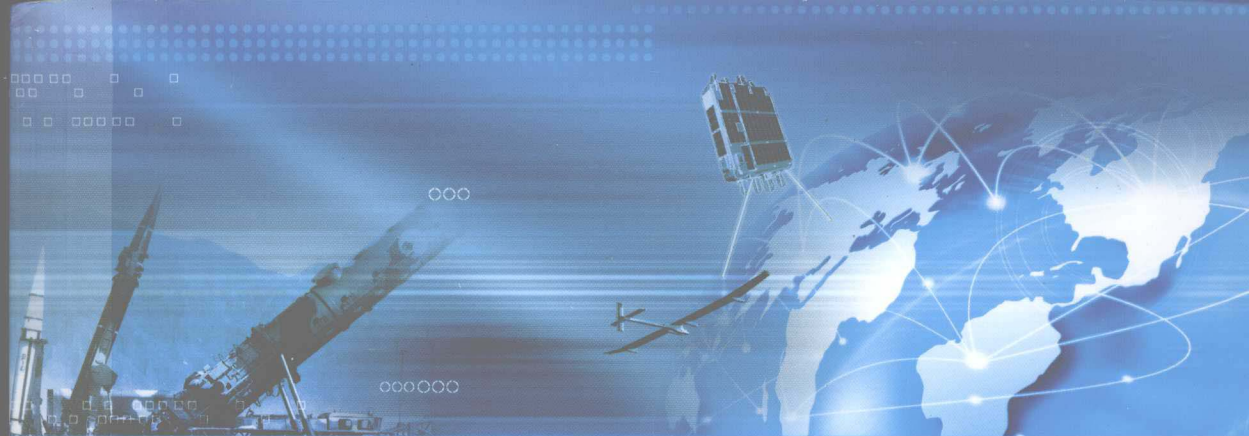




空天科学与工程系列教材

导弹系统性能分析

Performance Analysis of Missile System

张晓今 张为华 江振宇 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

空天科学与工程系列教材

TJ765.2
2

导弹系统性能分析

Performance Analysis of Missile System

张晓今 张为华 江振宇 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内容简介

导弹系统的性能主要包括总体性能、可靠性、突防能力、命中精度、毁伤能力和作战效能等,其性能指标综合反映了导弹的作战能力。本书从系统分析的角度,论述导弹系统总体性能分析、命中精度分析、毁伤概率分析、可靠性分析、突防概率分析和效能评估的基本理论与计算方法,可作为飞行器设计、导弹工程等专业本科生相关课程的参考教材,也可供导弹科研、设计、生产和使用部门的技术人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

导弹系统性能分析/张晓今,张为华,江振宇编著. —北京:国防工业出版社,2013.7
空天科学与工程系列教材
ISBN 978-7-118-08720-8

I. ①导... II. ①张... ②张... ③江... III. ①导弹系统—系统性能—性能分析 IV. ①TJ765.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 146432 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)

北京嘉恒彩色印刷责任有限公司

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 17¼ 字数 330 千字

2013 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 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

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

总 序

进入新世纪以来,空天科学与技术在国民经济和国防建设中的地位日益凸显。为完成我军机械化和信息化的双重使命任务,实现战斗力生成模式转变,既需要大量性能优良的空天装备,更需要大批从事空天装备论证、设计、研制与应用的高层次人才。

国防科技大学航天科学与工程学院是我国空天人才培养的一个重要基地,早在 20 世纪 50 年代“哈军工”时期就创办了国内首个导弹工程专业。半个多世纪来薪火相传,始终坚持“厚德博学为本、数理基础坚实、总体知识完备、创新能力突出”的人才培养理念,形成了国防科技大学军事航天教育的优良办学传统。几十年来,为国家和军队输送了一大批德才兼备的高素质人才,在总部、二炮、海军、空军和国防工业等部门中形成人才品牌优势;在我国载人航天工程、“嫦娥”探月工程中,担任正副总指挥、正副总设计师的人员中先后有 13 人为该院毕业生;而毕业生担任国家重大型号总指挥、总师的更多达几十人。该院教授、专家先后编著的《液体火箭发动机控制与动态特性理论》、《固体火箭发动机内弹道学》、《远程火箭弹道学》等一大批高水平经典教材,不仅在我国航天教育领域得到广泛应用,而且很多成为航天部门科研人员的案头参考书。

