

高等学校“学历教育合训”系列教材

精确制导原理

Principles of Precision Guidance

张 鹏 周军红 编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等学校“学历教育合训”系列教材

精确制导原理

张 鹏 周军红 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

精确制导技术是当今国际军事技术发展的热点之一,精确制导武器的拥有程度和运用能力已经成为衡量一个国家军事现代化程度的重要标志。本书从目标信息探测的角度出发,系统论述了精确制导技术原理。全书共分7章,分别介绍了精确制导概述、目标特性与环境特性、制导基本原理、制导规律、有源制导技术、无源制导技术和复合制导技术等内容。

本书可作为电子、信息、通信、探测和军事专业的本科生使用,也可供相关专业的工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

精确制导原理/张鹏,周军红编. —北京:电子工业出版社,2009.8

(高等学校“学历教育合训”系列教材)

ISBN 978-7-121-06464-7

I. 精… II. ①张…②周… III. 制导武器—高等学校—教材 IV. TJ765.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第152359号

责任编辑:陈晓莉 特约编辑:杨晓红 李双庆

印 刷:北京市天竺颖华印刷厂

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:10.5 字数:269千字

印 次:2009年8月第1次印刷

印 数:4000册 定价:20.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

精确制导武器是社会经济、科学技术和先进的生产工艺发展到一定阶段的产物。通过近些年来局部战争,尤其是海湾战争和科索沃战争,人们清楚地看到,精确打击已经成为现代战争的主要特点之一。因此,研制和发展精确制导武器是我军现代化建设的重要内容,了解和掌握精确制导技术对于提高我军各级指挥员的战斗水平和相关工程技术人员的能力是非常必要的。

目前,关于制导技术与制导武器的教材大多集中在航空航天、机电控制、飞行器设计等专业领域。本书是一部面向高等院校电子与信息专业本科生的课程教材,是编者在多年教学工作的基础上,综合各种相关资料和反馈意见后编写而成的。根据学生的专业特点,选择从目标信息探测角度对精确制导原理进行分析与论述。全书的重点放在现代制导系统中的导引部分,而对控制部分仅作了简单说明。其前身《精确制导原理》一书作为内部教材,已经使用多年,收到了良好的教学效果。

精确制导技术涉及的范围极为广泛,本书着眼于内容的基础性、实践性和前瞻性,将制导基本原理、典型制导系统和制导武器发展动态相结合,并鼓励和引导读者查阅相关资料。全书共分7章。第1章介绍制导武器和精确制导武器的基本概念;第2章介绍影响制导的两大外部因素——目标特性与环境特性;第3章以制导系统为中心介绍制导基本原理;第4章对制导规律这个关系到制导系统成败的关键性问题展开讨论;第5章介绍包括雷达制导、毫米波制导和激光制导在内的有源制导技术;第6章介绍包括红外点源制导、红外成像制导和电视制导在内的无源制导技术;第7章介绍融合多种制导体制的复合制导技术。

本教材的先修课程为模拟电子技术、数字电子技术和信号处理与系统等,讲授课时数约20学时。根据电子与信息专业学生的特点,各章学时数可以这样分配:第1章为1学时,第2章为1学时,第3章为4学时,第4章为3学时,第5章为5学时,第6章为4学时,第7章为2学时。从多年讲授该课程的情况来看,学生对精确制导武器的兴趣普遍比较浓厚,但对精确制导原理中的某些基础理论却难以深入,因此,建议在授课过程中多利用多媒体课件,多结合真实制导武器,充分带动学生学习该门课程积极性。

