

目 录

前 言	1
一、火箭炮的历程	3
从弓箭到火箭武器	3
“卡秋莎”火箭炮问世	7
新型火箭炮不断出现	12
二、火箭炮的四大系统	21
定向系统	23
瞄准系统	30
发火系统	33
支撑运行系统	37
三、火箭弹的四大部分	42
引信	43
战斗部	44
火箭发动机	47
稳定装置	51
四、发射火箭弹的几种方式	55

火箭炮发射.....	55
便携式发射器发射.....	57
无发射器的简便发射.....	60
五、火箭炮打坦克	65
历史的回顾.....	66
现实的问题.....	67
解决的办法.....	69
六、火箭炮的优缺点	76
火箭炮的优点.....	76
火箭炮的缺点.....	80
七、火箭炮的发展前景	83
提高射程.....	84
提高精度.....	87
提高威力.....	92
附：国外火箭炮主要性能	95

前 言

火箭炮是一种进攻或压制进攻的大面积射击武器，是对付暴露的集群目标的有效火力。在进攻和防御战斗中，它能迅速、突然、猛烈地以饱和火力打击敌人。

在战场上，火力迅速、突然、猛烈极为重要。战争中攻其不备和在短时间内向敌阵地大量倾泻炮弹，可以成倍提高毁伤效果。特别是现代战争，战场上的装甲目标增多，炮兵的反应能力加强，必须加强压制火力，有效地对付装甲目标、炮兵阵地、暴露的和掩体内的有生力量。因此，各国军队为了在战争中造成局部的火力优势，都在大力发展多管火箭炮。不仅如此，许多国家还在研究如何使火箭炮射程远、威力大、密集度好的问题。

火箭炮和其它地面火炮一样，是炮兵的装备之一。那么，火箭炮、火箭弹在构造、原理上与其它地面火炮和炮弹有什么不同，特别是最早的火箭炮是根据什么发明的，现在最先进的火箭炮有什么特

点，威力有多大，机动性如何，以及如何用火箭炮打坦克等，这些都是大家关心的问题。这本小册子，就是向大家介绍火箭炮的有关知识。

一、火箭炮的历程

科学的发展表现着特别明显的继承性，后一代人的科学研究必须以前一代人已经达到的终点为起点，不能把现代科学同过去的研究成果割裂开来。据文献记载，天文学的历史可以追溯到占星术，化学的历史可以追溯到炼丹术，近代的原子论和古代的原子假说有联系。那么，当我们谈论现代火箭炮的时候，就不能不追溯到古代的弓箭和火箭。

从弓箭到火箭武器

我国是弓箭和火箭的故乡。弓箭，作为人类最原始的远战兵器，见于文字记载的，起初是在《山海经》里面写道：“帝俊赐羿彤弓素矰，以扶下国。”这里，彤弓素矰，是指红色的弓和带有白色羽毛的箭。羿用它到人间扶助百姓。后来，《淮南子》又详细记载了关于后羿用弓箭射日的故事，同时也用弓箭射死了许多毒蛇猛兽，使大家能够安心生产。这个神话故事，不仅歌颂了为民除害的英雄，

而且赞扬了优良的弓箭和巧妙的射技。

古代，人类不仅用弓箭同大自然作斗争，也将弓箭用于战争。唐太宗李世民对他的大臣肖瑀说过，他少年时代就喜欢弓箭，並以弓箭定天下。唐太宗还以箭法的高低选拔部将，唐朝的名将薛仁贵，就是由于箭法高强，才由士卒提拔为将军的。关于薛仁贵的箭法《通史》上有一段记载：“六六二年，比粟合铁勒九姓兵拒唐军，选数十骑挑战。薛仁贵发三箭，杀三人，余骑都下马请降”（范文澜：《中国通史简编》501页）。这说明弓箭在古代战争中占有十分重要的地位。

到了公元六八二年，唐代的炼丹家孙思邈发明了火药，弓箭的发展进入了一个新的纪元，出现了火药箭（把火药包缚在箭头上，点燃后用弓弩射出去）。据《九国志》记载：唐末天佑年间（公元九〇四年），郑璠攻豫章（今江西南昌）时，曾用“发机飞火”烧了豫章的龙沙门。北宋的许洞解释说：发机飞火就是火箭。《九国志》是北宋路振编撰的五代十国史。许洞与路振是同时代的人，他的解释可以认为是可靠的。但这种“火箭”还只是把火药当作箭头的燃烧剂，而不是当作推进剂，所以仍属于弓箭的范畴。

公元九六九年，宋朝的岳义方制成了世界上第一支以火药为动力的火箭（图1）。这种火箭由两



图 1 早期的火箭

部分组成：一部分是箭，一部分是药筒。药筒用竹筒或厚纸制成，筒内装满火药后，将前端封死，后端引出导火绳。点燃后，火药气体向后喷出，利用喷气的反作用力把箭推向前进。公元七九五年，宋朝在灭南唐的战争中就使用了这种火箭。有人描写当时作战的情景时这样写道：宋军阵中但见旗幡一摆，便听轰天炮响，震地锣鸣，矢箭如雨，由空而降；南唐军队不战自溃，望风而逃。

宋朝时，由于火药的使用，军事工业很发达，政府专设一个军工行政机关，叫“军器监”，统一管理全国的军器制造，派“知工事”的行家负责主持，雇用良工（熟练工人）和匠师（技师），制造火箭、火药铳炮和火药。朝廷还让曾公亮主编了一部有关武器制造的书《武经总要》，全书共四十卷，记载和论述了军事组织、战略战术、武器的制造和使用及历代的用兵故事。书里就记载了用火箭来抛

射炸弹和信号弹的技术，並附有插图。

到了明朝，火箭有了新的发展，出现了多支齐发的火箭，一次可发射三十二支，名为“一窝蜂”

（图2）。明·茅元仪编辑的《武备志》对“一窝蜂”作过这样的介绍：“木桶内贮神机箭三十二支，

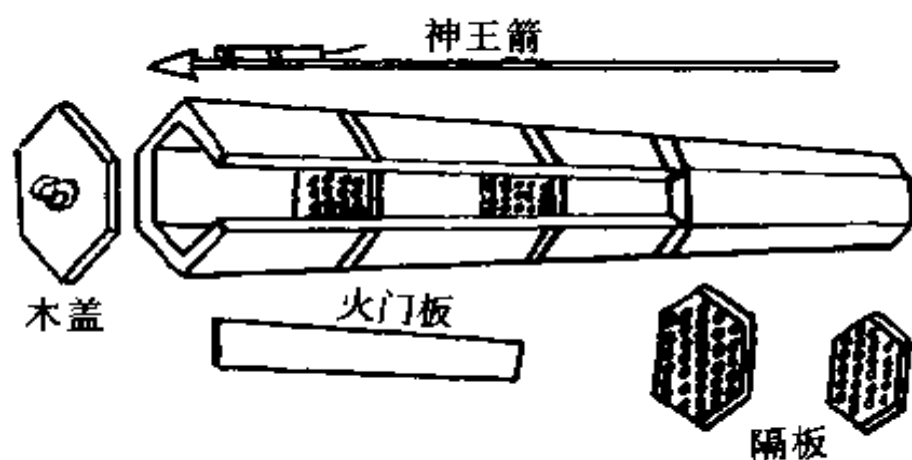


图2 一窝蜂火箭

名‘一窝蜂’……在西北多用车战，每车可架十数桶，去敌二百步外，总线一燃，众矢齐发，势若雷霆之击，莫敢挡其锋者”。这种“一窝蜂”可以说是古代的火箭炮，是一种压制敌军的面射武器，但它还不够完善。到公元一五九八年，明末的赵士桢发明了“火箭溜”，解决了定向问题，才把古代的火箭炮完善起来。它发射时，先把一支支火箭放在一个滑槽里，火箭点燃后，沿滑槽滑行一段距离，

滑槽赋予火箭一个确定的射向，使其在飞行中不发生歪斜，准确地命中目标。这种火箭溜，可以说是现代火箭炮的雏型。

历史事实证明：从弓箭到火箭的发明和使用，我国都早于世界各国；我们的祖先，不仅勤劳勇敢，而且具有高度的智慧和发明创造精神，对世界的科学发展起了推动作用。英国人李约瑟在其所著《中国科学技术史》一书中指出：在公元一世纪到十八世纪，中国的重要发明，传入欧洲和其它地区的，至少有二十六项。其中就包括弓弩、火药以及和它有关的技术。他认为，火药及其使用的技术，西方比中国落后了五到六个世纪。事实正是如此，我国发明的火药和火箭是在十三世纪元军西征时才传入阿拉伯国家，而后才由阿拉伯国家传入欧洲。到十九世纪，火箭在欧洲才得到了发展。十九世纪初，先是英国人孔格雷夫发明了内装炸药的火箭。后来，俄国的炮兵军官查夏德克，在一八一五年研制出了在三角架上发射的火箭。在第二次世界大战中，苏联才研制出火箭炮。

“卡秋莎”火箭炮问世

“卡秋莎”火箭炮的问世，同任何新式武器一

样，它是随着战争的需要而产生，随着战争的发展而发展的。

第二次世界大战初期，纳粹德国为了征服世界，建立了庞大的机械化部队。希特勒使用闪电战术，在大量空军掩护下，用机械化部队向别国发动突然袭击。苏联为了加强压制这种快速进攻的机械化部队，总结了前人研究火箭武器的经验，于一九四一年设计了BM-13火箭炮，並立即投入生产，很快用于战争。这是一种多轨道的自行火箭炮，最大射程为8.5公里，一次齐射可发射132毫米火箭弹16发，重新装填一次齐射的火箭弹约需5~10分钟。该弹初速70米/秒，最大速度为355米/秒。当德国法西斯向莫斯科进攻时，突然遭到前所未有的强大火力的袭击，火箭弹雨点般的从天而降，德军惊慌失措，损失惨重，称这种炮为“鬼炮”。而苏联军队和人民却十分喜爱这种炮，就把苏联民间传说中一位能歌善舞的漂亮姑娘的名字为它命名，叫做“卡秋莎”。

“卡秋莎”的基本原理，来源于我国古代的“火箭溜”。它用以发射火箭弹的滑轨，与“火箭溜”的滑槽类似（图3）。它由八条滑轨组成，每条滑轨都酷似一个“火箭溜”的滑板。滑轨上下各

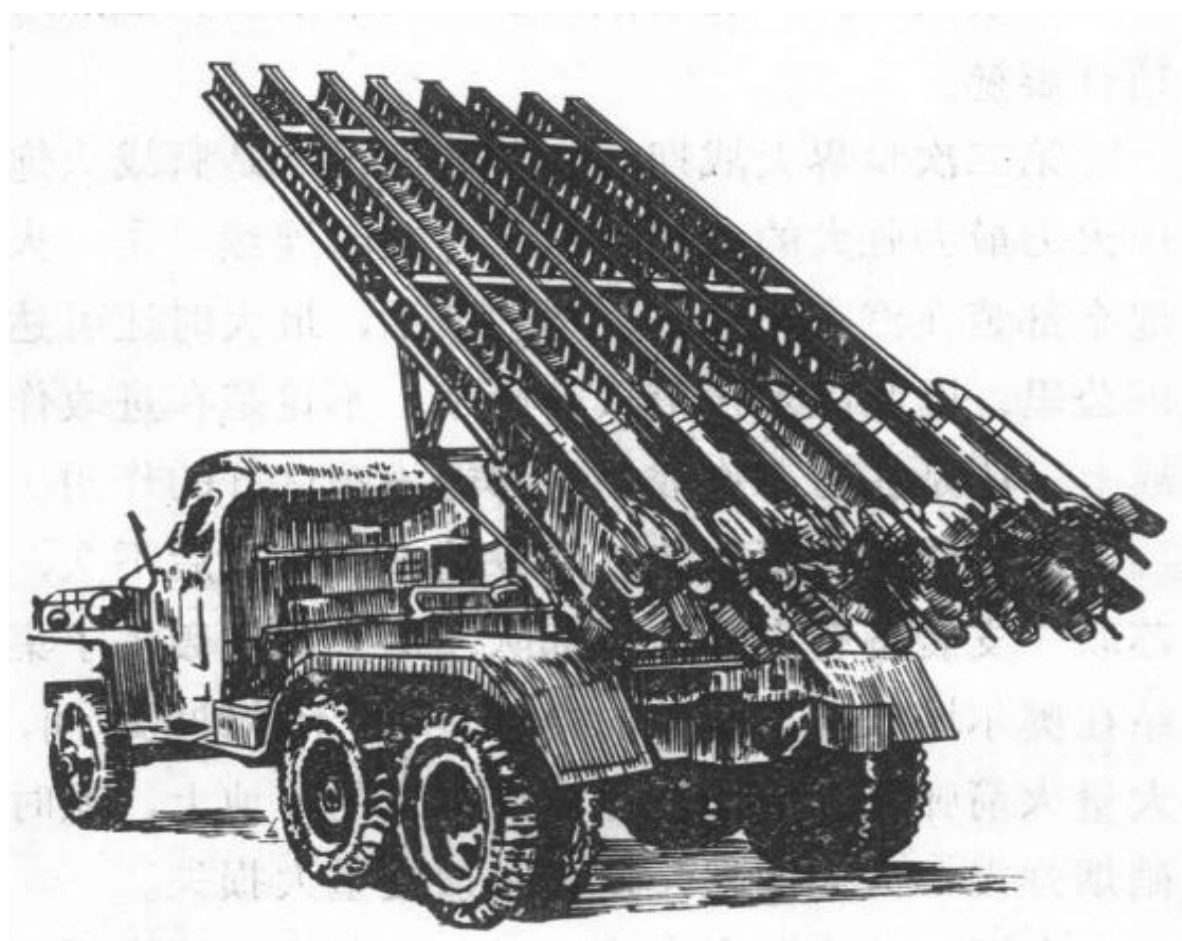


图 3 卡秋莎火箭炮 (БМ-13)

有一导向槽，在上下槽中各挂一枚火箭弹。发射时，火箭弹依靠定向钮沿导向槽作定向运动，飞向目标。

“卡秋莎”能在 7 ~ 10 秒钟内发射 16 发火箭弹，构成很大的火力密度，大面积地歼灭和压制集结的敌有生力量、坦克、战斗车辆，以及敌之炮兵连和迫击炮连。它可以在很短的时间内，在主要方向上集中强大的火力，对敌实施奇袭。例如，一个由 18 门 БМ — 13 火箭炮组成的炮兵营，一次齐射，即可发

射 288 发火箭弹，能给敌人以巨大的杀伤和强烈的精神震撼。

第二次世界大战期间，“卡秋莎”是野战火炮中火力最为强大的武器。由于它能够连续射击，火炮全部装在汽车车体上，运动灵活，最大时速可达 96 公里，因此战术价值极其优越，不论是在进攻作战上，还是在防御作战上，都能发挥良好的作用。

德国法西斯军队向苏联发动全面进攻后不久，苏联一支装备有火箭炮的部队，用火箭炮轰击了集结在奥尔城铁路枢纽站的德军，仅仅十秒钟的时间，大量火箭弹就如骤雨般倾泻在德军的阵地上，顿时硝烟弥漫，火光四起，使德军遭受重大损失。

在斯大林格勒大血战时，苏军曾将火箭炮用于进攻作战。这时苏联除已生产了大量 BM-13 火箭炮外，BM-8 和其它型号的火箭炮也开始在战场上出现。一本战争回忆录曾有这样的记载：1942 年 9 月 5 日拂晓，苏第 24 集团军、近卫军第 1 集团军和第 66 集团军，在正面战场上开始了炮火准备，“卡秋莎”齐射后，部队发起了冲锋。一个被俘的德军在日记中这样写道：“我从来没有见过这样猛烈的炮火，炮火的轰击声使大地颤抖起来，玻璃都震碎了……”。

1943年，在库尔斯克会战中，德军集中了50个精锐师，10,000门火炮，2,700辆坦克和2,000多架飞机，准备用90万人投入战斗，声称在交战中肯定取胜。苏军统帅部为了粉碎德军预期的进攻，决定在防御作战过程中，以航空火力和炮兵火力为主要突击力量，消耗和疲惫敌人，尔后转入反攻。为了达到这一目的，苏联给作战部队装备了各种不同型号的火箭炮2,200门。这为进行大面积覆盖射击，大量消灭敌人，提供了物质条件。据交战过程中捕获的俘虏供认，德军的损失惨重，通信联络、观察指挥系统普遍遭到破坏，人员伤亡很大。

在攻克柏林的大会战中，“卡秋莎”发挥了重大作用。这时苏军参战的火箭炮达2,992门。奥德河是柏林的咽喉，柏林会战取决于奥德河的战斗。苏军在这次战斗中投入了1,531门火箭炮。鉴于以往的经验教训，这次战斗中加强了侦察，精确掌握突击时机，充分发挥了火箭炮的威力，取得了非常明显的效果。有关资料对当时的情景是这样记载的：早晨五时整，“卡秋莎”火箭炮射击的火光，把整个大地照得雪亮。紧接着响起了震天动地的隆隆声。德军在最初的一瞬间还有还击，随着火箭炮的不断射击，便转入一片寂静，似乎连一个生物也没剩下。

纵深达 8 公里范围内的德军受到压制，有的被消灭……。

以上战役的情况说明，“卡秋莎”的确是一种射弹覆盖面大、发射速度快、火力猛的武器。它非常适用于对大面积目标射击，在野战中不但可以大量地消灭敌人的密集部队，而且可以有效地压制敌炮兵火力，摧毁敌占的建筑物和野战轻型工事。对敌进攻的坦克、装甲战斗车辆和机械化部队，也可以进行有效的射击。但是，在对点目标射击时，命中率不高。

新型火箭炮不断出现

任何事物的发展，总是由小到大，由不完善到比较完善。火箭炮也不例外。

“卡秋莎”一问世，就表现出强大的生命力和突出的优越性。但它也存在一些明显的缺点，如利用滑轨发射，虽然结构简单，但只适合发射不旋转的尾翼弹，散布较大，射弹难以形成理想的密集火力网，战术使用有一定的局限性。

为了克服滑轨式定向器火箭炮的缺点，苏联从 1953 年开始研制笼式定向器的火箭炮。笼式定向器是由四根导管和几个套箍焊接而成的，它有圆笼型

和方笼型两种。圆笼型定向器，通常用以发射涡轮式火箭弹，以弹的旋转来保持飞行的稳定。方笼型定向器，用以发射尾翼式火箭弹。有一种圆笼型定向器，框内装有螺旋形导轨，也可以发射低速旋转的尾翼火箭弹（图4）。

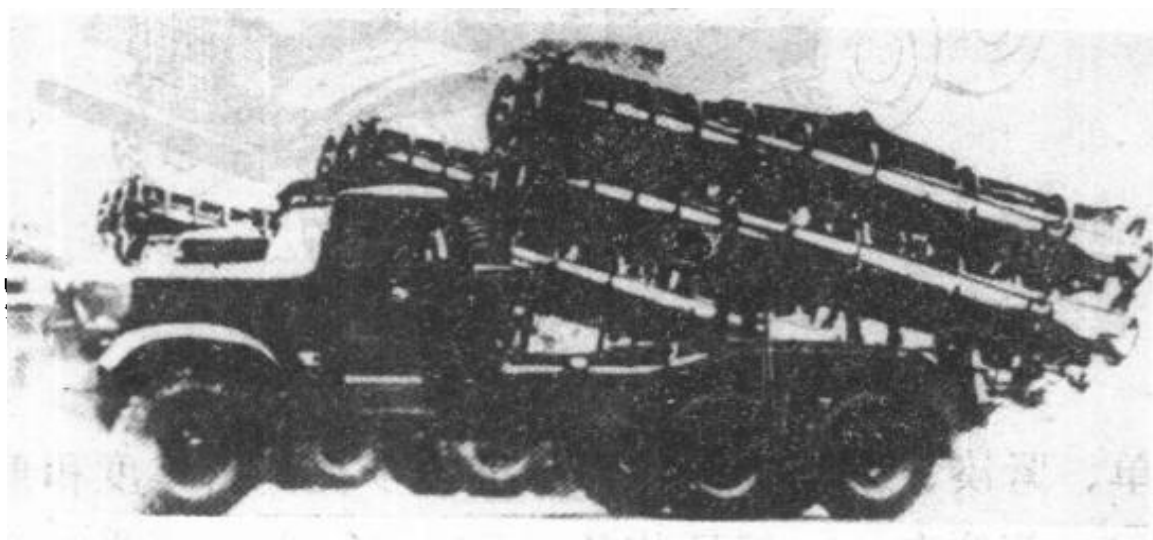


图4 圆笼型定向器火箭炮

笼式定向器火箭炮比“卡秋莎”的射弹密集度要好一些。但由于它体积较大，不够紧凑，致使发射管数减少，反而降低了火力密度。

1954年，苏联又研制了BM-14/16型筒式定向器火箭炮，它的发射管分两排安装，每排8管，最大射程9公里（图5）。筒式定向器，可以发射涡轮式火箭弹和折叠尾翼火箭弹。它的特点是结构简

