

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

二十一世纪轻武器

 **eBOOK**  
网络资源 免费下载

## 二十一世纪轻武器

## 前 言

再过几年人类将要跨入 21 世纪。21 世纪陆战场的型态及其所使用的武器是人们所普遍关注的。鉴于未来陆战作战的主要军事力量仍然是步兵，而轻武器又是步兵、快速反应部队等军兵种使用的数量最多的作战武器。因此，弄清楚轻武器在未来高技术战争中的地位作用及其发展方向，研制适合于未来高技术战争实际需要的轻武器具有重要的现实意义。

本书研究了从古代到近代直至现代这一漫长历史时期轻武器的发展演变过程，揭示了现代高技术战争的特点及其对轻武器发展的影响，论述了包括近战武器、防暴武器在内的各类轻武器的现状及未来发展趋势，并且预测了 21 世纪陆战的具体型态及其所使用的常规武器。另外，书中还介绍了在下一个世纪有可能投入使用的一些新概念武器目前的研究现状和未来发展趋势。

本书可供从事轻武器教学、科研的广大师生、科研人员，部队广大指战员以及所有军事爱好者学习、研究之用。

由于作者水平所限，时间仓促，错误和疏忽之处在所难免，敬请读者给予指正。

作者  
1997 年元月

## 第一章 轻武器与战争

斗转星移，再有几年人类就要跨入 21 世纪，20 世纪是迄今人类科学技术发展最快的世纪。特别是近 10 年来，计算机、基因工程、人工智能、生物工程、光纤通信、核能利用、超导等许多技术领域有了新的发展。高新科学技术的发展，有力地促进了军事武器装备的发展和研究，性能精良的武器正在装备部队、投入使用。世界上，一些国家为了适应未来战争对武器的需求，在投入大量人力、物力研究未来的高新技术武器的同时，不断地对现有的武器装备进行改进，致力于提高武器装备的综合性能，适应未来战争的要求。轻武器是步兵和有关兵种作战的主要武器，在未来战争中仍将发挥重要作用，占有重要地位。从目前至 21 世纪初叶，轻武器的发展方向是不断改进其结构设计，配备高技术辅助设备，使轻武器实现小口径化、枪族化、多用途化、质量小型化、材料塑性化，以及与光电器材相配套的光电化、高性能化、智能化等。与此同时，不断探索研究在未来战场上投入使用的新原理、新能源轻武器。

21 世纪初叶将是人类武器发展史上，新原理、新能源武器取代传统武器的一个世纪。

### 第一节 轻武器的发展沿革

现代枪、炮一般都是利用火药来发射弹丸的身管武器。这种武器是从冷兵器发展演变而来的。冷兵器时代是指使用石兵器、铜兵器和铁兵器直至出现火器以前的漫长的历史时期。追根溯源，冷兵器的发展历史几乎与人类社会的发展一样悠久，它诞生至少已有二三百万年之久。

#### 一、冷兵器

通常认为，人类最早使用的武器是矛和盾。其实，最早的武器无疑是棍棒和石块。那是在旧石器时代的初期，我们的祖先为了生存和自卫，就采用了这种最原始、最简单的武器。后来，猿人为生存而从事的简单的劳动的过程中，逐渐发明和使用石斧和石刀。到了猿人晚期，可能已经使用了矛这种武器。据考证，生活在距今 50 万年前的北京猿人，当时使用的石器中，就发现了一种“似镞石器”。人们把这种尖状石器，或者在磨尖的兽骨上装上一个木把的矛，称为石矛或骨矛。拿它来投掷，就成了标枪。到了旧石器时代的晚期，又出现了弓箭。在我国，考古学家发现，最早的石箭镞是出自距今 2.8 万年的山西峙峪人的遗址。早期的棍棒、尖石器、石斧、石刀以及标枪和弓箭等，当时主要用来作为生产工具使用的，有时也兼作兵器使用。例如，早期氏族之间的战争使用的器具就是这些最简单的生产工具。直到原始社会晚期，兵器才逐渐从狩猎和农业生产工具中分离出来，从铜石并用时代逐渐改为铜制。到了夏朝，进入奴隶社会后，由于出现了阶级，因此刀、斧、矛等就由主要作为生产工具变成了征战和搏斗的利器。

春秋战国时期，我国进入铁器时代，青铜兵器已逐渐被铁兵器所取代。据古书记载，先秦铁矛以楚国宛（今南阳）造的最为厉害，像蜂刺、蝎尾一样尖锐锋利。兵器的钢铁化是到汉朝时完成的。宋代是我国兵器发展的一个

重要时期，这时的枪已取代矛成为主要的长兵器，而且式样很多，仅成书于北宋庆历4年（1044年）的《武经总要》中就记载了18种长枪，如双钩枪、梭枪、鸦顶枪、槌枪等。当然，这里所说的“枪”，并非现代意义的枪。

## 二、古代火器

人类进入火器时期，是和火药的发明分不开的。火药的出现和应用是古代中国劳动人民在以枪炮、火箭等为主的兵器发展史上一项最辉煌的成就，尤其是对于热兵器的发展和演变，都起到了深远的影响。可以说，火药是热兵器发展的里程碑。火药的发明开辟了火器使用的新纪元，使枪、炮武器用于现代战争。

在中国古代，火药的发明经历了漫长的历史过程。早在汉朝，火药的主要成份硝石、硫磺已被人们当作药物使用。两晋、隋唐时期，炼丹家在实践中已经发现了硝石、硫磺和木炭等混合物的燃烧性能，并采用“伏火法”炼丹。唐宪宗元和三年（公元808年），道家《太上圣祖金丹秘诀》中记载了硝、硫、炭3个组分的配方。10世纪末叶，我国北宋初的军事家，根据炼丹家在炼制丹药过程中曾经使用过火药配方，配成最初的火药，创造出一种全新的火药兵器（简称火器），使传统的火攻战术有了新的发展，出现了用火药制造的火箭、火球等。在《武经总要》中守城器械部分列举的火药兵器中包括火球、引火球、蒺藜火球、霹雳火球、毒药烟球等多种，并记载详细的配方。原始火药兵器开始装备军队，宣告了冷兵器时代的结束，标志着火器和冷兵器并用时代的开始，经历宋、元、明到清朝第一次鸦片战争（1840年），延续了约9个世纪。在此期间，随着火药性能的提高和新技术的应用，到了清朝，特别是18世纪中叶以后，由于火器发展的停滞，一直到第一次鸦片战争，中国古代火器始终未能完全取代冷兵器。当然，在不同的发展阶段，火器和冷兵器所占的比重是大不相同的。冷兵器虽也有一些发展，但在战争中的作用日益下降，而火器则不断发明和创新，成为这一时期兵器发展的主要标志。

中国古代火器，从北宋到南宋约3个世纪，是早期的火器创造阶段，这一时期火器已用于战争并有一定规模。有些火器的储备已是数以万计，在战争中起了重要的作用，但就全局来说，当时大量装备军队起决定性作用的兵器还是冷兵器。

## 三、近代火器

火枪的出现和演变，表明了火器的一个很大进步。据史料记载，南宋绍兴二年（1132年）陈规守德安（今湖北省安陆县）时使用的长竹杆火枪，以竹为筒，内装火药，临阵点燃，喷射火焰，焚毁了敌人的攻城器械“天桥”，这是最早的管形喷射火器。它能使点燃的火药定向集中喷射火焰。这种技术以后又有了发展。南宋绍定五年（1232年）蒙古军队进攻金南京时，守城全军使用的飞火枪，将纸制的火药筒绑缚在矛柄上，近战中既可喷火伤人，又能格斗拼刺。虽然是“飞火”，但在火药中还掺杂了铁渣、磁末等，与火焰同时喷出，也能起一定的杀伤作用。南宋开庆元年（1259年），又进一步创造了最早的管形射击火器——突火枪，这是世界上最早的管形射击火器。它以

巨竹为枪筒，内安子窠（弹丸），用火药发射，这是人类第一次用化学能发射弹丸的成功尝试，也是早期火器发展史上重要的一步，为进一步发明金属管形射击火器解决了一个重大技术难题。

元朝时，管形火器得到了进一步发展，火枪、火炮的竹管改用金属制作，起初是用铜铸造，叫做“铜火铳”；后来又改用生铁铸造，称为“铁火铳”，这时金属管形火器不仅装填火药，而且还装有球形铁弹丸或石球，从而开创了在金属管形火器中装填弹丸的先例，也是中国劳动人民对兵器发展的重要贡献。这一时期火铳的发展，大量生产和装备军队，特别是专用火器军队的组建，使交战双方开始发生了变化。冷兵器虽然在军队装备中仍占大多数，但火器的巨大作用，已使它成为战场上决定胜负的重要因素之一。

元朝制造的火铳最早始于何年，目前尚缺乏文献记载，现存最早的有铭文的元代火铳，是陈列在中国历史博物馆至顺三年（1332年）的制品。火铳采用青铜器铸管，能耐较大膛压，可以填较多的火药和较重的弹丸，因而大大提高了火器的威力，火铳使用寿命长，能反复装填发射。因此，在发明以后不久就成为军队的重要装备。

我国发明的火药和火器，在14世纪初经阿拉伯传入欧洲以后，欧洲也有了从枪管后端火门点火发射的火门枪。到了15世纪，欧洲的火绳枪，因其能射空中飞鸟而得名，又因其所安装的弯形枪托形似喙（huì 惠，即鸟嘴）而被称为鸟嘴枪，也有人称之为鸟枪。火绳枪是靠从枪口装入黑火药和铅丸，转动一个杠杆，用将硝酸钾浸渍过的阴燃着的火绳头通火孔，即可点燃火药，产生燃气，射出弹丸。由于火绳枪使用燃烧的火绳点火，所以可以连续使用而不致熄火。又由于有了扳机，所以只要扣动扳机，便可连续点火发射弹丸，因而提高了发射速度，增强了杀伤威力。因为火绳枪在气候潮湿时难以点燃，影响使用。特别是在作战使用时，每支枪总得拖着一根点燃着的火绳，在夜间容易暴露目标，操作比较麻烦，难于精确瞄准，故此16世纪后逐渐被燧石枪所取代。最初的燧石枪是轮式燧石枪，用转轮同压在其上面的燧石磨擦发火。之后又出现燧石与铁砧或药池皿撞击迸发火星，点燃火药的撞击式燧石枪。燧石枪曾在军队中使用了约300年。

随着战争规模的扩大，对枪的射程和射击精度提出了新的要求，除对火枪的击发装置进行改进外，还对枪管进行了改进。早期的枪械均属于滑膛枪。

15世纪末期，德国人首先研制了线膛枪，即在枪管内壁上刻上一些直线形膛线，它既能减少装填弹丸时与枪膛的摩擦，便于装填密实，又能在通条的冲击下，将软铅制作的弹丸嵌入膛线，使弹丸与枪膛壁更紧密地贴合，充分地利用火药气体能量。直线形膛线主要是为了更方便地把铅丸从枪口装入。

16世纪以后，人们又将直线形膛线改为螺旋形，发射时能使长形铅丸作旋转运动，飞出膛后飞行稳定，提高了射击精度，增大了射程。由于这种线膛枪前装填很费时间，因此这种螺旋形膛线直到将前装枪改成后装枪才真正得到广泛应用。

19世纪初期，英国人首先发明了用击锤打击雷汞起爆的点火法，并制造出雷汞火帽，把火帽套在带火孔的击砧上，打击火帽即可引燃膛内火药，这就是击发式枪机，这种具有击发式枪机的枪称为击发枪。

1812年法国出现了定装式枪弹，它是将弹头、发射药和纸弹壳连成一体的枪弹，便于射手灵活装填，射速每分钟可达6~7发。1835年，普鲁士人

德莱赛（Dreyse）试制成功一种新型的后装枪叫做“后装式针发枪”，这种枪采用了定装式枪弹，使用时用枪机从后面将子弹推入枪膛，然后用手扣动扳机，枪机上的击针就刺破纸弹壳撞击底火，将火药引燃，最后将弹丸推出枪膛。由于这种后装枪的子弹需要一发一发地装入枪膛，所以也叫做“后装单发枪”。这是后装枪发展的初期阶段制成的枪，其缺点是发射速度低，但与前装枪相比，其射速提高了4.5倍，同时还能在跑动或卧、跪姿射击中重新装填子弹。

从前装枪到后装枪，是枪械发展史上一大进步，同时也表明枪弹有了突破性的发展，这些都为近代枪及其弹药的问世创造了有利条件。后装单发枪虽然比前装枪优越，但发射时仍须将子弹逐发装入枪膛，依次进行发射，其射速仍然受到一定的限制。例如英军在1867年装备斯宾塞九连发枪，美军在1873年装备温彻斯特五连发枪等。连发枪由枪管、机槽、枪机、击发装置、弹仓、枪托、瞄准装置等主要部件构成，连发枪与单发枪相比，其改进之处是在枪管下方的枪托里，安装一个可贮存多发枪弹的弹仓，因而能够连续扣动扳机，进行不间断地射击，连发枪的射速比单发进一步提高。

19世纪60年代，出现了用黄铜片卷制的整体金属弹壳，代替了纸弹壳，发射时可以更好地密闭火药燃气，从而提高了初速。

1871年，德国首先装备了采用金属弹壳枪弹的机柄式步枪，其口径为11mm，有螺旋膛线，发射定装式枪弹，由射手操纵枪机机柄，实现开锁、退壳、装弹和闭锁。毛瑟枪在以后的使用过程中，经过不断改进和完善，出现了较多的类型。其中主要有：1871年式11mm单发步枪，这种枪射速低，故于1884年改进成能装8发子弹的弹仓式步枪；1885年式和1898年式7.62mm弹仓式步枪。这两种枪后来均采用法国于1886年研制的无烟火药枪弹，这种枪弹已和现在的普通枪弹在结构上基本相同。由于铅制弹头外部装有镍铜或软钢制作的被甲，以保护铅制弹头免受高温影响，弹头的长度为口径的3~4倍，并由圆头改为尖头，减少了枪弹在飞行时所受的空气阻力，后来又为了避免弹头底部因火药燃气压力而产生“涨底”现象，又改为流线型或船型弹头，以提高其初速、射程、侵彻力以及射击精度。

1904年，德国又制造了一种口径为6.8mm的新毛瑟枪。随着金属深孔加工技术的发展，后来的步枪的口径大都减小到8mm以下，从而使弹头的初速明显提高。我国江南制造总局枪厂在清光绪二十三年至三十年（1902~1909年）先后仿制成功1888年式和1904年式毛瑟枪。

19世纪60~30年代，欧美的一些国家为了提高枪械的射速和增大杀伤威力，除了研制各种连发枪外，还研制了各种型号的多管枪，其中传入我国的多管枪有美国的加特林手摇6管枪，英国的诺登飞5管枪，法国的哈齐开斯多管枪。

加特林多管枪是美国R·加特林（Richard Jordan Gatling）少校在1862年研制成功的。最早的加特林多管枪有6支口径为147毫米的枪管，安放在枪架上，射手转动曲柄，6支枪管依次发射，曾在美国南北战争中（1861~1865年）起了很大的作用。其主要作用是保护桥梁和渡口的重要军事设施。

诺登飞多管枪是由瑞典工程师诺登飞设计制造的。该枪有10支枪管，其口径为11~37mm之间，其主要作用是用于舰船上射击敌舰甲板上的目标，或在野战中控制宽阔的前沿阵地，以扫射进攻之敌。

哈齐开斯多管枪是法国枪械师B·哈齐开斯（Benjamin Hotchkiss）在

1871 年研制的。

19 世纪下半叶，欧洲正处于殖民主义向外侵略和扩张时期。为了满足战争的需要，一些国家致力于改进连发枪，使其成为一种能自动装填子弹的射击武器。作为第一种成功地以火药燃气为能源的自动武器，则是由英籍美国人马克沁（Maxim）于 1884 年研制成功的机枪。马克沁机枪的连续发射是采用枪管短后坐自动原理，于 1883 年试验成功的。1884 年应用这种原理的机枪取得了专利。它以膛内火药燃气作动力，采用曲柄连杆式闭锁机构，布料弹链供弹，水冷枪管，能长时间连续射击，理论射速可达 600 发/min，枪质量 27.2kg。1902 年在丹麦出现了麦德森机枪，该枪带有两脚架，采用气冷枪管，外形似步枪，枪质量 9.98kg。人们为了便于区分，称前者为重机枪。

1915 年，意大利人 B·A·列维里采用半自由枪机式自动原理，设计了一种发射 9mm 手枪弹的维拉·派洛沙双管自动枪。西班牙内战时期（1936～1939），交战双方使用了德国 MP18 式等多种发射手枪弹的手提式机枪，由于这些枪短小轻便，弹匣容量较大，在冲锋、反冲锋、巷战和丛林战等近距离战斗中火力猛烈，被称为冲锋枪。第二次世界大战中，又陆续出现了许多不同类型的冲锋枪。

第一次世界大战中，军用飞机、坦克等在战争中投入使用，出现了航空机枪和坦克机枪，为了对付低空目标和薄壁装甲目标，又出现了威力较大的大口径机枪。

手枪的问世较早，在 1331 年德国人发明点火枪不久，德国的黑色骑兵就用这种枪和法国步兵展开了搏斗。手枪的发展过程和管形火器相类似，首先是把点火枪改进为火绳手枪。

16 世纪初期，德国人基富斯在火绳手枪点火方式的基础上，发明了一种转轮发火手枪。

17 世纪时转轮发火手枪被隧发手枪所取代。隧发手枪的作用原理是，在击锤上装有隧石，扣动扳机后，击锤在弹簧力作用下，带着隧石向下打在钢件上，以产生火花点燃火药。随着雷汞的出现，隧发手枪逐渐由击发火式手枪所取代。

19 世纪初期，瑞士人保利和英国人肖奥相继发明了装有雷汞的纸火帽和铜火帽，使手枪的击发火方式得到了进一步的完善。

19 世纪末期，一些新式手枪，诸如单发手枪、弹匣供弹手枪、转轮手枪和自动手枪先后问世，使手枪成为一个应用广泛的独立枪种。

#### 四、现代兵器

至第二次世界大战期间，轻武器的发展已经初具现代规模。从手枪到冲锋枪、步枪、轻机枪、重机枪都在战争中投入使用。随着战争规模的扩大和作战方式的变化，武器的弹药种类繁多，使后勤补给日趋复杂。许多国家都致力于弹药的通用化。第二次世界大战中出现了弹丸质量和尺寸介于手枪弹和步枪弹之间的中间型枪弹。德国研制了 7.92mm 短弹，用于 MP43 冲锋枪；苏联研制了 7.62mm 的 43 式枪弹，战后按该枪弹设计了 CKC 半自动卡宾枪、AK47 自动步枪和 P 轻机枪，首先解决了班用枪械弹药统一的问题。

1953 年 12 月，北大西洋公约组织选用了美国 7.62mm T65 枪弹作为标准弹。一些国家为了减少枪种，寻求设计一种能同时在装备中取代自动步枪、

冲锋枪、卡宾枪，射程在 400m 左右，火力突击性强的步枪，这种枪被称为突击步枪。例如，德国的 StG44 突击步枪和苏联的 AK47 自动枪，都体现了这种设计思想。

第二次世界大战期间，各国在研制重机枪时，都设法保持其应有威力的前提下，尽量减少质量，这样就出现了通用机枪。如德国设计的 7.92mm MG42 机枪，支开两脚架可作轻机枪用，装在三脚架上也可作重机枪用。许多国家设计的通用机枪，其枪身可轻重两用，枪架一般可高平两用，也可改装用于坦克、步兵战车、直升机或舰艇上。其中有代表性的是苏联的 /

通用机枪和美国的 M60 通用机枪。

自 60 年代以来，许多国家对大量的战例的分析研究，普遍认识到，步枪的有效射程可控制在 300~400m 内，这样可以适当降低枪弹威力，使用小口径枪弹，不仅可以提高连发精度和机动性，而且可以增加携弹量，提高步兵持续作战能力。如美国的 M16A1 和 M16A2 步枪，其口径为 5.56mm，先后于 1967 年、1982 年装备部队。苏联于 1974 年定型的 AK74 自动枪和 PK74 轻机枪，其口径为 5.45mm，1980 年 10 月，北大西洋公约组织选定 5.56mm 作为枪械的第二标准口径。

为了减少枪种，便于生产、维修、训练和补给，许多国家力求使枪械实现枪族化。如前苏联的 AKM 自动步枪和 PK 轻机枪均使用 43 式枪弹，多数部件可互换使用。前联邦德国发展了 5.56mmHK33 枪族。

为了适应步兵反装甲目标的需要。许多国家步枪配备榴弹发射器，兼发射威力较大的榴弹。如美国在 M16A1 的自动步枪的枪管下方，配挂 M203 榴弹发射器，可发射口径为 40mm 的榴弹，从而使步枪成为一种具有点面杀伤和破甲的多功能武器。

为了提高轻武器远距离杀伤精度和昼夜作战能力，各国还都竞相研制和装备高性能的瞄准具。

目前，轻武器正面临着新的挑战，一些国家正在致力于探索和利用电能、声能、磁能或者激光作为能源或杀伤源的新型枪械，如电磁枪、激光枪、超声枪、次声枪等。

## 第二节 现代高技术战争的特点及其对轻武器发展的影响

### 一、何谓高技术战争

进入 20 世纪 80 年代，随着现代科学技术的发展，人类社会生活中的一个特殊的领域——战争发生了较大的改观。随着一大批逐步形成的高技术群体，如信息技术、生物技术、新材料技术、新能源技术、空间技术、海洋开发技术等，已经并继续迅速渗透到经济、军事和社会生活的各个领域，并以空前的规模飞速发展着。各种高、精、尖技术兵器的投入使用，日益改变着旧有的战争样式，并使战争的样式呈高技术战争。从 80 年代以后发生的几场战争，如英阿马岛之战、中东的阿以冲突，美国入侵格林纳达和巴拿马，以及海湾战争，都表现出了新型战争的特点。

按照通常对战争的分类，其中有一种主要而普遍使用的标准，即战争所使用的武器性质。在兵器发展史上，人们把武器区分为冷兵器、热兵器、热核兵器、高技术兵器等，并将战争形态按不同的阶段区分开来。所谓高技术

战争，就是使用高技术性能的武器和使用与高技术武器相适应的作战工具、作战方法进行的战争。这里所说的高技术，就是指现代战争的武器装备比常规武器装备发生了质的飞跃，比如精确制导武器、电子战武器、航天武器、定向能武器，以及 C<sup>3</sup>I 系统。上述的定义基本上反映了高技术战争的内涵和特征，但并不全面，它只是从现实横截面上得出的结论，未能考虑到除武器的主导因素外的政治、历史等诸因素的影响和制约。

世界上最早对高技术战争表示关注的是美国。进入 80 年代初，随着国际格局、战争结构的微妙变化，世界上关于核战争无输赢、核战争一时打不起来的论点开始流行。美国政府针对这一情况，在继续保障核战争的战略威慑的前提下，提出了重打常规战争的概念，发展了 60 年代和 70 年代以来的灵活反应战略。然而，这种常规战争已经不同于传统的或古典的常规战争，而是高技术战争，是继古典的常规战争、核战争之后的第三种战争。前苏联军界在 80 年代后期，也由主张长期准备应付火箭核战争，转变为重点准备打以核武器为后盾的常规战争。由此，不难看出，高技术战争实际上是一种高技术的常规战争。核武器虽属高技术，但在战争形态上，不能划归高技术战争的范畴，高技术战争是核战争之后的一个新的阶段和样式。以此，高技术战争可解释为：“在有限战争条件下，使用现代高技术兵器而进行的常规战争。”

## 二、高技术战争的特点

随着高技术广泛用于军事领域，现代战争进入高技术时代。高技术战争（严格的说应当是高技术条件下局部战争，下同）具有如下的主要特点：

1. 集中和充分使用高技术武器装备及精锐部队，战役具有明显的决战性和战略性

高技术战争是一种以科学技术实力为基础，以高技术武器装备为主要运用手段的军事对抗。因此，集中和充分使用高技术武器装备及拥有这些武器装备的精锐部队，必然成为高技术战争的战役的显著特点。这是因为：首先，高技术武器装备技术复杂，造价昂贵，难以像一般武器装备那样大批量生产和装备部队，即使是科学技术发达、经济实力较强的西方发达国家，其武库中高技术武器所占比例也不大，用高技术武器装备起来和训练有素的精锐部队并不多。因而，在战役中只有集中和充分地使用才能发挥其最大效力。其次，有限的局部战争自身的特点，即战争目的的坚决性和作战范围、持续时间的有限性，对集中使用高技术武器装备及精锐部队于一役，不但提出了客观要求，也提供了可能的条件。

集中使用高技术武器装备和精锐部队于一役，将极大地增强军队的侦察、电子对抗、机动、打击和指挥控制能力。这就为拥有高技术优势一方随时进行战役决战提供了可能的条件，使以往要进行几次或几十次战役才能达到的战略目的通过一次战役决战就可能实现。同时，局部战争的规模是有限的，一次战争有时就是一次中小规模的战役，或一次大型战役，战争与战役趋于一体，战役的进程和结局就是整个战争的进程和结局，战役的成败决定战争的胜负。这种战役行动与战争重叠，战役目的与战略目的相统一的情况，使高技术条件下局部战争的战役带有明显的决战性和战略性。

2. 空地海天一体化作战，战役的合同性、主体性更为突出

合同性、主体性是高技术战争的战役特点。集中使用高技术武器和精锐

部队，使高技术条件下局部战争战役的合同性、主体性显著增强。首先是战役力量编成高度合成化。实践证明，在高技术条件下，无论是进行小规模战役，还是进行中、大规模的战役，如果只依靠一个军种或兵种的战役军团都难以独立完成局部战争的战略任务。为了保证各军兵种的高技术武器装备能在同一战役集中使用，战役力量就必须进行跨军种、超建制的组合。加英阿马岛战争中英军以 118 艘舰船、340 余架飞机，以及 1 个陆战旅、1 个步兵旅和一个伞兵团编成了诸军兵种高度合成的特遣舰队，总兵力约 3.5 万人，规模不大，但合同作战能力较强。在海湾战争中，美军的战役力量编成，包括了拥有高技术武器的所有军种和兵种，多数部队是依据作战需要从各战区或其本土调集的，高技术武器的种类和型号之多，战役力量的合同程序之高，都是前所未有的。其次，是空地海天一体化，成为战役作战的基本样式，在高技术条件下，军用卫星和弹道导弹等航天兵器、各种飞机、地面和海上武器系统以及 C<sup>3</sup>I 系统同时使用于战场，使空战、陆战、海战和天战相互交织形成有机结合的整体。高技术战争彻底摒弃了传统的平面作战，空地海天一体化成为战役作战的基本方式。这种空地海天一体化作战主要体现在四个方面：一是战役战场空地海天连成一体，成为大立体的统一战场，在这个战场中，空地海天战场同时或交错展开相互协调的作战；二是战役侦察形成空地海天一体的统一的配系，运用多种侦察器材和手段构成全方位、全纵深、全天候的立体侦察网；三是作战部队实施空地海天一体化的全方位、全纵深的综合打击；四是 C<sup>3</sup>I 系统对空地海天的各种作战力量实施统一指挥控制。全面协调行动。

### 3. 广泛使用各种新式武器，军队的战斗力明显提高

在高技术战争中，高新技术的普遍运用，有可能引起力量对比的急剧变化。在高新技术条件下，战斗力主要体现在质量，体现在人和武器的现代化上。如精确制导炸弹的命中精度是普通炸药的 120 倍，装备有先进电子战和火控系统的战斗机的效能是原先的 40 倍。海湾战争中，美军发射的精确制导弹药虽然只占弹药发射总量的 8%，却摧毁了 80% 以上的重要目标。正因为如此，西方一些国家的军队正以人力密集型转化为技术密集型。据称，美国的 1 个坦克师的战斗力相当于第三世界某些国家的 4~8 个坦克师。本世纪末，美军 1 个军的战斗力将相当于现在的 1 个集团军。

在高新技术条件下，军队整体质量上的差距很难用数量来弥补，而高质量优势即可以有效地弥补数量的不足。海湾战争前，伊军与多国部队兵力对比为 1.6 : 1，但结局是伊军的伤亡约为多国部队的 100 倍，原因之一就是在于二者的质量差距悬殊。

### 4. 电子战、火力战、机动战广泛应用，同时实施全纵深综合打击，已成为高技术战争的战役作战的基本战法

这种新战法改变了传统的战役程式。高技术条件下的战役，一般将从电磁领域打起，由电子战拉开序幕，强大的电子进攻和严密的电子防御贯穿始终，为火力战创造条件。火力战通常紧随电子战之后开始，并在电子战支援下连续实施，成为独立的战役阶段，机动战在火力战将对方削弱到一定程度后发起，在强大的电子战和火力战支援下，广泛实施快速的地面迂回或空中超越，避实击虚，集中打击敌方的重心，台围歼敌。与对敌方实施“外科手术式”打击时，可能以电子战和火力战完成战役的目的。

电子战、火力战、机动战综合运用，对敌全纵深同时实施综合打击的战

法，使传统战役模式发生了三个方面的变化：战役发起的标志，不再是突然、猛烈的火力准备或坦克、步兵的冲击，而是软硬兼施的电子战；战役交战方式，像以前那种海上巨舰大炮直接对阵，空中机群格斗，地面坦克集群胶着混战的情况日益减少，而相距几十 km、几百 km 甚至上千 km 发射各种导弹，进行防区外打击成为常见的交战方式；战役作战行动步骤，以原来的先前沿后纵深，先突破敌阵后发展胜利，层层剥皮，逐点争夺，改为同时攻击对方的全纵深，首先摧毁敌纵深的要害目标，瘫痪作战体系，切断对方补给，瓦解对方士气、尔后围而歼之。

#### 5. 高技术条件下战争的突发性强，进程短促，作战部队行动快速

高技术条件下，战争基本上都是突发的，而且进程短促。例如.1973 年 10 月发生的第 4 次中东战争，战争突然爆发，持续 10 天。

1982 年突然爆发的英阿马岛之战，持续 74 天。1983 年 10 月，美军人侵格林纳达，战争于 10 月 25 日拂晓开始，持续 8 天。1986 年美国空袭利比亚，战争于 4 月 16 日凌晨 2 时突然开始，仅持续了 18 分钟。

1989 年美国入侵巴拿马，战争于 12 月 20 日深夜 1 时爆发，持续 15 天。1991 年的海湾战争，从 1 月 17 日凌晨多国部队突袭伊拉克算起，战争共持续了 42 天，地面作战仅 100h。为了适应战争突发性强的特点，各发达国家都强调快速反应，要求统帅部门决策要快，部队行动要快。海湾战争中，从 1990 年 8 月 2 日伊拉克入侵科威特到美国总统布什 8 月 7 日宣布撤兵，前后仅 5 天时间。为适应战争短促的特点，各国强调要快速动员，快速投送，快速投入，以高技术手段一举达到战争目的。

#### 6. 高技术战争投入高、消耗大、效益显著

高技术武器装备价格昂贵，它的大量使用，使战役投入空前增大。海湾战争中，多国部队部署在海湾地区的武器装备总价值约 1020 亿美元。高技术武器装备的高投入，既是制约其发展的重要因素，也是制约高技术局部战争的战役规模的重要因素。高技术武器装备的命中精度高、杀伤威力大，其作用必然产生很高的效益。例如摧毁敌方的一个重要军事目标，并不需要成百架飞机，投下成百上千吨的弹药，而只要发射一颗精确制导导弹即可。高技术战争的高效益是以战役的高消耗为代价的。战役高消耗主要表现在两个方面：一是武器装备的消耗大。第四次中东战争，交战双方在 18 天中，损失飞机 640 多架，坦克 3100 余辆，直接战争消耗费用达 100 亿美元，平均每天 6 亿美元。海湾战争仅进行了 42 天，伊军飞机便被摧毁 150 余架，舰艇全部被击毁，3800 余辆坦克被击毁或缴获；二是各种作战物资消耗大。在海湾战争中，占有高技术武器装备优势的美军，虽然其武器、人员损失甚微，但其消耗却十分惊人，仅作战保障费就高达 611 亿美元，每天平均 14.5 亿美元。从经费投入的角度看，这种消耗同作战兵器的损失并无二致。高技术战争的投入高、消耗大、效益显著的特点，既为加速战役节奏和缩短持续时间创造了条件，又规定了战役不宜持久，只能速决。

#### 7. 高技术战争打击的重点目标发生了变化

在高技术战争中，何时用何种武器打击何种目标，是一个具有重要战略意义的问题。确定打击目标，不仅要考虑军事上的可能性，而且要考虑政治上的必要性。

各个时期推行的战略不同，打击的重点目标亦不同。50 年代美国推行“大规模报复战略”，主要以打击城市和工业目标为主。

60年代,由于战略武器数量增加,质量提高和战略侦察能力增强,核打击目标包括对方的战略力量、防空力量的指挥控制中心等,城中和工业目标仍然是重要目标。70年代,尼克松政府提出,战时主要打击和摧毁苏联的核力量、经济目标、军事与政治指挥控制中心、常规军事力量。80年代初,卡特政府把核打击的重点由苏联的核力量经济基础目标改为打击苏联的战略力量、政治和军事目标。在高技术战争中,美国军方提出了新的打击目标顺序为国家指挥中心,关键生产企业(如石油、电力)、交通设施(加道路、桥梁)、民政设施、作战部队(如防空部队、战略进攻部队、轰炸机、导弹、精锐部队)。

21世纪初叶,预计打击的重点目标将发生新的变化。首先将把C<sup>3</sup>I系统作为打击的重要目标,其次为国家指挥中心、导弹基地,再次是交通、能源设施等,最后是常规部队(如图1.1所示)。

图1.1 21世纪初打击目标顺序

#### 8. 战役交战重心将从前沿争夺变为纵深较量

由于高技术武器装备的广泛使用,使军队的纵深侦察能力、远程打击能力和快速机动能力大为提高,加之战役布势呈纵深配置,纵深重要目标越来越多,而打击这些目标将对战役全局产生影响,这就为战役提出了作战重心从前沿向纵深位移的客观要求。两伊战争的教训和海湾战争的经验表明,在现代条件下作战,沿用前沿逐点争夺的传统打法,有时虽然能取得局部的胜利,但不能很快从根本上削弱敌方综合作战能力,难以瓦解其作战体系。而首先打击敌方的纵深目标,则能极大地削弱敌综合作战能力,迅速瓦解其作战体系,有时,甚至可致敌前沿防御于无用之地。因此,未来的高技术局部战争战役,拥有高技术装备优势的一方,为迅速取得更大的效益,将更加强调使用主力实施纵深作战,这将促使战役重心向纵深位移,并在战役纵深地区出现空袭与反空袭、空中遮断与反遮断、机降与反机降、合围与反合围等形式的激烈交战。

9. 战役行动中空袭作战增多,地面交战相对减少,远距离火力战增多,近战机会相对减少

在高技术战争中,一些重要的军事设施大都设置在一般火力不能够摧毁的纵深地带,只有靠高性能飞机(如隐性战斗机)、精确制导导弹、远程导弹才能摧毁,这就决定战役一开始将以空袭作战和实施包括远程导弹在内的防区外打击为主,摧毁对方纵深地带的重要军事设施,故在高技术战争中,空袭作战增多,地面交战相对减少,远距离火力战增多,近战机会相对减少。

目前,西方国家拥有各种性能较好的飞机实施多层次、多批次、多方位、多目标的高强度空袭作战。实施空袭时分低、中、高层次实施攻击。用机动灵活、低空飞行性能好的飞机在低空攻击点状目标;用强击机和武装直升机攻击装甲部队;用航程远、突防能力强的战斗机和战斗轰炸机在中空重点攻击对方防空力量和战略目标;用战略轰炸机在高空实施“地毯式”轰炸。空袭时,常常从前、后、左、右各方向同时实施轰炸。飞机既可利用地面机场,又可能使用舰载机从航空母舰上起飞进行袭击,以形成合围攻击的态势。一些“发射后不用管”的导弹可以精确命中数百公里以外的目标。如美国的“战斧”巡航导弹能够飞行1000km,准确击中目标。

#### 10. 多兵种协同作战，作战指挥和战场管理更多的依赖于 C<sup>3</sup>I 系统

在现代高技术战争中，使用的高技术武器装备多、参战的兵种多，情况变化急剧。如在海湾战争期间，美军中央总部每天要协调 30 多个国家的军队、十几个军兵种、2200 余架飞机、1960 余架直升机、240 余艘舰艇、3360 辆坦克、4050 辆装甲车，共计 70 余万兵力的作战行动，战场指挥不能仅凭几个人的头脑，而是更多的依赖指挥自动化系统，即所谓的 C<sup>3</sup>I 系统，实施作战指挥和战场管理。C<sup>3</sup>I 系统的工作程序是，先由各种情报手段搜集各种信息，如现代侦察手段除了使用传统的人力侦察手段外，太空有侦察卫星，空中有侦察（预警）机，地面有各种雷达，提供各种必要信息。C<sup>3</sup>I 的计算机对提供的信息进行处理，分析判断并提出结果数据，指挥人员据此下决心和下达命令。然后，计算机再根据作战命令提供对各种兵力、兵器的指挥控制和引导数据，最后，又根据反馈回来的信息，报告任务完成情况和目标损毁情况。

#### 11. 非线性作战将成为主体

在现代高技术战争中，随着部队作战能力的提高和超视距打击手段的增强，两军对垒，战线界限分明的线式作战将逐步退出战争舞台，而前沿纵深浑然一体，攻方守方界限模糊，没有固定战线的非线性作战将占据战争舞台。攻方为了更有利地保护自己，打击敌人，将采用独立性更强的小规模部队，在战场实施快速机动，直逼敌人要害，达到目的后迅速分散。这样，将出现作战双方之间犬牙交错的局面。

在高技术战争中，战场的概念正在发生变化，战场的规模正在发生变化，在高新技术条件下，战场的规模将有可能扩展到全球，呈现为多层次的立体战场。比如，在海湾战争中，美军从东地中海潜艇上发射的“战斧”巡航导弹，避开叙利亚领空，绕道土耳其南部地区，飞行 1000 多 km，准确击中位于伊拉克北部的军事目标；美 B—52 战略轰炸机从印度洋的迪戈加西亚起飞，长途奔袭约 5500km，在 200km 之外，从万 m 高空发射空地导弹，攻击伊科境内的战略目标。美军甚至从 1.3 万余 km 外的本土路易斯安那州的空军基地起飞 B—52，以 12h 不间断的飞行赶赴海湾。在外层空间的不同轨道上，美军还调用了远在澳大利亚和美国本土的设备来保障“爱国者”导弹的拦截。多国部队的直接战场已从伊科地区扩大到“两湾”（阿曼湾、波斯湾）、“两海”（地中海、红海）之间约 1000 余万 km<sup>2</sup> 的广大地区；间接战场则扩展到包括半个地球的范围。

由此可见，在高新技术条件下的战场已由宇宙空间、大气层、地面、海上、水（地）下五个层次所构成。这五个层次又可分为若干更小的层次，如宇宙空间可分为低轨道、高轨道；大气层可分为高、中、低、超低空；地面又可分为战术、战役和战略地幅；海上又可分为近海、远洋；水下又可分为浅海、深海。战争将在不同的层次展开。多层次的立体战场容量扩大了，兵力兵器对比要在多层次的范围内考虑；战线趋于模糊，己方控制的某个层次之外可能有对方的作战基地和机动部队。战场呈现出立体交错，相互渗透，敌中有我，我中有敌的复杂局面。

### 三、现代高技术战争对轻武器发展的影响

现代高技术战争对轻武器发展的影响主要体现在以下三个方面：

### 1. 注重提高轻武器的机动作战性能

现代高技术战争的突发性强，要求地面部队快速投入战斗、快速出击、快速转移。因此，地面部队、快速反应部队士兵配备的轻武器应注重提高机动作战性能，以适于空运、空投、空降等快速行动对轻武器的要求。

### 2. 注重提高轻武器的火力性

现代高技术战争中，地面部队以及快速反应部队攻击目标多变。如除了杀伤有生目标以外，还要摧毁防御工事、装甲战车以及低空、超低空飞行的目标。这就需要轻武器应当具有足够的火力性以及火力的兼容性，以便对付现代高技术战争战场的多变目标。

### 3. 注重轻武器与 C<sup>3</sup>I 系统的协调发展

现代高技术战争的战场将是空地海天的一体化战场。要取得战役的胜利，需要诸多兵种协同作战，各种高技术兵器互相配合使用。高技术战争的战场情况错综复杂，瞬息万变，仅凭战场指挥员的头脑显然是不够的，需要先进的 C<sup>3</sup>I 系统对空地海天的各种作战力量、各种作战武器实施统一指挥控制，全面协调行动。指挥员作战指挥的各项意图将通过 C<sup>3</sup>I 系统适时地传送到每个作战单位，甚至单个士兵或单件武器。这就需要现代轻武器要与战场 C<sup>3</sup>I 系统协调配套发展，配备能够接收 C<sup>3</sup>I 系统发出的有关信息以及反馈有关信息的设备。

## 第三节 海湾战争的特点及其对轻武器发展的影响

1991年1月17日在伊拉克与科威特边境爆发的海湾战争，是在美国与前苏联缓和、40年冷战结束、旧的战略格局被打破、新的战略布局尚未建立的情况下爆发的一场局部战争，是超级大国和世界军事强国协同国际上各种军事力量对一地区性军事强国发动的规模较大的一次现代局部战争，是首次动用地对地弹道导弹、海基巡航导弹、远程空地导弹和各种隐形、夜视、激光制导等先进武器装备进行的一次高技术、高强度、现代化水平较高的局部战争。这场世纪末的高技术局部战争，将对世界各国军队兵力结构、编制体系、武器装备的构成，以及对各类武器今后的发展产生巨大影响。

### 一、海湾战争的特点

海湾战争是一场现代高技术局部战争，它呈现出与往常规战争迥然不同的高技术特点。

#### 1. 电子战斗为基本的作战模式

根据美国空军手册《AFMI》的定义：“电子战斗（EC）是由航空部队、航天部队遂行的特种任务，旨在控制战略、技术作战中所运用的电磁频谱，保护己方电磁能力，削弱或瘫痪敌方的电磁能力。”其基本作战任务包括降低敌方武器制导精度；瘫痪敌方 C<sup>3</sup>I（指挥、控制、通信、情报）系统；压制敌方防空系统。以美国为首的多国部队之所以能够快速取得海湾战争的胜利，主要是以电子战斗为制胜的基本作战模式。多国部队成功地运用电子战斗造成伊军雷达迷盲、通信瘫痪、指挥失灵、引导中断，武器失控，使伊拉克的庞大武装力量的指挥系统失灵，从而使其战斗力丧失。海湾战争开始的48h后，多国部队以电子战的优势，使伊拉克的国土防空网完全瘫痪。多国

部队成功地将先进的电子技术应用于预警、监视、评估、指挥、控制、引导、通信、导航、识别等一切军事行动和每一个战斗单位，使电子优势成为高技术战场的“制高点”。没有制电磁权，没有制空权、制海权、制陆权，也就丧失了战场的主动权。多国部队就是依仗着电子优势驾驭着战争的全局，而伊拉克由于未能掌握高技术战场的“制高点”吃了亏。

## 2. 大纵深立体战

大纵深立体战是高技术与作战新理论相结合的必然趋势。现代热兵器的发展使其爆炸力空前增大，远程导弹的问世使射程空前增大，电子技术又使之进入精确制导时代。这些都使对大纵深目标的打击更加准确、有效。在海湾战争中，从水下、地上直到太空，适应立体战的武器载体或平台应有尽有。水下有“三叉戟”等潜艇；水上有“中途岛”号等航空母舰；陆地上的 M1 主战坦克等陆军兵器；超低空、中空、高空有与之相适应的各种类型的飞机；太空有各种侦察卫星。从海湾战争可以看出现代高技术战争的前后方界限变得模糊，作战空间不断扩展，作战的纵深距离越来越长。

## 3. 软硬两大武系互相配系

从海湾战争来看，电子战装备不仅仅限于作战保障措施，而且还是用于进攻和自卫的软武器。“软”的涵义在于暂时使敌方电子系统失灵。硬武器在软武器掩护下才能充分发挥战斗效能和降低战损率，软武器则依赖硬武器的保护而生存。

软硬武器配系是强化高技术整体化作战能力的需要。在海湾战争中，所有战舰、战斗机、轰炸机、强击机乃至武装直升机，除装备有导弹和火炮等硬武器外，也装备了软武器——电子战武器。

## 4. 空袭和反空袭成为战争的主要作战样式，并对战争的进程和结局产生重大影响

海湾战争历时 42 天，而空袭作战长达 38 天，空袭基本相对独立地达到一系列战略、战役、战术目的，这是以往大规模局部战争中从未有过的。空袭之所以能成为相对独立的战争阶段，主要是因为现代空袭力量大为增强，能够展开规模大、空间广、强度高的空袭。空袭的目的，已不仅是开始战争，而是企图以此一举摧毁敌方的战争能力，结束战争。与此同时，防御一方多种手段的反空袭也居于突出地位，空袭与反空袭斗争异常激烈。即使地面战争开始，也不意味着空袭将退居次要地位，主要战争情景将不再是地面攻击和坦克会战，而是空地一体战。海湾战争中，多国部队以空中火力突击伊军坚固防线，以空中遮断分割歼敌，以武装直升机群打退伊坦克集群反冲击，以机降、伞降避实击虚。伊军的反空袭力量薄弱，在得不到空中掩护的情况下，地面部队难以持久作战和组织较大规模的反攻，使其始终处于被动地位。

## 5. 导弹攻防成为战争的基本火力，精确制导武器的作用日益增强

从海湾战争可以看出，战争中的火力对抗，已经不是以往战争中使用的普通的枪炮和炸弹，代之而起的是从地面、空中和海上各种作战装备上发射的性能各异的导弹。现代的常规导弹、炸药和炮弹，不仅爆炸威力接近于核武器，更重要的是具有精确制导功能，可以从远距离发射，准确地击中预定目标。美军的空袭由于广泛采用精确制导武器，使命中目标的平均误差从第二次世界大战时的上千 m，越南战争时几百米减至目前的近 10m。战斧（Tomahawk）巡航导弹的密集突击，不仅开创了导弹进行首轮空袭的先例，

