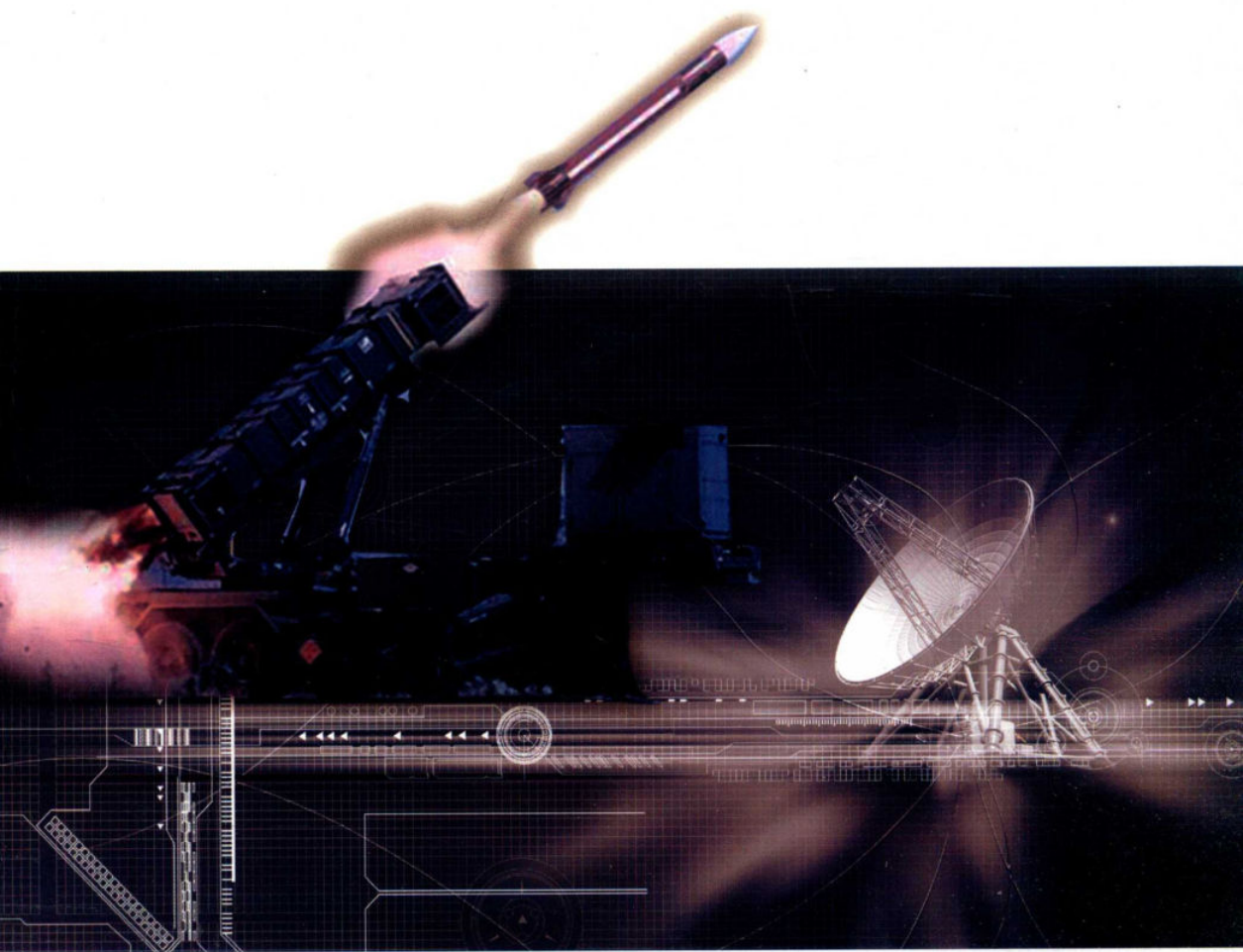


FANGKONG DAODAN G

防空导弹概论

韩晓明 张琳 肖军 编著



西北工业大学出版社

FANGKONG DAODAN GAILUN

防空导弹概论

韩晓明 张琳 肖军 编著

西北工业大学出版社

西安

【内容简介】 本书对防空导弹技术的基本知识做了系统而简要的介绍。主要内容包括防空导弹的使命与分类、组成与发展,导弹飞行原理,弹体结构,动力装置,制导系统,战斗部系统,弹上能源系统,发射系统和防空导弹作战等。

本书可作为高等学校防空导弹类专业的教科书,也可作为从事导弹技术管理和保障人员、导弹科技和工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

