

近炸引信原理

(第二版)

崔占忠 宋世和 徐立新 编著

02

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

近炸引信原理

(第2版)

崔占忠 宋世和 徐立新 编著

 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

近炸引信原理 / 崔占忠, 宋世和, 徐立新编著. —2 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2005. 5

ISBN 7-5640-0504-1

I. 近… II. ①崔… ②宋… ③徐… III. 近炸引信 IV. TJ43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 043024 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 16

字 数 / 359 千字

版 次 / 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

印 数 / 1~2000 册

定 价 / 25.00 元

责任校对 / 郑兴玉

责任印制 / 刘京凤

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

再版前言

本书自1998年出版后,被几个学校引信专业选为本科生教材和硕士研究生主要参考书,相关研究所和工厂也有较多的研究人员将其作为科学研究工作的参考书。现应广大读者和使用单位的要求,特进行再版。

本次再版对已发现的原书一些印刷错误进行了改正,对发现的观点错误也做了修改,并根据科学和专业的发展对有些过时的名词、术语做了些变化。特别是由于专业上更习惯把“近感引信”称为“近炸引信”,尽管两种说法含义相同,为了照顾到专业习惯,特把书名由原“近感引信原理”改为“近炸引信原理”。

在本次再版过程中,徐立新副教授对全书的语言叙述、数学公式、图表曲线进行了认真的修改,因此在作者中增加了他的名字。

尽管本次再版我们根据读者的意见做了认真的修改,但由于作者水平所限,错误和不妥之处仍在所难免,恳请读者不吝赐教。

作者
2005年2月

出版说明

在 21 世纪即将来临之际,根据兵器工业科技与经济发展对于人才素质和质的要求,兵器工业总公司教育局组织兵工专业教学指导委员会制定了《兵器工业总公司“九五”教材编写与出版规划》。在制定规划的过程中,我们力求贯彻国家教委关于“抓重点,出精品”的教材建设方针,根据面向 21 世纪军工专业课程体系和教学内容改革的总体思路,本着“提高质量,保证重点”的原则,精心遴选了在学校使用两遍以上、教学效果良好的部分讲义列入教材规划,兵工专业教学指导委员会的有关专家对于这些规划教材的编写大纲都进行了严格的审定。可以预计,这批“九五”规划教材的出版将促进兵工类专业教育质量的提高、教学改革的深化和兵器科学与技术的发展。

本教材由著名引信专家张龙山研究员主审。

殷切地希望广大读者和有关单位对本教材编审和出版中的缺点与不足给予批评指正。

一九九七年八月十七日

前 言

本书是供大学本科近炸引信专业学生使用的教材,同时也是引信技术行业科技工作者的必备读物。本书是作者在总结多年教学经验的基础上,并尽可能地把作者本人和有关部门的科研成果充实到教材中来的结果。因此可以说,这本教材是引信技术专业广大教育和科技工作者多年工作的总结。

本书以介绍各种体制近炸引信的探测原理为主,着重讲述近炸引信的一些基本概念。

全书共分十章。第二、六、八、九章由崔占忠执笔,第一、三、四、五、七、十章由宋世和执笔,全书由崔占忠统稿。

感谢主审张龙山研究员对全书提出了宝贵的修改意见。

感谢在本书写作过程中从各方面给予支持和帮助的同志们。

由于作者水平所限,错误和不妥之处在所难免,恳请读者不吝赐教。

作 者

1997年8月

目 录

第一章 概论	(1)
§ 1.1 引信在武器系统中的地位及发展	(1)
§ 1.2 引信的功能及作用	(5)
1.2.1 引信的功能及其定义	(5)
1.2.2 引信的组成及作用过程	(5)
1.2.3 引信的爆炸序列	(8)
§ 1.3 近炸引信的作用原理	(10)
§ 1.4 对引信的要求	(13)
1.4.1 安全性	(13)
1.4.2 可靠性	(14)
1.4.3 引爆特性	(15)
1.4.4 抗干扰性	(15)
1.4.5 长期储存稳定性	(16)
1.4.6 环境温度适应性	(16)
1.4.7 经济性	(17)
1.4.8 使用性能	(17)
1.4.9 引信标准化	(17)
§ 1.5 引信的分类	(18)
1.5.1 按与目标的关系分类	(18)
1.5.2 按与战斗部的关系分类	(19)
§ 1.6 引信作用示例	(20)
第二章 多普勒无线电引信	(22)
§ 2.1 多普勒无线电引信的探测原理	(22)
2.1.1 多普勒效应	(22)
2.1.2 弹目接近过程中多普勒频率变化的规律	(25)
§ 2.2 自差式多普勒无线电引信与目标的关系	(26)
2.2.1 空中目标	(27)
2.2.2 地面目标	(30)
§ 2.3 外差式多普勒无线电引信与目标的关系	(31)
2.3.1 空中目标	(31)
2.3.2 地面目标	(32)
§ 2.4 自差式多普勒无线电引信分析	(33)
2.4.1 对地火箭弹无线电引信	(33)
2.4.2 航弹无线电引信	(38)
2.4.3 82mm 迫击炮弹无线电引信	(39)

