

电控汽车智能测试仪器的研制

赵芙生, 张金龙

(南京师范大学 电气与电子工程学院, 江苏 南京 210042)

[摘要] 利用虚拟仪器技术开发的电控汽车智能仪器, 以工控机为主控单元, 以 Visual C++ 为开发平台研制的电控汽车测试系统, 能实时检测、记录、显示和存储汽车各种传感器、执行器、电子控制单元(ECU)及电气设备等的的数据及波形, 并能利用配备的神经网络专家系统, 正确、迅速诊断故障. 实车测试表明, 该检测仪测试结果正确, 可靠性高.

[关键词] 智能仪器, 神经网络, 电控汽车, 测试技术

[中图分类号] TP216, [文献标识码] B, [文章编号] 1672-1292-(2004)03-0031-03

现代汽车为了提高其动力性、经济性、安全性以及减少排污、增加舒适度等原因, 采用电子控制技术已成为一种潮流. 目前, 美、日、德等发达国家在新生产的轿车上, 均已采用电子控制装置. 国内, 中外合资生产的桑塔纳、奥迪、切诺基等汽车也批量装配电子控制装置. 汽车上大量采用电子装置, 必然导致汽车结构变化大、技术复杂, 使常规的仪器无法测试其技术性能和诊断故障.

本文设计一种以工业控制计算机为硬件核心的电控汽车智能测试仪, 仪器能实时检测、记录、显示和存储电控汽车各种传感器、执行器、电子控制单元(ECU)及电气设备等的的数据及波形, 并能利用配备的神经网络专家系统, 正确、迅速确定故障部件. 仪器采用虚拟技术, 针对电控汽车不同的测试对象, 如喷油模块、点火模块、自动变速器、ABS 系统等, 设置相应的测试虚拟面板, 整个仪器操作方便, 界面友好, 具有良好的性价比.

1 电控汽车虚拟测试仪的组成

1.1 硬件组成

测试系统的硬件结构框图见图 1, 系统由信号检测部分和计算机两个部分组成. 考虑到发动机现

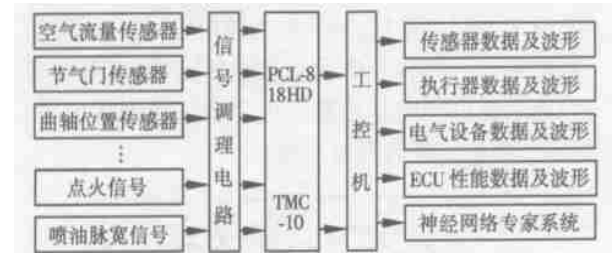


图1 电控汽车虚拟测试仪硬件框图

场工作的恶劣环境以及系统对可靠性的要求, 采用工业控制计算机作为测试系统的核心, 计算机主板内置工业级 CPU 卡, 选用性能好、可靠性高的采集板卡和 I/O 模板.

图中 PCL-818HD 数据采集卡提供了 16 路单端或 8 路差分模拟输入通道, 双极性或单极性输入信号, 16 路数字输出通道, 16 路数字输入通道, 一个可供用户的可编程定时/计数器, 两个 12 位模拟输出通道. 本仪器对信号预处理电路进行了设计, 对点火、喷油等高压信号加入了保护和衰减电路, 对易受干扰的信号加入滤波电路. 最后将调理后的标准信号送到 PCL-818HD 数据采集板卡, A/D 转换后输入计算机; 而需测频、测脉宽等数字脉冲信号, 则送具有多个可编程定时/计数器的 TMG-10 板卡.

测试的信号经计算机采集处理后, 进行数据存储, 并送显示器进行数字和图形显示, 同时送打印机输出图表和曲线.

1.2 软件设计

本系统软件用 Visual C++ 开发而成, 具有界面友好、操作简便、直观易懂等特点. 系统软件根据功能划分为 6 个模块, 即密码模块、初始化模块、实时信号采集与显示模块、数据记录与报表模块、帮助模块及神经网络专家系统模块, 软件总体流程框图如图 2 所示.

1.2.1 板卡驱动程序

本仪器采用研华 PCL-818HD 采集卡, 由于此卡不提供 C++ Builder 有关 Demo 程序, 故对板卡功能模块进行了设计, 能够用 C++ Builder 来完成 A/D、D/A、DO、DI 等卡所具有的功能, 并将板卡支持

的所有功能做成标准模块,以后的开发者只需稍做修改即可调用,具有一定的实用价值.

