

新型激光测距机的智能检测系统

万 强, 孙 斌, 曹海源, 韦尚方, 张 玺, 王小兵
(武汉军械士官学校光电技术研究所, 湖北 武汉 430075)

摘要 结合部队条件下装备保障的特点, 利用一种简单实用的激光测距机测距精度的检测方法和离线仿真等技术, 研制了一套激光测距机智能检测系统。该系统不仅能实现在全天候条件下对激光测距机的光学性能进行检测, 还能够对测距机的电路故障进行智能判断, 并将故障定位到元件级, 具有实时性、准确性、易用性、性能可靠等优点。

关键词 测量; 激光测距机; 复杂可编程逻辑器件; 智能化; 检测系统

中图分类号 P225.2; TH761 **文献标识码** A

New-Style Intelligent Detection System of Laser Range Finder

WAN Qiang, SUN Bin, CAO Hai-yuan, WEI Shang-fang, ZHANG Xi, WANG Xiao-bing
(Facility for Opto-Electronics, Wuhan Ordnance Noncommissioned Officers School, Wuhan, Hubei 430075, China)

Abstract Considering of the characteristics of military equipment, an intelligent laser detection instrument is developed by using a simple, practical ranging-precision detection technology and an off-line simulation technology *et al.*. This system can not only detect the optical performance in any kind of weather conditions, but also diagnose the circuit faults automatically and locate the fault to a single component. It has the advantages of real-time, accuracy, convenience and reliability.

Key words measurement; laser range finder; complex programmable logic device (CPLD); intelligence; detection system

1 引 言

激光测距机(LRF)是集电子、光学、机械为一体, 结构精密、调试复杂的光电系统^[1], 是使用最多的光电器件之一。随着使用时间的增长, 激光测距机的故障率逐年增加。由于仪器型号多, 达到功能和实现技术手段各不相同, 长期以来一直以各工厂的生产调试标准和实际测距来检测激光测距机的性能指标, 没有统一有效的测试仪器, 造成激光测距机的性能检测和故障诊断非常复杂和困难。如何保证激光测距机效能的持续发挥, 是一个值得认真探讨与急待解决的问题。本文采用全新的保障模式, 研制了一套新型的激光测距机性能检测仪, 该仪器体积小、重量轻, 经实验和专家鉴定, 科学有效, 不仅适用于工厂检测, 还特别适用于野外条件下使用。

2 系统构成与方案原理

该检测系统主要包括: 光学系统(包括衰减片、分光棱镜、物镜、光路转折棱镜、反射镜、照明系统)、

单片机、接口电路、复杂可编程逻辑器件(CPLD)、存储器、时钟、键盘、显示屏和电源部分, 其总体方案原理如图 1 所示。

当进行光学性能检测时, 被检激光测距机发射激光, 通过衰减片组, 经光学系统作用传输到激光接收组件; 激光接收组件进行光电转换并放大, 形成与激光能量相对应幅度的电平; 电路系统比较幅度大小判定激光能量的强弱, 并经过精确的延时, 产生一系列回波信号, 驱动激光发射组件, CPLD 是方案的控制处理中心; 激光发射组件产生一系列激光回波, 经光学系统, 传输回激光测距机; 测距机显示测量数值, 从而对目标进行模拟测距, 对测距机的激光能量、最大测程、测距精度、接收灵敏度、光轴平行性等进行检测。

当进行电路检测时, 被检整机利用其外接接口, 单板利用其现有插座或插针, 通过转接电路, 检修仪给测距机电路提供正常工作时所需要的输入信号, 如: +5 V, +12 V, 启动信号等。同时, 检测仪采集测距机电路的输出信号, 将这些输出信号和已有的故障