本教材各章节的编写由国防科学技术大学的张鹏和周军红共同完成,王润生教授提出了很多宝贵的意见,并对全书进行了审阅,在此表示衷心的感谢。教材在编写过程中,

借鉴了很多参考文献中的内容,在此对所有相关文献的作者表示由衷的谢意。

本书涉及知识面很广,而编者水平有限,其缺点和错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者
2009 年 6 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 制导武器	1
1.1.1 制导武器的定义	1
1.1.2 制导武器的发展历史	2
1.2 精确制导武器	7
1.2.1 精确制导武器的概念	7
1.2.2 精确制导武器的意义	8
1.2.3 精确制导技术的影响	10
1.2.4 精确制导武器的发展趋势	11
习题一	16
第 2 章 目标特性和环境特性	17
2.1 目标特性	17
2.1.1 目标类型	17
2.1.2 目标电磁特性	19
2.2 环境特性	23
2.2.1 电磁环境	23
2.2.2 空气动力环境	27
习题二	29
第 3 章 制导基本原理	30
3.1 制导武器	30
3.1.1 制导武器的组成	30
3.1.2 制导武器的分类	35
3.1.3 制导武器的对抗方法	38
3.2 制导系统	40
3.2.1 闭合回路系统	40
3.2.2 导引与控制	42
3.2.3 制导的三个阶段	43
3.3 导引方式分类	44
3.3.1 寻的制导	44
3.3.2 遥控制导	47
3.3.3 导航制导	49
3.3.4 匹配制导	50
3.3.5 方案制导	52

3.3.6 惯性制导	52
3.3.7 复合制导	53
3.4 有源制导和无源制导	54
3.5 控制方式分类	55
3.5.1 单通道控制	55
3.5.2 双通道控制	55
3.5.3 三通道控制	56
习题三	57
第4章 制导规律	58
4.1 导引方法	58
4.1.1 追踪法	59
4.1.2 平行接近法	59
4.1.3 比例导引法	61
4.1.4 三点法	62
4.1.5 前置角法	64
4.1.6 现代导引方法	65
4.2 弹道	66
4.2.1 瞄准线弹道	66
4.2.2 平行接近弹道	67
4.2.3 比例导引弹道	67
4.2.4 直线弹道	68
4.2.5 巡航式弹道	68
4.2.6 惯性弹道	69
习题四	69
第5章 有源制导技术	70
5.1 雷达制导技术	70
5.1.1 雷达	70
5.1.2 雷达制导	73
5.1.3 雷达遥控制导	74
5.1.4 雷达寻的制导	78
5.2 毫米波制导技术	84
5.2.1 毫米波	84
5.2.2 毫米波制导	87
5.2.3 毫米波寻的制导	89
5.2.4 毫米波成像制导	91
5.3 激光制导技术	92
5.3.1 激光	92
5.3.2 激光制导	99

5.3.3 激光寻的制导	100
5.3.4 激光波束制导	105
习题五	107
第6章 无源制导技术	108
6.1 红外点源制导技术	108
6.1.1 红外线与红外制导	108
6.1.2 红外点源制导	109
6.1.3 红外点源指令制导	114
6.1.4 红外点源寻的制导	116
6.2 红外成像制导技术	118
6.2.1 概述	118
6.2.2 制导特点	119
6.2.3 热像仪	120
6.2.4 红外成像制导	124
6.2.5 红外成像指令制导	126
6.2.6 红外成像寻的制导	127
6.2.7 红外制导的发展趋势	130
6.3 电视制导技术	131
6.3.1 电视制导	131
6.3.2 电视指令制导	132
6.3.3 电视寻的制导	133
习题六	137
第7章 复合制导技术	139
7.1 复合寻的制导技术	139
7.1.1 概念	140
7.1.2 复合制导的原则	141
7.1.3 复合制导的关键技术	142
7.1.4 复合制导武器	143
7.2 双模复合寻的制导技术	145
7.2.1 毫米波/红外双模复合制导	145
7.2.2 雷达/红外双模复合制导	146
7.2.3 其他双模复合制导	149
习题七	150
习题答案	152
参考文献	160

第 1 章 概 述

本章介绍精确制导技术和精确制导武器的基本知识,分为两个部分:制导武器和精确制导武器。作为全书的起点,我们仅从外部对精确制导技术进行总体描述,而未从内部对其进行详细解析,以便使读者在起步阶段能够较为容易地进入课程学习,对“精确制导”这一概念有一个准确的认识和总体的把握。

本章的知识要点包括:

制导武器的定义及其与一般武器的区别;

精确制导武器的概念及其与制导武器的区别;

制导武器与精确制导武器的发展历史、重大意义、深远影响以及未来趋势。

本章的计划学时数为 1 学时。教学内容的重点在于制导武器的定义和精确制导武器的概念,需要进行详细讲述,其他内容可以适当安排学生自修。本章是全书的起点,从第 2 章开始,将循序渐进地对精确制导原理进行深入解析,在教学过程中可以重点借鉴参考文献[4]、[11]、[12]和[18]中的内容。

