

精确制导技术

现代国防高科技知识丛书

郭修煌 主编著

国防工业出版社



V448
1015

V448
1015-1

现代国防高科技知识丛书

精确制导技术

郭修煌 主编著

郭修煌 何松华 孟庆华 编著



二〇〇〇年三月二日



30806203

国防工业出版社

·北京·

806203

图书在版编目(CIP)数据

精确制导技术/郭修煌主编. —北京:国防工业出版社,
1999.8

(现代国防高科技知识丛书)

ISBN 7-118-02048-6

I.精… II.郭… III.制导-技术 IV.V448

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 38020 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 8 $\frac{1}{8}$ 207 千字

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:12.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

《现代国防高科技知识丛书》编委会

顾问 郭桂蓉

主编 温熙森

副主编 沈永平 张银福

编委 (按姓氏笔划为序)

李自力 李传胪 任 莹

苏建志 张克强 陆彦文

周一宇 柴进武 郭修煌

曾华锋 谭吉春

会委康《军事高技术知识丛书》总序

20世纪末叶,在一场场惊心动魄的高技术局部战争中,一批批惊天动地的高技术武器装备登台亮相。透过变幻莫测的战争风云,人们发现,在异彩纷呈的陆、海、空、天、电五维战场上,以电子信息技术为代表的军事高技术,使现代战争面貌发生了空前巨变,也引发了整个军事领域的深刻变革。这对于为保卫祖国、抵御侵略、争取和捍卫和平付出过沉重代价,现在致力于现代化建设的中华民族,既是一种严峻的挑战,也是一种发展机遇。

安国之道,先戒为宝。我们应在确保以经济建设为中心的同时,认真贯彻落实新时期军事战略方针,有重点地发展军事高技术。为了培养和造就大批能驾驭高技术局部战争的各类军事人才,必须有计划地加强广大官兵的高技术知识学习。

“知识作为一种主要的军事要素,在军队建设和军事斗争中占有突出的地位。未来的信息战争,从某种意义上说,就是知识的较量。”我们应按照军委首长关于军队建设的“两个武装”的指示,在用邓小平理论武装头脑的同时,掀起一个广泛、深入、持久学习军事高技术知识的热潮。为了配合全军广大官兵更好地学习军事高技术知识,为了适应国防教育的需要,国防工业出版社在国防科技大学组织有关专家教授编写了这套《现代国防高科技知识丛书》。

鉴于本丛书是“九五国家重点图书选题规划”中科普类图书选题之一,其整个运作过程,始终得到有关部门领导的热情引导和大力支持。

国防高科技,其实质就是军事高技术。所谓军事高技术,简言之,就是应用于军事领域的高技术。具体地说,军事高技术是建立在现代科学技术成就基础上,处于当代科技前沿、对国防建设和武

器装备发展起巨大推动作用的那部分高技术的总称。军事高技术是当代高技术的主要组成部分。可以认为,它包括两个层次的技术:一是支撑高技术武器装备发展的共性基础技术,主要包括微电子技术、光电子技术、计算机技术、新材料技术、高性能推进与动力技术、仿真技术、先进制造技术等;二是直接应用于武器装备并使之具有某种特定功能的军事应用技术,例如探测技术、伪装与隐身技术、电子与信息战技术、精确制导技术、军事航天技术、军事激光技术、指挥自动化系统技术、新概念武器技术,以及当前国际上禁止发展和使用的核武器技术、生物武器技术、化学武器技术等。关于第一层次的共性基础技术,社会上已出版了大量读物,国防工业出版社还配套出版了一套六集介绍有关高技术基础知识的《世纪之光》(VCD 光盘)。关于第二层次的军事应用技术,已有《军事高技术知识教材》之类的导论性读物。本丛书作者力图在上述已问世的出版物基础上,有选择地分门别类地对高技术中的军事应用技术作详细介绍,相信对全军由应急式学习转向经常性教育,以及全社会进行国防教育,都会有所裨益。