而且命中率高达 90%；爱国者（Patriot）导弹对飞毛腿（Scud）导弹的拦截成功率高达 90%；A—10 攻击机和阿帕奇（Apache）直升机对伊坦克群的攻击命中率高、威力大；155mm 榴弹炮发射的铜班蛇（Copperhead）炮弹可以从远距离击中运动坦克；美国甚至考虑针对伊军一个高级指挥官组织专门的空袭，由此可见其精确制导武器的作用。

精确制导武器的运用，也改变了以往常规战争短兵相接的近战方式，使交战距离空前增大。战争一开始，双方就超越地面设置的坚固防线，把空袭矛头直指对方纵深的军事战略目标。美军从海上向伊发射数百枚巡航导弹，实施远距离大规模袭击，美空军战斗机轰炸机群长途奔袭 3200km，空中加油数次，在 14h 内成功地实施了 3 次大规模空袭。伊拉克的飞毛腿导弹也跨约旦领空袭击以色列。可以说，纵深火力打击的远程作战是空地一体战的组成内容，是现代高技术局部战争的重要特征。

#### 6. 高技术夜视装备使夜战的作用大为增强

在海湾战争中，美国及多国部队的各种主要作战装备配有夜视设备，夜战已成为优势装备者采用的战法。美国、英国、法国战斗机除装备性能先进的脉冲多普勒火控雷达外，还普遍装有前视红外线、红外搜索跟踪系统、微光电视设备、夜视镜及地形跟踪雷达，能在各种恶劣气象条件下作战，具有很强的夜战能力。美军的坦克、战车夜视距离可达 2000m，各种自动武器都配有夜视瞄准器。海湾战争中的大规模空袭、地面部队的进攻基本上是在夜间进行的。

#### 7. 海湾战争是一场高技术、高强度、高消耗的较量

在海湾战争中，美国、英国、法国、加拿大等西方国家都向海湾地区派出了技术最先进的作战飞机，投入了大量的新式武器，特别是隐身飞机、先进的光电探测设备和先进的精确制导武器。多国部队派往海湾的飞机中，有令各国军方瞩目的 F—117 隐身战斗机、F—16C/D、F—15C/D“幻影”2000、“旋风”和 F3 等世界一流水平的空中优势战斗机，F—15E 新型多用途战斗轰炸机，世界上结构最复杂以及性能最先进的 E—3B 空中预警指挥机，能挂载常规武器、核弹、巡航导弹，载弹量达 270t 的 B—52 的新改型 B—52G/H 型“空中巨霸”战略轰炸机，美国倾其所有最先进的最新式飞机到海湾地区参战，甚至连正在研制的两架 E—8A 原型机（联合监视与目标攻击雷达系统飞机）也派到了海湾地区。美、英、法战斗机推重比大、机动性好，航空电子设备先进，武器投射精度高，装有大功率和高分辨力的脉冲多普勒火控雷达，具有下视下射和超视距作战能力，作战威力大，一般能带 6~8 枚先进的空空导弹，具有全方位攻击和多目标攻击能力，攻击机装有先进的导航/攻击系统和电子战系统，能在低空实施高速突防；装有夜视装备，能在夜间和恶劣气象条件下对敌目标实施攻击；载弹量大，可载 8~12t；武器种类多，挂载各种空地导弹、激光和电视制导弹药及各种精确制导武器，命中精度高。改装后的 B—52G/H 型，轰炸机能挂 20 枚近距攻击导弹和 12 枚巡航导弹，以及各种常规炸弹和核弹，既能从低空突防，实施大规模“地毯式”轰炸，又能从防空火力圈外发射 AGM—86 空射巡航导弹，射程可达 1500km，精度可达 30m。由于大量使用高技术先进作战武器，以美国为首的多国部队耗费资金高达每天 5~10 亿美元，是一场名副其实的高强度、高消耗战争。

#### 8. 作战部队反应迅速

海湾战争中以美国为首的快速反应部队，能在很短时间内赶赴现场，建

立一种威慑性防御态势，从而遏制危机的进一步发展，掩护后续部队（主要是重型部队）向危机地区机动。例如美军要求在 48h 内将旅级规模的兵力空运到世界上任何一个危机地区，10 日内将 6 个师的部队空运到欧洲战区；法国要求在 2 日内能将 2 万人员的兵力机动 1200km 之外作战。海湾战争的胜利，以美国为首的多国部队的快速反应能力起到了重要作用。

#### 9. 作战环境气候恶劣

从海湾战争的作战区的自然环境来说，这是一场沙漠战。沙特阿拉伯全国有一半面积为沙漠，科威特全境均为沙漠所覆盖，伊拉克的西部地区亦为沙漠。沙漠特有的地形地貌，炎热的气候及频繁的沙暴，给兵员、武器装备、作战行动和后勤保障带来困难。如沙漠地区气温高、少雨、昼夜温差大，夏季最高气温可达 55℃。海湾地区的酷热致使武器电子系统故障率升高，火炮的射击精度降低，此外，沙漠地区的干燥空气和频繁的沙暴会产生静电，从而能完全破坏无线电通信、或大大降低调频无线电网络的通信距离。各类武器在沙漠的使用，使得其机械部件磨损加快。

## 二、海湾战争对轻武器发展的影响

海湾战争是一场现代高技术局部战争。在这场战争中，作战双方，尤其是以美国为首的多国部队，使用了各类新式武器，也使得各类新式武器经受了实战的检验、考验。海湾战争对未来各类武器的发展产生一定的影响。同样，海湾战争也对今后轻武器的发展产生一定的影响。

#### 1. 海湾战争的绝大部分军事行动都是在夜间进行

轻武器的发展也应适应夜战的需要，轻武器的夜视系统、瞄准系统要适应未来夜战这一特点。

#### 2. 提高轻武器的使用可靠性

由于海湾战争的作战环境恶劣，对轻武器的使用可靠性能提出了更高的要求。今后的战争可能发生在炎热的沙漠地带，也可能发生在高寒地区、丛林地带、沼泽地区等等。因此，轻武器要满足在各种严酷的战争环境中使用的要求，武器的性能要可靠。

#### 3. 提高轻武器的机动性

在特殊环境下作战，武器的机动性显得尤为重要。美军使用的制式步枪 M16A2 在海湾战争的最后几天地面军事行动中，发挥了重要的作用。在伊拉克南部的战斗中，参加了约 80% 的清除敌工事，寻找敌防卫位置和俘获敌士兵的战斗。尽管 M16A2 在战斗中表现不错，但有些士兵还是选用了缴获的前苏制 AK74 步枪，这是因为 AK74 步枪是较短的武器，对乘车作战的士兵来说可以用来从驾驶室的窗口射击。尤其是在恶劣环境下作战的单兵负荷较大，在海湾战争中的美军士兵，单兵背负的生活用品、枪支弹药、药品、饮用物品等，质量达 40 多 kg。因而，尽量减轻武器的质量和体积尤为重要。

#### 4. 发展点面杀伤武器

海湾战争，以美国为首的多国部队的陆军配备了 MK19 自动榴弹发射器，其杀伤威力大，对消灭伊军的有生目标发挥了重要作用。在未来的地面战争中，自动榴弹发射器由于具有不需要精确瞄准，发射后产生的大量破片杀伤集群目标等优点，是今后轻武器发展的重要方向。

#### 第四节 21 世纪初叶陆战形态预测

随着高技术的迅猛发展及其在军事领域里的广泛应用，与现代高技术陆战场相比，21 世纪初叶的陆战场将是范围更为广泛复杂的陆地、空间、海洋、太空、电磁的五维战场，仍然是未来战争的主战场。21 世纪初叶陆战场将具有以下基本特征。

##### 一、范围更广的大纵深立体化战场

21 世纪初叶，一些目前正在研制之中的性能优良的新式武器将投入战场使用，作战理论的发展，使得 21 世纪初叶的陆战场将是范围更广大的大纵深立体化战场。之所以说是范围更广的大纵深立体化战场，是因为投入使用的一些高技术兵器，其攻击目标的距离更远。用于攻击纵深的兵力、兵器与装备，在战术范围内有：远程火炮、多管火箭炮、战术战役导弹、武装直升机、无人机、迂回支队与战术空降兵等，其攻击纵深可达 30~60km；在战役范围内有：轰炸机、歼击轰炸机、战役战术导弹、巡航导弹、战役机动集团、战役空降兵团等，其攻击纵深达 700km；在战略范围内有：陆基与舰基洲际导弹、巡航导弹、远程航空兵、战略空降兵团和敌后特遣队等，其攻击纵深超过 1000km。

基于上述情况，21 世纪初叶的陆战场上，陆军各级军团与兵团的攻击正面宽度与任务纵深都在加大。如前苏军要求在进攻时，方面军的正面宽度可达 200~500km，任务纵深可达 200~1300km；集团军的正面宽度为 50~100km，任务纵深可达 200~350km；师的正面宽度为 20~30km，任务纵深可达 70~100km；方面军和集团军的战役布势纵深分别为 180km 和 100km。

美军的任务纵深，按其陆军有关条令规定，是将未来作战地区分为两个相关连的地域，即影响地域与关心地域，影响地域是指从前沿伸向敌方一定纵深的地域，其深度因指挥级别而异，旅为 15km、师为 70km，军为 150km，战区集团军群为 150km 以上。关心地域是指位于影响地域后的地域，其纵深：旅为 70km，师为 150km，军为 300km，战区集团军群超过 300km 以上。由此可见，未来战场打击纵深比现代战场打击纵深范围更广。

高立体化战场，主要是指未来的陆战场不仅仅只是单一的地面战场，地面的作战行动将与空中的支援紧密结合，随着各种超高速、隐形战斗机的投入使用，空袭与反空袭将更为激烈。21 世纪初叶陆战场，来自空中的威胁更为严重。

以多机种密切协同，对地面目标实施整体式突击。即：由电子干扰机进行干扰，以预警机担任监视与警戒，并在保证加油机中途适时加油的情况下，运用武装直升机、无人机、战斗机、歼击轰炸机以及战略轰炸机等，对地面实施突然袭击，机载的各种精确制导武器在未来广泛使用，以作为 21 世纪初叶战场从空中向地面目标袭击的主要手段。

综合运用各种空袭武器，组成有效的空袭系统，采取相应的技术，从不同方位，不同高度，以大规模、多批次、多架次，对地面发动突然的饱和和攻击，压制对方严密的防空体系，仍将是 21 世纪初叶从空中对地面常用的袭击方式。例如，临空使用常规炸弹的表炸和航炮的火力攻击与远距离投放精确制导武器相结合，中高空机动突防与低空、超低空隐蔽空防相结合，空中攻

击与地面攻击相结合，诱骗、骚扰、佯攻与连续不断时攻击相结合等等，都将进一步强化对防空体系的饱和压制。这种饱和压制，既包括以炸药、导弹、火箭、炮弹等硬武器杀伤，也包括电子干扰等的软杀伤，其目的都是为了使防空体系低效、失败，以至被摧毁。

如果未来陆战场濒临沿海，地面部队还要抗击对方来自海上的进攻，展开登陆与抗登陆作战。

由于登陆与抗登陆都是在航空兵的直接掩护下进行的，这样就使地面、空中、海上的作战行动结合得更加紧密了。21 世纪初叶登陆工具将有可能由气垫登陆艇取代水陆两用装甲车辆。使用气垫登陆艇输送海军陆战队的人员、装甲车、坦克等强行登陆，最大时速可达 100 多 km，比水陆坦克、水陆两用装甲车快 10 倍左右，大大缩短了登陆部队在敌火力下暴露的时间。采用气垫登陆艇，可使目前传统登陆作战的海岸线从 17% 提高到 70% 左右，有利于出敌不意登陆作战。

21 世纪初叶抗登陆作战值得注意的是，冲翼艇将有可能投入使用。它比飞机阻力小，并且油耗降低一半，航程增大 50%，加之能超低空飞行，越障能力强，在登陆作战中将广泛应用。目前，美国、德国正在研制高性能的冲翼艇。

21 世纪初叶的陆战场，将更依赖于外层空间的侦察、预警、指挥系统，军用通信卫星、C<sup>3</sup>I 对地面战场的作用更为重大。

## 二、信息化战场

随着电子、遥感、光纤、激光、毫米波、红外等信息技术的惊人发展，新型的信息工具将不断出现，这不仅能日益扩大未来战场信息采集的广度，而且还能大大提高信息接收、处理、传递与显示的速度和准确度。使陆战场上兵力的调动、指挥协调、作战行动、后勤补给，乃至战局的最后胜负更加依赖于适时而又可靠的信息，从而使信息成为一种无形的、巨大的战斗力，这种军事活动方式越来越信息化的现象说明，21 世纪初叶陆战场无疑将是信息化的战场。其基本特征是战场侦察、监视、控制、通信和情况的一体化更加完备。主要表现在：

### 1. 全方位

全方位是指战场的侦察与监视系统严密地部署在外层空间、空中、地面与海洋，形成一个互相沟通，互为补充的立体化侦察与监视系统，并综合运用卫星、预警机、无人机、直升机、雷达、激光、光纤、红外等手段，提高军队大面积、全天候，实时而又精确地侦察监视能力。

### 2. 自动化

在 21 世纪初叶陆战场上，信息的接收，处理、分析、传递、显示的速度是取得胜利的重要因素。世界上许多国家，都相继建立了以电子计算机为核心的自动化的 C<sup>3</sup>I 系统。自动化的 C<sup>3</sup>I 系统，可以高效地为战场指挥机构收集、处理、分析、传输信息，并可快速完成预警、识别、跟踪、拦截、摧毁等一系列军事行动，以保障指挥员不失时机地实施指挥，为战场上赢得胜利争取时间。

### 3. 大容量

21 世纪初叶的陆战场之所以成为信息化战场，是因为除战场上信息传递

的渠道多，速度快外，传递信息的工具的容量也愈来愈大。一条 1000km 长的光通电缆，能容纳 8 万路电话信息。据报道，一个公文包大小的激光通信装置，能同时处理 4 万个话音信道。有的激光通信装置，可在 1s（秒）内传输相当于 30 卷百科全书的信息量。

### 三、火力战战场

21 世纪初叶陆战场具有大纵深立体化的特点，加之精确制导武器、大面积杀伤武器、新型弹药、火控系统和机动工具的发展和应用，21 世纪初叶地面作战将更加依靠火力，特别是远程火力。前苏军认为，火力突击是未来战场夺取主动权与对敌优势的主要手段之一。美军则认为，火力是取得未来战争胜利的关键，运用火力可以节省兵力。

精确制导武器以其直接命中概率高、费效比佳，被誉为未来兵器之“星”。

21 世纪初叶陆战场上出现的精确制导武器具有首发命中精度高、自主制导、射程远、抗干扰、全天候、低成本、能承受冲击与高加速度、可靠性好以及便于使用等特点。未来精确制导武器，将以红外成像、毫米波、光纤、激光半主动与驾束以及合成孔径雷达等制导方式为主要发展方向，并特别注意发展智能型精确制导武器。

大面积杀伤武器，特别是制导与非制导的子母弹与子母雷弹，是未来提高常规武器杀伤与摧毁效能的重要手段之一。此外，燃料空气弹，也是 21 世纪初叶陆战场用来杀伤徒步行动的步兵、摧毁掩体、破坏坚固支撑点和城市建筑物的武器。目前，美国、加拿大等国家正在研制第三代燃料空气弹药，将第二代燃料空气弹药的二次爆轰改为一次爆轰。

由于 21 世纪初叶陆战场是大纵深的战场，因此，要求火力支援呈梯次配备，即 5~10km 以内以迫击炮为主，10~70km 以榴弹炮、加农炮、多管火箭炮为主，100km 以上将主要是地对地战术战役导弹。尽管 21 世纪初叶地面压制火力体系与目前的地面压制火力体系相比没有较大的差别，但上述武器性能显著提高，如射程加大、弹种增多、威力加强、反应时间缩短等等。此外，命中精度、机动性能以及自动化程度也大为改善。

### 四、快速机动战战场

21 世纪初叶陆战场，不仅空间增大，而且时间因素也日益重要。对抗双方都力求通过争空间、抢时间来夺取作战的主动权。可以预言，快速机动战仍将成为 21 世纪初叶陆战场的主要作战样式和攻防中普遍现象。在未来战场情况复杂多变、战线极下稳定。战斗突发性增大的条件下，不但进攻时要实施机动作战，而且防御中机动防御与攻势防御的地位也相应提高。

导致 21 世纪初叶陆战场成为机动战战场的主要因素是：

地面部队自行化与空中机动化程度大大提高。坦克和装甲车辆数量增加，机动性能更好，轻型装甲车辆公路最大时速可达 100~150km，地面部队将配备各型直升机，攻击力和自卫能力都将明显提高，运送部队快速敏捷，一架直升机可载一个摩步连。

由于信息化技术应用范围的日益扩展，国外预测，到 21 世纪初叶，地面部队自行化有可能向遥控化与智能化方向发展。特别是诸如战斗侦察车辆、

布雷与扫雷车辆、障碍排除车辆、野战筑城机械以及弹药补给车辆上有可能首先采用机器人与人工智能技术。预计 21 世纪初叶，美国、俄罗斯、以色列均有可能组建机器人部队。机器人部队的出现，使未来机动战参战人数大大减少，这是从目前人员密集型的机动战向未来技术密集型机动战转变的重要标志之一。

地面部队空中机动化程度日益提高的主要标志是：武器装备轻型化，便于空运的快速反应部队；大力发展直升机，尤其是武装直升机，加强直升机与地面部队的合成；载重量在 150 ~ 200t，具有洲际运载能力的军用运输机将投入使用。到 21 世纪初叶，美军空运能力将是现在的空运能力的 1.6 倍，能在 10 天内向远在离本土 7200km 以外的中欧地区运送 6 个师的兵力。俄罗斯的空运能力是，用各种军用运输机 1800 多架次，一次能运送 10 万人。

地面部队自行化与空中机动化程度的日益提高，给未来的机动战带来的影响是：交战双方行动的节奏大大加快，地面部队昼夜进攻能力以及快速反应能力大大提高，便于采取突袭、快速推进、纵深穿插、迂回包围等方式，打击纵深范围内的各种作战目标。

## 五、面临核、生、化武器威胁的战场

21 世纪初叶，世界上包括印度、日本、韩国等在内的 30 多个国家具有生产核武器的能力。由于核武器有着多种破坏效应和巨大威力，在摧毁预定目标的同时，在相当大的范围内，造成严重的、长时间的附加破坏效应。因此，21 世纪初叶，打核大战的可能性极小。但是，由于种种原因，其中不少国家之间长期存在矛盾，因此地区性核战争不能完全排除。

鉴于核武器的使用会造成极大危害性，交战时的任何一方都不能轻举妄动。目前，国外积极发展各种有特种效应的核武器。它是针对一定的作战要求，在研制上故意增强某种爆炸效应，而削弱其他效应，减少附加破坏使用。中子弹、电磁脉冲弹以及冲击波弹等均属于这种类型的核弹。中子弹是以爆炸时产生大量高能中子作为主要杀伤因素的一种小型战术核武器，当量在 4 吨级以内。电磁脉冲弹对电子、电器设备有严重的破坏作用，冲击波弹可以杀伤集群有生目标。

目前，世界上拥有化学武器的国家已近 30 个，据分析到 21 世纪二三十年代，将有 50 多个国家能够制造化学武器。自本世纪 60 年代以来，化学武器在许多重大的有限战争，例如美国侵略越南、越南侵略柬埔寨、前苏联侵略阿富汗，两伊战争等都曾使用过化学武器。在前不久的海湾战争中，伊拉克就曾准备向以美国为首的多国部队使用化学武器，而多国部队也作好了使用化学武器的准备。由于化学武器是一种费效比高的武器，例如，造成 1km<sup>2</sup> 面积手伤的成本费只是常规武器的 1/3 ~ 1/4。化学武器杀伤面积大，作用时间长。50t 沙林毒剂的杀伤面积可达 260km<sup>2</sup>，足以抵得上一枚当量为 2000 万 t 的核弹。在晴朗天气及微风条件下，其染毒距离可达 50 ~ 70km。毒剂的持续时间可达数天甚至数周。化学武器用途广泛，使用方便。既可大量杀伤有生目标，又可对付港口、机场、通信设施等重要目标。预计 21 世纪初叶，化学武器的发展趋势是，重点发展二元化学武器，如一些国家正在研究具有低分子量、高致死性的合成肽化合物。

由于遗传工程的发展，21 世纪初叶陆战场有可能出现生物武器即基因武

器。它是应用基因转移和重组原理，在一些致病细菌和病毒中接入对抗普通菌或药物的基因，或者在一些本来不会致病的微生物体内接入致病基因，而制造出来的生物武器。有些基因武器将几种有害的基因一起重组制造出危害更大的生物武器。基因武器在战场上的使用，将会造成对方境内的人畜患病，短时间内无法治疗，造成对方人员在战场上完全丧失战斗力。

## 第二章 轻武器种类及其在未来战争中的作用

未来的空一地一体化战场上，尽管投入的高技术兵器诸如战术导弹、隐形战斗机、智能坦克等的品种和数量增多，但地面战场上，轻武器仍然是步兵作战的主要武器，并且也是炮兵、装甲兵、防化兵、航空兵、空降兵、海军陆战队、快速反应部队等诸兵种的重要武器。未来参战地面部队的三分之二以上人员都需要配备种类不同的轻武器。没有装备轻武器的地面步兵部队的参战，不可能取得战争的最后胜利。

### 第一节 轻武器的界定及其种类

#### 一、轻武器的界定

长期以来，轻武器的概念比较模糊。轻武器与火炮的分界线一直是一个众说纷纭、悬而未决的问题。轻武器的定义自本世纪以来一直在缓慢变动。本世纪30年代，人们习惯把12.7mm口径以内的武器称为轻武器。第二次世界大战期间及战后，一般把15mm以内的武器叫作轻武器。这样，便把口径超过15mm的身管速射武器、迫击炮和轻型反坦克武器等步兵常用武器划出轻武器的范围。从国际习惯而言，国外习惯把火炮的起始口径限定在35mm，国内近几年来则把火炮的起始口径限定在20mm。这样就存在一个问题，大于16mm、小于35mm或小于20mm的身管速射武器、榴弹发射器及其类似武器，既不属于枪械也不属于火炮的范畴。尽管轻武器与火炮的划分对于战场上的使用而言没有什么影响，但是对于负责制定规范、设计开发、政府采办、维护修理以及部队编制配制却带来麻烦。

目前，国外一些国家和组织如北约陆军装备局对“轻武器”这一术语，解释为应包括“50mm口径以内的所有班组携行直接瞄准的武器”，并包括“反轻型装甲和反武装直升机与辅助武器”。北约组织这样界定轻武器，自然把劳—80，以及30mmASP身管速射武器等一类武器纳入轻武器的范畴。笔者认为，随着质量小、强度高的新型合金材料以及塑性材料越来越多地用作武器的制造材料，武器的质量将会大幅度降低。因而，可以把轻武器界定在50mm口径以内的步兵班组携行直接瞄准武器以及步兵班组携行的近战武器如枪榴弹、榴弹发射器、火箭发射器、反坦克导弹等武器。

#### 二、轻武器的分类

对于轻武器可以按照其构成的特点、自动原理、自动方式、发射方式，对目标的杀伤形式等大致进行如下分类。

##### 1. 自动原理

轻武器这里主要是指枪械，可以通过不同方法获取膛内火药气体能量进行自动工作。按照利用火药气体进行工作的方式可把枪械分为三种，即枪管后坐式、枪机后坐式和导气式。其中直接利用膛底压力作原动力的有枪管后坐式和枪机后坐式武器，它们都是利用弹壳底部的火药气体压力，使自动机主动件（枪管、枪机和弹壳）运动的，前者枪管与枪机扣合，后者不扣合但能自动开锁。利用导气装置从枪管侧孔导出火药气体压力作原动力的有导气

式武器。这种武器是由枪膛导人气室内的气体压力使自动机主动件（活塞和枪机框等）运动的。

枪管后坐式武器是利用枪管后坐原理进行工作的武器。其工作能量是由枪管和枪机后坐运动提供的。发射时，枪管是活动的，枪机和枪管牢固地扣合在一起，火药气体压力经弹壳底部作用在枪机上，使枪机和枪管一起运动。这种自动原理常在手枪、机枪和大口径机枪上应用。另外，枪管后坐式武器根据枪管运动的特点，一般分为枪管长后坐式和短后坐式两大类型。

枪管长后坐式武器在发射时，枪机和枪管保持闭锁状态，一起后坐到位。然后枪管先行复进，在复进过程中完成开锁等动作。待枪管复进到位后，枪机才开始复进。这种武器因其结构较复杂，射击频率又低，目前很少应用。

枪管短后坐式武器的枪管和枪机只在一段很短的后坐行程上保持闭锁状态。当膛压降至弹壳可以安全工作的压力后，枪机开锁并与枪管解脱（打开枪膛）。开锁后，枪管再向后运动少许便受到限制。而枪机继续后坐到枪管和枪机之间的距离足够供弹为止。根据武器结构的不同，枪管运动又分为枪管和枪机一起复进到位和枪管和枪机分别复进到位两种。前者是当枪管和枪机共同后坐一小段距离后，枪管停在后方位置，枪机则继续向后运动，完成退壳、供弹等动作，待枪机复进到前方时，解脱枪管卡笋，然后枪管同枪机一起复进到位并闭锁；后者是当枪管和枪机共同后坐一段距离后，枪管停止后坐，并在它的复进簧作用下先行复进，而枪机则继续向后运动，完成退壳、供弹等动作。当枪机在其复进簧作用下复进到位时即行闭锁。对于使用威力的大的弹药的枪管短后坐式武器，枪管比枪机重得多，后坐时枪管吸收了大部分后坐能量，枪机所得能量较少，为了保证枪机工作可靠和所要求的射速，一般还有加速机构，以便把枪管的部分能量传给枪机。

枪机后坐式武器是利用弹壳后坐原理工作的武器，根据枪机的结构不同，有自由枪机和半自由枪机两种形式。

自由枪机式武器，枪机与枪管无刚性扣合，仅仅依靠枪机质量的惯性关闭枪膛。弹膛是“闭而不锁”的。弹壳（包括枪机）直接在膛底压力作用下后坐。枪管则固定不动。在自由枪机式武器中，为了减少弹壳在火药气体压力较大时枪机的移动量，只能采用增加质量的方法。自由枪机的质量的增加，无疑会导致武器的机动性变坏。故至今没有研究成功发射大威力弹药的自由枪机后坐式武器。

半自由式枪机武器，枪机与枪管（或机匣）有扣合，但是这种扣合是“扣而不牢”的。枪机能够直接在膛底火药气体作用下自行解脱（开锁）而后坐。枪管也是固定不动的。半自由枪机是企图不过分增加枪机重量而利用枪机后坐原理工作的一种自动方式。其结构形式多种多样，有的是在枪机内增加一附加部分，通常是采用减速机构，使枪机在发射最初瞬间减缓了速度，有的是将枪机分为机头与机体，利用某种机构的约束来限制机头发射时的位移。半自由枪机式武器与自由枪机式武器相比，可以发射威力较大的枪弹。后者结构要比前者复杂些。

导气式武器是利用枪管侧孔导出膛内部分火药气体，去推动一个比较轻的部件（包括活塞或活塞及与其相连接的枪机框等构件）运动来获得自动工作能量的武器。在这类武器中，引出膛内火药气体推动活塞运动装置称为导气装置。导气装置一般由导气孔、气室和活塞三部分组成。某些导气装置中还包含气体调节器。原动件是活塞或与活塞相连的构件。导气式武器是在发

射时火药气体推动弹头向前运动，弹头经过导气孔后，火药气体进入气室，推动活塞及其相联的枪机框向后运动。弹头出枪口后，枪机开锁，枪机框带动枪机后坐完成自动循环动作。

导气式的自动方式，一般在步枪，冲锋枪等小口径武器上较多采用。

## 2. 自动方式

枪械武器按其自动方式分为全自动枪械、半自动枪械和非自动枪械三种。

全自动枪械在连发时，手扣扳机，击针打燃枪弹底火，在膛内火药燃气的作用下射出弹头，并推动活动机件后坐，依次完成开锁，抽壳、抛壳、输弹、待击等动作，同时压缩复进簧；活动机件后坐到位后，在复进簧力的推动下复进，完成进弹、闭锁、击发等动作，接着又开始下一个射击循环。

半自动枪械射击时，射出一发枪弹后，接着自动进行退壳、装弹和闭锁，但击发机构受控于待击状态，不能自动再发射枪弹，须放松扳机并重新扣引，才能实现再次发射。

非自动枪械，在使用中，没有自动开锁装置和复进机构，退壳与装填都是由手动完成的，只能单发。目前，这种非自动枪械已很少使用。

## 3. 枪膛结构

枪械按枪膛内有无膛线，分为线膛枪和滑膛枪。

线膛枪在枪管内加工有形状不同的膛线如矩形膛线、圆形膛线、多弧形膛线和多边弧形膛线滑膛枪的枪管内表面不加工膛线，霰弹枪刚属于滑膛枪。

## 4. 枪托结构

枪械按有无枪托，分为有托枪和无托枪。

迄今为止的大部分枪械都是有依托的，有托枪最大的优点是便于战场上的刺杀，卧姿射击时便于射手贴腮射击。

无托枪，目前有日益增多的趋势，其主要特点是，机匣尾部与枪托底板重合，扳机和小握把置于弹匣前部。这种结构可使全枪长度减小，便于步枪机动作战。

## 5. 使用弹药

目前，枪械弹药有两种，一种是通常使用的有壳弹，另一种是元壳弹药。

所有的枪械基本上都使用有壳枪弹，故元特殊声明时通常所说的枪械都指的是使用有壳枪弹。

无壳弹枪，所使用的枪弹是无弹壳的枪弹，严格他讲，并不是火药不需要外壳来包装，而是这种外壳是一种特殊材料，可以自燃。典型的无壳弹枪如前联邦德国研制的 G114.73mm 和毛瑟 4.75mm 步枪。

## 6. 杀伤目标

现代枪械按其对目标的杀伤方式分为点杀伤武器和面杀伤武器。

一般的枪械如手枪、冲锋枪、步枪、轻机枪、高射机枪、重机枪均属于点杀伤武器。点杀伤武器，每发射一发枪弹通常只能杀伤或摧毁单个目标。

面杀伤枪械如榴弹枪、霰弹枪等。面杀伤枪械每发射一发弹药可以杀伤或摧毁多个目标，其杀伤或摧毁目标的威力自然比点杀伤枪械要大得多。

## 7. 使用地点

按枪械的使用地点，可分为地面使用的枪械和水中使用枪械。除了水枪以外的所有枪械均在地面上使用。水中使用的枪械是近几年由美国、前苏联

率先研制成功的一种新型枪械，供在水下执行任务的潜水员、蛙人等使用，有效射程目前仅能达到 10 ~ 30m。

## 第二节 未来步兵轻武器的类型及其在未来战场中的作用

现代轻武器按其口径、威力、射程、配备的对象及其在战争中的战术使命分为手枪、冲锋枪、步枪、轻机枪、重机枪、高射机枪、信号枪，以及步兵近战轻武器例如手榴弹、枪榴弹、榴弹发射器，火箭发射器、单兵导弹等。

21 世纪初叶，步兵轻武器是否保持目前现状，还是有所突破，开发出新型的步兵轻武器，这是人们所关注的。由于国际形势的变化，各国都在不同程度地削减常规兵器的研制经费，放慢轻武器发展的速度。据美国、英国等国家轻武器专家的预测，直到 21 世纪二三十年代，轻武器也要有别于现行靠弹头动能或爆炸破片的杀伤机制，而且武器原理以及材料等都应有新的突破。依靠电磁能、声能、光能作为发射能源预计在近 20 年内尚有一定的难度。在未来二三十年内，轻武器基本上是在现有基础上采用新结构，改进其性能；研制新型弹种，增大其杀伤威力；配备新型瞄准具，提高轻武器的射击精度等等。世界上一些轻武器评论家认为，像 AK74 步枪、M16 步枪等枪械，通过不断对其进行改进，将至少再使用 20 ~ 30 年。前不久英国军方宣布 5.56mm SA80 枪族在 2015 年前不可能被换装。

为了适应 21 世纪初叶陆战场上步兵作战的要求，美国、英国等国家正在设想把目前的轻武器划为 3 类，即个人自卫武器、单兵战斗武器、班组武器或叫作火力支援武器。

### 一、个人自卫武器

个人自卫武器所对付的是 50m 范围内的有生目标，主要是穿防弹衣的对手，在 50m 距离上的命中概率为 0.9，在 100m 距离上命中概率为 0.5。个人自卫武器的质量最高不超过 2kg，携行时双手空出，使用时易于捕捉目标和迅速开火。目前比利时 FN 公司开发的 F90 颇具 21 世纪初个人自卫武器的雏形。个人自卫武器装备的对象是除突击步兵 (assault infantry) 以外的所有军事人员。

### 二、单兵战斗武器

单兵战斗武器是突击步兵所需的单兵战斗武器，主要是指突击步枪。其主要作战任务是用来对付一定射程内的单个或集群有生目标、轻型车辆、防御工事内的敌人。

对步枪的有效射程，近百年来国际上对此一直尚有争议，没有明确定论。第一次世界大战前，步枪曾是步兵的万能武器，它几乎包揽了各个不同的战斗阶段、不同的作战距离上的全部射击任务。为了完成这种任务，步枪当时的射程必须尽可能地远些，以美国为例，它在 1892 年采用的是克拉克—约根森步枪，该枪发射 7.62mm T1 圆头弹，要求其精度保持到 550m 以外，弹丸的有效杀伤存能可维持到 1800m。对此，美国仍嫌不够，1906 年又采用 7.62mm ~ 15.24mm 枪弹，弹丸为尖头，9.72g，设计的最大射程为 4300m 以上（后发现

实际最大射程为 3200m)。根据美、西战争(1898 年)和南非战争(1899~1902 年)资料记载,步枪手的作战距离达 1000m。当时,机枪虽然已经出现,但尚未发展成熟,更未大量装备部队,大量消灭有生目标的任务主要是依靠步枪。

第一次世界大战中,各参战国普遍装备了轻机枪、重机枪。轻、重机枪在战争中显示出巨大威力,能够在中、远射程上杀伤群体有生目标,对敌方前沿的战壕、工事以及纵深设施进行火力压制与封锁。据资料记载,第一次世界大战中,机枪造成的伤亡大于其它任何武器。当时,与步枪口径相同的机枪,有效射程达 1000m 以上,骚扰性火力可达 4000r/min。与步枪相比,机枪在中、远射程上的杀伤威力,火力密集度要优越得多。此外,火炮一类的压制性武器。装备数量日渐增多。这样由步枪担负对中、远距离目标作战的任务,就显得没有必要了。既然步枪在战场上的作战职能缩小,作战距离缩短,步枪使用弹药威力就应当减小,以提高其机动性和火力密集度。由于当时机枪使用的是步枪弹,对步枪威力减小后,是否会影响机枪的射击效果存有疑虑。此外,部分人未能看到新的武器出现后,步枪战术的新变化,仍然坚持保留步枪的原射程。所以,从第一次世界大战后至第二次世界大战前的 20 年间,世界各国的步枪弹战术技术性能基本上没有改变。直至第二次世界大战爆发时,各参战国使用的步枪弹仍然是 1900 年前后设计的。尽管如此,第一次世界大战中出现了坦克,飞机等步枪所无法对付的目标,促使许多国家研制发射 12.7mm 等口径弹药的重机枪、发射口径为 127~14.5mm 穿甲弹的反坦克枪和发射普通手枪弹的冲锋枪等步兵武器。这些武器的出现加强了步兵中、远程火力,而且分担了步枪的部分近程杀伤任务,顶替了与步枪同口径的机枪的远程杀伤、反坦克、反飞机等任务。导致了步枪作战职能的进一步缩小和普通机枪实用作战距离的相对缩短。

步枪有效射程缩短的趋势,在第二次世界大战中得到证实。二战初期,当时的欧洲战场出现了一定数量的装甲车辆,步枪已经不是战场上的步兵作战的主要武器,而只是近距离的作战武器。因此,战争初期有人提出步枪的有效射程可以缩短。德国于 1938 年采用 7.92mm 短弹以及前苏联研制的 M43 中间型枪弹,就是对这种变化的反映。第二次世界大战结束后,各国公认的步枪最大作战距离为 400m,其理由是:更适用、更有效的远距离杀伤武器的大量使用;步兵需要花费大量时间与装甲车辆、无线电通讯器材等现代化装备联合训练,使步枪射击练习时间减少了,远距离射击水平降低了;400m 是步枪手、手枪手能够观察、识别并击中目标的合理距离。

进入 50 年代以来,通过朝鲜战争,尤其是其后的越南战争,对于步枪的合理射程在国际上又引起了一番议论,占主导的意见是要求缩短步枪的有效射程。对此,国外开展了对现代步枪实战杀伤能力的广泛研究,通过对作战资料进行分析,对伤亡报告作了详细的研究和统计。从而得出步枪累计使用频度图(见图 2.1)。由此图可以推出:

占总数 30%的步枪交战,其射程不超过 100m;

占总数 70%的步枪交战,其射程不超过 200m;

占总数 88%的步枪交战,其射程不超过 300m;

占总数 96%的步枪交战,其射程不超过 400m;

根据上述的数据,考虑到现代步兵武器近年来的发展情况,将步枪的有效射程定为 400m,是实用可靠的。

图 2.1 步枪累计使用频度图

对于投入 21 世纪初叶陆战场使用的步枪的有效射程究竟多大比较合适，尚未明确，如美国把将来步枪有效射程约定在 500m，而英国则认为 300m 就可以了。但是，从步枪目前的小口径化、枪族化发展趋势来看，有效射程不宜提高，尽管小口径步枪杀伤威力增大，配备了高性能瞄准具，可以在更远的距离上精确杀伤有生目标。但是，应当看到，再想大幅度提高小口径步枪的杀伤威力比较困难。目前步兵防弹器具如防弹衣、头盔等，由于其制作材料的发展较快，像正在研制中的仿蛛丝材料制作的新型防弹衣，比凯夫拉防弹衣防穿透性有了大幅度提高，要在 500m 距离有效杀伤目标是比较困难的。美国和英国的有关研究结果表明，实战中的士兵极少能够看清并识别 350m 以外的人员目标。人/步枪系统视力瞄准射击的最大有效射程规定为 366m，人/步枪系统视力瞄准射击最有效的范围大致为 4 ~ 1651n，射程为 73m 时命中率最高，射程超过 165m 以后，瞄准射击精度大大下降。由此可见，将步枪的有效射程界定在 300 ~ 350m 看来比较合适。

对今后单兵战斗武器的性能要求，从目前一些国家如美国、英国制定的要求来看，应当满足突击步枪在 300m 距离上对目标的命中概率为 0.9；600m 距离上对面目标的命中概率为 0.5；配备爆炸弹/或动能弹对 8001n 内的目标有较高压制潜力；对目标有快速捕捉和迅速开火的能力，对射手有反应信号，配备的瞄准器能全天候使用，最好有备用的机械瞄具；配备的测距仪测距迅速、准确并清楚地显示出来；使用中发射痕迹微弱，基本上达到微光、微声、无焰，其质量在 4.5kg 以下，便于携行。

### 三、班组武器

班组武器作战的主要任务是对付集群有生目标，轻型车辆、防御工事内的敌人，其次是轻型装甲车辆和低空目标。某些人力较强的人力支援武器，如单兵反坦克导弹可以对付防护能力强的坦克目标。

对于班组武器中的主要武器之一轻机枪，其杀伤目标的有效射程，长期以来国际上存在两种观点。一种观点是，在大量使用步兵战车的现代作战条件下，士兵在发起进攻时，因地形条件的限制和守方火力强大，装甲车在近距离被摧毁的可能性大，士兵下车这一时刻，是攻方最薄弱的环节，如果此时守方以轻机枪杀伤，是极其理想的战机。此外，依靠轻机枪对远距离持续射击，实行火力压制和骚扰，可使敌军丧失集结和展开的自由。据此认为，轻机枪应该对 100M 以外的目标作战。另一种观点认为，轻机枪的主要战术职能是：在突击的最后阶段，提供支援性火力；或在防御的最后阶段，提供阻止敌方攻入阵地的自动火力；掩护步兵班，在敌人力下作战术跃进。而第一种观点所假设的开火时机是不够真实的，因为敌方士兵下车时，敌方炮火准备仍在继续，敌火力尚未延伸，加之守方还会受到敌方车载武器如机关炮等的直射火力压制，在此情况下轻机枪对敌开火是难以实现的。据此认为，既然步兵班主要承担对 400M 以内目标作战的任务，轻机枪射程定为 1000m 也就没有意义了。将其定力 600 ~ 800m 即足以敷用。至于远程目标，理由由连、营属重型火器来对付。

目前，后一种看法在国外持赞同的人较多。国外一直在研制的小口径弹

药，一般以不超过 400m 作为步枪的有效射程，以 600m 作为轻机枪的有效射程比较合适，但也有一部分人主张轻机枪的有效射程为 800m。轻重两用机枪的有效射程在 800 ~ 1200m。对于装备营、连的机枪，高射机枪和重机枪的有效射程，据国外对越南战争的有关资料进行分析研究，得出类似步枪的营、连机枪的累计使用频度图。根据该频度图可以将 1200 ~ 1600m 作为高射机枪、重机枪等大口径枪械的有效射程。

对于步兵近战轻武器，其有效射程一般在 2000m 以内，超过这一距离的目标则由火炮、导弹等武器予以摧毁。

### 第三章 世界上典型轻武器结构特征及其性能分析

据粗略统计，目前全世界装备部队的各种枪械，如手枪、冲锋枪、步枪、轻机枪、重机枪，以及其它具有特殊用途的枪械有近 200 种，而装备步兵的各种轻武器从数量上来说应首推步枪，它是步兵作战的最主要的轻武器。对于轻武器而言，重视步枪的发展和研究是非常重要的。在目前世界各国部队列装的各种类型的步枪中，就枪的结构性能，诸如威力、机动性，以及设计思想的先进性、制造工艺的经济性等多方面综合评价，应当首推美国的 M16、前苏联的 AK74、奥地利的 AUG 和德国的 G11 等四种自动步枪，研究上述几种自动步枪的设计思想、结构特征及其性能，将有助于改进或研制适合于 21 世纪初叶陆战场上使用的新的步兵枪械。

#### 第一节 M16 自动步枪

##### 一、概述

美国 M16 自动步枪的前身是美国枪械设计大师斯通纳于 1956 年设计的发射 7.62X51mm 北约步枪弹的 AR10 自动步枪。该枪在机匣等主要零件上大胆采用铝合金，使枪的外形和总体布局一反常态，枪的弯形全木托变成直线半枪托，机匣下面安装了小握把，握把和枪托均由工程塑料制成。1957 年，美国陆军开始征集新的步枪方案，阿玛莱特公司在斯通纳的主持下将 7.62mm 的 AR10 自动步枪改成发射 5.56mm 小口径枪弹的 AR15 自动步枪。

1958 ~ 1959 年，陆军在本宁堡、奥德堡和阿伯汀靶场对装备美军 11 年之久的 M14 自动步枪与 AR15 自动步枪进行了对比试验。试验结果表明，AR15 质量小，易于掌握，易于分解结合，后坐力小，但也存在诸如枪口焰大、精度不佳、侵彻力差等缺陷，结论是 AR15 自动步枪仍需要继续改进。

60 年代美国发动了侵略越南的战争，越南山多林密，士兵身材矮小，装备 M14 步枪的美国士兵同装备 AK47 突击步枪的越南士兵对阵，暴露出 M14 步枪枪长、笨重、后坐力大、战斗射速低、机动性差的缺陷，不能适合战场轻便灵活作战的需要。促使美国国防部要求对 AR15 以及 M14 和 AK47 三种步枪进行全面评审，提出效能与费用的比值评价。AR15 的效费比高。

1967 年美国国防部正式将 AR15 命名为 M16A1，取代 M14 步枪。1980 年美国海军陆战队依据 M16A1 在部队使用 10 多年来的意见着手改进，1989 年美国陆军正式承认其改进成果，改进后的 M16A1 命名为 M16A2 步枪。迄今为止，M16 步枪年产量逾千万支，遍布 54 个国家，被誉为当今世界上最优秀的步枪。

1994 年美国柯尔特公司又推出了 M16A2 步枪的改进型 M16A3 步枪，并形成 M16A3 系列。

##### 二、主要技术结构特征

M16 步枪具有以下主要技术结构特征及技术性能

###### 1. 首开步枪小口径化的先河

M16 步枪开创了高初速小口径步枪的历史，军用步枪的口径不再是以往

各国盛行的 7.5 ,7.62 ,7.92 和 8.0mm 等较大口径。M16 步枪口径为 5.56mm，使用 5.56MM 系列枪弹。

M16 步枪采用导气式自动方式，枪机回转闭锁，能进行自动与半自动射击。M16 步枪使用小口径枪弹的优点如携弹量提高、火力持续能力提高，杀伤效果好，精度有所改善等，本文不加赘述。继 M16A1 步枪之后，比利时、奥地利、法国、英国、前联邦德国、前苏联等许多国家开始了小口径步枪的研制，形成了步枪小口径化的热潮。

#### 2. 大量采用铝合金和工程塑料，大幅度降低枪重

M16A1 的机匣、弹匣、发射机座和提把等 15 种零件均采用铝合金，连枪管的外层也用铝合金包覆，枪托、护木和握把都采用了泡沫工程塑料。M16A2 的枪托和小握把采用了新型超高强度尼龙材料。枪的质量大幅度降低，有利于提高机动性。

#### 3. 开创步枪加工工艺中的精细加工

随着美国 50 年代后的机械加工设备的更新和工艺技术的提高，M16 在成枪装配中取消了按公差带分组和锉刀修挫，工人拿起零件就装，从而既提高了产品质量，又方便了实战中的拆配，对提高战斗力和简化后勤保障好处极大，是使用性能的一大进步。