2.4.4	榴弹无线电引信	(42)
§ 2.5	外差式多普勒无线电引信分析	(54)
2.5.1	引信的组成	(54)
2.5.2	微波敏感装置	(55)
2.5.3	引信的作用过程	(66)
第三章	调频无线电引信	(68)
§ 3.1	调频系统信号的分析	(68)
3.1.1	差频信号的频谱分析	(68)
3.1.2	差频信号的时域分析	(73)
§ 3.2	调频测距引信	(75)
3.2.1	调频测距引信实例	(76)
3.2.2	调频测距引信调制参数的选择原则	(82)
§ 3.3	调频多普勒引信	(83)
3.3.1	调频多普勒引信的原理	(83)
3.3.2	调频多普勒引信参数的选择	(84)
§ 3.4	调频比相引信	(85)
第四章	脉冲无线电引信	(88)
§ 4.1	脉冲测距引信	(88)
4.1.1	脉冲测距引信基本工作原理	(88)
4.1.2	某地对空导弹的脉冲测距引信	(90)
§ 4.2	脉冲多普勒引信	(94)
4.2.1	脉冲多普勒引信的工作原理	(94)
4.2.2	有关参数的选择原则	(96)
第五章	噪声无线电引信	(100)
§ 5.1	噪声信号的特征	(100)
5.1.1	噪声的相关函数	(101)
5.1.2	噪声的频谱与相关函数的关系	(102)
5.1.3	几种噪声谱和自相关函数	(103)
§ 5.2	相关噪声引信的工作原理	(106)
§ 5.3	反相关噪声引信的工作原理	(108)
§ 5.4	伪随机码调制无线电引信的工作原理	(110)
5.4.1	序列和波形的相关函数	(112)
5.4.2	伪随机码调相的等幅连续波引信系统	(113)
§ 5.5	国内外伪随机码调制无线电引信发展概况	(114)
5.5.1	伪随机码和脉冲多普勒复合调制引信	(115)
5.5.2	相位编码脉冲多普勒引信	(116)

5.5.3 多距离门伪随机码调相脉冲多普勒引信	(117)
第六章 毫米波近感引信	(118)
§ 6.1 毫米波近感技术基础	(118)
6.1.1 环境对毫米波传播的影响	(118)
6.1.2 辐射模型及被动式目标识别	(122)
§ 6.2 毫米波引信原理	(125)
6.2.1 物体的电磁辐射特性	(125)
6.2.2 天线温度	(127)
6.2.3 毫米波探测器(全功率辐射计)原理	(128)
6.2.4 距离方程	(131)
§ 6.3 毫米波调频测距引信	(133)
6.3.1 引信射频部分	(133)
6.3.2 信号处理	(134)
§ 6.4 毫米波高频比相引信	(135)
6.4.1 天线	(135)
6.4.2 高频系统	(136)
6.4.3 中频系统	(137)
6.4.4 二次混频系统	(138)
§ 6.5 毫米波目敏引信	(138)
6.5.1 远射程毫米波敏感弹(SADARM)	(138)
6.5.2 直射式毫米波敏感弹(STAFF)	(139)
6.5.3 敏感弹目敏引信原理	(140)
第七章 光引信	(143)
§ 7.1 概述	(143)
§ 7.2 目标和背景的辐射特性	(144)
7.2.1 空中目标	(145)
7.2.2 地面目标	(146)
7.2.3 水上目标	(147)
7.2.4 背景辐射	(147)
§ 7.3 红外引信的基本原理	(148)
7.3.1 敏感装置	(148)
7.3.2 红外引信工作波长的确定	(153)
7.3.3 红外引信接收系统的方向图	(155)
7.3.4 双支路红外引信分析	(159)
§ 7.4 激光引信作用原理	(162)
7.4.1 激光的基本知识	(162)
7.4.2 激光引信工作原理	(165)

