

doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2013.06.004

射频与激光组合识别方案*

王 波**

(中国西南电子技术研究所,成都 610036)

摘 要:分析了 Mark XIIA 敌我识别系统和激光敌我识别系统的现状,提出了射频与激光组合识别方案。该方案综合利用激光指向性高和 Mark XIIA 系统识别能力强的优点,通过并行使用射频询问射频应答工作方式和激光询问射频应答工作方式,避免了来自射频询问主波束内的多目标应答问题,在具备多目标处理能力的同时,提高了对密集目标中点目标的敌我属性识别能力。该方案也为单兵提供了可行的敌我识别手段。最后,论述了该方案的实用性,以期为新型敌我识别系统的设计提供参考。

关键词:敌我识别; Mark XIIA; 组合敌我识别; 激光敌我识别

中图分类号: TN958.96; TN249 文献标志码: A 文章编号: 1001-893X(2013)06-0699-05

A Scheme for RF and Laser Combination IFF System

WANG Bo

(Southwest China Institute of Electronic Technology, Chengdu 610036, China)

Abstract: The Mark XIIA Identification of Friend or Foe (IFF) system and laser IFF system are analyzed, the design of Radio Frequency (RF) and laser combination IFF system is proposed. In the design, the high directivity of laser and the excellent identification capability of Mark XIIA system are used sufficiently. RF interrogation/transponder and laser interrogation/RF transponder operation modes are employed parallelly. Multiple responses within main beam of RF interrogation are avoided. With capability of multiple targets processing, rapid and reliable identification capability focused on point-target of battlefield can be improved. Meanwhile, feasible identification measure is also provided for individual soldier. Finally, practicability of proposed design is specified, which is helpful for the design of new IFF systems.

Key words: identification of friend or foe(IFF); mark XIIA; combination IFF system; laser IFF

1 引 言

正确识别目标敌我属性是军事斗争的基本需求,也是取得战争胜利的基本要素。从识别的准确性、实时性等方面来看,采取询问-应答工作方式的协同式敌我识别^[1]是当前最主要的敌我识别手段。目前,Mark 系列敌我识别(IFF)系统应用广泛,其最新的 Mark XIIA 系统为 Mark XII 系统的升级版本^[2],工作于 L 频段,可装备于地面、水面及空中作战平台,主要用于配合平台观瞄、探测设备对发现的目标

进行敌我属性识别。Mark XIIA 系统采用了时间同步、数字加密、软扩频^[3]等技术,具有识别能力强、保密性好、抗干扰能力强的特点,并具备数据传输和交换功能^[4]。此外,由于激光具有方向性好、抗电磁干扰能力强等特点,欧美各国也开展了激光敌我识别技术的探索,但是由于存在应答方需瞄准询问方发送激光应答信号的难题^[5],一般采用激光询问射频应答敌我识别方式。

Mark XIIA 系统的方位分辨力为 2°~3°,在目标密集环境中,询问主波束内会有多个目标应答,若多

* 收稿日期:2013-01-04;修回日期:2013-04-10 Received date:2013-01-04;Revised date:2013-04-10
** 通讯作者:wangbo0104@163.com Corresponding author:wangbo0104@163.com

个目标与询问方的距离在一定误差范围内,则询问方无法判别平台瞄准的待识别目标是否应答。而单兵由于负重和安装方面的限制,无法装备 IFF 询问机(定向询问天线尺寸较大),如 CIDDs、LW-CIDS、HDSIDS 等美军的单兵识别系统主要使用激光和电台来分别实现单兵与战车间、单兵间、单兵与直升机间的识别,识别的实时性难以保证^[6],且多种识别系统的存在势必要求协同平台装备多种敌我识别系统,增加了平台加装和使用难度。

为解决上述问题,综合考虑部分作战平台(如直升机等)同时装备了激光设备和 IFF 设备,本文提出了 Mark XIIA 系统 IFF 设备与激光设备的组合识别方案,充分利用激光指向性高和 Mark XIIA 系统识别能力强的优点,在具备多目标处理能力的同时,提高对密集目标中点目标的敌我识别能力。此外,采用小型化设计的 IFF 应答机能满足便携使用要求,可将激光询问射频应答方式直接应用于负重能力有限的单兵部队,实现单兵与战场各单元间的敌我属性识别和数据传输。

