

# 便携式小型拖拉机功率油耗测试仪的研制

王会明, 景淑红, 侯加林, 吕钊钦

(山东农业大学)

**摘 要:** 为解决农用小型拖拉机的实时现场技术状态检测, 设计了便携式小型拖拉机功率油耗智能测试系统。该系统由压力传感器测得飞轮的旋转切向力而得功率, 由流量传感器测得耗油量, 以 AT89C51 单片机为核心进行数据处理, 其功率测试误差为  $\pm 0.10\%$  (kW), 实现了快速、精确测试小型拖拉机发动机功率油耗的目的。

**关键词:** 发动机; 功率; 油耗; 单片机; 测试

中图分类号: S237

文献标识码: B

文章编号: 100226819(2002)0120085204

据资料介绍: 1995~ 2000 年我国小拖的年销售量平均为 183.7 万台, 绝大多数销往农村使用。由于机手重使用, 轻保养, 发动机长期在超负荷下作业, 加之工作条件恶劣, 造成发动机的技术状态普遍较差, 功率不足、油耗高、排气污染超标。

为了恢复小型拖拉机的技术状态, 提高其动力性和经济性, 需定期对其技术状态进行检测, 并及时进行保养和维修, 以节约能源, 减少大气污染, 提高工作效率, 对便携式小型拖拉机技术状态测试仪进行研制。

## 1 测试系统的组成与硬件设计

便携式小型拖拉机功率油耗测试仪的组成如图 1 所示。

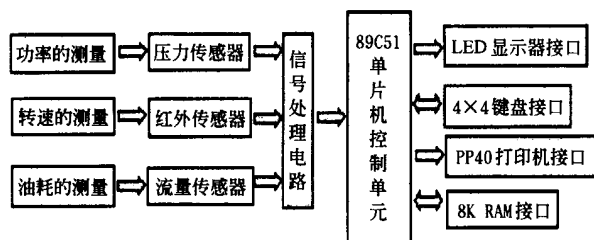


图 1 测试系统组成图

Fig 1 Components of the test system

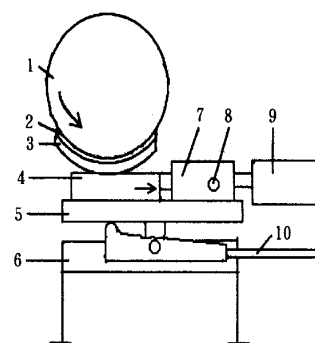
### 1.1 功率测试系统的设计

由功率计算公式:  $N_e = M_e \cdot \frac{2\pi n}{60}$  (kW) 可知, 只要测得扭矩  $M_e$  和转速  $n$  可求得功率。而扭矩

$$M_e = K_1 P \quad (1)$$

式中  $P$  —— 压力传感器的输出压强, MPa;  
 $K$  —— 标定系数。

图 2 为扭矩仪的结构。它由摩擦片、滑道、杠杆、机架、消振油缸、压力传感器等组成。测试时, 将扭矩仪移入发动机的飞轮下方, 压下压力杆, 迫使摩擦片压向飞轮产生摩擦力矩给发动机加负荷, 当发动机输出的有效扭矩与摩擦阻力矩相等时, 发动机转速稳定, 发动机的有效扭矩由摩擦片传给滑道, 滑道在飞轮切向力的作用下水平位移, 推动消振油缸中的活塞移动使油压升高, 压力信号由压力传感器测得并经放大器放大后送入 A/D 转换电路, 转换成 8 位数字量, 其数字量范围为 0~255, 由于压力传感器在 0~4 MPa 内其电压保持线性变化 (范围为 0~3.4 V), 所以可得压力计算公式:  $P = A/D$  转换后的数字量  $\times 40255$ ; 将该式代入 (1) 式, 即得扭矩  $M_e$ 。压力测量采用 ZQ2Y1 型压力传感器, 测量范围 0~4 MPa。



