

# M

# Missile weapon and Guidance Technology

# 导弹武器 及其制导技术

毕开波 杨兴宝 陆永红 刘亿 编著



国防工业出版社  
National Defense Industry Press

# 导弹武器及其制导技术

毕开波 杨兴宝 陆永红 刘 亿 编著

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

导弹是现代战争首选的重要武器,从海湾战争到伊拉克战争的几次现代高技术战争来看,导弹武器在现代战争中的地位和作用越来越重要。本书在介绍海战所用的反舰导弹、巡航导弹、防空导弹及反弹道导弹的性能特点、装备发展、作战过程的基础上,全面阐述了导弹的各种制导技术,重点对制导技术的技术特点、基本原理、发展趋势以及采用相应制导技术导弹的作战使用特点等进行了论述。本书的目的是使读者对导弹及其制导技术有全面的了解,通过导弹及其制导技术的掌握全面深刻了解导弹在现代高技术战争中的作用。

本书主要面向国防和武器装备研究人员,也可作为相关专业本科教材,以及从事导弹武器及其制导技术的技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

导弹武器及其制导技术/毕开波等编著. —北京:国防工业出版社,2013.5

ISBN 978 - 7 - 118 - 08794 - 9

I. ①导... II. ①毕... III. ①导弹制导 IV. ①TJ765.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第103410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100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787 × 1092 1/16 印张 14¼ 字数 349 千字  
2013年5月第1版第1次印刷 印数 1—3000册 定价 48.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777  
发行传真:(010)88540755

发行邮购:(010)88540776  
发行业务:(010)88540717

# 前 言

现代战争是导弹战,导弹武器在现代战争中的使用已占有很大比例,近几次的现代战争中导弹武器使用量逐次增加,因此,导弹武器在高技术现代化战争中具有重要的地位和作用。

本书在分析了从海湾战争到伊拉克战争的几次现代高技术战争的基础上,概括了导弹武器在现代战争中的地位和作用,而作为精确制导武器的导弹是现代战争首选的重要武器。本书站在海战的角度,在对反舰导弹、巡航导弹、防空导弹及反弹道导弹介绍的基础上,重点阐述了导弹的制导技术,包括雷达制导技术、红外制导技术、激光制导技术、电视制导技术、惯性制导技术、GPS 制导技术、地形匹配制导技术、方案制导技术、多普勒制导技术、天文制导技术以及复合制导技术,并主要围绕制导技术的技术特点、作战使用特点、基本原理、发展趋势等进行了论述。本书的目的是使读者对导弹及其制导技术有个全面的了解,通过导弹及其制导技术的掌握从而全面深刻了解导弹在现代高技术战争中的作用。

全书共分上下两篇,上篇主要介绍导弹武器,下篇主要介绍导弹制导技术,全书分十章。第一章主要阐述了高技术现代化战争中导弹武器的作用、地位、分类及导弹武器的发展概况、阐述了导弹制导的组成分类;第二章主要阐述了美军、俄军和其他国家的典型舰舰导弹武器系统的组成、主要战技性能和工作过程、舰舰导弹的现状与发展趋势;第三章主要阐述了美军和其他国家的典型巡航导弹武器系统的组成、主要战技性能和工作过程;第四章主要阐述了美军、俄军和其他国家的典型舰空导弹武器系统的组成、主要战技性能和工作过程、舰空导弹的现状与发展趋势;第五章主要阐述了美军的典型导弹防御系统及反导武器的组成、主要战技性能和工作过程;第六章主要阐述了雷达制导技术组成、原理和发展趋势;第七章主要阐述了红外制导技术组成、原理和发展趋势;第八章主要阐述了激光制导技术组成、原理和发展趋势;第九章主要阐述了电视制导技术组成、原理和发展趋势;第十章主要阐述了其他制导技术组成、原理、特点和发展趋势。

本书由海军大连舰艇学院导弹系毕开波负责编写第一、三、五、七、八章,杨兴宝负责编写第四、六章,陆永红负责编写第九、十章,刘亿负责编写第二章,隋先辉、胡海参与了部分内容的整理和编写,全书由毕开波统稿。董受全教授对全书进行了审阅。在编写过程中,得到了海军大连舰艇学院导弹系及舰舰导弹和舰空导弹教研室等单位的宝贵支持,在此表示衷心感谢。

由于编者的理论水平和实践经验有限,本书难免存在一些不足之处,恳请读者给予指正。

编者

2012年12月于大连

# 目 录

## 上篇 导弹武器

第一章 概述	1
第一节 高技术现代化的导弹武器	1
一、导弹武器作战特点	2
二、导弹武器发展概况	3
第二节 导弹武器的基本概念和分类	4
一、导弹的概念	4
二、导弹的分类	5
第三节 导弹制导系统概述	6
一、导弹制导系统组成	6
二、导弹武器制导技术的分类	7
第二章 反舰导弹	13
第一节 反舰导弹概述	13
一、反舰导弹现状与发展	13
二、舰舰导弹武器分类	15
第二节 外军舰舰导弹武器	16
一、美军舰舰导弹武器	16
二、俄军舰舰导弹武器	19
三、其他国家舰舰导弹武器	23
第三节 舰舰导弹武器发展概况与发展趋势	28
一、舰舰导弹武器发展概况	28
二、舰舰导弹武器发展趋势	29
第三章 巡航导弹	32
第一节 巡航导弹概述	32
一、巡航导弹的分类	32

