

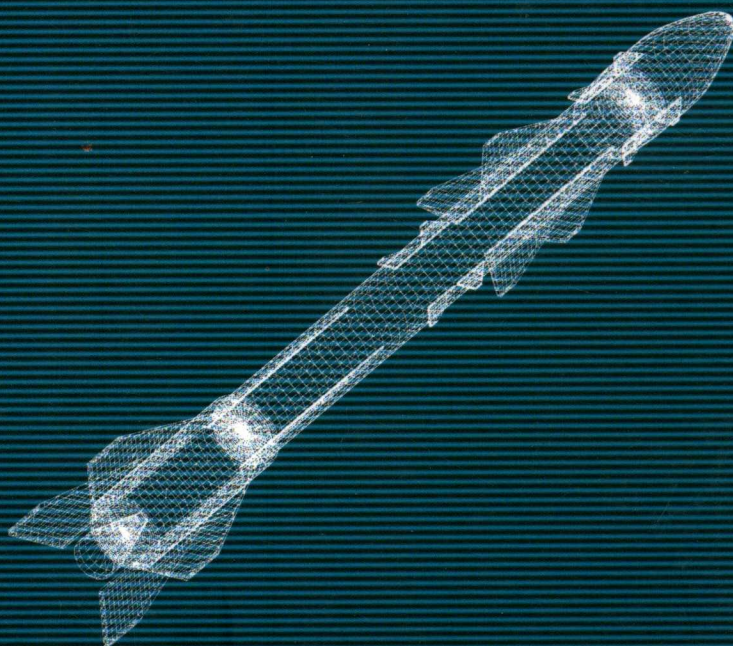
航空宇航科学与技术



国防科工委「十五」规划教材

# 导弹总体设计原理

● 谷良贤 温炳恒 编著



西北工业大学出版社

北京航空航天大学出版社

哈尔滨工业大学出版社

北京理工大学出版社

哈尔滨工程大学出版社



国防科工委“十五”规划教材. 航空宇航科学与技术

# 导弹总体设计原理

谷良贤 温炳恒 编著



西北工业大学出版社

北京航空航天大学出版社

哈尔滨工业大学出版社

北京理工大学出版社

哈尔滨工程大学出版社

## 内容简介

本书从理论和实践相结合的角度出发,详细介绍导弹总体设计的基本理论、原理和方法。其主要内容包括导弹的研制过程,导弹战术技术要求与分析论证,导弹的质量方程和主要参数的选择,导弹外形设计,导弹的部位安排与质心定位,导弹系统性能分析,导弹总体优化设计。

本书可作为高等院校相关专业本科生、研究生教材,也可供导弹科研、设计、生产和使用部门的工程人员作为技术参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

导弹总体设计原理/谷良贤,温炳恒编著. —西安:西北工业大学出版社,2004.8

国防科工委“十五”规划教材. 航空宇航科学与技术

ISBN 7-5612-1824-9

I. 导… II. ①谷… ②温… III. 导弹—系统设计—高等学校—教材 IV. TJ760.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 078378 号

## 导弹总体设计原理

谷良贤 温炳恒 编著

责任编辑 李阿盟 雷 军

责任校对 季苏平

西北工业大学出版社出版发行

西安市友谊西路 127 号(710072)