1.1 制导武器

20 世纪 70 年代初期,美国首次在越南战场使用了激光和电视制导炸弹,由于它们能自己寻找和攻击目标,并具有极高的命中精度,当时人们曾称它为“灵巧炸弹”。在 1973 年第四次中东战争中,埃及和以色列大量使用苏联和美国生产的各种导弹,取得了前所未有的战场效果。随后,在 1974 年美国政府的正式文件中第一次出现“精确制导武器”这一名词。在海湾战争和科索沃战争中,精确制导武器的充分表演开创了战争的新时代,使人们对未来战争形式有了一个全新的概念。

在今天,精确制导武器的拥有程度和运用能力已经成为衡量一个国家军事现代化程度的重要标志之一。精确制导武器会同电子战、军事指挥自动化系统构成了现代战争的三大支柱。

1.1.1 制导武器的定义

一般武器,通常是指直接用于杀伤敌人的有生力量和破坏敌方作战设施的器械、装置。例如:普通炮弹是依靠火药引爆给予它一定的初速度后按弹道飞行命中目标的,炮身的倾角和火药给予炮弹的初速度就基本上决定了弹道。由于火药给予炮弹的初速度是无

法任意改变的,地球的重力与空气的阻力决定了飞行弹道的形状,因此所谓修正弹道也不过是改变一下炮身的倾角而已。这样,弹道计算有误、目标在运动或大气条件恶化(例如刮大风)等情况都可能使炮弹无法命中目标。像普通炮弹这样的一般武器至今还在使用,其攻击效果是很差的。

制导武器同一般武器的根本区别在于“制导”二字上,我们可以简单地理解为飞行受控的武器。这种武器,不再只是由发射速度、发射方位、发射高低角来决定它的飞行弹道,而是在人的控制之下飞向目标。制导武器采用的运载工具是有制导的,它不仅能够根据目标的参数、自身的位置,选择适当的程序,准确对准目标飞行,而且还能够采取机动飞行,施放诱饵等手段避开对方的攻击。

例如,我们给炮弹装上弹翼和尾翼,可以使它飞行得更远,而且通过舵面的调节,可以使炮弹的受力方向改变,从而调整其飞行姿态和弹道形状,这就变成了滑翔式炮弹。炮弹受空气阻力的影响,飞行中的速度是不断减慢的,最后不得不在重力的作用下,落到地球上。我们可以给炮弹再装上一台发动机,发动机的推力就可以克服前进中的阻力,使炮弹在飞行过程中按需求改变飞行速度,这样,炮弹就变成了彻头彻尾的导弹了。

制导武器当然也是一个武器系统,它不仅有爆炸、杀伤目标的弹头,而且有捕获、识别、跟踪目标的各类传感器,如红外探测器、激光发射与接收器等,另外还有进行实时数据处理的高速导航计算机。

从以上介绍可以看出,炮弹(炸弹)是制导武器的祖先。炮弹(炸弹)、制导炮弹(炸弹)与导弹都是从一个祖宗那里衍生的大家庭。所谓的制导炮弹(炸弹),是指不采用有制导的运载工具运载,而采用飞机或地面火炮发射的一种制导武器。它们被发射到作战空域以后,就依靠降落伞悬浮于空中,利用所携带的传感器搜索、跟踪目标,直至摧毁目标,有的甚至可以选择目标的薄弱环节(如坦克的顶部)进行攻击。制导炮弹(炸弹)具有重量轻、造价低廉的特点,而且具有通用性,近年来已成为美国重点发展的制导武器。

炮弹(炸弹)、制导炮弹(炸弹)与导弹的关系如表 1-1 所示。

表 1-1 炮弹(炸弹)、制导炮弹(炸弹)与导弹的关系

名 称	特 点	组 成
炮弹(炸弹)	具有摧毁及杀伤作用的装置	战斗部
制导炮弹(炸弹)	受控飞行的炮弹(炸弹)	战斗部、控制系统
导弹	受控飞行的飞行器	战斗部、控制系统、动力装置