二、巡航导弹的实战应用 .....	33
三、外军主要巡航导弹技术性能 .....	34
第二节 美军主要巡航导弹及战技性能 .....	36
一、美国巡航导弹的发展背景及其作战任务 .....	36
二、“战斧”反舰导弹 BGM-109B .....	37
三、巡航导弹武器系统工作原理和作战过程 .....	40
第三节 巡航导弹的特点 .....	42
一、巡航导弹的优点 .....	42
二、巡航导弹的缺点 .....	44
<b>第四章 防空导弹 .....</b>	<b>47</b>
第一节 防空导弹概述 .....	47
一、国土防空导弹武器系统 .....	47
二、野战防空导弹武器系统 .....	48
三、舰艇防空导弹武器 .....	48
四、国外典型舰空导弹武器装备 .....	50
第二节 外军防空导弹武器 .....	53
一、美军防空导弹武器 .....	53
二、俄军防空导弹武器 .....	57
三、其他国家舰空导弹武器 .....	62
第三节 舰空导弹武器发展概况与发展趋势 .....	65
一、防空导弹的现状与发展趋势 .....	65
二、舰空导弹武器发展概况 .....	67
三、舰空导弹武器发展趋势 .....	67
<b>第五章 弹道导弹防御系统及反导武器 .....</b>	<b>71</b>
第一节 反导系统概述 .....	71
一、弹道导弹防御系统分类 .....	71
二、反战术弹道导弹武器系统的方案 .....	72
第二节 美国导弹防御系统 .....	73
一、美国的国家导弹防御系统(NMD)和战区导弹防御(TMD) .....	73
二、陆基国家导弹防御系统 .....	76
三、美国海基防御系统 .....	78
四、助推段拦截 TBM 的各种方案 .....	80
第三节 反导武器及其先进控制技术 .....	81
一、常规反导武器 .....	81

二、动能拦截弹的现状与发展 .....	82
三、国外导弹先进控制技术 .....	85

## 下篇 导弹制导技术

<b>第六章 雷达制导技术</b> .....	89
<b>第一节 雷达制导原理</b> .....	90
一、主动式雷达寻的制导 .....	90
二、半主动式雷达寻的制导 .....	95
三、被动式反辐射末制导 .....	100
四、毫米波雷达自寻的制导 .....	105
五、雷达遥控制导技术 .....	109
<b>第二节 抗干扰技术</b> .....	115
一、末制导雷达面临的电子干扰 .....	115
二、迅速发展的舰载电子战系统 .....	116
三、对抗反辐射导弹技术 .....	116
<b>第七章 红外制导技术</b> .....	118
<b>第一节 红外制导技术概述</b> .....	118
一、红外制导导弹 .....	118
二、红外制导导弹的战例 .....	120
三、红外导引头的特点 .....	122
<b>第二节 基于点目标跟踪的红外制导原理</b> .....	124
一、红外辐射 .....	124
二、红外非成像自寻的制导系统 .....	125
<b>第三节 基于红外成像的制导技术</b> .....	138
一、红外成像导引头分类 .....	138
二、红外成像制导技术的基本组成 .....	139
三、红外成像制导技术的各部件及原理 .....	141
四、视频信号处理器 .....	145
<b>第四节 红外制导技术的对抗</b> .....	146
一、红外干扰 .....	146
二、反红外干扰 .....	148
<b>第八章 激光制导技术</b> .....	150
<b>第一节 激光制导技术概述</b> .....	150

一、典型的激光制导导弹	150
二、激光制导特点	154
三、激光制导的分类	155
第二节 激光的特性和激光器	156
一、激光的特性	156
二、激光的传输特性	158
三、激光的产生	159
四、激光器	160
第三节 激光半主动寻的制导	161
一、组成与功用	161
二、激光半主动寻的器	162
三、激光半主动寻的目标指示器	166
第四节 激光波束制导	169
一、激光波束制导主要单元功能介绍	170
二、激光波束制导的基本原理	171
第五节 激光主动制导技术	172
一、激光主动制导的特点	172
二、扫描成像激光雷达导引头	173
第六节 激光制导的发展趋势与对抗	175
一、激光制导的发展	175
二、激光制导武器的对抗与反对抗	177
<b>第九章 电视制导技术</b>	<b>179</b>
第一节 电视制导技术概述	179
一、电视寻的制导的典型应用	179
二、电视精确制导的分类	179
三、电视制导特点	180
第二节 电视寻的制导原理	181
一、电视寻的制导系统的基本组成	182
二、点跟踪系统的跟踪原理	184
三、面积相关跟踪的跟踪原理	185
第三节 遥控式电视制导原理	187
一、遥控式电视制导的基本工作原理	187
二、遥控式电视制导空地导弹系统	187
三、电视指令制导系统	188
第四节 电视自动导引系统举例及发展趋势与对策	189