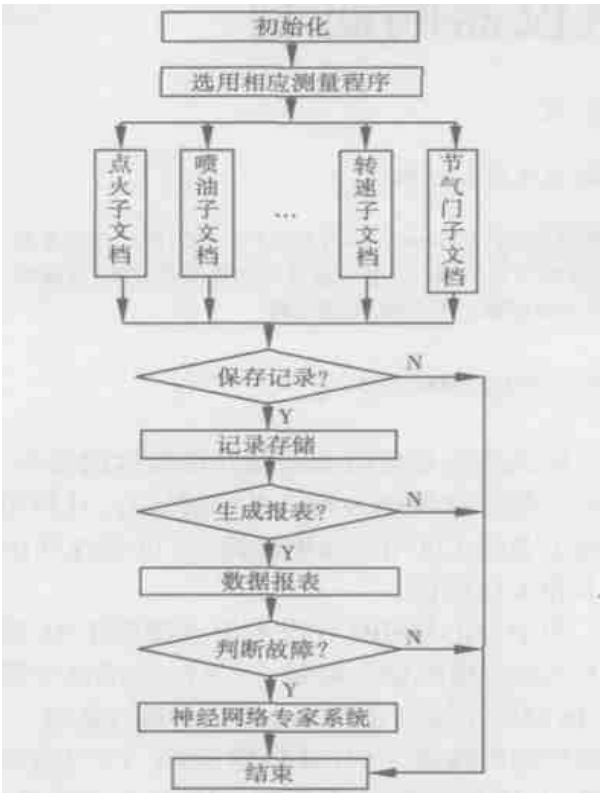


图2 测试仪软件框图

在程序调试的过程中,为了灵活实现所需功能,用到直接对寄存器操作的方式,这就需要有直接对 I/O 口操作的函数,由于 C++ Builder 不支持对 I/O 口的直接操作,本系统使用嵌入汇编语言编制了 I/O 口操作函数 Outporb 和 Inporb,在实际应用中取得了良好的效果.

1.2.2 实时信号采集与显示模块

本模块完成转速、喷油、点火、节气门开度、曲轴转角、空气流量等信号的采集与波形显示. 由于转速传感器为光电脉冲式传感器,与分电器转轴联接,分电器每旋转一周,脉冲发生器输出脉冲. 测试转速的方法是: 设置可编程定时计数器工作方式,作 1s 的精确定时,门控端置为高电平,待测转速信号送到 CLK 端,1s 后中断锁存,经换算可给出被测转速. 通过可编程定时计数器对机内机器周期进行计数,可实现对点火、喷油脉宽的测试. 被测脉宽信号进入门控端,信号高电平时,允许计数;信号处于低电平时,禁止计数,此时计数器记录的是内部时钟的个数,经换算,可给出被测信号的宽度.

信号显示部分利用 VC 强大的绘图功能,绘制出实时波形及仪表盘数据显示界面. 图 3 为“喷油脉宽测试”界面,发动机工作时,微机根据有关传感器输入的信号,经运算判断后,控制大功率三极

管导通和截止,从而接通或切断喷油器电磁线圈. 图中所显示即为喷油器的喷油脉宽波形.

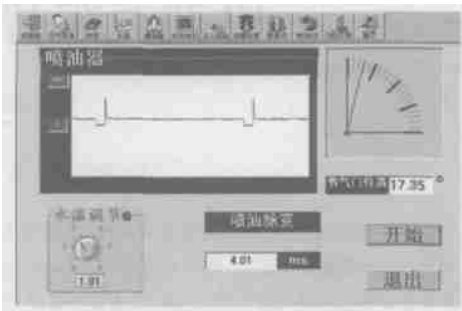


图3 喷油脉宽测试界面

1.2.3 数据记录和报表模块

利用 VC 提供的一些接口,可以方便地处理应用程序所关联的数据库,通过查询方式查找数据库中有关信息. 数据记录模块的任务是记录 16 个通道实时采集的数据和对应的分、秒时间. 用 VC 提供的打印函数,实现预览和打印功能.

1.2.4 帮助模块

一个成熟的软件产品包括帮助功能,用以方便用户. 本系统开发中,建立了帮助文本文件、目录文件、项目文件和编译连接,最后生成了. hlp 文件供用户调用.

1.2.5 神经网络专家系统

将神经网络技术引入到汽车故障诊断专家系统中,基于神经网络的故障诊断系统在知识的获取、存储、推理、学习能力及容错性等方面都具有独特的优势^[1~3]. 系统利用检测到的传感器、执行器等参数及波形,通过提取特征值,根据特征值的变化量,应用神经网络技术来自动判断汽车故障.

神经网络采用径向基函数(RBF)网络,同传统的 BP 网络相比,RBF 网络具有许多优点:收敛速度快、网络规模小、计算量较小、具有鲁棒性和无局部极小等^[3]. 鉴于这些特点,RBF 神经网络可以快速判断汽车故障. 图 4 为 RBF 神经网络结构,共 3 层,第一层为输入层,对应传感器、执行器等的输入信号;第二层为隐层;第三层为输出层,输出故障信号. 图中输入相量不需通过权连接,直接映射到隐层;隐层通过径向基函数实现变换后送到输出层,径向基函数采用高斯基函数.

