

汽车液力自动变速器试验台的计算机测试系统

李 庆, 罗锡文, 陆华忠, 杨均忠

(华南农业大学工程学院, 广东广州 510642)

摘要: 研制了~台汽车液力自动变速器试验台; 开发了一套计算机测试软件系统, 在该软件系统的支持下, 可完成自动变速器的测试操作及其性能分析. 试验台以电涡流测功机为自动变速器加载, 可模拟道路工况进行测试. 实践表明, 该系统所测试的D挡和R挡失速转速、主油压以及调速器主油压满足检测要求.

关键词: 汽车自动变速器; 试验台; 计算机测试系统

中图分类号: TP399; S152.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-411X(2007)02-0110-03

Automotive Hydraulic Automatic Transmission Computer Testing System

L[Qing, LUO Xi-wen, LU Hua-zhong, YANG Jun-zhong

(College of Engineering, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: A testbed with a set of software for automatic transmission(AT) testing was developed, which was fitted with an eddy current dynamometer for loading and simulating the running conditions on road. Supported by this software, AT testing can be automatically performed and its performance can be decided. Experimental results showed that the parameters obtained could meet the requirement of testing.

Key words: automatic transmission ; testbed ; computer test system

液力传动发明于20世纪初的欧洲,美国通用汽车公司于1938年批量生产液力自动变速器^[1]. 20世纪90年代以来,自动变速器在我国也开始得到广泛的应用^[2]. 液力自动变速器具有操作轻便、良好的自动适应性等优点,维修过程中有必要通过测试对其性能作出评价. 可用2种方式对其进行测试:一种是把它装回原车,按一定的规范来测试;另一种是在试验台上进行测试. 后者操作容易,易于实现自动化,精度也高. 国内关于液力自动变速器试验台的报道较少,仅在一些高等学校及一些较大型的汽车修理厂进行过这种试验台的研制^[3-7],这些试验台中,有的不带加载器,或有加载器但加载功率小,难于对实际道路工况进行模拟,同时自动测试的参数少. 国外对液力自动变速器试验台和自动变速器检测机有较深入的研究,如英国ATP工业集团的电子液力自动变速器检测机和美国Automotive Solution Ltd. 公司研制的Trax 2000TM自动变速器检测机等. 液力自动变速器试验台具有2个关键问题:一是试验台是否带有加载器;另一个为试验台是否具有测控分析

软件. 因此,以电涡流测功机为自动变速器加载,模拟道路工况进行测试,融数据采集、记录及分析的汽车液力自动变速器计算机测试系统的研究显得尤为重要,本文为解决这些关键问题开展了研究.

1 试验台硬件系统设计

本试验台主要由发动机、自动变速器、加载器、测试系统等组成(图1).