一、电视自动导引系统举例 .....	189
二、电视精确制导的发展趋势与对策 .....	191
<b>第十章 其他制导技术 .....</b>	<b>192</b>
<b>第一节 惯性制导技术 .....</b>	<b>192</b>
一、惯性制导 .....	192
二、惯导分类 .....	192
<b>第二节 GPS 制导技术 .....</b>	<b>196</b>
一、GPS 制导技术概述 .....	196
二、GPS 系统组成原理 .....	197
三、GPS 接收机的工作过程 .....	197
四、GPS 定位原理 .....	198
五、GPS/INS 组合制导系统 .....	199
<b>第三节 地形匹配与景象匹配制导 .....</b>	<b>201</b>
一、地形匹配与景象匹配制导 .....	201
二、组合制导 .....	206
<b>第四节 方案制导技术与天文制导技术 .....</b>	<b>207</b>
一、方案制导技术 .....	207
二、天文制导技术 .....	208
<b>第五节 复合制导(组合制导)技术 .....</b>	<b>211</b>
一、复合制导技术概述 .....	211
二、复合寻的制导技术 .....	212
三、复合制导技术应用 .....	214
<b>参考文献 .....</b>	<b>217</b>

# 上篇 导弹武器

## 第一章 概述

### 第一节 高技术现代化的导弹武器

以导弹为代表的精确制导武器已经成了从海湾战争、科索沃战争、阿富汗战争,再到伊拉克战争等局部战争舞台上耀眼的“明星”,在信息技术的推动下,导弹已告别 20 世纪 50 年代“傻、大、笨、粗”的形象,变成了精确、灵巧、杀伤力强大的高技术武器,其命中目标的圆概率误差(CEP),从最初的千米级降到了米级,甚至达到了接近零偏差的程度。导弹可以称为“综合了当代最新技术精华的结晶”。最近几次的局部战争清楚地告诉我们,未来战争将是空地一体化的立体战争,战争的主要模式是空袭和导弹对攻,争夺空中优势、打击军事目标是决定战争胜负的关键,导弹作为精确制导武器的主体,必然成为各军兵种的主战武器。

1991 年爆发的海湾战争,标志着传统的机械化战争时代的结束,战争形态已开始从传统的机械化战争,向初具信息化战争特点的信息—火力一体化作战转变。这种战争呈现出以信息战为先导并贯穿始终,以作战管理指挥控制通信情报系统为中枢,以多种载体上各类导弹武器协同作战的形式。在这场以“空地一体战”为基本样式、初具陆海空天电多维战场空间特点的高技术现代化局部常规战争中,最高决策指挥机构和战略系统已成为夺取战争胜利的首要打击目标;海湾战争期间敌对双方部署和使用的 87 种精确制导武器中,有 70 多种是导弹,导弹已成为执行各种战略和战术攻防作战任务的主战武器;导弹攻防战——一种全新的作战样式已经出现;在现代战争中精确制导武器是实施先发制人和先遣性打击的主要武器,它能把对方指挥中心、机场、军事设施等重要目标摧毁或使其瘫痪。

据不完全统计,在 1991 年的海湾战争中,交战双方投入战场上的各种导弹有 35 种之多,约占所有作战武器的 30%,导弹在这场战争中起到了决定性作用。多国部队共发射 2100 枚反辐射导弹,仅在 1 月 17 日夜对巴格达的袭击中,来袭导弹一举摧毁伊拉克绝大多数雷达,使它们再也无法恢复,从而使伊拉克的武力受到彻底压制。在随后的数次对伊拉克的军事打击中,使用“战斧”实施战略轰炸,远距离精确打击陆地战略目标,多次使用精确制导炸弹,破坏地面硬目标——机场、桥梁,多次使用反舰导弹击沉伊拉克海军舰船、海上石油平台,多次使用“爱国者”导弹成功拦截“飞毛腿”导弹,多次使用地空、空空导弹击落伊拉克飞机,多次使用反坦克导弹击毁伊拉克坦克。导弹成为用来摧毁伊拉克军事、民用设施的主要武器。多国部队对南联盟的军事打击也是首先用导弹彻底摧毁南联盟的军事设施、电力等能源设施,使其武器作战系统无法正常运行而失去攻防能力。就连对阿富汗这样几乎毫无军事能力的国家,盟军也是首先用导弹以地毯式打击其军事、民用要点,使对方完全失去大规模防守、还击能力。

第二次世界大战以后,导弹就开始装备军队,从20世纪50年代起就在实战中使用了。特别是在一些地区的局部战争中,更是大量地使用。如1967年第三次中东战争,1973年第四次中东战争,1972年美国侵越战争,1982年4月英阿马岛海战,两伊战争,以及近些年的海湾战争、科索沃战争、阿富汗战争、伊拉克战争中都大量使用了导弹。总而言之,导弹在现代战争中发挥了至关重要的作用。