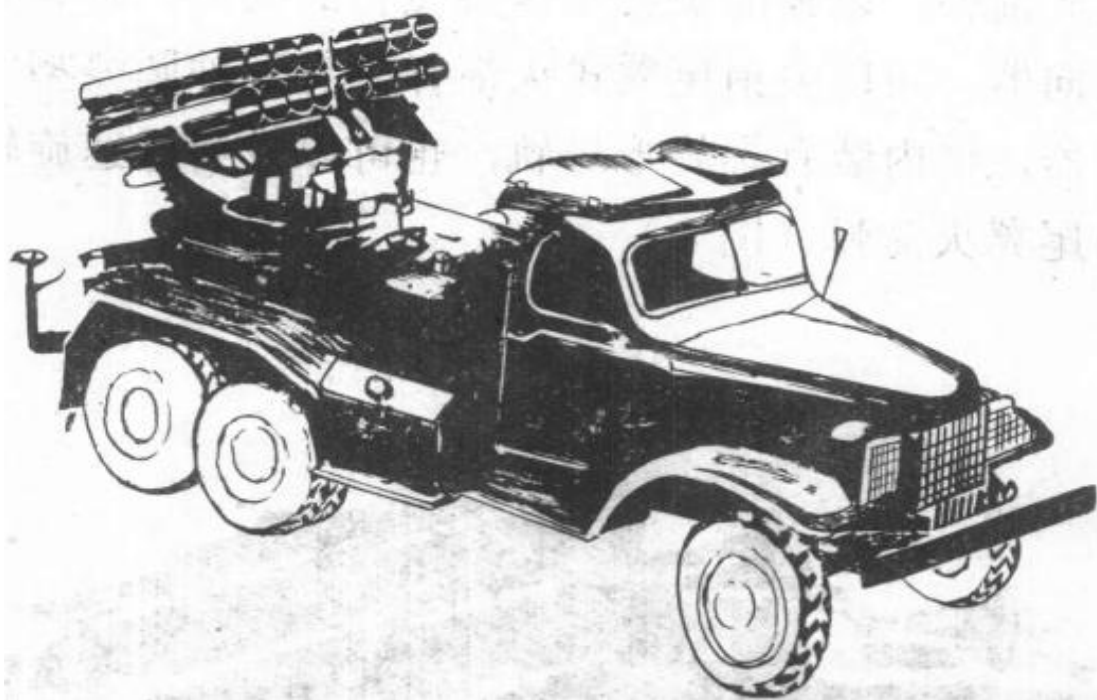
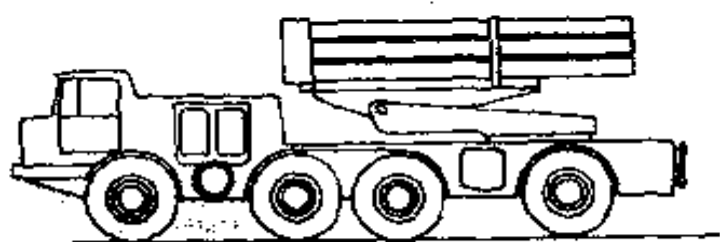


图 5 BM-14/16型筒式定向器火箭炮

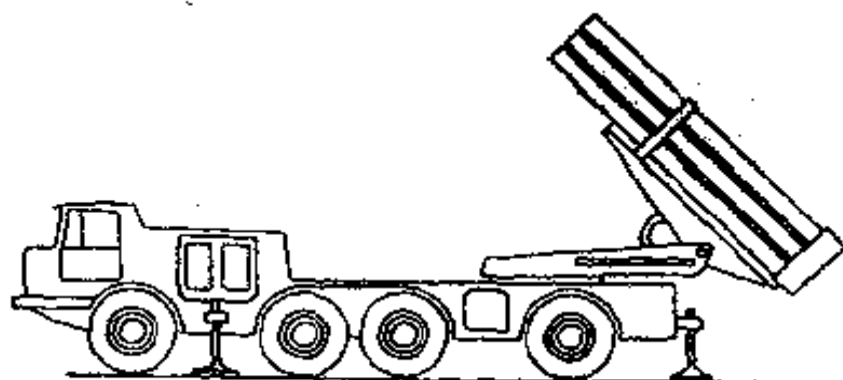
单、紧凑、加工方便。为了进一步提高密集度和射程，苏联在1964年又装备了BM-21型122毫米40管火箭炮（图6）。这是一种装有筒式螺旋定向器的火箭炮，发射低速旋转的折叠尾翼火箭弹。这种定向器，在筒壁上加了一个凸型螺旋导向槽。发射时，火箭弹上的定向钮沿着导向槽运动，迫使火箭弹在前进的同时绕弹轴旋转。这样，火箭弹飞出炮口后即作低速旋转，可以减少尾翼弹推力偏心对射弹散布的影响。苏联的摩托化步兵师、坦克师都装备了BM-21型火箭炮。

图 6 122毫米40管火箭炮

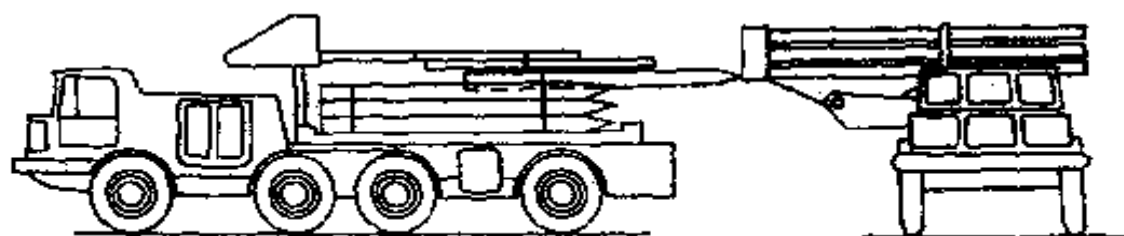
为了进一步提高火箭炮的射程,填补 BM-21 型火箭炮和“夫劳克”-7 型无控野战火箭之间的火力空白,对付敌方纵深的面目标,苏联又于1977年开始研制 BM-27 型火箭炮,现已研制成功。这种火箭炮是由管式发射器和吉尔-135 型 9 吨汽车底盘组成。武器系统机动性好。发射管分三层摆放在发射车的上架上,上层 4 管,中层和下层各 6 管,共 16 管。行军状态时,发射管束与运载车纵轴方向一致,炮口朝后(图7.A)。射击时,发射管通过发射车的下架,转动到发射的位置。射击方式可采用齐射、部分齐射和单射,齐射和部分齐射的射速为 1 发/秒(图7.B)。射击后重新装弹的任务由运弹



(A) BM-27火箭炮行军状态



(B) BM-27火箭炮发射状态



(C) BM-27火箭炮重新装弹

图7 BM-27型火箭炮三种工作状态

车进行。运弹车上装有两个弹仓，可携带16发火箭弹。弹仓装在车子纵轴的两边。每个弹仓可装8发弹，分上、中、下三层，上层3个，中层2个、下层3个。在运弹车上装有带伸缩支架的起重机，用

它来重新装填火箭弹。重新装填时，运弹车的位置在发射车的右角，用起重机的伸缩支架往发射管内一发发地装弹（图7·C）。

这里必须着重指出的是，西方国家对发展火箭炮的认识较迟，五十年代才开始广泛地研究，但发展较快。美国五十年代研制出M-23型25管火箭炮，射程8.2公里；六十年代研制出M-91型45管火箭炮，射程11公里，这种火箭炮不当压制兵器使用，只发射化学火箭弹。七十年代以来，法国研制了“哈法勒”18管火箭炮，可以击中9-30公里内的目标。此外，西德研制出了110毫米火箭炮，瑞士研制出“蒂拉”火箭炮，西班牙研制出D-3型火箭炮，等等。这些火箭炮虽然制造精良，性能上各有特色，但它们的性能都未能超过苏联的BM-21型火箭炮。

美国从1971年开始，经过十年的努力，研制成功了多管火箭炮——“全般支援火箭系统”（图8）。这种火箭炮，装有12个发射管。每个发射管长3.988米，直径298毫米。最大射程在30公里以上。高低射界 0° — $+60^{\circ}$ ，方向射界 360° 。一次齐射只要一分钟，该火箭炮（包括车辆在内），全长6.9米，宽2.9米，高2.6米，全部重量为24.76吨。这种火箭炮，在

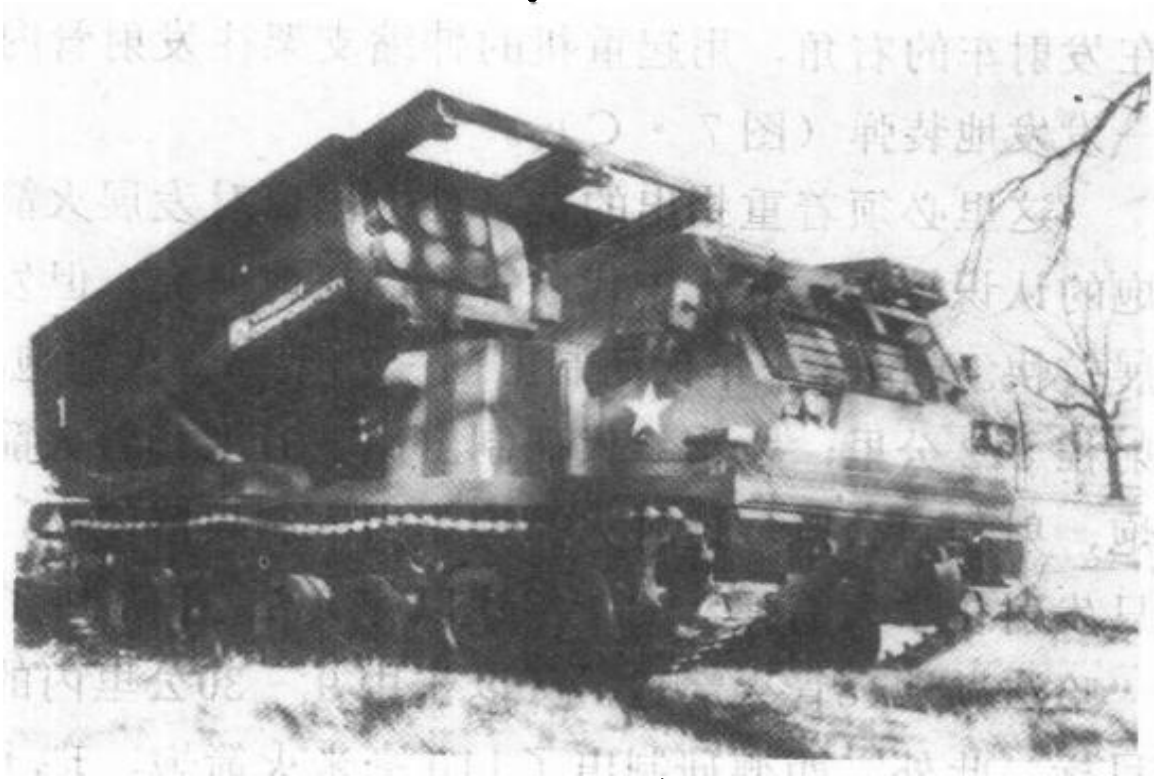


图8 全般支援火箭系统

武器系统的现代化、自动化等方面都有突破，在武器结构上也有创新，突出的特点，表现在以下三个方面：

第一，集装箱式装弹，提高装填速度。“全般支援火箭系统”的定向器，是一个装在履带发射车上的矩形发射箱，内装两个框架，每个框架内有6根缠绕玻璃纤维的铝制空心管，组成“集装箱”式弹仓。弹仓的作用，一是固定发射管，发射时作定向器用；二是作勤务包装容器。这种弹仓，不仅生产成本低，而且可以多次重复使用。火箭弹预先包

装在密封的发射管内，並靠它存放和运输，储存寿命可达10年之久。火箭弹发射后，需要重新装填时，发射车驶向装弹地点，利用车上自备的起吊装置把使用过的“集装箱”式弹仓取出，再装上装弹的弹仓，即可驶向阵地，重新发射。采用这种办法装弹，一次只需要5分钟，简化了装弹步骤，节省了人力，缩短了时间，提高了装填速度。

第二，特制发射管，提高射弹精度。前面说过，火箭炮定向管内壁加螺旋导轨，火箭弹上加导向钮，发射时使弹低速旋转，证明可以提高射弹精度。而美国的这种火箭炮的定向器内，在后半截制有4条螺旋导轨。弹上有4个导向钮。火箭弹在发射管中，前段有4个支承件支承。发射时，火箭弹向出口处移动，当导向钮离开定向器后半截的螺旋导轨时，4个支承件恰好离开发射管，並由于火箭弹旋转的离心作用而脱落，形成前后端的同时离轨。采用这种螺旋导轨，可以减少火箭弹的初始扰动，提高射弹精度。

第三，配有电子装置和等离子显示的火控系统。该火控系统，是野战炮兵连一级的12门火炮自动指挥和控制系统，主要有一部控制各系统动作的电子装置，一部连接火箭弹电路的火控装置，一个火控

盘，两个遥控发射和装卸发射弹舱用的小型手持装置。火控系统的主要任务是：（1）与连队计算机系统联络；（2）射击任务的半自动处理；（3）齐射时，火箭弹之间的重新瞄准；（4）弹道计算；（5）操作装卸弹。在执行任务时，各道程序的数据可自动进行运算。火控系统上采用的等离子显示仪，清晰度极高。此外，还有一个输入盘，能将英、法、德等任何一种语言或符号传输给操作人员。该系统可自动重新瞄准目标，快速射击，发射后快速重新定位。对大型目标采用多个瞄准点。这种火控系统，可以自动操作，也可以人工操作。在正常情况下需要三名工作人员，在紧急情况下，一个人也能完成操作任务。

由此看来，火箭炮的发展的确前程似锦，方兴未艾。

二、火箭炮的四大系统

炮，有高射炮与地面炮之分。高射炮是专门对付空中目标的。地面炮是用于射击地面目标的。地面炮又可分为榴弹炮、加农炮、加榴炮、迫击炮、火箭炮等（图9）。从炮的外部特征讲，榴弹炮、加农炮、加榴炮，都具有长长的身管，庞大的炮车及伸展的大架；迫击炮，具有坚实的座盘，矮小的“身躯”，灵巧的“双脚”；高射炮，昂头望天，“身躯”笔挺。而火箭炮却与它们全然不同，既不象高射炮、加农炮那样高大，也不象迫击炮那样矮小，它形体横宽，有多个发射管（少则几个，多则几十个），一排排一层层地排列起来，好象是把十几门或几十门火炮的炮管捆绑在一起，放在一辆汽车或履带车上，成为一个运动自如的小小火炮群（图10）。

火箭炮从“卡秋莎”发展到BM—27，乃至最新的“全般支援火箭系统”，品种繁多。苏联是世界上拥有火箭炮最多的国家，有10多种型号；美国

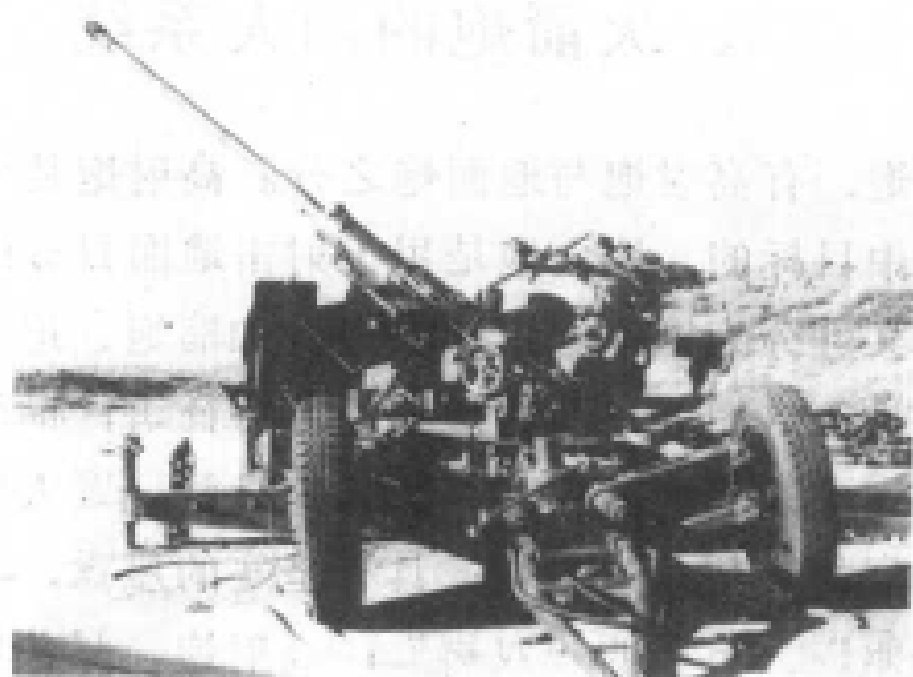


图 9 高射炮、榴弹炮、迫击炮

有 5 种型号；西德、英国、意大利、法国、日本、瑞士、西班牙、南斯拉夫、巴西、以色列、捷克斯

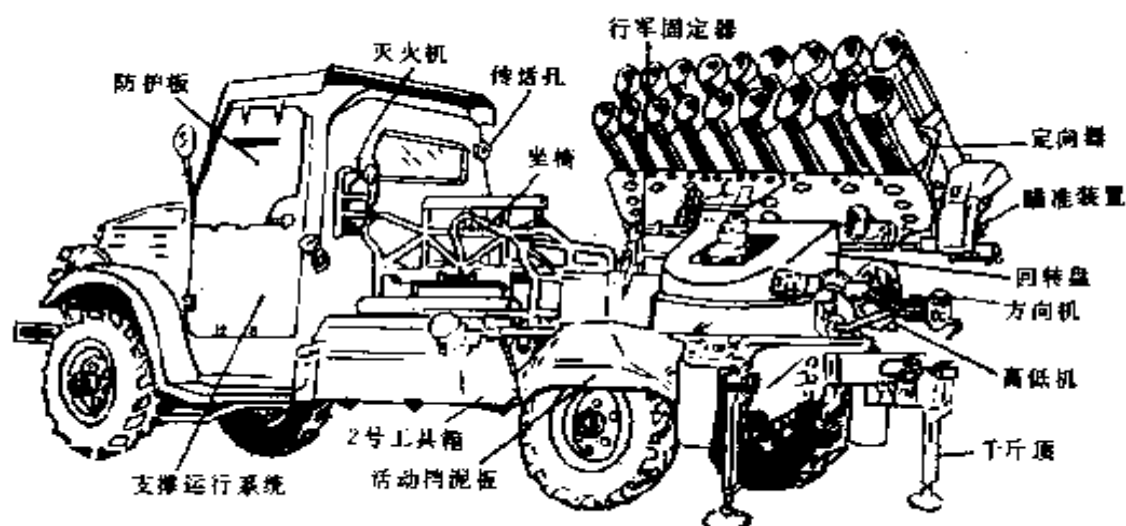


图 10 自行火箭炮

洛伐克等国，各有 1—2 种型号；我国也有 5~6 种型号。这些火箭炮虽然各有自己的特点，但其基本结构都是由四大部分组成的，即定向系统、瞄准系统、发火系统及支撑运行系统。这四个部分，同普通身管火炮的相应部分，都有大体相同的作用，但其构造要简单得多，把它们加以比较，搞清其作用和原理，是极有益的。

定 向 系 统

定向系统，主要包括定向器、闭锁挡弹装置、导电装置和框架四个部分。

定向器 相当于普通火炮的炮管。在带弹行军

时，定向器盛装火箭弹；在发射时，使火箭弹具有一定的炮口速度和出炮口时的旋转速度（指旋转弹），以赋予其正确的起始飞行方向，保证射击的准确性。

普通火炮的炮管，制造工艺复杂，强度必须能够承受火炮发射时火药气体在膛内产生的强大压力，因此要求用高强度的特种钢制造。装填炮弹的药室，炮管内的几十条膛线（又称来复线），加工的精度都要求非常高。

火箭炮的定向器，比普通火炮的炮管要简单得多。前边曾经简略地提到，火箭炮定向器共有三种基本型式，即滑轨式、笼式、筒式。

滑轨式定向器，是早期火箭炮采用的定向装置，发射尾翼稳定弹，目前部分用于火箭布雷器，以大面积撒布反坦克地雷与反步兵地雷。滑轨式定向器，通常是用工字钢组合而成的，每根滑轨上有两条导向槽，上下导向槽各装一发火箭弹。滑轨后部有闭锁装置、挡弹器及接触装置。火箭弹就是靠闭锁装置和挡弹器固定在定向器上。有的为了减轻滑轨重量，工字钢上开了许多圆孔。