1 飞轮 2 摩擦片 3 支托片 4 滑道 5 地板  
6 支架 7 油缸 8 注油孔 9 压力传感器 10 压力杆  
图 2 扭矩仪结构示意图

Fig 2 The structure of torsional force instrument

### 1.2 转速测试系统的设计

转速的测试采用 NX221T 型红外线光电传感器。红外线传感器具有安装方便, 测试距离远, 不受自然光线干扰, 工作可靠的特点。

传感器由红外线发射——接收光敏对管组成。

收稿日期: 2001208206

作者简介: 王会明, 教授, 泰安市岱宗大街 86 号 山东农业大学机电学院, 271018

光敏对管分别安装在飞轮的两侧, 飞轮上设有 3 个铸造圆孔, 发射管的红外线透过铸造圆孔到达接收管。工作中, 飞轮高速旋转, 当飞轮的铸造圆孔转至光敏对管位置时, 发射管发出的红外线透过铸造圆孔时被接收管接受, 接收管的电压高低变化一次, 产生一个电脉冲, 飞轮转一圈产生 3 个电脉冲。信号经放大处理后成一标准矩形波, 由 CPU 采样计数后, 即可求得转速值。其公式为

$$N = 60 N u \div 3 T \text{ (r}\ddot{\text{a}}\text{min)}.$$

式中  $T$ ——记录的时间, s;  $N u$ ——时间  $T$  内记录的脉冲数。

### 1 3 油耗测试系统的设计

燃油消耗量的测定采用 H Y 21 型活塞式燃油流量传感器, 它由活塞式流量计和红外线传感器组成。工作中, 一定容积的燃油在压差的作用下推动活塞使其往复运动时, 经连杆带动曲轴旋转, 固定在曲轴端部的遮光片随曲轴旋转时, 穿过红外对管之间的空间遮光, 遮光片遮光一次, 接收管产生一个脉冲, 通过测量一定时间内的脉冲数, 再乘以每个脉冲所代表的燃油量, 即得燃油消耗量。

### 1 4 测试系统的工作原理

系统将传感器测得的信号经转换、放大等信号处理后直接送入单片机。单片机通过系统控制程序对各信号进行处理, 计算出所测参数值。测试结果可以直接送 L E D 显示屏显示, 或由 P P 40 打印机输出, 也可存储到外部数据存储单元 R A M 中。4 × 4 键盘用来接收数据和命令, 控制和管理系统的运行。

## 2 电源及信号调节电路的设计

### 2 1 电源电路的设计

由于本系统需 3 种不同的传感器来拾取信号, 所需电源不同。其中, 压力传感器需 ± 6 7 V 电源, 转速传感器需 + 15 V 电源, 流量传感器需直流 + 5 V 电源, 单片机需 + 5 V 电源。因此, 系统采用了交流稳压的多路供电方案。稳压部分采用集成固定 3 端稳压块 7805、7815 和集成可调 3 端稳压块 317、337。通过两片 7805、7815 稳压块得到转速传感器 + 15 V 电压, 流量传感器 + 5 V 电压, 以及单片机所需的 + 5 V 电压。压力传感器所需的正负电源, 采用 3 端可调稳压块 317 和 337 来实现。

### 2 2 信号调节电路的设计

本系统有转速、压力和流量 3 个调节信号。其中压力是模拟信号, 在量程范围内保持线性变化, 放大后即可实现 A/D 转换。转速和流量均为脉冲信号, 需放大、调节到满足单片机输入要求的 T T L 电平。因此系统采用了放大电路来满足单片机的要求。

## 3 单片机系统的软件设计

软件是用 M C S 251 系列单片机汇编语言写成的。软件环境提供了从硬件安装、调整到测试的一整套服务程序, 确保试验是在各传感器及其信号调节电路、A/D 转换电路正常工作的情况下进行的。整个系统软件采用模块化设计方法, 先分别编制好各子模块程序, 并调试好后联机统调。本系统可对发动机进行不同转速、不同外载下的功率油耗测试。系统软件的总体结构框图如图 3 示。