作者简介: 万 强(1980—), 男, 湖北武汉人, 助教, 主要从事军用光电技术维修的研究与教学工作。

E-mail: gprs8019@163.com

库比较,就可以分析出电路的故障原因和故障点,并给出最有效的维修方案,指导维修人员逐步完成故障

维修。因此,输入信号的建立、输出信号的采集与检测和故障模型的建立是检测仪电路的关键技术。

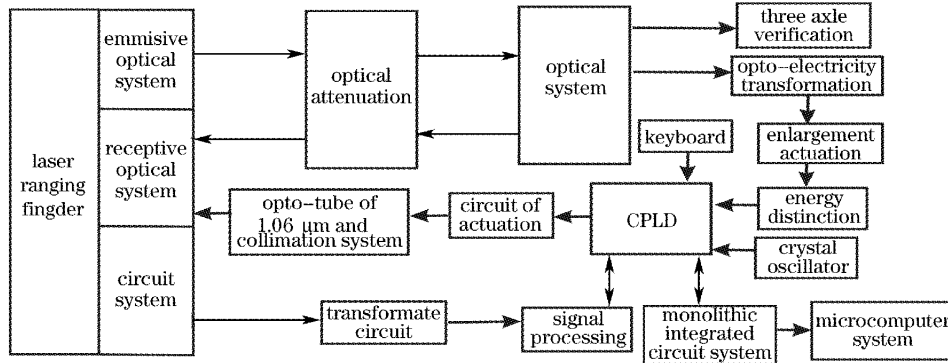


图 1 原理方案

Fig. 1 Scheme of the principle

3 系统关键技术的设计

3.1 光学系统的设计

激光测距机的测距能力是激光测距机综合性能好坏的最主要指标^[2],最大测程法和消光比法是目目前常用的两种方法。最大测程法受天候条件影响,仅在部分工厂使用;而消光比法需要在野外竖一个靶板,需断开电路中 AGC/TPG 控制等问题,使用很不方便,不适用于野外条件^[3]。本文提出了一种新的检测方法——无靶板消光比法,其实质是将测距机的激光发射能力和激光接收能力分开进行测量,具有室内检测、无需野外靶板、不受环境限制、检测结果准确、操作简单快速、易于实现等特点,特别适合野外条件下的快速检测^[4]。如图 2,激光测距机发射激光,经光学系统后,到达接收光电管,转化为电信号,电路将信号进行精确延时后,驱动发光二极管发射一系列回波,返回激光测距机,显示距离值。比对显示值与设定值是否一致,即可知道激光测距机的测距能力及精度是否符合要求。

光学系统设计是实现检测仪小型、便携的关键,

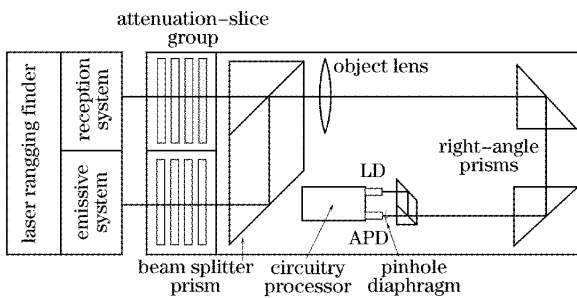


图 2 无靶板消光比测试原理图

Fig. 2 Schematic diagram of extinction-ratio measurement without target

设计中既要考虑性能可靠,光路不失调;又要保证双波长共系统,结构紧凑,使可见光、激光在同一光路中传输。

3.1.1 不失调共轴光学系统的设计

激光测距机发射轴和瞄准轴的平行性最大误差一般为 0.25 mrad。为了保证检测仪能准确可靠地检测光轴平行性,检测仪光学系统采用原理上光轴平行性不失调的结构形式。分光棱镜将测距机的发射、接收、瞄准三轴合一,然后与一个物镜耦合。由于一个物镜不存在光轴平行性问题,因而,系统光轴平行性完全取决于分光棱镜的设计和加工,这样不仅系统光轴平行性可达到高精度,而且可保证在高、低温等恶劣环境下不失调。

3.1.2 长焦物镜聚焦小孔光阑的设计

长焦物镜聚焦有利于提高检测精度,用于模拟激光传输到远场时的光场分布,小光阑接收可对测距机的三轴平行性和激光光束发散角进行定性检查。显然,测距机三轴不平行或发散角大,进入小光阑的能量就少。

