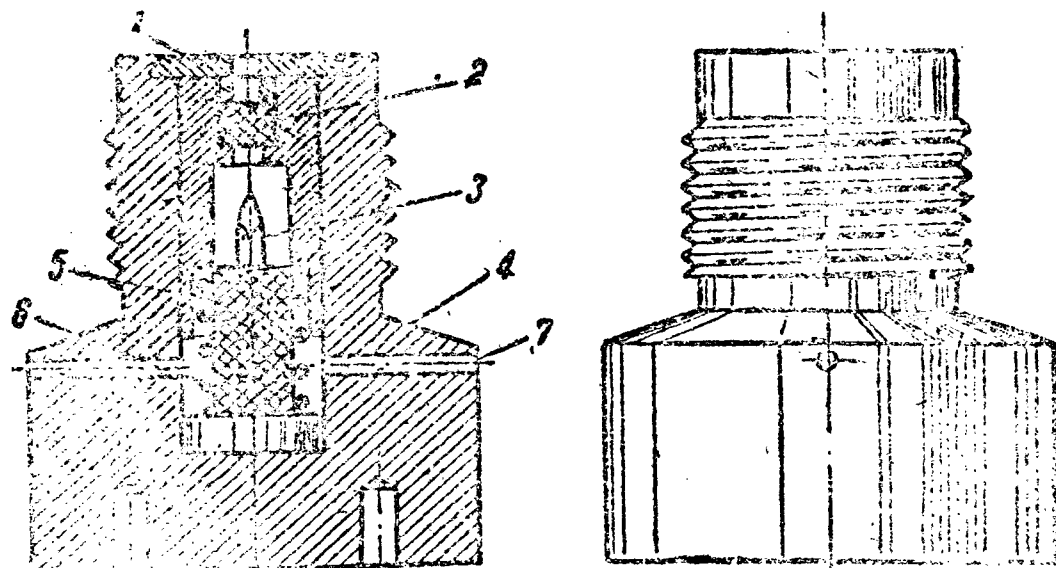


圖 17 德式一公斤鎂基合金高熱劑集中燃燒航彈用引信（彈頭瞬發引信）（示意圖）：

1—用低熔合金制的密閉塞；2—火帽；3—擊針；4—鎂基合金引信體；5—黃銅活機體（裝有火帽）；6—彈簧；7—保險栓槽。

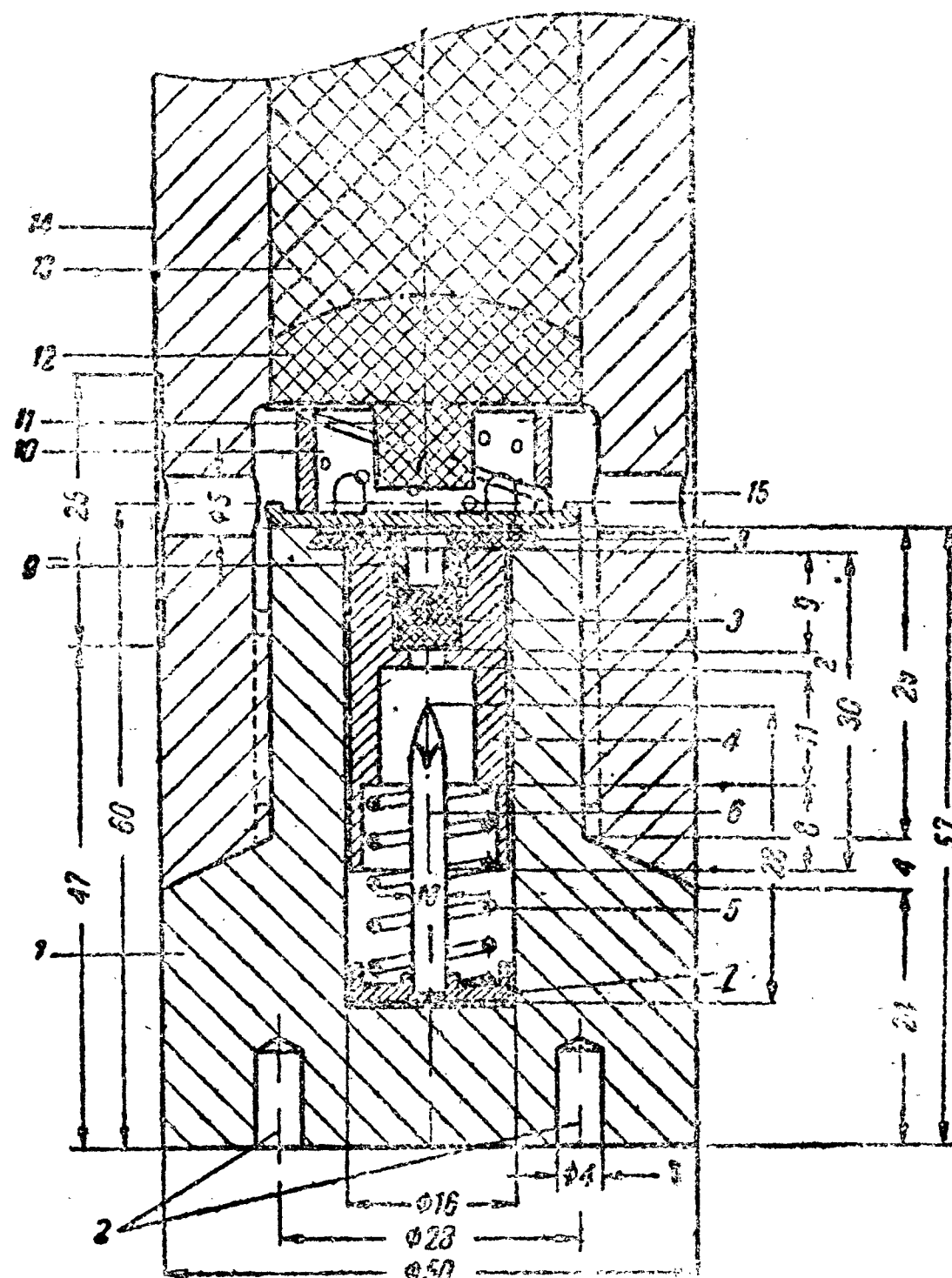


图 18 德式一公斤镁基合金高热剂燃烧航弹用BB-1E
式引信：

1—镁基合金引信体； 2—拔手孔； 3—火帽； 4—黄铜活机体；
5—弹簧； 6—击针； 7—击针座； 8—密閉塞； 9—火帽支座；
10—装药的螺旋座(镁基合金制)； 11—传火药火帽； 12—高热剂
装药的传火-点火药； 13—高热剂装药； 14—镁基合金制燃烧航
弹弹体； 15—出气孔。

作用原理则都与上述相同。对爆破（破坏，毁灭）航弹用引信的要求比杀伤航弹瞬发引信或燃烧航弹引信的要求严格。

这种引信应该很坚固，就是能够钻入障碍物内达到最合适的深度。

A Γ Π 引信(航弹弹头可调整引信，图19及20)。

这种引信的击发机构由惯性活机体和反作用活机体组成。惯性活机体是一个黄铜圆柱体，在它的底部装有火帽。侧面有一个传火孔，火帽的火焰通过此孔传至上延期药盘的延期药。反作用活机体是带有钢制击针的黄铜杆。在黄铜杆

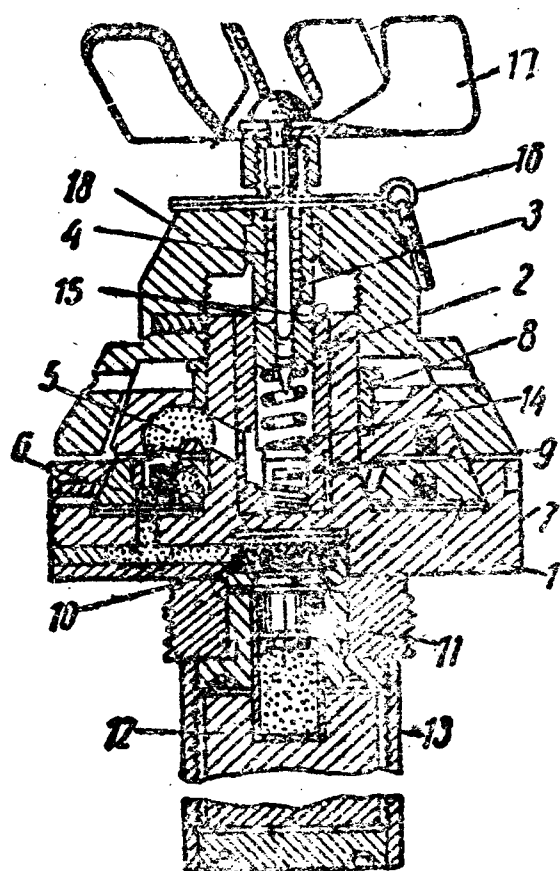


图 19 A Γ Π 引信(航弹弹头可调整引信):

1—引信体；2—惯性活机体；3—反作用活机体；4—带弹簧的支筒；5—固定的上延期药盘；6—活动延期药盘；7—装定盘；8—压环；9—火帽；10—火药饼；11—雷管；12—传爆药柱；13—传爆管壳；14—惯性活机体弹簧；15—钢珠；16—保险销；17—旋翼；18—头螺。

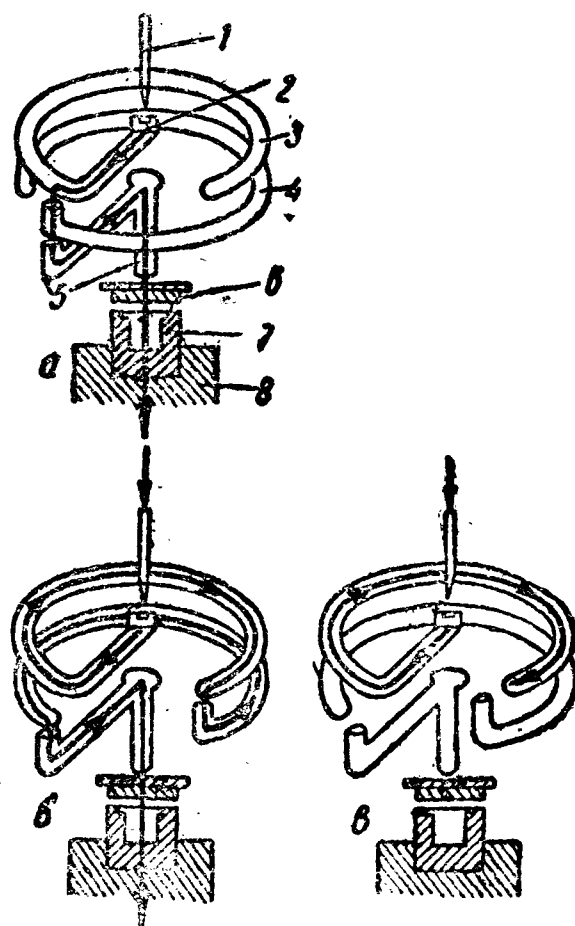


图 20 A Γ Π 引信的作用图:

1—带击针的反作用活机体；2—火帽；3—上延期药盘；4—下延期药盘；5—药盘的传火槽；6—火药饼；7—雷管；8—传爆药柱。

的上端擰有帶旋翼的保險帽。擊針上面的黃銅杆上有幾個穿透的小鋼珠孔。

活機體的內部放有帶彈簧的支筒。

延期機構的作用，是為了使航彈碰到目標後，延緩一定的時間（由幾分之一秒至幾秒）然後才爆炸或者着火。延期機構由上延期藥盤（固定的）和下延期藥盤（活動的）組成。在每個藥盤的下表面上都刻有一個圓槽，槽內壓有延期藥（慢燃火藥）。上延期藥盤上有一個穿透的孔，通過此孔將延期藥點着；由火帽傳來的火焰經過活機體的下延期藥盤後即產生發火作用。反作用活機體解除保險的方法就是這樣子的，但是，由於慣性活機體彈簧的阻擋，擊針並不能針刺火帽。在障礙物反作用力的作用下，反作用活機體迎着裝有火帽的慣性活機體（在慣性作用下已克服彈簧的阻力）運動，於是針刺火帽；火焰傳至上延期藥盤，然後至下延期藥盤、火藥餅、雷管以及特屈兒藥柱，於是發生爆炸。為了正確掌握需要的延期時間，引信具有下列裝置：在裝定盤上刻有下列刻度（以秒為單位）：3，6，9，12，16，19，22，Ⅰ，Ⅱ及Ⅲ。裝定在刻度Ⅰ上，延期時間為0.15秒；刻度Ⅱ——0.3秒。引信出廠時，即裝定在Ⅱ（保險裝定）上，並在這種狀態下進行運輸及存放（圖21）。

時間引信（時間航彈信管）與炮彈時間信管主要的區別在於航彈信管是利用強力針刺火帽，而在炮彈信管中，是當發射炮彈時由於慣性的力量而針刺火帽。這類引信用於擴散燃燒航彈。

彈側引信（電引信）。它的優點：1）不受投彈高度的限制。彈頭引信當投彈高度不大，與水平面的落角不大時，就

会发生瞎火；2)放置位置离炸药药柱的中心非常近，因此，显然，对于传爆速度及爆破航弹合理的发生作用有很大的意义；3)电冲能传至引信的接触器以前，弹侧电引信一直是安全的。

弹侧引信装置在航弹弹体内与对称轴线垂直的线上（一般只装一个引信）。

放置引信必须要具有引信室，它的形状象一个专门焊入的（或者用专门垫片固定的）管子。在装置引信时，不得把引信装置得突出来及超出航弹弹体所形成的圆周范围。

下面讲一下莱茵金属公司制造的德式弹侧引信（电引信）。

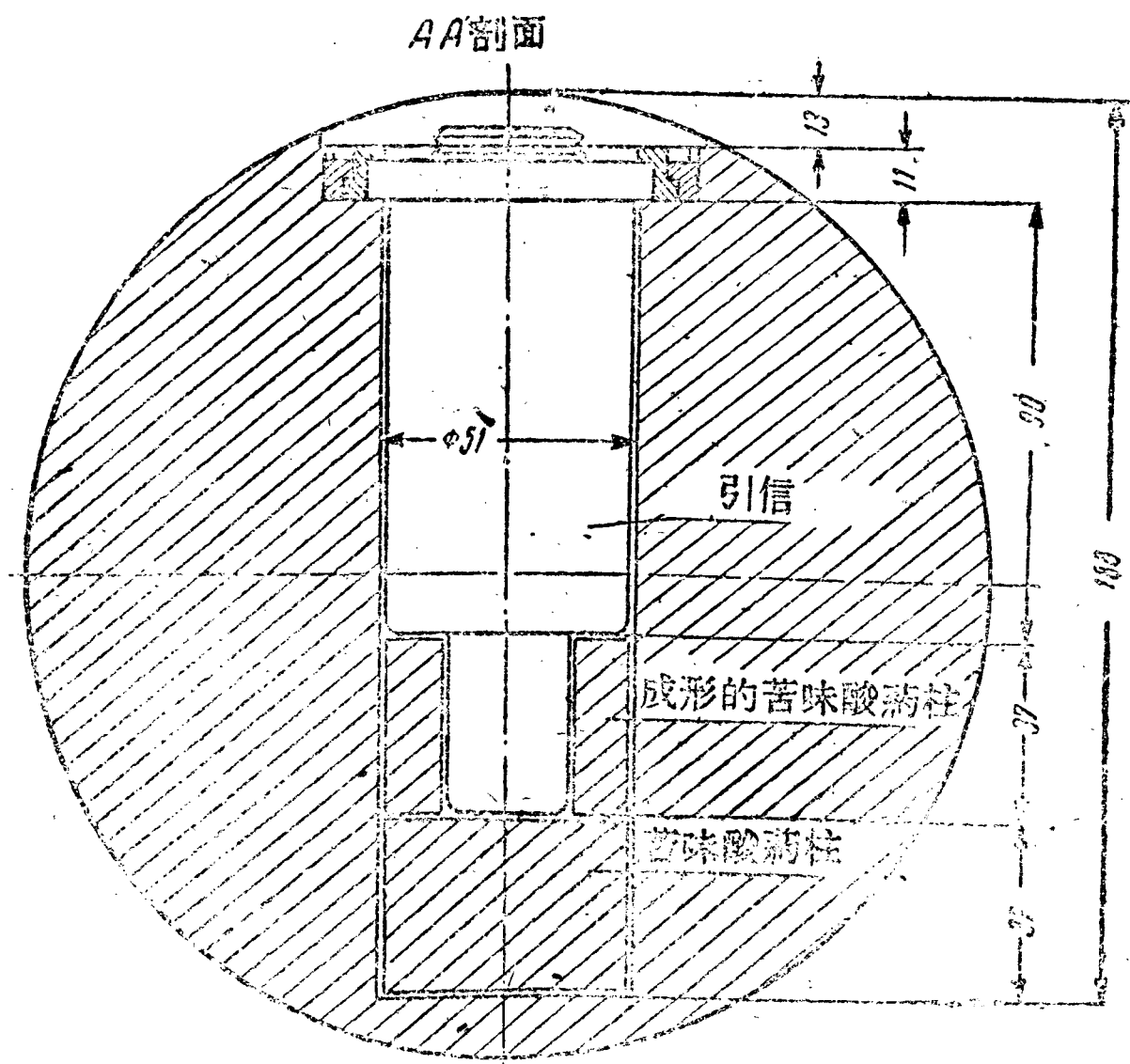


图 21 德式50公斤航弹中的弹侧引信位置图。

图 22 所示为ElAZ(Electrische Zunder Construction 50-№ 15RhS—1939—31/e) 牌号弹侧引信(电引信)的侧面图。这种引信的高度，如連传爆管計算在內，为14公厘，头部最大直径为58公厘，引信体直径50公厘，传爆管直径25公厘。引信外壳用輕合金制成；壳內放有引信。引信是由电解质鑄成的成形鑄件，內部放有电阻，电容器，发火管，碰击开关，以及火药延期装置。多数情况下，用不能打破的、密实的、透明得象玻璃的甲基丙烯酸树脂(聚异丁烯酸树脂)作为电解质。从引信的俯视图上可以看到：有二个电冲接受器（接受飞机发电机的电冲能），标记、型号及引信号（德式航弹引信尚未制式化，甚至没有一个最低的統一要求），厂号，制造日期及批号(图23)。

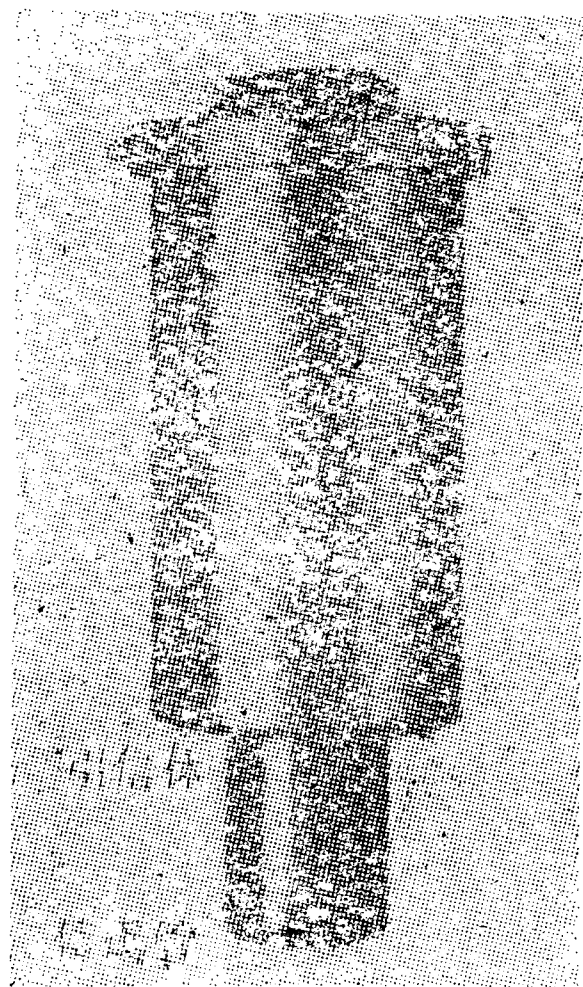


图 22 德式弹侧引信
(电引信)側视图。



图 23 德式弹侧引信(电
引信)俯视图。

发火管(火桥)放电而发生作用。发火管电容器在航弹降落时通过大电阻由蓄电池电容器获得电荷。

发火管电容器到达工作电压的必须充电时间，亦即解脱保险的时间，一般由 2 秒至 10 秒，或 10 秒以上。

在德式弹侧引信中采用的开关有下列几种型式：

1) 弹簧振动开关； 2) 非振动开关； 3) 压力作用开关； 4) 火花放电管。

兹把德式扩散燃烧航弹中常用的莱茵金属公司制造的电引信的号码及类型引录于下：

德式燃烧航弹引信的类型

序号	引信号	用于何种燃烧弹及其口径	引信的简单说明	引信标记	特定的补充标记	引信体颜色
I. 碰发引信						
1	25	BC-250 航弹及爆破航弹	瞬发作用或由 0.5 秒至 15 秒的延期作用	E1AZ-25	RhS195 1940	深灰色
2	25A	“ ”	“ ”	E1AZ-25A	AB 1940 ed	“ ”
3	26	BC-250 航弹	气动碰爆电引信	E1AZ-26	RhS 1930 15B	绿色
4	38	BC-250 航弹	延期时间: 0.1 0.0, 及 2.5 秒	E1AZ-38	RhS 1940 2-c	深灰色
II. 照明及燃烧航弹用引信						
5	9	50 公斤在 B1C-50 航弹	火药时间引信	E1ZtZ -9	RhS1939 5-a	红色

E1AZ-25 德式引信 (图 25) 的补充标记为 RhS 195 1940。引信体的颜色是深灰色。用于燃烧航弹及爆破航弹。这种引信既具有瞬发作用，又有延期作用 (由 0.5 秒至 15

秒)。将螺钉旋轉至Ⅰ(接头接通)及Ⅱ(接头切断)的状态,延期時間即为0.5秒。

如果按撇离导向銷最近的接头,則引信中瞬发作用系統的蓄電池电容器就开始充电,同时,在延期作用系統內发火管电容器和引信体的联接就被切断。这种装置亦适用于离导向銷較远的第二个接头,利用此接头可使延期系統內的蓄電池电容器充电。

图 26~29 为德国人在扩散燃烧航弹中所采用的 ElAZ-26, ElAZ-38, ElZtZ-9 及 ElzZ-59型引信的示意图,这些引信的作用原理,看示意图即可了解。

专用引信用于轟炸,并具有較长的延期時間,可达 30

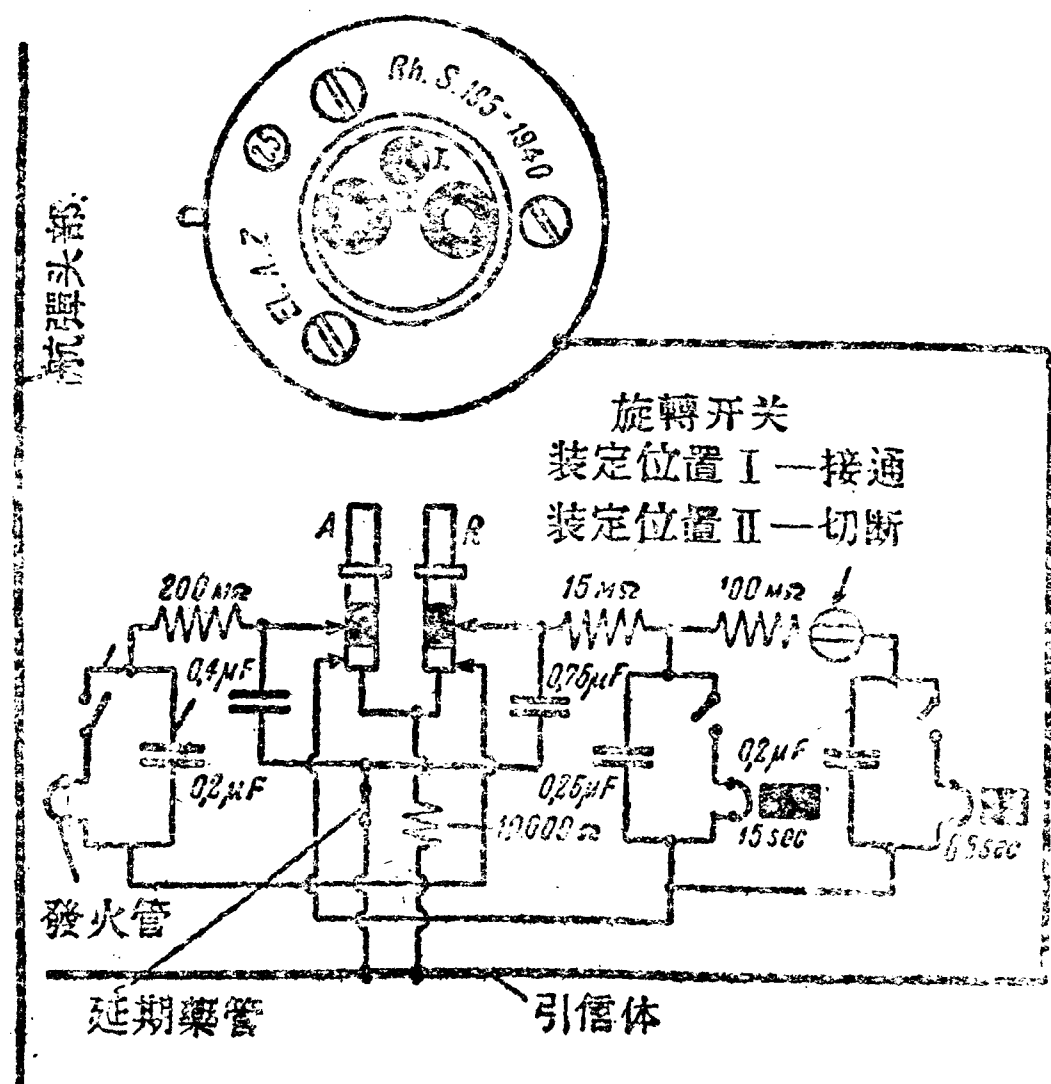


图 25 ElAZ-59型扩散燃烧航弹用RC阻容式引信示意图

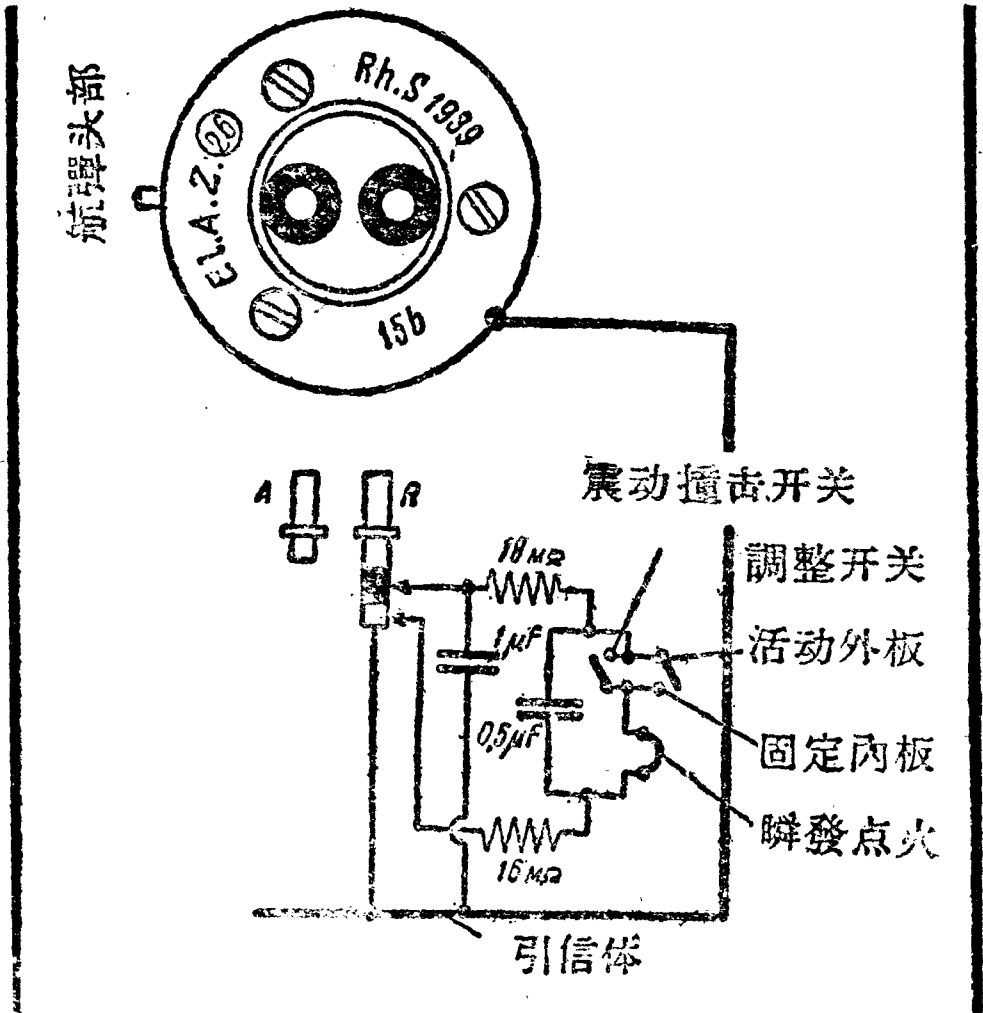


图 26 BC-250型扩散燃燒航弹用26号德式引信构造图。

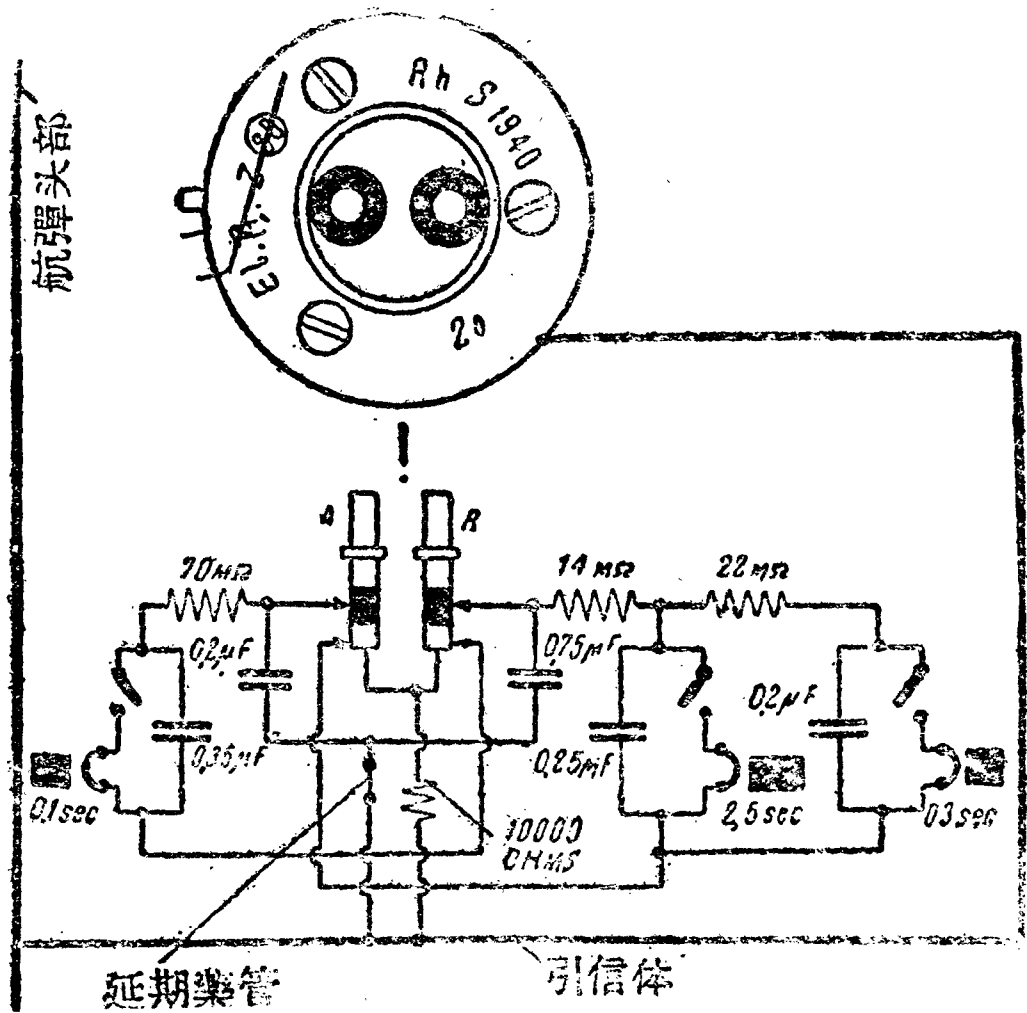


图 27 38号德式引信示意图。

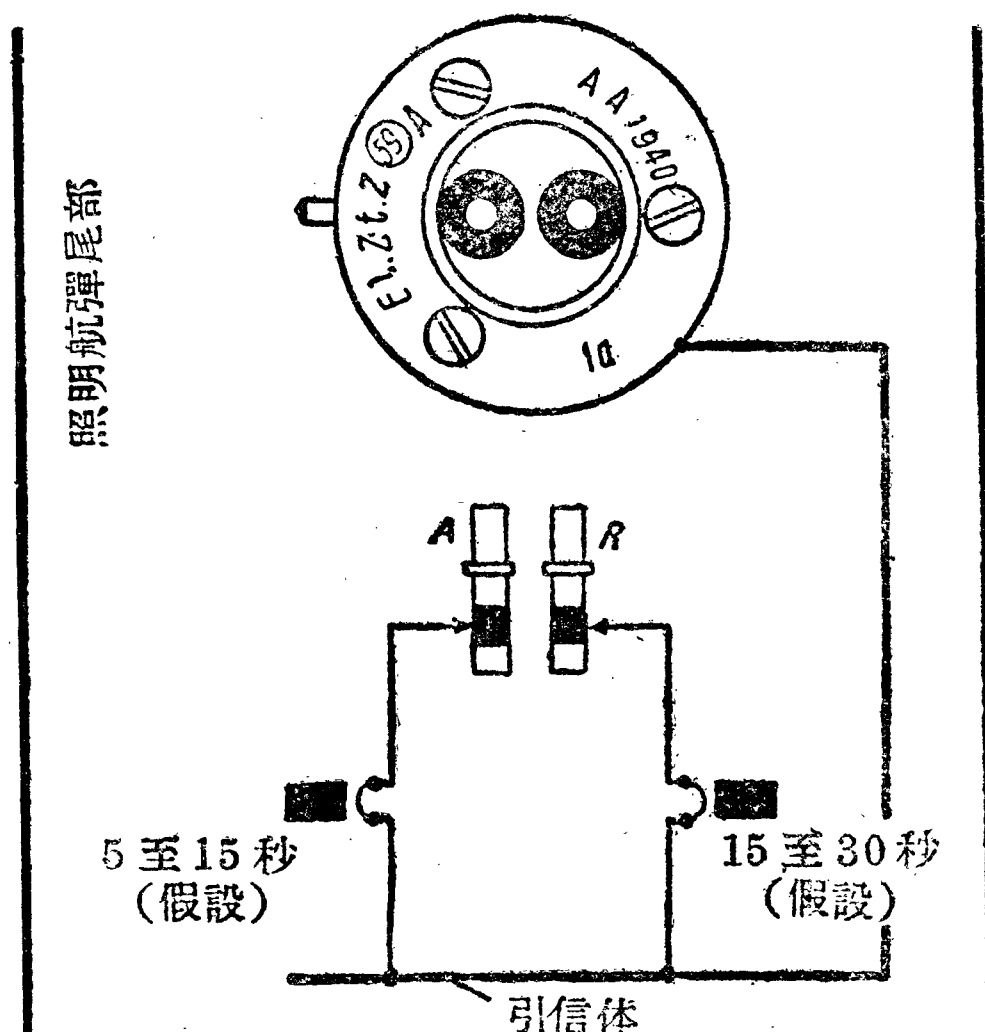


图 28 59号德式(弹侧)引信示意图。

秒；其感度較高。大多数德式弹侧引信(电引信)都具有这些性能。这种引信所以要具有較高的感度，是为了使平着落下的航弹不至瞎火，并且当飞机已經飞至航弹下落地点的安全距离內时才发生爆炸。

最近期間，引信的延期装置中虽然大部分还是采用火药延期，但是，却已在开始向机械延期过渡。在新式的航弹中，这种延期原理越来越广泛地被采用着。取消火药延期装置而用机械延期代替的原因，是因为火药在高空会窒息，它有吸湿性，并且不能保証所有点火药的性能都均匀一致。机械延期装置能永远保証作用正常。长延期引信用于专门用途——轰炸防空据点(大城市等)給敌方的军队与居民造成惊慌不安。引信中采用机械、化学、水力、电化学和电装置来达到

长延期的作用。

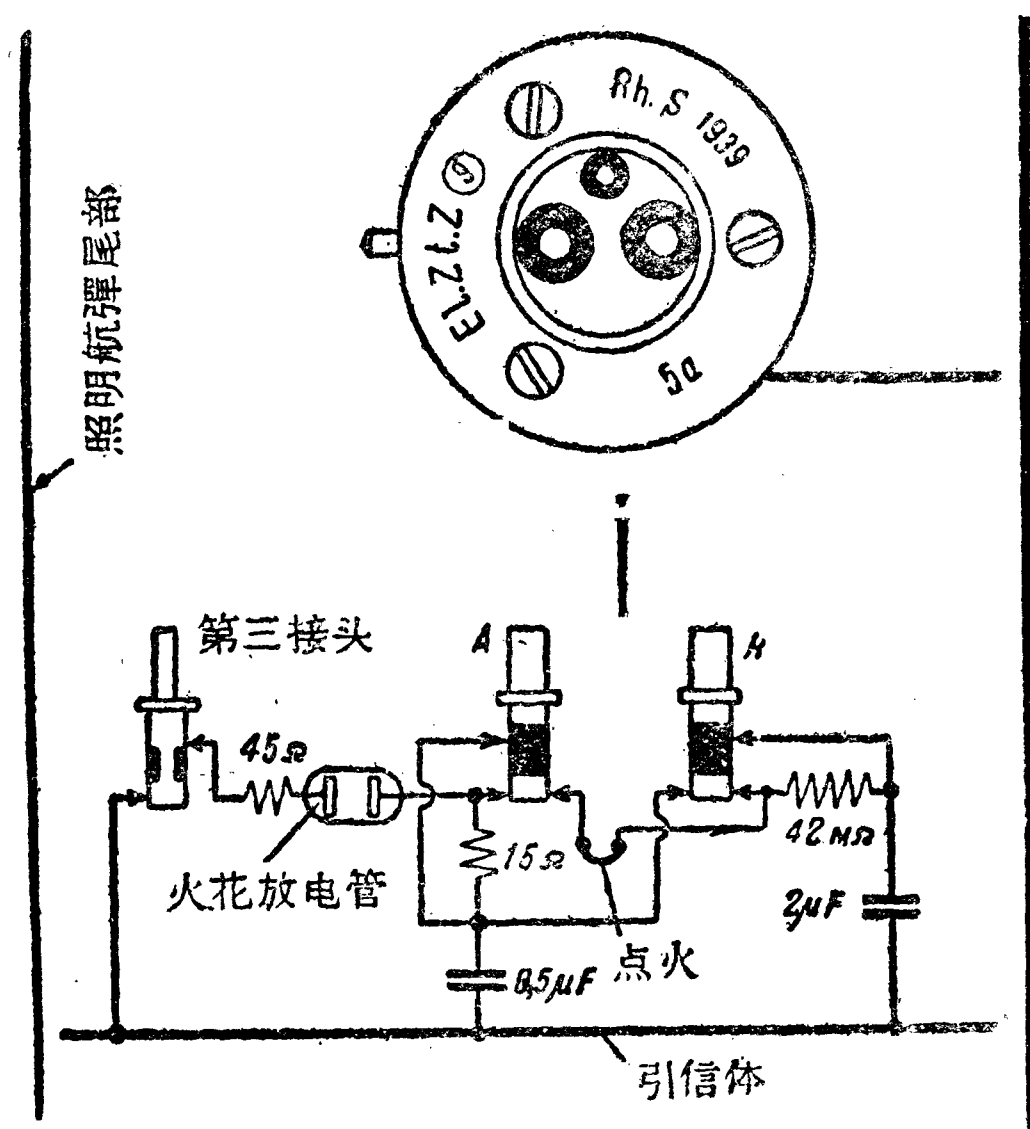


图 29 9号德式(弹侧)引信示意图。

燃烧航弹中最常用的引信是碰炸(弹头)引信。在很多国家中，为了确实保证航弹的作用，大口径燃烧航弹都是同时装二个引信——弹头和弹底引信。有时，航弹只装一个弹底引信。

燃烧航弹单个地或整箱地悬挂在机身下的钢梁(弹架)上。在大量投掷小口径航弹时才采用弹箱(图30, 31)。投弹时，揷按投弹杠杆，于是航弹即脱离弹架而落下。

装炸药的航弹和装燃烧剂的航弹之间的根本区别，在于前者破坏攻击目标所必须的能量由航弹本身供给(爆破航弹的重量越重，炸药的数量越多，破坏力就越大)，而后者则

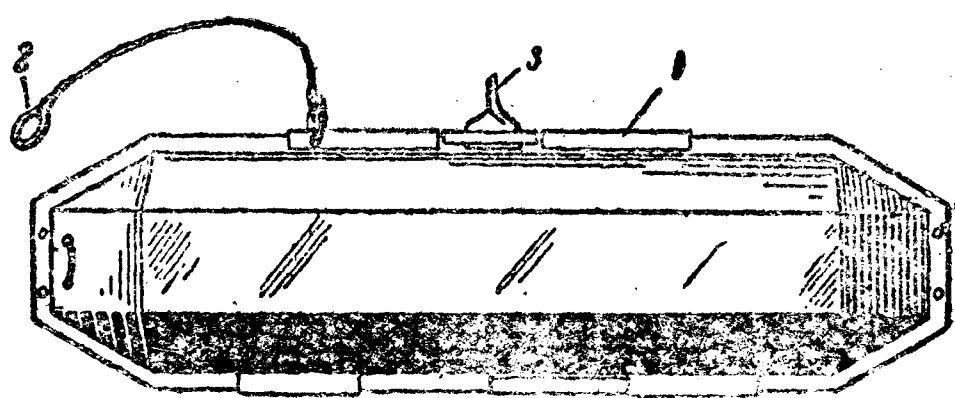


图 30 装配成的及关闭状态的航弹箱：

1—航弹箱锁；2—锁的拉环；3—悬挂环。

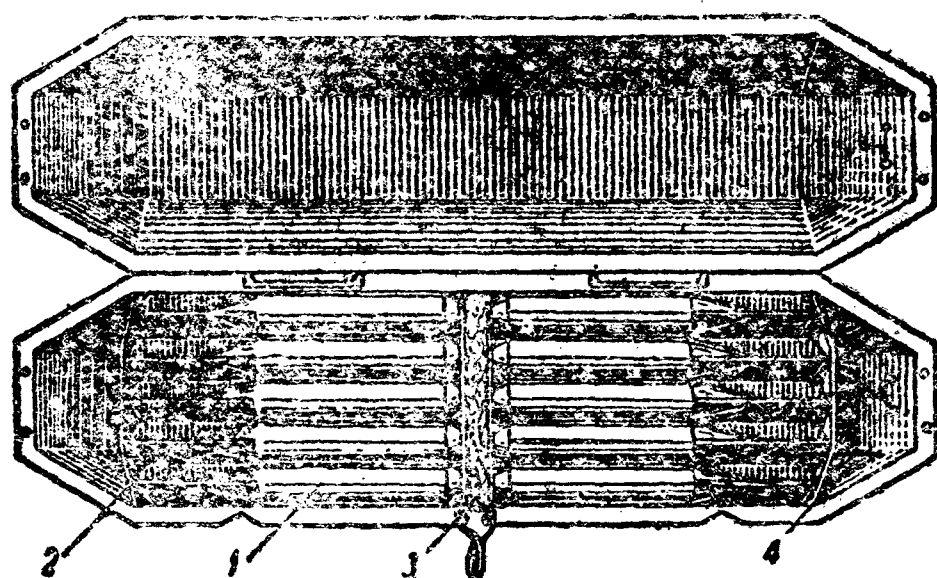


图 31 打开的航弹箱：

1—小口径镁基合金高热剂燃烧航弹；2—金属垫片；3—两块金属垫片和一块毛毡垫片；4—金属垫片。

是靠目标本身燃烧时所放出的能量产生破坏作用。因此，不论是燃烧器材，或者是燃烧剂，它们的效能首先决定于目标的可燃性和性质，然后才取决于航弹中所装燃烧剂的数量和质量。

2) **燃烧航弹的分类** 燃烧航弹按其外形可分成基本的二类：**带壳航弹**：它具有不可燃的金属弹体（一般用钢制或者铝制），弹体内部放有装药（星形点火药或者中间点火药，传火药，以及基本燃烧剂）；这种航弹的弹体壁厚在 0.5~

