

文章编号:1002-2082(2018)02-0187-05

一种便携式光电跟踪系统在线检测装置的设计与实现

张宝宜,慕巍,王虎,姚林海,刘彤

(西安应用光学研究所,陕西 西安 710065)

摘 要:某型光电跟踪系统在线检测是通过计算机模拟台实现的,而模拟台体积大、携带不便、安装复杂,为解决其在外场使用不便的问题,设计了一种便携式光电跟踪系统在线检测装置。该装置采用基于 WinCE 操作系统的 ARM 嵌入式平台,将工作状态检测分为一个系统级模块和多个部件级模块,可根据实际需要按模块进行检测,以此降低 CPU 的负荷及检测装置的功耗。通过实际验证,该装置能够对光电跟踪系统的详细状态实现实时在线检测,并准确地定位故障部位,达到快速修复故障的目的。

关键词:光电;检测装置;CAN-bus;WinCE

中图分类号:TN202;TP274.2

文献标志码:A

DOI:10.5768/JAO201839.0201005

Design and realization of on-line testing device of portable photoelectric tracking system

Zhang Baoyi, Mu Wei, Wang Hu, Yao Linhai, Liu Tong

(Xi'an Institute of Applied Optics, Xi'an 710065, China)

Abstract: The on-line detection of a certain photoelectric tracking system was realized through the computer simulation platform, however, the simulation platform is large in volume, inconvenient in carrying and complex in installation. In order to solve the problem of using in field, a portable photoelectric tracking system on-line detection device was designed and implemented. The device adopts the ARM embedded platform based on WinCE operating system and divides the working state detection into one system-level module and multiple component-level modules, which can conduct testing through module according to actual needs, thereby the CPU load and detecting device consumption can be reduces. Actual verification show that, the device can realize real-time on-line detection of the detailed state of photoelectric tracking system and accurately locate the fault site to achieve the purpose of quickly repairing the fault.

Key words: photoelectric; detecting device; CAN-bus; WinCE

引言

某型光电跟踪系统(以下简称光电系统)属于武器系统的一个子系统,系统联调或交付部队后,由武器系统统一进行控制。为减轻总线的通讯负荷,武器系统留给检测光电系统状态信息的显示端口有限,不能全部获知光电系统内部的状态信

息,造成系统联调、外场试验时无法实时检测到光电系统的详细工作状态,因而在光电系统出现故障的情况下也无法准确定位故障。目前在该类型武器系统中,需要检测光电系统时,通常的解决方法是先要断开光电系统与武器系统中综合管理分系统的电缆连接,再将模拟操控台(以下简称模拟

收稿日期:2017-10-13; 修回日期:2018-01-15

作者简介:张宝宜(1981—),男,陕西延安人,硕士,高级工程师,主要从事光电武器电气系统设计与数据通信技术研究工作。
E-mail:npuzby@163.com

台)电缆与光电系统相连,利用模拟台检测光电状态并进行故障定位。通常,模拟台采用基于 Windows XP 操作系统的工控计算机作为硬件平台,由于模拟台需要 AC220V 供电,功耗大、体积大、不易携带、安装复杂,导致故障定位、修复时间较长,尤其在外场使用时这些问题就显得尤为突出,最终影响整个武器系统的试验效率。此外,模拟台自身使用 PCICAN 接口卡实现与光电系统的通讯,界面显示采用整屏显示方式,在检测流程上,一个周期内需要接收多帧检测数据,需要在下个周期数据来临前完成对本周期多帧数据的 ID 判定、代码解析,因而总线数据量大、CPU 负荷重,界面显示的刷新率低,造成调试、检测实时性较差,使用不便。同时,由于该型光电系统安装在集成了众多电子设备的有限车体空间内,CAN-bus 总线处在复杂的电磁环境中,模拟台的 PCICAN 接口在无有效保护电路的情况下,极易受到干扰而产生波动,造成检测信息的误报,甚至还会烧毁接口芯片。

