

文章编号:1005-0523(2011)03-0078-05

可移动式汽车发动机功率测量仪设计

欧阳爱国,罗茶根,刘 军,刘燕德

(华东交通大学机电工程学院,江西 南昌 330013)

摘要:汽车发动机功率检测设备结构复杂,操作繁琐,在一般的维修厂很难推广使用。针对这一问题,研制了一种操作简单,成本低的可移动式汽车发动机功率测量仪。采用点火脉冲电流来测量发动机的转速,通过测量驱动轮制动力获得转矩,进而计算发动机输出功率。实验结果表明,该测量仪结构设计合理,能方便地测量发动机功率,误差满足测量精度要求。

关键词:汽车发动机;输出功率;测量仪

中图分类号:U472.9;U464

文献标识码:A

汽车是一个复杂的系统,由于行驶里程的增加和使用时间的延续,其技术状况将不断变差。汽车动力性是判别汽车技术状况的主要项目,而汽车发动机输出功率是汽车动力性的基础,所以如果不能准确测量出发动机的输出功率,就难以对车辆的动力性做出正确的评价。发动机有效功率是曲轴对外输出的净功率,是评价汽车发动机技术状况最重要的性能参数之一,也是汽车动力性最主要的诊断参数之一^[1]。

据国内外相关研究报道,汽车发动机输出功率的测量主要采用拆卸的方式,即将发动机从汽车上拆卸下来直接进行发动机台架实验,或者把发动机连接到底盘测功机上进行测试^[2]。但是,由于底盘测功装置功能不全(无论是进口还是国产的)以及测量理论和方法不完善,难以准确、有效、快速地测量汽车发动机输出功率。例如,Vickio J R等^[3]发明的利用加速惯性飞轮吸收发动机输出功率的底盘测功装置,在发动机功率测量过程中必须把发动机从汽车上拆卸下来。吉林大学王建强等^[4]通过在现有的底盘测功装置上建立反拖系统并对飞轮组进行科学设计,实现了对发动机功率较准确的测量,达到了辨识发动机和传动系技术状况的目的,这套测量装置已获得国家实用新型专利^[5],但整个装置变得更加复杂。吴明^[6]在分析国内外轻、重型车辆底盘测功装置安置角和滚筒直径等参数要求的优缺点的基础上,对车辆在底盘测功装置上测量进行了受力分析,找到了影响测量安全性的驱动轴重、测量驱动力、安置角等参数之间的关系,建立了轻、重型底盘测功装置统一台架结构参数的数学模型。熊国庆等^[7]利用模糊PID控制技术对底盘测功机各控制器进行了设计,并通过MATLAB仿真给出了系统控制模式的控制效果。以上研究为发动机功率测量奠定了一定的理论和实践基础。

由此可见,研制操作简单、成本低的发动机功率测量仪具有一定的实际意义,并有望在广大汽车维修服务厂家进行推广。本研究设计了一种可移动式的汽车发动机功率测量仪,该功率测量仪操作简单,能方便的测量发动机功率,有效提高汽车发动机功率测量的工作效率。

1 总体设计思想与目标

设计的是可移动式汽车发动机功率测量仪,要求装置工作时安装简单,体积小,还可以很方便地拖动,比需要通过拆卸的方式在试验台架上测量发动机扭矩的方法简便、高效。其预期目标如下:

- 1) 能够适用于四轮小轿车;
- 2) 能够测量的发动机功率大约为 60 kW;