0.6 公厘的范围內；带壳航弹使用得最广泛；不带壳航弹：不具有金属弹体(壳)，或者具有可燃性金属弹体；这类航弹的燃烧剂是压制成型的(例如高热剂)或者是用燃烧剂(镁基合金)浇鑄成弹体；这类航弹中不可燃的金属部分减少到最少量(弹尾及一部分尾部)。

不带壳的(例如，镁基合金高热剂)燃烧航弹有时几乎完全没有无效重量；除弹尾外，这种航弹的弹体能够烧尽；有许多种甚至連弹尾也能完全烧尽，其弹尾也是用镁基合金制造的。

使用得最广泛的第一类航弹，有高热剂燃烧航弹，磷燃烧航弹及混合(高热剂和凝固燃料)燃烧航弹；属于第二类航弹的有某些高热剂航弹，它的高热剂利用粘合剂在高压下压制成型；以及镁基合金高热剂航弹，其用镁基合金^①鑄成的金属弹体也是燃烧剂。

航弹的大小一般按它的重量确定，航弹的重量在空軍中和炮弹口径在炮兵中的概念是一样的。因此，当我们談到航弹的口径时，一般就是指它的重量。现代燃烧航弹(在各国)具有各种不同的口径：0.25, 1, 2, 5, 8, 10, 16, 25, 32, 45及50公斤。只在很少的特殊情况下，才用更重的航弹(例如，110及250公斤德式扩散燃烧航弹)。

燃烧航弹按其作用的特性及用途，可分为二类：集中燃烧航弹和扩散燃烧航弹。

3) 集中燃烧航彈 几乎各种口径都有。它又可分成二

① 在大口径的带壳燃烧航弹中，无效重量占航弹全重的35%~45% (有时还更多)。在镁基合金高热剂航弹(不带壳)中，无效重量实际上几乎可达到零。

种，一种生成較小的火源——燃烧半径不大的集中燃烧航弹，另一种生成較大的火源——燃烧半径較大的集中燃烧航弹。

属于燃烧半径不大（1~2.5公尺）、集中燃烧航弹的有口径不大的（重量由1至10公斤）高热剂航弹及鎂基合金高热剂航弹。这类航弹熾烈燃烧的时间由45秒至1.5分。它們用于烧毁城市和乡村的輕型建筑物。这种口径的航弹一般在具有可以成批投弹的工具时才使用，这种工具可以一次投擲20~30枚航弹，有时可以同时投擲400~500枚航弹（小口径弹）。重10公斤的此类航弹，其熾烈燃烧时间可达1.5~2分；这种航弹用于烧毁較重型的城市建筑物。这类航弹的典型代表为10公斤高热剂混合航弹。这种口径的航弹可以单独投擲，也可成批投擲。

属于燃烧半径較大（由5至10公尺）、集中燃烧航弹的有大口径（50公斤）高热剂航弹和混合航弹；其熾烈燃烧时间由3至5分。

集中燃烧航弹装药点燃程序如下（图32）：当航弹碰撞障碍物后，不論航弹中装的是弹头引信还是慣性（弹底）引信，火帽均立即开始作用。火帽的火焰一种情况是传给星形点火药，另一种情况是传给中間药，传火药，然后通过他們点燃航弹的基本装药。

最近期間，在燃烧剂混合使用的研究方面发现了很多新的用途：使防禦燃烧航弹燃烧作用的斗争复杂化；扩大燃烧面积；以及造成灭火人員的惊慌混乱。

上面这些发现，促成了混合燃烧航弹的出现。混合燃烧航弹除了有燃烧作用外，还有中毒及爆破的作用。根据装药

性质及发生燃烧作用的部件来看，这种燃烧航弹是装有发生化学作用或者爆破杀伤作用部件的集中燃烧航弹。这类航弹属于混合型，也可称为集中-扩散燃烧航弹。

从这类航弹的构造示意图上可以看出，它是由下面二种部件组成的：起燃烧作用的部件及阻碍封锁火源或使火灾蔓延的部件。

第一种部件是集中燃烧航弹的普通装药，第二种部件——或者是装在壳内(或者不装在壳内)的炸药药柱，或者是毒剂(普通都是不安定的)。这种混合作用的燃烧航弹按下列程序发生作用：航弹中能够产生熾烈燃烧效应的部分开始燃后，经过一段时间，能对封锁火源或灭火工作起阻碍作用的部件即开始发生作用。此部件是装在单独的专用壳内的毒剂及炸药(图33)。

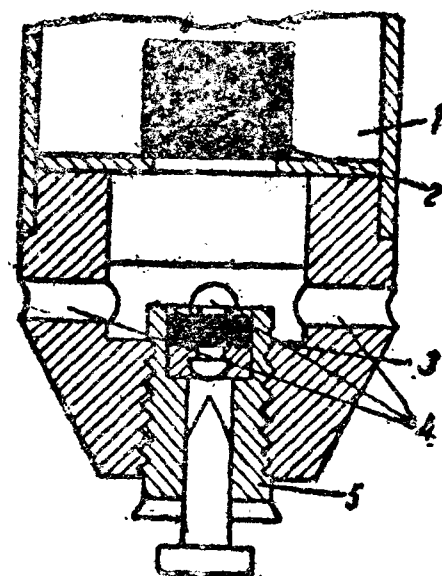


图 32 集中燃烧（高热剂）炸弹的点火系统图：

1—基本装药（高热剂）；2—星形点火药；3—火帽；4—排气孔；5—引信（引信体）。

毒剂装药的作用如果会受到航弹燃烧部分高温的影响时则须用发射药将它抛出高温的作用范围之外；因此，这种毒剂须要和航弹的燃烧装药分开，另成一个单独的作用系统。

炸药装药在某种航弹中是当航弹的全部燃烧装药熾烈地燃烧完后，在要求的时间内发生爆炸，将目标炸毁，并将燃烧着的燃烧剂剩余物向四方喷射，以及以弹片杀伤消防人员（例如，BB-1EA型一公斤德式镁基合金-高热剂燃烧航弹）；而在另一些航弹中，炸药装药是装在专用壳中，几乎与燃烧装药发生燃烧的同时，即被抛出燃烧航弹的弹体，霎时后，在

燃烧地点附近爆炸。

从所有以上的叙述中可以看出，这类航弹纵然其中装有扩散作用或是发射作用的炸药装药，却不完全属于扩散作用型的燃烧航弹，它们之间最大的区别是前者具有作用的连续性和特有的循环作用。

第一类(燃烧剂-炸药)航弹在德国空军袭击苏联的城市和居民区时使用得较多。第二类(燃烧剂-毒剂)航弹的使用，在文献上还没有记载；但是现有的材料证明这类燃烧航弹(燃烧剂-毒剂燃烧航弹)已经试验成功，并已列入德国空军的军事装备中。在航弹中一般采用氯化二苯肼、阿达姆西特等毒剂。

第二次世界大战开始以前，已知的集中燃烧航弹有下列几种类型。

美式混合燃烧航弹，变形品号“2”，重量25公斤(图34)。这种航弹有二个引信——弹头和弹尾引信。航弹的尖头用薄钢制成，弹体用锌板制成。碰撞时，航弹头部的高热剂即发火。燃着的高热剂将把弹头装药和弹体部分分隔开来的锌制隔板烧穿，于是就点燃尾部的装药(凝固燃料)。凝固燃料受到高热即熔化和流动，并在由于头部火焰的强热而形成的较大的压力下被喷射出来。全部航弹熾烈燃烧的时间为3~5分钟。

轻型(2~3公斤)高热剂燃烧航弹(图35)。当航弹碰到障碍时，引信中火帽的火焰就点燃点火药，点火药又点燃中间药，传火药，由它们再将高热剂装药点着。由于弹体的壁很薄，因此，弹体几乎与高热剂装药能完全同时燃烧。燃烧作用的半径为1~1.5公尺。航弹熾烈燃烧的时间为一分

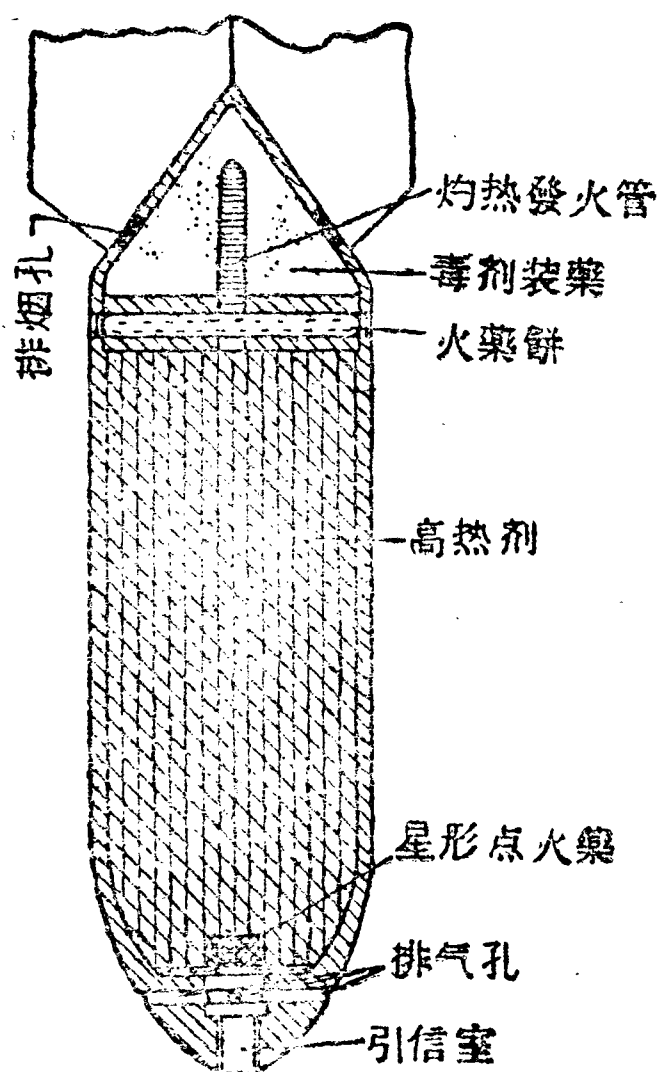
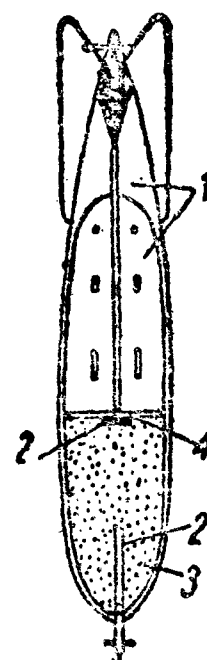


图 33 集中-扩散燃燒航弹图。

图 34 美式燃燒航弹变
形品号“2”:

1—浓缩油料；2—点火管；
3—高热剂；4—鋅制隔板。

钟廿秒。

輕型（1公斤）鎂基合金-高热剂燃燒航弹（图36）。引信中火帽的火焰点燃点火药，由它传给中間药及传火药，最后传至高热剂装药。高热剂装药所产生的高温将弹体熔化并使其燃烧。燃烧进行得很猛烈，高热剂鉄、熔渣及燃着的鎂基合金的产生脈冲式的喷射。鎂基合金制的弹体能全部烧尽。

混合燃燒航弹（高热剂及凝固煤油，重量10公斤；图37）。火帽点燃星形点火药，而它又将高热剂装药点着。高热剂鉄和高热剂熔渣将燃燒弹的弹体熔化，同时产生熾烈的燃燒。

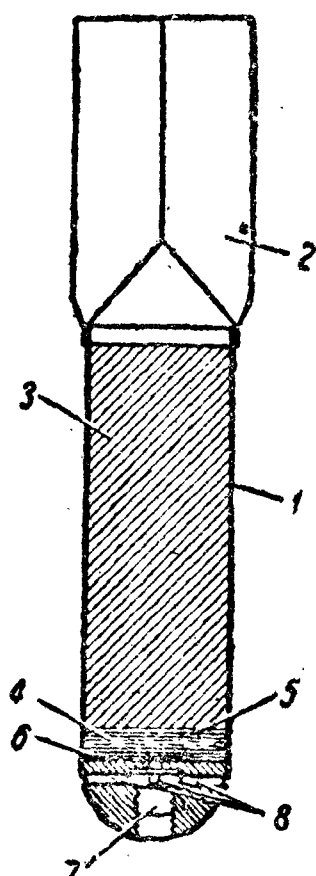


图 35 高热剂集中燃烧航弹简图(轻型, 2~3 公斤):

1—弹体; 2—弹尾; 3—高热剂装药; 4—中间药; 5—传火药; 6—点火药; 7—引信室; 8—排气孔。

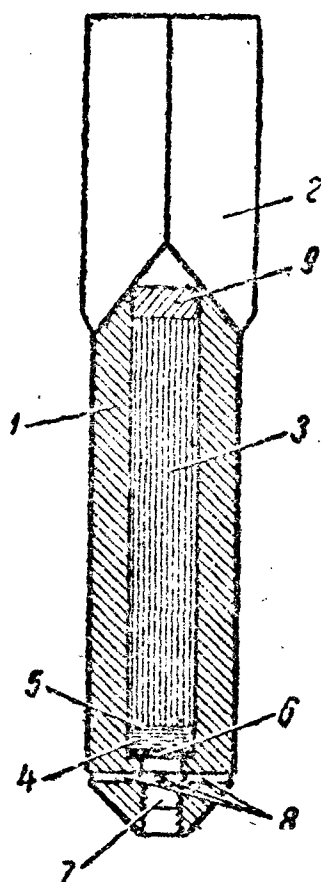


图 36 镁基合金-高热剂集中燃烧航弹(轻型—1 公斤)简图:

1—镁基合金弹体; 2—弹尾; 3—高热剂装药; 4—中间药; 5—传火药; 6—点火药; 7—引信室; 8—排气孔; 9—压住高热剂装药的镁基合金螺塞。

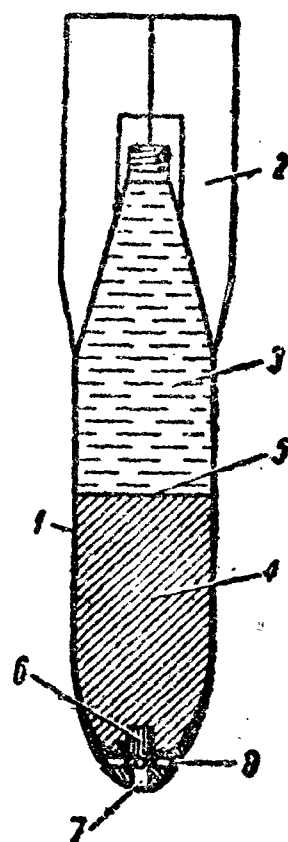


图 37 集中作用混合(高热剂和凝固煤油)燃烧航弹(重10公斤):

1—弹体; 2—弹尾; 3—凝固燃料(煤油); 4—高热剂装药; 5—隔板; 6—星形点火药; 7—引信室; 8—排气孔。

高热剂燃烧終了时, 分隔高热剂装药和凝固燃料的隔板即被熔化, 而凝固燃料则产生猛烈的爆燃, 使火源扩大。燃烧航弹的作用半径为 1.5~2.2 公尺。航弹熾烈燃烧的时间为 1.5~2 分钟。

美式高热剂混合(高热剂和凝固燃料)燃烧航弹(图38, 一及二)。左图——装弹头引信的高热剂混合航弹; 右图——装弹底引信的高热剂混合航弹。航弹的重量在 25~50 公斤范围内。在上述二种类型的航弹中, 都放有一根装高热剂的管子贯穿凝固燃料。管子的用途是——均匀的加热凝固燃料

(避免仅从底部, 或仅从头部开始加热, 而是使凝固燃料全部同时加热)。这类燃烧航弹的头部和尾部是擰上去的。这类混合燃烧航弹的作用与上述混合航弹的作用相似。

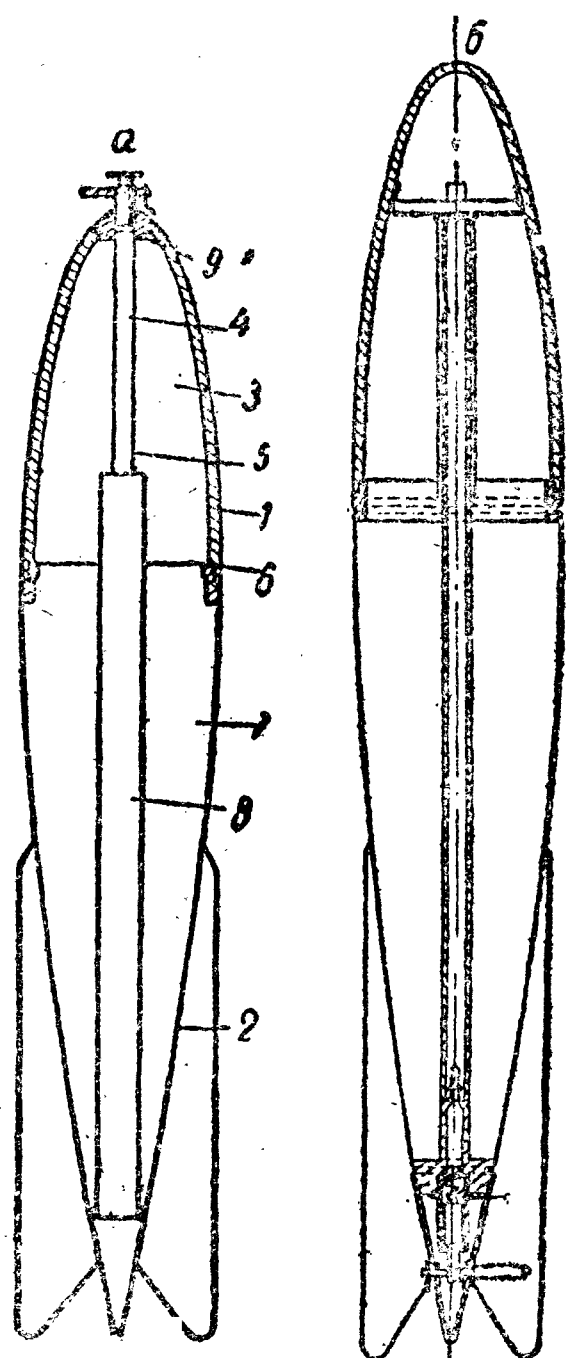


图 38 高热剂混合燃烧航弹简图
(重25~50公斤):

一、装弹头引信; 二、装弹底引信;
1—弹体(头部); 2—尾部; 3—高热剂装药; 4—高热剂的点火药; 5—铍管; 6—铍制隔板; 7—凝固燃料; 8—穿过凝固燃料的装高热剂的管子; 9—引信。

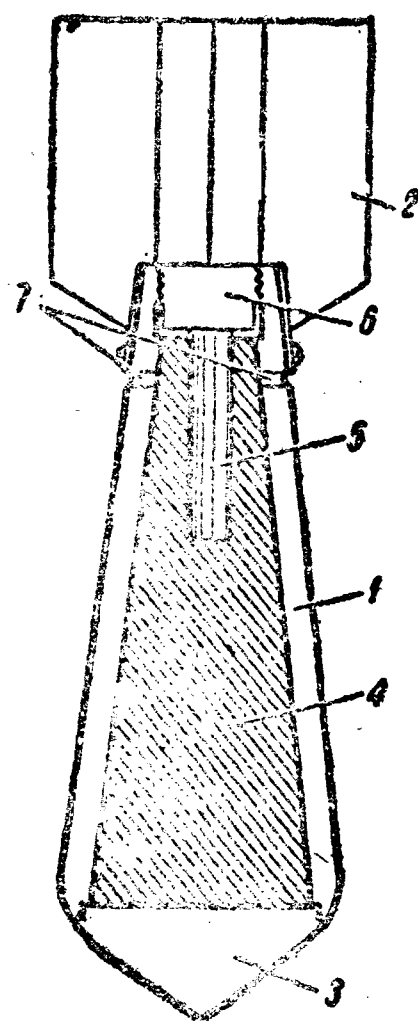


图 39 芬兰式装弹底引信的镁基合金高热剂集中燃烧航弹简图(重3公斤):

1—镁基合金制弹体; 2—弹尾;
3—钢制弹头; 4—高热剂装药;
5—点火药室; 6—引信室; 7—排气孔。

芬兰式镁基合金-高热剂装弹底引信的燃烧弹 (图39)。火帽的火焰点着点火药, 然后由它再点着高热剂装药。高热剂铁及熔渣熔化并点着镁基合金制的弹体。除钢制弹头和弹尾外, 航弹的其他部分全都燃烧。作用半径达2.5公尺。航弹熾烈燃烧的时间为1分45~50秒, 具有镁基合金所特有的脉冲式喷射作用。

4) 扩散燃烧航弹 这类航弹就是能将燃烧剂(扇形燃烧药, 球形药等)抛射至很远距离的燃烧航弹。这类航弹能造成很多的可以烧着易燃材料的较小火源; 它们的重量由25公斤至50公斤, 也有50公斤以上的。

扩散燃烧航弹有碰发的(装碰发引信)及时间的(装时间引信)二种。属于这类航弹的有: 磷燃烧航弹(重量25公斤以上), 它具有扩散-爆破作用。这种作用是由于传爆管中的炸药(梯恩梯或黑药)而产生的。传爆管由弹头或时间引信中的雷管或火帽来点着。磷燃烧航弹的作用半径由40公尺至70公尺, 如在地面上产生爆炸, 则作用半径更大。

在装扇形药的扩散燃烧航弹(重量50公斤以上)中最最多的是高热剂扇形药燃烧航弹。扇形药的数量在20~40个范围内, 也有超过40的。产生扩散作用的装药, 一般用黑药制成。作用半径30~40公尺(爆破高度为离地面20公尺), 随着离目标的爆破高度的变化, 作用半径还能大于40公尺。

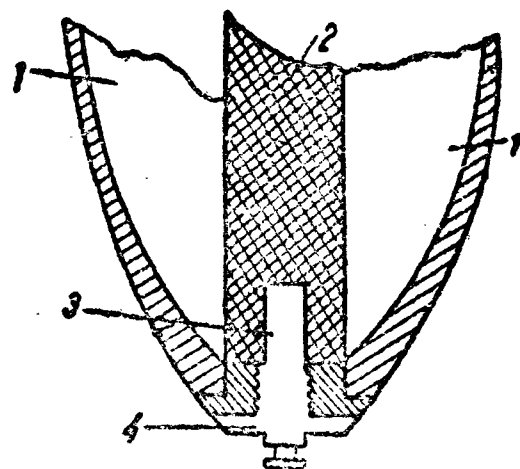


图 40 扩散燃烧航弹(磷弹)的点燃系统图:

1—基本装药(磷); 2—炸药(梯恩梯); 3—雷管; 4—引信(引信体)。

扩散燃烧航弹的点燃程序如

下。碰到障碍物后雷管即发生作用，使爆破装药(梯恩梯)起爆，爆破药柱将航弹弹体炸破，并将基本装药(磷)抛散开来(图40)。在高热剂扇形药扩散航弹中，火帽的火焰顺着速燃导火索或火药管传至扇形燃烧药，将其点着；然后，火焰很快地传至扩散作用装药。

第二次世界大战开始前著名的扩散燃烧航弹有下列几种。

高热剂扇形药航弹(图41)。火帽的火焰点着导火索，顺

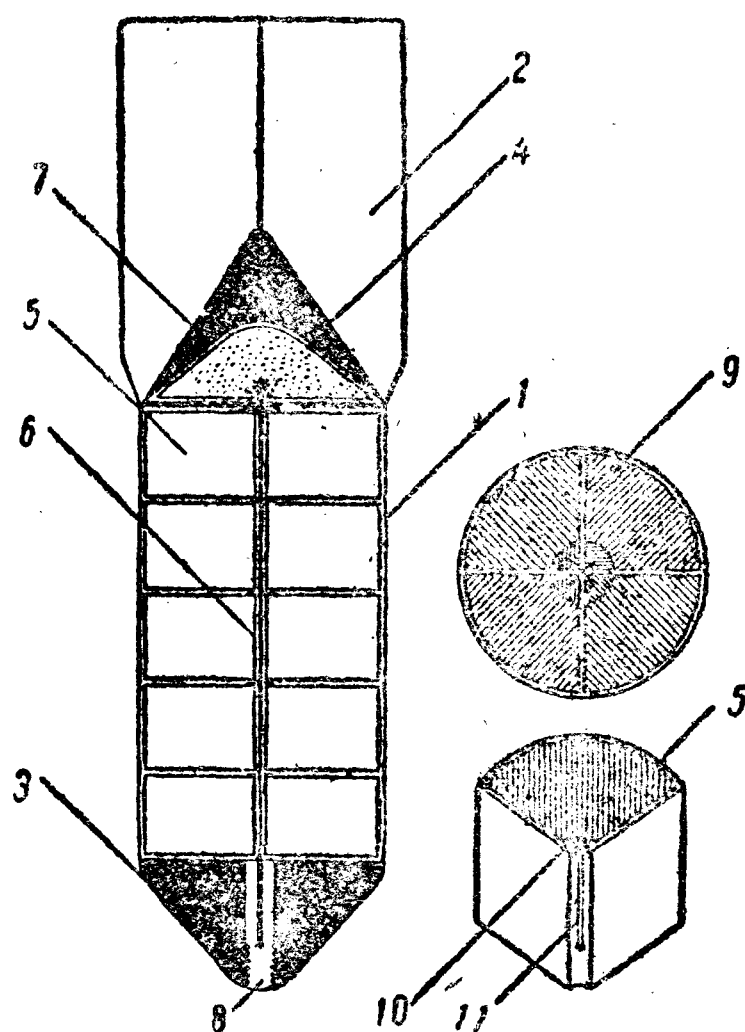


图 41 高热剂扇形药扩散燃烧航弹简图：

1—弹体；2—弹尾；3—加厚的头部；4—加厚的尾部；5—扇形高热剂；6—公用导火索速燃导火索；7—扩散作用装药(黑药)；8—引信室；9—扇形药层；10—压装的高热剂点火药；11—扇形药速燃导火索。

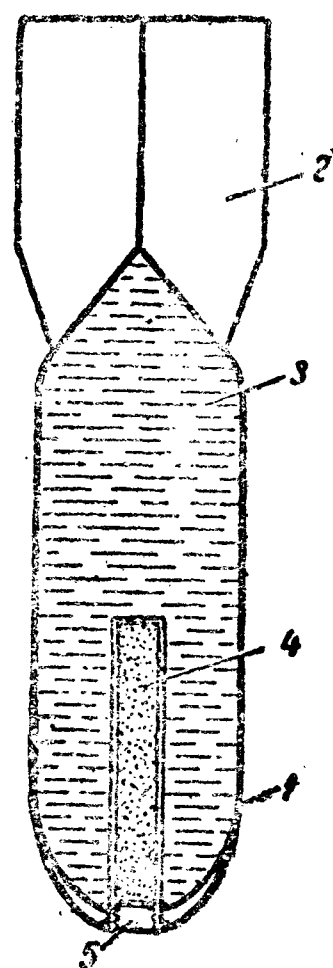


图 42 以液体燃料为基本装药的燃烧航弹简图：

1—弹体；2—弹尾；3—石油和汽油混合物；4—火药装药(扩散、爆破及燃烧作用)；5—引信室。

着导火索依次将周围放成五层的高热剂扇形药点着。扇形药具有本身专用的点火药和速燃导火索，公用的导火索即通过它们而将扇形药点着。当所有的高热剂扇形药全被点着后，火焰即使扩散作用装药爆发。头部因受爆炸力而破裂，燃着的高热剂扇形药即被抛出燃烧航弹的弹体之外，造成很多火源(与扇形药的数目相同)。

以液体燃料为基本装药的燃烧航弹(图42)。航弹碰到障碍物后火帽火焰使黑药爆炸。黑药的爆炸将燃烧航弹的弹体炸开，液体装药(石油和汽油的混合物)向四方扩散同时发生燃烧。液体燃料向四方扩散的半径达10~12公尺。

别皮(Беби)式燃烧航弹(图43)。在1914~1918年世界大战后期所使用的以及在战后还在使用的英国别皮式航弹也是扩散燃烧航弹。这种航弹装的是特种高热剂混合物。由于这种炸弹的尺寸很小，因此把它们集中地放在一个壳体内，其数量由144个至272个，重量为60公斤。壳体在空中爆破后，

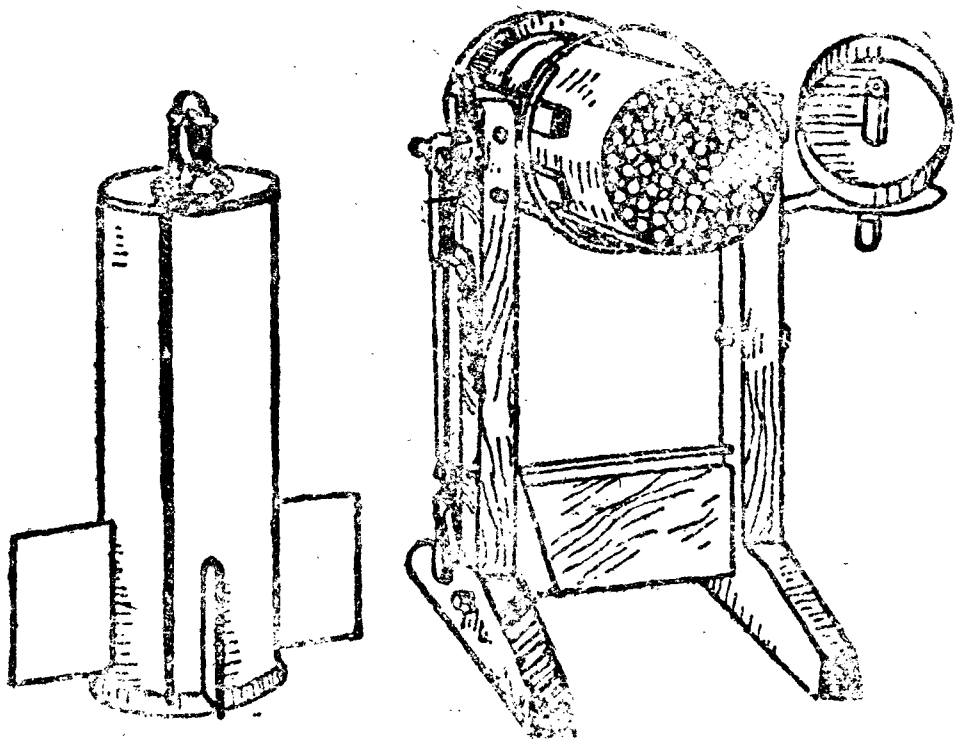


图 43 别皮式航弹的构造：

1—总壳体；2—装在壳体內的别皮式航弹。

其中的小航弹即向四方抛射而涉及到很大的面积。

意大利式燃烧航弹(图44)。以液体燃料为基本装药的意大利式扩散燃烧航弹，其构造比较特殊。这种航弹有弹体，里面放有浸透二硫化碳和石油瀝青混合物的棉花球。装在航弹头部的黑药装药将航弹装药点着并向四方抛射。

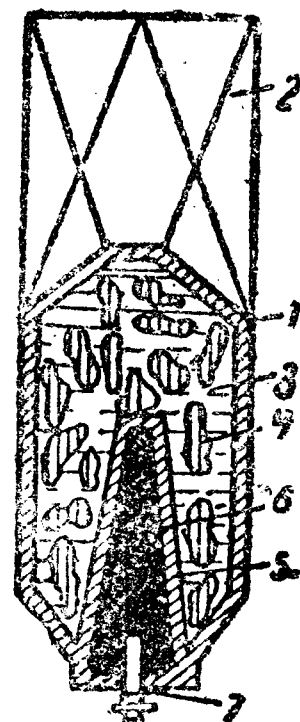


图 44 以液体燃料为基本装药的意大利式扩散燃烧航弹图：

1—弹体；2—弹尾；3—液体燃料；4—棉花球；5—传爆管壳；6—火药爆破药柱；7—带活机体的引信。

5) 二次世界大战期间的德式燃烧航弹

德国空军装备中使用的燃烧航弹，有下面六种基本的类型：一公斤镁基合金-高热剂燃烧航弹 (BB-1E型)；带爆破弹的一公斤燃烧航弹

(BB-1EA 型)；12 公斤镁基合金-高热剂燃烧航弹；以石油为基本装药的50公斤扩散燃烧航弹 (BLC-50型)；以石油为基本装药的 110 公斤扩散燃烧航弹；250 公斤燃烧航弹 (BC-250型)；250 公斤扩散燃烧航弹及 500 公斤爆破燃烧航弹 (BC-500型)。

上述燃烧航弹之外形尺寸、重量及装药见表 7。

战争的实践证明，德国空军攻击苏联城市 and 居民点时使用最广泛的是一公斤镁基合金高热剂燃烧航弹 (BB-1E和BB-1EA型)。BB-1EA 型航弹在形状、外观和重量上与BB-1E型完全相同，只是它除了有一般的装药(这种类型的镁基合金-高热剂燃烧航弹的装药)外还有爆破装药。在燃烧航弹燃尽后，爆破装药即爆炸，把熔融的镁基合金抛向四方，而重

表 7 德式燃燒航彈的外形尺寸、重量及裝藥

口径(重量) 及 标 志	燃燒航彈的尺寸(公厘)				彈 体 材 料	燃 烧 裝 藥	重量(公斤)		
	直径	长度(彈 尾不計算 在內)	全长	壁厚			燃燒 剂	炸 藥	总重
1公斤, BB-1E	50	250	340	9.5	鎂基合金	高热剂 及鎂基 合 金	0.9	—	1
1公斤, BB-1EA	50	250	340	9.5	〃	〃	0.9	0.010	1
12公斤	150	590	—	—	〃	〃	—	—	12
BLC-50	200	620	1090	2.4	鋼 板	石 油	—	—	—
BC-250	370	1015	1600	1.6	〃	〃	73立升	0.8	110
BC-500	455	1575	—	1.6	〃	〃	—	—	—

量及尺寸均不大的彈片則杀伤位于航彈威力圈之內的人員，其目的是为了使得消防人員惊慌失措和扩大燃燒面积。

这种航彈除了在彈体上压有一般的標誌外，还具有特殊的外观标记：有一紅圈，里面写着字母 A。圓圈及字母 A 均用紅色油漆涂在燃燒航彈的一端。

德式一公斤鎂基合金-高热剂燃燒航彈，BB-1E型（图 45）。这类燃燒航彈的主要部件如下：鎂基合金彈体，擰入的鎂基合金彈头，裝在彈头內的慣性作用引信，裝藥及彈尾。

彈体是用鎂基合金制成的一个中空的圓柱形管子，前后端都有螺紋。彈体全长225公厘，壁厚9.5公厘；彈体的外径和內径各为50公厘和30公厘。彈体的上部成錐形，以便于固定彈尾，下部有一凹槽，宽25公厘，深1公尺，并有6个排气孔，在排气孔上盖有宽的防潮带。

航彈头上有联接彈体用的螺紋、引信室以及放引信保險

栓的穿透孔。

引信压入弹头内；它的构造与上述的相同，有黄铜制的带火帽的活机体、弹簧、击针和击针座。引信在航弹碰到障碍物时即发生作用，保证发生作用的投弹高度至少为 100~150 公尺。

装药采用二种形式——非压制的及压制的高热剂。第一种是直接在弹体中装填（散装加以轻压），第二种是将药压装在一个单独的金属筒内（也是由镁基合金制成），该筒装在弹体内。

金属氧化物采用氧化铁和四氧化三铁。在压装装药中含有氧化铁时装药为砖色（铁锈色），含有四氧化三铁时为灰褐色。散装装药中含有氧化剂和铝粉时，其颜色为银灰色。

弹尾用白铁皮制成；它有三片尾翼。翼片的上部有一个降落圈。弹尾用三个销钉固定在弹体上，为此在弹体的下部有三个孔。弹尾长度为 115 公厘，最大直径（降落圈直径）为 50 公厘。BB-1E 及 BB-1EA 型的镁基合金-高热剂燃烧航弹由于在弹尾上有降落圈，而且弹头部短而钝，因此，即使投弹高度很大，航弹下降后亦仅能穿透屋顶，落在顶楼里。这类航弹剧烈燃烧的时间为 2 分钟，熔融镁基合金燃

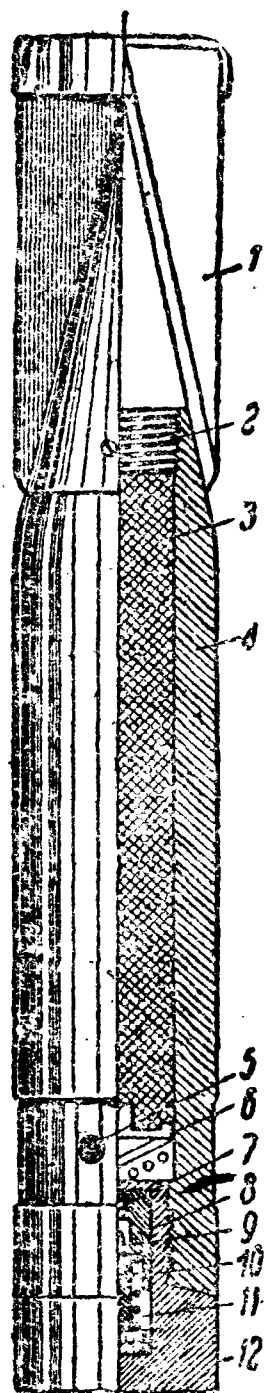


图45 BB-1E型德式一公斤镁基合金-高热剂集中燃烧航弹：

1—弹尾；2—镁基合金塞；3—高热剂装药；4—镁基合金弹体；5—排气孔（6个）；6—隔板；7—火帽；8—带有火帽的活机体；9—击针；10—弹簧；11—击针体；12—引信体。

在BB-1E型炸弹中用镁基合金塞代替爆破药柱

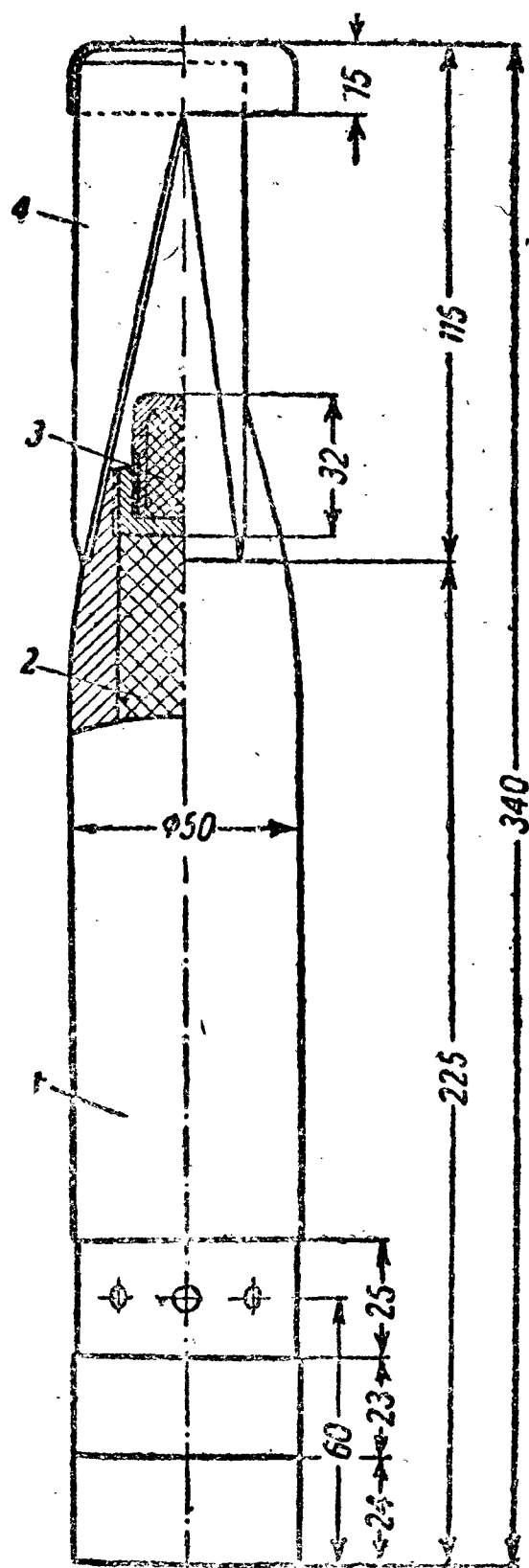
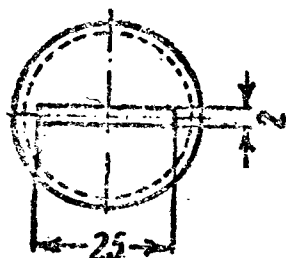
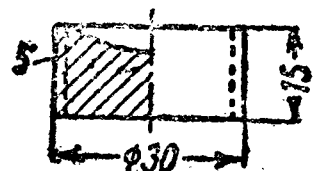


图 46 BB-1EA型1公斤德式镁基合金-高热剂集中燃烧航弹:

1—镁基合金弹体; 2—高热剂装药; 3—榴弹; 4—弹尾; 5—镁基合金塞。

尽的时间为7~9分钟, 这样, 燃烧的总时间就在9~11分钟的范围內。

BB-1E及BB-1EA型航弹放在专门的箱内进行投弹; 每一个航弹箱放5~36个, 有时放到36个以上。弹箱由两部分

組成，并具有折合板，折合板的中部固定在鉸鏈上。利用裝有延期火藥的藥筒，將折合板在空中推開。投彈時，藥筒由飛機的發電機獲得電脈沖而發生作用。

BB-1EA 型德式帶榴彈的燃燒航彈(圖46)。這類航彈的結構和BB-1E型相同；不同的只是用40克重的榴彈（內裝爆破炸藥——碰蒂兒^①）代替了壓住高熱劑裝藥用的鎂基合金塞。

榴彈(圖47)由下列零件組成：沖制的鋼體1，厚紙壳2，鋁壳3，氮化鉛和斯蒂芬酸盐的混合裝藥4，碰蒂兒5，鈍化碰蒂兒6，厚紙垫片7，沖制的鋼盖8。

藥筒的構造及裝藥

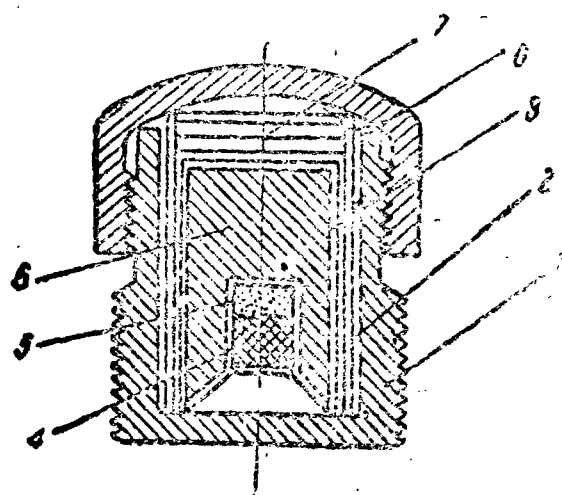


圖47. BB-1EA 型燃燒航

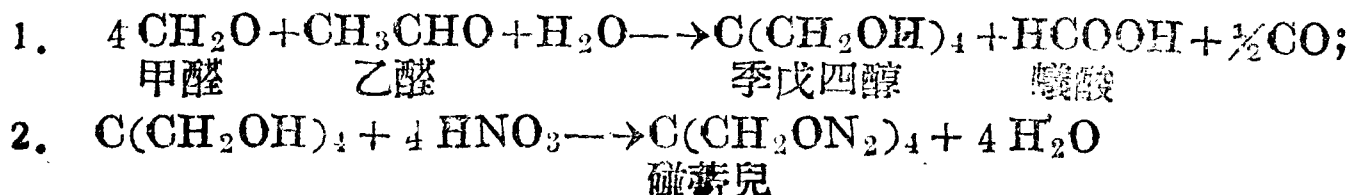
彈中榴彈的構造及裝藥：
1—鋼彈體；2—厚紙壳；3—鋁壳；
4及5—氮化鉛和斯蒂芬酸盐的混合
裝藥；6—碰蒂兒(經石腊鈍化處理
的)；7—厚紙垫；8—鋼盖。

