

文章编号: 1001-3806(2012)05-0693-03

# 基于激光调制技术的射击训练模拟系统

曹勇<sup>1</sup> 何凯平<sup>1</sup> 邵思杰<sup>2</sup> 容晓龙<sup>1</sup>

(1. 装甲兵工程学院 控制工程系, 北京 100072; 2. 装甲兵工程学院 兵器工程系, 北京 100072)

**摘要:** 为了设计贴近部队轻武器射击训练的模拟系统, 基于激光调制技术, 结合 TSOP34838 芯片作为光电接收器件, 设计了仿真靶。使用滤光薄膜解决普通激光器光斑过大的问题, 通过阵列式多路信号检测的方法简化了系统硬件设计, 实现了多路数据信号快速简单的采集, 通过设置振动传感器识别脱靶情况并增加了模拟训练的逼真度。结果表明, 该系统使用无线通信方式, 具有操作简单、稳定性高、细节处理得当、实用性较强等优点。

**关键词:** 激光技术; 仿真靶; 激光调制; TSOP34838; 阵列检测法

中图分类号: TN249 文献标识码: A doi: 10.3969/j.issn.1001-3806.2012.05.030

## Shooting training systems based on laser modulation technology

CAO Yong<sup>1</sup>, HE Kai-ping<sup>1</sup>, SHAO Si-jie<sup>2</sup>, RONG Xiao-long<sup>1</sup>

(1. Department of Control Engineering, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China; 2. Department of Arms Engineering, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

**Abstract:** In order to design a simulation system for shooting training of small arms, based on laser modulation technology, a simulation target was designed with TSOP34838 chip as optical receiving device. A filter membrane was used to solve the problem that ordinary laser spot is too large, the hardware was simplified with array multi-channel signals detection method, multi-channel data were collected quickly and easily. This system can identifying off-target situation, and increase the fidelity by setting the vibration sensor. The simulation system uses wireless communication, has advantages of simple operation, high stability, properly handling details and practicality.

**Key words:** laser technique; simulation target; laser modulation; TSOP34838; array detection method

### 引言

射击训练激光模拟系统是一种新型的模拟训练器材, 是平时部队增强战斗力的有效手段, 有着广泛的应用前景。国内已有多家单位对此展开研究, 并已推出多项研究成果, 解决了一系列关于射击训练激光模拟的技术问题<sup>[1-5]</sup>, 但各项成果的实际应用并不多。究其原因, 大都是系统实用性不够强, 存在结构相对复杂、价格偏高、易受外界光线干扰, 或者是弹着点确定过程复杂、射击效果不逼真达不到实际训练要求等不足。

作者在光电自动报靶系统关键技术研究课题的基础上<sup>[6]</sup>, 提出基于激光调制技术的射击训练模拟系统。使用 TSOP34838 芯片作为接收器件, 提高了激光脉冲发射电路与接收解调电路的抗干扰能力, 设计了振动传感器装置, 更贴近训练实际。系统具有结构简单、报靶精度高、成本低、弹着点实时显示及环数语音

播报等优点。

### 1 总体设计

系统硬件总体结构如图 1 所示, 包括控制盒、仿真枪和靶台三部分, 主要有以下几个特点。

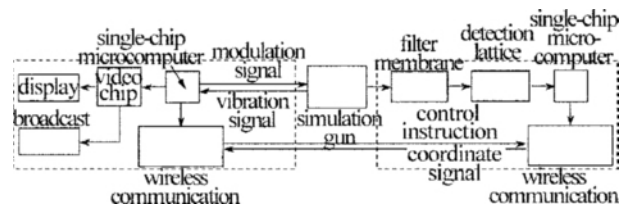


Fig. 1 Entirely composition

(1) 采用绿激光器, 设置标校和射击两种工作模式。标校时发射人眼可见的连续激光, 用于不同射击距离标校和系统精度检验。正常射击时发射激光脉冲信号, 模拟子弹射击效果, 降低系统能耗。

(2) 激光脉冲触发开关与扳击结合, 空爆弹射击与激光发射同步, 最大限度模拟实弹射击效果。

(3) 围绕单片机和语音芯片构成的控制盒能够实现液晶显示、弹着点在靶面区域及环数的实时播报, 实时地将射击效果反馈给射手。

**作者简介:** 曹勇(1968-), 男, 博士, 副教授, 主要从事激光技术应用、传感器技术及自动化装置的研究。

E-mail: cycycy157@sohu.com

收稿日期: 2011-12-08; 收到修改稿日期: 2012-01-04

(4) 控制盒远程无线控制靶台,包括靶台侧转、上电、复位、工作模式转换等。

(5) 控制盒为手持式,与以往的打靶模拟系统相比,使用更为简单方便。

软件程序主要有弹着点计算程序、环数计算程序、通信控制程序、故障自诊程序和主控程序。

控制盒和靶面的实物如图 2 所示。

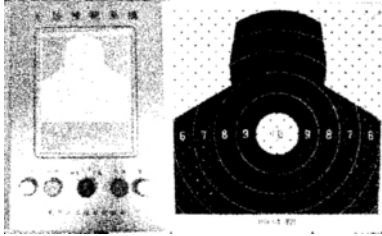


Fig. 2 Case of center control and target

## 2 关键技术与方法

### 2.1 激光调制技术

2.1.1 38kHz 调制信号 调制信号波形如图 3 所示。射击训练时,38kHz 的数据码载波信号驱动激光器输出 38kHz 的激光调制脉冲信号<sup>[7-8]</sup>。