#### 4. 使用新弹种，提高了远距离的侵彻力

为了增大远距离的侵彻力，M16A2 改进仿比利时 ss109 式的 M855 式 5.56mm 普通弹和 M856 式 5.56mm 曳光弹。最大有效射程由原来的 460m(使用 M193 枪弹)提高到 800m(使用 ss109 式的 M855 枪弹)。枪膛膛线缠距由 305mm 改为 178mm 或 228.6mm，以适应发射 SS109 和 M193 枪弹。

#### 5. 增加新膛口消焰器，提高射击性能

M16A2 将原 M16A1 的敞开鸟笼形消焰器改为底部闭式鸟笼形消焰器、新膛口装置兼有减震作用，卧射时可消除膛口区尘上飞扬。在战场上使用，有利于提高射击精度和瞄准目标。

#### 6. 提把兼作镜座，一物多用

M16A2 的提把上可以兼作白光瞄准镜或微光瞄准镜和激光瞄准镜座，一物多用使全枪的构件减少。

#### 7. 加挂榴弹发射器，成为一支点面结合杀伤型武器

1969 年，美国在阿伯汀靶场和本宁堡试验了 M203 枪挂式 40mm 榴弹发射器，1970 年 8 月，正式装备美军。M203 榴弹发射器加装在 M16A1 和 M16A2 步枪枪管下面，它可以发射全系列高爆弹和特种弹。M16 步枪既可以发射 5.56mm 弹头，又能发射爆炸弹，使 M16 成为一支点面杀伤相结合的武器。以后美军研制的集爆炸、爆破与破甲于一体，用于对付轻装甲、钢筋混凝土结构、掩体、装甲运兵车等的多用途弹药的突击武器，也都加挂在 M16 步枪前端下方，更加大了 M16 步枪的杀伤威力，另外，M203 只需使用两颗螺钉即可挂于任一 M16A1 或 M16A2 步枪上，结合十分简单，使用螺丝刀几分钟即可完成，作战机动性、灵活性大为提高。

#### 8. 多种射击方式，战场使用适应性强

M16A2 有半自动和 3 发点射 (MOD705) 与半自动和全自动 (MOD701) 两种，战场使用适应性更好。

#### 9. 备有轻便两脚架，抛壳窗增设弹壳偏斜装置

M16A2 步枪备有轻便两脚架，可以随时夹在准星座下面的枪管上，以提

高卧射时的射击稳定性，提高射击精度。轻便两脚架可以根据实际使用要求迅速装拆。M16A2 步枪在抛壳窗后面增加了一块凸起，防止射击后弹壳向后跳向射手。

#### 10. 枪族化，更具使用特色

美国柯尔特工业股份公司在研制开发了 M16A2 步枪以后，又开发了许多变形枪，由此形成了一个武器系列，共有 9 种型号。如 M16A2 步枪——MOD701/705，这是 M16A2 武器系列的两种基本型，前一种发射方式为半自动/全自动，后一种为半自动/3 发点射。

M16A2 步枪——MOD711/715，该枪备有简单而坚固的机械瞄具，亦即 M16 步枪从一开始所使用的那种瞄具，除此之外与 MOD703 型相同。

M16A2 枪挂 M203 榴弹发射器，能够单发发射 40mmM79 全系列榴弹；备有单独发射机构，可使 M203 在 M16 上独立发射；备有全套托座，特殊护木和象限瞄具；质量 1.36kg。

M16A2 重枪管型——MOD741，是一种具有较强火力、射击精度特别好的班用支援武器。这种重枪管型步枪，由于枪管加重和两脚架加强，因此可以实施高火力密度的精确射击，而且其操作简便性和 M16A2 步枪一样，全枪质量为 4.58kg。

M16A2 卡宾枪——MOD723，该枪是尺寸较小、造型紧凑的 M16A2 变形枪，其设计意图是适应快速作战和携行轻便，可装刺刀并能发射所有制式榴弹。该枪的枪托为滑动伸缩型，全枪仅重 2.7kg。

M16A2 突击步枪——MOD733，该枪是尺寸最小、质量最小的一种 M16A2 变形枪，但仍可发射所有 5.56mm 弹药，包括 5.56mm 北约各种弹。这是一种特种部队所喜爱的枪，因为其既具有冲锋枪的紧凑尺寸，又具有步枪的威力和射程。该枪枪管长 290mm，使用滑动伸缩式枪托，质量为 2.6kg。

M16A2 冲锋枪——MOD635，该枪是一种可以发射所有 9mm 派拉贝鲁姆手枪弹的新式冲锋枪。使用 M16 式的直枪托，从而改善了自动射击的精度。操作与训练与其它 5.56mmM16 系统相同。质量 2.59kg，是 M16A2 武器系统中质量最小、尺寸最短的一种武器。

近期，柯尔特公司对 M16A2 武器系列作了改进，又推出了 M16A3 步枪系列，主要作了如下的改进。

(1) 在机匣上部增设了整体式固定导轨，以便光学瞄具的固定。较低的瞄准线提供了更自然的瞄准位置和更快捷的射击。

(2) 改进膛线缠距。

(3) M16A3 武器系列的半自动和全自动射击或者半自动和 3 发点射射击更安全。

(4) 其结构设计便于穿防化服和防寒服、带防护面罩和矫正视力的眼镜，以及防爆炸/激光的眼睛保护设备的士兵操作。

(5) 配有多种全天候光学瞄具。

(6) 配有与 M16A2 武器系列相同的机械瞄准调节器。

M16A3 武器系列有下列 6 个型号：

R0901 型步枪，半自动、全自动射击；

R0905 型步枪，可半自动和 3 发点射；

R0925 型卡宾枪，可半自动和 3 发点射；

R0927 型卡宾枪，可半自动、全自动射击；

R0941 型 HBAR 步枪，可半自动、全自动射击；  
R0942 型轻机枪，可全自动射击。

### 三、存在的缺点及未来可能的改进预测

M16 自动步枪是当今世界上较为理想的自动步枪，其存在的主要缺点是：自动机较轻，且火药气体由一根薄壁管直推导到枪机框上，射击一定数量弹后，火药气体易污染薄壁管，在恶劣环境下使用，如寒冷气候条件下或风沙地带使用，易出现复进不到位，需有助推器，以便在枪机前进受阻时推枪机到位。

其次，该枪结构较为复杂，枪的分解结合麻烦，预计未来的 M16 步枪将继续朝着模块化的组合方式改进。开发微型化的夜视瞄具和激光测距仪，并可能组成一体，应用于 M16 步枪上，以提高机动性能。一些正在研制中的微电脑技术将在 21 世纪初叶的 M16 武器系列上应用。

## 第二节 AK74 自动步枪

### 一、概述

前苏联 AK74 自动步枪（实质上是突击步枪），是由 AK47 突击步枪改进而成。

AK47 突击步枪是由前苏联枪械设计师卡拉斯尼柯夫设计的。

1944 年卡拉斯尼柯夫开始研制 7.62mm 中等威力枪弹的突击步枪；1946 年该枪参加国家靶场选型试验，经过几轮竞选，终于在 1947 年被选中，型号定为 AK47；1949～1950 年，AK47 开始大量生产；1953～1954 年经过改进的 AK47，型号定为 AKM，随后投产并于 1959 年装备前苏军。AK47 以及 AKM 口径均为 7.62mm。目前的 AK74 口径为 5.45mm，是由卡拉斯尼柯夫领导的设计小组于 1974 年研制成功的。

目前，AK74 突击步枪是 AK74 枪族的基础武器，该枪族由短突击步枪、突击步枪和轻机枪等构成。按照美国轻武器评论家伊泽尔博士的统计，AK 系列生产总量估计在 3000～5000 万支，是世界上生产量最多的一种步枪，有 60 多个国家的军队装备或部分装备 AK 系列。美国有关轻武器权威人士推测，不断改进的 AK 系列至少要用到 2025 年。

### 二、主要结构特征及性能

AK47 和 AK74 突击步枪的自动方式为导气式，团锁方式为枪机回转式。导气活塞和导气孔在枪管上方。

AK47 突击步枪发射 7.62mmX39mm 枪弹，而 AK74 突击步枪则发射 5.45111mX39mm 枪弹。该枪的主要结构特征及性能如下。

#### 1. 枪械口径减小，射击精度与威力提高

AK74 突击步枪是紧跟着美国 M16 自动步枪之后的一种小口径突击步枪。AK74 突击步枪采用长径比大的 5.45mm 的小口径枪弹，弹道低伸，后坐力小，射击精度提高，又因为该弹的重心靠后，弹头进入目标后，极易翻滚，对人

体内部的组织致伤很严重。

1989 年间，为提高枪弹侵彻性能，又将弹刃的低碳钢芯改为硬钢芯，在 800m 处仍能穿透北约标准钢盔。AK74 突击步枪口径减小后的诸多优点与美国 M16 等小口径自动步枪相当。

## 2. 可靠性好，结构简单

AK74 突击步枪在结构设计上继承了 AK47 及 AKM 突击步枪的结构；自动射击性能极为可靠，适应各种恶劣环境下使用。据俄国专家介绍，武器故障率在 2% ~ 3% 左右，这是任何一种突击步枪都达不到的。其主要是由于该枪的自动机质量与全枪质量比适中；枪机框、枪机之间的开闭锁螺旋面角度及开闭锁行程的长度设计合理；枪机框与枪机之间、自动机与机匣导轨之间摩擦阻力小，自动机运动平稳。

AK74 突击步枪保持了 AKM 的先进的制造工艺，如机匣、机框与枪机的导轨等部件采用冲压件，AK74 突击步枪的零部件数目较少，加工工艺也在不断简化，再加上近年来塑料弹匣、枪托、护木、握把的广泛采用，使得武器生产成本大幅度降低。

## 3. 后坐动能小，射击精度高

AK74 突击步枪使用的是 5.45mmX39mm 弹（又称 M74 弹），该弹为当今世界上口径最小，质量最小的制式枪弹，由于该弹长径比大（1:4.6），超过目前任何一种小口径弹。其初速高（900m/S），弹道低伸，与美国 M16A2 的初速（948m/S）相差无几，枪口动能小（分别比 M43 弹和 SS109 弹小 27% 和 13%），再加上改进后的 AK74 突击步枪的自动机和枪管中心线距离短，射击精度高。尤其是 AK74 突击步枪配装的枪口抑制器，根据气体运动原理设计而成。其外形呈圆柱状，全长仅 81mm，直径 25.8mm，有 3 个 2.5mm 直径的孔，分布于上面和右侧面。射击时，利用火药气体上喷的反冲效果，抑制枪口向上方跳动。抑制器的前端有两个较大的孔，每个孔后断面切割出约 11, 4mm 锯齿形槽，槽使得前喷的高压气体偏流 25°，使足够多的气体反冲在孔的前端面，达到降低后坐力的效果。这种抑制器的作用非常明显，后坐动能不到 M16A2 的 1/2，武器的连发精度高，从而使得 AK74 成为目前世界上最易控制的突击步枪。

## 4. 武器系统重量轻、体积小、机动性好

AK74 使用的 5.45X39mm 枪弹全重仅 10.2g，比北约 5.56Ss109 枪弹还轻 2.05g，这意味着俄军在不增加负荷的前提下，可比北约士兵多携带 15% 的枪弹。

AK74 突击步枪(带塑料弹匣)为 3.2kg,比美国基本型 M16A2 步枪(3.4kg)还小。

AK74 突击步枪(枪托不折叠)长 940mm,比 M16A:短 60mm, AK74(折托后)长 490mm 仅为 M16A2 枪长的。AK74 突击步枪质量小、枪长短小，减轻了单兵战斗负荷，提高了武器的便携性和火力机动性。

## 5. 配有独特的减速器，射速较低

AK74 突击步枪的发射机构中装有在其它自动步枪中少见的、设计精巧的减速器，该减速器在自动射击时，能使击锤的向前运动延迟几毫秒，从而使 AK74 突击步枪的射速控制在 600 发/min 左右，对提高连发射击精度有利。

## 6. 配挂榴弹发射器，具有点面结合的杀伤能力

目前，俄罗斯为 AK74 步枪配有 40mm IFTI—25 枪挂榴弹发射器，该发射

器长仅 270mm，外形体积小，结构紧凑。发射的 40mm 榴弹配有碰炸或跳炸引信，最大射程 400m；有效杀伤面积大（弹垂直落地为 230m<sup>2</sup>，弹水平落地 64m<sup>2</sup>）。由于发射器采用前装弹原理，省去了抛壳动作，战斗射速高，具有较好的面杀伤效果，从而使得 AK74 突击步枪成为点面杀伤武器。

#### 7. 武器系列化、通用化水平较高

目前，AK74 突击步枪已有多种变形枪，实现 AK 武器系列化。其中普通型为 AK74，装有木制固定枪托；AK74H 型带有固定木托，在机匣左侧加有光学瞄准镜座；AKC74 带有向枪左侧折叠的金属折叠托，这种折叠机构比早期的向下折叠型枪托要好，既牢固实用，又不妨碍拨动保险/快慢机柄，它属于轻便型的突击步枪，适于炮兵、驾驶员、通信兵及卫生兵携带和自卫使用。

AK74M 型是 AK74 的改进型，装有塑料折叠枪托和光学瞄准镜座，据析，AKS74 是 AK74 最新改进型，与 AK74 不同之处是可折叠枪托是早先苏制步枪从未见过的管状。管状枪托可向左折转并沿机匣侧面放置。

PK74 轻机枪也属于 AK74 枪族，不同之处是有一根加长的枪管（长 591mm）、一个可折叠的两脚架和一个射击时利于左手支持的枪托。此外，PK74 轻机枪除固定枪托型外，还有一种折叠枪托型 PKC74 和带光学瞄准镜座的 PK74H 型。据悉，AK 系列还有半自动机枪 AKSU74，其配有一个消声器。

AK74 武器系列的各种变型枪有 10 多种之多，实现了武器系列化，可以满足在狭小空间、无光的夜间以及高寒酷热、潮湿地带等各种环境下战斗需要。枪族成员不仅弹药、弹匣通用，而且零部件互换率高，同种枪零部件互换率在 95% 以上，突击步枪和轻机枪达 70%，突击步枪和短突击步枪达 50%，这种高互换性对于武器制造、训练、实战使用、供应和维修有极大的优越性。

#### 8. 配备夜视瞄具，提高全天候作战能力

目前，俄罗斯在 AK74 突击步枪上至少配有两种型号的夜视瞄具。一种是简单的夹式发光瞄准具，用时装在前后瞄准具上，产生两点重合的瞄准景象；另一种是在一些 AK74 和 PK74 机匣左侧的燕尾槽上可装像增强或“星光”望远镜式瞄具。此外，还发现 CBI 狙击步枪的 PSO—14 白光瞄准镜也用在 AK74 步枪上。这些瞄准具提高了 AK74 突击步枪的全天候作战能力。

### 三、存在的缺点以及今后进一步改进的趋势

AK74 突击步枪是目前世界上最优秀的突击步枪，其存在的缺点主要是模块化结构设计不如美国 M16A3，今后有可能朝这方面加以改进，以进一步提高制造、装拆的简易性和改进的方便性。其次，高性能的夜视瞄具以及测距仪将在不久的将来在 AK74 系列上广泛使用。另外，微电脑等电子设备也将在 AK74 武器系列上逐步投入使用。

## 第三节 AUG 突击步枪

### 一、概述

奥地利斯太尔公司生产的 AUG (Arme—Universal—Gewehr) 多用途枪是目前世界上唯一兼备冲锋枪、步枪和轻机枪功能的轻型步兵武器。近十年

来，斯太尔公司的 AUG 突击步枪在第三代步兵武器领域内取得了巨大的成功。目前，世界上越来越多的国家，如奥地利、土耳其、摩洛哥、安曼、以色列、沙特阿拉伯、新西兰、澳大利亚、马来西亚、玻利维亚、约旦、印度尼西亚、美国、巴基斯坦等几十个国家的军队、警察和特种部队都装备了这种武器。

AUG 步枪从设计试验、批量生产到部队正式列装，前后大约经历了十几年时间。由于其具有许多优越的战术技术性能，从而跻身于世界名枪之林。

## 二、主要技术结构特征及性能

AUG 步枪的主要技术结构特征表现在：

### 1. 结构设计上的多用途

AUG 步枪成功地实现了冲锋枪、步枪和轻机枪三枪合一，一枪多能。AUG 步枪口径为 5.45mm，采用传统的导气式的自动方式，有气体调节器，闭锁方式为刚性闭锁（枪机回转）。该枪采用闭膛射击方式，有利于提高射击精度。

AUG 步枪配有 3 种不同长度的枪管，可以采用 350mm 指挥型、407mm 警用型和 621mm 轻机枪型等不同枪管替换标准的 508mm 枪管。各种枪管缠距均为 228mm，其目的是为了使其 AUG 步枪能够以足够的精度发射 M193、SSI09 和 M855 种弹药。AUG 步枪是目前世界上唯一的一种能在几秒钟内由步枪改装成冲锋枪或轻机枪的步兵武器，以适应对付不同目标的要求。

### 2. 结构紧凑、质量小

AUG 步枪采用无托结构，从而使该枪与改进前的原型枪 F4L 一步枪相比枪长缩短了 300mm。该枪作为冲锋枪、突击步枪、轻机枪使用时全枪长分别为 690mm、790mm 和 900mm，这在同类枪中是比较短的。由于该枪首次在其主要部件上采用工程塑料，除枪管、枪机和机匣外，其它绝大多数部件都是由耐冲击塑料制成。甚至扳机机构的 90% 以上零部件都是塑料件，故该枪作为冲锋枪使用空枪为 3.3kg，作为突击步枪空枪为 3.6kg，作为轻机枪使用空枪为 4.9kg，大大提高了该枪的机动性。

### 3. 在同一扳机上实现单发和连发

AUG 步枪整个击发和发射机构置于单独的发射机座中，可自枪托后端取出。该机构利用控制扳机行程时方法实施半自动、全自动射击，在第一位置时为半自动射击，而当扣压扳机通过拉力点（半自动发射点）后即连发。故将单发换成连发时，无需用一只手去寻找火力选择开关，手仍能保持瞄准状态，不致分散注意力。

AUG 扳机是由合成材料制成的，并作为枪托的一部分，扳机通过一较长的连杆与击发机构相连。其优点是质量小、耐烧蚀、制造容易，而且其工作行程也比普通扳机长，所以动作比较平稳。该枪还可配用普通钢制扳机。

### 4. 气体调节器有两个调节位置

AUG 的气体调节器有两个位置，即正常工作位置和第二位置。通常使用正常位置，当火药残渣积聚较多或泥沙等污物进入枪中而出现故障时，需使用第二位置。

### 5. 结构设计上方便“左撇子”射手使用

AUG 通过更换枪机和抛壳口防尘盖后，该枪可以改变抛壳方向（由向右抛壳改为向左抛壳），以便“左撇子”射手使用。

## 6. 透明弹匣便于了解弹匣内的存弹量

AUG 配备的 30 发双排弧形弹匣是透明的合成材料制成，另外还有两种容弹量为 40 发和 50 发的弹匣也是透明合成材料制成的。因此，在射击时射子可以随时知道弹匣内的存弹量。

### 三、存在的缺点及其今后改进的预测

AUG 突击步枪目前存在的主要缺点是：

(1) 设计者为了使整个枪的长度短、质量小，枪管有较长的一段包容在机匣内，且管壁较薄，全自动连续射击散热不够理想，据报道，该枪全自动发射 150 发弹之后，需更换枪管，否则影响射击精度。

(2) 该枪瞄准具与枪管中心线相距较远，实战瞄准射击时，不利于头部的隐蔽。

预计今后要研究技术措施，延长全自动连续射击更换枪管的时间。减小瞄准具与枪管中心线之间的距离，采用先进的光学瞄具，并可能增设激光测距仪等光电器材，以提高该枪的使用性能，满足未来作战的要求。

## 第四节 G11 无壳弹枪

### 一、概述

无壳弹枪系统是指发射不带常规金属弹壳枪弹（即无壳弹）的枪械、弹药系统。无壳弹枪的历史可以追溯到 19 世纪 30 年代。

1831 年欧洲有几位发明家曾对无壳弹枪的构思申请过专利，其目的仅是为了简化装弹动作，提高发射速度，因而提出了将散装发射药、弹头及底人连成一体，形成无壳弹的概念。当时就有人用锡箔作外壳将弹头、火药底火包装成整体弹（亦称无壳弹，这种弹发射后，锡箔可被火药炸成粉末吹出枪口），曾经轰动一时，世界各国竞相研制。但是，这种早期的无壳弹枪，不久就受到其后出现的金属弹壳后装击针枪的冲击。因为 1837 年金属弹壳枪在德国莱西击针枪上成功地打响后，立即显示了有壳弹枪闭气可靠、牢固、易于使用与保管，适于射击自动化等许多优点，早期的无壳弹枪很快被淘汰。第二次世界大战初期，德国人为了适应战争的需要，以解决铜锌等稀有材料的紧缺问题，又着手研究了无壳弹枪系统，但因战争规模的扩大而中断。1959 年，美国人又开始研究无壳弹枪系统，由于枪弹自燃等许多重大关键技术问题未能解决而于 1974 年中止。1969 年，联邦德国政府为取代 G3 自动步枪，又组织了有关公司研究无壳弹枪系统。对无壳弹枪系统提出了明确的目的和要求。其中最突出的目标是：系统质量小、携弹量多、外形尺寸小，命中率要有显著的提高。通过仔细分析，研究人员认为，要提高命中率，必须在 3 发点射时，将射速提高到 2000 发/分以上，使子弹出膛口以前不受外力干扰，形成枪弹系统联合作用下的固有散布模式。研制 4.73mmG11 无壳弹步枪的 HK 公司认识到，要想在常规枪械技术上达到这样高的射击速度是困难的，必须另辟新径。HK 公司在研制该枪过程中，经过长期艰苦努力，不断改进，直到 1981 年才开始取得突破性进展，终于成功地推出在当时世界轻武器界反响巨大的 G11 无壳弹枪系统。尽管到目前，G11 无壳弹枪系统因某些技术问题未

能获得解决，从而使该枪未能达到部队列装的实用阶段。其研究也暂告中止。但就目前轻武器上，采用新的能源还未有新的突破之前，G11 无壳弹枪仍不失为一种新原理的自动步枪，将来随着新型材料以及高燃点火药的研制成功，改进其枪膛结构设计，无壳弹枪目前存在的难题，将有可能被攻克。

## 二、结构特点

G11 无壳弹枪在结构设计上具有如下特点：

1. 采用了由枪管导出的气体作用和膛底压力作用相结合的自动方式

利用从枪管上导出的气体推动弹膛逆时针旋转  $90^\circ$ ，弹被自动地从位于枪管上方的弹匣内送入弹膛上垂直于发射方向的弹室内，然后顺时针方向旋转  $90^\circ$ ，使弹与枪管在同一轴线上，就可以由击针击发。弹膛作  $90^\circ$  往复转动、供弹、闭锁、击针待发等动作都是在武器结构的控制下进行的，并不是依靠弹簧的作用。膛底压力使枪管、枪机、弹膛、弹匣、击发机等为一体的浮动体向后运动。

2. 采用弹膛回转式结构取代传统的往复枪机

采用弹膛回转式结构这一新的结构设计是步枪设计中的创新，弹膛绕垂直于枪管的水平轴线回转（ $90^\circ$ ），完成重新装填与闭锁，其独到之处是在枪管较长的条件下，武器全长较短，并且短而快的供弹路线，不仅摩擦力很小，还为实现高射速（点射速度在 2000 发/min 以上）和：发点射按规定散布模式分布提供了条件。据分析，G11 无壳弹枪的点射精度比常规小口径步枪提高了一倍。

3. 采用浮动原理

G11 无壳弹枪为了提高点射和连发时的射击精度，除采用一些新原理、新结构外，还采用了浮动原理。由枪管、枪机、弹匣、击发机等组成的后坐浮动体，射击时可在机匣导轨上向后滑动。然后，在复进簧作用下返回前方。浮动体的前后定位是靠装在机匣两侧的液压缓冲器实现的。射击时，火药气体作用下武器的能量，一部分用于完成旋转弹膛、供弹、闭锁、击发等自动动作，另一部分能量则通过膛底的压力使整个浮动体向后运动，浮动体在后坐过程中消耗大部分能量，只有一小部分能量通过复进簧及液压缓冲器传给机匣，再传到射手肩部。同时，由于后坐浮动体是浮动定位，避免了后坐到位和复进到位的撞击。因此，武器在射击过程中非常稳定，肩部感觉不到明显的后坐力。

4. 设有自动循环发射 3 发弹的击发机构

提高武器的理论射速可以提高武器的连发精度，但由于每个自动循环只射击一发弹，自动机每后坐或复进到位一次，总要给射手一个作用力，前后的撞击必然使武器产生振动，这就必然要加大射弹散布。为解决这一矛盾，在 G11 无壳弹枪上，设计了一个自动循环发射 3 发弹的结构。由于采用了转膛结构，完成供弹，闭锁的时间极短，如果能在闭锁后马上击发，击发后又马上完成供弹、闭锁再击发这样的连续过程，就可以实现后坐体运动一个较长的距离连续发射数发弹的目标。G11 无壳弹枪实现了这一目标。主要技术原理是：第一发弹击发后，在枪管导出的气体的压力作用下完成弹膛往复旋转  $90^\circ$ 、供弹、闭锁、击发、待发等动作。在完成上述动作的同时，后坐体在膛底压力的作用下压缩复进簧向后运动。在运动过程中第二发弹击发，然

后重复上述动作，击发第三发弹。由于3发弹是在一个后坐过程中发射出去，当武器的浮动体后坐到位时，3发弹早已飞出枪口，对弹丸的影响较小，从而保证了点射时的高精度。

#### 5. 实现了连发时的低射速

在一般的有壳弹步枪上，连发和点射时的理论射速是相同的，点射时，只是控制每扣一次扳机发射一定数量的枪弹，如3发点射时，每扣动一次扳机只发射3发弹。G11无壳弹为了提高点射精度，使点射时的理论射速高达2000发/min以上。同时，为了减少连发时的弹药消耗量，又实现了连发时的低射速600发/min以下。在同一支枪上实现两个射速，这在迄今步枪设计中是前所未有的。这种巧妙的机构设计，对保证G11无壳弹枪的射击性能起到了决定性作用。其基本的原理是：击发后，在从枪管上导出来的火药气体作用下使弹膛旋转，完成供弹、闭锁、击针待发等一系列机构动作。同时在膛底压力的作用下，枪管、枪机、弹膛、弹匣、击发机构融为一体的浮动体到达前方位置才击发枪弹，这样就保证了一次射击循环发射一发枪弹，所以射速较低。这时的射速不是由弹膛的旋转周期决定，而是由浮动体的运动周期而定。

### 三、存在的问题及发展方向

G11无壳弹枪最终没有达到研究者最初所希望的装备部队的目标，其研究也暂告终止，这主要是由于G11无壳弹枪未能解决如下主要问题。

(1) 枪弹自燃。G11无壳弹最高只能达到点射方式射击80~100发弹不自燃。这一问题将不能满足实际作战对武器性能的要求。这也是G11无壳弹枪未能进入实用阶段列装部队的致命弱点。

(2) 弹膛、枪机、击针等零件的烧蚀问题未能解决。尽管使用有壳弹的枪械也存在烧蚀问题，但无壳弹枪的弹膛、枪机、击针等零件直接地处于高温高压的火药燃气中，火药燃气的热作用、化学作用以及伤害最大的冲刷作用，使得无壳弹的这些零件比有壳弹的枪械零件的烧蚀要严重得多。据称其弹膛寿命仅达到1500发。

(3) 闭气效果不佳。有壳弹枪是依靠弹壳密闭后膛，而无壳弹枪系统去掉了这一元件，必须以结构零件来取代。闭气性能要保证每发弹射击时的弹道一致性，如膛压、初速以及不能伤害射手等。虽然无壳弹枪在结构设计上采取了一些措施，解决闭气问题，并且针对连发时机匣内的CO气体有燃爆的危险，在机匣下部配装安全阀以期补救。但其闭气效果仍不理想。

以上是G11无壳弹枪至今尚未完全解决的主要技术问题，这些问题如得不到完满解决，将不可能列装部队。关于探讨解决上述问题的技术途径在本文第8章第2节予以论述。

## 第四章 轻武器的未来发展趋势

21 世纪初叶的战场将是陆、海、空、天、电磁“五维一体”的战场。作战战场的广阔性，作战环境的恶劣性以及投入高新技术武器之多是前所未有的。轻武器是未来战场上步兵作战的主要武器之一，今后，轻武器将随着国际形势的新的变化走向，未来战争的战术技术要求的改变、现代科学技术的发展以及新材料、新工艺的开发利用，将会不断得到更新、发展和完善，以适应未来战争的需要。

### 第一节 国际形势变化对未来轻武器发展的影响

由于国际形势趋向缓和，新的世界大战在相当长的时间内打不起来。尤其是华约和苏联解体后，世界政治和军事格局发生了根本性的变化。海湾战争则从实战角度为各国包括轻武器在内的武器发展和军队建制提供了有益的启示，世界各国裁军的进程加快。与此同时，各国的军队编制、武器装备的结构比例以及发展重点也在不同程度地进行调整。世界上一些军事大国在着手裁减兵器，削减武器装备采办经费，减少武器装备生产和部署数量，同时强调质量建军，发展高技术武器，以确保武器装备在质量或技术上具有对各自潜在敌人的较大优势。目前国际形势的变化促使各国，尤其是军事大国纷纷调整武器装备的发展方针政策，对未来步兵轻武器的发展产生一定的影响。

#### 一、 有选择性地推进某些重要武器系统的研究开发

在国际局势急剧变化和军事战略重新调整的形势下，各国无不对其武器系统，特别是有关未来武器系统的发展计划和项目进行重大调整。搁置或撤并某些计划，限制或调整某些项目的规模和进展速度是目前各国正在采取的重要措施。这同 80 年代那种整军备战、全方位推进武器系统发展的局面形成鲜明的对照。尽管如此，各国仍将应用有限的资金、设备以及原料等，采用如“样机战略”等方式，有选择、有重点地加强那些具有技术跨度性和力量倍增器作用的高费效比武器的开发研究。例如开发研究那些适应未来战场环境的火力支援系统和防空武器系统，在轻武器方面重点发展：单兵反坦克武器和单兵防空导弹；适应未来近战距离拉长的远射轻武器以及满足轻武器全天候使用的先进瞄准与测距系统；适应未来轻型部队和快速反应部队作战需要的质量小，体积小、机动性好、威力大的轻武器。有重点地发展某些轻武器，其目的是适应未来战场实战的需要，提高部队的总体作战能力。西方国家推行的所谓“样机战略”，其实质就是加强武器系统在原型样机阶段的综合演示论证试验并不断地予以改进和发展。同时在适量生产的前提下，加强对制造技术和工艺的研究。这种战略将对传统军事工业那种一经完成全面工程研究即进入大批量生产模式产生重大影响。“样机战略”在当今各国大幅度削减军备开支的形势下，保持武器装备的技术优势起着重要的保证作用。国际形势风云变幻，一旦战争打响，就可以立即投入大批量生产，以提高满足未来战争需要的高性能武器装备。

## 二、重点转向对现有武器装备的现代化技术改造

战后 40 多年来逐步形成的门类齐全而又庞大的现行装备、生产和后勤保障体制是各国国防力量的基础。而新一代武器系统造价昂贵并且装备数量少。在资金、原材料有限和国防预算紧缩的情况下，由现行体制向新体制转换并由传统发展模式向新的发展模式过渡的军事工业重建过程，将是逐步发展的过程。在这一重建过程中，既要保证部队作战能力不断改善，又要保证军事工业具有工业动员能力，那么对现有装备进行现代化改造自然成为各国武器发展的重点。发展中国家由于技术和经济条件的制约则更难以选择其它发展途径。即使像美国、俄罗斯、法国、德国、英国等军事工业发达的国家也不像过去那样强调研制全新的武器装备，而是强调改进包括轻武器在内的现有武器装备，挖掘现有武器装备的潜力，使之能继续服役至 2000 年之后。美国前国防部长迪克·切尼在 1992 年 3 月写给国会的报告中指出：“我们的立足点将更多地放在使现有武器平台增加新能力和产品改进方面，而下是制造全新武器系统。”这就是说，美国虽拥有生产武器装备的雄厚实力，但也不像过去那样要求把研制出来的各种武器都投产，今后将偏重于研制方面。

切尼还说：“以往美国武器装备采办战略是鼓励加快新武器系统的研制与采购，以为我们研制出来的每种新武器都应该生产出来。现在苏联威胁消失了，没有人紧紧追赶我们，我们就不必跑得那样快。现在我们要把重点放在研制方面，新型号研制成功后不一定立即投产。只对那些绝对需要并经过充分验证完全达到要求的武器装备才会决定投产与装备部队。”这就是说，在优先保证发展高技术武器的同时，放慢包括轻武器在内的常规陆军武器现代化速度是世界各国的军事策略之一。步兵轻武器装备的技术改造将主要通过高技术的嵌入方式来实现；而军事工业的重建则是经过技术改造和样机发展逐步通过发展如柔性制造等现代化制造工艺和技术来实现。

步兵轻武器的现代化改造的重点是 80 年代以来陆续列装的各类武器装备。经现代化改造，例如通过更新某些部件，配备某些性能较好的新技术设备，改进武器系统的加工制造工艺等等，从而提高整个武器的作战性能，使之同新一代武器系统衔接配套，继续在 21 世纪初叶的战场上发挥作用。与此同时，在现代化改造过程中，一批 50~70 年代装备的老式轻武器将陆续迟出现役。

## 三、注重轻武器的协调发展和综合性能的提高

90 年代直至 21 世纪初叶，步兵轻武器研究发展的指导思想是通过提高步兵武器装备的整体技术水平和训练水平来保障其总体作战能力。因此，轻武器的发展强调各类装备的协调配套和系统综合性能的提高，而下是孤立地发展某一种武器或片面强调某一项战术技术指标的提高。对此，美国轻武器依据 21 世纪初“空地一体战”理论，综合考虑部队编制、指挥、训练和军事技术等各方面的发展和进步，遵循“系统化的系统”的原则，按相应作战体系所担负的基本任务来协调指挥、控制、通信、目标侦察、武器弹药、后勤保障等各个环节装备与器材的发展，并以此具体安排和指导相应的轻武器发展计划或技术改造计划。这种原则强调体系中任一环节的削弱或缺少都将降低部队的总体作战能力。因此，要求保持轻武器系统与其它作战系统的发展

平衡，远期。中期和近期发展的平衡，技术推动与需求牵引的平衡。

#### 四、优先发展和部署快速反应部队使用的轻武器装备

随着各国面临的和潜在的威胁的变化，各国的军事战略也发生很大变化。为了应付局部战争和突发事件，美、英、德、法、俄等国家都在组建各自的快速反应部队。因而也将优先发展快速反应部队所需的武器，尤其是适应快速反应部队使用的机动性好、适应性强、多功能、多用途的轻武器。

#### 五、攻坚目标增多，发展攻坚轻武器弹药

21 世纪初叶，除了发达国家以外，在当今许多发展中国家，未来大中城市日趋增多，农村也将逐步向城镇化方向发展。因此，未来战争围绕城市展开的斗争更加频繁、激烈，城市将是未来战争的焦点。而城市战斗的主要形式是近战和攻坚战，战斗中使用的武器是步兵枪械和近战武器，特别是能在狭小空间使用的攻坚武器。研制高效能攻击的攻坚弹以及与其配套的发射武器，以击毁在城区内的碉堡、地堡以及其它工事，清除各种桥梁路障，攻击轻型装甲目标，杀伤群体有生目标。可以预见，攻坚武器弹药将是未来战场的一种主要步兵轻武器。

### 第二节 战术技术要求的变化对轻武器发展的影响

未来的陆战场，步兵面对的是牢固的堡垒、掩体和野战工事等固体目标，快速超低空、低空飞行的武装直升机和行驶速度快、攻击与防护能力强的轻型装甲、坦克等活动目标。战场范围广泛，交战地域极不固定，作战环境恶劣。未来陆战场的新变化、新情况，对步兵轻武器提出了新的战术技术要求。

#### 一、未来战场上地面作战的主要对象是装甲目标，其速度快、火力猛、威力大、防护力强，轻武器应能有效地摧毁这些目标

未来战场上，对付地面活动目标是轻武器的主要任务。为了适应未来战场高速机动、快速进攻、转移或撤移的作战战术，步兵通常乘车作战，装甲目标将是威胁步兵安全也是步兵主要打击的目标。而随着科学技术的发展，未来战场上新一代装甲目标运动速度快，火力猛、威力大、防护能力强。因此，客观上需要反装甲武器的性能也要进一步提高。轻武器作为对付装甲目标的主要武器之一，其机动性以及火力、威力将直接影响装备轻武器的地面部队的生存安全，因此，为适应未来地面作战，尤其是能够有效对付装甲目标，步兵轻武器必须有突破性发展。

对付地面装甲目标的主要步兵近战轻武器，如枪榴弹、榴弹发射器、便携式火箭发射器、单兵反坦克导弹等。目前，许多国家已将这一类打击包括装甲目标在内的地面硬目标的单兵近战轻武器装备到步兵分队。但总的来说，就目前这一类步兵近战轻武器的机动性、火力持续性、毁伤目标能力，尚不能摧毁 21 世纪初叶地面战场上装甲等硬目标。因此，必须应用现代科学技术大力改进其作战性能，努力提高对装甲目标穿甲、破甲能力，尤其是要

研制先进的火控系统和瞄准系统，提高其灵活反应能力以及准确打击目标的能力。大口径机枪也是步兵分队的主要武器，是步兵分队装备的“重火器”之一。为了有效对付未来战场上轻型装甲目标，今后将继续提高其射程、射速、精度，改进其弹药性能，提高其穿甲厚度。

## 二、未来战场作战机动性强，要求轻武器轻便利于机动、性能良好、具有一定的人力持续性

机动是进行作战的基本条件，也是战争的重要组成部分。科学技术的发展，为军队提高机动能力注入了新的活力。未来的高技术战争不仅作战空间增大，而且时间因素日益重要，对抗双方都力求通过争空间、抢时间来夺取战场主动权。这对战略、战役和战术范围的兵力集结、开进、展开、转移的速度提出了更高的要求。高技术战争中，频繁的机动作战对轻武器发展提出了新的要求。轻武器的研制必须充分考虑机动战在未来战争中的普遍性，适应机动作战样式，力求轻装便携，性能优良。因此，轻武器为了适应未来机动作战的要求，应当尽可能轻便化。为此，今后轻武器的研制应朝着小口径方向发展。小口径化之所以仍然是轻武器发展方向之一，除了小口径枪射击精度高、杀伤效果好以外，最关键的一点是满足高技术战争中机动作战的特殊要求。大范围、多层次、高频率的机动，使作战步兵既要考虑单兵负荷，尽量减少单兵携行量，又要保持相当的火力持续能力。解决这一矛盾，只能通过班用枪械的小口径化来实现。在不增加单兵负荷的情况下，大大提高单兵的弹药携行量，增加单兵火力持续能力。

轻武器既要减轻重量，又要保持一定火力的第二条途径是无壳化。无壳化能够大幅度提高弹药携行量。未来战场作战环境复杂，单兵携带物品种类多，如药品、生活用品、防护用品、通信器械等，再加上大量弹药，将使士兵在战斗中不堪重负，严重影响战斗力的发挥。枪弹实现无壳化能够大幅度降低士兵负荷，提高部队战斗力，尽管目前无壳枪弹的使用遇到棘手的技术难题，但是作为一种新的类型枪械，能够大大提高单兵的携弹量，保持步兵火力性，还是值得进行研究探讨的。

第三条途径是无托化。为了缩小枪械结构，便于携带、减轻重量、灵活机动，各国越来越重视无托枪械的发展。在未来高技术条件下的机动作战，步兵需要经常搭乘装甲车辆以及直升机等。由于运载工具的容量有限，还需携带大量弹药和其它器材，长武器影响机动性，将受到限制。海湾战争中，有些乘车作战的美军宁愿使用战场上缴获的俄制 AK74 步枪作战而不使用美制 M16 步枪就是一例。因此，可以说在未来高技术条件下作战，更需要压缩枪械结构，实现枪械无托化。

第四条途径是枪族化。步兵轻武器系列中，有多种性能各异的武器。在未来战场上为了减少武器故障，避免因个别机件损坏而影响武器使用，保证更多武器能够发挥火力，继续实现班用轻武器枪族化，使武器大部分零部件可以互换是非常必要的，同时也可以减少武器的后勤保障问题。

## 三、未来陆战场作战环境恶劣，要求轻武器具有较强的适应性

未来战争的地面战场是空地一体化战场，战斗既可能发生在酷热的沙

漠、高寒山区，又可能发生在丛林、水网、沼泽地带。严酷的地理和气候条件对轻武器设计提出了种种要求。在酷热的沙漠里，武器不能因灼热导致不能持握，或者因灼热而引起枪弹自燃，在潮湿的环境中，弹药不致产生初速的偏差，瞄准具不得模糊不清。在严寒条件下，应该带着手套也能扣动扳机，但扳机护圈也不要过大，否则可能会被树丛等挂住而走火。

今后，为了克服在酷热的沙漠地带作战，枪械过分灼热，以及在潮湿空气和腐蚀性气体中枪械被腐蚀，轻武器枪管等材料要选用导热系数小、耐高温、耐腐蚀的高强度合成塑性材料，实现枪械零部件全塑化。此外，为了满足水网地带、海上人员以及水下活动的小分队作战需要，今后要发展两栖轻武器，例如两栖冲锋手枪、冲锋枪及瞄准装置。这类武器装备既可以在陆地上使用，也可以供潜水员和蛙人在水下使用。

#### 四、未来陆战场核生化威胁存在，轻武器从结构设计上应具有抗核生化的能力

在未来战争中，存在核生化的威胁，据不完全统计，迄今已有 40 多个国家能够制造核生化武器。在海湾战争中，伊拉克多次宣称要使用化学武器，以美国为首的多国部队也在海湾地区部署了核弹头。双方为应付一触即发的核生化战争做了大量准备。海湾战争发生之前的三四月美军就开始作如何预防伊方使用核生化武器的演习，因此，在未来战争中，不能完全排除发生核生化战争的可能。

针对核生化武器的威慑，今后轻武器的研制应当注意整体结构要严密，如力求使武器各部件结合紧密、平滑，外部结构能够防尘、防止沾染，在遭受到核生化武器袭击时，尽量达到沾染部位少，沾粘量小。武器的结构尽量简化，以易清洗。另外，轻武器还应力求能够防辐射，耐冲击，能够较好地抗核毁伤。

### 第三节 技术进步对轻武器发展的影响

技术进步是兵器发展的原动力，纵观人类的历史，兵器的发展依赖于技术的进步。随着科学技术的发展，兵器从原始兵器、冷兵器、热兵器，发展成现代兵器及至现在的高技术兵器。自二次大战以来，随着科学技术的进步，包括轻武器在内的常规兵器有了很大的发展。

50 年代战场上使用的轻兵器主要是对暴露人员的杀伤。

60 年代出现了装甲步兵车，机械化步兵和装甲兵已逐步成为战场上的主要力量，轻武器的作用除了杀伤战场上有生目标以外，还要对付装甲车辆。从 70 年代至今，随着坦克、装甲车辆的不断更新换代，轻兵器的种类增多，其射程、威力、精度等性能都有了很大提高，尤其是近战轻武器近 20 年来有了较快发展。当前，轻武器已成为 80 年代出现的陆军地面作战的空—地一体化主要作战兵器之一。总之，近几十年来，技术进步促进了轻武器发展的多样化、系列化、高性能化。

技术进步对轻武器发展的影响主要表现在以下几个方面。

#### 一、轻武器产品性能不断提高

随着新技术尤其是高新技术的发展，轻武器的性能不断得到改善和提高。近二三十年间，包括推进技术、毁伤技术、侵彻技术、防护技术、光电技术、材料技术、制造技术等新技术以及一些新技术原理的发展和在轻武器上的应用，使轻武器的战术技术性能比 50 年代的轻武器的性能有了大幅度提高。例如，在火力方面射程增加了 1 倍，射速提高了近 1 倍，杀伤威力相当于原来的 4 倍，杀伤面积相当于原来的 7~8 倍，侵彻威力提高了 2 倍，测距精度提高了 5~6 倍，射击精度提高了 2~3 倍，命中概率提高 10 倍以上，反应时间仅为原来的 1/3~1/2。另外，轻武器在夜战能力、全天候作战能力、行进中作战能力、核生化环境下作战能力以及在严寒、高温、风沙等恶劣气候条件下的作战能力也有大幅度提高。

新技术、新原理的发展和应用还扩大了轻武器的使用范围，使一种兵器具有多种功能和作用，能执行多种任务，并出现了一枪多用、一弹多用、步枪与冲锋枪合一、步枪与机枪合一等多功能兵器。例如，用作压制兵器的榴弹枪，配用了利用多种新技术发展起来的不同弹药，不仅能起到对人员杀伤和工事破坏的作用，还能起到反装甲、布雷、迷盲战场的作用，同时具有化学战、生物战和战术核攻击的能力；用作防空的 12.7mm 高射机枪，经过对其结构进行改进，配用 12.7mm 钨心脱壳穿甲弹，不仅可以打击地面有生集群目标和火力点，而且还可以打击地面轻型装甲车和低空飞行的武装直升机。目前，俄罗斯已经开始装备质量为 25kg 的 12.7mm NSV 高射机枪，并配有穿甲、穿爆燃烧弹，对空射击有效射程在 1500m 以上，地面射击有效射程在 2000m 以上。美国也在对 M2HB 机枪进行改进，预计在本世纪末将质量减至 20kg 以下，并装备部队直到下一个世纪初。