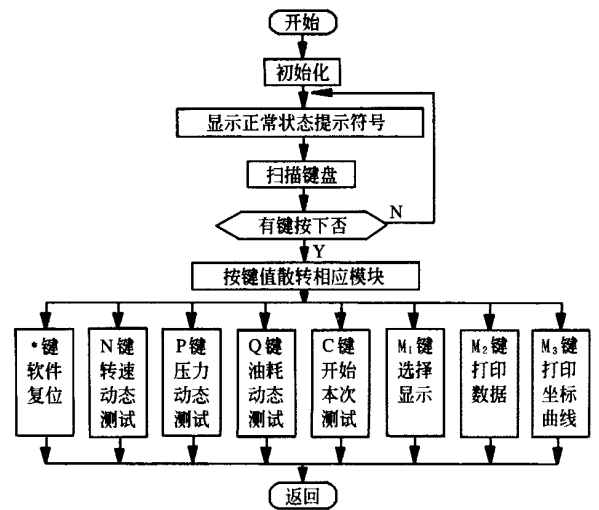


图 3 系统软件总体设计框图

Fig 3 Flow chart of the system software general procedure

系统所有工作任务都在键盘的控制下完成。系统设置 8 个功能键, 每个功能键执行相应的工作任务。将键盘管理程序设计成主程序模块, 用来统管系统的工作, 其它各功能模块都在键盘的控制下完成。各相应的功能程序完成之后都将返回到键盘管理主

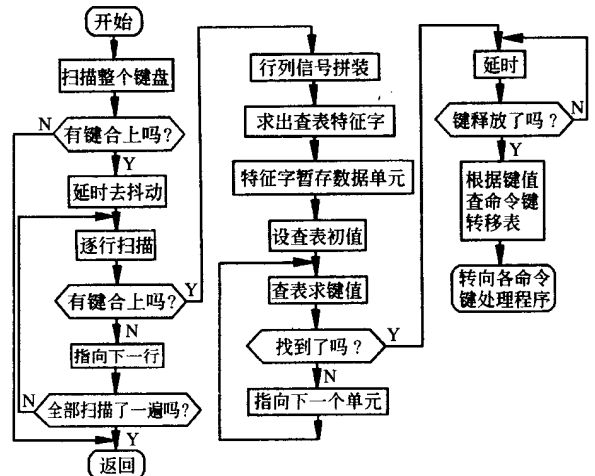


图 4 键盘管理程序框图

Fig 4 Flow chart of the keyboard management procedure

程序模块, 等待键盘的下一项指令。其程序框图如图 4 所示。

为实现“动态”显示, 将显示程序设计成子程序, 进行反复调用, 每调用一次, 缓冲区的字符轮流显示一次, 每个字符显示时间为 1 ms。

油耗、功率、转速的测试程序框图如图 5、图 6、图 7 所示。

4 单片机系统的硬件设计

为了低功耗, 单片机控制芯片采用 89C51 单片机作为控制芯片。单片机采用常用的内部时钟方式和比较简单的按钮电平复位。由于该测试系统需采集、记录、计算、储存大量数据, 所以用 6264 作为外扩数据存储器。

