



工业和信息化部“十二五”规划教材

目标探测与识别技术

张 合 江小华 编著

TARGET DETECTION AND
RECOGNITION TECHNOLOGY

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



工业和信息化部“十二五”规划教材

目标探测与识别技术

张 合 江小华 编著

TARGET DETECTION AND
RECOGNITION TECHNOLOGY



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

目标探测与识别技术 / 张合, 江小华编著. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 4
ISBN 978 - 7 - 5682 - 0552 - 8

I. ①目… II. ①张…②江… III. ①目标探测 - 探测技术 - 研究②自动识别
IV. ①TB4②TP391. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 083276 号



出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 18.25

字 数 / 421 千字

版 次 / 2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

定 价 / 46.00 元

责任编辑 / 林 杰

王玲玲

文案编辑 / 王玲玲

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

本书是在作者 2006 年出版的《探测与识别技术》教材基础上,结合专业教学和科研工作,并参考相关国内外最新资料文献,结合专业改革发展和教学实践经验而编写的。全书按教学改革的要求,注重知识面的拓宽,加强能力的培养,特别是把科研成果有机地融入书中。全书充分强调基础理论,力求在各章节把有关基础理论部分的内容介绍清楚,充分注意理论的完整性和内容的可读性,突出探测的实用性。

本书主要介绍飞行体在运动状态下的非接触探测与识别,各章节涉及的学科领域较宽,它包括激光技术、毫米波技术、红外技术、磁电技术、声与地震动传播与探测技术、电容近感技术、GPS/北斗卫星定位技术以及目标识别技术等,取材上大部分是“九五”以来的科研成果或先进技术与最新发展,是武器系统与运用工程和武器发射工程专业本科生的专业教材,也可作为其他武器类专业的本科生和研究生的教材或参考书。

本书由南京理工大学张合教授和江小华副研究员编著,其中第 1、2、5、8、11 章由张合编写,第 3、4、6、7、9、10 章由江小华编写,全书由江小华统稿。本书由北京理工大学李东光教授和中北大学张亚教授主审,他们提出了许多宝贵意见,特此致谢。在编写和出版过程中,得到了南京理工大学机械工程学院的指导与帮助,也深表感谢。由于探测与识别技术知识面广,而编者水平有限,书中谬误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编著者
2015 年 1 月

目 录

CONTENTS

第1章 绪论	001
1.1 目标探测与识别技术的地位与定义	001
1.2 引信目标探测与识别技术的军事需求	001
1.2.1 高新技术弹药发展的需求	001
1.2.2 “新三打三防”战术发展的需求	002
1.2.3 水下反鱼雷的发展需要	005
1.3 目标探测与识别技术对引信发展的意义	005
1.3.1 引信灵巧化发展的需要	006
1.3.2 引信智能化发展的需要	007
1.3.3 引信起爆控制系统发展的需要	008
1.3.4 引信智能化目标识别技术发展的需要	009
第2章 目标特性	011
2.1 地面目标的主要特征	011
2.1.1 坦克的主要特征	011
2.1.2 车辆的主要特征	013
2.1.3 人员的主要特征	014
2.2 空中目标的主要特征	014
2.2.1 背景辐射	014
2.2.2 空中目标及特性	019
2.3 水面与水中目标的主要特征	022
2.3.1 潜艇	022
2.3.2 鱼雷	023
2.3.3 舰船	024

第3章 声探测技术	027
3.1 声传播特性	027
3.1.1 声压、声强与声强级	028
3.1.2 声传播速度及其温湿度的影响	028
3.1.3 空气中声波的衰减	029
3.1.4 多普勒效应	030
3.1.5 风对声音传播的影响	030
3.2 声探测系统	031
3.2.1 传声器及其阵列	031
3.2.2 恒流源供电电路与前置放大器	032
3.2.3 程控放大电路	032
3.2.4 滤波电路	033
3.2.5 模/数转换电路	034
3.2.6 数字信号处理电路	035
3.2.7 辅助电路	035
3.3 时延估计理论	035
3.3.1 广义互相关法	036
3.3.2 相位谱分析时延估计原理	037
3.3.3 端点效应及其消除	038
3.4 被动声定位算法	038
3.4.1 线阵定位算法	038
3.4.2 平面四元方阵定位算法	042
3.4.3 圆阵定位算法	045
3.5 自然风对声探测的影响及其修正	046
3.5.1 风对二传声器声程差的影响	046
3.5.2 风对方位角和仰角的影响	047
3.5.3 风对方位角和仰角的修正公式	047
3.6 双子阵定位理论	048
3.6.1 定位原理	048
3.6.2 定距误差	049
3.7 声探测数据的后置处理	049
3.7.1 卡尔曼滤波器	050
3.7.2 数学模型	050
3.7.3 递推算法	051
3.8 声探测技术在军事中的应用	052
3.8.1 声呐技术在军事上的应用和发展	052
3.8.2 反直升机智能雷弹	055