新技术的发展和应用促进了轻武器的成族发展，例如枪械中的班族的发展提高了产品的通用性和互换性。新技术对轻武器产品性能的影响主要表现在，由于轻武器综合使用性能的增强和序列化、标准化、通用化程度的提高，一方面简化了部队的准备品种，随之给后勤供应、保管、使用、训练和维修等都带来了方便；另一方面利于大批量生产，从而便于专门化组织生产，易于提高劳动生产率，提高自动化程度，加强质量控制，节约材料和能源，降低生产费用，降低成本，增加经济效益等。

## 二、轻武器的品种增多，新原理兵器不断产生

新技术的发展不仅能够提高轻武器产品的性能，而且还可使武器的一些技术原理有所突破，品种有所增加。近年来由于高新技术的发展，涌现出不少新原理兵器和新兵器品种。如电磁发射器、电热发射器、微波发射器、激光发射器、元壳枪/弹、灵巧弹、智能弹、电视侦察弹、战场监视弹、干扰弹、诱饵弹等等。这些新原理兵器有的正在研制之中，有的已经或将要投入使用。例如电磁发射器发射技术不是以传统的火药燃烧产生的气体作为动力的，而是利用电能推动作为动力的，是兵器发射原理的重大突破。电磁发射器发射弹丸不但无声、无烟、无焰、无光，而且推力大，加速均匀，能把弹丸的初速提高到每秒数千米，射程和威力大幅度提高。又如灵巧弹药，随着毫米波技术、红外技术等寻的技术和传感技术的发展，以及自锻破片技术的发展，促进了高性能灵巧弹药的实现，它比传统的和改进的常规弹药，以及传统的

精确制导的弹药都有更高的性能和较高的效费比。灵巧弹药发射后，能够自主地搜索、发现、识别、跟踪、命中和毁伤目标，真正实现了“发射后不用管”。

### 三、加快轻武器产品设计速度

近年来，新技术的发展，进一步加快了轻武器产品的设计速度。在产品的设计方面，出现了新的设计思想，新的设计技术和新的设计方法，例如计算机辅助设计、零部件的模块设计等等。在产品制造技术方面，出现了先进的柔性制造技术；新的锻造技术，如精密模锻、冷挤、温挤成形、旋转精锻、强力旋压等；新的焊接技术，如激光焊、电子束焊、爆炸焊、轧焊等；新的热处理技术，如真空热处理、可控气氛热处理、离子热处理等等。

80年代以来，美国等工业发达国家，在枪炮和弹药设计中，广泛采用了计算机辅助设计，轻武器公司在采用计算机辅助设计和辅助制造以后，工程设计费用减少15%~30%，轻武器产品的研制周期缩短50%以上。90年代初，在美国、日本等工业发达国家，柔性制造系统已开始坦克、火炮、枪械、导弹等的生产中得到应用，并且发展很快。柔性制造系统具有高效率、高质量、低成本等优点。例如，美国加工枪械机匣的第一套柔性制造系统投入使用以后，使加工时间减少30%，人工减少70%，废品和返修减少5%，产品的制造周期由过去的6天缩短至4小时，使新产品的的设计试制时间由以前的18个月减至6个月。

### 第四节 新材料、新工艺对轻武器发展的影响

21世纪初叶的陆战场的特点，对轻武器提出了更高的要求。不但要求轻武器火力猛、威力大、精度高，而且要求轻武器具有良好的机动性和操作的可靠性。这就要求轻武器要尽量轻量化，携行方便，零部件强度高，以保证匣用安全可靠。为了满足未来战争中使用的轻武器质量轻、强度高的要求，除了在轻武器结构设计上有所突破外，要求轻武器在制造材料的加工方法上必须摆脱现今普遍使用的金属材料 and 传统的制造工艺，采用质量轻、强度高的新材料，以大幅度减小轻武器的质量，提高强度。随着非金属材料的飞速发展，各种新型非金属材料不断涌现，其性能逐步提高，各种非金属材料在轻武器上的应用范围日益广泛，从而大大提高轻武器的性能。非金属材料在轻武器未来发展中有广阔的应用前景，并将对轻武器未来的发展产生重要影响。

#### 一、非金属材料应用研究发展动向

轻武器的最新发展之一是，非金属材料得到许多新的应用。目前，轻武器中除枪托、握把、护木、弹匣外，一些关键性部件如机匣、弹壳等也有用非金属材料制造。可以说，以塑代木的应用研究技术业已成熟，以塑代金属制备结构部件的应用研究成果显著。

德国HK公司的G11无壳弹步枪，其外壳和枪托是用碳素纤维加强的合成材料制成，机匣由碳素纤维增强聚酰胺制作，瞄准镜架也为合成材料。法国

研制的 FAMAs 步枪的 33 个部件分别用 60% 纤维增强尼龙 11 制成。奥地利斯太尔公司的 AUG 突击步枪主要部件首次采用工程塑料制造，其中除枪管、枪机和机匣外，其它所有部件都是由耐冲击塑料制成的，甚至扳机机构的 90% 以上零部件都是塑料件，美国先进战斗步枪 (ACK) 计划的 6 家方案中，无论是武器本身还是弹药都大量采用非金属材料。

美国 AAI 公司的箭形弹采用了塑料可分离弹托，4 片弹托被其底部的一个橡皮圈箍成一体。弹托所用材料是具有很高力学性能的液晶聚合物，采用这种材料可消除弹托分离不一致的技术难题，所用填料是玻璃纤维、玻璃纤维与无机填料的混合或无机填料，具有高耐热性、较好的机械强度和成型性方面的综合性能，其拉伸强度是钢的 15 倍，耐热温度达 355C。虽然现代的弹壳是黄铜材料制造的，但用塑料弹壳取代黄铜弹壳的研究工作正在进行。

美国柯尔特公司的 ACR 参赛步枪采用了高强度合成塑料枪托而不再用铝制伸缩枪托。

美国麦克唐纳·道格拉斯公司的枪弹为脱壳多弹头箭形弹，弹壳是由玻璃加强尼龙制成的，枪的弹匣是能容纳 10 发枪弹的透明塑料弹匣。

HK 公司研制的 MG3 机枪使用 50 发新弹鼓，是由高强度塑料制成的，枪上的透明观察窗口可使射手看到弹鼓内枪弹数量，以便其掌握射击频率。

长枪族的塑料材料的应用必然带来短枪族的广泛应用。最近，美国从奥地利引进 G10CK17 手枪制造技术、打算用包括聚酰胺酰亚胺、液晶聚合物和聚四氟乙烯等耐高温 (300C 以上) 特种工程塑料制造全塑手枪。

非金属材料在近战轻武器上的近期应用也很广泛。俄罗斯最新轻型肩射反坦克火箭 RPG—22 为一次性使用武器，其发射筒采用玻璃纤维制成，内衬为铝，其准星套管也采用塑料制成。

德国“弩”式反坦克发射筒也是一次性使用武器。其发射筒外面固定有用聚乙烯塑料制成的发射托架。点火室采用了 U 形尼龙塑料堵盖和丁睛橡胶外套。其破甲弹的风帽外有一个橡胶环，起定心作用，弹的尾管外面套着一个用聚碳酸酯塑料压制而成的 6 片环形尾翼，尾翼用两个带倒钩的聚碳酸酯塑料销固定。发射筒的平衡体由多片 ABS 塑料制成的球形连接头、聚苯乙烯“T”形泡沫塑料杆、薄塑料片和圆形塑料档板等组成，用碳酸乙酯与聚乙烯共聚物制成的扇形薄塑料片有 5460 个，每片仅重 0.17g。

大量的现代化手榴弹也广泛应用了塑料。使用这种材料不仅易于制造简单的爆破手榴弹作进攻用，而且为新杀伤破片方案提供了可能性。塑料模制有可能使爆炸单元 (通常为 2~3mm 直径的钢珠) 均匀分布装填，爆炸时，塑料成为粉末，金属破片可以形成一种比较均匀的散布模型。这就克服了金属壳体上预制破片的下均匀破裂。在有效杀伤半径内，塑料模制可以得到较高的破片飞散密度和有限的危险界，可产生 2000~5500 个破片。这种类型的最先进的杀伤手榴弹具有杀伤半径约 5m、而危险界为 5~20m 的特征，常称之为“可控效果”，并且适于攻防两用。例如，奥地利代拿买特—诺贝尔公司的 HdGr81 手榴弹基本上采用塑料材料制成。

## 二、非金属材料研究发层动向

以轻武器用量较大的工程塑料和树脂基复合为例，近年来在材料开发、材料改性以及应用研究方面都取得了长足进步。总的来说，其技术发展动向

是金属化(A)、掺混化(B)、复合化(C)以及高性能化和功能化。应用研究由通用型向专用型发展、由设计定型向理论计算模拟设计定型转化。纯材料改性向材料选择、制品设计、加工工艺一体化发展,从而出现了众多的高性能塑料品级和选用性能的品级,提高了应用研究的针对性,拓宽了塑料的应用范围。其发展特点是:

### 1. 通用工程塑料合金化、掺混化、复合化改性活跃

塑料材料的合金化(A)、掺混化(B)和复合化(C)改性技术是基于寻找更好的全新材料比较困难的情况下,通过对现有材料的性能改进,使其性能提高,满足应用要求。要进行理想的合金化和掺混,达到所希望的效果,必须熟练应用相容化技术、互贯网络(IPN)技术和混炼技术等。塑料改性的目的是利用弹性体高弹性与刚性工程塑料掺混或合金化,提高工程塑料的耐冲击特性,利用特种工程塑料优越的耐热性与通用工程塑料掺混或合金化研制高性能工程塑料,提高材料的热变形温度;利用廉价的通用塑料与通用工程塑料掺混或合金化改进材料的某一特性的同时,降低应用成本;利用无定形塑料与刚性塑料掺混改进材料的加工特性以及耐化学药品性能。目前,已出现了一批高性能的塑料掺混物或聚合物合金。如杜邦公司的 Zytyl100ST 尼龙,被称为超韧性尼龙,其耐冲击度高达 1000J/m,是未改性塑料的 100 倍,这种树脂产品再经过复合化,添加纤维增强材料,就成为轻武器等领域应用的理想材料。又如杜邦公司的超韧性聚甲醛—Deirin100ST,其耐冲击强度高达 1000J/mi。奥地利运用聚甲醛的超高耐疲劳强度(高达  $27 \times 10^7$ MPa),再通过改性赋予其超韧性,拟作为制造枪械高频受力部件的材料。目前,已经制造出聚甲醛击锤、单连发阻铁、扳机、保险卡笋等关键部件,击锤的工作寿命长达 5 万发,无开裂磨损。

### 2. 特种工程塑料合金化,掺混化和复合化改性步伐加快

这类材料改性研究主要是以改进其加工性能为主。另外,通过化学改性改变不同基团的比例或连接顺序来制备性能更好、更适用的聚合物,也可应用其优越的力学特性和耐热性改进通用工程塑料或热固性塑料,使之成为高性能塑料。

ICI 公司正在研究用砜类和酮类树脂作增韧件或改性剂以及与热固性塑料和通用工程塑料合金化。

Shell 公司用 GE 公司的 PFI(Uliem1000)、Arnoco 公司的聚砜(UdcIPI700)和 NASALang-ley 研究中心的聚芳酯作改性剂,以 10%~30% 比例与工程塑料合金化。

液晶聚合物(LCP)属 80 年代研究的全部材料。其性能优异,但价格昂贵,妨碍了其实际应用。用 LCP 与通用工程塑料合金化或掺混化借助 LCP 分子结构在加工过程中剪切敏感、熔体粘度变小的特点,寻求用 LCP 与难加工的聚酰亚胺、聚苯硫掺混制备高性能塑料。现已研制出 LCP/POM、LCP/PBT、LCP/pA、LCP/PI 和 LCP/PP0 等。美国现已批准一些武器公司利用上述材料研制新一代全塑枪。

### 3. 热固性塑料均以复合材料的形式在轻武器上得到广泛应用

酚醛玻璃钢和聚酯玻璃钢已广泛应用于制造枪托、握把以及近战轻武器的战斗部壳体等。目前,对热固性塑料采用的是增韧改性,以提高基本树脂的加工流动性和制品的冲击强度。在这方面,美国的 shell、Mexcel 等公司做了大量研究工作。

#### 4. 树脂基复合材料复合化技术向纵深方向发展

树脂基复合材料是轻武器同时也是各类工程结构件中使用的主要材料。复合化技术是目前乃至将来用于提高非金属材料刚性和强度，满足武器使用要求的手段。这类技术主要体现在基本树脂改性、增强材料的处理与添加及其界面理论的研究上。

#### 5. 新一代材料的开发，展示了非金属材料在轻武器上的应用前景

代表 21 世纪新一代聚合物材料——硅系高分子材料，在日本已经开始研究开发，并可望在 2000 年拿出新型的合成材料。这是以硅代替碳的全新聚合物，兼有聚合物、金属和陶瓷三者之优点，是宇航、航空发动机用材料，也将是轻武器的优选材料。

目前，美国，法国等国家正在研制高性能的陶瓷基复合材料，这是一种耐高温、耐低温、抗氧化、耐腐蚀、耐冲击、相对密度小的高性能材料。在 21 世纪初可望应用到航天器材、导弹以及轻武器上。

### 三、新的加工工艺提高了产品质量，扩大了新材料在轻武器上的应用

采用新的加工工艺，对提高武器制造的生产率及性能产生重要影响。国外已经推行的“三精”，即精铸、精锻、精冲以及软加工均不但可以节省原材料，而且可以提高产品质量，采用先进的精密模锻工艺，与一般带飞边模锻相比，可节省原材料 10%~26%，轻武器的一些部件采用精密模锻和精铸则不需随后精加工或只需少量加工，材料利用率高达 90% 以上，力学性能提高 15%~20%，成本大大降低。

焊接与热处理工艺技术的发展，也使制造费用降低，材料利用率提高。例如美国采用激光焊接武器的某些部件，提高产品质量，降低了生产成本。采用激光热处理工艺热处理枪炮座架，比传统的热处理和感应热处理的硬度明显增强，提高了耐磨性，延长了使用寿命。

此外，随着特种工程塑料在轻武器上逐步推广应用，通用的成型工艺逐步显示出它的不适应性和落后性。近年来，国内外研制出许多新型的成型工艺方法，这就使难加工的特种工程塑料应用到轻武器上成为可能。目前，最有代表性的新的成型工艺有：

- (1) 模压——注射成型；
- (2) 模压——烧结成型；
- (3) 冲压成型；
- (4) “推拉”成型工艺；
- (5) “环化”成型工艺；
- (6) 尖芯成型工艺。

随着各种高性能的塑性新材料以及加工这些新材料的新工艺不断开发利用，可以预见，到 21 世纪二三十年代，轻武器零部件能够全部实现塑性化。塑料将完全取代现今的金属材料，制造塑料手枪、步枪、塑料枪弹、各种塑料近战轻武器及其使用的弹药。全塑武器重量显著降低，其强度、抗烧蚀、抗氧化、抗腐蚀、抗冲击等性能将大大提高，以适应未来战场的使用要求。

## 第五节 国际轻武器发展趋势

进入 90 年代以来，世界各国都在根据未来战争的特点，提出轻武器装备未来发展的方向和重点。预计世界轻武器未来发展趋势是：

### 一、班用枪械小口径化、枪族化

班用枪械小口径化是今后枪械发展的必然趋势，它可以大幅度提高单兵携弹量，增加班组近战火力、也有利于提高点射精度。试验研究表明，小口径弹在有效射程内对有生目标的杀伤作用优于 7.62MM 弹。自美国 60 年代首先采用 5.561mm 小口径步枪以来，随着小口径枪弹性能日趋提高，目前英国、俄罗斯、法国、德国等近 50 个国家班用枪械都采用了小口径。估计到 21 世纪初，绝大多数国家将采用小口径班用枪械，而且北约 5.56mm 口径会成为小口径的主流。

在采用小口径弹同时，各国将注重班用枪械的枪族化和弹药通用化。班用枪族主要由短突击步枪、突击步枪和轻机枪组成，使用同一种弹，分别主管 200m、400m 和 600m 的火力。枪族内各枪的主要零部件可以通用互换。

由于枪族内步枪、机枪使用同一种枪弹，未来许多国家将注重开发具有远射能力和高侵彻力的小口径弹。

为适应未来战争的高机动性要求，减小班用枪械质量，缩小外型尺寸，也是各国轻武器需要解决的问题之一。为此，今后枪械要尽可能多地采用质轻强度高的非金属材料。枪托将由目前的固定枪托逐步向折叠枪托、伸缩枪托过渡，无托结构将是未来枪械的设计方向。

### 二、发展点、面杀伤的单兵枪械

为了提高单兵作战武器杀伤有生目标、反轻型装甲以及摧毁坚固工事的能力，单兵武器应具有点、面杀伤效能。预计，今后的单兵作战武器如步枪枪管下方加装榴弹发射器发射榴弹，步/霰合一的武器也有可能装备。

### 三、班用压制武器中，轻型大口径枪械将有大的发展

目前，班组压制武器口径的发展正好与班用枪械相反，口径在不断增大。预计到 21 世纪初叶，12.7mm 口径机枪将会取代 7.62mm 重机枪。目前，随着设计制造技术的发展，材料性能的提高，已经可以使大口径机枪质量降至 30kg 以下。再加上近几年大口径枪弹本身有了长足发展，尤其是穿甲性能有了明显提高，例如，14.5mm 穿甲燃烧弹只能在 300m 处穿透倾斜 45 的 15mm 厚钢板，而现在的 12.7mm 钨心脱壳穿甲弹可以在 1000m 距离上穿透。未来它的战术作用将有所扩展，不仅用来杀伤地面有生集群目标，而且可以打击地面轻型装甲车和武装直升机。目前，俄罗斯已经开始装备 25kg 的 12.7mm NSV 机枪，并配用穿甲、芽爆燃烧弹。美国也在对 M2HB 机枪进行改进，预计近几年将其减至 20kg。比利时、新加坡等国家都在研制新一代大口径机枪。

随着未来战场装甲目标的增多，装甲厚度的增加，以及班用枪械的小口径化，12.7mm 大口径机枪的战术使命将由原来的高射为主转变成为以平射为主，14.5mm 大口径机枪仍以高射为主，并以车载为主。今后，大口径机枪枪弹的发展趋势是多用途，一种弹同时具有穿甲、爆炸、燃烧等功能。

#### 四、自卫手枪口径将向 9mm 靠拢

在未来战争中，手枪的战术地位将逐渐降低，仅用于在 50m 的近距离内自卫，对其要求是质量轻、首发命中率高，停止作用好。美国近来的试验表明，现有 9~10mm 口径手枪弹的威力足以担负自卫任务，预计自卫用手枪口径将会从 7.62mm 和 11.43mm 两端向中间靠拢。到 21 世纪初叶，多数国家将使用发射 9mm 派拉贝鲁姆手枪弹的手枪。

#### 五、单兵自卫武器应运而生，有可能列入装备序列

鉴于未来战场高技术装备的广泛应用，为了满足军队中近 2/3 的人员，如驾驶员、坦克乘员、通信兵、卫生员以及重武器操作人员等自卫的需要，预计一种小型单兵自卫武器将在许多国家列装。这种单兵自卫武器发射的枪弹直射性能、穿甲能力优于手枪弹，弹丸质量则大大小于突击步枪弹，而且容弹量较高，有较密集的火力和火力持续性。其有效射程在 200m 左右，枪质量在 2kg 以下，长度不超过 500mm，便于随时携带使用。这种武器用以取代许多国家军队使用的手枪、冲锋枪和短管突击步枪等自卫武器。这一新的设想已为美国陆军的轻武器总规划所接受，也已在北约 1989 年 4 月 16 日的 AC225 文件中得以确认。在单兵自卫武器方面，英国“布希曼”单兵自卫武器开了这方面的先河。比利时 FN 公司的 Pg0 现已经开始小批量装备部队，该枪口径为 5.7mm，使用 5.7mm×28mmSS90 弹，该弹全长 43.2mm，质量 55g，弹头 15g，弹壳里装的是缓燃发射药，产生的膛压为 320MP，弹头细长，金属被甲和弹心是轻合金材料。由于这种尖头圆柱形弹头外形好，故弹道性能较佳，如表 4.1 所示。

距离/m	弹道高/m	飞行时间/S
50	0	0.063
100	0.02	0.135
150	0.06	0.220
200	0.12	0.320

试验表明，在模拟人体组织的北约型明胶或生物代用品中，5.7mm 弹头在产生一条不规则的曲线弹道之后翻滚一次或数次。同前苏联的 5.45mm 步枪弹相比，可产生极为严重的创伤，并产生明显超过 9mm 派拉贝鲁姆弹的停止作用。该试验还表明，在 150m 处，SS90 弹可穿透 48 层凯夫拉。SS90 弹射击 30cm 厚的北约标准明胶块时，留下的永久性伤道平均最大直径为 8cm，而 9mm 派拉贝鲁姆弹只有 5cm，究其原因是弹头侵入目标后翻滚。该枪采用无托结构，枪长 500mm，质量为 2.8kg，弹匣容量 50 发、射击方式为单，连发、初速为 850m/s，有效射程为 250~300m，是一支较为理想的单兵自卫武器。

“布希曼”个人自卫武器的基本型是一支质量为 2.9kg 的全部机加工的微型冲锋枪。目前采用 9mm 口径，发射派拉贝鲁姆枪弹，其特点是有 4 种长度（83，152，254，356mm）的枪管供选用。其中后两种枪管有散热管套，在管套上可以迅速装上两脚架，当作轻型支援武器使用，但它并不是一挺轻机

枪、“布希曼”的整个结构均采用积木式，拆卸仅需几秒钟。“布希曼”不同于其它任何一种手枪、冲锋枪，它的独到之处是有一个射速调节器，可根据需要在 1400 发/S 之内调节所需射速，射击精度以及击中目标的毁伤效应均较好。

可以预见，像 P90、“布希曼”这一类的单兵自卫武器，将会受到越来越多的国家的军界重视，今后有可能被一些国家列入装备序列。

## 六、配装先进的瞄准装置，使枪械具有全天候作战能力

在枪械上配装先进的瞄准镜是枪械发展的一个趋势。装配先进的瞄准镜不仅能够有效地提高射击命中概率，还能够对付较远的目标。同时，也简化了士兵的射击训练和提高枪械的夜战能力。目前·英国的 SA80 枪族和奥地利的 AUG 枪族已经完全用白光瞄准镜取代了机械瞄准具。美国、德国、法国、俄罗斯等国家也为装备的枪械研制了白光瞄准镜。现代白光瞄准镜的特点是大都采用准直或低倍率望远系统，并配有棱镜倒像系统和氙光照明，具有质量小、体积小、结构简单等特点。

为使轻武器适应未来战争夜战的需要，美国、英国、法国等一些国家，非常重视对枪械夜视器材的研制，目前第二代微光瞄准镜已在美国、英国、法国的部分枪械上装备，预计到 2010 年前，能够实施夜间更远距离使用的第三代微光瞄准镜将投入使用。此外，微型激光测距瞄准具和能简易测算的瞄准系统也将逐渐用于枪械上。

枪械瞄准系统未来的发展趋势是：降低成本、减小质量、减小体积、增大工作距离、提高隐蔽性能、适于全天候使用，并向系列化、通用化以及与武器连接方式的标准化方向发展。

## 七、广泛采用轻质非金属材料

为了使轻武器真正做到质量小、适应未来战场快速机动作战的要求，同时也为了降低枪械的生产成本，今后的一个重要途径仍然是大量采用非金属材料。目前，美国、法国、奥地利等国家正在研制适应 21 世纪战场要求的用做武器的非金属材料。研制高性能塑性材料将是各国的重点目标，实现枪械全塑化是枪械的最主要的发展趋势。

## 八、摧毁器材步枪今后会有更大发展

二战初期，当装甲板加厚以后，12.7mm 和 15mm 反坦克步枪的作用急剧下降。近年来，不少国家又重新重视发展大口径步枪。究其原因，（1）大口径枪械弹药发展迅速，性能大幅度提高，弹药品种齐全；（2）随着各国军队装备的不断现代化，战场上各种器材目标增多，而 7.62mm 狙击步枪对付装备器材能力不够；（3）用单兵火箭筒对付物资器材费用大，且射程较近（通常在 400m），而现代大口径步枪的有效射程一般为：500~2000m，弹药成本低并且发射痕迹小，可以快速连续射击。

大口径步枪并不苛求对付坦克，而主要是将其作为一种远距离打击多种目标手段，将它提供给得不到火力支援的下车步兵。对付的目标包括：C3I

装备、轮式和履带式轻型装甲车、侦察车、卡车、停机坪上的飞机，正在降落或未加屏障保护的飞机、机场设施、班组武器、坦克的外露设备、爆炸反应式装甲、油库、物资集散点等。

美国、奥地利等国目前已装备了 12.7mm 步枪。美国的 12.7mm 半自动步枪质量约 11kg, 12.7mm 单发步枪的质量 10kg, 全枪长 1000 ~ 1500mm, 供弹具容量为 5 ~ 10 发。奥地利的反器材步枪 (AMR) 质量 20kg, 近年来的目标是将其减至 14kg 左右。随着枪械设计原理和制造技术的不断发展, 非金属材料的广泛应用, 枪械的质量将会进一步减小。预计这种武器今后会有更大发展。

## 九、新型的步兵攻坚武器将得到发展

在未来战争中, 为在城镇作战中完成穿墙、破除路障、摧毁野战工事等需要, 许多国家已注意到步兵攻坚武器及攻坚弹的研制。美国布伦斯维克公司研制的一种攻坚新武器是由 M16 步枪发射的直径为 140mm 的球体, 质量 2.7kg, 装有约 1.4kg 炸药。步枪发射时, 球体的火箭发动机点火, 一方面产生向上分力, 使球体始终保持水平前进, 另一方面使球体以 60r/S 速度自转, 以稳定方向, 最大射程为 2000m, 无后喷火, 噪音小, 爆炸威力大。

## 十、采取模块化的设计方式

今后, 武器的模块化结构和设计已从通用化标准化工作的一项内容, 上升为武器设计的重要指导原则。其重要意义表现在, 武器的更新换代和技术改造将主要通过分系统的模块的更换与软件功能的嵌入方式来实现, 而不用从头进行系统整体的重新设计和研制。武器的种类和比例关系也将可能通过不同模块的各种组配方式来解决。

采用模块结构不仅提高设计的灵活性, 而且将武器发展同新的制造技术和工艺以及新的武器发展模式结为统一的整体。目前, 武器系统的模块化结构与设计已从电子电气设备逐步扩展到重武器系统中的底盘、炮塔、武器弹药、防护、动力等分系统, 并将进一步扩展到轻武器系统中的各分系统中来, 如供弹系统、枪瞄准系统、座架系统、发射系统等等。可以预见, 武器的模块化设计将进一步推动武器的成族化、系统化, 提高武器的互换性、兼容性以及通用化和标准化水平。

## 十一、积极研制 21 世纪初叶的高性能步枪

美国、英国、法国等国家在纷纷出台近期、中期的枪械发展计划 (如美国先进战斗步枪选型计划, 北约近期防务计划) 的同时, 也在谋划轻武器的远期发展计划。研究 21 世纪的超级步枪即是其中之一。

这种高性能步枪基本全塑化, 枪的质量在 2kg 左右, 配有昼夜显示器, 可在较远距离上对目标进行精确瞄准, 由激光侧距仪精确测定欲射目标的距离, 由弹道计算机计算目标的俯射角, 并在显示器上自动显示出来。超级步枪上配有光电人控系统, 自动控制火力强度。枪的前端的声、光、焰综合抑制器能够使射击做到无声、无光、无焰、无后坐。这种枪能够发射多种效能

的枪弹，打击多种目标。预计这种高性能步枪将在 21 世纪二三十年代之前能够研究出来，并投入使用。

21 世纪的超级步枪略图如图 4. 1 所示。

## 第六节 我国轻武器的发展趋势

我国轻武器未来的发展趋势是与我国目前轻武器装备的现状，今后一段时间我国经济发展水平，以及我国不搞侵略扩张而以积极防御为主保卫本土的战略方针密切相关的。预计，我国轻武器未来的发展趋势是：

### 一、班用枪械小口径化

班用枪械小口径化，是当今世界各国班用机械发展的主要趋势。实际使用表明，班用枪械小口径化，可以减轻武器质量，增加步兵携弹量，以提高单兵火力持续性；枪的口径小可以减小后坐冲量，提高连发命中精度；小口径弹头初速大，一般可达 1000m/S 以上，较之 720m/S 左右的 7.62mm 枪弹的初速提高了约 1/3，因初速大，弹头飞行时间短，受空气阻力作用时间亦短，从而弹道低伸，杀伤效果好；另外，班用枪械小口径化后，可以节省大量原材料。目前，我国班用轻武器正在朝着小口径方向发展。

### 二、班用武器枪族化

60 年代初，美国 M16 步枪设计师斯通纳就提出了枪族的概念，并研制成功了世界上第一个斯通纳枪族。斯氏把步、冲、轻机枪等组成一种统一的结构形式，同级武器主要零部件能互相通用（例如班用枪族的零部件 80% 以上可以互换），并且战斗使用、保养维护方法大体相同。这样带来诸多好处。从战场需要看，机枪手减员时，可以立即以步枪手补充，轻机枪弹匣打完了，可以随时用步枪弹匣补充。机枪自动机一时发生重大故障，可以及时由步枪拆配，继续射击，不失战机。从生产角度看，由于枪族内大部分零部件可以通用，生产这类武器时零件品种大为减少，减少了生产线，节约了大批工艺装置以及人力、物力、财力，大大缩短生产准备时间，利于战时动员生产。从后勤供应看，同族武器维修方法相同，易于培训维修人员，维修工具和备件品种减少，大大简化了后勤供应。正因为发展枪族具有许多明显的优点。因此，诸如比利时的 FN 枪族、意大利的 BM59 枪族、德国的 HK 枪族、美国的 M16 枪族、奥地利的“斯太尔”枪族在近一二十年相继出现。我国自行研制、生产、装备的第一个步兵班用枪族—81 式 7.62mm 班用枪族，由于其战术技术性能较好，符合我军实战要求。枪族化将是我国今后轻武器的发展方向之一。

### 三、重点发展群众性的反坦克、反轻型装甲车辆、反武装直升机的武器

在未来陆地战场上，坦克、装甲目标以及低空、超低空的武装直升机增多，防御的一方如果缺少现代化的反坦克、装甲目标及防低空武器、将会处于被动挨打地位。海湾战争中，伊拉克反坦克和防低空火力太弱即是一例。

鉴于我国在未来反侵略战争中采取的是积极防御为主的战略。因此，在加速发展中、远程反坦克武器和防中、高空武器的同时，将把发展高性能的近程反装甲武器和防低空、超低空的轻型防空武器，如单人携行的火箭筒、超近程反坦克导弹、反坦克枪榴弹、反坦克手榴弹，以及单人便携式的反坦克与防低空通用的导弹放在优先地位。这些武器的弹药将向一弹多用的方向发展，如一种弹药可同时具有破甲、爆炸、爆燃等多种作用。

#### 四、重视夜视器材的研究，提高步兵武器的全天候作战能力

未来的高科技现代化战争，武器装备先进的军队，将更加注重采取夜战方式。

目前，我国的步兵武器装备基本上不适应夜战的要求，而在短期内投入大量人力，财力和物力搞轻武器现代化，从经济上考虑也不现实。即使到 21 世纪初，大部分七八十年代装备的轻武器将继续服役。为了适应未来步兵夜战的需要，今后一段时间内将努力研制成本性能好，体积小的夜视器材，如白光夜瞄具、激光瞄具等，配备在轻武器上，以提高轻武器的夜战能力。

#### 五、轻武器装备新老并存，逐步做到更新换代

据了解，海湾战争中的多国部队装备的轻武器，既有 70 年代后研制 80 年代列装的最新轻武器，也有二次大战后研制的装备，甚至一次大战未装备的老式武器。

根据我国的经济条件和现有技术水平，今后的一二十年间，要对轻武器全部更新换代是不可能的。我国轻武器的发展方针是，一方面加紧开发和研制具有世界先进水平的武器产品、另一方面对现役轻武器加以改造，如改进武器结构，开发新的弹种、弹药，配备精瞄、测距机构，提高武器战术技术性能，随着我国科学技术的发展和经济实力的增强，再逐步更新换代。

## 第五章 步兵近战轻武器的现状及其未来发展趋势

步兵近战轻武器是由步兵单人或小组携带和使用的弹药及发射器的总称，主要用于步兵近距离作战。步兵近战轻武器担负着杀伤有生目标、反坦克、反装甲、防低空和超低空、攻坚破障、摧毁与破坏军事设施和作战指挥系统，以及施放烟幕、纵火等多种战术任务。现代步兵近战轻武器主要包括：手榴弹、枪榴弹、榴弹发射器、便携式火箭发射器及弹药、单兵导弹。步兵近战轻武器具有重量较轻、便于携带、弹药新颖多样、操作简单、使用灵活、威力大等特点，是步兵主要武器装备之一。

### 第一节 21 世纪初叶步兵近战轻武器的地位及作用

到了 21 世纪，由于高技术武器大量的投入使用，使未来的战场形态发生了变化。但 21 世纪初叶步兵所面临的主要威胁和所要对付的目标仍然是地面的有生目标、装甲目标和坚固的防御工事，以及空中的武装直升机。

#### 1. 有生目标

据英国军事专家分析，21 世纪初叶的步兵将身着“标准尺寸的从头到脚的单兵综合防护套服”，装备有性能先进的步枪、榴弹、反坦克/防低空导弹，以及能昼夜瞄准射击的火控装置和单兵通信器材，乘车作战时，能受到车上装甲的防护。

#### 2. 装甲目标

21 世纪初叶，世界主要军事强国将装备第四代主战坦克即装备复合、披挂、反应装甲于一体的主战坦克和新一代步兵战车，而大量装备使用的坦克和步兵战车仍然是 80 年代末开始服役的产品，如美国的 M1A2 和 M2，独联体的 T—80M1989 和 BMP—3，以色列的梅卡瓦（Merkava）战车型坦克等。

#### 3. 坚固工事

随着世界日趋城市化，农村城镇化，建筑物林立的城市日益增多，它有巨大的砖石和坚固的钢筋结构构筑的建筑物，以及坚固的地下建筑物、地下防御工事和街垒式障碍物。在未来的周边军事冲突中，对峙双方常依据天然地形地物，构筑坚固的野战工事等。

#### 4. 攻击武装直升机

武装直升机将在飞行速度、攻击目标的准确度及其装载的速射机炮和多管火箭有较大的改进和提高，对步兵构成多样化和立体化的威胁。武装直升机在加强反坦克能力的同时，也不断加强对己方步兵支援和对敌方步兵的压制能力。

总之，21 世纪初叶的步兵，不仅要对付传统的有生目标，而且还要与遥远的坦克，各种战车，低空、超低空飞行的武装直升机，以及工事碉堡等目标战斗。毋庸置疑，步兵武器中只有步兵近战武器依靠其破片和炸药的爆轰作用去杀伤和摧毁上述目标，并以其声、光、烟、焰的效应执行特殊任务。因此，步兵近战武器在未来战争中仍占有重要地位。加强步兵近战武器火力是提高步兵火力和作战能力的重要途径。

### 第二节 手榴弹及其未来发展趋势

## 一、概述

手榴弹是一种简单而又古老的弹药。据西方文献记载，手榴弹的首次出现是在 16 世纪（也有文献记载为 15 世纪）。但根据我国历史的记载，早在 10 世纪，我国就出现了手榴弹的雏形。我国是火药的发祥地，手榴弹的出现比世界其它国家早五六个世纪。手榴弹的发展演变虽然经历了近 10 个世纪，但直到本世纪 40 年代以来，手榴弹的发展速度才大大加快。第二次世界大战至 60 年代末，手榴弹已发展成为品种繁多，种类齐全的步兵近战武器。这一时期的手榴弹的发展主要有：改进发火方式，出现了“万向碰炸”机构，并开始应用在手榴弹的引信上；将空心装药结构用于手榴弹战斗部，出现了反坦克手榴弹；出现了各种特种弹，如发烟、燃烧、毒气手榴弹等；新材料开始在手榴弹上得以应用。二战结束后，各国相继研制的不少反坦克手榴弹，破甲深度从 75mm 猛增到 165mm，如前苏联的 P —3M 反坦克手榴弹能够穿透 165mm 钢甲板。

杀伤手榴弹在这一期间发展也很快，各种形状、不同质量的手榴弹都有。如荷兰的 V—40 手榴弹，全弹质量 120g，弹径 37mm，平均投掷距离 75m。美国在总结 MK “菠萝手榴弹”战场使用经验的基础上，研制了著名的 M26 手榴弹，M26 手榴弹首次在手榴弹上采用钢丝缠绕预制刻槽破片套，将破片的质量控制在 0.1~0.2g/片之间，总破片数超过 1000 片。手榴弹虽然是一种既简单而又古老的弹药，但实践证明，它是战争中步兵不可缺少的武器装备之一，在战场上能够发挥其重要作用。

## 二、手榴弹在未来战争中的地位和作用

21 世纪初叶的战场，高技术武器将得到广泛应用，作为近战武器之一的手榴弹在未来战争和未来战场上仍将能够完成其独特的战术使命。

### 1. 为步兵在近距离作战提供进攻和防御手段

手榴弹质量小、体积小，不影响步兵携带其它武器。在未来战场上，当敌对双方处于胶着状态，如在三四十米以内，火炮已无能为力，手榴弹因操作简单，投入战斗准备时间短，通常只需 3~4S 时间，即可抓住有利时机杀伤敌人。

### 2. 填补其它武器不易对付的火力死角

21 世纪初叶，世界大多数国家中，城市与农村界线已经模糊，过去的村庄已城镇化，城市中的巷战将不可避免，在城市巷中，对窗口内、房顶、胡同、地下室等处的敌人，手榴弹同样可以消灭敌人有生力量，炸毁敌方固定的野战工具；尤其是针对山地、丛林、坑道口和坦克后面是枪械射击的死角，手榴弹都能进行有效的杀伤。

### 3. 特种用途手榴弹完成特殊战斗任务可以大有作为

在近战武器中，手榴弹的种类最全，用途最广泛。如有杀伤手榴弹、防御手榴弹、攻防手榴弹、反坦克手榴弹、燃烧手榴弹、烟幕手榴弹、信号手榴弹、催泪手榴弹、震昏手榴弹、眩目手榴弹、照明手榴弹、毒气手榴弹等。随着科学技术的发展，如兼有杀伤、破甲、烟幕、眩目等功能的多用途手榴弹也在发展之中，一种手榴弹可以完成多个战术使命。

### 三、手榴弹的发展现状

手榴弹是黑色火药发明后最早出现的武器之一，经过近百年的演变，现已成为世界各国军队中不可缺少的一种近战武器。随着现代科学技术和武器装备的不断发展，手榴弹虽没有像其它武器那样发生引人注目的巨大变化，但在性能改进和提高方面都从未停止过。当前，手榴弹的发展正处于一个设计思想更新，制造工艺不断改进，性能不断提高，使用范围在不断拓宽的新的阶段。

#### 1. 设计思想的更新

近年来，世界上许多国家开展了致伤能量标准的研究和创伤弹道学的研究。初步研究结果表明，历史上沿用多年的以 78.48J 动能作为杀伤能量标准是不严谨的。实践证明，致伤效果不仅与破片的质量和速度有关，而且与破片形状和破片分布也有密切关系。这些基本上导致了设计思想的更新。主要表现在：

(1) 破片质量趋向于小型化。在同一个能量级的前提下，高速小破片的致伤效果要比低速大破片好。目前手榴弹的破片质量从原来的 0.3~1.0g 减小到 0.15~0.2g。

(2) 破片数量趋向于多量化。有效破片数量的多少，决定单位面积的破片密度，直接影响命中概率。在弹质量一定的前提下，尽可能增大有效破片数是手榴弹设计中的一条基本原则。

(3) 破片形状趋向于多棱形。不同形状的破片，其侵彻能力、传递给目标的能量多寡均不同，致伤效果也有明显差异，多棱角形诸如三角形、六角形、菱形等形状的破片与球形破片相比，前者在生物组织内速度衰减快，能量传递率高，因而对生物组织的损伤程度要比后者严重的多。目前新设计的手榴弹基本上都采用多棱角形破片。

(4) 破片速度趋向于高速化。手榴弹破片速度的大小决定了压力波的强弱和瞬时空腔的大小，最终表现在对生物组织的损伤程度。研究实验结果表明，当破片质量为 0.1~0.2g，速度为 1500~1800m/S 时，即可造成比较显著的创伤效果。目前新设计的手榴弹在破片质量、数量、形状、速度等几个主要参数的选取上做到统一考虑，最终得到各参数之间的最佳搭配。

#### 2. 采用新材料、新工艺

目前设计的手榴弹，为了达到预期的最佳作用效果，通过改变材料和改变加工工艺使其作用效果达到可以人为控制的程度。当前采用的主要方法是，采用全预制或半预制破片控制破片数量和破片形状；调整装药和壳体匹配关系来保证破片速度；改善弹体形状来控制破片散布；采用塑料等非金属材料减小全弹质量等。

#### 3. 引信采用电子技术标志着手榴弹的发展进入了一个新阶段

早期的手榴弹引信大都采用延时发火机构，虽然有构造简单、使用方便、安全可靠、成本低廉等优点，但存在着延期时间固定，投掷距离较近，易给对方造成反投掷机会。后期的手榴弹发展了碰炸引信，这种引信虽然能避免反投掷的问题，但在实际使用中证明碰炸引信在安全与可靠性上仍存在许多问题。

60 年代初，在总结手榴弹引信发展与实践经验的基础上，研制了一种碰炸/延时双功能引信又有了新的发展，除了具有碰炸延时功能外，还具有出手

保险和失手保险。近年来随着集成电路等电子技术在引信上的应用，出现了电子引信。现在比较成熟的电子手榴弹引信有美国 M217 引信和英国 EDNON 电子引信。这些电子引信同时具有延时、碰炸和自毁三种功能。但因其价格昂贵，电池的使用寿命短，尚没有得到普遍使用。随着今后电子元件成本的进一步降低，高效长寿命电他的开发成功，将会解决上述电子引信存在的不足。

#### 4. 战术使用范围的扩大使手榴弹向着多品种和多用途方向发展

随着手榴弹战术使用范围的扩大，除了传统的“进攻”和“防御”手榴弹之外，还相继出现了反坦克、燃烧、烟幕、毒气、照明、催泪、眩目、干扰、震昏等手榴弹。目前的手榴弹向多用途方向发展，使一种手榴弹具有多种功能，扩大其使用范围。目前出现的多用途手榴弹主要有：手投、枪发两用手榴弹；进攻、防御组合式手榴弹；单体手榴弹、组合爆破筒式手榴弹；破甲杀伤手榴弹；杀伤、燃烧手榴弹等。

### 四、手榴弹未来的发展趋势

从目前各国正在研制之中的手榴弹来看，21 世纪初叶的手榴弹主要从效能、结构性能和重量三个方面进一步完善。

发展高效能手榴弹，要求手榴弹的破片向大小适中和高速化发展。在未来战争中，手榴弹主要用于城市巷战和其它近战场合，要求手榴弹的破片在近距离杀伤威力大，在 15~20m 外则没有致伤效果。

21 世纪初叶的手榴弹将普遍采用半预制和预制破片配以高能炸药，预计破片质量在 0.2g 以下。

手榴弹的性能更安全。目前几乎所有的新型手榴弹均采用杠杆式击发机构，这种机构使手榴弹无效质量降低到最低限度，但不够安全，这是未来手榴弹亟待解决的一大难题，通过改进结构设计使得手榴弹更为安全可靠。

广泛采用塑料。目前塑料只用来制造弹壳、引信的零部件，今后，除杀伤破片外手榴弹将趋于全塑化，并采用注塑工艺制造手榴弹的零部件，大幅度降低生产成本。

从质量和外形方面考虑，主要是子榴弹的全质量、形状、掷距、精度、携弹量等几个问题，其中手榴弹的全质量是关键，它直接影响其它几个问题。为了确定比较理想的弹的质量和形状，最近，国外做了大量试验。从图 5.1 中的试验结果来看，未来手榴弹理想的弹的质量在 250~350g 之间。

### 第三节 枪榴弹的现状及其未来发展趋势

#### 一、概述

枪榴弹是用枪和枪弹（或空包弹）发射的一种超口径弹药。

枪榴弹起源于 20 世纪初，当时虽已投入使用，但由于其性能差，枪损人伤的现象时有发生。到了 20 世纪中叶，随着整个科学技术的进步和发展，枪榴弹也和其它弹种一样，发生了一系列重大变化，尤其是近年来，在弹丸吸收器、战斗部结构的改进、引信的更新、火箭增程技术和新材料的应用，使枪榴弹从简化操作，扩大用途、增大射程、降低成本，保证安全等方面都有

显著提高。尤其是集破片和尾管双重作用的伸缩技术、弹丸偏导器技术和过弹系统等新技术和新结构，为枪榴弹发展开辟了新的途径。

## 二、枪榴弹在未来战场上的地位与作用

在未来战争中，战场上将会出现多个目标，对付任何一种目标可使用多种武器，枪榴弹只是其中之一，其功能和作用是有限的。从整个武器系统来看，枪榴弹只占有微乎其微的地位，而从局部来看，在特定条件下枪榴弹的地位和作用又不可低估。对步兵而言，枪榴弹在未来战争中的作用主要是：

### 1. 反坦克与反装甲

坦克、步兵战车及其它装甲目标仍然是未来陆地战场上的主要作战对象，对付这些目标虽然可以使用多种武器在较远距离上将其歼灭，但不可避免地有一些装甲目标靠近前沿。这时，导弹、各种火炮等都已无能为力，反装甲枪榴弹则可以从各个方向向装甲目标射击，使步兵在近距离上的反坦克、反装甲作战能力大为提高。尽管未来战场上的坦克、装甲用目前装备的枪榴弹难以将其击毁，但是 21 世纪初叶的枪榴弹的装药及结构改进，是能够对付战场上的坦克及装甲目标的。