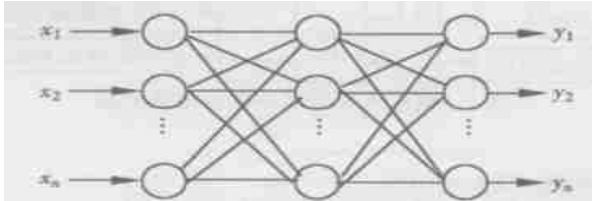


图4 RBF神经网络结构

RBF 网络训练时, 要学习的参数有 3 个, 即隐层各神经元的中心和方差以及输出层的连接权, 对前两个参数的选择采用 K-均值聚类方法, 对样本进行分类, 类中心就作为 RBF 的中心^[3]. RBF 函数的中心和方差选定后, 输出层的权值采用最小二乘法直接计算^[3].

考虑到诊断的对象十分复杂, 因此为了增加网络的学习效率, 提高诊断精度, 将电控汽车划分为喷油、点火、怠速、自动变速箱、EGR、ABS、SRS 等多个模块, 相应建立各自的人工神经网络, 最终成为一个含有多个子网络的复杂神经网络故障诊断专家系统. 建立这些子网络的具体步骤为:

(1) 利用故障树分析方法, 分析诊断对象的知识结构以确定神经网络结构模型, 并进行初始化, 置所有可调参数(权值和阈值)为均匀分布的最小数值.

(2) 依次确定各个子网络的训练样本, 并分别进行训练, 获得各自的连接权和阈值.

(3) 存储连接权, 形成知识库.

2 实验测试分析

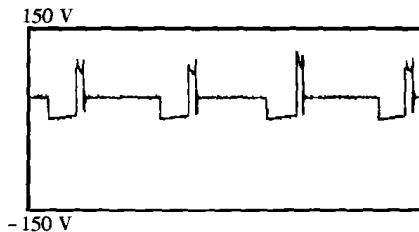
该测试仪对日产 MAXIMA 轿车 VG30E 型电控发动机的性能进行了测试, 测试性能包括起动性能测试、动力性能测试、点火性能测试等, 测试结果符合发动机实际情况.

图 5 为对发动机点火性能测试的波形图, 在电控发动机中, 点火提前角的大小对发动机油耗、功率、排污、爆震等特性会产生较大影响, 根据汽车实际运行状况及不同工况的要求, 可获得各种工况下的最佳点火提前角. 图 5(a) 和 (b) 分别为用本仪器和用汽车专用信号测试仪 FLUKE 所测试的点火信号波形图, 实验结果表明仪器测试正确.

3 结论

应用虚拟技术设计的电控汽车智能测试仪, 可

简化测试系统的硬件设备, 缩短开发周期, 降低研制费用, 具有人机界面友好、操作方便、功能完善、性价比高等特点. 仪器不仅能实时检测、记录、显示和存储汽车各种传感器、执行器、电子控制单元 (ECU) 及电气设备等的数据及波形, 并能利用配备的神经网络专家系统, 正确、迅速诊断故障. 对电控汽车的测试结果表明, 该系统能较好地反映被测汽车各项性能的实际情况.



(a) 虚拟仪器采集的波形



(b) FLUKE 采集的波形

图 5 点火波形图

[参考文献]

- [1] Rodriguez C. A modular neural network approach to diagnosis [J]. IEEE Transaction on Neural Networks, 1996, 5(2): 326 - 340.
- [2] Michel A N, Farrell J A. Associative memories via artificial neural networks[J]. IEEE Control Systems Magazine, 1990, 10(3): 6 - 17.
- [3] 阎平凡, 张长水. 人工神经网络与模拟进化计算[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000. 40 - 60.
- [4] 庄继德. 汽车电子控制系统工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [5] 曹国华. 虚拟仪器及其应用[J]. 南京师范大学学报(工程技术版), 2003, 3(1): 10 - 12.
- [6] 黄凤良. 基于软测量的检测技术[J]. 南京师范大学学报(工程技术版), 2003, 3(1): 5 - 6.

Development of Intelligent Testing Instrument for Electronically-controlled Automobiles

ZHAO Fusheng, ZHANG Jinlong

(School of Electrical and Electronic Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China)

Abstract: An intelligent testing instrument for electronically-controlled automobiles has been presented, which uses an industrial control computer PC as the central control unit and uses Visual C++ as the software developing platform. It can in real time measure, record, display and store data and waves of the electronic parts of automobiles, such as transducers, actuators and ECU. It can quickly diagnose the trouble with the automobile by means of neural network expert system.

Key words: intelligent instrument, neural network, electronically-controlled engine, testing technology

[责任编辑: 刘健]