防空导弹概论/韩晓明,张琳,肖军编著. —西安:
西北工业大学出版社,2018.7
ISBN 978-7-5612-6106-4

I. ①防… II. ①韩… ②张… ③肖… III. ①防空
导弹—概论 IV. ①TJ761.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第156120号

策划编辑:李阿盟

责任编辑:李阿盟

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路127号 邮编:710072

电话:(029)88493844 88491757

网址:<http://www.nwpup.com>

印刷者:陕西向阳印务有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:14.875

字数:356千字

版次:2018年7月第1版 2018年7月第1次印刷

定价:48.00元

前 言

防空导弹包括地空导弹、舰空导弹(这两者统称为面空导弹)和空空导弹,是用来拦截以空中目标为主要对象的导弹武器的总称,是现代战争中首选的防御性武器。

防空导弹是现代高科技发展的产物,是一个由多种新技术、多个分系统、多种设备构成的复杂系统,涉及应用物理、数学、推进技术、空气动力学、飞行力学、结构力学、材料学、控制理论和电子学等技术知识。

本书对防空导弹技术的基本知识做了系统而又简要的介绍,共分9章。第1章主要介绍防空导弹的发展、分类与组成;第2章为导弹飞行原理,包括导弹飞行环境及特性、导弹运动与力、导弹的气动外形、导弹的飞行控制、导弹弹道与导引方法等;第3章为弹体结构,主要介绍导弹的弹体结构组成与功用;第4章为动力装置,主要介绍防空导弹上常用的发动机类型、工作过程与特点;第5章为制导系统,主要介绍导弹制导方式和控制方式功能、组成和工作过程;第6章为战斗部系统,包括战斗部的基本组成、装药、引信、杀伤机理、安全执行装置和引战配合等;第7章是弹上能源系统,包括电源系统、气源系统、液压系统等;第8章为发射系统,主要介绍发射方式与发射装置分类、功用、组成和工作特点;第9章是防空导弹作战,包括导弹杀伤概率、杀伤区和发射区、作战过程等。

本书是由长期从事防空导弹教学及科研工作的专业人员,集国内外最新的研究成果并结合笔者多年的教学、研究体会编写而成的。其中第1,5~8章由韩晓明同志编写,第2~4章和附录由张琳同志编写,第9章由肖军同志编写,全书由韩晓明同志统稿。本书系统地介绍了防空导弹的基本知识、新技术与发展情况。内容新颖、系统全面、先进性强,可作为防空导弹类专业的教科书,也可作为从事导弹技术管理和保障人员、导弹科技和工程技术人员的参考书。

本书在编写过程中参考了国内外大量的书籍和资料,在此对所引用的参考文献和资料的作者表示衷心的感谢!

由于水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

2018年3月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 防空导弹的分类与组成	1
1.1.1 导弹分类	1
1.1.2 导弹武器系统组成	3
1.1.3 导弹组成	5
1.2 战术技术要求	6
1.2.1 战术要求	6
1.2.2 技术要求	7
1.2.3 使用维护要求	8
1.3 导弹的研制过程	8
1.3.1 可行性论证阶段	8
1.3.2 工程研制阶段	9
1.3.3 设计定型阶段	10
1.3.4 生产定型阶段	11
1.4 防空导弹的发展历程	11
1.4.1 地空导弹发展历程	11
1.4.2 空空导弹发展历程	13
1.4.3 舰空导弹发展历程	14
1.4.4 反导导弹发展历程	15
第 2 章 导弹飞行原理	18
2.1 飞行环境及特性	18
2.1.1 地球大气	18
2.1.2 空气流动特性	19
2.2 导弹运动与力	26
2.2.1 作用在导弹上的力和力矩	26
2.2.2 导弹运动方程	33
2.3 导弹的气动外形	36
2.3.1 导弹的外形和参数	36
2.3.2 导弹气动布局	38
2.4 导弹的飞行控制	40
2.4.1 导弹控制力的分类	40
2.4.2 导弹的机动性、稳定性与操纵性	41

2.5	导弹弹道与导引方法	44
2.5.1	典型导弹弹道	44
2.5.2	空中目标及其运动规律	46
2.5.3	导引方法	54
第3章	弹体结构	60
3.1	弹体	60
3.1.1	功用与组成	60
3.1.2	承受的载荷	61
3.1.3	强度与刚度要求	62
3.1.4	结构材料要求	63
3.2	弹身	64
3.2.1	功用及所受的载荷	64
3.2.2	结构形式及受力构件	65
3.2.3	舱段的连接与密封	68
3.3	翼面	71
3.3.1	功用及所受的载荷	71
3.3.2	结构形式及受力构件	72
3.4	弹上机构	75
3.4.1	操纵机构	75
3.4.2	分离机构	78
第4章	动力装置	80
4.1	发动机的基本组成与分类	80
4.1.1	组成	80
4.1.2	分类	80
4.2	火箭发动机的特点和主要性能参数	81
4.2.1	火箭发动机的特点	81
4.2.2	火箭发动机的主要性能参数	81
4.3	液体火箭发动机	83
4.3.1	液体火箭发动机的组成和原理	83
4.3.2	液体推进剂	85
4.4	固体火箭发动机	86
4.4.1	固体火箭发动机的组成和原理	86
4.4.2	固体推进剂和装药药型	87
4.4.3	几种特殊的固体火箭发动机	90
4.5	空气喷气发动机	93
4.5.1	涡轮喷气发动机	93
4.5.2	冲压喷气发动机	95