3.8.3 反狙击武器系统	056
第4章 地震动探测技术	058
4.1 概述	058
4.2 目标运动引起的地震动信号	058
4.2.1 地震波传播理论概述	058
4.2.2 地震波传播理论在地震目标探测中的应用	059
4.3 地震动信号检测系统	061
4.3.1 地震动信号检测系统的组成	062
4.3.2 地震动传感器	062
4.3.3 传感器信号调理与放大电路	068
4.3.4 典型运动目标的震源模型	070
4.4 地震动信号的目标特征分析与识别	070
4.4.1 信号的时域特征分析与识别	070
4.4.2 信号的频域特征分析与识别	071
4.4.3 信号的时-频域特征分析与识别	072
4.5 地震动探测与识别技术在战场侦察中的应用	078
第5章 磁探测技术	081
5.1 概述	081
5.1.1 磁探测的发展	081
5.1.2 磁探测的对象和参量	081
5.1.3 磁探测的种类	082
5.2 磁力法	083
5.3 电磁感应法	084
5.4 电磁效应法	085
5.4.1 霍尔效应法	085
5.4.2 磁阻效应法	087
5.4.3 磁阻传感器的应用	088
5.5 磁共振法	089
5.5.1 磁共振法原理	089
5.5.2 核磁共振磁强计	090
5.6 超导效应法	093
5.6.1 基本原理	093
5.6.2 超导量子磁强计	093
5.7 磁通门法	094
5.7.1 磁通门法原理	094

5.7.2	基本测量电路	096
5.7.3	磁通门法的应用	097
5.8	磁光效应法	097
5.8.1	法拉第磁光效应	097
5.8.2	克尔磁光效应	097
5.9	磁致伸缩磁强计	098
5.10	GMR 效应及 GMR 传感器	099
5.10.1	GMR 效应原理	099
5.10.2	GMR 传感器	100
5.11	磁探测技术的应用	101
5.11.1	线圈法地磁探测用于空炸引信实例	101
5.11.2	水下声、磁复合探测技术及应用	103
第 6 章 激光探测技术		106
6.1	激光探测技术的特点	106
6.2	激光引信探测与识别的作用体制	107
6.2.1	几何截断定距体制	107
6.2.2	距离选通定距体制	109
6.2.3	脉冲鉴相定距体制	110
6.2.4	脉冲激光测距机定距体制	112
6.2.5	伪随机编码定距体制	112
6.3	激光探测的主要光学及电子器件	114
6.3.1	发射及接收光学系统	114
6.3.2	激光与光敏元件	116
6.3.3	窄脉冲大电流电源	118
6.3.4	低噪声光电前置放大器	122
6.3.5	高增益宽频带主放大器的设计	124
6.3.6	精密延时电路	125
6.3.7	鉴相器	126
6.4	激光探测的抗干扰措施	127
6.4.1	各种干扰源的产生机理及特征分析	127
6.4.2	激光引信抗干扰技术	131
6.5	激光探测技术在军事上的应用	133
6.5.1	国外配用激光近炸引信的几种武器系统	136
6.5.2	半主动激光炸点控制应用于穿甲弹	136
6.5.3	激光近炸引信技术在迫弹常规武器上和无人机上的应用	137
6.5.4	激光探测技术的未来发展及应用前景	139