笼式定向器，属于滑轨式定向器与筒式定向器的过渡型。自从筒式定向器发明后，笼式定向器已

基本不再使用。

筒式定向器，是一种薄壁圆筒结构，用以发射涡轮火箭弹或折叠尾翼火箭弹。这种定向器，一般是由无缝钢管或旋压管加工而成的（图11）。有的筒式定向器，在外圆的中部和后部有两个环形突起。

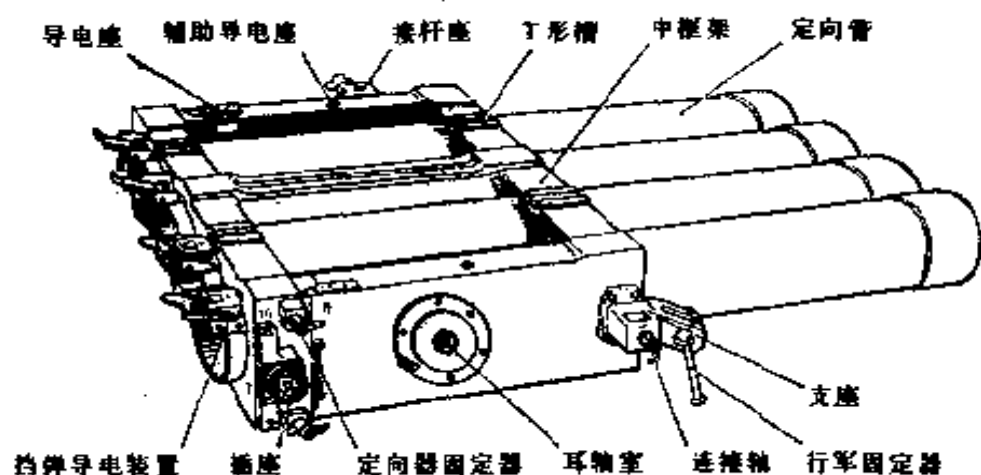


图 11 筒式定向器

管内装入火箭弹后，火箭弹的前后定心部恰好与环形突起相对应。带弹行军时，环形突起用来承受火箭弹的动力负荷。在环形突起下部焊有底座，底座与框架相连。定向器的管壁很薄，为防止外界物体碰坏定向器的前端，其外圆也用一环形突起来保护。发射折叠尾翼火箭弹的定向器，通常在筒壁上加一个凸型螺旋导向槽。发射时，火箭弹上的定向钮沿着导向槽运动，迫使火箭弹在前进的同时绕

弹轴旋转。这样，火箭弹出炮口后即作低速旋转，使有偏心的推力作用线不断地改变方向，以减少推力偏心对散布的影响。

闭锁挡弹装置 相当于普通火炮的炮闩部分。

普通火炮的炮闩，其作用有三点：第一，闭锁炮膛，发射时，炮闩的闩体抵住药筒，防止其后移，而药筒在火药气体的作用下膨胀，紧贴在药室内表面上，密闭了火药气体；第二，击发炮弹底火；第三，抽出发射后的药筒。炮闩在火炮上是一个相当复杂的部件。

火箭炮的闭锁挡弹装置，其作用有两点：第一，当火箭弹发射起动时，有一个阻止火箭弹向前运动的力，这个力是闭锁弹簧提供的，称为闭锁力。只有当火箭弹的推力大于闭锁力时，火箭弹才能向前运动。这就在一定程度上提高了炮口速度和火箭弹抗干扰的能力，从而提高火箭弹的射击密集度；但是闭锁力不宜过大，大了会引起定向器较大的震动，反而使射击密集度变差。第二，在带弹行军、瞄准或发射时，防止火箭弹滑落或移动，确保安全和可靠发火。火箭炮与其他火炮有一个很大的不同点是经常带弹行军。因为火箭炮管数较多，在阵地装填需要的时间较长，易被敌人发现，贻误战机。所以

火箭炮通常是在预备阵地上装弹，尔后进入发射阵地。闭锁挡弹装置不仅在发射时而且在行军时也起着固定火箭弹、防止其在定向器内移动或滑落的作用。这样，不仅保证了行军或发射时的安全，而且还保证了火箭弹的导电盖与导电装置的接触杠杆接触良好，以使火箭弹发火正常可靠。

火箭炮的闭锁挡弹装置比普通火炮的闭锁挡弹装置简单得多，图12是某火箭炮的一种闭锁挡弹装置，它是由本体、压紧螺盖、防松螺帽、弹簧、垫片、闭锁挡弹齿、解脱柄和销轴等几个简单零件组成。本体焊在定向器的后上部。压紧螺盖将本体内的弹簧、垫片及闭锁挡弹齿向下压紧，使该齿突出于定向器内壁，用以卡住火箭弹体。装填火箭弹时，挡弹齿被火箭弹顶起，当火箭弹的闭锁挡弹槽对正挡弹齿时，挡弹齿即在弹簧作用下卡入该槽内，使火箭弹固定在定向器内。在发射时，火箭弹向前运动，通过火箭弹挡弹槽的后棱边斜面顶挡弹齿的斜面，将挡弹齿顶起，压缩弹簧，直至解脱对火箭弹的限制，发射后挡弹齿在弹簧作用下复原；退弹时，手压解脱柄，其前端将小轴撬起，带动挡弹齿向上，压缩弹簧，使挡弹齿脱离火箭弹的挡弹槽，即可退弹。在带弹行军时，则通过一个拉杆机构，使挡弹齿不

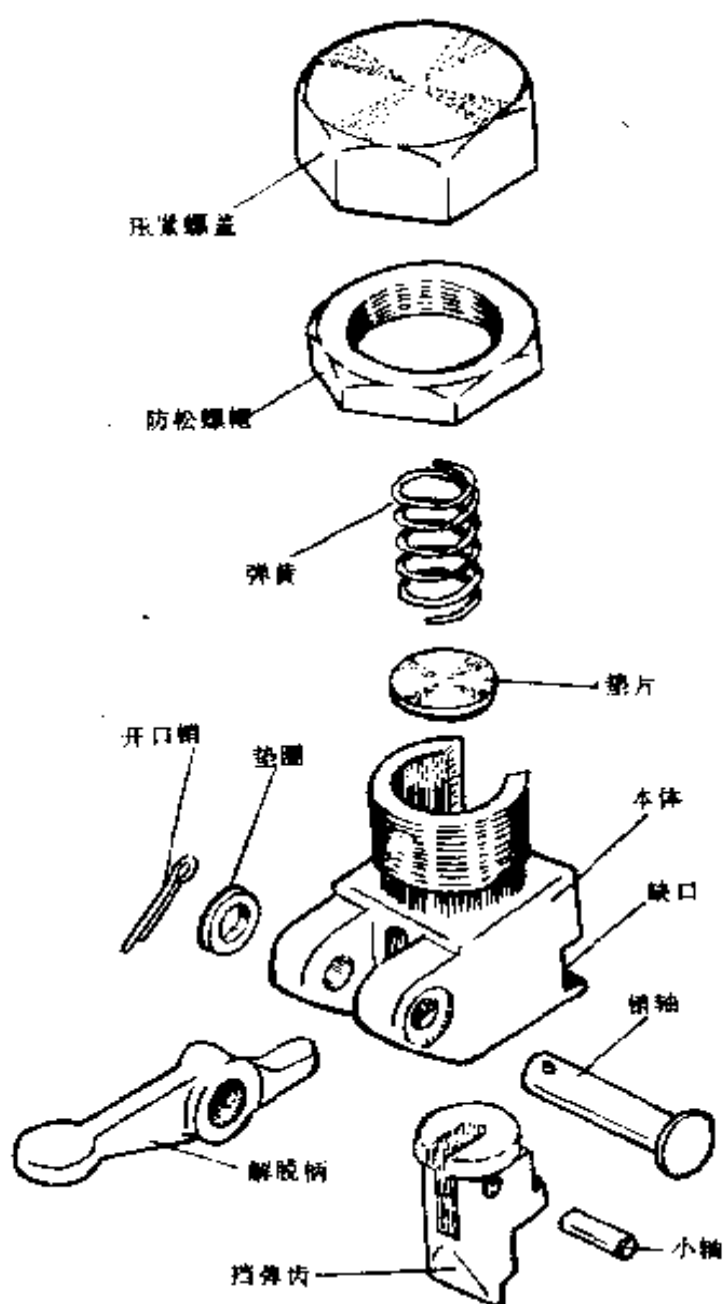


图 12 闭锁挡弹装置

能上升，火箭弹即被牢固地固定在定向器内，待发射时先行解脱。

导电装置 位于定向器后部，用于传导电流，它的作用与普通火炮的击针相似。它由本体、绝缘套筒、接触杠杆、销轴、绝缘套、顶筒、弹簧等组成。销轴的右端与导线连接，使电流经销轴传给接触杠杆。接触杠杆通过销轴安装在本体上的两个绝缘套筒之间。绝缘套装在销轴右端，和绝缘套筒、绝缘垫相配合，防止接触杠杆与定向器之间产生短路。发射时，顶筒在弹簧作用下，向上顶接触杠杆前端的绝缘垫，使接触杠杆后端向下，保证与火箭弹的导电盖接触良好。装弹或带弹行军时，拉杆上的斜形铁顶绝缘顶头，使接触杠杆后端向上，使其与火箭弹的导电盖脱离接触，以防止火箭弹走火。

框架 相当于普通火炮的摇架。

普通火炮的摇架，用以安装起落部分的各部件，在炮身后座和复进时起定向作用。它的耳轴是起落部分高低回转的中心。普通火炮发射时有巨大的后座力。为了克服这种后座力，火炮必须有一套极其复杂的反后座装置，如驻退机、复进机等。这些装置都集中在摇架上，从而使这部分的构造十分复杂。

火箭炮没有后座力，因而也没有反后座装置。它的框架作为起落部分的主体，用以支承和连接定

向器，並安裝瞄准裝置、行軍固定器支臂、耳軸和發火系統的接線盒等。火箭炮的框架只支承定向器和火箭彈的重量，行軍時，承受它們產生的動負荷，以及承受發射時的翻轉力矩和橫向扭力矩，它與身管炮的搖架比較，受力小得多。因此，框架一般是由槽鋼和厚度不等的鋼板焊接而成的長方形箱体（見圖11）。其結構和加工工藝比普通火炮的搖架簡單得多。

瞄 准 系 統

火箭炮的瞄准系統，包括回轉盤、平衡機、瞄准機（高低機和方向機）、瞄准裝置等四個部分。它與普通身管火炮的瞄准系統的結構和工作原理大体相似（圖13）。

回轉盤 是火箭炮回轉部分的主体，它通過錐形軸承安裝在底盤上。這樣，回轉體在方向機的作用下，可在底盤上輕便地轉動，使安裝在回轉體上的定向器作水平方向轉動，實現其方向瞄准。回轉盤還用來安裝方向機、高低機、平衡機。

平衡機 用以平衡火箭炮起落部分和火箭彈對耳軸的重力矩，以保證在操作高低機時輕便、平穩。火箭炮的起落部分是繞耳軸上下起落的，其重心不

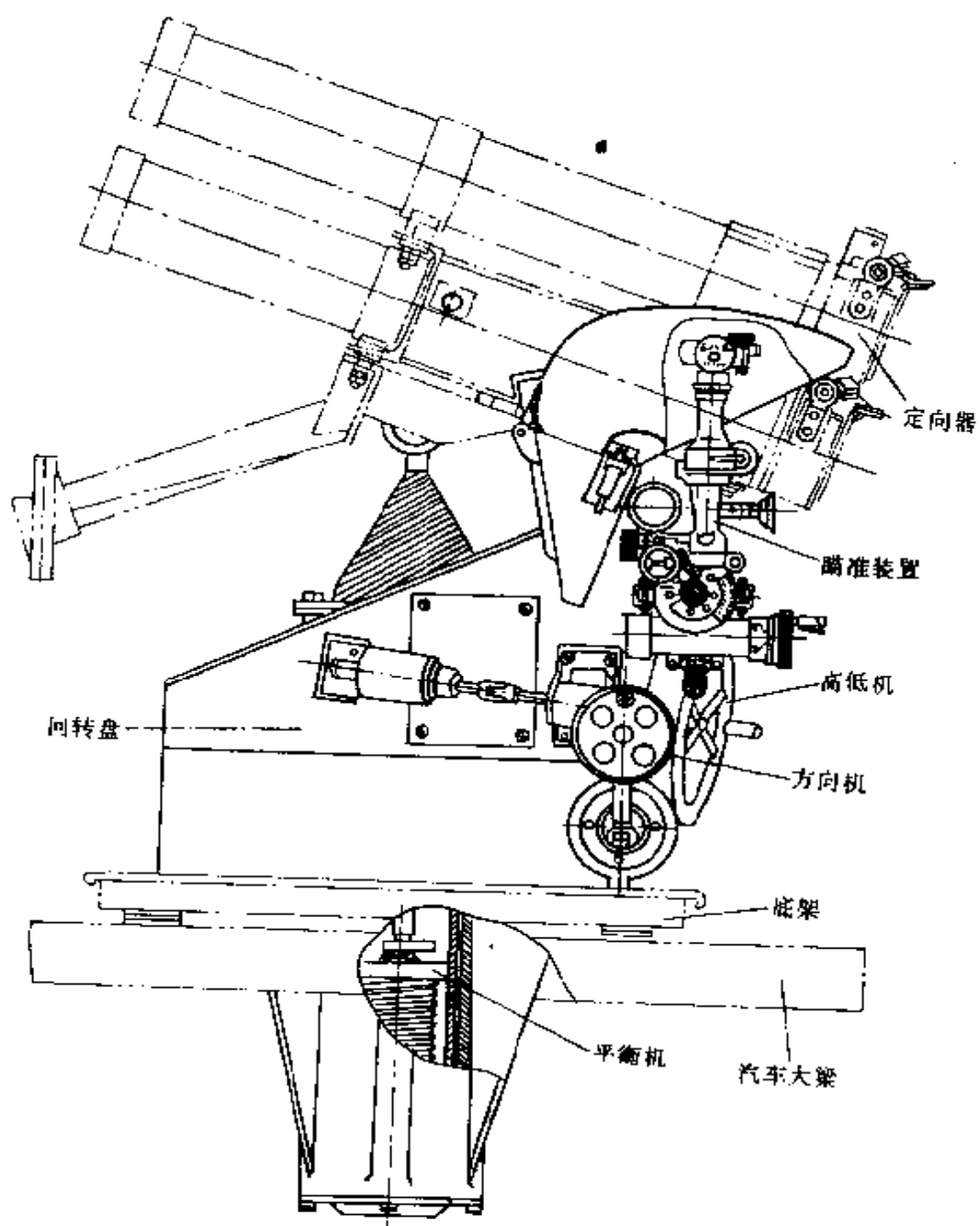


图 13 火箭炮的瞄准系统

通过耳轴，而在耳轴的前方，因此起落部分对耳轴

便产生一个向下的重力矩。这个重力矩，随着射角的减小而增大。在向上打高射角时，除了要克服摩擦力矩和起落部分的惯性力矩外，还必须克服较大的重力矩的作用，因此操作起来很费力。在向下打低射角时，重力矩又会使起落部分绕耳轴加速旋转，甚至产生冲击和颤动，给高低瞄准造成困难。平衡机就是为了解决以上这些矛盾而设置的。

瞄准机 是火箭炮瞄准时的传动机构。它通过瞄准装置来完成火箭炮的瞄准。由于火箭炮的瞄准分为高低瞄准和方向瞄准，因此瞄准机也分为高低机与方向机。瞄准手根据射击指挥员的命令，在瞄准装置上装定表尺分划和高低分划。通过操作高低机，使起落部分绕耳轴转动，赋予定向器以轴向射角，从而完成火箭炮的高低瞄准。通过操作方向机，使回转部分转动，赋予定向器轴线以方向射角，从而完成火箭炮的方向瞄准。

瞄准装置 由瞄准具与瞄准镜两大部分组成。瞄准具又由表尺装定器、炮目高低角装定器、基座和倾斜调整器等组成。火箭炮手实施瞄准时，首先用表尺装定器装定高角（表尺），高角即火箭炮与目标点的连线和定向器轴线的夹角。射击时，经常遇到目标与炮阵地不在同一水平面上，有的比炮阵

地高，有的比炮阵地低，如果定向器只仰起一个射程角，就不能命中目标。因此，为了命中目标，除了装定高角外，还必须在炮目高低角装定器上装定炮目高低角。炮目高低角即火箭炮与目标的连线和炮口水平面之间的夹角。高角与炮目高低角的代数和，就是火箭炮的射角。有了射角之后，就可以使用瞄准镜来确定火箭炮的射向。火箭炮是间接瞄准射击，通常是在侧方或后方选择一个明显的物体或设置一个物体作为瞄准点。火箭炮在瞄准装置上装上相应的分划（这个分划是事先测好的），然后转动高低机和方向机，使高低水准器气泡居中，用瞄准镜瞄向瞄准点，火箭炮即指向目标。但是，为了消除耳轴倾斜对瞄准的影响，瞄准手在瞄准的过程中要适时地调整倾斜调整器的转螺，使瞄准具横向摆动，居中倾斜水准气泡。这样，发射的火箭弹才不会偏离目标。

发 火 系 统

火箭炮的发火系统，主要包括发火机、电源、线路等。它相当于普通身管火炮闭体里的击发装置。

普通身管火炮的击发装置，主要是由击发机和

拉火机两部分组成。发射时，炮手拉动拉火绳，从而带动拉火机的引铁，使击发机的击针击发药筒底火，点燃发射药，发射药燃烧产生的高温高压气体把弹丸推出炮膛，飞向目标。

火箭炮的发火系统，是利用电源依次相继通过各发火箭弹的电点火装置而点燃火箭发动机的推进剂，使火箭弹发射出去。

火箭炮大都是多管联装，连续发射。发射时火箭弹对定向器的作用力，以及火箭弹后喷的强大燃气流对火箭炮的作用力，都会使火箭炮产生震动，从而引起续发（一发接着一发）火箭弹的散布增大。为了减小火箭弹的散布，必须控制火箭弹的发射顺序和时间间隔。控制火箭弹发射顺序和时间间隔的装置叫发火机。发火机由钥匙开关、保险器、指示灯、接线盒、配电盘、传动机构、自动发射机构、手动发射机构等组成（图14）。以我国63式130毫米火箭炮为例，该炮共19管，分两排排列。发射时，采取先发射上排定向器的火箭弹，后发射下排定向器的火箭弹。左右两边相继发射的火箭弹的间隔距离自始至终应保持最大，如（图15）所示。这样就减小了续发火箭弹定向器的振动，以利于减小散布；同时也可避免已射火箭弹的后喷燃气流对后

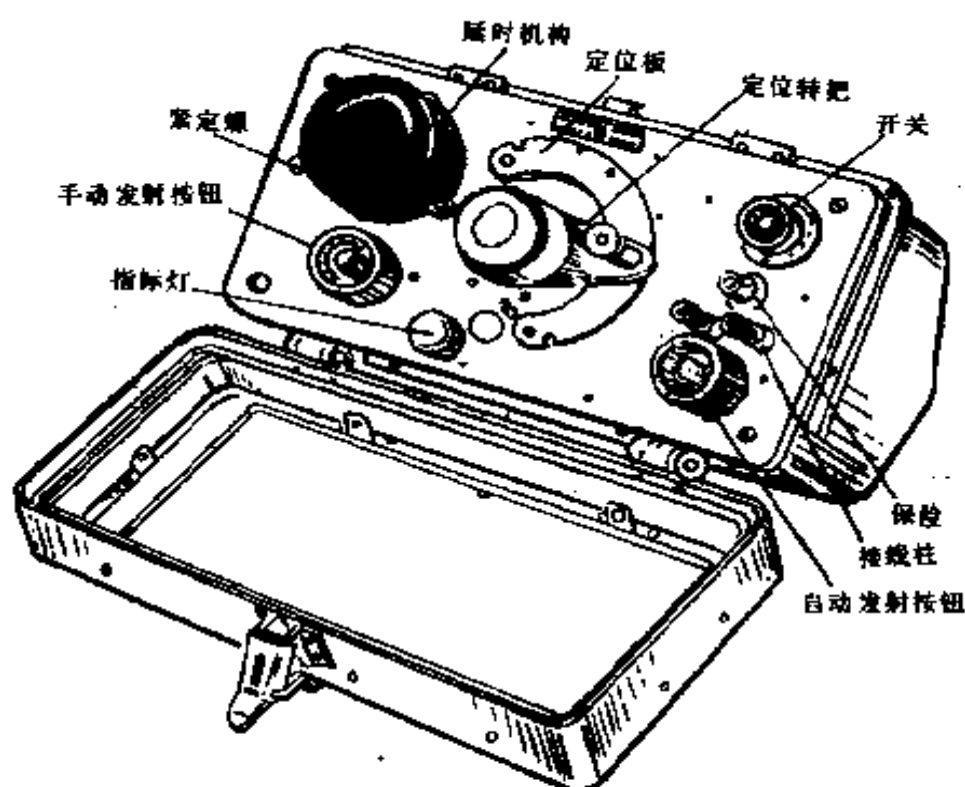


图 14 发火机

射弹的影响。

控制发射顺序的工作是由发火机的配电盘来完成的。配电盘上 1—19 号导电片，用导线按发射顺序与接线盒内的接线柱连接起来。当按下发射按钮时，电源将电流传给 1 号导电片时，接线柱上 1 号位置的火箭弹即被击发，依次类推。各发火箭弹发射的时间间隔是由发火机中的时间继电器来完成的。当接通电流时，延时机