近年来,为更好服务“能打仗、打胜仗”的军队建设要求,该院深刻把握新型作战力量建设对人才培养的迫切需求,结合新一轮本科人才培养方案修订,构建了以航天器、导弹、运载火箭、临近空间飞行器等为背景的空天类课程体系,根据专业需要建设了一批新的课程。为总结课程建设成果,充分发挥建设效益,该院成立了系列教材建设委员会,组织专门力量编写了特色突出的专业教材,并在国防工业出版

社的大力支持下自 2013 年起陆续出版。

该系列教材在继承该院几十年办学经验基础上,适应新形势下国防和军队建设对高层次人才知识与能力结构的要求,结合国际高等工程教育发展趋势,体现了内容的系统性、针对性和先进性,有利于学生基础知识的掌握和综合能力的培养。我相信,该系列教材的出版必将对国防科技大学军事航天人才的培养发挥重要基础性作用,并可为其他院校相关专业的教学工作提供有力的支持。

陈君智

2013 年 5 月

前 言

在现代战争中,具备精确打击能力的导弹发挥着越来越重要的作用。它已成为军队武器装备中的重要组成部分,也是国防现代化的重要标志之一。

导弹系统的性能反映了导弹的作战能力,主要包括总体性能、飞行性能、命中精度、作战威力(毁伤概率)、突防能力与生存能力、可靠性、使用性能和经济性等。导弹系统性能分析,就是应用科学的分析方法和先进的计算工具,对导弹系统的主要性能和作战效能进行定量描述、分析与计算,为导弹系统的论证、设计、研制、装备部署和作战使用,提供决策依据。

本书是为导弹工程专业本科生编写的专业教材。重点介绍了导弹系统总体性能分析、命中精度分析、毁伤概率分析、可靠性分析、突防概率分析和效能评估的基本理论与计算方法。全书共分6章,第1章介绍导弹系统及其主要性能;第2章介绍导弹系统总体及其性能参数分析方法,包括总体设计概念,目标特性,战斗部、推进、制导和发射等分系统主要性能参数及其分析方法,以及总体性能参数分析方法等;第3章介绍导弹系统精度与毁伤概率分析方法,主要内容有误差、脱靶量和导弹精度的概念,导弹落点散布规律分析,精度指标及其评估方法,以及命中概率、毁伤概率计算方法等;第4章介绍导弹系统可靠性分析方法,包括可靠性及维修性概念、可靠性特征量、故障规律分析、系统可靠性分析、系统可靠性分配和导弹系统可靠性评估方法等内容;第5章介绍弹道导弹突防原理与突防概率分析模型,包括导弹防御系统作战过程、弹道导弹突防技术与突防战术原理、导弹隐身效果评估模型和突防概率计算模型等内容;第6章介绍导弹系统效能评估方法,包括系统效能分析的基本概念、系统效能评估的ADC法和专家评定法等内容。本书作为高年级本科生专业课教材,其内容应与基础课、专业基础课和其他专业课有良好的衔接,以便于本科生阅读和学习。为此,对于数学方法,本书所用数学知识仅限工科本科生所学数学理论与方法;对于专业理论,则需要读者具备火箭与导弹方面的相关专业

知识。

在本书撰写过程中,得到了国防科学技术大学航天科学与工程学院各位领导及专家的指导,空天科学与工程系列课程教学团队为本教材的编写和出版提供了支持,郑伟、张土峰和程谋森等三位教授审阅了全部书稿,提出了许多宝贵意见,给予作者很大帮助,在此深表谢意。

另外,本书编写过程中参考了许多国内外相关教材和文献资料,采用了其中部分内容,在此对原作者表示衷心感谢。

本书涉及的知识面较广,而作者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请广大读者批评指正。

编著者

2012 年 12 月

目 录

第 1 章 导弹系统及其性能概述	1
1.1 导弹系统	1
1.1.1 导弹系统组成	1
1.1.2 导弹的分类与作战任务	2
1.1.3 导弹武器系统发展概况和发展趋势	5
1.2 导弹系统性能	15
1.2.1 飞行性能	16
1.2.2 目标特性	19
1.2.3 命中精度	19
1.2.4 威力与毁伤概率	19
1.2.5 战场环境	20
1.2.6 突防与生存能力	21
1.2.7 发射性能	24
1.2.8 可靠性	24
1.2.9 使用维护性能	24
1.2.10 技术性能	25
1.2.11 经济性	25
1.2.12 总体性能参数	26
1.3 导弹武器系统研制过程	27
1.3.1 方案论证阶段	28
1.3.2 方案设计阶段	28
1.3.3 初样研制阶段	28
1.3.4 试样研制阶段	29
1.3.5 设计定型阶段	29