7.4.3 激光引信主要技术参数的确定	(167)
第八章 电容近炸引信	(170)
§ 8.1 电容近炸引信原理	(171)
§ 8.2 电容近炸引信的探测器	(172)
8.2.1 鉴频式探测器	(172)
8.2.2 电桥式(直接耦合式)探测器	(174)
§ 8.3 电容近炸引信的电路分析	(176)
8.3.1 模拟电路信号处理器	(176)
8.3.2 数字电路信号处理器	(177)
§ 8.4 电容近炸引信的点火电路	(180)
8.4.1 TWH8751 的主要性能特点	(180)
8.4.2 TWH8751 在电容近炸引信中的应用	(181)
8.4.3 点火电路可靠性、安全性分析	(181)
§ 8.5 电容近炸引信的特点	(182)
第九章 其他探测体制的引信	(184)
§ 9.1 磁引信	(184)
9.1.1 概述	(184)
9.1.2 一种反坦克导弹用主动式磁引信	(184)
9.1.3 一种航弹用被动式磁引信	(186)
§ 9.2 电子时间引信	(190)
9.2.1 概述	(190)
9.2.2 电子时间引信	(191)
9.2.3 装定器	(192)
§ 9.3 声引信	(193)
§ 9.4 复合引信	(195)
9.4.1 概述	(195)
9.4.2 水雷用声-磁复合引信	(196)
9.4.3 电容-微波复合引信	(196)
第十章 近炸引信总体设计的有关问题	(200)
§ 10.1 引言	(200)
§ 10.2 目标和弹的坐标系及其转换	(200)
10.2.1 地面坐标系	(201)
10.2.2 弹体坐标系	(203)
10.2.3 目标坐标系	(203)
10.2.4 相对速度坐标系	(203)
10.2.5 坐标系之间的转换	(204)

§ 10.3 单发杀伤概率·····	(207)
10.3.1 引信启动区·····	(208)
10.3.2 引信启动概率·····	(210)
10.3.3 战斗部破片飞散特性·····	(212)
§ 10.4 引战配合·····	(216)
10.4.1 引战配合的意义·····	(216)
10.4.2 引战配合效率概念·····	(217)
10.4.3 影响引战配合的基本因素·····	(218)
10.4.4 引战配合设计与研究的方法·····	(221)
10.4.5 改善引战配合的技术措施及发展趋势·····	(222)
§ 10.5 抗干扰技术·····	(223)
10.5.1 引信抗干扰的特点·····	(223)
10.5.2 引信抗干扰的一般原则·····	(224)
10.5.3 引信抗干扰的技术措施·····	(225)
10.5.4 引信抗干扰技术的发展方向·····	(229)
§ 10.6 引信的可靠性·····	(229)
10.6.1 引信可靠性的定义·····	(229)
10.6.2 引信可靠性的理论基础·····	(230)
10.6.3 系统的可靠性·····	(233)
10.6.4 引信无线电部分的可靠性·····	(236)
参考文献 ·····	(239)

第一章 概 论

§ 1.1 引信在武器系统中的地位及发展

武器系统的作用就是对预定的目标造成最大程度的损伤和破坏。在现代战争中,一般是海陆空诸兵种协同作战,遇到的目标种类很多,因而对武器系统提出了更高的要求。同时,随着现代科学技术的发展,出现了一些新式武器系统,作战威力不断提高,并使武器系统的概念大大扩展了。例如,激光、次声、甚至人工控制气象等,都可以作为一种武器来对付敌人,但是绝大多数武器仍是利用烈性炸药的爆炸所释放出的能量来摧毁目标。