2 射频/激光组合识别系统设计方案

2.1 组成

如表 1 所示,射频/激光组合识别系统由 Mark XIIA 系统设备(包括询问设备、应答设备)与改造的激光设备(包括激光测距机、激光告警器)组成。IFF 询问设备与激光测距机改造设备组成询问方,IFF 应答设备与激光告警器改造设备组成应答方。

表 1 射频/激光组合识别系统组成

Table 1 Composition of RF and laser combination IFF system	
名称	功能
IFF 询问设备	遵循 Mark XIIA 系统标准,并增加激光询问射频应答方式的信号格式
IFF 应答设备	遵循 Mark XIIA 系统标准,并增加激光询问射频应答方式的信号格式
激光测距机改造设备	保持原测距机性能不变的基础上,增加激光询问功能
激光告警器改造设备	保持原告警器性能不变的基础上,增加对激光询问信号探测和识别功能

2.2 工作方式

射频/激光组合识别系统的工作方式包括射频询问射频应答工作方式和激光询问射频应答工作方式。其中,射频询问射频应答工作方式为 Mark XIIA

系统现有的工作方式,激光询问射频应答方式为新增的工作方式。系统的工作原理如图 1 所示。

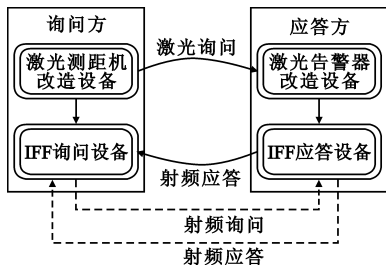


图 1 射频/激光组合识别系统的工作原理图
Fig.1 Functional diagram of RF and laser combination IFF system

射频询问射频应答工作方式:询问和应答通道均由 IFF 设备完成。启动询问后,IFF 询问设备发送经加密、编码的射频询问信号,之后进行接收应答信号的各参数运算和预置,等待接收射频应答信号;IFF 应答设备收到射频询问信号后,进行解码、解密,若确定询问信号有效,发送经加密、编码的射频应答信号;IFF 询问设备在有效时间内若接收到射频应答信号,进行解码、解密,提取信息并测距。询问设备的一次识别由多个识别周期(1 个识别周期包括 1 个询问和对应的应答或不应答)组成,在识别结束前,若收到平台测距设备送来的目标距离信息,可以将识别距离与之进行匹配运算。完成识别后,将识别结果和目标匹配情况输出显示。

激光询问射频应答工作方式:询问通道由激光设备完成,应答通道由 IFF 设备完成。启动询问后,激光测距机改造设备发出加密的激光询问脉冲(激光询问脉冲也用于激光测距),同时触发 IFF 询问设备进行接收射频应答信号的各参数运算和预置,等待接收响应激光询问的射频应答信号;激光告警器改造设备收到激光询问信号后,进行解码、解密,若确定询问信号有效,在规定时间点触发 IFF 应答设备发送经加密、编码的射频应答信号;IFF 询问设备在有效的应答窗时间内若接收到射频应答信号,进行解码、解密,提取信息并测距;IFF 询问设备若接收到激光测距机改造设备传送的目标距离信息,可以将识别距离与之进行匹配运算。完成识别后,将识别结果和目标匹配情况输出显示。

采用射频询问射频应答工作方式时,可得到射频询问主波束内的单个或多个目标敌我属性、距离等信息。采用激光询问射频应答工作方式时,通过激光询问来提高对待识别目标的空间分辨力,可得到观瞄设备指向目标的敌我属性、距离等信息。激