## 一、导弹武器作战特点

### (一) 命中精度高

非制导武器为了摧毁一个目标,往往要消耗大量的弹药才能奏效。据统计,在第二次世界大战中,航空炸弹的命中概率仅为7%,大口径舰炮为1%~3%,鱼雷为15%。相反,在海湾战争中,美军向伊拉克的重要目标发射了288枚“战斧”巡航导弹,其中有259枚命中目标,命中概率高达89%以上;美军使用的激光制导炸弹,其轰炸圆概率误差仅为1.5m,而普通炸弹的圆概率误差为300~700m;对点目标的作战效果,前者比后者高出数百倍;在射程为3~20km范围内,普通炮弹的圆概率误差为13~20m,而美军使用的“钢斑蛇”激光半主动制导炮弹的误差小于1m,似乎达到了“要打脑袋就不会打腿”的程度。在海湾战争中,美国空军在100km外向伊拉克的一个水电站连续发射了两枚“斯拉姆”空地导弹,两枚导弹先后从同一个洞穿入发电厂,彻底摧毁了目标。美国“战斧”巡航导弹BGM-109A、G的射程为2500km,误差为30m;BGM-109C、D的射程为1297km,误差仅为9m。由于精确制导武器能够自动寻找和识别目标,甚至可以具有极高精度地命中目标要害部位的能力,达到了“百步穿杨”的程度,因此以美国为首的多国部队在海湾战争中大胆地采用“点穴式”和“外科手术式”的作战方式,收到了出人意料的作战效果。

### (二) 可实施远程精确打击

具有末制导的精确制导武器,随着射击距离的增大和弹头飞行时间的延长,或在制导结束后转入末端制导,导弹能自行修正同目标之间的相对位置,使弹着点的误差由大变小。由此可见,精确制导武器与非制导武器相比,具有完全不同的“射程—精度”规律和概念。而非制导武器的射程越大,误差也越大,命中精度越低。而含有末制导的精确制导武器则不同,它不因射程增大而降低其精度。相对来说,精确制导武器的射程可以设计得很远。

### (三) 杀伤威力大

武器的杀伤威力是指武器在作战中发挥作用的有效程度,至少应包括射程、命中精度、战斗部的毁伤威力和武器作战的反应灵敏度。在作战中,攻击高价值的大型目标时,有时用不着把它“大卸八块”,只要摧毁其要害部位就够了,这是在精确制导条件下的武器系统才能实现的作战方式。例如,在海湾战争中,伊拉克一个加固型的通信指挥中心就被美军一枚激光制导炸弹从该中心的通风孔钻进而摧毁;在中东战争中,埃及用一枚苏制“冥河”反舰导弹,在吃水线以下的要害部位把以色列一艘2500t的“艾拉特”号驱逐舰一举击沉。

命中精度高、可实施远程精确打击和杀伤威力大是精确制导武器最具鲜明的作战特点,作战效能高、效果好。在某些情况下,使用一枚精确制导炸弹可以起到以往几十架次甚至几百架次轰炸机所起的作用。另外,虽然精确制导武器的制造费用比常规武器高得多,但从战场效果来看,却又是非常经济的武器,因为除攻击战略目标外,通常它攻击的对象都是造价昂贵的目标,如坦克、飞机、舰艇、地面大型雷达等。现代化的战斗机,价格都在500万美元以上,而大型军舰的价格更是贵得惊人,甚至要以“亿美元”作为计量单位。在马岛战争中,阿根廷空军用

一枚只值 25 万美元的“飞鱼”导弹,就击沉英国海军一艘造价近 2 亿美元的“谢菲尔德”号驱逐舰。

#### (四) 作战效能高,难防御

第二次世界大战期间飞机投弹轰炸一个钢筋混凝土目标平均约需 9000 枚炸弹。越战期间,轰炸同一目标需 200~300 枚炸弹。海湾战争期间,只需 1~2 枚激光制导炸弹即可炸毁目标。1991 年 1 月 17 日凌晨美国 F-117 隐身战斗机投掷的 900kg 级激光制导炸弹从伊拉克空军司令部塔楼顶部直接突入,炸毁整座大楼。精确制导弹药作战效费比大大高于普通弹药。海湾战争期间,美国曾出动 32 架 F-16 飞机和 39 架各类支援飞机用普通炸弹轰炸伊拉克的核设施,未获成功。后改用 8 架 F-117A 和 2 架加油机,用激光制导炸弹一举摧毁伊拉克 3 座核反应堆。海湾战争中,107 枚“战斧”巡航导弹摧毁了伊拉克军队防空系统,使其 26 个指挥机构遭受毁灭性打击,75% 的指挥系统被摧毁。据统计,海湾战争中,精导弹药摧毁了伊拉克 594 座加固机库中的 375 座(占 63%);摧毁战术目标桥梁 54 座中的 40 座,破坏 10 座。又如在大量使用空地导弹对伊拉克军队装甲目标实施强化打击的 10 天中就击毁坦克 650 辆、装甲车 500 辆。

