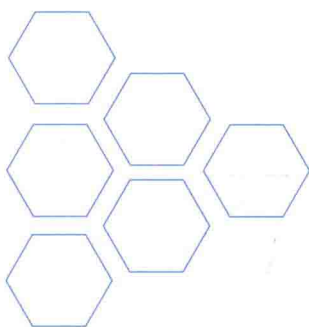


导弹导引系统原理

DAODAN DAOYIN XITONG YUANLI

| 葛致磊 王红梅 王佩 吕梅柏 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

导弹导引系统原理

葛致磊 王红梅 王 佩 吕梅柏 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

随着高科技的发展,精确打击已成为现代战争中的重要打击手段,精确制导武器已成为现代高科技战争的标志性武器。而导弹的导引系统是实现精确打击的核心。本书系统介绍了导弹导引系统的基本原理和相关技术,主要内容包括制导控制概述、红外导引系统、雷达导引系统、导引信息处理技术和导引头测控技术。本书既考虑基本原理的介绍,又注意引入最新发展成果,将内容的深度和广度有机结合。

本书可作为导弹控制、导弹设计等专业的高年级本科生和研究生的教材,也可供从事导引系统研制工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

导弹导引系统原理/葛致磊等编著. —北京:国防工业出版社,2016.3
ISBN 978-7-118-10726-5

I. ①导… II. ①葛… III. ①导弹引导装置—研究
IV. ①TJ765.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第042495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)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20½ 字数 485 千字

2016年3月第1版第1次印刷 印数1—2000册 定价49.00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

前 言

随着高科技的发展,精确打击已成为现代战争中的重要打击手段,精确制导武器已成为现代高科技战争的标志性武器。而导弹的制导与控制系统是精确制导武器的核心。西北工业大学航天工程学院导航、制导与控制专业从事导弹制导与控制的研究和教学已有45年的历史,开设“导引系统原理”课程已有40年的历史,在科研和教学中积累了大量的经验和较好的实验条件,并先后编写多版教材和讲义,如岳敏编写的《红外导引系统原理》、陈佳实编写的《导弹制导与控制系统的分析与设计》、陈士鲁编写的《战术导弹飞行力学》等。作者也长期承担着“导引系统原理”课程的教学任务,本书便是在以上基础上规划编写而成的。

本书编写的内容力求系统全面,既考虑基本原理和设计方法的介绍,又引入导弹导引系统中的最新发展成果;重视内容深度与广度的有机结合。主要内容包括以下4部分:

第1部分是第1章,主要介绍导弹制导控制的基本概念、原理和结构,其中:1.1节介绍了导弹制导的基本概念、特点、任务和要求等;1.2节详细阐述了制导系统的基本类型和制导体制;1.3节介绍了导弹制导系统的主要硬件系统的结构和原理;1.4节介绍了自动导引系统中应用最广泛的比例导引原理。本章可使读者对导弹制导控制系统有较为全面的了解。

第2部分包括第2~4章,全面介绍了红外导引系统的工作原理和设计方法。其中:第2章为红外基础知识,从红外辐射基础知识开始,详细介绍了红外辐射术语、红外辐射理论,研究了红外目标辐射和背景辐射特点,以及红外辐射在大气中的传输影响;第3章介绍了经典的红外点源导引系统工作原理,分别对其光学系统、调制盘、红外探测器、误差信号处理电路和目标跟踪系统进行了详细的介绍和分析,还介绍了十字叉形和L形导引系统;第4章则介绍了红外成像导引系统,包括红外成像探测、红外图像预处理、红外图像分割、红外图像特征提取和识别、红外目标跟踪等技术。

第3部分包括第5章和第6章,主要介绍雷达导引系统的工作原理和设计方法。其中第5章介绍了雷达导引系统的基本概况,包括雷达导引系统的地位、功能、组成原理以及发展趋势。第6章则详细、全面地介绍了雷达导引系统的工作原理和设计方法,具体包括:基本雷达方程与雷达反射截面积以及雷达导引头的作用距离;工作体制、工作波段和工作波形的设计;对于主动雷达导引系统而言,其接收机、发射机与收/发隔离的设计;天线罩的影响分析与设计;雷达导引系统的测距、测速、测角的原理等。