4.6	火箭-冲压组合发动机	97
4.6.1	火箭-冲压发动机分类	97
4.6.2	火箭-冲压组合发动机的特点	99
第5章	制导系统	101
5.1	概述	101
5.1.1	基本功能与组成	101
5.1.2	制导系统的基本要求	102
5.2	制导系统分类与原理	104
5.2.1	自主制导	104
5.2.2	遥控制导	108
5.2.3	寻的制导	109
5.2.4	复合制导	110
5.3	控制方式	111
5.3.1	单通道控制	111
5.3.2	双通道控制	111
5.3.3	三通道控制	112
5.3.4	气动力控制	113
5.3.5	推力矢量控制	113
5.3.6	直接力/气动力复合控制	113
5.3.7	倾斜转弯控制(STT与BTT转弯控制)	113
5.4	舵机	115
5.4.1	气压式舵机	116
5.4.2	液压式舵机	117
5.4.3	电动式舵机	118
第6章	战斗部系统	120
6.1	战斗部的分类与基本组成	120
6.1.1	战斗部的分类	120
6.1.2	战斗部的基本组成	120
6.2	战斗部的装药	122
6.2.1	炸药的分类	122
6.2.2	炸药的爆炸	124
6.2.3	炸药的主要性能指标	126
6.3	引信	127
6.3.1	引信的作用及分类	127
6.3.2	导弹上常用的引信	128
6.4	战斗部	132
6.4.1	战斗部杀伤机理	132

6.4.2	破片式杀伤战斗部	133
6.4.3	连续杆式杀伤战斗部	135
6.4.4	破片聚能式战斗部	137
6.4.5	破片聚焦式战斗部	138
6.4.6	破片定向式战斗部	139
6.4.7	直接动能碰撞杀伤	142
6.5	安全执行装置	143
6.5.1	功用	143
6.5.2	组成	143
6.5.3	工作原理	145
6.6	引战配合	146
6.6.1	引信启动区	146
6.6.2	战斗部杀伤区	147
6.6.3	引战配合特性	147
第7章	弹上能源系统	150
7.1	电源系统	150
7.1.1	化学电源	150
7.1.2	燃气涡轮发电机	152
7.2	气源系统	153
7.2.1	高压冷气源	153
7.2.2	燃气能源	153
7.3	液压系统	154
7.3.1	开放式液压源	154
7.3.2	泵式液压源	154
7.4	能源系统的设计依据与要求	155
7.4.1	设计依据与基本要求	155
7.4.2	功能要求	156
7.4.3	技术指标要求	156
第8章	发射系统	157
8.1	发射方式	157
8.1.1	发射方式分类	157
8.1.2	自推力和外推力发射方式	158
8.1.3	倾斜发射方式	159
8.1.4	垂直发射方式	160
8.1.5	水平发射方式	161
8.2	发射装置	161
8.2.1	倾斜发射装置	161

8.2.2 垂直发射装置	164
8.2.3 水平发射装置	166
8.3 其他设备	170
8.1.1 发控设备	170
8.1.2 装填设备	171
8.1.3 检测设备	171
8.1.4 勤务保障设备	171
第9章 防空导弹作战	172
9.1 导弹杀伤概率	172
9.1.1 单发导弹杀伤概率	172
9.1.2 多发导弹杀伤概率	174
9.2 导弹的杀伤区和发射区	176
9.2.1 地空导弹的杀伤区与发射区	176
9.2.2 空空导弹的发射区(攻击区)	181
9.2.3 发射区和杀伤区的应用	183
9.3 防空导弹作战过程	184
9.3.1 地空导弹作战过程	184
9.3.2 空空导弹作战过程	185
9.3.3 舰空导弹作战过程	187
9.3.4 反导弹作战过程	189
附录 世界各国典型防空导弹介绍	192
附录1 地空导弹	192
附录2 空空导弹	210
附录3 舰空导弹	219
参考文献	227

第1章 绪 论

防空导弹是指用来拦截空中目标为主要对象的导弹武器系统的总称。防空导弹包括地空导弹、舰空导弹(这两者统称为面空导弹)和空空导弹。严格地讲,反弹道导弹也属于防空导弹。本章主要介绍防空导弹的分类与组成、战术技术要求、导弹的研制过程,以及防空导弹的发展概况。