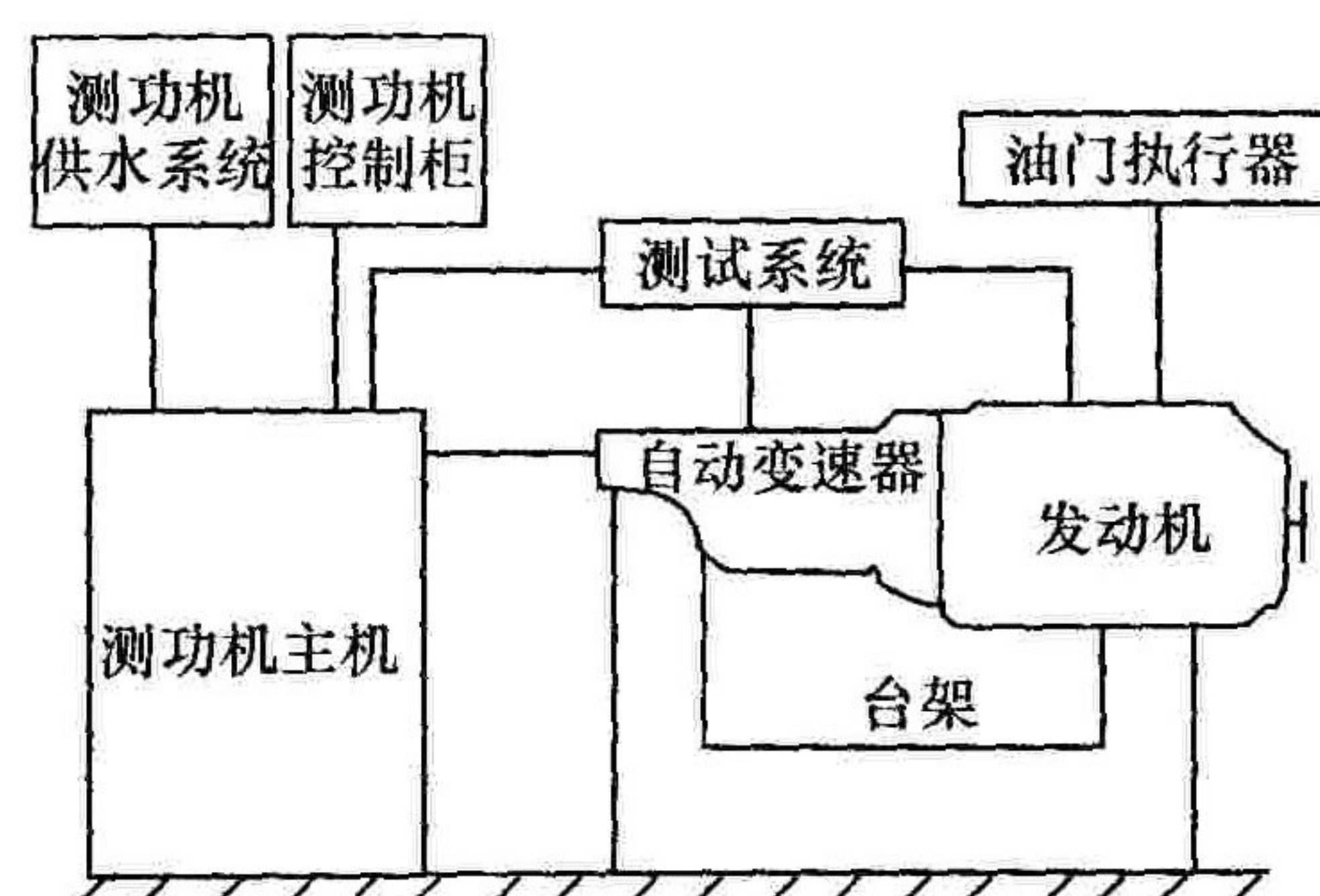


图1 试验台构成图

Fig.1 Construction chart of the tested

收稿日期:2006-07-27

作者简介:李 庆(1973—),男,讲师,在职博士研究生, E-mail: lqing@scau.edu.cn

1.1 发动机

本试验台的动力源为一台 5 M 化油器发动机. 该发动机原装配于日本丰田皇冠轿车, 与丰田 A43DL 液力自动变速器相配接. 排量为 2 759 mL; 最大功率为 94 kW; 最大扭矩为 206 N·m.

1.2 自动变速器

与 5 M 发动机相配套, 选用 A43DL 自动变速器, 因为 A43DL 自动变速器具有代表性. 丰田小型汽车上经常使用的丰田 A40D、A42D、A43DL、A43DE、A44DL 的各挡位的传动路线与 A43D 是一样的. A43DL 的液力变矩器带锁定离合器, 这是它与 A43D 的唯一区别. 丰田 A340E 与 A43DE 自动变速器在结构上基本相似, 就是前后行星齿轮布置方式不同, 传动比也不同. 丰田 A341E、A342E 的各挡传动路线各元件工作表完全与 A340E 一样. A43D 具有 3 组行星齿轮结构, 有 3 个多片离合器和 4 个多片制动器, 还有 3 个单向离合器; 挡位选择杆具有 6 个位置; 液力变矩器带锁定离合器.

1.3 加载器

1.3.1 电涡流测功机主机 加载器为自动变速器施加负荷, 模拟汽车路面行驶时的工况. 本试验台以湖南仪器仪表总厂动力测试仪器厂生产的 GW-250 电涡流测功机为加载器. 它在工作过程中测试精度高, 动态反应快, 稳定性能好, 并能满足自动或半自动隔离操作的需要. 该测功机完全能与所选发动机配套. 其额定吸收功率为 250 kW; 额定制动扭矩为 110 N·m; 主机允许最高转速为 6 000 r/min.