第4部分包括第7章和第8章,介绍了导引系统信息处理技术。其中:第7章介绍了半捷联/捷联导引头跟踪制导技术,包括捷联导引头的稳定平台建模和跟踪系统设计,以及捷

联平台信息解耦技术;第8章介绍了导引头信息滤波技术,包括经典卡尔曼滤波器的设计和一种新型滤波器的设计,还阐述了复合制导和多模制导的基本原理,这是目前导弹制导控制技术的重要发展趋势。这一部分将使读者在掌握导弹先进和高精度制导系统设计基本方法的同时,拓展视野,把握发展的趋势。

本书适合导弹控制、导弹设计等专业的高年级本科生和研究生使用,也可供工程技术人员参考。

编著者
2015年12月

目 录

第 1 章 导弹导引系统导论	1
1.1 导弹导引系统的基本含义	1
1.1.1 导引系统基本原理	1
1.1.2 导弹制导控制系统的一般组成	2
1.2 导弹导引系统的特点、组成和分类	3
1.2.1 惯性制导	4
1.2.2 天文导航	4
1.2.3 地图匹配导航	4
1.2.4 地磁导航	4
1.2.5 遥控式导引	5
1.2.6 自动导引	5
1.3 导弹自动导引系统的组成及工作原理	6
1.3.1 自动导引系统的组成	6
1.3.2 自寻的导引规律方式	7
1.4 比例导引法	7
1.4.1 比例导引法的相对运动方程组	8
1.4.2 弹道特性	9
1.4.3 比例系数的选择	12
1.4.4 比例导引法的优、缺点	12
第 2 章 红外导引系统基础	14
2.1 红外辐射及基本性质	14
2.1.1 红外辐射	14
2.1.2 电磁频谱	16
2.1.3 红外辐射的基本性质	17
2.1.4 红外辐射的应用	18
2.2 红外辐射术语	19
2.2.1 基本辐射量	19
2.2.2 光谱辐射量	25
2.3 红外辐射理论	27
2.3.1 黑体辐射	27

2.3.2	分子辐射	29
2.3.3	基尔霍夫定律和发射率	30
2.4	目标辐射和背景辐射	35
2.4.1	航空目标辐射	35
2.4.2	其他目标辐射	40
2.4.3	背景辐射	41
2.5	红外辐射在大气中的传输	42
2.5.1	大气透过率	42
2.5.2	大气的组成情况及透过率的估算	44
2.5.3	大气的透过窗	55
2.5.4	大气闪烁	55
2.6	红外导引系统的发展	55
2.6.1	红外导引系统发展简史	55
2.6.2	红外导引系统的发展阶段	57
第3章	基于点目标跟踪的红外导引系统	58
3.1	基于点目标跟踪的红外导引系统的基本组成	58
3.2	红外光学系统	60
3.2.1	导引头光学系统的结构组成	60
3.2.2	光学系统的功用	63
3.2.3	光学系统的主要参数	64
3.2.4	影响像质的因素	66
3.3	光学调制与调制盘	67
3.3.1	对辐射能进行调制的意义	67
3.3.2	调制盘基本功用	67
3.3.3	调制盘的工作原理	68
3.3.4	调制盘特性的分析	72
3.4	红外探测器及其制冷	77
3.4.1	光子探测器	78
3.4.2	探测器的主要特性参数	81
3.4.3	作用距离的估算	84
3.4.4	红外探测器的致冷	87
3.5	误差信号处理电路	88
3.5.1	误差信号处理电路的功用	89
3.5.2	导引头误差信号处理电路的形式	89
3.6	红外目标跟踪系统	91
3.6.1	跟踪系统的功用和类型	91
3.6.2	跟踪系统的组成及工作原理	92

