

DOI:10.15923/j.cnki.cn22-1382/t.2018.1.15

# 汽车电子产品 ECU 测试方法

胡艳君<sup>1</sup>, 董世钢<sup>2</sup>, 姜波<sup>1</sup>

(1.大陆汽车电子(长春)有限公司, 吉林 长春 130000;  
2.长春汽车工业高等专科学校 机械工程学院, 吉林 长春 130011)

**摘要:** 为测试汽车电子产品,提出了基于 ECU 的汽车电子控制单元的测试方法,并阐述了测试系统的软硬件设计和实现。

**关键词:** 汽车电子; 测试系统; ECU

**中图分类号:** U 467.13 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-1374(2018)01-0085-05

## ECU based automobile electronic product test method

HU Yanjun<sup>1</sup>, DONG Shigang<sup>2</sup>, JIANG Bo<sup>1</sup>

(1.Continental Automotive Corporation (LYG) Co., Ltd., Changchun 130000, China;  
2.School of Mechatronics Engineering, ChangChun Automobile Industry Insititute, Changchun 130011, China)

**Abstract:** To test the automotive electronic products, a method based on ECU is provided. We discuss both the hardware and software of the test system.

**Key words:** auto electronic; test system; ECU.

## 0 引言

近年来,越来越多的电子技术应用到汽车领域,使得汽车电子控制系统的测试更加复杂,导致汽车电子控制单元的测试开发周期更长、测试功能不完善和不稳定<sup>[1]</sup>。如何有效的简化测试系统,设计更好的电子控制单元测试方法,是各个汽车电子零部件厂必须考虑或有待解决的问题<sup>[2]</sup>。文中以助力转向控制单元为实例,首先对电子控制单元(ECU)软/硬件的工作原理进行阐述并分析,提出测试方案;然后阐述该 ECU 在 Keysight

测试系统的构建和方法,最后完成测试系统的开发。验证了此测试方法简单、方便和开发周期短,并且测试系统稳定、功能强大和方便移植等优点,被各个汽车零部件厂商所采用。

## 1 系统方案

对于汽车零部件厂而言,能够快速、有效的导入新产品并及时的发给客户,是它们追求的目标。而现在市面上比较通用的测试系统有两种:一种是 NI 的测试系统<sup>[3]</sup>;另一种是 Keysight 测试系统。两个系统在硬件的性能、稳定性和价格基本

收稿日期: 2017-12-23

作者简介: 胡艳君(1979—),男,汉族,吉林九台人,大陆汽车电子(长春)有限公司工程师,硕士,主要从事汽车电子测试开发方向研究,E-mail:huyanjun0125@126.com.

差不多,差别是在控制软件上,NI 的测试系统使用的 Labview,相比 Keysight 的 TestExec 语法更加复杂,技巧性强。所以选用 Keysight 公司的 TS5400 测试系统。该系统能为 ECU 提供各种电子负载,并且内部集成了标准化的仪器仪表。可以非常方便的进行调试和移植到其它的测试产

品。由于该产品使用的 CAN 协议通信<sup>[4]</sup>,我们选用 NI-CAN 卡作为产品的通信工具,NI 公司提供硬件的同时,还提供了标准的 API 控制函数和相应的 DLL,使用非常方便。其整个系统硬件框图如图 1 所示。