3.1.3 双波长转折棱镜的设计

激光与可见光的波长不同,经过同一光学系统,其焦点位置将不同,这会三轴检校带来误差。为此,光学系统中设计了双波长转折棱镜,它用一个光面先将可见光和激光分开,使其各自走过预定光程,然后再合在一起,从而使物镜的可见光焦点和激光焦点重合。通过棱镜的转折可减少检测仪的体积和重量。

3.2 电路系统的设计

被测激光测距机的种类较多,厂家较多,采用

直接在装备工作时在线检测信号的方法,会造成接口设计复杂,通用性差,安全性差,几乎难以实现。因此,采用离线式的检测方法较为可取。在不破坏电路板内元件的前提下,利用电路板间的接插口,直接由检测仪提供给电路板实际工作时相同的激励信号,检测电路板输出端口实际输出信号的正确性,来判断电路板的好坏,检测原理如图 3 所示。电路系统由多信号综合处理单元,CPLD,MCU,AD,存储器,显示器,键盘,串口通讯,看门狗电路和电源等部分组成。

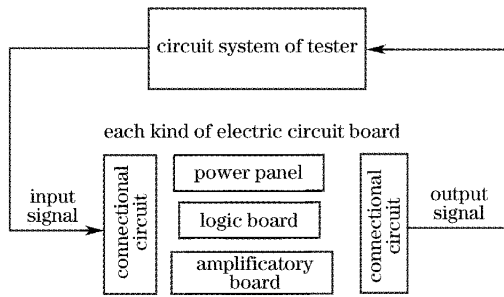


图 3 电路检测原理图

Fig. 3 Schematic diagram of electric circuit examination

3.2.1 多信号综合处理电路的设计

输入信号的建立、输出信号的采集主要依赖于多信号综合处理单元。它是将转接电路上传递的大量信号进行归类、分配、转换和处理,按整机或单板的工作时序将信号传送给 CPLD 进行处理,并为整机和单板的正常工作提供一定时序的控制信号,对所采集的电信号进行降压、隔离、锁存、延时、整形、触发等处理。

1) 信号的数字化处理

由于 CPLD 只能接受数字信号,所以将 238 路各种各样的信号归类、分配为 62 路的同时,必须对其进行数字化处理,全部转化为 TTL 电平信号,如高压分压、干扰隔离、窄脉冲延时等。

2) 提供时序控制信号

为完成每一个单板的自动检测和提供工装功能,就必须提供必要的工作电源和时序控制信号,这些信号由 MCU 根据程序产生指令,由 CPLD 产生控制信号,一部分经多信号综合处理单元直接传送到转接电路和被检单板;一部分经多信号综合处理单元处理和转换,产生单板需要的控制信号,传送到转接电路和被检单板。

3) AD 转换电路的预处理

电压值的精确测量,是检测、修理的重要参量,我们使用 AD 芯片实现模拟信号到数字信号的转

换。但模拟信号必须在一定的范围内,需要对被测信号进行预处理。如分压、隔离等,这些都在多信号综合处理单元内进行。

3.2.2 CPLD 精确延时电路的设计

本机采用 MAX3000A 系列的 CPLD,该系列器件是在 ALTERA 公司的第二代 MAX 结构基础上,采用先进的 CMOS EEPROM 技术制造的高密度、高性能的可编程器件。提供 600~5000 可用门和 ISP,引脚到引脚的延时为 4.5 ns,计数器的工作频率可达 227.3 MHz。通过 JTAG 接口可实现在线编程,能够随时、方便地更改程序、重新定义管脚、扩充或改变功能等,大大降低产品开发、调试过程中的难度。

在整机检测和逻辑板的检测中,必须提供时间间隔精度很高的激光回波脉冲,这一串信号脉冲的模拟就在 CPLD 内完成。其原理就是利用 CPLD 极高的时钟振荡频率,用软件计数,达到设定脉冲数立即发出一个脉冲信号,如图 4 所示。激光接收管接收到激光,转化为电信号,经放大驱动,使 CPLD 的 Allstart 脚变为高电平,时钟脉冲经 clock 脚进入 CPLD,开始计数,当计数到设定的距离值时,由 backwave 脚输出一个脉冲信号,驱动激光发光管发出一个激光回波。由于被检测仪器的晶振频率为 29.971 MHz,在大气中对应的精度为 ±5 m。因此,检测仪使用的 50 MHz 晶振完全可以满足精度要求。本机共设定了 6 个回波信号,分别为起始脉冲 0 m,盲区 140 m,近目标 290 m,目标 4650 m,远目标 6000 m,最大测程 16670 m。利用 CPLD 模拟的距离值相当稳定,其值的大小基本不变,且模拟值可以根据需要,从软件上随时更改。