3.6.3	对跟踪系统的基本要求	93
3.6.4	调制盘跟踪装置结构	94
3.6.5	动力陀螺稳定跟踪系统工作原理	95
3.6.6	速率陀螺稳定跟踪系统工作原理	101
3.6.7	捷联式稳定平台	102
3.7	十字叉型及L型系统	105
3.7.1	结构组成情况	105
3.7.2	目标位置信号的形式	106
3.7.3	基准信号形式	107
3.7.4	方位信息的提取	107
3.7.5	抗背景干扰的措施	108
3.7.6	影响测角精度的因素	109
3.7.7	L型系统的特点	109
第4章	基于成像目标跟踪的红外导引系统	111
4.1	红外成像导引头概述	111
4.2	红外成像探测技术及红外图像的特点	112
4.2.1	红外扫描成像系统	112
4.2.2	红外凝视成像系统	114
4.2.3	红外图像的特点	115
4.3	红外成像跟踪系统的基本组成	116
4.4	红外图像预处理	117
4.4.1	红外图像噪声滤波	117
4.4.2	红外图像边缘增强	123
4.4.3	红外图像对比度增强	125
4.4.4	红外图像非均匀校正	128
4.5	红外图像分割	131
4.5.1	基于阈值的图像分割算法	132
4.5.2	基于边缘检测的图像分割算法	134
4.5.3	基于区域的图像分割算法	141
4.5.4	其他结合特定理论工具的图像分割算法	142
4.5.5	图像分割算法的评价	143
4.6	红外图像特征提取和识别	145
4.6.1	红外图像的特征提取	145
4.6.2	红外目标的识别	150
4.7	红外目标跟踪研究	152
4.7.1	目标的稳定跟踪策略	152
4.7.2	常用的目标跟踪法	154

4.7.3	目标跟踪中加速方法的研究	159
4.7.4	模板的自适应更新	164
第5章	雷达导引系统概论	167
5.1	雷达导引系统的地位和功能	167
5.1.1	雷达导引头的地位和任务	167
5.1.2	导引头应具备的主要功能	169
5.1.3	导引头的电磁环境	169
5.1.4	导引头的自然环境	173
5.2	雷达导引系统的组成和原理	174
5.2.1	导引头的基本组成	174
5.2.2	对导引头的基本要求	176
5.3	雷达导引系统的发展趋势	176
5.3.1	雷达导引系统发展简史	176
5.3.2	雷达导引系统发展展望	178
第6章	雷达导引系统设计	181
6.1	基本雷达方程与雷达反射截面积	181
6.1.1	基本雷达方程	181
6.1.2	雷达截面积定义	182
6.1.3	点目标特性与波长的关系	183
6.1.4	目标特性与极化的关系	184
6.1.5	简单形状目标的雷达截面积	186
6.1.6	复杂目标的雷达截面积	188
6.1.7	目标起伏模型	190
6.2	雷达导引系统作用距离	192
6.2.1	最小可检测信噪比与检测因子	192
6.2.2	门限检测及其性能	194
6.2.3	脉冲积累对检测性能的改善	197
6.2.4	影响雷达导引系统作用距离的其他因素	197
6.3	工作体制、工作波段和工作波形的设计	198
6.3.1	雷达导引系统的工作体制	198
6.3.2	雷达导引系统的工作频段	199
6.3.3	雷达导引系统的波形选择	199
6.4	接收机、发射机与收/发隔离	208
6.4.1	接收机	208
6.4.2	发射机	210
6.4.3	射频能量耦合	211