1.1.2 制导武器的发展历史

早在第一次世界大战期间,德国人就造出了无线电遥控操纵鱼雷、有线操纵摩托艇、

有线操纵滑翔机等,开创了遥控操纵兵器的先河。

在第二次世界大战中出现了“甲虫式”坦克。它形似甲虫,实际是一种装有高爆炸药的小型坦克,不用人驾驶,而采用有线遥控。坦克的遥控操作者不断地对坦克与目标进行观察,在坦克接近目标时使坦克爆炸以摧毁目标。

尽管这些武器可能是最早出现的制导武器,但是由于它们的出现没有引起很大的震动,因此一般不把它们作为制导武器产生的标志。那么,究竟什么才标志着制导武器的产生呢?我们认为,第二次世界大战末期,法西斯德国研制成功并投入使用的 V1 和 V2 远程制导导弹的出现才是制导武器产生的标志。

首先,V1 和 V2 导弹是采用无人驾驶的有制导的运载工具运送的武器,它有一个当时相当准确的惯性制导系统。

其次,V1 和 V2 导弹的使用,的确使整个欧洲,特别是英国亡魂丧胆,谈虎色变,引起的震动之大,几乎可与战争初期的集群坦克“闪击战”相比。

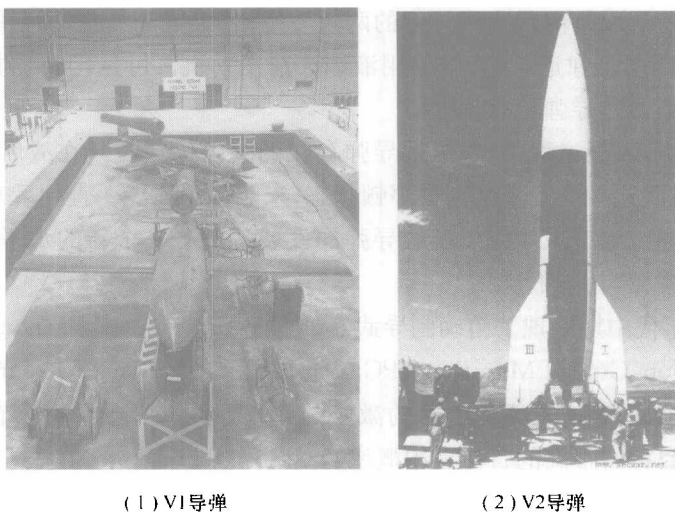


图 1-1 V1 和 V2 远程制导导弹

再次,战后 40 多年来,制导武器的发展,大都渊源于 V1 和 V2 导弹。V1 和 V2 是飞航式导弹和弹道式导弹最早出现的两个典型。尽管今天的导弹形形色色、五花八门,但总的说来,也不过是 V1 和 V2 所代表的飞航式导弹和弹道式导弹的发展而已。甚至从制导方式来看,尽管战后前苏联发展的中程导弹曾采用过无线电制导方式,但后来中远程导弹的制导方式也都趋于一致,即采用与 V1 和 V2 相似的惯性制导或以惯性制导为主的混合制导。当然,近程导弹采用的制导方式具有多样性,如无线电制导、雷达制导、红外制导和激光制导等。

虽然制导武器出现于第二次世界大战末期的法西斯德国,而且的确使英伦三岛一片混乱,人们惊呼“飞弹”的降临,但是,法西斯德国已是穷途末路,“飞弹”未能挽救法西斯德

国失败的命运。V1 和 V2 导弹及其设计师与工程技术人员一起都变成了苏联和美国的战利品与战俘,为苏联和美国的制导武器的发展奠定了基础。

十分有趣的是,V1 和 V2 导弹的总设计师布劳恩博士后来成了美国宇航局的负责人,美国初期的雷神、红石火箭以及后来的大推力火箭“土星 5”(第一次把人送上了月球)都是布劳恩博士的杰作。布劳恩博士的主要助手杨格尔和 6000 名制造 V1 和 V2 导弹的工程技术人员则成了前苏联的战俘,为苏联发展火箭导弹技术贡献力量,杨格尔本人后来也成为前苏联火箭导弹的总设计师,并当选为前苏联科学院院士。尽管布劳恩和杨格尔曾经为法西斯德国效过力,但他们对火箭导弹技术和制导武器的发展所做出的贡献是值得一提的。