榴彈擰入 BB-1E 型航彈尾
部以代替尾部鎂基合金塞。

榴彈裝藥的總重為10克；當
鋁壳的底部溫度升高到 200~
300°時，由氮化鉛和斯蒂芬酸盐
混合物組成的點火藥即發火，因
而引起榴彈爆炸。

榴彈爆炸時產生很大的聲效
應。爆炸的力量將鋼彈體和鋼盖
炸成不同大小的很多細小彈片；
平均可炸成几百塊小彈片；彈片
在不大的距離(1公尺以內)內能

① 碰蒂兒又稱四硝基季戊四脂，制法為：使乙醛與甲醛相互作用，然後將
得出之季戊四醇進行硝化。其反應式如下：



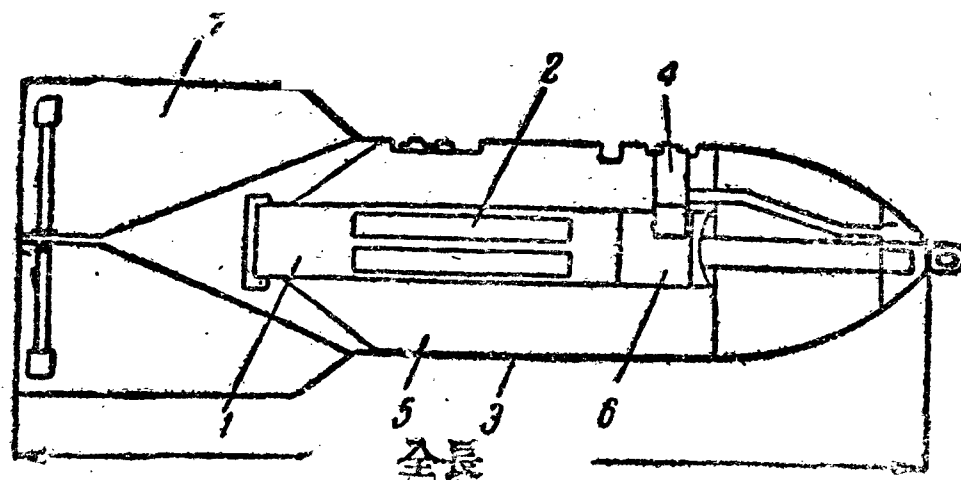
穿透厚40~45公厘的木板(主要是木板),在15公分的距离内能穿透厚为1.5~2公厘的铁板,熔融镁基合金的喷射半径达25公尺。

BC-250型德式燃烧航弹(图48)。这类航弹由下列零件组成:1)装有塞子(里面装满浸过汽油的木屑)的金属圆筒;2)二个放在木屑内的管子(里面装有木炭和镁粉的混合物);3)金属弹体;4)26号弹侧引信(电引信);5)液体装药;6)爆药(梯恩梯),重800克;7)弹尾。

航弹碰到目的物时梯恩梯将弹体炸碎;石油(73立升)向四方喷射并且开始燃烧。BC-250型航弹除燃烧外,其爆炸力量还能破坏住室内的薄的木板墙、地板、玻璃、门窗等。航弹的弹片具有很大的杀伤力。BC-250型燃烧航弹能穿透房顶(顶楼及楼房的楼板)。

这种航弹专门用于对大型易燃目标纵火。

这种航弹没有大量使用过。



药室总容量(有效容量)为16.1加侖=73立升

图 48 BC-250型德式燃烧航弹(爆破药柱与石油):

1—木屑及汽油; 2—装木炭和镁粉混合物的管子; 3—航弹弹体; 4—26号引信; 5—石油; 6—梯恩梯; 7—钢皮尾翅。

其他德式扩散燃烧航弹的构造见图49及50。

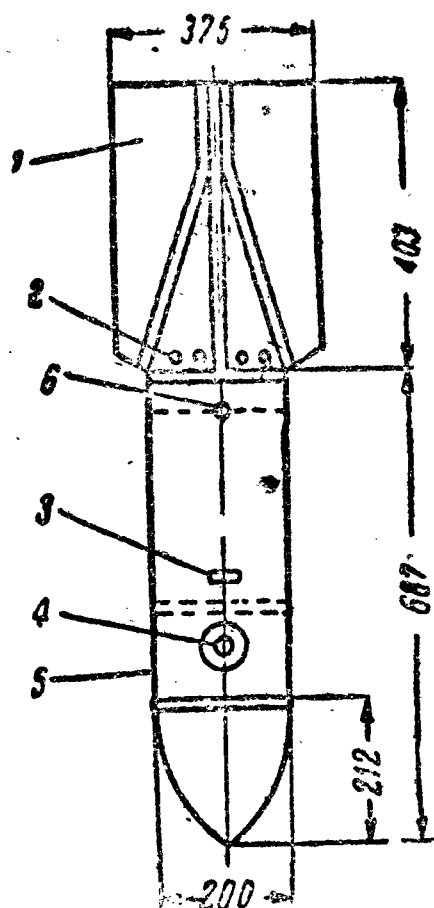


图 49 BL C-50型德式
扩散燃烧航弹：

1—弹尾(4片尾翅,用0.8公厘厚的钢板制成); 2—铆钉; 3—标准驻螺; 4—9号引信; 5—用1.6公厘厚钢板制的弹体; 6—直径6公厘的圆孔。

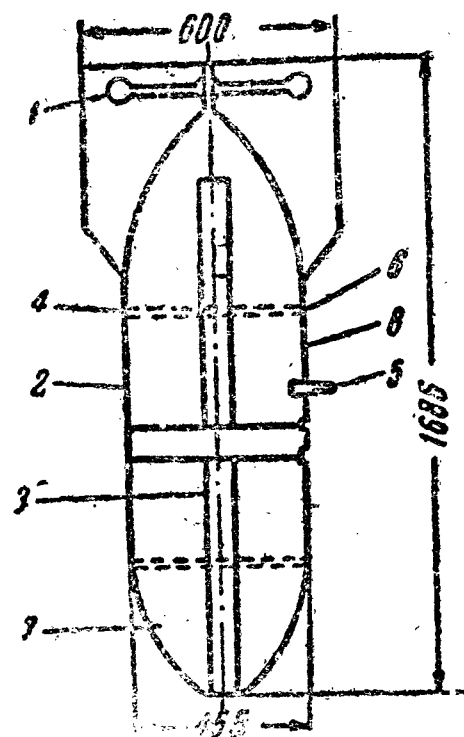


图 50 BC-50型德式
扩散燃烧航弹：

1—支撑环(增加强度); 2—弹体(1.6公厘厚钢板制成),装填石油或重油; 3—装爆破药柱的中心管; 4—固定隔板的铆钉; 5—悬挂环; 6—带圆孔隔板、 $\phi 3/16''$ 的孔2个, $\phi 5/8''$ 的孔4个; 7—围绕航弹的红色弹带; 8—涂刷的宽22公厘的红色弹带。

恐怖或呼啸燃烧航弹。为了增加恐怖、混乱和惊慌不安的气氛,德国人在轰炸城市时使用风笛或振动器。他们有时把这种东西固定在燃烧航弹的尾部(仅用于重型燃烧航弹;图51)。在航弹下落时,风笛或振动器发出低沉而强力的声音(极难听而刺耳的声音——呼啸声)。德国人在使用这种“恐怖”燃烧航弹轰炸英国城市时,在其初期,尖锐刺耳的呼啸声不仅使居民,而且使战士及地方防空指挥部组织的消防人员全都躲到掩蔽所里去了。呼啸声使人们惊慌不安丧魂失魄,

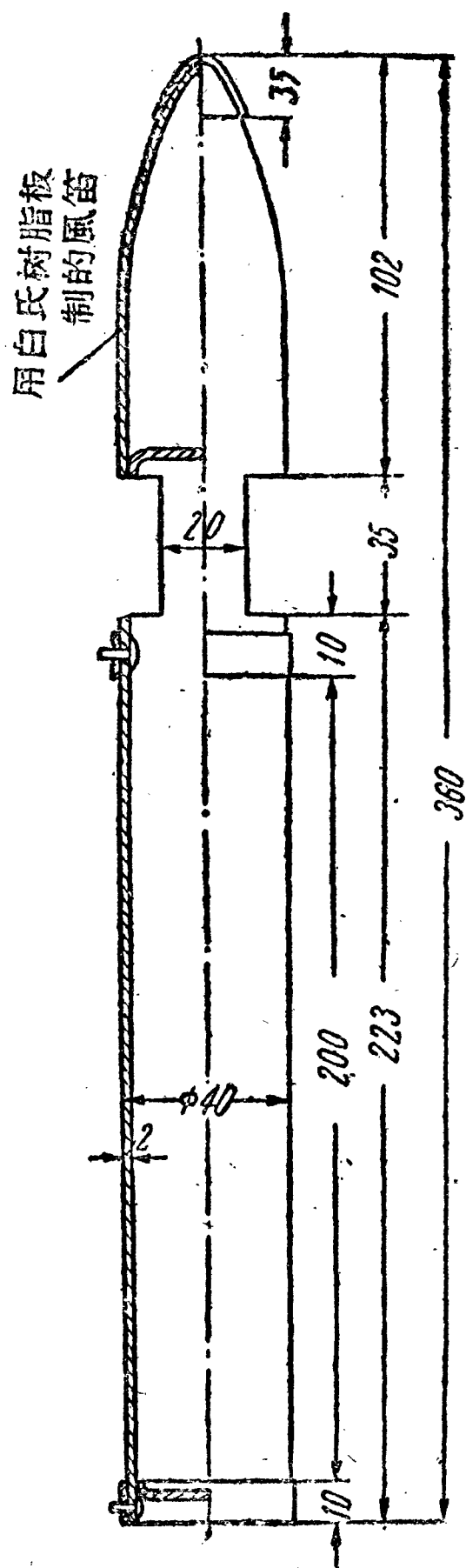
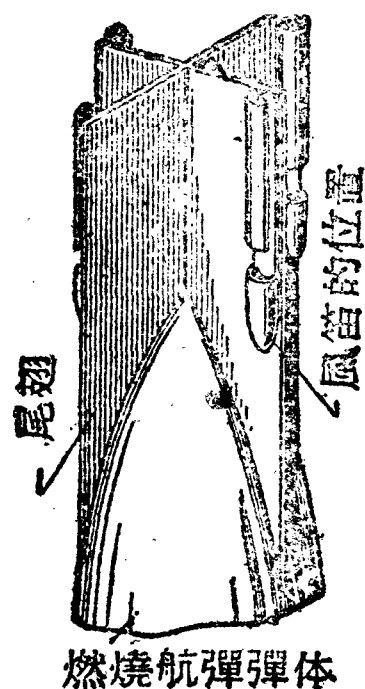


图 51 风笛的构造及在弹尾上固定的方法。



向四处奔跑，而火焰即在这时烧毁目标。当秘密终于被识破后，这种燃烧航弹就再也吓唬不住任何人了。

在最近期间德国空军研究出来并在军备上采用的有一公斤延期(自发的)燃烧航弹；2公斤镁基合金-高热剂燃烧航弹，以及仿英式“叶片”型燃烧航弹。这些航弹的构造及装药的配方了解得还不详细，但是，在某些方面是知道的，例如，具有延期作用(自发的)的一公斤燃烧航弹，其装药

物质(更确切地说是混合物)由能强烈吸收水分而发生自燃的物质构成，因此当空气中(航弹降落地点)有水分存在时，即

能发生自燃。水分是产生作用的冲量，它聚集于该种物质的深处或者表面上，并将该种物质加热到自燃点，于是物质本身就燃烧起来，或者将足够的热冲量传给其他的基本装药，使基本装药也燃烧起来。

当空气中有充分的水分时，装药能迅速而猛烈地燃烧；如果水分不充足（地点干燥），就要延期后才能燃烧（在任何条件下，空气中总是有水分的）。从上述情况可以清楚地看出，航弹的燃烧是自发性的。

2公斤镁基合金-高热剂航弹的弹体是用含镁量较少（仅达90%）的镁基合金制成，其高热剂装药的配方与BB-1E及BB-1EA型德式一公斤燃烧航弹所用的高热剂略有出入。这种航弹采用惯性弹尾引信；航弹的头部尖锐。

与英国扩散燃烧航弹（其构件是广大群众所熟知的，称之为“叶片航弹”）相似的德式叶片航弹是一个尺寸为 5×5 公分正方形或者 4×6 公分平行四边形的赛璐珞片，在其中部固定一块用磷及其他物质制的具有一定厚度的圆板形涂料。叶片航弹保存在弹体容器中，容器中装满水或者其他与磷不发生作用的液体，例如，氯化钾溶液。叶片航弹仅当其中的水或者与磷不发生作用的液体流尽或者蒸发后才会燃烧。叶片燃烧的时间很短，仅只0.5~1分钟。

采用上述形状的赛璐珞片除了达到燃烧的目的外，赛璐珞片还能在空中飞翔，因而扩大燃烧的面积。这种航弹用于对五谷，干草，易燃建筑物（例如，茅草屋顶）及干枯物件等进行纵火。轰炸机一次出航可以携带几千块这种赛璐珞片。

根据上面的叙述，显然可以看出，在德国空军的装备中，没有采用装高热剂和凝固燃料的混合燃烧航弹、装碱金

属(鉀, 鈉)装药混合燃烧炸弹、以及装磷和纯高热剂的燃烧航弹。

6) 日本式及意大利式燃烧航弹 从日本, 英国和美国这些国家的军事行动中看出, 日本空军军备采用下列类型的燃烧航弹: 重量为 1, 2, 5, 10 公斤的高热剂燃烧航弹; 10 公斤以上的镁基合金-高热剂燃烧航弹; 50 公斤高热剂混合(高热剂和凝固燃料)燃烧航弹; 50 公斤液体装药扩散燃烧航弹, 其中用涂有厚层黄磷的橡皮布块作为液体装药的吸收剂, 每块橡皮布的尺寸为 2.5×2 公分。航弹爆炸后, 橡皮布块即向四处飞散, 其飞散半径达 25~30 公尺, 布块着火后, 熾烈燃烧时间为 3~5 分钟。

这种航弹内的扩散作用装药不大——炸药药柱仅用于爆破弹体, 把装药抛射出去, 以部分的力量摧毁通道, 隔墙, 门窗等。

航弹的主要用途, 是烧毁密集の木结构建筑物、棉花仓库、军需品仓库、木材仓库等。

一公斤高热剂燃烧航弹的装药量为 0.5 公斤高热剂, 5 公斤航弹——2.7 公斤高热剂, 10 公斤航弹——6.5 公斤高热剂。

在现代意大利式燃烧航弹中有必要谈一下 20 公斤镁基合金-高热剂集中燃烧航弹 (图 52)。这种航弹的长度連弹尾算在内为 2~2.5 公尺, 弹尾和引信除外的长度为 1.3 公尺, 直径为 6.5 公分。弹体用镁基合金制成, 刷成浅的蓝灰色, 弹头部用钢制成, 弹尾用白铁皮(刷成灰色), 或用镁基合金制成; 弹尾用 4 个驻螺固定在弹体上。航弹尾部擰有带点火药的底螺, 底螺的底上擰入黄铜引信。引信及底螺都被弹尾盖

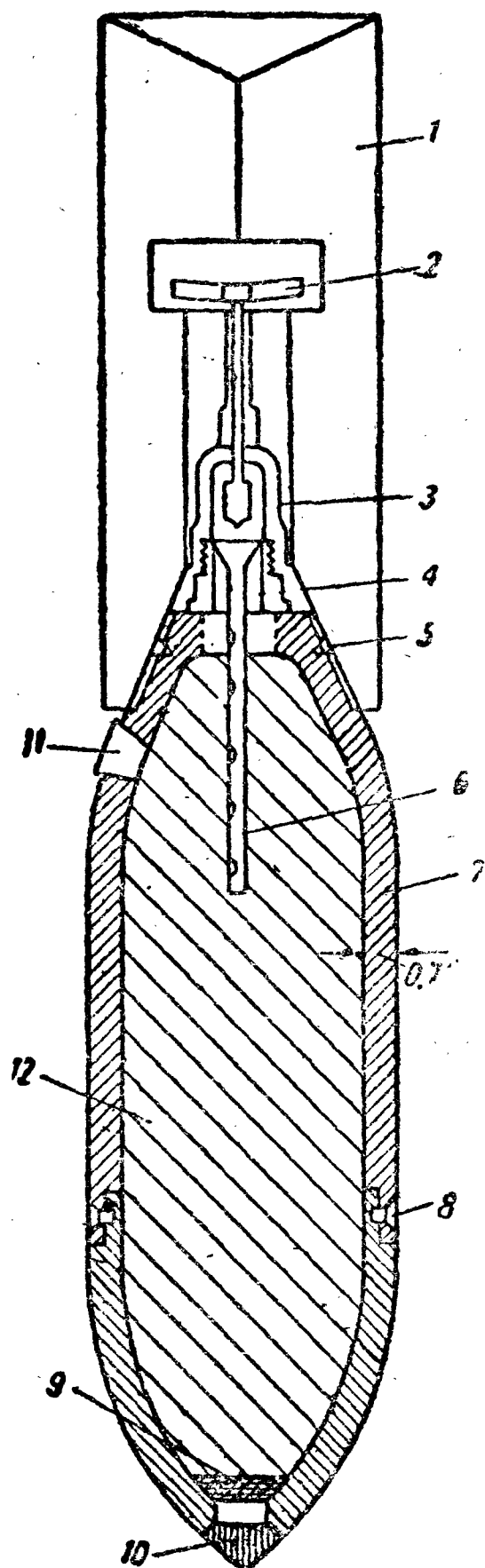


图 52 意大利式20公斤鎂基合金-高热剂集中燃燒航彈：
1—彈尾；2—引信的旋翼；3—引信；
4—底螺；5—彈尾駐螺（4个）；6—
点火管；7—彈体；8—螺釘（12个）；
9—鉛墊；10—鋼制彈头；11—軟
木塞（5个）；12—装药（高热剂）。

住，只有引信的旋翼露在外面。

点火管是一个带孔的鋁管，外面包有一层紙，管内放点火药。

航弹的基本装药是高热剂。航弹的尾部有五个用軟木塞塞住的孔。航弹的作用程序如下：航弹降落时旋翼脱离，引信即被解脱保险。航弹碰到障碍物时，活机体压缩弹簧，并针刺火帽，火帽的火焰点着点火药，然后将基本装药——高热剂燃着；此时，五个堵塞航弹排气孔的塞子脱落，窜出成丛的火花。过二分钟后，航弹弹体即熔化及燃烧。燃烧时发出白色眩目的火焰。熔融鎂基合金的燃烧時間約10分钟。

除 20 公斤鎂基合金-高热剂航弹外，意大利人还使用 1 公斤及 2 公斤鎂基合金高热剂集中燃烧航弹。这类航弹使用弹头引信。

7) 燃燒航彈的装配 把燃烧航弹的全部零件和合件装配成合格的航弹的全部生产过程，叫做装配。狭义的装配是指在弹体

內装入燃烧剂(或混合药)及点火装置。

在軍工生产中装药过程分成許多道工序进行；在很多情况下，装药过程已經机械化，利用传送带进行工作。

燃烧航弹的装药是多种多样的，其中有的是单一药，即由一种燃烧剂构成，例如高热剂，有的是混合药，即由几种燃烧剂組成，例如，高热剂和凝固燃料，鎂基合金和高热剂等。航弹的燃烧作用取决于装药所用燃烧剂的数量、质量、种类和性能。

燃烧航弹的装药还具有各种不同的点燃特性。例如，燃烧剂可以由火帽（引信）直接点燃，即火帽的火焰通过点火药，中間药，传火药，然后传至燃烧剂本身（高热剂燃烧航弹的某些类型）。在这种情况下，点火药，中間药，传火药，及燃烧剂（高热剂）都压在一起，成一整体，全部装入弹体内。

航弹的装药有时可以利用星形点火药进行点燃。星形点火药的成分为：含氧盐（硝酸鋇，硝酸鉀等），粘合剂及金属（鎂或鋁，高热剂等）。星形点火药压制成圓柱形，放在燃烧剂（高热剂）內专门钻出的或压出的孔內。星形点火药被火帽点着后即发生燃烧，然后点着装药（高热剂）。

在扩散燃烧航弹中装药可以利用扩散作用药柱或者爆破药柱点燃（磷燃烧航弹），也能利用公用导火索点燃，公用导火索先引燃速燃导火索（火药棉綫，外面涂有加胶合剂的黑药粉），速燃导火索再点燃扇形装药，例如，高热剂扇形药扩散燃烧航弹的点燃方式就是如此。

装药以后的燃烧航弹，当所有的工序全都做完后，还必须进行最后加工。弹体，弹尾等涂刷涂料，或者涂漆，或者噴鋁（德式小口径燃烧航弹），然后打标记，涂上識別色

帶等。

顏色和標記是區別航彈類型的標誌。

為了發現并剔出廢品及瞎火的航彈，成品必須進行仔細檢查。

從每批制成的燃燒航彈中取出一定的數量進行質量檢查，發火靈敏度試驗等。

燃燒航彈在存放及運輸中很重要的問題是避免航彈的裝藥受到空氣的作用。為了保證存放好燃燒航彈以及使裝藥在任何時候都保持它的作用性能，必須充分保護裝藥不受到空氣和水分的作用，因此，在航彈頭部的引信孔(引信室)內(很多國家都把引信與航彈分開存放)須擰上塗滿凡士林、炮油等的鐵制(或用其他材料制的)防潮塞。

為了密閉起見，集中燃燒航彈的排氣孔(用以保證點着燃燒裝藥)中澆以蜂腊，石腊或者纏以防潮帶。點火藥或星形點火藥的點燃部分利用薄的羊皮紙或者厚的卷煙紙與外界隔絕開來。

在倉庫內存放時小口徑和中口徑燃燒航彈須裝在塗漆的木箱內或密封焊接的鋅桶內(指鎂基合金高熱劑燃燒航彈而言)。大口徑航彈每個單放在木箱內存放。

燃燒航彈的外形特征。燃燒航彈或燃燒器材一般是以顏色和標記與爆破和化學航彈相區別。例如集中燃燒航彈可以根據排氣孔(或稱火孔)而加以識別。其排氣孔的數量由3個至6個，直徑為5~10公厘。擴散燃燒航彈沒有排氣孔。

8) 在地面上引爆燃燒航彈的方法 在地面上引爆燃燒航彈時(使航彈發生爆炸)使用下面幾種器材：

1) 引信(炸毀小口徑集中燃燒航彈時用手裝；炸毀大

口径集中燃烧航弹或者各种口径的扩散燃烧航弹时利用悬挂装置);

2) 根据必要的安全时间计算好的卑氏导火索 (用于各种口径, 各种类型的燃烧航弹);

3) 足够长度的速燃导火索 (仅用于小口径集中燃烧航弹);

4) 电发火管及爆破机 (用于各种口径, 各种类型的燃烧航弹)。

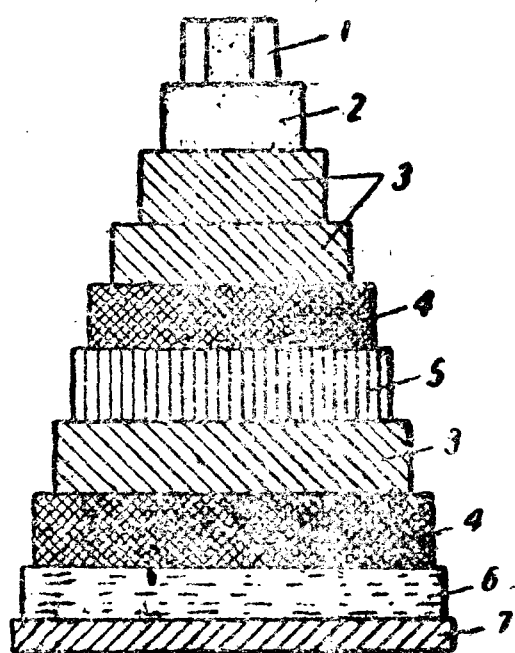


图 53 瀝青卑氏导火索:
1—导向线; 2—导火索火药; 3—
两层黄麻或亚麻, 或者大麻套; 4—
树脂; 5—瀝青; 6—石蜡; 7—滑
石粉。

炸毁燃烧航弹使用最广泛, 而且最简单最容易的方法是使用卑氏导火索(图53), 它是一种缓燃导火索, 燃烧速度一定(1公分/秒), 药心用导火索火药制成, 外面包有亚麻线或其他线。

导火索有四种: 白色导火索, 瀝青导火索, 双层瀝青导火索及固塔波胶导火索。

常用的是瀝青卑氏导火索。

导火索通过某一个排气孔,

或者通过引信室与燃烧航弹的点

火装置(星形点火药)联接。

销毁航弹前, 先切下所需长度的导火索, 然后根据炸毁规则以规定的方法加以处理(切口成 45° 角)并且点燃。

在少数情况下(没有卑氏导火索及其他炸毁器材时)使用速燃导火索炸毁小口径集中燃烧航弹。

速燃导火索(黑色)是一束浸有硝酸钾的棉线, 外面涂有

黑药粉或者由依琪托尔与硝酸钾组成的药剂。露天一公尺黑色速燃导火索的燃烧时间为20~30秒，白色速燃导火索——45~50秒。速燃导火索在纸管中的燃烧速度趋近于爆炸速度，可达100公尺/秒。

速燃导火索的制造方法如下：将一束棉线在硝酸钾溶液内浸润，然后涂上火药涂料（黑药粉和漆或者其他胶合剂——糊精，阿拉伯树胶等的混合物）。

炸毁时，将一定长度的速燃导火索与航弹的点燃装置联接起来，然后将它点着。

燃烧航弹用电点火管及爆破机炸毁时必须保持最低的安全距离，或者在可靠的掩蔽所内进行炸毁。电点火管放在集中燃烧航弹中的某一个排气孔内，或者放在扩散燃烧航弹的引信室内，用黑火药作电点火管的装药。当采用这种方法时在燃烧航弹的排气孔内或引信室内撒上1~3克黑火药。然后，将点火管的导线与炸毁用的电线接通，量出必要长度的一段电线，将电线与爆破机的接头联接起来。

用电点火管进行炸毁时必须根据现有的电发火管及爆破机操作规程及守则进行。如果扩散燃烧航弹中的扩散作用药柱是爆破炸药（梯恩梯，特屈儿等）时，则不能使用电点火管，而须用电雷管或者电雷管和炸药（梯恩梯，特屈儿）药柱进行炸毁，此时亦必须遵守一切安全技术守则。在这种情况下（扩散燃烧航弹中的扩散作用装药为爆破炸药）下也可使用适当长度的卑氏导火索和8号雷管以及梯恩梯药柱（或者不用药柱）来代替电雷管和爆破机。

燃烧航弹发生作用时的声效应。集中燃烧航弹碰到障碍物时只能听到很低的声音（火帽爆炸声）。集中燃烧航弹并不

爆炸。只有集中-扩散燃烧航弹例外。扩散燃烧航弹是爆炸的。爆炸的力量和声音取决于扩散作用药柱的大小及性质。燃烧航弹爆炸后，随即产生燃烧作用；扩散燃烧航弹爆炸后即产生变化，分裂成很多小的集中燃烧航弹。

表8 卑氏導火索的技术要求

指 标 名 称	OCT
直径(公厘).....	5~6.0
长度(公尺).....	10~0.15
內套(一层).....	黄麻或亚麻
內套(二层).....	黄麻, 亚麻, 棉线及一层树脂或瑪瑙脂
外套	黄麻, 亚麻, 棉线, 及一层树脂和石腊, 并撒有滑石粉
导火索火药的成分:	
KNO_3	78±2%
S.....	12±1.5%
C.....	10±1.5%
水分不超过.....	1%
吸潮性不超过.....	1.75%
假比重.....	0.92~0.98
药粒的真比重.....	1.70~1.88
1 克中药粒的数量.....	4000~7000
导火索的性能:	
长60公分的燃烧时间.....	平均为60~70秒
火花簇及爆响.....	不许有
裂缝, 折断, 湿痕, 松散, 及其他损伤	不许有
不透水性.....	一小时
不产生粘性的温度.....	+45°
不产生脆性的温度.....	-15°

解除瞎火及未炸燃烧航弹的危险性及其销毁。扩散燃烧航弹的特征之一，就是它不象集中燃烧航弹那样具有排气

孔，因此，在外形上扩散燃烧航弹很难与杀伤和爆破航弹分开，这样，销毁它时就只能用同销毁爆破航弹一样的方法进行销毁，即须遵守销毁爆破航弹时的一切规则。

碰到障碍物后瞎火的集中燃烧航弹必须进行销毁。根据航弹重量的大小不同利用抬架或用手搬的方法将航弹从弹着点搬到销毁场，在销毁场进行销毁。航弹的销毁程序如下：在某一个排气孔（已除去防潮带或涂料）内撒上1～3克黑火药或者其他点火药，然后通入长15～20公分的卑氏导火索。将导火索固定在航弹弹体上，以免在燃烧时脱落，然后点着导火索；此时，销毁人员应退到安全距离内。在销毁成批的小口径集中燃烧航弹时将按上述方法装置好的一个航弹放在这批航弹堆的上面。一般小口径集中燃烧航弹每批的数量应不超过50～60个。由于成批燃烧航弹的作用半径较大，因此，销毁场的面积不得小于50×50公尺。在搬运瞎火或未炸的燃烧航弹时，必须遵守搬运杀伤和爆破航弹的守则。

在选择销毁场所、搬运航弹、以及开掘、寻找和取出航弹时须遵守专门的守则，在守则中全面地规定有进行这些工作时的规则和安全措施。

2. 燃烧枪弹

燃烧枪弹，特别是穿甲燃烧枪弹在空军方面应用极广。其主要用途是袭击飞机、飞艇、气球、地面上的易燃目标（易燃液体仓库）等。燃烧枪弹的构造和装药从图54的分图a, b, c, d, 中可以看得很清楚。

第一次帝国主义大战期间使用很广的各种枪弹中有必要提及勃氏及勃劳克燃烧枪弹，以及包密立爆破枪弹。

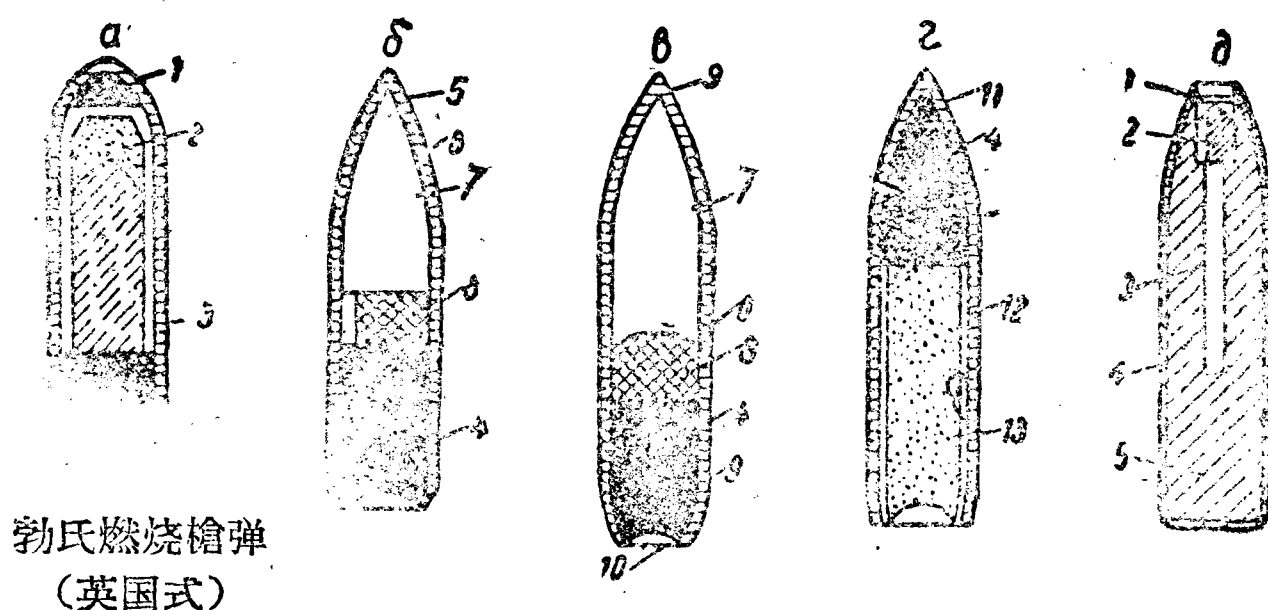


图 54 燃烧枪弹

а—英式勃氏 (Букингам) 燃烧枪弹; б, в, г—各种类型的燃烧枪弹:
 1—点火药; 2—燃烧剂装药; 3—镀铜钢壳; 4—铅; 5—铜镍壳; 6—
 低熔点金属塞; 7—白磷; 8—活动铅柱; 9—镀铜的钢弹头; 10—底孔;
 11—弹壳; 12—铜管; 13—药剂; д—碰发—燃烧枪弹: 1—火帽; 2—
 带槽的冲击机构; 3—燃烧剂; 4—弹壳; 5—铅。

图54的分图 а 为英国式勃氏枪弹的构造，弹的头部很灵敏，圆形；碰到障碍物时，弹头部破碎，枪弹即能打穿很大的孔。

其他类型燃烧枪弹（图54）的后部都装有活动铅柱。枪弹碰到目标时铅柱在惯性作用下，将白磷推出，同时将弹壳挤裂。

法国式燃烧枪弹中带有钢心或者铅心，或者不带弹心。枪弹中如有弹心，则这种枪弹既能燃烧又能发光，如果没有弹心，则只能发光。

磷燃烧枪弹的主要缺点是磷燃烧很快，其燃烧距离在1500公尺以内。

碰发—燃烧枪弹的构造原则与上述枪弹略有不同。从图

中可以看出，当碰到障碍时枪弹发生作用，因而使燃烧剂燃烧，并且点着目标。

上述各类燃烧枪弹都已过时了。目前已经研究成功，并且几乎在所有军队的军备中都已采用的有混合燃烧枪弹，它在弹着点及飞行中，能同时具有穿甲、燃烧、爆破、及照明——曳光的作用。这些枪弹的结构都提高了对冲击作用的敏感性，以便在碰到反作用力较小的障碍物时，能保证枪弹发生作用(这种枪弹属于瞬发作用枪弹)。

如与中等口径的燃烧枪弹相比，同口径的穿甲燃烧枪弹具有较大的威力，而大口径的穿甲燃烧枪弹与其相比时则威力更大，而威力最大及万能的枪弹，则是混合作用燃烧枪弹。

意大利式混合作用枪弹。它在弹着点及飞行中具有穿甲、燃烧及照明的作用。外壳1(图55)的底部是封闭的，上部是开口的，里面放有内壳2，内壳2突出的部分形成弹头部。内壳2壁很薄，用硬金属制成；里面放有尖头的弹心3。弹心与内壳前端之间的空隙处装以点火药4，例如，磷，它与空气接触后即发火。弹心3与内壳2后端的空隙内，装以放在金属壳6内的燃烧剂5，金属壳的底部刚好盖住内壳2底部的孔。

外壳1内，其底部与内壳2之间，放以装有曳光剂9的金属管8。金属管8放在用重金属做的(例如铅)弹核槽7内。弹核的作用是平衡枪弹的重量。金属管8的底部，用放在对着外壳1上孔11的低熔板10盖住。

发射枪弹时，药筒的火药气体将低熔板10熔化，然后点着曳光剂。曳光剂的燃烧生成物穿过孔11而逸出，并且照亮

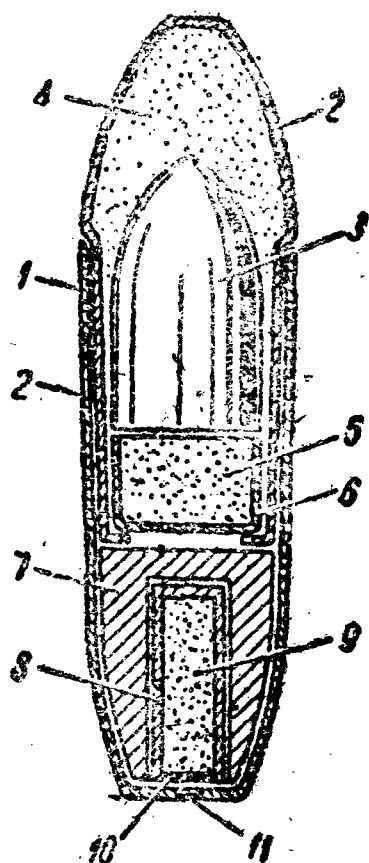


图 55 意大利式混合作用枪弹。

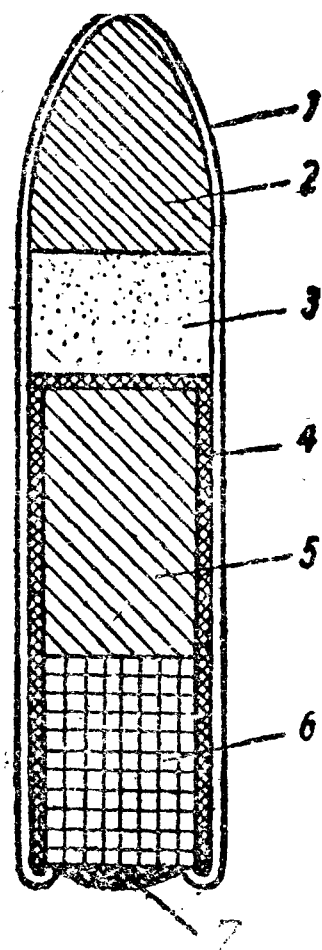


图 56 混合作用枪弹：

1—弹壳；2—穿甲弹心；3—爆破药柱；
4—药壳；5—燃烧剂；6—曳光剂；7—
点火药。

或多或少的一部分枪弹的弹道。

碰到目标时，内壳 2 形成弹头部分的封闭端即被碰破，点火药开始燃烧，并产生指示弹着点的烟云。

枪弹一碰到目标后，穿甲弹心马上就击穿目标，而且由于弹头碰破，以及在重金属弹核 7 的作用下，燃烧剂 5 即被点着，并向四处喷散，因而产生纵火作用。

当然，在穿甲作用方面，混合作用燃烧枪弹的威力不如普通的穿甲枪弹，因为在混合作用燃烧枪弹中由于有曳光管和燃烧剂，因而穿甲弹心势必减小(图56)。

在混合作用燃烧枪弹的新式结构中，加有少量的炸药和起爆药，这样，它除了具有其它作用外，还具有爆破作用。

目前，改进燃烧枪弹作用的方向，是增加射程及穿甲能力。为了达到这些目的，必须对大口径混合枪弹进行研究，并且尽量争取既能提高穿甲燃烧作用，又能提高爆破作用。

3. 特种航空燃烧器材

除去上述各种燃烧器材外，在现代战争中还常常利用特种方法使用燃烧剂。例如，现在已有的使用方法为：燃烧剂装在圆柱炸弹内；从飞机上洒下燃着的液体或者液体燃烧剂（布火）；制造火雨；抛掷装有自燃物质的安瓿弹等。

1) **针式燃烧航弹** 针式燃烧航弹的用途是不用瞄准具从飞机上投下来烧毁易燃目标。在绝大多数情况下，针式航弹是钢制、黄铜制、镁基合金或锌制的圆柱体（弹体），里面装有燃烧剂。针式航弹所用的燃烧剂装药有：氯酸钾（钠）和镁、铝、硫及填充剂（树脂、漆、瀝青、松香等）的混合物，高热剂或高热剂和凝固燃料的混合物。针式航弹利用引信（普通引信或时间引信）或碰发信管发生作用。针式航弹的重量在150~500克的范围内。长度可达300公厘，而直径达30~35公厘。针式航弹上装有弹尾，放在飞机上特种箱子内，箱子打开时，航弹下落并分散在很大的面积上。在现代战争中所使用的燃烧针式航弹实际上就是轻型的燃烧航弹，只不过是长度加大，形状简单而已。

目前对针式航弹的要求如下：

引信或碰发装置应力求简单；

引信（或其代用装置）从200~300公尺高度落下时应保证发火；

当针式航弹从10~15公尺高度落下时，引信不得发火；

破坏作用的半径应不小于200~250公厘；装药燃烧时所达到的温度应不低于1000~1500°。

下面詳細地講一下1939年式針式0.250公斤波兰鎂基合金-高热剂燃烧航弹的結構。这种針式航弹必須保持最低落高(至少100公尺)才能发生作用。航弹降落至地面或木制結構物上时所切下的圓柱将保险銷切断，并将带有击針的击发机构推向火帽；于是針刺火帽。火帽的火焰将高热剂装药点着，而高热剂鉄和熔渣又将鎂基合金弹体燃着，它在燃烧时产生鎂基合金所特有的脈冲噴射。作用半径为0.5~0.7公尺；針式航弹的燃烧时间为45秒(图57)。

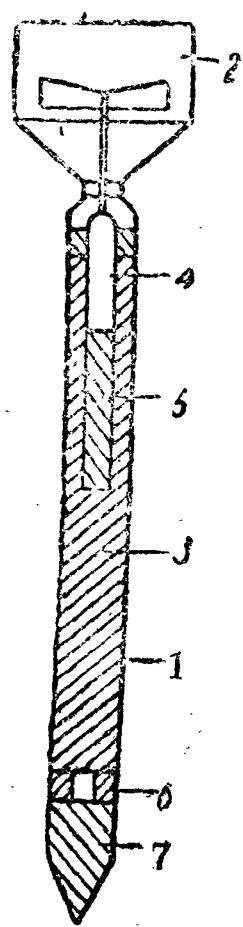


图 58 牌号“2”美国針式燃燒航弹：

1—弹体；2—弹尾；3—高热剂；4—慣性引信；5—发火药；6—火药装药；7—弹头。

图58为牌号“2”美制針式燃烧航弹，在1914~1918年战争后才使用。針式燃烧航弹的作用一般地与集中燃烧航弹的作用原理相同，有时在装药中也加入少量的扩散作用装药。

2) 布火 浇火或者布火的方法是在航空布火器中装以某种液体燃烧剂（混合燃烧剂）在选定的目标上面洒下。航空布火器的装药可在洒下后立即燃烧，也可在洒下后經過少許時間后再燃烧。

布火时所用的航空布火器(图59)是用来噴洒液体(有时也用来抛洒固体燃烧剂)燃烧剂的。航空布火器中的燃烧剂洒出(噴出)之后能够引起目标的燃烧，或者烧杀敌人的有生力量。航空布火器大部分用鉄皮做成，不过应考虑到装填物质的腐蝕

作用。对布火器的要求是它应具有特别密闭的性能，和能够完全倒空。航空布火器的构造应能保证在洒燃烧剂时不致洒在飞机上，而航空布火器本身又不影响飞机的空气动力性能，且应具有较大的有效载重系数。

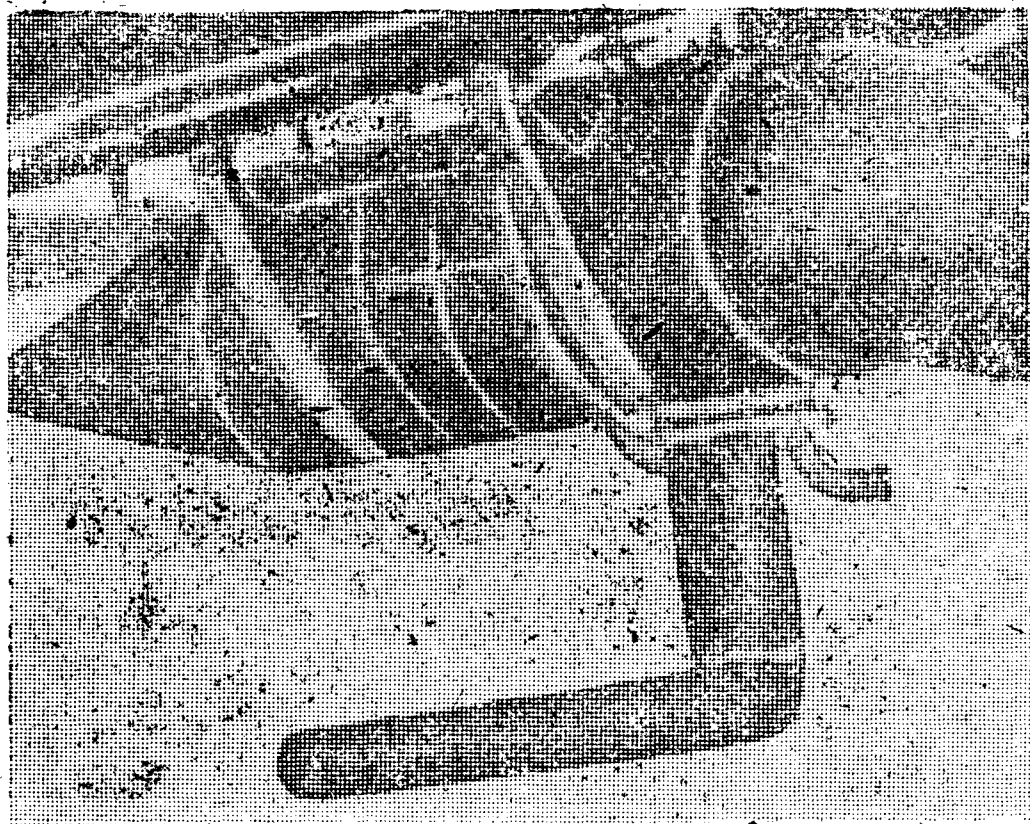


图 59 航空布火器。

航空布火器的式样非常多，它的容积在 100 升以上。

航空布火器的构造根据二种不同的洒布方法——加压洒布和自流洒布——而有二种。第一种是利用压缩空气将燃烧剂通过专用的喷嘴喷出来；第二种是打开闭塞装置使液体在其本身重力的作用下借助于从入气口中进来的迎面气流的压力而洒布出来。第二种构造比较简单，而且经济，因为若加上压缩空气瓶或二氧化碳瓶时就将使布火器的安装以及使用复杂化。燃烧剂是否成功地洒布在目标上面取决于风的方向和速度，以及飞行高度。从航空布火器上洒布燃烧剂时一般的飞行高度都比较低。