### 2. 杀伤有生目标

步兵配置了杀伤枪榴弹，填补了手榴弹与迫击炮之间的火力空白，填补了步枪、机枪射击死角的火力，可有效地杀伤隐蔽物后面的有生目标。在城市巷战，山峦重叠和丘陵起伏的复杂地形或沼泽、丛林等地域作战时，这种具有一定威力、射程和精度的便携式武器更加显得灵活机动，得心应手。杀伤枪榴弹的使用使得步兵手中的武器做到点面结合、直射曲射结合。

### 3. 对付特种目标

在未来战场上，战场情况错综复杂、瞬息万变，步兵将会遇到各种各样的特种目标。这些目标都靠特殊兵种来支援，显然来不及，有时也不可能。因此，需要步兵必须自身携带特种效应武器，如燃烧弹、照明弹、烟幕弹等。特种枪榴弹的出现满足了步兵的这一需求。步兵可根据需要携行。

## 三、枪榴弹的结构、特点及现状

枪榴弹在结构上与尾翼稳定炮弹基本相似，所不同的只是多了一个用于发射的尾管装置。枪榴弹主要由引信、战斗部、尾管和尾翼（用实弹射击时配有弹丸吸收器）等几部分组成。不同弹种的战斗部结构也不一样。破甲枪榴弹战斗部目前采用的主要是空心装药结构；杀伤枪榴弹战斗部有半预制、全预制破片结构、铜珠结构等多种形式。特种用途战斗部根据不同战术要求具有特殊结构和功能。

迄今为止，据不完全统计，世界上生产和使用的枪榴弹有 90 余种，目前装备和使用的国家有 40 多个。比利时麦喀（Mecar）公司目前开发的 55mm BTU 枪榴弹系列包括杀伤、发烟、照明弹、装有通用弹丸吸收器，采用火箭增程技术，从而解决或缓解了枪榴弹威力、射程和后坐之间的矛盾，是目前世界上威力较大，射程（650 米）最远的枪榴弹系列。比利时 FN 公司新近推出的 39mm 伸缩式枪榴弹系列包括杀伤、训练、破甲、发烟和照明弹，具有体积小、重量轻、携带方便、使用安全、发射用弹适应性广的特点。该系列利用尾管

的伸缩和转动实现引信保险的解脱。

#### 四、枪榴弹未来的发展趋势

未来枪榴弹的发展趋势是：

##### 1. 弹质量小型化

大幅度减小质量做到质量小型化，这是枪榴弹未来的主要发展方向。今后，为了解决弹质量与威力之间的矛盾，在保证完成战术任务的前提下，将致力于改善战斗部的结构，并采用新的材料和选用新的材料。

21 世纪初叶的杀伤枪榴弹通过选用新的弹体材料，尤其是通过选用新型高能炸药，预制最佳破片结构，大大提高破化速度，使杀伤破片在能量不减的前提下，质量大幅度减小，这不仅使全弹重量大大下降，而且使有效破片数增加，杀伤威力增大。同样，破甲枪榴弹也将通过进一步改变战斗部的装药结构、配用高能炸药，改进战斗部本身的结构设计，使用相对密度小，强度高的新型材料，减轻弹重。

##### 2. 弹种系列化

未来的枪榴弹将进一步朝着弹种系列化方向发展，以适应 21 世纪初叶战场上步兵的防御、进攻、以及完成各种掩护任务的需要。在枪榴弹系列化的同时，更要注重枪榴弹各弹种零部件的互换性和通用性。

##### 3. 功能多样化

21 世纪初叶的枪榴弹将向一弹多用，一弹多能的方向发展，以满足步兵在未来战场上对付各种目标的需要，并且可减少弹种，简化供应，增大步兵携带量，不失时机地对目标进行攻击。在优化结构设计的前提下，一种枪榴弹可以根据需要，实施破甲、杀伤、燃烧，并可以用于手投或枪掷。

##### 4. 改进枪榴弹的发射方式

未来的陆战场，随着各种武器射程的提高，步兵对各种目标的交战距离拉长。目前世界各国装备的枪榴弹有效射程一般在 200m 左右，采用实弹发射最大射程一般也不超过 400m 范围，而且随着枪榴弹射程的加大，后坐能量将会达到人抵肩难以承受的地步。故未来的枪榴弹，大都将采用附加装药和火箭增程发射方式，随着火箭增程技术的不断提高，下一个世纪初的火箭增程枪榴弹的有效射程可望达到 1000m 以上。火箭增程枪榴弹和普通枪榴弹将都采用实弹发射。

#### 第四节 榴弹发射器的现状及其未来发展趋势

##### 一、概述

榴弹发射器是一种以枪炮原理发射小型榴弹的武器，因其外形结构与步枪或机枪很相似，故又有“榴弹枪”或“榴弹机枪”之称。

第二次世界大战期间，德国军队在改装的信号枪上配用相应的弹药，用来对付敌步兵和坦克，这种大口径战斗手枪可以算是榴弹发射器的雏形。60 年代初，以美国 M7940 毫米榴弹发射器为代表的新型面杀伤武器首次装备部队，投入使用。目前，已有美国、俄罗斯、德国、瑞士、韩国、南非、比利时等 10 余个国家装备了榴弹发射器。近年来的世界局部战争，如在英阿马岛

之战，前苏军入侵阿富汗，英军和前苏军都使用了榴弹发射器。尤其在海湾战争中，以美国为首的多国部队在步兵中配备了 M203 型 40mm 榴弹发射器，并在对付伊军的有生目标以及摧毁伊拉克防御工事等方面发挥了重要作用。

## 二、榴弹发射器在未来战争中的地位与作用

在未来战争中的陆战场，努力提高各军兵种协同作战的能力，已成为未来战争的客观要求和取得战争胜利的重要因素。而强调协同作战的同时，如何保证步兵分队的步兵与炮兵、步兵与坦克兵协同，如何支援处在火炮安全界的一线步兵，如何支援那些处于阵地犬牙交错，兵力胶着状态下作战的步兵分队，这是需要重视和解决的一个问题。人们通过对未来战争的推断和预测，认识到在努力提高各军兵种协同作战能力的前提下，提高各军兵种的独立作战能力，尤其是与敌方直接接触的步兵分队的独立作战能力已成为取得战争最后胜利的一个重要保证，榴弹发射器在这方面将发挥重要作用。

### 1. 提高步兵分队的独立作战能力

未来战场情况多变，在地形复杂或小分队出击作战的情况下，或在双方兵力相互渗透呈胶着状态，步兵与其它兵种之间的密切合作是困难的。在这种情况下，步兵只能依靠自身携带的武器进行自援、自救。

榴弹发射器是一种曲直兼顾、点面结合的多用途武器，它集枪炮的低伸弹道和迫击炮的弯曲弹道于一体，可摧伤开阔地带及野战掩体内的有生目标和轻型装甲目标，压制敌方火力点，摧毁其技术兵器和设施。榴弹发射器的装备，使步兵分队掌握了更为有效、更为灵活的压制武器，大幅度降低了步兵对上级压制火力的依赖性，提高其在未来战争中的独立作战能力。

### 2. 增大步兵面杀伤火力密度及其压制火力地带

榴弹发射器的使用加强了步兵的面杀伤火力密度，它与步兵分队的主要兵器如步枪、机枪等一起构成了点面结合、曲直衔接的火力体系，从而填补了手榴弹与迫击炮之间的火力空白，并能有效地支援火炮安全界内的步兵作战，使步兵分队面杀伤压制火力的地带延伸至 2000m 内。

### 3. 增强步兵对多目标作战的能力

未来战场上，步兵将会遇到各种各样的情况和目标。例如有生目标、装甲车辆、坦克等。榴弹发射器除主用弹外，还配有发烟弹、照明弹、榴霰弹等，供步兵依据战情选用，从而增强了步兵对多目标作战的能力。

## 三、榴弹发射器的结构特点

榴弹发射器武器系统包括发射器、弹药、以及瞄具等。发射器通常可按射击方式和操作方式进行分类，弹药可按发射原理和用途分类。

### (一) 发射器

#### 1. 单发榴弹发射器

单发榴弹发射器是一种只能单发装填、单发射击的榴弹发射器。其结构简单，主要部件除身管、机匣、瞄准装置、击发机构和保险机构外，根据附件（肩托、座板或连接座）又可分整体型和附装型。

整体型单发榴弹发射器是在机匣或击发机构的后方装有肩托或座板，自成一体，无需附加装置即可抵肩或抵地射击；附装型单发榴弹发射器，也称

为“枪挂式”榴弹发射器。这种发射器无肩托，只能附装在突击步枪或自动步枪的枪管下方，依靠枪械操作、瞄准和射击。在附装型发射上加装肩托支架或枪管支架，即可变成整体型单发榴弹发射器。

单发榴弹发射器结构简单、体积小、质量小。其质量在2~4kg，机动性和维修性均较好。但因抵肩射击后坐能量的限制，其初速常限制在100m/S以内，最大射程400m左右，战斗射速6~8发。

## 2. 自动榴弹发射器

自动榴弹发射器也称为榴弹机枪或连发榴弹发射器，是一种能自动装填实施连发射击的榴弹发射器。其基本结构和自动机工作原理类似于机枪，结构复杂。发射器主要零部件包括：身管、机匣、瞄装装置、击发机构和保险机构、供弹具、受弹机，自动机、握把、脚架及铰接头等。自动方式通常采用枪机后坐式和导气式，弹链或弹鼓供弹，配有与机枪相类似的机械或光学的瞄具、三角架，可进行自动和半自动射击。这种榴弹发射器配备辅助系统，还可以安装在直升机、舰船、装甲战斗车或其它车辆上使用。

自动榴弹发射器的突出优点是射速高、火力密度大，其理论射速可达300~400发/min，战斗射速100发/min左右。因其发射机/弹药系统质量多达45~65kg，机动性较差，一般由步兵战斗小组多人使用或机载、舰载、车载使用。

## 3. 半自动榴弹发射器

半自动榴弹发射器是一种能自动装填，但只能实施单发射击的榴弹发射器。其结构的复杂程度和重量均介于单发和自动榴弹发射器之间。发射器主要结构包括：身管、机匣、瞄具、击发和保险机构、小型供弹具、肩托，以及能实现自动装填的自动机。半自动榴弹发射器通常是依靠发射的火药气体的能量实现再次装填，采用弹匣或弹巢式供弹具，其结构外形与自动步枪和带肩托的转轮手枪相似。

半自动榴弹发射器的主要特点是，它既保持了单兵携行使用的灵活性，又增大了火力密集度和火力持续性，其发射器质量在6kg左右，由掷弹兵操作使用。由于可自动装填，战斗射速可达25发/min，最大可达60发/min。此外，半自动榴弹发射器能在不过分增加质量的情况下，提高了单件武器的压制能力，初速可达100m/S左右，最大射程400~600m。

目前，榴弹发射器发展的主要特点是：（1）单发榴弹发射器大多以美制40×46mmSR弹药为设计基准，在原撅把式和滑动式闭锁方式的基础上，发展翻新式和侧转式闭锁方式；（2）自动榴弹发射器大多以美制40×53mmSR弹药为设计基准，发展设计了新型供弹方式和自动方式；（3）弹巢供弹的半自动榴弹发射器由于其射速较高而且具有适当的火力持续性，对军界的吸引力较大，许多国家都正在列装；（4）美国的阿里安特（Alliant）30mm半自动榴弹发射器的出现，预示着新口径武器系统将不断涌现。

### （一）弹药

榴弹发射器发射的小型榴弹实质上是一种小型炮弹，具备了炮弹的一切特性，它是由药筒（室）、发射药、战斗部和引信四部分组成。

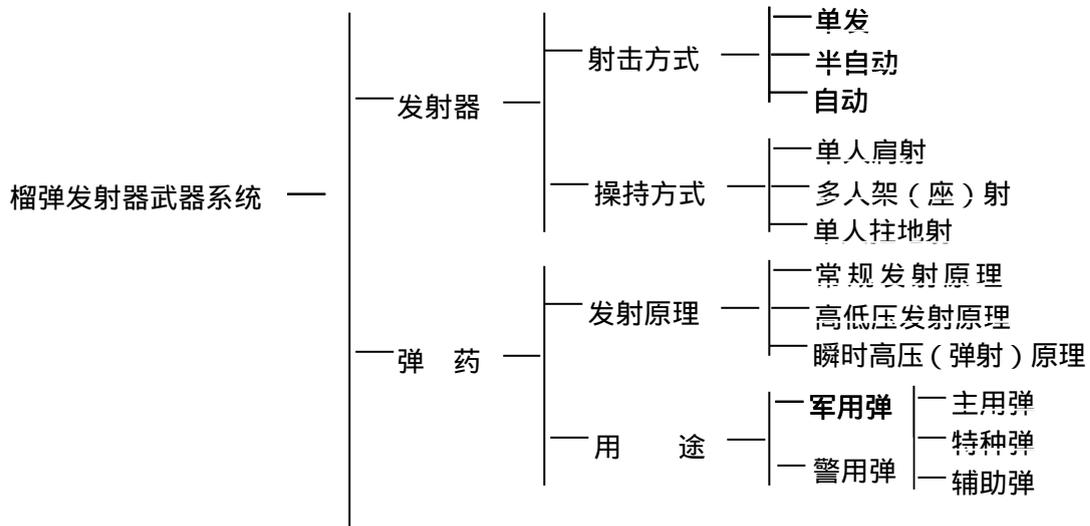
## 四、榴弹发射器的发展趋势

目前，榴弹发射器正在进入一个新的发展阶段。据初步统计，迄今装备

和使用榴弹发射器的国家近 40 个，可以预见，这种步兵多用途武器将有广阔的发展前景，在 21 世纪初叶的战场上，将得到广泛应用。预计，榴弹发射器未来的发展趋势是：

### 1. 减小系统质量

榴弹发射器武器系统分类如下所示。



和其它近战武器一样，大幅度减小现有榴弹发射器的系统质量，是榴弹发射器发展的方向。现有的自动榴弹发射器体积与质量均不理想，如西班牙圣巴巴拉 (Santa Barbar) 工厂研制的当今比较先进的 AGL—40 型 40mm 自动榴弹发射器，其质量力 30kg。很显然，只有大幅度减小质量，提高作战机动性，才能适应未来战争的需要。目前，人们业已注意到只有从自动榴弹发射器的自动原理上加以改进，才能从根本上降低系统的质量。

### 2. 改进系统总体布局

集点面结合、曲直兼顾与步枪合为一体的附装型单发榴弹发射器将有可能成为未来单兵榴弹的主要发展方向之一，并作为未来发展先进步枪的基本要求。英国、美国、德国军方都在设想 21 世纪初叶的单兵武器，将单发榴弹发射器以多种形式附装在步枪上，甚至合为一体。附装型榴弹发射器将有可能由手工装填的单发型发展成弹仓供弹单发型或半自动型，以提高战斗射速和火力持续性。

### 3. 提高威力、减小弹的质量

目前，小型榴弹的威力如手伤与破甲在同类压制武器中较差，虽然在精度和射程上优于枪榴弹，但威力远不如同弹径下的枪榴弹。特别是对于弹重在 300g 左右的小型格弹，进一步减小弹质量将有利于增大携带量和火力密度。因此，提高威力减轻弹质量是提高武器系统作战能力、减轻系统质量、提高机动性的重要途径。

### 4. 研究新技术、探索新原理

21 世纪初叶的榴弹发射器的改进，人们将致力于探索各种增程技术和新的发射原理。如人们目前正在研究的火炮增程原理若采用随行装药技术，在适当的时候将转用到这种似枪非枪、似炮非炮的边缘武器上来，以增大这种武器的射程。在榴弹发射器现有的高低压发射原理和瞬间高压发射原理发射弹药的基础上，探索新的发射原理，以提高榴弹发射器的性能。

## 第五节 便携式火箭发射器的现状及其未来发展趋势

### 一、概述

便携式火箭发射器是一种步兵携行和使用的用来发射火箭弹的近战武器。据史料记载，中国早在公元 969 年（宋太字开宝元年）冯继升和岳义两人就发明了世界上最早、最原始的火箭。公元 1598 年，即明神宗万历 26 年，赵士祯又发明了“火箭榴”，它可以赋予火箭以射角和射向，提高了射弹精度，成为当今火箭发射的雏形。1916 年坦克问世以后，出现了坦克与反坦克武器对峙发展和相互竞争的局面。中国的火箭技术与马克斯·冯弗特尔早在 1883 年发明的空心装药相结合，为研制早期反坦克火箭发射器打下了基础。

1940 年 6 月法国人德拉朗德被法国国防部派往美国，参加新型战斗部的研制工作，继瑞士莫奥普之后，又一次成功地把空心装药应用到军事，经过一系列的研究试验，最终产生了世界上第一具口径为 60mm 的反坦克火箭发射器（巴祖卡 M1 型）。

第二次世界大战之后，随着坦克及装甲车辆防护能力的提高，促进了火箭发射器的发展。50 年代中期，相继出现了美国的 M20，苏联的 P—2、法国的 M50 等战后发展起来的第一代反坦克火箭发射器。

60 年代中期至 70 年代末，地面战争的装甲化促进了反坦克火箭发射器的进一步发展。这期间，随着新材料、新工艺和新原理广泛应用于火箭发射器上，原有的火箭发射器得到了一系列改进。武器系统质量减小，破甲厚度增大，一般都能击穿后的第二代坦克的主装甲，并出现了一些弹筒合一的一次性使用的新型号，从而产生了第二代反坦克火箭发射器。如美国的 M72A 系列、苏联的 P—7 系列、法国的 F1、西德的 P2F—44—2A1、中国的 70 式 62mm 火箭发射器以及 79 式 70mm 手持反坦克火箭等。

80 年代以来，由于复合装甲的广泛应用，使得坦克的防护能力得以提高，尤其是披挂式反应装甲的出现，促进各国研制新一代步兵反坦克火箭发射器。第三代步兵反坦克火箭发射器，尤其是重型火箭发射器通过加大弹径、采用高能炸药、应用新材料改进药型罩结构、设计最佳炸高或串联战斗部等技术途径提高破甲威力，如瑞典新研制的 AT12T、德国的“铁拳 3”等。

90 年代，在坦克上出现了复合、反应、披挂三位一体的装甲，第三代反坦克火箭发射器的威力已对付不了这种三位一体的装甲。面对这种情况，西方发达国家正试图探索新一代步兵反坦克武器，即第四代反坦克火箭发射器以及其它反坦克武器。

### 二、便携式火箭发射器在未来战争中的地位与作用

在 21 世纪初叶的地面战场上，坦克仍将是主战武器。无疑，坦克也将对步兵构成重大威胁。随着便携式火箭发射器反坦克、反装甲性能的提高，并因其质量小、机动性能好，将在步兵反坦克、反装甲目标的战斗中具有其特殊的优势。

1. 将成为步兵班用反坦克、反装甲的骨干火力

21 世纪初叶的陆战场，第四代坦克将大量投入使用。目前，国外正在研

制的第四代火箭发射器通过挖掘聚能装药的潜力，发展多级串联战斗部，采用遥感、遥控技术，实现火箭发射器自动瞄准射击，专打坦克侧甲等薄弱部位，以及现在研制的新型高能炸药的进一步应用于火箭弹的战斗部，大幅度提高破甲性能，将使火箭发射器成为未来战场步兵反坦克、反装甲的骨干火力。

#### 2. 将能够增强步兵的独立战斗能力

未来的火箭发射器将逐渐发展成为具有破甲、杀伤、燃烧、发烟、照明等多种作战效能的近战武器，可以对付未来战场的多种目标，执行多种战斗任务。从而，可减少步兵对炮兵等其它兵种（器）火力的依赖性，提高步兵的独立作战能力。

#### 3. 可以成为其它兵种的自卫武器

炮兵、装甲兵等的反坦克武器射程远、威力大，是诸兵种主要反装甲火力。但是，一旦这些武器遭到毁坏，火箭发射器就可能成为抗击对方坦克、步兵战斗车的自卫武器。此外，火箭发射器也可以成为未来的快速反应部队、空降兵等的多用途武器。快速反应部队、空降兵等兵种军事行动的特点是行动快速，携带武器弹药有限，目标多样化，而多用途的火箭发射器将是它们装备的武器装备之

### 三、便携式火箭发射器的结构特点与现状

对于便携式火箭发射器，由于各国的使用观点不同，导致设计思想也各不相同，其结构性能各具特色。便携式火箭发射器主要由发射筒、击发装置和瞄具组成。火箭弹主要由战斗部、引信，发动机和尾翼组成。

目前，各国使用的反坦克火箭发射器最突出的问题是威力不足。为此，各国在改进现役火箭发射器时，都把提高威力作为首要任务，近年来研制的新一代反坦克火箭发射器口径或弹径一般都增至 80~120mm。如法国的“萨布拉岗”弹径达 130mm，破甲厚度提高到 900mm。

炸药是破甲弹战斗部的能源，采用高爆速炸药是提高破甲性能的重要手段。过去大多数破甲战斗部采用以黑索金为主体的混合炸药，爆速在 8400m/s。近年来，一些国家采用以奥克托金为主体的混合炸药，爆速可达 8800m/s，以上破甲威力也相应地提高。

破甲弹是利用聚能效应靠射流侵彻装甲的，其侵彻深度与炸高有密切关系，一定的装药结构对应一个最佳炸高。80年代，在战斗部设计中，往往因全弹长的限制，炸高偏小，影响破甲深度。近几年来，一些国家在改进战斗部的设计过程中，在战斗部前端设置一个可伸缩炸高探头，如德国的“铁拳3”的破甲弹和法国的 AC300“丘比特”火箭弹都在战斗部前端设置可伸缩炸高探头。

近年来，许多国家为了提高破甲深度，致力于改进破甲弹的重要部件——药型罩的结构。经研究发现，药型罩的结构和材质与破甲弹的破甲性能关系很大。传统的聚能装药采用单锥药型罩和冲压成型工艺，由于工艺落后，加工精度与破甲效果难以控制，经改为双锥或多锥药型罩，同时采用冷挤压或旋压成型工艺，不但能使射流速度梯度匹配更加合理，改善射流的连续性，而且药型罩的母线加长，增加了有效装药量，使得射流能量分配与利用更加合理。通过改进药型罩的结构及其成型工艺，破甲弹的破甲深度提高大约 20

%。此外，经过大量实验研究和实际使用证明，火箭发射器的战斗部形成的射流的稳定性和连续性除与药罩结构的成型工艺有关外，还取决于其材质的强度、密度和延展性等特征。传统的药型罩材料为紫铜材料，目前一些国家使用钨合金做药型罩材料，以增加射流密度，延长射流断裂时间。还有一些国家用金、钽、镍和铀做药型罩材料，如美国在对瑞典 AT—4 火箭发射器作了改进的基础上，设计成 AT—8 火箭发射器，在其空心装药破甲弹上使用了半球形贫铀药型罩，将破甲弹的穿深由 450mm 增至 700mm。

为了提高破甲弹的破甲威力，一些国家还发展了串联式聚能装药技术，串联即在战斗部轴线方向依次设置两个或多个聚能装药，按照一定能量和时间匹配依次起爆，实施连续侵彻，从而大大提高破甲威力。前苏联的 P—16 火箭的战斗部采用这种装药结构后，弹径从 85mm 减小到 73mm，破甲穿深从 320mm 提高到 375mm 以上。

目前，火箭发射器的发射方式也有了较大改进，例如有些国家的火箭发射器采用高低压原理发射装置，这种动力系统的特点是，发射药在高压室内燃烧产生的燃气由高压室释放出来，进入低压室，在低压室膨胀做功，拉断高压室与弹丸之间的连杆（即解脱销），弹丸在向前运动的同时，燃气通过铝质喷管向后排出，使发射筒保持平衡。正因为采用了这种二次膨胀做功技术，大大减小了发射筒质量，同时噪音也小，约 170dB（分贝），后喷火焰少，对射手的伤害减小。

近几年，对火箭发射器发射方式的改进，还表现在一些国家在逐步淘汰 70 年代根据戴维斯原理研制的无气体流动全封闭式平衡抛射系统，采用半封闭式平衡抛射装置来发射超口径火箭增程弹，解决了威力不足的问题，同时也使整个武器重量大大减轻，体积减小。目前美国等一些国家正在研制的火箭发射器均采用了半封闭式平衡抛射装置。

目前，比较先进的火箭发射器是德国的“铁拳 3”，该发射器除能肩射外，还有轻、重两用发射架，可发射弹径 84~125mm 的多种弹药，故是一种能在有限空间发射的多功能近战武器。其主要战术用途是：反坦克、反装甲、摧毁野战工具，杀伤有生力量，施放烟幕和实施照明等。“铁拳 3”火箭发射系统由射筒、发射装置和超口径火箭增程弹等三大部分组成，其发射方式采用当今最先进的半封闭式平衡抛射装置，该发射器发射超口径火箭增程弹的种类之多，在迄今为止的火箭发射器中是独一无二的。

#### 四、便携式火箭发射器的未来发展趋势

预计便携式火箭发射器未来发展总趋势是：

1. 采用新技术，改进结构设计，进一步提高武器系统的威力、射程和精度

21 世纪初叶，随着第四代主战坦克、装甲车辆大量投入战场使用，需要相应提高火箭发射器的破甲威力，在现有基础上继续增大战斗部直径，将会加大武器系统的质量，降低武器系统的机动性。今后提高武器系统威力的主要途径是，研制高性能炸药，进一步改进药型罩的结构、材质及加工工艺。例如，目前一些国家正在实验的双金属复合药型罩，外层是轻质金属，以减小药型罩的质量，提高压垮速度和射流速度，有利于提高破甲穿深。

提高火箭发射器的射程，主要着眼于提高其初速。由于推进剂是火箭发

射器的动力系统的能源。为使射弹在膛内获得较大的推力和初速，将需要研制新型推进剂。例如，美国研制成功的含碳硼烷的高速燃烧推进剂，英国研制了含铝端羟基聚丁二烯速燃推进剂，法国改进设计的截面积呈“ ”型的药柱的双基推进剂等等；都不同程度地提高了火箭发射器的初速。

未来的火箭发射器将采用性能先进的瞄准系统，以提高射击精度。研制能自动瞄准、测距和赋予提前量的夜视瞄准镜、微光瞄准镜。微型激光测距仪、弹道计算机、角速探测器将装备在 21 世纪初叶的火箭发射器上，以提高武器的命中概率。

### 2. 广泛采用遥感遥控技术，实施武器的自动瞄准射击

21 世纪初叶的战场上，为了尽量减少伤亡，提高战场生存能力，目前一些国家正在研究在火箭发射器上配用光、声、震等多种传感器，制成不用人员操作的遥感式反坦克火箭发射器。新研制的传感器将要比目前的红外、毫米波、电视和光纤传感器的体积小、灵敏度高、作用距离远。当目标进入传感器作用范围时，探测传感器接收来自目标的信号并传输给微型计算装置，计算目标的距离、运动速度和最佳击发时间，自动控制武器系统瞄准射击。

### 3. 采用新型复合材料，减小武器系统质量

总的来说，目前的火箭发射器的发射筒基本上是由金属材料制成，比较笨重，为了适应 21 世纪初高度机动性作战的要求，未来的火箭发射器将采用强度高、质量小的新型非金属材料，例如高性能的碳纤维增强塑料、凯夫拉增强塑料等用来制造火箭发射器的发射筒、发动机壳体等主要部件，以大幅度减小武器系统的质量。

## 第六节 单兵导弹

单兵导弹是单个士兵携行、用于近距离作战、带有制导系统的火箭武器。单兵导弹是步兵不可缺少的武器装备。

40 年代初，德国军方首先研制了无线电制导的反坦克导弹。二次大战后，美国、苏联等国开展了导弹的研制工作。进入 50 年代，随着近代力学、高能燃料、自动控制、新材料、白光技术的发展，一些科学技术比较发达的国家，先后研制出各种用途、各种类型的导弹。供单个士兵携带和使用的便携式单兵导弹，出现于 70 年代初。目前，第三代单兵导弹即将投入使用。

### 一、单兵导弹在未来战争中的地位和作用

21 世纪初叶的空地一体化战场上，以坦克为主的地面装甲和武装直升机成为步兵的两大威胁。为了不断加强将来步兵反坦克、反装甲目标、反武装直升机的能力，目前各国都在强化步兵对地对空的两种手段，单兵导弹正处于进一步发展之中。可以预见，单兵导弹在未来战场上的作用将是十分重要的。

#### 1. 提高步兵独立作战与整体作战能力

在未来战场上，步兵执行攻防任务，将会来自地面装甲群体和空中武装直升机全方位、大纵深和立体化的攻击。步兵手中需要配备反坦克导弹和防低空单兵导弹，以对付这些来自地面和空中的目标。即使在其它兵种的地面火力不能支援的情况下，也能够具有一定的进攻和防护能力。

与其它近战轻武器相比较，单兵导弹可以通过制导系统控制导弹的飞行轨迹，将导弹导向目标，故具有更高的击中目标的概率。由于单兵导弹的弹径较大，因而它对目标的毁伤能力较强。例如，单兵使用的“米兰”反坦克导弹，在250~2000m的距离上，命中概率为98%，击毁概率为90%。改进后的“米兰”—2对坦克的毁伤能力更强。瑞典的“比尔”导弹，能在瞄准线上方0.8~1m的高度飞行，能够专门打击坦克防护薄弱的顶部。目前，法国、德国和英国正在进行取代“米兰”反坦克导弹的AC3G—MP导弹研制计划。

AC3G—MP反坦克导弹的质量比“米兰”反坦克导弹的质量要小，由于采用大口径空心装药战斗部，其穿甲能力提高20~40%。在未来空地一体化战场上，单兵导弹与其它反坦克和防空武器配合，能形成完整的反装甲与防空火力体系，步兵的整体作战效能将大大提高。

## 2. 提高步兵机动作战能力

单兵导弹比起其它对付坦克和低空武装直升机的武器，加小口径高炮和车载防空导弹来讲，体积小、质量小。单兵导弹的质量通常在10~20kg左右，即使在山岳、丛林、水网以及沼泽地带等特殊的地理环境下，也便于步兵携行。由于其质量小、体积小，可以在任何地形和任何条件下灵活使用，因而单兵导弹是步兵分队中机动性较好、威力较大的反坦克装甲目标，反武装直升机的主要武器，对提高步兵的机动作战能力起到至关重要的作用。

## 二、单兵导弹的结构与特点

单兵导弹的类型比较多，其特点也各不相同，但是从导弹武器的一般结构来看，主要由导弹、地面控制设备和导引发射装置等组成。

### 1. 导弹

导弹通常由弹体、战斗部、制导系统、动力装置、电源等组成。

(1) 弹体：弹体的作用是将导弹的各个部件连接成一整体，弹体一般包含弹身、弹翼和舵面等。

(2) 战斗部：战斗部的作用是在导弹命中目标时，能有效地摧毁和杀伤目标。对付不同目标应使用不同的战斗部。单兵反坦克导弹多数配用破甲战斗部或配用可攻击坦克顶甲的自毁破片战斗部。单兵防空导弹一般配用杀伤战斗部，其结构形式有破片型和连续杆型等。

(3) 制导系统：导弹的制导系统一般由导引系统和控制系统组成。导引系统的作用是将导弹导向目标。因此，需要不断测量导弹与目标的相对位置及其偏差，并向导弹发出修正偏差或跟踪目标的控制指令。控制系统的作用是根据控制指令操纵导弹改变飞行姿态，使导弹按要求的方向和轨迹飞行，直至命中目标。

(4) 动力装置：动力装置的作用是保证导弹获得所需的射程和速度。单兵导弹通常有起飞和续航两个发动机。起飞发动机的作用是给导弹一个较小的初始飞行速度，而续航发动机则是增大和维持一定的飞行速度。

(5) 电源：单兵防空导弹和少数单兵反坦克导弹，弹上都有电源，供给导弹各分系统工作用电。多数单兵反坦克导弹上没有电源，由地面电源通过传输导线供弹上系统用电。

### 2. 地面导引系统

大多数单兵反坦克导弹都采用三点法导引原理，设有一套完整的地面导

引系统。该系统通常包括光学瞄准镜、红外测角仪和微处理机等。

### 3. 地面控制与发射装置

大多数单兵防空导弹都有一整套完整的瞄准控制和发射系统，其作用是识别和瞄准目标，赋予导弹一定的发射方向和角度，按照制导系统的要求，完成规定的射击准备，起动导弹并发射出去。该系统包括发射筒、敌我识别器、光学瞄准镜、目标指示器、电子组件、击发机构、冷却装置和电源等。

## 三、单兵导弹的现状和未来发展趋势

单兵导弹通常是指单兵反坦克导弹和单兵防空导弹。

### 1. 单兵反坦克导弹

英国、法国和苏联等国家在 50 年代末至 60 年代初，先后研制了第一代单兵轻型反坦克导弹，并于 60 年代中期正式装备部队。第一代单兵反坦克导弹对射手要求比较高操作比较困难，命中概率只有 60% 左右，至 80 年代已基本退役。

60 年代至 70 年代末期，美国、苏联、法国等国家相继研制了第二代轻型反坦克导弹。如美国和法国于 80 年代研制并装备部队的“坦克破坏者”和“ACCP”单兵反坦克导弹。与第一代反坦克导弹相比，其特点是采用光学瞄准，红外跟踪，自动导引，有线传输指令。其操作比较容易，命中概率在 90% 以上。

随着第三代主战坦克的出现，复合装甲、爆炸式附加装甲的广泛投入使用，第二代单兵反坦克导弹的威力显然已经不够。鉴于本世纪内投入战场的主战坦克将以第三代为主，以第二代及其改进型为辅的预测，考虑到第三代单兵反坦克导弹要在 90 年代中后期，甚至下一个世纪初才能投入使用，这就出现了反坦克导弹发展历史上的一个特殊过渡时期（约 15~20 年）。在这个时期内，美国、英国、法国等国家一方面尽力改进现装备的第二代单兵反坦克导弹，另一方面又在根据未来战场的作战要求，加紧研制第三代单兵反坦克导弹。

未来单兵反坦克导弹总的发展趋势是：

(1) 突出威力，强调轻便性。单兵反坦克导弹的威力和机动性二者之间一直存在着矛盾。尤其是在装甲防护性能有了突破性发展的新形势下，要解决威力与机动性的矛盾就更为困难。美国、法国等国家在研制用于对付第三代坦克的单兵反坦克导弹期间，采用了串联式空心装药战斗部，把威力小些的次弹药配置在主弹药之前，这种结构的战斗部可以有效地击穿挂装爆炸反应装甲的复合装甲。目前北约的一些国家除了研究专攻坦克的薄弱顶部的攻击方法以外，还在研究战斗部的新的自导系统和结构，提高对坦克顶部的攻击能力。

(2) 提高命中概率。目前，第二代单兵反坦克导弹在昼夜能见度好的条件下发射时，对目标的命中概率力 90% 左右。北约要求第三代单兵反坦克导弹要有更高的对目标毁伤概率，拟采取高速电子计算微处理器代替目前使用的连续式计算机。为未来导弹研制先进的自动寻的头，如辐射寻的头。为提高单兵导弹的抗干扰能力，在导弹的探测跟踪光学系统中设置滤光器，在导弹的操作控制系统中设置微处理机等。

(3) 能对地对空两用。在未来战场上，地面坦克和空中武装直升机对步

兵构成严重的威胁。西方国家在发展第三代轻型反坦克导弹时，都把攻击武装直升机确定为导弹的辅助性作战使命。2. 单兵防空导弹 50 年代末至 60 年代初，美国、苏联等国家率先研制了第一代单兵肩射式防空导弹，如美国、苏联、英国在 60 年代中期先后研制和装备了属于第一代类型的“红眼睛”、“箭”和“吹管”等单兵防空导弹。第一代单兵防空导弹基本上采用被动红外寻的制导和无线电指令制导方式，不仅射手操作困难，对目标的命中概率也较低，一般在 40% 左右。

70 年代末 80 年代初，美国、英国等国家研制了第二代单兵防空导弹并装备部队，如美国的“尾刺”、英国的“标枪”、苏联的“SA—14”等。第二代单兵防空导弹除安装敌我识别器外，对空中目标都具有全向攻击能力，同时抗干扰能力也比较好。

进入 80 年代后，英国和日本开始着手进行第三代单兵防空导弹的论证、研究，预计本世纪末或下世纪初将装备部队使用。

未来的单兵防空导弹的发展趋势是：

(1) 增强抗干扰能力。在第三代单兵防空导弹中将采用更为先进的制导方式，减小受红外诱饵和强热幅射源的欺骗，以提高抗干扰能力。预计第三代单兵防空导弹将实现电子化，如将第三代防空导弹的红外跟踪器更换成电视摄像机跟踪系统，以提高制导精度，实现较远距离的自动跟踪。在第三代单兵防空导弹上采用红外热成像导引头，增强全向攻击和抗干扰能力。设置微处理机，对抗干扰逻辑电路实施最佳控制。采用信息处理机，提高对目标的识别能力。

(2) 改进战斗部结构。第三代单兵防空导弹，在战斗部口径不宜再增大的情况下，改进其结构设计，如配用能精确测高的激光近炸引信和触发引信，在战斗部壳体内装高能炸药和穿透能力很强的钨球。设置多弹头导弹，如英国目前研制的“星光”防空导弹，一枚导弹包括几枚高精度和高机动性的弹头，每个弹头包含一个榴弹战斗部，以提高导弹对目标的毁伤能力。

(3) 对空对地兼用。第三代单兵防空导弹，在不过多增大其体积的前提下，配用两种不同的战斗部。配备内装高能炸药的杀伤战斗部，并配用红外近炸引信和触发引信，以用于对付空中飞机、武装直升机等目标；配备聚能装药战斗部，配用触发引信，用于攻击地面轻型装甲和水面小型舰船等目标。

## 第六章 防暴轻武器的现状及其未来发展趋剪

### 第一节 防暴轻武器的用途及特点

防暴轻武器也称控暴轻武器（以下简称防暴武器），主要是指用于防暴的武器、弹药及其附属装防暴武器主要用来装备防暴警察，用以配合防暴警察的防暴措施及装备，防范和控制违法分子的暴力事件的发生和发展，并将违法分子驱散、瓦解、制服、逮捕或杀伤。

近年来，国际性的走私、贩毒、绑架、暗杀、抢劫、劫机等犯罪事件和恐怖活动日渐增多，为了对付日益增多的暴力事件，维护社会的治安与稳定，世界各国都比较重视防暴武器的研究和发展，制造出了门类众多、配套齐全的防暴武器系列。而且，防暴武器随着现代科学技术的发展，更新的周期越来越短，发展的速度越来越快。

由于防暴武器在装备对象、使用目的等方面与一般性的军用武器有所不同，故防暴武器有如下一些主要特点。

#### 1. 对打击对象的低杀伤性、非致死性

防暴武器的使用，目的不是将打击对象击毙，而是在短时间内，使其丧失活动能力和反抗能力。因此，防暴武器的打击威力都有一定的范围。例如，电击武器的使用，其电压都在非致死性打击范围之内，防暴手榴弹和防暴枪榴弹的使用，其破碎弹片不致使人员致残，故弹体外壳材料多为软性材料制成。

#### 2. 携带隐蔽，操作使用方便

由于防暴武器大多是在城镇以及人员比较密集的地域或场所使用，且与使用对象的距离很近，甚至有时是直接靠近使用对象。故此，防暴武器携带隐蔽性要好，不容易被犯罪分子发现；在危急时刻，要求防暴武器操作尽可能简单、方便；打击速度快，见效快，能够在尽可能短的时间内，扼制暴力事件的发生、发展、或减轻所造成的损失及伤害。

#### 3. 防暴武器的使用对环境的损坏程度小

暴力事件的肇事者或不法分子经常抢占要害部门、场所或者把持要害设施，劫持人质或携带贵重物品，防暴武器的使用不致使重要设施加博物馆、展览馆、交通与通信工具、桥梁、电站等受到损坏。故防暴动能弹、爆炸弹等一般可在爆开时不破坏或少破坏重要建筑与设施。

各种用于反动持飞机的防暴武器，在飞机飞行中使用，可以不穿透机壁、油箱，以防飞机失控或爆炸而坠毁。

另外，各种有燃烧效应的防暴武器，在使用时，一般不会引起周围着火，引发火灾。

#### 4. 防暴武器多配有安全保险装置

防暴武器、弹药一般都有运输、贮存、携行操作、使用、射击保险等结构和装置。因此、可防止出现自行作用、走火、爆炸、燃烧、漏毒等现象。由于防暴武器大多是近距离仓促使用，各种保险机构既要安全，又不能贻误战机。例如，防暴电击武器既有功能开关，又有保险开关，有的还带有电脑控制的密码开关。防暴弹药能经受一定期限的储存和运输中的振动，注意子弹壳与装填物间相容性，密封可靠，不泄漏毒气，不与空气作用而使弹药爆炸或燃烧。许多防暴手榴弹都有投掷后不能被对方捡起反投回来的措施。如

使用延期时间短，可在空中炸开，落地或碰到人体能瞬时作用，落地后能迅速分成很多小块。

5. 防暴武器能产生多种终点效应，而且不致命、不致残，又能使对方迅速丧失战斗力

有的防暴武器，如防暴毒气手榴弹，采用的毒剂在燃烧或爆开后形成的烟雾、气溶胶，接触人体皮肤、粘膜或随呼吸进入人体内，在较短时间内，使人流泪、打喷嚏、咳嗽、恶心、呕吐、胸闷、奇痒、甚至昏迷、失能等，以致丧失活动能力或迫使其迅速逃离现场。

动能防暴手榴弹，其弹壳破片和在弹内预制的小弹多采用塑料或软性材料制成，以其动能击中对方，使其疼痛难忍，暂时失去活动能力，伤处一般出现红肿，但不致命亦不会永久致残。

一些防暴手榴弹或枪榴弹使用后，能产生强烈的声、光等效应，其声强可达到 180dB，使人耳暂时致聋；强烈闪光瞬时可达 407.6 ~ 509.5 万 cd (坎德拉)，光强可使人眼短时间失明。这些效应可单独使用，也可综合于一弹，构成二源、三源或多源防暴手榴弹或枪榴弹，使对方暂时失明、失聪、失能等。

采用彩色涂料或电信号发生器等制成的防暴弹药中的标志弹，使用后能附于人体，不易去掉，便于追捕。采用玻璃球、润滑液等制成的阻滞弹，能在弹着时，将其散布于沥青或水泥地面，使对方无法站稳、行动，用来限制其活动范围，阻滞其行动。防暴标志弹与阻滞弹属防暴战术辅助弹，在使用时，不会以其动能或爆炸冲击使对方致命或致残。

6. 防暴武器对打击目标的准确性能要求不高

总体来说，防暴武器一般都在近距离内使用。如防暴电击武器在靠近使用对象的 1 ~ 2m 内使用；防暴手榴弹、枪榴弹的投掷或投射距离一般也在几十米范围内；防暴刺激性喷射武器通常也在较近距离内使用，故对打击目标的准确性能要求不高，防暴霰弹枪属于面目标武器，对射击精度要求也不高。只有少数防暴武器，如防暴手枪、步枪等要求较高的打击目标的准确性，有的要求使用时只能准确地击中特定目标，而不能伤及无辜人员，故这类防暴枪械通常配备精密的瞄准装置。

## 第二节 防暴轻武器的类型、结构特征及其未来发展趋势

目前，世界各国防暴轻武器的种类繁多，按照其使用方法、结构特点、终点效应等基本上分为 3 类，即防暴电击武器、防暴刺激性武器和防暴枪械弹药。

### 一、防暴电击武器

防暴电击武器是以电能作为打击能源的防暴武器，以其在瞬时释放的高压电能作用于人体，而使打击对象短时间内丧失进攻或反抗能力，电击武器是防暴的主要武器装备之一，其应用范围十分广泛。传统的电击武器即人们通常所见的电警棍，由棒体、电池、电击开关、保险开关、高压电源发生电路以及位于棒体前端的放电片等部件组成。近年来，随着科学技术的发展，国内外的防暴电击武器装备有了较大的改进，其结构类型更加多样化，其功

能也颇齐全。目前，国内外已研制和投入使用的、性能先进的防暴电击武器有以下几种类型：

### （一）常用的几种防暴电击武器

#### 1. 伸缩型防暴电击武器

目前，我国使用的电击武器的电击距离通常为 0.3~0.4m，具有一节伸缩杆的电击武器，其电击距离也仅为 0.5m 左右，而对于超出这一距离的电击对象就显得无能为力了。为了扩展电击武器的电击距离，近几年来国外已陆续开始生产出具有多节伸缩功能的电击武器。例如，英国生产的自弹出剑式电击武器，台湾生产的 TITAN—M 型中型伸缩电击武器等，两者的基本结构是由四节伸缩杆、手把壳体、弹簧、弹射杆、扳机杠杆组件、高压包、蜂鸣器、电池、开关、保险开关等部件组成。使用者可根据使用的需要，通过自动控制开关自动弹出 1~4 节伸缩杆，伸缩杆全部弹出即可电击 1m 以外的电击对象。这种电击武器结构精巧，威慑力强，触点距高远，使用安全，且便于使用者携带。

#### 2. 调压式防暴电击武器

通常，调压式防暴电击武器的电击电压在 10~15kV 左右。国外一些国家防暴警察配备的电击武器的电击电压已达 30~40kV 以上。在实际使用的过程中，根据使用场合及打击对象的不同，有时需要使用不同的电击电压，才能达到最佳使用目的和效果。尤其是遇到突如其来的暴力事件，在一段时间需要即刻使犯罪分子完全丧失一切活动能力，就需要电击武器施以较高电压，以防患于未然。而在通常情况下，只需施放中、低电压即可。

为此，目前国外已研制出可调压电击武器。美国人杰拉尔德（Gerald）等研制的电击武器，其电压可根据需要调整。这种调压式电击武器主要由壳体、直流电源、高压电路、振荡电路、调压开关、电击头等组成。其特点是设置的振荡电路可调节电击电压，一般可在高、中、低电压范围内调压。这种调压式电击武器的出现，给公安、保安人员在使用中带来很大方便。使用者可根据突发事件的紧迫程度，打击对象的年龄、性别、衣着厚薄、以及身体状况等施以不同的电压，可以做到既不给打击对象造成致命性伤害，又能最大限度地扼制其暴力行为。