早在古代,人们就认识到使用投射物作为战争工具要比徒手搏斗优越。任何一种投射工具都可以看成是延长使用者双手的手段,如使用弓可以把箭射到比用手直接投击更远的地方。弩则进一步利用人体的力量或畜力,把投射物射得更远。中国古代火药的发明则是技术上的一个飞跃,利用火药燃烧释放的能量可显著地增大投射物的射程,于是出现了火炮。与此同时,人们也想方设法使投射物的破坏作用超过它本身动能所起到的破坏作用,即提高其威力。例如,在箭头上涂上毒药;在箭杆上绑上燃烧物以引起敌营着火,等等。火药出现后,不仅用它作为推进剂以增大投射物的射程,同时还用它制造燃烧和爆炸性的武器来增大其破坏作用。我国宋代庆历四年(公元 1044 年)的《武经总要》已记载有制造火药的配方及用火药和其他成分制造的毒药烟球、蒺藜火球、霹雳火球等兵器的构造及制造和使用方法。当时引燃这些兵器用的是铁锥,将铁锥烧红,用它把球壳熔热以引燃其内火药。以后改为火药捻子引燃,明代永乐十年(公元 1413 年)出版的《火龙经》中称这种火药捻子为“信”或“药信”,引信这一术语就是由此产生的。在《天工开物》中,已将“信”与“引信”通用。可见,引信的出现是与中国古代火药的发明和使用直接相关的,它从最初引火的“信”发展到今天的“引信”,经历了深刻而巨大的变革。“引信”已被现代科学技术赋予了新的内容。

现代的武器系统主要包括炮弹、火箭弹、导弹、航空炸弹、原子弹、鱼雷、水雷、地雷、手榴弹等和它们的发射、运载、投放、布设装置。这些武器系统都需要引信。在上述各种弹中多装有炸药或其他装填物,利用它们在遇到目标时产生爆炸来完成对目标的杀伤和摧毁的任务。但是炸药爆炸是有条件的:一是必须外加足够的起始能量去引爆;二是必须控制在特定的时机起爆,以保证给目标造成最大的毁伤,而在运输、储存、发射中都不允许爆炸。对充分发挥弹药的威力来说,如果将运载系统作为第一控制系统,则引信是第二控制系统,而且控制的是对目标作用的最后一个环节。

引信是随着目标、战斗部以及作战方式和科学技术的发展而不断发展的,它的功能在不断完善,对引信的认识在不断深化,有关引信的概念也在不断发展。

为了更进一步认识引信在武器系统中的重要作用及地位,让我们回顾一下引信的发展历史,同时也可从中看出是什么在推动引信的发展。

在战争中,目标与战斗部处于直接对抗的状态。战斗部要摧毁目标,目标以各种方式抵抗

或干扰战斗部的攻击。这种摧毁与反摧毁的对抗是目标与战斗部发展的一个动力。现代战争中有各种各样的目标,它们各自的存在条件(空中、地面、地下、水面、水下等)、物理特性(高速、低速、静止、热辐射、电磁波反射、磁性等)和防护性能(强装甲防护、钢筋水泥防护、土木结构防护、无防护等)千差万别。为了有效摧毁目标,就必须发展各式各样的战斗部,例如杀伤的、爆破的、燃烧的、破甲的、穿甲的、碎甲的、生物的、化学的、心理的、核能的以及它们的组合,等等。这些战斗部都有各自的相对目标起作用的最佳位置,那么就要求所配用的引信首先要根据目标特点来识别目标的存在,使战斗部在相对目标最佳位置时起爆以充分发挥作用。这个位置随战斗部的类型和威力不同而不同,为满足这一要求,必须研究设计出各种不同原理的引信。