航空布火器用于在森林地带、农作物、易燃建筑物和材料等的上面布火，以及用于烧杀有生力量(集結的军队等)。烧毁的面积根据洒布高度的不同在500~1000平方公尺范围内，有时超出1000平方公尺。

3) **火雨** 火雨就是在目标上面从航空布火器或者与它相似的器材上洒布燃烧剂的方法，只不过这种燃烧剂是固态的，例如高热剂，磷。这些燃烧剂遇空气即开始燃烧，并落于攻击目标上燃烧。火雨用于攻击有生力量(军队，运输队等)，易燃目标和材料(农作物，森林，灌木丛，木房顶或草房顶的房屋等)。

4) **燃烧安瓿弹** 安瓿弹的使用方法是將某种經适当选择过的自燃物质(如磷的二硫化碳溶液)装入金属的、玻璃的、或者塑料制的安瓿瓶内，安瓿瓶成球形，上有装料孔，装料孔用带有垫片的螺紋塞塞住(图60)。这种安瓿弹的容量为0.5~2 磅。

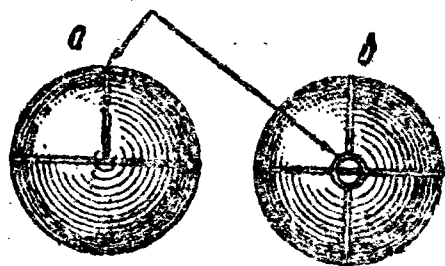


图 60 球形金属安瓿弹：
1—侧视图；2—俯视图。

安瓿弹装在特种弹药箱内；投弹时成批的向下投掷，而且不进行瞄准。安瓿弹掉到目标上后其中的装药立即发火：安瓿瓶打破，其中的药剂即开始自燃。

最近期间，安瓿弹开始被公认为步兵武器，用它作为近战中的燃烧器材。用特种的安瓿弹发射器或构造略有更改的迫击炮将安瓿弹发射至敌方。步兵用安瓿弹的装药和形状与空军用的相同，其作用亦相同(图61)。

安瓿弹发射器的射程为150~250公尺。安瓿弹发射器用于击毁敌人的坦克、永久火力点、临时火力点、掩蔽部、避

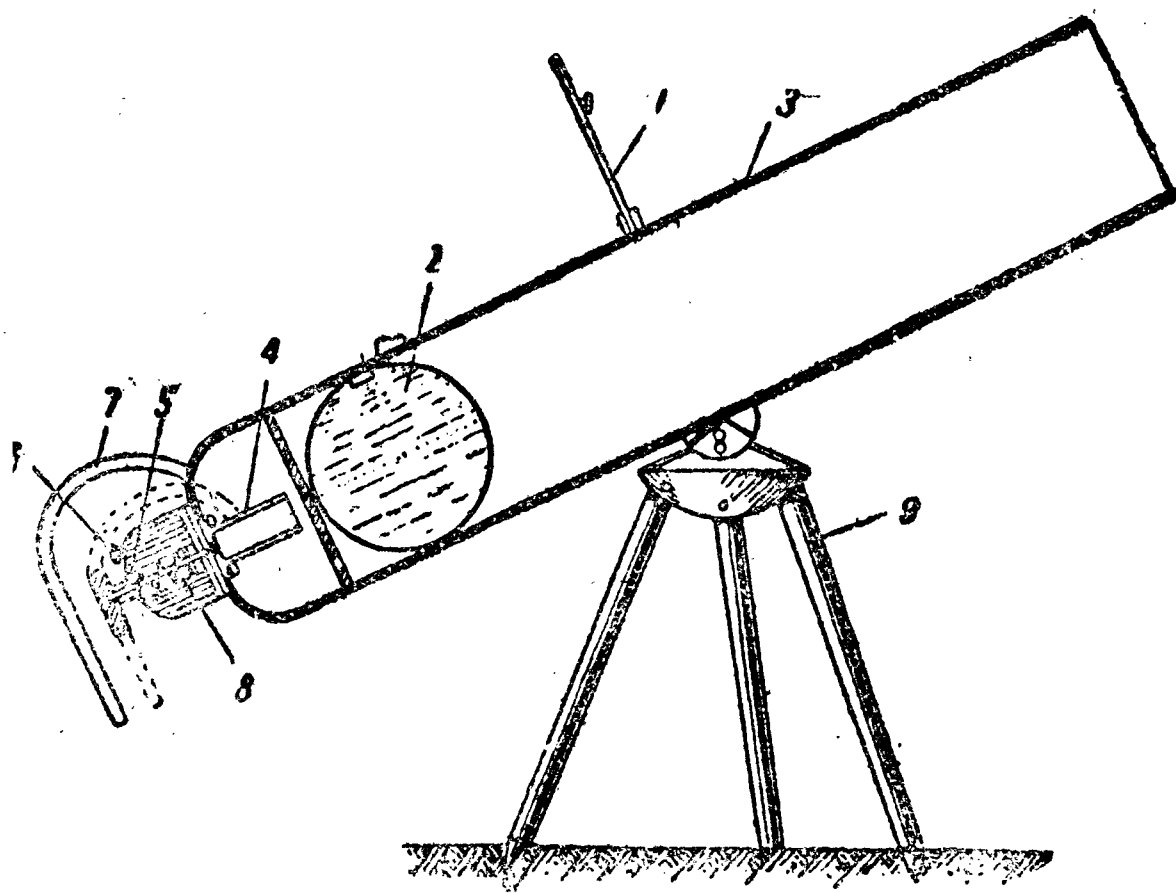


图 61 安瓿弹发射器：

- 1—瞄准器；2—装自燃剂的安瓿弹；3—发射器体；4—发
射药筒；5—击针；6—扳机；7—旋转和瞄准用把手；
8—弹簧；9—三脚架。

弹所等。

4. 燃烧炮弹及迫击炮弹

燃烧炮弹的作用原理，几乎和燃烧航弹完全相同，它共分二类：集中燃烧炮弹，和扩散燃烧榴霰弹。

1) **燃烧炮弹** 要想了解燃烧炮弹的一般构造，以1917年式德国15公分燃烧炮弹为例就足以充分说明了。这种炮弹中有12个磷做的圆柱体，它们装在一个赛璐珞壳内，空隙处灌以石蜡。用慢燃火药作点火药(图62)。英国13.6公分燃烧炮弹(图63)的构造与此略有不同，它所用的燃烧剂是高热剂，中间插有装满混合燃烧剂的中心管。

炮弹的底座不带螺纹，因而是插入炮弹内的，当炮弹发

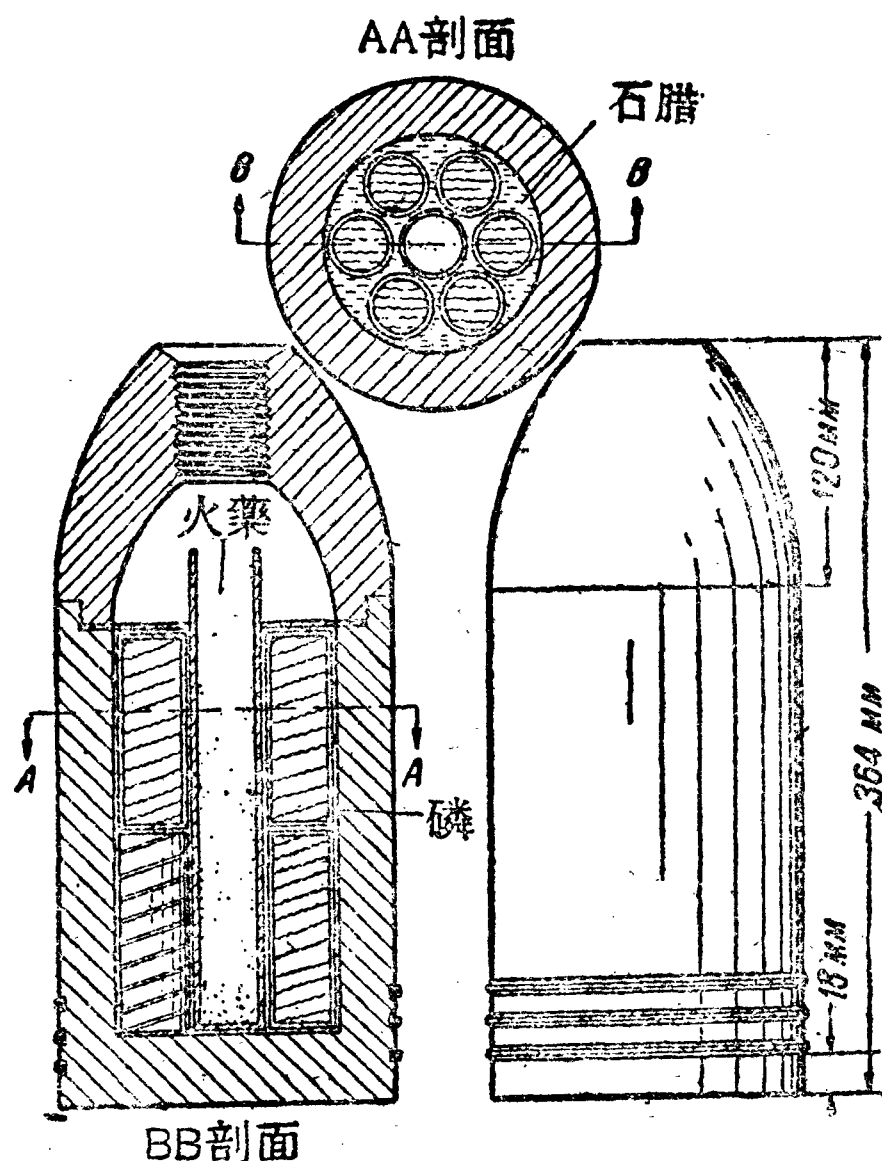


图 62 德国 15 公分磷燃燒炮弹。



图 63 英国 13.6 公分燃燒砲彈。

生作用时底座即被推出，同时，高热剂燃烧生成物就能自由地流出。

有些軍事专家認為，燃烧炮弹的作用具有很大的局限性。炮弹中的燃烧装药主要是磷和高热剂，辅助剂为：金属鈉、二硫化碳、碳氢化合物、賽璐珞等。

在现代战争中对燃烧炮弹特别是对燃烧榴弹提出了新的要求，即除了上述用途外，还要能抵御在前綫向前进攻的坦克。穿甲燃烧弹既能装备反坦克炮和野炮，又能装备坦克炮。这种炮弹的装药主要是高热剂，而选择高热剂的配料时，应注意使装药(高热剂)在猛烈撞击鋼甲时不致熄灭，此

外，在穿透坦克的甲板时能生成具有强烈喷射作用的易流熔渣。高热剂燃烧炮弹在现代战争中是攻击坦克的有效武器之一。

2) **炮用燃烧榴霰弹** 榴霰弹与榴弹的不同点在于榴弹中燃烧剂是一块整体，而扩散燃烧榴霰弹中燃烧剂是单块的扇形药，当榴霰弹爆炸时，这些扇形药就被特种抛射装药抛射出来。例如，英国 7.7 公分燃烧榴霰弹(图64)中装的是放在金属壳内的高热剂扇形药。每块扇形药各有专用点火药，并且，利用速燃导火索与公用导火索联接。燃着的扇形药被发射药柱抛出。

在帝国主义战争中使用过的俄国炮用燃烧榴霰弹(图

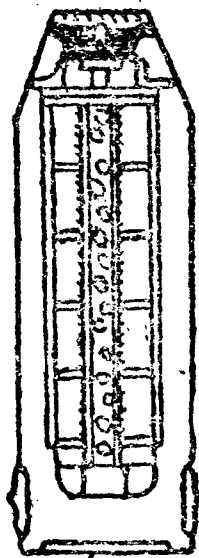


图 64 英国 7.7 公分
燃烧榴霰弹。

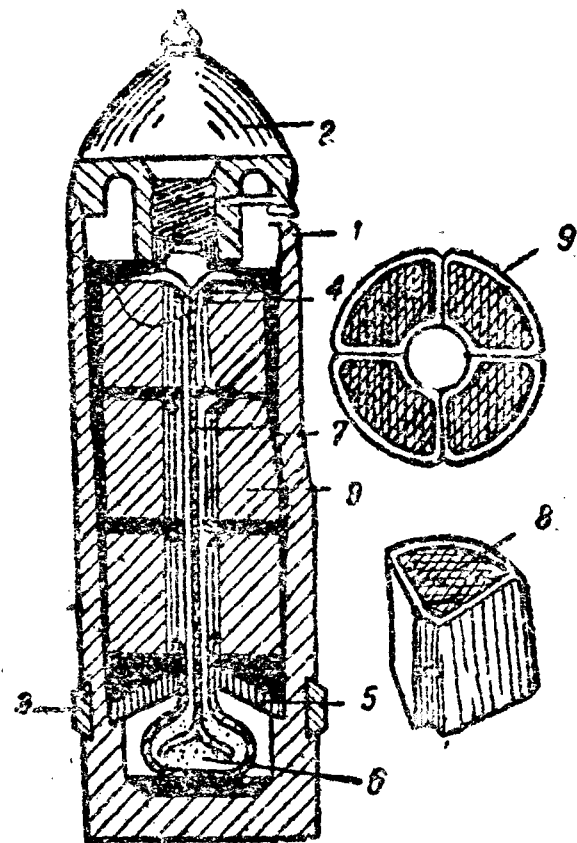


图 65 俄国炮用燃烧榴霰弹；
1—弹体；2—时间信管；3—铜弹带；
4—中心管；5—隔板；6—发射装药；
7—速燃导火索；8—高热剂扇形药；
9—扇形药层。

65), 由下列零件組成: 弹体 1, 時間信管 2, 銅弹帶 3, 中心管 4, 隔板 5, 发射装药 6, 速燃导火索 7, 高热剂扇形药 8。扇形药围在中心管周围, 分三层。中心管上有孔, 公用导火索通过孔与每块扇形药的各个速燃导火索連結起来。

为了避免震动和撞击, 扇形药的外面包上毛毡。每块扇形药各为一里面压有高热剂的金属壳; 4 块扇形药組成药层 9, 药层放入药层匣內。通过時間信管的火焰, 順着公用导火索将通向扇形药的速燃导火索点着。当火焰传至发射药时扇形药中的高热剂已全部点着。发射药的爆炸将炮弹的头部炸开, 并将药匣內燃着的高热剂扇形药抛出。随着信管装置的不同炮弹可以在空中爆炸, 也可在目标內部爆炸。

1919年式英国燃烧榴霰弹(图66)內装的是很多压有高热剂的小銅管; 銅管放在炮弹中心管的周围。

炮弹內装有爆破药柱; 药柱爆炸时灼热的銅管被抛出炮弹爆炸的地点, 因而将燃烧的高热剂送至被攻击的目标。

燃烧榴霰弹一般用于攻击飞艇、系留气球、房屋、居民区, 以及不集中的易燃目标。

在现代战争中炮用燃烧榴霰弹使用得有限。

3) **燃燒迫击炮弹** 迫击炮是步兵的有力武器。它能消灭(压制)敌人的火力和有生力量, 給步兵以直接的援助。在1914年前, 只有德国軍

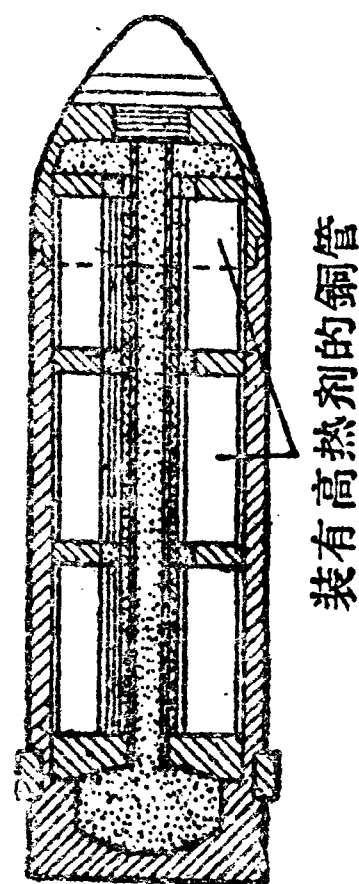


图 66 英国燃燒榴霰弹。

队中装备迫击炮。

迫击炮发展的过程是：首先出现重型的，然后中型的，而最后出现的是轻型迫击炮。中型和重型迫击炮属于专门的迫击炮部队，而轻型迫击炮是步兵武器。

迫击炮属于近战武器。其缺点是射程不远，但是迫击炮弹威力强大，射速较高，在战场上，以及布满弹坑的地区里和山地中运动极端灵活性，这些都足以抵偿射程不远的缺点。在山上进行防御时，迫击炮可以用曲射的火力封闭3公里以为隐蔽的入口要道和死角地带。

对轻型迫击炮的最新要求如下：其重量应该很轻，很容易拆卸成部件，并且便于人们携带转移；应具有较大的平面射界和较高的射速，应能袭击由机枪掩护的有生力量。迫击炮弹上可装瞬发引信，也可装延期引信。

在现代军队的军备中配备有大量各式迫击炮。其中使用最广的是斯托克司-勃朗突脱81公厘迫击炮。

新式迫击炮的某些诸元

国 家	型 式	口 径 (公厘)	射击状态 时的重量 (公斤)	迫击炮弹 重 量 (公斤)	射 程 (公尺)
德 国	莱茵金属公司 75公厘	75	385	3.8	3600
	莱茵金属公司 150公厘	150	1050	6.3	4200
日 本	92式(1932年) 70公厘	70	203.0	3.8	2800
法 国	1930年式,斯托 克司-勃朗突脱 81.4	81.4	58.3	爆破杀伤弹 3.5	3000

斯托克司-勃朗突脱迫击炮重58公斤，构造简单，射击精

度較高。迫击炮炮管是鋼滑膛炮管，支立在帶有駐鋤的座板上(图67)。

炮管用双脚架支住，双脚架上装有高低和方向瞄准机构。炮管用活动关节与座板联结。

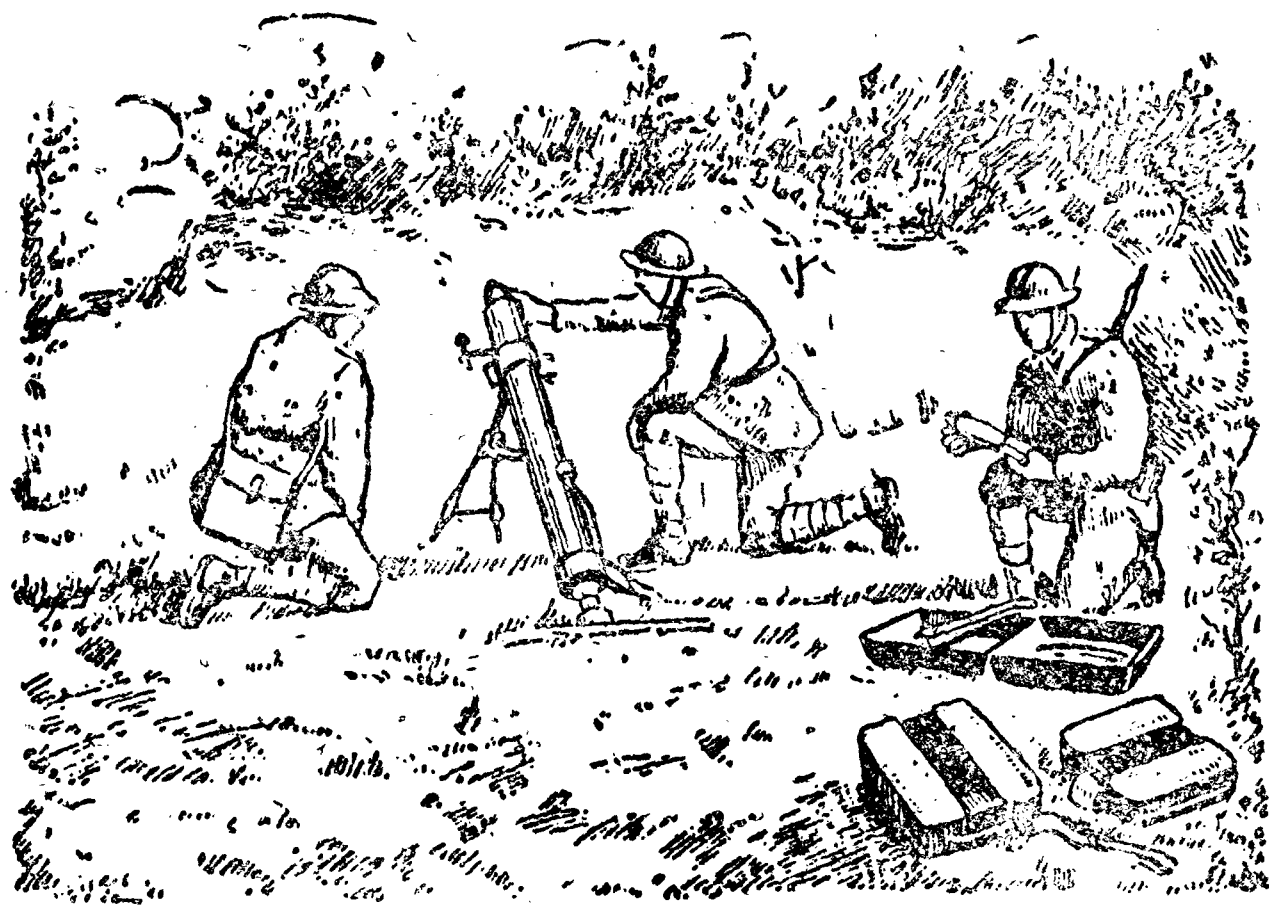


图 67 1930年式斯托克司-勃朗突脫81公厘迫击炮。

須要轉移時，迫击炮拆成三部分：炮管，双脚架，座板；每一部分单独轉移。

燃燒迫击炮弹由鋼制流綫型彈体和裝在尾部的彈尾組成。彈尾的尾翅焊在彈体末端的空管上(图68)。

利用發射藥裝藥——基本藥管和附加藥包將迫击炮弹射出炮管。基本藥管与普通猎枪彈的型式相同，裝有發射藥和底火，附加藥包是增加射程用的，它裝在半圓形的賽璐珞匣內；这种賽璐珞匣式的附加藥包从外面夾在尾翅片的中間。

射擊時，或者用全裝藥（基本藥管外加上賽璐珞半圓盒

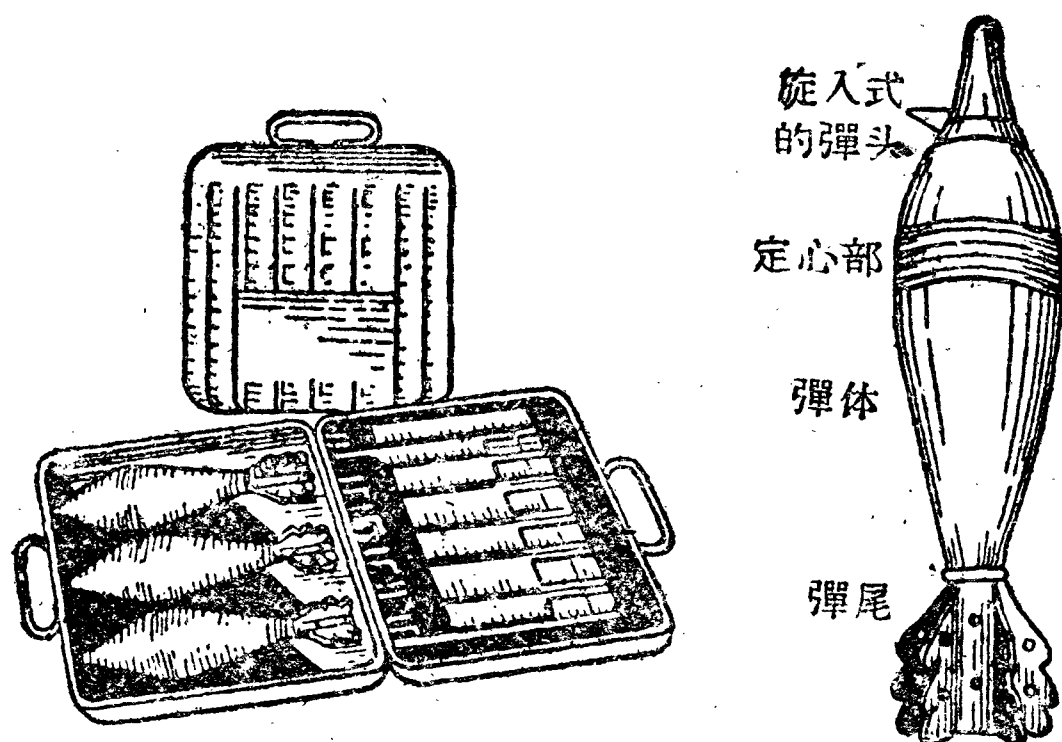


图 68 斯托克司-勃朗突脫迫击炮用燃燒
迫击炮弹及迫击炮弹箱。

装的附加药包)，或者非全装药（基本药管加 3～4 个附加药包）。

装药根据射表来确定。迫击炮发射速度每分钟在 30 发以上。

射击程序如下：将迫击炮弹尾部朝着炮管装入炮管内，在其本身重量的作用下，掉落至底部，底火碰撞到固定的击针而发火，于是将迫击炮弹发射出去。

燃烧迫击炮弹和爆破、杀伤爆破、化学迫击炮弹在现代战争中同样都是近战武器，用于攻击有生及无生目标，消灭及压制散布在谷地、森林、灌木丛、村庄及城市各种建筑物内以及隐蔽和暴露的武器和有生力量。

燃烧迫击炮弹的装药种类很多。例如，在当时著名的英国利芬斯式燃烧迫击炮弹（图 69）一般装的是高热剂、磷、或者石油、汽油、高石油醚的混合物。迫击炮弹的总容量为

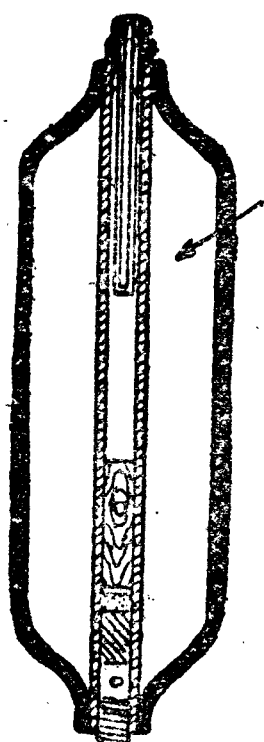


图 69 利芬斯式
燃燒迫击炮弹。

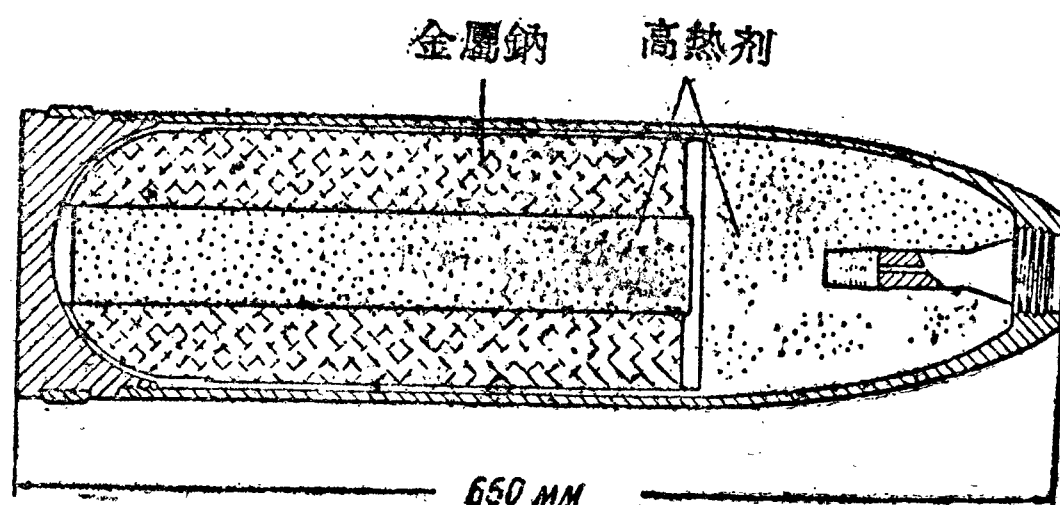


图 70 德国17.5公分燃燒迫击炮弹。

11000立方公分。德国 17.5 公分燃烧迫击炮弹的装药是由等量的高热剂和金属钠组成(图70)。由于引信类型的不同，迫击炮弹的爆炸亦随之有：空爆，地面上炸，目标上方炸，以及目标内炸等各种不同的情况。

燃烧迫击炮弹是利用火花、灰烬、燃着的燃烧剂装药(磷)、火焰、以及熔融金属或熔渣(高热剂)形成的火雨来烧毁目标。

迫击炮弹也可以装混合燃烧剂，例如，煤焦油馏出物和磷、梯恩梯、溶于二硫化碳的自燃物质的混合物。

这种迫击炮弹燃烧得很猛烈，时间达几分钟，燃烧时冒浓烟。

图71为重型磷迫击炮弹爆炸时的情况。

在迫击炮武器的发展及其研究方面获得的成就使迫击炮这门武器获得了极大的改进，例如，假若说过去迫击炮弹的射程能达到500~600公尺还是少见的话，而现在3000~4000

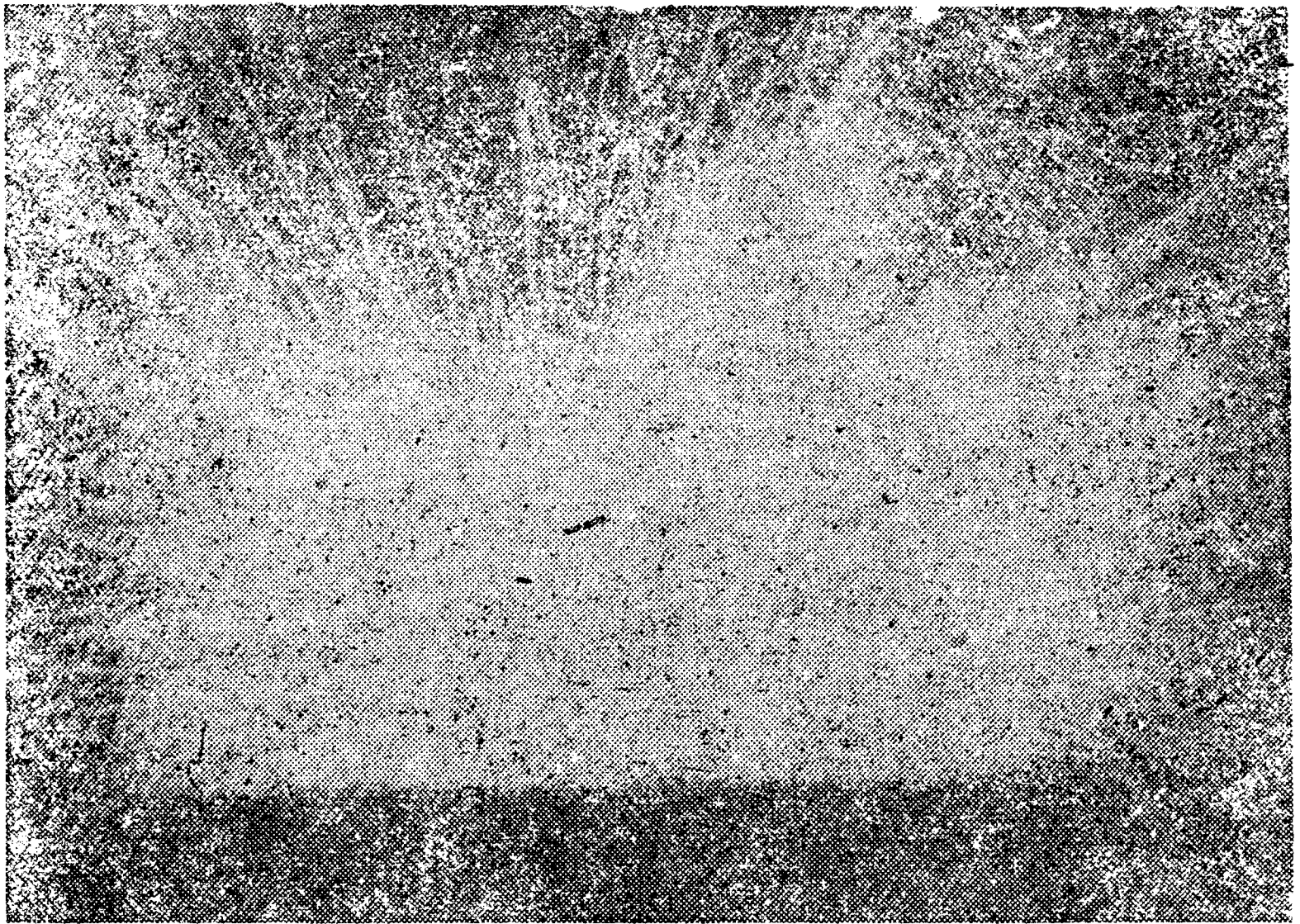


图 71 磷迫击炮弹的爆炸。

公尺的射程也不算是极限。有直径达 200 公厘的大口径迫击炮弹，也有直径达 50 公厘的口径极小的迫击炮弹，由于新式迫击炮的射速很高，在很多情况下将迫击炮集中成炮兵连，可以在很短的时间内造成非常密集的火力。

军队中除了使用较广泛的磷燃烧迫击炮弹外，目前还广泛地使用着装自燃液体的迫击炮弹。

5. 燃烧榴弹及火箭

1) 枪榴弹 帝国主义战争时期燃烧枪榴弹使用得非常少。它在战后才开始使用；而且在使用时受到阵地战或山地战的许多特殊条件的限制；其构造和装药与手榴弹相似（图

72)。例如，战前的美国燃烧枪榴弹是利用空包枪弹的火药气体发射。枪榴弹拧在插入步枪枪管内的尾杆（同时起稳定的作用）上；拔开保险销后，枪榴弹即发射出去。掉落在目标上后，枪榴弹即发生作用，并产生燃烧效应。

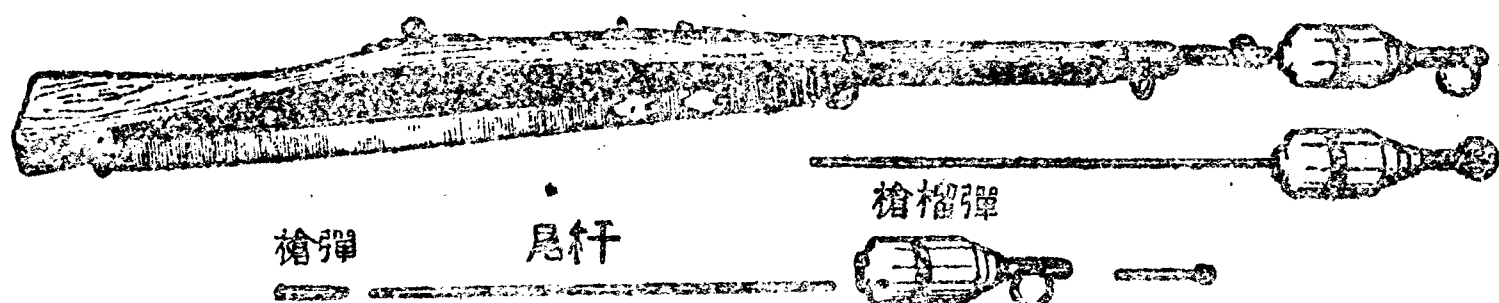


图 72 美国燃烧枪榴弹的部件。

在二次世界大战以前以及战争期间尾杆式燃烧枪榴弹被其它类型的枪榴弹——无尾杆枪榴弹（小口径炮弹型）所代替了（图73）；无尾杆枪榴弹用枪榴弹发射器发射至敌方，发射时可用实弹，也可用空包枪弹，射击前的准备时间不长。

此种枪榴弹发射器的构造见图74及75。

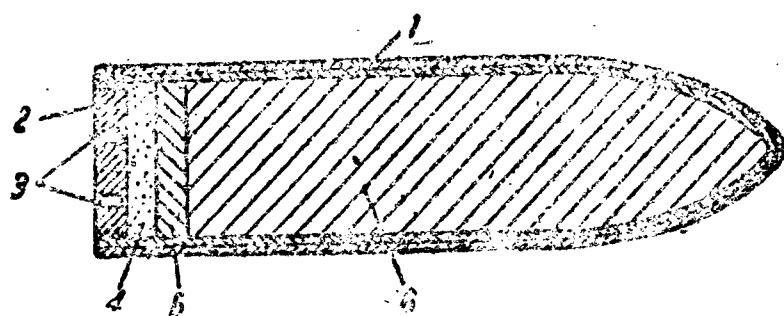


图 73 镁基合金-高热剂集中燃烧枪榴弹：

1—镁基合金弹体；2—镁基合金塞；
3—排气孔（同时也是点燃孔）；4—点火药；5—传火药；6—高热剂。

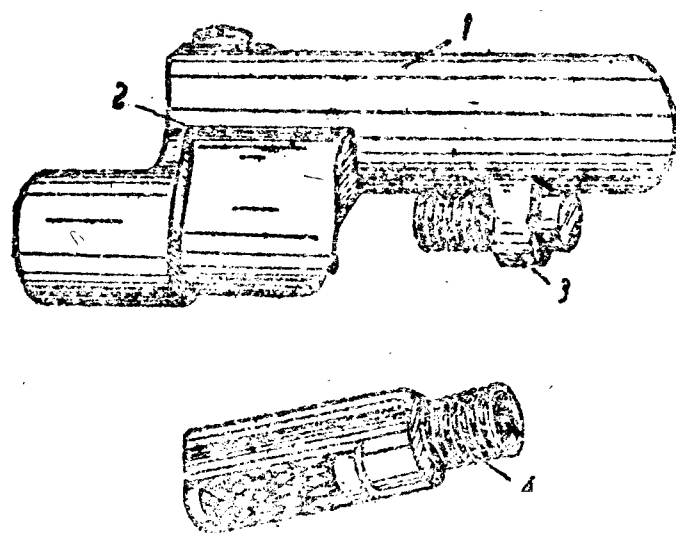


图 74 枪榴弹发射器总图：

1—发射管；2—发射管座管；
3—螺塞；4—套管。

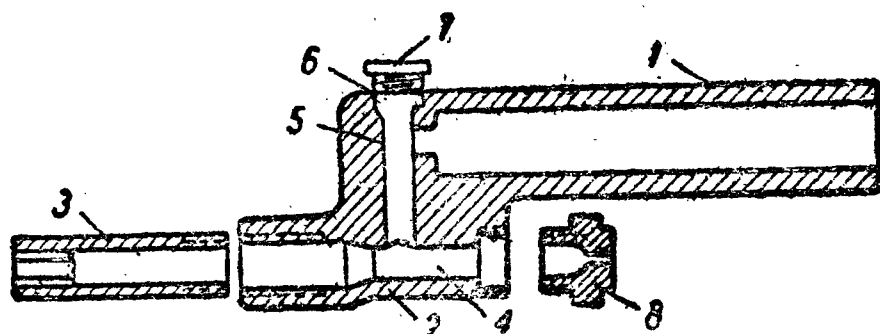


图 75 24公厘枪榴弹发射器(剖面):

1—发射管; 2—发射管座管; 3—颈套; 4—座管实弹出口道;
5—横管道; 6—螺塞孔; 7—螺塞; 8—套管。

枪榴弹发射器的颈套套在枪管上(如果用实弹射击, 则将套管拧下)。枪榴弹放入发射管, 射击时, 火药气体通过排气孔将点火药点着, 并将枪榴弹射出发射器。

枪榴弹的射程为 150~200 公尺。扩散燃烧枪榴弹(具有不大的扩散药筒)内一般装的是磷; 集中燃烧枪榴弹的装药是高热剂, 或者高热剂和镁基合金。

2) 燃烧火箭 新式燃烧火箭的外形和装药与燃烧迫击炮弹大略相似。火箭的喷射作用是基于喷气室内火药装药所产生的火药气体的反作用之上的。

为了保持飞行时的稳定, 火箭上装有特种形状的较长的弹尾。

第一次帝国主义战争时, 德国人采用了一种称为“火球”(Brennende Zwiebel)的燃烧火箭; 这种火箭装的是磷; 其用途是烧毁敌人的飞机。意大利燃烧火箭 *Petardo incendiaria Carasco* 的装药是磷的二硫化碳溶液和附加物——萘; 它的作用半径由 1000 公尺到 1500 公尺。火箭的进一步的研究工作曾经一度中止, 以后, 由于喷气式发动机方面获得的新成就, 研究工作又恢复起来, 并且获得了很大的成绩。作用效果、

重量、结构、以及飞行距离等方面的资料都不知道；它们暂时还没有得到广泛的应用，而且声誉不大。但是，它具有进一步改善和使用的前景。火箭和迫击炮弹一样，装药是各式各样的，有磷、高热剂等。

3) **燃烧手榴弹** 这种手榴弹在第一次世界大战中曾经使用过，证明是有一定用途的，因此，在现代战争中同样也得到了广泛的应用。图76所示为一种美国高热剂燃烧手榴弹的构造和装药。1915~1918年式法国燃烧手榴弹(图77)内装的是300~500克黄磷及白磷，这种弹既能燃烧又是发烟弹。现在

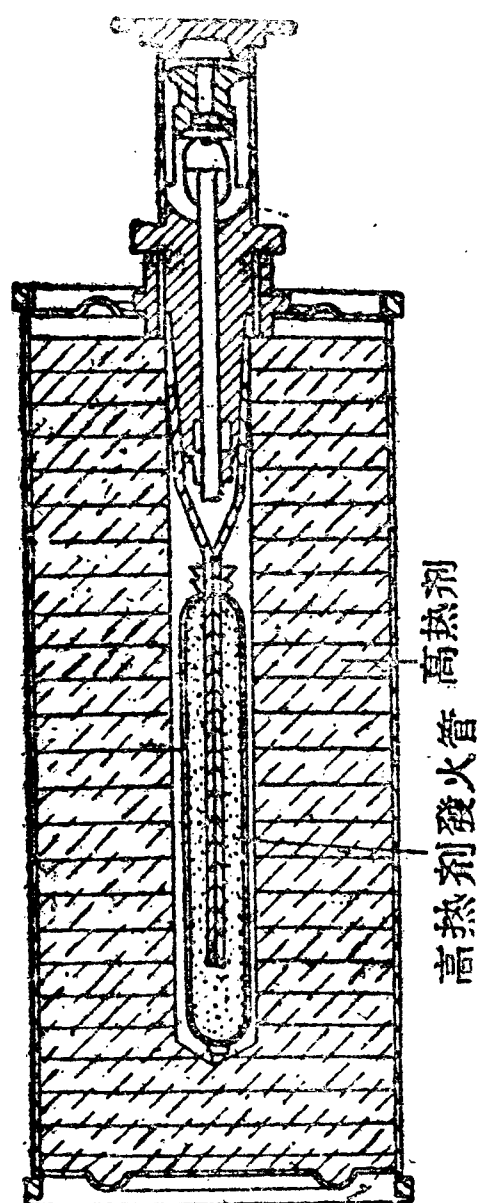


图 76 第一次帝国主义大战时期使用的美国高热剂手榴弹。

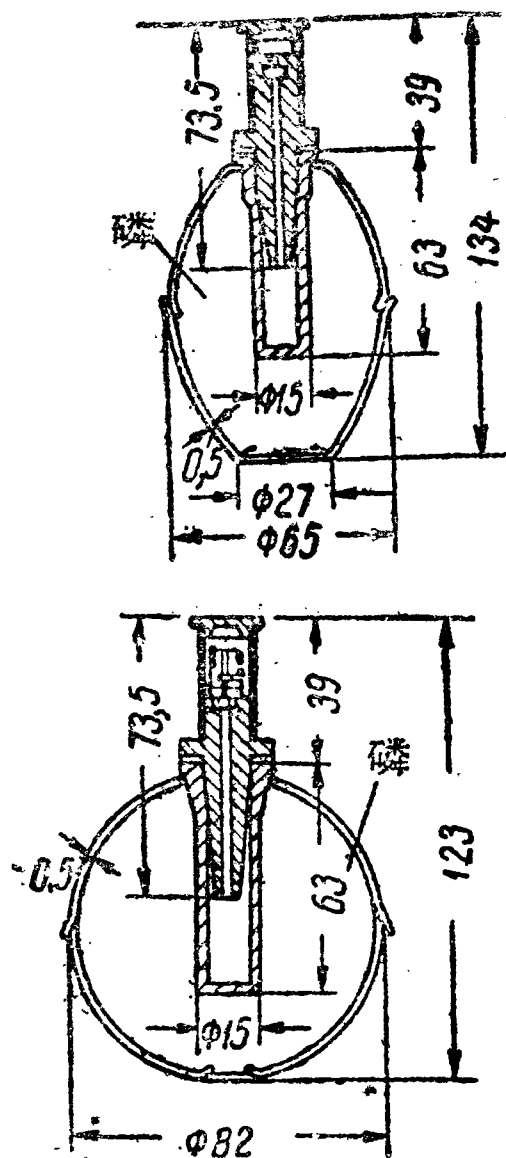


图 77 法国燃烧手榴弹。

装磷的燃烧弹用于驱逐掩蔽所、战壕内的敌人，以及损坏防毒面具等；这种燃烧手榴弹在爆炸时放出很多烟雾，因此，它同时具有发烟作用。

为了达到燃烧目的，目前在手榴弹中采用的主要是高热剂混合物。高热剂燃烧手榴弹最有效的是往战壕，掩蔽所内投掷；燃烧灌木丛，木结构建筑物；烧毁枪门和炮门，以及其他金属物件；损毁汽车和飞机上的武器、马达及其所装载的物品等(图78)。