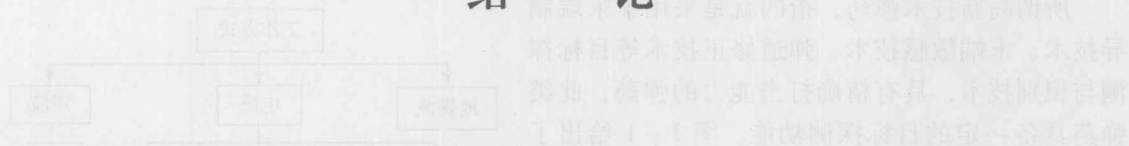
第7章 电容探测技术	141
7.1 概述	141
7.2 电容式传感器基础	141
7.3 电容探测原理	142
7.3.1 双电极式电容探测原理	142
7.3.2 三电极式电容探测原理	143
7.4 电容探测处理电路	145
7.4.1 鉴频式探测	145
7.4.2 电桥式（直接耦合式）探测	146
7.4.3 运算放大器式探测电路	147
7.4.4 模拟电路信号处理	148
7.5 电容探测的应用	149
7.5.1 电容探测在液面探测中的应用	149
7.5.2 电容探测在近炸引信中的应用	149
第8章 毫米波探测技术	152
8.1 毫米波探测的物理基础	152
8.2 毫米波探测的特点	153
8.2.1 毫米波探测的特点	153
8.2.2 毫米波近感技术的特点	154
8.3 辐射模型及被动金属目标识别	155
8.3.1 辐射方程	155
8.3.2 辐射温度模式	156
8.3.3 物体的毫米波反射率和发射率	156
8.3.4 利用辐射差异来识别金属目标	157
8.3.5 主动式毫米波探测器对金属目标的识别	158
8.4 毫米波辐射计的距离方程	159
8.5 毫米波辐射计的探测原理	161
8.5.1 辐射计体制的选择	161
8.5.2 毫米波天线	162
8.5.3 中频放大器	164
8.5.4 视频放大器设计	165
8.6 毫米波探测技术的应用	167
8.6.1 毫米波雷达	167
8.6.2 毫米波制导系统	168
8.6.3 毫米波辐射计	169

第9章 红外探测技术	171
9.1 红外辐射的基础知识	171
9.1.1 红外线的发现和本质	171
9.1.2 电磁波谱	171
9.1.3 红外辐射特性	173
9.2 红外探测技术的研究与发展	173
9.2.1 红外探测的研究意义	173
9.2.2 红外探测器及技术的发展	174
9.3 红外技术的基本理论	175
9.3.1 红外辐射度学基础	175
9.3.2 红外辐射的基本定律	177
9.4 红外探测器概述	179
9.4.1 红外探测器分类	179
9.4.2 红外探测器的性能参数	182
9.4.3 红外探测器的特性	187
9.4.4 红外探测器的使用 and 选择	188
9.5 几种常见的红外探测器	189
9.5.1 光电导探测器	189
9.5.2 光伏探测器	191
9.5.3 SPRITE 探测器	192
9.5.4 几种单晶半导体红外探测器	194
9.5.5 几种主要的热探测器	195
9.5.6 PSD 传感器及其应用	197
9.5.7 双色红外探测器	197
9.5.8 其他探测器	201
9.6 红外系统及其应用	203
9.6.1 红外系统的概念及红外仪器的基本结构	203
9.6.2 红外系统的类型	204
9.6.3 红外仪器的基本特性	205
9.6.4 红外仪器的应用	205
9.6.5 目标红外探测系统	206
9.6.6 红外跟踪系统	208
9.6.7 红外搜索系统	210
9.6.8 红外热成像技术	211
9.7 红外技术在军事上的应用	212

第 10 章 全球卫星定位技术	215
10.1 GPS 系统及其定位原理	215
10.2 北斗定位与导航技术	218
10.2.1 北斗卫星导航试验系统	218
10.2.2 BDS 北斗卫星导航系统	221
10.2.3 北斗卫星导航系统的定位原理	226
10.2.4 北斗卫星导航系统的应用	227
10.3 GPS 导航技术在军事上的应用	229
第 11 章 目标识别技术	233
11.1 概述	233
11.1.1 目标识别及其基本概念	233
11.1.2 模式识别系统	234
11.2 信号的特征提取和选择	235
11.2.1 基本概念	235
11.2.2 最优特征提取和选择算法	237
11.3 目标识别技术	241
11.3.1 统计模式识别	241
11.3.2 句法结构模式识别	245
11.3.3 神经网络模式识别	247
11.3.4 模糊模式识别	250
11.3.5 数据融合识别技术	258
11.4 目标识别技术的应用	266
11.4.1 目标识别技术在地面运动目标识别中的应用	266
11.4.2 自动目标识别技术在导弹中的发展和应用	269
参考文献	277