例如,最常见的地面有生目标的特点是:防护能力弱,分散面积大。摧毁这种目标的有效手段是用杀伤战斗部,要求战斗部的杀伤破片尽可能多地打到目标上。因此采用装有瞬发作用的引信使炮弹落入敌阵地,在地面上爆炸,这就是具有瞬发作用的触发引信。这种引信简单可靠,但杀伤效果并不理想,因触发引信是靠碰地引爆战斗部,即使其瞬发度再高,也会有一部分破片钻入土中而不能发挥作用。根据实验,76 mm 口径的炮弹,当炸坑深度为 33 cm 时,杀伤效果将降低一半;当炸坑深度为 45 cm 时,杀伤效果基本上近于零。此外,即使炸坑较浅,对卧倒在地或在战壕里的人、马,杀伤效果也几乎为零。如果能使炮弹距地面一定高度爆炸,使杀伤破片自上而下地打击地面或坑内的敌人,杀伤效果就会显著提高。在近炸引信未出现前,为了使炮弹配备触发引信也能实现空炸,人们采用跳弹射击的方法,即所谓跳弹空炸。即当近程射击(3~5 km)、落角不大于 20° 时,炮弹落地时引信开始起作用,但不立即引爆弹丸,等炮弹从地面跳起,在离地面 0.5~6 m 的高度范围内引爆弹丸,其效果与空炸相同。这就要求触发引信具有短延时作用。跳弹射击受地形、地质和射程的限制,因此跳弹率不稳定,而且还会造成部分引信甚至弹壳损坏,杀伤效果仍不理想。于是,人们想到可以用时间引信实现空炸射击。在发射前,根据射程远近装定时间,使炮弹在落地之前在目标区上空爆炸,这比跳弹射击的效果好。由于地形的影响以及火炮的弹道散布和时间引信本身的时间散布,势必造成一个较大的炸高散布,使得有的炮弹落到地面上没有炸,而有的炸点则过高。空炸高度过高将使目标处于威力范围之外,过低则不能充分利用杀伤破片,尤其是碰地后仍不炸,相当于瞎火。为了使落到地面上的炮弹能够碰地炸,就出现了时间触发双用引信。

通过上述对地面目标射击的分析,说明需要这样一种新原理的引信,即它不直接与目标相碰,但要与目标有密切的联系,它控制战斗部爆炸的时机要与弹目相对位置有关,只有这种引信才能弥补上述触发引信与时间引信的不足之处。

空中目标如飞机、导弹,其特点是面积小、速度快、机动性大。对于低空飞行的敌机,一般用小口径高炮榴弹配用触发引信,要求弹丸直接命中目标,最好是钻进飞机蒙皮内再爆炸,这样才能对飞机内的仪器、仪表、弹药、汽油、发动机和乘员等以最大的破坏和杀伤。小口径火炮系统射速高、反应也快、短时间内可发射出很多弹丸。几门火炮同时射击,在空中将形成一个拦截的弹幕,命中目标的可能性相对来讲要大一些,但要消耗大量的弹药。对付高空敌机,需采用中大口径的火炮,其射速及反应速度均较慢,因此直接命中很困难。尤其是随着现代航空技术的迅速发展,飞机性能已远远超过了过去的水平。现代战斗机的主要特点是航速大、机动性好、火力强,而且具有低空和超低空入侵的能力。就是对小口径高炮系统来说,其直接命中目标也越来越困难,效率显著降低。如果采用防空导弹来对付,虽然有制导系统,但也只能及时发现目标,正确跟踪目标,引导导弹按要求的精度接近目标。由于制导系统本身的误差,也

不易直接命中目标。导弹成本高、威力大,要提高毁伤目标的概率只有使战斗部在目标进入其杀伤区域内时起爆,也就是采用非触发即近炸引信。虽然可以采用时间引信,即在发射前测出弹目间距离及有关弹目运动的参数等,对引信进行时间装定。这样,时间引信可以控制战斗部在目标附近爆炸。但由于时间引信本身的误差散布以及目标速度快、机动性大的特点,不容易控制战斗部在相对目标最佳位置起爆。对于导弹来说,因目标与弹道机动,采用时间引信更无意义。

由上述对地及对空目标的分析结果可见,无论是时间引信还是触发引信,在高速目标迅速发展形势面前,都显得无能为力,从而限制了武器战斗性能的发挥。在这种情况下,迫使人们去寻求新原理的引信,能不碰击目标而在相对目标最佳位置引爆战斗部的引信,这就是近炸引信。