本丛书共 10 个分册。除计算机与信息处理技术属共性基础技术外,其余 9 个分册均属第二层次的军事高技术,它们所介绍的分别是:现代侦察与监视技术、隐身技术、夜视技术、军用激光技术、电子战原理与技术、军事航天技术、精确制导技术、指挥自动化系统和新概念武器。

本丛书的编写指导思想是:遵循“正确的思想、科学的知识、真实的信息、健康的情趣”的原则,尽可能借助图文并茂、深入浅出的科普读物形式,反映出“国防高科技”这一具有政治性、科学性和时代性意义的严肃主题。

本丛书力图做到具有如下主要特点:权威性较高、针对性较强、知识面较广、可读性较好。

权威性较高,是指作者和出版者群体的权威性较高。由图防科技大学的校领导牵头组织起来的作者们,大都是相应军事高技术领域的专家教授,他们参与过有关军事高技术知识的教材编写、

常规教学和短期培训活动,具有精深的理论功底,积累了丰富的实践经验。建社历史较长的国防工业出版社为本丛书配备的责任编辑们,大多是相应科技专业大学本科毕业的老编辑,他们坚持“社会效益为首、出版质量第一”的原则认真编审,为进一步提高丛书质量竭尽心力。

针对性较强,是指本丛书的读者对象很明确。主要针对的是具有中等文化程度以上的部队广大官兵,其次是社会上的军事爱好者。他们可以按照各自的需要和兴趣有选择地学习,借此,或改善知识结构,或受到国防教育。

知识面较广,是指本丛书纵向和横向涉及的军事高技术知识面较广。为了使纵向涉及的各军事高技术领域的内容完整广博,作者们在分门别类、深入浅出地介绍其原理、方法和技术的同时,还力求引入实战应用、对抗措施、发展前景等。必须说明的是,本丛书横向涉及的既不是军事高技术的全部内容,也不是军事高技术的完整应用范围,而只是按其特定要求选取军事应用技术中大部分的主要方面。但是,这种相对完整性已基本适应特定读者的实际需要。

可读性较好,是指作者们非常讲究其通俗性和可读性。他们力图通过增加实战应用案例的生动性、语言表达的趣味性和插图设计的观赏性等途径,使本丛书的内容有重点、素材有亮点、形式有特点,从而收到娓娓道来、引人入胜的理想效果。

古云:“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行。”我们为这套丛书应时间世乐此不疲,辛勤耕耘,倘若能为实现国防和军队现代化建设跨世纪发展的战略目标,在“科教兴国”、“科技强军”中收到些微效果,也就如愿了。限于写作时间和能力,书中难免存在不足或留下憾笔,恳请有关专家和读者不吝赐教。

《现代国防高科技知识丛书》编委会

1999年1月

前 言

在第二次世界大战的末期,出现了由纳粹德国制造的初级型的制导武器 V-1 和 V-2 导弹。到 70 年代初出现了由美国制造的激光和电视精确制导炸弹。近 20 几年来,在精确制导武器的需求牵引下,精确制导技术得以迅猛发展,促进了各种精确制导武器应运而生。尤其是在 1991 年的海湾战争中,以美国为首的多国部队动用了当今最先进的精确制导武器对伊拉克作战,投入制导武器的品种之多、数量之大、作战效能之高、影响之大,实令世人震惊和关切。可以说,精确制导武器已成为现代高科技战争的标志性武器,必将对未来战争的诸方面产生深刻的影响。

为满足广大读者学习现代国防高科技知识的热切期望,我们编写了这本书。书中介绍了精确制导的由来、发展现状及趋势,并着重介绍了雷达制导、红外制导、电视制导、激光制导和匹配定位制导等技术。为便于读者对精确制导武器的作战特点和效能的了解,我们精选了部分典型战例加以介绍。同时,也分析了精确制导武器存在的某些弱点,并结合我们的研究体会提出了一些防御精确制导武器的措施或思路。在编写过程中,我们力图采用深入浅出、图文结合和理论联系实际写作风格,以便使广大非本专业的读者阅后能有所收获,起码不至于扑朔迷离而如坠烟海。