因该系统的压力信号为模拟信号, A/D 转换采用 ADC0804 逐次比较式转换器芯片。采用 4×4 简易键盘向系统中输入数据和控制系统的工作状态。

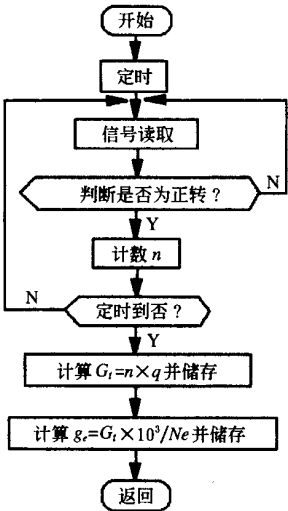


图 5 耗油量测试程序框图

Fig 5 Flow chart of the fuel consumption test procedure

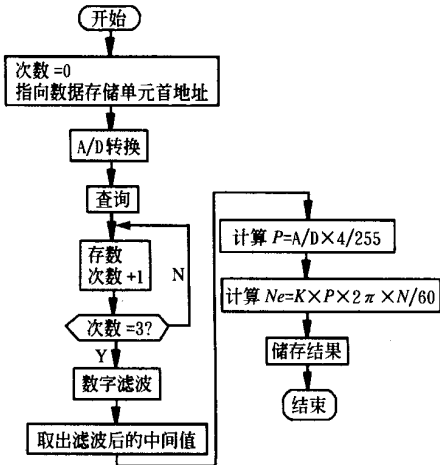


图 6 功率测试程序框图

Fig 6 Flow chart of power test procedure

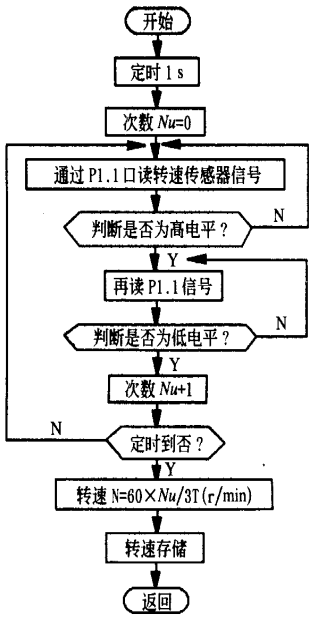


图 7 转速测试程序框图

Fig 7 Flow chart of turning speed test procedure

系统测试结果由 LED 组成的 7 段发光管显示器显示, 或外接 PP40C 四色绘图打印机打印数据和坐标曲线输出。

5 系统标定及试验结果分析

5.1 系统标定

系统的精度标定在测功实验室进行。在各传感器安置无误和发动机预热到规定状态下进行试验。

转速的标定采用 ZSB 型磁电转速表与本系统采用的 NX221T 型光电转速传感器所采集的转速信号, 同时对泰山 212 拖拉机的飞轮转速进行对比标定, 经多次重复试验表明, 其转速极限误差  $\$L_n = \pm 4 \text{ r}\ddot{\text{a}}\text{n in}$ ; 测量范围: 0~ 9 000 r\ddot{\text{a}}\text{n in}。

油耗的标定采用 AM 22018 型油耗仪与本系统采用的 HY22 型流量传感器串联在油路中, 并同时多次重复试验测量, 其测试结果的极限误差为  $\$L_{G_i} = \pm 0.08 \text{ mL}$ ; 传感器的最大测量流量为 100 L\ddot{\text{o}}h; 分辨率为 0.05 mL。

功率是用 D 350 型水力测功器和本系统同时对 195 型柴油机, 在规定状态下进行功率测量标定, 其极限误差为  $\$L_{Ne} = \pm 0.10 \text{ kW}$ ; 系统最大测试功率  $N_e = 16 \text{ kW}$ 。

系统标定后, 在使用中无须再标定。

5.2 试验结果分析

该测试系统曾多次在泰山 212 拖拉机上进行发动机的功率油耗试验。在标定工况下 10 次特性试验的结果如表 1 所示。

表 1 195 型柴油机在标定工况下的特性试验

Table 1 The data test of 195 model diesel engine at standard condition

序 号	转速 $n$ $\text{ö r} \cdot \text{min}^{-1}$	压强 $P$ $\text{ö M Pa}$	扭矩 $M_e$ $\text{ö kN} \cdot \text{m}$	功率 $N_e$ $\text{ö kW}$	耗油量 $G_t$ $\text{ö kg} \cdot \text{h}$	耗油率 $g_e$ $\text{ö g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$
1	2 010	1. 88	0 041 4	8 71	2 15	246. 8
2	2 030	1. 89	0 041 6	8 83	2 10	237. 8
3	2 025	1. 88	0 041 4	8 78	2 13	242. 6
4	2 020	1. 88	0 041 4	8 75	2 14	244. 6
5	2 015	1. 87	0 041 1	8 66	2 16	249. 4
6	2 026	1. 88	0 041 4	8 78	2 14	243. 7
7	2 030	1. 88	0 041 4	8 80	2 11	239. 8
8	2 024	1. 87	0 041 1	8 77	2 13	242. 9
9	2 020	1. 88	0 041 4	8 75	2 13	243. 4
10	2 023	1. 87	0 041 4	8 77	2 12	241. 7
均值	2 022	1. 88	0 041 4	8 76	2 13	243. 3

测试结果的功率和耗油率的相对误差为

$$D_e = \sqrt{D_P^2 + D_t^2} = \sqrt{\left(\frac{0.01}{1.88}\right)^2 + \left(\frac{6}{2022}\right)^2} = 1.0\%$$

$$D_{ge} = \sqrt{D_{Gt} + D_e + D} = \sqrt{\left(\frac{0.03}{2.13}\right)^2 + (1.0\%)^2} = 1.7\%$$

试验结果:  $N_e = (8\ 76 \pm 0\ 10\%) (\text{kW})$   
 $g_e = (243\ 3 \pm 4\ 14) \text{g} \ddot{\text{o}} (\text{kW}\ 1\ \text{h})$

由测试结果可知: 该测试系统完全达到测试精度的要求, 它具有体积小、质量轻、操作方便、易于携带、测试速度快、精度高的特点, 适应于农用动力机的现场技术状态检测。

[参 考 文 献]