图 15 火箭弹发射顺序

构的控制棘轮，每转过一个齿距所需要的时间（0.5—0.6秒），就是每发火箭弹发射的时间间隔。发火机不仅能自动地按一定的时间间隔把火箭弹一发一发地连续发射出去，而且还可以按需要进行单发发射。

火箭炮一般都有自动控制发射和手动控制发射两种机构。采用自动发射，各战炮分队能取得较高的射击一致性，火力突然、猛烈，可收到奇袭的效果，能有效地歼灭和压制敌人。因此，只有在自动发火机构发生故障时，才使用手动发射机构。

自行火箭炮的发火机，通常是固定在驾驶室前面右方，炮长在驾驶室可以操纵它。发射时，先扳动定位把手，使其到规定的位置，尔后打开电源开关，如果指示灯亮了，说明接通了发火机的电路，听到指挥员“放”的口令时，按下发射按钮，火箭弹就会一发接一发地飞向目标。此外，绝大部分火箭炮还配有车外发射器（图16）。它由绕线架、电缆、开关和按钮等组成，在掩体或堑壕里操纵火箭炮发射。在进行车外发射时，先将车外发射器的插头插在汽车驾驶室右门边的插座上，便和自动发射器的电路接通了，然后拉出50米长的电缆，打开钥匙开关，就可以发射了。

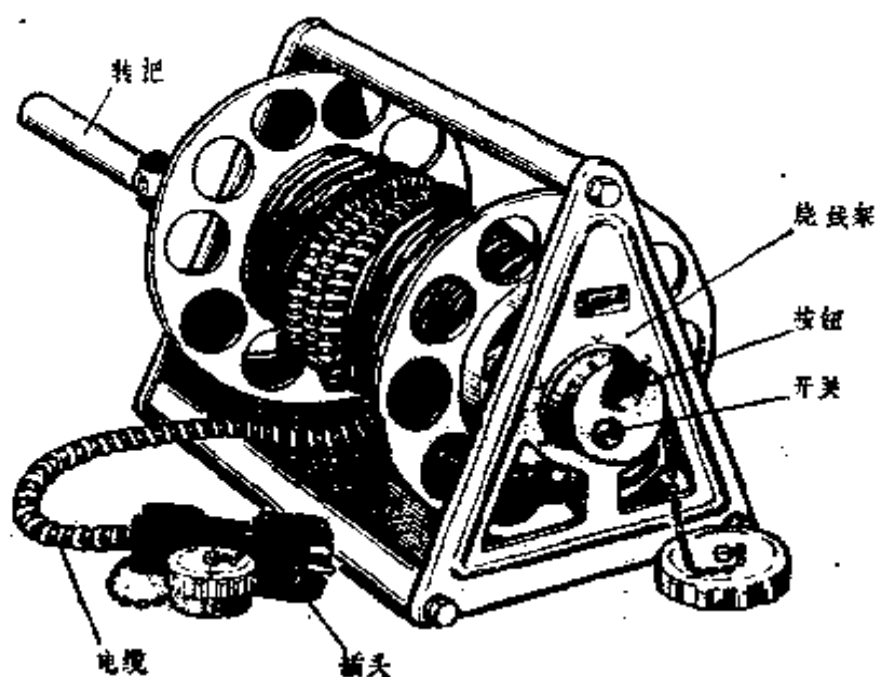


图 16 车外发射器

支撑运行系统

火箭炮的支撑运行系统，主要起两个作用，一是稳固地支撑火箭炮，二是使火箭炮快速的机动。这一系统，相当于普通身管火炮的大架和运行体部分。

火箭炮通常作为机动火力使用，因此机动频繁，这就要求它必须具有快速的机动能力和良好的越野性能。根据运动方式，火箭炮可分为自行式火箭炮和牵引式火箭炮。

自行式火箭炮，通常用轮式越野汽车作为运行体。它速度快，机动性好，寿命长，造价低廉。也有的自行火箭炮，用履带车作为运行体（图17）。它的优点是，越野能力强，可以作为坦克部队的随行火力。

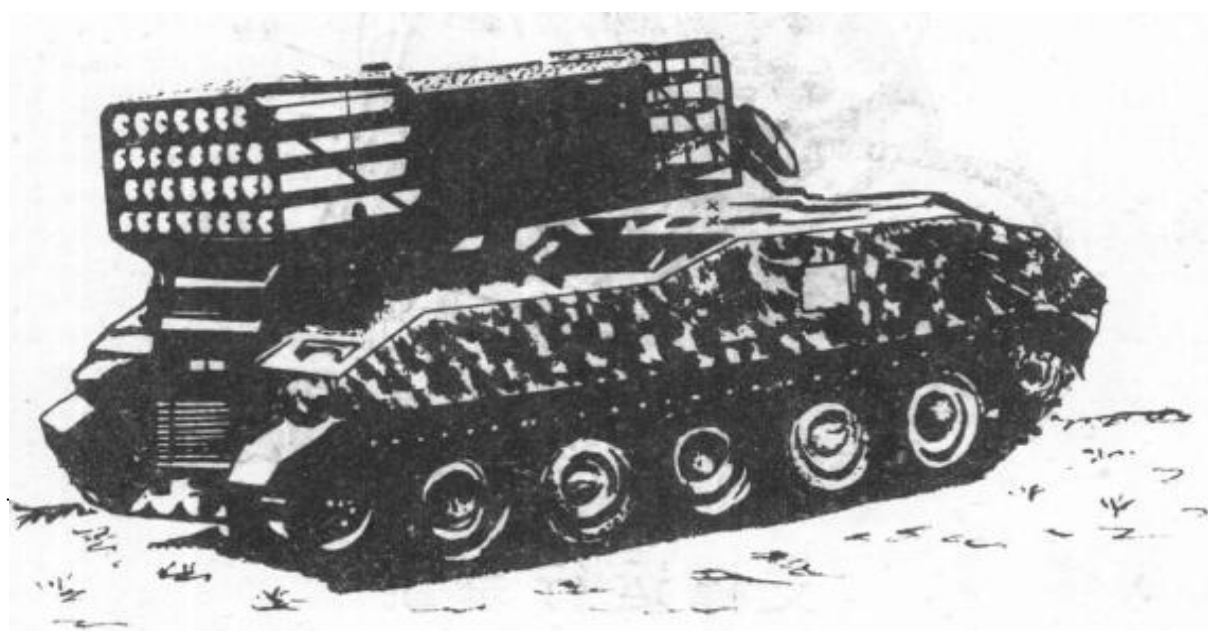


图 17 装在履带车上的火箭炮

火箭炮既要快速运行，又要能在各种情况下稳固支撑。在行军中，行军固定器同时能将起落部分和回转部分牢牢地固定起来，使各部分机构不致因行军颠簸而发生撞击和损坏。发射时，整个火箭炮必须平稳、牢固，保证射击的稳定性，否则会影响射击密集度。轮式自行火箭炮通常在汽车后部两侧安装两个千斤顶。千斤顶有两个作用，一是在火箭

炮发射时，把运行体后部支撑起来，避免车体的悬挂部分和轮胎的弹性振动，增加火炮射击的稳定性，减少射弹散布；二是调整火箭炮纵向和横向水平，保证射击的准确性。有的自行火箭炮没有配备千斤顶，而在车体后桥装有板簧闭锁装置，射击时，板簧闭锁装置将后轮轴与底架连接起来，使后桥悬挂装置失去弹性，这也可以增加火箭炮的射击稳定性。

牵引式火箭炮的支撑运行系统，几乎和普通牵引火炮完全一样，也是由大架和运行体组成（图18）。运行体主要包括车轴、车轮、缓冲器及车轮

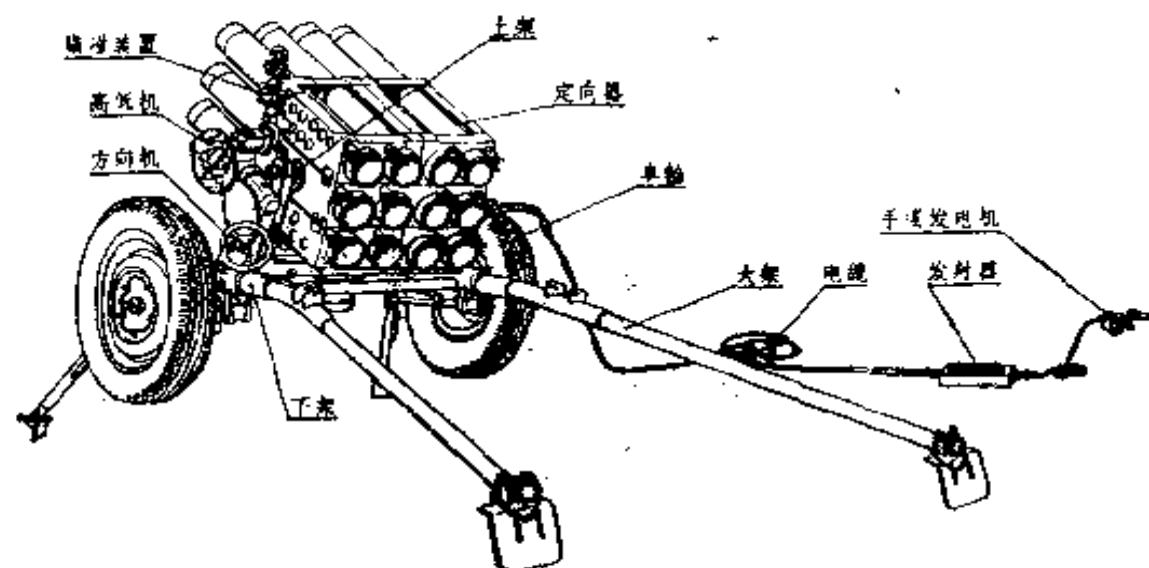


图 18 牵引式火箭炮

制动器等。在行军时，大架通过牵引环与牵引车连

接。射击时，大架又作为火炮后方的两个支撑点，以保证火炮稳定射击。

目前，火箭发射装置已不仅用于地面炮，也已用于海军和空军。许多国家已把火箭的发射系统安装在军舰上或飞机上。瑞士的“蒂拉”火箭炮就是这样，它安装在履带车辆底盘上，也安在飞机和舰艇上。安装在军舰上的，它的支撑运行系统就是军舰；安装在飞机上的，它的支撑运行系统就是飞机（图19）。

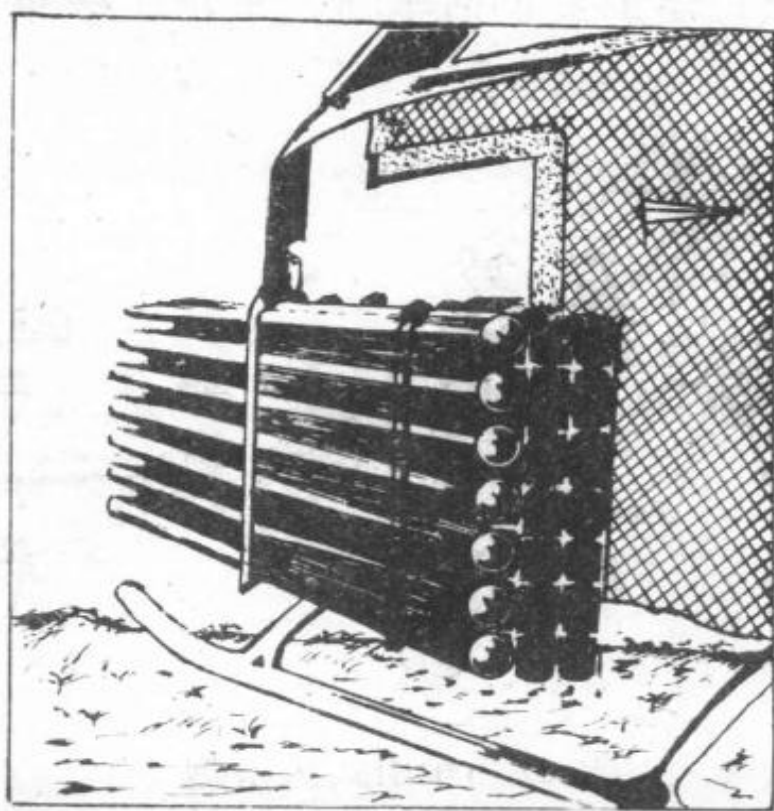


图 19 装在直升飞机上的火箭发射装置

从上述情况可以清楚地看出，火箭炮结构简单、管数多、发射速度快、火力猛、机动性好，的确是一种进攻或压制进攻的大面积射击武器。

三、火箭弹的四大部分

火箭炮比普通身管火炮具有一些突出的特点，这些特点与它配用的火箭弹有很大关系。因此，我们在研究火箭炮的同时，也要对火箭弹进行一些必要的剖析，这对于掌握和运用火箭炮大有好处。

火箭炮发射的火箭弹和普通火炮发射的炮弹，在结构和原理上，既有相同之处，又有很大的区别。

普通炮弹由引信、弹丸、药筒（或药包）、发射装药、点火具（即底火）等部分组成。炮弹按其发射装药与弹丸的连接方式划分，可分为两类：发射装药系统与弹丸连成一体，叫做定装式炮弹；发射装药系统与弹丸分开保管、运输、装填的，叫做分装式炮弹。

火箭弹是由四个部分组成的：引信、战斗部、火箭发动机和稳定装置。

为了使大家更清楚地了解火箭弹与普通炮弹的异同点，下面将它们的各个部分，作些具体的对比

介绍。

引 信

引信，是在预定时间和地点引爆战斗部（弹丸）的装置。火箭弹的引信和普通炮弹的引信，在构造上基本相同。

引信的种类很多，按对目标的作用方式分，有着发引信和空炸引信两大类。

着发引信 一般都由本体、着发装置、延期装置（有的引信没有延期装置）、保险装置、传爆装置等部分组成（图20）。它是指战斗部或弹丸碰击障碍物后发火的引信。根据从引信撞击障碍物开始到战斗部或弹丸起爆为止所经历的时间，一般具有瞬发（作用时间在0.001秒以内）、短延期（作用时间0.005—0.01秒以内）、延期（作用时间在0.01—0.15秒）等三种作用时间。现在的着发引信，大多数装有两种或三种作用时间。在射击前，根据目标的性质，只能装定其中的一

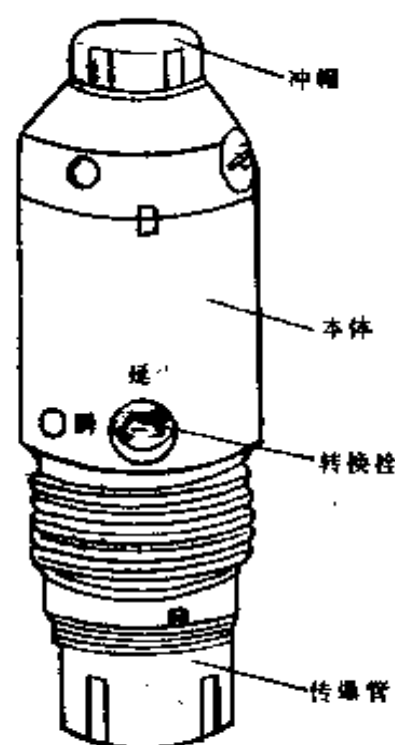


图20 火箭弹的引信

种，以便使炮弹按预定的要求爆炸，击毁目标。

空炸引信 是指引信不需要碰击障碍物，在离障碍物还有一定距离时就在空中起爆的引信。空炸引信又可分为近炸引信和时间引信两种，如无线电引信，光学引信等属于近炸引信；药盘时间引信、机械时间引信、电子时间引信等属于时间引信。

引信若按其安装在弹丸上的位置划分，又把装在弹的头部的，叫做弹头引信；装在弹的底部的，叫做弹底引信。

引信的选用，是根据射击任务、目标性质和采用弹种的不同来确定的。例如，发射照明弹、子母弹，要选用时间引信；对付暴露的有生力量和技术兵器，选用瞬发引信或近炸引信；破坏堑壕、野战工事、桥梁及各种建筑物，选用延期引信。

战 斗 部

火箭弹的战斗部相当于普通炮弹的弹丸。普通炮弹的弹丸，由弹体和炸药组成。弹体由弹头、定心部、圆柱部、弹带和弹尾等部分组成（图21）。而火箭弹的战斗部，只有壳体和炸药（或其它装药）两部分（图22）。它的定心部和稳定装置，不是在战斗部上，而是在发动机上。

火箭弹的威力，主要是由战斗部来体现的。当它爆炸时，产生强烈的冲击波和大量的杀伤破片，用以摧毁工事、建筑物、杀伤敌有生力量和破坏敌人的技术设施。由于作战的目的和攻击的目标是多种多样的，所以战斗部的种类和结构也各有不同，最常见的有爆破弹、杀伤弹和杀伤爆破弹。

