

## 大视场激光引信目标识别方法研究

吕华,姚宏宝,陈平

(天津航技术物理研究所,天津 300192)

**摘要:**介绍在采用发射扫描、四路大视场接收组合实现对有限尺寸目标的激光大视场探测的方案下,通过采用一片可编程逻辑门阵列器件实现大视场激光引信目标识别信息处理系统的功能。利用可编程逻辑门阵列器件内部相对独立的模块进行并行处理,对扫描的激光脉冲信号进行方位计数、目标距离计数、回波连续性计数,实现了对探测区目标的距离判别、方位判别、尺寸判别。并通过软件仿真该方法对上述功能进行验证,在仿真中可编程逻辑门阵列器件能较好地完成大视场下对有限尺寸目标的识别,对发现引炸距离内的目标实时给出引炸信号,通过方位判别和尺寸判别提高了激光引信抗云雾干扰性能、改善引战配合效率,这表明该方法非常适用于面空导弹和反辐射导弹。

**关键词:**激光引信; 大视场; 可编程逻辑门阵列器件; 目标识别

**中图分类号:** TN24      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-2276-(2005)04-0427-03

## Target identifying of large visual angle to the laser fuse

LV Hua, YAO Hong-bao, CHEN Ping

(Tianjin Jinhang Institute of Technical Physics, Tianjin 300192, China)

**Abstract:** For the targets of limited size, the method of FPGA (field programmable gate array) based information system is proposed for target identifying. The coupling scan of transmission and four branch receiver are used to solve all aspect detecting, target is identified through four branch information. In the design, range counter, orientation counter, dimension counter are realized. So the target is identified. Through simulating, experimental result shows the effectiveness. The method can automatically identify conditions of missile-target meeting, advance the anti-fog interference capability of laser fuse, and improve attacking efficiency. The method is adapted to the air-to-air missile and anti-radiation missile.

**Key words:** Laser fuse; Large visual angle; FPGA; Target identifying

### 0 引言

激光引信是利用激光束探测或感知目标,通过对目标回波信号的分析来确定战斗部最佳起爆时间的一种新型引信。在弹目交汇过程中,目标只有一部分

被激光波束照射,为了获得确切的目标信息,可以通过设定激光束不同的空间布局方式,准确获得目标的距离、方位和尺寸信息,从而实现精确定距、定向起爆的目的。因此激光引信被广泛应用于面空导弹、空空导弹、反辐射导弹等领域。

收稿日期:2004-09-06; 修订日期:2004-10-10

作者简介:吕华(1972-),女,浙江东阳人,工程师,主要从事激光雷达光电接收系统和预处理系统、激光引信接收及信息处理系统研究。

随着微电子技术的发展,激光引信的信息处理向更高速发展,原有的单片机不能满足现在的处理速度和数据量,而目前通用的数字信号处理器(DSP)虽然资源非常丰富、功能强大,但价格昂贵,系统较复杂<sup>[1]</sup>,为此采用可编程逻辑门阵列器件(FPGA)进行激光引信目标识别的信息处理系统设计。可编程逻辑器件具有集成度高、体积小、速度快和通过编程可实现专门应用功能的特点,被广泛应用于通信、自动控制、信息处理等领域。

## 1 激光引信大视场探测原理

采用发射扫描、四路接收(覆盖 360°)实现大视场探测<sup>[2]</sup>,其原理框图如图 1 所示。图中,发射控制电路控制激光器的发射频率并给出发射信号和距离门信号,由激光激励电路产生窄脉冲大电流驱动激光器发射窄脉冲激光。激光光束经发射光学系统整形后形成所需的瞬时视场和光斑直径,光斑照射到由扫描电机带动的转镜,通过转镜的转动实现 360°的发射视场。其中,电机驱动系统能实时采集电机的转速控制其转动实现稳速扫描,并提供扫描的起始信号。