第1章

绪 论



1.1 目标探测与识别技术的地位与定义

目标探测与识别是一门综合多学科的应用技术,它涉及的学科领域有传感器技术、测试技术、激光技术、毫米波技术、红外技术、近代物理学、固态电子学、人工智能技术、海陆空武器系统、引信技术等。它的主要目的是采用非接触的方法探测固定或移动的目标,通过识别技术,完成对受控对象的控制任务。例如:在公路上行驶的汽车,遇到浓雾天气,在行驶过程中为了避免追尾,汽车工程师在汽车前端设计安装一种定距探测装置,根据探测到的两车距离控制行车速度,从而避免汽车追尾事故的发生。另外,在精确打击武器系统中,快速探测到被攻击的目标,根据目标的特性决定攻击时刻、攻击位置也是十分重要的。

近十几年,随着现代科学技术的飞速发展,目标探测与识别技术发生了日新月异的变化,在工业、农业,特别是军事斗争的需求牵引下,毫米波探测、激光定距探测、主被动声探测、磁探测、地震动探测等都有了极大的技术进步。在现代武器中,为了达到最佳作用效能,需要引信实时判断弹体本身或弹目相对位置,甚至对目标进行识别,对引信提出了更高的要求,因而引信目标探测与识别具有重要的意义。

引信目标探测与识别没有严格的定义,根据引信的需要和用途,给出如下定义。

引信目标探测与识别是指引信通过对固定或移动目标进行非接触测量,测量的信号包含距离、位置、方位角或高度信息等,测量到的信号经过设计的识别方法能正确地给出相关的信息,为引信的起爆控制策略提供输入参数。以上过程中所采用的技术统称为引信目标探测与识别技术。

1.2 引信目标探测与识别技术的军事需求

1.2.1 高新技术弹药发展的需求

自1991年1月17日开始的历经42天的海湾战争,是以美国为首的多国部队同与之军事实力相差极为悬殊的伊拉克之间的战争,是一场现代技术条件下陆、海、空、天、电磁环境五维一体的各种高新技术武器的综合较量。美国依靠高新技术,在38天的空中轰炸期间,摧毁了伊拉克近50%的军事实力,在随后的4天地面战争中,打垮了伊军部署在前线43个师中约37个师的作战能力。此次战争使伊军前线的4280辆坦克损失了2000多辆,2880

辆装甲车损失了 1 500 辆，基本上摧毁了伊军前线部队的军事实力。在 1999 年 3 月 24 日至 6 月 10 日发生的科索沃战争中，以美国为首的北约采用大规模空袭为作战方式，凭借占绝对优势的空中力量和高技术武器，对南联盟的军事目标和基础设施进行了连续 78 天的轰炸，造成了 1 800 人死亡，6 000 多人受伤，12 条铁路被毁，50 座桥梁被炸，20 所医院被毁，40% 的油库和 30% 的广播电视台受到破坏，是 20 世纪末一场重要的高技术局部战争。战争中大量使用了精确制导武器，使弹药的命中精度与毁伤效果有了“质”的飞跃。

所谓高新技术弹药，指的就是采用了末端制导技术、末端敏感技术、弹道修正技术等目标探测与识别技术，具有精确打击能力的弹药，此类弹药具备一定的目标探测功能。图 1-1 给出了常用的目标探测工作方式，其中末制导技术根据制导的方式不同，分别可使用可见光、红外、毫米波、声、静电等探测技术。通过目标识别，控制弹丸跟踪、命中目标。目前正在发展和实际采用的制导方式有自主式制导系统、遥控制导系统、寻的制导系统和复合制导系统，其中 20 世