从西班牙战争(1936年)到目前为止，燃烧手榴弹在形式上和装药上有了新的发展。在这些新式的手榴弹中，液体装药(易燃或自燃液体)代替了固体燃料或者固体燃烧剂的装药。这种手榴弹称为液体装药燃烧手榴弹；而其在广大群众中比较熟悉的一个名称则是——燃烧瓶。

液体装药燃烧手榴弹是在需要寻找一种合适的反坦克武器的情况下才出现的，而且，西班牙战争以后发展的情况亦证明，燃烧瓶的确是有效的反坦克武器之一(图79)。

在西班牙战争初期，拥护共和政体者在与法国坦克作战时，采用了装填汽油的燃烧瓶，瓶塞上缠有麻絮，瓶塞塞入燃烧瓶时，将麻絮的一端露在外面。使用时，将露出的麻絮点着，然后将燃烧瓶抛掷至前来的坦克上，燃烧瓶碰撞坦克的钢甲后即破碎，汽油开始燃烧，并且流入坦克的缝隙及不严密处，将坦克内部的弹药燃着；于是坦克就毁坏了(图79)

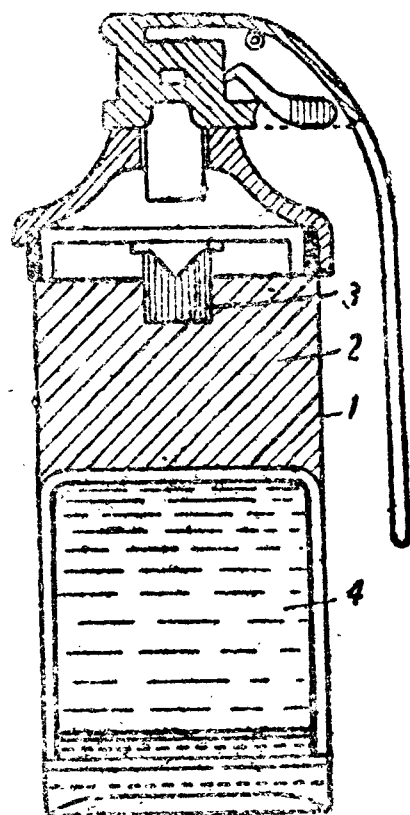


图 78 美国燃烧手榴弹(较新式):

1—弹体；2—高热剂；
3—高热剂点火药；4—
装有凝固燃料的罐。

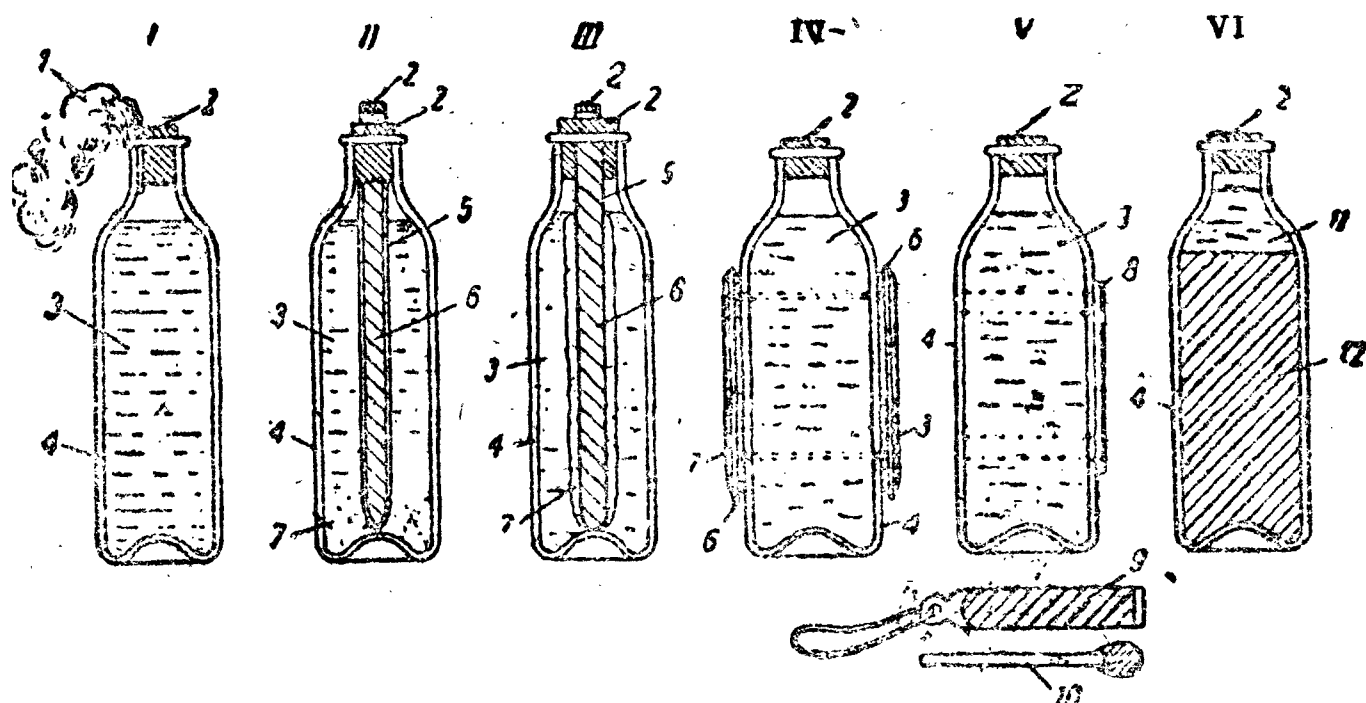


图 79 反坦克燃烧手榴弹(液体装药的)——燃烧瓶:

1—麻絮; 2—瓶塞; 3—液体燃料(易燃物); 4—玻璃瓶; 5—直通瓶底的玻管; 6—硫酸(比重1.84); 7—氯酸钾(KClO_3), 分图II中为粉状; 分图III中放在布袋内; 分图IV中放在二端开口的玻璃管内; 8—涂有点燃物的厚纸板, 点燃物用特种摩擦器、洋火点着; 9—摩擦器(其上面的药剂的成分与洋火相同); 10—洋火(其药剂成分与擦洋火用的物质相反, 洋火不能燃烧, 只能点燃); 11—惰性液体; 12—自燃液体。

的分图I)。

过了不久, 这种不完善的方法——用棉絮点燃——就被化学点燃的方法代替了。这种方法, 实际上就是一种变相的凯巴里契奇(Кибальчич)点火药, 其中的固体燃料(糖)用汽油代替了。燃烧瓶内插入一支装有40~50立方公分浓硫酸(比重1.84)的玻璃管, 然后倒入汽油, 每1升汽油内撒入40~50克磨碎的氯酸钾(KClO_3)粉末(图79分图II)。

燃烧瓶破碎后, 装有硫酸的玻璃管亦被撞碎, 硫酸即与汽油中的氯酸钾发生作用, 当汽油向各处流散时, 随即爆发(图80)。

分图III的燃烧瓶与此种燃烧瓶稍有不同, 其中氯酸钾装在布袋内, 缠绕于硫酸玻璃管的外面。为了防止在运输中发

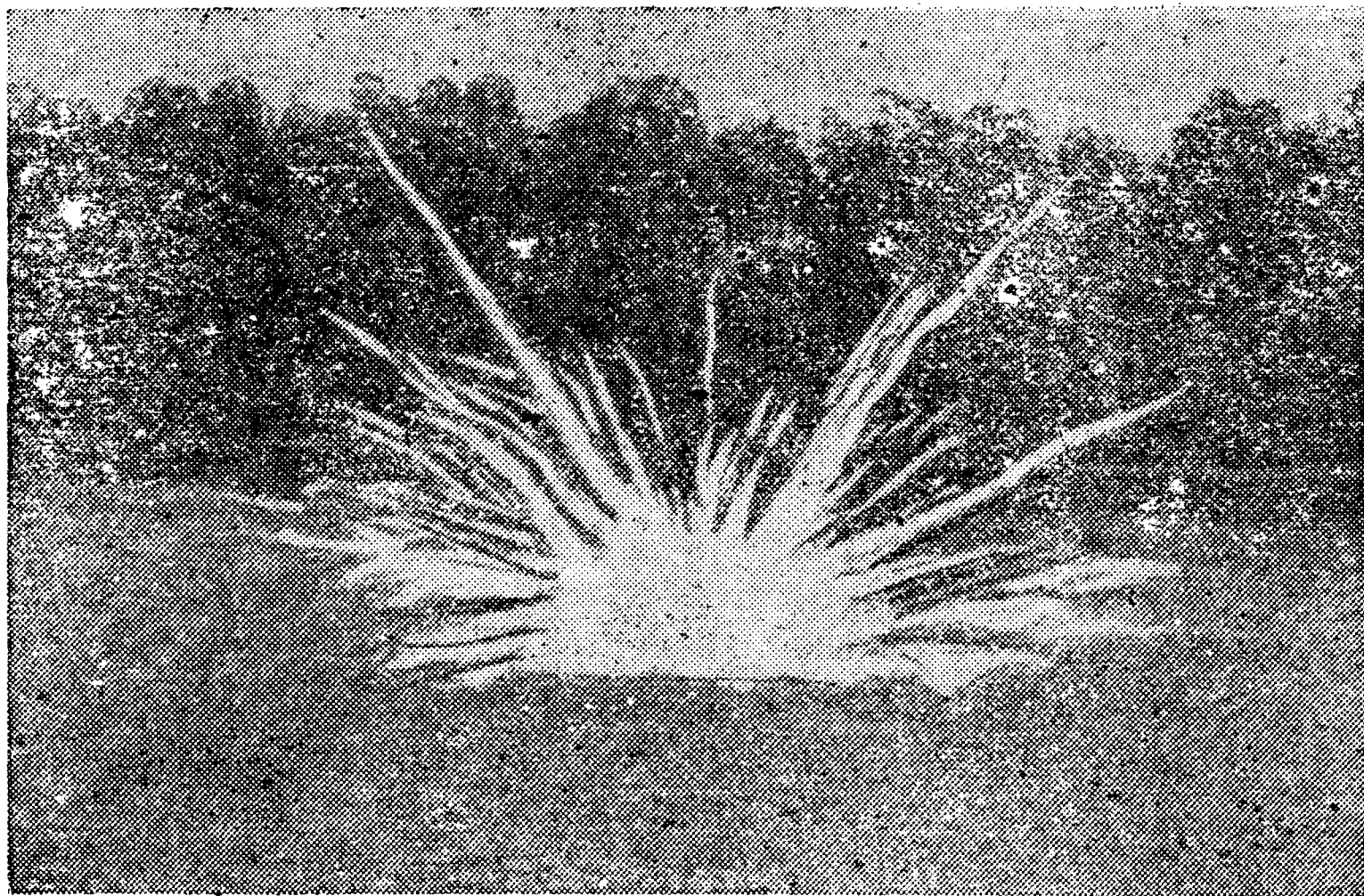


图 80 磷燃燒手榴彈的爆炸。

生燃燒，又出現了一種新的燃燒瓶，其氯酸鉀和硫酸單獨放置，使用時，用帶子、絕緣帶、或者橡皮將它們綁在燃燒瓶上(圖79，分圖IV)。這種燃燒瓶的作用和分圖III的作用相同。

分圖V所示的燃燒瓶是由裝有液體燃料的瓶子、磨擦器(或者洋火)、以及點燃劑塗料所構成的。

最後出現了一種比較完善的燃燒瓶(圖79、分圖VI)，其中須點燃的液體用自燃液體代替。這種類型的燃燒瓶是有效的反坦克武器之一。燃燒瓶內的裝藥除了具有燃燒作用外，而且能放出眩目的光亮，使坦克內的全部人員失去視覺而不辨方向。

6. 噴火器和燃燒地雷

1) 噴火器 在第一次世界大戰中噴火器曾被廣泛地作

为战斗武器来使用。象一切新出现的武器一样，在其使用初期，获得了极大的成功，它的作用使敌人大为震惊。

第一个研究和使用喷火器的国家是德国。在1914~1918年战争期间使用的喷火器有下面几种型式：背囊式，战壕式，半战壕式及载运式。各式喷火器的作用程序如下：喷火剂在压缩空气或氮气的作用下，从油瓶（即喷火器本体）经喷枪喷射出来。喷火剂从喷枪喷出而经过连续（或间断）点火器（电、磨擦、化学或气体点火器）的作用区域时，即被点着。燃着的火舌被喷向敌方。

图81为T型背囊式喷火器的作用示意图。其油瓶内的压力达15~20大气压。使用时喷射手掀动开关，燃着的喷火剂即喷射出来，射程为20~25公尺。这种喷火器可以连续作用约1分钟（射空时间），如果采用短顺序射时其作用时间还可延长。

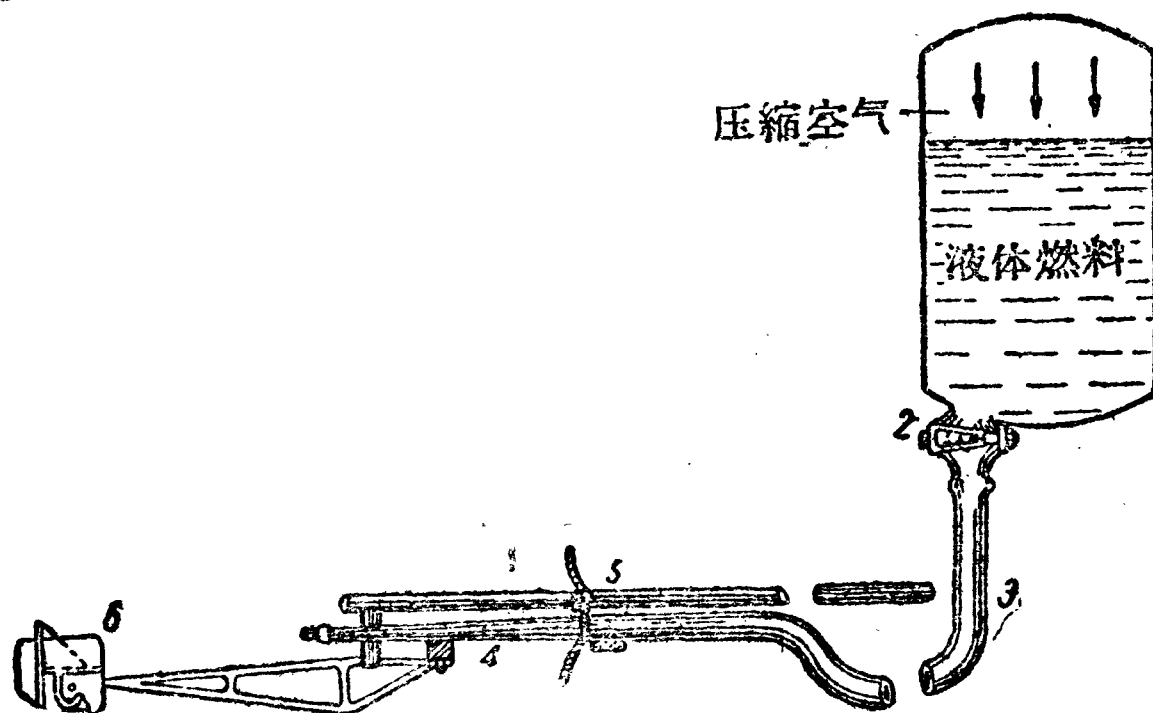


图 81 “T”型背囊式喷火器：

- 1—本体；2—开关；3—活动式输油管；4—喷枪；
5—喷枪的支架；6—点火器。

图82为半战壕式喷火器。它与上述喷火器的基本区别，

在于尺寸不同，以及装有单独的压缩空气或氮气瓶。这种类型的喷火器，当油瓶内的压力到达20大气压时，射程可达45~50公尺。

使用喷火器时关系最大的有下列二个因素：射程和必须的液体燃料(喷火剂)数量。射程和许多条件有关，而这些条件又彼此关连，其中有：喷嘴的横断面和形状；一秒钟内通过喷嘴的液体数量；喷火剂出口时的平均压力(喷嘴压力)；喷射的仰角等。根据经验得出，当喷枪的仰角为 30° 时，射程最远。

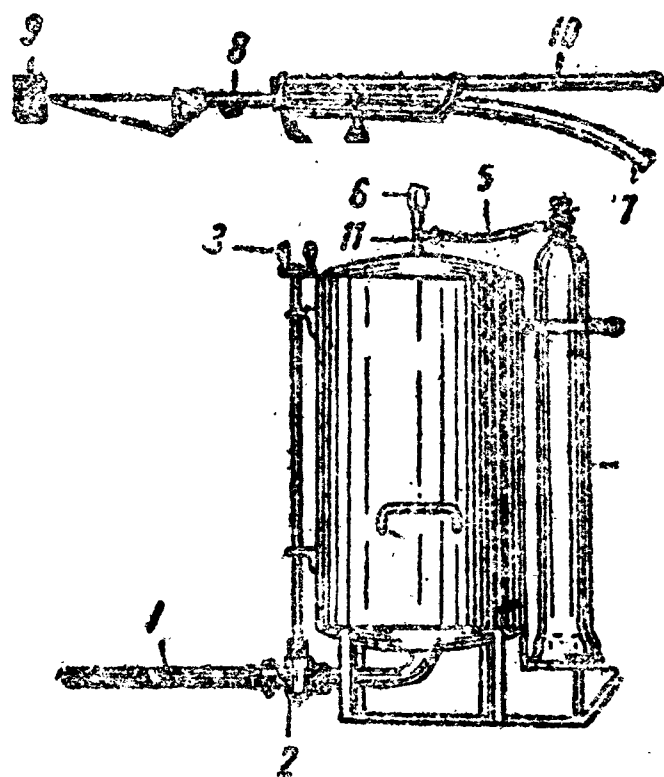


图 82 T型半战壕式喷火器：

1—装有液体燃料的油瓶；2—开关；3—开关的把手；4—压缩空气；5—导气管；6—压力表；7—喷火软管；8—喷枪；9—点火器；10—杆；11—喷枪的操纵器。

第一次世界大战后曾认为，喷火器再也不会战场上使用了。但是，经过几年后，喷火器重新又有了军用价值，因为在防线上建立了强大的工程工事，因此，对喷火器提出了新的要求。

现在，德国军队的装备中，共有三种喷火器：背囊式，载运式及固定式。背囊式喷火器的技术条件如下：重量——32公斤，内部压力——25大气压，喷嘴直径——6公厘，射程——25~30公尺，喷射次数——10~15次，容量——10升喷火剂及5升氮气。

在这种噴火器上从用背帶綁在背上的油瓶中通出一条軟管，軟管的另一端为噴枪和噴嘴；噴火剂通过噴咀噴射出来。在油瓶的旁边，放有氢气瓶，用一根細管由氢气瓶通向噴嘴；細管上有一点火用的支管。噴嘴旁的这个支管，是环形，带有4个孔；在噴嘴的下面进行点火——借电池的电将錫絲燒至灼热；軟管的中部用导綫与灼热絲联接。电池的电压为12伏特；噴火剂上的压力是由氮气产生的。噴火剂的比重为1.1~1.2；它的成分为石油餾出物和煤焦油的混合物。操縱把位于軟管中部，共有三个开关：Ⅰ——电流；Ⅱ——供給氢氧；Ⅲ——供給噴火剂及噴射。

德国載运式噴火器装在双輪車上(輪子直径为20公分)，由二名战士拉車。作用原理和背囊式相同。全重110公斤，工作压力30大气压，噴嘴直径6公厘，射程40公尺，油瓶容量30升，利用壓縮氮气将噴火剂噴射出去；可以噴射40至60次。

載运式噴火器还帶有一单独的四方形拖車，尺寸为150×70公分，車輪直径为26公分；在这个拖車上放有10个装噴火剂的油瓶(每瓶10升)、氮气瓶、漏斗及工具、氢气瓶等。

新式噴火器的缺点在于：运动不灵活，龐大，笨重，虽然在別的方面具有許多优点，但是射程不够大。由于上述这些原因，所以，在卫国战争时期，無論在減輕火焰噴射器总的重量方面(瓶的重量，例如氮气瓶，氢气瓶)，或是增加射程方面，都进一步进行了技术研究，虽然解决这些問題具有很大的困难。用火药可以代替壓縮空气及氮气瓶，当火药爆發时，火药气体的力量就将一定数量的噴火剂噴射出去。笨重的摩擦式点火器，电点火器及氢气点火器既能被火药装药

来代替，因此，古老的一度被放弃了的爆破噴火器的問題又重新出现，而且被提到日程上来。

与此同时，根据现代战争的特点，試制成了易于携带的猎枪式噴火器，对这种噴火器目前已經具有一定的战术需要。

2) 噴火剂 噴火剂的种类很多，需要随着一定的技术和战术的要求而改变。

在很多情况下，由于各地气候条件不同，噴火剂的配料也不相同，即某种成分的百分数有所变化；因此，就有“冬季”和“夏季”配料，它們所含的成分都相同，只是随着温度剧烈的变化而增加或者减少某种成分的含量。

对噴火器所用的液体燃料提出如下的要求：1)液体的比重应尽可能最大(否則将会在噴火器的噴咀前飞散，而影响射程)；2)在空气中燃烧不宜过强，否則，在空气中烧掉70~80%后，噴射到目标上的就仅能是很少量的噴火剂了；3)不得发生瞎火。

美国人采用的液态噴火剂成分如下：70%焦油(比重1.044，燃点122°)及30%粗制汽油(比重0.756，燃点26°)。这种液体的总比重为1.02。这类噴火剂能有30~35%成未燃状态到达目标。

在很多資本主义国家中，噴火剂的成分是各式各样的。例如，有的采用比重为0.84~0.86的輕重煤油分餾物組成的噴火剂，有的采用树脂油和輕油、甲醇、丙酮、醚、醛等組成的噴火剂。也采用重粘液油和煤焦油再加上更易燃烧的液体作噴火剂的；后一种附加液体可用苯(比重0.756，燃点26°)，苯中尚須加入更易燃的液体燃料。簡而言之，过去和

现在各国在軍备上所采用的都是在本国易于获得的材料。

与其說噴火器是进攻武器，不如說它主要是防御武器更为确切一些。在现代战争中，它在进攻和防御中的作用，都是作为强力的精神作用武器，而在进攻中，除了上述作用外，当炮火攻击后工事(永久的及临时的)仍然未被损坏，而新式作战坦克也不能加以破坏时，噴火器就可以杀伤、烧毁、及驅逐工事内的有生力量。现代战争的战术要求步兵噴火器不仅能在地面上使用，而且要能在空中使用(德国降落伞噴射手)，即在降落时，噴射鋼骨水泥的永久工事[比利时，列日(比利时地名)]。

为了便于进攻和将敌人驅逐出永久工事，对噴火器的噴枪进行了改装和加长，并且将普通錐形噴咀換上Γ形噴咀(图83)。这种形状的噴咀，就使噴射手可以从掩体的后面或者从永久工事的上面向射击孔内噴射。

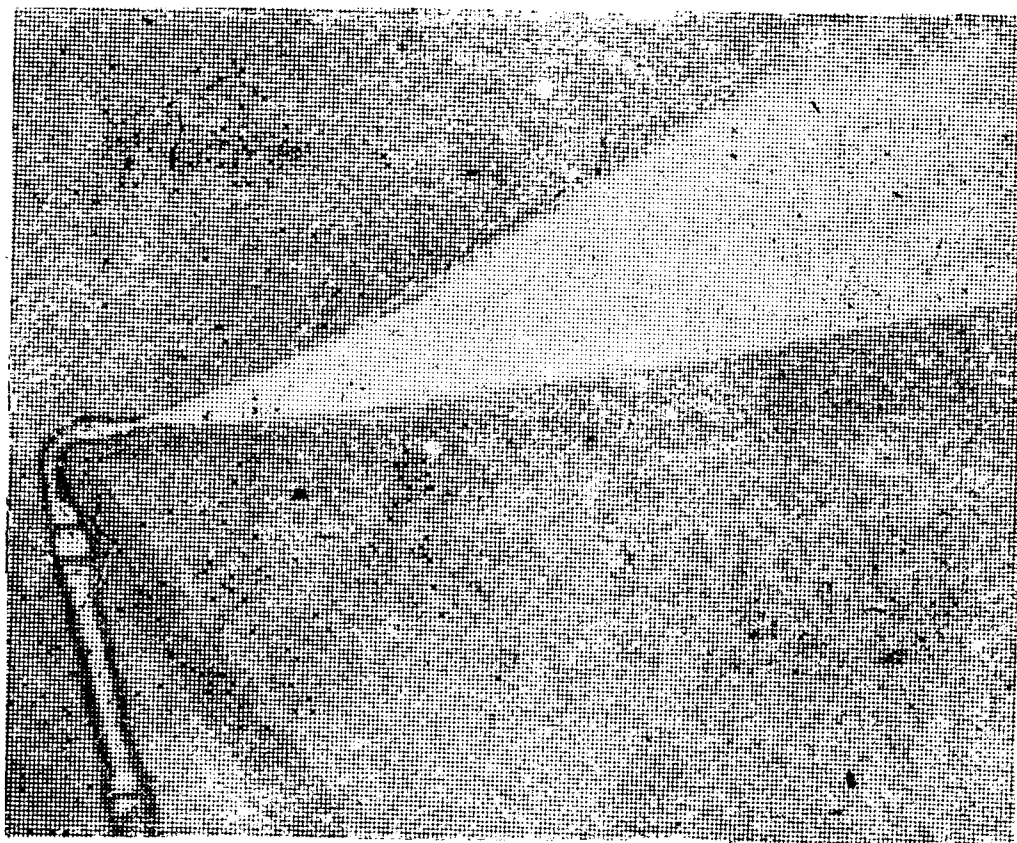


图 83 Γ形噴咀。

噴射火焰的武器，例如新式噴火器，要求射手必須穿戴防高温和火焰的特制衣服。例如，德国人研究了二种保护服——石棉衣和棉布衣；第一种是上衣和褲子，以及露脸的风帽；第二种是用不能燃烧的棉布縫制的（棉布上浸有經過特种处理的树脂），衣服的颜色是黑色，式样和石棉衣服相同。

3) **噴火坦克** 噴火理論問題的研究、新战术的要求、以及在现代化的条件下，由于鋼骨水泥和鋼結構永久工事、防御系統的机枪火力点构成 巩固的防御綫（它們有时不能被炮火或坦克攻毀）給机动战造成的困难，促使了将火焰噴射設備裝置到坦克上去。这样，火焰噴射器就具备了装甲、速度、机动性和迅速性。其实这并不是新鮮事，特别是在这以前已經有了載运式和固定式噴火器；噴火坦克消除了噴火器运动性不高和笨重龐大的缺点——这些缺点是妨碍噴火器作为进攻武器的主要缺点之一。因此，噴火坦克实际上就是更完善的載运式噴火器——它的构造原理和步兵用噴火器的区别很小。

例如，意大利“弗阿特-安撒多-M-35”坦克上装有固定式火焰噴射設備，而噴枪装在放机枪的地方(图84)。

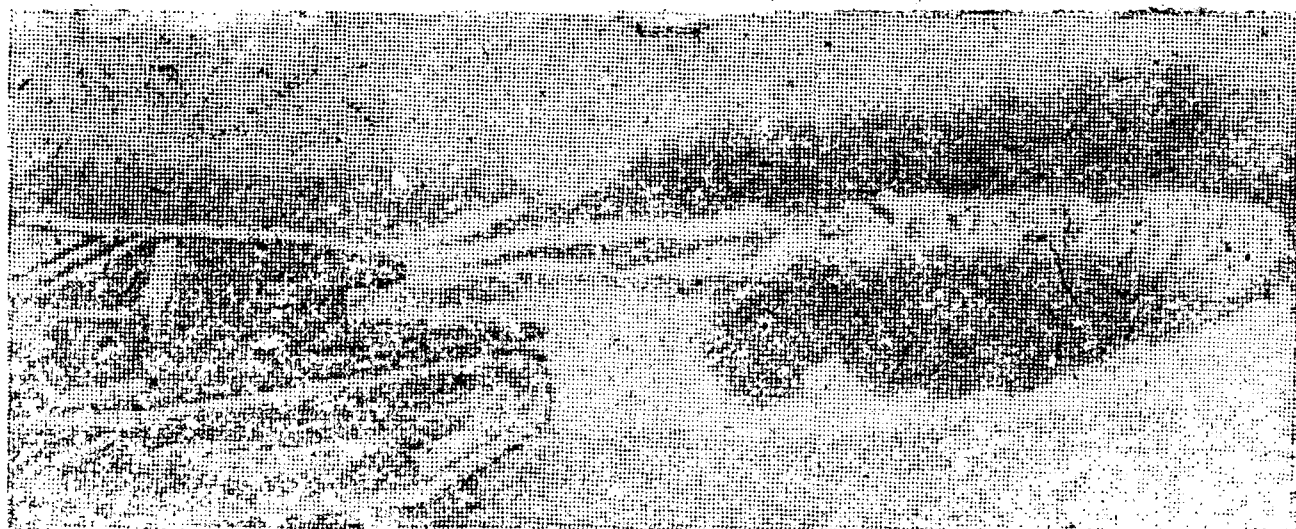


图 84 意大利噴火坦克。

意大利軍隊中有二種類型的噴火坦克：1)裝噴火劑的油瓶放在坦克本身的后部，機艙上面；2)油瓶放在單獨的拖車上。

上述二種類型噴火坦克的噴槍長度為125~130公分，射程為80公尺。其發射次數有限。帶拖車的噴火坦克具有很多缺點——靈活性和運動性不高（坦克在高低不平的路上，或者有障礙物的路上，为了不致使拖車脫落，只得較慢地走動）。

在不帶拖車的噴火坦克上，噴火劑的儲存量有限，因而降低了射程。

在噴火坦克上是以噴火器代替機槍，这样就限制了坦克的作用，而且，當噴火劑全部用完后，坦克就既不能戰鬥，也不能自衛了。

德國人看到了意大利噴火坦克在這方面的缺點，因此，他們在坦克上裝以可拆卸的噴火器，或者保留機槍及火炮武器，于是，這些坦克在任何情況下，都能完成作戰坦克的任務。輕型噴火坦克上，裝備一台噴火器和一台機槍。

個別噴火坦克的射程可達100公尺，普通射程為50~60公尺。德國在與比利時和法國作戰時，廣泛地使用了噴火坦克；用坦克燒毀了永久工事的守護者，燒毀了敵人后方的建築物、運輸汽車及倉庫設施等。

噴火技術的進一步發展，引起了將噴火器应用于空中——裝備到飛機上去使用的企圖。顯然，很可能出現噴火飛機，这样，噴火器又可在空軍中進行作戰了。

4) 燃燒地雷 燃燒地雷是燃燒劑(或者燃燒劑混合物)和炸藥配合使用的武器。炸藥(例如梯恩梯)的放置位置，剛

好使它在爆炸时能点燃燃烧剂(图85)。最常用的为液态燃烧剂(例如,可以使用噴火剂)自燃性物质,有时也使用固态燃烧剂(磷)。炸药使用的数量,应刚好能将燃烧剂抛出地面并将它点着,而不得使燃烧剂分散开来,以及抛射至很远的距离,同时,应尽可能地造成集中的火炬。

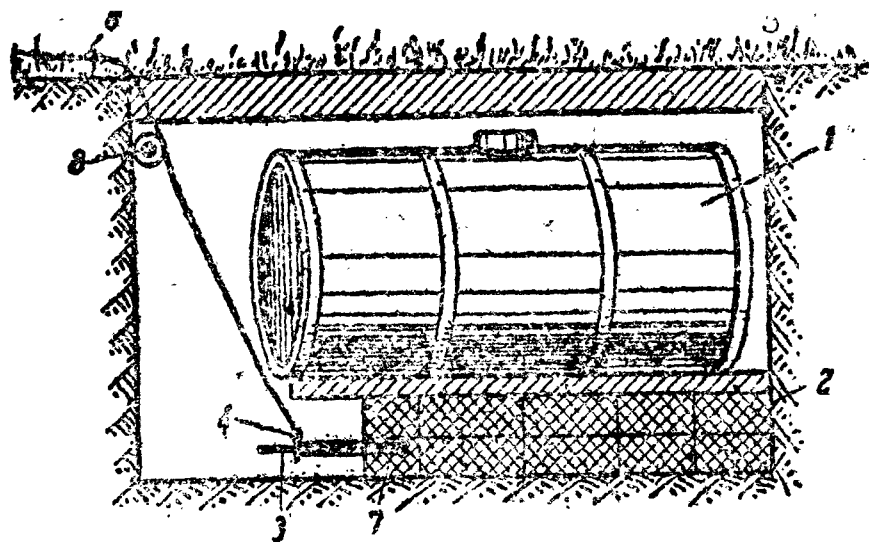


图 85 引綫燃燒地雷:

1—装燃烧剂的容器; 2—炸药装药; 3—简单引信; 4—保险销; 5—地平面; 6—繩子或金属絲,触动繩子时,保险销就拔出; 7—雷管; 8—导向滑輪。

燃烧地雷发生作用的条件一般有下面几种: 当敌人通过布有地雷的区域时自动爆发; 或者利用电动爆破机和电发火管或传爆管爆发(图86)。

在很多场合下, 埋藏在地下仔細伪装的燃烧地雷, 都用简单引信来起爆。

当装药引信上的保险销一被拔去, 引信即由火帽或雷管的作用而发火。随着地雷装置的不同, 简单引信的保险销能于敌人从地雷的上面走过或者从其旁边走过时脫出(例如, 用脚鉤出)。保险销可以系在伪装的繩子、金属絲等等上面(引綫地雷)。

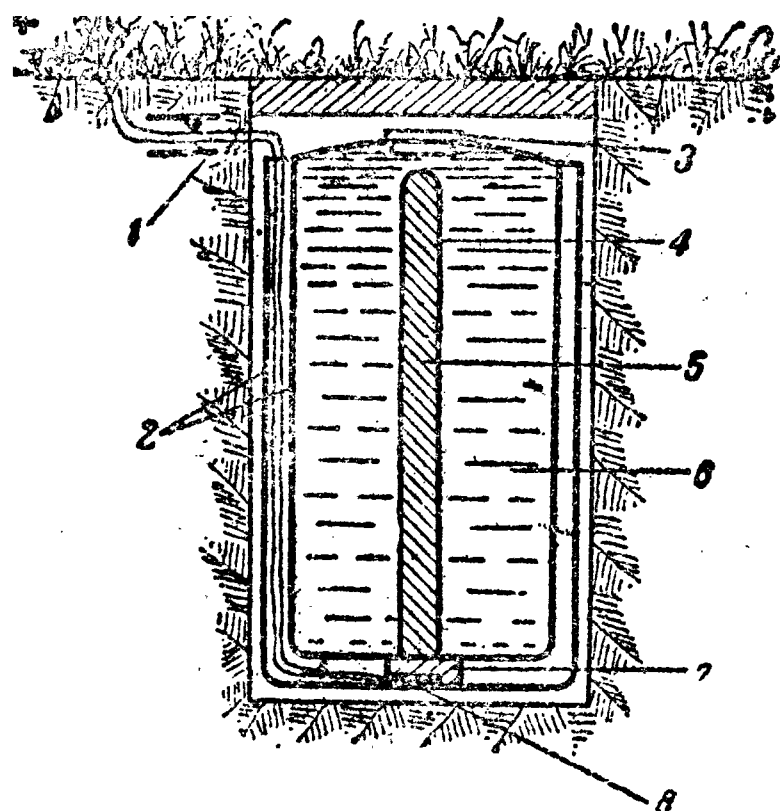


图 86 标准燃烧地雷：

1—接爆破机的导线；2—雷体；3—装料口塞；4—点火药和扩散装药壳；5—点火药和扩散装药；6—燃烧剂（燃烧剂混合物）；7—发射药装药；8—电发火管；9—伪装物及地平面。

燃烧地雷在强化地区的防御线上进行防御时使用，或在其他地方使用。燃烧地雷除了给进攻者以精神威胁外，它的液体燃烧剂还以大量的燃着油滴落在敌人的军服上，因而烧杀敌人。

常用燃烧地雷的容量为 6 ~ 15 升液体燃烧剂。在大型的燃烧地雷中，燃烧剂的数量可达 100 公斤，有时在 100 公斤以上。最常用作燃烧剂装药的有：磷，磷的某些混合物和化合物，喷火剂，及易燃液体的混合物。

燃烧地雷可以单独使用，也可以成组使用；在后一种情况下，地雷可布设成棋盘式。

5) 火墙 火墙就是防御方用燃烧剂在敌人运动的路上人为地造成的火幕或火的障碍物。

火墙可用液体燃烧剂造成。火墙一般都設施在防御綫的前面。火墙就是一块具有某种长度、宽度和深度的凹地，里面倒有較易点燃的液体及燃烧剂(它的混合物)，这些物质应该渗透(向土里)性小，揮发能力低，以及不易蒸发(图87)。

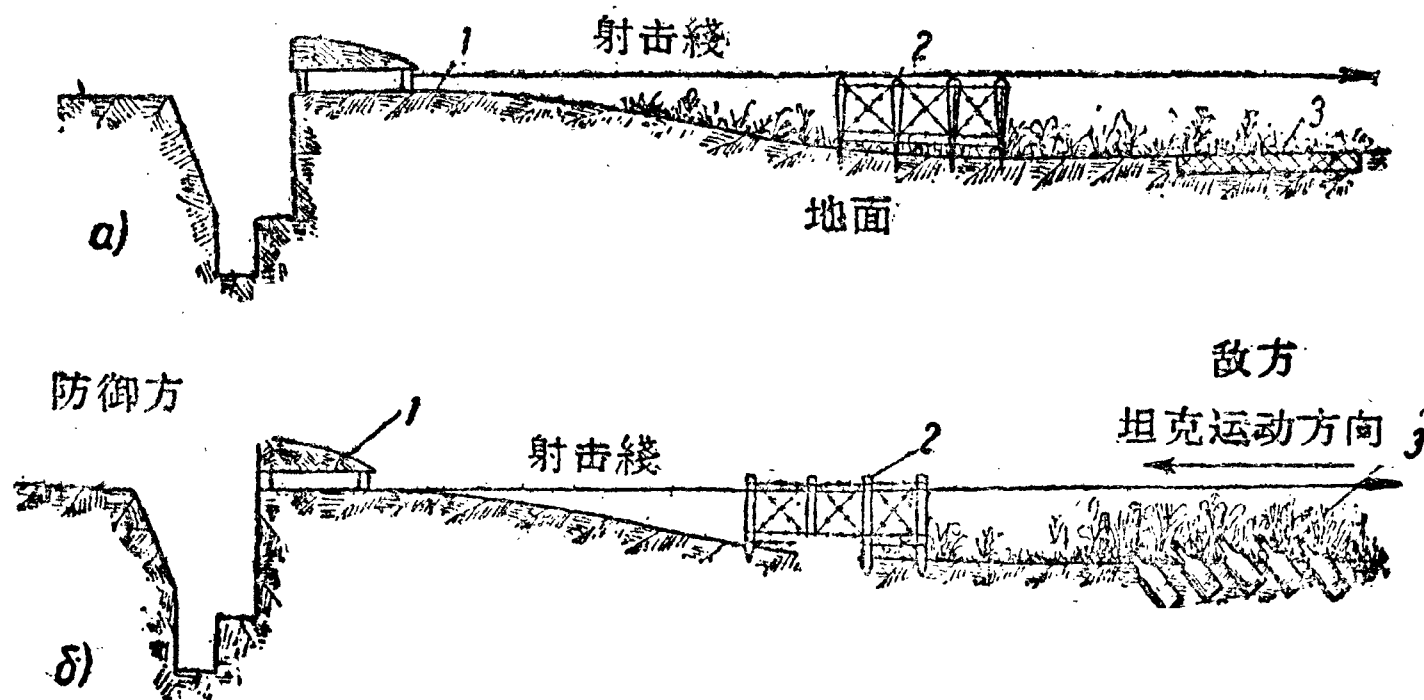


图 87 火墙：

a) 1—防御点；2—鉄絲网；3—火墙。b) 1—防御点；2—鉄絲网；3—由一批燃烧瓶組成的火墙(燃烧瓶外有伪装)。

在很多情况下，此类燃烧物质可为自燃物质，或者由于击打或磨擦而能发火的物质。

根据火墙所用物质的质量、性能、数量及設放条件，火墙可以由防御方操縱点燃，也可当敌方来到火墙区域时自动发火。

在由防御方操縱发火的条件下，防御方根据需要，用燃烧枪榴弹、手榴弹、卑氏导火索、电动爆破机等将火墙(燃烧剂)点着，而在自动发火的条件下，当进攻方通过火墙时，由于向前运动的敌人的靴子踏压或磨擦药剂，或者埋藏的引綫及燃烧地雷的作用，而将火墙的燃烧剂点着，于是，火焰传至

整个火墙区域，这样，在进攻敌人面前造成了难以克服的火幕，敌人在这种阻碍下只得停止不前，而防御方即可趁此向敌人射击。

火墙也可用另一种方法造成，例如，在防御綫前面，放置很多彼此距离較近的、伪装起来的、装自燃液体的燃烧手榴弹(燃烧瓶)(图87)。当作战坦克通过这种火墙时，坦克本身的履带将燃烧瓶压破，而其中的装药随即发火，火焰传到坦克上，就能造成某种后果。

由此可见，火墙基本上只能起到一个临时难以克服的火焰防御綫的作用，以及压制敌方的作用。

火墙在现代战争中应用不多。

7. 破坏性燃烧器材

在现代战争中敌人不仅限于，而且也不可能仅限于使用现在已知的燃烧器材。在战争中会出现新型的意想不到的燃烧器材，新的使用方法，和新的混合燃烧器材。

敌人为了要通过它的間諜組織，打击前綫及军队的作战能力，于是派出几十个間諜进行烧毁，爆破防御上的重要設施。这些間諜都配备有进行破坏性纵火用的，不大的、一下子不易看出是破坏性的器械、物品及机器。

除了上述各种燃烧器材外，战争的实践給现代军队和在敌人后方行动的游击队的武器装备增添了特种手用燃烧器材。它的作用与燃烧手榴弹的作用相同。它与手榴弹的区别，在于它的构造和点燃較简单。属于这类燃烧器材的有：高热剂药罐（普通的或延期的），高热剂药筒，及高热剂燃烧球。

普通高热剂药罐是一块压好的高热剂，其中装有星形点火药或点火剂，点火药与基本高热剂装药一起压装在一个纸罐或厚纸罐内。在星形点火药或点火剂上接有一段不长(5~8公分)的卑氏导火索。点燃药罐时，将洋火放在卑氏导火索的药心上，然后以洋火匣上的涂料与它磨擦即能将它点着。

经过15~20秒后药罐开始燃烧，熾烈燃烧的时间随着装药性质和种类的不同，可由45秒直到1分钟。

延期高热剂药罐分为短延期(30~40秒)和长延期(30~60分)。延期药罐可用火药延期，也可用化学延期。

适当长度的火药延期(一段卑氏导火索)一般用于短延期装置(几十秒或者2~3分钟)。

化学延期能有几十分钟的延期时间，它是利用硫酸能够浸蚀金属隔板或其他材料隔板，或者渗透多孔隔板的作用原理而延期的。

图88为火药短延期高热剂药罐。

药罐(总重0.5公斤)是一个里面压有高热剂的白铁皮罐或厚纸罐。在压装高热剂装药时，须压出一个星形点火药室；星形点火药和卑氏导火索一起装在单独的白铁皮壳内。白铁皮壳的中间有一排气孔，孔上用厚纸盖粘住；旁边还有一孔(直径7~