## 二、导弹武器发展概况

导弹出现于第二次世界大战中后期。德国首先将 HS293 空舰导弹、V-1 飞航式导弹和 V-2 弹道式导弹用于实战;研制了两种亚声速地空导弹(“龙胆草”和“蝴蝶”)和两种超声速导弹(“莱茵女儿”和“瀑布”)。第二次世界大战后期,美、英等国也进行了“小兵”、“助手”等舰空导弹的研制。这些,都成为第二次世界大战后各国研制各类导弹的基础。

第二次世界大战后,随着科学技术和工业水平的发展,以及战争的需要,导弹成为发展最快的现代武器,成为战略威慑和作战的主要武器。尽管各类导弹的发展规模和更新换代的时间互不相同,但从导弹对科学技术和工业水平的依存关系和战争需要对导弹武器的刺激、支配作用来看,各类导弹的发展大致都经历了战后早期发展、大规模发展、改进性能和提高质量、全面更新四个时期。有的借用了其他导弹技术,越过了早期发展时期。

### (一) 第二次世界大战后早期发展时期

1945 年—1953 年为导弹的战后早期发展时期。第二次世界大战后,最先投入研究的是美国、苏联和瑞典。英、法在恢复了战争创伤之后,分别于 1948 年和 1949 年开始研制。

这期间,主要是对导弹的基础理论和关键技术开展全面研究,利用德国和本国研制导弹的成果进行新型导弹的研制和试验工作,积累导弹设计和生产经验,为以后的导弹大发展储备了力量,奠定了基础。但是到 1953 年为止,其他国家都没有装备导弹。当时,导弹还是一种神秘的武器。

### (二) 大规模发展时期

1954 年—1961 年为导弹的大规模发展时期。1961 年,美国的“阿斯洛克”反潜导弹装备部队,“北极星”弹道式导弹水下发射成功,至此,各类导弹几乎都已问世,最复杂的反弹道导弹也已开始研究。

这期间,科学技术比较先进的 12 个国家(美国、苏联、瑞典、英国、法国、瑞士和联邦德国、意大利、日本、澳大利亚、加拿大、挪威)都研制了自己的导弹,各类导弹型号总数已达 180 多种。战略导弹的有无问题已经解决,各种战术导弹均已开始装备部队。国际合作研制组织开始建立。导弹贸易市场已经形成,但导弹仍是尖端武器。由于受当时科学技术水平的限制,普

遍存在着精度较低、结构笨重、体积较大、可靠性差和造价昂贵等缺点。

20世纪50年代末,我国也进入了导弹研制国的行列,并引进了各种类型导弹。1959年,还首先把地空导弹用于实战,一举击落国民党军队的美制高空侦察机。

### (三) 改进性能和提高质量时期

1962年到20世纪60年代末为导弹的改进性能和提高质量时期。对导弹进行改进提高有以下几方面的原因:50年代研制的导弹存在较严重的缺点,不适应新的作战要求;60年代发生的越南战争和第三次中东战争对导弹的性能提出了新的要求;科学技术的进步和工业水平的提高,也为导弹的改进和提高提供了可能。

在这个时期,洲际弹道式导弹已经实用化;战术导弹已普及,开始变为常规装备。其发展情况主要反映在两个方面:一是一些国家加强和补全了自己过去缺少的导弹类别;二是对各类导弹均进行了多次改型,性能上大都有明显提高。然而这些改进都是在保持原有导弹基本结构的前提下进行的,性能提高有限。

由于洲际导弹实用化,促进了反弹道导弹系统在美国、苏联的出现。由于拦截洲际导弹的技术比洲际导弹本身还要高,所以建立在60年代技术基础上的反弹道导弹系统,还难以满足作战需要。

### (四) 全面更新时期

20世纪70年代以来,导弹进入了全面更新时期。从1972年开始,美国、苏联进行了多次限制战略武器会谈,达成了一些协议,使战略导弹由数量竞争发展到了质量竞争的新阶段。巡航导弹与具有更高命中精度和生存能力的新一代洲际导弹,成为战略导弹发展的重点。

战术导弹这时已成为常规武器,并出现了更大范围内的更新换代的新局面。到80年代中期,在世界各国使用的各种战术导弹中,只有35%是60年代装备的,约45%是70年代装备的;仅20%是70年代初提出研制,在70年代末或80年代初开始装备的。后两者占全部现役战术导弹的65%。其中反舰导弹、反坦克导弹、防空导弹和空空导弹发展尤为迅速,约占70年代以来新装备和研制的战术导弹的80%。一些典型的新型号都考虑了在复杂的光电对抗和火力对抗的条件下,如何保持高度的机动性、生存能力和杀伤能力问题。反映了导弹的一般发展方向。

