

·光电探测·

## 近距离脉冲激光探测接收和处理

周 强<sup>1</sup>, 凡小杰<sup>1</sup>, 胡 心<sup>2</sup>

(1.东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000; 2.陆航驻哈尔滨地区军事代表室, 辽宁 锦州 121000)

**摘 要:**针对几十米到几百米区间的目标探测, 提出了近距离脉冲激光探测接收和处理的一种设计方案。对探测接收光学系统和自动增益控制曲线进行了详细设计, 对双透镜组合焦距进行了分析计算, 并采用软件仿真方法对接收光学系统进一步验证优化; 在自动增益控制曲线设计中, 针对AD558芯片特点, 阐述CPLD芯片中自动增益控制电路和放大电路的设计, 并对自动增益控制曲线电路进行了仿真。试验证明探测效果较好。

**关键词:**探测; 激光; 透镜; 自动增益

中图分类号: TN249 ; TN710.6

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2012)01-0029-05

## Receiving and Processing of Short-range Pulse Laser Detection

ZHOU Qiang<sup>1</sup>, FAN Xiao-jie<sup>1</sup>, HU Xin<sup>2</sup>

(1. Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China;

2. Military Representative Office of Army Aviation in Harbin, Jinzhou 121000, China)

**Abstract:** Aiming at the target detection from tens to hundreds of meters, a project of receiving and processing of short-range pulse laser detection is proposed. The detection receiving optical system and automatic gain control curve are designed particularly, the combination focus of double lens is analyzed and calculated, and the receiving optical system is validated and optimized farther by the software simulation method. In the design of automatic gain control curve, for characteristics of AD558 chip, the designs of automatic gain control and amplifier circuits in CPLD chip are described, and the automatic gain control curve circuit is simulated. The experiment shows that the detection effect is very good.

**Key words:** detection; laser; lens; automatic gain

激光探测以其快速、精准、远程等特性, 被广泛用于工业、农业、医疗、科研、民用等各方面。激光探测按工作方式可以分为脉冲激光探测和连续波激光探测2种类型<sup>[1-7, 16]</sup>, 连续波激光探测的探测精度高(厘米级), 但距离较短(几十米); 脉冲激光探测的距离较远(几百米到几十千米), 精度相对较低(米级)。为了适应在几十米到几百米之间的测量目标的距离, 提出了以光路设计、高频放大电路设计和单片机<sup>[8]</sup>CPU芯片与高速复杂可编程逻辑器件(CPLD)相结合方法, 设计出了一种具有自动增益功能的近距离脉冲激光探测设备。

### 1 工作原理

根据该激光探测设备小型化和中等探测距离的要求, 提出了包含光学接收部分、探测器、放大电路、比较电路、计时系统、自动增益控制部分、CPU处理部分、接口电路等8部分组成的设计方案。设计框图如图1。

图1中各部分的功能分别为: 光学接收部分采用2片组合透镜设计, 具有一定的光学增益, 提高系统的探测能力。探测器采用高内阻、低暗电流、快速反应时间的光电二极管EG&G公司的C30641G。放大电路<sup>[8]</sup>采用2片可编程自动增益、大带宽的运放

AD603<sup>[9]</sup>芯片对通过探测器把光信号转化为电信号进行放大。比较电路采用高速比较器MAX913和相关的电路组成。计时系统主要是对激光器出光和激光回波时间差的测量。自动增益控制主要是合