本书由郭修煌编写第一、四、五、六章,何松华编写第二章,孟庆华编写第三章。梁泰基、张纾、郭晶、湛海新、张忠诚、陈曾平、刘阳、曾亮、郭欣、孙文峰、赵洪钟等参加了本书部分内容的编写、插图绘制和资料收集等工作。郭修煌负责全书的统编。

本书得以如期出版,得到了《现代国防高科技知识丛书》编

委会和国防工业出版社的领导的热情支持和悉心指导，作者深表感谢。同时，我们在编写过程中也查阅了大量参考文献资料，为本书的编写出版提供了重要依据，在此仅向被引文的作者表示谢意。但由于我们的学识水平有限，书中难免有疏漏和不妥，殷切希望广大读者批评指正。

编著者 1998年10月于国防科技大学

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 制导武器概述	1
一、什么是制导武器	1
二、制导武器的诞生和亮相	2
三、典型制导武器的基本组成	3
四、导弹攻击目标的导引方法	4
五、制导武器的发展概况	5
第二节 精确制导武器及其对现代战争的影响	6
一、什么是精确制导武器	6
二、精确制导武器的分类	6
三、精确制导武器的作战特点	7
四、精确制导武器对现代战争的影响	12
第三节 精确制导技术	16
一、精确制导技术的概念	16
二、精确制导的分类	17
三、导弹制导系统的基本组成与制导原理	18
四、目标的电磁辐射、散射及电磁传播特性	19
五、现代战争对精确制导系统的基本要求	25
第二章 雷达精确制导技术	27
第一节 概述	27
一、什么是雷达精确制导	27
二、雷达精确制导的分类	28
三、雷达导引头的组成	29
四、雷达精确制导与其他制导方式的比较	31
第二节 雷达精确制导武器的典型介绍	32

一、突破敌人的雷达网——反辐射导弹	32
二、新型高精度灵巧弹药——毫米波末敏炮弹与末敏子弹	36
三、成绩显著的战神——半主动雷达制导导弹	39
四、名噪一时的新一代雷达制导的防空反导导弹	42
五、半主动雷达制导与主动雷达制导的复合	46
六、“发射后不用管”的前途远大的主动式雷达制导导弹	47
七、一种新的雷达复合制导体制——主被动复合制导	48
第三节 雷达精确制导的若干关键技术介绍	49
一、高距离分辨力技术	50
二、雷达导引头系统的小型化技术	54
三、智能信息处理技术	56
四、弹载实时数字信号处理技术	58
五、高精度角跟踪与角闪烁抑制技术	60
第四节 雷达精确制导技术的发展趋势	61
一、两维成像制导及多维高分辨制导	62
二、毫米波精确制导	64
三、雷达制导与其他制导方式的多模、复合制导	66
四、适应信息战技术的发展要求	69
第三章 红外精确制导技术	72
第一节 红外精确制导武器概述	72
一、“响尾蛇”的发展史	72
二、红火的红外制导武器家族	75
第二节 红外制导武器是怎样寻找攻击目标的	82
一、红外线是什么	82
二、军事目标的红外特性	85
三、红外探测器	86
四、红外视线指令制导	92
五、红外点源式自寻的制导	95
六、红外成像自寻的制导	99
第三节 红外制导导弹的战例介绍	100
一、长空霹雳——红外空对空格斗导弹	101
二、坦克杀手——红外制导的反坦克导弹	103