## 第二节 导弹武器的基本概念和分类

### 一、导弹的概念

导弹是一种载有战斗部系统、依靠自身动力装置推进、由制导系统引导并控制其飞行轨迹(弹道)而导向目标的飞行器。

导弹最早出现在第二次世界大战期间的1942年,即由德国研制成功的V-1飞航导弹和V-2弹道导弹,并且投入了战争,取得了当时条件下的最优作战效果。第二次世界大战后,各国都非常重视发展导弹武器,其中以美国和苏联发展最快。

据不完全统计,目前世界上各国已装备使用的导弹武器达300多种(不含已淘汰的),在研的有100多种。其中,70多个国家的2000多艘水面舰艇就装备了50多种型号的舰舰导弹和40多种型号的舰空导弹。

## 二、导弹的分类

目前,世界各国发展的导弹型号有上千种,为了便于研究、设计、生产和使用,人们按照导弹的不同特征,将它们进行分类。导弹分类的方法虽然很多,但每一种分类方法都应概括地反映出它们的主要特征。通常,导弹可按其作战使命、攻击目标、发射点和目标位置、射程、飞行方式、战斗部类型、弹道形式、外形特征及制导方式等进行分类。此外,导弹处在迅速发展之中,新的型号不断出现,因而目前的分类还会有所变化和发展。下面按照导弹的不同特征,介绍几种常用的分类方法。

### (一) 按作战使命分类

导弹按作战使命可分为战略导弹和战术导弹两类。两者又可分为战略进攻型导弹、战略防御型导弹和战术进攻型导弹、战术防御型导弹。

#### 1. 战略导弹

用于攻击敌方战略目标(政治、经济中心、重要港口、交通枢纽、指挥控制中心、导弹基地和其他战略设施等)和反击来袭的战略导弹的导弹,统称为战略导弹。由国家最高统帅部决定它的使用。按射程不同,战略导弹通常又分为中程、中远程和洲际导弹。

中程:射程为 800 ~ 2400km(500 ~ 1500 英里)。

中远程:射程为 2400 ~ 6400km(1500 ~ 4000 英里)。

洲际:射程为 6400 km 以上(4000 英里以上)。

这类导弹一般是多级导弹,采用核弹头,尺寸和重量都很大,因而难以机动,多采用地下井或潜艇发射。

#### 2. 战术导弹

用于直接支援战场作战、打击战役纵深内和战术目标的导弹,称为战术导弹。其射程通常在 800km(有的取 1000km)以内。多采用单级、普通装药,也可用核装药,由作战部队掌握使用。

战略导弹与战术导弹在射程上的化分,并不十分严格,各国不尽一致。

### (二) 按飞行弹道和导弹外形分类

#### 1. 有翼导弹

这类导弹飞行在稠密大气层内。因此,它都装有较大的翼面(包括弹翼和舵面),用来产生空气动力,以维持水平飞行和机动飞行,故称为有翼导弹。

按照弹翼的多少,有翼导弹又分为两类。

一类装有两对弹翼和舵面,即有两个对称面,又称为轴对称导弹。属于这一类的有十字翼导弹、x型翼导弹等。

另一类只有一对主弹翼,称为面对称导弹。由于其外形类似飞机,适于作等速水平飞行(巡航状态)。

#### 2. 弹道式导弹

它主要飞行在大气外层。由于高空大气稀薄,飞行无阻力,所以这种导弹的飞行轨迹(弹道),除发动机工作段(主动段)外,绝大部分(被动段)是类似于炮弹那样靠惯性自由飞行的弹道。其外形也很简单,没有弹翼(多数有稳定尾翼),故称弹道式导弹。

弹道式导弹适于打击固定目标。其特点是飞行速度快、飞行高度大、难于拦截,但重量、尺



寸大,地面设备较复杂。

### (三) 按发射点和目标位置不同分类

导弹按发射点和目标位置,不外乎在空中和面(泛指地面、水面和水下)上。这样就可分为面面、面空、空面、空空导弹。面面导弹包括地地、岸舰、舰舰、潜地、潜舰、潜潜导弹等;面空导弹包括地空、舰空、潜空导弹等;空面导弹有空地、空舰、空潜导弹等。

### (四) 按飞行速度分类

导弹的飞行速度与空气的压缩性有关,空气压缩性的综合指标是马赫数  $Ma$ ,即

$$Ma = \frac{V}{a}$$

式中: $V$ 为导弹飞行(相对气流)速度; $a$ 为当地声速(高度越高,气温越低,声速越低)。

因此,导弹以一定的速度  $V$  飞行时,由于飞行高度的不同,导致飞行马赫数不同,所以导弹又分为几大类,见表 1-1。

表 1-1 导弹按速度分类表

分 类		详细分类		导弹类别
种类	$Ma$ 数	种 类	$Ma$ 数	
低速导弹	$Ma < 0.4$			部分第一代反坦克导弹
亚声速导弹	$0.4 < Ma < (0.75 \sim 0.93)$	亚声速导弹	$0.4 < Ma < 0.75$	部分反坦克导弹、对地有翼导弹、巡航导弹
		高亚声速导弹	$0.75 < Ma < 0.93$	多数反舰导弹、部分反潜导弹
跨声速导弹	$(0.75 \sim 0.93) < Ma < (1.2 \sim 1.4)$		$0.93 < Ma < 1$	少数反坦克导弹
			$1 \leq Ma < (1.2 \sim 1.4)$	部分反潜导弹
超声速导弹	$Ma > (1.2 \sim 1.4)$	低超声速导弹	$(1.2 \sim 1.4) < Ma \leq 2$	部分反舰和防空导弹
		中超声速导弹	$2 < Ma < (6 \sim 8)$	少数反舰导弹、大部分防空导弹和空空导弹
		高超声速导弹	$Ma > (6 \sim 8)$	弹道式导弹、反弹道导弹