理地控制放大器AD603随时间对回波信号的放大增益变化地控制。CPU主要负责数据的处理和设备状态的确定。接口电路采用RS422通信芯片提高抗干扰能力和传输能力。

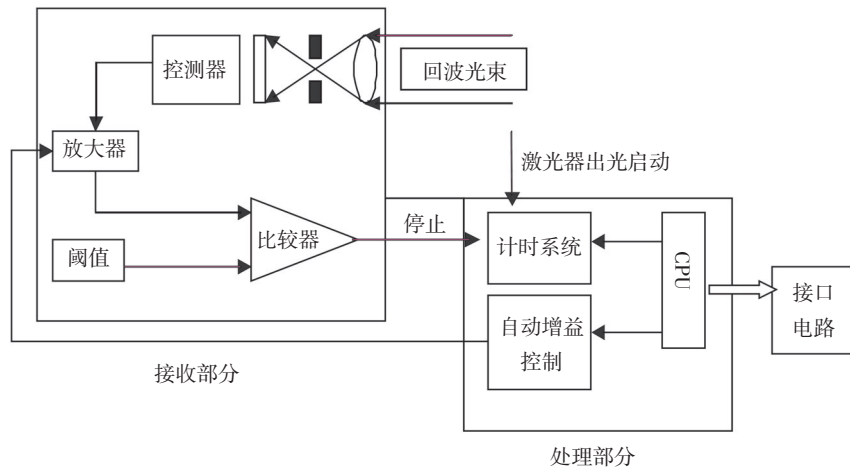


图1 近距离脉冲激光探测接收和处理框图

工作原理：设备的CPU收到探测命令后可以探测。当激光器出光时，激光器给出一个启动信号，这时计时系统开始工作，同时让自动增益控制部分开始工作，控制放大器的放大增益。让不同距离的回波信号放大倍数不同来达到最佳的探测能力。当收到回波时，先通过光学系统进行放大，再把光信号转化为电信号，通过两级的自动放大电路和比较电路给到计时系统来停止计时工作。在通过CPU读取测量的时间，通过相应的算法把测量的距离通过接口电路传给上位机。

## 2 系统设计分析

该激光探测主要由接收和处理两部分组成。如何使设备高速、稳定、协调的工作，在近距离和远距离能合理的探测目标距离，就必须对方案的各部分进行合理的分析和设计。下面重点从光学设计和自动增益控制曲线设计两方面进行讨论。

### 2.1 光学设计

为了获得较高光学增益(系统)、增强抗阳光饱和能力、解决小视场和小光敏面(大口径)匹配的矛盾，本系统采用1片镀膜镜(滤光片)片和2片透镜组成。由于设备的小型化，采用光敏面面积较小的探

测器。光学系统的设计只能在这些限制条件下综合考虑视场和光学增益，力争结构简单、经济合理。

#### 2.1.1 接收光学系统设计

光学系统由滤光片1、透镜2、透镜3和探测器4组成(图2)。为了小型化、提高增益减少能量损失，物镜采用双透镜结构，每片透镜分配一定的光焦度，2片透镜达到要求的焦距值，构成光学接收物镜。

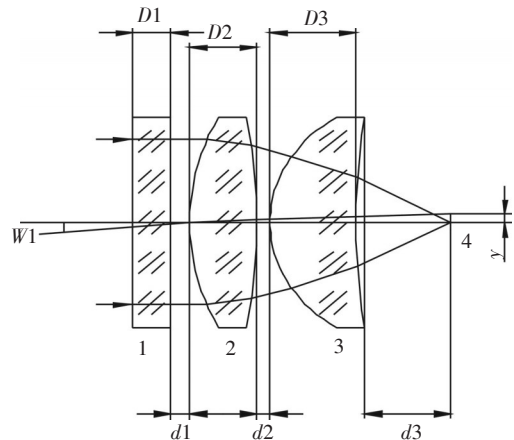


图2 光学系统光路图

#### 2.1.2 接收物镜设计

根据像高与视场角的关系式

$$y' = f' \tan \omega \quad (1)$$

式中， $f'$ 为物镜系统得焦距； $y'$ 为探测器光敏面的



放大电路<sup>[15]</sup>采用2片AD603叠加使用,具体连接图见图4。图4中的TPG为AD558外围的电路和电容组成的自动增益曲线。根据连接图和AD603资料可以看出本电路的带宽为90 M。该设计通过合理的设计能够保证放大电路的增益范围为-22 ~+62 dB,即合理的选择VNEG的参考电压和GPOS的控制电压曲线。电路的增益的表达式为