近炸引信的发展是从 20 世纪 30 年代开始的,德国最早,其次是英国、日本、前苏联,它们曾先后设计了多种类型的近炸引信。例如前苏联在 1935 年制成了声学引信,在实验室和靶场试验时,得到令人满意的结果。用它来对付装有 M-11 或 M-17 发动机的飞机,可以保证在 50~60 m 距离动作,并对炮弹发射的声音不起作用。近炸引信的飞跃发展是在 40 年代以后,是由于第二次世界大战中特别令人瞩目的两大事件促成的。第一个事件是有很大活动半径的新式导弹的出现,它使近炸引信变成极为必需的装置。因飞机上装载的航空导弹数量一般不多,它们构造复杂而且昂贵,这就使它们不能像普通口径的航空炮弹那样大量地消耗。此外,导弹的遥控系统或是自动瞄准系统都存在着不可避免的误差而不能导引弹头直接命中目标。因此,对导弹来说,实现近感起爆比炮弹更加必要。第二个事件是雷达技术的广泛发展,为实现新原理的近炸引信创造了条件。如美国在 1940 年前后才开始研究近炸引信,但很快就把雷达技术移植到近炸引信上来,从而后来居上,处于领先地位。无线电引信(又称雷达引信)于 1943 年研制成功并装备部队。到第二次世界大战结束时,共生产可用的无线电引信两千多万发,这些引信在大战后期和朝鲜战争中都显示出强大威力。无线电引信相对触发引信成倍甚至几十倍地提高杀伤效果,这一事实使各国受到很大启示,投入了更多的人力、物力,而且把最先进的技术成就优先用于引信。由于广泛采用了各个科学领域中的最新成就,近炸引信发展很快。无线电引信从 20 世纪 40 年代的电子管型、50 年代的晶体管型、60 年代的固体电路型,发展为 70 年代的特制集成电路型。例如美国将中、大口径地炮榴弹引信,用一种集成化通用无线电引信代替。在迫击炮弹上,也研制配用了集成化的多用途引信。随着电子计算机技术、微电子技术、红外技术、激光技术、遥控(遥感)技术等在近炸引信中得到应用,先后出现了各种原理的近炸引信,如红外引信、激光引信、毫米波引信、计算机引信和末制导引信等。

目前,近炸引信已由配用于导弹及大中口径炮弹上发展到配用于小口径炮弹上。根据现代飞机和防空技术的发展水平,各国普遍认为中高空的防御可利用导弹,而低空防御则可用高炮和低空导弹。由于高炮有反应快、射速高及初速大等许多特点,因而仍是现代战场上的一种有效的不可缺少的防空武器。如瑞典博福斯公司为提高 40 mm 高炮武器系统的效能,于 1974 年第一次在 40 mm 预制钨珠凸底榴弹上正式配用无线电近炸引信,从而大大提高了杀伤概率。其他国家也都在研究、设计和制造各种小口径的近炸引信弹药,有的已装备部队。

回顾引信发展史,可以得到极为重要的启示:引信发展史,就是为提高引信利用目标或其环境信息水平的奋斗史。换句话说,引信一直为获取到“最佳”炸点所需的目标信息而奋斗。

初始的时间引信是靠使用者获取目标位置信息而作用的,炸点不能由引信本身来确定。触发引信的出现,是引信开始利用目标信息的标志,但只能利用与目标接触时的惟一的目标位置信息,因而利用目标信息的水平很低,它只能确定炸点而在碰击前不能选择炸点。近炸引信的出现,使引信利用目标信息的水平达到一个新高度,即引信本身可以根据弹目交会条件自己选择炸点。历史事实充分说明,只有提高引信利用目标信息的水平,引信的功能才会有所突破。还应指出,现代引信不仅在选择的功能上有很大突破,而且在抗干扰性能方面也有较大的发展,其实质仍然是提高利用信息的水平。例如,保险机构采用双重环境力解除保险,提高了对环境力信息的利用水平;又如自适应引信不仅能适应弹目交会条件的变化,而且能识别干扰信号,从而提高引信对目标的识别能力。这意味着引信正向“智能化”方向发展。

综上所述,引信的发展可以归纳为以下三点:

(1) 引信发展的动力。战争的发展包括目标的发展和战术应用的发展,它们对引信提出各式各样越来越高的要求,引信在不断满足这些要求中得到发展。所以说,战争对引信的需求是引信发展的源动力。

(2) 引信发展的基础。现代科学技术发展及其成果的应用,为引信满足战争要求提供了先进、完善和多样化的物质基础。所以说,科学技术和生产力的发展水平是引信发展的基础。

(3) 引信发展的水平取决于引信对目标信息的利用水平。我国从 1958 年开始研制近炸引信。1962 年以前主要是解剖分析外国产品。从 1962 年到 1966 年,主要是对美国、前苏联等国的产品进行仿制。20 世纪 70 年代以后,近炸引信的研制工作进入了一个新阶段,即改型和自行设计阶段,并形成了批量生产能力。在此期间,先后定型了若干产品,有配用于地炮榴弹、野战火箭弹的米波无线电引信、电容近炸引信;有配用于地对空导弹的微波引信;有配用于空对空导弹的红外引信等。调频比相引信、伪随机码引信及一些复合调制引信等体制的引信正在研制中。但我国目前的水平与世界先进水平相比,还比较落后。为了满足战争的需求,我国应重视和迅速发展近炸引信。