爆破弹 主要依靠炸药来摧毁敌人的野战工事、军事设施。其爆破威力主要取决于所装炸药的威力和数量，这种弹的特点是“皮薄馅多”。

杀伤弹 主要是以破片杀伤和摧毁敌暴露的有生力量和技术兵器。为了达到良好的杀伤效果，要求杀伤弹既要杀伤破片多，又要杀伤

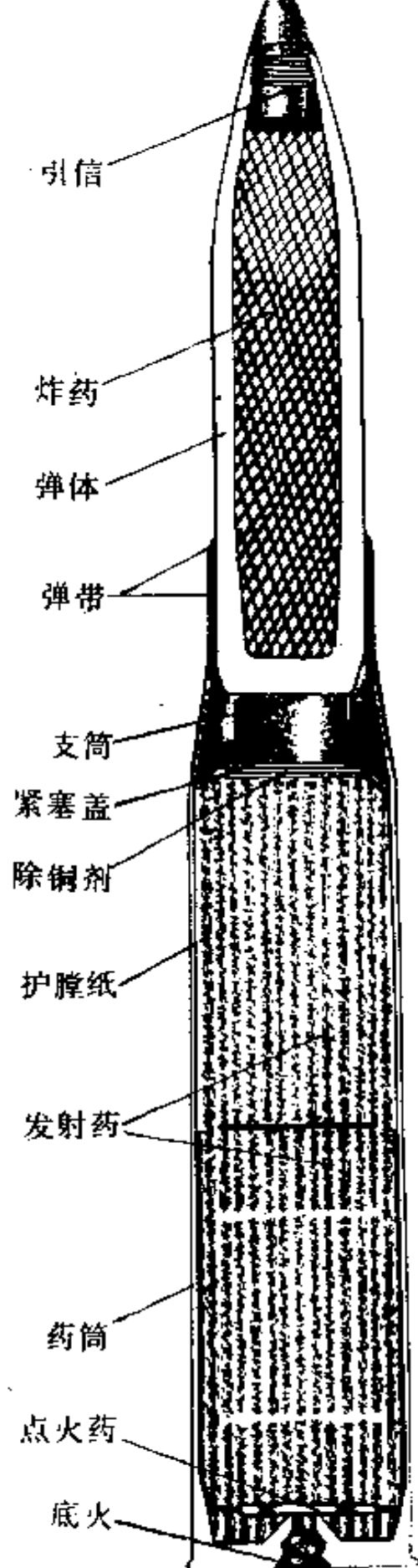


图 21 普通炮弹

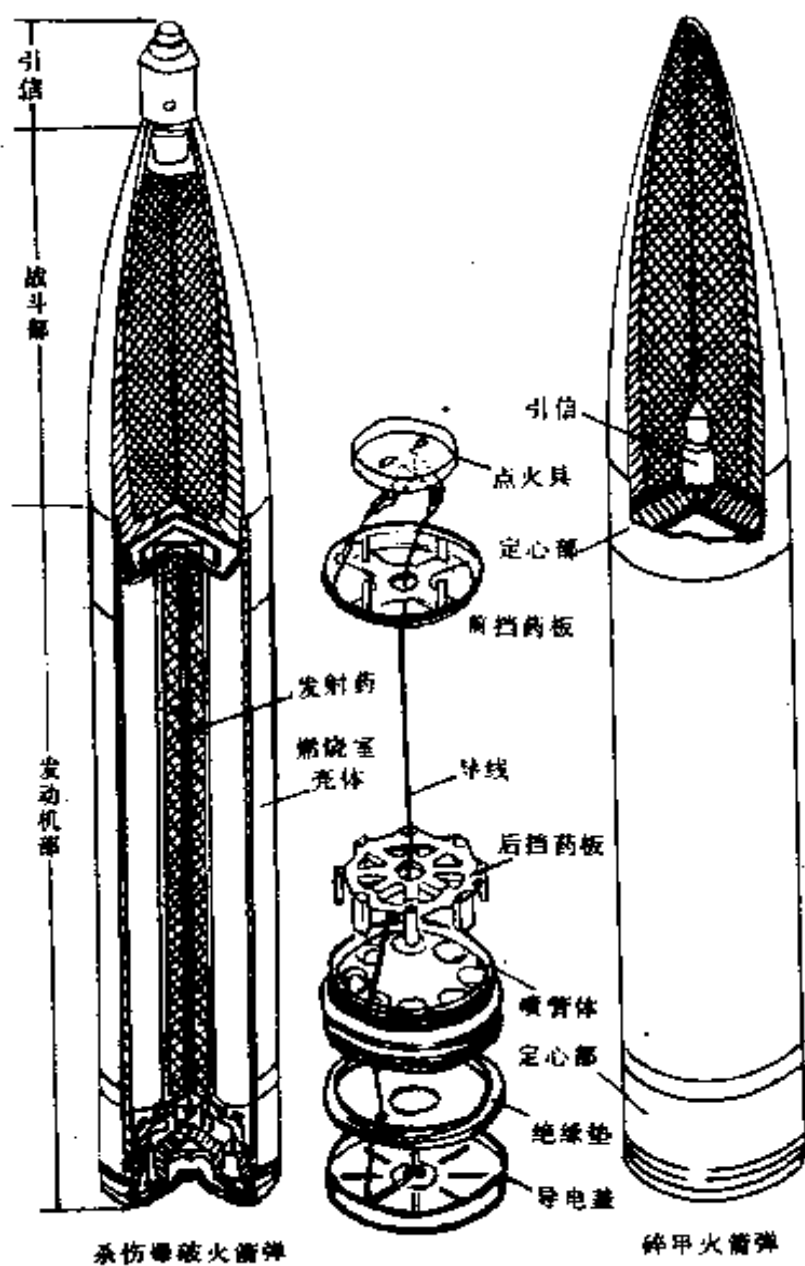


图22 火箭弹

半径大。因此这种弹的壳体较厚，並装有一定数量的炸药，以增大杀伤半径和产生更多有效的杀伤破片。

杀伤爆破弹 既可起杀伤作用，又可起爆破作用，是杀伤弹与爆破弹的综合统一体。在构造上，它的壳体厚度比同口径的杀伤弹薄，而装药量比同口径的杀伤弹多。

此外，还有一些特种战斗部，如燃烧战斗部、烟幕战斗部、照明战斗部、破甲或碎甲战斗部以及子母弹战斗部等。

火 箭 发 动 机

火箭发动机是火箭弹的动力部分，就这一点来说，它相当于身管火炮炮管的药室部分与装药系统作用的总和。普通炮弹的弹丸是靠炮膛内高温高压的火药气体送出炮口的，出炮口时速度最大，出炮口后依靠惯性继续飞行，直至落到地面，弹丸本身不带动力装置（火箭增程弹除外）。而火箭弹则不同，它是靠自己的发动机产生的推力飞行的，火箭炮只赋予火箭弹以正确的飞行方向，並不提供飞行动力。

火箭发动机的结构有两种基本形式，一种是用于旋转稳定弹的发动机；另一种是用于尾翼稳定弹的发动机。

火箭发动机（图23），由燃烧室、点火装置、

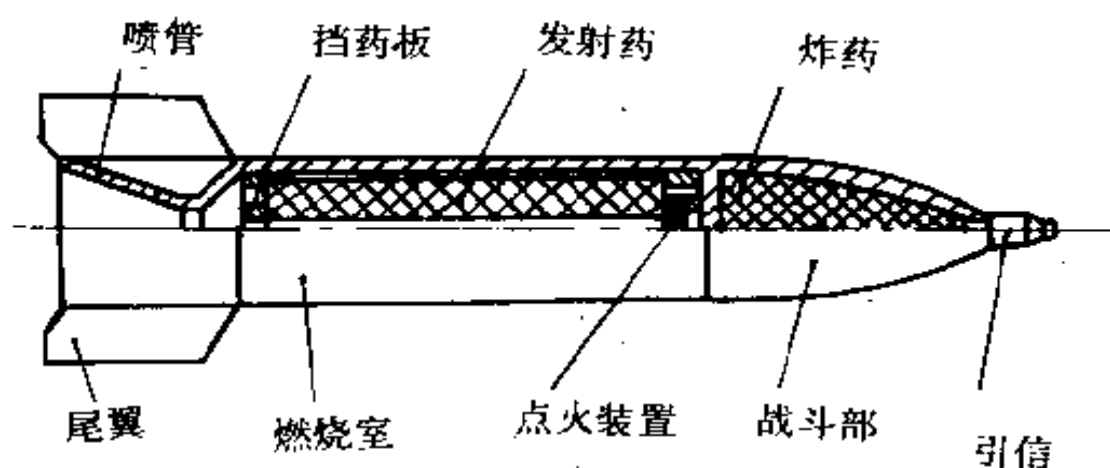


图 23 火箭发动机

发射药、挡药板、喷管、导电盖等组成。

燃烧室 是个薄壁圆筒零件，两端以螺纹分别与战斗部和喷管连接。平时，燃烧室是贮存推进剂的容器；发动机工作时，它要承受燃气的高温（2000—3200℃）和高压（100—400公斤/厘米²）。因此，它必须具有较高的强度和良好的密封性能。为了防止它的内壁在发射药燃烧时被烧损，内表面涂有绝缘层。在壳体的外部前后端各有一个定心部。它有两个作用，一是保证火箭弹轴线与定向器轴线的一致性；二是通过定心部与定向器接触以传导电流。

点火装置（点火具），用于点燃推进剂。普通的炮弹是利用机械冲击作用，即击针撞击底火，点燃发射药的。火箭炮使用的是电点火装置，其构造

如（图24）所示。从点火装置里引出的四根导线

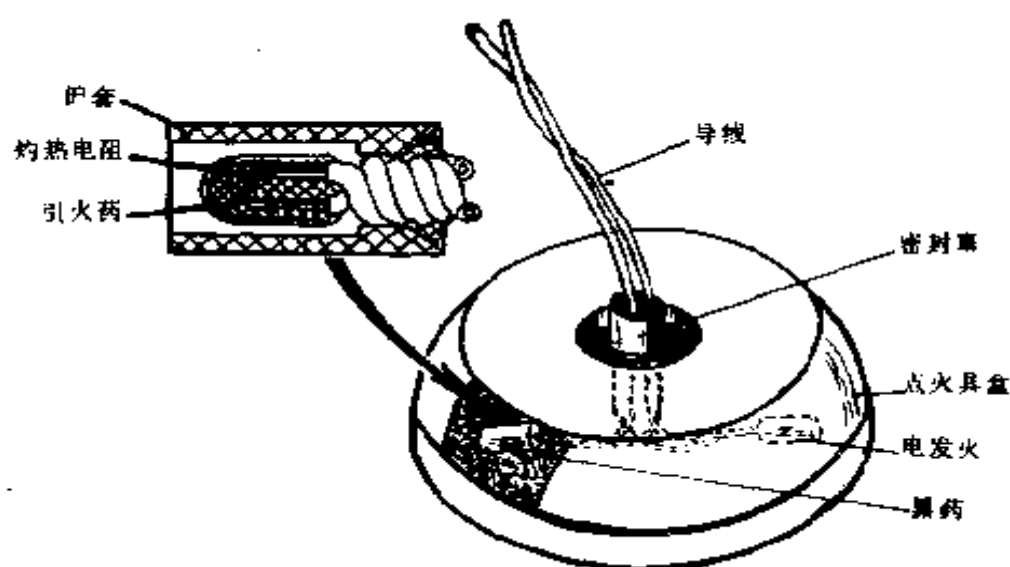


图 24 火箭弹的点火装置

（为保证可靠发火，通常用两个发火管），分别与导电盖和喷管连接。导电盖与喷管之间是绝缘的。当火箭弹装入定向器时，定向器后部的导电装置的接触体与导电盖接触；喷管与挡弹齿（或定心部与定向器）接触（图25）。发射时，按下发火机按钮，就沟通了电路。此时，电流通过电发火管电桥，将发火管点燃，进而点燃点火药盒里的黑火药，黑火药再点燃推进剂，这样就完成了发动机的点火。

发射药 一般是采用固体推进剂，它是火箭弹飞行的动力能源。目前，世界各国使用的固体推进剂包括双基推进剂和复合推进剂两大类。它们主要

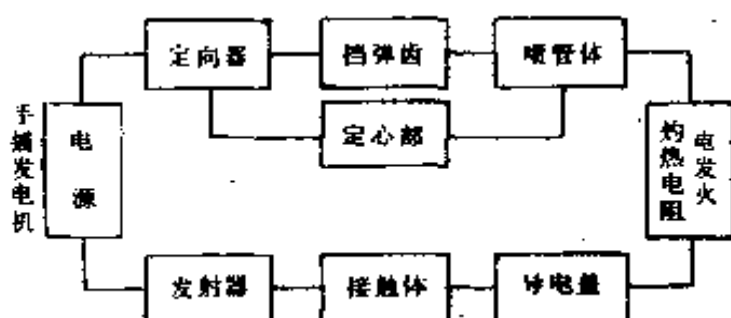


图 25 点火线路示意图

是由氧化剂和燃烧剂组成的化学物质，所以，燃烧时不需要外界供给氧气。

挡药板 分前挡药板和后挡药板，它们的作用是固定发射药，防止发射药在运输和勤务处理时前后移动。发动机工作时，挡药板可以防止未燃尽的发射药颗粒喷出或堵塞喷管。

喷管 安装在燃烧室的尾部，人们称它为能量转换器。它有两个作用：一是以喷喉面积的大小控制燃气的流出量，保持燃烧室内有一定的压力，保证发动机的正常工作；二是加速燃气的喷射速度，使燃气热能尽可能多地转变为有效的动能，以提高发射药能量的利用率。

能量转化效率的大小，关键在于喷管形状和排气面积。喷管内部几何形状可分为三段：收敛段、临界段（也叫喷喉）和扩张段（图26），它们统称

为收敛——扩张喷管

(也叫拉法尔喷管)。

当高温高压燃气进入收敛段时，由于通道越来越窄，燃气只有加快流动才能通过，也就是燃气流速越来越大，到临界段时达到音速。当燃气流由

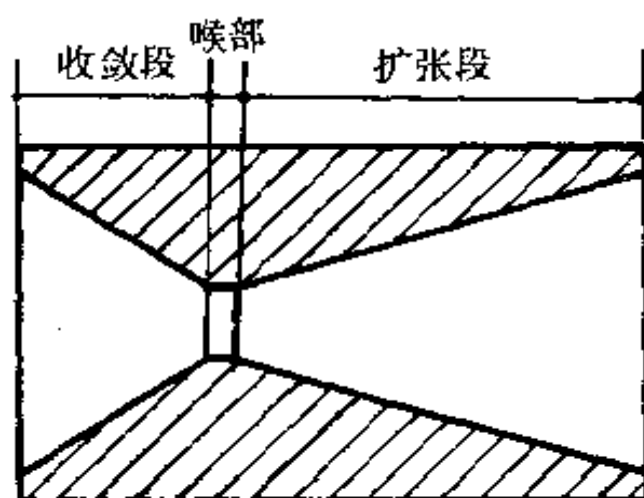


图 26 火箭发动机的喷管。

临界段进入扩张段时，通道变宽，燃气突然膨胀，燃气流速进一步加大，变成了超音速气流，使燃气热能更有效地转化为使火箭弹飞行的动能，推动火箭弹飞行。

喷管有两种结构形式，一种是直喷管（喷管轴线与弹轴平行），用于尾翼式火箭弹；另一种是倾斜多喷管，用于涡轮式火箭弹。

导电盖 用于接收导电装置接触体传来的电流，通过导线点燃点火装置的黑火药，再由黑火药点燃发射药。

稳 定 装 置

稳定装置是保证火箭弹飞行的稳定性和准确性

不可缺少的组成部分。从飞行稳定原理上说，火箭弹与普通炮弹弹丸没有什么区别，都是靠旋转稳定或尾翼稳定。尾翼式火箭弹与滑膛炮发射的弹丸，都是用尾翼作稳定装置。涡轮式火箭弹与线膛炮发射的弹丸，虽然都是旋转稳定，但线膛炮发射的弹丸却没有稳定装置，它是靠火炮的膛线使其高速旋转的。涡轮式火箭弹的稳定装置，由多个倾斜喷管组成。每个小喷管轴线对弹轴都有一个切向倾角，使推力产生一个切向分量，这个分量形成使弹体绕弹轴旋转的力矩，使弹高速旋转，从而达到火箭弹的飞行稳定。

下面我们谈一下尾翼的稳定和高速旋转稳定的道理。

火箭弹和炮弹弹丸在空中飞行，由于各种因素的干扰，弹轴会不断地围绕重心摆动，从而在弹轴与速度向量（也就是弹道切线）之间形成一个夹角，这个夹角叫冲角。如果弹的重心靠后，空气阻力作用点在其重心的前面，弹在飞行中一旦出现冲角，空气阻力对弹的重心就会产生一个力矩。这个力矩将迫使弹轴偏离弹道的切线方向，也就是说，空气阻力对重心的力矩使冲角越来越大（图27），弹体就会翻斤斗。这种迫使弹体翻斤斗的力矩，叫

做翻转力矩。如果弹的重心靠前，空气阻力作用点落在弹的重心之后，空气阻力对重心的力矩，总是迫使弹轴靠近弹道的切线方向，使冲角越来越小，使弹稳定飞行。这种迫使冲角越来越小的力矩，叫做稳定力矩（图28）。

保证弹的飞行稳定，

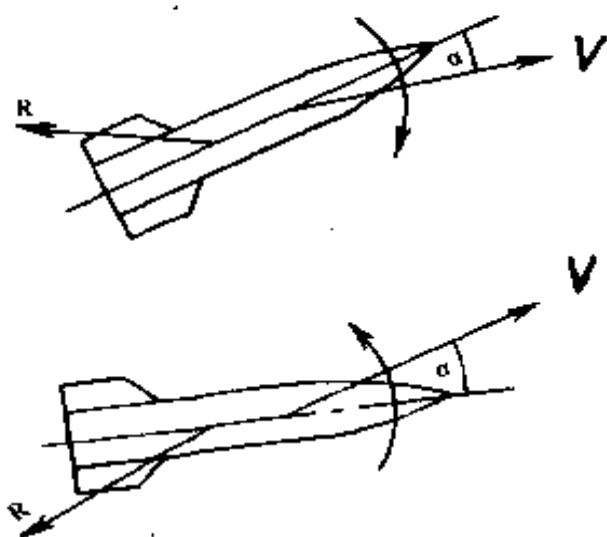


图 28 火箭弹的稳定力矩

切线方向时，则空气阻力产生的稳定力矩，力图使弹轴恢复到初始状态，保证弹的飞行稳定。这个基

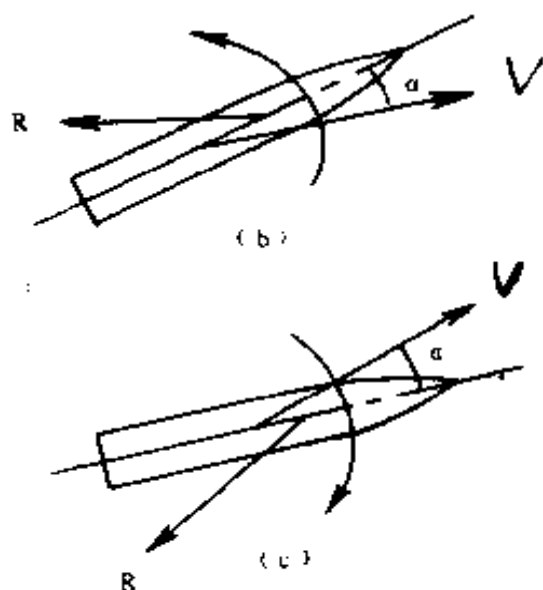


图27 火箭弹的翻转力矩

不使它在飞行中翻转，有两种解决办法：

一个办法是，在弹的尾部安装尾翼。尾翼能产生升力，使空气阻力的作用点落在弹的重心之后。这样，当弹受到某种干扰，使弹轴偏离弹道

本原理乃来自于我国古代的弓箭。古代的箭尾缚有羽毛，羽毛张开，迎风面积大，使空气阻力作用点落在箭矢重心之后，就可以保证箭在飞行中的稳定性。

另一个办法是使弹高速旋转，让弹轴与弹道的切线方向始终保持一致，这就是通常说的陀螺原理。陀螺有个特性，在不旋转的时候，它是站不稳的；在高速旋转的时候，它能稳定地保持自转轴的方向，这种特性叫陀螺的定轴性，即使陀螺受到干扰，偏离垂直平衡状态时，它也不会倾倒，只能引起陀螺轴线绕其原垂直轴转动。陀螺轴线绕垂直轴旋转称为进动，这种特性称为进动性。绕弹轴高速旋转的火箭弹与陀螺运动相似，在飞行中因受到干扰而偏离弹道切线，出现冲角时，作用在弹的重心前方某一点的空气阻力，会产生翻转力矩，使火箭弹出现翻转趋势。但由于火箭弹绕弹轴高速旋转，它就会象陀螺那样不翻倒，只引起弹轴偏离弹道切线一个很小的角度，绕弹道切线作进动运动，这就限制了弹轴绕重心翻转，使火箭弹保持飞行稳定。

四、发射火箭弹的几种方式

火箭弹与普通炮弹相比，其最大的特点是依靠自身的动力飞行。因此，它既可以由火箭炮发射，也可以用便携式的发射器发射，还可以进行无发射器的简便射击。这些发射方式为它在各种战场上和各种情况下实施机动创造了条件。

火 箭 炮 发 射

火箭炮作为炮兵的大面积压制武器，通常由各级指挥员直接掌握，作为机动火力使用。它的突出特点是：瞬间能以密集火力打击敌人有生力量，摧毁各种军事设施，击毁敌人坦克和各种技术兵器。因此，火箭炮通常完成下述战术任务：

（1）歼灭或压制集结的敌有生力量和技术兵器；

（2）压制隐蔽在堑壕里或工事内的敌有生力量；

（3）压制敌人的炮兵连、迫击炮连和化学

兵器；

（4）歼灭或压制敌集群坦克、装甲车辆及登陆上陆工具。

火箭炮能够进行齐射、部分齐射和单射。在战争中，通常以营为单位、集中火力齐射，以消灭或压制敌纵深或浅近纵深内的各种面积目标。由于火箭炮射弹散布较大，从战术使用上考虑，最好与身管火炮协同作战，在炮火准备阶段，火箭炮集中射击后，为防止火力中断，可由身管炮进行监视射击；或者，由身管炮射击点目标，破坏敌人的火力点，由火箭炮射击大面积的集群目标；也可以在火箭炮集中射击时，身管炮同时射击；还可以利用火箭炮自行化的特点，采取突然袭击，“打了就走”的办法，以弥补其容易暴露发射阵地的缺点。例如，1952年10月6日的黄昏，我志愿军某火箭炮团二营接受了消灭栗洞东无名高地的敌人和摧毁其全部辎重的任务。在出发阵地上，全营火箭炮事先装填好了火箭弹，带弹行军，很快进入发射阵地，并按战术要求完成放列，迅速做好射击前的一切准备工作。指挥员“预备——放！”的口令一下，全营火箭炮齐射，刹那间百余条火龙飞向敌人阵地。在一阵猛烈的火力轰击下，三百名敌人连同全部辎重，顷刻

化为灰烬。十五分钟以后，火箭炮营安全地撤出阵地。正如原来预料的那样，火箭炮在发射时，由于火箭发动机燃气流的强力喷射，阵地上卷起了大片烟尘，加上火箭弹后喷火焰长达几米，火光飞泄，火箭炮营的阵地很快就被敌人的炮兵发现了。没过多久，敌人的炮弹就雨点般地袭来，这时火箭炮营早已撤出发射阵地。这就是一个打了就走的典型例子。

火箭炮在发射时，操作比较简单，以国产 107 毫米火箭炮为例，发射前先打开发火机的总开关，挂好拉火绳。单射时，只要将拉火绳拉到位以后，迅速放松，即可射出一发火箭弹。连射时，只要拉紧拉火绳不放，发火机就会自动以 0.6—0.8 秒发射一发的速度连续发射，直到发完全部火箭弹为止。

便携式发射器发射

战场上的情况是十分复杂的，并不是在所有地域和所有情况下都能用火箭炮进行射击。所以，有些国家就设计了可以提背的便携式火箭系统，用在自行火箭炮或火箭炮牵引车难以通行的地带和各种特殊情况下发射火箭弹。