$$Gain(dB)=40Vg+Go \quad (6)$$

其中,  $Vg$  是控制电压,  $Go$  是由所选择的增益范围所决定的,  $Go$  的值为-20 dB。

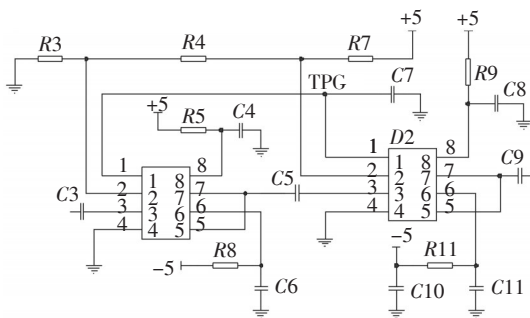


图4 两片AD603的连接图

通过上面的分析可以看出来,通过自动增益控制曲线的设计可以在近距离探测时,放大器是衰减信号使放大器不至于饱和和影响探测的精度。在远距离探测时,可以放大信号提高探测的能力。因此合理的控制曲线对于探测能力有很好的提高。

### 3 数据仿真和实验结果

#### 3.1 光学仿真

应用ZEMAX软件对设计的系统仿真和参数调整,最后确定了比较满意的光学结构。仿真见图5、图6所示。

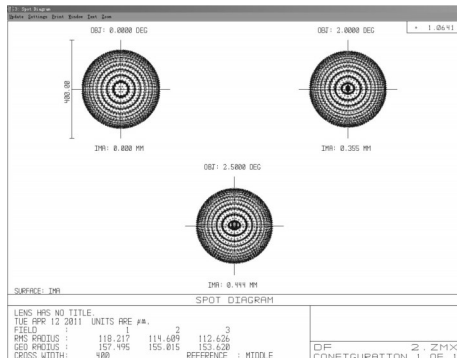


图5 半视场角是0°、2.0°和2.5°的点阵图

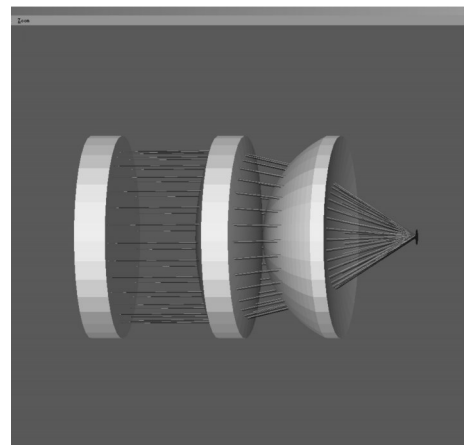


图6 三维外形图

#### 3.2 自动增益控制曲线仿真

设计的曲线通过multisim对AD558输出的信号进行仿真,仿真电路图见图7。

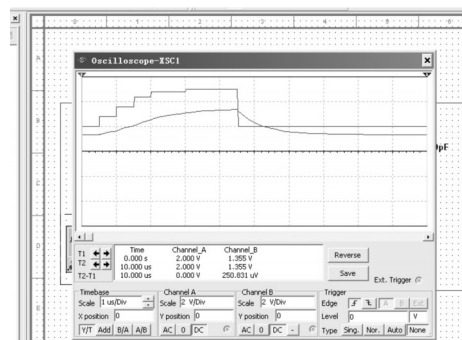


图7 自动增益控制曲线仿真波形图

#### 3.3 试验结果

对上述提及的方法进行大量的试验验证,表明通过合理的设计方案能够有效地探测出从几十米到几百米的目标。仅以对收割后庄稼地面的测量为例说明,测量误差为±5 m,探测的距离为50~500 m。具体测试数据见表2。

表2 测试数据 单位:/m

	50	80	100	150	200
实际距离	50	80	100	150	200
测试距离	50	85	105	145	195
实际距离	260	400	470	500	
测试距离	260	405	465	500	