三、地空卫士——地对空导弹	105
四、“百里穿洞”的“斯拉姆”导弹	108
第四节 红外制导技术的未来	109
一、红外光电对抗	110
二、红外制导技术的发展趋势	113
第四章 电视精确制导技术	119
第一节 概述	119
一、电视技术与人类社会	119
二、电视技术与精确制导	119
三、电视精确制导的分类	120
第二节 遥控式电视制导	120
一、遥控式电视制导的基本工作原理	121
二、遥控式电视制导空地导弹系统	121
三、具有遥控式电视制导能力的复合制导导弹系统	122
第三节 电视寻的制导	124
一、电视寻的制导的基本工作原理	124
二、电视寻的制导的典型应用	125
第四节 电视精确制导的发展趋势与对策	127
一、发展趋势	127
二、抗电视精确制导的措施	128
第五章 激光与精确制导技术	129
第一节 激光概述	129
一、激光及其特性	129
二、激光的产生	137
三、激光器的结构及工作原理	139
第二节 激光与军事	146
一、两把钢尺引发出的较量	146
二、无休止的《珊瑚岛上的死光》	147
三、激光与“星球大战计划”	148
四、扬眉光出鞘——激光制导武器战例	152
第三节 激光精确制导概述	159
一、什么是激光制导	159

二、激光制导的特点	160
三、激光制导的分类	160
第四节 激光寻的制导原理	161
一、激光半主动寻的制导	161
二、激光主动寻的制导	168
第五节 激光波束制导	168
一、激光波束制导的基本原理	169
二、激光波束制导主要单元功能介绍	169
第六节 激光制导导弹典型介绍	172
一、世界第一“骑波”杀手 RBS-70	172
二、半主动制导的英式“军刀”	176
三、复合制导式的“阿达特”	177
第七节 激光制导的发展趋势与对抗	182
一、激光制导的发展趋势	182
二、激光制导与对抗	184
第六章 巡航导弹与精确制导技术	186
第一节 概述	186
一、什么是巡航导弹	186
二、巡航导弹的分类	186
三、巡航导弹的军事地位	188
第二节 震惊世界的作战史	190
一、“复仇1号”飞伦敦	190
二、海湾战争显威风	192
三、三度海湾再交锋	194
四、波黑战场露峥嵘	196
五、突袭两地又成功	197
第三节 巡航导弹的发展概况	199
一、巡航导弹诞生记	199
二、三代“家族”	202
第四节 巡航导弹的作战原理	205
一、巡航导弹的基本组成	206
二、巡航导弹的推进系统	207

三、巡航导弹的发射过程	212
四、巡航导弹的突防措施	214
五、巡航导弹的战斗部	218
六、巡航导弹的制导原理	219
第五节 巡航导弹的发展趋势	226
一、提高突防能力	226
二、改进制导方式, 提高命中精度	228
三、提高制导系统的抗干扰能力	230
第六节 如何防御巡航导弹	231
一、防御巡航导弹的难点	231
二、巡航导弹的弱点	232
三、防御巡航导弹的办法	234
参考文献	245

第一章 绪 论

70年代初期,美国首次在越南战场使用激光和电视制导炸弹,由于它们能自己“寻找”和攻击目标,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”(Precision Guide Weapons)这一名词。尤其是经过英阿马岛之战和海湾战争,由于交战双方大量使用各种精确制导武器,“开创了战争的新时代”,使人们对未来战争的形式有了一个全新的概念。在今天,精确制导武器装备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。

第一节 制导武器概述

一、什么是制导武器

一般武器,如普通炮弹是在炮管指向一定方向的前提下,由火药在炮膛内引爆后给予它一定的初速度,而后按弹道飞向目标的。炮弹的飞行弹道是由炮身的倾角和火药引爆后给予的初速度所决定的。炮弹一旦射出,其弹道就无法改变,因火药给予炮弹的初速不能任意改变。所谓弹道的修正不过是改变一下炮身的倾角。由此可见,测量炮弹初速的精度愈高,则炮弹命中目标的误差就愈小。但如果计算弹道有误,或者目标在运动,或遇有大风的天气等情况,都可能使炮弹无法命中目标。因此,在很久很久