6.4.4	收/发隔离设计	211
6.5	天线罩的影响分析与设计	212
6.5.1	天线罩的主要技术参数和要求	212
6.5.2	天线罩对导弹制导控制影响与分析	213
6.6	目标距离的测量	216
6.6.1	脉冲法测距	216
6.6.2	调频法测距	220
6.7	目标速度的测量及跟踪	225
6.7.1	多普勒效应	225
6.7.2	多普勒信息的提取	227
6.7.3	盲速和频闪	230
6.7.4	速度测量方法	233
6.8	角度测量与跟踪系统设计	235
6.8.1	概述	235
6.8.2	测角方法及其比较	236
6.8.3	圆锥扫描自动测角系统	239
第7章	半捷联/捷联导引头跟踪制导技术	243
7.1	半捷联/捷联导引头概述	243
7.2	半捷联稳定跟踪技术	244
7.2.1	两轴半捷联稳定平台建模	244
7.2.2	三轴稳定平台	250
7.3	全捷联导引头制导技术	255
7.3.1	基于角度重构的全捷联制导技术	256
7.3.2	基于非线性滤波器的全捷联制导技术	263
第8章	导引头信息滤波与融合技术	269
8.1	概述	269
8.2	目标机动模型	270
8.2.1	常速模型和常加速模型	270
8.2.2	一阶时间相关模型	270
8.2.3	半马尔可夫模型	271
8.2.4	目标“当前”加速度统计模型	271
8.3	基于EKF的目标信息估计算法	271
8.3.1	扩展卡尔曼滤波算法原理	272
8.3.2	弹目运动数学模型描述	273
8.3.3	采用主动导引头情况下信息估计方法	274
8.3.4	采用被动导引头情况下信息估计方法	276

8.4	基于预测滤波的目标信息估计算法	278
8.4.1	预测滤波算法中的数学基础	279
8.4.2	预测滤波算法原理	279
8.4.3	采用主动导引头情况下信息估计方法	281
8.4.4	采用被动导引头情况下信息估计方法	284
8.5	基于UKF的目标信息估计算法	285
8.5.1	UT变换	285
8.5.2	UKF滤波算法	287
8.5.3	采用主动导引头情况	288
8.5.4	采用被动导引头情况	289
8.6	多模导引头信息融合技术	289
8.6.1	分布式滤波算法	290
8.6.2	集中式滤波算法	293
附录	导引头位标器测控技术	294
附1	位标器跟踪系统控制原理	294
附1.1	位标器概述	294
附1.2	位标器跟踪系统控制原理	295
附2	红外导引头陀螺跟踪系统控制实现	300
附2.1	导引头陀螺起旋	301
附2.2	导引头陀螺稳速	303
附2.3	导引头陀螺进动	308
附2.4	导引头陀螺电锁	315
参考文献		316

第 1 章 导弹导引系统导论

1.1 导弹导引系统的基本含义

第二次世界大战末,德国研制了 V-1 型和 V-2 型远程制导导弹,标志着制导武器的诞生。导弹与普通武器的根本区别在于导弹具有导引系统,导引系统的基本任务是确定导弹与目标的相对位置,给出导弹转弯指令,在导弹控制系统对指令的跟踪下,以一定的准确度引导导弹沿预定的弹道飞向目标。导弹命中目标的精度或概率最主要的因素就是导引系统的工作情况,因此导引系统在整个导弹系统中占有极其重要的地位。

1.1.1 导引系统基本原理

导弹能够准确命中目标的原因是人为施加一定的导引规律,给出导弹转弯指令,改变导弹飞行方向的方法则是产生与导弹速度矢量垂直的控制力。

在大气层内飞行的导弹主要受发动机推力 P 、空气动力 R 和导弹重力 G 的作用,其合力构成了导弹的总作用力。导弹受到的合力又可以分解为沿着导弹速度方向的切向力和垂直于导弹速度方向的法向力,其中切向力能改变导弹的飞行速度,法向力能够改变导弹的飞行方向。显然,要想使得导弹按照预定弹道转弯,只能改变导弹法向力。虽然发动机推力、空气动力和重力都可能对导弹法向力有贡献,但重力是不能随意改变和控制的,只有发动机推力和空气动力可以控制。

一般而言,在大气层内飞行的导弹,改变空气动力是简单且有效的方法,因此被目前大多数导弹采用。但对于大气层外或在稀薄大气层飞行的导弹,空气动力很小甚至为零,这时只能通过改变发动机推力实现控制。发动机推力的控制实现方式可以是主发动机的摆动,也可以是分布于导弹质心周围的侧喷发动机。