前苏联的科罗列夫对于导弹和制导武器所做出的贡献也应该载入制导武器发展史册,青年时代的科罗列夫就对火箭导弹技术产生了浓厚的兴趣,后来终于成为前苏联洲际导弹的总设计师,为火箭导弹技术和制导武器的发展做出了出色的贡献。

德国的 V1 和 V2 导弹,代表了导弹的两大类型。V1 属于飞航式导弹,使用脉冲空气喷气发动机,V2 则属于弹道式导弹,使用液体火箭发动机。可见,当时的德国人,对于发展飞航式导弹和弹道式导弹是并重的。

然而,在导弹的发展过程中,弹道式导弹存在的突出优点使其在战后一枝独秀,得到了飞速的发展,飞航式导弹则长期处于停顿状态,未能得到发展。直到后来,弹道低,雷达难以发现的巡航导弹的出现才使飞航式导弹的发展达到了一个新的水平,同弹道式导弹的发展几乎并驾齐驱,各有千秋。

20 世纪 70 年代中期出现了精确制导武器(Precision Guided Weapons,PGWs)、精确制导弹药(Precision Guided Munitions,PGMs)、灵巧武器(Smart Weapons)的概念(以下统称精确制导武器)。当时主要指美国的激光制导炸弹、电视制导导弹、有线制导反坦克导弹等。它们对目标有很高的直接命中概率。

1972 年,美军在越战中大量使用激光和电视制导炸弹,炸毁了约 80% 的被攻击目标,作战效能比无制导武器高出百倍。1973 年 10 月第四次中东战争中,埃及使用苏制雷达制导的“SA-6”地空导弹和有线制导的“AT-3”反坦克导弹,以色列使用美制电视制导的“小牛”空地导弹和有线制导的“陶”式反坦克导弹,均在战争中取得了不菲的战绩。精确制导技术应用于战争后,使目标命中概率由原来的不足 30% 一下子提高到 50% 以上,对点状目标的命中概率偏差仅为 0.5~1.5m 之间,而对那些面状目标的圆概率偏差达到了 3m 之内。

海湾战争,开创了未来高技术战争的先河。战争中,多国部队共使用了 13 类、82 种精确制导武器,共投掷制导炸弹 7400 吨,共 15500 枚,约占总投弹量的 8.36%。精确制导弹药共摧毁伊拉克加固飞机库 375 座,占其飞机库总数的 63%;在 24 天的空袭中,精确制导武器共击毁伊军坦克 650 辆,占总击毁量的 86%。海湾战争制导炸弹使用情况如表 1-2 所示。

表 1-2 海湾战争制导炸弹使用情况表

		炸弹	制导炸弹	制导炸弹比例
投弹量		8.85 万吨	0.74 万吨	8.36%
摧毁	加固机库	594 个	375 个	63%
	坦克	750 辆	650 辆	86%
	装甲车	600 辆	500 辆	83%

以精确制导武器为基本火力的战略空袭、以精确制导武器为主要压制杀伤手段的空地反装甲联合作战和纵深打击成为多国部队迅速取胜的两大支柱要素。在随后爆发的科索沃战争中,以美国为首的北约更是故伎重演,在 78 天的空袭行动中,凭借其强大的空中优势和电子战装备,频繁使用精确制导武器,对南联盟几乎所有战略目标实施了毁灭性精确打击,90%以上的点状战略目标被摧毁。

精确制导武器对付的目标是多种多样的,可以是空中目标,也可以是地面或海上目标,由于性质不同、作战环境不同,武器制导方式及作战性能也不同。从战术运用角度出发,当前主要威胁来自低空入侵和地面突防。典型的目標有坦克、低空突防的飞机及掠海、掠地巡航导弹。战场上一些要害目标也是精确制导武器攻击的对象。攻击上述目标,由于背景十分复杂,必须采用先进的制导技术抑制背景、识别目标、截获目标,而且要高精度地跟踪目标。