### (五) 其他分类

除以上几种分类方法之外,导弹还可以按照发射平台、打击目标、战斗部装药、发动机类型、弹翼数量和气动布局的不同进行分类。导弹按攻击目标分为反坦克导弹、反舰导弹、反雷达(反辐射)导弹、反飞机导弹、反卫星导弹、反导弹导弹等。除此之外,还具有天基作战平台的反卫星导弹、卫星反导弹导弹、天基拦截器等。

## 第三节 导弹制导系统概述

### 一、导弹制导系统组成

制导系统是导弹的核心和关键部分,在很大程度上决定着导弹的战术技术性能,特别是制导精度。从功能上可将制导系统分为导引系统和控制系统两部分,如图 1-1 所示。导引系统和控制系统执行的任务是相互联系的,有的设备属于哪个系统也难以划分清楚。但在功能上,这两个系统所要解决的主要矛盾是不同的。控制系统主要是解决导弹飞行的稳定性,而导引系统主要是解决导弹对目标的命中精度问题。导弹导引系统俗称导引头,它必须具有以下功

能:一是导弹在飞向目标的过程中,要不断地测量导弹实际运动与理想运动之间的偏差;二是据此偏差的大小和方向按照一定的导引律形成控制指令,将指令一路送给控制系统,控制改变运动状态,消除偏差,一路控制导引头实现对目标的稳定跟踪。

导引系统通过探测装置确定导弹相对目标或发射点的位置,形成导引指令,并把导引指令送给控制系统。制导系统的导引信号是靠利用某种形式的能量对目标与环境敏感的敏感元件来获得的。目前应用的主要能量有可见光、红外、微波(厘米波和分米波)、毫米波、激光和声波等。控制系统直接操纵导弹,要迅速而准确地执行引导系统发出的引导指令,控制导弹飞向目标。

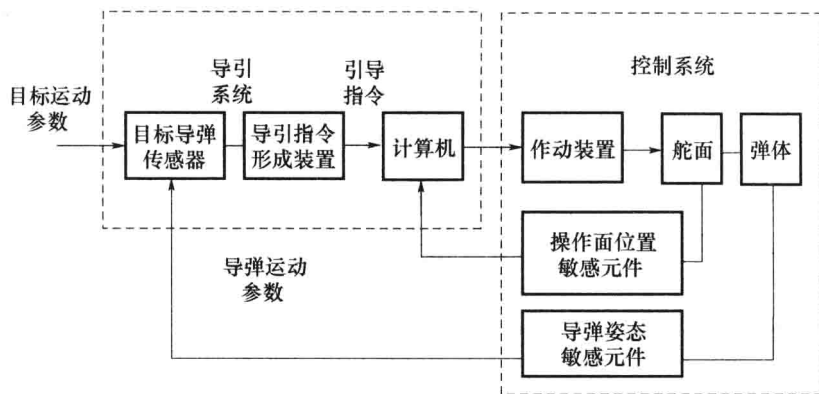


图 1-1 导弹制导系统的基本组成

## 二、导弹武器制导技术的分类

制导系统通常是按照导引系统的特点来分类的,即按照产生导引信号的来源来分类。通常分为三大类:自主制导系统、遥控制导系统、自动寻的制导系统。三种制导方式的比较见表 1-2。目前制导系统的详细分类如图 1-2 所示。

表 1-2 三种制导方式的比较

类型	作用距离	制导精度	制导设备	抗干扰能力
自主制导	可以很远	较高	全在弹上、要求精密	极强
遥控制导	较远	高,随距离增大而降低	分装在弹上和制导站,弹上设备简单	抗干扰能力差(特别是用雷达)
自动寻的制导	小于遥控制导	高	在弹上,弹上设备复杂	抗干扰能力差(特别是用雷达)

### (一) 自主制导

自主制导主要指导弹起飞后,控制导弹飞行的导引信号的产生,不依赖于目标和制导站,而仅由导弹本身安装的测量仪器来测量地球或宇宙间的物理特性,从而决定导弹的飞行航迹,不需接受外界信息就能实现对导弹飞行控制的制导。例如,根据物体的惯性,测量导弹的运动加速度来确定导弹飞行航迹的惯性导航系统;根据宇宙空间某些星体与地球的相对位置来进行导引的天文导航系统;根据预先安排好的方案控制导弹飞行的方案制导系统;根据目标附近的地形特点导引导弹飞向目标的地图匹配制导系统等。为此该系统需要在导弹起飞前,把目标的位置、导弹飞行控制方法等预先编成程序存入弹内。全程自主制导仅适用于地地导弹攻