1 在线检测装置设计

1.1 在线检测装置硬件设计

基于以上考虑,本文要解决的问题是,克服现有模拟台检测使用的不足,为光电系统提供一种便携式实时在线检测装置。

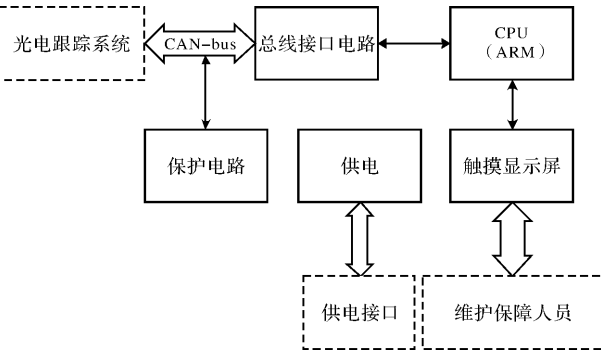


图 1 检测装置硬件原理框图

Fig. 1 Block diagram of detection device hardware

如图 1 所示,便携式实时在线检测装置采用以 ARM 为核心的嵌入式硬件平台,它包括型号为 LPC3250 的 CPU、总线接口电路、CAN-bus 总线接口、触摸显示屏、保护电路、供电接口。显示屏选用分辨率为 640 像素×480 像素的 6.4 英寸 TFT 彩色液晶触摸屏,CPU 和总线接口电路、保护电路集成在一块电路板上,电路板整体安装在

一个屏蔽小盒子内,盒子外部留有 DC5V 供电接口和 CAN-bus 总线接口。

表 1 为便携式检测装置与计算机模拟台的参数对比,可见本装置体积、重量、功耗都很小,易于携带、使用方便。在检测装置工作时,由于光电系统本身就预留有检测接口,故只需将 CAN-bus 总线接口与光电系统 CAN-bus 总线检测接口连接即可,光电系统原来的电缆连接无需变动,不会影响武器系统其它分系统的工作,且武器系统可以照常控制光电系统工作。检测装置只需 DC 5V 供电,由外部电源或电池供电均可。

表 1 便携式检测装置与计算机模拟台参数对比
Table 1 Parameters of contrast of portable detecting device with computer simulation platform

项目	计算机模拟台	便携式检测装置
组成	机箱、液晶显示器、键盘	一体式
尺寸/cm	机箱 45×45×20	22×15×4
重量/kg	15	1
供电电压/V	AC220	DC5
功耗/W	100	5
操作系统	Windows XP	WinCE

1.2 CAN-bus 总线使用简介

CAN-bus 总线是由德国 BOSCH 公司最先提出的一种串行总线通讯方式,是国际上应用最广泛的现场总线之一。与传统的 Bitbus,RS485 总线相比,CAN-bus 总线是一种多主串行总线,数据收发方式灵活,可实现点对点、一点对多点及全局广播等多种传输方式;可将常规测试与控制功能分散到各个智能节点;采用非破坏性基于优先权的总线仲裁技术,多个单元同时开始发生时,高优先级 ID 消息的单元获得发送权;CAN-bus 总线通讯具有出错帧自动重发功能,可靠性高^[6-7];CAN-bus 通讯介质可以是双绞线、同轴电缆或光纤,总线通讯速率最高可达 1 Mbit/s。它采用差分驱动,具有较强的抗干扰能力,能够在强噪声干扰和恶劣工作环境中可靠地工作。基于以上优点,CAN-bus 总线在光电系统中已得到了大量的应用。

1.3 总线接口、保护电路设计

总线接口电路 D1 可实现与光电系统的 CAN-bus 总线数据通信。本装置总线接口电路的 CAN 控制器选用 SJA1000T^[4],光电隔离选用 HCPL-

0630,CAN 收发器选用 PCA82C250T,隔离电源模块选用 RS-0505S。针对 CAN-bus 总线所处的复杂电磁环境,采集到的数据易受干扰而可能产生误判,甚至可能烧毁接口芯片的问题,本装置在总线接口电路 D1 与 CAN-bus 总线接口 XP2 之间增加了保护电路。