### 4 结束语

从方案的设计到软件的仿真和优化,及试验验

证,表明设计系统可满足近距离脉冲激光探测的使用要求,因此该激光探测接收和处理的方案设计,对于几十米到几百米的目标探测是一种新的有效的方法,此外在探测的精准方面可以通过改变计时频率或采用模拟内差法来提高,实现更精确的目标探测有更大的突破。今后可对此进行进一步研究的努力方向。

### 参考文献

- [1] 戴永江. 激光雷达原理[M]. 北京:国防工业出版社, 2002: 3-285.
- [2] 马业伟,赵尚弘,蒙文,等. 激光测距信号内插法研究[J]. 现代电子技术, 2007(2):171-176.
- [3] 邓全,李磊,马敏,等.高精度时间测量技术及其在脉冲激光测距中的应用[J]. 光电系统, 2010(2):11-14, 6.
- [4] 张丽丽,傅江涛,张志勇,等.FPGA在远程激光测距中的应用[J]. 激光与红外, 2010, 40(3):287-289.
- [5] 冯国旭,常保成.高精度激光测距技术研究[J]. 激光与红外, 2007, 37(11):1137-1140.
- [6] 张慧.提高相位激光测距精确的研究[J]. 精密制造与自动化, 2007(1):24-26.
- [7] KARP J S, et al. Characterization of a Time-Of-Flight PET Scanner based on Lanthanum Bromide[J]. IEEE-NSS conference record M04-8, 2005(4):5.
- [8] 于永,戴佳,刘波. 51单片机C语言常用模块与综合系统设计实例精讲[M]. 2nd. 北京:电子工业出版社, 2008.
- [9] AD603 Datasheet. Analog Devices, Inc.
- [10] 胡家升. 光学工程导论[M]. 2nd. 大连:大连理工大学出版社, 2005.
- [11] 王永仲. 现代军用光学技术[M]. 北京:科学出版社, 2004.
- [12] 刘文. 基于FPGA技术的激光测距系统研究, 2007.
- [13] 东方人华,王建坤. MAX+PLUSII入门与提高[M]. 北京:清华大学出版社, 2003.
- [14] EDA先锋工作室. Altera FPGA/CPLD设计(高级篇)[M]. 北京:人民邮电出版社, 2005.
- [15] [日]冈村迪夫. OP放大电路设计[M]. 王玲,徐雅珍,李武平. 北京:科学出版社, 2004.
- [16] 朱福,林一楠. 一种提高脉冲激光测距精度的方法[J]. 光电技术应用, 2011, 26(2):42-44.

(上接第18页)

### 参考文献

- [1] 凌轩,朱玉泉,冯天麟,等. 雷达天线车自动调平系统设计[J]. 液压与气动, 2008(4):1-3.
- [2] 李田甜,陈鸿,李景涛. 用PID算法反馈控制直流电机[J]. 光电技术应用, 2009, 24(6):55-57.
- [3] 李勇建,魏贵玲,邓劲松,等. 自动调平技术研究[J]. 压电与声光, 2010, 32(6):949-952.
- [4] 李迪科,李萍,蒙建波,等. 某雷达自动电调平控制系统的设计[J]. 重庆大学学报, 2004, 27(6):93-95.
- [5] 王晓明. 电动机的DSP控制—TI公司的DSP应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2004:295-312.
- [6] 郑红,隋强强,周星. DSP应用系统设计实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2008.
- [7] 耿记波,高云国,吴延巽. 大型光电设备动基座自动支撑调平方法及结构[J]. 工程设计学报, 2007, 14(5):383-387.
- [8] 刘和平,严利平,张学锋,等. TMS320LF240x DSP结构、原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002.
- [9] 张宝发,赵辉,岳有军. 基于DSP的步进电机控制系统设计[J]. 仪表技术与传感器, 2010, (8):63-65.
- [10] 胡大军,吴晗平,黄璐. 光电跟踪伺服系统中的模糊PID控制器设计[J]. 光电技术应用, 2011, 26(5):72-76.
- [11] 冯仪,陈柏金. 车载雷达机电式自动调平控制系统[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2001, 32(6):66-68.