

激光敌我目标识别

尹福昌

(长春光学精密机械学院光学仪器系, 长春 130022)

摘要 本文论述了一种采用激光技术实现敌我目标识别的工作原理和回波信号调制方法。在这个系统中, 激光发射和接收机安装在稳像转台上; 激光探测和反射棱镜组是一个复眼式全方位探测系统, 当它接收到询问方(友方)发来的询问码时, 控制反射棱镜前方的调制器, 由反射棱镜返回调制的识别码, 再由询问方(友方)接收加以判别。本系统适用于空一空、空一地, 地一地等运动目标间的敌我识别。

关键词: 激光; 敌我目标识别

1 引言

现代战争是海、陆、空一体化战场, 作战距离远, 各种作战武器高速机动, 但也难免出现敌我混杂的情况。在夜间或天气能见度较差的情况下, 发现识别数公里外的目标是非常困难的。由于不能准确的识别敌我目标, 被迫放弃对已捕捉到的目标的攻击或误伤己方的事件将会发生。

在海湾战争中, 曾在少量的装甲车辆上安装了红外信标, 但由于火炮实际开火距离大于热象仪识别标志的距离, 红外信标也不能起到应有的作用。据报导, 在战争中, 误伤己方装甲车辆的事件近 30 起。这一历史教训目前引起各国军方的重视。

采用激光技术是实现运动目标间敌我识别的有效方法之一。激光系统可搞电磁干扰, 抗原子辐射, 信号传递通道窄, 保密性好。系统结构紧凑, 体积较小。适用于空一空, 空一地, 地一地运动目标间的敌我识别。

本文论述了激光敌我目标识别系统的工作原理和激光回波信号的调制方法。

2 系统的工作原理和组成

一个激光雷达系统能分离目标的多谱勒信号和天线(发光信号)以发现目标。激光识别

敌我目标则是通过自身发射激光束,由友方目标上设置的反射棱镜装置调制的返回加以判别。其工作原理如下:

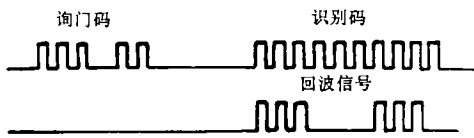


图 1

当发现目标后,首先由询问方向目标方发射一编码的激光束,作为询问码。若目标为友方,则它安装的激光探测器接收到询问码时,控制反射棱镜前方的调制器(磁电快速快门或布喇格角调制器),后续发来的识别码将由反射棱镜返回并进行了调制,再由询问方的激光接收机获得信号后加以判别。敌我目标识别也可采用一问一答的方式完成,即当激光探测器收到询问码时,目标方(反方)的激光发射机进行跟踪发射一个应答回波。应答回波发射前,需要判别询问方光束的方位。

采用反射棱镜返回识别信号的处理情况如图 1 所示。

采用激光发射机跟踪应答时,信号采集和应答判别流程见图 2 所示。

激光敌我目标识别系统主要由激光发射和接收机、稳象转台、信号处理机、控制及显示器、激光探测器和反射棱镜及调制器等部分构成。系统工作框图 3 所示。

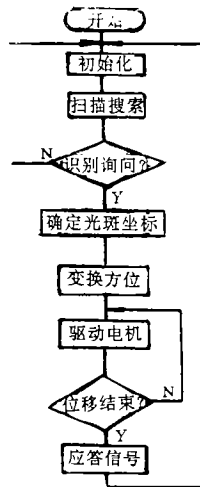


图 2

3 发射光束宽度和接收光束的空间捕捉

3.1 发射光束宽度

瞄准激光束受目标尺寸,运动速度以及瞄准误差,跟踪误差,稳象装置误差,询问光束方位判别误差,大气湍流引起的光束中心移动和展宽等因素影响。此时,激光发射机的光束宽度应大于 10 毫弧度。光束愈宽,将影响系统的作用距离。其作用距离的估算由下式给出:

$$\frac{P_T \cdot \rho \cdot \eta_T \cdot \eta_R \cdot A_C \cdot A_R \cdot T^2}{2\Omega_T, \Omega_R} (A_R \langle R^2 \Omega_R \rangle)$$

式中: P_T —辐射功率; ρ —目标

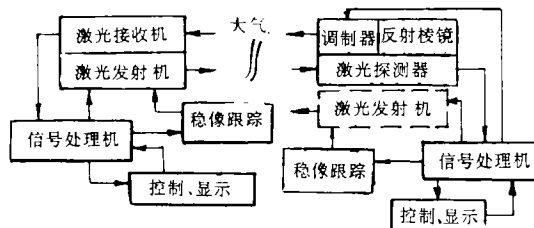


图 3

反射率; A_C —目标面积; A_R —接收机有效接收面积; η_R, η_T —接收和发射光学系统效率; T —单程大气透过率; Ω_T —发射光束立体角; Ω_R —目标散射立体角