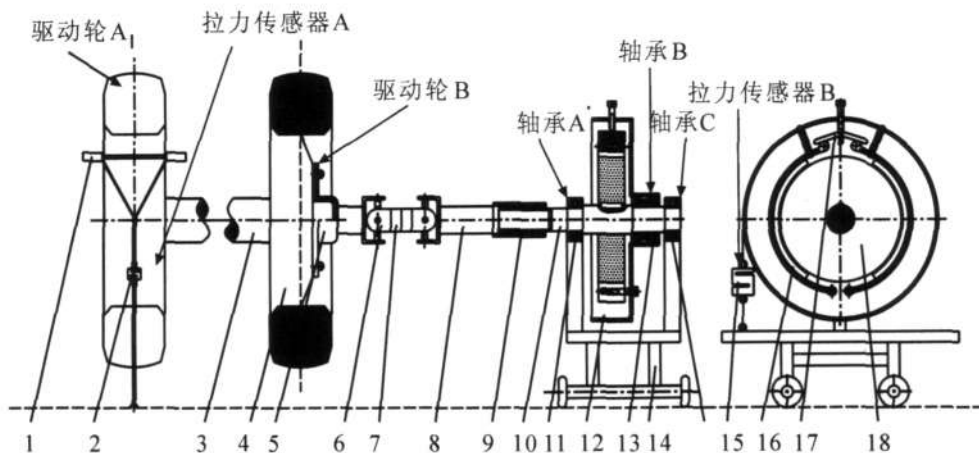
收稿日期:2011-03-28

作者简介:欧阳爱国(1968—),男,教授,研究方向为车辆性能测试与交通工具及设计。

- 3) 测量的发动机转速大约为 $3\,500\text{ n}\cdot\text{min}^{-1}$;
- 4) 速度测量误差为 $\pm 1\%$, 扭矩测量误差为 $\pm 2\%$ [8]。

2 功率测量仪的结构

可移动式汽车发动机功率测量仪的结构如图1,将专用夹具绑定于汽车驱动轮A上,拉力传感器A的一端与专用夹具连接,一端与地脚连接,利用螺栓固定传动法兰盘于汽车驱动轮B上,传动法兰盘中心焊接一小段法兰盘传动轴;该小段法兰盘传动轴通过万向节总成与过渡传动轴一端连接;万向节总成包括依次连接的前级万向节节叉、万向节、万向节传动轴、万向节、后级万向节节叉,其中前级万向节节叉与法兰盘传动轴连接,后级万向节节叉与过渡传动轴一端连接,另一端通过花键与制动传动轴连接;制动传动轴通过轴承A和轴承C固定于支架上;制动器装在制动传动轴上,制动盘也通过平键连接装在制动传动轴上;制动蹄通过支撑螺栓装在制动器上,另一端由压叉压住,在弹簧作用下与制动器保持一定间隙;压叉装在制动器上,拉力传感器B的一端固定在制动器的外端,另一端固定在支架上。



1—专用夹具,2—拉力传感器,3—汽车驱动桥,4—汽车驱动轮,5—传动法兰盘,6—万向节,7—万向节传动轴,8—过渡传动轴,9—花键,10—制动传动轴,11—轴承,12—制动器,13—轴承,14—支架,15—轴承,16—拉力传感器,17—制动蹄,18—压叉,19—制动盘。

图1 可移动式汽车发动机功率测量仪结构示意图

Fig.1 Structure scheme of power measuring instrument of portable automobile engine

3 测量原理

功率测量的基本思路是,采用点火脉冲电流来测量发动机的转速,通过测量驱动轮制动力获得转矩,进而计算出发动机输出功率。

使用汽车驱动轮专用举升机将汽车驱动轮A、B举起离地,专用夹具将其中汽车驱动轮A拴住并与钢丝绳连接,中间串联一个拉力传感器A,钢丝绳另一端固定。驱动轮B通过传动法兰盘及各连接件与制动盘连接,制动盘外缘有制动器,制动器由钢丝绳拉住不可转动,该钢丝绳中间也串联一个拉力传感器B。测量时,先将汽车挂上直接档,发动机处于一定工况,制动器逐渐制动,与制动盘外缘摩擦产生制动,但不抱死,当发动机转速趋于稳定时,制动器的输入扭矩就等于汽车驱动轮B输出扭矩 M_2 [9]。而制动器输入扭矩即为拉力传感器B所测拉力 F_2 与制动器半径 R_2 的乘积,同理,汽车驱动轮A输出扭矩 M_1 等于拉力传感器A所测得的拉力 F_1 与汽车驱动轮A半径 R_1 的乘积。两者相加得出汽车底盘输出的扭矩 M_3 ,这样便测出了底盘输出的功率。接着急踩汽车离合器切断动力,制动器将摩擦轮抱死,但在惯性下拉力传感器A和拉力传感器B仍有输出,通过计算可得到底盘在切断动力后的惯性转矩 M_4 ,通过换算又可得出底盘切断动力后功率输出,由两次实验过程所得的输出功率可计算发动机的输出功率。