现代战争由于信息技术和远程纵深精确打击兵器的广泛使用,已进入信息化战争时代。战区弹道导弹、机载防区外发射的空地导弹及巡航导弹作为典型的信息化兵器已在战争中发挥重大作用,并且将成为未来高技术条件下局部战争的重要支柱。

防区外发射的远程精确制导武器是一类高技术武器,其信息含量高、制导精度高、突防能力强,能有效地摧毁高价值目标,因而是远程纵深精确打击的主要手段。防区外发射的远程纵深精确制导武器全部采用中、末制导复合方式,中制导以卫星导航(GPS)/光纤陀螺惯性导航(INS)为主要途径,个别采用数据链和人工参与控制方式,末制导主要采用凝视红外成像、宽带毫米波高分辨成像及多模复合制导技术。由于充分应用精确制导技术研究成果,防区外发射的精确制导武器正在向自主式、发射后不管的方向发展,抗电磁干扰能力逐渐增强,制导精度不断提高,而且抗激光致盲和抗大功率微波辐射杀伤的防护技术也将成为研究重点,并将有所突破。

美国把“战区导弹防御”列为必须具备的作战能力予以重点发展,并作为“21 世纪现代化计划”的重点战略目标。防御性精确打击兵器将具备实施全方位保护和分层拦截的能力。正在研制或发展中的“战区导弹防御”系统以低层防御系统和高层防御系统为重点,并将发展弹道导弹助推段防御系统。防御性精确打击兵器同样采用中、末制导复合方式,以满足 100~1000km 的射程,末段大多采用凝视红外成像、宽带毫米波高分辨成像、红外与毫米波双模探测、抗高速导弹气动加热、智能化信息处理、高精度控制和直接侧向力控制等精确制导技术最新研究成果,大大提高了分辨目标、对付多目标、识别真假目标

及直接碰撞、动能杀伤空中运动目标的能力。

精确制导技术是当今国际军事技术发展的热点之一,当前武器装备的发展主要以精确制导技术及其他相关的军事技术为基础,欧美各国及俄罗斯、甚至第三世界国家(如印度、巴西等)都投入大量人力、财力和物力竞相发展。

20世纪50年代中期,国外开始研制红外非成像制导技术,红外波段由短波红外、中波红外扩展至长波红外。70年代中期,开始重点发展第一代光机扫描红外成像制导技术,典型产品如“小牛”、“斯拉姆”空地导弹,并在现代局部战争中投入使用。80年代以来,开始研制第二代凝视红外成像制导技术,典型产品如THAAD战区高层区域防御系统(TMD体系的地基高层防御部分)、AIM-9X空空导弹、AWS-H反坦克导弹。

毫米波制导技术研究始于70年代末,主要采用离散型元件;80年代中后期开始发展混合集成技术,并很快达到实用;80年代末至90年代初以来,重点突破单片集成技术,工作频段由8mm向3mm方向扩展,制导体制由非相参向宽带高分辨一维成像方向发展。目前,毫米波主动寻的导引头已进入实用阶段,如“爱国者”防空导弹、“小牛”空地导弹和“海尔法”反坦克导弹等。

多模复合制导技术研究始于20年代中期,部分多模制导武器已列装,如“毒刺”防空导弹。

弹载智能化信息处理技术已基本解决简单背景下的目标自动识别和跟踪,现正重点研究复杂背景下的目标自动识别和跟踪技术。

着眼未来,现代高技术条件下的局部战争是一场特定战场环境下体系与体系之间的对抗,敌对双方在利用精确制导武器激烈较量的同时,伴随着侦察与反侦察、干扰与抗干扰、隐身与反隐身等多方面的激烈对抗,战争形态的变化将对精确制导武器提出更高的要求,即全天候、全天时、抗干扰、快速反应,并应具有自动截获识别、首发命中目标、命中目标要害部位、对付多目标的能力。因此,精确制导武器应向集成化、模块化、智能化、高精度、高可靠性、可生产性和可采购性方向发展,未来精确制导武器的需求,牵引着精确制导技术向以下几个方向发展:

► 成像制导技术

成像制导技术是当代精确制导技术的发展主流和方向,它可以直接获取目标外形或基本结构,能可靠地确认目标,并在不断接近目标过程中区分目标要害部位,最终直接碰撞目标。

红外成像制导技术正在加速向第二代凝视成像方向发展,并且,随着大规模探测单元和多波段复合探测单元的单片集成器件出现,将大幅度提高探测精度、分辨率、抗干扰能力及小型化程度,从而由第二代凝视红外成像制导向第三代高级红外成像制导方向发展。

毫米波成像制导技术将进一步发展固态有源相控阵成像探测技术,它具有扫描范围大、扫描速度快、抗干扰能力强、指向精度高的特点,并具有无机械随动系统、头罩与天线合一、体积小、重量轻等优点,从而由宽带高分辨一维(距离)成像制导向二维、三维成像制

导方向发展。

激光主动成像制导技术具有主动测距和光学探测两者的优点,因而具有三维成像能力,获得的信息量大为提高,成为发达国家重点发展方向之一。

➤ 多模制导技术

多模制导技术的发展来自于武器装备抗干扰、反隐身及提高识别能力等方面的特殊需求,预计将重点发展红外成像/毫米波、激光主动/红外成像等双模制导技术,前者可以获取更多、更丰富的目标信息,提高目标识别能力及反隐身、抗干扰能力,后者可提供目标三维图像,同样大大地增强了对目标及目标要害部位的识别能力。

➤ 高精度控制技术

精确制导技术主要包括精确探测和精确控制,在重视探测技术的同时,也不能忽视控制技术。目前,各国都集中了大批科研力量研究导引规律和控制方法,当前正在重点发展直接侧向力控制技术以及与其相适应的导引规律。

➤ 智能化信息处理技术

信息处理系统包括信息处理机和信息处理方法(硬件与软件)。信息处理机正在向高速实时、大存储容量计算及微小型化方向发展,信息处理方法则依据不同的作战目标和战场环境向自动目标识别、自适应抗干扰等智能化方向发展。

目前,精确制导技术总的发展趋势是:着重开发毫米波、长波红外和多模制导技术;提高目标识别及在复杂战场环境下的自适应跟踪和抗干扰能力;发展新的探测技术,增大作用距离,使武器能在防区外攻击目标;导引头模块化、多样化,实现一弹多头,满足多种作战要求。

1.2 精确制导武器

制导武器是一种无人驾驶飞行器,它与一般武器相比有两个显著的特点:其战斗部的运载工具具有制导功能;它不仅有爆炸和杀伤目标的弹头,而且有自动捕获和识别目标的能力。

精确制导武器是一种新型的武器系统,是在一般制导武器的基础上发展而来的。但关于精确制导武器这一概念,目前还没有统一的定义,尚处于发展变化和逐步完善的过程中。

1.2.1 精确制导武器的概念

精确制导武器最初以线偏差、圆概率误差及直接碰撞目标本体的概率等术语来定义。有一种定义认为:直接命中概率大于50%的导弹、制导炸弹和制导炮弹统称为精确制导武器。这种定义目前已被经常引用,但在军事界和学术界并没有取得一致共识。

随着现代军事技术迅猛发展,精确制导武器的内涵有了深刻的变化,信息时代要求精确制导武器实时发现战场上一切有价值的伪装目标,准确捕获、识别、跟踪制导及命中目标,并能有效地摧毁目标和评估摧毁效果。目前正逐步明确一致的说法是:精确制导武器是具有精确的制导系统,从而获得极高的命中精度,具有反应敏捷的控制系统,具有识别目标并摧毁目标的能力和抗干扰能力,造价低廉,能够大批量生产和装备部队,且使用和维护简便的新式武器。这种武器包括各种精确制导导弹、制导炸弹、制导炮弹、巡航导弹和远程遥控无人驾驶飞行器等,其主体是战术导弹。

综合上述定义,精确制导武器主要包括精确制导导弹和精确制导弹药两大类。其中精确制导导弹是一种依靠自身的动力装置推进并由精确制导系统探测、处理、导引、控制其命中目标的武器,简称为导弹。精确制导弹药是末制导弹药和末敏弹药的总称,前者主要有制导炮弹、制导炸弹、制导地雷等,后者主要指一些反装甲、反集群目标子弹药,它们的共同点是自身无动力。