3.2 接收光束的空间捕捉

激光探测器是一个复眼式的全方位光电探测系统, 每个单元, 采用硅光电二极管面阵器件 (CCPD) 探测, 可判断询问方光束的方位。实际成象光斑的空间坐标通过一定的当量换算由微机内存中图像的质心坐标 \bar{X}, \bar{Y} 求得。 \bar{X}, \bar{Y} 同下式给出:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_i P(X_i, Y_j)}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P(x_i, y_j)}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n y_j P(X_i, Y_j)}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P(x_i, y_j)}$$

式中: m 为内存光斑 x 方向像素数,

n 为内存光斑 y 方向像素数,

x_i, y_j 为每个像素对应确定的空间坐标,

$P(x_i, y_j)$ 为点 (x_i, y_j) 的灰度值。

对信号的空间捕捉, 采用固定阵列的序列搜索。若系统中阵列 S 个探测器, 把初始角 ψ_u 减小到所要求的分辨角 ψ_r 须分 r 步进行。则

$$\psi_r = \psi_u / S^r$$

$$\text{或} \quad r = \log(\psi_u / \psi_r) / \log S$$

当完成单次迭演时间为 ST 秒, 搜索 r 次独立迭演总的空间捕捉时间为:

$$T_i = rST = \left(\frac{S}{\log S}\right) T \log\left(\frac{\psi_u}{\psi_r}\right)$$

4 回波信号的调制

依据现有的装备, 激光束方位判别精度可达到 ± 1 毫弧度。因此, 敌我目标识别系统的应答方式可采用由被询问方 (友方) 的识别系统, 自动控制激光发射机, 向询问方发射一组应答的回波信号。

若识别码由反射棱镜返回, 对识别码的调制采用磁电快速调制器或布喇格角 (声光) 调制方法返回识别码系统的工作原理示意图。

在这个系统中, 当广角物镜及探测器接收到询问密码时, 控制布喇格角 (声光) 调制器工作。光入射角为:

$$\theta = \arcsin\left(\frac{\lambda}{2n\Lambda}\right)$$

式中: λ —激光波长

n —调制器对给定 λ 的折射率

Λ —声音波长

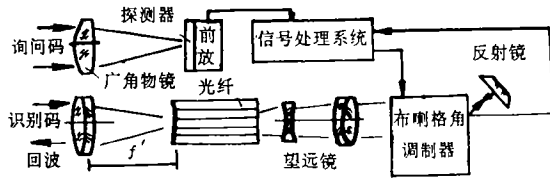


图 4

识别码经反射镜返回并进行了调制。在物镜和布喇格角（声光）调制器间加入特殊制作的光纤束和伽利略望远镜，以满足光束在布喇格角调制器的入射角。

采用布喇格角（声光）调制法，敌我识别时间短，但系统较复杂，光能损失大。

图 5 为磁电快速调制系统的工作原理示意图。在这个系统，反射棱镜前方设置了磁电快速快门或调制盘。若快门开闭时间为 T 毫秒，开关 N 次，则总的识别时间 NT 毫秒。快门每次开返回 M 个回波脉冲，总的回波脉冲数为 MN 个。

磁电快速调制器控制的视场大，适用于固定视场的识别码返回系统。此外，它控制容易，调制速度也比较快。敌我识别时间可在几十毫秒之内。

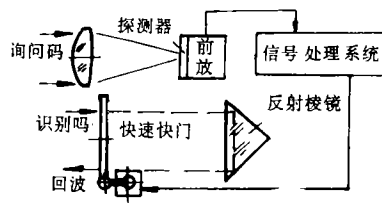


图 5

5 讨 论

敌我目标识别系统是现代机动兵器中不可缺少的组成部分。采用激光技术是实现运动目标间敌我识别的有效方法之一。在激光敌我目标识别系统中，用反射棱镜返回识别码和磁电快速快门或调制盘调制，其装置的结构简单，控制容易，视场角大，适合于复眼式固定结构的激光探测和反射棱镜返回系统，调制速度满足工作要求。另外，采用激光发射机应答回波和反射棱镜返回识别码相结合的复合工作方式将对敌我目标识别更加有利。

参 考 文 献

- [1] [美] R. M. 格里亚狄, S. 卡伯, 光通讯. 人民邮电出版社, 1982
- [2] 王庆有, 孙学珠, CCD 应用技术. 天津大学出版社, 1993
- [3] 刘德森等著, 纤维光学. 科学出版社, 1987
- [4] John W. Strozyk, Neodymium YAG laser for optical radar applications. AD 713582

Target Distinguish Between the Enemy and Ourselves Using Laser Techniques

Yin Fuchang

*(Depa. of Optical Instrument, Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Changchun130022)*

Abstract

This paper discusses a method which uses laser techniques to distinguish targets between the enemy and Ourselves and a method which is used to modulate echowave signals. An all-direction detective system is composed of a laser transmitter and a receiver who are put on an image Stabilizing turntable and a group of laser detectors and reflecting prisms in multieye style. When this system receives the inquiring codes from inquiring direction (friend direction), the modulator in front of the reflecting prism is controlled to reflect identified codes from the reflecting prism. Then these identified codes are received and distinguished in inquiring direction (friend direction). This system is very useful for distinguishing between moving targets from air to air , air to ground , and ground to ground etc.

Key Words: Laser, distinguish between the enemy and ourselves