光询问射频应答工作方式也适用于部分无法加装 Mark XIIIA 系统询问设备的特殊平台。

2.3 工作流程

在射频/激光组合识别系统的功能和实现方面,笔者设计了并行式方案,即同时执行两种工作方式,使射频/激光组合识别系统既能与现有的 Mark XIIIA

系统互通,也能与改造后的射频/激光组合识别系统连通。

并行式方案中,在一次完整的识别内,询问方同时采用了激光询问和射频询问两种询问方式,应答方依次采用两种不同的应答信号格式自动进行应答。

系统工作流程如图 2 所示。

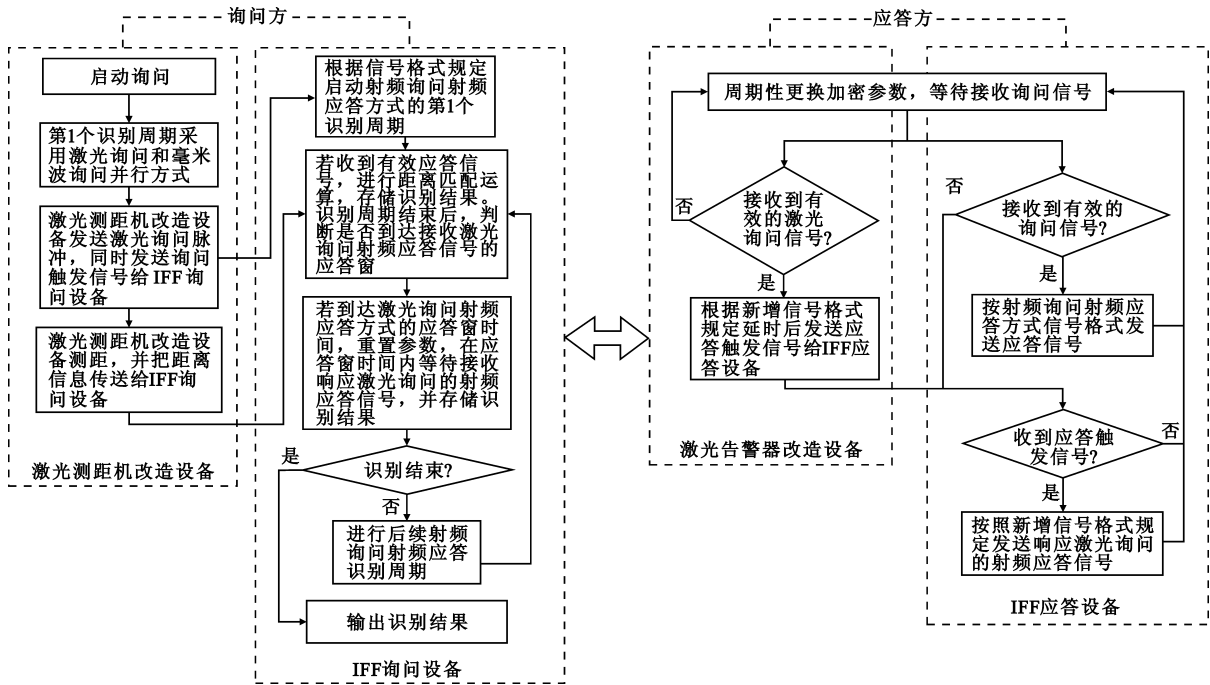


图 2 射频/激光组合识别系统的工作流程
Fig.2 Operating flow chart of RF and laser combination IFF system

(1)询问方的工作流程

启动询问后,激光测距机改造设备发送激光询问信号的同时,传送询问触发信号给 IFF 询问设备,并在测距完成后将目标距离信息传送给 IFF 询问设备;IFF 询问设备启动第 1 个识别周期,同时判断是否到达激光询问射频应答窗位置,在到达前继续进行后续识别周期;到达激光询问射频应答窗位置时,中止射频询问流程,重置参数开启应答窗,等待接收响应激光询问的射频应答信号;激光询问射频应答窗结束后,继续进行后续识别周期的射频询问流程;每个识别周期结束后,射频询问设备均需将识别距离与目标距离做匹配运算,存储识别结果;完整的识别流程结束后,将射频询问和激光询问方式获取的识别结果输出显示。