下面以轴对称导弹为例说明导弹导引系统和姿态稳定控制系统的工作过程。

轴对称导弹具有两对弹翼和舵面,在其纵向对称面和侧向对称面内都能产生空气动力,不失一般性,在此仅研究其纵向对称面内的运动。

首先,导弹导引系统测量出导弹和目标的相对运动信息,从而对能否命中目标进行估计。根据估计的命中误差情况,导引规律给出导弹转弯指令(如可以为过载或加速度),该指令被送至导弹姿态稳定控制系统。随后,导弹姿态稳定控制系统接收到导引系统的转弯指令,与弹上传感器(如加速度计)测量结果做对比,将其误差信号作为导弹攻角调整的主要依据。调整导弹攻角的主要手段是改变导弹的俯仰角,需要为导弹弹体施加合适的俯仰力矩,其方法是改变导弹舵面偏转角度。舵面偏转角度并不是随意给出的,它要考虑对指令跟踪误差情况,同时为了不致于引起弹体的过度振荡,一般还要综合弹上速率陀螺的输出,负责此项任务的正是姿态稳定控制系统。

作用于导弹纵向对称面内的力如图 1-1 所示,其中垂直于导弹速度矢量方向的合力为

$$F_y = Y + P \sin \alpha - G \cos \theta \quad (1-1)$$

式中: Y 为升力; α 为攻角; θ 为弹道倾角。

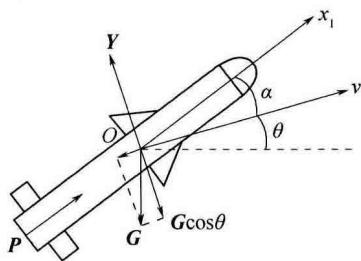


图 1-1 导弹纵向对称面内受到的力

显然,其中可控制的力为 $Y + P \sin \alpha$,当攻角在姿态稳定控制系统作用下达到期望值时,导弹的法向力也达到期望值。此时,根据牛顿第二运动定律和圆周运动关系,可得

$$F_y = ma = mv^2/\rho \quad (1-2)$$

式中: ρ 为弹道转弯的曲率半径,且

$$\rho = \frac{dS}{d\theta} = \frac{dS/dt}{d\theta/dt} = \frac{v}{\dot{\theta}} \quad (1-3)$$

其中: S 为导弹运动轨迹。于是有

$$\dot{\theta} = \frac{F_y}{mv} = \frac{Y + P \sin \alpha - G \cos \theta}{mv} \quad (1-4)$$

也就是说,通过对攻角的控制实现了对导弹运动转弯速率的控制。

1.1.2 导弹制导控制系统的一般组成

导弹的制导控制系统包括导引系统和姿态稳定控制系统两个主要部分,每一部分又包含各自的传感器、执行机构和控制算法。导弹制导控制系统组成如图 1-2 所示。

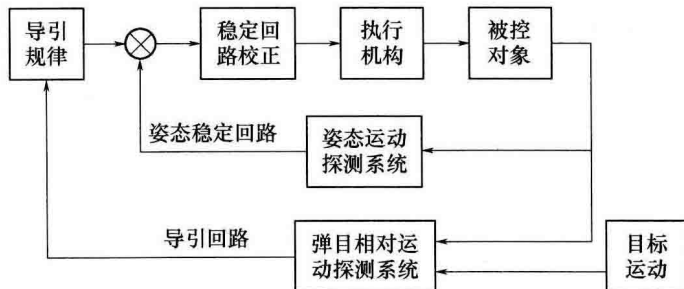


图 1-2 导弹制导控制系统的一般组成

导引系统总体上包括两个部分,即探测系统和导引规律。探测系统负责完成对目标和导弹相对运动信息的探测和测量,可以不同的方式实现,例如可以是制导站上的测角仪,也可以是装在导弹上的导引头,还可以是对制导站发出的制导波束的解算。导引规律则是根据探测装置测量出的误差信息,按照期望的弹道要求和某些性能指标而形成的转弯指令计算方法。导引规律随制导体制的不同和要求不同也具有多样性,如三点法、比例导引法、预