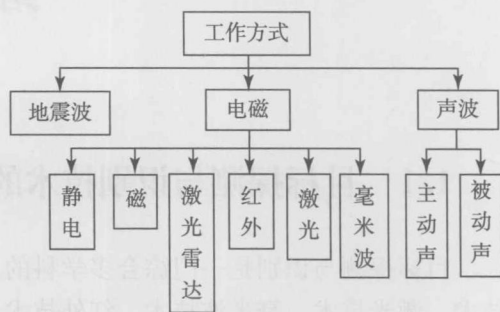


图 1-1 常用的目标探测工作方式

纪 80 年代装备部队并在战场上使用的主要产品有美国的 M712 Copperhead “铜斑蛇” 激光制导炮弹和苏联/俄罗斯的“红土地” 2K25 式激光末制导炮弹系统。末端敏感技术主要用在末端敏感炮弹（简称末敏弹）上，它是用火炮发射的一种“发射后不用管”的子母炮弹，该弹飞抵目标区域后，引信开仓抛出敏感子弹，在敏感子弹的整体旋转过程中，依靠弹上的传感器对地面进行扫描，自动探测目标，在发现目标的同时，识别出子弹与目标之间的相对空间位置，再依靠爆炸成型装药毁伤目标，末敏弹没有制导系统，它只探测、识别目标，而不追踪目标，末敏弹常用的探测器有毫米波探测器、红外探测器、双色红外探测器等。弹道修正技术用在炮弹上，有两种修正方式：一种是自主修正，采用传感器和卫星定位信息测出实际飞行弹道和理想弹道的差别，并进行修正；另一种是半自主修正，炮弹在飞行中的弹道参数和目标参数通过地面站测定，并向炮弹发射出修正信号，弹上只完成接收信号和控制弹丸运动的工作。除此之外，弹道修正弹还可以把来自弹载的全球定位系统（GPS）接收机或其他类似接收机通过探测系统测得的弹道信息传回给火炮，使射击指挥系统通过弹丸飞行中的实测参数来修订发射火炮的装定诸元，以提高后续炮弹的命中精度。

1.2.2 “新三打三防” 战术发展的需求

随着国际形势发生变化，中国人民解放军在 20 世纪 90 年代末提出了“新三打三防”为内容的军事训练科目。

所谓“新三打”，就是指打武装直升机、打巡航导弹、打隐形飞机。

武装直升机是配有机载武器和火控系统，用于空战或对地面、水面或水下目标实施空中攻击的直升机的统称，包括各种攻击直升机、歼击直升机以及装有机载武器和火控系统的其他直升机，如美国的“阿帕奇”攻击直升机、俄罗斯的“蜗牛”反潜直升机、法国的“黑豹”攻击/空战直升机、印度的“印度豹”攻击直升机等。武装直升机具有低空突防、防空雷达难于探测的优点，因而在现代战争中发挥出日益重要的作用。例如，2003 年 4 月 20 日

美英联军对伊拉克战争中,武装直升机起到了对地面控制的关键作用,迫使伊拉克士兵只能分散作战,不能形成大规模的战役决战。在这种非线性、不对称战争中,传统的防空武器面临巨大的挑战。为对抗武装直升机对地面设施和人员带来的威胁,智能雷弹突破传统的观念向空中拓展,主要作用是摧毁敌方超低空飞行的直升机,或利用密集布置的智能雷弹迫使敌机高飞,从而使其暴露于其他防空武器的火力之中。智能雷弹如图1-2所示,其声传感器可探测1 000 m左右直升机螺旋桨产生的噪声。一旦分析出这种信号,雷弹锁定其频率,当信号或噪声增加到一定水平时,第二个探测系统(红外或地震动)开始工作,它能探测到直升机的接近距离或敏感到直升机主旋桨下降气流产生的大气压力变化,一旦到达预定的距离或压力变化时,雷弹可被弹射到一定的高度并爆炸,毁伤直升机。声和红外的复合探测技术也可以用于攻击巡航导弹。

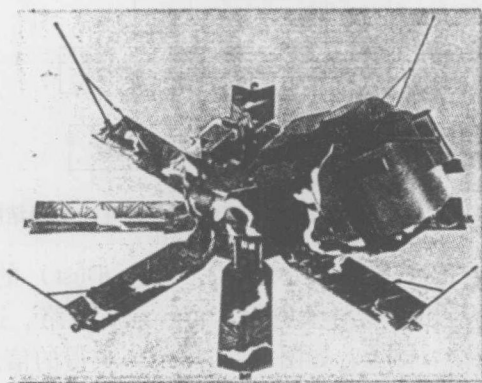


图1-2 智能雷弹

巡航导弹是指以巡航状态在大气层内飞行的有翼导弹,是一种智能型的精确打击武器。巡航导弹能够自动控制导航,利用喷气发动机推进,以最有利的速度和高度飞行,进行超低空突防。典型的巡航导弹包括美国的BGM-109“战斧”式巡航导弹、AGM-86C型空射巡航导弹、俄罗斯的SA-15萨姆空射对地巡航导弹及中国的长剑-10陆基巡航导弹。对于巡航导弹的主要预警技术包括远程地面雷达预警技术、近程雷达预警技术、光学、夜视和声学技术等。