发行部电话:029-88493844 88491757

<http://www.nwpup.com>

陕西向阳印务有限公司印制 各地书店经销

开本:787 mm×960 mm 1/16

印张:21 字数:442 千字

2004 年 11 月第 1 版 2004 年 11 月第 1 次印刷

印数:1~2 000 册

ISBN 7-5612-1824-9 定价:44.00 元

# 国防科工委“十五”规划教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任：张华祝

副主任：王泽山

编委：王 祁

乔少杰

杨志宏

陈国平

贺安之

郭黎利

陈懋章

王文生

仲顺安

肖锦清

陈懋章

夏人伟

屠森林

屠森林

王泽山

张华祝

苏秀华

庞思勤

徐德民

崔锐捷

田 蔚

张近乐

辛玖林

武博祯

聂 宏

黄文良

史仪凯

张耀春

陈光禡

金鸿章

贾宝山

葛小春



## 总 序

国防科技工业是国家战略性产业,是国防现代化的重要工业和技术基础,也是国民经济发展和科学技术现代化的重要推动力量。半个多世纪以来,在党中央、国务院的正确领导和亲切关怀下,国防科技工业广大干部职工在知识的传承、科技的攀登与时代的洗礼中,取得了举世瞩目的辉煌成就。研制、生产了大量武器装备,满足了我军由单一陆军,发展成为包括空军、海军、第二炮兵和其他技术兵种在内的合成军队的需要,特别是在尖端技术方面,成功地掌握了原子弹、氢弹、洲际导弹、人造卫星和核潜艇技术,使我军拥有了一批克敌制胜的高技术武器装备,使我国成为世界上少数几个独立掌握核技术和外层空间技术的国家之一。国防科技工业沿着独立自主、自力更生的发展道路,建立了专业门类基本齐全,科研、试验、生产手段基本配套的国防科技工业体系,奠定了进行国防现代化建设最重要的物质基础;掌握了大量新技术、新工艺,研制了许多新设备、新材料,以“两弹一星”、“神舟”号载人航天为代表的国防尖端技术,大大提高了国家的科技水平和竞争力,使中国在世界高科技领域占有了一席之地。党的十一届三中全会以来,伴随着改革开放的伟大实践,国防科技工业适时地实行战略转移,大量军工技术转向民用,为发展国民经济做出了重要贡献。

国防科技工业是知识密集型产业,国防科技工业发展中的一切问题归根到底都是人才问题。50多年来,国防科技工业培养和造就了一支以“两弹一星”元勋为代表的优秀的科技人才队伍,他们具有强烈的爱国主义思想和艰苦奋斗、无私奉献的精神,勇挑重担,敢于攻关,为攀登国防科技高峰进行了创造性劳动,成为推动我国科技进步的重要力量。面向新世纪的机遇与挑战,高等院校在培养国防科技人才,生产和传播国防科技



新知识、新思想,攻克国防基础科研和高技术研究难题当中,具有不可替代的作用。国防科工委高度重视,积极探索,锐意改革,大力推进国防科技教育特别是高等教育事业的发展。

高等院校国防特色专业教材及专著是国防科技人才培养当中重要的知识载体和教学工具,但受种种客观因素的影响,现有的教材与专著整体上已落后于当今国防科技的发展水平,不适应国防现代化的形势要求,对国防科技高层次人才的培养造成了相当不利的影响。为尽快改变这种状况,建立起质量上乘、品种齐全、特点突出、适应当代国防科技发展的国防特色专业教材体系,国防科工委全额资助编写、出版 200 种国防特色专业重点教材和专著。为保证教材及专著的质量,在广泛动员全国相关专业领域的专家学者竞投编著工作的基础上,以陈懋章、王泽山、陈一坚院士为代表的 100 多位专家、学者,对经各单位精选的近 550 种教材和专著进行了严格的评审,评选出近 200 种教材和学术专著,覆盖航空宇航科学与技术、控制科学与工程、仪器科学与工程、信息与通信技术、电子科学与技术、力学、材料科学与工程、机械工程、电气工程、兵器科学与技术、船舶与海洋工程、动力机械及工程热物理、光学工程、化学工程与技术、核科学与技术等学科领域。一批长期从事国防特色学科教学和科研工作的两院院士、资深专家和一线教师成为编著者,他们分别来自清华大学、北京航空航天大学、北京理工大学、华北工学院、沈阳航空工业学院、哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、上海交通大学、南京航空航天大学、南京理工大学、苏州大学、华东船舶工业学院、东华理工学院、电子科技大学、西南交通大学、西北工业大学、西安交通大学等,具有较为广泛的代表性。在全面振兴国防科技工业的伟大事业中,国防特色专业重点教材和专著的出版,将为国防科技创新人才的培养起到积极的促进作用。

党的十六大提出,进入 21 世纪,我国进入了全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新的发展阶段。全面建设小康社会的宏伟目标,对国防科技工业发展提出了新的更高的要求。推动经济与社会发展,提