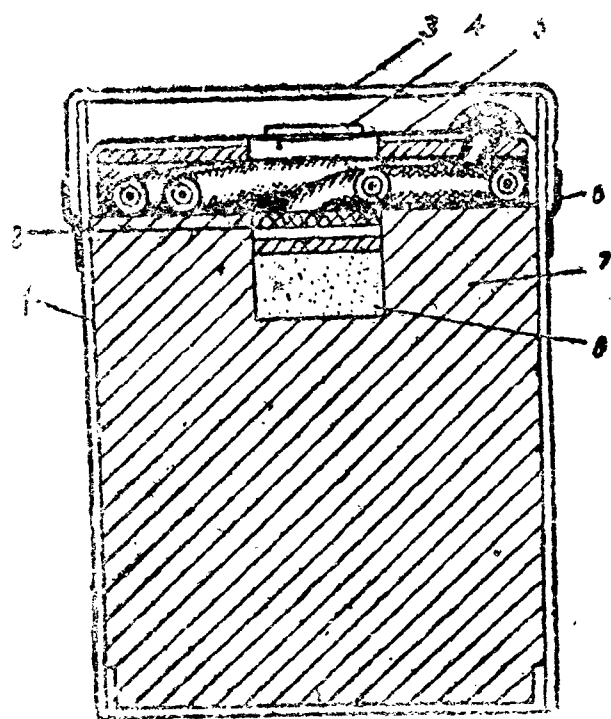


图 88 火药短延期高热剂药罐：

- 1—白铁皮罐； 2—星形点火药；
- 3—罐盖； 4—遮盖排气孔的厚纸垫片；
- 5—白铁皮壳，里面盘有卑氏导火索；
- 6—防潮带； 7—高热剂装药(压装高热剂)；
- 8—星形点火药室。

8公厘)；卑氏导火索的一端即通过此孔而露于上面；孔和导火索的端面上涂上摩擦药。导火索的另一端固定于星形点火药上。高热剂装药压好后，将装配好的点燃头部（白铁皮壳，卑氏导火索及星形点火药）放入药罐体内（星形点火药应刚好能放入压出的孔内），为了密闭，涂上漆。在点燃头部的上面，盖上白铁皮盖，然后缠上防潮带，以便在长期存放中保持密闭。

点燃药罐时须将盖子取下，以洋火匣上的涂料与涂有摩擦药的点燃头部摩擦，然后将药罐放在纵火目标上，或者掷向纵火目标。

过30~40秒后药罐开始燃烧；熾烈燃烧的时间为40~50秒。

化学长延期高热剂药罐是一个里面装有高热剂的厚纸筒。点燃药罐时从其套罐上将盖子取下，把安瓿取出，放入击发机构，然后把击发机构压到头，再把安瓿放在支架上，盖上盖子，把药罐成直立状态（必须这样放置）放在须要纵火的地方。此类药罐须经30~60分钟方能燃烧，熾烈燃烧时间达1分钟。

高热剂药筒(图89)是一个金属筒或厚纸筒，里面装有高热剂和单独的星形点火药（或者与高热剂装药压在一起的点火药）、短延期装置（卑氏导火索，速燃导火索）或者没有延期装置，以及摩擦头部（装于上面）。

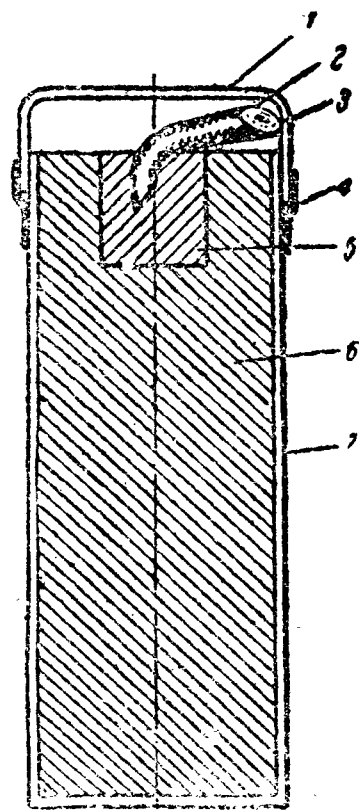


图89 高热剂药筒：
1—厚纸盖；2—延期装置（一段卑氏导火索）；
3—摩擦头部；4—防潮带；5—高热剂点火药；
6—压装的高热剂；7—厚纸筒或金属筒。

点燃药筒时将盖子打开；用洋火匣上的涂料与药筒头部摩擦，药筒头部即被点着。药筒瞬即或者经延期3~5秒钟后发火。根据装药数量和配料的不同，药筒熾烈燃烧的时间可达一分钟。

高热剂燃烧球(图90)是用高热剂压成的圆球，里面同时压有高热剂点火药，圆球外面套有特殊的点燃外套，受到摩擦(洋火匣的摩擦即被点着。一般使用的燃烧球重量为100~300克(直径35~60公厘)。点燃燃烧球时，用特种摩擦器或者以洋火匣上的涂料猛烈地摩擦点燃外套的表面；经2~3秒钟后它即开始燃烧，根据重量的不同，燃烧时间由30秒至一分钟。不用点燃外套，贯穿燃烧球的直径压入一点火管也可以。

高热剂燃烧药罐(普通的和延期的)、药筒和燃烧球用于烧毁房屋和土木构筑物、弹药、饲料、燃料、装药及军服等的仓库，以及飞机、汽车、装有燃料的油槽汽车等，也可用于破坏敌人的武器及其他战斗技术装备。

在这里有必要提一下德国特务用来进行破坏活动的许多伪装巧妙的燃烧器材。例如，众所熟知的“蓝色铅笔”是一种精致的燃烧器材，德国特务和破坏者都利用它在意想不到的情况下进行破坏活动(图91)。这种铅笔的长度为175公厘，粗为4.1公厘，重12.5克，它的外形和普通办公用的蓝色铅笔一样。“铅笔”的构造如下：外面为一赛璐珞管壳，里面装有氯酸钾和有机物(糖)的混合物，以及装有浓硫酸的安瓿。安瓿的末端成毛细管状，它离铅笔钝端的距离为11公厘，并在此装有隐蔽的象按钮一样的击发装置，用手指按压按钮，安瓿就会打破。在铅笔的这二个主要部分之间，即装有氯酸钾

和(糖)的混合物的賽璐珞管和硫酸安瓿之間，放以用焙燒過粘土做的隔板，硫酸滲透這種隔板的时间應計算好使其符合要求(10~30分)。硫酸從打破的安瓿內流出，在規定的時間內透過隔板，於是，不管燃燒目標的周圍有無易燃物質，即能很快發火，並且產生猛烈的火焰。這樣，這種鉛筆在目標處經燃燒後，幾乎不會留下任何的痕迹。這種鉛筆一般用於燒毀棉花，軍裝，軍用物資，糧食等的庫房，以及燒毀工廠，輪船等。這種鉛筆在存放和攜帶時，均不會引起懷疑。

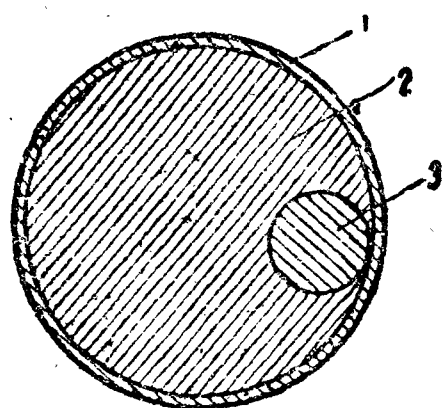


圖 90 高熱劑燃燒球(實物尺寸):
1—點燃外套;與洋火匣的塗料摩擦而點燃;
2—高熱劑(壓裝者); 3—高熱劑點火藥。

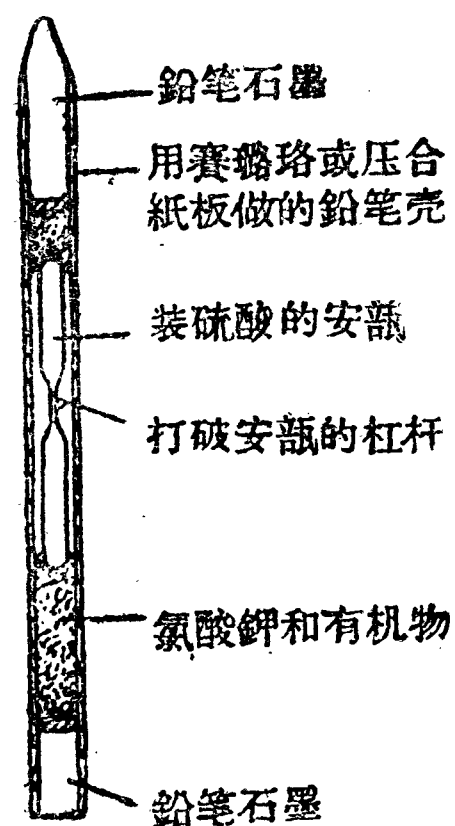


圖 91 “藍色鉛筆”的結構示意圖。

在這種燃燒器材中，採用凱巴里契克點火藥。

另一種與此相類似的燃燒器材叫做“舍列雪茄煙”(圖 92); 它的外形與雪茄煙相同，它的內部有一隔板，將雪茄煙分為兩部分：其中一部分裝硫酸，另一部分裝與硫酸能發生作用的各種物質的混合物。需要時，使雪茄煙發生作用，

于是在放雪茄烟的地方就起火。

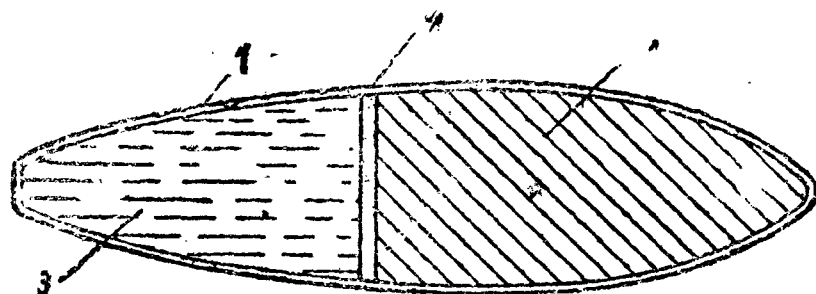


图 92 含列燃燒雪茄烟：

1—鉛壳；2—多孔隔板；3—硫酸；4—能与硫酸发生作用的各种物質的混合物。

当然，外国間諜組織或类似的組織过去沒有，现在也不会将燃烧剂的使用仅局限于定时鉛笔之类的燃烧器材上。燃烧剂可以装在任何一种一下子不易看出是行兇武器的物件、工具或其他东西中使用。例如，把外形制成象錘子、螺紋拔手、刨子等的破坏燃烧器材就是众所周知的。把燃烧剂装在这种“和平”物件的里面，就会使人很难发现它是燃烧器材，因而就可以在意想不到的情况下发生作用。为了及时发现和避免这种燃烧器材发生作用，就必须特別警惕。只有对仓库、工厂、車間内的各种无关物品特別注意和警惕，才能避免发生火灾和事故。

第三章 轟炸的方法,种类,及其特点

1. 轟炸的种类

根据昼夜时间来分，轟炸分为白日轟炸和夜間轟炸。

1) 白日轟炸 白日轟炸的优点为(1)比夜間較易操縱

駕駛；(2)可以用較大的聯隊飛行，成戰鬥隊形時靈活性較大；(3)易于選擇和改變航綫；(4)方向和目标看得清楚，可用光學瞄準具準確地進行觀察，因此可提高投彈的準確度和命中率；(5)組織簡單，可以靈活地有計劃地完成任務。

白日轟炸的缺點為：

- (1) 突然轟炸的可能性不大；
- (2) 容易暴露，因此被高射炮和殲擊機攻擊的危險性大；
- (3) 由于高射炮火力高度的增加，因此，飛行高度亦必須增加，这样就降低了投彈的準確性；
- (4) 為了保證轟炸的效率和威力，必須採用集中或者梯隊飛行的方法；
- (5) 轟炸的聯隊必須配備殲擊機護航，以壓制敵防空指揮部的攻擊；
- (6) 必須使用飛行質量較好的飛機。

2) 夜間轟炸 夜間轟炸的優點為：

- (1) 在目标附近和航綫上受到防空指揮部及殲擊機攻擊的危險性較小；
- (2) 增加紊亂和不安，因此可以提高轟炸的效率；
- (3) 在夜間不必化費很大的力量，就可以較長時間地在目标上空逗留和投彈；
- (4) 阻礙敵人進行白日轟炸後的恢復工作；
- (5) 可以使用飛行質量較低（飛行高度和速度都較低，但載重量較大）的飛機；
- (6) 投彈高度可以比白日投彈高度低，可以減少轟炸聯隊中的飛機數量，在目标明顯（照明目标，光定位標記，

大火)的条件下,可以提高命中率。

夜間轟炸的缺点为:

- (1) 飞行駕駛困难;
- (2) 寻找目标困难,因而瞄准时必須使用照明器材(照明弹,照明航弹);
- (3) 由于投弹命中率較低,因此,只能局限于轟炸巨大的目标及面积;
- (4) 飞行联队龐大时,飞行困难;
- (5) 在飞行計劃不得随意改变的条件下飞行中的灵活性小,机动联系較差,駕駛困难;
- (6) 試投困难;
- (7) 有可能碰撞夜間空中障碍物(防空气球)。

3) 投彈的方法 投弹的方法分下面几种:

单机单发投弹;

单机齐发投弹;

单机連續投弹;

单机連續齐发投弹;

单机、小队、中队編队(小队、中队、大队)投弹(单发);

編队齐发投弹;

編队連續投弹;

編队連續齐发投弹。

单发投弹 这种投弹方法比較經濟(炸弹消耗量少),命中率亦較高,但是,須在目标上空逗留較长的時間,而且威力和效力不大。

齐发投弹 同一時間內,将全部或部分航弹投擲到目标

上去。在同一時間內，使較小目標上投滿航彈的可能性較大，因而提高了航彈的作用。

連續投彈 飛機在目標上空飛过一次時，一個接一個地投擲航彈。每次投擲航彈中間都間隔一段經過計算好的時間。在目標上形成彼此相隔几公尺的一連串的爆炸點。投彈區上爆炸點的距離間隔與投彈時的時間間隔相當。連續投彈可使長而窄的目標上能投滿航彈，造成縱深損傷。

連續齊發投彈 在連續投彈時，每次不是投擲一個，而是3個、4個、或是更多個——齊發，這樣可以提高破壞作用。

轟炸根據飛機的數量分類，可分為單機轟炸和編隊轟炸。

單機轟炸 一架或是几架飛機，彼此單獨瞄準，進行單發投彈，各自攻擊目標。這種轟炸方法須要在目標上空逗留較長的時間，而且火力不足，防禦薄弱。在現代戰爭中，偵察機利用這種方法來發現露天目標。也可利用齊發或連續投彈來減少在目標上空逗留的時間。

編隊轟炸 編隊的飛機(小隊、大隊等)列成戰鬥隊形攻擊目標。威力大，防禦力強。布滿航彈和擊中的可靠性，取決於目標的大小。投彈時，根據長機的信號進行，或者各架飛機單獨瞄準投彈，或者戰鬥隊形的各部分各自完成它們應轟炸的那部分目標。

轟炸根據飛行的高度分類，可分為高空、低空、和掠地轟炸。

高空轟炸 就是在600公尺，有時在600公尺以上投彈，須要使用較複雜的瞄準器計算器和進行計算等。

低空轟炸就是在 600 公尺以下的高度投彈，只須使用簡單的計算器和瞄準器，或者根本不使用儀器（在轟炸面積的條件下）。

掠地轟炸用以攻擊有生目標和很小的目標（例如，坦克），轟炸時飛行高度很低。強擊機和輕型轟炸機在進行襲擊時，採用掠地轟炸的形式。它具有突擊性，精確度高，投彈速度快。用這種方法投彈一般不用瞄準器。

仰沖投彈 這種方法在理論上是研究出來了，但實際上尚未得到充分的驗證。進行仰沖投彈時，飛行複雜。開始時，進行俯沖，然後急速上升，使機頭在上，機尾在下。當飛機急速上升時，將彈投下。航彈擲下後，開始時向上飛，達到彈道的頂點後，沿着彈道降落下來。這樣，就增加了投彈點和彈着點的距離，並且彈坑半徑比水平投彈的彈坑大。

在使用燃燒火箭、燃燒火箭炸彈及爆破火箭炸彈的條件下，這種投彈方法，顯然是有發展前途的。

俯沖投彈 在現代化的空軍中裝備了一種新型的轟炸機——**俯沖轟炸機**。俯沖投彈用來攻擊不太大，但是具有重大經濟或戰術意義的目標：軍隊，炮台，永久火力點，堡壘，指揮部，艦隊及商船隊，高大樓房，單獨建築物，經濟上和戰略上的重要工業目標，坦克等。

大多數的現代快速轟炸機均可進行俯沖。通常，用作俯沖的轟炸機，應具有較大的強度安全係數。但是，為了進行俯沖投彈，都寧願製造專用的轟炸機，它的強度安全係數比普通飛機大好多倍，它具有很好的機動性，而且大多數都裝有從俯沖中自動上升的設備。

例如，德國空軍的容克—87 俯沖轟炸機，載重量為 1

吨航弹。这种轟炸机在俯冲目标时，速度可达950~980公里/小时。俯冲时由4500~5000公尺高度降低至800~1000公尺，并且装有从俯冲中自动上升的设备。

进行俯冲投弹，一方面可以大大增加投弹的精确度和航弹碰到目标时的終速，因而也就增加了航弹进入目标的深度，以及由此而扩大破坏的作用；而另一方面，可以减少被高射炮及高射机枪击落的飞机数量。在俯冲投弹时，被攻击的目标及其防御設施，还可能同时受到俯冲轟炸机上的火器（炮，机枪）的射击。俯冲轟炸机虽然具有各方面的优点，但是也有缺点。其缺点为：炸弹的載重量比普通轟炸机小（普通轟炸机为2吨，它只能載重800~1000公斤航弹），很难同时使用大量的飞机（只能用分队的形式进行轟炸），这种飞机被地面步枪及机枪击落的机会較大。

應該承認，现代战争中使用很广的新投弹方法——俯冲投弹已經代替了高空中进行水平投弹的方法，同时这种方法还扩大了轟炸机在战术使用上的范围。

2. 轟炸机在現代战争中各种条件下的用途

轟炸机的战斗作用可分为三种（完成三种任务）：战略、战役和战术任务。

1) **轟炸机的战略用途** 在这方面它的用途是：一、打击敌人前方和大后方的空軍基地、工厂、仓库、飞机场，以取得空中作战优势；二、騷乱敌人后方，消灭弹药及其他軍需物資的供应站，襲击前方的联络綫、軍需物資仓库、联络中心及司令部；三、阻挡敌人从后方、前方、仓库、駐屯所等調动巨大的战略物資；四、单独的或与陆軍及海軍配合作

战，消灭海軍基地及作战地区內的舰艇編队。

2) 轟炸机的战役用途 它的任务是：一、长期的以及在战役中保持制空权；二、切断敌人的前方和后方，以阻挡大后方向前方运输弹药和物资；三、保护受到敌方机械化部队和坦克部队袭击的本軍队的后勤机关；四、打击正往前方运动的，或集結在战场附近的战役预备队；五、騷乱部队的指挥机构及地方防空指挥部等。

3) 轟炸机的战术用途 轟炸机在这方面的任务和攻击目标为：1.在敌人战术后方的目标——集結于某一地点或者正在运动的有生力量（后备部队、輜重队、休息或行軍中的部队）、弹药庫、渡口；2.在战场上的目标——位于备战区的炮兵陣地、坦克、及机械化部队；正在战场上作战的坦克。

在本场令下轟炸机的任务为：

进攻战斗时——轟炸战役预备队（駐地的及正在行进的）；

在战场上——轟炸換防区域、軍用仓库、軍用輜重队、停留的以及在行进的輸送队；

追击敌人时 轟炸撤退的纵队、撤退途中的輜重队及渡口等，同时还須炸毀敌人后方的渡口，以便消灭敌人；

遭遇战时 轟炸行軍及休息中的部队、供应仓库及运输队集中的区域；

防御战时 轟炸和攻击突破防綫的部队；在备战区以及在战场上的坦克；着陆的以及正在着陆的敌人伞兵队；

退却时 轟炸敌人軍队，迂迴側翼和追击纵队。

4) 大量使用空軍 现代战争的最大特点，是使用大量的空軍和大量的机械化及装甲坦克部队，上述兵种单独使用

或者联合使用。

所有的交战国都使用大量的空軍去破坏敌人后方的目标。夜間飞行成为空軍作战的最好形式。黑暗可以帮助空軍进行集中轟炸，而且不必为了保持較大的机动性和飞行高度，而降低炸弹的載重量；这些条件对白日飞行来說是要求很严格的。使用大量飞机和連續飞行已成为夜間飞行的特征；空軍在夜間飞行时的任务是攻击和探索敌人的高射防御武器；有計劃地破坏敌方的軍事和工业目标；給敌方居民以精神上的威胁。夜間轟炸能持續較长的時間，可以进行縱深轟炸。下面的数字可以說明深入敌方的飞行情况：在波兰曾飞达600公里；挪威——910公里；法国——550公里；英国——650公里；德国——750~950(柏林)公里，或飞行更多的里数。德国在襲击英国时，几乎每天有計劃地，連續不断地用几百架飞机进行轟炸，个别情况下，甚至达到500~750架。有时空襲時間达12小时以上。这样的空襲，破坏了城市的正常生活，使居民困乏，并且給空襲后的恢复工作造成很大的困难。白日空軍的活动可以帮助进行夜間空襲。白天的偵察和对地形的研究，各个高射防御設施的破坏和消灭，都可以帮助空軍大胆地进行夜間的战役。

在絕大多数情况下，空襲都采用梯队飞行的方法：每20~40架飞机按波浪式向前飞行，波浪与波浪間保持一定的時間間隔。飞机在进行轟炸时都采取息音措施；在很多情况下，是减少发动机的气体(或者将发动机完全关闭)，飞机用滑翔飞向預定的目标。

德国人利用无声滑翔作为对付高射炮的方法。空軍的战术迫使高射炮陣地及防空气球經常变更它們的位置，以便出

其不意的襲击或阻挡敌人的飞机。先头部队的飞机主要是采用照明及燃烧弹，照亮預定轟炸的区域，以給后面飞机照亮目标。主机群根据照亮的目标或大火进行瞄准，就能較准确地投擲爆破航弹。这种大火和浓厚的烟雾，也能帮助进攻者白天进行空襲。在連續不断的夜間轟炸中，大火的烟雾，防空部队及地方防空組織的疲乏，都可降低防空武器的威力，尤其是高射炮火的威力。火源可作为白日和夜間轟炸的定向标记。梯队空襲使防空部队及地方防空人員連續紧张工作若干小时后疲乏不堪而力量减弱。一般这种意气消沉的现象是在清晨出现，空軍就利用这个机会，給攻击目标以致命的打击。

梯队空襲能够减少进攻方的損失，同时，还能給敌人以精神上的刺激；連續不断的空中轟炸，有着巨大的作用。

此外，还有其它的战术。飞机飞到目标上空后，并不投弹，因为其目标很有限，其目的只是引起敌人放出空襲警报和精神紧张。例如，英国飞机在德国就經常仅在返回的路上才轟炸。

下面以1940年七月至十二月德国空軍大举进攻倫敦的情况，作为上面叙述的例証。

整个七月及八月上旬，德国空軍一直在倫敦上空偵察，并且偵察它的防空設施；八月下旬，攻击英国飞机场上的空軍。八月二十五日夜晚，德国用500架飞机进攻英国，其中有60架专用于空襲倫敦。所用的航弹，主要是燃烧弹。大火連續烧了三小时，損毀了很多房屋。八月二十七日夜晩，飞机在城市上空停留了六小时；它們进行单机轟炸，或者小型編队轟炸。八月廿九日夜晩共投擲了1000枚以上的燃烧弹，另外还有許多爆破弹。空襲時間长达七小时，飞机在单机轟炸

及小型編队轟炸时的飞行高度，有时可达9000公尺。倫敦附近的区域及船塢都受到了猛烈的襲击，发生了大火，損失惨重。参加战役的主要是容克-87俯冲轟炸机，另外也有道倫-215 快速轟炸机。用歼击机护航。

九月份，德国空軍改变了战术，主要采取大批的夜間空襲的方法，但是也并不停止白日的空襲。德軍利用了一切方法保持連續不断的轟炸（大型編队，小型編队，甚至单机轟炸，輪番进行）。参加空襲的共有300~500架飞机。九月七日夜晩，德国在倫敦上空进行了六次空襲。倫敦的东部和南部都遭到了轟炸（主要是燃烧弹），工业企业和船塢都发生了大火。

九月八日晚間的空襲共进行了十小时，这天倫敦的伤亡共达2000人。轟炸时的飞行高度，至少是5000公尺——即高于防空气球的上升限度；个别的飞机投擲照明弹，以标定方位。参加夜間空襲的飞机共有200~700架；这些飞机一共分成几十个組，每組9~7架飞机，編成梯队进行空襲。

在波浪的間隔中間，由单机进行轟炸，保持轟炸的連續性。投下的航弹中，大部分是小口径燃烧弹和中口径爆破弹，少数是大口径爆破弹；还投擲了恐怖炸弹，这种炸弹在接近地面时发出愈来愈尖銳刺耳的声音恐嚇居民；还采用了一种容器式航弹（弹体很大，里面装有很多爆破或燃烧弹。時間引信把拋射药点着后，拋射药即将这些航弹拋入空中）。同时，也投擲了延期燃烧航弹和延期爆破航弹，延期時間达2、3及4昼夜。大火，烟云，灰尘有助于白日的进攻，大火無論对白日或夜間来講，都能很好的指示目标。九月份的第一个星期內，倫敦共发生了1500处以上的大火，居民跑防

空洞40次，在防空洞內停留的时间达8~10小时，有时在十小时以上。

九月十日的空襲长达九小时；德国空軍进攻了船塢，参加空襲的有350架飞机；伤亡居民2000人。

九月十一日白天，十二日、十三日夜間波浪式地襲击了倫敦；倫敦的南部受到了轟炸。九月十七日的空襲中，飞机利用滑翔(关闭发动机)投擲了数百吨燃烧弹和爆破弹。摧毁了2000座房屋，损坏了3000座房屋。投擲的爆破弹的重量达1800~2270公斤。

九月十八日空襲时，参加的飞机有600架，飞机从不同的方向进入目标上空(星形空襲)。对倫敦的空襲一直繼續到九月廿五日，此阶段內只进行小型的轟炸。九月廿五日和廿七日夜晩共投擲了200~250吨航弹。九月廿九日，在倫敦投擲了大量的燃烧弹。倫敦由于到处起火，因而被籠罩在烟雾中。十月份起初的几天，猛烈的空襲开始减弱。

十月八日和九日，倫敦受到了巨大的破坏，死伤了大量人員。十月十二日，在倫敦投擲了215吨燃烧弹和爆破弹。十月十五日夜晩，倫敦受到了几千枚爆破弹和燃烧弹的襲击，因此有四十个地区发生大火和遭到破坏；轟炸的飞机不仅是轟炸机，护航的歼击机亦进行了轟炸。例如，护航距离較远的密茜米特-110歼击机就进行了轟炸。

十月廿五日，500架德国和意大利飞机，对倫敦进行了猛烈的空襲；十月廿七日，又有500架德国飞机参加了空襲；倫敦的整个市区全被破坏。十一月初，猛烈的空襲才开始减弱。

现代軍事技术及航空技术的发展，完全改变了战争的面

貌。沒有前方和后方，全都变成了前方。居民都被卷入了战争的痛苦中，居民的伤亡日益俱增，而且在很多情况下，它們受到的空襲的灾难，比军队受的还大。轟炸机惨酷无情地破坏后方居民全部的慣常生活方式。

3. 空襲的方式

现代空襲最显著的特点，就是具有破坏、騷乱和毁灭的作用。轟炸机是残酷无情的。空襲城市、工厂、堡垒、海岸要塞等时，使用 500~1000 架飞机組成的大型联队，投下大量的燃烧弹和爆破弹。在陆战中，也使用大量的空军。白日轟炸都用大型編队，其中部分的編队成密集的队形飞至高达 6000~7000 公尺的高空，有时达 9000 公尺。轟炸机都避免分散，一般都集中在主要的地区。前面已經談到，在不同的高度，从不同的方向进入目标上空，以及波浪式的大举空襲城市的方式已經大大地发展了。

例如，下面可以提出几种进入目标上空的方法：

- 1) 大型編队或小型編队按一条主要航綫进入目标上空进行投弹；
- 2) 大型編队或小型編队按几条航綫进入目标上空，从一个主要的方向进行投弹；
- 3) 大型編队或小型編队按几条不同的航綫进入目标上空，并且从几个方向进行投弹(星形空襲)。

轟炸机联队在任何情况下，一般都要有歼击机(护航歼击机)护航。在飞过敌人高射炮火力区时，轟炸机应采用战斗的队形。击退敌人的歼击机及通过高射炮火力范围后，轟炸机应不顾云层及雾的阻碍很快地变成密集队形。在飞行中

如果遇到密集的云层，則轟炸联队可以派一架飞机（或者一个小队）飞到云层下面；这架飞机（小队）的任务，就是观察进行轟炸所必要的定向标记，并用无线电报告观察结果。通常是云层下单独飞行的一架（或小队）重型轟炸机或一架歼击机，就标志着云层中有一整个龐大的轟炸联队在飞行。

在晴朗的天气里，当在城市或防空目标的附近出现一架单独飞行的敌机时，常常这也是一預告，表示不久后即会有龐大的轟炸联队到来。

空軍联队飞近預定目标时，找好战斗航向按空軍大队分开，以便从各个方向进入攻击目标的上空。有时，轟炸机分队选用各种不同的高度、队形及攻击方向进入目标上空，而他們經常采用的是从同一个方向攻击目标；投弹完毕后，各大队又重新联合起来，成密集队形返航。有时为了迷惑敌人，故意襲击远离主攻目标的另外目标，以分散敌人对主攻目标的注意力。

正常的白日空襲的飞行高度5000~6000公尺。空襲一个国家的重要中心时，主要的方式是疲劳轟炸——白日和夜間配合空襲，这是现代轟炸机在空襲中最显著的特点。例如，德国空軍进攻倫敦、克文特里、普利穆斯、伯明翰、以及其他英国城市，和英国空軍进攻德国的布列斯特、汉堡、維尔吉姆斯哈菲、基尔、埃森等城市，都是这种空襲方式的实例。

4. 德国空軍空襲苏联城市的特点

根据敌人空軍对苏联空襲的条件及燃烧炸弹的作用，在现代战争中敌人空襲的特点如下。空襲的基本联队，由容

克-87，容克-88，辛凱尔-111轟炸机組成。这些类型飞机的炸弹載重量，如都以 BB-1E型一公斤鎂基合金-高热剂燃烧航弹計算，則載重量为 1000~2000 枚燃烧航弹。

德国空軍投擲燃烧航弹时，既用編队轟炸，也用单机轟炸，在很多情况下，还交替投擲燃烧航弹和爆破航弹；在投弹的同时，还用机枪射击和平居民。

当用轟炸机大型联队空襲具有强大高射防御的大城市及工业中心时，在多数情况下，大部分的轟炸机不能进入攻击目标的上空，只能在目标的要冲地带、城郊、及小居民点乱擲燃烧航弹。

必須指出，夜間襲击和夜間轟炸（天刚开始黑暗时，夜晚，拂曉前），是德国空軍进攻城市、鉄路樞紐点、工业目标的最大特点。进攻的方式，和进攻西欧的方式相同（波浪式襲击，梯形編队、关闭发动机等）。以第一次襲击时投擲下的燃烧弹所引起的大火，作为第二次襲击时的光定向标記，而且，在很多情况下，德国空軍还采用发光力很强的照明弹。

敌人空襲时，絕大部分采用1公斤重的燃烧弹，并且一次投擲几十枚、几百枚，以便烧毁一个較大的面积。虽然这样，但是，由这些炸弹所引起的大火地区所占百分数并不大，这是因为：攻击面积上的建筑密度不大，平均只占居民区域的10~20%；敌人所用輕型航弹的破坏力不高；居民的地方防空組織的战斗力很强，以及其他許多条件所致。

在通常条件下，大部分燃烧航弹落下后都停留在房頂或頂楼上。

复杂的中空結構物及房屋上鎖，都会妨碍及时地发现落

下的燃烧航弹，以及及时的消灭它们。

燃烧弹对于仓库、工艺合作社的厂房小居民点的破坏性最大。这是因为在上述各目标内工作的工人较少，而且小居民点的居民亦很少，因此，地方防空指挥部很难把他们组织成必要形式的消防组织，进行值班放哨。

如果消防工作已按必要的形式和速度发展起来，而且工作也组织得很好，那么，该地区由于燃烧弹引起的大火将大大地减少。例如，敌人空袭 K 城时，约投掷了 5000 枚燃烧航弹，但是，由于与燃烧航弹斗争的工作组织得好，因此 K 城只有 16 处起火，而且很快就被消防队及组织起来的居民扑灭了。

空袭 H 城时，由 22 点 38 分起至 1 点 25 分止的时间内，共发生了 357 处大火，其中 72 处是由消防队扑灭的，而 285 处是由居民的消防组织扑灭的。

1941 年秋天的某一个月里，H 城受到了 65 次空袭，而且投掷了约 42000 枚燃烧弹和 523 枚爆破弹。城内发生了 1538 处大火，其中 1280 处被居民所扑灭，有 40000 枚以上的燃烧弹被由居民所组织的地方防空指挥部的消防组织消除了危害性。

敌人使用大量燃烧航弹，除了要造成大量火灾（烧毁目标）外，同时还为了要在最重要的目标上投掷爆破航弹而造成光定向标记。

第四章 燃烧航弹对于建筑物 的破坏作用

城市与工业建筑物在空袭时最易遭受攻击。根据现有的

統計可以說：在大城市中建築面積（房頂面積）平均占35～40%，其他面積為街道、花園、空地與庭院等。

建築物遭受攻擊後破壞程度的大小不僅決定於其建築材料，還決定於構型，而更重要的是決定於房頂的形狀。破壞程度（房頂穿透程度）各有不同：對於硬房頂（鐵頂，瓦頂，片岩頂，水泥）是一種程度，對於軟房頂（茅草頂、薄板頂、油毡頂、厚紙板頂、木頂）則完全是另一種程度。

1. 燃燒航彈的穿透力

直到目前為止沒有十分精確的方法來計算燃燒航彈對於建築物的穿透深度。現有的全部計算方法和公式都是計算爆破航彈用的，爆破航彈的彈體都是用較堅固的材料制成的，即彈體壁較厚，鋼的品號較高，重量較大等。根據爆破航彈的公式僅能在某種程度內概略地和近似地測得燃燒航彈的穿透深度。

我們簡單的介紹一下計算燃燒航彈從各種高度對於各種材料的穿透深度的方法。

根據實踐數據與理論數據發見穿透深度與彈重成正比，與彈徑的平方成反比，與彈和目标相遇時的速度成正比，並與土壤或材料的柔順性，即穿透係數（ K_{np} ）有關係。

此種關係以公式表示如下：

$$L = K_{np} \cdot \frac{P}{D^2} \cdot V$$

式中 L ——彈道切綫的穿透深度（公尺）；

P ——彈重（公斤）；

D ——彈徑（公尺）；

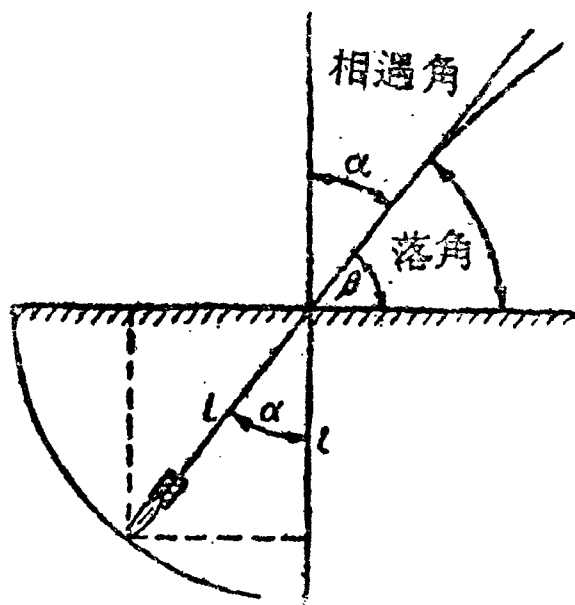
V ——与目标相遇时的弹速(公尺/秒); 航弹的穿透值分两种: 航弹弹道切綫穿透值—— L 与垂綫穿透值—— l 。垂綫穿透值就是在这里我們所要研究的穿透深度。

图93的三角形中:

$$\cos \alpha = \frac{l}{L} \text{ 或 } l = L \cdot \cos \alpha$$

式中 L ——弹道切綫穿透深度(公尺);

l ——垂綫穿透深度。



角 α 即相遇角, 与落角 β 相补成 90° , 各种口径与各种落高的航弹的落角都須单独計算。

設: $l = L \cdot \cos \alpha$

而 $L = K_{np} \cdot \frac{P}{D^2} \cdot V$

則把 L 值代入前面的恒等式中即得:

$$l = K_{np} \cdot \frac{P}{D^2} \cdot V \cdot \cos \alpha$$

用試驗的方法測得的各種材料的穿透系数 K_{np} 值如表 9。

根据这一公式。及根据确定变数 V 的专用弹道表、 $\cos \alpha$ 与穿透系数, 編制成后面的表 10, 該表說明各种口径的燃烧航弹当轰炸机航速为 300 公里/小时从各种不同高度擲下时对于土壤与木材的近似穿透值①。

① 前面所引的穿透深度計算法不适用, 对于德国 BB-1E 型一公斤燃烧航弹來說, 由于其弹头与弹尾形状的特殊与其真实的穿透深度值毫不相符。

表9 穿透系數值

介 質	穿 透 系 數
新松土地.....	0.000013
泥質土壤及沼澤土壤.....	0.00001
未压实的砂質路基.....	0.000009
压实粘土.....	0.000007
密实土地.....	0.0000065
含砂泥質土壤.....	0.000005
木材.....	0.000005
砂.....	0.0000045
砂砾.....	0.000004
紧密放置的岩石.....	0.0000025
砂岩, 泥質片岩, 軟石灰石.....	0.000002
混凝土.....	0.0000013
鋼筋混凝土.....	0.00000065

实际檢驗燃燒航彈对于土壤和木材的穿透深度的結果証明，穿透深度值极不一致。对于从同一高度擲下的同一类型的燃燒航彈，由于其在飞行中是否已經稳定，以及是否已經获得等加速运动等原因，其穿透深度值各不一样，穿透性質也各不同。不过，除去极少数的燃燒航彈外，而且仅限于小口径与中口径的燃燒航彈，实际穿透深度值都比理論穿透深度值低25~30%。

因为 V 值与 $\cos\alpha$ 决定于飞机的航速与投弹高度，所以同一类型同一重量燃燒航彈的穿透深度絕對值当然就将因轰炸机在进行战斗航向及投弹时飞行的速度与高度的变化而发生变化。

在城市建築物中木房頂或油毡及油毡紙房頂的坡斜形状

对于燃烧器材达致最大破坏力、穿透深度、效应与作用来说是一种最有利的形状；相反；陡斜房顶——则是对于降低燃烧器材效应来说是一种最有利的结构，因为在这种情况下，成锐角下落的弹（跳弹）的百分数较多。假若把一个城市或居民点看成一个攻击对象，看成靶场上射手前面的一个目标时，可以作出一个相同的结论：目标愈大，命中率就愈大，因而作为轰炸和袭击目标的城市所受到的破坏也就愈大。

城市遭受破坏的程度，必然地，首先决定于其建筑密度（纵火面积），建筑物的形状，房顶和建筑材料及内部的物件（易燃物，非易燃物），当然，更决定于燃烧航弹的重量，燃烧装药的质量，单位纵火面积上投弹的数量。

前面已经讲过，航弹的穿透深度，也就是建筑物的破坏程度，首先决定于动能；动能就是航弹重量的函数。一般说来，小口径燃烧航弹（由 1 到 5 公斤）从中等投弹高度抛下时，能穿透房顶，钻入顶楼中，有时且能钻入楼房的中层里去；重 10~15 公斤的航弹能穿透房顶与顶楼，钻到楼房上层的地板中，不过，重量过小的航弹在任何条件下都不能击穿房顶；从另一方面来讲，重量过大的航弹则不能造成大量的火源，因为飞机在这方面受着其载重量的限制。

根据以上所述的理由，在许多国家里应用最普遍的都是轻型与中型的燃烧航弹（1、10、25 公斤），50 公斤的燃烧航弹应用较少，而 100、250 与 500 公斤的燃烧航弹比较起来则极少应用。轻型与中型燃烧航弹应能穿透房顶，并且在顶楼或者在上层楼房中开始燃烧。

现代战争进行的条件及多次的空袭证明了一个争论了许久的真理——投掷数量较多的小口径燃烧航弹比投掷燃烧剂

表10 各種口徑的燃燒航彈從各種不同高度拋下時對於土壤與木材的近似穿透值

飞机航速为300公 里/小时时投弹高 度(公尺)	燃烧航弹的重量(公斤)				燃烧航弹的重量(公斤)				燃烧航弹的重量(公斤)				
	1	2.5	10	50	1	2.5	10	50	1	2.5	10	50	
燃烧炸弹的穿透深度(公分)													
	软土(松土)				实土				粘土				
300				80~82							30~31		45~48
600				120~124									
900	40~41				23~25				14~16				
1000		100~106	137~139	130~133		50~53	68~69	65~66		38~41	51~53	40~50	
1200		136~138				67~69				51~53			
1400			182~189			73~74	93~95				70~73		
1800		146~149								55~57			
2000	60~64		207~209		30~32		102~104		20~24		79~80		
4000				280~283			130~132						

附注：1. 此表全按尖彈頭魚雷式燃燒航彈計算。

2. 表中穿透深度全按從地平面到引信頭部的距離計算。

表 10(續)

飞机航速为300公里/小时时投弹高度(公尺)	燃烧航弹重量 (公斤)				燃烧航弹重量 (公斤)			
	燃烧航弹的穿透深度 (公分)				燃烧航弹重量 (公斤)			
	1	2.5	10	50	1	2.5	10	50
	砂				木材			
300	13~14		27~28	41~43	14~16		30~31	45~48
600								
900								
1000		33~37	47~48	44~46		38~41	51~53	42~50
1200		46~48				51~53		
1400			64~65				70~73	
1800		50~51				55~57		
2000	18~22		71~72		20~24		79~80	
4000				97~98				107~109

附注：1. 此表全按尖弹头鱼雷式燃烧航弹计算。

2. 表中穿透深度全按从地平线到引信头部的距离计算。

重量相等的大型燃烧航弹更好。这样能够增加烧燬較多建筑物的可能性，增加烧燬面积以及增加造成大量纵火火源的可能机会。

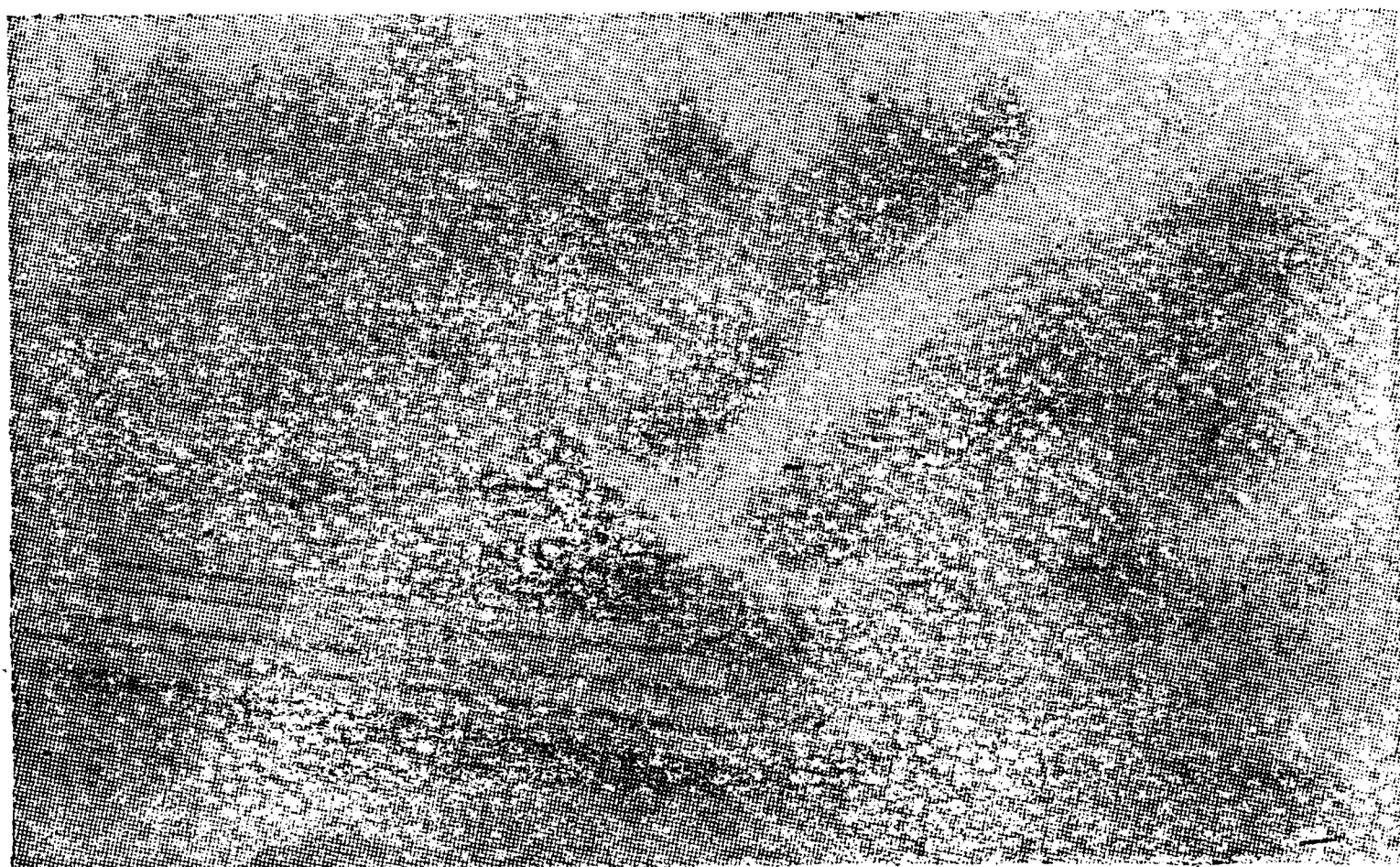


图 94 50公斤高热剂混合燃烧航弹落于木板
垛上后的最初喷湧现象及作用。

对于輕型燃烧航弹(特别是小口径的德国式燃烧炸弹)来说,发挥其作用的最好的地方是頂楼,因为在頂楼里可能有破烂废物,建筑材料碎屑、木隔板、頂板、填塞物(刨花、泥煤、泥煤灰等);在以后的叙述中可以看到,局部防空器材的现实性就是根据对于燃烧器材在某一具体条件下的作用的研究而得出的(图94及95)。