隐形飞机是广泛采用低可探测技术或目标特征控制技术的飞机,它不易被探测系统发现,具有较强的隐蔽性、生存力和作战能力。典型的隐形飞机包括美国的B-2A战略轰炸机、F-22隐形战斗机,俄罗斯的Su-47“金雕”式战斗机等。对于隐形飞机的主要战术手段之一就是要加强预警,及时发现。包括改进常规雷达探测性能、研制不同波段的新型雷达、利用空中和天基探测系统、采用特殊体制雷达、采用光电探测设备等,实现组网预警、接力开机、空地一体、立体预警的预警系统。

新“三防”指的是防侦察、防电子干扰和防精确打击。

侦察监视是指利用高性能的侦查探测系统进行全时域、大空域,甚至覆盖全球的侦察与监视,从而在战时和平时都可以迅速、准确、全面掌握地方的情况,为实时采取相应的对策提供依据。在防侦察方面,随着传感器的发展和信息革命的到来,侦察信息的获取和处理已进入一个全新的时期,如无人值守传感器系统(UGS)就是各国正在发展的防侦察、对地面目标探测、对战场监视的手段之一。作为对空中目标探测以及区域入侵报警的装备,它一般

设置在地面上,通过多种传感器自动收集远距离目标的信息而无须人工干预,并与控制中心通信,具有极好的抗干扰性和保密特性。多传感器探测与控制网络系统的功能结构如图 1-3 所示,地震动/声传感器和红外复合探测入侵信息,通过基本模块及处理电路把信息通过天线发向指挥系统。

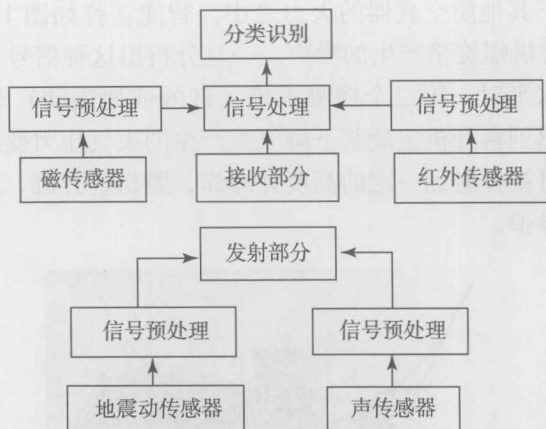


图 1-3 多传感器探测与控制网络系统的功能结构

在战场侦察方面,美国正在开展灵巧灰尘(Smart Dust)的研究,灵巧灰尘是使用 MEMS 技术把大量的传感器与相关电路微型化,而后构成网络。这些灵巧灰尘可悬浮在空中,对地面各种活动进行侦察、摄像,如图 1-4 所示,获得的信息经微处理器和微控制器处理后,通过射频发射机传输给网络系统。