1.3.2 电涡流测功机控制仪 控制仪为湖南仪器仪表总厂动力测试仪器厂生产的 kw-1 型电涡流测功机控制仪. 扭矩测量精确度为 0.4%; 转速测量精确度为 ± 1 r/min; 恒扭矩控制方式上下扭矩波动为 0.5%; 恒转速控制方式上下转速波动为 ± 10 r/min. 电源用交流 (220 ± 20) V、 (50 ± 1) Hz.

1.3.3 电涡流测功机供水系统 冷却水是保证测功机正常工作的主要因素. 按照要求, 设计了水池水塔循环供水系统. 水池水塔进行严格的清洗, 并封顶密封, 保证外界异物不进入塔内、池内. 在水池中可加入阻垢剂. 水源为自来水. 实际应用表明, 本供水系统能满足使用要求.

1.4 测试系统硬件

本测试系统硬件主要由 PC 机、接口电路卡、传感器及其处理电路等组成(图 2).



图2 测试系统硬件图

Fig.2 Hardware chart of the test system

1.4.1 计算机 计算机为 PC 机.

1.4.2 接口电路卡 计算机与测试信号的联接通过接口电路卡来完成. 接口电路卡选用北京中泰计算机应用研究中心生产的 PC-6313 模入模出卡. 此卡上的 A/D、D/A 转换均为 12 位, 可实现 2 路 D/A 输出及 32 路单端(或者 16 路双端) A/D 输入, 同时还有 TTL 输入输出接口, 3 路 16 位字长的计数器/定时器, 以及 1 MHz 的基准时钟.

1.4.3 液压油压力传感器 油压传感器选用广东省新会市康宇测控仪器仪表工程公司的 KY BG18—2MPa 压力变送器. 量程为 2 MPa; 过载为 200%; 非线性为 $\pm 0.11\%$ FS (full scale); 迟滞重复性为 0.05% FS; 零点温度系数为 $1.5 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ FS; 灵敏度温度系数为 $1.5 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ FS; 稳定性小于 0.1% FS (100 h); 输出为直流电 0~5 V.

1.4.4 压力传感器电源 压力变送器供电电源电压要求直流电 24 V. 故设计了一简易电源, 其输入为直流电 12 V, 输出为直流电 18~26 V. 实际使用时, 输出调整为直流电 23.6~23.8 V.

1.4.5 发动机转速传感器 (1) 传感器电路: 该传感器实际上是一块脉冲整形电路. 输入端跨接于白金触点两端, 即获取点火脉冲. 点火脉冲由 TCP521 进行光电隔离转换, 得到脉冲输出, 即把点火脉冲转变成开关信号. 该电路抗干扰性强, 利用光电隔离, 有效防止各种干扰对脉冲输出和后继电路的影响.

(2) 转速测量原理: PC-6313 卡上的 8253C-2 计数器/定时器的 Gate2 可留给用户用. Clock2 可用作外部事件计数. 用它来计数点火脉冲, 便可以测量出发动机转速. 如图 3 所示, 当 TCP521 开关打开时, Clock2 为高电平, 当 TCP521 闭合时, Clock2 为低电平, 于是产生计数脉冲, 此计数脉冲与点火脉冲频率

