

文章编号: 1001-3806(2005)02-0130-02

用于智能汽车的小型 LD 激光测距仪

张 乐,秦石乔,王省书,张宝东,任建国
(国防科学技术大学 理学院,长沙 410073)

摘要: 介绍了一种采用半导体激光二极管 (LD) 为光源的小型激光测距仪的系统组成、工作原理及其关键技术。所研制的测距仪具有结构简单、成本低廉的特点,可广泛应用于各种智能车辆中作为防撞雷达使用,也可应用于各种测距精度要求不高的场合。

关键词: 智能汽车;激光二极管;激光测距仪;雪崩光电二极管;微控制器单元

中图分类号: TN958.98 **文献标识码:** A

MiniLD laser rangefinder used in intelligent vehicles

ZHANG Le, QIN Shi-qiao, WANG Sheng-shu, ZHANG Bao-dong, REN Jian-guo
(Faculty of Science, National University of Defence Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: A miniLD laser rangefinder is introduced. The construction, operation principle and key technology of the system are discussed. This system has the characteristics of simple construction and low cost. It can be used in all kinds of intelligent vehicles as an anti-collision radar and other situations where high precision is not needed.

Key words: intelligent vehicles; laser diode; laser rangefinder; avalanche photoelectric diode (APD); microcontrolled unit (MCU)

引 言

保障汽车驾驶时的自主性、舒适性和安全性是智能汽车一直追求的目标。为保障驾车安全,发展汽车防撞技术十分关键。世界各国对汽车防撞技术的研究和发展投入了大量的人力物力和财力。而汽车防撞技术的关键就是车辆测距技术。目前应用于汽车防撞的测距方法主要有:超声波雷达,毫米波雷达,激光测距,高精度摄像系统测距等^[1]。其中超声波雷达已经广泛应用于倒车防撞,而毫米波雷达和摄像系统测距的应用成本较高。随着半导体激光器技术的进展,半导体激光测距得到进一步发展^[2~5],激光测距在汽车防撞中的应用也越来越广泛。作者提出了一种以 905nm 半导体激光器为光源的激光测距仪,它具有体积小、重量轻、结构简单、成本低廉等特点。可广泛用于各种类型智能车辆及其它测距精度要求不高的场合。

1 系统组成及工作原理

激光测距目前常用的方法主要有脉冲测距法和相

位测距法两种^[6]。本着低成本的原则,系统选择的是脉冲测距的方法,即利用电路测得发射激光脉冲和接收激光脉冲之间的时间差,用这个时间的一半乘以光速就可以得到距离值。系统主要由以下几部分组成:半导体激光器驱动电路、接收电路、单片机控制与计时电路、电源和光学系统等。实物图见图 1。原理组成框图见图 2。

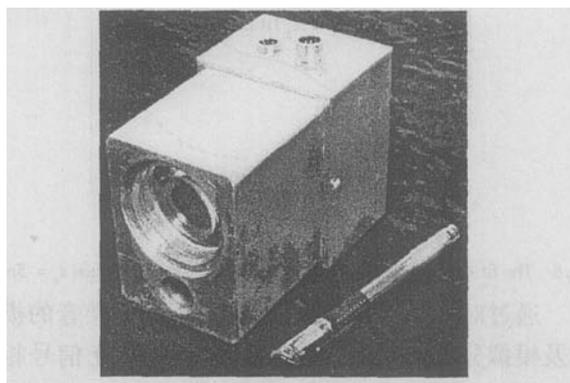


Fig 1 The image of laser rangefinder

系统的具体工作过程如下:单片机下达测距开始指令,半导体激光器驱动电路收到指令后利用高速场效应管作为纳秒开关,通过电容充放电来产生脉宽很窄的大电流脉冲,驱动半导体激光器发出脉冲激光,同时将计时开始信号送至计时电路,启动计时电路中的恒流源对计时电容充电。半导体激光器发射出的激光脉冲经光学系统准直后出射到大气,经大气传输到达

