

一种挖掘机电控系统性能测试平台的设计

宋慧延, 刘强, 牛大伟

(华侨大学 机电及自动化学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 针对传统测试方法中效率低、耗资大等问题,提出一种电控系统性能测试平台的设计方案.设计代替挖掘机各电气部件与传感器的工作状态信号模拟电路,并使用 LabVIEW 软件开发监控界面.测试平台通过串行口和 CAN 总线建立与电控系统之间的实时通信.实验结果表明:该测试平台能实现对电控系统电气逻辑功能、主控制器算法有效性等项目的测试.

关键词: 电控系统; 测试平台; 信号模拟; 监控界面; LabVIEW 软件

中图分类号: TP 274.4 **文献标志码:** A

挖掘机是一种常见的工程机械,在其生产过程中,各部分元件分别进行设计制造,然后在总装厂装配成整机.挖掘机电控系统由主控制器、图形仪表、车载网络终端、继电器控制模块等组成,具有控制发动机与液压泵之间的功率匹配、实时显示与监测机器运行状态、诊断并记录系统故障、控制车载电气部件、实现远程通信等功能,是挖掘机最核心的部分^[1-5].电控系统对整台机器的运行稳定性、工作安全性等起着至关重要的作用,在出厂前必须经过一系列严格检验,包括对主控制器算法、图形仪表显示、继电器逻辑功能等项目的测试.传统的测试方法有装机测试和台架测试^[6].装机测试需要将电控系统装到整机上进行,这使整机装配的工艺顺序变得不合理,一旦出现故障将很难更换,诊断难度也较大;台架测试则需要全硬件搭建,不仅耗资大,而且只能选取具有代表性的离散点进行验证,不能对挖掘机连贯性动作进行有效模拟.基于此,本文设计了一种测试平台用于挖掘机电控系统出厂前的性能测试.

1 测试平台的总体设计

电控系统性能测试平台的结构,如图 1 所示.测试平台由信号模拟单元和监控系统两大部分组成,二者与被测电控系统通过串口和 CAN 总线进行实时通信.

主控制器通过信号模拟电路采集传感器信号,实时获取挖掘机各个相关物理量.根据控制策略计算输出控制信号驱动继电器动作、并在图形仪表上显示工况信息.信号模拟单元中有代表空调、收音机、雨刷器等电气部件的信号装置;继电器逻辑控制实现某个电气部件的电源开关操作时,相对应的信号装置将做出反应.同时,监控界面通过 RS232 与被测电控系统建立连接,实时显示电控系统的工作状态.

2 信号模拟单元设计

电控系统性能测试平台的信号模拟单元包括信号发生器、油门电机、电路板和传感器等硬件装置.

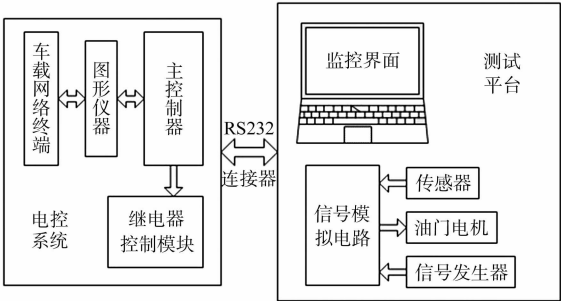


图 1 系统结构框图

Fig. 1 Block diagram of system structure

在熟悉挖掘机电控系统原理图的基础上,通过电路设计将油门电机、传感器等挖掘机电气部件实物与按键开关、发光二极管、可调电阻等板载元器件相结合,即使用板载元器件替代部分体积大结构复杂的机载实物,共同模拟出挖掘机各工况信息。

图 2 为挖掘机启动控制原理图^[7]。图 2 中:用发光二极管代替发动机、启动马达等机载实物。设计的启动控制模拟电路,如图 3 所示。信号模拟单元还接收被测电控系统的主控制器和继电器控制模块的控制信号,模拟挖掘机的反应动作。对板载元器件的关断操作还可以模拟故障信号,测试电控系统的故障诊断与记录功能。

3 监控系统设计

测试平台的监控系统采用 LabVIEW 软件开发,通过 RS232 与被测电控系统建立实时通信。LabVIEW 是美国国家仪器公司的创新软件产品,是一种基于图形化编程语言的测试系统软件开发平台,在测试领域的应用非常广泛^[8-9]。根据主控制器串口的通讯数据格式,设计 36 个字节为 1 帧。监控系统接收到数据时,首先,在缓存中寻找帧头并且确认;然后,从确认的帧头开始,按照帧数据中代表命令类型的字节,分别获取开关量、模拟量、调试量等信息,将这些信息经过数据类型转换、高低位合并等处理后显示在波形图表上。数据接收与处理的程序框图,如图 4 所示。

电控系统性能测试平台运行时,通过 LabVIEW 监控界面可以直观地显示主控制器从信号模拟单元采集到的相关物理量,如图 5 所示。利用监控界面与电控系统的图形仪表显示参数进行对比,从而测试图形仪表的工作稳定性。主控制器通过控制油门位置、发动机转速和阀电流实现其控制策略,监控界面分别将这 3 个控制点的指令值、实测值、变动量和调试值显示在同一个波形图表控件中,这样就能方便地观测与比对其动态变化。