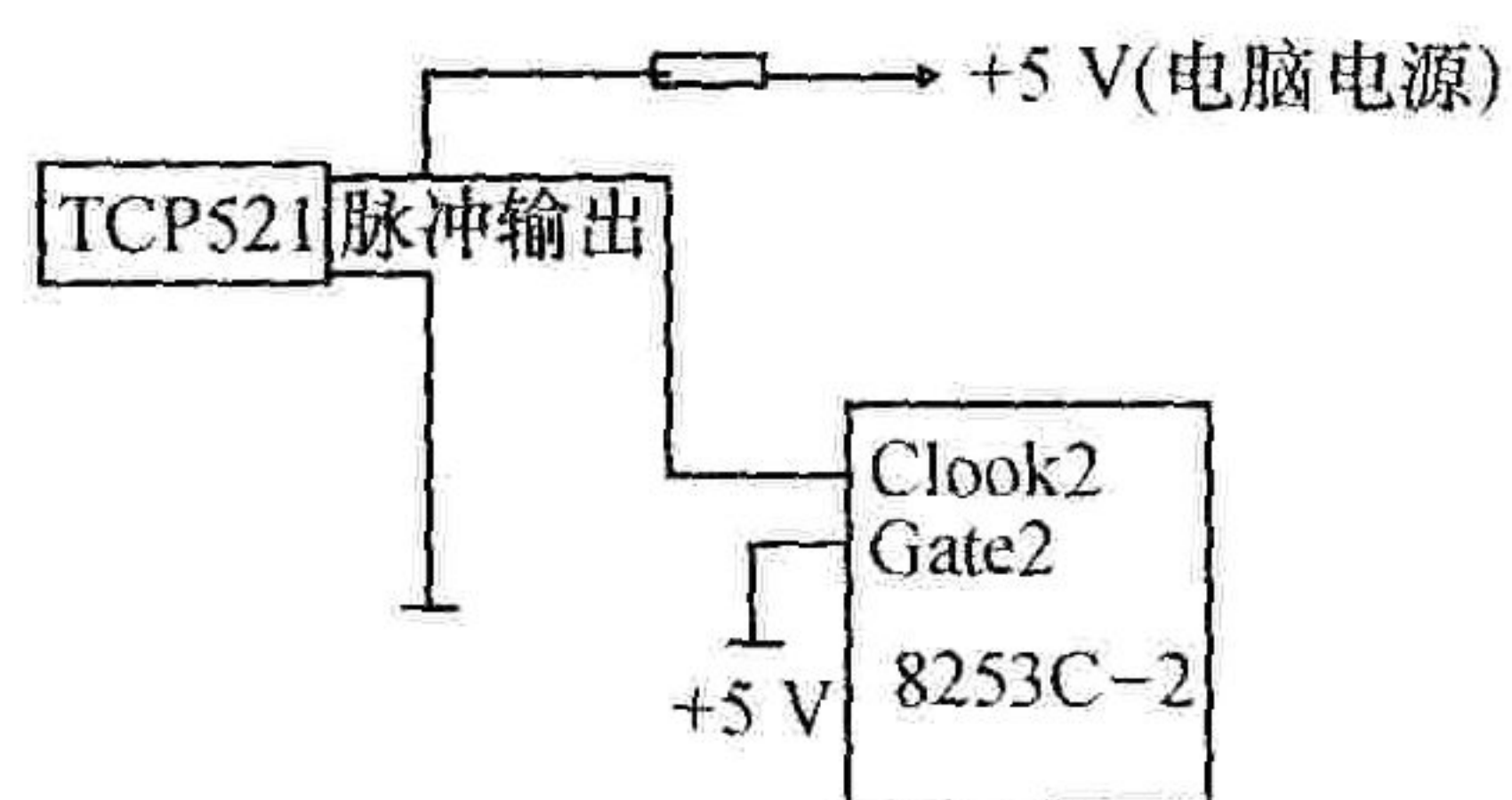


图3 点火脉冲接线图

Fig.3 Connection chart of ignition pulse

相同.根据发机转速与点火脉冲频率的关系,计算机可获得发动机的转速为 $120 p/z$ (单位: r/min , p 为单位时间的点火脉冲个数, z 为发动机缸数).对于一台发动机,缸数 z 为已知, p 可由上述的 8253C-2 计数器获得.计数时间采用 PC-6313 卡的 8253C-2 计数器/定时器来编程定时,卡上提供 1 MHz 基准时钟,实践表明,这种时间计数方法精度较高.

2 软件系统设计

2.1 选用 C 语言作为程序设计语言

本课题涉及的测试过程对时间的要求不高.用 C 语言容易实现数据的采集、处理、存储显示等功能.本课题测试软件采用 C 语言编写,在 PC 机上编译,并在现场调试通过.

2.2 采用结构化程序设计

主菜单与子菜单均采用选择式菜单.操作者可根据菜单上的提示,进行相应操作,特别适合于一般微机用户.