3.1 转速的测量

目前,对发动机转速测量主要有3种方式:光电式、磁电式与感应式^[10]。考虑到前两种方法的繁琐性,该功率测量仪采用相对简便的感应式测量方法。该方法通过检测点火装置中的点火脉冲电流来测量发动机的转速,结构简单,操作方便,能够准确地测量发动机的转速。图2为波形转换器与发动机的点火装置连接电路图,图中J1,J2,J3为开关。

发动机工作过程中,点火装置持续工作,此时利用波形转换器将发动机点火装置断电器触点(俗称白金)处的电压信号 U_i 转换成具有矩形波特征的电压信号 U_o 。具体原理如图3。

波形转换器的工作原理如下:在发动机点火信号持续时间内,断电器电压信号 U_i 通过 10 k Ω 电阻对电容器进行充电,电容器充电使晶体管饱和导通,此时波形转换器输出的电压信号 U_o 为低电平;在点火信号间歇时间内,电容器通过 1 k Ω 电阻及饱和的晶体管搭铁放电,在电容器上的电压降低到一定数值时晶体管截止,此时转换器输出电压 U_o 为高电平。这样,点火装置每点火 1 次,便形成一个脉冲,从而得到了点火装置的点火脉冲频率^[11]。发动机的转速与点火装置的脉冲频率有确定性的函数关系式

$$n = 60 \frac{Cf}{2G}$$

式中: n 为发动机转速; G 为发动机汽缸数; C 为发动机冲程数; f 为发动机的点火脉冲频率。

当前汽车发动机普遍采用 4 冲程,所以上述公式可写为

$$n = 120 f / G$$

测量装置中点火装置的脉冲频率及发动机汽缸数经单片机系统处理,输出转速信号。

3.2 发动机有效功率的测量

从前面可知,驱动轮的输出转矩等于拉力传感器所测得的为 F 与制动器半径 R 的乘积,即 $M = F \times R$ 。因此,汽车驱动轮 B 输出扭矩为 $M_2 = F_2 \times R_2$;汽车驱动轮 A 输出扭矩为 $M_1 = F_1 \times R_1$;汽车底盘输出扭矩为 $M_3 = M_2 + M_1$;有效扭矩为 $M_e = M_3 + M_4 = F_1 \times R_1 + F_2 \times R_2 + M_4$,然后即可通过下式计算得到

$$P_k = M_e n / 9\ 550$$

发动机和驱动轮的功率之间有如下关系

$$P_e = P_k / \eta$$

通过转换可得到发动机的有效功率。上式中: P_k 为驱动轮的输出功率,kW; P_e 为发动机有效功率,kW; M_e 为发动机有效转矩,N·m; n 表示发动机转速,r·min⁻¹; η 是传动效率,是一个经验值。因此,将前面测量到的发动机转速 n 信号及底盘输出扭矩 M_e 信号输入编好程序的单片机系统中,得出发动机的有效功率 P_e 。