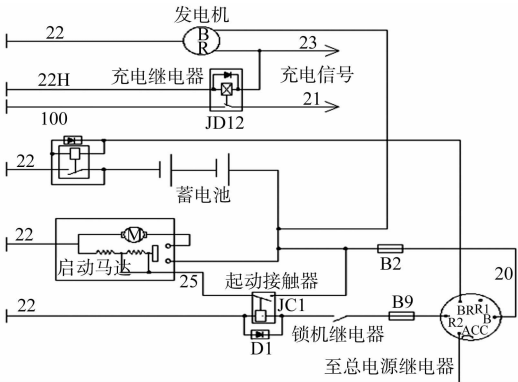


图 2 启动控制原理图

Fig. 2 Schematic diagram of starting control

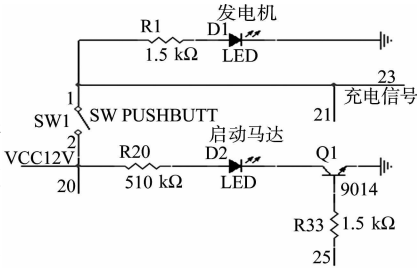


图 3 启动控制模拟电路

Fig. 3 Starting control analog circuit

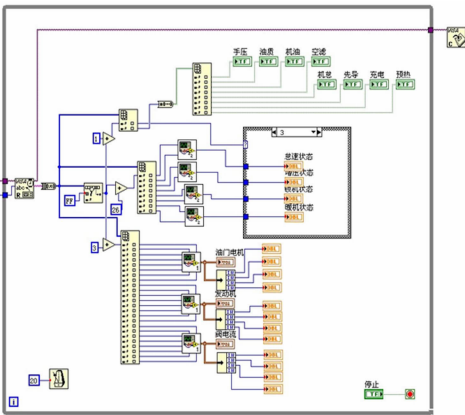


图 4 数据接收与处理程序

Fig. 4 Data receiving and processing program

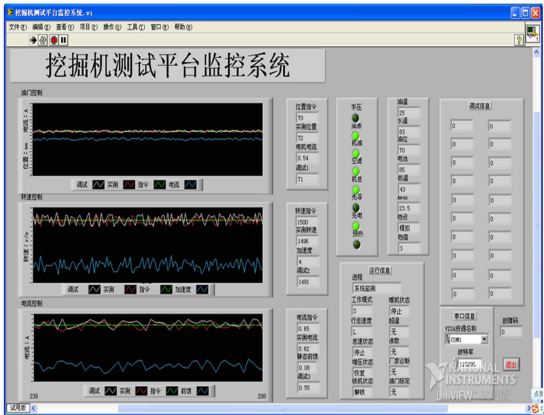


图 5 LabVIEW 监控界面

Fig. 5 LabVIEW monitoring interface

4 平台的测试实现

当被测电控系统某部分出现故障时,信号模拟单元中相对应的替代信号无法正常做出反应,同时监控系统也能产生故障码,测试人员可以对故障原因进行分析。例如,当被测电控系统的臂灯继电器故障时,按下信号模拟单元中的臂灯按钮,代表臂灯的板载发光二极管不能正常显示;同时,从监控系统产生

的故障码可以获取继电器出现故障的相关信息.

5 结 束 语

采用部分挖掘机实物与电路板板载元器件相结合的方式,建立了信号模拟单元,以代替传统测试方法中的整机全硬件搭建,减少了人力物力的投入. 基于 LabVIEW 的监控系统能够实现实时监测,使得对电控系统的性能测试更加直观^[10]. 该测试平台经改造可适用于不同特性的工程机械电控系统的测试,具有较大推广价值.

参考文献:

[1] 郭勇,陈勇,何清华,等. 从 NTERMAT2006 看挖掘机电控系统的发展[J]. 工程机械,2006,37(11):40-43.
[2] 高峰. 液压挖掘机中的电控系统[J]. 工程机械文摘,2007(4):13-16.
[3] 魏 彬,刘会娟. 小型液压挖掘机电控系统现状与发展[J]. 建筑机械化,2012(9):77-79.
[4] 张军,焦生杰,廖晓明,等. 电控节能技术在挖掘机中的应用与发展[J]. 中国工程机械学报,2010(1):66-71.
[5] 彭天好,杨华勇,傅新. 液压挖掘机全局功率匹配与协调控制[J]. 机械工程学报,2001,37(11):50-53.
[6] 三一重机有限公司. 一种挖掘机控制软件测试系统及方法:中国,201210426857[P]. 2013-02-13[2013-11-01]. <http://www.apchina.com/faming/8322833/>.
[7] 张军,殷鹏龙,廖晓明,等. 基于 CAN 总线的中型挖掘机电气控制系统设计[J]. 中国工程机械学报,2010,8(3):303-308.
[8] 陈国顺,于涵伟,王格芳,等. 测试工程及 LabVIEW 应用[M]. 北京:清华大学出版社,2013:13-14.
[9] 雷振山,肖成勇,魏丽,等. 高级编程与虚拟仪器工程应用[M]. 北京:中国铁道出版社,2012:92-95.
[10] BEASLEY P,MCAREE P R. Design and construction of a scale robotic excavator work-cell to test automated excavation algorithms[C]// ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics. Wollongong:IEEE Press,2013:985-990.

A Design of Performance Testing Platform for Electronic Control System on Excavator

SONG Hui-yan, LIU Qiang, NIU Da-wei

(College of Mechanical Engineering and Automation, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: A design of performance testing platform for electronic control system is presented to solve the costly and inefficient problem of traditional testing methods. The signal analog circuit used to replace various working status of electronic components and sensor in excavator is designed. In addition, monitoring interface is developed with LabVIEW software. The real-time communication between the testing platform and electronic control system is established through serial port and CAN bus. Experimental results show that, the testing platform can realize the tests of the electrical logic function of electronic control system, the effectiveness of main controller algorithm and other projects.

Keywords: electronic control system; testing platform; signal analog; monitoring interface; LabVIEW software

(责任编辑:黄晓楠 英文审校:杨建红)