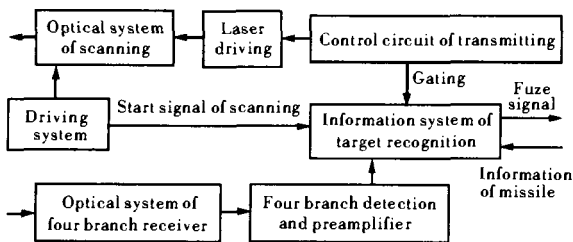


图 1 大视场激光引信原理框图

Fig.1 Principle diagram of large visual angle to the laser fuse

采用四路具有 90°接收视场的光学系统组合实现 360°的接收视场。发射的瞬时光束照射到目标后,目标的反向散射信号只能被一路大视场接收光学系统接收,光信号经接收光学系统汇聚到对应的探测器上,产生电脉冲信号,回波信号经前置放大及电平检波后,被送入信息处理系统。信息处理系统将目标反射的回波信号与发射信号、距离门信号、扫描信息、弹上信息(相对速度、攻击姿态)等综合处理,对目标进行识别并判断出目标的相对尺寸和相对导弹的方位,结合战斗部的特点确定输出引炸信号的时机。

## 2 目标识别信息处理系统设计

为了实现目标识别,必须了解目标的尺寸,即:弹目交汇的情况下激光照射到目标的最小尺寸。同时由于激光对云雾等气象杂波非常敏感,因此,提高激光引信的抗云雾干扰能力,实现对目标识别,充分发挥战斗部的威力也是激光引信设计的重要任务。

本设计欲在 FPGA 硬件逻辑设计和仿真两方面实现目标识别的信息处理。

### 2.1 FPGA 硬件逻辑设计

在目标识别信息处理系统中采用一片 ALTERA 公司的可编程逻辑门阵列 FPF10K10 来完成逻辑设计,FPF10K10 器件包含一个嵌入式阵列和一个逻辑阵列。嵌入式阵列用来实现各种存储器及复杂的逻辑功能,如:数据信号处理、微控制器、数据传输等;逻辑阵列用来实现普通逻辑功能,如:计数器、加法器、多路选择器等。嵌入式阵列和逻辑阵列结合形成的嵌入式门阵列具有高性能和高密度特性,使其在单个器件中能实现一个完整的数字信息处理系统,集成器件门数高达 1 万门,具有 6144 位内部 RAM,快速的通道互连方式和强大的 I/O 引脚功能<sup>[3]</sup>。

在设计中采用 VHDL 语言作为硬件描述语言,进行多层次系统硬件功能描述,采用若干相对独立的模块描述电路,其功能模块如图 2 所示<sup>[4]</sup>。

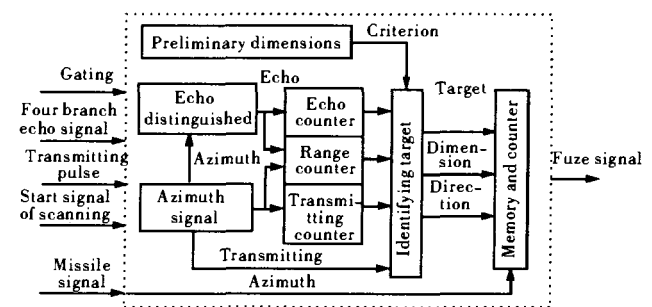


图 2 FPGA 信号处理功能框图

Fig.2 Function diagram of FPGA based information system

首先系统通过预先装订的目标信息计算出激光照射到目标的最小尺寸及最小扫描脉冲个数。然后以扫描起始脉冲为起点对发射脉冲进行计数,实现目标信号的方位判别,并相对于四路接收系统分出四个方向的区域信号。各区域信号与对应的各路接收系统接

收的回波信号以及距离门信号送入回波判别模块,排除作用距离之外的信号;并采用特定的算法,抑制来自引信内部、外部的干扰,得出整个接收系统的回波信号。为了判断回波信号是否是目标,分别对回波信号和主波信号进行计数,以最小扫描脉冲个数对回波计数结果进行实时判别,当回波信号连续并满足最小扫描脉冲个数时,即认为是目标信号,通过对目标特性的研究发现,目标是具有确定外形的硬物体,具有一定个数连续稳定的回波信号<sup>[5]</sup>,而小物体和薄云雾的回波信号不能满足一定个数的连续要求,因此不连续的信号被认为是干扰信号。