作者简介:张 乐 (1977-),男,硕士,主要从事激光技术及光电对抗方面的研究。

E-mail: sdz1200800@yahoo.com.cn

收稿日期:2004-03-22;收到修改稿日期:2004-05-12

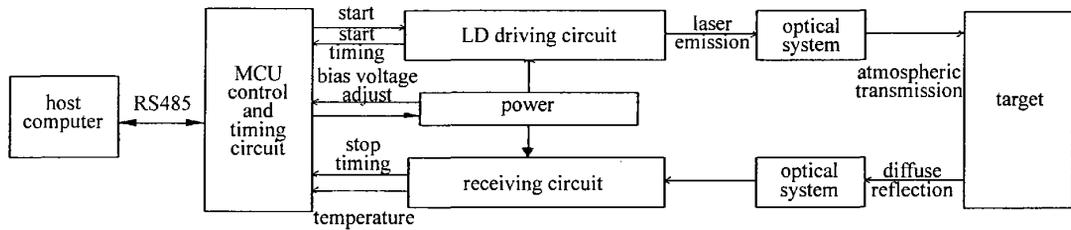


Fig 2 The sketch map of the system

要探测的目标,目标散射后的一部分光经接收光学系统进入光电接收转换器件的光敏面,接收电路将接收到的光信号进行转换、放大、整形后输出至计时部分,使计时电容停止充电,这时电容的电压值与充电时间对应。单片机控制采样及读取计时电容的电压值,并根据预先的标定将电压值转换成距离值送至上位计算机或显示系统。

系统各部分组成和功能介绍如下。

LD 驱动电路:驱动电路用来驱动半导体激光器发光,应尽量提高发射激光脉冲的峰值功率和降低脉冲前沿的上升时间以提高量程和精度,因此,系统以高速场效应管作为纳秒开关,由启动脉冲经脉宽整形后控制其通断。场效应管的通断对应着电容的充放电过程,放电形成电脉冲驱动半导体激光二极管发光。

接收电路:接收电路主要完成光电转换、信号放大和比较输出计时停止信号的作用。采用的雪崩光电二极管 (APD) 光电转换器件有利于提高量程,两级三极管放大有利于降低成本。另外,由于 APD 的内增益及反向击穿电压具有很大的温度系数,因此,还要有辅助的温度补偿电路,由安装在 APD 旁边的温度传感芯片提供温度信息给单片机,再由单片机通过设置数字电位器调整加在 APD 上的反向偏置电压。

单片机控制电路:单片机负责整个系统的控制管理工作,主要包括:产生测距开始信号、采集计时模块电容电压、数据处理、APD 偏置电压调整和与上位计算机通讯等。单片机控制示意图见图 3。

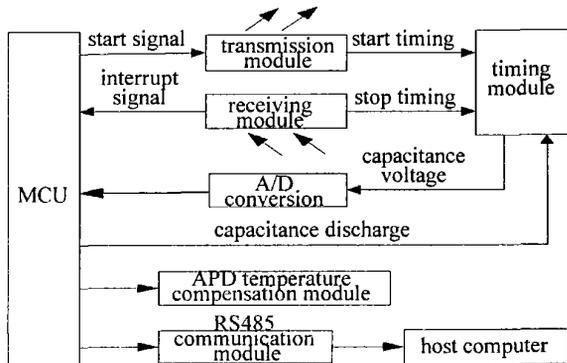


Fig 3 The sketch map of MCU control

计时电路:计时电路的用途是将时间量转化为电压量。计时电路采用模拟式测量电路,即将时间量转换成电压量的 TAC 电路。当计时开始时恒流源对电

容充电,当收到计时停止信号后,电容处于保持状态,其电压值即正比于目标距离,同时产生中断通知单片机控制 AD 采集。采集完毕单片机发出复位信号,对电容放电,做好下一轮测量的准备。电源 (DC):电源模块是测距仪各部分电路的供电电源。输入为汽车上的电源 12V,输出 5V 和 160V ~ 200V。

2 关键技术

为了保证在较低的成本下实现汽车防撞所要求的精度、量程和低的虚警率,系统采取了一些独创性的设计。

(1) 用持续工作的恒流源对电容充电的计时方法。如果采用脉冲计数的计时方法,为保证 1m 的测量精度,至少要 150MHz 的时钟,难度大且成本高。而选用恒流源对电容充电的计时方法,易于用较低的成本实现较高的测时精度。为了克服恒流源启动时的建立时间的影响,设计出让恒流源持续工作,用高速场效应管开关来控制切换电流通道的方法,即计时开始控制恒流源对电容充电,收到回波即把恒流源切换到另外的通道,此时电容上的电压即对应计时时间。这样大大提高了距离分辨率。