升国防实力,需要造就宏大的人才队伍,而教育是奠基的柱石。全面振兴国防科技工业必须始终把发展作为第一要务,落实科教兴国和人才强国战略,推动国防科技工业走新型工业化道路,加快国防科技工业科技创新步伐。国防科技工业为有志青年展示才华,实现志向,提供了缤纷的舞台,希望广大青年学子刻苦学习科学文化知识,树立正确的世界观、人生观、价值观,努力担当起振兴国防科技工业、振兴中华的历史重任,创造出无愧于祖国和人民的业绩。祖国的未来无限美好,国防科技工业的明天将再创辉煌。

张华祝

全书共分七章,包含内容如下:

(1) 导弹的研制过程和导弹的战术技术要求与分析论证(第1,2章);

(2) 导弹主要设计参数的选择,导弹质量参数的建立和质量分析(第3章);

(3) 导弹的外型设计和弹体安排(第4,5章);

(4) 导弹系统性能分析(包括导弹的射击精度、杀伤概率、可靠性和效能分析等)(第6章);

(5) 导弹总体完整设计(第7章)。

另外,弹道设计是导弹总体设计的主要内容,由于此部分内容在导弹飞行力学课程中已经讲授,因此,本教材中不再另立章节。

本书由国防科工委特邀的两位教授主编,他们提出了许多宝贵的意见,在此对他们的辛勤劳动和宝贵意见致以衷心的感谢。在本书编写过程中,参阅了大量兄弟院校的有关教材和国内外有关文献资料,在此一并致谢。

本书由谷克贤、温炳任编著,黄春林参加了部分章节的编写工



# 前 言

本书是根据国防科工委“十五”重点教材建设的要求进行编写的。计划学时数为 50 学时。编写本教材的指导思想是：①立足于飞行器设计专业(导弹设计)本科专业课程教学的目的、要求和特点，着重介绍有关导弹总体设计的基本理论、原理和方法，以提高学生分析问题和解决问题的能力；②不同类型的导弹在技术上存在许多共性和特殊性问题，本教材以各类型导弹的共性为主，本着共性与特性相结合的原则，介绍导弹总体设计方法及主要设计内容，覆盖有翼导弹和弹道导弹总体设计的有关问题；③广泛吸收本学科教学和科研成果，力求知识的系统性、完整性和先进性。

全书共分七章，包含内容如下：

- (1) 导弹的研制过程和导弹的战术技术要求与分析论证(第 1, 2 章)；
- (2) 导弹主要设计参数的选择、导弹质量方程的建立和质量分析(第 3 章)；
- (3) 导弹的外形设计和部位安排(第 4, 5 章)；
- (4) 导弹系统性能分析：包括导弹的射击精度、杀伤概率、可靠性和效能分析等(第 6 章)；
- (5) 导弹总体优化设计(第 7 章)。

另外，弹道设计是导弹总体设计的重要内容，由于此部分内容在导弹飞行力学课程中已经讲授，因此，本教材中不再另立章节。

本书由国防科工委聘请的两位教授主审，他们提出了许多宝贵的意见，在此对他们的辛勤劳动和宝贵意见致以衷心的感谢。在本书编写过程中，参阅了大量兄弟院校的有关教材和国内外有关文献资料，在此一并致谢。

本书由谷良贤、温炳恒编著，龚春林参加了第 7 章部分内容的编写工





作。编写覆盖有翼导弹和弹道导弹总体设计的教材在国内尚属首次,由于经验不足,水平有限,书中缺点和错误在所难免,不当之处,请读者批评指正。

编著者

2004年6月于西北工业大学

本书是根据科工委委托西北工业大学承担的“十五”军工规划教材项目,由西北工业大学航空学院航空宇航科学与技术系航空宇航工程教研室承担编写。本书在编写过程中,参考了国内外有关文献,并参考了有关教材,力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书可作为高等院校航空宇航工程及相关专业本科生的教材,也可供从事航空宇航工程工作的工程技术人员参考。

本书共分5章。第1章介绍绪论,第2章介绍空气动力学基础,第3章介绍空气动力学计算,第4章介绍空气动力学实验,第5章介绍空气动力学应用。本书可作为高等院校航空宇航工程及相关专业本科生的教材,也可供从事航空宇航工程工作的工程技术人员参考。



