

文章编号:1001-5078(2008)12-1204-03

· 激光技术与应用 ·

抗干扰激光入侵探测设备研究

成 跃¹, 李祥州², 张志利², 杨必武¹

(1. 第二炮兵装备研究院, 北京 100085; 2. 第二炮兵工程学院, 陕西 西安 710025)

摘 要:激光入侵探测设备具有探测距离远等独特优势,但也存在易受杂光照射或小物体干扰而产生误报的不足。本文采用芯片 NE555 和 ADP3334 组合使用对 808nm 半导体激光器进行调制脉冲稳压供电,在激光器发射端产生特定频率稳定脉冲激光,接收端予以相应滤波处理,探测器具有抗太阳光、灯光等杂光干扰的能力。接收端采用放大器 OP295 进行信号限幅放大,探测器在米级到百米级探测距离内无需调节均可正常工作。触发报警的时间下限由单片机进行控制,能降低小物体干扰产生的误报。

关键词:激光入侵探测;抗干扰;稳频;滤波接收

中图分类号:TH744

文献标识码:A

Research on Anti-jamming Laser Intrusion Detecting Equipment

CHENG Yue¹, LI Xiang-zhou², ZHANG Zhi-li², YANG Bi-wu¹

(1. The Second Artillery Equipment Academe, Beijing 100085, China;

2. The Second Artillery Engineering College, Xi'an 710025, China)

Abstract: The intrusion detecting equipment using laser has special advantages such as far detecting distance, but also exist shortages that easy to disturb by interfere light or small objects to cause false alarm. This article adopt chip NE555 and ADP3334 working together to offer modulate steady pulse of current to 808nm semiconductor laser diode, produce special frequency high stabilization laser in transmit port, the take-over port filter the waves of corresponding frequencies, detector have anti-jamming ability to interferential light such as sun ray or lamplight. Take-over port adopt amplifier OP295 to implement limit extent amplify, detectors can accurately working without adjustment in detect distance change from several meter to hundreds meter. SCM is used to control lower limit timer which relate to touch off alarm, and effectively decrease incorrect alarms from small objects' disturb.

Key words: laser intrusion detection; anti-jamming; stabilization frequency; filter detect

1 引 言

激光入侵探测器为直线型探测报警器,探测器以半导体激光器为发射源,以不可见激光束形成警戒线,是采用遮挡报警方式对周界进行封闭布防的入侵探测系统。

激光入侵探测系统包括半导体激光发射器、激光接收器和信号处理三大部分。本设计中激光器采用 808nm, 500mW 半导体激光器,由于太阳光等干扰光中同样包含 808nm 波长段光波,所以从抗干扰

和节能方面考虑,此系统采用频率为 547.9Hz 的矩形脉冲供电。激光接收器采用光电二极管进行光电转换,转换后的电信号依次通过电压放大、滤波整

作者简介:成 跃(1959-),男,研究员,北京理工大学博士生导师,从事固体发动机专业研究,先后组织或独立完成了 40 余项科研成果,获国家科技进步一等奖 1 项,军队科技进步一等奖 2 项,军队科技进步二等奖 2 项,三等奖 6 项,国防专利 2 项,国家发明专利 2 项。

收稿日期:2008-06-15; **修订日期:**2008-07-29

流、电压-电流转换、对数放大后控制继电器的吸合。光束未被遮挡时,继电器闭合,单片机 AT89S51 管脚 P1.0 输入为高电平。激光束被遮挡则管脚 P1.0 输入为低电平,单片机开始计时,计时至设定的时间下限,单片机将再次检测管脚 P1.0 的状态,若仍为低电平,系统将发出入侵警报。

2 激光发射部分电路设计

发射部分电路设计应提高系统的抗杂光干扰能力和减少系统的功耗。太阳光和灯光等干扰光是连续光或低频交流光,这类干扰光在激光接收端经光电转换后产生的电信号是近似直流的连续信号或低频信号,依据此特性本设计中将供电电池输出 9V 直流信号调制成特定频率的矩形脉冲信号,在激光接收端仅针对特定频率段的信号进行提取,从而有效降低杂光干扰的影响,同时也降低了激光器的功耗。