3.3 单片机测量系统

单片机测量系统对整个系统来说是至关重要的。硬件电路的好坏直接影响到这个系统运行的稳定性,数据采集的精确性。单片机微控制器选用了英飞凌 XC164CS 芯片,英飞凌的 XC164CS 芯片为 16 位嵌入式微控制器,系统主频 40 MHz,能够满足数据采集和处理的要求。针对控制器的特点,将 ECU 分为 4 个模块:电源电路模块,数据采集模块、信号调理模块与通讯模块。电源电路模块为整个系统提供电源,数据采集模块主要负责整个系统的数据采集和处理,信号调理模块负责将原始信号以及传感器的输出接口到

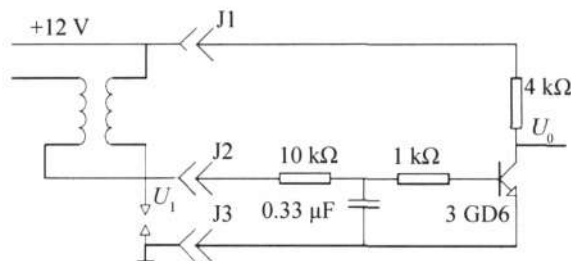


图2 波形转换器与点火装置的连接电路图

Fig.2 Circuit diagram of waveform converter and ignition device

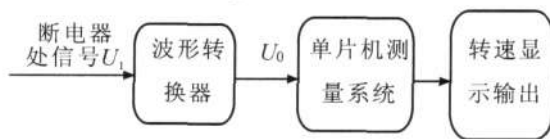


图3 转速测量示意图

Fig.3 Scheme of speed measurement

数据采集板或模块上。通过信号调理的各种功能,如信号的放大、隔离、滤波、多路转换以及直接变送器调理等,使得数据采集系统的可靠性及性能得到极大地改善。通讯模块主要负责将上位机和下位机之间的数据进行转换和传输。整个系统分工明确,移植性和扩展性好,为后期的维护和保养提供了方便。系统的原理框图如图4所示。

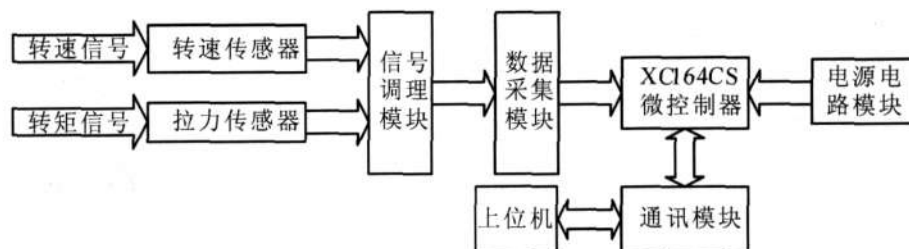


图4 单片机测量系统原理框图
Fig.4 Principle diagram of SCM measurement system

4 试验结果及分析

利用该功率测量仪对东风雪铁龙 C2 轿车 TU3AF 型发动机进行功率测量,并将测量结果与传统汽车底盘测功机测量的结果进行比较,见表1。

表1 可移动式测功仪与底盘测功机测量结果比较

Tab.1 Comparison of measuring results between portable dynamometer and traditional dynamometer

转速/ $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	功率/kW		
	该测功仪/kW	底盘测功机/kW	误差/%
1 260	31.23	30.16	3.5
1 685	38.32	36.55	4.8
2 320	48.02	46.09	4.2
2 950	56.04	53.43	4.9
3 370	60.15	58.32	3.1

该移动式功率测量仪的测量结果与汽车底盘机的测量结果误差控制在5%之内,基本能满足测量精度要求。

出现误差的主要原因有:测量转速时的测量电路的不稳定;对汽车制动时的人为因素;对汽车的传动功率消耗估算不准确等。为了提高测量精度,可在测量时采取平均值法,测量3~5次,取其平均值。

5 结论

本研究设计的汽车功率测量仪成本低廉,操作简单方便,且易于移动,获得国家发明专利一项^[12]。虽然其测量精度有待提高,但足以满足广大汽车维修服务厂家的测量要求,因此该测量仪有较好的应用前景。

参考文献:

- [1] 戴耀辉,于建国. 汽车检测与故障诊断[M]. 北京:机械工业出版社,2009.
- [2] MARTYR A J, PLINT M A. Engine theory and practice [M]. Oxford:Elsevier Ltd,2007.
- [3] VICKIO J R, VICKIO S R, VICKIO E A. Dynamometer [P]. USA,20100050759A1. 2010-03-04.
- [4] 何凤江,王建强,苏建,等. 汽车底盘测功装置反拖测试系统及飞轮组装置[J]. 汽车技术,2001(12):18-21.
- [5] 苏建,王建强,潘洪达,等. 汽车底盘测功装置反拖测试装置[P]. 中国,2476468Y,2002-02-13.
- [6] 吴明. 底盘测功装置结构参数分析[J]. 公路与汽运,2010(4):20-23.
- [7] 熊国庆,邹清,刁云鹏,等. 电涡流底盘测功装置模糊PID控制算法研究[J]. 工程机械,2010(3):13-17.

- [8] 国家质量技术监督局. GB/T 18276—2000 汽车动力性台架试验方法和评价指标[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [9] 欧阳爱国, 郝靖涛. 一种新型便携式农用车车轮制动力测量仪研制[J]. 拖拉机与农用运输车, 2005(6): 80.
- [10] 黄海燕. 汽车发动机试验学教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
- [11] 郭新华. 汽车构造[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [12] 欧阳爱国, 蒋育华, 罗俊, 等. 可移动式汽车发动机整车功率测量仪[P]. 中国: 200710051532.8, 2007-09-26.

A Design of a Portable Dynamometer for Automobile Engine

Ouyang Aiguo, Luo Chagen, Liu Jun, Liu Yande

(School of Mechanical and Electrical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Power detection equipment of the automobile engine is complex in structure and difficult in operation. Then it is difficult to promote average maintenance shop. Therefore, a portable type of automobile engine power measuring instrument with simple operation, low cost is developed. The engine speed is measured by using the current impulse in the ignition coil, the torque is obtained through measuring braking force of driving wheels, and the power output of automobile engine is calculated. The experiment results indicate that this apparatus can easily inspect the power output of automobile engine benefit by its rational structural design. The errors can satisfy the requirements of measuring accuracy.

Key words: automotive engine; power output; dynamometer

(上接第 43 页)

- [23] 李银丽, 张思忠, 张丽君, 等. 麦壳吸附亚甲基蓝的 Langmuir 模型研究[J]. 遵义师范学院学报, 2009, 11(1): 65-67.
- [24] SRINIVASAN A, VIRARAGHAVAN T. Removal of oil by walnut shell media[J]. Bioresource Technol, 2008, 99(17): 8217-8220.
- [25] 余筱洁, 周存山, 王允祥, 等. 山核桃壳活性炭制备及其吸附苯胺特性[J]. 过程工程学报, 2010, 10(1): 65-69.
- [26] 余少英. 油茶果壳活性炭的制备及其对苯酚的吸附[J]. 应用化工, 2010, 39(6): 823-826.
- [27] 林云珠, 钱庆荣, 黄宝铨, 等. 桐壳基活性炭的制备及其对有机物的吸附性能[J]. 林产化学与工业, 2007, 27(4): 55-60.
- [28] 陶长元, 曹渊, 朱俊, 等. 农林生物质在含铬废水处理中的应用[J]. 环境污染治理技术与设备, 2005, 6(12): 1-5.

Application and Prospect of Agricultural Waste Shell Substance in Water Treatment

Lu Xiuguo

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Shell substance, a kind of agricultural waste, is an important renewable resource. First, composition and structure of shell substance are described in this paper. Then, application status of biological nitrogen removal and taken as adsorbents, filtration and the preparation of activated carbon in water treatment are summarized. Finally, the problems and future research directions are pointed out.

Keywords: shell substance; biological nitrogen removal; adsorption