测制导法等。制导系统可以形象地比喻为导弹的“眼睛”和“大脑”。

姿态稳定回路包括姿态运动探测器件、稳定控制算法和执行机构,接收导引系统给出的指令,直接操纵导弹快速、准确、稳定地执行导引指令。由于导弹在飞行过程中可能受到各种类型的干扰,并且弹体本身运动模型、各器件模型比较复杂,稳定控制方法的设计也是一项十分重要的工作。姿态稳定回路可以形象地比喻为导弹的“四肢”和“小脑”。

导引回路和姿态稳定回路互相配合并各司其职,是导弹能够成为制导武器的根本。导引回路处于系统外环,一般也称为制导大回路,其控制性能直接影响导弹制导精度。

1.2 导弹导引系统的特点、组成和分类

导弹的导引系统按照测量信息的来源和方式不同,可以分为不同的类型或体制,导引体制不同情况下制导设备差别很大。在导弹的导引系统设计时,导引体制的选择要根据导弹的用途、目标性质、射程等因素综合确定。一般而言,按照导引系统的工作是否与外界发生联系,是否需要导弹以外的任何其他信息,可以将导引系统分为自主式导引和非自主式导引两大类。其中:自主式导引主要是惯性制导;非自主式导引包括遥控式导引、自动导引、天文导航等。有时为了提高导引性能,将几种导引体制组合起来使用以互相弥补缺点,称为复合导引系统。导引系统的分类如图 1-3 所示。

对于不同的导引体制,其依据的物理原理存在很大差别,其信息的获取方式、获取形式也有很大不同,这样导致不同的导引体制的作用距离、结构、工作原理、性能特点迥异。除此之外,导引规律的形式和设计方法也不同。

下面简单介绍不同导引体制的原理和特点。

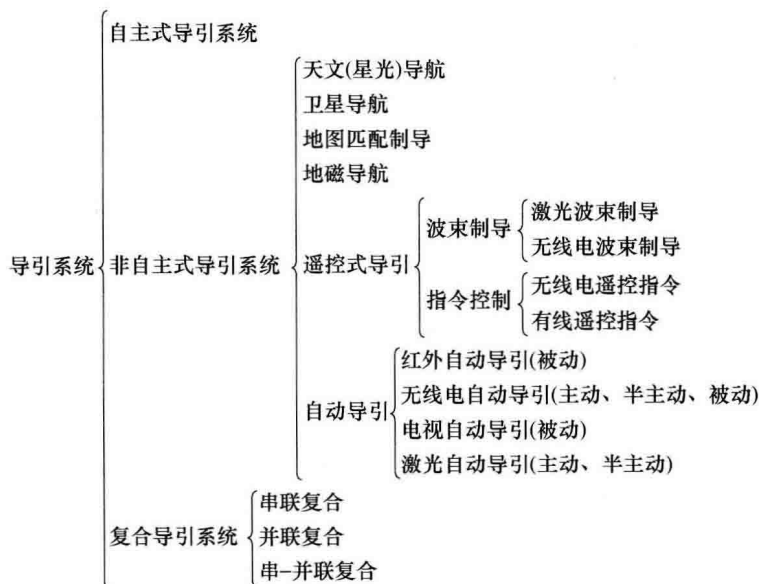


图 1-3 导引系统的分类

1.2.1 惯性制导

惯性制导就是根据导弹飞向目标的既定轨迹拟制的一种飞行计划。惯性制导是引导导弹按照这种预先拟制好的弹道飞行,导弹在飞行中根据导弹的实际测量量与预定弹道偏差形成导引指令。惯性制导属于自主式导引,测量信息不依赖任何外界输入,仅依靠惯性导航系统测量导弹自身运动参数来实现既定弹道。惯性导航系统的核心器件是三个加速度计和三个陀螺仪。其中加速度计用来测量导弹质心运动的三个加速度分量,陀螺仪用来测量导弹绕其三个轴转动的角速度分量。通过对三个加速度计和三个陀螺仪的两次积分解算,就可以解出导弹位置、速度、姿态角等信息。由于惯性制导不依赖任何外界信息,因此具有很强的抗干扰能力,但是也只适合于攻击固定目标,并且由于惯性器件普遍存在随时间积累的误差,其制导精度随射程的增加而变差。