当排除小物体和薄云雾干扰判断为目标信号时,通过方位计数也可判断出目标相对弹轴的方位信号。这些信号与已经存储的其余三个区域信号进行比较排除浓密云雾干扰引起的误炸。因为激光引信在360°方位探测目标,而目标具有确定外形,只可能出现在一个区域或相邻的两个区域内,不可能同时出现在相对区域内。而云雾等大气中的悬浮粒子处于不断扩展状态,边界并不严格限定。当导弹进入浓密云雾区时,导弹近区四周均有云雾的悬浮粒子存在,这样各区域均会有云雾的反向散射信号<sup>[6]</sup>。

当相对区域不同时存在目标信号时即认为引信探测到目标,通过对连续回波信号计数和距离计数可判断出目标的相对大小,通过方位计数可判断出目标相对弹轴的方位信号。根据导弹的攻击姿态、相对速度等信息,计算出最佳引炸时间,输出引炸信号<sup>[7]</sup>。

## 2.2 仿真结果

利用 ALTERA 公司的 MAX+plus II 软件包对硬件系统设计进行了仿真,在不同输入信号情况下验证输出结果是否正确。信号处理仿真如图3所示。

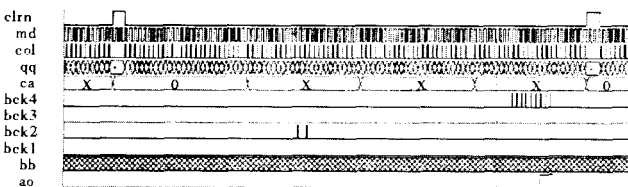


图3 信号处理仿真图

Fig.3 Simulation diagram of FPGA based information system

经仿真当 bek4 有连续多个回波信号,而其余三路无连续多个回波信号输出时,即有目标输出。通过与弹上信息的仿真可得出:

(1) 本文建立的算法完全正确。即只有在连续有一定个数的回波信号前提下才认为是目标信号。在仿真过程中,给定了多种输入状态,输出波形均正确;

(2) 单片 FPF10K10 完全可以完成以上所有算法;

(3) 运算速度高。输入管脚至输出管脚的最长延迟时间为 36 ns,因此,该信息处理系统能满足激光引信的实时性要求。

## 3 结束语

本系统采用发射扫描、大视场接收的方案实现弹目交汇时的目标识别。其突出特点是:具有抗云雾干扰、抑制单次脉冲干扰、距离截止、能判断出目标的大小及方位、并能自适应选择延迟时间等功能。同时本系统硬件构成极其简单,采用单片 FPF10K10 完成目标识别的信息处理,适用弹上小型化要求。

## 参考文献:

- [1] TU Jian-ping. A signal processing system for a pulse laser fuze based on CPLD[J]. Journal of Detection & Control(涂建平.基于CPLD的脉冲激光引信信号处理系统.探测与控制学报),1999,21(4):30-32.
- [2] Gary Buzzard.Advanced laser proximity fuzing [A].First Annual International Missile & Rocket Symposium[C].USA:Thomson-Thom Missile Electronics,2000.
- [3] HUANG Zheng-jin.CPLD System Design Introduction and Application[M].Beijing:Publishing House of Electronic Industry(黄正谨.CPLD系统设计技术入门与应用.北京:电子工业出版社),2002.
- [4] HOU Bo-heng.VHDL Hardware Description Language and Digital Logic Circuit[M].Xi'an:Xidian University Press(侯伯亨.VHDL硬件描述语言与数字逻辑电路设计.西安:西安电子科技大学出版社),1997.
- [5] WU Zhen-sen,CHEN Hui.Characteristics of detonator laser beam scattering from an object in the near field[J].Laser & Infrared(吴振森,陈辉.激光引信目标近场散射特性研究.激光与红外),2001,31(5):294-297.
- [6] ZHANG Yin-xi,ZHANG Hao-jun.Laser fuze's anti-interference of environment[J].Guidance & Fuze(张荫锡,张好军.激光引信抗环境干扰技术分析.制导与引信),2002,23(3):34-40.
- [7] JIA Xiao-dong,YAO Hong-bao,ZHANG Quan-you,et al.Development of data sampling and processing system for laser fuze[J].Infrared and Laser Engineering(贾晓东,姚宏宝,张全有,等.激光引信数据采集处理系统的研制.红外与激光工程),2001,30(1):40-42.