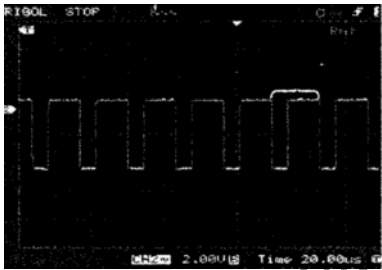


Fig. 3 Waves of 38kHz modulation signal

2.1.2 信号接收与解调 TSOP34838 芯片属于能够接收红外远程控制系统信号的 TSOP348 系列,能解调 38kHz 载波信号。内部结构如图 4 所示,由红外二极管接收电路、放大电路、带通滤波电路、解调电路 4 个部分组成,1 引脚为输出,2 引脚为地,3 引脚是驱动电源。

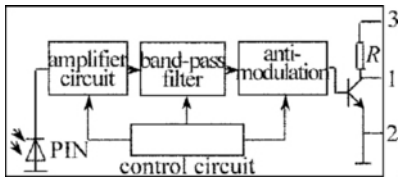


Fig. 4 Internal structure block diagram of TSOP34838

当其光照接收面接收到载波频率为 38kHz 的红外光脉冲信号时,其内的 PIN 型光电二极管能够从 38kHz 载波信号中分离出基带信号,然后经内部放大、限幅、带通滤波、频率解调和整形后,输出高、低电平。基于激光调制技术使接收电路能有效抑制噪声及背景光的干扰,而且芯片价格低廉,便于大规模使用。

接收解调电路如图 5 所示。 $x_n, y_n$  端设置为高电

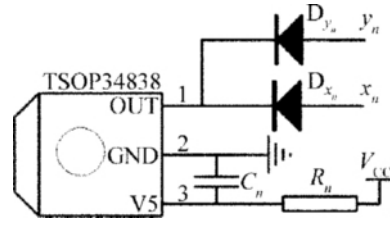


Fig. 5 Detection and demodulation

平。未接收到激光调制信号时,1 管脚为高电平,若接收到调制信号,1 管脚输出低电平,则导通二极管  $D_{y_n}$  和  $D_{x_n}$ ,同时拉低  $x_n$  和  $y_n$  处的电位,实现信号的采集。

### 2.2 光斑半径阈值控制

由于性能先进的激光器价格较高,为控制成本,系统选用普通的激光器。系统采用的激光器光束经外加光学聚焦镜头后,其发散角约为 2mrad。当射击距离  $s = 100\text{m}$  时,根据激光束与光斑的几何关系得光斑半径的计算公式:

$$r = \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (1)$$

可得 100m 处的光斑半径约为 8.5cm,光斑半径与子弹的射击效果相差太大,无法实现仿真射击。根据 TSOP34838 芯片的响应阈值,即芯片能够产生响应的光能量最低值,系统采用光斑半径阈值控制的方法来避免。

光斑半径阈值控制示意图如图 6 所示。距离光斑中心距离越近,光斑能量越大<sup>[9-10]</sup>。根据这一原理,在靶面附加一层滤光薄膜,光斑外围能量较低的部分被滤光薄膜阻隔,只有光斑中心能量较强的部分可以通过,选用合适的滤光薄膜来获取理想大小的光斑,控制有效光斑半径,提高报靶精度。

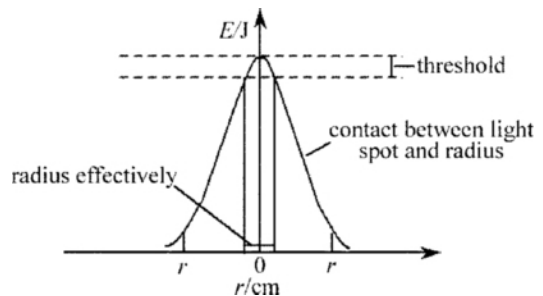


Fig. 6 Threshold control of light spot radius

### 2.3 阵列式多路信号检测方法

系统靶面采用 256 个 TSOP34838 芯片组成接收阵列。每片有横、纵两个坐标信号,直接读取信号,需要有 512 个引脚才能实现采集。为降低系统复杂度,借鉴阵列式键盘设计的思想,将每一行或列的芯片输出连接到两根总线上,一根作为  $x$  轴,一根作为  $y$  轴。任何一个节点的电平发生变化,都将引起总线电平的变化,以此确定发生电平变化的横坐标和纵坐标。阵列信号检测原理如图 7 所示,其中下标  $n$  为 1 行或者