# 目 录

## 第1章 概论

- 1.1 导弹武器系统 ..... 1
- 1.2 导弹的研制过程 ..... 5
- 1.3 导弹总体设计 ..... 8

## 第2章 导弹战术技术要求与分析论证

- 2.1 战术技术要求的内容 ..... 14
- 2.2 目标特性分析 ..... 16
- 2.3 导弹性能 ..... 19
- 2.4 战斗部系统分析论证 ..... 28
- 2.5 多级导弹的级数分析论证 ..... 44
- 2.6 推进系统分析论证 ..... 50
- 2.7 制导系统分析论证 ..... 63
- 2.8 导弹的发射方式分析论证 ..... 78

## 第3章 导弹主要设计参数的选择

- 3.1 概述 ..... 85
- 3.2 导弹质量方程式的建立 ..... 89
- 3.3 导弹燃料质量的一般表达式 ..... 98
- 3.4 导弹相对量运动微分方程式的建立 ..... 99
- 3.5 导弹的主要设计参数 ..... 112
- 3.6 有翼导弹各部分相对质量因数的确定 ..... 135

## 第4章 导弹外形设计

- 4.1 导弹外形设计的基本要求 ..... 140
- 4.2 气动布局 ..... 142
- 4.3 导弹外形几何参数的选择 ..... 173

## 第5章 部位安排与质心定位

- 5.1 部位安排的任务和要求 ..... 196
- 5.2 保证稳定性与操纵性的问题 ..... 197
- 5.3 部位安排的其他问题 ..... 202
- 5.4 导弹的三面图与部位安排图 ..... 206
- 5.5 质心位置计算及转动惯量计算 ..... 210
- 5.6 计算机辅助部位安排 ..... 212



## 第 6 章 导弹系统性能分析

6.1 导弹制导精度分析 .....	217
6.2 防空导弹单发杀伤概率的计算 .....	230
6.3 防空导弹武器系统的杀伤区和发射区 .....	241
6.4 导弹武器系统的可靠性和维修性 .....	247
6.5 导弹武器系统的效能分析 .....	262

## 第 7 章 导弹总体优化设计

7.1 概述 .....	279
7.2 优化设计的基础知识 .....	281
7.3 优化算法的选择 .....	288
7.4 优化设计中的一些其他问题 .....	292
7.5 多目标优化 .....	295
7.6 多学科设计优化技术 .....	299
7.7 优化设计实例 .....	309
7.8 CAD 在导弹总体设计中的应用及其发展前景 .....	321

参考文献 .....	324
------------	-----

# 第1章 概论

## 1.1 导弹武器系统

导弹是现代战争中的重要武器,是国防现代化的标志,随着战争需要的变化和科学技术的进步而不断发展。从20世纪40年代到现在,各国发展的导弹种类繁多。如果按气动外形和飞行弹道特征,可把导弹分成有翼导弹和弹道导弹两大类。本节就有翼导弹、弹道导弹和导弹武器系统进行简要介绍。

### 一、有翼导弹

有翼导弹是一种以火箭发动机、吸气式发动机或组合发动机为动力,其机动飞行(包括平衡重力)所需的法向力主要由升力部件的空气动力提供,并装有战斗部系统和制导系统的无人驾驶飞行器。有翼导弹均在大气层内飞行,其弹体外形通常由弹身、弹翼、舵面及安定面等组成。

有翼导弹按其发射平台和攻击目标的位置不同,可分为地地导弹、地(舰)空导弹、空空导弹和空地导弹等。有翼导弹又可分为飞航(巡航)导弹和其他有翼导弹。所谓“飞航(巡航)”是指导弹在升力与重力、推力与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飞行的方式。各类反舰导弹、空地导弹、反坦克导弹乃至个别的空空导弹均属此类导弹的范畴。

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;自然环境(如高度、地形、地物、气象、昼夜等)和人为环境(如干扰、假目标等)的变化都会对导弹系统的工作产生影响。因此,要求有翼导弹具有在多种环境条件下的作战能力、高机动性、快速反应能力和命中精度高等特点。有翼导弹的特点归纳如下:

(1)制导精度高 有翼导弹多数用于攻击点目标,很多有翼导弹主要用于攻击活动点目标。目标体积小(如飞机、坦克、舰(船)等),难于直接命中。这就要求导弹的制导精度必须很高,脱靶距离很小。例如,反坦克导弹,其射程为3 000~5 000 m,而坦克的最小横向尺寸(高度)约2.0 m左右,如果瞄准中心与目标中心重合,则允许导弹的最大横向偏差必须小于1.0 m,考虑系统误差和散布特性后,允许导弹的横向偏差不能超过0.5 m;防空导弹,考虑到小型化要求和战斗部的有效杀伤半径,则要求导弹具有很高的制导精度。



(2) 机动能力强 有翼导弹主要用于攻击活动点目标,如飞机、无人驾驶飞行器、各类导弹、舰艇、坦克等。目标本身具有一定的机动能力,有的具有很高的机动性能。因此,导弹必须具有更高的机动性能,才能捕获并跟踪目标,直至最后命中并摧毁目标。这就要求有翼导弹能够提供较大的法向机动过载,并具有良好的动态响应特性。在充分发挥导弹高速度、大攻角潜力的条件下,有翼导弹的空气动力翼面和翼身组合体能够提供较大的法向过载。目前,有翼导弹可提供 $(25\sim 50)g$ 的法向机动过载,较先进的有翼导弹可提供 $(50\sim 70)g$ 的法向机动过载。显然,对于攻击机动能力不高或固定目标的有翼导弹,则无须要求具有很强的机动能力。

(3) 系统组成及结构复杂 由于采用了精确的制导技术,导弹的结构和系统组成都比较复杂。有翼导弹既有导引设备,又有控制设备及探测跟踪设备,弹上一般都具有三个通道的控制系统;而且有翼导弹大都是体积小,内部设备多,结构复杂。

随着空中威胁的不断升级和地面防御系统的飞速发展,有翼导弹的技术水平将会进一步提高。一方面要面对空中目标的机动、隐身、干扰等方面的挑战;另一方面,还要躲避地面防御系统的探测、拦截和施放干扰等手段。自主化、智能化、模块化与标准化是有翼导弹的发展方向。所谓自主化就是“发射后不管”,这有利于解决多目标拦截问题;所谓智能化就是利用导弹各种敏感器的信息和计算机软件,根据最优决策拦截目标,并对目标状态变化做出智能反应。模块化和标准化可以提高导弹的性能,降低成本,缩短研制周期,提高导弹的可靠性和维修性。此外,还有多方面的手段可以改善导弹的性能。推进系统的比冲可望进一步提高,多次起动的脉冲发动机可以合理地利用能量。使用BTT技术和大攻角技术可提高导弹的空气动力效率。采用推力矢量与气动力相结合的复合控制方式可提高导弹的机动能力。主动式和被动式自动寻的制导系统将会明显地提高有翼导弹的技术水平,电子光学复合导引技术能够进一步提高导弹的抗干扰能力。实现制导与引战一体化、采用定向战斗部以提高导弹的毁伤效能。垂直发射不但可以解决有翼导弹全方位作战问题,而且可以不用随动发射系统,并能大幅度地提高火力。可靠性、维修性、电磁兼容性和环境适应性有待于进一步提高。降低有翼导弹全寿命成本也是势在必行。

## 二、弹道导弹

弹道导弹是进攻性导弹武器的一种,它除了有动力飞行并进行制导的主动段弹道外,全部沿着只受地球引力和空气动力作用的近似椭圆弹道飞行。弹道导弹的外形特点是不带弹翼,没有或仅有面积不大的安定面。弹道导弹的弹道包括主动段(动力飞行段)、自由飞行段和再入段。这是典型的弹道导弹的概念。随着导弹技术的发展,有的弹道导弹为了提高突防能力,在飞行过程中,实现轨道平面的改变,还有的弹道导弹为了有效地攻击目标和提高突防能力,弹头在再入段可以实现无动力或动力机动飞行。

