

文章编号: 1001-3806(2003)06-0567-02

基于激光技术的高炮射击训练模拟系统*

赵建军 侯彦东

(河南大学计算机与信息工程学院, 开封, 475001)

摘要: 介绍了激光高炮射击训练模拟系统的组成和功能。着重阐述了激光发射和接收电路的设计及工作原理。该系统实现了高炮射击的全天候模拟训练, 获得了对炮手射击成绩客观、公正的评定。

关键词: 激光; 高炮射击; 计算机控制; 模拟训练

中图分类号: TJ35 文献标识码: A

Design of computer simulation system for archibald firing training

Zhao Jianjun, Hou Yandong

(College of Computer and Information Engineering, Henan University, Kaifeng, 475001)

Abstract: The architecture and function for the archibald firing training system are introduced in this paper. The circuit design and principle of laser transmitter and receiver are described in detail. Simulation training in all weather for the archibald firing is implemented. In addition, functions of natural and fair evaluation for the artilleryman firing are obtained.

Key words: laser; archibald firing; computer control; simulation training

引言

利用激光所具有的高定向性、高单色性和高亮度等特点, 将激光技术与其它应用技术相结合, 开展激光应用是一项非常有前景的工作^[1]。激光高炮射击训练计算机模拟系统充分利用了激光的特点, 以光代弹, 结合电子技术和计算机技术, 实现了高炮射击训练的激光、计算机模拟和对炮手成绩的客观、公正的评定。多媒体的模拟使现场效果更加逼真, 极大提高了训练人员的兴趣, 从而大大提高了高炮射击的训练效果^[2]。

1 系统组成及功能

该系统主要由激光发射和控制器、激光接收器、无线电发射和接收器、靶机拖动控制器、微机接口控制、音响模拟模块和系统微机 7 部分组成, 其组成框图如图 1 所示。

将激光发射和控制器安装于高炮上, 由炮手根

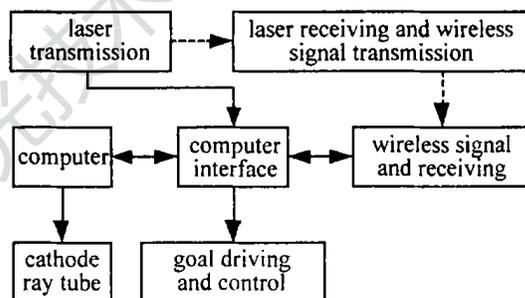


Fig. 1 Block of the system

据射击的要求控制击发, 完成激光替代炮弹的功能; 激光接收和无线发射模块安装于靶机上, 当靶机被“击中”时, 该模块以无线电的形式将“命中”信号送出。无线接收和音响模拟模块主要完成将“命中”信号通过微机接口控制模块送入计算机, 同时模拟高炮发射和靶机被“击中”的音响效果, 以提高训练现场的气氛和感染力; 靶机拖动控制模块实现对靶机前进、后退和航速的控制, 同时将靶机的航向、航速参数送入计算机; 微机接口控制模块将各路信号经过相应转换送入计算机, 计算机的控制信号也经过此接口向外输出; 计算机采用多媒体画面及声音同步技术, 动态显示训练的实际过程。训练结束后, 可统计各种训练数据, 评估训练效果, 客观给出训练成绩。

* 河南省自然科学基金及河南大学自然科学基金资助项目。

作者简介: 赵建军, 男, 1956 年 1 月出生。副教授。现主要从事自动控制及计算机应用的教学和研究工作。

收稿日期: 2002-12-06; 收到修改稿日期: 2003-05-24

2 激光发射控制模块

该部分采用 555 定时器构成一脉冲发生器^[3], 其原理如图 2 所示。电路中振荡频率由电容 C_1 、电阻 R_1 、可调电阻 W_1 和 W_2 来决定, 调整 W_1 , W_2 可分别改变脉冲的频率和占空比。输出脉冲经 R_2 、晶体管 T 和 R_3 驱动激光二极管。调整 R_3 的阻值和占空比可改变激光二极管的电流。根据高炮射击实际情况, 工作时产生与高炮击发弹数和速度相对应的脉冲, 脉冲频率为 (3~5)Hz 可调。炮手击发开关 K 与高炮脚踏击发装置相连, 当炮手发射时, 击发开关闭合, 脉冲发生器与电源接通, 激光发射器产生与高炮射击相对应的激光束射向靶机。