惯性制导最常见用于远程的地地导弹,以及同其他导引体制复合,在远程导弹中担当初期导引角色。

1.2.2 天文导航

天文导航是根据导弹、地球、星体三者之间的运动关系,确定导弹的运动信息,将导弹导向目标的导引技术。六分仪是天文导航的观测装置,它借助于观测天空中的星体确定导弹的地理位置。一种是由光电六分仪或无线电六分仪跟踪一种星体,只能实现定姿;另一种是用两部六分仪分别观测两个星体,根据两个星体等高圈的交点,确定导弹的位置。

天文导航不存在惯性导航那样随时间积累的误差,因此其制导精度同射程无关,但是其受到天气条件的限制。

1.2.3 地图匹配导航

地图匹配导航是利用地图信息进行导引的一种方式。地图匹配导航一般有地形匹配和景象匹配两种方式。其中:地形匹配导航利用的是地形信息,也称地形等高线匹配导航;景象匹配导航利用的是地图景象信息。它们都是利用存储于导弹的数字地形地图或数字景象地图,与导弹携带的传感器实时测量信息进行匹配,从而确定导弹的飞行位置。地图匹配导航不存在随时间积累的误差,因此其制导精度同射程无关,但是其受到地貌条件的限制,要求导航路径上地图必须具有区分度,因此不适合海面、平坦森林等环境。

1.2.4 地磁导航

地磁场是地球的基本物理场,利用地磁信息定向具有悠久的历史,人们也早已得知许多动物具备根据地磁信息寻路的本领。地磁场主要包括地球主磁场、异常场和干扰场三部分,其中主磁场和异常场具有比较稳定的特征,可以用作导航的依据。地磁导航利用装载于导弹上的磁强计测量导弹飞行轨迹上的磁场矢量,并与存储于导弹上的标准地磁场模型进行匹配,就可以确定导弹的飞行位置。地磁场导航应用的是地球本身物理特性,是一种“隐形”的地图,不受天气、时间和地貌的限制。

1.2.5 遥控式导引

凡是由导弹以外的制导装置向导弹发出导引信息的系统,称为遥控式导引系统。根据误差信息的测量和导引指令形成的部位不同,遥控式导引又分为波束制导和遥控指令制导。

波束制导系统中,由制导站发出一个或两个携带编码信息的波束(如无线电波束、激光波束),导弹在波束内飞行。导弹上安装的接收器接收到制导波束并解码,计算出其偏离波束中心的方位和距离,进而产生导引指令,操纵导弹飞向目标。

遥控指令制导中,由制导站同时测量目标、导弹的位置、速度等运动信息,并在制导站形成导引指令。导引指令经由无线电波或有线传输导线传送至导弹上,再由弹上控制系统操纵导弹飞向目标。

遥控式导引系统在导弹发射后,制导站必须对目标和导弹进行持续观测,并不断向导弹发送引导指令,不能实现发射后不管。但是由于许多导引部件依赖制导站完成,简化了弹上设备,而且制导精度和作用距离也比自动式导引高和远。遥控式导引的主要缺点是其制导精度随导弹与制导站距离的增加而降低,且易受到外界干扰。

遥控式制导系统多用于地空导弹和一些空空、空地导弹,有些战术巡航导弹也用遥控指令制导修正航向。早期的反坦克导弹多采用有线遥控指令制导。

1.2.6 自动导引

自动导引系统也称为自寻的导引系统,是利用装载于导弹上的导引头探测目标辐射或反射的能量(如无线电波、红外线、激光、可见光等)导引导弹攻击目标的方式。

为了使自寻的系统正常工作,首先导引头必须能够准确地从目标背景中发现目标,为此要求目标本身的物理特性与其背景或周围其他物体的特性必须有所不同,即要求它具有对背景足够的能量对比性。