1.3.6 生产定型阶段	30
思考题	30
第2章 导弹系统总体及其性能参数分析	31
2.1 导弹总体设计概念	31
2.1.1 导弹总体设计的主要依据	31
2.1.2 导弹总体设计的特点和设计思想	32
2.1.3 导弹总体设计的基本内容与设计规范	34
2.2 目标特性分析	35
2.2.1 目标分类	35
2.2.2 典型目标特性分析	35
2.3 导弹战斗部及其威力参数	42
2.3.1 战斗部质量与全弹质量的关系	43
2.3.2 战斗部威力参数	43
2.3.3 战斗部威力半径与导弹命中精度、命中概率的关系	45
2.4 导弹推进系统性能参数	47
2.4.1 火箭发动机推力与比推力	48
2.4.2 火箭发动机总冲量与比冲量	50
2.4.3 火箭发动机性能参数与火箭飞行速度的关系	52
2.4.4 火箭发动机的推重比与质量比	53
2.4.5 发动机单位迎面推力	54
2.4.6 发动机的速度、高度特性	54
2.4.7 发动机的选择	54
2.5 导弹制导系统分析	56
2.5.1 制导系统的功能和组成	56
2.5.2 制导系统类型及其原理	58
2.5.3 弹道导弹制导方法	65
2.5.4 导引规律与需用过载	68
2.5.5 导弹飞行控制及其品质参数	73
2.5.6 发动机推力矢量控制技术	80
2.6 导弹发射方式分析	81
2.6.1 发射装置的战术技术性能	82
2.6.2 陆(海)基发射方式	82
2.6.3 倾斜发射参数分析	84
2.6.4 空基发射方式	87

2.7 导弹总体参数分析	87
2.7.1 弹道特性参数分析	88
2.7.2 质量参数分析	97
2.7.3 级间比	100
思考题	102
第3章 导弹系统精度与毁伤概率分析	103
3.1 误差的定义及表示法	103
3.1.1 误差定义	103
3.1.2 误差表示法	104
3.2 误差分类	104
3.2.1 系统误差	105
3.2.2 随机误差	105
3.2.3 粗大误差	105
3.3 导弹弹道的散布与脱靶量	106
3.3.1 弹道散布现象	106
3.3.2 脱靶量	107
3.4 导弹系统精度	108
3.5 导弹落点散布规律及散布椭圆	109
3.6 导弹精度指标	115
3.6.1 概率误差	115
3.6.2 最大误差带	116
3.6.3 最大散布椭圆	117
3.6.4 圆概率误差	119
3.7 导弹系统精度评估方法	120
3.7.1 试验数据统计法	120
3.7.2 蒙特卡罗法	127
3.8 导弹命中概率分析	133
3.8.1 单发导弹命中概率计算方法	133
3.8.2 多发导弹命中概率计算方法	140
3.9 导弹毁伤概率分析	142
3.9.1 目标毁伤标准	143
3.9.2 目标毁伤律	143
3.9.3 命中毁伤概率分析	146
3.9.4 平均必须命中弹数量与耗弹量	148

思考题	151
第4章 导弹系统可靠性分析	152
4.1 可靠性基本概念	153
4.1.1 可靠性、故障与产品寿命	153
4.1.2 任务剖面与寿命剖面	155
4.1.3 可靠性分类	156
4.1.4 广义可靠性	157
4.2 可靠性特征量	157
4.2.1 可靠度与不可靠度	158
4.2.2 故障密度与故障率	162
4.2.3 寿命特征量	167
4.2.4 装备可用度与战备完好率	169
4.3 产品维修性	173
4.4 产品故障规律	175
4.4.1 典型故障率曲线	175
4.4.2 可靠性的指数规律及其特性	178
4.5 确定装备可靠性指标的基本要求	180
4.6 系统可靠性分析	182
4.6.1 系统组成	182
4.6.2 系统可靠性框图	182
4.6.3 串联系统	184
4.6.4 并联系统	186
4.6.5 混联系统	189
4.6.6 非串并联系统	192
4.6.7 表决系统	194
4.6.8 冷储备系统	196
4.6.9 求解系统可靠性的近似方法	204
4.7 系统可靠性分配	206
4.7.1 系统可靠性指标分配原则	206
4.7.2 系统可靠性分配方法	207
4.8 基于批抽试验的导弹系统可靠性评估方法	214
4.8.1 超几何分布及其在抽样检验中的应用	215
4.8.2 基于成败型批抽试验的可靠性评估方法	218
思考题	220