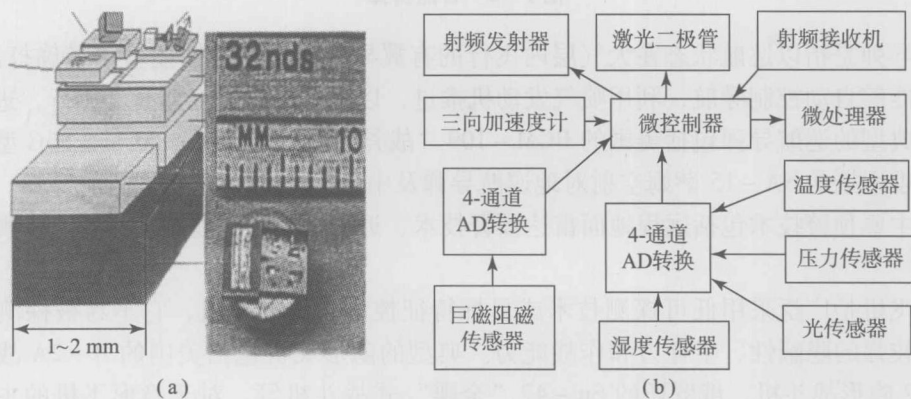


图 1-4 灵巧灰尘结构

(a) 结构图; (b) 原理框图

电子干扰是指人为地发射或转发某种电磁波,或者使用某些器材反射或吸收电磁波,以扰乱、欺骗敌人的电子设备,降低其效能或使之失效。防电子干扰的方法包括通信反干扰、雷达反干扰、光电反干扰等,如果能准确探测出电子干扰的信号或目标特征,防电子干扰就能做到有的放矢、快速高效。

精确制导武器是采用精确制导系统,具有很高命中精度的导弹和制导弹药的统称。其中导弹是依靠自身动力装置进行飞行、由制导系统依据所设定的导引规律(如追踪法、平行接近法和比例导引法等)导引和控制其飞行路线并导向目标的武器;精确制导弹药是指自

身无动力装置,其弹道的初始段、中段需要借助火炮发射或飞机投掷的精确打击弹药。精确制导弹药分为末制导弹药和末敏弹两种,前者主要有制导炮弹、制导炸弹、制导地雷、制导鱼雷等,后者主要指一些反装甲、反集群目标的精确子弹药。防精确打击的拦截手段包括反导防空系统拦截和近程常规武器拦截,其首要条件都是需要快速、精确地探测与识别目标并预判其运动轨迹。

1.2.3 水下反鱼雷的发展需要

自19世纪鱼雷问世到21世纪的今天,世界各国在鱼雷的研制方面都有了长足的进展。西方主要国家的由水面舰艇发射的反舰鱼雷虽然已被舰对舰导弹所代替,但是潜艇作为一种隐蔽的鱼雷运载工具和发射平台,随着其技术的发展及发射的鱼雷越来越先进,对舰船的威胁从某种意义上讲比反舰导弹更严重。例如,早在1943年9月16日,一艘德国潜艇发射了声自导鱼雷,10 min之内就击沉了3艘英国驱逐舰,在1982年英阿马岛海战中,英核潜艇“征服者”号对阿根廷海军的“贝尔格拉诺”战斗群发动鱼雷攻击,“征服者”号发射了3枚MK-8鱼雷,两枚射向“贝尔格拉诺”号巡洋舰,一枚射向一艘老式护卫舰,巡洋舰被击中后当即沉没,由于从护卫舰底穿过的鱼雷引信没有作用才使护卫舰侥幸逃脱。因此,现代海战中,水下反鱼雷技术是迫切需要的。目前,反鱼雷技术归纳起来分为“硬杀伤”“软杀伤”和“非杀伤”三种类型。其中“硬杀伤”是直接探测到来袭鱼雷,采用某种手段将其摧毁;“软杀伤”是探测到来袭鱼雷后,依靠施放各种假目标,如干扰器、声诱饵等干扰或诱骗来袭鱼雷,使鱼雷偏航或能源耗尽后自沉;“非杀伤”是指采用消声、隐形等技术,降低目标回波强度,对抗鱼雷自导系统的检测能力,使其丢失目标。在反鱼雷技术方面,无论是“硬杀伤”还是“软杀伤”方式,探测到鱼雷来袭的方位、距离是十分重要的,目前,常采用的是声呐、磁探测技术或两者的复合技术,声磁复合诱饵雷弹及其引信如图1-5所示。声呐用来探测鱼雷的来袭方位,磁探测确定袭鱼雷的距离,在设定距离内起爆反鱼雷的鱼雷,摧毁敌方鱼雷。