按照作战任务,弹道导弹可分为战略弹道导弹和战术弹道导弹。战略弹道导弹通常载核弹头,主要用于打击敌方重要战略目标,它包括远程弹道导弹和潜地导弹等;战术弹道导弹一



般指近程地地弹道导弹,通常载常规弹头亦载核弹头,用于打击敌方战役战术纵深内的目标和部分战略目标。

从20世纪40年代末期直到今天,战略弹道导弹大体经历了四个发展阶段。

第一代战略弹道导弹是20世纪40年代到50年代发展起来的,主要解决了从无到有的问题,其主要技术特点是:

(1)地面储存和发射,易被发现和摧毁,生存能力低。

(2)采用低温不可储液体推进剂,发射前加注,因而作战准备时间长。

(3)携带单弹头,无突防装置,命中精度低,其圆概率偏差值在2~5 km。

这一代弹道导弹的典型型号有:美国的雷神(Thor),丘辟特(Jupiter),宇宙神(Atlas),大力神1(Titan 1);前苏联的SS-4,SS-5,SS-6等。

第二代战略弹道导弹是在20世纪50年代中期到60年代发展起来的,主要是提高了导弹的生存能力和作战能力。它突破了可储液体推进剂的毒性防护、抗腐蚀材料、大型固体推进剂药柱的浇注工艺、耐高温高压容器制造、推力控制、终止、纯惯性制导系统、地下井和潜艇水下发射等关键问题。第二代战略弹道导弹的主要技术特点是:

(1)从地下井或潜艇水下发射,提高了生存能力。

(2)采用可储存液体推进剂和固体推进剂,反应时间短。

(3)弹头增加了突防装置,具有转换打击目标的能力。

(4)命中精度、威力、可靠性均有所提高。

第二代战略弹道导弹的典型型号有:美国的大力神2(Titan 2),民兵1(Minuteman 1),北极星A-1(Polaris A-1);前苏联的SS-7,SS-8,SS-9,SS-11,SS-N-4,SS-N-5等。

20世纪60年代末至70年代,载多弹头的第三代战略弹道导弹迅速发展。由解决弹头的突防能力问题,转向打击多个硬目标,提高摧毁能力。其主要技术特点是:

(1)装备集束式或分导式多弹头及金属箔条和诱饵之类的突防装置,突防能力强,摧毁效果好,可打击多个目标。

(2)导弹地下井加固,提高了生存能力。

(3)采用遥控快速变换目标系统,提高了作战使用性能。

(4)命中精度进一步提高。

第三代战略弹道导弹的典型型号有:美国的民兵3(Minuteman 3),北极星A-3(Polaris A-3),海神C-3(Poseidon C-3);前苏联的SS-17,SS-18,SS-19,SS-20,SS-N-18等。

20世纪80年代以后发展的第四代战略弹道导弹,主要是进一步提高生存能力和摧毁能力。由于高命中精度的分导式多弹头对地下井的弹道导弹的威胁日益严重,单纯靠加固技术很难确保导弹的生存及反击能力,因此提出采用机动发射问题。这一代弹道导弹的主要技术特点是:

(1)机动发射,以多瞄准点方案为依据进行部署,提高了生存能力。



(2) 子弹头个数多,当量大,提高了摧毁力。

(3) 潜地导弹增大了射程。

(4) 命中精度高,其圆概率偏差值达到  $0.1 \sim 0.2$  km。

第四代弹道导弹的典型型号有:美国的 Mx, 三叉戟(Trident);前苏联的 SS—24, SS—25, SS—N—20, SS—N—23 等。

战略弹道导弹由于其射程远、威力大、命中精度高、突防能力强,受到各国的高度重视。从美国和俄罗斯战略弹道导弹的发展可以看出,一是型号、种类越来越少,二是命中精度不断提高。今后战略弹道导弹的发展应注意以下几个方面:

(1) 战略弹道导弹武器系统应具有很强的突防能力。

(2) 机动发射方式仍然是提高未来战略弹道导弹生存能力的有效手段。

(3) 尽可能减少战略弹道导弹型号,集中人力、物力和财力搞精品,这对于发展中国家尤为重要。

(4) 提高命中精度,以便实施精确打击。

### 三、导弹武器系统

#### 1. 导弹武器系统的组成

单独的导弹不能完成作战任务,必须有其他系统(设备)与其配合,并通过一定的连接方式,构成一个完整的整体,才能完成赋予这个武器的作战使命,这个整体称为导弹武器系统。由此可见,导弹武器系统是由导弹和其他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。