精确制导武器最本质的特点就是通过高精度命中目标来提高武器系统的作战效能,而精确制导技术的采用,使得制导武器的精度与飞行距离没有直接关系,只是与末制导的探测精度、控制能力有关,因此,精确制导武器可以飞行数十千米、数百千米、乃至上千千米后仍能准确地击中目标。

精确制导武器已在现代战争中发挥重大作用,美国在 1991 年的“沙漠风暴”中所使用的精确制导武器占武器装备总量的 7%,在 1998 年的“沙漠之狐”军事行动中提高到 70%,而在“科索沃战争”中仅第一周所使用的精确制导武器占据 98%。精确制导武器在现代战争中的大量使用及其所取得的辉煌战果,充分表明了它在现代高技术战争中具有举足轻重的地位,并已成为夺取战场主动权,赢得战争胜利的重要因素。

与精确制导武器有关的系统和技术主要包括传感器(Sensor)、控制系统(Control System)和信息处理器(Signal Processor),它们在精确制导武器系统中各司其职,起着举足轻重的作用。

➤ 高精度、多种信息的获取。能够在各种条件下获取目标和自身的信息,武器的智能化则还要求探测器应尽可能多地提供各种信息。

➤ 高精度、快速控制力响应。实现精确制导,除了信息的快速获取、处理和发出控制指令外,还必须有快速的控制力响应,要求控制力产生系统实时提供充分和足够精确的控制力。

➤ 快速智能化信息处理。快速、实时地处理各种复杂的信息,准确引导武器飞向目标。

1.2.2 精确制导武器的意义

精确制导武器是社会经济、科学技术和先进的生产工艺发展到一定阶段的产物。

通过近些年来局部战争,尤其是海湾战争和科索沃战争,人们已经清楚地看到精确制导武器在战争中所起的作用越来越重要,并必将对未来高技术、现代化战争产生深刻的影响。

1. 以小的投入换取巨大的战果

在越南战争中,美军出动 600 多架次飞机投掷数千吨炸弹,损失 18 架战机,仍未炸毁具有战略意义的越南清化大桥,后改用激光制导炸弹,只出动 12 架次飞机就将该桥炸毁。

在海湾战争中,多国部队向伊拉克发射的精确制导弹药只占发射弹药总量的 7%,却摧毁了 80% 的重要目标。由此可以预见,在未来的作战中,一枚常规型的精确制导武器摧毁一架飞机、一辆重型坦克、一艘军舰或一座高价值的军事目标将完全成为现实。

2. 人员伤亡的数量将急剧减少

由于精确制导武器的使用不依赖“人海战术”,而是建立在远程打击的基础上,一般不会出现短兵相接的局面,而出现的将是机器对机器的局面。因此,持较先进技术一方的战勤人员的伤亡必将大大减少。例如,海湾战争中,美军只阵亡 146 人,阵亡人数之少是过去任何一场战争所无法比拟的。

3. 旷日持久的局部战争将被速战速决取代

精确制导武器本质的作战特点是快速、敏捷、高效,也就是说精确制导武器具有速战速胜的能力,这将使传统作战方法发生深刻变革。假如一方以 1000 辆坦克迎敌(规模已经不算小),但另一方只要用相应数量的反坦克导弹,在数小时内就可以把整个坦克群全部摧毁。因此,一场远程大规模作战行动的胜负在很短的时间内就能成为定局。

4. 传统重型兵器的领先地位受到有力挑战

飞机、坦克、大炮和军舰等重型常规兵器有着“天之骄子”、“战场之王”、“战争之神”和“海上铁龙”之称。时至今日,在精确制导武器面前,“四大金刚”显得有些软弱、笨重和力不从心。

精确制导武器具有准确的远程作战能力,使突袭性的跨国界作战变得轻而易举,而且牵连损伤有限,作战持续时间短,军事行动的国际影响度相对降低。这使得某些大国敢于“说出手时就出手”。

5. 在改变军事力量对比中将起重要的作用

精确制导武器与电子战配合使用可改变军事力量的传统对比,它使电子战由软杀伤发展为软杀伤与硬摧毁相结合的崭新阶段。海湾战争中,精确制导武器就承担了“电子战杀手”的角色。事实表明,拥有先进的精确制导武器和电子战实力的一方,可以战胜传统