2.1 脉冲信号的产生

图 1 所示为激光发射电路,NE555 和 R_1 等组成无稳态多谐振荡器并输出脉冲信号,接通电源多谐振荡器起振,振荡频率取决于充电、放电时间 $t_{\text{充}}$ 和 $t_{\text{放}}$ ^[1],计算公式如下:

$$t_{\text{充}} = 0.693 R_1 C_3 \quad (1)$$

$$t_{\text{放}} = 0.693 R_2 C_3 \quad (2)$$

$$f = 1.443 / [(R_1 + R_2) C_3] \quad (3)$$

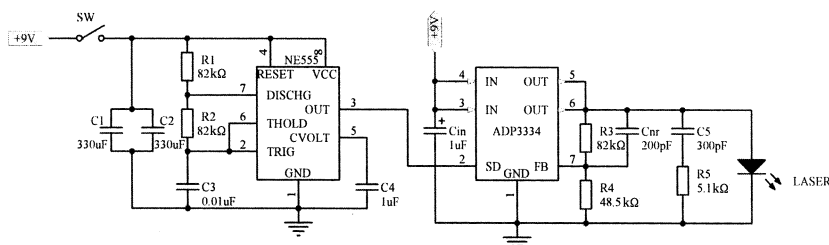


图1 激光发射端电路

代入图 1 中所示数据, f 理论值为 880Hz, 占空比 $R_1/(R_1 + R_2)$ 为 1:2, 电路连接后, 实际测得 NE555 管脚 3 输出波形如图 2 所示, 脉冲频率 f 为 547.9Hz, 高电平电压值为 2.72V, 实际输出占空比为 605μs/1.220ms, 与设计值基本相符。

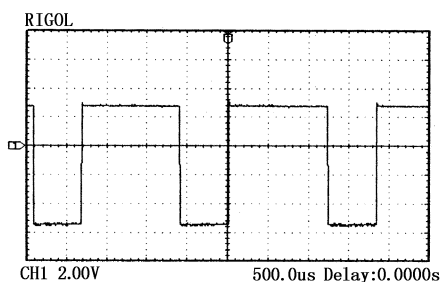


图2 NE555 输出波形

2.2 脉冲的调幅和稳压

设计中选用激光器 DM-0808-500m-X2, 稳定工作电压为 2V, 输入电流不得高于 650mA, 对应 NE555 实际高电平输出电压为 2.72V, 设计中采用 ADP3334 对 NE555 输出脉冲信号进行调幅和稳压处理, 芯片 ADP3334 的主要特性为^[2]:

(1) 输入电压范围为 2.6 ~ 11V, 输出电流峰值可达 500mA, 能保证 2V 电压输出时为激光器提供 500mW 的功率输出, 输出电流为 500mA 时压差低于 200mV;

(2) SD 端为控制端, 低电平输入时芯片工作。

(3) 输出电压范围为 1.5 ~ 10V 的可调式, 输出电压与外接分压器之间电阻 R_3 和 R_4 的数学运算关系为:

$$V_{\text{out}} = V_{\text{fb}} (R_3 + R_4) / R_4 \quad (4)$$

式中, $V_{\text{fb}} = 1.178\text{V}$, 设计中电阻 R_3, R_4 分别选用 70kΩ 和 100kΩ, 代入上述公式可得 ADP3334 输出电压为 2V, 经过调试后采用如图 1 中所示电阻 R_3, R_4 分别为 82kΩ 和 48.5kΩ, 输出波形如图 3 所示, 此时 ADP3334 输出高电平电压为 2V, 为激光器稳定工作电压, 输出脉冲频率 f 为 547.9Hz。

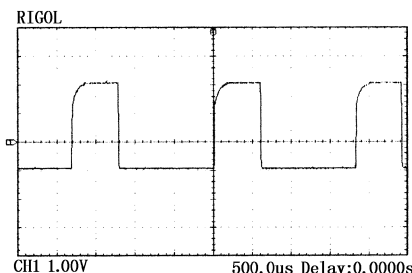


图3 ADP3334 输出波形

3 激光接收部分电路设计

激光器接收电路设计如图 4 所示, 系统针对 808nm 脉冲激光选用硅光电二极管 SP203 进行光电转换, 光电二极管采用反偏置的光导模式, 可实现较高的切换速度, 接收端镜头贴有红外透过滤光片 ITF-50S-76IR。选用高精度、低噪声 OP295 放大器^[3]进行信号的前置放大和后续放大, 前置放大倍数为 10, 后续放大倍数由实验进行调整, 在两级放大间由 C_1 和 R_4 对信号进行有源高通滤波, 其截止频率为 106Hz, 能有效滤太阳光、灯光等杂光照射产生的干扰信号。