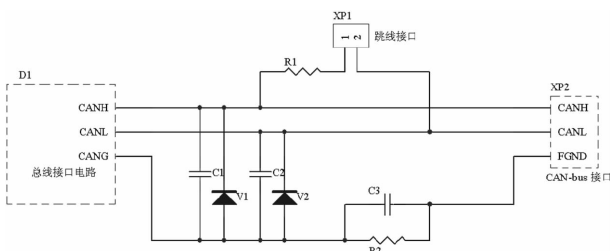


图 2 CAN-bus 总线接口保护电路图

Fig. 2 CAN-bus interface protection circuit

如图 2 所示,无极性小电容 C1、C2 用来滤除 CAN-bus 总线的高频干扰。二极管 V1、V2 在 CAN-bus 总线有较高的负电压时,二极管 V1、V2 的短路可起到一定的过压保护作用,从而降低了烧毁接口芯片的可能。在 CAN-bus 总线地上串接一个由电阻 R2 和电容 C3 并联组成的滤波器,可起到滤波的作用,减少 CAN-bus 总线地的杂波干扰。跳线接口 XP1 与终端电阻 R1 串联后并联在 CAN-bus 总线的信号正极 CANH 与负极 CANL 之间,终端电阻 R1 接 CAN-bus 总线的信号正极 CANH,若总线需要增加终端电阻时,将跳线接口 XP1 短接即可。保护电路仅使用电阻、电容和二极管就可达到提高总线可靠性的目的,并且成本很低,排除了因电磁干扰而造成的影响,稳定可靠的硬件平台降低了故障信息的误报率,为快速准确地定位故障打好了基础。

2 在线检测装置软件设计与实现

嵌入式硬件平台的 CPU 是本检测装置的核心组成,其内置有测试软件包,测试软件包按功能分为界面模块和控制模块。

2.1 界面模块功能

界面模块的功能是,在显示屏上显示测试主界面和相应部件测试内容的子界面,主界面上包含有“开始检测”按钮、“停止检测”按钮、6 个“分屏子界面”按钮以及系统级工作状态显示窗口和一个系统 ID 号代码显示窗口。系统级工作状态分为:工作模式无效或战斗或故障诊断或实装训练;

系统状态无效或待机或导引或截获或跟踪或光电随动或归零或归零好或稳瞄或航路或故障;伺服状态无效或正在开机或开机好或正在关机或关机好或故障;跟踪方式无效或红外跟踪或电视跟踪或复合跟踪或半自动跟踪或记忆跟踪;通讯无效或正常或故障。伺服方位角、伺服高低角、系统 ID 号代码显示窗口。显示的是被测光电系统的系统级测试数据。

6 个“分屏子界面”按钮的名称分别是光电控制箱、红外热像仪、电视摄像机、激光测距机、视频跟踪器及光电转台,各分界面可显示其相应的详细状态信息、测试数据。

如光电控制箱子界面可显示被测光电系统光电控制箱的工作状态、ID 号代码以及返回按钮,工作状态分为:电源正常或故障;数据通讯板正常或故障;数字控制板正常或故障;数据采集板正常或故障;信号处理板正常或故障;方位驱动板正常或故障;高低驱动板正常或故障;ID 号代码显示窗口显示被测光电控制箱的测试数据等。