1.1 防空导弹的分类与组成

1.1.1 导弹分类

现代防空导弹有多种分类方法,每种分类方法均反映了导弹某一方面的特点。根据作战用途,可分为要地防空导弹、野战防空导弹和舰艇防空导弹;根据作战空域,可分为中高空、中低空、低空和超低空防空导弹,根据当前技术水平,防空导弹一般覆盖两个主要空域,兼顾其他空域;根据发射点和目标的位置,可分为地空导弹、空空导弹和舰空导弹;根据作战使命,可分为区域防空导弹和点防御防空导弹;根据攻击目标类型,可分为反飞机导弹和反导弹导弹等;根据制导方式,可分为驾束制导、指令制导、自动寻的制导和复合制导导弹等。

1. 地空导弹

地空导弹是从地面发射,攻击并摧毁空中活动目标(飞机、弹道导弹等)的制导武器。它在大气层内飞行,一般都带有翼面,属于有翼导弹。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,由气动翼面提供机动飞行所需的法向力,装有战斗部系统和制导系统的无人驾驶飞行器。

地空导弹的分类方法很多,各国对地空导弹武器分类方法和标准不尽相同。主要分类方式有:按作战用途,分为要地防空用和野战防空用两种;按地面机动性,分为固定式、半固定式和机动式三种,其中,机动式又分为牵引式、自行式和便携式;按同一时间攻击目标数,分为单目标通道和多目标通道两种;按制导方式分为遥控、寻的、复合制导等类型,其中寻的制导又分为主动寻的、半主动寻的和被动寻的3种;按作战高度可分为高空(20 km 以上)、中空(6~20 km)、低空(150 m~6 km)、超低空(150 m 以下);按射程分为远、中、近程和短程,多数国家把最大射程在100 km 以上的称为远程,20~100 km 之间的称为中程,10~20 km 的称为近程,10 km 以内的称为短程,从而形成了高、中、低空,远、中、近程的地空导弹系列。

2. 空空导弹

空空导弹是从空中平台发射、攻击空中目标的导弹。空中平台可以是战斗机、攻击机、轰炸机、武装直升机或无人飞行器等,攻击目标包括各类有人驾驶飞机、无人驾驶飞机、直升机和巡航导弹等。

空空导弹有多种分类方法,通常根据作战使用和采用的导引方式来分类。

(1)根据作战使用,可以分为近距格斗空空导弹、中距拦射空空导弹和远程空空导弹。

近距格斗空空导弹:主要用于空战中的近距格斗,它的发射距离一般在 300 m~20 km 之间,通常不追求远射程,更加关注导弹的机动、快速响应和大离轴发射、尺寸质量以及抗干扰能力等性能。近距格斗空空导弹一般采用红外制导体制。

中距拦射空空导弹:最大发射距离一般在 20~100 km 之间,它更关注导弹的发射距离、全天候使用、多目标攻击和抗干扰等性能。中距拦射导弹通常采用复合制导体制来扩大发射距离,其中制导采用惯性制导加数据链修正,末制导一般采用主动雷达制导。

远程空空导弹:最大发射距离通常应达到 100 km 以上,采用复合制导体制,动力装置目前多采用固体火箭-冲压发动机。

(2)根据导引方式,可以分为红外型空空导弹、雷达型空空导弹和多模制导空空导弹。

红外型空空导弹:采用红外导引系统,具有制导精度高、系统简单、质量轻、尺寸小、发射后不管等优点,其主要缺点是不具备全天候使用能力,迎头发射距离近。

雷达型空空导弹:采用雷达导引系统,具有发射距离远、全天候工作能力强等优点。根据导引头工作方式又可以分为主动雷达型、半主动雷达型、被动雷达型以及驾束制导型空空导弹。

多模制导空空导弹:采用多模导引系统,目前常用的多模制导方式有红外成像/主动雷达多模制导、主/被动雷达多模制导以及多波段红外成像制导等。多模制导可以充分发挥各频段或各制导体制的优势,互相弥补对方的不足,提高导弹的探测能力和抗干扰能力,极大地提高导弹的作战效能。

3. 舰空导弹

舰空导弹是从舰艇上发射,攻击空中来袭的各种作战飞机,拦截敌方从各种平台发射的各种制导炸弹、反舰导弹乃至战术弹道导弹,是海上防空系统的一个重要组成部分,主要用于出海作战舰艇及其编队的空中防护,是舰艇完成海上作战任务的一种必要保障。

按作战使用,舰空导弹可分为舰艇编队防空导弹和单舰艇防空导弹;按射高,舰空导弹可分为高空舰空导弹、中空舰空导弹、低空舰空导弹;按射程,舰空导弹可分为远程舰空导弹、中程舰空导弹、近程舰空导弹。

远程舰空导弹(作战高度 10 m~24 km,最大作用距离 25~150 km):主要拦截中高空、中远程各种飞机目标,兼顾对低空目标的拦截,能有效地对 100 km 以内的空域实施控制,属于区域防空型武器(制空型武器)。