#### 3. 密码式多功能防暴电击武器

现有的电击武器基本上是通过设置简单的通断开关来实现其功能控制的，任何人仅需要按动其相应的功能开关就能使其功能得到利用。这种电击武器虽然使用方便，但也因存在着丢失、被盗或者在搏斗中被犯罪分子抢夺，成为其手中的攻击性武器的不足。

美国人拉瑞罗旺等在 90 年代初发明了一种带有微电脑控制密码开关的电击武器，这种电击武器的密码输入位于棍体上的微电脑内，如果使用者输入错误的密码，则该电击武器的所有功能将无法实施。

#### 4. 防夺型防暴电击武器

常规的电击武器是依靠在棒头的电极触头上产生高压电击火花恐吓、捉拿、制服犯罪分子。其缺点是遇到犯罪分子抢夺电击器的棒体时均不具有高压产生，一旦犯罪分子抓住棒体部件将电击器夺去，警察、防暴人员的自身防卫和制服犯罪分子将面临困难。

防夺型电击武器主要包括高压绝缘内管、棒体衬管、高压发生器、电击触发头、聚光照明灯、高压绝缘胶套、高压手柄胶套，带状防夺片、圆形棒

头等。其中带状防夺片在正常情况下使用时不产生火花，只有在棒头处产生蓝白色粗条状高压电击火花。当犯罪分子抢夺电击器时，只要用手触及到棒体上的带状防夺片，立即就会被高压电击，从而有效地控制电击武器被抢夺。

#### 5. 多功能防暴电击武器

据美国专利报道，美国新近研制了一种多功能电击武器。这种电击武器由主体外壳、微电脑、电源、高压发生器，声发射器、光发射器、电磁发射器、电击头、无线电通讯联络部件、功能开关、密码开关等主要部件构成。这种电击武器，可以实施近距离电击，发射电击弹的远距离电击，发射强声、强光、强电磁波，发送和接收特定的通信联络信号。此外，这种电击武器还可以输入密码，具有防抢夺、防盗窃、防丢失的使用保险功能。该电击武器，除了体积稍大外，是目前世界上功能最全、性能比较先进的电击武器，初具21世纪初高性能电击武器的雏形。该电击武器如图6.1所示。

6. 非接触式防暴电击武器通常的电击武器是依靠其电击头等部件接触使用对象。但是，对于距离稍远的电击对象就显得无能为力了。所谓非接触式防暴电击武器则不是借助电击头或电击片接触人体，而是利用喷射带高压的导电液柱接触人体施放高电压电流。英国人韦恩赖特和巴兹尔·埃尔研制的能发射导电液柱的非接触式防暴电击武器，主要是由导电液存储系统、导电液发射系统，两只分别喷射正负高压电液的喷嘴、导电液喷射控制开关，高压电源及高压电路电压强度控制开关等组成。该电击武器最远喷射的高压导电液柱可达15m，最高导电液电压超过40kV，电流强度在100mA以上，足以使打击对象致死。这种电击武器一般是由使用者背挎在肩上，其电液存储量大、威慑力强，主要是对付群体打击对象。

#### 7. 手枪式防暴电击武器

手枪式防暴电击武器的外形像一支手枪，其特点是体积小、隐蔽性能好、便于携带，主要是用来发射电击子弹，非致死性击中打击对象。

这种电击武器的结构大体上与普通手枪类似，包括枪体、枪管、扳机、内外套筒、弹头、电子升压器、电源、电源触点开关等，接通高压电路，弹头携带高压电流可击倒打击对象。有些电击子弹可在使用前就充好电，使用中更为方便。另外，电击子弹的体积稍大，其内需设置高压充电电路等装置。

手枪式电击武器的电击子弹可击中几米远的打击对象，并可收回和多次反复使用，是对付近距离单个或群体犯罪目标，保卫自身的有效武器。

#### (二) 防暴电击武器未来发展趋势

纵观当今世界各国的防暴电击武器型式多种多样，各具特色，然而，集诸多优越功能于一身的先进电击武器可以说是绝无仅有。近年来，许多西方国家暴力事件频频发生，且呈上升趋势，现有的防暴电击武器已不敷应用，不能够满足实际使用的需要。随着社会的向前发展，客观上需要研制更为先进的电击武器。可以预言，21世纪初叶的防暴电击武器的发展前景是：

##### 1. 小型化

总的来说，受科学技术发展水平所限，目前使用的电击武器体积比较大，随身携带的隐蔽性较差，不适于在特殊的场合使用。今后，随着高容量微型电池的出现，新型高强度超薄绝缘材料的开发利用，以及微型集成电路、微电脑等高新技术的进一步发展，不久的将来可以研制出小巧玲珑，隐蔽性好，便于携带的伸缩式电击武器。这种超长伸缩量的防暴电击武器，在完全弹出的伸长状态可以电击几米以外的目标，并具有防止对手抢夺，以及照明、

报警等功能。其体积可小至宛如小手电筒或钢笔。

## 2. 全塑化

随着高强度、高绝缘性、材质轻的新型塑性材料的问世，未来的电击武器的零部件可用新型塑性材料制造，就连电击武器的电击触头也可以由非金属超导材料制造，从而使电击武器的质量和成本大大降低。

## 3. 安全可靠

预计到了下一个世纪，人工智能材料以及电子识别系统将在防暴电击武器上得到广泛应用，使用者不必顾忌电击武器被抢夺及遭电击之虞，因为使用者的有关特征参量已经存储到电击武器的微电脑中，即使被抢夺的电击武器反用于对付使用者，一经智能识别系统识别，其所有功能性系统均处于非工作状态。

## 4. 功能齐全

受当今科学技术发展水平的制约，尽管有些防暴电击武器同时具有照明、报警、防夺等功能，但总的看，目前使用的电击武器的功能仍然比较单一。若使一种电击武器具有多种功能，多种用途，受其体积限制，尚有困难。随着高新科学技术的发展、21 世纪初叶，微型电脑、微型集成电路、微型摄像机、微型激光器、微型超声及次声发生器、微型报警器、微型光电管等将会应用于电击武器之中，另外，微型人工智能器件及电子跟踪装置也将应用于电击武器的某些构件中。未来的电击武器将具有多种功能，如能够发射超声及次声波，发射激光、发射电磁波、发射刺激剂，以及具有通信联络和自动跟踪打击目标等功能。

## 二、防暴刺激性武器

防暴刺激性武器是一种非杀伤性或低杀伤性武器，其主要是借助所喷射或投射的刺激性毒剂，刺激人的眼睛、鼻子、喉咙和皮肤，使人感到难以忍受，以达到驱散骚乱人群或控制暴力犯罪。

### (一) 常用几种典型防暴刺激剂

常用的防暴刺激剂有 CN、DM、CS 和 CR 等 4 种。

CN 其化学名称为苯氯乙酮，最早是由美国在第一次世界大战期间研制出来的。第二次世界大战期间被许多国家开始用作军用刺激毒剂。

CN 的纯品为有荷花香味的无色晶体，工业品是灰色或棕黄色，沸点 248，熔点 54。20 时的挥发度为 105mg/m<sup>3</sup>。CN 的热稳定性好，受热时易转化为气溶胶，所以使用方便。CN 除有较强的催泪作用外，对上呼吸道和皮肤也有较强的刺激作用。当空气中的 CN 含量超过一定浓度时，人体的外露皮肤就会有一种烧的感和刺痒感。CN 有固体和液体两种形式。将 CN 粉剂与燃烧剂、烟雾剂混合，即为燃烧型催泪剂。与炸药混合即为爆炸型催泪剂。以液体形式使用时有 3 种方式：苯氯乙酮的仿氯溶液；苯氯乙酮、二氯硝基甲烷和仿氯的溶液；苯氯乙酮的四氯化碳溶液。

DM 其化学名称是二苯胺基氯砷，俗名亚当试剂。由德国人首次合成，1918 年由美国亚当斯公司研制作作为军用毒剂，定名为二苯胺基氯砷，1918 年 9 月在法国战场首次使用。第二次世界大战期间，交战各国都数量不等地发射过 DM 毒剂，尤其是希特勒，他不仅在战场上使用，还用于残害犹太人。由于 DM 毒剂的安全比小，潜伏期长达 3min，后遗症比较严重，因而就很少再使用。

DM 的纯品为金黄色的无臭晶体，工业品为暗绿色，沸点 410 ，熔点 195

20 时的挥发度为  $3.12 \times 10^{-9} \text{mg/m}^3$ 。

DM 的热稳定性很好，因而可采用燃烧和爆炸方式将其分散。DM 毒剂主要是刺激喉部粘膜，引起打喷嚏、流鼻涕是比较典型的喷嚏刺激剂。

CS 其化学名称为邻氯代苯亚甲基丙二腈，是在 1918 年合成的。1959 年美国将其作为军用毒剂正式装备部队。美国警方同期将其作为防暴刺激性毒剂。

CS 的纯品为白色片状晶体，有胡椒味，工业品是黄色，沸点 310 ~ 315 ，熔点 95 。热稳定性很好，既可用热分散法制成毒气染毒空气，又可用爆炸或燃烧法以其毒烟和微粒来染毒空气。CS 有极强的催泪和引起打喷嚏作用，使皮肤有烧的感，使潮湿的皮肤有疼痛感。CS 有 3 种使用方式：CS、CS1、CS2。

由于 CS 具有刺激性强、作用迅速、中毒途径多、安全比大、无潜伏期、使用方便、热稳定性好和原料来源广泛等优点，故世界各国都把它作为主要的防暴刺激性毒剂。

CR 其化学名称为二苯并氧杂吡啶，是 1962 年首次合成的，后经英国波顿化学防护研究所和美国艾基伍德兵工厂进行了全面的军用价值评估研究。1973 年，英国和美国分别将 CR 作为军用和防暴用毒剂。

CR 的纯品为黄色粉末，无臭无味，其熔点为 72 ，是一种刺激皮肤粘膜的毒剂，其刺激作用比 CS 要强，其主要特点是安全比大，副作用小，性能稳定，属于一种新型的刺激性毒剂。

## （二）防暴刺激性武器

在防暴刺激剂研制的同时，人们就开始研究防暴刺激性武器。经过近 80 年的发展，目前的防暴刺激性武器种类比较齐全，按使用方式的不同，防暴刺激性武器可分为如下几种类型。

### 1. 喷射型

喷射型防暴刺激性武器是借助外部压力将刺激性溶液喷射出去，造成小面积染毒。法国 Alse-tex 催泪毒剂喷射枪，既可喷施 CS 液体，又可控制射向，而且射流末端可形成喷撒效果，其最大射程可达 12 ~ 15m，并可以由射手复装重复使用。法国 Le Protecteur 公司还生产了不同射程凝胶状和气溶胶状的 CS 喷射器装备防暴部队。所用的 CS 浓度，可按照所承担的任务在 7 % ~ 20% 之间变化。最新的一种“手电筒”式的喷射器，是一种两节电池的手电筒，筒内装入一个 CS 气溶胶的压力容器，用一个可闭锁的扳机操作，喷出的射流可达 5 ~ 6m 射程。

法国新近研制 Porcupine 打孔喷射器，可用来打孔并随后将液体或粉末状毒剂，喷入无法进入的密封场地。这种喷射器适用于需要快速喷入某些物质的地方；将失能剂射流喷入房间、飞机或其它场所，以便据守的不法分子失去抵抗能力；将灭火液喷入一个着火房间或将新鲜空气射入一个房间以营救受害者，或者将消除污染的液体喷入房间，而无须人员进行处理。这种系统包括一支军用枪，能发射一种被拴住的尖头弹。枪上还带有一个喷射药剂的高压气瓶，并与尖头弹相连。当弹侵彻墙壁时，能使药剂立刻喷出。如果需要喷入大量药剂的情况，喷射系统还可改装成背式的，以便能携带大容量的气瓶。法国 SNPE 中量催泪喷射器是属于中等容量的背负喷射器，能将液体

或粉状 CS 喷射到 12m 远。喷射器有两个气瓶装在携行架中，一个装高压氮气，一个装毒剂，有一个事先调好的减压阀、软管和一个喷嘴，使用时与减压阀连接，将氮气和毒剂瓶阀门打开，喷射枪即可马上使用。

## 2. 投掷型

投掷型刺激性防暴武器是一种手投式武器，常见的是防暴手榴弹和投掷瓶二种。

防暴手榴弹是当今世界各国使用最普遍的一种防暴武器。由于其比较小，结构简单，携带使用方便。它可以手投，其中大多数又可用各种枪械或榴弹发射器发射，有的还可以改装成地雷、饵雷布设，待机作用。它可在地面上使用，又可以从车上、船上、直升机上投掷。又由于它受质量、尺寸的限制较少，可做成大、中、小型，装填不同的内容物，具有不同的结构、性能，以适应多种功能、威力、投掷距离的需要，种类很多。按其作用方式有：燃烧型、爆炸型、碰碎型毒气防暴手榴弹，动能防暴手榴弹，多源防暴手榴弹，防暴战术辅助手榴弹。

(1) 燃烧型毒气防暴手榴弹：这种手榴弹是将毒剂粉末与烟火剂混合，压装于弹内，借助引信点火，迅速燃烧，大量燃气从弹壳上预制的排气孔中高速喷出，很快形成烟雾，覆盖较大空间。混入烟火剂一方面是为了易于点火燃烧，进行热分解，形成大量烟雾，易于将毒剂高速喷出；另一方面可用烟火剂含量调剂毒剂浓度。有的烟火剂可产生不同色彩的烟雾，也可迷惑对方，恐吓人群，使之逃离。还可利用高速喷出的燃气在喷孔处产生的反作用力，使弹高速旋转，乱蹦乱跳，防止弹被捡起。投回或转移，也可防止对方将弹熄灭。有的在燃烧时可将弹壳烧红，也可达到同样目的。

意大利 M5、M6、M7 催泪防暴弹是前述类型中比较先进的，能够装填 CN、CS 或彩色发烟剂，以满足军队和警察使用的需要。M5 是用手投掷的、能摩擦发火、持续排气的防暴手榴弹。使用时，拧下保险帽，擦着露出来的火柴头成分的点火头点燃延期药，点着含毒剂的装药。这种弹可装 CS、CN 或彩色发烟剂。外壳全部由塑料制成，以减少伤害，引信全部装在弹内。

M6 能够手投，也能够用枪械发射。当用手投时，拉动拉环起动引信。拉环平时放在保险帽内。当用步枪、冲锋枪或防暴霰弹枪发射时，须用一个合适口径的塑料顶杆，从弹底插入弹内，并插入枪口，用空包弹发射，弹飞出数米后，顶杆被弹掉，以使榴弹无阻滞地飞行。

M7 也是连续排放毒气的手榴弹，有 2 倍 M6 弹的容量。投出后，开始排气时，弹分成两部分，每个都开始排气。这就排除了任何可以投回的机会，其引信的作用与 M6 相同，可以装 CN、CS 或白色发烟剂。

(2) 爆炸型毒气防暴手榴弹：这种手榴弹多采用橡皮或塑料弹壳，内装粉状毒剂，配用定时延期起爆引信，延期时间较短，以期弹能在对方头顶上方爆炸，弹内炸药只产生较低的爆炸力，可将毒剂粉末迅速分散到对方空间，快速产生暂时刺激性作用，而弹只能破裂，放出毒剂，不致产生杀伤破片。这类手榴弹品种不如燃烧型毒气防暴手榴弹多，使用得也不够广泛。其中，有代表性的、比较先进的毒气防暴手榴弹有美国 519 橡皮球和 514 爆散 CS 防暴手榴弹。这两种弹都是美国联邦化学弹药公司的产品。

519 橡皮球 CS 防暴手榴弹，内装 CS 粉末和少量炸药，成为一种有效驱散人群的装置。设计成圆球形橡皮弹可使弹能反跳、滚动和旋转，使弹在引信起爆之前落地时，难以被对方捡起。514 爆散 CS 防暴手榴弹的大小、外形

与其它烟剂手榴弹相似，装药系将毒剂分散到一种低威力炸药中，在投出 2s 以后开始作用。弹壳为铝皮制成，可以爆炸裂开，散出毒剂，但不产生破片，只在人群上空很快形成一块刺激性毒剂粉末的浓云。

(3) 碰碎型毒气防暴手榴弹：碰碎型毒剂防暴手榴弹多用玻璃或带有玻璃头部的小型容器，内装 CN、CS 液体，无需引信装置，碰击到硬物表面即可破碎，放出毒液，直接挥发成气体，弥漫对方空间，适用于狭小的室内。带玻璃头部的也可先行碰碎，再投掷到对方。使用这种类型的毒气防暴手榴弹的国家很少。

巴西 M—ICEV 手投玻璃毒气瓶即属于上述类型，其内装 CN 毒剂液体。投掷到硬目标表面，玻璃瓶立即破碎放出毒液挥发，不可能被捡起回投。这种类型的防暴毒气手榴弹主要用于封闭的场地或室内，使其内的人不能停留，将其逐出或使其丧失战斗能力。

(4) 声、光、毒剂、动能等多源防暴手榴弹：多源防暴手榴弹多为爆炸型子母手榴弹，采用子母弹结构。为防止弹片伤人，常用橡皮、塑料和金属薄片做弹壳。子弹分别装有声、光、毒剂、动能等发生剂，能产生多种终点效应，有一源、二源、三源、多源等弹种。现在多源弹发展较快，品种较多，使用时可达到迷惑、恐吓、使对方晕头转向，逃离现场；暂时致聋、致盲、疼痛难忍、失去活动能力；可以达到驱散人群，控制、制服对方等防暴目的。

美国 M429 闪光震昏防暴手榴弹属于比较先进的这种类型的手榴弹。它适用于在有限的场地，使劫持人质的恐怖分子和罪犯晕头转向或将其逐出。该弹由引信、子弹药和母弹体 3 个部分组成。引信为标准军用的、有飞离保险片和保险销的手榴弹引信。母弹体和子弹药容器都是用特制的多层纸板制做，不会产生杀伤破片。引信作用时，使子弹从母弹体中弹射出来，随即爆炸，立刻使炸点附近的人暂时震昏和失明。

这种基型弹还可装人 Magdex 闪星炸药，形成 M459 闪星弹，不仅可提供闪光、震昏效果，还可产生如阵雨般的白热的、明亮的火星，以得到更为加强的效果。另一种较大型的 M470 马格南姆震昏弹，装有 M459 两倍的炸药，能用于户外或较大的建筑物内。为适应进入重要房屋的需要，可用 M425 无烟震昏弹，它仅有 M459 的 10% 的烟云。

(5) 动能防暴手榴弹：利用手榴弹在爆炸时，其弹壳破片和弹内预制的小弹所得到的动能，打击对方，使它感到疼痛难忍或将它击倒暂时丧失活动能力，但又不致致凡、致残。这类弹的品种为数不多，其中有些已经与其它毒剂、声、光等效应相结合，成为多源防暴弹。

美国 M542 刺痛球防暴手榴弹，既安全，使用效果又好。这种手榴弹由软而薄的橡皮壳弹体安装上一般常用的保险片飞离式引信组成。引信下面有一个橡皮包装的抛射药，在抛射药周围装填了 100 个以上的石子般大小的软橡皮球。当爆炸时，抛射药将橡皮弹壳爆裂，喷出小橡皮球，呈球形散布，飞行速度每秒可达数百 m。这种弹也可装入混合装填物，在弹内将 CS 粉分散到橡皮球之间，以得到双重效果。

(6) 战术辅助防暴手榴弹：这种防暴手榴弹在防暴中作为辅助手段使用，也能够起到恐吓作用，以驱散人群，这种类型手榴弹有标志防暴手榴弹、阻滞防暴手榴弹、发烟防暴手榴弹、照明防暴手榴弹等。

标志防暴手榴弹内装混有染料的炸药，爆炸时将染料散布到一定面积上，给被击中的人员打上标记，以便追捕。

阻滞防暴手榴弹的弹体内装有小玻璃球、润滑剂、胶粘液等，投出后落于沥青、水泥地面上，玻璃球及润滑剂使人无法站稳，胶粘液使人无法行走，从而达到阻滞其行动。

发烟防暴手榴弹借助燃烧发烟，用于快速形成烟幕。弹体一般用软橡皮制做，使其不产生任何破片。如美国 M359 球型发烟防暴手榴弹，发烟剂为已取得专利的“Magdex”装药，发烟剂能燃烧，并能点燃落点附近的易燃物。

照明防暴手榴弹能够在漆黑的室内供给持续的光源。如美国 M408 照明防暴手榴弹在投出 1s 钟后，以轻微的爆声炸开并开始作用，随即弹出 4 个独立的化学光源，可连续照明几个小时。

### 3. 发射型

发射型刺激性防暴武器主要是指刺激性防暴枪榴弹。这种枪榴弹是用枪和枪弹发射的超口径弹药。目前，国外防暴刺激性枪榴弹品种及型号较多，根据枪榴弹与其发射装置匹配的不同，可分为尾管式、尾杆式、全人式、环翼式以及筒弹合一式防暴枪榴弹。

(1) 尾管式防暴枪榴弹：在枪榴弹上有尾管，可套在枪口上固有的或临时安装的发射管上，用专门的空包弹或普通实弹发射。用实弹时，弹上必须有弹头吸收器、弹头偏转器或过弹器。现代军用枪榴弹多属于这一种类型。尾管式枪榴弹多用塑料或橡皮尾管，在爆炸时不致形成杀伤破片。最近比利时等国家采用这种方式 and 结构研制了几种尾管式防暴枪榴弹，以便能与军用步枪及其枪榴弹发射装置通用，并可得到比其它结构类型的枪榴弹更远的射程和较高的射击精度。比利时麦喀公司开发的麦喀 (MECAR) 带通用弹头吸收器的防暴枪榴弹系列，将获得专利的麦喀通用弹头吸收器安装在枪榴弹尾管前端，以吸收软钢芯或铅芯弹头。枪榴弹发射时，可用具有 22mm 枪口直径的 7.62mm、5.56mm 步枪或装有 22mm 直径枪榴弹发射管的步枪，用适于该枪的空包弹或普通实弹发射。这些枪榴弹还可稍加改进，以适于用其它专用步枪或设有标准尺寸枪口的步枪发射。

(2) 尾杆式防暴枪榴弹：它在弹底有杆状装置，可直接插入各种枪膛或临时安装在枪口上的发射筒内，用空包弹发射。目前，尾杆式枪榴弹一般都是枪发、手投两用弹药。在弹体中心有轴向孔，内装火帽，延期药、点火或起爆装置，另配备一个与所用枪膛相适应的顶杆，顶杆一端插入弹孔内，一端插入枪膛，用空心弹发射，火药燃气推动顶杆和弹体，将弹射出枪膛，同时击发弹内火帽，使弹开始作用并将顶杆打掉，脱离弹体。德国 RW702st 两用防暴枪榴弹，即属于这种类型的枪榴弹。该弹是一种圆柱形铝合金弹，内装 CN 或 CS 烟火剂。采用击发发火，在弹内有一个火帽和一个随弹配发的驱动杆。用枪发射时，将驱动杆较钝的一端插入枪膛，直到被一个固定环锁住，把驱动杆的尖端插入弹底的孔中，使其靠近火帽，此时即可用一个专用空包弹在枪上射击，火药燃气将驱动杆和弹同时抛射出去。用手投时，只要将驱动杆尖端插入弹内，并将其钝端对准任何硬物碰击，即可使弹内火帽发火，并即刻投掷出去。

(3) 全人式防暴枪榴弹，它多是直接将防暴手榴弹装入安装在枪口上的杯形发射筒中，用空包弹发射。杯形发射筒的内径与手榴弹的外径相吻合，以利于充分利用空包弹火药燃气的能量。由于这种防暴枪榴弹的杯形发射筒可将普通手榴弹直接作为枪榴弹发射，故在防暴中使用较为普遍，并可在军队、公安、武警现装备的手枪、冲锋枪、步枪、信号枪上安装使用，可将多

种防暴手榴弹用枪发射，得到比手投较远的射程。法国 Alsetex 公司制造了两种杯形发射筒，用以发射标准的 57mm 催泪弹，其中 1 型用于 SIG540 5.56mm 步枪；2 型用于 SIG5427.62mm 步枪。杯形发射筒用轻合金制造，并有足够的长度以发射 F2 和 F4 或其它类似的枪榴弹。采用正常的空包弹发射，最大射程可达 200m。当发射距离超过 100m 时，枪榴弹安装塑料尾翅，以保证射击精度。

(4) 环翼式枪榴弹：其断面似机翼的环形，发射管临时安装在枪口上，发射管前有锯齿状凸起，可将弹插上，用空包弹发射，使弹旋转向前飞行。环翼式枪榴弹系统是由美国阿伯丁试验基地化学研究发展中心研制而成。该系统包括 M234 轻型发射具、两种榴弹和 M755 空包弹。M234 轻型发射具发射的两种弹为 M743 硬环翼弹和 M742 软环翼 CSI 毒气弹。

M234 发射具用一种可拴接的衬环射击本系统的两种弹，对单个目标射程可达 40m，对集群目标可达 60m。硬环翼是一种动能弹，可以造成痛苦而只产生较小的碰伤，软环翼弹具有硬环翼弹的基本性能，但是装有少量的 CSI 毒剂粉末，在弹着点，毒气释放出来对付单个目标。施放毒气是靠紧缠在弹上的软带的破裂来完成的。两种弹均用类似软橡皮的材料制成的，形成一种流线型断面，再滚成环状，这种环状的弹可以 55~65m/s 的速度和 500r/min 的转速以获得陀螺稳定飞行。

(5) 筒弹合一式防暴枪榴弹：即枪榴弹和发射管连成一体，安装在枪口上，以空包弹发射，将弹内小子弹喷出弹体，形成霰弹，打击目标。弹体和发射管可一次或多次使用，实际上是一种借助枪和空包弹发射的霰弹枪榴弹。以色列生产的两种型号防暴枪榴弹中，A 型由装在铝容器内的一些圆柱状的橡皮小子弹组成。铝容器有一个缩小直径的弹尾，其尺寸恰好适合现装备步枪消焰器的枪榴弹发射管的外径，在步枪发射空包弹时，火药燃气压力可使铝容器破裂，并将其中的橡皮子弹喷射出来，而铝容器残壳则仍留在枪口上。在换装下一发新弹之前，将其用手拔掉。B 型弹用一个薄塑料弹壳装橡皮子弹，塑料弹再拧入一铝容器中，该铝容器的构造基本与 A 型弹所用的相同，可将其装到步枪口上，用空包弹发射，塑料弹壳破裂，喷出橡皮子弹，同时塑料弹壳被弹射出来，铝容器仍留在枪口，可以很快地再装上一个塑料弹，一个铝容器可以重复发射 6~7 个塑料弹。

### (三) 防暴刺激性武器未来发展趋势

随着今后高新科学技术的发展，刺激性防暴武器的未来发展趋势是：

(1) 体积与质量进一步减小：未来的防暴刺激性武器为了方便携带，体积和质量将进一步减小，可放在公文包内及衣服口袋内的超小型的刺激性防暴武器将会问世。

(2) 高安全性：未来的刺激性防暴武器将使用低毒性刺激剂，对人体无潜在的副作用；弹体内的破片对人体不致造成损伤，弹体材料将使用更易于破碎的软性材料。

(3) 见效快，未来的刺激性防暴武器，在使用后见效快。催泪性手榴弹在爆炸后的一瞬间即可使炸点附近的空气染毒，使得不法分子来不及逃脱，即受到刺激性毒剂的刺激，丧失活动能力。

(4) 多功能：将来的喷撒型防暴武器将向多功能方向发展，一种喷撒型防暴武器既能够喷撒气体刺激性毒剂，又能够喷撒液体状、粉末状的刺激性毒剂；防暴手榴弹爆炸后能够同时发出巨响、强光、震昏冲击波，释放刺激

性毒剂、浓烈烟云以及破碎片等，还可放出短暂的低强度照明光亮。

(5) 性能稳定的非燃非爆型防暴手榴弹及枪榴弹将有可能在未来 10~20 年内研制成功，以适用于如汽油库、弹药库等易燃、易爆场合。

(6) 随着智能型材料的进一步开发利用，未来 10~20 年内智能型防暴枪榴弹将有可能取代现有的防暴枪榴弹，发射的智能型防暴枪榴弹可以自动追踪人群目标，在人群目标上空引爆。

### 三、防暴枪械

防暴枪械主要包括：防暴手枪、冲锋枪、步枪，以及防暴霰弹枪。实际上，早期的防暴手枪、冲锋枪及霰弹枪与相应的军用枪械之间并无严格区分。许多军用枪械既可用于军事目的，也可用于防暴目的，属于军警两用型。随着科学技术的发展，以及防暴本身所具有的特殊性，各国都在军用枪械的基础上，改进和研制了一批更适合防暴目的的枪械。一般来说，防暴枪械对其体积、质量以及使用操作等有更高的要求。

#### (一) 常用的几类防暴枪械

##### 1. 防暴手枪

防暴手枪是一种单手射击的随身武器，其口径一般为 7.62~11.43mm，其中以 9mm 口径最为普遍。防暴手枪主要装备执行防暴任务的警察和防暴部队，用于在紧急情况下对付 50m 内的有生目标。防暴手枪的重量要比军用手枪更轻、体积更小，以便于携行的隐蔽性。

常用防暴手枪有两大类，一类是左轮手枪，另一类是自动装填(半自动)手枪。现代流行的左轮手枪有两种形式，即整体枪身型和折合枪身型，后者较少见。左轮手枪具有结构简单，能够看到弹巢内的枪弹，无需保险机构，平稳的单动式扳机机体等特点，通常扣扳机即可越过瞎火枪弹，射击另一发新枪弹。其缺点是，体积大，容弹量少，装弹速度慢，初速较低。

自动装填手枪的自动方式大多数为枪机自由后坐和管退式(枪管短后坐)。它具有体积小，容弹量大，装弹速度快，初速高等优点。目前，自动装填手枪大多数结构仍采用勃朗宁手枪的传统设计。

在当今世界上使用的众多防暴手枪中，前西德 HKP7 式手枪的结构设计新颖，性能比较先进。P7 式手枪是前西德黑克勒和科赫公司为了满足警察部队的需求而研制生产的，该枪是自由枪机式，有后坐制动系统延迟枪机开锁，减少了后坐冲量，提高了射击稳定性。

P7 式手枪的后坐制动系统是靠发射时产生的气体压力自动闭锁。当手枪射击时，部分火药气体通过弹膛前边枪管上的一个小孔进入枪管下方的导气室，连在套筒前端的活塞装入导气室的前端，当套筒开始向后运动时，气体压力阻止导气室内活塞运动，延迟了套筒的运动，也延迟了开锁，减少后坐振动，该系统的优点是可采用固定枪管，不需要专门的闭锁机构。

该手枪以普通装填方式装填，即拉套筒继而释放套筒。当射手紧握手枪时，他的手指自动扣到手枪握把前面的掀压待发握把。只要保持轻压，击针便处于待发位置。一旦松开手指，待发握把向前，自动地解脱击针。倘若武器跌落落地，在它着地前便解除待发并处于保险状态。在新弹匣装入后，待发握把也释放空仓挂机。由于该枪无套筒释放杆，也无任何的手动保险卡笋，所以左右手操作都很方便。

该手枪尽管握把与枪管约成  $110^\circ$ ，但弹匣插入时几乎成垂直，即使采用特殊弹形的弹药供弹，也能获得最佳效果，这使得 P7 式手枪与其它武器相比很少发生供弹故障。假如在射击时出现不发火现象，射手仅仅释放并再次掀压握把，然后第二次扣扳机。上述动作一只手可完成。简单地把套筒向后拉约 10mm，同时释放待发握把，继而使套筒向前，便可无声地解除待发。该枪的表尺和刀形准星可分别调节风偏和射角。表尺缺口和刀形准星配有耐用的反差大的白标志以适于光线暗淡的条件下射击。

## 2. 防暴冲锋枪

防暴冲锋枪是一种双手握持，发射手枪弹的连发枪械。枪长一般在 400 ~ 600mm 之间，枪的质量 3kg 左右，可用 30 ~ 40 发的大容量弹匣供弹，单发时射速约为 40 发/min，连发时约为 100 ~ 200 发/min，口径一般为 5.45 ~ 9mm 之间，通常装有小握把，便于射击操作，提高射击精度。其战术作用介于防暴手枪和步机枪之间，是由军用冲锋枪逐步改进而发展起来的。

本世纪 50 年代以后，由于小口径步枪和突击步枪的兴起和发展，以及冲锋枪射程近、侵彻力低、射击精度差等缺点，许多国家的军队装备序列撤消了冲锋枪。尽管军用冲锋枪的装备数量减少了，但由于各国的暴力事件和恐怖活动日益增多，防暴冲锋枪特别是轻型防暴冲锋枪的装备量却相对增多了，并出现了许多性能更好、结构更紧凑、动作更可靠的军警通用型和警察专用型冲锋枪。

防暴冲锋枪的特点是：在减少全枪长方面，采用了包络式枪机，可使枪机包络枪管约达  $1/3 \sim 1/2$ ，短枪管及伸缩式、折叠式枪托，以及与机匣后部叠合的布尔已 (bull pull) 枪托；在确保安全性方面，除了采用手动保险之外，有的枪还采用待击解脱杆和双动扳机机构，确保膛内有弹时的携带安全性；在结构用材方面，大量采用高强度塑料，以减轻枪重和降低成本；在改善武器综合性能方面，一些防暴冲锋枪配用了白光和夜视瞄准镜，提高了夜战能力和射击准确性；在射速控制和提高射速方面，采用了 3 发点射机构和多管联接座架，例如美国伊利诺斯武器公司 (ILACO) 研制的枪座可将单管式 180 冲锋枪联接成双管式或四管式，由一个电子击发装置实现射击控制，与单管式相比其射速可提高 2 ~ 4 倍。

在世界各国装备防暴部队的众多冲锋枪中，前西德国研制的赫克勒·科赫 (H·K) MP59mm 冲锋枪，其结构、性能较为先进。目前，世界上许多国家的军队、警察和防暴部队都装备了这种类型的冲锋枪。

MP5 冲锋枪设有单、连发和 3 发点射选择发射的装置，快慢机的最高位置为装定“保险”的位置，快慢机轴位于扳机连杆的上方，以便阻止扳机产生解脱击锤上阻铁卡口的位移量。

MP5 的枪机结构与 G3 步枪的枪机相似，枪机由带闭锁滚柱的机头和质量较大的机体组成，当准备击发时，机体紧抵机头的后端面，两个滚柱之间的斜面使它向外张开，卡入枪管节套闭锁槽内。火药气体压力向后作用于机头，由于此时滚柱卡在枪管节套闭锁槽内，机头不能立即后坐，而必须使质量较大的机体上的闭锁斜面移动。此时，卡槽、机体斜面角度的设计使机体与机头的后退速度之比为 4 : 1，所以当机体移动 4mm 时，机头仅移动 1mm。一旦滚柱完全脱离卡槽，枪机的两部分就一起后坐。空弹壳一直被枪机弹底窝内的拉壳钩拉住，直到撞击抛壳挺时才从枪右侧的抛壳窗抛出。在枪机后坐过程中，复进簧被压缩并迫使枪机复进，将一发枪弹送入弹膛，机头上弹底窝

抵住弹底部，机体继续向前运动，它上边的闭锁斜面迫使滚柱向外运动并卡入枪管节套的闭锁槽，枪机贴近机头，准备发射下一发枪弹。

当快慢机装定于全自动位置时，扳机连杆往上抬高到最高位置，压下阻铁头使它不能挂住击锤，当枪机完成闭锁时，不到位保险阻铁解脱击锤，使之击发下一发枪弹。当快慢机装定于半自动位置时，扳机连杆上抬高度受到快慢机轴的制约，不能充分上抬，阻铁簧使阻铁抵住击锤，直到松开扳机并再次扣紧扣机，如果这时枪机已经闭锁，击锤将被解脱。

该枪的发射机构可配用 2 发、3 发或 4 发点射机构，该机构设有一个棘轮装置，可抵住阻铁，使之解脱击锤直到给定数量的枪弹发射完毕为止。这种棘轮装置确定了一次点射的枪弹精确发数，如果射击中途间断，例如弹匣空了，换上一个新弹匣时，必须松开扳机，使计数器归零，然后再扣扳机进行另一次点射。

MP5 在研制过程中经过多次改进，研制了一些变形枪，形成了 MP5 冲锋枪系列。至今已有多多种型式，包括：基本型 MP5A2 和 MP5A3，前者为固定枪托式，后者为可伸缩的金属枪托式；六种微声系列变型枪为 MP5SD1 ~ SD6；以及特短系列变形枪 MP5K，MP5KA1 ~ A5 等。其中 MP5K 特短系列变形枪可以隐蔽在衣服里面，也可以在其有限空间内使用，更适合于防暴及特种部队的需要。

### 3. 防暴步枪

防暴步枪是警察、防暴部队广泛使用的一种单兵自动武器。防暴步枪包括在近距离内对目标突然而猛烈射击的突击步枪，在远距离歼灭有生目标的狙击步枪，以及其它具有较短枪管和较小质量的步枪。突击步枪具有射速快、精度高，可在 300m 内以直射火力压制火力点和杀伤有生目标；狙击步枪是高精度、大威力步枪，用于杀伤 300 ~ 800m 的目标。

防暴步枪包括军警通用型和专用型两类。由于专门防暴的步枪的发展远远满足不了警方和防暴部队的装备需求，因而目前世界上警察和防暴部队使用的步枪主要来自军用轻武器。专用型是指专门为警察和防暴部队研制的步枪，一般均采用短枪管、折叠式或伸缩式枪托，并大量采用工程塑料部件和轻合金金属部件，配用各种光学、夜视瞄准镜，有的还配备有发射枪榴弹的专用连接器。与军用步枪相比，专用型步枪具有更轻便、灵活和更安全可靠的特点。

在目前装备的 60 余种现役防暴步枪中，奥地利的斯太尔(Steyr)7.62mm 防暴步枪和微声防暴步枪受到警界的欢迎。

斯太尔防暴步枪是奥地利斯太尔公司在 SSG 制式步枪基础上专门为警察和防暴部队研制的。它的结构与 SSG 基本相同，如枪管系冷锻而成，闭锁方式为枪机回转，枪机后端有 6 个对称排列的闭锁凸笋。枪的扳机有预压，扣压扳机时能明显地感到预压和击发两个阶段。扳机行程的长短和扳机拉力的大小均可在外部进行调整。机匣后端上方的保险卡锁是滑动型的，起枪机保险和击针保险的作用。不同的是：防暴步枪的枪托进行了无光泽黑色表面处理；枪管选用了斯太尔 UIT 比赛步枪的重型枪管；采用了比赛步枪的机柄和大型手枪握把；射击背带装在护木导轨上，可随时取下；枪上未装机械瞄具，配有放大倍率为 6 倍，最大瞄准距离为 800m，瞄准镜刻线为倒指针和十字虚线，并可根据需要配用其它瞄准镜。

斯太尔 7.62mm 微声防暴步枪是在防暴步枪的基础上改进而成，并配有消

声器。推荐使用初速为 332m/s 的亚音速弹。使用的亚音速弹的动能和弹道与普通制式枪弹不同，并配有精确测距仪和瞄准镜。

#### 4. 防暴霰弹枪

防暴霰弹枪是一次可以发射多个子弹和小弹头的一种单人使用的滑膛肩射枪械。由于该枪发射的小子弹具有低杀伤性、创伤较轻、不产生二次侵彻和跳弹等特点，成为各国警察和防暴部队用于防暴的主要武器之一。

霰弹枪作为一种军用武器，有着相当长的历史。据史料记载，自从燧发枪问世后，霰弹枪就应运而生。英国军队于 1690 年采用滑膛前装燧发枪，即是霰弹枪最早的雏形。自 17 世纪中叶至 19 世纪，许多国家的军队装备了霰弹枪。二次世界大战后，由于战争的形态发生了变化，霰弹枪在军队中的使用逐渐减少，其主要用途已由军用转为主要用于防暴。据不完全统计，目前世界各国研制和投入使用的防暴霰弹枪有近百种之多，其中南非生产的打击者 (Striker) 12 号半自动防暴霰弹枪是一种比较先进的用于准军事、治安防暴和反恐怖武器。该枪可单手射击，也可借助前握把抵腰射击，或选用枪把抵肩射击。

Striker12 号半自动防暴霰弹枪后坐力小，用途广泛，能发射各种 12 号弹，采用迅速转位方法可使各种弹装入弹巢供射击使用。霰弹枪由高强度铝合金制成，并经防腐处理，小握把和枪托是用聚碳酸酯压铸成形。该枪采用滑膛枪管，既可发射霰弹，又可发射独头弹，金属构架托折叠在机匣上方便于隐蔽，该枪可在枪托折叠的情况下正常射击。在此基础上研制的龙式 (Pragon) 12 发 12 号连发霰弹枪，适于发射所有标准防暴弹。

#### (二) 防暴枪械未来发展趋势

防暴枪械未来的发展趋势将是：

1. 轻型冲锋枪或冲锋手枪将成为警察和防暴部队的主要武器之一随着将来新型高强度材质轻的合金材料和塑性材料的开发利用，防暴轻型冲锋枪或冲锋手枪的体积和质量进一步减小，因而具有手枪的体积小、质量小的特点，又具有冲锋枪的火力猛的特点。将成为警察和防暴部队自卫和进攻的主要武器之一，有可能逐步取代现今使用的防暴手枪和冲锋枪。

#### 2. 防暴枪械小口径化

由于枪械口径减少，可以大幅度提高携弹量，并可提高射击精度等，防暴枪械的口径将小口径化，4.7mm~5.56mm 口径将成为防暴枪械的优选口径。

#### 3. 防暴步枪将向小型化、轻型化、多用化和系统化的方向发展

小型化主要是减小枪首长度，采用折叠式或伸缩式枪托，甚至无托结构；轻型化是通过大量采用工程塑料件或轻合金金属件，减小武器质量，预计到 21 世纪 20 年代，枪械中绝大部分零部件将由高强度工程塑料制造，武器的质量将大幅度减小，约只有当今武器质量的 1/3~1/5 左右；多用化是指一枪多用，如步枪兼有冲锋枪和机枪的战术职能，以适应防暴多变的使用环境。例如，一种步枪可以配有几种不同的枪管，可以迅速转换成冲锋枪、卡宾枪和轻机枪；系列化是指武器各自独立成族，而自动方式完全相同，大多数部件具有互换性。

#### 4. 防暴枪械中广泛采用微电脑

微电脑将在防暴枪械中广泛采用，用于控制武器的射速以及击发方式等。

#### 5. 瞄准装置将有大的改观

21 世纪初叶的防暴步枪中，各种可变倍率的光学瞄准镜和夜视瞄具将普遍采用，微型激光测距仪、热成像微型夜视仪将装备在各种类型的防暴步枪上。

### 四、防暴枪弹及其未来发展趋势

目前，世界各国使用的主要防暴枪械的枪弹，绝大多数是军警通用的，有时尚不能满足防暴的某些特殊的需要。由于防暴的特殊性，防暴枪械所使用的枪弹要求能够有效地穿透避弹衣，能量能够迅速地传递到目标上但不必过分地侵彻，以便对被不法分子扣留的人质和旁观者的危险减少到最小程度；在城镇建筑设施附近执行防暴任务的防暴部队希望所使用的枪弹在击中坚硬目标时，即刻破碎，以免伤害自己和其它无辜人员；在人员密集的地区执行防暴任务，希望枪弹击中人体后无出孔；枪弹击发后，其光、焰与声响尽可能地小。

目前，世界上许多国家都在致力于研究满足上述性能要求的防暴枪弹。预计，21 世纪初的防暴枪械配用的枪弹的发展趋势是：

#### 1. 小口径化

到下一个世纪初叶，防暴枪弹与军用枪弹一样，将小口径化，配用于防暴轻型冲锋枪、冲锋手枪以及防暴步枪上的枪弹，其口径大约在 5.56mm 以下，以满足大幅度减小防暴枪械的质量、增加携弹量等要求。

#### 2. 满足特殊使用要求的枪弹将会出现

随着新型材料工业的发展，一种击中人体或其它目标后，便自行破碎的枪弹将问世。这种枪弹的弹头将是一种脆性材料制成，既具有一定的强度，又易于破裂，以避免在防暴中使用出现跳弹。

#### 3. “三无”火药用于防暴枪弹中

目前，国外正在致力于研究一种爆燃后无光、无烟、无爆燃声响的“三无”火药，这种火药更适用于防暴枪弹中。行家预测“三无”火药在未来 15~20 年问世。

## 第七章 轻武器弹药及其未来发展趋势

步兵武器系统中，生产量大、应用最广的是枪械，消耗量最大的弹药是枪弹。通常，枪械和枪弹又称为轻武器/弹药系统。它们在战争中历来占有不可忽视的重要地位，在现代战争和未来战争中仍然发挥重要的作用。

轻武器/弹药系统的发展和其它武器系统的发展一样，是以科学技术的发展水平和经济能力为发展条件；以战术技术要求为发展的依据；以弹药的研制为先导，弹药的性能在很大程度上决定和反映了轻武器/弹药系统的性能。

### 第一节 枪弹的构成与分类

#### 一、枪弹的构成

枪弹通常由弹头、弹壳、发射药和火帽部分组成。

弹头从外形看来一般可分为三部分，即弧形部（又称弹头部）、圆柱部（又称导引部）以及尾锥部（又称弹尾部）。老式的弹头常为圆头、平底，这种形状空气阻力特性较差，致使弹丸射程较短。现代远射程弹丸均采用尖头或近似尖头的流线型形状，弹头下部收缩为截头倒锥形，称作尾锥部，以期减小头部和底部的空气阻力，增大存速。

弹头通常由弹头壳（又称被甲）、铝套和内部配件三部分组成。弹头壳的主要作用在于保持整体性。弹头壳的内侧常衬以铅套，它使弹头壳与内部配件结合紧密并起缓冲作用。因此，弹头嵌入膛线后不致破裂，并同时又能减轻对膛壁的磨损，内部配件是用来完成特定战斗任务所必须的，例如普通钢心、穿甲钢心、曳光管、击针、火帽等。