(2) 用温度传感器 + 单片机 + 程控电源的智能温度补偿设计。因为 APD 的反向击穿电压具有很大的温度系数,因而需要配置一个特殊的电压变换电路来提供偏置电压 (否则,APD 将发生反向击穿或其内部增益发生非常大的变化)。传统的方法是利用热敏元件的温度特性来控制电路的变换电压随温度发生改变,以达到偏压的温度补偿。但这种方法通常无法实现全温度范围内的良好补偿,且设计调试复杂。系统采用自行设计的温度传感器 + 单片机 + 程控电源的软硬结合的智能温度补偿电路,具有电路原理结构简单、可全温度范围内精确补偿且具有高度的灵活性和适应性等特点,适合为各种 APD 提供偏置。

(3) 硬件波门 + 软件筛选的数据有效性控制方法,提高了系统的可靠性。系统在硬件和软件上都兼顾了降低虚警率,保证数据有效性的设计。硬件从时间上滤除虚警,即只有从启动测量开始到对应最大量程的时间段内的回波信号有效。软件上采取从多次测

(下转第 168 页)

看出,它们与真实值均非常接近。

3 结论

在实际测量中,测量曲线与模拟曲线会出现较大差别,原因是与实际光栅相比,模拟光栅的入射层与基底层都是均匀的,光栅层折射率严格按照正弦型变化。

透射系数的测量比较容易,且具有测量精度高,测量值稳定,不损伤样品等特点;而正单纯形法又具备简单快速等特性,将正单纯形法和透射光谱结合起来反演光栅参数,不但速度快,而且计算精度颇高,本文中以折射率型光栅为例进行计算与讨论,结果表明具备上述优点。另外,此方法还可以用于其它类型的光栅参数的反演中。

这里只是进行了数值模拟,如果能在实验上得到

突破的话,用透射光谱法测光栅参数的优越性必将进一步得到体现,这也是现在正努力做的工作。

参考文献

- [1] 罗玉西,田晓晖.测量光栅常数和波长的一种新办法[J].延安大学学报,1999,18(4):41~46
- [2] 高思田,王春艳,叶孝佑.纳米技术与纳米计量[J].现代计量测试,2000(1):3~12
- [3] 卢向东,傅克祥,王植恒.椭圆法测光栅参数的可行性理论研究[J].激光杂志,2003,24(1):29~31
- [4] 茨本俊秀,福岛雅夫.最优化方法[M].北京:世界图书出版公司,1997.4~35
- [5] LIL F Use of Fourier series in the analysis of discontinuous periodic structures[J].J O SA,1996,A13(9):1870~1876
- [6] FU K X,WANG Zh H,ZHANG D Y. A modal theory and recursion RTCM algorithm for gratings of deep grooves and arbitrary profile[J]. Science in China,1999,42(6):636~645

(上接第131页)

量中滤除离散性比较大的数据的方法,这样做还可进一步提高测距精度。

(4)用整形后的高质量触发信号来控制高速场效应管纳秒开关,改善了发射激光脉冲前沿的质量。该系统是利用激光脉冲前沿来作为计时信号的,提高光脉冲前沿的上升斜率有利于改善测量精度。为此,设计中先将触发信号整形,使其前沿变陡,再用来控制高速MOSFET纳秒开关导通放电回路,使半导体激光器发光。试验结果表明,光脉冲前沿可达到5ns。

3 结论

该系统的性能参数是:波长 $\lambda=905\text{nm}$,测距范围2m~150m,测距精度1m,工作温度范围 $-20\text{C}\sim70\text{C}$ 。对系统进行的实际测试表明,系统的精度和量程能满

足汽车防撞的要求,具有较高的温度适应性,加上它具有体积小、重量轻、结构简单、成本低廉的特点,附以适当的外围控制电路可以应用于各种类型智能车辆,能够有效提高驾乘车的安全性。

参考文献

- [1] 钟勇,姚剑锋.现代汽车的四种测距方法[J].汽车工业研究,2001(2):38~40
- [2] 刘峰.脉冲激光测距机的研制与应用[J].红外与激光工程,2003,132(2):118~122
- [3] 张在宣,余向东,郭宁.小型低价LD激光测距仪[J].激光与红外,1999,29(1):21~23
- [4] 谭显裕.脉冲激光测距仪雪崩光电探测器最佳工作状态和接收灵敏度研究[J].光电子技术,2001,21(2):129~137
- [5] 张在宣,郭宁,余向东.小型低值激光测距仪的优化设计[J].光电子·激光,1999,10(2):132~134
- [6] 高雅允,高岳,张开华.军用光电系统[M].北京:北京理工大学出版社,1996.205~215