中程舰空导弹(作战高度 10 m~15 km,最大作用距离 45 km):主要拦截中低空、中近程各种飞机目标,兼顾对超低空飞机、反舰导弹目标的拦截,属于中程区域防空型武器(主战型武器)。

近程舰空导弹(最大作用距离 10 km、作战高度 5 m~5 km):主要拦截中低空、超低空、近程飞机和掠海反舰导弹目标,兼顾对中空目标的拦截,属于点防空型武器。

末段防御舰空导弹(最大作用距离 8 km、作战高度 5 m~3 km):主要拦截超低空来袭的反舰导弹目标,兼顾对低空目标的拦截,属于自卫型武器。

总之,由于防空导弹所攻击的目标比较复杂(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),作战使用环境比较严酷(自然环境和人为环境),因此,要求防空导弹应具备反应时间快、高加速性、高机动性、制导精度高、引战配合好、具有反突防能力、环境适应能

力强、抗干扰能力强、具有机动作战能力等特点。

1.1.2 导弹武器系统组成

导弹武器系统是基本作战单位,一般由作战装备(包括导弹、发控设备、制导设备、电源和运输车辆等)和支援装备(包括导弹的运输和装填设备、作战装备的检测维修设备以及必要的能源设备等)组成。导弹武器系统具有两种功能:作战功能(指发现、跟踪和识别目标;导弹按着规定的航迹和精度要求飞行到目标区;有效地摧毁目标)和维护功能(指在规定的寿命期内具有保证系统正常工作的能力)。不同类型的防空导弹武器系统其组成也不相同。

1. 地空导弹武器系统

一般来说,地空导弹武器系统通常由目标搜索指示系统、跟踪制导系统、发射系统、地空导弹系统、指挥自动化系统和支援保障系统等组成。

(1)目标搜索指示系统,用于搜索、发现和识别目标指示,粗略地测量目标的坐标和运动参数,并向火力单元的其他系统指示空中目标、提供空中目标参数。通常由搜索、识别和指示等设备组成。搜索设备用于探测、发现空中目标,确定目标的坐标,一般为专用的雷达系统,称之为搜索警戒雷达或目标指示雷达。目标识别设备用来确定被发现目标的种类和属性,如判断目标是轰炸机还是侦察机、是我方目标还是敌方目标等。目标指示设备用于将搜索设备所获得的空情(经过分析处理后的模拟信息)以一定的方式及时、准确地传输给指挥控制中心供指挥员确定射击决心、实施射击指挥。

(2)跟踪制导系统,用来精确跟踪目标和导弹,测量目标和导弹的坐标和运动参数,并控制、引导导弹沿着选定的制导规律所确定的弹道飞向目标。跟踪制导系统是地空导弹武器系统的核心装备,也是战斗操作的主要平台,它的一般形式是制导雷达。

(3)发射系统,是对导弹进行支撑、发射准备、随动跟踪、发射控制以及发射导弹的专用设备的总称。导弹发射系统主要由发射设备和发射控制设备(简称发控设备)组成。

发射设备是用于对导弹进行支承、贮存、发射准备、瞄准跟踪及发射导弹的专用设备。地空导弹的发射设备类型多种多样,其结构形式与武器系统的作战使命、战术技术指标、制导体制及导弹的发射方式等有关,称为发射架、发射器或者发射车。就其功能组成来说,一般要有支承导向部件(发射臂、发射筒)、瞄准随动机构、回转基座、发控设备和行驶部分(自行或拖挂)等几个部分。

发射控制设备简称发控设备,它是指挥控制系统与发射装置上的导弹的接口设备,通过它把指挥控制系统和发射装置上的导弹连接在一起。发控设备在指挥控制系统的指挥和控制下完成导弹发射前准备和导弹发射。

(4)地空导弹系统,是实现地空导弹武器系统作战目的的最终设备单元。地空导弹系统主要包括弹体系统、推进系统、弹上制导控制系统、引信与战斗部系统和弹上能源系统等。

(5)指挥自动化系统,是指用于收集、处理、显示空中情报、进行威胁估算、目标指示、目标参数和射击诸元计算、目标分配和辅助决策,并对单个或多个地空导弹火力单元实施指挥控制的人机系统。指挥自动化系统主要包括指挥控制设备、相应的传感器或传感器网、配套的通信系统和各种外部接口等。

(6)支援保障系统,为直接作战装备提供电气能源、导弹补充装填、导弹测试准备、维修保养等技术支援,以确保武器系统能可靠地连续作战。支援保障系统主要包括运输装填设备、维