第 5 章 弹道导弹突防原理与突防概率分析	221
5.1 发展弹道导弹突防技术的重要性	221
5.2 国家导弹防御系统作战过程	222
5.3 弹道导弹突防技术与突防战术	224
5.3.1 弹道导弹突防技术	224
5.3.2 体系对抗突防战术与技术	232
5.4 弹道导弹突防性能评估模型	235
5.4.1 隐身效果评估模型	235
5.4.2 弹道导弹突防概率评估模型	240
思考题	243
第 6 章 导弹系统效能评估方法	245
6.1 导弹系统效能	245
6.2 效能指标与效能分析	246
6.3 系统效能评估的 ADC 法	248
6.3.1 系统效能的 ADC 结构	249
6.3.2 ADC 方法基本原理	250
6.3.3 ADC 法在导弹系统效能评估中的应用	251
6.4 其他效能评估方法	258
6.4.1 专家评定法	258
6.4.2 试验统计法	260
6.4.3 作战模拟法	260
思考题	261
参考文献	262

第 1 章 导弹系统及其性能概述

导弹是一种载有战斗部、依靠自身动力装置推进、由制导系统控制其飞行轨迹并导向目标的飞行器。它是现代战争的重要武器,也是国防现代化的重要标志。随着战争样式的多样化和科学技术的发展,导弹武器的性能不断提高。当人类进入 21 世纪后,导弹进入了全面信息化和智能化时代,发展成为更加灵巧、更加精确的高技术武器。全球地区性冲突和局部战争的实践已经表明,导弹作为精确打击武器的主体,已成为各军兵种的重要主战武器。

1.1 导 弹 系 统

导弹武器系统是由导弹系统,以及与其直接配套的技术装备和设施组成的能够独立执行作战任务的系统。随着科学技术的进步,特别是导弹攻防技术的发展,导弹武器系统的内涵也在不断扩充和发展。导弹武器系统各组成部分在其中的地位和作用也在发生变化。从广义上讲,导弹武器系统应包括导弹系统和所有为导弹作战直接提供支持的其他系统。典型导弹武器系统的组成如图 1.1 所示。

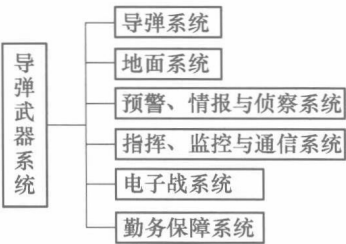


图 1.1 导弹武器系统组成

1.1.1 导弹系统组成

导弹系统是导弹武器系统的核心组成部分。它直接体现了整个系统的性能和威力,是攻击各种目标的作战武器。从 20 世纪 40 年代到现在,世界各国研发的导弹武器种类繁多。无论哪种类型的导弹系统,其组成一般包括战斗部、动力装置(推进系统)、制导系统和弹体结构等部分。

(1) 战斗部是导弹直接用于毁伤目标的部件。它主要由壳体、引爆装置(引信及传爆装置)和装填物等组成。引爆装置是一种能够在预定时间、地点,按预定方式使战斗部起爆的装置。一般来说,引爆战斗部的方式有三种:第一种是战斗部碰击目标瞬时被引爆,如反装甲战斗部引信;第二种是战斗部碰击目标后经过一段时间延迟再被引爆,如钻地战斗部引信;第三种是战斗部在距目标一定距离处被引爆,如地空导弹杀伤战斗部。装填物是破坏目标的能源和工质,主要有常规炸药、核装药和特种装填物等。根据目标的性质,战斗部有常规战斗部(如爆破战斗部、

杀伤战斗部、燃烧战斗部、破甲或穿甲战斗部和子母弹战斗部等)、核装药战斗部(如原子弹战斗部、氢弹战斗部和中子弹战斗部等),以及装有特种装填物的生化武器战斗部(化学武器战斗部、生物武器战斗部)和软杀伤战斗部(如碳纤维战斗部、电磁脉冲弹)等。其中的生化战斗部和软杀伤战斗部又可统称为特种战斗部。作战中使用最多的是常规战斗部。弹道导弹的战斗部通常装在导弹头部(一般称为弹头);有翼导弹的战斗部不一定装在头部,可以装在导弹的中部。远程和洲际弹道导弹通常采用由几个甚至十几个子弹头组成的多弹头战斗部。