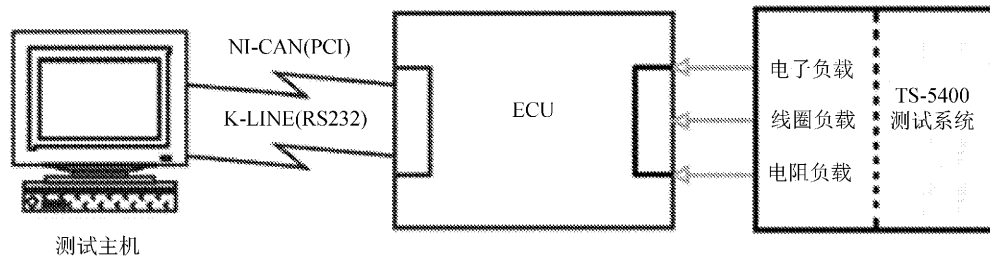


图 1 系统硬件框图

测试软件结构如图 2 所示。

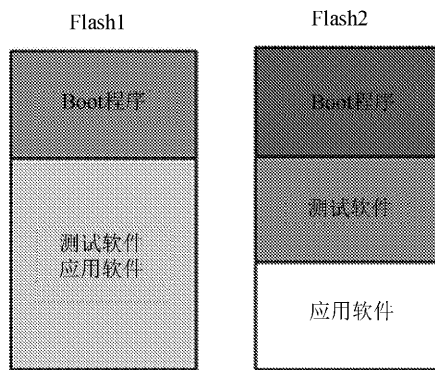


图 2 测试软件结构

在软件方面,基于 ECU 的汽车电子产品本身主要的测试方法有两种<sup>[5]</sup>:一个是把测试程序放到应用软件里(见图 2 中 Flash1);另一个是把测试程序单拿出来,固化到内部的 Flash 里(见图 2 中 Flash2)。前者的优点是不需要单独开发测试程序,借用应用程序的功能模块完成测试程序。缺点是测试程序可能会和应用程序存在干扰,测试的时候又要配合应用软件的某些功能需求,所以测试的时间也要长,而且必须还要等到应用软件发布后才能发布测试软件,所以开发周期也很长。而第二种方案把测试软件单独拿出来,不需要等到应用程序完成就能释放,减少了开发周期,

而且应用软件和测试软件相互独立,产品的稳定性大大提高。缺点是会占用 Flash 的存储空间。但一般测试软件都很小,即使不小也可以把一部分的测试软件功能下载到控制器的 RAM 里,这样控制器的存储空间利用率可以非常高。所以第二种测试方法被广泛应用,文中就是以第二种方法实现对产品的测试。

## 2 硬件设计

电子助力转向控制单元能够帮助驾驶者更加灵活轻便操作转向系统,特别是停车时的操作力。其原理是该控制单元通过扭力传感器实时采集驾驶人员控制转向盘的扭力信号,当获得相应的扭力后,主芯片会控制扭力电机的工作,辅助驾驶者控制前轮的方向<sup>[6]</sup>。其内部的功能模块主要包括电源部分、主控芯片、电机驱动部分、传感器输入部分和通信部分。要想 ECU 能够正常的工作,必须保证 ECU 有和真实汽车一样的负载。其中输入信号包括电源、轮速、扭力要分别和 TS5400 测试系统的电源、波形发生器、负载箱提供。输出信号电机与通信部分分别和电子负载及 NI-CAN 连接。使用电子负载和线圈模拟真实的电机,并且电子负载的参数可以调节,所以比使用真实的电机更加灵活,方便集成其它的类似项目,硬件接线图如图 3 所示。