就这种情况而論,对于燃烧航弹在其穿透某种建筑物部件之后的作用就应该加以研究。

磷燃烧航弹(一般为中型与重型航弹——25与50公斤)的

作用 碰击目标时 爆破装药 (梯恩梯或黑火药) 爆炸; 它把弹体炸开并把燃烧着的磷抛向各方。由于过堂风的产生 (因为窗子被炸坏等原因所造成的), 在装药爆炸后, 燃烧航弹的作用更为加强。

被爆炸抛向各方的燃烧着的磷滴在各种易燃的日用物品上, 造成许多处局部的火源。此外, 磷的燃烧产物在室内形成很浓的烟雾, 使人难于前去扑灭火源。磷还可以在垂直面上进行燃烧。熔融的磷能以飞快的速度钻入地板与顶楼板的缝隙中, 生成隐蔽的火源。

镁基合金-高热剂燃烧航弹的作用 引信爆炸后已被点燃的高热剂把镁基合金燃烧弹体烧熔, 并将其点燃。熔融的铁、熔渣与镁基合金奔流四溢, 燃烧中产生强大的热效应, 随使弹着点周围的可燃物体都燃烧起来。

镁基合金高热剂燃烧航弹的作用的特点是镁基合金的脉冲喷射。燃烧着的镁基合金溅花迅速地点燃航弹附近的一切易燃性的材料与物体。镁基合金高热剂燃烧航弹的熾烈作用时间为一分半到2分钟。

高热剂混合燃烧航弹的作用 燃烧顺序如下: 着火后的

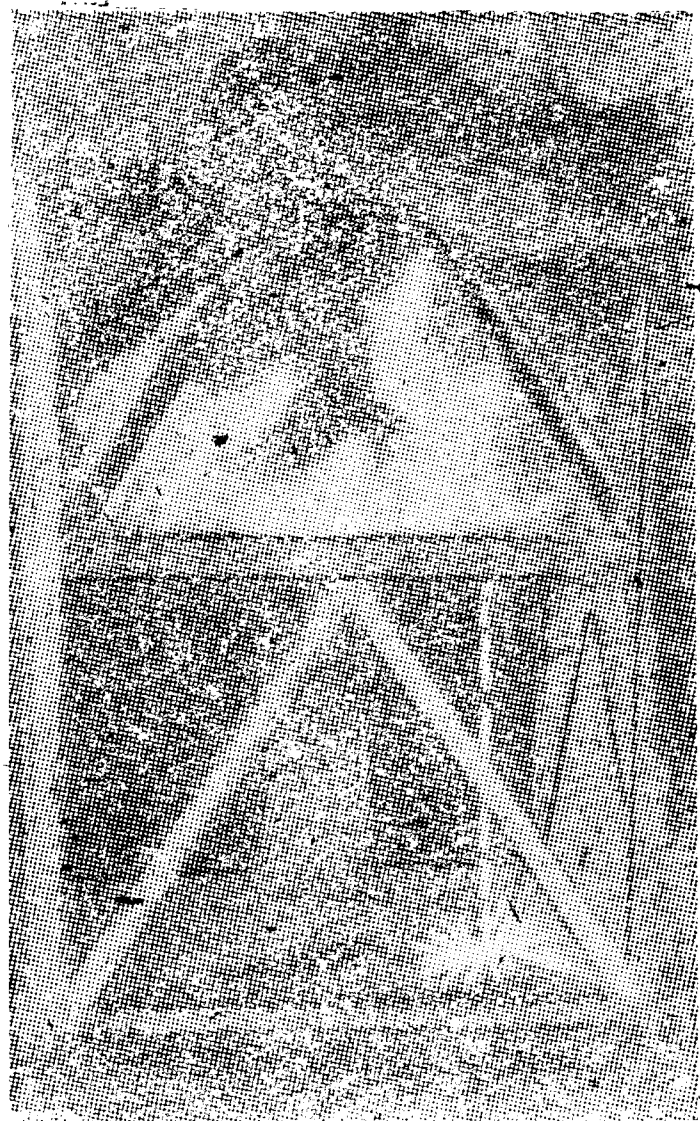


图 95 高热反应的熔融产物——在上面炸开的50公斤高热剂混合燃烧航弹的熔渣与铁——落到楼房的下层, 把下层点燃。

高燃剂把航弹的铁壳烧熔，烧穿界于高热剂与浓缩(凝固)液体燃料中间的隔板。凝固液体燃料点燃后喷出很大的熾烈的火焰；霎时后，由于内部压力的升高，燃烧着的浓缩油料的颗粒被抛向各个方向。高热反应的主要产物奔流四溢，点燃周围所有的物体，并且产生两个燃烧区：高温区(高热剂)与低温区(凝固燃料)。

在某些情况下，高热剂混合航弹的尾部，由于过热而飞向8~10公尺的地方，在其下落处造成一个新的火源。混合航弹熾烈作用与燃烧的时间为3~5分钟。

2. 燃烧航弹在顶楼中的作用

磷燃烧航弹 假若在顶楼上堆积着家常破烂废物时，则被爆炸抛散开来的磷的颗粒立即就会将其点燃，顶楼必然要被烧燬。

易燃材料在燃烧的同时还在顶楼内产生极强烈的烟雾，因而使救火极为困难。燃烧产物的作用及烟雾会刺激鼻咽，所以救火人员必须戴防毒面具。要把烟排走或者封锁烟道，必须采用排烟机或者喷水。

假若顶楼中很干净，没有破烂废物、隔墙、贮藏间等，则磷燃烧弹进入顶楼的顶盖，当燃着的磷颗粒被爆炸抛散开后，主要是对木铺板，房顶上的天花板发生纵火作用，随后这些物体的燃烧会使整个顶楼都燃烧起来。在房顶的缝隙和空间中积蓄着大量燃烧的和熔融的磷——四面八方都是烧燬顶楼的危险。

镁基合金-高热剂燃烧航弹当直接落入破烂废物中时能把废物点燃起来。其燃烧作用直接向下和向四方发展，因而

烧穿顶楼的顶板和使顶楼中的填塞物(泥煤、刨花)燃烧起来。落弹处旁边的破烂废物点燃的稍迟,它或者是火当焰沿着顶楼的顶板或地板蔓延到它跟前时燃烧起来,或者是被因弹体内部压力抛射出来的燃着的镁基合金的火星点燃。

高热剂混合燃烧航弹的高热剂装药部分的作用与镁基合金-高热剂燃烧航弹的作用相似,但是除高热剂的作用外,它还有浓缩凝固液体燃料的作用,其极微小的颗粒被抛到各个方向去,能立即把易燃性的废物都点燃起来。

假若顶楼中很干净没有破烂废物,则混合燃烧航弹(高热剂——浓缩燃料)的作用与高热剂燃烧航弹的作用相似;浓缩燃料抛散到顶楼顶板的各处,燃料由于高温而向四方流散,渗入木材中去,使其着火能力愈益增大,因而航弹的作用更为加强。

3. 燃烧航弹在上层楼房中的作用①

磷燃烧航弹 航弹爆炸后立即点燃室内的陈设(窗帷、地毯、被褥、沙发家具等)。产生过堂风后,则磷燃烧航弹的作用更为加速;使全部上层楼房内都充满火焰,并强烈冒烟。

镁基合金-高热剂燃烧航弹 此种燃烧航弹在上层楼房中的作用特点在于熔融金属的质量大,能够穿入下一层楼房中,并把下层楼房点燃起来。直接由于火焰的转移同样也能造成新的火源。

高热剂混合燃烧航弹 兼有磷燃烧航弹与高热剂燃烧航弹的一部分性质,同样能够使室内陈设与全部上层楼房点燃

① 皆指穿透能力巨大的重型燃烧航弹而言。

起来。

液体燃料扩散燃烧航弹 (例如德国的BLC-250) 当在室内炸开时, 液体燃料洒到室内的陈设、其他物件、墙壁及天花板上, 因而造成一个火海。一部分燃烧着的石油能够流到下层楼房中去, 把下层点燃起来。航弹的爆破作用 (梯恩梯装药) 则帮助和加速 (利用过堂风与破坏作用) 基本装药发挥燃烧作用; 如果不采用紧急的灭火措施, 则全部上层楼房就将被火焰烧毁。

4. 燃烧航弹在楼梯中的作用

磷燃烧航弹 在楼梯间易燃物最少, 墙壁是光滑的, 没有木质地板、木质楼梯或其他材料的楼梯都是光滑的, 楼梯栏杆的位置很高, 这都使得磷燃烧航弹的装药 (磷) 无法完全发挥其燃烧作用。但是, 整个楼梯间烟雾弥漫, 使人极难从楼上逃下来及把财产搬下来。

镁基合金-高热剂燃烧航弹 与 高热剂混合燃烧航弹 这两种航弹能产生很高的温度, 并在燃烧后留下冷却缓慢的散热性很大的熔渣, 所以, 只有这两种航弹才能使楼梯间的各种易燃材料不断地燃烧。镁基合金-高热剂燃烧航弹与高热剂混合燃烧航弹的热作用时间比磷燃烧航弹长得多。液体燃料扩散燃烧航弹所起的作用与此完全相同。

研究了燃烧航弹一般的作用及其在建筑物各部分中的作用后, 必须指出, 在建筑物的各个部分中若有易燃材料时对发挥燃烧作用经常是有利的。因此, 防御燃烧作用的预防措施, 在这方面, 具有重大的意义。

第五章 燃燒器材的防禦

1. 防禦航彈燃燒作用的預防措施

防禦航彈燃燒作用的預防及準備措施可以分為最低預防措施與最高預防措施。

最低預防措施指的是不用花很多經費和時間即能降低航彈燃燒作用的措施。其中包括：

1) 把頂樓上以及樓梯間堵塞通道及能使火焰蔓延的各種材料和物件清除干淨；

2) 在頂樓的頂板上鋪上一層厚 5 公分的砂子或厚 10 公分的爐渣；往頂樓上鋪東西時須考慮到加上補充負荷後頂板的堅固性；

3) 把室內的刨屑、鋸屑、包裝材料、油污抹布、生產塵屑等清除干淨；

4) 檢查通風閥是否完好；

5) 堵塞防火牆上沒有耐火門的門洞（帶有石棉填料周圍包鐵的三層木門，關門處有合以粘土的毛氈者為耐火門）；

6) 修理舊的或安裝新的建築物固定消防梯；

7) 準備各種備用零件和工具（消防栓、塞子、管搬子等）；

8) 禁止在離磚石房屋 4 公尺，離木石混合房屋 6 公尺及離木建房屋 10 公尺以內的地方堆積易燃物及其他物品，同樣也禁止在街道上、通道上及建築物之間的空地上亂堆東西；

9) 定期检查与实际試驗水泵——升压器、閥門、消防栓以及洒水和雨淋装置；

10) 置备必須的消防設備并将其放置在消防人員集合的地点，摆置得随时可以使用；

11) 把易燃物件（上下衣、桌布、垫席、地毯、褥垫床上杂物、书籍、用紙做的物品、窗帘等，只有防空用的遮光物除外）都收拾到盖得严密的柜子、箱子或壁龕里；在多层楼房的上三层楼以及高度在三层以下（三层也包括在內）的楼房中都应采取这种措施；

12) 禁止在頂楼及住房內晾衣物；

13) 在頂楼、楼梯間及庭院里配置消防水桶（槽、缸、桶等）及砂箱或灰箱；

14) 在庭院及生产車間里貯备一些水；

15) 在现有的人工水池里都积滿水；

16) 发給消防人員个人防护用具；

17) 与消防人員共同研究防火哨及巡邏哨的布置，以及他們的职责范围等。

属于防空警报信号发出后应采取的最低預防及准备措施的有：所有的建筑物中都停止冒烟及通风（在警报期間繼續工作的企业除外）；起重机及乘人电梯停止工作；把庭院及其他住宅和公共建筑物的門上的钥匙都交給消防組織的負責人以便使消防隊員能自由地进入所有的地方。

最高預防措施指的是在任何時間都能防避火灾与火焰攻击的根本預防性的措施。在这类措施中除去上述最低預防措施外还包括下列的消防措施：所有易燃材料、建筑物的木构件与住房中的易燃材料浸潤防火剂、涂抹耐火涂料、刷油漆

及抹灰。要实现这些最高预防措施須要花費經費及時間。

防火物質 在化学方面有許多能够限制燃烧的物质。若把这类物质涂到易燃的物体上或加入易燃的物体中时依靠其物理化学性质能使火焰无法蔓延。属于这类防御器材和防火物质的譬如有几种盐类(磷酸盐与硫酸銨)及其他許多物质。将这类物质按照已知的比例溶于一定量的水中对木材进行处理后,則木材虽不能成为耐火的,但能使木材及可燃性物体具有良好的临时耐火作用。涂防火涂料、浸防火剂、刷油漆、抹灰及其他类似的涂复层的作用性质也是如此。

浸防火剂的防火作用不仅及于材料的表面,并且对于内层(木材)也起作用,而刷油漆、涂防火涂料及抹灰則仅对被涂材料的表面起防火作用。

必須指出,防火的油漆、涂料、浸料等的作用是有時間限制的;經過一些時間后油漆能起皮、脫离;防火浸料及油漆中所加的盐类受水分、空气或時間的影响能够分解、浸析出来。在这种情况下必須重新浸制和涂刷油漆。

浸制可以用各种方法与各种配方^①进行。棉織物进行浸制时,将其浸入适当配置的溶液中就可以了。木結構物浸制时往往必須加压或真空处理,或者在敞口的槽里于溶液中浸泡数昼夜。木材进行浸制时最好先以适当的方法将其所含的液汁除去。

2. 扑灭燃燒器材的組織措施

1) 在各种条件下扑灭燃燒航彈的方法 这里所講的主

^① 在本書中不引录防火浸料、涂料及灰浆等的配方,因为配方是一个另外的研究題目。

要的仅是空襲城市与居民点时所用的火焰攻击器材。

扑灭燃烧器材的措施可分为三个阶段：扑灭燃烧器本身火焰的措施，扑灭被燃烧器材所引起的火灾的措施；扑灭燃烧器材后采取的措施。

后一类措施是很必要的，特别是在扑灭某几种燃烧器材，例如扑灭磷燃烧航弹之后尤其必要，因为扑灭之后，未燃尽的磷颗粒只是临时被水复盖，所以沒有了燃烧的危险，但是一当水蒸发后，它立即就会有生成新的火源的危险。

扑灭燃烧器材后所采取的措施，应能防止其在就地重新燃烧的可能性。这类措施包括对于现场的仔細检查，清除残留的及細碎的纵火物质等。

显然，扑灭燃烧航弹及被燃烧航弹纵起的火灾的方法不可能有一个一定的一成不变的陈规。扑灭战术一般决定于被燃烧航弹点燃的物体的大小，用途(工厂或住房)，构造特点及其易燃程度，还决定于燃烧航弹的型式、輕重及許多其他因素。战争实践証明，由于燃烧航弹的燃烧速度很大，在大多数情况下，扑灭的不是燃烧航弹本身，而是其周围被燃起的物品，建筑物的结构等。

中口径及大口径燃烧航弹当投落到建筑物上时能破坏房頂与天花板；由于破坏所造成的大量椽、梁、木板的碎片能很快即被点燃而成为强烈的火源。

在有住室、家具、衣装等的地方能使火焰迅速蔓延。在这种情况下，假若只把注意力集中于扑灭燃烧航弹的上面，則火灾可能在住室方面迅速蔓延，以致发展成威胁到所有建筑物的规模。因此，必須首先尽力扑灭周围易燃物件和构架碎片的火焰，然后再去扑灭燃烧航弹的火焰，在可能条件下，

可以双管齐下。

扑灭燃烧着的陈设物时，往往燃烧航弹本身便已燃尽。所以，可以说扑灭住宅内燃烧航弹的工作仅能由地方防空指挥部的消防组织及正守卫在宿舍区的值班消防员来完成，因为燃烧航弹——甚至大口径航弹——的平均燃烧（熾烈燃烧）时间只有 3～6 分钟。在这样比较短的时间里，于航弹投到建筑物上时才得到通知的消防队不可能在航弹燃烧时到达现场，当他们到达现场时，已经是一片被燃烧航弹所燃起的烈火了。

离落弹地点最近的消防组织值班员应立即开始扑灭燃烧航弹及燃起的火焰。为了能够最迅速地找到燃烧着的燃烧航弹，值班员必须熟知房间、顶楼及楼梯间的位置。

一个消防员若通晓燃烧剂的性能、燃烧的特征、火焰及烟的颜色、气味等，就能够迅速地确定燃烧航弹中所装的燃烧剂或混合装药的性质。

燃烧航弹重量的上下范围很宽，但是最常用的是 1、2、3、10、25、与 50 公斤的燃烧航弹。扑灭燃烧航弹时应注意：航弹愈重，使用的灭火器材和封锁火焰的器材（水、砂子）就愈多，扑灭所需时间就愈长。

扑灭燃烧航弹时装药燃烧的性质及此时达到的温度具有重要的意义。例如重 1 公斤的镁基合金高热剂燃烧航弹，它生成的温度约达 3000° ，燃烧时高热剂的燃烧产物和正在燃烧着的熔融镁基合金的火星生成脉冲式的喷射（半径达 2 公尺）。因此，在扑灭这种航弹时，离开航弹的距离应是许可的最近距离。

高热剂燃烧航弹的燃烧是在其弹体内部进行，高热剂燃

烧产物——高热剂鉄与熔渣——从弹体熔破的地方流出。

扑灭弹体内部尚未参与燃烧的高热剂的特点，是通过熔破的地方往弹体内部直接喷水。扑灭重量为25与50公斤的这类航弹时，离开的距离应为3~5公尺。

在混合燃烧航弹(高燃剂与固体燃料)中燃烧的不仅有高热剂，而且有凝固燃料，因此在进行扑灭时既要象扑灭高热剂航弹那样扑灭，同时还要冷却固体燃料；固体燃料一般装于航弹的尾部。因为50公斤重的燃烧航弹在燃烧时放出大量的热量，所以离航弹不得近于3~4公尺。必要时(由于凝固燃料的强烈燃烧而室内烟雾弥漫等)可以弯腰、跪下甚至躺下进行扑灭。

2) 燃烧航弹所引起的火灾的特征 在现代条件下，敌人进行空袭时最有现实意义的，是使用大量能够造成很多火源的小口径燃烧航弹。在破坏特别重要的目标和建筑物时，敌人才使用少量的大口径燃烧航弹。

前面已经讲过，航弹对于建筑物的穿透深度决定于轰炸高度、燃烧航弹的口径以及顶楼楼板及各层楼板的阻力。当从200~2000公尺高度投下小口径燃烧航弹时，最可能是在顶楼中燃烧，极少情况是在上层楼房中燃烧。当从更高的高度投下大口径燃烧航弹时，有可能在下层楼房中燃烧。

大量投掷燃烧航弹，特别是小口径燃烧航弹时，地面上的建筑面积百分比愈高，物体的易燃性愈大(即有较多的木结构建筑物)，则破坏建筑物的可能性就愈大。当燃烧航弹在建筑物内部引起火灾时，建筑结构所用的材料以及材料的防火程度起着决定性的作用。应该永远记住，在建筑物中有可燃性设备(木器、帷幔等)时，能强烈促成由燃烧航弹所造成

的火災的迅速蔓延。

当建築物遭到燃燒航彈的襲擊時，于發生明顯的火源的同時，由于燃燒航彈深入到建築結構內部和由于爆破航彈造成的塌陷和破壞等原因，往往還能產生隱蔽的火源。因此，在消滅外面的火源的同時，還必須注意尋找隱蔽的火源，並將其撲滅；隱蔽火源的特征是建築物局部發熱、冒煙等。

3) 撲滅頂樓上的火災的方法 頂樓上發生火災時首先必須設法勿使房頂上的板條和木椽燒着，因為木椽燒着後就會迅速的燒毀和坍塌下來，這時，就非請消防隊不可了。撲滅板條和木椽須從着火的地方開始；水要往火上澆，而不要往煙上澆。

無論如何不應朝玻璃窗噴水，因為穿過打破的玻璃會進入氣流，氣流能使火焰燃燒得更加熾烈。為了排煙打開門窗時須設法勿使其產生過堂風和造成助長燃燒的吸風的力量。

火焰熄滅後，應立即檢查有無隱蔽的火源，特別需要檢查樓板下的屋子。因此，一切可疑的地方，尤其是那些縷縷冒煙的地方都必須用鐵棍（或其他類似的工具）掀開進行檢查，發現火源後立即用噴水機、水桶或其他某種工具以水澆滅。

流落熔渣的地方必須打開和把火焰撲滅。

4) 撲滅樓梯間火災的方法 樓梯間發生火災時不僅對於住在上層的居民往下逃時是一種威脅，而且能使火災迅速地蔓延至全樓。

撲滅樓梯間火災的戰術和撲滅其他地方火災的戰術一

样。应把水直接浇到正在燃烧的楼梯、栏干、楼梯間的墙壁等地方去。

当走往楼梯上层时应加小心，因为被火烧过的楼梯，栏干等可能承受不住人的重量而塌落下来。扑灭楼梯間的火灾时可以使用桶式噴水机、尾輪式噴水机、水桶或与消火栓接好的消防水龙管。

5) 扑灭住室房間中火災的方法 燃烧航弹在院宅或房間中引起的火灾能使火焰延及全室，甚至能把其邻近的建筑物，特别是木結構建筑物都点燃起来。

一般住室在火灾方面的危险性是最大的。日用杂物(桌、椅、沙发、柜子、窗帘、地毯、台布等)以及門窗都容易燃烧，而且能使全室造成大火；如果說頂楼、楼梯間能够預先將无用的易燃材料和废物清除干淨，則在住室和宅院中却不可能做到这点。因此，当室內的陈設物件燃烧起来或微微冒烟时，不應該把窗上的玻璃打碎。玻璃打碎后只能使吸风的力量加强，因而使火势加强。

对于正在燃烧的房間应从門里进行扑灭，一旦可能时应钻入室內，用水把已經燃着的木質物件，棉織物等扑灭。

把火焰封鎖起来和从室內把所有燃烧航弹的残留物都清除出去之后，必須仔細的检查全室和頂盖，直到确信已无隱蔽的火源为止。

对于所有的房間和全部通风道同样都必須仔細进行检查。頂盖上漏烟或冒烟的縫隙也都必須启开，用水把火扑灭。

6) 偵察燃燒航彈火災的方法和利用自卫消防小組寻找它的技术 为了安全起见(保証能与自卫組保持可靠的联系)

偵察工作至少应由两个人一起进行。

在守卫的建筑物内，如果内部的崗哨不可能設置在楼房的上层，則消防組織的值班員应利用从房頂防火观察哨那里得到的情报寻找落入該室中的燃烧航弹。

知道須要寻找燃烧航弹的建筑物区段后，在获得任务时，就应迅速登上楼房的某一上层，然后把通向楼梯間平台的門打开，并深入到所有属于該区段的房間中去。入口的門由消防队队长或小組(队)指揮員打开，其他通走廊与通往住房院落及其他地方的門都应預先打开，消防队员根据必要將門推开將其打开。

消防員进入院落或前厅之后应根据火焰或听觉測知落弹的位置。假若这样觉察不出时，应迅速而仔細地检查本区段所有房間的地板、牆壁与天花板。

发现正在燃烧的航弹后，消防員应立即采取措施，利用随身带的灭火器材扑灭它，隔离它以及扑灭已經发生的火灾。

为了能更迅速的消灭火源，消防員在进行偵察工作时，应随身携带活动式灭火器材(灭火器，桶式噴水机等)。

发现火源后，消防員应能正确的判断火势，火灾的大小、有无灭火器材，如本身无力消灭火灾，則应立即求援，同时采取措施，利用一切可能利用的器材进行灭火。

有时由于爆破弹的爆炸使建筑物造成各种破坏，救火情况可能复杂化，在进行灭火前或灭火的当时需要拆房，所以消防員經常都应随身携带最簡單的拆房工具。

若消防員人数足够时，在偵察建筑物内部的同时，还应检查房頂，借以确定燃烧航弹下落的地方；若无消防員数量

不多，則應仔細地偵察過建築物內部之后再檢查房頂；若無燃燒情況，消防員應立即返回，听从自衛消防小組的分配去幫助鄰近的崗哨與小組。

7) 撲滅燃燒航彈時的工作服 在直接撲滅燃燒航彈時，消防員的服裝有着重大的意義。消防員的動作應非常敏捷與機動，因此服裝應不妨礙動作。所以，例如一般的防雨布防火衣以及皮制的褲子、短上衣及靴子（皮制的、防雨布的或膠皮的）都是良好的防護服裝。

同時亦最好採用防雨布的或皮制的圍裙。手上都要戴上防雨布的、皮制的或膠皮的手套或無指手套。

但是消防員的臉、頸以及後腦部分還是裸露的，因而可能被熔融的金屬與熔渣的火星燒傷，所以頭上必須戴上用防雨布制的风帽。在风帽的正面應縫以不影响視綫的金屬罩網（罩網可以用眼鏡代替，眼鏡縫在风帽上）。

若無工作服（防雨布的、皮制的）與风帽，則在撲滅燃燒航彈的火焰時，可以使用任何現有的尽可能較好的防護消防員不受高溫與火焰影响的服裝（粗厚毛料衣服、棉褲、棉短上衣等）。风帽可以用從防毒面具上擰下的面罩代替，或者帶上防護眼睛，臉上其他部分加以適當的保護。

防毒面具與用密實的布（防雨布）做的無指手套必須是常備的。撲滅燃燒航彈的火災時，穿在身上的防護服最好微微浸濕。

3. 撲滅由燃燒航彈引起的火災的物品與方法

撲滅由燃燒航彈引起的火災及燃燒航彈本身的主要物品為水。用砂子來封鎖（限制）燃燒航彈的作用和火源。

扑灭这种火灾与正在燃烧的燃烧航弹的主要方法为：

用各种手提式与活动式灭火器扑灭火源；

用桶式喷水机、尾輪式喷水机，普通水桶等內的水扑灭正在燃烧的燃烧航弹以及由其引起的火灾；

用鏟子以砂封鎖燃烧航弹及由其引起的火灾；

把小口径燃烧航弹淹沒入水中；

从受害建筑物中把小口径燃烧航弹抛出去；

混合灭火法。

1) 用水扑灭由燃烧航弹引起的火灾的方法 地方防空指揮部消防队的队员到达着火地点后，首先要封鎖外部的火源、尽量阻止火势的蔓延，勿使其发展到无法封鎖的程度。

把燃气航弹周围的火焰封鎖起来后，消防員在2~4公尺以外的地方用喷水机或用桶直接經掉落燃烧航弹的地方弹坑及被烧的地方喷水或潑水，以便尽量杜絕产生隱蔽火源的可能性。

用水扑灭燃烧航弹时，假若呈现燃烧和爆响增强的现象，这說明还有未燃尽的鎂基合金或碱金属的燃烧航弹装药存在；在这种情况下，应把喷水机喷出的水柱喷到（或用桶把水泼到）落弹处的附近地方去。假若战士能为自己找到一个不大的掩蔽处，那就可以繼續进行扑灭工作，不必注意这些在扑灭过程中可能发生的不大的爆响现象，同时燃烧航弹燃烧装药残块的繼續燃烧也不应成为灭火中的障碍。可以利用門、翻倒的桌子、胶合板等进行隱蔽。

只有在落弹处把房子扒开，并在着火的地方充分的浇上水之后才能算是消灭了燃烧航弹引起的火灾。在这种灭火过程中最有效的是使用桶式喷水机、灭火器、消防水桶。

2) 用水扑灭正在燃烧的燃烧航弹的方法 曾經有过这样一种意见，認為高热剂燃烧航弹与鎂基合金高热剂燃烧航弹不可能用水扑灭，产生这一錯觉的原因如下：

(1) 在扑灭鎂基合金与高热剂航弹方面作过研究的实验者們，在灭火时所用的水量对于正在燃烧的燃烧航弹中的燃烧剂(主要是高热剂)的质量来說是很少的，完全未考虑到燃烧航弹装药的特点(例如高热剂的压缩)；

(2) 浇到燃烧着的燃烧剂或燃烧器材上的水的活力不大，因此水柱的冲击作用起不到冲击效应与冲洗效应；

(3) 对少量燃烧剂使用大量水时，并不生成在数量上足致爆炸爆炸性混合物。

能够用水扑灭燃烧航弹的論据是这样的：不断噴到正在燃烧的燃烧航弹上的水柱极为迅速地吸收弹体表面上的热，直接与弹体或燃烧剂(高热剂)相接触的水来不及分解成元素，而化为气态。这样，生成的少量爆炸性气体被水蒸汽所稀释；此时水紧接着又噴了上去，因而爆炸气体的浓度不会增高。

此外还发见，接連不断的高压水流(由2至6个大气压)能够使熔融的金属、熔渣与未点燃的高热剂或鎂基合金分离开来，因而停止燃烧。在用水扑灭鎂基合金高热剂燃烧航弹时，最初呈现的现象是燃烧加强、鎂基合金的熾燃(熔融的)火星四射，然后水流就使燃烧緩慢与减弱，最后停止燃烧。

扑灭50公斤的高热剂燃烧航弹时，在扑灭方法正确的情况下(在弹体熔开的地方扑灭)，平均用水100~150公升，用水再多的情况①很少。扑灭時間由5~10秒(1公斤的燃烧航

① 系指用自动唧筒噴水灭火。

彈)到35~40秒(50公斤的燃燒航彈)。

撲滅燃燒航彈時由滅火器(消防栓,桶式噴水機,尾輪式噴水機等)中噴出的水應為一種密集的衝擊性的水流;水的壓力越大,滅火效應就越高。

只有撲滅磷火的災害時,採用噴散的水流才較好。

以密集的水流噴往燃燒地點撲滅大口徑燃燒航彈的技術如下:消防員持著正在噴水的自動消防唧筒(內部消防栓)的水龍頭走到離航彈4~10公尺的地方,先往航彈旁邊與航彈下方的燃著物件上噴水,然後再往彈體上的熔口中噴水。

若把水噴到正在燃燒的航彈上而發生爆响與爆炸時,則持水龍頭的人應利用柱子、門等掩蔽起來,並且操縱水流勿使正在燃燒的航彈裝藥把周圍的物件點燃起來。

用桶式噴水機或尾輪式噴水機撲滅小口徑燃燒航彈時,戰士應走近航彈,使唧筒一秒鐘不停地往彈體上的熔口中噴入密集的水流。

撲滅裝碱金屬裝藥的混合燃燒航彈時,操作方法與上述相同。

3) 把小口徑燃燒炸彈沉入水中的方法 把燃燒炸彈沉入水中熄滅的方法如下:消防隊隊員戴好風帽後,迅速地从正在燃燒的炸彈尾部(假若裝的是彈頭引信)或頭部(假若裝的是彈底引信)走到能够直接用手(手上套有防護物)或用普通工具可以把航彈拿起來的地方。消防員把炸彈拿起後,將其拋入放有尽可能多的水池、木桶、槽或水桶中。

只有5公斤以下的小口徑燃燒航彈才可以採用沉水熄滅法。

4) 利用輔助工具搬走與拋棄燃燒航彈的方法 小口徑

集中燃烧航弹主要是用于对易燃建筑物或轻型顶盖的建筑物的纵火。

假若能用适当的工具迅速地把航弹与易燃物体隔离开来，或者把它抛出室外，就可以大大降低小口径燃烧航弹的燃烧作用，在很多场合下，甚至可以将其作用封锁起来和使其降低到接近零。

在某些情况下，可以用工兵镢、土镢、叉子、钳子、铁子、捞钩或直接用手把正在燃烧的小口径燃烧航弹或其残块从室内抛出去。用镢、其他工具或手把航弹拿起来后扔到街上、院子里或室内的炉灶中等地方去。

受害地点在顶楼上时，可经过天窗把小口径燃烧航弹扔出去，在室内时可经过窗子扔出去。冬天当窗户紧闭且糊贴起来的时候，须把玻璃打碎，迅速地把小口径燃烧航弹从窗子里扔到街上、院子里或马路上去。

因为在空袭威胁的时候进行预防的一个必要条件是把院子里的易燃物和易燃材料（刨花、木板、木柴、废物、破布等）都收拾干净，所以小口径燃烧航弹从窗子里扔出来之后，它只在土地上、马路上和石头上等进行燃烧，这样就不致引起火灾了。

若为弹头引信燃烧航弹时，须拿着铁子或钳子从弹尾方面向其走近，用钳子钳住弹尾将其钳起，若为弹尾引信燃烧航弹时就钳弹头。

叉子最好使用四齿叉或八齿叉；叉子的用途不仅是扔小口径燃烧航弹，并且可以用来收集高热剂燃烧航弹燃烧后剩下的炽热熔渣。用叉子把正在燃烧的航弹夹到叉子的齿上，将其从室内抛出去。若高热剂燃烧航弹装药完全燃尽时，处

理方法也是如此：用叉子把高热剂熔渣、高热熔鉄以及弹体残片夹起来扔出去。

在很多情况下直接用手来扔小口径燃烧航弹并无大的危险，相反，若为弹头引信时(从头部燃烧)，这样作倒能保证消灭火源工作的机动性。

为避免火灾范围的扩大，扔航弹的工作应进行得非常迅速。然后必须仔细地要把扔航弹时所经过的整个道上落下的正在燃烧着的火点都清除干净，并须注意扔到桶、槽与砂箱中的航弹的情况。

5) 联合扑灭法 实质上就是包括上述各种方法一切方面的一种方法。当投下的小口径燃烧航弹卡在及躺着落在房顶上，并在房顶上燃烧而造成大量火源时，这种方法使用的最多。消防員发见这种大量火源的情况后，立则发出警报信号，所有队里无工作的人员都根据信号奔向火源去。一切现有的随手器材：鏟、砂、撬棍、鋸、斧子、接内部消防栓的活动水龙皮带、梯子、水桶等都带到有火源的地方来。

有效地与燃烧航弹作斗争的方法是收拾干净灾场上的易燃物以及妨碍工作的物件，采用鏟除法、沉水法、浇水熄灭法、砂土封锁法等消灭投下的许多燃烧航弹，以及准备灭火器材、拆房等。

在拆房和灭火的过程中，消防人员应作到：

鏟除建筑物中的航弹、用水、干砂熄灭或封锁就地的燃烧作用等；

阻止火焰在板壁间，各层楼板中间以及通风室的空間中蔓延；

把飞散的燃烧剂的残留物或其他燃烧产物都完全清除干

淨(从火源及室内)。

假若燃烧航弹的装药无法用水扑灭时，应使之在携带桶式喷水机的消防战士的监视下燃尽，勿使火焰蔓延。

若消防小组(队)或居民消防组的人员由于缺乏必要的消防设备而无法战胜已经发生的火灾时，应采取措施阻止火焰蔓延到已被火烧到的房屋以外去，同时向消防队求援。

6) 用砂子封锁燃烧航弹及由其引起的火灾 若无水时，可以用砂子、干土、碎泥来扑灭由燃烧炸弹引起的火灾。这种封锁火灾的方法只有当火源不大时才有效，并且主要是当航弹未穿透地板或楼板而在其表面上燃烧时才有效。当航弹钻入建筑结构的深处并产生了隐蔽的火源时就难于用砂子、泥土及其他干的物品扑灭了。应该知道，砂子不能熄灭高热剂燃烧航弹及镁基合金-高热剂燃烧航弹，而仅能封锁火源。砂子、炉渣与泥土不是高热剂及镁基合金的灭火器材，但是它对于燃烧航弹的火源的封锁作用却是有足够效应的。砂子能够使正在燃烧的火源与空气中的氧隔绝，因而能够封锁某些燃烧剂的燃烧作用。

砂子、泥土、碎泥应存放在容量约50公斤的砂箱里；这些物品用于扑灭混合燃烧航弹的易燃装药（煤油、汽油、石油）和为正在燃烧的高热剂燃烧航弹及镁基合金-高热剂燃烧航弹铺制垫层最为有效。消防员迅速地用镢子在航弹的旁边铺上厚5公分的一层砂子(土)，然后用镢、钳子或叉子把燃烧航弹拖过来，翻转放在此垫层上，以便防止高热剂的铁和熔渣与毫无防护的木料接触。在燃烧航弹的燃烧过程中应往航弹上不断的撒砂子。

往燃烧航弹上与燃烧物的微粒上撒上砂子之后，应等待

20~30分钟，然后把残留物用鏟、手鏟、鉗子等从室内清除出去。

把燃烧航弹的残留物与砂子清除出去之后，必须检查一遍地板与顶盖。砂子、土等物品还可用作当航弹卡在顶盖上而从上面流下燃烧生成物时的垫层，以此防止火焰蔓延到下层楼房或住室内。航弹用水扑灭。

7) 成群投弹时扑灭小口径燃烧航弹的方法 在夜间轰炸的条件下完全有可能由较低的高度在15~25公尺的一块面积上成组地投下4~5颗小口径(1~2公斤)燃烧航弹，这种事情也是曾经多次发生过的。

在这种复杂条件下(数颗航弹彼此相距很近)，要求灭火人员应具有最高度的机动性；他应该能够迅速地由一颗航弹转到另一颗航弹去，同时把航弹对于周围陈设或物体的燃烧作用封锁起来。

扑灭航弹时必须能迅速地判定每个航弹的燃烧阶段，预防燃着燃烧剂火星的伤害作用，准确地断定航弹是否已被扑灭、迅速地把水流喷到燃烧得最熾盛的燃烧航弹上去，以便进行扑灭，同时估计此组燃着的燃烧航弹对于建筑物的烧损性质。总之，扑灭的成功与否决定于机动性、灵活性与主动性。

8) 在烟幕条件下扑灭燃烧航弹的方法 在磷燃烧航弹炸开后造成烟幕的条件下扑灭燃烧航弹是一件很困难的工作。因为当磷弹在空地上炸开后所产生的使人只能看3~4公尺远的浓密的烟云，在无风的天气里能够保持4~5分钟的时间。

当磷弹在建筑物内部炸开时，必須采用吸烟机^①（假若有吸烟机时）进行排烟，同时，采用喷雾机破坏烟幕和扑灭飞散开来的航弹装药。

假若用水扑灭磷弹火焰，則必須注意切勿以极其强烈的水流直冲着磷喷射，而須要仔細地往上浇，不要着慌，不要用水流的冲击把磷喷溅到四方去。在任何情况下，采用能把水喷为雾状的优良喷雾机，是扑灭磷弹最好的方法。

由磷弹燃起的火灾扑灭后，必須分派消防員值班看守，以防重新燃烧。

應該注意，磷的燃烧生成物、磷与空气中氧的化合物、以及磷酐都会对呼吸器官发生作用。在扑灭与封鎖磷弹爆炸所发生的火源时，必須戴上防毒面具。

为了消散磷弹所造成的烟幕，必須采用喷雾机。水雾喷到烟雾的深处后，由于磷酐的强烈吸湿作用，和由于水的作用而使磷酐很快地变为偏磷酸，这样很快即能使烟幕消灭。

9) 夜間（灯火管制时）扑灭燃烧航弹的方法 在夜間（灯火管制时）进行扑灭燃烧航弹的工作具有一些战术方面的困难。

在黑暗中寻找正在燃烧的燃烧航弹是不太困难的：其火焰在 1 公里之外即能很容易地看到（特别是鎂基合金-高热剂航弹）；燃烧航弹若正在室内燃烧，則寻找起来就在白天更容易了。

夜間扑灭燃烧航弹的一个主要特点，是在通往燃着的燃烧炸弹的道路上沒有照明，这一点会影响到消防員們带着灭

^① 不言而喻，吸烟机只有职业消防队才能使用，而且不是所有的职业消防队都能有吸烟机，因为給消防队配备吸烟机只是一种个别的情况。

火器材到达弹着点的时间。

在楼梯間、走廊、頂樓里裝置活动的照明灯(蓝光)，可以在很大程度上便于进行扑灭燃烧航弹的工作。

夜間走近燃烧航弹、扑灭它和鏟除它的一般战术与白天扑灭燃烧航弹的方法一样。

應該記住，大多数敌机的空襲与轰炸都是在夜間进行，并且都是一开始先投下大量的燃烧航弹作为定向标记，下一步再往被照明了的目标上投爆破航弹。

每一处火灾，一个最微小的燃烧的地方、甚至在地面上燃烧着的一颗燃烧航弹在夜間都能成为敌人的定向标记。因此消防工作的一个首要的而且也是必要的任务就是迅速地消灭一切外露的火灾、燃烧的住房、落在地上的燃着的燃烧航弹，使远离建筑物的地方，地面上，甬道上等地方，都没有火焰存在。

10) 在有毒剂的条件下扑灭燃烧航弹的方法 战争时，敌人使用带毒剂的燃烧器材的可能性是不可避免的。譬如，敌人可能使用在装药中加有毒剂的混合燃烧航弹，这种毒剂由于高热升华作用而弥漫到室内的空气中，給进行扑灭航弹工作的消防員造成中毒的威胁。在扑灭燃烧航弹的一切场合下消防員都必須隨身携带防毒面具；戴上防毒面具进行灭火需要有一定的习惯，因为戴上防毒面具会大大限制战士的灵活性。測定室内的毒剂时，可以根据气味、对眼睛及鼻咽器官的刺激作用或者使用指示表或气体測定器。

当发生头晕、呕吐、十分发痒、咳嗽、鼻咽器官感到强烈的刺激作用、打喷嚏和流淚时必須立即戴上防毒面具，因为这些象征能够說明有毒剂存在和在燃烧航弹中使用了

毒剂。

必須永远記住，象磷、高热剂、鎂基合金等这些燃烧剂的燃烧生成物都沒有毒性。

当大气中有毒剂而戴上防毒面具进行扑灭航弹时的一个主要特点是呼吸困难，以及由于眼鏡蒙汗而能见度降低等；在这种情况下擦眼鏡是沒有時間的；离开航弹或从室內走出来縱然几十秒鐘，亦可能使下一步扑灭航弹的工作复杂化。遇到这种情况时，永远應該預先在眼鏡的里面涂以防汗保明膏。

当这种混合燃烧航弹放出的持久性毒剂使一个地区染毒后，在此地区里进行工作的消防員应穿上坚固的专用防毒鞋，以保护脚不受液态滴状的持久性毒剂的侵害，穿上防毒內衣及全套防毒服装以保护身体不受毒剂气体的侵害，用防毒面具保护眼睛和面部，戴上手套及无指手套保护手的关节。因为扑灭燃烧航弹，即使是大口径燃烧航弹的時間也不过是3~5分钟，所以不需要用防御持久性毒剂的专用防护服。只有在被化学航弹染毒的地方，有大量持久性毒剂存在的地方和燃烧航弹得很熾烈的地区內工作时才需要用专用防护服，以免受到持久性毒剂的侵害。

正当航弹燃烧时，不要对室內的持久性毒剂进行測定，因为这时首先須要急速的消灭航弹的燃烧作用，待这项工作完毕之后，再进行寻查持久性毒剂和消毒的工作。

在染毒和有持久性毒剂作用的条件下进行灭火和扑灭燃烧航弹的战术和在一般条件下扑灭燃烧航弹的战术一样。

当扑灭燃烧航弹或由燃烧航弹引起的燃烧和火灾的工作在被持久性毒剂沾染了的地区內进行时，消防人員們必須穿

上防护(防毒)服。

11) 扑灭含碱金属的混合燃烧航弹的特点 含高热剂与碱金属的混合燃烧航弹能引起火灾,同时还給用水扑灭这种火灾时造成一定的阻碍。这种航弹的燃烧分下列几个阶段进行:高热剂装药燃烧并将弹体烧穿,碱金属(鉀、鈉)熔融并燃烧;高热剂装药与碱金属同时燃烧;碱金属或高热剂装药燃烧。