弹壳是枪弹的基本支架，它使弹头、发射药和底火结合起来，成为一个整体。其作用在于：保证弹药在弹膛内定位确实可靠；作为发射药的容器和燃烧室；起气密作用，在发射药燃烧期间，壳体因膨胀而紧贴弹膛壁，既防止炽热火药气体直接烧蚀膛壁，又防止火药气体经由枪管尾端喷出。按照国外的惯例，弹壳可分为口部、颈部、肩部和底部几部分。口部和颈部供承接和固定弹头之用。弹壳体部（底部以上与肩部以下部分），按其形状可分为直筒形（无锥度或微锥度形）和瓶形。低威力手枪弹壳多为直筒形或近似直筒形。步枪和机枪枪弹多为瓶形，瓶形弹壳在制造工艺上比较复杂，但有利于抽壳。弹壳底部起到承受膛底压力、容纳底火并起退弹和抽壳等作用，按其形状可以分为凸缘式、半凸缘式、无凸缘式和底带式。无凸缘式枪弹在弹匣内底缘排列不易错位。其斜肩的变形可以减轻枪机复进到位的冲击，闭合性能较好，故现代枪械中多采用无凸缘式枪弹。

发射药是赋予弹头的运动能量的能源，对半自动和自动枪械而言，它又是向自动机构提供工作能量的能源。发射药有黑火药和无烟火药两大类。现代军用枪弹均采用无烟火药。

底火是点燃枪弹发射药的重要部件，它通常由击针的撞击而发火。按照击针撞击部位的不同，可以将底火分为边缘发火式底火和中心发火式底火两大类。前者因发火不够可靠，在现代枪弹中已不采用。现代军用枪弹一律配用中心发火式底火。这种底火一般由底火壳、击发药、底火台和密封盖片组成。中心发火式底火，又根据构造的不同，分为博克赛式和伯丹式两种。目

前，美国和加拿大军用枪弹广泛采用博克赛式底火。伯丹式底火因其制造简单，成本低廉，点燃发射药直接、可靠而为各国所广泛采用。

## 二、枪弹的分类

枪弹按其结构、用途等不同可分为各种类型。

### 1. 按枪弹配属枪种

枪弹以其配属的枪种可分为手枪弹、步机枪弹和大口径机枪弹。目前手枪弹的主要口径有 7.62mm、9mm 和 11.43mm，其中以 9mm 较为普遍。某些手枪弹也可供冲锋枪发射。

步枪弹供步枪发射。目前，军用步枪弹的主要口径有 7.62mm、5.56mm 等等，而以 5.56mm 最为普遍。某些步枪弹可兼作机枪枪弹。

大口径枪弹供大口径高射机枪、航空机枪、舰载或车载机枪使用。其口径有 12.7mm、14.5mm 等，目前，以前者居多。今后，大口径枪弹的口径有增大的趋势。

### 2. 按枪弹口径

枪弹按其口径可分为小口径枪弹、中口径枪弹和大口径枪弹。一般把 6mm 以下口径的枪弹称作小口径枪弹，把 12mm 以上口径的枪弹称作大口径枪弹。介于小口径与大口径之间的称为中口径枪弹。

### 3. 按枪弹用途

枪弹按用途可分为主用弹、特种弹和辅助弹。供直接杀伤有生目标和固定目标的枪弹为主用弹，例如杀伤弹、穿甲弹等等。

特种弹是完成某些特殊战斗任务又不直接摧毁目标的各种弹。例如信号弹、照明弹、发烟弹、宣传弹、干扰弹等。

辅助弹是用于靶场试验和部队训练、院校教学用的枪弹，例如演习弹、空包弹、教练弹、配重弹、摘火弹等。

### 4. 按枪弹直径与枪械口径之比

按枪弹弹头直径与枪管口径之比可分为适口径弹和次口径弹。枪弹弹头直径与枪管口径相同者称为适口径枪弹，大多数枪弹均为适口径枪弹。枪弹弹头口径小于枪管口径的叫作次口径枪弹，例如国外研制的次口径脱壳穿甲弹及研制中的远程榴弹即属于这种枪弹。

另外，还有一种超口径弹，即弹径大于发射筒的口径如某些火箭筒发射的反坦克破甲弹即属于这一类。

### 5. 按火药有无弹壳包容

通常所说的枪弹，其火药均由金属弹壳包容，故无特殊声明，枪弹都是带金属弹壳的。

可燃弹壳的枪弹是采用可燃物制成，发射时在膛内燃烧完，无需退壳，从而简化了武器结构，可燃弹壳分为全可燃和半可燃两种，半可燃弹壳带有一个金属的筒底，以便发射时密闭火药气体。使用全可燃弹壳，闭气作用要在枪机上解决，致使武器结构复杂。目前可燃弹壳的组成成分主要是硝化棉、纸纤维、粘合剂及二苯胺，也可采用其它高能可燃材料与纤维材料混合制造。

无壳枪弹是指不带常规弹壳的枪弹，常规弹壳的功能分别由枪械和新的装药结构来完成。带全可燃弹壳的枪弹也可视为一种无壳枪弹。这种弹是在粒状发射药内加进适当的填料，制成具有较高机械强度的药柱，即成为无壳

弹。根据弹头与药柱的相对位置，可分为非埋入式或埋入式。前者用在口径较大的弹药上较为适宜。

#### 6. 按枪弹作用

有一类枪弹属于单作用枪弹，这种枪弹只有单一用途，如普通弹、穿甲弹、燃烧弹和爆炸弹。另一类枪弹可具有多种作用，多作用枪弹只是单作用枪弹的几种作用的合成。如穿甲燃烧弹，在其穿甲钢心的后面含有燃烧剂，在穿甲时钢心受阻，它后面的铅碗及弹头壳继续向前运动，挤压燃烧剂使之发火。钢心穿过钢甲后，由于尾部低压区的抽吸作用和铅碗的惯性，以及燃烧剂的惯性和燃气压力，使燃烧剂通过弹孔，向前点燃易燃物。穿甲钢心尾部也可将粘着的燃烧剂带过钢板。有的穿甲钢心前后都有燃烧剂，它是燃烧剂在前和在后的两种燃烧作用的综合，燃烧效率自然较高，但结构复杂。

### 三、枪弹的作用

在实战中使用的枪弹主要包括普通弹、穿甲弹、曳光弹、燃烧弹、爆炸弹。前已述及，其它一些多用途枪弹只是上面几种枪弹的作用的合成。

#### 1. 普通弹

普通弹主要用于杀伤有生目标加人员、马匹等，是手枪、步枪、机枪的基本弹种，在战争中其消耗量最大。从实战考虑，要求这一类枪弹杀伤威力大、射击精度高，有效射程内弹道低伸、射击密集度好、结构简单。同时要求这一类枪弹制造工艺性好、经济性好。

以往这类枪弹，为了增大弹头的断面密度和改善外弹道性能，采用铅心弹，为节省有色金属铅和降低成本，目前普遍采用钢心结构，弹头壳又由过去用紫铜、黄铜或铜镍合金制造，改为现在用覆铜钢或低碳钢镀铜来制造。当然，由于钢心的密度比铅小，故钢心弹头的长度比铅心弹头稍长些。

前苏联制造的 M74 式 5.45 钢心普通弹在同类枪弹中性能良好。它是由弹头壳、铅套和钢心组成。铅套很薄，钢心的相对质量增大，以便提高侵彻性能。弹头前部有一个空腔，故弹头的长细比较大，十分锐长，弹头较轻，初速较高，既改善了弹形，又可增大进入有肌体的翻转力矩。

#### 2. 穿甲弹

穿甲弹主要用来对付装甲目标，并具有类似普通弹的杀伤作用，其结构与钢心普通弹大致相同，但钢心采用高强度钢，通常穿甲弹钢心多为高碳钢，这种材料成本较低，适宜大量制造。特种穿甲弹钢心为硬质合金，穿甲效果优于高碳钢心，但成本高，不宜大量生产广泛使用。典型的穿甲弹是由弹头壳、铅套和穿甲钢心三个元件构成。穿甲钢心是穿甲弹的主要零件，铅套是为了减少弹头在膛内运动时对膛线的磨损。当弹头撞击钢甲时，弹头壳和铅套首先产生变形，从而减少了钢心部破裂的可能性，并也减少跳弹的机率，使弹头可靠地起穿甲作用。

美制 12.7mm 柯尔特穿甲弹，其弹头壳是用塑性较好的铜锌镍合金制成。因此，弹头壳和钢心的圆柱部之间不需衬铅套，这样穿甲钢心尽量能够做得大一些，提高了穿甲能力。从穿甲弹的发展来看，采用密度大的材料制造穿甲钢心，改善穿甲钢心形状，在结构上采用超速脱壳弹等是提高穿甲效果的措施。

#### 3. 曳光弹

曳光弹主要以亮光或烟迹显示弹丸的飞行轨迹和落点，用以指示和修正射向。曳光弹也具有一定的杀伤和燃烧作用。在曳光弹内部的下部装有曳光管，管内压装曳光剂，为使曳光剂易于点燃，在曳光剂下方常常压一层引燃剂；上部装有铅或钢质弹心，若装有高强度钢心，则构成穿甲曳光弹，曳光弹的弹迹曾采用光迹和烟迹，烟迹曳光弹因夜间无法辨别，基本上已被淘汰。曳光弹有强曳光弹和弱曳光弹两种类型。前者供白天使用，后者供夜间使用。曳光剂的主要成分包括：燃烧剂，例如铝镁合金粉或镁粉；氧化剂，具有助燃和染焰双重作用，例如各种镨盐可作红色染焰剂，钡盐可作绿色染焰剂；可燃粘合剂，例如虫胶漆、酚醛树脂等。引燃剂通常由硝酸钡、过氧化钡、镁粉和可燃粘合剂组成。

曳光弹今后在结构设计上应保证，不论昼夜，在规定的曳光距离上应有清晰光迹，因此要研制新型的曳光剂配方。曳光弹要保证在枪口的一定距离（一般在100mm以上）才开始曳光，以免暴露射击位置。这就要求曳光管内的曳光剂和引燃剂之间要有合理的接触面形状，以保证一定的传火面积和点火面积。

#### 4. 燃烧弹

燃烧弹用来对付易燃目标，如木材、草滩、液体燃烧（汽油、煤油等），并用来破坏城镇的建筑、仓库，使其着火，同时也广泛用于射击飞机和车辆。未来战争投入的车辆、飞机增多，所以各种燃烧弹的作用就更加显著。

燃烧弹内装燃烧剂，如白磷、铝热剂、铝镁合金与硝酸钡的混合物等。燃烧弹不只是起单一的燃烧作用，更经常的是与穿甲、曳光或穿甲曳光结构相结合，构成多作用弹丸。

今后，燃烧弹首先要发展更便于生产和储存的燃烧剂，以保证运输中的安全。由于磷有毒，且可自燃，所以磷燃烧剂已被淘汰，现在多用铝镁合金粉等作燃烧剂。其次，要研制体积小能量高的燃烧剂、曳光剂，以减少多作用弹丸的体积。

#### 5. 爆炸弹

爆炸弹是通过一定的起爆装置使弹头爆炸，用以毁伤目标，同时它也具有燃烧作用。爆炸弹用来对付有轻型防护措施的易燃目标，加油箱、油桶、飞机和汽车的发动机等。爆炸弹的结构由弹头帽、被甲、铅套、炸药室、火药装药、火帽等组成。

爆炸弹分瞬发起爆炸药和延期起爆炸药两种起爆方式。前者在弹丸内通常配有定期自毁机构。以保证弹丸未击中目标能及时自毁，避免落地爆炸的伤亡。

## 第二节 枪弹的发展

21世纪初叶的陆战场，步兵需要杀伤目标威力大、机动性好、命中率高强的枪械。为此，首先要研制与之配合使用的枪弹。近几十年来，国内外先后研制了多种结构类型的枪弹，如无壳弹、双头弹、箭形弹、锥膛齐射弹，空心弹等等。

#### 1. 无壳弹

如前所述，无壳弹是不带常规弹壳的枪弹，在粒状发射药内加进适当的填料，制成具有较高机械强度的弹药，再与可燃底火和常规弹丸粘结，就制

成无壳弹。国外迄今研制了多种多样的无壳弹结构。近 20 年来,美国、英国、德国、法国等国家相继开展了大规模研制工作。前西德的 4.7mm 无壳枪弹及配用武器已经少量装备部队试用。无壳弹的优点是显而易见的,如省去弹壳,大量节省了金属材料,减轻弹重,提高了单兵弹药携带量,省去不需配备退壳、抛壳结构,不但简化了武器结构,而且有利于提高射速等等。但实际使用表明,无壳弹的自燃、药柱强度、闭气、瞎火弹药排除等方面均存在问题。无壳弹在短时间内将不可能取代有壳弹。要解决无壳弹本身存在的上述问题,需要从以下几方面去努力。

(1) 为解决无壳弹自燃问题,应继续研制高点火温度的发射药。

(2) 无壳弹是将火药用粘结剂合成一个整体,成为一个药柱。这种药柱既要保证平时有很高的强度,如能够承受外界的冲击、跌落、振动等,又要在击发时很快的粉碎。问题在于怎样使二者之间的关系得到合理解决。把整个火药压注成一个药柱,这种药柱的火药燃速要保证弹头在膛内时期就能燃尽,这就需要研制出一种高燃速的火药。而这种火药往在击发时应能破碎成有规律的小炸药,有规律破碎的小炸药应按一定规律燃烧,以保证每发弹射击时的内弹道性能。

(3) 无壳弹的闭气性能一直未能得到妥善解决,如 G11 无壳弹枪在连发射击时,在机匣内部会产生 CO 气体的爆燃,在弹匣两侧向前喷出火焰,虽然在机匣下方装了安全阀,当气体压力超过安全值后,安全阀自动打开,将机匣内部的气体放出枪外。据分析,这是在闭气无法彻底解决的情况下,作出的补救措施,不能完全保证其安全。

(4) 常规武器也存在着烧蚀问题,而无壳弹枪的烧蚀更严重得多,因为其弹膛、枪机、击针等零件统统直接地处于高温、高压的火药燃气中,因火药燃气的热作用、化学作用以及伤害最大的冲刷作用,使得无壳弹枪的这些零件较之常规枪械的同样零件的烧蚀要厉害。解决的方法是研究新型耐高温、耐火药腐蚀、耐磨的新型材料。最近国外正在研制一种“精密陶瓷”,它采用人工合成的高纯超细粉为原料,在严格控制的条件下经过成型、烧结和其它处理而制成的具有微细结晶组织的无机材料,具有高强度、耐高温、抗化学气体腐蚀、耐磨损、重量轻等一系列优越的物理性能。目前已开发研制氧化钛陶瓷、氧化锆陶瓷,并已开始应用于宇航发动机。如果这种材料能应用到无壳枪上,将可能解决无壳弹枪的烧蚀问题。

## 2. 双头弹

柯尔特双头弹是柯尔特先进战斗步枪的使用弹种之一。这种步枪既能发射标准的北约 M855 弹,又能发射柯尔特公司和奥林公司联合研制的新双头弹。双头弹有两个相似的“串联”在一起的弹头,第二个弹头的弹尖伸进第一个弹头底部的凹坑内,弹头有硬化钢心和常规被甲。标准的 M855 普通弹有单一的质量为 4.0g 弹头,双头弹丸重量分别为 2.26g(前弹头)和 2.13g(后弹头)。柯尔特公司建议对远距离目标采用标准的 M855 弹。实际上,双头弹是特别为提高近距离目标的命中率而设计的,其最大有效射程为 350m。设计双头弹的目的是:当第一个弹头沿着通向瞄准点的弹道前进时,后一个弹头在瞄准点周围产生微小的随机散布,因此很有可能补偿瞄准误差。目前,这种弹的两个弹头的弹道,既要保持基本一致,又要略有差异,在这一点上尚未处理好。今后,这种弹的应用前景尚待研究。

## 3. 箭形弹

箭形弹是以“小箭”取代普通弹丸的枪弹。美国 AAI 公司于 60 年代初期即正式开始研究这种枪弹。箭形弹通常由弹壳、弹托、箭体、弹托的密封部位、发射药等部分构成（如图 7.1 所示）。

箭形弹以弹丸质量极小、直径小、长径比大、采用尾翼稳定、初速高、近距离杀伤威力大为特征。箭体细长，断面相对密度大，飞行时空气阻力小，速度很高。

AAI 箭形弹的钢筋是一个 0.66g 重、尾翼稳定的小箭。小箭表面粗糙以保证它与 4 片弹托之间有更好的附着力，用一个在弹托后部的 O 形环将弹托绕小箭套在一起。一旦抛射物离开膛口，空气阻力使弹托散开而小箭沿弹道继续前进，初速大约 1400m/s。弹托/小箭组件重仅 1.36g，后坐力很小，因此可将散布控制在瞄准点周围的一个圆内，这在一定程度上补偿了瞄准误差。箭形弹的侵彻性能比常规小口径弹丸好。在 500m 距离内，其终点弹道性能与 7.62mm 口径的 5.79g 普通弹丸接近。至于箭形弹对人体的杀伤力，美国有关研究人员曾经用 X 射线高速摄影机，研究了箭形弹弹丸在模拟人体肌肉组织的胶块中运动的特性，证实高速飞行的箭体，一旦进入密度为空气 800 倍的肌肉介质中时，因其刚性较差，立即弯成钩形，并在肌肉中以难以预测的不规则方式旋转和运动，迅速释放其能量，造成爆炸型的伤口，从致伤效果看，比普通弹丸严重得多。

箭形弹有单发箭形弹和集束箭形弹两类。前者多采用小口径金属弹壳，弹壳材料为铜或钢。后者通常采用霰弹弹壳，多用塑料制作。小箭的箭体用钢或其它相对密度较大的金属材料制造。有的箭体前半部为重金属，后半部为轻金属，以利于箭体保持飞行稳定性。目前，还有采用废铀制造箭体，外面涂覆耐热材料，以期弹丸命中坚硬目标时，耐热层剥落，同时产生瞬时温度跃升，使铀与钢板之间发生放热反应，以利于侵彻目标，并产生燃烧作用。

为了固定箭体和加大发射药气体对箭体的作用面积，需要用弹托填充弹壳颈部与箭体之间的空隙。弹托飞出枪口时，靠装在枪口上的剥离器的擦刮而与箭体分离，弹托碎裂，落到地面，箭体继续稳定飞行。此外，美国专利还介绍过一种自碎弹托，它是由多孔的泡沫塑料之类的物质构成，当火药气体在枪膛内驱动弹托/箭体组合体向前运动时，一部分气体进入弹托的孔内，弹托出膛瞬间，其内部的高压和外部的的大气压之间形成巨大的压力梯度，为消除这一梯度，弹托内的高压气体迅速泄出，从而导致弹托的破裂和解体。

目前，由于箭形弹存在有效射程较近、射击精度也不够理想，未能推广应用。

今后，需要研制高能量炸药，以提高发射箭形弹动能。同时，对弹托结构作出改进，以提高射击精度。

#### 4. 锥膛齐射弹

本世纪 60 年代，美国就开始了锥膛齐射弹的研究。锥膛齐射弹的概念是，配用这种弹药的武器，每扣动一次扳机，可以发射一定数目的高速“次口径”弹丸。又因其弹丸是通过锥形内膛枪管一次发射数粒弹丸，遂得名为锥膛齐射弹。该枪每次齐射出的弹丸均采用自旋稳定，出膛口时弹丸的散布顶角大约为  $20.25'$ （6 密位）。弹丸在锥膛内受挤压而成形并彼此分离，其飞行中的断面积通常为处于枪膛内最初无锥度部分承受推力的断面积的  $1/4 \sim 1/2$ ，所以弹道性能较好。

通常的锥膛齐射弹丸的上部大致为圆锥形，下部为圆柱形，底面有一轴

向孔，弹丸首尾相接，呈直列配置，一般由粘合物粘合在一起，构成弹丸组合体，把组合体装进弹壳中即构成齐射弹丸（如图 7.2 所示）。与非锥膛武器相比，锥形内膛枪管发射锥形齐射弹丸，可以显著改善命中率。

锥膛齐射弹与相配的武器配合使用，其优点在于。

（1）无论武器是刚性还是弹性支撑，均能获得呈圆形的弹着散布；

（2）采用锥膛齐射方式，利用半自动步枪就可以获得“齐射”研究所要求的全自动火力，以及消除步兵配用全自动武器时存在的枪管发热和磨损、弹药消耗量过大等问题；

（3）采用锥膛齐射，一次可以射击一定数量（通常为 3~5 发）具有杀伤力的弹丸，从而提高命中率和杀伤率；

（4）如果采用数目较少、质量较大的弹丸构成的锥膛齐射弹，或采用射程较远的单发锥膛弹，其侵彻力均能超过现行弹药。

锥膛齐射弹通过收敛式锥膛枪管发射，不便于发射普通弹丸，这是锥膛齐射弹及其配合的武器的缺点。而克服这一缺点，只能采用可更换枪管的武器结构来解决。总之，锥膛齐射弹是一种具有发展前途的弹种。

#### 5. 空心弹

空心弹系指弹丸为中空圆柱体的弹药。早在 70 年代初，美国即开始对空心弹的研究。空心弹的结构比较简单，其外表为圆柱体，内有中心孔，孔径很大（如图 7.3 所示）。弹丸前部和后部的中心孔为内锥孔，从而使弹体的前、后端均具有锐缘。中心孔从前至后分为进气口、喉管、喷嘴三部分。为了使弹丸在发射过程中能够承受较大的推力并封闭火药气体，空心弹丸需要配置金属或非金属弹托。

国外有关试验研究表明，空心弹丸及常规弹丸重量与初速相同时，前者的弹道高和飞行时间约等于后者的 1/2。试验还表明，用现行的 7.62mm 北约弹配用于现行制式武器发射带有简单底塞式弹托的空心弹，初速可以达到 3.5Ma 以上。

## 第八章 21 世纪初时陆战场上使用的轻武器及其官常规武器

根据对 21 世纪初叶陆战场的特点及形态的分析,预计投入 21 世纪初叶陆战场的常规武器包括:消灭或摧毁近距离各种目标的轻武器、攻击纵深目标类武器、适于装力求快速反应部队的武器、反空袭的地面防空武器、战场上的中枢神经 C3I 系统、对抗 C3I 系统的电子与光电设备。而介绍除轻武器以外的其它常规武器在未来陆战场上的使用情况,将有助于研制适合未来陆战场需要的轻武器。

### 第一节 消灭或摧毁近距离各种目标的轻武器

在本书第二阐中已经述及,现代轻武器按照其口径、威力、射程、配备的对象及其在战争中的战术使命分为手枪、冲锋枪、步枪、轻机枪、重机枪、高射机枪、信号枪,以及步兵近战轻武器例如手榴弹、枪榴弹、榴弹发射器、火箭发射器、单兵导弹等。

依据对 21 世纪初叶陆战场的特点以及形态的分析,以及对未来高技术局部战争中步兵、快速反应部队、炮兵、装甲兵、空降兵、侦察兵、通信兵等特殊兵种需要对付的各种作战目标的预测,轻武器仍然是前述各兵种作战上使用的主要武器装备,尤其是步兵作战的主要武器装备。

21 世纪初叶,对于步兵而言,消灭或者摧毁近距离范围内的各种目标,加人员、地堡、防御工事、轻型装甲车辆、低空超低空飞行的武装直升机等等仍然需要使用各种类型的轻型步兵武器。

### 第二节 攻击纵深目标类武器

#### 一、战役战术导弹

由于 21 世纪初叶陆战场是大纵深立体化的战场,因此,为了攻击敌方纵深内的各种目标,特别是攻击纵深范围内的集团坦克与装甲车辆,将使用战役战术导弹。战役战术导弹是陆军常规武器中射程最远的武器系统。如美国正在研制的战术导弹,属于军一级的支援武器,其最大射程可达 150km 以上。命中精度为 50m 左右,可配杀伤、反装甲、反硬目标、可撒布雷以及反机场跑道等 5 种战斗部。此外,美国还研制一种射程在 200km 以上的战术导弹,采用反装甲子母战斗部,内装子弹 20~30 枚,预计一个子母弹能摧毁一个坦克连。前苏联研制的战役战术导弹 SS—23 型,现阶段最大射程已经达到 1000km,估计改进后,射程和精度都将进一步提高。

#### 二、多管火箭炮

多管火箭炮由于覆盖面大、射程远,在未来大纵深立体化战场上,将发挥重要作用。美国、前苏联、联邦德国等国家都在加紧研制新型多管火箭炮,并把它视为未来攻击纵深目标的最理想的压制武器,杀伤面积比大口径榴弹炮大得多。例如,为了压制一个炮兵连,如果使用前苏联 152mm 榴弹炮,若想取得 20%~25%的压制效果,需发射 260 发炮弹;若想取得摧毁它的效果,

即杀伤达 60% 以上，则需发射 780 发。在短时间内发射这么多的炮弹，至少需要使用 1 个 18 门制的 152mm 的榴弹炮营。而如果使用 1 门美国的 MRLs 多管火箭炮，一次齐射可用 M—77 型子弹覆盖大约 6 万 m<sup>2</sup> 的面积，足以使前苏军一个正面为 200 ~ 300m、纵深为 100m 的炮兵阵地受到饱和压制。

目前，美国等西方国家正在研制射程在 70km 以上的多管火箭炮，并设想在 21 世纪初叶陆战场上，使用以轻、中、重型多管火箭炮为主的火力支援体系。

### 三、大口径榴弹炮

在 21 世纪初叶陆战场上，大口径榴弹炮仍然是用于攻击纵深目标的主要武器之一。据分析，榴弹炮口径下会发生重大变化，口径将是以 122mm、152mm 和 203mm 为主。

为了提高打击纵深目标的能力，未来的榴弹炮应设法增大射程与提高威力。有可能采取的技术途径是：加长身管、增大药室容积、使用高能量发射药，以提高其初速；采用火箭增程；配用尾翼稳定次口径脱壳弹；发展底凹弹、远程全膛弹以及底部排气弹等。预计采用上述技术措施，榴弹炮的最大射程可达 100km 左右。为了提高威力和命中精度，国外注意发展未制导弹药与未敏弹药，其中包括大面积杀伤用的子母弹，以适应 21 世纪初叶战场上攻击纵深范围内集团装甲目标的需要。未制导弹药的改进方向，将是在未制导弹如“铜斑蛇”型上配用发射后不管的导引头，如毫米波或红外导引头。至于未敏弹药，例如未敏反装甲弹药，采用毫米波/红外制导以及自锻破片战斗部。

### 四、武装直升机

武装直升机将成为 21 世纪初叶的大纵深立体战的主要装备之一，尤其是作为攻击纵深集团装甲的有力武器，例如，当敌方坦克集团向集结地域（距前沿 100km 左右）接近和集结时，或者进入距前沿 50km 左右的待机地域进行进攻准备时，反坦克武装直升机可以突然地对其实施猛烈的攻击。从远距离发射机载反坦克导弹，构成对坦克的严重威胁。据西方国家多次演习及模拟试验表明，武装直升机与坦克交战，两者的损失比为 1 : 16，有的竟高达 1 : 19。海湾战争中，美国武装直升机更创造了打伊军坦克的奇绩。武装直升机除了用于反坦克外，还可用于空中格斗，即机上装空空导弹。正因为武装直升机具有良好的战斗效能，各国竞相发展，性能也在日益提高。

美国正在加紧研制投入 21 世纪初空地一体化战场使用的 LHX 轻型直升机，由于该直升机采用复合材料，质量约 4300kg，机载数枚反坦克导弹、空空导弹，以及 1 门小口径机关炮，使它具有反坦克以及反直升机双重能力；机上有导航、目标搜索与跟踪、通信以及先进的前视红外探测系统，因而具有全天候的作战能力；该直升机采用了能吸收雷达波以及电磁波等的隐身复合材料，机尾有红外抑制装置，生存能力强，最大巡航速度高，通常在 300km/h 以上。

武装直升机除供陆军重装部队使用外，也适用于快速反应部队。既可以用于纵深攻击，也可进行近程空中火力支援。

### 第三节 适于装备快速反应部队的武器装备

快速反应部队，除了为了应付突发事件以及适应大纵深立体战的需要外，也为了适应军队在特种地形条件下战斗的要求，即适应在山地、丛林、水网等地区作战的要求。

快速反应部队有空降部队、海军陆战队，美国、法国、德国等国家除了前述两种部队外，还有空中突击师或空中机动师以及山地师（旅）等。

快速反应部队的武器装备要求体积小、重量轻、机动灵活、使用方便、反应迅速、便于空运与海运。

21 世纪初叶陆战场快速反应部队的主要武器装备，除前面提到的武装直升机以及运输机外。发展的重点是：

#### 一、轻型装甲车辆

据初步统计，近年来轻型装甲车辆的型号已达 100 多个，10t 以下的超轻型装甲车辆占 1/3 左右。超轻型装甲车辆轻便灵活，具有较高的战略机动性与战术机动性，适合于作为快速反应部队的主要装备，前苏联的 —1 改进型最轻的则只有 2.8t，适合于空运空投，选用的武器有 7.62mm 机枪、12.7mm 机枪、小口径机关炮以及自动榴弹发射器，公路上的最高速区为 120km/h。超轻型装甲车辆最大的特点是，便于利用其基型底盘发展快速反应部队所需的各种变型车，例如反坦克导弹发射车、自行迫击炮、侦察车、指挥车、后勤补给车等等。

#### 二、迫击炮

由于迫击炮结构简单，机动灵活，具有较高的曲伸弹道，便于射击遮蔽物后的目标，也适于攻击坦克装甲车辆的顶甲。西方国家将其列为快速反应部队的重要装备之一。

目前，在 120mm 口径的迫击炮中，最令人瞩目的是法国的 RT—61 式，其特点是：有膛线，有利于迫击炮弹旋转稳定以提高命中精度；射程远；配用的弹种多，有普通迫击炮弹、增程弹、反装甲弹、反装甲子母弹、照明弹、烟幕弹以及制导迫击炮弹。PRPA 火箭增程弹的最大射程达 13.2km，新一代的火箭增程弹更远，约 17.5km，接近前苏联 2C—3 或 152mm 榴弹炮普通榴弹的最大射程。

为了提高 120mm 迫击炮攻击装甲目标的能力，许多国家正积极发展制导迫击炮弹。制导方式有毫米波制导、红外制导以及激光半自动制导等，例如，瑞典“斯特里克斯”红外制导的 120mm 迫击炮弹，采用双色红外导引头，射程为 600~8500m，可打坦克的顶甲。其破甲战斗部与瑞典的 AT—4 反坦克火箭筒相同，据称，3 发这种未制导迫击炮弹可击毁一辆坦克。

#### 三、牵引式榴弹炮

大口径自行式榴弹炮较重，实施战术机动困难，故未来快速反应部队建

制中的大口径榴弹炮仍以牵引式为主，口径大体上还是 105mm 和 155mm。

在 155mm 牵引式榴弹炮中，美国陆军认为现装备的 M198 式对轻型步兵来说仍然较重，约 7.06t。因此，决定发展一种口径相同并且性能基本与 M198 式相同的轻型榴弹炮，由于炮架采用复合材料，质量只有 4.1t。该炮适于用新发展的 UH—60 型“黑鹰”式直升机空运，它将成为美国 21 世纪初叶快速反应部队的重要装备之一，用以取代目前装备的英国 L119 型同口径牵引式榴弹炮。

#### 四、反坦克武器

目前，国外为快速反应部队装备的专用反坦克武器主要有两种。一种是轻型反坦克武器，以反坦克火箭筒为主；另一种是反坦克导弹。轻型反坦克武器由于结构简单，操作方便、造价低廉、便于携带，能有效对付 1000m 内的各种装甲目标，加之不断采用各种先进技术，提高其性能，在今后 20~30 年内仍将是大部分国家快速反应部队的重要反坦克武器。

21 世纪初叶快速反应部队将使用的反坦克导弹，一种是第二代反坦克导弹的改进型；另一种是目前正在研制中的第三代反坦克导弹。目前，英、美等国正在研制一种超高速导弹，一般采用激光波束制导，其速度为音速的 4 倍，达 1500~1600m/s。最大射程 5~7km，用高密度硬质合金作为弹芯材料，如钨合金、铀合金等。个别的也有战斗部用动能弹芯和小型爆破装药组成，成为多用途战斗部。由于采用 10.6 $\mu$ m 波段的 CO<sub>2</sub> 激光器，并配用一个热像仪，使导弹具有昼夜以及恶劣气候条件下作战能力。另外，还有的超高速导弹采用 68° 大视场激光扫描器，能捕捉多个活动目标，并将它们摧毁。

#### 五、点面结合，破甲与杀伤相结合的步兵近战武器

快速反应部队根据要执行的任务，需要列装点面结合、破甲与杀伤相结合的步兵近战武器。这种武器有两种：一种是榴弹发射器；另一种是枪榴弹。

榴弹发射器又分为两种，一种是自动榴弹发射器，另一种是单发榴弹发射器。榴弹发射器主要是用来对付有生集群目标和装甲目标等。

枪榴弹一般用突击步枪发射，也是一种点面杀伤、破甲与杀伤相结合的步兵近战武器。

榴弹发射器与枪榴弹的现状及其未来发展趋势已经在本书第五章专门论述。需要指出的是，上述这些武器并不仅限于装备快速反应部队，其中绝大部分可作为重装部队的近战武器使用。

#### 第四节 反空袭的地面防空武器

鉴于 21 世纪初叶的陆战场，来自空中的威胁增大，地面防空体系将需要大大加强，21 世纪初叶地面防空武器主要有：弹炮结合型防空武器、弹炮分离型防空武器、防空导弹、坦克与装甲车车载武器、武装直升机、各种轻武器、自动寻的地雷以及激光防空武器等，但是其中主要是弹炮结合的防空武器和防空导弹。

## 一、弹炮结合型防空武器

所谓弹炮结合的防空武器，是指弹炮结合共用火控系统。它又分为两种：一种是集导弹、炮、光电火控系统与雷达四位一体的，如美国的“布雷泽”防空武器系统。该系统有不同的组合方式，其中之一是将一门 GAU—12 型 5 管 25mm 高炮、2 枚 RBS—70 激光波束制导防空导弹、4 枚“针刺”红外自动导引导弹和 HARD 型雷达装在同一 M2 步兵战车底盘上，可掩护半径为 6km、高度为 12~4000m 的空域；另一种是集导弹、炮与光电火控于一载体，即三位一体，但要靠外部搜索雷达提供目标信息，同时也需要应用专门的外部跟踪雷达指挥射击。采用这种结合形式的防空武器系统较多，如埃及的“尼罗”—23 型、美国的“防御者”与“复仇者”。“防御者”装有 4 枚“针刺”导弹、1 门 25mm 双管高炮以及红外或激光电视跟踪装置与激光测距仪等光电火控装置，掩护的空域与“布雷泽”相同。

## 二、弹炮分离型防空武器

弹炮分离型防空武器，是指弹炮分离，共用火控系统，例如瑞士的“空防卫士”/“麻雀”防空系统，由“空防卫士”火控系统、“麻雀”或“阿斯派德”防空导弹与双管 35mm 高炮组成。其中“空防卫士”火控系统包括脉冲多普勒搜索雷达、单脉冲跟踪雷达、激光测距仪、电视跟踪装置，以及数字式火控计算机等，能同时控制两门双管 35mm 高炮，一个四联装的“麻雀”或“阿斯派德”防空导弹发射架。雷达最大探测距离为 19km，跟踪距离为 15km，整个系统能掩护半径为 13km、高度为 12~5000m 的空域。

21 世纪初叶，弹炮分离型防空武器将有更好的机动性。

## 三、地面防空导弹

防空导弹将是 21 世纪初叶的主要地面防空武器，为了对来自不同方位、不同高度、大规模，多批次与多架次空袭武器的攻击，美国、俄罗斯等国家将重视发展地面防空导弹。例如，美国现已装备的 7 种地面防空导弹，共约 47000 枚，高度覆盖范围为 30~45000m，射程覆盖范围为 500~140km。俄罗斯装备的 14 种地面防空导弹，共 8 万余枚，高度覆盖范围为 15~30000m，射程覆盖范围为 500~250km。预计 21 世纪初叶的地面防空导弹将会出现新的型号，其性能亦将大大提高。

### 1. 发展攻击多目标的地面防空导弹

未来空中袭击将更多地采用多批次与多架次的轮番轰炸战术。因此，要求 21 世纪初叶的地面防空导弹应具备能够同时对付多个目标的能力。发展攻击多目标的地面防空导弹，将受到各国的高度重视。美国的“爱国者”防空导弹，目前已经能够跟踪上百批目标，拦截 8 个目标。海湾战争后，美国更加快了对“爱国者”防空导弹技术性能的改进步伐。今后其拦截目标的能力将更强、准确度更高。为了提高未来地面防空导弹系统对付多个目标的能力，国外采用或拟采用的主要技术措施包括：

(1) 配用多功能相控阵雷达。这种雷达的特点是天线为多单元，利用电子计算机控制的移相器改变阵面上的相位分布，使多个波束在空间作电子扫

描，从而使相控阵雷达具有多功能以及对付多目标的能力。

(2) 采用主动寻的制导技术。它将使防空导弹成为发射后不用管的武器，是对付多目标和防止反雷达导弹攻击导弹系统地面设备的理想制导方式。法国的 sAMP—90 型以及德国的 MFS—90 型防空导弹采用了末端主动雷达寻的制导。

(3) 采用多车多联装。这是将防空导弹多联装在多辆发射车上，由一个雷达指挥中心加以协调，构成一个战术火力单位，进行统一指挥作战，以同时对付多个目标。例如，法国的“米迦勒”低空防空导弹系统，用一辆预警指挥车，协调 4~8 辆多联装导弹发射车，能同时对付 6~8 个目标。预警指挥车配有先进的边扫描、边跟踪的雷达，可自动地识别与跟踪目标以及显示威胁较大的目标。此外，还可自动进行目标分配并控制发射装置瞄向目标。

## 2. 发展具有多用途的地面防空导弹

由于空袭武器多种多样，性能不断提高，战术变化多端，要求攻击这些空中目标的防空武器系统日益先进与复杂，因而导致研制、采购和维修费用猛增。据国外概略统计，大约每隔 5~10 年防空导弹系统的研制与采购费用要翻一番。因此，在适应未来防空作战需要的前提下，为了降低费用，今后将会出现发展多用途防空导弹的趋向，其主要类型有：

(1) 能对付不同类型空中目标的防空导弹。早期研制的防空导弹，多是针对一定空域的目标而设计的，而未来则要求一种导弹能攻击速度、空域与机动能力不同的多种空中目标，即既能攻击飞机与直升机，又能攻击防空导弹和巡航导弹。例如美国的“爱国者”以及法国的 sAMP—90，均具备对付不同类型空中目标的能力。

(2) 既能对付空中目标，又能攻击地面装甲目标的防空导弹。这种防空导弹主要采用多用途战斗部，例如，瑞士“阿达茨”防空导弹将采用双用途战斗部。该战斗部由空心装药与破片外壳组成，配有近炸引信与触发引信，破片外壳与近炸引信主要用于对付飞机与直升机；触发引信与空心装药主要用于反装甲目标，对均质钢装甲的破甲厚度为 900mm。对飞机与直升机的射程为 1~8km，对坦克为 0.6~6km。

## 第五节 战场上的中枢神经——C<sup>3</sup>I 系统

为了提高军队的快速反应能力，缩短武器系统的反应时间，近年来美国、前苏联及北约一些国家非常重视发展自动化与网络化的 C<sup>3</sup>I。所谓 C<sup>3</sup>I 指的是指挥、控制、通信与情报系统。这种系统一般由信息获取、传递、处理与显示四大部分组成，将战时军队战斗行动中的侦察、判断、决策与行动各个环节连成一个整体，成为战场上军队的神经中枢系统，对军队的战斗力起着倍增器的作用。据报道，通过 C<sup>3</sup>I 系统，可使防空系统的作战效能提高 30%，地空导弹的命中率提高 1 倍，战斗机的作战效能 E 与 C<sup>3</sup>I 系统的性能 I 成 3 次方增长 ( $E=KI^3$ , K 与战斗机的性能有关)。

21 世纪初叶陆战场，C<sup>3</sup>I 系统仍然是以大纵深立体战为背景建立起来。例如，美国正在研制中的联合监视目标攻击雷达系统，由空中平台与地面站两大部分组成，用以监视、发现、识别与跟踪敌纵深内的各种目标。应用该系统提供的信息，美军可利用地面远程火力与空中支援火力，打击敌纵深内的目标，特别是集群坦克、装甲车辆、防空武器系统、压制武器阵地以及指

挥通信枢纽与后方设施。

21 世纪初叶的 C<sup>3</sup>I 系统将特别重视部队的指挥与控制的自动化、网络化。例如，美国在 2000 年逐步投资 214 亿美元，建立陆军指挥和控制系统。陆军指挥和控制系统包括 5 个独立的自动化指挥分系统和 3 个通信系统。5 个分系统是：

- 机动控制系统 (MCS)；
- 前方地域防空指挥、控制和情报系统 (FAADC2 I)，它将把前方地域防空系统联入 C<sup>3</sup>I 网络；
- 高级野战炮兵战术数据系统 (AFATDS)，用于火力支援；
- 全信息源分析系统 (AsAs)，用于战术情报；
- 战斗勤务支援控制系统 (CssCS)。

以上五个分系统主要是用三个通信系统把它们互连起来。这三个通信系统是：

- 移动用户设备系统 (MSE)；
- 单信道地面和机载无线电系统 (Sincgars)；
- 陆军数据分配系统 (ADDs)。

陆军指挥和控制系统全部投入使用后，将形成从陆军战术最高指挥官到单兵战壕的作战指挥和控制网络。以美国陆军指挥和控制系统中的移动用户设备系统 (MsE) 为例，它是美国 21 世纪初叶陆战场上所使用的军一级全数字指挥通信系统。其覆盖面积大，按美国军一级配置地域的面积计算，约为 150knIX250km。美军 2000 年前为陆军的 5 个军 26 个师 (包括后备队和国民警卫队) 配备 MsE。MSE 由节点中心交换机系统控制设备、有线用户人网设备、无线移动人网设备、用户终端等部分组成。MSE 包括 40~50 个节点中心、8000 部移动电台、2500 部电话以及 1400 个交换中心等，能为 11900 个用户服务，其中固定用户 (电话终端、传真终端、数据终端等) 10000 个，移动用户 (坦克、直升机、越野指挥车等) 1900 个。大型交换节点能为 150 个用户提供局部地域交换，也可通过战斗网无线电接口装置吏战斗网无线电用户人网。

另外，MSE 将提供以下功能：元需门道就可与美陆军和北约现有的战术及战略通信系统互通；提供话音和数据保密通信；向移动用户和固定用户提供自动入网和重新入网的能力，提供移动用户之间直接通信的能力；提供完整的保密系统，无线电人口单元和移动用户无线电话终端之间的单信道线路采用端一端加密，节点间的干线采用整体加密；电台采用跳频式，可抗敌方干扰；采用节点冗余和分组交换技术，即使部分网络被毁，仍能保持通信联络畅通。

目前，许多国家除了特别强调建立野战部队的自动化、网络化的综合性 C3I 系统外，还将炮兵指挥与控制系统作为 21 世纪初叶陆战场 C3I 系统发展的重点之一，以便有效地协调与充分发挥各种火炮的威力。例如，正在研制中的美国高级野战炮兵战术数据系统 (Advanced Field Artillery Tactical Data System，缩写为 AFATDs)；英国的野战炮兵目标交战系统 (Battlefield Artillery TargetEngagement System，缩写为 BATEs)；法国的“阿迪拉”炮兵自动化射击指挥系统 (Atilg ArtilleryAutoInation System，缩写为 AAAS)；德国的“法尔克”炮兵计算机系统 (Falke Artillerv ComputerSystem，缩写为 FACS)；以色列的“战斗者”炮兵射击指挥系统 (Combai Artillery Fire Control System，缩写为 AFCs) 等等。这些均将成为 21 世纪自动化的

野战炮兵指挥与控制系统。这些系统的共同特点是：大量采用以微处理机、微型计算机以及单片机力基本单元与中央监控单元，建立具有分布式数据库的自动化计算机网络系统。

大量装备手持式射击指挥计算器或保障器材用的计算器，这一类计算器不仅计算速度快、精度高、体积小，而且具有多功能的特点。例如，美国的 FCC 计算器的计算诸元速度为 3s/炮，质量仅 1.63kg；新西兰的“米尔”计算器能存贮 99 个目标，距离与方向精度为  $\pm 1.6875'$ （ $\pm 0.5$  密位）。

大量研制各种新型侦察与保障器，实现前端侦察器材的智能化，实时处理侦察器材所获得的各种数据。

配套的通信设施不再是面向话传的甚高频电台或有线话传装置，而是采用数字密码的、时分多址传输的、利用计算机进行管理与控制的通信系统。抗干扰能力强的跳频电台也将普遍采用。

显示单元不仅能显示数字、符号、表格，而且还能显示各种直观图像，包括各种高分辨率的地图。

广泛采用先进的陆地导航装置，充分利用各种侦察通信卫星实时获得各炮兵分队所处的位置，以有利于集中与分散炮兵的火力。

目前，国外研制的比较典型的炮兵射击指挥系统是美国“阿法兹”（AFATDs）。它是由若干计算机终端和软件模块组成，以实现火力支援功能。其全部软件为 77 万行，全部用 Ada 标准高级语言编写。

与 80 年代初研制的上一代“塔克法”射击指挥系统（Tacfire Fire Direct System）相比，AFATDs 的指挥与控制范围将不仅限于野战炮兵，还将包括近距离空中支援、舰炮火力以及空军支援火力等所有火力支援手段。

AFATDs 所能指挥的武器数量和种类更多，能处理来自更多的侦察器材信息，并在更大范围内与盟军的火力支援指挥系统，如英国的“贝茨”（BATES）、德国的“阿德勒”（AM, ER）以及美国海军陆战队的“米法斯”系统协同作战。