(2)应答方的工作流程

IFF 应答设备与激光告警器改造设备平时处于应答状态,周期性更换密码,等待接收询问信号;当激光告警器改造设备接收到有效的激光询问信号

后,应在规定时间点发送应答触发信号给 IFF 应答设备;若 IFF 应答设备接收到有效的射频询问信号,发送射频应答信号;若 IFF 应答设备接收到激光告警器改造设备送来的应答触发信号,发送响应激光询问的射频应答信号。

3 关键技术和环节

3.1 激光询问射频应答工作方式信号格式的设计

激光询问信号可采用脉冲编码调制方式^[7],以脉冲数和脉位间隔进行加密,密码由 Mark XIIIA 系统设备提供,其密码有效期可与 Mark XIIIA 系统一致,也可另行设置。脉冲数和间隔的设置需综合考虑激光脉冲编码量、现役激光装备的脉冲发射频度、脉位抖动误差,以及系统识别时间等要素。

当射频询问和激光询问同时发送时,IFF 询问设备需以时分方式设置两个不同的应答窗,依次接收两种应答信号。射频应答信号采用 Mark XIIIA 系

统技术体制,信息中可含有位置、状态等信息,在自动报知本设备敌我属性的同时完成数据传递。

组合识别系统将激光询问信号解码时间与射频询问射频应答时间复用,在原来的系统识别时间上仅增加了响应激光询问的射频应答信号的处理时间。为了减少应答信号的占据,且不大幅增加识别时间,在该射频应答信号格式的设计上,需参考 Mark XIIA 系统信号格式,综合考虑应答窗的位置和长度、激光询问信号的处理时间,以及射频询问射频应答方式中识别周期的分布均匀性。

3.2 Mark XIIA 系统设备与激光设备的信息互联

为使激光询问射频应答工作方式中询问设备能完成测距,需要进行实时的信息互联,使询问方和应答方能同时开启应答窗进行处理。

考虑触发信号的实时性要求,在 IFF 设备与激光改造设备间增加直接信号互联,以脉冲信号触发询问和应答。激光测距机改造设备在发送激光询问信号的起始点同时发送脉冲式触发信号给 IFF 询问设备,使 IFF 询问设备获知激光询问信号发送时间,及时开启应答窗处理射频应答信号,完成测距和数据提取。当激光告警器改造设备接收到有效激光询问信号时,固定延时后发送脉冲式触发信号给 IFF 应答设备,使 IFF 应答设备能及时获知应答触发时间,在准确的应答窗内发送应答信号。为提高测距精度,应严格限制脉冲触发信号的同步精度和脉冲特征。

同时,为提高激光询问射频应答工作方式的保密性和判别准确性,应增加通信协议,使激光设备能接收 Mark XIIA 系统设备送来的密码,并能使射频询问设备能接收激光测距机改造设备送来的目标距离数据。

3.3 激光设备改造技术

为了利用现役平台上装备的激光设备,需在不改变其现有功能性能的前提下进行改造。激光测距机改造设备在保持原测距机性能不变的基础上,增加激光询问功能,实现激光询问信号的发射与原测距功能的复用。激光告警器改造设备在保持原告警器性能不变的基础上,增加对激光脉冲编码询问信号探测和识别功能,以及高精度计时和应答触发等功能,实现激光询问信号的接收与原告警功能的复用。

4 实用性分析

射频/激光组合识别系统具有以下实用性。

(1) 具有很大的灵活性

两种工作方式的并行使用可发挥最大优势,应答设备的应答信息可帮助询问设备更准确地判决目标属性,实现目标密集环境中的点目标敌我识别功能。且组合识别系统的工作方式兼顾了不同的平台配置情况,当平台配置的敌我识别系统只具备其中一种工作方式时,也可完成敌我识别功能。

(2) 实现较为简便

现役作战平台通常配装了激光设备和 Mark 系列 IFF 设备,可以仅通过少许硬件和软件上的改动,使激光设备具备激光询问信号发射和接收功能,使 IFF 设备具有激光编码密码发送、射频应答信号处理等功能。