苏联研制了“冰雹Ⅱ”火箭系统。它由9П132发射架和9M22M火箭弹组成。发射架包括发射管、装有瞄准机构的三脚架、发射机构、制动器和装有盾板的瞄准具（图29）。它可以迅速分解折叠，以

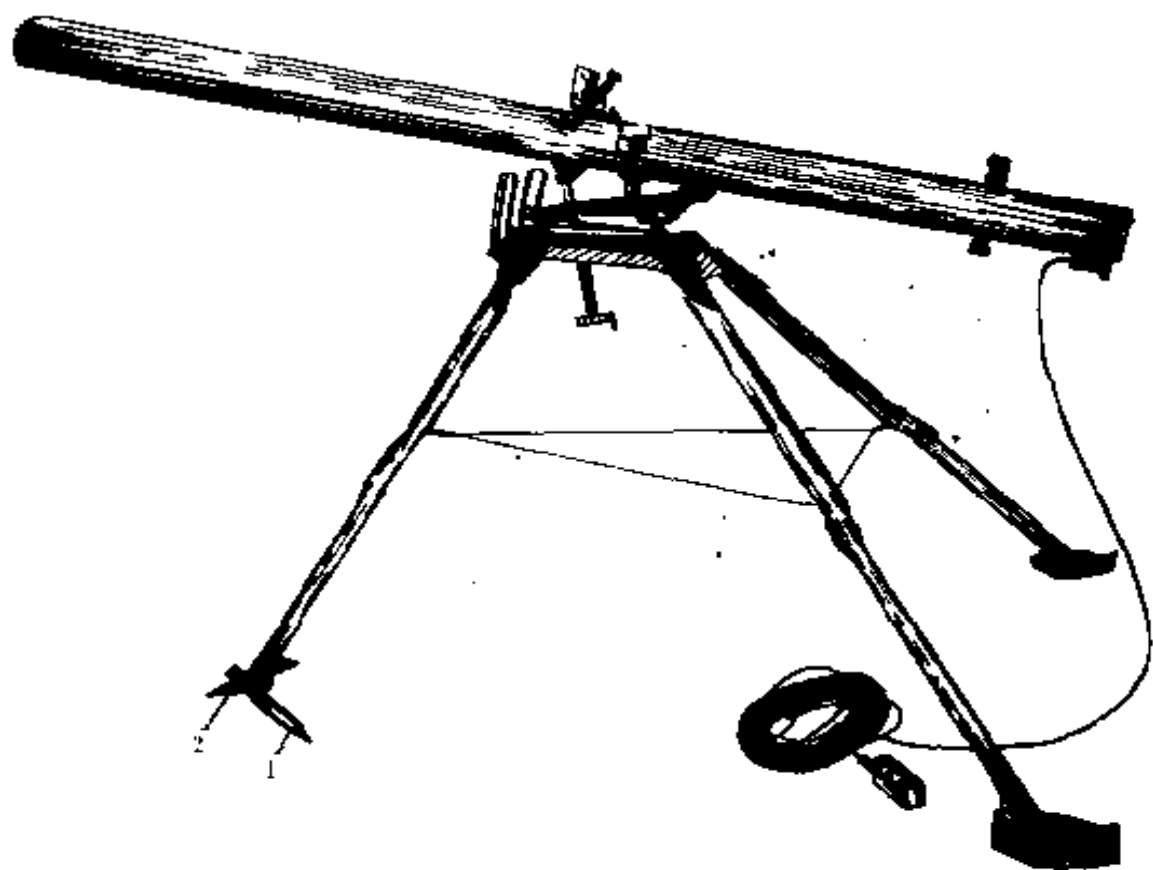


图 29 “冰雹Ⅱ”火箭发射器

便于提背和转移阵地。其射速为每分钟1发。射程为9公里（带阻力环）到15公里（不带阻力环）。这一系统，利于步兵班排用突然袭击的方式，消灭集结区域内、行军中和正在展开战斗的对方有生力

量；压制迫击炮连；破坏防空设施、油库、弹药库；摧毁对方的装甲车辆和机场上的飞机；扫清对方设置的障碍物，打开部队前进的通道等。

瑞士生产的“雷特勒波克斯”火箭发射器，是一种手携式的发射器。它是一种紧凑的箱体结构，共16个发射管（图30）。它可发射具有杀伤和破甲

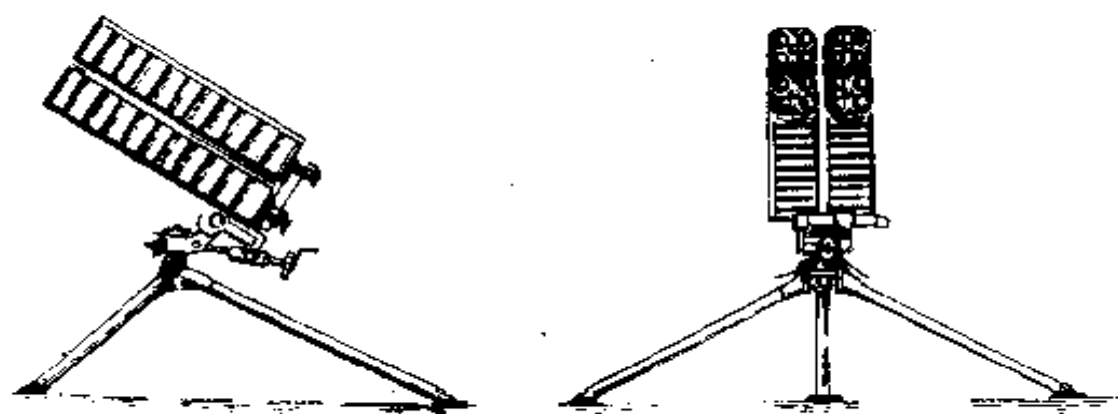


图 30 瑞士“雷特勒波克斯”火箭发射器

作用的50毫米火箭弹，既能连射又能单射，主要用于近战火力支援，最适宜于封锁交通要道。由于它结构轻巧、操作简便，对小分队、游击队及某些特种部队，尤为适用。但它的射程只有800米，战术作用有限。

以上两种轻型的火箭发射器，适于在各种地形条件下行军作战，是一种值得重视的发射器具。

无发射器的简便射击

战争中，当火箭炮难以进入作战阵地而又没有便携式发射器，或当火箭炮已经损坏的危急情况下，还可以使用一种无发射器简便发射方式。

据外刊报道：苏联“冰雹Ⅱ”配用的尾翼火箭弹，在没有发射器的时候，就是用两根竹棍将火箭支起来，对准目标发射的（图31）。

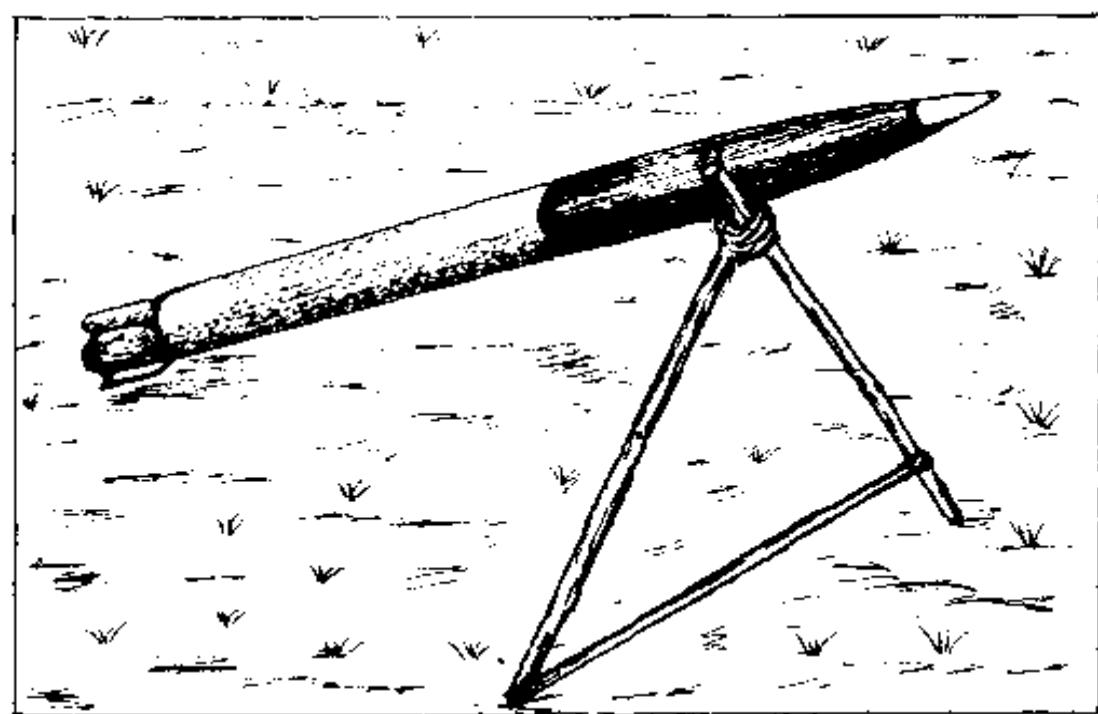


图 31 冰雹Ⅱ型火箭弹的简便发射示意图

我国 107 毫米火箭炮配用的涡轮式火箭弹，在不用火箭炮的情况下，筑个土台即可发射。我军在

实践中总结出一整套经验，它所用的器材仅有瞄准具、发火器、导线、胶布、砂纸和必要的土木工具。其方法、步骤如下：

（1）确定准星位置。当使用表尺式瞄准具时，准星位置应以火箭弹后定心部的后沿为基准，沿标线（无标线时，可在发动机上划一条与弹轴平行的标线），向前量取450毫米，做一准星位置的记号；若使用直尺瞄准具时，则从火箭弹底部向前量取495毫米，做一准星位置的记号。尔后即可在确定好的准星位置上粘放一根20毫米高（约一个大头钉高度）的物件做准星。若使用折叠式瞄准具（图32），因本身就是由准星座、连杆、卡座、表尺板及活动游标等部分组成的，使用时只要把瞄准具的卡座与火箭弹的后定心部相贴合，即可实施瞄准。

（2）构筑发射台。在既便于隐蔽又能够看到目标的地方构筑发射台。发射台应构筑成长方形土堆，其长度不短于火箭弹前后定心部的距离。火箭弹在台上成待发状态时，弹的底部到地面的距离应不少于20厘米，以便于瞄准。如有田埂、土坎、坟包、塹壕胸墙等可以利用时，稍加修整亦可使用。

（3）粘接导线。将火箭弹放在发射台上并

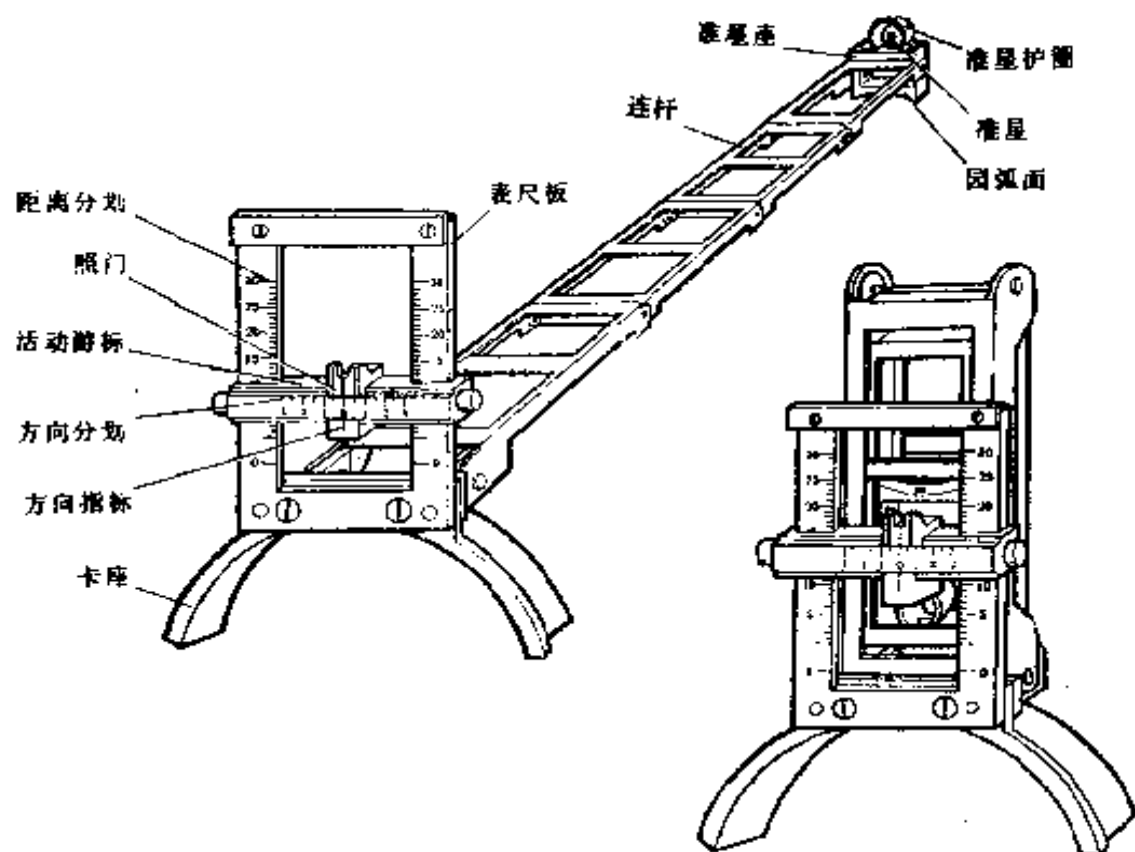


图 32 折叠式瞄准具

指向目标。先用砂纸打磨导电盖和后定心部预定粘接导线的部位,再将两根导线头剥开约 5 厘米,并且用砂纸打磨线芯,以保证导电良好和便于粘接。然后将两个线头拆散,用胶布分别粘在已打磨过的导电盖及后定心部上(图33),接上电源就可以瞄准发射了。电源可用干电池组,也可用手摇发电机。

(4) 瞄准发射。实施瞄准时,要使照门(缺口)、准星、目标三点成一线(图 34)。发射时,射手应在火箭弹侧方三米以外的地方,最好是上风

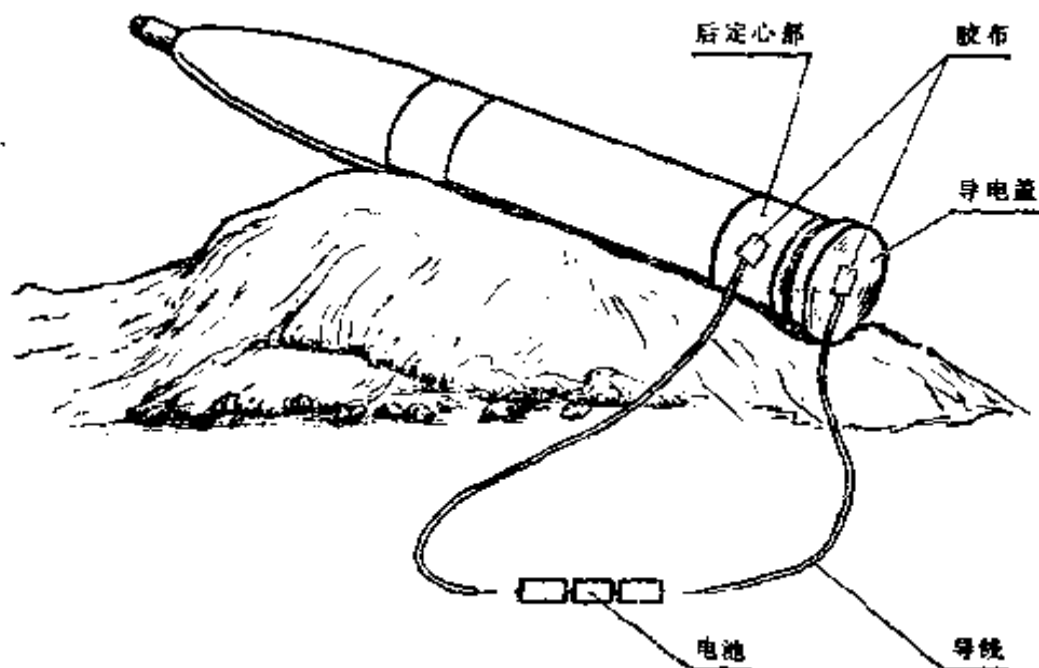


图 33 简便发射的导线粘接

处。如无掩体应取卧姿。

这种发射方式，适用于山岳丛林地带作战，发射手可以随同步兵一起行动，直接了解步兵的意图，便于步炮协同，有效地支援步兵战斗。在对越自卫还击作战时，我步兵在攻打某地时，急需炮兵支援。但由于地形原因，火箭炮无法进入阵地实施火力支援。于是立即派遣一个小分队，携带火箭弹和简便发射器材，迅速赶到指定地点，在很短时间内就做好了战斗准备，刹那间将45发火箭弹射向敌人的阵地，压制住了敌人一个迫击炮阵地和一个暗火力点。我步兵趁机发起冲锋，夺取了战斗的胜利。小分队受到步兵指

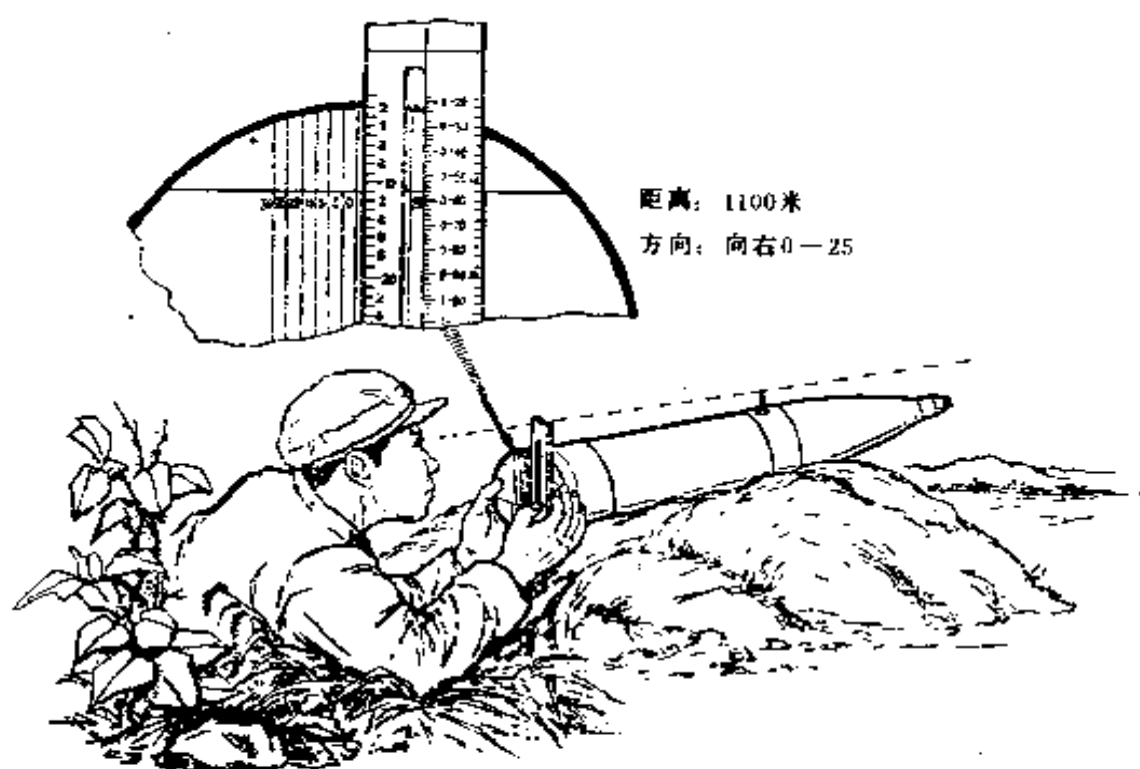


图 34 简便发射的瞄准

战士的赞扬，领导机关给他们记了集体一等功。

无发射器的简便发射，受天候、地形、道路等条件的影响较小，而且方法简便，机动灵活，火力突然，是实施抵近射击、进行近战歼敌的一种有效手段。这种方法不仅炮兵可以使用，步兵、民兵也可以使用；不仅可以直接支援步兵战斗，也可以派出小分队深入敌后，以迅速隐蔽的行动，出其不意地袭击敌人的机场、弹药库等目标，打了就走。这种发射方法适合于我军运动战、游击战的特点。