在 1990~2010 年时期内，AFATDs 将满足 ATCCs 的火力支援要求，并与现有的或计划中的美国及有关的野战炮兵系统及传感器兼容。

AFATDs 作为陆军战术指挥系统与控制系统的火力支援分系统，将综合所有的火力支援系统和攻击系统，包括近距离空中支援、舰炮、迫击炮、陆军航空兵、进攻性电子战系统和野战炮兵，并能更为有效地支援空地一体作战。

AFATDs 将通过系统年的每一个目标确定优先顺序，并在可利用的火力支援单元中确定最适合于向某一特定目标射击的单元来辅助指挥官就攻击重要目标作出决策。实际上，AFATDs 的作用就是协助指挥官在适当时机用适当的火力支援系统攻击适当目标。

AFATDs 将具备 5 个方面共 24 项功能。

（1）火力支援控制与协调：系指对野战炮兵、近距离空中支援、舰炮火力及空中支援火力的控制与协调，主要包括火力支援协调、火力支援计划、火力支援状况报告、贯彻指挥官意图以及与 MCS 机动作战指挥系统交换数据等 5 项功能。

（2）目标产生与处理：包括拟定目标情报的搜集与处理计划、目标情报的分发以及目标情报的判读和鉴定等全部活动。其主要功能包括确定目标要求，即确定目标情报的获取、保存和处理的指导原则；侦察器材的配置、使用和管理；目标处理，即目标情报的判读、鉴定及目标攻击方案的拟定和分

发；目标攻击结果评估；与合成军的情况/电子战系统交换情报等 5 项。

(3) 野战炮兵战术作战指挥，系指根据火力支援指挥单位及被支援的机动作战指挥单位的具体指示，对野战炮兵分队进行协调和指挥。其功能包括野战炮兵分队的状况报告；弹药状况报告；支援计划；指挥与控制；以及确定目标攻击标准等 5 项。

(4) 野战炮兵技术射击指挥：系指接到火力呼唤后产生野战炮兵分队所需射击诸元的过程，包括获取射击分队状况报告及计算射击诸元两项功能。

(5) 野战炮兵的保障与维持：系指在火力支援功能领域内为野战炮兵分队提供战斗勤务保障的全部功能。主要包括人事管理、后勤补给与维修计划的拟定和实施、后勤状况报告、弹药补给、受损分队的恢复、保安、与合成军的战斗勤务保障系统交换数据等功能。

AFATDS 具有以下特点：

(1) 采用分布式结构，即把多个工作台分散配置在不同位置上，每个用户都拥有自己的工作台，可履行各种功能；

(2) 软硬件模块化；

(3) 具有高度图形显示能力；

(4) 能高速处理信息。

国外发展的防空 C3I，以自行高炮为例，具有以下共同特点：采用雷达、激光和光学等多种目标探测与跟踪装置，能在全天候条件下探测与跟踪低空与超低空目标；自动化程度高，可采取雷达全自动跟踪与光学半自动跟踪两种工作方式；大部分系统能在行进间对空搜索与跟踪目标，有的还能行进间射击；配有多种传感器，能人工或自动引人射击修正量。

## 第六节 对抗 C3I 系统的电子与光电对抗设备

21 世纪初叶陆军可能采用的电子对抗与光电对抗的主要设备是：

### 1. 通信干扰机干扰

对于敌方通信系统的干扰主要是采用干扰机，以阻塞、瞄准、跟踪、扫描和模拟方式进行干扰。目前，通常采用瞄准式和扫描式干扰机。前者是对准被干扰的敌方无线电电子设备的工作频率，发射频谱宽度相当的窄带噪声或连续波单音以达到干扰的目的；后者是在某一波段内连续发射扫描调频，实施干扰。从今后发展来看，通信干扰机的特点是：辐射功率大，一般均在千瓦以上；能够同时干扰多个通信信号。例如，美国的 MLQ—34 可以同时干扰 3 个信号；具有连续监视被干扰信号的能力。

### 2. 箔条干扰

箔条是由金属化玻璃丝、铝箔等制成，对所干扰的雷达波反射大。用箔条对雷达进行干扰，也是今后最常用的电子干扰手段之一。其特点是：具有多种投放方式，如机电式、引爆式和气动式；干扰面积大，一次可投放多个干扰包；既可对单一工作频率的雷达进行干扰，又可对不同频率工作的雷达进行干扰，即在一个干扰包内放入不同长度的箔条，从而形成不同的偶极子反射体，以达到这一目的。

### 3. 红外干扰

由于侦察、跟踪、识别与瞄准的红外探测仪器，特别是靠红外传感器自动寻的的各种导弹及炮弹在 21 世纪初叶陆战场上的运用日益广泛，红外对抗

已成为光电对抗中的一个极其重要的领域，从而导致红外对抗器材迅速发展起来。

红外对抗主要是依靠烟火药的烟光进行遮蔽与干扰。

在陆战场上，红外对抗的领域，已从导弹基地、雷达站、电站、油库和军火库等重要设施，扩展到坦克、装甲车辆、导弹、轻武器、军用直升机与飞机等。

对固定设施的红外对抗，主要采用发烟弹与发烟罐，形成红外烟幕。由于红外烟幕不仅能吸收、反射与散射红外光，而且自身也能发射很强的红外辐射，因此，在遮蔽的同时，也兼有迷育的作用。目前，国外正在积极研制各种红外烟幕，以达到生烟快、发烟大、散布广、延续时间长的目的。例如，比利时专利报道的一种烟幕剂，能够形成两种气溶胶效应，先瞬时产生第一种热气溶胶，用本身的红外辐射遮蔽目标，然后产生第二种主要含有 $1\sim 4\mu\text{m}$ 的热碳粒子的气溶胶衍射热能，迷盲敌人，并能持续较长时间。另外，美国也正在研制一种可单人携带的大面积烟幕施放系统。

坦克、装甲车辆进行红外对抗的措施是：发展反红外发烟弹，如瑞典 FFV 公司的新型反红外发烟弹，能够快速遮蔽整个波段，使车辆不被红外侦察与瞄准装置跟踪。另外，有的坦克装甲车辆采用既发射箔条也发射红外干扰弹进行综合式的红外对抗。例如美国的坦克装甲车辆在炮塔两侧，用 $2\sim 3$ 个管式发射器和电感耦合器发射箔条与红外干扰弹，在车辆前方 $55\text{m}$ 空中处形成 $500\text{m}$ 的箔条干扰云，同时又发出持续时间约 $20\text{s}$ 的 $3\sim 5\mu\text{m}$ 与 $8\sim 14\mu\text{m}$ 的红外辐射，可用于诱惑红外或雷达制导的导弹。

为了对付新型的防空武器系统，武装直升机也采用了红外对抗措施。一是发射发烟火箭，例如， $69.85\text{mm}$ （ $2.75$ 英寸）的发烟火箭，可产生持续时间为 $5\text{min}$ ，宽达几公里的烟幕；二是设计类似坦克装甲车辆的发射装置。

#### 4. 采用隐身技术

就地面武器而言，隐身技术正在成为坦克装甲车辆提高生存力的措施之一。坦克装甲车辆采用隐身技术主要是为了对付雷达、毫米波、红外与激光制导武器的威胁。国外目前这方面的发射趋势是：为了对付雷达，力求选用无炮塔坦克，以减小车辆的外形尺寸，减小目标的雷达反射面。无炮塔坦克可使坦克投影的面积缩小 $50\%$ ；为了对付毫米波制导武器，采用敷涂和悬挂吸波材料，以消除坦克与背景的辐射差；为了对付红外制导武器，主要采用隔热和涂敷红外选择性材料，以减少坦克的红外辐射源；为了对付激光制导武器，主要是采用激光低反射材料，以降低激光反射。据报道，日本研制的车辆多层吸波材料，可使车辆的反射波几乎被地形和树木产生的杂波全部掩盖起来，从而达到隐身目的。美国、英国也正在研究高性能的坦克、装甲车辆的吸波材料。

#### 5. 采用反隐身雷达

反隐身雷达主要用于防空。飞机隐身技术的发展，严重地削弱了雷达的探测能力。专家预测，到 $2000$ 年，雷达发现目标的距离仅为原来的 $17.8\%$ 。因此，国外正在发展反隐身雷达，并提出了长波雷达、双基地雷达与无载波脉冲雷达等 $3$ 种方案。

长波雷达的波长 $30\text{m}$ ，在这一波长段上，无论飞机外形如何变化，整个飞机机身尺寸都与该波长相当，产生谐振，引起强烈的反射，同时又能减小吸收材料效果。长波雷达可以对抗外形减小或采用吸波材料的隐身飞机。

双基地雷达将雷达的发射机和接收机分置两地，这样，即使隐身飞机使雷达反射波发生偏转，而在另一处位置上的接收机仍可收到主瓣回波。目前实验的双基地雷达系统是由一机动的地基雷达提供目标照射，其旁瓣发射被另一机动的雷达接收机同步接收。接收机采用相控阵天线，灵敏度高，并能最大限度获取信息。据报道，双基地雷达不仅具有反隐身能力，而且具有反侦察和抗辐射导弹的能力。

无载波脉冲雷达，可使雷达脉冲不带有受吸波材料控制的载波，这样，吸收机制就不复存在，从而阻止了吸波材料对雷达波的吸收，达到反隐身的目的。

#### 6. 无人机干扰

1982 年叙以战争中，以色列曾使用无人机进行照像侦察，搜集电子情报，为摧毁叙军在贝卡谷地所部署的全部防空导弹基地提供了重要的数据信息，使世界各国大为震惊，引起各国对无人机的重视。

目前的无人机有 3 种类型：一类是由计算机预编程序，自主导航；另一类型是属于遥控型，由地面遥控导航；还有一类是前两类相结合的复合型。

无人机的主要任务是利用机载的侦察器材进行侦察与目标指示。此外，无人机还用于电子对抗。一种方式是用机上或空投的干扰设备对敌电子设备进行干扰；另一种方式是用机载弹药将其摧毁。

目前，德国正在研制中的“克达尔”无人机，尺寸为 2mX2m，起飞质量 100kg，按预编程序飞行速度为 200km/h，可在目标上空巡航 1h，这种无人机设计成弹头形状，在发射前，机体内装入炸药并编好程序，使其处于待发状态。机上拟装信号发射机、鲁思伯格透镜或应答器，既可对敌雷达进行干扰，迫使其关闭，又可引诱敌方向其发射导弹，以利于己方的飞机实现突防的目的。为了攻击并摧毁包括雷达在内的各种目标，机上配备一部宽带寻的器，只进行一维扫描，并能按优先顺序寻找目标，首先攻击最有威胁的目标。弹头所具备的威力应足以摧毁一部雷达。

预计，投入 21 世纪初叶使用的无人机具有如下特点：

(1) 体积小，飞行速度高，不易被击中。

(2) 采用隐身技术。例如，美国的“天鹰星”无人机，体积小，采用不反射雷达波的芳纶非金属材料，机翼与机身均涂有迷彩，外形扁平，不易被雷达或红外探测器材发现。

(3) 一次性使用：干扰式无人机一次性使用，如预编程序，按一定飞行路线和预定的飞行时间在敌方上空进行干扰，最终自爆。

## 第九章 新概念武器基本原理、现状及未来的研究和发展趋势

新概念武器范围比较广泛，这里主要研究目前发达国家利用现代科学技术的最新成果，研究设计发展的、可望投入 21 世纪的未来战场上的某些新概念武器，如动能武器、定向能武器。

### 第一节 动能武器

#### 一、基本原理及现状

动能武器主要是利用电磁能发射高密度合金（如钨合金或钼合金）弹丸的电磁炮（枪）。

迄今为止，用于军事目的的发射能源，基本有三类，即机械能、化学能和电能。原始的利用机械能抛射物体的速度，充其量为每秒几十米，利用化学能可以将质量为几千克的弹丸加速到 1800m/S 左右的炮口速度，这已接近化学能发射弹丸的速度的极限（不包括采用火箭推进技术），然而，随着科学技术的不断发展，利用火药的化学能发射弹丸所能获得的速度，远远不能适应目前乃至未来反装甲目标、防空以及拦截高速导弹技术发展的需要。因此，几十年前，美国、前苏联等国家就开始研究利用电能发射超高速弹丸。近几十年来，尤其是近十几年来，人们在探索利用电能加速弹丸，获得超高速方面，作了许多有益的尝试。从理论和实践方面开展了许多研究工作。从目前进展来看，发展比较迅速，技术上相对比较成熟，接近武器系统可以应用的，大体上有 3 种类型。

##### 1. 电磁炮（EMG）

这是基于电磁力推进加速弹丸的。从结构上看，主要有电磁轨道炮、同轴线圈炮、电热炮以及电热—化学炮。

电磁炮的工作原理是，它由两条连接着大电流（MA）源的固定平行导轨和一个沿导轨轴线可滑动的电枢构成。当电源开关接通时，电流由一条导轨流经电枢，由另一条导轨反向流回，而构成闭合回路。强大电流经两条平行导轨时，在导轨之间产生强大的磁场。这个磁场与流经电枢的电流相互作用的结果产生洛仑兹力，该力推动电枢和置于电枢前面的弹丸沿导轨加速运动，从而使弹丸获得超高速。

其加速力的表达式为

$$F = \frac{1}{2} L' I^2$$

式中

F——洛仑兹力（N）；

L'——轨道的电感梯度（H/m）；

I——电流强度（A）。

加速度 a 的表达式为：

$$= \frac{1}{2m} L' I^2$$

速度 V 的表达式为：

$$= (1/4m) L' I^2 T$$

式中  $m$ ——电枢与被加速弹丸质量之和；

$T$ ——电流脉冲宽度。

由此可见，电枢与弹丸所受的加速力与电流平方成正比。要想获得弹丸的超高速，必须要供给轨道强大的电流。通常该电流的数值在兆安数量级，而电流的脉冲宽度约毫秒数量级。

由基本原理可知，电枢是电磁轨道发射器或电磁轨道炮的关键部件之一。它承受着发射时强脉冲电流和全部加速力。目前研究表明，金属电枢在低速时（ $4\text{kn1/s}$  以下）性能优良，这是由于电枢在加速运动时要与导轨产生摩擦而发热，速度不宜过高；等离子体电枢则相反，速度高时，效率也高，但它对炮尾附近轨道烧蚀相当严重。因此，根据需要有时把二者结合起来使用。

电磁轨道炮在强脉冲电流的作用下，其加速度可达几万至几兆  $g$ ，故只需要较短的导轨就可获得超高速，其结构亦较简单，适用范围较广。例如，可用于天基战略反导，发射质量为  $1\sim 10\text{g}$  的弹丸，使其速度达到  $20\text{km/S}$  以上，以拦截战略导弹；也可以作为地面战术武器用于反装甲和防空等。其缺点是，系统的热效率低，一般约  $10\%$  左右，再加上等离子体电枢对导轨的烧蚀，严重地影响其使用寿命。

电磁发射器的工作原理如图 9.1 所示。

## 2. 同轴线圈炮

同轴线圈炮，是由环绕于炮膛的一系列固定线圈与环绕于弹丸的弹载运动线圈构成。发射时，依次给固定线圈供电，于是产生的沿身管运动的磁场与弹载线圈被感生电流激励的磁场相耦合，产生加速力，从而加速弹丸运动。

两载流同轴线圈之间的作用力，可表示为：

$$F = I_p \cdot I_d \cdot \frac{dM}{dZ}$$

式中

$I_p$  弹载线圈内的电流；

$I_d$  加速线圈内的电流；

$\frac{dM}{dZ}$  互感梯度。

与轨道式电磁炮相比，在弹丸受力的表达式中，轨道式电磁炮中的  $\frac{1}{2}L'$  值，一般为  $0.25\ \mu\text{H/m}$  左右，而同轴线圈电磁炮中的  $\frac{dM}{dZ}$  的峰值可达  $30\text{uH/m}$  左右。在供电电流一定的条件下，后者的加速力约为前者的 100 倍。

同轴线圈炮，由于弹丸不与炮膛直接接触，是靠磁悬浮力而悬浮运动的，而且加速力施加于整个弹丸的长度上，因而能量利用率较高，一般可达  $50\%$ ，并且不存在兆安级的脉冲电流，开关装置也可大大简化。但是，同轴线圈炮的基本原理是，以两载流线圈所产生的磁场相互作用而使弹丸加速的。相当于两个磁体间的相互作用，既可以相斥，也可以相吸，故既可使弹丸加速，也可使其减速。因此，必须保证使驱动线圈产生的磁场与弹载线圈的运动位置精确同步，这给设计者在技术上带来相当大的难度。

一般来说，与轨道炮相比同轴线圈炮适用于发射初速较低、口径与质量较大的弹丸，如加榴炮弹，也可以用来发射鱼雷、导弹或弹射飞行器等。

同轴线圈炮的结构原理如图 9.2 所示。

### 3. 电热炮

电热炮与电磁炮的本质区别是能量转换过程不同，电热炮是将电能先转换成热能，然后再转换为弹丸的动能。其原理与电热过程如图 9.3 所示，其中 (a) 是电热炮原理示意图，(b) 是电热过程示意图。

电热过程，是由外部电源提供电能，通过连接毛细管的阳极与阴极的导线（熔丝）被引入毛细管中。高电压、强电流流经两电极间的熔丝时，产生电弧放电形成等离子体。同时，等离子体通过烧蚀包围在周围的聚乙烯壁得以补充。该等离子体射流从阴极上的喷孔再注入含有工质（可以是固体、液体、气体或混合物）的燃烧室中，使工质汽化、电离，产生强大的热压力，从而使输入的电能转化为热能，对弹丸做功。

从电热炮的工作原理和电热过程来看，电热炮与传统火炮工作原理较为接近。只是“点火”能量由外电源提供。电弧放电所产生的等离子体，使工质分解、汽化以至电离。因此，热压力的形成，既有等离子体，也有中性气体，而要产生等离子体，就必须在瞬间输入强大的电流，造成相当高的环境温度。其次，从理论上说，电热炮的燃烧过程，完全由生成和维持等离子体的电功率输入来控制，在给定的工质条件下，可以通过调整电功率输入，来获得恒定的弹底压力，以控制最佳的弹丸出膛速度，另外，电热炮使用的工质，要求相对分子质量必须很小。

由于电热炮的工作条件，例如压力、温度比传统火炮更为恶劣，电热炮对材料的要求更高，要求材料具有相当高的耐高温、耐烧蚀性能。

### 4. 电热—化学炮

电热—化学炮的发射能源是电能和化学能的混合物。两种能源的分配，根据弹丸所要求的动能而定。目前，如果要求弹丸具有 9~15MJ 的动能，其初速为 2500~3000m/s，那么需要电能约为 20% 左右，其余 80% 的发射能量由火药的化学能提供。这样可以大大减小所需电源的体积与质量，以利于武器系统的总体设计。

电热—化学炮的工作原理，实际上是把电热炮与传统的火药火炮有机地结合起来。利用电热炮所产生的高温等离子体，使固体或液体火药燃烧，释放出化学能，而转换为热能，利用气体所产生的热压力推进弹丸加速运动。由于火药是依靠高温等离子体引燃而燃烧的，故其热力学特性必然与常规条件下的火药燃烧规律不同，并且要复杂得多。近十年来，国内外对电热—化学炮进行了深入研究。

## 二、未来的研究和发展趋势

近年来，电磁、电热发射技术的发展较快，原理上的问题已基本解决，但由于工程技术及制造工艺上的复杂性，使其成为能够用于现代战场上的武器系统，还存在许多问题，需要进一步加以研究。预计，今后的发展趋势是：

### 1. 继续开展单项关键技术的研究

单项技术是武器系统赖以存在的基础。只有扎扎实实地解决好了各项单项关键技术，才能为武器系统的总体设计和研制提供必要条件。这些技术包括：

(1) 电源及其小型化：目前采用的电源有电容器、单极发电机 (HPG)、

补偿电机和蓄电池等 4 种类型，另外还有作为革次使用的爆炸压缩发生器（MFCG），以电容器为例，俄国目前的技术水平以达到 1J/g，日本达到 2V/g，美国达到 3.31/g，且计划在未来几年达到 10J/g，为了能获得 10MJ 的火炮口动能，若效率为 10%，则需要电容器贮能 100MJ，以美国目前的水平，其电容质量应为 33t，由此可见，电源的小型化是电磁炮发展中的主要难题。目前各国正在加紧研究结构更紧凑，比储能更高，体积与质量更小的强脉冲功率源。

（2）电源开关：电磁发射是在高电压、高电流环境下进行的，需要一种特殊的开关才能完成回路的闭合或切断。目前采用的开关有半导体真空开关、爆炸开关、气动开关、等离子开关、充气间隙开关及引燃管等。车次使用的开关，几个并联电流可达几兆安，但具有重复频率达几十赫的开关尚未很好解决。

（3）轨道烧蚀：这是以等离子体为电枢的电磁炮所特有的问题，它主要由于大电弧的热效应和带电粒子的轰击，使金属轨道和绝缘轨道部产生严重的烧蚀现象。烧蚀主要取决于脉冲电流值和电弧运动速度。

（4）弹丸设计：当弹丸速度超过 3km/s 时，由于气动力加热，弹头可能被熔化。在高速推进时，弹丸在膛内就可能发生损坏。

## 2. 积极开展电磁炮武器系统概念研究

电磁炮作为一个用于战场作战的武器系统，目前还处于初级阶段，大部分是在实验室或试验场用于进行研究或演示试验的原理样机。作为一个具有强大生命力的新型武器系统，必须处理好威力、射程、精度、生存能力、快速反应能力、全武器系统质量和战地勤务使用，可维修性、可靠性等各方面的矛盾。因此，必须运用已经取得的各单项技术成果，在原理试验样机的基础上，通过对武器系统概念的研究，统筹协调，使其逐渐完善。从目前的发展趋势看，今后 10~20 年内，可能集中力量发展车载战术电磁炮，主要用于反装甲和防空，其中电热—化学炮（CAP）最有希望在本世纪末或下个世纪初作为实战武器系统，投入使用。使用 CAP 发射小质量的超高速弹丸，以极高射速形成弹幕，对付各种现代化的武装直升机、歼击机、掠海飞行的反舰导弹等。电磁炮作为实战武器系统投入使用，预计要到 21 世纪 20~30 年代。

## 3. 积极开展超导技术在电磁炮武器系统的应用研究

目前，电源技术的发展，虽为电磁发射技术物化为武器系统作了许多有益的工作，但仍很不理想。超导技术的发展和运用，进一步坚定了人们发展电磁发射技术的信念。由于超导材料在超导状态下电阻为零和完全的抗磁特性，因此可以利用很少的电力来驱动强大的电流，建立起稳定的强磁场，或用超导线圈储存巨额电磁能，从而使电源的体积、质量进一步减小，进一步提高能量利用率。

88 另外，超导线圈在超导闭合回路内，能量将长期保存，而不会损失。如果充电时间足够长，则用小型低压电源就可以进行线圈的励磁。按照目前的超导材料，也可以获得  $10^7 \text{ J/m}^3$  以上的高能量密度，随着强磁场超导材料的发展，在未来 10 年内，可以将能量密度再提高一个数量级，达到  $10^8 \text{ J/m}^3$ 。近年来，美国科学家 Homan 等人将超导线圈应用于电磁炮，并作了理论分析，提出了设计方案，应用超导线圈后，电磁炮的能量转换率，从理论上说，可以提高到 50% 左右，从而大大改善电磁炮的供电系统，有助于电磁武器系统的小型化，这将引起电磁发射技术产生新的变革。

## 第二节 定向能武器

### 一、基本原理及现状

随着激光、新材料、微电子、声光、电光等高技术的发展，衍生出一门利用各种束能产生的强大杀伤威力的“束能武器”，即人们通常所说的定向能武器。它是利用激光束、粒子束、微波束、等离子束、声波束的能量，产生高温、电离、辐射、声波等综合效应，采取束的形式，而不是面的形式向一定方向发射，用以摧毁或损伤目标的武器系统。

定向能武器，依其被发射能量的载体不同，可以分为激光武器、粒子束武器、微波武器。无论能量载体性质有什么不同，作为武器系统的共同特点是：首先，束能传播速度可接近光束，这种武器系统一旦发射即可命中，无需等待时间；其次，能量集中而且高，如高能激光束的输出功率可达到几百至几千千瓦，击中目标后使其破坏、烧毁或熔化；另外，由于发射的是激光束或粒子束，它们被聚焦得非常细，来得又很突然，所以对方难以发现射束来自何处，对方来不及进行机动、回避或对抗。

#### 1. 战术激光武器 (TLW)

战术激光武器主要由高能激光器、精密瞄准跟踪系统和光束控制发射系统等组成。

(1) 高能激光器是激光武器的核心，是产生杀伤破坏作用的关键部分。在选择和研制激光器时，应考虑的主要因素有：尽可能高的发射功率；有高的能量转换效率；激光波长应位于大气窗口（指大气对该波长的能量吸收极少）；光束发散小；质量轻、体积小。迄今研制的高能激光器主要有固体激光器、CO<sub>2</sub>激光器、化学激光器。

(2) 瞄准跟踪系统：对于任何武器系统来说，目标探测、捕获和跟踪都是首要任务。激光武器对瞄准跟踪系统的要求则更高。由于激光武器是用激光束直接击中目标造成破坏的，所以激光束不仅应直接命中目标，而且还要在目标上停留一段时间，以便积累足够的能量，使目标破坏。为了使激光束精确命中目标和稳定地跟踪目标，瞄准精度要求达到  $2 \times 10^{-7}$  (°)，跟踪精度要求高于 1mrad。激光武器所要求的这种跟踪瞄准精度是当前微波雷达无法达到的。必须发展红外跟踪、电视跟踪和激光雷达等光学精密跟踪。目前，激光雷达是国外重点发展的跟踪系统。

(3) 光束控制发射系统。光束控制发射系统，亦称发射望远镜。由激光器发出的光束经光束控制发射系统而射向目标。发射望远镜的主要部件是一块大型反射镜，它起着将光束聚集到目标上的作用。反射镜的直径越大，射出的光束发散角越小，即聚焦得越好。但反射镜的直径愈大，不仅加工工艺复杂，而且造价高昂。

激光武器可分为反卫星，反天基武器及反战略导弹等的战略激光武器和用于毁伤光电传感器（包括人眼）、飞机及战术导弹等的战术激光武器。供陆军野战部队使用的主要是战术激光武器。战术激光武器的工作原理，以反导弹的防空激光武器系统为例，说明其工作原理（见图 9.4），首先由远程预警雷达捕获目标，并将目标信息传送给指挥控制系统，指挥控制系统通过目标分配与坐标变换，引导精密瞄准跟踪系统捕获并锁定目标，精密瞄准跟

踪系统再引导光束发射系统使发射望远镜对准目标。当目标处于适当位置时，指挥控制系统发出攻击命令，启动激光器，由激光器发出的光束，经控制发射系统射向目标，并对其进行破坏。

目前，激光致盲武器已经在 90 年代战场上投入使用，如美国陆军研制的“缸鱼”式激光致盲器，在海湾战争中投入使用。大功率的战术激光武器目前仍处于实验研究阶段。如美国在海湾战争之后开展了一项称之为“沙漠闪光”的研究计划，对用激光武器对付“飞毛腿”导弹进行评估和研究。待选的激光器有 3 种：氟化氙/氟化氢激光器、化学氧碘激光器和自由电子激光器。至于机载激光武器的研究，美国战略防御计划局目前正在开展研究一项有关激光束水平射向“飞毛腿”导弹类目标时大气湍流对传输的影响。另一项研究由劳伦兹·利弗莫尔实验室负责进行，将从高空无人驾驶飞机上直接发射激光束，以避免大气湍流对激光传输的影响。据悉，这两项研究有可能导致 90 年代未进行全面的机载激光器方案的论证。由于大气对激光会产生吸收、散射和湍流效应。大气中的分子和气溶胶（尘埃、烟雾、水滴等质点）使激光束的能量发生衰减，大气湍流会使激光束发生扩展、漂移、抖动和闪烁效应，使激光能量损耗，偏离目标，对于强激光，由于大气吸收了激光束的能量，导致光路加热，从而改变了大气的折射率分布。这种大气的激光的“热晕”效应，会使激光束发生漂移、扩展、畸变或弯曲。大气传输的另一种效应是大气击穿，也就是使大气发生电离。当大气被击穿而产生等离子体时，会严重吸收或阻碍激光束的传输，影响其杀伤破坏威力。预计，战术激光武器用于对付地面装甲目标，用于防空击毁低空飞机、拦截或击毁战术导弹在近期内尚不可能，真正进入实战应用，估计要到 21 世纪 30 年代。

## 2. 粒子束武器

粒子束武器是用高能强流加速器将粒子源产生的电子、质子和离子加速到接近光速，并用磁场把它聚集成密集的束流，直接或去掉电荷后射向目标，靠束流的动能或其它效应使目标失效。除了粒子加速器外，粒子束武器还包括能源、目标识别与跟踪、粒子束瞄准定位和指挥与控制等系统。其中粒子加速器是粒子束武器系统的核心，用于产生高能粒子束。

为了对付加固目标，要把被加速粒子的能量提高到 100MeV，甚至要提高到 200MeV，并要求能源在 600s 内连续提供 100MW 的功率，最大流强 10kA，脉冲宽度 70ns。平均每秒产生 5 个脉冲。粒子束武器对目标的破坏能力比激光武器更强。其主要特点是：穿透力强、能量集中，脉冲发射率高，能快速改变发射方向。根据其使用特点，粒子束武器分为两大类：一类是在大气中使用的带电粒子束武器，它可以实施直接击穿目标的“硬”杀伤，也可以实施局部失效的“软”杀伤；另一类是在外层空间使用的中性粒子束武器，主要用于拦截助推段导弹，也可以拦截中段或再入段目标。目前对前一类粒子束武器的研究只局限于作为点防御的近程武器系统范围内，进入实战应用预计要到 21 世纪二三十年代粒子束武器的主要缺点：其一是带电粒子在大气层内传输能量损失较大；其二是由于束流扩散，使得在空气中使用的粒子束，只能打击近距离目标；其三是地磁场影响而使束流弯曲。因此，这种武器距离实战应用还需相当长时间。目前发达国家主要进行基础研究，并且立足于空间防御系统，可否作为战术武器应用，目前还难以预测。

## 3. 微波武器

微波武器是一种采用强微波发射机、高增益天线以及其它配套设备，使

发射出来的强大的微波束会聚在窄波束内，以强大的能量杀伤、破坏目标的定向能武器，其辐射的微波波束能量，要比雷达大几个数量级。

微波武器可用于杀伤人员，就其杀伤机理而言，有“非热效应”与“热效应”两种。“非热效应”是利用 $3 \sim 13\text{mW}/\text{cm}^2$ 的弱波能量照射人体，以引起人员烦躁、头痛、神经紊乱、记忆力衰退等。这种效应如果用到战场上时，可使各种武器系统的操作人员产生上述心理变态，导致武器系统的操作失灵。而“热效应”则是利用强微波幅射照射人体，能量密度为 $20\text{W}/\text{cm}^2$ ，照射时间为 $1 \sim 2\text{s}$ ，通过瞬时产生的高温高热，造成人员的死亡。微波束另一个特点是，它可以穿过缝隙、玻璃或纤维进入坦克装甲车辆内部，烧伤车辆内的乘员。

微波武器还可以使现代化武器系统中的电子设备及元器件失效或损坏。例如，用 $0.01 \sim 1\text{W}/\text{cm}^2$ 的弱微波能量，就可以干扰相应频段的雷达和通信设备的正常工作。 $10 \sim 100\text{W}/\text{cm}^2$ 的强微波辐射形成的瞬变电磁场，可使金属目标表面产生的感应电流与电荷，通过天线、导线和各种开口或缝隙，进入坦克装甲车辆、导弹、飞机、卫星等武器内部，破坏各种敏感元件如传感器、电子元器件等，使武器系统失去其效能。微波武器的能量达到 $1000 \sim 10000\text{W}/\text{cm}^2$ 的超强微波能量，可在很短时间内使目标因受高热而导致破坏，甚至能够引爆武器中的炸药等，使武器被毁坏。微波武器与激光束、粒子束武器相比作用距离更远，受天气影响更小，从而使对方相应的对抗措施更加复杂化。

目前战术微波武器，例如车载战术性的微波武器的研究进展较快，可望在下世纪初装备部队。此外，目前美国已研制能在微波波段产生千兆瓦脉冲功率的实验型微波发射管，并希望最终脉冲功率达到 $100\text{kMw}$ 。

微波武器目前存在的问题：一是对有核防护设施的目标无效。许多国家的军用电子系统装有防原子破坏设备，并开始制定了有关军用电子设计标准。这些设备对微波武器也有同样的防范作用，其原因是金属板可保护电子设备不受微波热效应的影响。二是使用中可能对友邻部队构成威胁。为了发挥微波武器的作用，其功率必须很大。这样就可能对在一定范围内的友邻部队的电子系统构成巨大威胁。为防止这一点，就必须采用高度定向的天线并仔细地利用地面屏蔽物选位。三是微波武器可能遭受反辐射导弹(ARM)的攻击。ARM是一种寻的无线电和雷达信号的导弹。不言而喻，由于微波武器能发射出功率很大的电磁波，因此，ARM被看作是微波武器的天敌，但目前对这一问题，国际上有学者持不同看法。其理由是，一是认为微波武器功率很高，因此可能事先引爆来犯导弹；二是微波武器可能会影响ARM制导系统中的微电子线路，从而破坏ARM对它的跟踪而偏离航向。

## 二、未来的研究和发展趋势

包括激光武器、粒子束武器、微波武器在内的定向能武器，目前分别处于预研、研制以及基本技术和原理方案的探讨阶段，估计将在下个世纪初陆续投入战场，并对未来战场的局势产生深远的影响。定向能武器未来的发展趋势是：

### 1. 激光武器的未来研究和发展趋势

(1) 发展新型的精密瞄准跟踪系统。激光武器对目标的瞄准、跟踪精度

非常高，否则不能够精确击中目标，目前研制的微波雷达是无法满足要求的，国际上目前正在开展红外跟踪、电视跟踪和激光雷达等光学跟踪技术的研究，重点放在激光雷达跟踪系统的研究上。

(2) 开展制造大型反射镜的新型材料和新型加工工艺的研究。激光武器反射镜越大，发出的光束的发散角越小，聚焦性能好。而反射镜的直径超过1m，不仅加工复杂，造价极高，而且体积、质量增大后，主镜的定向器的转动惯量加大，不能满足对目标的跟踪速度和对付多目标的要求。为此，美国等西方国家下一步开展制造反射镜材料及新型加工工艺的研究。如美国拟采用石墨纤维复合材料作基底的反射镜，镜面镀硅并抛光，其热膨胀系数接近于零。反射镜拟采用多块镜面拼装而成，放宽了加工要求。这一工艺的突破，将有可能使反射镜的造价降低，轻便性和热稳定性能都会有所改进。

(3) 积极开展强激光在大气中传输所出现的大气湍流和“热晕”的研究。目前对于激光在大气中传输，对于湍流和“热晕”的效应所造成的有害影响，正在探索和研究之中，对于大气击穿的“热晕”效应，有人提出先用低强度高重复频率的先行光束来驱除光路上的气溶胶粒子，然后发射强激光，还有人拟采用自适应光学来抵消湍流和“热晕”效应。这些方法都是正在和将要研究的课题。

## 2. 粒子束武器的未来研究和发展趋势

(1) 加强基础研究。对于粒子束武器的基础研究，首先在于研究产生粒子的加速器。目前，产生粒子束的主要方法是利用线性感应加速器(LIA)。但是，由于这种加速器太笨重，因此无法投入战场使用。目前正在加紧研制体积小、LIA，其方法是以一个线性LIA为中心，然后像卷饼一样向上盘绕，以便让粒子束可在现有的小型LIA中环流。美国陆军弹道研究试验室称，目前尚需进一步证实小型环流LIA的原理。其工作原理是：通过同一加速器，连续再循环脉动的粒子束，以便把能量逐渐加到每次通过的粒子束上。这种小型加速器能否投入陆军战场使用，尺寸和质量是关键因素。

(2) 重视高能转换技术的研究。重视能量转换技术的研究，以便形成高速粒子束脉冲。目前，美国空军研究机构称，传统的可控硅开关和火花放电开关的研究已经完成，下一步将开展磁性开关研究。这种开关是基于饱和的电磁感应原理，具有很高的重复率。

## 3. 微波武器未来的研究和趋势

微波武器未来的基本理论和基本技术方面的研究与发展范围很宽。其未来的研究与发展重点是：

(1) 重视中功率微波武器的研究。所谓中功率微波武器是指其功率低于大功率微波武器，而高于现行干扰机。专家预测，对中功率微波，只要有合适的高脉冲重复率、频带宽度和脉冲形状，就会得到比现有干扰机高得多的损伤效应。电子干扰机只起到迷惑、欺骗无线电和雷达的操作手使其无法正常工作的作用，而中功率微波武器的作用是影响电子设备本身，从而使操作人员无法工作。在21世纪初叶，这种中功率微波武器研制成功，将会取代现使用的电子干扰机。

(2) 重视解决微波武器的使用对友邻系统的影响的研究。美国空军目前正在研究一种性能优良的防护微波武器的装置，以克服在未来战场上使用微波武器时，不致影响对友邻部队设备的使用。

(3) 海军用舰载微波武器有可能首先投入使用。由于各军种对微波武器

都有特殊的要求。美国陆军提出的战术微波武器应能够安装到大型履带车上，不仅其体积要小，而且要把定向性极高的无线装在直立的桅杆上，以利于最佳瞄准。空军则要求这种武器体积要小，功率低并采用专用天线。海军用舰载微波武器则具有功率高、天线大和作用距离远等特点。据分析，在三军中，由于海军对微波武器在质量、空间和功率方面提出的限制条件较少，因此，海军型微波武器有可能在未来 10~20 年内首先投入使用。

## 主要参考文献

- 1 刘学昌美国轻武器。北京：国防工业出版社，1989
- 2 Jane's Security and Counter—InsurRencv，1989～1990
- 3 中国人民解放军军事科学院编译。苏联军事百科全书中译本（第8卷）军事技术。中华人民共和国战士出版社，1982.9
- 4 《中国军事史》编写组。中国军事史·第1卷·兵器。北京：解放军出版社，1983，5
- 5（美）T.N.杜普伊著，尹瑞他等译。武器和战争的演变，军事科学出版社，1985.6
- 6 许会林编著。中国火药火器史话，北京：科学普及出版社，1986.6
- 7（美）邓尼根著，军事科学院外国军事研究部译。现代战争指南，北京：军事科学出版社，1986，9
- 8 艾西安编。枪榴弹。国防工业出版社，1986.12
- 9（苏）科诺普廖夫著，焦平等译。军事的科学预见。解放军出版社，1987.1
- 10（英）佛兰克，巴纳比著，王先林等译。未来战争：下一个十年里的武装冲突，军事科学出版社，19874
- 11 中国大百科全书出版社军事卷编审室编。中国大百科全书·军事·枪械、火炮、坦克、弹药分册。军事科学出版社，1987.6
- 12 EPA 0010561A1 Pisto1，1980.5. 14
- 13 USP 4337496 Self-Defense Apparatus，1982.6.29
- 14 中国大百科全书军事卷编审室编，中国大百科全书·军事·中国古代兵器分册。军事科学出版社，1987，7
- 15 吴燮康。在未来战场上·国防工业出版社，1988，4
- 16 王普丰·高技术战争国防大学出版社，1988，9
- 17 王金城·21世纪武器、军队、战争。国防大学出版社，1988.10
- 18 刘绍球等。在未来战场上。国防工业出版社，1988，12
- 19 曾永珠 陈亚·防暴武器的现状及其未来发展趋势。现代军事，1994年第11期
- 20 USP 4485426 Security Garment，1984.11.27
- 21 DE 3425714A1 Verbesserte MUnit ion，1985.11.7
- 22 肖显社·影响到21世纪的争鸣。北京：解放军出版社，1989.12
- 23 总参谋部武器装备综合论证研究所组译。未来陆战。兵器工业出版社，1989，8
- 24 刘宏勋等。高技术条件下轻武器的运用，轻兵器，1993（5）
- 25 马法经。对我军武器装备发展问题的探讨，现代兵器，1993（6）
- 26 卞荣宣·轻兵器的发展预测。现代军事，1993（8）
- 27 USP 4625621 ComDact Foldable Gun，1986.12.2
- 28 USP 4739990 Self-defense/Attack Device，1988.4.26
- 29 DE 3716076A1 Patronnierte Munit ion Mit GeschOb und Verbennbarer Hulse，1988.11.24
- 30 张之世界战争新形态。北京：解放军出版社，1990.1
- 31 靳卫·世界枪的未来发展，现代军事，1993（8）
- 32 孙晓棕，步兵近战武器展望，现代军事，1993（8）

- 33 卞荣宣·轻兵器发展的新趋势,现代兵器,1993(8)
- 34 (美)理查兹·弗莱德曼著·张力等译·高技术战争,北京:兵器工业出版社,1991.3
- 35 DE 2852173Cl Treibmittelkörper für Hülse lose Munition für  
bunRszwecke und Verfahren zu Seiner Herstellung, 1989. 422
- 36 USP 4846044 Portable Self-defense device, 1989.7.11
- 37 王兆春:中国火器史,军事科学出版社,1991.3
- 38 USP 4884809Interactive Transector Device, 1989.12.5
- 39 吴维满,刘小英。步兵武器的发展现状及趋势。外国军事学术,1993(10)
- 40 中国国防科技信息中心。外军武器装备现状及发展趋势。解放军出版社,1991.6
- 41 杨立忠。高技术战略——跨世纪的挑战与机遇。军事科学出版社,1991.9
- 42 温瑞棠,军事激光技术。解放军出版社,1991.10
- 43 USP 4893815Interactive Transector Device Commercial and Military Grade, 1990.1.16
- 44 DE 2852174A1 Treibmittelkörper für scharfe Hülse lose Munition und Verfahren zu Seiner Herstellung, 1990.6.13
- 45 De 038200A2 Gun with Combined Operation by Chemical Propellant and Plasma, 1990.8.16
- 46 USP 4968034 Multi Functional Self-protection device, 1990.11.6
- 47 DE 3927400A1 Verbrennbare Treiladungshülse, 1991.2.21
- 48 张玉龙,轻兵器用非金属材料发展方向。轻兵器,1994(2)
- 49 总参谋部轻武器论证研究所。步兵近战武器论证参考,国防工业出版社,1992.7
- 50 王维广·未来单兵武器发展方向探讨。轻兵器,1994(3)
- 51 曾永珠·警用电击武器的现状及其未来发展趋势。轻兵器,1994(3)
- 52 (俄)扎哈罗夫著,来斌等译。武器装备的发展对未来作战的影响。外国战事学术,1993.3
- 53 EPA 0441610A1 Electric Shock Apparatus, 1991.8.14
- 54 中国国防科技信息中心,21世纪初陆战场与武器装备预测,1988.5
- 55 中国兵工学会轻武器学会。先进战斗步枪系统研究专集。轻兵器,1990(3)
- 56 荣轩.狙击步枪浅析。现代军事,1990(4)
- 57 三木·高技术常规武器对未来战争的影响。现代军事,1990(5)
- 58 程明生。轻武器近期发展综述。现代军事,1991(10)
- 59 黄海元。轻武器在海湾战争中的作用。现代轻武器,1992(4)
- 60 冉隆科。21世纪美国陆军的高技术,现代兵器,1993(3)
- 61 (英)布赖恩·贝克特著,吕原等译。未来的武器。原子能出版社,1989.8
- 62 (美)Brethor, R.著,军事科学院外国军事研究部译,决定性战争:军事理论研究。军事科学出版社,1989.11
- 63 DE 3309288 A1 Hülse lose Munition für Maschinengewehre, 1984.

- 64 USP 5103366 Electrical Sun Guns and Electrically Conductive Lioquids , 1992.4.7
- 65 杨宪清等。谈高技术条件下步兵战斗武器的发展趋势。轻兵器 , 1994 ( 3 )
- 66 李义·国外突击步枪的水平及发展趋势。轻兵器 , 1994 ( 4 )
- 67 中国国防科技信息中心.21 世纪初陆战场与武器装备预测 , 1988.6
- 68 曾永珠。美国微型防暴枪评述.轻兵器 , 1994 ( 5 )
- 69 邢文远等。国外警用武器手册。兵器工业出版社 , 1992.8
- 70 科学出版委员会。高技术现状与发展趋势 , 1993.571 陈力恒等。军事预测学。军事科学出版社 , 1993 , 7
- 72 汪庆荣.现代军用高技术。军事科学出版社 , 1993.8
- 73 刘龙光 , 高技术军事世界。国防大学出版社 , 1993.12
- 74 洪昌仪等.兵器工业高新技术。兵器工业出版社 , 1994.6
- 75 USP 5149897 See-Through Magazine , 1992.9.22
- 76 USP 5206444 Dvice That Displays Count of Rounds in Firearm Magazine , 1993.4.27
- 77 USP 5291679 Magazine With Indicator , 1994.3.8
- 78 USP 5303495 Personal Weapon System , 1994. 4.19
- 79 The Professionai Jouranal Of the United States Army , Military Review , June1994
- 80 Schmidt , E.M.and Snear , D.D. : Optical Mesurementof MUzzle Blast , AIAAJ , VOL.13 , NO , 801975
- 81 Military ReView , The Professional Journal of the United States Army , 1991 ~ 1994
- 82 Jane's Infantry Weapons , 1986 ~ 1992
- 83 Jane , sw68p0n5ystem8 , 1986 ~ 1992
- 84 In1antryW68p0n5 , 1987 ~ 1988
- 85 Janes Mmtarv Communic atons , 1989
- 86 Aamour and Artillery , 1989 ~ 1990
- 87 Defence Vol.24 N07 , 1993
- 88 曾永珠.未来 C<sup>3</sup>I 系统的发展模式与高技术战争 , 现代军事 , 1996 ( 8 )