导弹武器系统由导弹系统、火控系统和技术保障设备三大部分组成。大多数导弹武器系统用于探测和跟踪目标的雷达站和其他光电通信联络设备及导弹发射装置,均安装在地面制导站、同一战舰或载机上,而且往往和其他武器系统共用,因此也可以认为,导弹武器系统是由发射平台、导弹和技术保障设备组成的。

#### 2. 导弹武器系统各组成部分的任务

导弹是武器系统的核心,直接体现了导弹系统的性能和威力,是攻击各种目标的武器。它由弹体、推进系统、制导系统、引战系统和电气系统组成。导弹在制导系统和推进系统的作用下在空中飞行,最后导向所攻击的目标;引信引爆战斗部,用以摧毁目标;导弹上的电气系统保证导弹从起飞直至击毁目标的全过程中给导弹上的设备供电,并把各设备有机地连接起来,使它们按程序协同工作。

火控系统是导弹武器系统的重要组成部分,是发挥导弹作用的关键环节。随着导弹性能的提高、功能的增加和使用范围的扩展,导弹火控系统的功能越来越多,性能越来越先进。火控系统完成对目标信息的获取和显示、数据处理,发射平台参数测量和处理,计算装定射击诸元,射前检查,战术决策和实施导弹发射任务。该系统主要由目标探测和显示系统、数据处理



计算系统、发射平台参数测量处理系统、射前检查设备、发射装置、发射控制系统等构成。

目标探测和显示系统用于测定和显示目标距离、目标方位、目标速度、目标航向等参数。发射平台参数测量系统用于对导弹载体运动参数,如载体速度、载体航向、载体姿态(滚动角、俯仰角)的测量。这个系统一般包括载体惯导平台或陀螺稳定平台、高度表、多普勒雷达等设备。上述所测目标及载体运动参数全部输入到数据处理计算系统——射击指挥仪,解算射击诸元。计算结果由指挥仪向导弹定时机构装定自控飞行时间或自控飞行距离、向导引头装定自导距离(对自控加自导的制导体制而言)、向自动驾驶仪装定射击扇面角,射击指挥仪还向导弹的发射装置传送射击方位角,控制发射架转向所要求的方位。对于机载固定式发射架(或称挂架),射击指挥仪不控制发射装置的方位,只控制导弹的脱钩。对于空地导弹而言,指挥仪需向弹上惯导系统输入载体所测得的各种角度和速度信息,使导弹初始对准目标。

技术保障设备用于完成导弹起吊、运输、储存、维护、检测、供电和技术准备,以保障导弹处于完好的技术状态和战斗待发状态。技术保障设备主要有:测试设备、吊车、运输车、装填车、技术阵地及仓库拖车、电源车、燃料加注车、清洗车、气源车、通信指挥车和其他配套工具。技术保障设备取决于导弹的用途、使用条件和构造特点。导弹的类型不同和发射方式不同,技术保障设备的配置就有较大的差异。

导弹武器系统的组成见图 1.1。

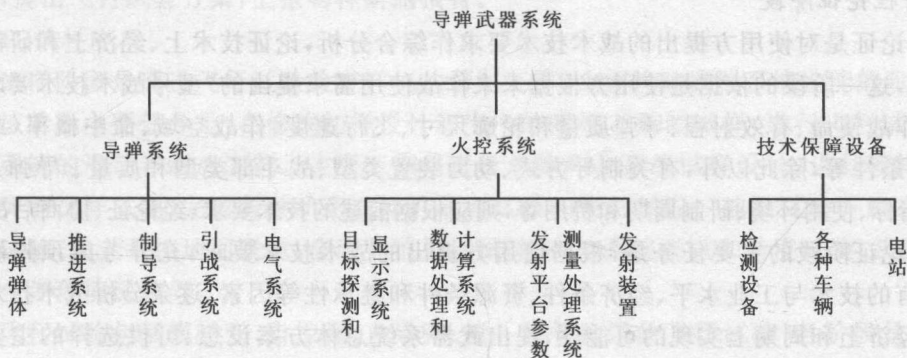


图 1.1 导弹武器系统的组成

导弹武器系统总体,习惯上称做“大总体”,以表示与其他总体的区别。本书中讲授的导弹总体设计,指的是导弹总体,而不是整个武器系统。由图 1.1 可见,导弹系统仅是大总体中的一部分。同样,所谓导弹的研制过程,指的是导弹,而不是整个武器系统。