2.2 控制模块功能

如图 3 所示,当接收到开始检测按钮指令时,向被测光电系统发送系统级检测指令,读取光电系统输出的系统级检测数据,对读取数据进行判断,若为首帧数据,将首帧数据翻译成与光电系统工作状态相对应的文字,同时将光电系统工作状态和首帧数据分别送到主界面的系统级工作状态显示窗口和 ID 号代码显示窗口进行显示;若非首帧数据,则继续判断该帧数据与前一帧数据是否一致,若有变化,将该帧数据翻译成与光电系统工作状态相对应的文字,同时用当前翻译文字和该帧数据分别刷新主界面上的系统级工作状态显示窗口和 ID 号代码显示窗口,如果该帧数据与前一帧数据相同,则继续采集下一帧数据;当接收到停止检测按钮指令时,向光电系统发送停止系统级检测指令;当接收到分屏子界面按钮指令时,在显示器上显示相应的子界面并同时向被测光电系统发送对应部件检测指令,读取光电系统输出的对应部件检测数据,对读取数据进行判断,若为首帧数据,将首帧数据翻译成与对应部件工作状态相符的文字并将其在当前子界面上显示,同时将部件检测数据送到当前子界面的 ID 号代码显示窗口进行显示,若非首帧数据,则继续判断该帧数据与前一帧数据是否一致,若有变化,将该帧数据翻

译成与对应部件工作状态相符的文字,同时用当前翻译文字和该帧数据分别刷新当前子界面上的部件工作状态以及 ID 号代码显示窗口中的数据,如果该帧数据与前一帧数据相同,则继续采集下一帧数据;当接收到返回按钮指令时,向光电系统发送停止当前部件检测指令并返回主界面。

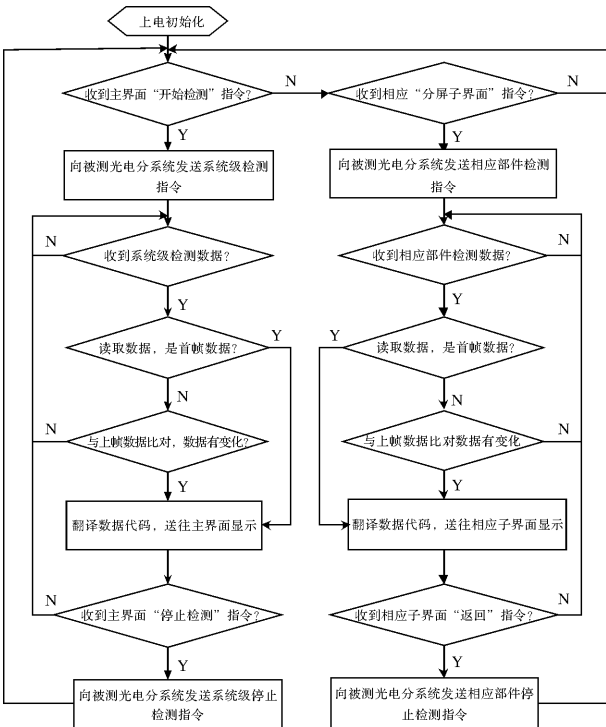


图 3 检测控制流程图

Fig. 3 Flow chart of detecting and controlling

3 检测装置的应用

检测装置的使用步骤如下:

- 1) 在被测光电系统断电下,将检测装置的 CAN-bus 总线接口与被测光电系统的检测接口相连接;
- 2) 给检测装置和光电系统加电;
- 3) 打开在线检测软件主界面,点击“开始检测”按钮后,左边状态栏显示出当前光电系统的几个基本状态信息;
- 4) 主界面右边为 6 个子界面按钮,先点击主界面“停止检测”按钮,待主界面检测停止后,再点击进入相应子界面,可对分部件进行单独详细检测;
- 5) 待检测结束,关闭软件及检测装置电源,取下连接电缆;
- 6) 维修保障人员根据检测结果,可直观快速获知系统的详细状态信息,若有故障,可快速定位

故障、排除故障。

图 4 所示为在线检测软件主界面截图。



图 4 在线检测软件主界面

Fig. 4 Main interface of on-line detecting software

4 结束语

本检测装置将现有基于 Windows XP 操作系统的计算机平台(即模拟台)更换为基于 WinCE 操作系统的便携式 ARM 嵌入式平台,实现了大型检测装置的小型化、简单化,便于随身携带,在外场试验时可快速安装、灵活使用,从而提高了武器装备的可维修性。