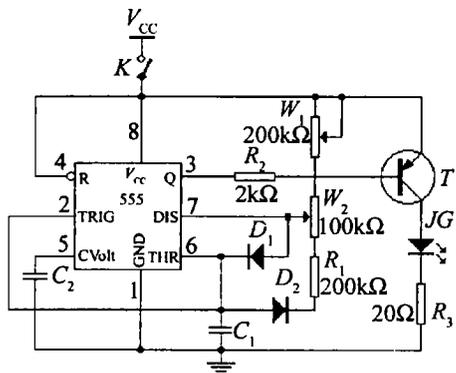


Fig. 2 Schematic of the laser transmission circuit

实际应用中, 激光发射器采用 MLE-53210 激光组件, 其特性参数如表 1 所示。该组件具有体积小、可靠性高等特点, 在实际使用中效果良好。

Table 1 MLE-53210 features and parameters

type	MLE-53210
wavelength	532nm
optical output	2mW, 4mW, 6mW, 8mW, 10mW
optical substance	Nd:VO ₄ KIPN
pattem	TEM ₀₀
divergence	< 5mrad
output stability	< ±3%
M ² parameter	< 1.4
operating current	2V DC < 500mA
operating manner	concatenation or impulse
instantaneous frequency	< 10kHz
life span	10000h

3 激光接收和无线发射模块

该模块安装于靶机之上, 由激光接收和无线发射两部分组成。激光接收传感器用于接收来自高炮射出的激光束, 当靶机被“击中”, 即接收到来自高炮

的激光束后, 启动无线发送器, 以编码方式将“命中”数据发出。

实际训练时, 从早晨到晚上环境光强的变化很大, 激光接收的灵敏度必须能自动调节, 否则会出现早晨调好后, 中午不能用; 而中午调好后, 早晨和晚上又不能用的现象, 给训练造成很大的麻烦。为解决这一实际问题, 采用光平衡原理设计了如图 3 所示的激光接收模块。

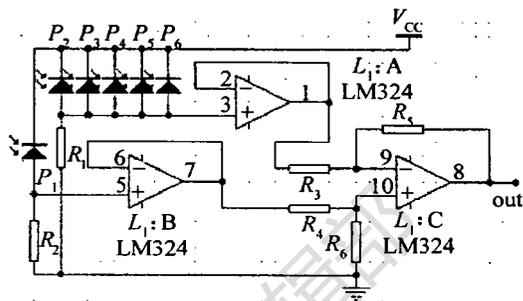


Fig. 3 Schematic of laser balance measurement

电路中 P_1 为环境光检测传感器, 用于接收和检测环境光线的强弱, 根据环境光线的强弱自动调节其输出的基准电压。 $P_2 \sim P_6$ 为激光接收传感器, 用于接收高炮发射的“炮弹”即激光束。四运放 LM324 的 $L_1:A$, $L_1:B$ 两个接为缓冲器, $L_1:C$ 为比较器。训练时无论环境光强如何变化, 由于电路的调节作用, 比较电路的输出始终为高电平。只有“炮弹”击中靶机时比较电路的输出才变为低, 该信号驱动无线发射模块将击中信号传给计算机。

4 其它模块

该系统除上述模块外, 还有无线电接收、音响模拟、靶机拖动控制模块和微机接口 4 个模块, 其中无线模块接收到的靶机“命中”信息, 经解码后送给微机接口^[4], 为计算机提供处理信号。音响模拟电路同时接收炮手的击发信号和靶机的“命中”信号, 分别产生高炮发射和飞机被“击中”爆炸的模拟声响, 以渲染现场气氛, 提高训练的效果。

靶机拖动控制模块用来实现靶机的前进、倒退和航速的控制。微机接口模块完成计算机与各功能模块之间检测数据和控制信号的传输。

5 系统软件设计

系统应用软件采用 VC++ 编写^[5], 包括数据检测、控制、模拟显示、成绩统计和射击评估功能^[5]。系统循环采样, 对靶机的前进、倒退和航速自动进行

(下转第 571 页)

电流可达 0.625A。图中的 LD 可选用中心波长为 (970~990) nm 的小功率半导体激光器^[5], 例如 F-980-800G-100, 它的阈值电流为 0.3A, 输出功率可达 0.8W。