今后,引信的发展有以下几点值得注意:

(1) 采用冗余系统。即采用多种原理的多路起爆系统和多重保险机构,以进一步提高引信的可靠性和安全性。

(2) 部件的标准化。将各种引信的部件做成标准组件,如引信天线组件、电子组件、目标探测装置、安全系统组件、电源等。有些组件是多种引信通用的,可以根据不同的需要进行组合、互换。

(3) 发展多用途引信。即要求在一种引信上兼有近炸、碰炸、延期炸及定时炸等多种功能。过去,为了满足对不同目标的作用要求,一发弹配用多种引信。如果采用多用途引信,则一发弹可只配一种引信,根据对付的目标不同而选择引信的装定。这样用一种引信代替多种引信,可解决引信型号繁多的问题,还可改善科研、生产、管理和部队训练及后勤供应等工作。

(4) 提高引信自身的战场生存能力。现代战场电磁环境日益恶劣,自然的和人为的干扰对引信的正常作用造成很大威胁。为此,要求在引信研制中要采用抗干扰能力强的探测体制,根据目标和环境特性选择发展不同的探测技术;同时,要求引信信号处理电路具有很强的目标识别能力和抑制干扰信号能力。

(5) 注意引信的小型化。引信的小型化是扩大引信应用范围和保证优越性能的前提之一,是引信发展的必然趋势。

整个武器系统是要靠战斗部来摧毁目标的,而为了使战斗部发挥最大效能,需要有最现代化和性能优越的引信。因此,随着科学技术的发展和新技术成果在引信中的应用,将会使引信技术迅速发展,使武器系统发挥更大的作用。

§ 1.2 引信的功能及作用

1.2.1 引信的功能及其定义

战斗部是武器系统中直接对目标起毁伤作用的部分,即指炮弹、炸弹、导弹、鱼雷、水雷、地雷、手榴弹等起爆炸作用的部分,也包括不起爆炸作用的各种特种弹,如宣传弹、燃烧弹、照明弹、烟幕弹等。当战斗部遇到目标时,要想获得最大的毁伤效果,引信起着关键的作用,决不能简单地理解为只是“引爆”,使战斗部爆炸。因为只是当战斗部在相对目标最有利位置时被引爆,才能最大限度地发挥它的威力。但是,安全性能不好的引信会导致战斗部的提前爆炸,这样不但没有杀伤敌人,反而会造成我方人员的伤亡或器材的损坏,因此,将“安全”与“可靠”引爆战斗部二者结合起来,才构成现代引信的基本功能。

一般来说,要求现代引信具有三个功能:

(1) 在引信生产、装配、运输、储存、装填、发射以及发射后的弹道起始段上,不能提前作用,以确保我方人员的安全;

(2) 感受目标的信息并加以处理,确定战斗部相对目标的最佳起爆位置;

(3) 向战斗部输出足够的起爆能量,完全地引爆战斗部。

第一个功能主要由引信的安全系统来完成;第二个功能由引信的发火控制系统来完成;第三个功能由爆炸序列来完成。

由以上引信的功能,可以给出引信定义:引信是利用环境信息(如发射条件)、目标信息(如电磁散射特性)或按照预先设定的条件(如时间、指令等),在保证弹药平时和发射时安全的前提下,对弹药实施起爆控制的装置。

1.2.2 引信的组成及作用过程

图 1-1 给出了引信基本组成各部分、各部分间的联系及引信与目标、战斗部等的关系。

发火控制系统包括探测器、信号处理器和执行装置。它起着发现目标、抑制干扰、确定最佳起爆位置的作用。爆炸序列是指各种火工元件按它们的敏感程度逐渐降低而输出能量逐渐增大的顺序排列而成的组合。其作用是引爆战斗部主装药。安全系统包括保险机构、隔爆机构等。保险机构使发火控制系统平时处于不敏感或不工作状态,