修检测设备、能源和供电设备和后勤保障设备等。

2. 空空导弹武器系统

空空导弹武器系统一般由载机平台、空空导弹系统和机载火控系统组成。

载机是空空导弹的挂载和发射平台,主要用于将空空导弹携带到指定空域,按照规定的程序发射空空导弹并攻击目标。载机一般包括战斗机、武装直升机等。

机载火控系统是机载火力与指挥控制系统的简称,主要用于实现战场态势感知、目标信息探测与指示、空空导弹攻击区计算等。通常由外挂管理子系统、目标搜索跟踪子系统、机载惯性制导子系统、任务计算机和显示控制子系统等组成。

空空导弹系统包括空空导弹、导弹发射装置、地面测试和保障设备等。空空导弹通常由导引系统、飞控系统、推进系统、能源系统、引战系统、弹体系统和数据链组成;导弹发射装置主要用于实现空空导弹与飞机的挂装、能源供给、信息传送,并按照时序要求配合空空导弹完成安全分离;导弹发射装置通常有导轨式和弹射式;地面测试设备主要用于对空空导弹和发射装置进行功能和性能指标的检查 and 测试;地面保障设备用于在导弹检测、对接、运输等使用中提供各种保障支持。

3. 舰空导弹武器系统

舰空导弹武器系统一般由舰空导弹、舰艇上的导弹射击控制系统、探测跟踪设备、水平稳定和发射装置、弹库以及各种技术保障装备和辅助设备构成。

舰空导弹武器系统主要包括舰面导弹武器系统和技术支援系统两大部分。

(1) 舰面导弹武器系统。舰面导弹武器系统包含舰空导弹、目标探测系统、制导控制系统、火力控制系统、指挥控制系统、射检发控系统、发射系统以及舰上弹库和输弹装置等。

舰空导弹一般由弹体、制导控制系统、引信战斗部、固体火箭发动机、弹上能源系统五部分组成。

目标探测系统用于搜索、发现和识别空中目标,测定目标的坐标和运动参数,并向舰空导弹武器提供目标指示。目标探测系统按探测波段可分为雷达和光学设备两类,按工作方式可分为主动式和被动式两类。目标探测系统通常由目标搜索设备、目标识别设备和目标指示设备组成。

制导控制系统的任务是制导、控制导弹沿着预定的弹道运动,以尽可能高的精度接近目标,在导弹引信和战斗部的良好配合下,以最高的杀伤概率摧毁目标。制导控制系统由舰面制导系统和弹上制导系统组成。舰面制导系统通常由雷达、计算机、数据传输系统、指令形成和发送装置等组成,它是获取目标和导弹信息,按一定导引规律控制导弹飞行的弹外设备。弹上制导系统通常指按照选定的引导规律,不断调整和修正导弹的飞行路线,导引和控制导弹飞向目标的软件和硬件的集合。

火力控制系统是舰艇上对舰空导弹提供射击诸元和控制发射的系统。其主要功能如下:实现对空中目标的搜索和跟踪、接受目标指示参数并进行处理;实施发射装置位置技术和调转控制;计算导弹的拦截条件和判断发射条件,实施对舰空导弹的自动发射;实施对舰空导弹的引导控制,直至击毁目标。火力控制系统一般包含导弹发射控制系统和导弹舰面制导系统两部分。

指挥控制系统是全舰指挥控制系统的组成部分,包括指挥决策系统和显示系统两个部分,担负着整个舰空导弹武器系统的指挥、控制、空情处理、综合显示和数据管理等任务。其主要

设备是高性能的计算机,以及指挥决策应用软件系统。

射检发控系统是火力控制系统与导弹发射装置之间的接口设备,用于按规定的程序进行导弹发射前的检查准备和初始数据的装订,并按火控系统的指令完成舰空导弹发射工作。

导弹发射系统主要由发射装置和控制设备组成,是发射导弹必不可少的专用设备。根据发射方式不同,有倾斜发射和垂直发射两种类型。垂直发射可分为“冷发射”和“热发射”两种工作方式。垂直发射具有舰面空间利用率高、装弹数量大、全方位发射、反应时间短、发射速率高等优点,是第四代舰空导弹武器系统普遍采用的发射方式。

(2)技术支援系统。技术支援系统包含岸基技术支援系统和舰载技术支援系统两部分。其中,岸基技术支援系统包括导弹技术准备系统、导弹维修保障系统和舰载制导雷达标校系统三个子系统;舰载技术支援系统包括舰载在线测试维护系统和舰载数据记录分析系统两个子系统。

1.1.3 导弹组成

不论是地空导弹武器系统、空空导弹武器系统,还是舰空导弹武器系统,其核心是导弹,尽管各种系统的导弹不尽相同,但通常都由弹体系统、推进系统、制导系统、引战系统和能源系统组成。