3 接收电路

接收电路如图 4 所示。图中 PD 是光敏二极管, 它的光谱特性应与发送电路中半导体激光器的光谱特性相适应。实验时选用 S186P 作为光敏二极管, 其暗电流小于 30nA, 亮电流可超过 35 μ A (入射光波长在 (900~1000) nm 范围内, 光照强度不小于 1mW/cm²)。图中反相器选用 74AHC14 (具施密特特性的高级高速 CMOS 反相器), 在没有光入射到光敏二极管时, 反相器输出高电平, 其值大于 4.8V。当入射到光敏二极管的光照强度大于 1mW/cm² 时, 反相器输出低电平, 其值小于 0.2V, 符合数字电路高速 CMOS 器件输入电平之技术规范。

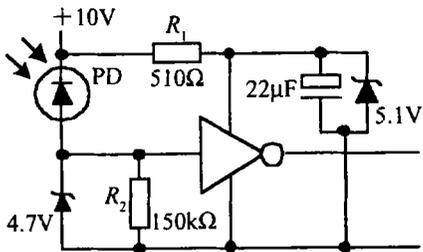


Fig. 4 Configuration of receiving circuit

以上所述, 实际应用于原油电脱水高压脉冲源, 它安装在室内, 机柜内有风机散热, 机内最高温度不

超过 40℃, 而且通信距离只有约 120cm, LD 在 40℃ 条件下发出的光到达光敏管的强度比接收电路所需额定光照强度大 1 倍以上, 因此, 上述电路工作稳定可靠。

至于图 1 中控制器内单片机软件的设计等详情, 可供查阅的文献或器件资料相当多, 而且不属于本文主题内容, 因此不赘述。前面所述编码电路等有类似情况, 不重复说明。

4 结论

对于高压反馈控制而言, 前面所述激光传输方法不受高压大功率脉冲高次谐波的影响, 而且半导体激光器发出的光穿过绝缘介质后入射到光敏二极管的光足够强^[6], 光敏二极管的亮电流和暗电流之比超过 1000 倍, 因此, 不需要放大即可直接驱动 74AHC 系列数字器件。综上所述, 用半导体激光器实现高压反馈信号传输, 可靠性好、电路简捷、实用性高。

参考文献

- [1] 曹三松. 激光技术, 2000, 24(4): 203~206.
- [2] Welch D F. IEEE JSFQE, 2000, 6(6): 1470~1477.
- [3] 施德恒, 郭峰, 刘玉芳 et al. 激光技术, 2002, 26(2): 90~93.
- [4] Zou W, Chen M, Gao Y. SPIE Proc, 2002, 4916: 369~372.
- [5] Huang R K, Dornelly J P, Walpole J N et al. IEEE LEOS Conf Proc, 2002, 1: 93~94.
- [6] 康俊, 李明中, 隋展 et al. 激光技术, 2002, 26(4): 287~289.

(上接第 568 页)

控制。可对炮手训练时击发的次数、发射炮弹的数量和命中靶机的炮弹数进行累计, 训练结束时以此来评定训练的效果, 并给出炮手的训练成绩。另外, 计算机可在 CRT 上同步模拟显示高炮射击训练的整个过程。整个系统的程序流程如图 4 所示。

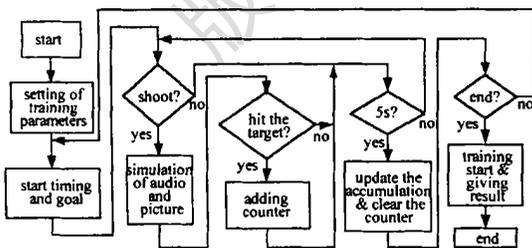


Fig. 4 Flowchart of the program

6 结束语

该系统投入使用并通过鉴定, 2000 年获得中国人民解放军科学技术进步三等奖。但由于采用激光

代弹, 靶机上的激光接收面必须正对发射方向, 使得靶机的航向单一, 这无疑增加了训练应用的局限性, 需进一步改进, 使之更接近于实战。

参考文献

- [1] 林远芳, 黄元庆. 激光技术, 2001, 25(2): 32~34.
- [2] 何英, 孟晨. 电子技术应用, 2000, 26(11): 12~14.
- [3] 郝鸿安. 常用数字集成电路应用手册. 北京: 中国计量出版社, 1987: 388~391.
- [4] 张利. PC 机打印口原理及应用开发. 北京: 清华大学出版社, 1996: 98~104.
- [5] Kruglinski D J 著. VC++ 技术内幕. 北京: 清华大学出版社, 1999: 201~210.