2.3 程序主体模块

(1) 油压采样模块:主要是应用 2 个接口函数完成采集任务.由于 A/D 转换是 12 位的,要分 2 次来读取转换结果.(2) 数据存储模块:每次采样值必须存盘,以供查阅和处理,最终得到测试结果.(3) 测试模块:每项测试都给出了相应的屏幕提示,操作者按照提示即可操作.(4) 数据显示模块:该模块可以显示每项测试的原始数据.(5) 数据处理模块:该模块主要任务是剔除数据中的异常点,并求平均值作为测量结果.异常数据的取舍根据是格拉布斯 (Grubbs) 准则^[8].(6) 测试结果模块:该模块综合显示各项测试的数值.(7) 性能分析模块:该模块可对测试数据进行分析比较,以得出相应的结论.(8) 转速测量模块:该模块对发动机转速进行测量.利用 PC-6313 卡上的 8253C-2 计数器/定数器的 Gate0 与 Gate1 作定时器.开始工作时,计数器/定数器初始化,当 Gate2 (用于计数点火脉冲) 置入初值后,由于其 Gate 端接高电平,处于常启状态,故下一个时钟周期便开始计数点火脉冲,此时用软件启动 Gate0、Gate1,计时开始,然后进行空操作延时,到一定时刻,锁存 Gate1 与 Gate2,此时 Gate2 的值减初值便是点火脉冲数, Gate1 的值减初值再乘以 $K \times 10^{-6}$ 便是时间的计数值,其中 K 为 Gate0 的分频系数.因为 Gate0 工作于方式 2,而 Gate1 与 Gate2 工作于方式 0,便得到了点火脉冲和时间计数值.

3 测试结果与误差

各项测试的数据都存贮在计算机硬盘中.下面

是某次试验的最终测试结果,由软件给出.

D 挡失速转速为 2 383 r/min , R 挡失速转速为 1 954 r/min ; D 挡失速主油压为 1 318 kPa, R 挡失速主油压为 1 117 kPa; D 挡怠速主油压为 445 kPa, R 挡怠速主油压为 617 kPa; 输出轴转速为 1 000 r/min 时调速器油压为 120 kPa; 输出轴转速为 1 800 r/min 时调速器油压为 207 kPa; 输出轴转速为 3 500 r/min 时调速器油压为 473 kPa.

根据所测得的最后数据,可以判断自动变速器的性能及元部件的故障可能原因.如对于失速转速的性能分析,软件分析后给出如下屏幕结果:

***** 以下是失速性能分析 *****

D 挡失速转速为: 2 383 r/min

R 挡失速转速为: 1 954 r/min

不正常! 可能原因如下: (1) 超速离合器打滑; (2) 前离合器打滑; (3) 2 号单向离合器打滑; (4) 油路液压油压力过低.

同样可分析其他测试项目的性能.经过计算,油压测试误差为 $\pm 0.231\%$; 转速测量误差限为 20 r/min .

4 结语

研制了一台汽车液力自动变速器试验台,初步开发出一套汽车液力自动变速器计算机测试软件系统.该软件具有测试操作步骤提示功能,并能分析自动变速器各测试项目的性能,同时给出故障的可能原因,以供参考.在该软件系统的支持下,工作人员只需按照操作提示便可完成液力自动变速器的测试工作.

参考文献:

- [1] 张月相, 赵英君. 汽车自动变速器原理与检修 [M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2005: 1-2.
- [2] 吴国君. 现代汽车自动变速器的应用与发展 [J]. 汽车运用, 2005 (9): 31-32.
- [3] 陈晓晖. 自动变速器检测试验台设计与研究 [D]. 济南: 山东大学机械工程学院, 2005.
- [4] 万茂松, 闵永军. 汽车自动变速器试验台的设计 [J]. 林业机械与木工设备, 2002, 30(11): 17-19.
- [5] 胡年, 陈幼平. 自动变速器维修中的检查试验方法 [J]. 汽车技术, 2001(6): 34-37.
- [6] 张勇, 许纯新, 卢新田, 等. 车辆自动变速系统性能仿真研究 [J]. 农业机械学报, 2000, 31(1): 23-26.
- [7] 李克海. 自动变速器综合性能测试系统的探讨 [J]. 交通与计算机, 2000, 18: 35-38.
- [8] 罗永会, 姚少巍, 梅世刚. 实验数据的回归分析与抗差估计 [J]. 实验技术与管理, 2005, 22(7): 19-21.

【责任编辑 周志红】