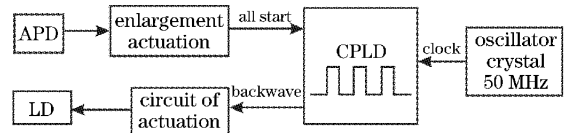


图 4 精确延时电路原理框图

Fig. 4 Schematic diagram of accurate delay circuit

4 智能化故障分析与维修指导方案的确定

故障分析是依据信号检测的结果来判断电路板的好坏以及可能的故障元件^[5]。这一过程需要一定的智能分析,如果在检测仪上进行分析,则需要较高的 CPU 速度和较大的存储空间,不利于降低成本。

因此,采用将检测结果上传到上位机上进行,既可降低成本、保持好的通用性,又能充分发挥微机强大的软件功能,有利于功能的完善和升级。

维修方案是在检测的基础上,进一步确认损坏元件,并根据修复电路的需要进行一系列操作的方法。以往的维修规程普遍存在操作性不强,常常难以看懂的缺陷,给实际的维修工作带来很大困难。

本研究确定维修方案的思路如下:

1) 根据输出信号划分电路功能区域,制定每一功能区域故障的检测、维修方案;

2) 配合输入输出信号检测的结果,建立常见故障库和与之对应的维修方案。这样根据检测结果在故障库中索引,索引成功就可大大简化维修方案,并能提高维修的准确性;

3) 利用丰富的维修经验,对易损元件和典型故障进行归纳和总结,制定出一步到位的典型维修方案。这样,在维修方案的确定上,优先选择典型的维修方案,降低维修的难度;

4) 所有维修方案均以多媒体的方式给出,直观、易懂,便于技术人员按步骤实施,完成维修任务。

5 结 论

采用 C8051+CPLD 架构为控制核心的激光测

距机智能检测系统,可以快捷、可靠地完成现役各种型号激光测距机的检测与维修任务。该系统经使用表明:能够满足要求,操作简单方便,使普通技术人员修理复杂光电装备成为可能。

参 考 文 献

- 1 Zhang Chu, Wang Yuefeng, Niu Yanxiong *et al.*. Rapid fault diagnosis for laser rangefinders [J]. *Laser Technology*, 2002, **26**(4): 292~294
张 维,汪岳峰,牛燕雄等. 激光测距机故障快速诊断方法研究[J]. *激光技术*, 2002, **26**(4): 292~294
- 2 Fang Qiwan, Rao Jionghui, Ying Zhixiang *et al.*. New determination equation for visibility [C]. *SPIE*, 1996, **2889**: 292~295
- 3 Su Meikai, Chen Zhibin. Automatic and fast ranging capability of impulse laser range finder [J]. *Fire Control and Command Control*, 1999, **24**(1): 78~80
苏美开, 陈志斌. 脉冲激光测距机测程指标的自动快速检测[J]. *火力与指挥控制*, 1999, **24**(1): 78~80
- 4 Sun Bin, Wang Xiaobing, Lin Yi *et al.*. Range-finding capability of laser range finder by extinction-ratio measurement without target [J]. *Laser Technology*, 2004, **28**(1): 82~84
孙 斌,王小兵,林 轶等. 无靶板消光比法检测激光测距能力的研究[J]. *激光技术*, 2004, **28**(1): 82~84
- 5 Sun Bin. Research for intelligence examine and repair instrument of laser range finder [D]. Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, The Chinese Academy of Sciences, Hefei, China, 2005
孙 斌. 激光测距机智能检修仪的研究[D]. 中科院安徽光机所硕士学位论文, 合肥, 2005