从灭火的观点来看,第二个阶段是最危险的,因为在常温下活性就非常巨大的碱金属,当其为气态时就更成为一种具有高度活性的物质,很难扑灭。

当往燃烧着的航弹上浇水而发生爆响与爆炸时,持水龙者应利用柱子,翻倒的桌子、門、胶合板等进行掩蔽,并設法操纵水流,勿使熔融的燃烧剂的火星从航弹上熔穿的孔中飞溅出来,以免把周围的物件点燃。

12) 扑灭德国BB-1EA型带爆破筒的小口径燃烧航弹的方法 为了沮喪居民和地方防空指揮部消防人員的士气,敌人往往投擲占所投普通型的1公斤鎂基合金-高热剂燃烧航弹总数5~6% BB-1EA型带爆破筒的燃烧航弹,这种航弹当其装药燃尽后能够爆炸:在爆炸的同时,熔融的鎂基合金与弹尾(鋼的)冲制榴弹的破片向四处横飞。

扑灭带爆破装药的鎂基合金高热剂燃烧航弹的方法是将其沉入水中(夏天)或塞入冰孔(穴)里(冬天)。这种扑灭工作須在最短的时间內(不迟于1分鍾10秒~1分鍾20秒)完成,即在航弹开始燃烧后立即完成。

在扑灭过程中很难辨明是带爆破筒的BB-1EA型鎂基合金高热剂燃烧航弹还是普通鎂基合金高热剂燃烧航弹;消

防小組的消防員在該場合下都应迅速而果斷地进行工作。

用消防栓与唧筒不停地往弹体及其尾部上浇水，以使其很快地冷却，这样也能扑灭带爆破筒的燃烧航弹；还可利用各种工具或手在上述時間范围内把它抛到街上去或者用砂扑救。不过后一种方法不能使航弹的装药停止燃烧；热源在砂层下面依旧保留，最后仍要发生装药爆炸，只是爆炸的时间稍稍延长(不是經過 1 分 10 秒～ 1 分 45 秒爆炸，而是經過 2～2.5 分爆炸)。砂子必須大量使用(用袋子装砂子时每袋須不少于 16 公斤，用箱子装砂子时每箱須不少于 50 公斤)。

迅速地把一箱砂翻扣在第一分鐘內移置于砂堆中之航弹上，装药爆炸后把燃烧航弹的碎片收集到装有水的桶中，然后拿到室外去。

若在第一分鐘之內不能把航弹沉入水中、塞入冰孔(穴)中、从室內抛出去或用砂子盖起来时，則必須用水流来扑灭它，在这种情况下可以利用任何翻倒的桌子、墙垛子、山墙及烟囱等进行掩蔽。

在由于水桶、砂箱或砂袋不够而无法迅速扑灭航弹的院落里，預防弹片破坏作用极为可靠的一个方法是挖坑、坑宽 30 公分，长 70 公分，深 1 公尺。每个院落里挖坑的数目根据地方条件来决定，但同时須考虑到，落入院內的航弹要在第一分鐘內即将其抛入坑內和用土掩埋起来。冬天可以用冰坑或大雪堆来代替土坑。

扑灭其他型式的德国燃烧航弹的方法，如扑灭一公斤燃烧延期航弹，两公斤鎂基合金高热剂燃烧航弹以及叶片航弹的方法与前面講过的扑灭其他种燃烧航弹的方法毫无差別。扑灭这些航弹的用品为水与砂子，而方法与扑灭輕型燃烧航

弹的一般方法同。

在解除这些型式的燃烧航弹的危害性时应该注意，为了避免重新燃烧的危险，无论如何不应将德国一公斤延期燃烧航弹留放在被这类航弹所烧害过的室内、建筑物内等。

在解除叶片航弹的危害性时，应组织进行迅速蒐集叶片的工作和仔细检查所有被其烧害过的区域。蒐集叶片应使用鏟子、鋏子(輕便的)与带有金属末端的木棒(末端上穿有賽璐珞片)。在任何情况下，都必须避免挤压、摩擦、及针刺叶片中间的含磷的圓板。叶片应收集于装满水的桶中。最有效的扑灭燃烧着的叶片的物品为湿砂或湿土。

叶片收集起来后在土坑或砂坑中予以销毁或埋于深达0.5公尺的地下。

13) 冬季扑灭燃烧航弹的方法 水是春夏秋三季扑灭燃烧航弹用的主要物品。冬季，特别是在顶楼上和在建筑物中无采暖设备的房子里，水就会结冰，因此，在很多情况下这对于楼房与建筑物等的防火安全问题是一种威胁。

冬季时为了貯水防冻必须：

(1) 在城市的建筑物内的备用消防水应尽可能放在寓所中、楼梯间及有采暖设施的顶楼楼中，总之放在有取暖设备的地方；

(2) 在乡村的建筑内可貯放在家畜圈内、养禽室内、顶楼内及烟囱旁边的房子里。

还可以尽量利用冰，冰可以貯放在桶、槽及其他日用容器中。

小口径燃烧航弹可以放在内壁和底部由于涂湿雪而结满冰的普通槽子内进行扑灭。

在頂樓上、在沒有采煖設備的地方用槽子准备一些直径15~20公分，深50~60公分的冰孔，利用建築物近旁街上的这种尺寸的冰孔、利用雪堆和雪塼能够保証封鎖住或在某种程度上封鎖小口径燃烧航弹（尤其是鎂基合金高热剂燃烧航弹）的燃烧作用。

燃烧航弹抛入冰孔(穴)中后，由于冰融化后所生成的水的影响，它在冰孔(穴)中以較低的燃烧效应部分地燃烧或燃尽。在冷頂樓里最好至少放置两个装有雪孔的桶，或在每一层頂樓上放置两个底与壁上結滿复冰的桶。

总之，冬天在住室內，主要是在頂樓上以及在没有采煖設備房子(杂物房、庫房)里把水貯存好，使其不致結冰以备扑灭燃烧航弹的火災是有很大的意义的。

假若直接扑灭燃烧航弹可以利用在槽、桶及其他容器中准备的冰（在普通槽子的底与壁上复以浸湿的雪，然后使之結冰而形成的冰孔）进行扑灭，而在扑灭由燃烧航弹所纵起的火災(特别是当在平面上时)时沒有水就极困难了。

冬季消防小組的人員扑灭住室与其他房子內的火災时，应采用以价格最便宜当地容易买到的盐类所配制的难冻水溶液。

配制难冻水溶液时可以使用：

- 1) 氯化鈉(食盐)；
- 2) 氯化鈣；
- 3) 氯化鎂；
- 4) 氯化鉀及許多其他当地易得的盐类，例如——氯化銨等。

利用上述盐类所配制的水溶液的冰点见下表：

鹽 的 名 稱

氯化鈉(食鹽)		氯化鈣		氯化鎂		氯化鉀	
鹽的數量按 公斤/公升 計(%)	冰點 (°C)	鹽的數量按 公斤/公升計 (%)	冰點 (°C)	鹽的數量按 公斤/公升計 (%)	冰點 (°C)	鹽的數量按 公斤/公升計 (%)	冰點 (°C)
2.7	-1.580	5.1	-2.60	2.4	-1.12	2.5	-1.1
8.9	-5.17	8.5	-4.2	7.5	-4.7	7.9	-3.5
15.5	-9.41	22.0	-15.2	15.1	-13.7	14.8	-6.5
30.4	-21.12	34.9	-29.8	28.9	-33.5	24.4	-10.6

鹽量的計算（例如，在大容器中預防水結冰所需用的氯化鈣量）可按下表：

槽的容量，以俄斗 (120~130公升)計	氯化鈣的數量， 以公斤計	溶液冰點，以 °C 計
10	11	-5
10	17	-10
10	21	-15
10	25	-20
10	30	-25
10	36	-30
10	39	-40

在很多情況下(當水的貯備量足夠時)可用爐灰(把炭篩出去)製備難凍水溶液。設往 1 公升熱水中加入 1 公斤爐灰，水經過煮沸與過濾後約含 4 % 被溶解的物質(主要為鉀鹼)。用這種方法配制的水要在 -20° 的溫度下不凍，它的濃度應為 20~30 %，因而需要以同一分水以灰進行多次(4~6 次)處理。

須要這樣進行反復處理的原因是由于當灰與水的比例為

1:1时已經成为一种粥状的东西了；此外，由于水被灰吸收因而損失了大量的液体；采用压榨措施可以减少这种損失。

因此，要使 1 公升水于 -20° 的温度下不致結冰，需要使用 6 ~ 7 公斤篩过的炉灰。从这样多的炉灰中用上述方法可以浸出 250 ~ 300 克可溶性的盐（主要为鉀碱）来。装难冻水溶液的槽及装冰孔的槽在每一个頂楼防火間里至少应各有一个。

砂子在冬天应貯存在接触不到雨雪的地方，以免浸湿和冻結。

当消防組織的人員无法扑灭已經发生的火灾时，应采取措施把火焰封鎖在已經被火烧着的房屋范围内，并向区消防队或市消防队求援。

請求上述消防队来火灾区时，可以利用电话或者派遣信使，在信上注明发生火灾的地点、大小、火势及准确地址。

从召請的消防队到达现场后开始，居民消防小組的人員要听从消防队队长的指揮，执行他所发出的一切迅速消灭火灾、救人和搶救財產的命令。

由区或市消防队把火灾扑灭后，澆水、拆除烧毁的房屋及守卫火场等工作一律由消防小組的人員負責进行。

把燃烧着的燃烧航弹及由航弹所造成的火焰与火灾扑灭后，須仔細检查一切受害的场所与建筑物。检查时应特別注意有空洞与能燃烧的填撒物的結構部分。为了检查和清除能造成新火源的熔渣和燃烧剂的残块，在火场上应設置守卫人員，守卫時間及守卫員的数目由救火負責人根据具体情况确定。

14) 根除燃燒航彈燃燒后患的方法 把燃烧航弹及周围

设备的火焰扑灭后，須把未燃烧的带有剩余装药的弹体从受害现场拿开；噴散出来的以及弹体外面的燃烧剂残留物（已燃烧的及未燃烧的）也必須清除干淨。清除这些残留物时必须慎重。清除受害现场上的高热剂鉄与熔渣时使用带刮刀的手鏟、鏟子、鉄棍、叉子等。在有高热剂反应产物的地方須浇以水；凝固燃料及鎂基合金的残留物也应清除出去。磷則須十分小心地收集到装满水的桶中。对于磷燃烧的地方須仔細进行检查，用刮刀、鏟子、斧子等刮除干淨，磷燃烧航弹的残留物埋在院子里深半公尺的地下。須要特別慎重地对待把一种燃烧剂（例如磷）的残留物与另一种燃烧剂（例如与鈉）的残留物混于一起的問題，类似这样的混合是不允許的。

火灾扑灭后必須：

- （1） 启开燃烧航弹烧过的地方，仔細检查，浇以大量的水；
- （2） 仔細搜集燃烧航弹的残留物，将其由建筑物中清除出去；
- （3） 在受燃烧航弹烧害过的地区設置守卫人員，仔細監督該地区 5～6 小时，以防再次起火；
- （4） 此时应特別注意有虛頂及能被燃烧的填充物的結構物；
- （5） 发现有还未炸的延期燃烧航弹及爆破炸弹，以及“瞎火”的炮弹时，必須立即通过街道防空指揮部的领导人通知区地方防空指揮部的领导人：这些航弹的鏟出、清除与消除其危害性的工作都只能由地方防空指揮部的特別消防队来完成。发见延期爆破航弹或燃烧航弹，总之，未爆炸的航弹后，無論如何不准动它，不得由消防小組来清除；

(6) 发见磷的装药后，必須采取一切措施，特別仔細地把磷由受害现场清除出去，以免再次燃烧；

(7) 如建筑物的一部分的坚固性受到了火焰的損害，則应以适当的方法进行加固，若为孤立的高烟囱及其他結構物，則可以拆掉或放倒。

扑灭火灾的工作完毕后，須进行对于下次空襲的准备工作：貯水及貯砂；重新填充已經使用过的灭火器；把消防装备及用品整理就緒；給沾染持久性毒剂的器材消毒。

4. 战时群众組織消防措施

1) **消防勤務的組織** 前面已經講过，与敌人轰炸所引起的火灾进行斗争是否能获得胜利，决定于工业企业及机关里的工人与职员以及居民区里居民的組織程度。

在战争时期应把組織居民进行防火的問題提到极高的原則高度。注意出版和推广宣传各种指示、命令、指令、备忘录、告众书、色彩鮮明的宣传画等。所有这些宣传材料的主题主要都应反映在居民区里以及工业的各个条件下如何遵守消防制度与扑灭燃烧航弹的方法的問題。

應該利用：无綫电、报纸、杂志、电影等进行宣传，以及利用与燃烧航弹引起的后果进行斗争的强大杠杆，如：扑灭燃烧航弹的示范表演、試驗涂料与浸料的耐火性的实验，进行燃烧航弹的作用及防御方法的講演与报告，同时以实际表演来配合等方法进行宣传教育。

不可忽視通訊聯絡工作(电话、步兵通訊、騎兵通訊)。譬如，應該拆除私人用户的电话机以增加中央調度站以及城市公用电话机的台数；居民崗哨和巡邏哨利用这些电话机可

以向中央調度站报告情况。在必要的聯絡站上为防止电话联系发生故障应設置复綫电话，亦可能利用人工送信訊、声响信号、灯光信号、无綫电等进行聯絡。

对于高处观测勤务（观测燃烧航弹纵火的情况）应給予足够的重視。这一巡邏勤务能够使城市的消防勤务及时地获得一切有关发生火源的情报，因而采取必要的措施把火源扑灭。

在通訊工具不多有时甚至很有限的城市里，高处观测勤务具有极重要的意义。执行这一勤务的应为有經驗的及熟悉本城街道布置情况的观测員，他們应能立即（特别是在夜間）确定发生火源的区域，甚至街道。高处观望楼上应装設能与城市消防机构連系的电话。

高处观测員应备有最簡單的掩蔽設備用以防避高射炮兵的弹片。观察員应有望远镜。在其职责范围中应包括：确定火源的地点，注意火灾的发生情况，发展情况以及扑灭情况。

对已拆毀无用而又可燃的建筑物或火灾危险性很大的建筑物、在可燃的頂楼結構上涂耐火涂料及浸耐火浸料、挖水坑以及一系列其他重要的預防措施必須給以极端的重視，这些預防措施虽然是間接关系，但是在与預防和防空有关的全部問題中是十分重要的。

2) 战时的消防供水 在防御燃烧器材方面所須的消防供水問題具有极端重要的意义。自来水站是每一个居民区和工业企业的重要中心之一。水——是进行灭火的重要手段。因此，敌人在最初空襲时首先企图破坏水源。

由于这样一种原因，所以在大多数城市里及工业企业中

首要的一項消防措施，应为設法保証不断地供給消防用水和建立消防用水的补充水源。

这类措施的内容包括：建造人工貯水池网（用建筑物的地下室作貯水池），建立副水泵站，在街道上因地制宜地布置一些貯水容器等。

这类措施主要包括下列各項：检查城市现有的供水系統；制定主要自来水管道路一旦毀坏时保証灭火工作不停进行的一系列的补充行动办法；加强水泵站、供水設施、副水泵站的能力；勘察备用水源地扩大貯水池的容积；增加主要上水道的数量，以增加其供水能力和使其分散开来；鋪設自来水补充干道并在干道上装置补充的簡易消防栓以增加自来水支管网的流水能力；在支管网上装置补充的活門，以便当发生事故时切断該段管的水而进行修理；在貯水池旁装置手动式固定消防唧筒；鋪設通往天然水源地的通路，以便在救火时可以把它利用起来；在建筑物地下室里貯滿消防用水；在浅水河与枯水河的岸边建筑几个用沟道与河床相通的深塘（塘中貯水，以备救火之用）。此外應該解决下列問題：建筑挡水壩或堤堰以在沟渠与凹地貯水；建筑冬季保暖的并有通路与往其中放消防栓吸水管設施的人造貯水池；把居民点中下水道綫路或其他废水收集池利用起来进行灭火（經過检查井或用能使其中水位提高的挡水板）的問題；在居民家中、机关及企业中貯存水，以备地方消防队利用它的問題，以及其他許多这一类的問題。

3) 消防队在与燃燒航彈引起的火災斗争的工作 战时、在大量使用燃烧航彈与爆破航彈襲击的条件下，消防队的勤务与作业是极端复杂的。

在同一時間內發生多處火災，這就要求消防人員們極端緊張的進行工作並充分利用技術。

出發救火的主要為一部消防車，並且必須以一個消防小隊的力量，在敵機不停地的進行投彈、機槍掃射的條件下來解決最複雜的戰術問題，因而消防隊員們不僅要有最大的主動性、毅力與頑強精神，並且要有勇敢和自我犧牲的精神。

戰時，消防隊的隊員必須比任何時期都更加清楚的瞭解其所服務的区域及出差區內的物體，工廠、車間、工事、大型建築物的特點（結構特點與技術特點），特別是對於水源地的位置更要熟悉。

空襲時撲滅大的火災（大機關、大型建築物等）時，須採用與和平時期普通撲救法不同的撲救戰術。譬如，夜間不應為了阻止火災的蔓延而把房頂揭穿，因為從窟窿里竄出的火焰會把城市的一個角落照亮，使敵機把它用作為定向標誌。

當由於煙太濃和溫度太高而無法在頂樓中工作時，允許在離火災邊緣10~15公尺的地方打開天窗和揭穿房頂排煙，在頂樓中揭穿房頂的一面應有一支噴水水龍頭。第二支水龍頭從第一支水龍頭的對面噴水，以便攔阻火災，使其不能沿着頂樓往兩方蔓延。第三支水龍頭支援第一支水龍頭，以便最迅速地撲滅火災，或者當火焰轉移到下層樓房中去時，可以去支援使用噴水機救火的消防小組。

為了使水流能夠最有效地噴射到火焰上，水龍手應盡量選擇一個最靠近火災邊緣的位置。

最後的消滅火災，澆水及拆除燒壞的結構物的工作由消防小組（居民）來完成，消防小組可以吸收其他居民消防小組來參加這一工作。

小队里战斗班的每一个战士都有自己的职责，应该迅速而准确的完成其职责以保证全部任务的完成。在这一方面，水龙手在火灾中所起的作用特别巨大而重要。往往火灾的扑灭，而更重要的是扑灭火焰和消灭发光定向标记的工作，都决定于其选择最方便的立脚点的技巧、使用水龙头和操纵水流的技术及其本身所表现的主动精神。

当扑灭火灾的用水不够和为了保护附近的建筑物时，可利用拆除火灾区附近的建筑物及栅栏的方法造成一种人工隔离地带。这一工作可以利用居民和接到火警后赶到的消防队的后备人员来进行。进行这类工作时，使用救火搭钩杆及铁钩。

在布置救火车、堆放救出的财产与材料、以及拆除建筑物时，应考虑到风向及火灾蔓延的可能性。

再有，在救援力量到达之前及自动唧筒开动喷水之前，应吸收着火的街道及其附近街道上的居民消防组与所有居民带着水桶、搭钩杆、斧头来参加救火工作。

持拖带、笞带与系绳水桶的人们应分布在房顶上；把水递给他们往房顶上浇水及扑灭落到房顶上的火星与燃烧的木块。

综上所述，在灭火战术方面主要地须采取下列措施：采取一切措施最迅速地消灭可作敌机定向标记的火焰；在扑灭火灾时为了能最迅速地扑灭火焰，应采用喷水直径较大的水龙头；赶到火场的每一个小队首先应准备好第一支水龙头并开始喷水，其次准备其他的水龙头喷水；当机关与住房的顶楼中发生火灾时，一般地不把着火房子的房顶揭开进行排烟，以免火焰冒出成为敌人的定向标记。只有在特殊情况下，才

可以把房頂揭開進行排煙，在房頂揭開處應用水龍頭噴水，以便很快的撲滅火焰。當發生極端慘重的大量的火災時，為了防止火焰蔓延，可以用拆除建築的方法來隔斷火焰。這些工作可以利用居民來進行，用搭鉤杆來拆除建築物。

空襲警報期間內的最后消滅火災和澆滅燃燒建築物的工作由當地居民來完成；必要時可留下1~2個消防員進行指揮。

上述的一些措施當然不能將消防隊與燃燒航彈所引起的火災作鬥爭的工作概括得詳盡無遺。這種工作在很多情況下是不可預料的，不過，那些情況，不是本書所要涉及的內容。

最后應該指出，戰時利用一切消防措施來與敵機投下的燃燒器材進行鬥爭的任務，只當動員了廣大人民群眾和無數的社會團體都來參加時，才能獲得全面的決定性的勝利，也只有如此，消防隊，地方防空指揮部的消防組織，以及沒有組織起來的群眾才能完成加在他們身上的一切任務。

**附录1 燃燒器材裝藥中最通用的基本二元
混合物一覽表**

序号	混合物成分	含量 (%)	火 焰 的 顏 色	燃 烧 反 应 方 向
1	硝酸鉀..... 鎂.....	63 37	耀眼的白色	$2\text{KNO}_3 + 5\text{Mg} = \text{K}_2\text{O} + \text{MgO} + \text{N}_2$
2	硝酸鉀..... 鋁.....	70 30	“	$6\text{KNO}_3 + 10\text{Al} = 3\text{K}_2\text{O} + 5\text{MgO} + \text{N}_2$
3	硝酸鉍..... 鎂.....	69 31	“	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 5\text{Mg} = \text{BaO} + 5\text{MgO} + \text{N}_2$
4	硝酸鉍..... 鋁.....	74 26	“	$3\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 10\text{Al} = 3\text{BaO} + 5\text{Al}_2\text{O}_3$
5	氯酸鉀..... 硫.....	72 28	微藍色	$2\text{KClO}_3 + 3\text{S} = 2\text{KCl} + 3\text{SO}_2$
6	氯酸鉀..... 鎂.....	63 37	耀眼的白色	$\text{KClO}_3 + 3\text{Mg} = \text{KCl} + 3\text{MgO}$
7	氯酸鉀..... 糖.....	78 22	白 色	$8\text{KClO}_3 + \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = 8\text{KCl} + 12\text{CO}_2 + 11\text{H}_2\text{O}$
8	硝酸鉀..... 虫胶.....	80 20	白 色	$12\text{KNO}_3 + \text{C}_{16}\text{H}_{24}\text{O}_5 = 6\text{K}_2\text{CO}_3 + 9\text{CO} + \text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + 6\text{N}_2$
9	硝酸鉀..... 松香.....	85 15	“	$66\text{KNO}_3 + 4\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}_2 = 33\text{K}_2\text{CO}_3 + 47\text{CO} + 60\text{H}_2\text{O} + 33\text{N}_2$
10	硝酸鉀..... 依琪托尔.....	87 13	“	$90\text{KNO}_3 + 2\text{C}_{48}\text{H}_{47}\text{O}_7 = 45\text{K}_2\text{CO}_3 + 45\text{N}_2 + 51\text{CO}_2 + 47\text{H}_2\text{O}$
11	硝酸鉍..... 虫胶.....	84 16	淡綠色	$6\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{C}_{16}\text{H}_{24}\text{O}_5 = 6\text{BaCO}_3 + 9\text{CO} + \text{CO}_2 + 6\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$
12	硝酸鉍..... 依琪托尔.....	90 10	“	$45\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{C}_{48}\text{H}_{47}\text{O}_7 = 45\text{BaCO}_3 + 45\text{N}_2 + 51\text{CO}_2 + 47\text{H}_2\text{O}$
13	硝酸鉍..... 松香.....	87 13	“	$33\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}_2 = 33\text{BaCO}_3 + 47\text{CO} + 60\text{H}_2\text{O} + 33\text{N}_2$

附注：第5、6、7号基本二元混合物在燃燒器材(燃燒航彈)裝藥中不使用；只有破坏性燃燒器材才使用它們(特別是7号基本二元混合物)。

附录 2 最通用的燃燒剂的燃燒特征

根据火焰的顏色很难迅速地判断正在燃燒着的燃燒剂的种类，但是根据許多外觀特征則可以判断出来。数种燃燒剂燃燒的特征如下。

1. 濃縮(凝固)燃料 按其种类的不同具有石油、煤油等的特殊气味。火源数目众多或連成一片燃燒并大量冒烟，烟为黑色。
2. 帶有含氧混合物的濃縮燃料 特征同上。燃燒熾烈，火焰发光比較强烈并冒火星。
3. 高热混合物 火焰为黃色，明亮眩目；微微冒烟，熔融的鉄与熔渣四外飞溅与流溢。
4. 凝固(濃縮)燃料与高热剂的混合装药 火舌飞騰(凝固燃料点着时)。由于凝固燃料燃燒不完全冒出很多烟屑，烟为黑色。中心为燃着高热剂的明亮而眩目的火焰、火星飞溅，并向四处溢流。随凝固液体种类之不同微具石油、煤油味。
5. 磷与高热剂的混合装药 高热剂燃燒的火焰明亮眩目，磷的火焰較弱。冒低沉的白色烟团。石蕊試紙用水浸湿后放到烟氛中变成紅色。
6. 鎂基合金 火焰呈兰白色，明亮眩目；并放出白色低沉的烟，薄薄的籠罩在燃燒的地方。
7. 鎂基合金高热剂 最初为高热剂燃燒所发出的微黃色明亮眩目的火焰，然后出现鎂基合金的兰白色明亮眩目的火焰并冒低沉的白烟；燃着的鎂基合金作脈冲式的噴射。
8. 磷 火焰白色明亮，放出白色持久不散的烟(烟幕)；石蕊試紙用水浸湿后放到烟氛中变成紅色。磷的燃燒产物——磷酐或五氧化二磷能使人咳嗽和使喉头发痒。

9 磷鈉与石油餾出物 冒烟屑,烟为黑色。黑烟中出现个别的白色小烟团(說明有磷或鈉存在);然后成为持久性的白烟;当有鈉存在时酚酞試紙呈现細小的深紅色斑点。当落到湿处或水中时碱金属的火星四射,有爆响或輕微的爆炸。能使人皮肤及喉头发痒。

10. 高热剂鈉 火焰为橙色,明亮眩目,冒微白色的烟,有暈光,高热剂反应产物四射,碱金属的火星有曳光,当落到湿处时有爆响发生。石蕊試紙用水浸湿后放到烟中时变成蓝色。

指示卡片 空襲时,在很多情况下有必要測定航弹装葯內燃燒剂的种类,而且要十分准确和迅速。

为了准确和迅速地測定燃燒航弹装葯的种类,使用一种特殊的測定器(指示卡片),其作用原理根据的是燃燒剂的燃燒生成物对于測定器上浸潤試剂所起的化学作用。

碱金属指示卡片 測定燃燒航弹装葯中碱金属的指示剂,能迅速地根据由燃着航弹发散出来的气体測知有无碱金属。

大家都知道,当鉀或鈉在大气中燃燒时生成鉀或鈉的氧化物,此种氧化物的吸湿性極大,極易吸收水分而生成苛性碱,此种碱的存在很容易用指示剂測定出来。

碱金属指示卡片的形狀为一厚紙圈或厚紙环,圈的一面貼一浸有指示剂的濾紙。此种卡片可以固定在工作服上或防毒面具的濾毒罐上。一当消防員被派往燃燒目标去时,应迅速而仔細地用水把卡片輕微浸湿。

当燃燒器材的装葯中有碱金属存在时,在濾紙浸湿的表面上即会出现鮮明的深紅色的斑点,此斑点在白紙上看得非常明显。碱金属指示卡片的顏色一般为白色。

磷指示卡片 磷燃燒時生成白色烟团，其化学成分为磷酐。在湿介质中磷酐能溶解而化为偏磷酸 (HPO_3)，用适当的指示剂很容易把偏磷酸测定出来。磷指示卡片是贴在厚纸圈或厚纸环上的浸过适当溶液的滤纸。

将如此制成并用水浸湿的指示卡片嵌入防毒面具吸气阀的孔中或固定在消防员的工作服装。

当走近燃着的含磷的燃烧器材时，应迅速而仔细地用水把卡片轻微浸湿。

若在燃烧器材的装药中有磷存在时，在滤纸浸湿的表面上即会出现兰色，此兰色在红纸上呈现得非常明显。一般磷指示卡片呈红色。

附录3 判断燃烧航弹装药用的外观特征

正在燃烧着的燃烧航弹中的装药及燃烧剂的混合装药可以根据下列的外部特征大略地判断出来：

1) 高热剂集中燃烧航弹——火焰明亮，微黄色；熔融的铁与熔渣纷纷四溢；轻微的冒烟；燃烧一开始时，火焰与熔融的微粒刺耳地喧嚷着呼啸着从航弹的排气孔中猛烈的一湧而出(噴湧)，然后弹体熔坏，熔融的铁与熔渣四溢；

2) 镁基合金高热剂(镁基合金)集中燃烧航弹——火焰兰白色，明亮眩目，冒出低沉的白烟，笼罩在燃烧过的地方；有爆响，同时熔融的铁与熔渣以及熔融和燃着的镁基合金微粒四射；全部镁基合金做的航弹弹体都能熔融和燃烧；

3) 混合(在装药中有二种或三种燃烧剂)集中燃烧航弹；最通用的高热剂与凝固燃料(固态煤油、石油或汽油)的混合装药，——高热剂燃烧的火焰为黄色并明亮，熔融的铁与熔渣噴湧，飞溅与流溢；火舌飞騰(凝固燃料点着时)；放出烟屑；放出黑色浓厚的烟；根据凝固液体种类的不同有轻微的煤油、石油等的气味；

4) 磷与碱金属的混合装药——火焰明亮(磷燃烧)；冒白色浓

烟；碱金属的火星四射并有电光；当落到湿地上或水中时发生爆响或轻微的爆炸；磷及碱金属（钾、钠）的燃烧产物（变为相应的氧化物与过氧化物）能够刺激鼻咽器官（发痒、咳嗽、喉头发痒）；

5) 高热剂与碱金属的混合装药——火焰明亮，为橙色；熔融的铁与熔渣喷涌、飞溅与流溢；冒轻微的白烟（过氧化钾与过氧化钠），这种烟刺激鼻咽器官；碱金属的火星发晕光，四射并带电光；当落到湿地上或水中时发生爆响或轻微爆炸；

6) 高热剂与凝固燃料和碱金属的混合装药——火焰明亮，微黄色；熔融的铁与熔渣喷涌、飞溅与流溢；火舌翻跃（凝固燃料燃烧时），有烟屑，烟浓稠，为黑色，有个别白色烟团（碱金属燃烧）；刺激鼻咽器官（皮肤发痒，器官内部发痒）；碱金属火星四射并有电光；碱金属火星落到湿地上或水中时发生爆响或轻微爆炸；

7) 高热剂（扇形药柱）扩散燃烧航弹——强烈爆炸；当由于分散装药的作用而使弹体炸开时，高热剂扇形装药被点着并向四处飞散；在大多数情况下，这种燃烧航弹都是在目标的上空爆炸；航弹中各个扇形装药的燃烧特征和上述高热剂集中燃烧航弹的特征一样；

8) 磷扩散燃烧航弹——强烈爆炸；弹体炸开时，装药（磷）飞散开来，开始燃烧，发出明亮的火焰，冒浓厚的白烟，烟复罩在被烧的地方；磷的燃烧生成物（冒出的浓厚白烟）能引起咳嗽及喉头发痒。

附录4 实验教练燃烧器材

实验教练燃烧器材的用途——在广大的人民群众、消防队及地方防空指挥部消防组织中广泛地普及宣传和摹拟燃烧器材的作用。早在和平的环境里就用它来作燃烧器材作用、纵火与燃烧能力、物理化学性能的表演同时并用以训练地方防空指挥部的人员和群众与燃烧器材进行斗争的技巧。这种特殊的教练辅助（或摹拟）燃烧器材在国外获得了特别重大的意义并得到广泛采用，充分证明了其意义及价值。

下面简单地介绍一下城市消防队、地方防空指挥部消防队、自卫组消防小组以及广大人民群众在进行操作训练时所用的波兰及德国的

实验教练燃烧器材。波兰各种实验教练燃烧器材的专利制造厂为克陶維茲的制造厂。

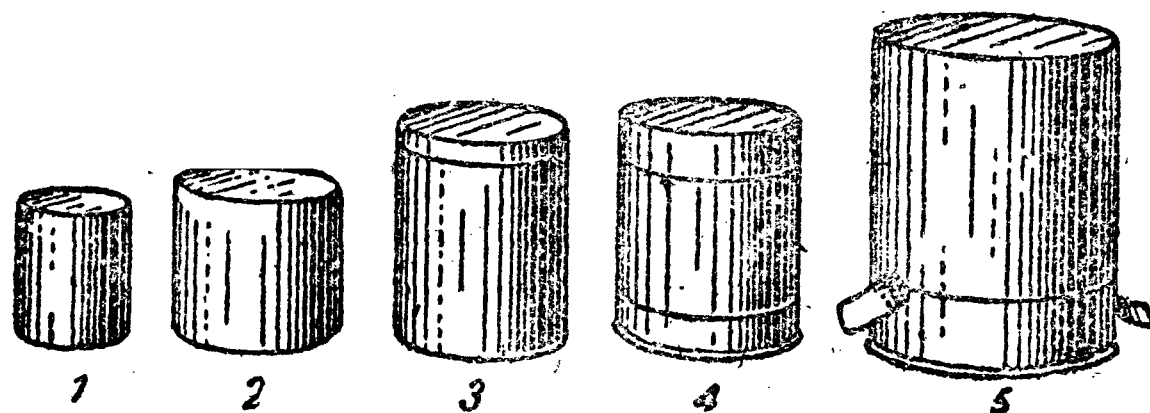


图 96 高热剂实验教练燃烧器材：

1—重250克的高热剂药柱；2—重500克的高热剂药柱；3—重700克的高热剂药柱；4—重1000克的高热剂燃烧药柱；5—镁基合金高热剂燃烧航弹标本。

下面介绍一下这些燃烧器材及其使用与点燃的特点。

高热剂压制成柱状，重 250，500，700，1000 克。这些药柱的外观见图96的 1，2，3，4 图。

用这些药柱可以表演：

- 1) 熔穿铁板；将重 500~1000 克的药柱置于 3~4 公厘厚的铁板上，可以观察燃烧效应及由于铝热过程生成熔融的高热剂铁与高热剂熔渣的情况；
- 2) 烧穿及点燃木板；
- 3) 在浸过或涂过耐火溶液的木材与织物上燃烧；
- 4) 高热剂在水下燃烧；将药柱置于贮满水的容器上面的一块木板的边缘上；待基本高热剂混合物点燃起来之后猛力把药柱打入水中，可以看到它在水下燃烧，同时火焰飞射到表面上来；
- 5) 用水扑灭高热剂或用砂封锁其燃烧的可能性。

药柱点燃的方法如下：把保护点火装置免受损伤的厚纸盖取下后，用火柴匣上的涂料去摩擦点火装置头部的表面，点火药即被点着，随后点火药又将整个药柱点着。

实验教练高热剂燃烧航弹及实验教练镁基合金高热剂燃烧航弹。
图96(分图5)为重750克的镁基合金高热剂燃烧航弹的外观。用此种航弹可以表演镁基合金高热剂燃烧航弹的全部燃烧特点及其脉冲式喷射燃烧金属的情况。装药系由压制高热剂与块状镁基合金构成，装在白铁皮盒内。

这种航弹不能作水下燃烧实验或作熔融厚铁板的表演。

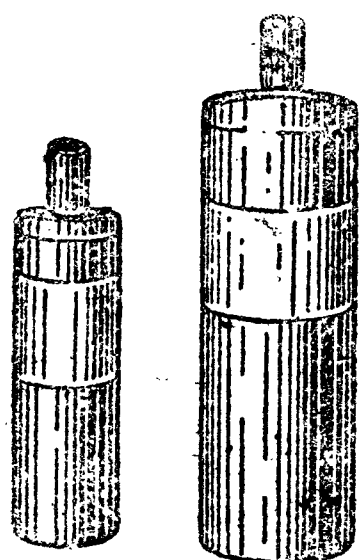


图 97 实验用高热剂混合燃烧
航弹外观：
左一重1.2公斤，右一重2公斤。

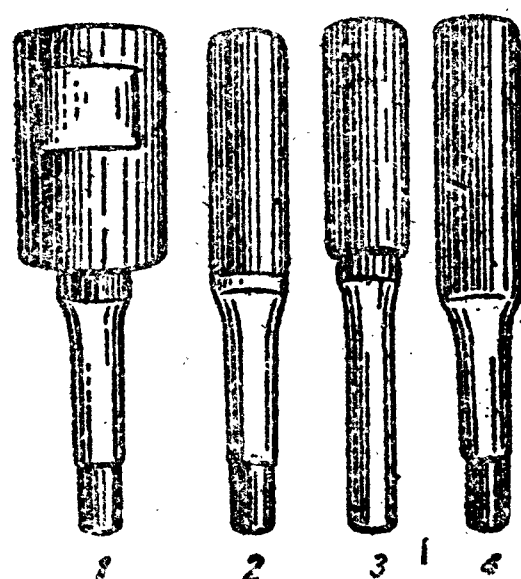


图 98 实验用燃烧手榴弹：
1—混合燃烧手榴弹(高热剂与苯)；
2—高热剂手榴弹；3—镁基合金高
热剂手榴弹；4—磷手榴弹。



图 99 德国镁基合金高热剂教练燃烧药罐(左及中)；右边
是表演含氧混合物燃烧情况的药罐；其间(横放的)为表示
药罐构造或药罐装药的样品。

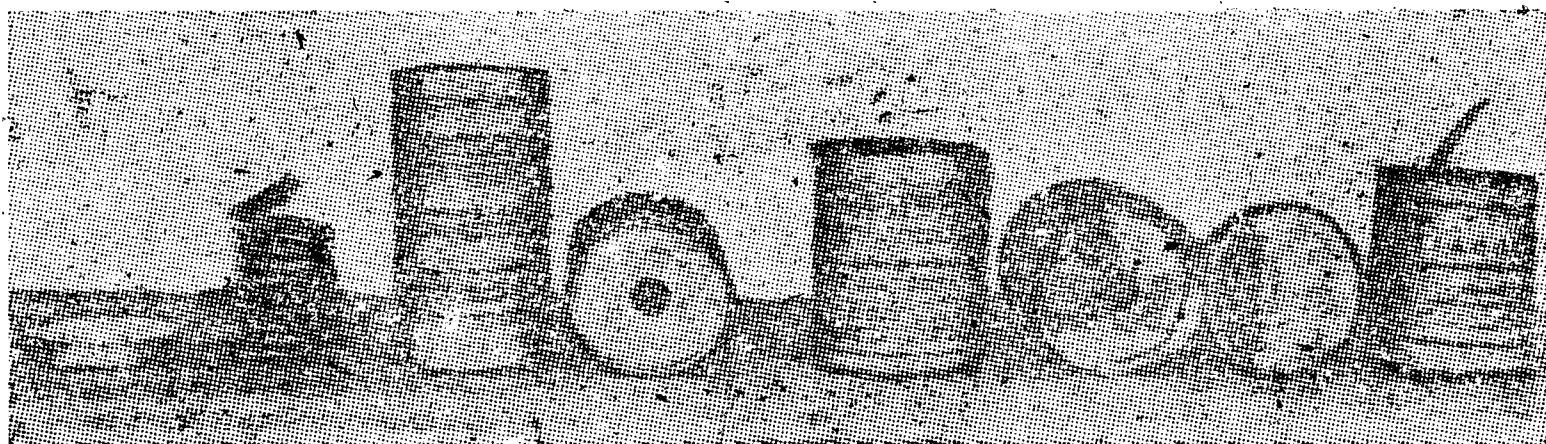


图 100 德国实验器材

1—表演凝固燃料(各种重量)燃烧情况的药柱(小型的)；2—强烈喷射燃烧装药的镁基合金高热剂药罐；3—表演凝固燃料燃烧情况的大药柱；4—包装完好的高热剂药罐(中型的)及揭开盖的高热剂药罐。

点燃方法与前面讲过的方法相同(用火柴匣上的涂料摩擦)；也可用燃着的火柴点燃点火药。

重1.2公斤的实验用高热剂燃烧航弹的作用与1000克的药柱相同；其外观与装璜和镁基合金高热剂燃烧航弹相同。

图97(分图1与分图2)为重约1.2与2公斤的实验高热剂混合航弹的外观。航弹的装药由高热剂与凝固燃料(油)构成；航弹所发的火焰很大；它是一种型式最简单的混合燃烧航弹，但是具有混合燃烧航弹的一切特点。点燃方法与前述相同。

实验燃烧手榴弹有两种型式：重0.5公斤的高热剂实验燃烧手榴弹与重1.1公斤的高热剂-苯(混合)实验燃烧手榴弹。各种手榴弹的外观见图98。

高热剂实验燃烧手榴弹中装的药为压制成圆柱状的专门的高热剂与镁基合金的混合物(药柱装于一个中空の木柄中)。在木柄的空心里有点火药；摩擦器与点火装置。高热剂-苯实验燃烧手榴弹的装药与高热剂实验燃烧手榴弹的装药相同，其区别仅在于在其上面有一个装满苯的白铁壳。

手榴弹的点火方法如下。将手榴弹拿在右手中，左手打开装在手柄锥形部上的保险盖，拉点火器的红圈，把线完全拉出来后，将手榴弹

朝准备好的实验地点抛去，經10~15秒钟后发火。

德国(汉堡市固沟-施脱采柏制造厂)出品的各种燃烧器材的摹拟品或实验品极为繁多。这类教练燃烧器材的品种有：装有磷的二硫化碳溶液的安瓿；小型磷教练手榴弹与“希腊火”(遇水能产生反应而放出火焰的碳化钙与磷化钙的混合物)；1公斤镁基合金高热剂燃烧药罐(具有各种不同的喷射半径)；表演混合凝固燃料燃烧火焰的混合凝固燃料赛璐珞药筒；燃烧手榴弹，高热剂燃烧航弹(图99与图100)，镁基合金高热剂燃烧航弹及一系列其他燃烧器材。

瑞士为了教给人民与镁基合金高热剂燃烧航弹进行斗争的方法，由H.汉贝格(巴赛尔)烟火制造厂制造了一种三公斤重的、点火装置装于底部的镁基合金高热剂教练航弹；其作用与燃烧效应与空军军备中的实弹大同小异(图101)。

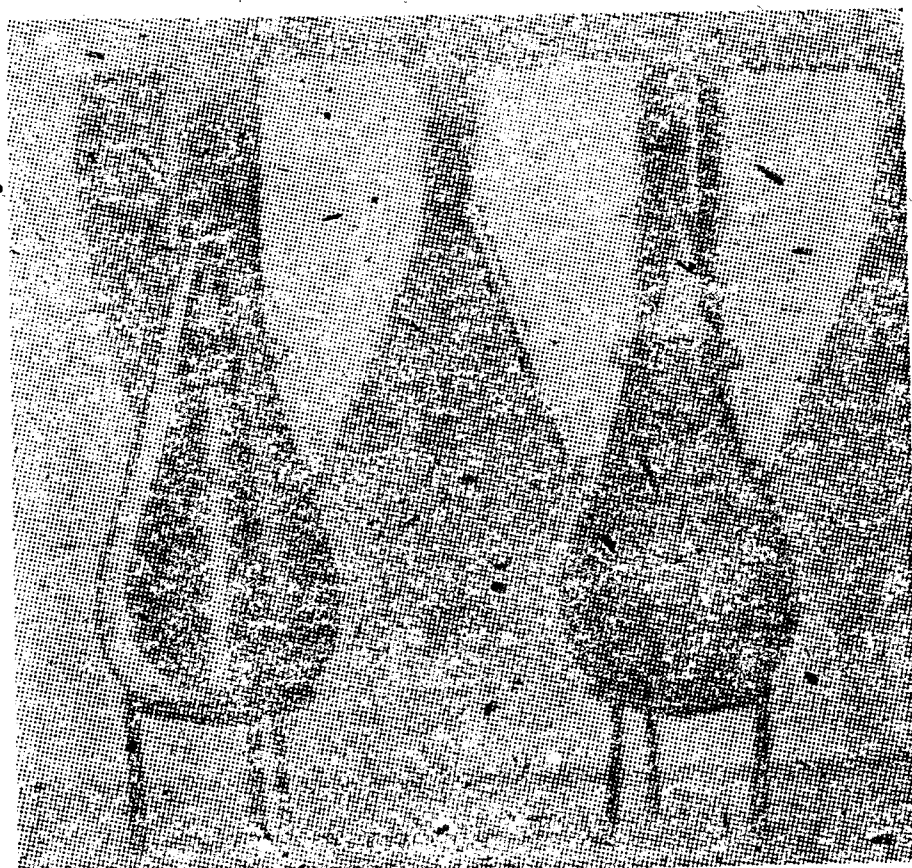


图 101 瑞士三公斤重的镁基合金高热剂实验教练燃烧航弹；左方为剖面图(装药与构造)。

总而言之，实验教练燃烧器材的构造与装药就是要能激发起广大的人民群众来与燃烧器材进行斗争，教给人民消灭燃烧器材的技巧和训练他们掌握斗争的方法。

統一書號
15034·300
定價1.10元