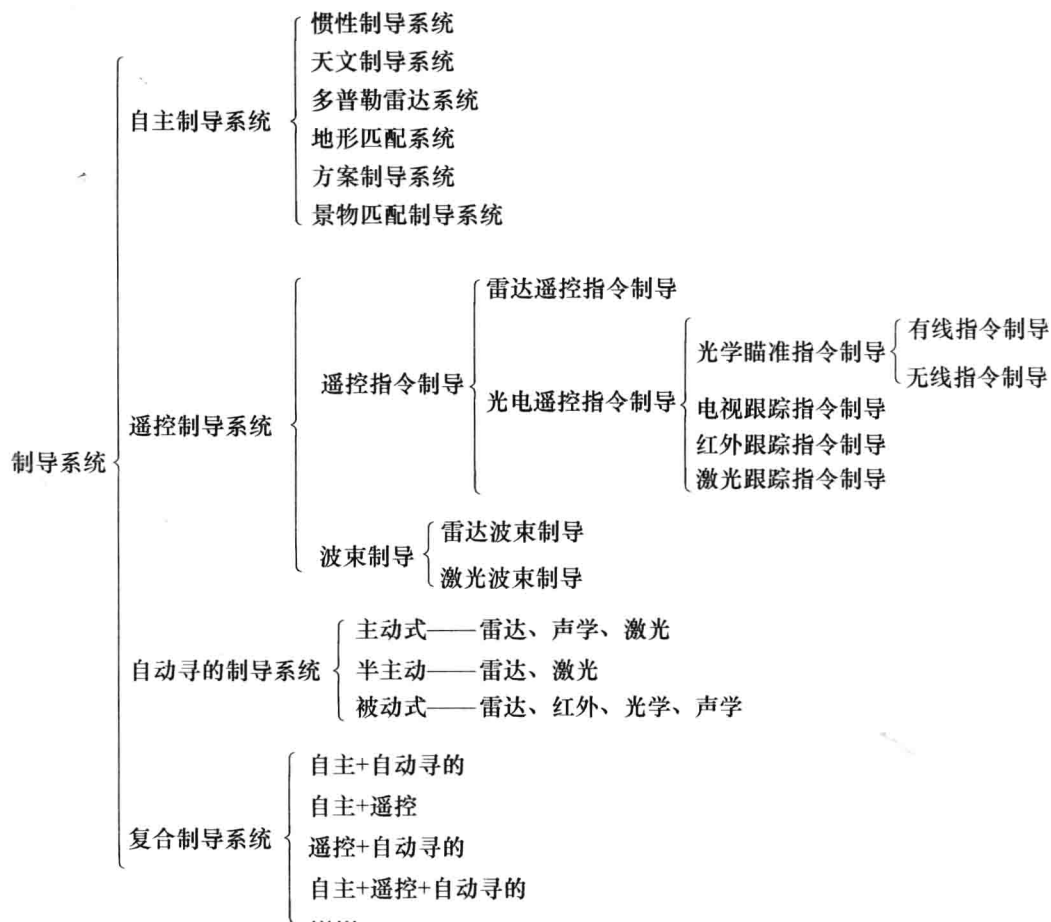


图 1-2 导弹制导的分类

击地面固定目标。常见的自主制导有惯性制导、图像匹配制导、导航星全球定位 GPS 制导和多普勒导航等。仍在应用的有方案制导系统、惯导系统、地形匹配制导系统、天文制导系统以及多普勒制导系统等。

其特点:它不与目标或制导站发生联系,因此不易受到干扰。此外,这种系统制导的导弹,一旦发射出去,就不能再改变其预定的航迹,单用自主制导系统的导弹不能攻击活动目标,一般用作攻击活动目标的初制导。

## (二) 遥控制导

由导弹以外的制导站向导弹发出引导信息的制导系统,称为遥控制导系统。遥控制导系统含地面制导站和弹上制导设备两部分。地面制导站含目标、导弹观测跟踪设备、制导中心计算机和指令发射设备等;弹上制导设备有指令接收系统和控制系统等。这种制导方法广泛应用于防空导弹中。这种制导系统中,导引信息由设在导弹外部的制导站发出,制导站可以设在地面、舰面或空中。它测量目标和导弹的相对位置,通过计算机装置形成导引信号,然后发送给导弹,控制导弹飞向目标。它的特点是:主要设备在制导站,弹上设备简单;制导站作用距离远,制导精度高;但必须连续对导弹进行制导,制导站的机动能力受限。它适用于近、中程导弹的制导或作为远程导弹的中继制导。攻击活动目标,多用于舰空导弹。

遥控制导分为无线电指令制导和波束制导两类,如图 1-3 所示。