以前，人们就产生了一种遐想——要是子弹（炮弹）能长“眼睛”那该有多好呀！这一大胆设想已经由制导武器作出了肯定的回答。

制导武器是一种无人驾驶的飞行器，它与一般武器相比有两个显著的特点：一个是它采用的运载工具（指战斗部的载体）具有制导的功能，即在飞行中如果偏离了预定的轨道，可自动加以修正，使其回到理想的轨道上来，以保证运载工具能准确地对准目标飞行，并在必要时还能采取机动飞行，甚至施放诱饵等以避开敌方的攻击；另一个显著特点是它不仅有爆炸、杀伤目标的弹头，而且有自动捕获、跟踪和识别目标的能力。

二、制导武器的诞生和亮相

第二次世界大战时期，纳粹德国研制成功 V-1 和 V-2 两种远程导弹。V-1 是一种巡航导弹，也叫飞航式导弹，飞行器在巡航状态下近似于匀速等高的低空飞行。V-2 是一种弹道式导弹，它的飞行弹道包含有主动段（或助推段）和被动段。主动段为推进系统工作时在推力作用下导弹按预定弹道飞行的那一段；被动段为推进系统停止工作后的飞行段（包括飞行中段和弹头重返大气层的再入段），这时导弹按自由抛物体轨迹飞行。V-1 和 V-2 导弹都是采用无人驾驶的有制导功能的运载工具运载的武器，具有一种在当时看来为相当先进的惯性制导系统。

V-1 和 V-2 导弹研制成功后，即被用来对英国本土进行反复的轰击，使英国遭受了生命财产的巨大损失和各种设施的严重破坏。这两种制导武器的首次亮相就使整个欧洲引起了巨大的震动，特别是使英国亡魂丧胆，谈虎色变，英伦三岛一片混乱，惊呼“飞弹”的降临。

V-1 和 V-2 导弹的研制成功和投入使用是制导武器诞生的标志，但由于纳粹德国当时已处穷途末路，几件先进武器并未能挽救其失败的命运。

三、典型制导武器的基本组成

导弹是制导武器具有代表性的品种。现代导弹类型繁多，但它们都渊源于 V-1 和 V-2 导弹。导弹的构造虽然比较复杂，但都由 4 个基本部分组成：战斗部、发动机、制导系统和弹体。

1. 战斗部

它用于装填炸药，摧毁敌方目标。

2. 发动机系统

这是推进系统，由它提供导弹运动的动力。若是自带氧化剂的称为火箭发动机；那些在大气层内飞行，利用空气中的氧气作为氧化剂的则称为空气发动机。

3. 制导系统

它亦称为寻的（即寻找目标的意思）系统，其任务是引导导弹准确地击中目标，是制导武器的核心部分。它包括导引系统和控制系统。

4. 弹体

它把导弹的各部分连成一个整体并具有适合于高速、机动飞行的气动外形。弹体又分为弹身、弹翼和舵面等几部分。

图 1.1 所示为英国研制并投入服役的一种防中、高空导弹的总体布局图。

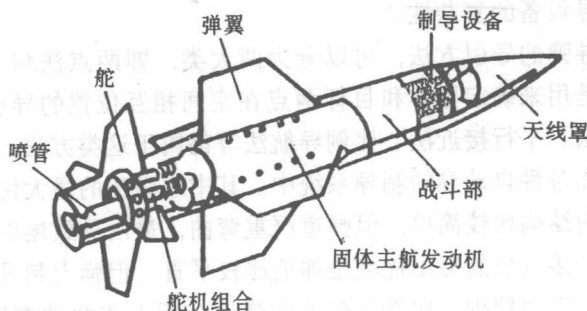


图 1.1 “雷鸟”导弹总体布局图（未示助推器）