1. 弹体系统

弹体系统由弹身和翼面等组成,它将导弹各个部分有机地构成一个整体。弹身由各个舱段组成,用来容纳仪器设备,同时还能提供一定的升力;弹翼是产生升力的结构部件;舵面的功能是按照制导系统的指令操纵导弹飞行的。弹体系统通常应具有良好的气动外形以实现阻力小、机动性强的要求,具有合理的部位安排以满足使用维护要求,具有足够的强度和刚度以满足各种飞行状态下的承力要求。

2. 推进系统

推进系统为导弹飞行提供动力,使导弹获得所需要的飞行速度和射程。它由发动机及其他相关部件和设备组成。目前防空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。

3. 制导系统

制导系统是用来控制导弹飞向目标的一种设备和装置。它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理论弹道或目标的运动偏差,按照预定设计好的导引规律形成控制指令,并将控制指令送给控制系统。控制系统根据导引指令,操纵导弹飞向目标,控制系统的另一功能是保持导弹飞行姿态的稳定。

4. 引战系统

引战系统由引信、战斗部和安全执行机构组成,其功能是导弹飞行至目标附近或碰撞目标后,对目标进行探测识别并按照预定要求引爆战斗部毁伤目标。引信的作用是适时地引爆战斗部,使战斗部对目标造成最大程度的杀伤,常用的引信有近炸引信和触发引信;战斗部是导弹的有效载荷,是直接用来摧毁目标的部件,其威力大小直接决定了对目标的毁伤程度,防空导弹常用的战斗部形式有破片式、离散杆式、连续杆式等。安全执行机构用于导弹在地面勤务操作中、导弹发射后飞行一定的安全距离内,确保导弹战斗部不会引爆,而在导弹飞离一定的时间和距离后,确保导弹能够可靠地解除保险,根据引信的引爆信号引爆战斗部。

5. 能源系统

能源系统是指导弹系统工作时所需要的各种能源,主要有电源、气源和液压源等。电源有各种电池,主要用于给发射机、接收机、弹载计算机、电动舵机、陀螺和加速度计、电路板、引战系统等供电;气源有各种介质的高压气体和燃气,主要用于气动舵机、导引头气动角跟踪系统的驱动以及红外探测器的制冷等;液压源主要用于液压舵机的驱动等。

1.2 战术技术要求

战术技术要求是导弹系统的基本作战使用要求和技术性能要求的总称。它由作战任务和技术上实现的可能性来确定,是研制导弹系统的基本条件和原始依据。一般由军方根据战略战术任务、未来的战斗设想、科学技术水平和经济能力等因素向承制方提出,也可由军方和承制方一起进行论证,同时也是军方的验收标准。防空导弹的主要战术技术要求包括战术要求、技术要求及使用维护要求等三方面的内容。

1.2.1 战术要求

战术要求是指导弹能有效地完成预定战斗任务方面的要求,包括导弹性能、目标特征、发射条件、导弹单发杀伤概率、制导系统的主要特性、导弹的作战能力和作战区域等。

1. 导弹性能

导弹的性能实质上指的是导弹的作战能力,主要包括飞行性能、制导精度、威力、突防能力和生存能力、可靠性、使用性能、经济性能等。对于地对空导弹,应包含作战高度、飞行速度(最大速度、平均速度、导弹与目标的最大和最小相对接近速度)、杀伤斜距、航路捷径、最大高低角等。对于空对空导弹,应包含最大高度、最小高度、常用高度、飞行速度、攻击距离、发射允许过载和最大工作时间等。

2. 目标特征

所谓目标特征,是指目标的类型、运动学特性和电磁特性。通常,设计一种导弹要能对付一类或者几类目标,要做到应使导弹性能针对目标的性能,设计时必须设定有目标的典型特性资料(目标速度、飞行高度、机动性能、易损性等)。

目标的类型通常指防空导弹武器系统能拦截的目标的种类,主要包括飞机类目标、导弹类目标。由于不同类型的目标具有不同的特性,因此,防空导弹能拦截的目标类型越多,其性能就越好。

目标的运动学特性包括目标的速度特性和机动特性。目标的速度特性是指能拦截目标的最大速度和最小速度。目标的机动特性是指目标规避防空导弹攻击的能力,通常用目标的机动过载来描述目标的机动能力。

目标的电磁特性主要是指目标的雷达反射截面,目标的雷达反射截面越小,防空导弹武器系统探测发现、跟踪目标的距离就越近,系统射击准备的时间就越短,跟踪射击难度就越大。

3. 发射条件

发射条件包括发射方式、发射速度、武器系统反应时间、火力转移时间等。对于地对空导弹,应说明发射点的环境条件、作战单位发射点的布置、发射点数、发射方式、发射速度等。对于空对空导弹,应说明载机的性能,悬挂和发射导弹的方式,瞄准方式和发射方位角、距离等。