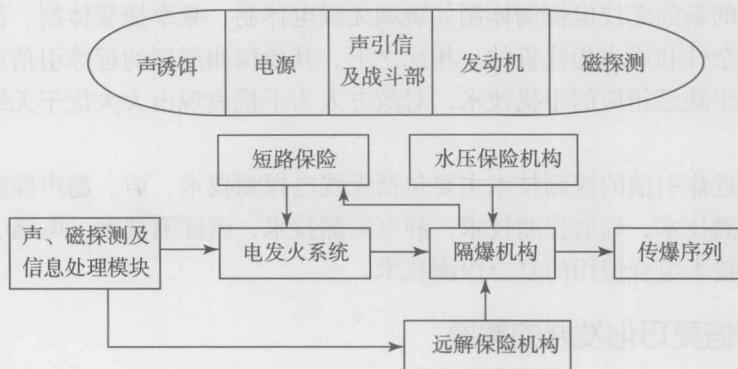


图 1-5 声磁复合诱饵雷弹及其引信

1.3 目标探测与识别技术对引信发展的意义

引信是利用目标信息和环境信息,在预定条件下引爆或引燃战斗部装药的控制装置或系

统。现代引信的主要功能包括起爆控制、安全控制、命中点控制和发动机点火控制。

引信技术的概念在武器装备需求的强力牵引和高新技术发展的推动下有较大发展,现代引信技术通过先进的传感器和数字技术的引入以提高弹药的整体性能为基础,强调了引信对目标的探测、识别以及抗干扰和起爆控制能力,而目标探测和识别功能的实现则是引信灵巧化和智能化的前提。

现代弹药系统中普遍使用各种近炸引信。近炸引信能够大大提高弹药的毁伤效能,如各种导弹、火箭弹、航空炸弹和中大口径炮弹配用的近炸引信,甚至有向小口径弹药发展的趋势,如小口径防空弹药、要求空炸的小口径枪榴弹等。随着现代战争的发展和战场环境的复杂化,对各种近炸引信的性能也提出了越来越高的要求,如对目标精确定位并选择最佳起爆位置与起爆方向、对目标的探测识别能力、抗自然和人为干扰能力等。然而由于各种弹药配用的近炸引信的作用环境、作用对象及要求近炸引信提供的目标、环境信息的内容等各不相同,使得单纯使用一种或几种探测手段难以满足不同近炸引信的战术、技术要求,或难以得到较优的性能指标。

近炸引信起源于20世纪30年代,自1943年无线电近炸引信开始装备部队以来,在以后的较长时间内,无线电波成为近炸引信的主要探测手段,得到广泛的应用。随着现代科学技术的发展,各种各样探测原理的近炸引信使用范围越来越广泛。促使近炸引信采用新探测原理的原因主要有以下三点。

①随着现代科技的飞速发展,各种探测原理在理论和器件制作技术上的成熟为新探测原理在近炸引信中的实际应用奠定了理论和物质基础。

②现代武器系统对近炸引信提出了更加苛刻的要求,首先是探测能力,从简单的定位、定距到目标识别、环境识别;其次是使用条件和使用环境的恶化和复杂化。而各种探测手段都具有由其本质属性决定的优势与不足,为满足各种近炸引信的不同技术、战术要求并得到最优的系统性能,发展多种近炸探测原理并加以复合成为必然的发展趋势。

③无线电近炸引信发展的同时,针对无线电近炸引信的干扰技术也同步发展,为解决抗干扰问题而提出的新的无线电探测体制如跳频无线电体制、频率捷变体制、伪随机编码体制等都是以增加复杂性和成本为代价的。相比之下,其他探测原理的近炸引信或者是由于其本质特性或者是由于缺乏相应的干扰技术,对敌方人为干扰表现出大大优于无线电近炸引信的抵抗能力。

目前应用于近炸引信的探测技术主要包括无线电探测技术,声、超声探测技术,红外探测技术,激光探测技术,辐射探测技术,静电探测技术,磁探测技术,电感、电容探测技术及以上各种探测技术组合使用的复合探测技术。

1.3.1 引信灵巧化发展的需要

为了充分发挥引信技术在弹药“灵巧化”进程中的作用,非制导武器弹药“灵巧化”使武器系统各部件之间的相对独立设计发展为以提高总体性能为目的的系统一体化设计。武器系统各部件之间信息互相利用、资源共享、功能互补、互相渗透的趋势越来越明显,部件间的界限越来越模糊,各部件作为自封闭独立物理实体的设计概念日趋淡化,而系统的综合功能越来越强。正是在这种背景下,非制导武器弹药“灵巧化”赋予了引信更新、更多、更重要的功能,国外在灵巧弹药寻的引信方面开展了深入的研究,典型的实例有美国的