

精确制导武器的物理原理及技术

刘向群 雷 红

(济南陆军学院数理教研室 济南 250029)

一、精确制导武器及其对军事革命的意义

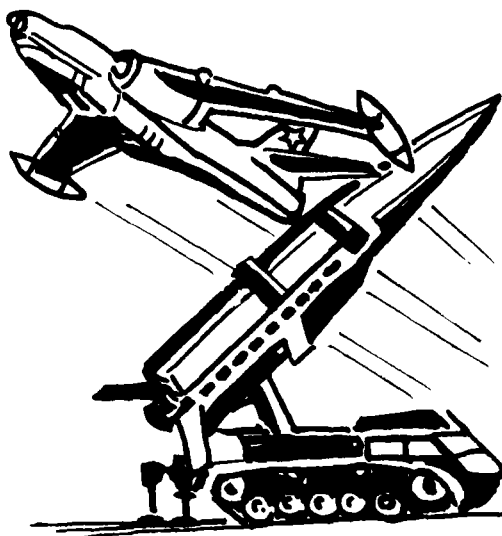
精确制导武器指直接命中概率超过 50 % 的制导武器。随着科学技术的发展,精确制导武器的命中率多数已达到 90 % 以上。如海湾战争开战后 14 个小时,美军发射了 120 多枚“战斧”巡航导弹,命中率高达 98 %。从精度、威力、射程、重量、尺寸、效费比、可靠性及全天候作战能力等主要战技指标来衡量,精确制导武器是高效能武器。海湾战争以来的几次高技术局部战争中,精确制导武器的使用量在逐步增加:海湾战争中,精确制导武器占 7 %;“沙漠之狐”行动中,精确制导武器占 70 %;而在科索沃战争中,精确制导武器占 98 %。精确制导武器在高技术局部战争的作用和地位凸显,对军事斗争具有划时代的意义:精确制导武器极大的提高了作战效能;精确制导武器使作战样式发生深刻变化;精确制导武器成为改变军事力量对比的杠杆;

二、精确制导武器的物理原理及技术

1. 精确制导武器的物理原理

以红外制导为例。自然界一切物体都是红外辐射源。物体温度不同,辐射的红外线波长就不同,温度越高波长越短,且产生的红外线越多。能透过大气的红外波段,即“大气窗口”为:0.76 ~ 2.5 μm (近红外)、3 ~ 5 μm (中红外)、8 ~ 14 μm (远红外)。战争中主要军事目标辐射的红外线大都在窗口内:导弹辐射的红外线波段为 1 ~ 3 μm ;喷气飞机辐射的红外线波段是 3 ~ 4 μm ;坦克发动机辐射的红外线约 5 μm ;装备、工厂、人员等地面和水上目标辐射波段为 8 ~ 14 μm 。因此,可通过红外探测器接收目标发射的红外线来发现、跟踪目标。

红外制导导弹是将来自目标的红外辐射(如飞



机与火箭的喷管、坦克的发动机、舰船的锅炉及烟囱等的红外辐射)透过弹头前端的整流罩,由光学系统会聚到红外探测器上,经光电转换装置将红外辐射的光信号转换为电信号,再经电子线路和误差鉴别装置,形成作用于舵机的飞行控制信号,使导弹自动瞄准、跟踪和命中目标。

借助红外成像系统,可以进一步看到目标的图像。这种成像系统通过探测目标和它周围环境及背景之间所产生的红外辐射的温度差异,并根据这些差异的大小形成热对比图像。热图像通过红外—电—光的转换,成为可见光图像,即可从复杂的背景中识别目标。

红外成像制导系统发现目标时,通过装在导弹头部的导引头中的红外阵列探测器摄取目标的热图像,贮存到导弹上的微型计算机中,作为基准图像。在导弹以后的飞行过程中,红外阵列探测器可连续摄取目标图像,并依次逐帧的把图像送入计算机与基准图像进行比较。如有差异,说明导弹偏离了预定的飞行弹道,计算机随之把导弹飞行偏差变成电信号,指令导弹舵机动作,将导弹修正到正确的弹道上来。

其他制导的物理原理与红外制导基本类似,只不过是利用了电磁波谱的不同频段,因而具有不同的特点。

上述表明,物理学的电磁波探测技术、光学成像技术、光电转换技术、计算机信息处理技术等是精确制导武器发展的重要基础与先导。

2. 精确制导技术

精确制导技术是确保制导武器既能命中选定的目标,又尽可能减少附带破坏的技术,其核心是精确导引和控制技术。精确制导武器的产生与发展,完

全依赖于精确制导技术,因此精确制导技术在现代军事高技术中具有十分重要的地位。目前,正广泛开发和使用的精确制导技术主要有微波制导,红外制导,激光制导,毫米波制导,电视制导,多模或复合制导,智能化信息处理等。