(2) 动力装置是为导弹飞行提供推力的发动机系统,又称为推进系统。它由发动机及其他相关部件和设备组成。目前导弹上使用的发动机都是喷气发动机。喷气发动机一般可分为火箭发动机、空气喷气发动机和组合发动机。火箭发动机自身携带燃料和氧化剂,可在高空和大气层外使用;空气喷气发动机需利用空气中的氧气作为氧化剂,因此只能在大气层内一定的高度以下使用;组合发动机是指两种或两种以上不同类型发动机的组合,包括不同类型空气喷气发动机之间的组合,以及空气喷气发动机与火箭发动机之间的组合等(如固体火箭冲压发动机)。

(3) 制导系统是用来控制导弹飞向目标的仪器设备和装置。它一般包括导引系统和控制系统两部分。导引系统通过探测或测量装置获取导弹相对目标或发射点的运动参数,根据测量参数,按设定的导引方法形成导引指令,并将指令送给控制系统。控制系统根据导引指令,操控导弹飞向目标。控制系统的另一项功能是保持导弹飞行姿态的稳定。制导系统可以全部安装在导弹上,也可以只将控制系统安装在导弹上,而将导引系统装在地面、舰艇或飞机中的“弹外制导站”上。此时,导引指令将通过无线或有线的方式传输给弹上控制系统。另外,某些简控导弹的控制系统没有稳定飞行姿态的功能。

(4) 弹体结构一般由构成弹体各舱段的结构部件、分离机构组件、空气动力翼面及舵面等组成。其主要功能是将战斗部、动力装置和制导系统连成整体,承受动力装置的推力和吊装、运输、停放、起竖、飞行等状态下的外载荷及热载荷,安装并保护弹体舱段内的各种仪器设备,为之提供满足设计要求的工作环境。气动翼面为导弹的飞行提供升力;气动舵面为导弹的飞行提供控制力。安装在导弹尾部的翼面称为尾翼(又称为安定面),用来保持导弹飞行姿态的稳定。对于远程弹道导弹,因其大部分时间在空气极为稀薄或基本无空气的环境中飞行,所以一般没有气动翼面和舵面。

1.1.2 导弹的分类与作战任务

根据气动外形和飞行弹道特征,导弹可分成弹道导弹和有翼导弹两大类。

1. 弹道导弹及其作战任务

弹道导弹是进攻性导弹武器,其外形特点是弹体上无气动翼面,没有或仅有面积不大、用以保证在大气层中稳定飞行的稳定尾翼。

弹道导弹的弹道通常分为三段:推进发动机工作的主动上升段、大气层外的自由飞行段和重新进入大气层的再入段。自由飞行段和再入段又统称为被动段。导弹在主动上升段(简称主动段)按预定的方案弹道作“有主动力飞行”;在被动段,导弹或导弹弹头只在地球引力、地球自转产生的离心惯性力和空气动力的作用下作“无主动力飞行”。被动段占整个弹道的比例很高。而在被动段弹道中,自由飞行段又占据着绝大部分。在自由飞行段,导弹所受的力主要是地球引力。因此,由轨道力学的知识可知,整个弹道导弹的弹道近似为“椭圆弹道”。随着弹道导弹技术的发展,有的导弹为了提高突防能力,在飞行过程中实施了轨道平面的改变;有的导弹为了实现突防和更加有效地攻击目标,弹头在再入段可进行无主动力或有主动力的机动飞行;还有的导弹为了提高命中精度,在弹道的末段采用了末制导技术。

弹道导弹按射程可分为洲际弹道导弹(射程达到 8000km 以上)、远程弹道导弹(射程为 5000 ~ 8000km)、中程弹道导弹(射程为 1000 ~ 5000km)和近程弹道导弹(射程小于 1000km);按发动机类型分,有使用液体推进剂发动机的液体导弹和使用固体推进剂发动机的固体导弹;按推进系统级数分,有单级导弹和多级导弹;按作战任务性质分,有战略弹道导弹和战术弹道导弹。