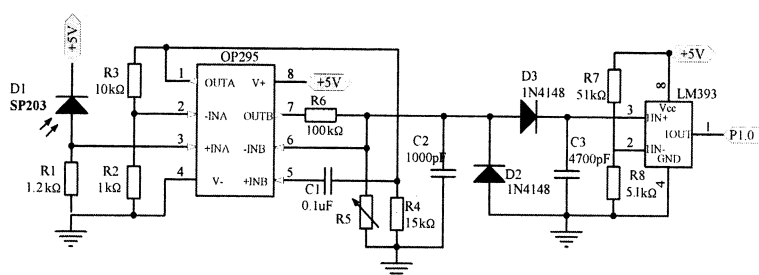


图4 激光接收端电路

设计要求探测器有效探测距离不得低于200m, 为了能够快速布防, 要求发射端发出的激光束在200m外能使接收端触发的光斑直径不小于0.5m。实验中, 通过调节激光器聚光透镜的安装位置改变光束发散角, 当选取 R_5 为5kΩ时, OP295电压增益为231, 调节光斑直径(对应此波长光斑是不可见的, 直径大小由接收端感应测量)大于0.5m, 将激光接收端由光斑边缘向光斑中心取多个位置进行感光, 测得OP295的7管脚的多组电压输出波形, 其高电平幅值最低为760mV, 当接收端处于光斑中心时, 其高电平幅值在3.24~3.92V之间, 由此选择 R_5 为1kΩ, 在直径为0.5m的光斑内均能实现3.24~3.92V之间的峰值输出, 如图5所示。

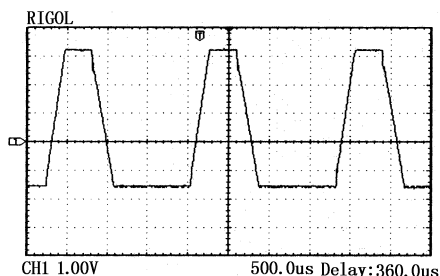


图5 OP295 输出波形

图4中D2、D3、C3为整流滤波作用, 通过电压比较器LM393, 控制P1.0端口的高低电平输入。

4 由单片机实现对时间下限的控制

对激光入侵探测系统, 应选取合适的遮光时间下限进行报警。采用激光束中断便进行报警, 一些外界干扰如树叶飘过、小动物穿过等都会引起误报, 而遮光时间下限设定过长则可能导致漏报。从入侵主要针对人员入侵的角度进行考虑, 普通人躯干厚度约为20cm, 行进速度不高于8m/s, 以此设定触发报警的遮光时间下限为25ms, 遮光时间超过25ms则系统发出警报, 此功能由单片机AT89S51控制实现。激光器接收电路输出信号控制继电器对单片机P1.0输入端口的电平类型, 光束未被遮挡, P1.0端口输入为高电平, 当单片机检测到P1.0端口为低电平即光束被遮挡时, 单片机开始计时25ms, 再次检

测P1.0端口电平, 若P1.0端口电平仍为低电平则单片机P1.0端口将输出高电平, 驱动报警电路予以报警。AT89S51外接12MHz晶振, 一条DJNZ指令执行时间为两个机器周期即 $2\mu s$ ^[4], 设计程序如下:

```
ORG 00H;
START: CLR P0.0;
      JB P1.0, $;
      JNB P1.0, DELAY;
      JB P1.0, START;
      JMP CALL;
```

DELAY:

```
MOV R1, #25;
D1: MOV R2, #499;
    DJNZ R2, $;
    DJNZ R1, D1;
RET;
```

CALL:

```
SETB P0.0;
END;
```

5 结束语

试验中将探测设备发射端与接收端相距100m放置在一段平直的公路上, 对准后采用手电筒照射接收端, 装置不报警, 将接收端对准太阳接收太阳光, 装置也不报警, 表明该入侵探测系统具有很好的抗杂光干扰能力。试验中, 人员从发射端与接收端间穿过时, 装置报警, 而在接收端前快速挥动手臂遮光时, 装置不报警, 也体现了单片机对遮光时间下限的控制。

激光本身具有探测距离远、具有较强的抗电磁干扰能力等优异特性, 本设计通过采用调制脉冲稳压供电和设定报警时间下限的方法, 使激光入侵探测器对杂光、杂物干扰有良好的抗误报, 此激光入侵探测器非常适合于边境警戒、小区安防等周界防范工作。

参考文献:

- [1] 陈永甫. 红外探测与控制电路[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004: 66.
- [2] 王水平, 等. 线形稳压器集成电路及应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2006.
- [3] Dual Rail-to-Rail. Operational amplifiers OP295/OP495[M]. Analog Devices, Inc, 1995: 1-5.
- [4] 杨欣, 等. 51单片机应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 67.