利用目标红外辐射进行探测的应用很多。这是因为具有红外辐射特性的目标很多,如军舰、飞机、坦克、冶金工厂等,在大气层内高速飞行的物体也具有足够大的红外辐射。利用目标辐射的红外线导引导弹的自寻的系统称为红外自寻的系统。这种系统的作用距离取决于目标辐射面的面积、发射率、温度、接收装置的灵敏度和气象条件。

有些目标与周围背景不同,它能辐射可见光,或是反射太阳、月亮或人工照明的光线。利用可见光导引导弹的自寻的系统称为电视导引系统,这种系统使用条件受到目标与背景的对比特性、昼夜时间和气象条件的影响。

利用目标辐射或反射的无线电波进行导引的系统称为雷达自寻的系统,其应用也十分广泛。很多重要军事目标本身就是强大的电磁能辐射源,如雷达站、无线电干扰站、导航站、飞机等;对于大部分金属目标,其对于无线电波具有很强的反射特性,通过对其进行无线电照射,也可以获得足够的反射波。

无论采用何种介质进行导引,自动导引系统的共同特点是对目标进行探测和形成指令的装置都位于导弹上,从而绝大多数可以实现发射后不管,而且探测和导引精度不会随着射程的增加而降低,是目前制导精度最高的方式。自动导引系统的主要缺点是设备比较昂贵,且受到弹上空间和重量的限制,作用距离有限。

有时为了研究上的方便,根据导弹所利用能量的能源产生位置的不同,自寻的导引系统

可以分为主动式、半主动式和被动式 3 种。

1. 主动式

照射目标的能源在导弹上,导引头对目标辐射能量,同时接收目标反射回来的能量。采用主动式寻的导引的导弹,在主动导引头截获目标并转入正常跟踪以后,就可以完全独立地工作,不需要导弹以外的任何信息,即实现发射后不管。

随着导引头发射功率的增大,系统作用距离也增大,但同时弹上设备的体积和重量也增大,所以弹上不可能有功率很大的发射装置,因此主动式寻的系统的作用距离是比较有限的。

2. 半主动式

仍然存在照射目标的能量发射装置,但是能量发射照射装置不在导弹上,而是由导弹以外的第三方实现,如制导站或载机等,导引头上只有接收装置。由于照射装置不再受弹上空间和重量限制,其功率可以做得很大,所以半主动式导引系统的作用距离要大于主动式导引系统。

3. 被动式

当目标本身就是辐射能源时,就不再需要发射装置,直接由导引头接收目标辐射能量。被动式导引头根据目标辐射能量的物理特性进行设计,典型的有红外导引头和被动雷达导引头,其结构和原理不尽相同。

1.3 导弹自动导引系统的组成及工作原理

1.3.1 自动导引系统的组成

导弹自动导引系统又称自寻的导引系统,由导引头、弹上信息处理装置和弹上控制系统等组成,其组成原理如图 1-4 所示。

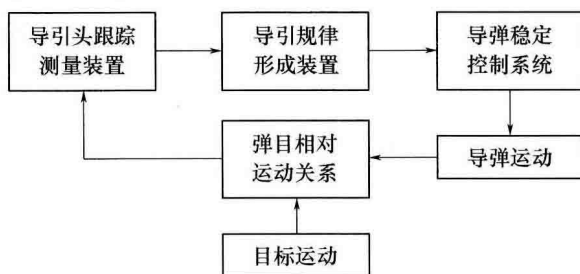


图 1-4 导弹自动导引系统组成原理

导引头是自动导引系统的最重要部件,是制导系统的探测装置,当它捕获目标并实现对目标的稳定跟踪后,即可输出导弹和目标的相对运动参数。导引规律形成装置根据导引头测量的信息形成导引指令,送给导弹稳定控制系统,由其综合导引指令和弹上其他器件的测量信号,形成控制信号,操纵导弹飞向目标。

自寻的导引系统的制导设备全部位于弹上,自动化程度高,具有发射后不管的特点且制导精度较高,因此广泛应用于空空、地空、空地导弹,某些弹道导弹和巡航导弹的末段也采用自寻的导引系统,以提高制导精度。