对于水上或水下发射的导弹,应说明运载舰艇、潜艇的主要数据,发射方式及条件等。

4. 导弹单发杀伤概率

导弹的单发杀伤概率(毁伤概率)是单枚导弹在规定条件下,对给定目标的毁伤概率,它决定了导弹杀伤一个目标所需的平均导弹数量。它是导弹武器系统最重要的、最能代表性能优劣的主要综合战术指标。导弹单发杀伤概率除了取决于制导精度、导弹和目标的遭遇参数、引信和战斗部的配合效率、战斗部的威力大小等因素外,还与目标要害部位分布情况及目标的易损性有关。导弹的成本昂贵,要求摧毁一个目标不能发射很多枚导弹,通常要求摧毁一个目标要小于3枚导弹,因此,导弹的单发杀伤概率,在战术技术指标中一般要求不低于0.5,通常要求为0.7~0.8。

5. 制导系统的主要特性

制导系统与目标探测和导弹制导装置发现目标、跟踪目标以及制导导弹的空域有关,包括发现目标的距离与概率、导引误差、制导精度、抗干扰能力等。

6. 导弹的作战能力

导弹的作战能力主要指对于单个目标和群体目标的作战能力,发射导弹的准备时间,二次发射的可能性等。

7. 作战区域

作战区域是指导弹保证以给定概率杀伤目标的三维空域或二维地面区域,对不同性能的目标有不同的作战区域。防空导弹的作战区域一般用导弹的杀伤区表达。

1.2.2 技术要求

(1)导弹的外廓尺寸及起飞质量限制。导弹的质量和几何尺寸在很大程度上影响导弹武器系统的机动能力和作战使用,与其飞行速度、射程、过载能力等指标密切相关,是导弹总体方案设计中非常重要的问题,因此一般要提出限制。

(2)弹上控制系统的质量和尺寸。

(3)导引方法。

(4)动力装置、推进剂类型、质量与尺寸。

(5)材料的要求、限制及来源。

(6)作战环境条件。主要包括气候条件和地理条件或海情等。气候条件包括温度、湿度,发射时的风速,昼、夜、雨、雪、云、雾等天气情况,最主要的是气温极限值和空气相对湿度。通常,导弹武器系统使用的气温最低为 -50°C ,最高为 $+55^{\circ}\text{C}$,相对湿度极限为98%。地理条件通常包括海拔高度及地形起伏要求,海拔高度影响地面制导系统、电子通信系统等工作,影响导弹的气动及飞行性能,一般防空导弹使用高度不超过3000m。地形起伏造成地面雷达、通信设备的地形遮蔽,影响它们的作用距离。海情是海上导弹武器系统的重要环境,通常在战术技术指标中规定作战的海情级别,例如舰空导弹要求能在五级海情下作战。

(7)弹体各舱段的气密性、防湿性要求。

(8)成批生产的规模、生产条件、设备。

(9)导弹的研制周期及成本。

对于以上所述各项,已有许多规范,这些规范都有着通用性、完整性、适应性、相关性和强制性。例如,导弹武器系统的总规范、导弹设计和结构的总规范、导弹武器系统包装规范和通

用设计要求、地面和机载导弹发射装置通用规范、军用装备的气候极值、运输和贮存标志等各方面都做了明确的规定。

1.2.3 使用维护要求

导弹从勤务处理到发射、飞行直到命中目标的整个与操作有关的过程均属使用过程,在此过程中的一系列有关要求,包括运输与维护要求和使用操作要求。主要有以下几方面:

- (1) 部件互换能力。
- (2) 在技术站进行装配的快速性及自动检测设备工作状态的要求。
- (3) 装配、检验、加注推进剂、安装战斗部的安全条件。
- (4) 战时维修的简便性。
- (5) 导弹的贮存条件及时间。
- (6) 导弹定期检查的工作内容,接近设备的开蔽性、可达性。
- (7) 导弹包装、运输方式及条件等。
- (8) 导弹的使用期限、超期服役和定期检查的期限。

1.3 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。因此,遵循科学的研制程序,是组织型号研制工作的基本要求,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。

为了能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,各型号也略有区别,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、方案设计、初样研制、试样研制、设计定型、生产定型。其中,方案设计、初样研制、试样研制又统称为工程研制阶段,如图1-1所示。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的,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。

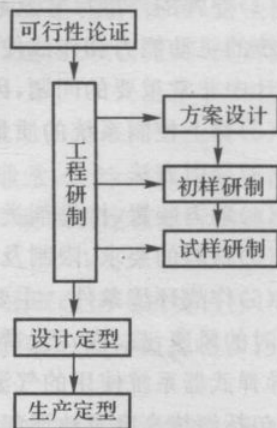


图 1-1 导弹的研制过程

1.3.1 可行性论证阶段

在开始进行正式设计之前,订货部门与研制部门共同拟定导弹设计的战术技术要求,作为研制导弹的依据。

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