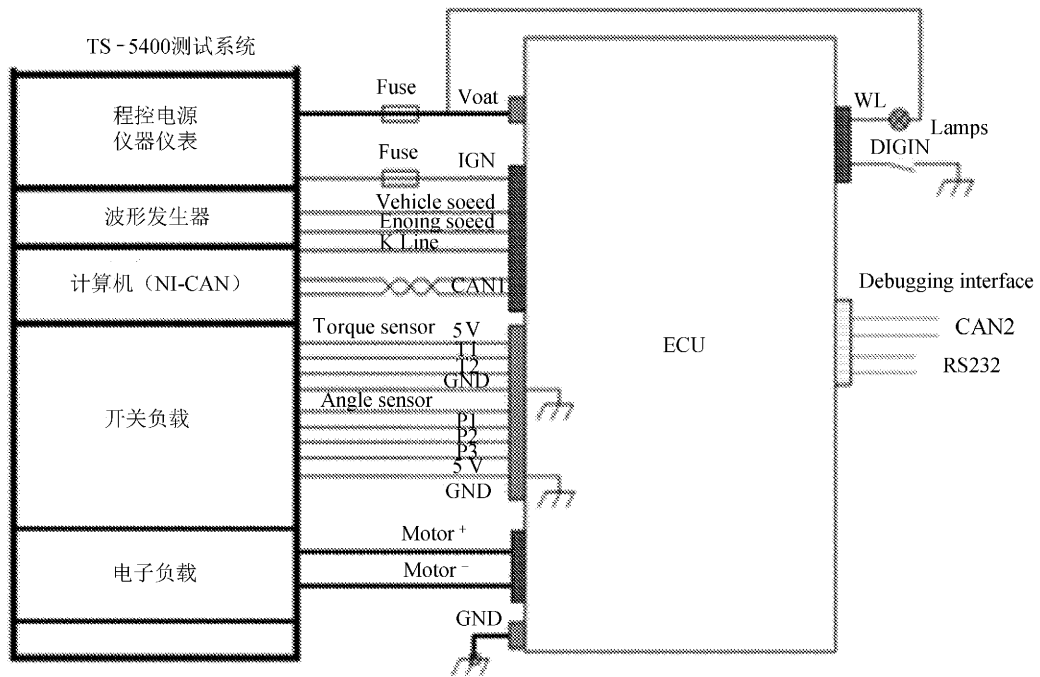


图 3 硬件接线图

由于 TS5400 测试系统有一张大电流的负载卡,在每个通道都有一个 LEM 转换器和一个 Isense 电阻。此电阻能够感知所流过的电流值,最大能达到 30 A,而该助力转向控制单元需要 50 A 的电流,所以我们能够用两个通道完成对助力转向控制单元的测试,这是非常的方便,不需要

另外加入大电流采集电路。整个测试系统的工作过程都是在工业控制计算机控制下完成,能够方便的获得测试产品的相关数据信息。

### 3 软件设计

软件示意图如图 4 所示。

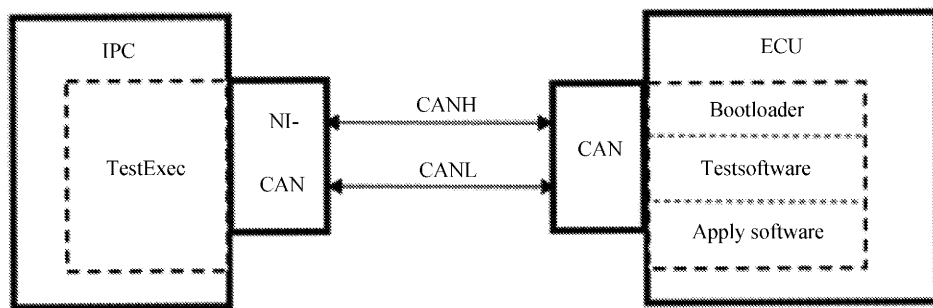


图 4 软件示意图

此测试系统仅仅需要两个测试软件:一个是 TS5400 测试系统的上位机测试软件;另一个是 ECU 内部所集成的测试软件(见图 4 中的 TestExec 和 Testsoftware)。对于 ECU 的测试软件<sup>[7]</sup>,现在一般也由汽车零部件厂所开发,保证满足客户的需求,文中所使用的是英飞灵 XC2300D 的微控制器,对该芯片操作时,首先要对其存储器

映射地址有详细的了解,芯片的内部存储空间分配情况见表 1。

我们分配测试软件地址是从 0xC04000 到 0xC08000,测试软件的大小约 9 Kbyte,留出 16 Kbyte 便于以后功能升级使用。整个测试软件的执行过程如图 5 所示。

表 1 芯片的内部存储空间分配表

功能	开始地址	结束地址	空间大小	存储类型	作用
启动代码	0xC00000	0xC04000	16 K	CODE FLASH	Bootloader
测试代码	0xC04000	0xC08000	16 K	CODE FLASH	测试软件
应用代码	0xC08000	0xC21000	28 K	CODE FLASH	应用软件
产品信息	0xC40100	0xC40200	256 Byte	DATA FLASH	出厂信息
诊断信息	0xC430000	0xC44000	4 K	DATA FLASH	故障码
产品信息	0xC44000	0xC45000	4 K	DATA FLASH	ECU 信息