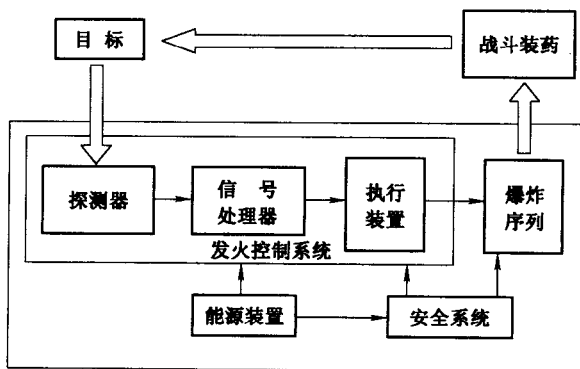


图 1-1 引信的基本组成及与目标和战斗部的关系

使隔爆机构处于切断爆炸序列通道的状态,这种状态称为安全状态或保险状态。能源装置包括环境能源(由战斗部运动所产生的后坐力、离心力、摩擦产生的热、气流的推力等)及引信自带的能源(内储能源),其作用是供给发火控制系统和安全系统正常工作所需的能量。

引信的作用过程是指引信从发射开始到引爆战斗部主装药的全过程。引信在勤务处理时的安全状态,一般来说就是出厂时的装配状态,即保险状态。战斗部发射或投放后,引信利用一定的环境能源或自带的能源完成引爆前预定的一系列动作而处于这样一种状态:一旦接受目标直接传给或由感应得来的起爆信息,或从外部得到起爆指令,或达到预先装定的时间,就能引爆战斗部。这种状态称为待发状态,又称待发状态。从引信功能的分析和定义可知,引信的作用过程主要包括解除保险过程、发火控制过程和引爆过程,如图 1-2 所示。

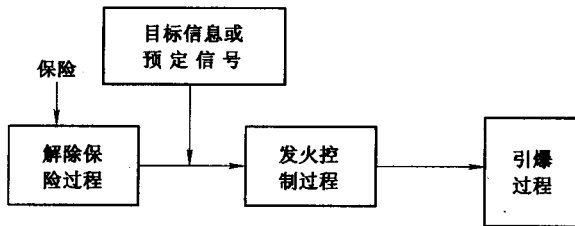


图 1-2 引信作用过程框图

出火焰或爆轰能的过程称为发火控制过程。将火焰或爆轰能逐级放大,最后输出一个足够强的爆轰能使战斗部主装药完全爆炸,此过程称为引爆过程。

(一) 解除保险过程

为完成引爆战斗部主装药的任务,在引信中必须使用爆炸元件。由于爆炸元件是一次性使用元件,如果提前发火将造成引信失效,这不仅影响引信作用的可靠性,甚至还会造成危及我方安全的严重后果。因此,必须采取技术措施,保证在平时(即从装配出厂开始到战斗使用发射瞬间为止的整个期间)使引信完全处于抑制或不工作状态。这些技术措施统称为保险,为此而设置的机构和(或)电路,统称为保险机构和(或)电路。所以,引信平时所处的状态通常称为保险状态。

从发射(或投放)开始,引信即进入作用过程,它利用环境力信息和(或)电信号控制保险机构和(或)电路依次解除保险,使引信转换为待发状态。这个过程,即称为解除保险过程。此后,引信一旦获取目标(或目标环境)信息或预定信号将会发火。这时,当引信遇到目标或获取预定信号时,即进入发火控制过程。但应说明,在发射(或投放)前获取预定信号而作用的引信(如时间引信),则在引信解除保险前即进入发火控制过程。

(二) 发火控制过程

一般信息系统的的作用过程大致分为四个步骤:信息获取、信息传输、信号处理和结果输出。对于引信来说,信息传输很简单,而处理结果输出的形式是火焰或爆轰能。所以可将引信的发火控制过程归并为信息获取、信号处理和发火输出三个步骤,如图 1-3 所示。

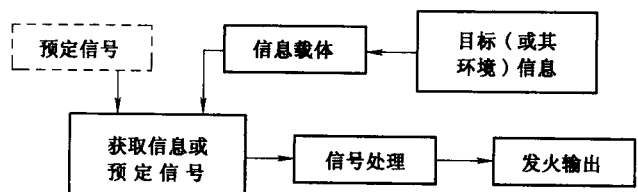


图 1-3 信息作用过程