①微波制导:微波指波长为 $1 \sim 100\text{cm}$ 的电磁波。微波制导是由弹上的微波雷达导引头,接收目标的微波能量捕获跟踪目标,导引导弹命中目标的制导技术。微波制导用于短距离制导武器,其最大优点是全天候,能从任何角度攻击目标,命中精度高;缺点是易受干扰。

②红外制导:红外制导是由弹上的红外导引头利用目标的红外辐射,实现对目标捕获跟踪,导引导弹/弹药命中目标的一种被动寻的制导技术,分为红外非成像制导和红外成像制导。

红外非成像制导可工作在三个波段: $1 \sim 3\mu\text{m}$, $3 \sim 5\mu\text{m}$, $8 \sim 14\mu\text{m}$ 。其优点是角分辨率高、精度高、全天候、被动工作、抗电子干扰,但受烟雾影响大,不能抗光电干扰。

红外成像制导一般工作在两个波段: $3 \sim 5\mu\text{m}$, $8 \sim 14\mu\text{m}$ 。其中工作在 $8 \sim 14\mu\text{m}$ 波段的性能更佳。红外成像制导与红外非成像制导相比,有很强的抗光电干扰能力,可进行全向攻击,有命中点选择能力,是当今精确制导发展的主流。

③激光制导:激光制导是由弹外或弹上的激光照射目标,弹上的激光导引头利用目标漫反射的激光捕获跟踪目标,导引导弹/弹药命中目标的制导技术。使用最多的是照射光束在弹外的激光半主动制导技术。激光制导工作波段为 $1.06\mu\text{m}$ 和 $10.6\mu\text{m}$ 。其特点是制导精度高、抗干扰能力强、结构简单、成本较低。现正在发展激光主动成像制导。

④毫米波制导:毫米波制导是由弹上的毫米波导引头接收目标反射或辐射的毫米波信息,捕获跟踪目标,导引导弹/弹药命中目标的制导技术。毫米波制导工作波长在 $1 \sim 10\text{mm}$ 之间,分为主动制导和被动制导。毫米波制导系统体积小、重量轻,具有较高的制导精度,较强的抗干扰能力,受天气和烟雾的影响小,其性能介于微波和红外之间。

⑤电视制导:电视制导是依靠目标反射的可见光信息,利用电视(摄像)捕获跟踪目标,导引导弹/弹药命中目标的被动寻的制导技术。系统的角分辨率高、精度高、抗电子干扰,但只能在白天或能见度较好的条件下使用。

⑥多模或复合制导:导弹从发射到命中目标一般要经历3个阶段:初始段、中段和末段。多模制导是指同一制导段同时采用两种或两种以上频段或制导方式进行工作,复合制导是指不同制导段采用两种频段或制导方式交替工作。由于未来战场环境的复杂性,单一频段或模式的制导,将难于适应未来战争的要求,因此多模制导或复合制导现已成为精确制导技术发展的重要方向。多模或复合制导发展的重点是毫米波和红外成像复合制导。

⑦智能化信息处理:智能化信息处理技术是各种精确制导对目标及干扰背景信息进行处理的技术。它是精确制导关键技术之一,包括软件和硬件两部分。重点研究弹载条件下实时自动目标识别(ATR)技术,该项技术是实现精确制导武器诸多性能的关键和瓶颈。

三、精确制导武器的发展方向

精确制导武器的发展已经历了四代。第一代需要射手跟踪瞄准目标,进行不间断的控制,直至命中目标;第二代导弹发射后自动寻的,命中目标;第三代只要确定特定目标,不必瞄准,导弹发射出去后,就能自动控制、识别、跟踪,直到命中目标;正在研制的第四代则可以自己确定目标,不但能精确命中目标,而且可以选择目标的要害部位,甚至能排出攻击多目标的优先次序,选择最有价值或有可能杀伤的目标。总之,精确制导武器将向高精度、抗干扰、全天候、完全智能化、隐形化和低成本的方向发展,特别是显现出综合化的趋势。多模与复合制导将是未来精确制导的主要方式。随着科学技术的发展,精确制导武器的更新换代速度将越来越快。可以预计,21世纪的战场,形形色色威力无穷的精确制导武器,将在陆地、海上、空中乃至太空大显身手,“精确战”悄然而至,战争将呈现出新的景观。

科苑快讯

美国《科学》评出 2002 年十大科学突破

一、“小核糖核酸”分子大显身手;二、揭开太阳中微子“失踪”之谜;三、基因测序为人类造福;四、了解宇宙的“婴儿时期”;五、用阿秒激光成功观测电子运动;六、发现对“温度”和“化学物”都敏感的蛋白质;七、首获完整的细胞器三维照片;八、开发出太空摄影新技术;九、科学家发现全新感光细胞;十、有关人类起源的一些最基本看法被动摇。

现代物理知识