[1] 王会明, 侯加林. 全自动微机控制水力测功器系统[J]. 农业机械学报, 1998(9): 26~ 28.  
[2] 董炎义. 一种新型测功仪器—电子功率油耗测定仪[J]. 中国农机化, 1990(1): 24~ 25.  
[3] 王吉华. 单片机在内燃机瞬时转速测量中的应用[J]. 小型内燃机, 1997(6): 28~ 31.  
[4] 刘军干, 阎发旭. 便携式智能化农机测试仪[J]. 农机试验与推广, 1994(3): 30~ 31.

pneumatic precision planter is carried out and a mathematical model for seed motional locus is established based on which the operation process for plastic film mulch dibbling function is simulated dynamically by use of computer simulation technology, the influence of the change of implement forward speed, seed drop angle and the bias angle of seed receiving funnel on the seed metering accuracy is found out and the relevant parameters are optimized. The results of this research can be taken as a reference for the design of similar implements.

**Key words:** computerized simulation; pneumatic planter; plastic film mulch planter; seed metering device

## **Adaptability Test and Key Technology Research on Conservation Tillage ..... (78)**

Jia Yaming<sup>1</sup>, Shang Changqing<sup>1</sup>, Zhang Zhengguo<sup>2</sup> (1. Changzhi Farming Machinery Management Bureau, Changzhi, Shanxi 046000, China; 2. Extending Station of Agriculture Machinery of Shanxi Province, Taiyuan 030007, China)

**Abstract:** Around the sustainable development of dryland farming, it has been testing and researching for a long period in the world. The advanced Australian conservation tillage method was introduced in 1991, and was tested in Shanxi Province experimental plots. The test showed that: the conservation tillage has the comprehensive profits of conserving water, improving soil, increasing production and income, and improving ecological environment. But the planting quality is not so good, which held back further test. Although it can increase the adaption by improving the machine, when the stalk covering rate reaches 80%, a series of problems would appear, e.g. in winter, it is difficult to prevent wind and fire; in spring, the soil temperature goes up slowly, and it is difficult to clean the weeds growing in the crops. By the further test, shallow rotary tillage or shallow harrow of the surface soil, can solve all the problems. Stalk covering, surface soil shallow tillage, and stubble planting make up the matured technical system of conservation tillage method.

**Key words:** dryland; conservation tillage; surface tillage; sustainable development

## **Design of Device for Raising Seedling and Seeding in Aperture Disk ..... (82)**

Xu Jinda<sup>1</sup>, Yu Wenwei<sup>2</sup>, Lü Meiqiao<sup>3</sup>, Lou Miaoliang<sup>1</sup> (1. Jinhua Research Institute of Farm Machinery, Zhejiang Province, Jinhua 321017, China; 2. Jinhua Office of Rural Energy, Jinhua Zhejiang, China; 3. Jinhua Station of Machinery Management, Jinhua Zhejiang, China)

**Abstract:** According to demands for rice seedlings throwing, the device for raising seedling and seeding in aperture disk was designed and developed. Its working principle and design of rubber belt for conveying seeds were mentioned in the paper. The design scheme was superior after tested by experimentation. Under the condition of superior parameters, best factors combination for seeding in aperture disk with small quantity of seeds can be singled out and optimal seeding performance of the device can be obtained.

**Key words:** raising seedling in aperture disk; rubber belt for conveying seeds; appending seeds; throwing seeds

## **Research and Development of Portable Apparatus for Power and Fuel Consumption Test of Small Tractors ..... (85)**

Wang Huiming, Jing Shuhong, Hou Jialin, Lü Zhaoqin (Mechanical & Electronics Engineering College, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

**Abstract:** The paper introduces an intelligent test system for power and fuel consumption test of small tractors. The system was developed by use of the microelectronics and single chip computer interface technique, based on single chip computer AT89C51 and inspecting the shape of signal wave by technique on dynamic display of data, which came from HBR21 type pressure sensor and HY21 type flow sensor. The measurement accuracy of power is  $\pm 0.10\%$  (kW). It can measure power and fuel consumption of small tractors continuously, rapidly and accurately.

**Key words:** engine; power; fuel consumption; single chip computer; test

# **· Protected Agriculture and Environmental Control Engineering ·**

## **Preliminary Experimental Research on Effect of Aluminized Thermal Screens in Greenhouse**