## 1.2 导弹的研制过程

导弹武器系统的研制工作是一项复杂的系统工程,涉及许多技术领域和部门,从设计方案





的提出到成批生产和投入使用,要经过一个很长的过程。实现总体设计方案需要进行大量的计算和绘图、许多科学研究和试验工作,涉及多个专业技术领域研制工作的组织协调,必须按照研制程序进行科学的管理,以便使整个武器系统能在规定的研制周期内达到预期的研制目标。实践经验表明,这种涉及多种专业的新技术开发,需要投入大量人力、物力和财力,进行长时间研制而且带有技术风险性的武器系统工程,没有统筹全局的组织领导和科学的决策管理是很难获得成功的。因此,按照系统工程管理的原则,遵循科学的研制程序,是组织型号研制工作的一项基本要求,也是搞好武器系统总体设计与试验工作必须遵循的客观规律。

导弹武器系统研制目的是实现使用方提出的战术技术指标要求,为此,研制前就要组织总设计师系统和行政指挥系统,建立责任制,制定研制程序和阶段计划,建立质量可靠性管理系统、标准化管理系统、经济管理系统,各司其职,密切配合,确保研制质量和合理使用研制经费。

为了清楚地说明导弹设计这一复杂的技术过程,可把它分为若干阶段。研制阶段的划分,各国不一,但完成的技术工作内容大体上是一致的。一般来说,导弹武器系统的研制过程,大致划分为以下几个阶段:可行性论证、方案论证、初样阶段、试样阶段、设计定型、生产定型。其中,方案论证、初样阶段、试样阶段又统称为工程研制阶段。另外,在上述研制过程的首尾,还分别有战术技术指标要求的拟定和武器系统试用两个阶段,这两个阶段的工作都是以使用方为主,但研制方都有一些相应的工作,可视为研制过程的前提和继续。

### 1. 可行性论证阶段

可行性论证是对使用方提出的战术技术要求作综合分析,论证技术上、经济上和研制周期上的可行性,这一阶段的依据是使用方根据未来作战使用需求提出的“型号战术技术要求”,它一般包括:作战使命、有效射程、导弹质量和轮廓尺寸、飞行速度、作战空域、命中概率(或命中精度)、发射条件等,除此以外,有关制导方式、动力装置类型、战斗部类型和质量、导弹几何尺寸、可靠性指标、使用环境、研制周期和费用等,则应根据前述的技术要求,经论证、协商后决定。

可行性论证阶段的主要任务是,根据使用方提出的战术技术要求,充分考虑预先研究成果、国家现有的技术与工业水平、经济条件、资源条件和继承性等因素,逐条分析战术技术要求在技术上、经济上和周期上实现的可能性,提出武器系统总体方案设想、可供选择的主要技术途径、可能达到的指标及必须进行的支撑性预研工作,研制周期、经费估算的建议。

该阶段结束的主要标志是,完成编写《导弹系统研制总要求》和《研制任务书》的草稿。

### 2. 方案阶段

方案阶段自批准和下达型号战术技术指标要求开始,是对武器系统进行全面论证、模样研制和方案性试验的阶段,是型号研制的决策阶段。

该阶段的主要任务是,根据批准的型号战术技术指标要求,对型号研制做出全面的规划和部署,通过对多种方案和技术途径的论证比较,优选出性能好、使用方便、成本低、研制周期短的总体方案和分系统技术指标,并提出对分系统的初步技术要求;统筹规划大型试验项目及其保障条件,制定飞行试验的批次状态和分系统对接试验的技术状态和要求;制定型号质量与可