五、火箭炮打坦克

坦克，是矛和盾两者合二为一的战斗武器，它既有强大的火力，又有较好的防护，还能在战场上实施机动。因此，在现代战争中，各军事强国都把坦克作为进攻的主要手段，把地面战斗力寄托在坦克身上。华约军事集团的头目说：“坦克已成为进攻的主要手段。”北约军事集团的头目也说：“坦克力量是北约的防御的基础。”在日益激烈的军备竞赛中，他们都在集中力量发展坦克部队。苏联在近几年内，把装备部队的坦克数量猛增到五万多辆。美国在陆军作战师的编制中，把坦克营的数量增加了一半以上。英国、西德、法国也都在大力发展坦克。可以预料，在今后的战争中，投入的坦克会越来越多。如第四次中东战争，只打了18天，双方就投入了5,000多辆坦克。战争结束时，投入战斗的坦克共损失了一半，平均每天损失140多辆。1968年8月22日，苏联侵占捷克时，就出动了7,000多辆坦克；1979年12月，苏联侵略阿富汗时，又出动

了1,000多辆坦克和2,000多辆装甲车。可以预料，今后一旦战争爆发，炮兵在战场上将要和大量的坦克及装甲车辆作战。加拿大一家杂志的评论讲到：

“炮兵发展的最终目标，是提高对活动目标，诸如坦克之类的首发命中率。”这个分析是有一定道理的。在未来战争中，炮兵究竟怎样有效地对付装甲目标，特别是大面积地对付集群装甲目标呢？我们可以从历史的经验和现实的情况出发，对这个问题进行一些研究和探讨。

历史 的回 顾

坦克是在第一次世界大战时出现的。坦克和火炮的较量也就是从那时开始的。

第一次世界大战期间，同盟国一方的德军和协约国一方的英法联军，在法国索马河一线对垒很长时间，谁也无法突破对方的防线。1916年9月，英国研制出了坦克，把它作为进攻性的武器用于战场，很快突破了德军的防线，取得了战争的胜利。大战遂以同盟国的失败而告终。从此，坦克成为地面战争的“主将”称霸于世。当时，德军虽然也用火炮攻打坦克，但由于那时候火炮没有配备专门的反坦克弹种，加上机动性、射程和射速都比较差，所以

它不仅挡不住坦克的进攻，反而成了坦克的射击目标。例如，在1918年7月的维莱科特雷战斗中，德军损失的火炮高达700门，而英法联军损失的坦克只有102辆。从损失的数量上看，可以说，第一次世界大战中，是坦克战胜了火炮。第二次世界大战期间，坦克和装甲部队已成为陆军中的重要组成部分。战争末期，曾经出现过几千辆坦克的大会战。当时德军的“虎式”坦克在数量上占压倒的优势。苏联没有力量制造足够数量的坦克与德国抗衡。斯大林决定大力发展反坦克火炮，并在普通火炮上配用反坦克弹种，集中火炮的火力来对付坦克。结果是火炮取得了胜利，坦克遭到了惨败。据统计，第二次世界大战中，德军损失的坦克60%以上是被火炮击毁的。

两次世界大战，火炮与坦克的对抗，胜负各半。那么，今后的情形将会如何呢？

现实的问题

在未来的战争中，火炮还能不能象第二次世界大战那样继续战胜坦克呢？这是应该认真探讨的一个现实问题。

要使身管炮在现代战争中担负起反坦克的任

务，首先要为它配备反坦克弹种。目前，各国为身管火炮配备的反坦克弹种，大体是整个弹药基数的10%左右。但是，身管炮对坦克作战，一般只能实行直接瞄准，摧毁单一的坦克目标。而现代坦克有先进的稳定装置和先进的火控系统，可以在行进中射击，首发命中率能达到60%，在瞄准射击第一个目标之后，8秒钟之内即可对第二个目标进行射击。因此，在一对一的情况下，坦克摧毁身管炮的机会较多。这样，身管炮要想战胜坦克，必须设法用间接瞄准的办法打坦克，使坦克在能够直接开火之前就被消灭大部分。但是据国外有关资料统计，用间接瞄准远距离打坦克，大约要用1,500发常规弹药或250发改进型常规弹药（ICM子母弹），才能打坏一辆坦克。近几年来，虽然有些国家研制了末端制导炮弹，命中概率有所提高，但是对付远距离的集群坦克，不仅火炮不能满足距离要求，而且成本也高。对面积目标发射大量弹药，是多管火箭炮特有的功能，如果能用它来对付集群坦克，那是最理想不过了。因此，研究用火箭炮来完成压制、钳制远距离集群坦克，打乱坦克编队，迟滞坦克的进攻速度的任务，是当务之急。可是，多管火箭炮虽然能进行大面积饱和火力射击，但由于发射时火箭弹

向后喷火，不能象身管炮那样对坦克进行直瞄射击。那么，要大面积摧毁坦克，必须从对付坦克的顶装甲、底装甲或其他薄弱环节上寻找出路。

解 决 的 办 法

用火箭炮对付集群坦克，可以采用以下几种办法：

（1）用火箭炮发射破甲子母弹。

破甲子母弹，是用大口径火箭弹的战斗部作为母弹，它里面装填几十个空心破甲子弹，借助时间引信，使母弹在集群坦克上空一定高度爆炸，象天女散花一样，将破甲子弹抛射出去，轰击坦克的顶装甲。破甲子弹的破甲深度可达到60—80毫米，足以穿透坦克的顶装甲，杀伤坦克里的乘员，破坏机器，使坦克处于瘫痪状态。法国为“哈法勒”火箭炮配备的反坦克弹种，就是这类子母弹结构，一发母弹可装56枚破甲子弹，一次齐射能使20公顷面积上50%的坦克失去战斗力。为了同时消灭由坦克掩护的步兵，它还配用一种子母弹结构的杀伤战斗部，每个战斗部内装35枚子弹，每个子弹内又含360个钢珠，整个战斗部共有12,600个钢珠，一次齐射能使20公顷面积上的2,000名士兵的30%失去战斗

力。

（2）用火箭炮撒布反坦克地雷

埋设反坦克地雷，是摧毁坦克和阻止坦克前进的一种有效的方法。但是，要大面积地摧毁和阻滞集群坦克，则必须在几秒钟或几分钟内布设一个地域广阔的雷场，这是一般布雷器材办不到的。而用火箭炮布雷，速度快、面积大、不受地形、天候影响，并能在大纵深地域、敌人火力控制区域或原子、化学、生物战剂沾染区域布雷。其布雷方法有两种：一种是在预设地段（坦克必经之路）事先布雷。另一种是当坦克群开来时，把反坦克雷及时地撒布在坦克的战斗队形中，使坦克进退两难，为其他兵器消灭坦克创造条件。

火箭布雷弹（图35），从外形上看，同普通火箭弹没有什么区别，只是战斗部的装填物不是炸药，而是地雷。战斗部由弹帽、弹筒、地雷、降落伞及推出机构等组成。

有的火箭布雷弹，被火箭炮发射出去十几秒钟之后，延期药点燃，推出机构将地雷从战斗部的弹筒内推出，地雷脱离母弹并获得比母弹大30米/秒的速度，飞在母弹之前。在气流作用下，降落伞张开，形成阻力，使地雷减速并徐徐下降，构成一定面积

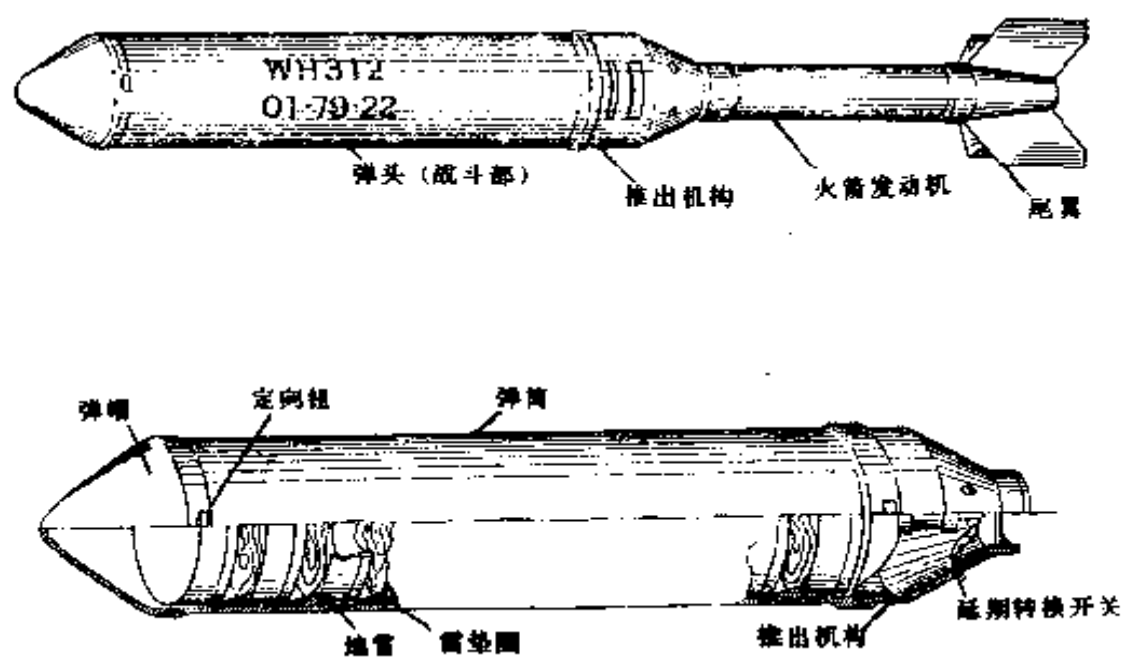


图 35 火箭布雷弹



图 36 火箭炮布雷

的反坦克雷场（图36）。西德的 110 毫米36管火箭炮（图37），就配用了撒布反坦克地雷的战斗部，



图 37 西德110毫米36管火箭炮

能在18秒钟内布设一个 9 公顷的雷区。这种火箭布雷弹的战斗部共有三种形式，内装不同的地雷：第一种战斗部，内装 8 个棒状地雷。一门火箭炮在18秒钟内发射36发火箭弹，就有 288 个棒状地雷。一个火箭炮连， 8 门火箭炮，一次齐射，就可撒布 2,304 个棒状地雷。这些地雷，可破坏作用面积内的坦克的履带、战车的车轮和汽车的车架，以阻止其前进。这种地雷，在24小时内有效，过时即自行销毁。第二种战斗部，内装集束反坦克破甲地雷，发射时 5 个一束，能炸毁坦克的车底和油箱，使油箱

燃烧，弹药爆炸，达到彻底摧毁坦克的目的。第三种战斗部，内装珠状杀伤地雷和空心装药破甲地雷。用这种战斗部，可以摧毁坦克和杀伤由坦克掩护的步兵。

（3）用火箭炮发射末端制导的反坦克火箭战斗部。

所谓末端制导，就是火箭弹开始飞行时不进行控制，只在火箭弹飞临目标上空（俗称弹道末端）时，在一定高度上，火箭弹的制导设备才开始自动搜索、跟踪目标。末端制导一般分为三种方式：主动式、被动式、半主动式（图38）。

主动式，是一种理想的制导方式。火箭弹发射后，自己可以搜索、跟踪，以至最后击中目标。它的作用原理是，火箭弹的制导头，要主动地，不断地向目标发射电磁波并接收目标反射的回波，进而发现和攻击目标。采用这种制导系统，火箭弹的导引头上要安装雷达发射机和接收机。它适合于攻击任何目标。但是由于技术复杂、成本太高，影响到实际应用。目前还只应用在导弹上，如美国的“不死鸟”、苏联的“冥河”、法国的“飞鱼”等等。但是各国并没有放弃在火箭弹和炮弹上的应用研究。因为，现代集成电路和固态电子器件的发展，

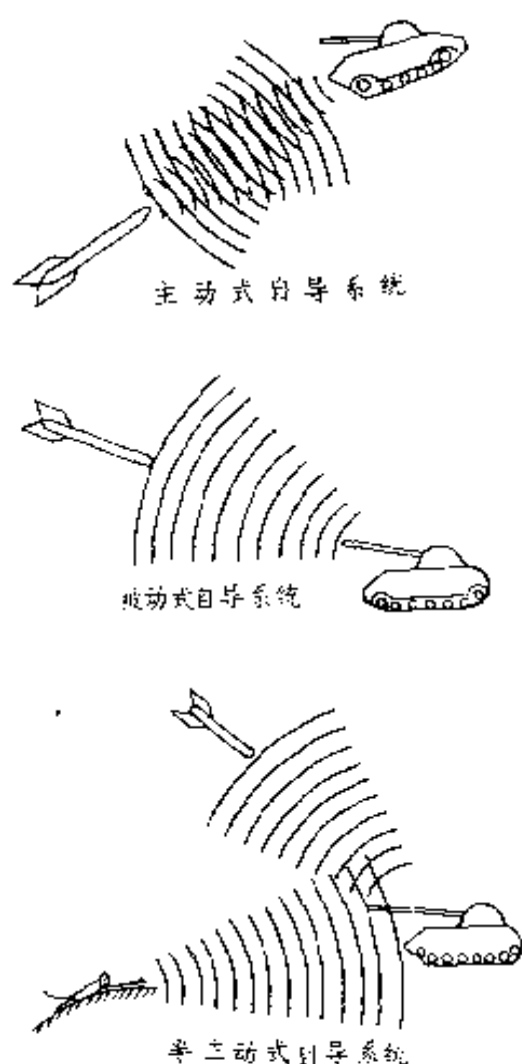


图 38 末端制导的三种方式示意图

已经为它的发展打下了技术基础。

被动式，是一种较好的制导方式。所谓被动式，就是目标本身辐射能量（如红外线电磁波）被火箭弹的导引头感觉到后，能自动跟踪、追击目标。但是，如果目标不辐射能量，火箭弹也就找不到目标了。而事实上没有既活动又不辐射能量的目标。坦克只要开动，它的发动机就是一个强大的红外源，它的电台就要发射电磁波，这就给对方提供了目标。被动式制导方式，

较主动式制导简单，成本低廉，是当前各国的主攻方向。美国将为它的多管火箭炮研制一种被动红外末端制导的战斗部，1982年开始试验论证，预计1986年完成。

半主动式，是当前许多武器主要采用的方案。

它的基本原理是，把主动制导系统中的雷达发射机取出，安置在地面指挥站，或安装在专门指示目标的直升飞机上。从指挥站或目标指示机上不断地向目标发射电磁波，火箭弹的导引头接收目标反射的回波，从而发现、跟踪目标，实施攻击。这种导引方式，技术要求较低，制造简单，成本也不高。它的严重缺点是：前沿阵地必须设有操作手，不断地对目标进行照射，这样操作手易被击伤。

一些军事科学家预测，未来的面射武器的进一步发展，是采用末端制导技术，使火箭炮成为发射子母弹战斗部的面攻击武器，同时又是对付点目标的高精度武器。人们称这种火箭炮为“第二代面射武器”，它在未来的反坦克作战中可能会占优势。

六、火箭炮的优缺点

目前，世界各国的军事家几乎一致认为，火箭炮是一种进攻或压制敌人进攻的大面积射击武器。同时也指出，在战争中火箭炮还不能完全取代身管火炮，其原因是火箭炮虽然具有许多优点，但还存在一些缺点。因此，弄清它的优缺点，就便于在战争中充分发扬它的长处，避开它的短处，取得战斗的胜利。

火箭炮的优点

火箭炮与身管火炮相比，有如下优点：

（1）射程远。

随着武器装备的发展，现代战争的战场纵深越来越大，进攻准备的集结地区一般距对方前沿阵地40—60公里，而距对方身管火炮发射阵地就更远一些。普通身管火炮的射程一般在30公里左右，因此它无法射击集结地域的敌人。要想提高普通身管火炮的射程，必须提高弹丸的初速，而提高初速又必

须加长炮管或增加膛压。这就必然使火炮变得笨重和迫使身管寿命降低。所以，提高普通身管火炮的射程受到很大限制。

而提高火箭炮的射程则容易一些。采用高效能的火箭推进剂、增大装药量、改善发动机的性能，都可以提高火箭炮的射程。由于火箭弹是靠自己的动力飞行的，炮不承受膛压和后座力，因此不会因为射程增大而变得复杂或过于笨重。近几年，由于火箭发动机有了新的发展，采用了高效能的推进剂，射程已突破了30公里的界限，并向更远的射程发展。不久以前，北约集团根据未来战争的需要，制订了发展多管火箭炮的长期规划，决定发展轻、中、重型三种不同射程的多管火箭炮，并规定：射程在20—30公里左右的为轻型火箭炮；射程在50—60公里以上的为中型火箭炮；射程100公里左右的为重型火箭炮。目前，西德、意大利、英国联合设计的RS—80型多管火箭炮，射程为40—60公里。

（2）火力猛。

由于火箭炮不承受高膛压，也没有后座力，很适合发展大口径火箭炮。大口径便于增加火箭弹战斗部的有效载荷，以提高其威力。身管火炮的口径一般是122毫米、155毫米；最大口径为203毫米。

而火箭炮的口径已有240毫米和250毫米的。另外，由于火箭炮都是多管联装，即使是同口径的身管火炮与它相比，其威力也相差很大。多管联装，发射速度快，可在极短的时间内构成强大的火力密度。火力的集中和突然性，能给敌人以巨大的杀伤和强烈的精神震撼。一般地说，衡量火炮对目标作用效果的一个重要标志是开始几秒钟内发射到目标区域的弹药量，数量多而且突然，威力就大。例如，一个18门制的122毫米40管火箭炮营，20秒钟内可以发射720发火箭弹；而一个18门制的122毫米榴弹炮营，20秒钟内一般只能发射48—72发炮弹，相差十几倍。因此，火力突然、猛烈、震撼力强，这是火箭炮的突出优点，是普通火炮无法比拟的。

（3）机动性好

机动性，主要是指火炮通过各种地形和障碍物的能力，行驶速度，行军战斗转换时间以及火力转移的能力等等。机动是保障炮兵及时捕捉战机，争取主动，出其不意地打击敌人，提高生存能力的重要手段。在现代战争中，提高火炮的威力与机动性十分重要。一些军事家认为，一个炮兵连，要取得战斗的胜利，必须在60—90秒钟发射尽量多的炮弹，然后立即转移，一次有效的射击，包括转移的时间

在内，必须在 9—12 分钟内完成。普通身管火炮，发射速度慢，很难达到以上时间要求，即使一些大口径的自行火炮也很难达到。火箭炮的发射装置比较简单、轻便，可以直接安装在越野汽车或履带车辆上，不仅有很好的野战性能，而且从行军状态转入战斗状态，只需一分钟左右。另外，火箭炮是在预备阵地装弹，射前才进入发射阵地。由于操作方便，完成一次射击任务只需几分钟。例如抗美援朝时，我志愿军某火箭炮营，在某无名高地一场战斗中，火箭炮于 10 月 6 日 17 时 30 分进入发射阵地，17 时 35 分开始射击，发射 192 发火箭弹，17 时 40 分撤出阵地，消灭敌人 300 名，只用了 10 分钟。

（4）惯性力小。

身管火炮，是依靠火药在膛内燃烧产生的高温、高压气体推动弹丸出膛的，其速度较大，弹丸在炮膛内运动的时间只有千分之几秒至百分之几秒。根据物理学有关知识，弹丸在炮膛内运动的加速度是相当大的，一般为几百至几千个 g （重力加速度），有的上万个 g ，因而弹丸发射所受的惯性力也特别大，所以必须考虑由惯性力带来的弹体强度问题。增加强度必然增大壁厚，内膛容积也就减小，其结果是装药量减少，影响爆炸威力；空间缩小，影响

采用特种战斗部。

火箭弹的飞行，是依靠自身的发动机，它的初速小，达到最大速度要经过十分之几秒到几秒的时间，所以加速度较小，弹体所受的惯性力比普通炮弹小几十甚至几百倍。因此，火箭弹战斗部的壁厚，主要是由战斗部性能（如杀伤破片数）或碰击目标物的强度要求来决定的，几乎可以不考虑惯性力所带来的影响，从而可以使火箭弹战斗部的壳体采用比普通弹丸轻得多的结构，这样就便于增加射程和增大战斗部的威力，也便于发展特种战斗部，如子母弹，子母雷，燃料空气弹及地面传感器等。惯性力小，也给火箭弹安装简易制导装置及电子引信带来了方便。

火箭炮比普通火炮，除在以上四个方面具有无可争议的优越性以外，它还具有结构简单，成本低廉，操作维护简便等优点。

火箭炮的缺点

任何事物都是一分为二的。火箭炮虽然有很多优点，但也存在一些缺点，主要有以下几个方面。

（1）散布大，密集度差。

密集度，是表示火箭炮及其配用的火箭弹的综合质量的，它用弹着点散布的程度来衡量。射击诸元不变，一组火箭弹发射出去，它们的弹着点散布在一定的范围内，不可能重叠在一起，这种现象叫做散布。弹着点的平均位置叫做散布中心。一组弹的弹着点偏离散布中心的程度叫做密集度。密集度好，说明弹着点集中，散布小；密集度差，说明弹着点稀疏，散布大。