本检测装置为 CAN-bus 总线接口电路增加了保护电路设计,能很好地克服光电系统所处复杂电磁环境带来的干扰,稳定可靠的硬件电路降低了故障信息的误报率,为快速准确地定位故障打好了基础。

本检测装置根据光电系统的构成将检测流程分为 7 个模块,即一个系统级检测模块和 6 个部件级检测模块,可根据需要按模块进行检测。在各模块检测期间,本检测装置只接收处理该模块的检测数据,因而可大大减少总线数据量,降低 CPU 负荷及检测装置的功耗,有利于对光电详细状态的实时在线诊断;此外,本检测装置能够以文字方式显示被检测光电设备的状态信息,使维修保障人员能一目了然地获知光电设备的工作状态,能够快速而准确地定位故障部位,从而实现快速修复故障的目的,节约时间及经费。

本便携式检测装置采用成熟技术研制,可推广应用到众多系统中作检测使用。

参考文献:

- [1] GAO Yayun, GAO Yue, ZHANG Kaihua. Military photoelectric system [M]. Beijing: Beijing Science and Technology University Press, 1996.
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.
- [2] LEI Yutang, WANG Qingyou, HE Jiaming, et al. Photoelectric detection technology [M]. Beijing: China Metrology Publishing House, 1996.
- 雷玉堂,王庆有,何加铭,等. 光电检测技术[M]. 北京:中国计量出版社,1996.
- [3] LIU Airong, WANG Zhencheng. EDA technology and CPLD/FPGA applied brachylogy tutorial[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2007.
- 刘爱荣,王振成. EDA 技术与 CPLD/FPGA 开发应用简明教程[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [4] PETER Hank, EGON Jöhnk. SJA1000 stand-alone CAN controller application not EAN97076[EQ/OL]. (1997-12-15) [2017-08-20]. <http://wenku.baidu.com/view/4e4b8209b6360b4c2e3f5727a5e9856a56122685.html>.
- [5] JIANG Tao, CHEN Fangbin, LI Guangliang, et al. Qualitative and quantitative analysis of detective period for navy photoelectricity cautionary detector[J]. Journal of Applied Optics, 2007, 28(Sup): 20-23.
- 江涛,陈方斌,李广良,等. 漂浮式水面周视探测器探测周期的定性定量分析[J]. 应用光学, 2007, 28(增刊): 20-23.
- [6] LI Ruimin, CHEN Lifang. Design and realization of CAN-bus communication in monitoring system[J]. Textile Machinery, 2013(2):21-24.
- 李睿敏,陈俐坊. 一种监控系统 CAN 通讯的设计与实现[J]. 纺织机械,2013(2):21-24.
- [7] RAO Yuntao, ZOU Jijun, Wang Jinhong. The design of field network for intelligent buildings based on CAN[J]. East China Institute of Technology, 2007,12 (30):363-365.
- 饶运涛,邹继军,王进宏. 基于 CAN 总线的智能楼宇现场网络系统的设计[J]. 东华理工学院学报, 2007,12 (30):363-365.
- [8] CHENG Zhixin, ZHANG Rui, HUANG Lijuan, et al. Design of self-propelled gun fire control system virtual training and testing system based on ARM and WinCE[J]. Computer Measurement & Control, 2016,24(5):135-138.
- 程治新,张瑞,黄丽娟,等. 基于 ARM+WinCE 的某自行火炮火控系统模拟训练与考核系统设计与实现[J]. 计算机测量与控制,2016,24(5):135-138.
- [9] ZHENG Xuemin, ZHAN Hongwu, PENG Da. EVC image processing interface development on ARM-WINCE system[J]. Computer Applications and Software, 2011,28(9):264-266.
- 郑学敏,占红武,彭达. 基于 ARM-WINCE 系统的 EVC 图像处理界面开发[J]. 计算机应用与软件, 2011,28(9):264-266.
- [10] WANG Bin. EMC design of high speed clock circuit [J]. Journal of Power Technology, 2006 (12): 29-34.
- 王斌. 高速时钟电路的 EMC 设计[J]. 电源技术, 2006(12):29-34.