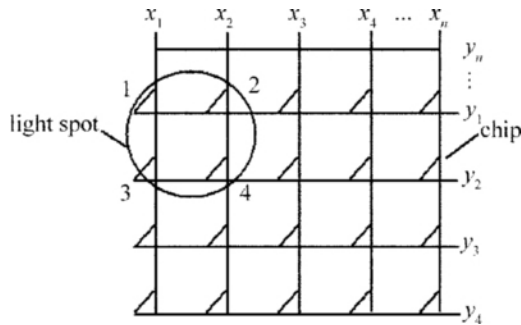


Fig.7 Array multi-channel signals detection method

1 列内的接收点总数。

若单片机在  $x_1, x_2, \dots, x_i, y_1, y_2, \dots, y_j$  处采集到信号,可知激光脉冲击中了  $x$  轴上的  $1 \sim i$  个接收芯片  $y$  轴上的  $1 \sim j$  个接收芯片。信号并行采集需要  $i \times j$  个管脚,而使用阵列式多路信号检测方法后只需  $i+j$  个管脚。即使用 32 个引脚即可同时采集到 512 个信号,降低系统复杂度的同时提高了系统的可靠性。

### 2.4 振动感应与激光脉冲发射相结合

利用空爆弹进行射击,在枪身上加装振动传感器,激光器的开关按钮与枪击安装在一起,两者同时触发。振动传感器将枪支的振动信息传送至主控机,如果主控机接收到振动信号但未接收到坐标信号,表示激光未击中靶面。这样不仅增加了模拟训练的逼真性,而且可以有效地判别脱靶。振动传感器输出波形如图 8 所示。

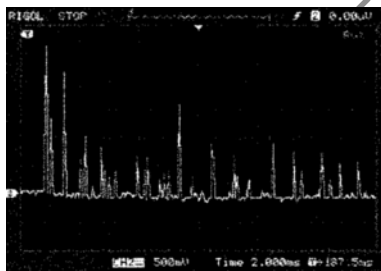


Fig.8 Output waves of the vibration sensor

射击时,振动传感器输出同频、不同幅度的电压脉冲信号,不能被处理器直接处理,需要通过单稳态触发电路将脉冲信号展宽成一定脉宽的方波信号。系统中的单稳态触发电路输出波形如图 9 所示。

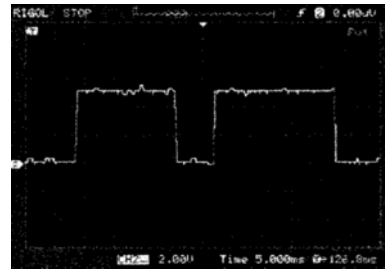


Fig.9 Output waves of single steady state circuit

## 3 结束语

提出将激光调制解调技术应用到射击训练激光模拟系统中的思路,并结合 TSOP34838 芯片、滤光薄膜、阵列式信号检测方法、振动传感器的使用,在兼顾模拟系统精度与可靠性的同时降低系统复杂度,提高了实用性,取得了较好的效果。

### 参 考 文 献

- [1] LI G. Design of laser target practice for simulation training [D]. Chongqing: Chongqing University, 2005: 8-15 (in Chinese).
- [2] SHANG B. The research and design of simulating system for shooting training [D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2008: 10-16 (in Chinese).
- [3] HUANG J J, YU J H. Automatic rifle shooting training system by stimulation of laser [J]. Applied Laser, 2001, 33(2): 41-42 (in Chinese).
- [4] ZHAO M. Research of laser simulate target system [D]. Nanchang: Nanchang University, 2007: 15-22 (in Chinese).
- [5] CHUI Y H. Design and implementation of a simulative shooting raining system [J]. Microcomputer Development, 2003, 13(4): 20-22 (in Chinese).
- [6] ZHANG Y. Research on key technology of photoelectric automatic scoring system [D]. Beijing: Academy of Armored Force Engineering, 2011: 10-16 (in Chinese).
- [7] CAO Y, ZHANG Y, CHEN L, et al. Design of photoelectric detection circuit based on laser coding modulation [J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2010, 32(12): 103-106 (in Chinese).
- [8] ZHANG Zh Q. A new design used in large area laser screen for gun of high firing frequency [J]. Optical Technique, 2009, 35(3): 464-466 (in Chinese).
- [9] ZHOU Zh L. Laser spot location in imaging laser detecting systems [J]. Laser Technology, 2008, 32(3): 248-251 (in Chinese).
- [10] FU H L. Research of laser character on laser ranging on practical ranging. [D]. Hefei: Academy of Postgraduate in Chinese Academy of Sciences, 2003: 7-15 (in Chinese).