火箭炮射弹的方向（横向）散布较大，其方向密集度平均为 $1/100$ 左右；而普通线膛火炮射弹，在同样条件下，方向密集度一般可达 $1/1000$ — $1/3000$ 。火箭炮的散布比普通火炮大几倍至十几倍。火箭炮的散布大（即密集度差）的原因很多，如初始扰动、推力偏心的影响、阵风的影响（这些将在下一章谈），等等。由于密集度不好，就在颇大程度上限制了火箭炮的战术运用，例如，不宜打点目标，只能用于大面积射击等。火箭炮散布大，安全隔离度也大，对靠近我步兵和装甲兵的目标不能射击。否则，就有可能伤到自己的部队，因而步兵及装甲兵不能及时有效地利用其火力突击后的效果。从这些方面来看，火箭炮的战术使用受到了一定的限制。所以，它还不能取代身管火炮，只能同

身管火炮配合使用，扬其长而避其短。

(2) 火光烟尘大，易暴露阵地。

火箭炮发射时，火箭发动机喷出的燃气流吹得阵地尘土飞扬。另外，火箭弹在其飞行的整个主动段都在喷火，火焰高达数十米至上百米。一个火箭炮连或营，一次齐射，阵地上就会烟尘滚滚，火光冲天，很容易暴露阵地位置。因此，火箭炮的阵地必须选择在比较隐蔽的、进出方便的地方，以便发射完以后，迅速撤离阵地，避开敌人的报复火力。

(3) 弹的构造复杂，生产成本高。

火箭弹的结构比普通炮弹复杂得多，制造成本高，在勤务处理上比较复杂，作用可靠性、操作简便性也不如普通炮弹。

这些问题告诉我们，火箭炮及其弹药，还需要进一步研究改进。

七、火箭炮的发展前景

从古代的弓箭到现代的火箭，经历了几千年的漫长岁月。火箭炮从第二次世界大战问世，到现在也已有了四十多年的历史。从后羿的弓箭到郑璠的“发机飞火”，从宋朝的火药箭到明朝的“一窝蜂”，从苏联的“卡秋莎”到美国的“全般支援火箭系统”，都是根据战争的需要，针对本身的缺点和弱点，不断改进、不断完善起来的。现在的火箭炮，目前尚存在一些缺点和弱点，也要按照现代战争的需要不断予以改进，继续向前发展。

现代战争是诸军兵种合成作战。由于各种新式武器和装备不断投入战场，军队的机动性大大提高，战斗的正面加宽，纵深加大，而且战场情况复杂，瞬息万变，这就要求炮兵部队在任何情况下都能执行战斗任务，在短时间内实施机动，给敌人以致命的打击；或迅速隐蔽，有效地保存自己。因此，各国都在加紧对火箭炮和弹的研究改进。其中最主要的有如下几个方面。

提 高 射 程

目前，火炮的射程与导弹的射程之间有一段火力空白，加上现代战争的战场纵深在逐渐加大，对方作战斗准备的集结地域，都已放在这个空白区域内。炮兵要为赢得战争创造条件，火炮就必须努力提高射程，填补这个火力空白，在集结地域就给对方以大量杀伤。前面已经谈到，身管火炮提高射程比较困难，所以填补这段火力空白的任务就历史地落在了火箭炮的身上。而提高火箭炮的射程，主要是在火箭弹的火箭发动机上做文章。火箭发动机的发展，主要集中在以下三个方面。

（1）提高推进剂的能量。

在火箭推进技术中，尽管出现了核推进、电磁推进等先进理论，但是化学推进仍然是迄今为止唯一使用的推进方式。

化学推进剂分为：固体推进剂、液体推进剂、混合推进剂、凝胶推进剂和流体粉末推进剂等。这些推进剂都有自己的特点和应用范围，但目前实际使用的主要是固体和液体这两种。

当前，固体推进剂主要围绕着提高能量水平、扩大燃速范围、提高耐环境和加速能力、减少排气

对高频传输的干扰，获得多次起动和推力可控的能力等方面进行着大量的研究。其中，提高固体推进剂的能量是研究和发展工作的主要目标。所谓提高推进剂的能量，主要是指提高它的比冲量（简称比冲）。什么是比冲呢？比冲是指一公斤固体推进剂所产生的冲量。根据物理学有关知识，作用力与作用时间的乘积叫做该力的冲量。对于发动机来说，它的推力乘以它的工作时间，就是它的推力的总冲量。

目前，已经使用的固体推进剂的地面理论比冲一般为262—265秒，实际比冲为250秒左右。现在，各国都在加紧研究，争取获得理论比冲为280—300秒左右高能固体推进剂，其主要途径是采用高能氧化剂、高能添加剂和新型粘合剂。

液体推进剂的比冲比固体推进剂要高，也易于控制。但它的安全性较差，勤务处理比较复杂。据外刊报道，有的国家研究出预包装液体推进剂，并在战术火箭与导弹中得到运用。在炮弹、特别是火箭弹上能不能采用预包装的液体推进剂，还处在研究之中。如美国正在研究将它用于105毫米榴弹炮发射的火箭增程弹上。据外国有关报道介绍，意大利新发展的“阿蒂拉”40管火箭武器系统配用的火

箭弹的发动机使用的就是预包装的液体燃料推进装置。

（2）减轻发动机的结构重量。

火箭发动机的燃烧室，平时盛装推进剂，发动机工作时，要承受较高的燃气压力，它本身不产生能量，而火箭弹飞行中却要消耗一部分能量。因此人们通常把它们（包括挡药板、喷管等）的重量称为消极重量。减轻这些部分的结构重量，对提高射程是有意义的。这项工作一般从以下三个方面入手。

第一，提高和改进材料性能。一方面是提高发动机壳体材料的性能。过去，发动机大都采用钢壳，而且壁厚，这样不仅多占了内腔一部分空间，无形中减少了推进剂的装药量，其自重量不轻，容易消耗能量。为了减轻壳体的重量，国内外都在大力研制轻质高强度结构材料（高强度合金钢、铝合金、钛合金），目前已发展到采用碳纤维或石墨纤维增强的复合材料。另一方面，是改进绝热材料和喷管材料。

第二，改进壳体的加工工艺。在强度要求不变的情况下，运用新的工艺，如用旋压工艺加工发动机的壳体，可以减小发动机壳体的厚度，从而减轻

它的重量。旋压法是目前制造重量轻、强度高的合金筒形零件的一种有效方法。用这种方法加工，可以把发动机壳体的壁厚减薄至1.5—2毫米，不仅工艺简单，而且精度好，节约原材料。

第三，采用先进的装药工艺。这主要是采用浇铸工艺和壳体粘接技术。因为金属壳体的强度是温度的函数，随温度的升高而降低，所以防护燃烧室壳体不受高温燃气的直接作用，使其能在较低的温度下工作，是保证燃烧室壳体强度不降低的一项有效措施。采用壳体粘接和浇铸工艺，把推进剂直接浇铸在燃烧室壳体内，与壳体内壁紧紧粘接在一起，采用内孔燃烧，这样推进剂本身就保护了燃烧室壳体不受燃气的作用。它不但提高了推进剂装药量，而且解决了壳体防热问题。

以上三项措施，可以较大幅度地减小发动机的消极重量，提高推进剂的装药量，从而增加发动机的总冲量，提高火箭炮的射程。

提 高 精 度

提高火箭炮射击精度，是提高火箭炮威力的一个极为重要的问题。火炮的射击精度包括两层含义，一是密集度，即一组火箭弹弹着点分布的密集程度；

二是准确度，即射弹散布中心偏离目标中心的程度。如果射弹的弹着点密集且散布中心与目标中心重合或接近，即密集度好，准确度也高，就是说这个火箭炮的精度好。射击的准确度是由火控系统决定的，如测地诸元误差、气象诸元误差、射击开始诸元误差等等。现代的侦察测地和射击指挥系统，可以保证射击的准确度，因此世界各国研究提高火箭炮的射击精度，主要集注在解决射弹密集度的问题上。影响射弹密集度的因素很多。目前各国集中研究的是以下几个方面的问题。

（1）减少初始扰动。

火箭弹离开定向器瞬间，由于火箭炮的振动，使弹受到干扰，产生起始偏角（即弹轴与定向器轴线方向间的夹角）和起始摆动角速度，这就是我们所说的初始扰动。由于每发弹外形的微小差异，弹与定向器之间的配合间隙、运动情况的不同等因素，使火箭炮发射时炮身振动对每发火箭弹的起始扰动不一样，因而造成了弹着点的散布。

减少初始扰动对散布的影响，可以采取以下方法。一种是提高火箭弹炮口速度。因为火箭弹飞行的速度愈大，抵抗外界干扰的能力就愈强，因此增加火箭弹出炮口速度，可以减少初始扰动，从而提

高其密集度。这种办法在中远射程火箭上已证明是行之有效的办法，用在火箭弹上还处于研究阶段。

第二种方法是采用变截面定向管。例如美国的“全般支援火箭系统”即采用了这一方法。它的发射管，前半截内径大，后半截内径小，发射时火箭弹前后定心部可以同时离开定向轨，使火箭弹离轨时的初始扰动大为降低，从而提高射击密集度。

（2）降低推力偏心。

火箭弹是依靠发动机内的高温、高压燃气流的强大反作用力前进的。燃气流的作用中心线，由于火箭弹零件的加工误差、装配误差或燃气向外流动不对称等的影响，不能通过火箭弹的重心，于是，推力对重心形成了推力偏心力矩，而且每发弹的推力偏心力矩的大小、方向是不一致的，这就造成火箭弹的飞行偏离原弹道，出现弹着点散布大，影响射击密集度。如果火箭弹能在飞行中不断地绕弹轴旋转，使有偏心的推力作用线不断地改变方向，就可以降低推力偏心对散布的影响。

涡轮式火箭弹就是靠高速旋转稳定的。实践证明，旋转稳定的涡轮弹比尾翼稳定弹的密集度好得多，例如苏联的M—14涡轮式火箭弹的方向（横

向)密集度是 $1/120$,距离(纵向)密集度是 $1/200$;而不旋转的M—13尾翼稳定弹,方向(横向)密集度是 $1/42$,距离(纵向)密集度是 $1/80$,两者相差一倍多。因此,要设法降低尾翼弹的推力偏心,也必须使它低速旋转。

尾翼弹获得低速旋转的方式有许多种。一是在弹上增加一个独立旋转的发动机,这种方式会使火箭弹结构复杂,消极重量增加,火箭弹较少采用。二是采用切向孔或切向喷管,利用部分燃气获得旋转力矩,使弹低速旋转,但它消耗一部分能量,会使火箭弹的射程受到损失,很少被采纳;三是采用筒式螺旋定向器和弧形折叠尾翼。这种结构形式比前两种好,它一方面可以使弹在离开定向器时转速较高,能够有效地减小推力偏心对散布的影响,另一方面也可以减少火箭弹的消极重量和能量损失,使射程不受影响。四是采用斜置尾翼,即使尾翼片与弹轴有一个小的夹角,利用空气动力使弹低速旋转。这种方法只有当弹的飞行速度较大时,才能提供足够大的旋转力矩。因此,出炮口这一段它起的作用不大。在主动段终点斜置尾翼提供的旋转力矩最大,所以在弹道被动段它对克服质量偏心或外形不对称对散布的影响是有作用的。通常把螺旋

定向器与斜置尾翼结合起来使用，效果更好。例如苏联BM—21火箭炮系统即采用筒式螺旋定向器和弧形折叠尾翼火箭弹，尾翼片与弹轴有 $1^{\circ}20'$ 的安装角。

(3) 弹上加阻力环，提高中小射程的密集度。

阻力环，是一种厚约2毫米左右的钢质圆环，安装在引信与战斗部结合处，它的外径比弹径略小。加阻力环后，火箭弹的飞行阻力增加，弹形系数增大，对于同样的主动段终点速度偏差引起的射程偏差就小。同时，加阻力环后，对于中小射程射击也要用大射角，由于射角的增大，弹道倾角偏差对距离散布的影响减小。所以加阻力环后，可以提高中小射程的距离密集度，但不能提高方向密集度。苏联的BM—21型火箭弹配用两个阻力环，“冰雹II”型火箭弹装有一个阻力环。

(4) 采用简易制导。

采用上述方法，确实可以提高火箭炮的精度，但毕竟难以达到理想的程度，特别是射程超过30—40公里的火箭炮，仍然不得不考虑采用末端制导的方式来解决精度问题。但是，末端制导成本过高，不宜大量使用。理想的办法是采用简易的制导装置，以达到既不大量提高成本，又能准确命中目标

的目的。目前，许多国家都在研究简易制导系统，如简易惯性制导、激光制导和射流制导等。

提 高 威 力

这里所说的威力，有两层含义，一个是火箭炮的威力，是指一门火箭炮一次齐射全部火箭弹的威力；一个是火箭弹的威力，是指战斗部对目标的毁伤能力。一门火箭炮的威力与全炮管数的多少和单发火箭弹的威力大小有关。增加火箭炮的管数受到车体载重量的限制，因此，提高火箭炮威力的途径，主要是研究提高火箭弹战斗部对目标的毁伤能力。目前，世界各国发展的大威力战斗部，主要有以下几类。

（1）钢珠和预制破片战斗部。

火箭弹以往配用的杀伤爆破战斗部，是传统的榴弹型，钢壳内装满炸药，炸药爆炸后，形成自然杀伤破片。这些破片，大小不一，形状不规则，速度衰减快，杀伤半径小。为了提高战斗部的杀伤威力，人们研制了钢珠弹和预制破片弹。这些弹的共同特点是杀伤破片尺寸均匀，形状规则一致，数量多，杀伤半径大，效率高。

所谓预制破片战斗部，就是在战斗部金属壳体

上预先刻有沟槽，炸药爆炸时，金属壳体沿着沟槽破裂，形成有规则的杀伤破片。例如苏联БМ—21火箭炮配用的火箭弹战斗部就是预制破片战斗部。该战斗部壳体内装有两个预制成网纹状的金属破片筒，中间装炸药，炸药爆炸时，形成大量的菱形杀伤破片，它杀伤半径大，侵彻力强，杀伤威力大。

（2）大面积反装甲战斗部。

国外有人预测，未来面射武器的进一步发展，是使火箭炮成为发射子母弹的面攻击武器兼为对付点目标的高精度武器，以对付集群坦克。据外电报道，美国正在进行一项庞大的反装甲弹药的研究计划，其中几种反装甲子弹值得注意。

第一种是“遥感反装甲弹”（SADARM）。该弹是装在母弹中用的子弹。据说，当母弹飞到目标区上空时，自动探索目标，一旦探测到目标，就起爆战斗部，直奔目标，以高速弹丸击穿坦克的顶装甲。

第二种是“末端制导子弹”。这是专为美新式多管火箭炮的火箭弹研制的。母弹的直径为240毫米。一枚母弹装数个子弹。子弹无动力装置，但有制导装置，采用红外或毫米波传感器。母弹射程为10—40公里。

第三种是“突击破坏者”武器系统。这是由国防部远景研究规划局负责、陆空军参加的一个综合项目。有人估计，这种子弹可能是空军的大面积反装甲弹，也可能是美新式多管火箭炮用的末端制导子弹。

（3）燃料空气炸药战斗部。

燃料空气炸药，实际上是一种混合液体燃料。把这种燃料装入容器投送到目标上空，容器爆开后释放出的液体燃料，能很快在空气中扩散成汽雾，引爆后产生超压以摧毁目标，起大面积的杀伤作用。所以人们称为爆炸的云、气浪弹、窒息弹等等。这种云雾爆炸武器是一种面攻击武器。它的特点是攻击面目标，如集结的部队、布雷区、丛林、工事以及坦克群等。

（4）核装料战斗部。

目前，华约和北约军事集团，都在考虑为火箭炮配用原子弹与核弹战斗部。有人主张，在多管火箭炮上采用威力在30—100吨级之间的新式微型核装置，以提高火箭炮的威力。

以上关于火箭炮发展前景的介绍，有的是正成为现实的，有的是即将成为现实的，有的正在研制的过程中，有的则是计划做的事，但可以预料，一旦这些研究取得成功，火箭炮的面貌将大大改观。


国外火箭炮主要性能

国别	武器名称	主要性能	射程 (公里)	管数	弹径 (毫米)	弹长 (米)	弹重 (公斤)	战斗部重 (公斤)	密集度		运 行 体	备 注
									纵向	横向		
苏	БМ-13		8.5	8 轨	132	1.42	42.5	21.8	1/80	1/42		
	БМ-14		9	8, 16, 17	140	1.04	54.5	31.7	1/200	1/120	嘎斯63、69吉尔151	
	БМ-21		20	40	122	2.87	66	18.4	1/217	1/122	乌拉尔375	
	БМ-24		7	12	240	1.25	112	60.8	1/150	1/100	吉尔375, АТС履带车	
联	БМД-20		18.5	4	200	3.15	194	59.3	1/100	1/100	吉尔/吉斯151	
	БМД-25		20	6	250	5.8	454	219.5			雅斯214	
	БМ-27		40	16	240	4.8	300				吉尔135	
	М-23		8.2	25	114.3		19.35				牵引	
美	М-91		11	45	115	1.9	25.8		1/200	1/100	牵引或车载	
国	全般支援火箭系统		30	12	227	3.94	310	159		1/250	ХМ-993式运载体	

国别	主要性能 武器名称	射程 (公里)	管数	弹径 (毫米)	弹长 (米)	弹重 (公斤)	战斗部重 (公斤)	密集度		运行体	备注
								纵向	横向		
美国	猛击者	7	114		1.22	8.39				牵引	
	燃料空气 火箭系统	1	30	177		86.5				履带车	
西德	110	14	36	110	2.26	35	17.6	1/100	1/100	汽车	
西德 意大利 英国	RS80	40—60	6	280	6	600	200			履带车	三国 联合 设计
日本	30轨	10—25	30	130	1.8	54	19			履带车	
意大利	BR51GC	24		158	2	40				履带车	
法国	RAP-14	16	22	140	2	65	19	1/100	1/100	汽车牵引	
	哈法勒	9—30	18	145	3.2	123	60			汽车	
瑞士	蒂拉	8	30	81		15.6	7			履带车、直升 飞机	

军事科普丛书

出版书目

- 
- | | |
|------------|-----------|
| 国防千里眼——雷达 | 军用地形图知识 |
| 地空导弹 | 潜入海洋之路 |
| 空中照相侦察 | 海上轻骑 |
| 空中多面手——直升机 | 万里海洋话三舰 |
| 不上天的飞机 | 电子侦察与电子干扰 |
| 浅谈无线电通信 | 神奇的激光通信 |
| 天气与飞行 | 反坦克武器纵横谈 |
| 飞行与人 | 降落伞与空降兵 |
| 军用机场简介 | 海上自救与援救 |
| 航空通信的今昔 | 水下侦察兵——声纳 |
| 电话世家 | 巧妙的接力通信 |
| 五光十色的飞机仪表 | 航空母舰 |
| 天文导航·卫星导航 | 祖国海岛漫谈 |
| 水下伏兵——水雷 | 军事生活卫生常识 |
| 航空反潜 | 现代侦察技术浅谈 |
| 水中爆破手——鱼雷 | 台风与军事 |
| 航海纪行 | 战伤自救互救 |
| 水下战舰——潜艇 | 坦克自述 |
| 舰载飞机 | 水上飞机 |
| 漫话航天 | 潮汐与海军 |
| 铁路舟桥 | 铁路与军运 |
| 现代作战飞机 | 核袭击的防护 |
| 传染病的秘密 | 生物武器 |
| 核武器 | 激光武器 |

电报史话
步兵轻武器射击问答
载波电话
铁路抢修
形形色色的炮弹
防空卫士——高射炮
窃听反窃听
奇妙的伪装
军服趣谈

燃烧武器
枪林
化学武器
心脏的腿
野战渡
气垫船
水翼艇
战略导弹
火箭炮



电报史话
步兵轻武器射击问答
载波电话
铁路抢修
形形色色的炮弹
防空卫士——高射炮
窃听反窃听
奇妙的伪装
军服趣谈

燃烧武器
枪林
化学武器
心脏的腿
野战渡
气垫船
水翼艇
战略导弹
火箭炮



电报史话
步兵轻武器射击问答
载波电话
铁路抢修
形形色色的炮弹
防空卫士——高射炮
窃听反窃听
奇妙的伪装
军服趣谈

燃烧武器
枪林
化学武器
心脏的腿
野战渡
气垫船
水翼艇
战略导弹
火箭炮



电报史话
步兵轻武器射击问答
载波电话
铁路抢修
形形色色的炮弹
防空卫士——高射炮
窃听反窃听
奇妙的伪装
军服趣谈

燃烧武器
枪林
化学武器
心脏
野战渡
气垫船
水翼艇
战略导弹
火箭炮



电报史话
步兵轻武器射击问答
载波电话
铁路抢修
形形色色的炮弹
防空卫士——高射炮
窃听反窃听
奇妙的伪装
军服趣谈

燃烧武器
枪林
化学武器
心脏
野战渡
气垫船
水翼艇
战略导弹
火箭炮