(3) 适用于单兵装备

单兵通常装备了激光设备,通过改造激光设备,以及加装小型化的 IFF 应答机,组合成询问应答机,能使用射频应答天线接收激光询问射频应答信号,完成询问功能,实现对目标的敌我属性识别和数据获取,并能自动应答报知属性和传送数据。

5 结束语

本文提出了 Mark XIIA 系统 IFF 设备与激光设备的组合识别概念,设计了射频与激光的组合识别方案,通过并行使用射频询问射频应答工作方式和激光询问射频应答工作方式、合理设计组合识别的工作时序和信号格式,使射频与激光组合识别系统的激光询问信号解码时间与射频询问射频应答时间复用,充分利用激光指向性高和 Mark XIIA 系统识别能力强的优点,避免了来自射频询问主波束内的多目标应答,在具备对密集目标处理能力的同时,提高对单个重点目标的快速、可靠的敌我识别能力。并通过采用响应激光询问的射频应答来提高应答信号的安全性、保密性和抗干扰性,以及增加应答信息量。

同时,两种工作方式的使用灵活性也为单兵提供了可行的敌我识别手段。该方案具备简便、实用的特点,可为新型敌我识别系统的设计提供参考。

参考文献:

- [1] 肖顺旺,李升才,张长泉,等. 敌我识别系统及其进展[J]. 火力与指挥控制, 2008, 33(11): 5-7.
XIAO Shun-wang, LI Sheng-cai, ZHANG Chang-quan, et al. The Identification Friend or Foe System and its Development [J]. Fire Control and Command Control, 2008, 33(11): 5-7. (in Chinese)
- [2] 黄成芳,何利民. 敌我识别 MK XIIA 浅析[J]. 电讯技

- 术,2007,47(4):66-71.
HUANG Cheng-fang, HE Li-min. Discussion on IFF MK XI-IA Mode 5[J]. Telecommunication Engineering, 2007, 47(4):66-71. (in Chinese)
- [3] 关春健,杨建波,郭扬. Mark XIA Mode 5 系统中的软扩频技术应用[J]. 舰船电子对抗,2012, 35(4):102-104. GUAN Chun-jian, YANG Jian-bo, GUO Yang. Application of Soft Spread Spectrum Technology in Mark XIA Mode 5 System[J]. Shipboard Electronic Countermeasure, 2012,35(4):102-104. (in Chinese)
- [4] 邱宏坤,杨建波,刘鹏. 新的 IFF 系统及其信号检测方法[J]. 火力与指挥控制,2012,37(2):147-150. QIU Hong-kun, YANG Jian-bo, LIU Peng. Research on a New IFF System and Signal Detection Method[J]. Fire Control and Command Control, 2012,37(2):147-150. (in Chinese)
- [5] 叶玉丹,王殿左. 激光敌我识别系统[J]. 光电技术应用, 2005(2):10-13. YE Yu-dan, WANG Dian-zuo. Study of Laser IFF System [J]. Electro-Optic Technology Application, 2005(2):10-13. (in Chinese)
- [6] 刘雪颖. 单兵识别系统的现状与发展[J]. 电讯技术, 2010,50(6):132-136. LIU Xue-ying. Current Status and Developing Trend of Individual Combat Identification Technology[J]. Telecommunication Engineering, 2010,50(6):132-136. (in Chinese)
- [7] 张向前,杨亚培,刘永智,等. 激光敌我识别及进展[J]. 激光杂志,2005,26(1):4-5. ZHANG Xiang-qian, YANG Ya-pei, LIU Yong-zhi, et al. Laser friend or foe identification and its progress[J]. Laser Journal, 2005,26(1):4-5. (in Chinese)

作者简介:



王 波(1980—),女,湖南常宁人,2002年获学士学位,现为工程师,主要研究方向为二次雷达。

WANG Bo was born in Changning, Hunan Province, in 1980. She received the B.S. degree in 2002. She is now an engineer. Her research concerns secondary surveillance radar.

Email: wangbo0104@163.com