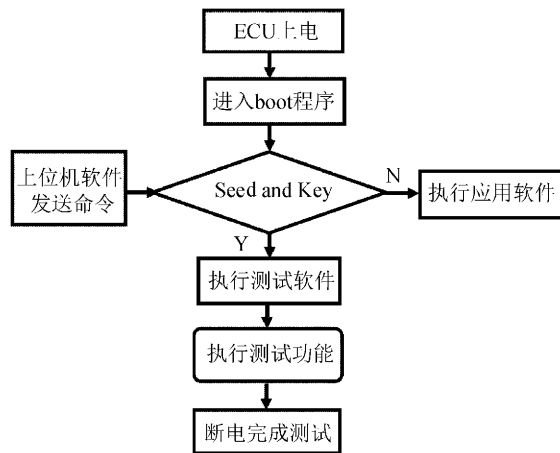


图 5 测试程序的执行过程

其过程是当 ECU 上电时,程序会进入 BOOT 程序,当在 100 ms 内收到 Seed 和 Key 的正确密钥(加密算法)后,进入测试程序开始执行相应的功能测试,如果是不正确的密钥或没有密钥程序,则会进入应用程序执行相应的功能。在测试软件执行的过程中,可以对 Flash 的其他区域进行读写功能,如出厂信息。为了保证稳定性和可移植性,测试软件与上位机软件使用标准的 KWP2000 通信协议。

测试程序交互界面如图 6 所示。

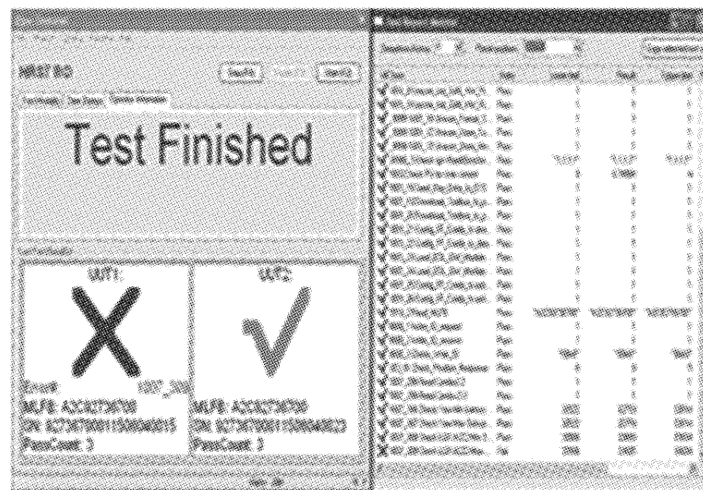


图 6 测试程序交互界面

对于软件 TestExec,是 Keysight 公司专为 TS5400 测试系统所开发,它最大的特点是顺序执行,控制语句也很少<sup>[8]</sup>。能够结合 ATI 的软件程序,为生产线操作人员提供非常简洁直观的测试信息。由图 6 可以看出,它是同时测试两个产品

的测试结果,出现“×”为位置 1,产品没有通过测试,并显示在主程中的错误 ID 号 1007\_309,通过此 ID 就能够直接找到错误的原因。“√”为通过产品。

## 4 结 语

以助力转向控制单元为例,介绍了测试系统硬件和软件的结构,并验证该测试方法的有效性。其硬件方面集成了国际上标准的仪器仪表,具有稳定、精确、独立、方便等特性。软件主要集中在产品的测试软件开发,对产品的存储器进行有效的分配。把应用软件和测试软件分离开来,这样能够大大地缩短产品的投放时间,而且稳定性更高,被广泛应用到汽车电子产品的测试中。实践证明,此系统有很好的扩展性、很高的执行效率和稳定性,大大提高了汽车电子零部件厂商的生产效率。

### 参考文献:

- [1] 戎辉,张明路,张小俊.基于 Veristand 的硬件在环测试系统设计[J].科学技术与工程,2016(3):167-170.
- [2] 姜岚.汽车电子技术的应用及发展趋势探究[J].科技论坛,2014,17:85-90.
- [3] 彭承荣,彭杨,覃华强.基于虚拟仪器的汽车电子测试系统设计[J].汽车电器(测试·设备),2014(7):65-67.
- [4] 王勇,侯冬冬,王知学,等.基于 CAN 总线的嵌入式汽车电子测试系统[J].电子设计工程,2011(1):95-99.
- [5] 张万福,黄影平.基于仿真的汽车电子控制器软件开发方法研究[J].上海理工大学学报,2017(1):102-109.
- [6] 孙仁云,付百学.汽车电器与电子技术[M].北京:机械工业出版社,2011.
- [7] Konrad Reif,孙泽昌.BOSCH 汽车电气于电子[M].北京:北京理工大学出版社,2014.
- [8] 胡艳君,董世钢,张磊.基于 keysight 设备的汽车电子测试系统[J].长春工业大学学报,2016,37(3):287-291.