战略弹道导弹一般是威慑或攻击战略目标的、带有核弹头的中远程、洲际导弹。战略目标是对国家生存和战争胜败有重大意义的目标,如敌方国家的政治经济中心,指挥控制通信中心,预警系统基地,大型机场与重要港口等交通枢纽,核电站和大型发电厂,大型水坝,重要城市和战略武器生产、储存、发射基地等。战略弹道导弹的发射有地面机动发射、地下井发射和水下潜艇发射三种方式。地面机动发射又分公路机动发射和铁路机动发射。公路机动发射仅适合质量相对较小的导弹;铁路机动发射适合较大型的导弹。地下井发射为固定点发射,发射点不可移动。从水下潜艇发射的弹道导弹称为潜射弹道导弹,具有隐蔽性好和机动性能强的特点。战略弹道导弹综合了现代科学技术的最新成就,是世界大国的重要武器。其主要作用是对敌方国家实施核威慑,制止敌方发动核攻击或使战争状态升级,并在威慑失败后进行报复性核打击,给敌方国家造成难以忍受的破坏和杀伤,有效遏制其大规模攻击行动。

战术弹道导弹是用于支援战场作战、压制和消灭敌方战役战术纵深目标的近、中程导弹。射程在 1000 ~ 3500km 范围内的战术弹道导弹通常又被称为战区弹道导弹。战术弹道导弹通常装配常规弹头,也可装低当量核弹头,一般从机动发射车上垂直或倾斜发射。与远程火炮和火箭弹相比,战术弹道导弹具有射程远、命中精度高和毁伤能力强的特点。战术弹道导弹的主要攻击目标有:战役指挥所、通信中心、作战人员集结地、装甲车辆编队、导弹阵地、前沿机场、防空阵地、后勤设施(油库和弹药库等)、交通要道(隘路、桥梁)等。对于地域幅员较小的国家,也可用于打击政治经济中心、大城市和交通枢纽等战略目标。战术弹道导弹由于操作、维护

较简单,生产、购买较便宜,特别受到很多不发达国家的重视,成为交战中没有制空权和制海权的国家远距离打击敌方纵深目标的唯一手段。

2. 有翼导弹及其作战任务

有翼导弹在大气层内飞行,它是以喷气发动机(包括火箭发动机、空气喷气发动机和吸气式冲压发动机等)为动力,由气动翼面提供飞行所需升力、装有战斗部和制导系统的飞行器。其弹体通常由弹身、翼面、舵面及稳定尾翼(安定面)等部分组成。

与弹道导弹不同,有翼导弹的弹道没有固定的曲线形式。一般来说,导弹的弹道可分为两大类:一类是方案弹道;另一类是导引弹道。所谓方案弹道是指导弹按预定飞行方案飞行时的弹道。而飞行方案是指设计弹道时所选定的某个(或某几个)运动参数随时间的变化规律。这些运动参数可以是俯仰角、攻角、弹道倾角或高度等。例如,弹道导弹在其主动上升段就是按方案弹道飞行的,飞行方案要求弹体俯仰角按预定的俯仰角程序变化。实际上,飞行方案选定后,导弹在空间的飞行轨迹也就确定了。也就是说,导弹发射后,其飞行轨迹是不能随意变更的。所谓导引弹道,是根据目标运动特性以某种导引方法将导弹导向目标时导弹质心运动的轨迹。因此,导引弹道的特性主要取决于导引方法和目标运动规律。当目标运动规律未知时,导引弹道曲线是无法预先确定的。许多类型的有翼导弹,其弹道除了有引向目标的导引段之外,还有按方案飞行的方案弹道段。例如,某些地空导弹的初始飞行段是按方案弹道飞行的,而在飞行末段攻击目标时,是按导引弹道飞行的。

有翼导弹按其发射平台和目标所处位置的不同,可分为地地导弹、地(或舰)空导弹、空空导弹和空地导弹等,用于攻击各类机动目标或固定目标。有翼导弹的最大特点在于所攻击目标的复杂性和作战环境的多变性。这些目标一般具有高速、高机动、几何尺寸小和突防能力强等特点。作战时的自然环境(如高度、地形、地物、气象及昼夜等)和人为环境(如干扰、假目标等)都会对导弹系统的正常工作产生影响。因此,要求有翼导弹具有高机动性和高命中率,以及在多种环境条件下快速反应作战的能力。有翼导弹的主要特点如下:

(1) 命中精度高。常规有翼导弹多用于攻击“点目标”(如飞机、坦克、车辆、舰船和作战工事、堡垒等),目标几何尺寸相对较小,这就要求导弹必须具有较高的命中精度,才能完成作战任务。

(2) 机动能力强。对于有翼导弹所攻击的点目标,有些具有较好的机动性。这就要求导弹必须具有更高的机动性和快速反应能力,才能捕获并跟踪目标,进而命中并摧毁目标。

(3) 系统组成及结构复杂。随着目标防御技术的不断发展,有翼导弹为了保持其有效作战能力,必须进行持续的技术更新。大量高新技术的使用,使有翼导弹的作战效能不断提高,也使有翼导弹的体积更小、弹上设备繁多和结构更为复杂。

巡航(飞航)导弹也是有翼导弹的一种。所谓“巡航”是指导弹在升力与重力、发动机推力与气动阻力大致平衡的条件下,以某一最经济或特定的高度和速度持续稳定运动的飞行方式。因此,巡航导弹在其大部分航迹中处于近乎等高恒速的飞行状态。巡航导弹通常按作战任务分为战略和战术两类;按目标种类分为对地、反舰等类别;按飞行速度分为亚声速、超声速和高超声速等类型;按射程分为近程、中程、远程和洲际导弹;按发射位置分为陆射、海射和空射三类。巡航导弹通常在敌方防御作战火力半径以外发射,具有飞行高度低、突防能力强的特点,可实施远距离精确打击。

1.1.3 导弹武器系统发展概况和发展趋势

1. 战略弹道导弹

第二次世界大战结束后至20世纪50年代末,美国和苏联在核弹头、液体火箭发动机和制导技术方面取得了突破,研制出第一代战略弹道导弹。如美国的“宇宙神”、“大力神”-1和苏联的SS-6等。其特点是整个导弹系统在地面存放和发射,并采用易于挥发的低温液体推进剂。发动机推进剂只能在发射前加注,发射准备时间较长(一般需几个小时)。第一代弹道导弹的命中精度、作战反应能力和生存能力等战术技术性能较低,作战使用性能较差。20世纪50年代末至20世纪60年代中期,第二代战略弹道导弹研制成功并迅速服役。其中有美国的“大力神”-2、“民兵”-1、“民兵”-2和苏联的SS-7等。法国在20世纪70年代部署的M-1、M-2等弹道导弹也属于这一代。其特点是采用了可贮液体推进剂或固体推进剂,地下井发射或潜艇水下发射(图1.2),提高了导弹系统的生存能力和快速反应能力,作战使用相对方便。20世纪60年代末至20世纪70年代末,装载多弹头的第三代战略弹道导弹迅速发展。其中有美国的“民兵”-3、“北极星”A-3,苏联的SS-17、SS-18和英国部署的“北极星”A-3TK。法国在20世纪80年代部署的M-4也属于这一代。这一时期由于反导技术的发展和反弹道导弹系统的出现,第三代战略弹道导弹的特点主要体现在突防和打击多个目标上。导弹在增大射程的同时,提高了命中精度和有效载荷能力,可装载集束式多弹头和分导式多弹头,以及金属箔条和诱饵之类突防装置,从而显著提高了突防能力和同时攻击多个目标的能力,并在不增加导弹数量的情况下,成倍地增加弹头数量,有效提升了导弹武器系统的作战能力,大大增强了威慑力量。20世纪80年代至20世纪90年代中期发展了第四代战略弹道导弹。其中有美国的

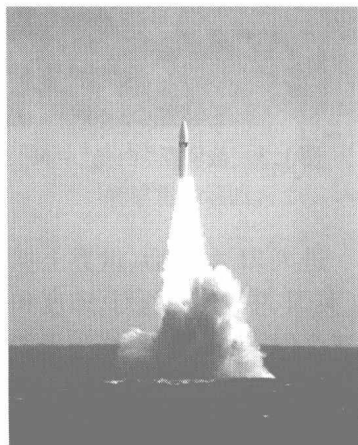


图1.2 潜射弹道导弹

提高了突防能力和同时攻击多个目标的能力,并在不增加导弹数量的情况下,成倍地增加弹头数量,有效提升了导弹武器系统的作战能力,大大增强了威慑力量。20世纪80年代至20世纪90年代中期发展了第四代战略弹道导弹。其中有美国的