

4-16,21

1998年11月27卷)第6期

小型内燃机

No. 6 (Vol. 27) 1998

## 建立影响柴油机功率油耗数学模型的应用研究

晋中电子技术应用实验厂 王富金 钱钧立

(档次 0306001)

TK421

**摘要** 本文在分析电子功率油耗测定仪的工作原理基础上,建立了功率测定的数学模型并介绍海拔、环境温度和油温对柴油机功率和油耗影响的数学模型在单片机上的应用。

**关键词** 柴油机 单片机 功率 油耗 环境温度 测试

### 1 前言

功率和油耗是拖拉机发动机的两项重要技术性能指标。我国不少省市的农机管理及监理部门使用的测定拖拉机发动机功率和油耗的无外载电子功率油耗测定仪,具有一定的精度。但因我国地貌复杂,海拔、环境温度相差悬殊。不同的海拔和环境温度对发动机的功率和油耗影响也不同。因此,测定结果必然会有误差。本文主要论述如何建立海拔、环境温度和油温对柴油机功率、油耗影响的数学模型和在单片机上的应用,以达到自动修正柴油机功率和油耗的目的。

### 2 DGY-3型电子功率油耗测定仪

无外载加速测功,是以发动机本身运动件(主要指飞轮和曲轴)的惯性力矩为负载,在全供油条件下突然加速,根据某一转速区段的加速时间计算发动机在标定转速下所发出的功率。即先用无外载加速法测出发动机的功率,然后将转速控制在标定转速,通过流量计测量燃油消耗量。此时所消耗的燃油是无外载标定转速时的油耗量。通过对比试验求出无外载标定转速下的油耗量与加载时的油耗量的比值(也叫修正系数),而后算出油耗率。可见无外载加速测功具有操作简便、测定时间短的特点。

但由于电子功率油耗仪是一种田间检测

仪器,它受油温、环境温度和海拔影响较大。有必要在考虑该仪器受上述因素影响的基础上,建立海拔、环境温度和油温对发动机功率和油耗及其他影响的数学模型,自动修正发动机功率,提高测试精度。DGY-3型电子功率测定仪就是为了这个目标而研制的。

### 3 海拔和环境温度对柴油机功率的影响

发动机功率,除与发动机中的水温、油温有关外,还与测试时的环境,即大气压力(海拔)、环境温度、湿度有密切关系。做发动机台架试验时,这些条件都要加以控制或修正测定值。然而田间普测时连发动机预热到正常工作温度往往都难办到,其他条件更无法控制了。这在很大程度上加大了测量误差。尤其是海拔的影响。云贵高原的小型拖拉机发动机的功率仅为平原地区的75%~80%。为便于和标定功率相比较,除要求将发动机预热到正常温度外,可以应用单片机电子技术,根据有关资料和实验数据,建立海拔、环境温度对柴油机功率影响的数学模型,编程输入单片机进行自动修正,以提高测试精度,减少测量误差。

### 4 海拔和油温对油耗的影响

燃油粘度随着温度的升高而减小。高原地区空气稀薄,如仍按原来最大供油量供油,

燃烧就不会完全而冒黑烟。因此,不同海拔高度供油量也不同。为了便于和标定状态下燃油消耗量相比较,除要求将发动机预热到正常工作温度外,可应用单片机电子技术,根据有关资料和实验数据建立海拔、油温对柴油机油耗量影响的数学模型,编程输入单片机进行自动修正,以提高测量精度,减小误差。

### 5 海拔、环境温度和油温修正对电子功率油耗测试仪的技术要求

实现海拔、环境温度和油温对柴油机功率和油耗的修正采用多点修正。这种方式通过实测对应关系的数据与有关资料对比分析,不是用一个简单的数学模型就可以把要修正的功率、油耗量全部(各点)修正过来,而必须用多个数学模型多点修正才能完成。这种复杂的调运、运算、修正和显示,只有应用单片机电子技术把十几个数学模型同时储存在用户程序,在测试时根据不同海拔、环境温度和油温变量,单片机再根据多种输入的变量判断要调用相应的数学修正模型,实现不同海拔、环境温度和油温随机运算修正功率、油耗的目的。这样才能提高电子功率油耗测定仪的测试精度,使它具有更大的实用价值和推广价值。

### 6 海拔和环境温度对功率影响的数学模型

借助与大量的海拔和温度对应的数值来实测功率修正值。通过与有关资料对比分析建立海拔、环境温度影响功率的数学模型为:

$$x_n t_0 \pm y_n = a_n \text{ (kW)} \quad (1)$$

式中  $x_n$ ——对应海拔常数(推导值)

$t_0$ ——环境温度( $^{\circ}\text{C}$ )

$y_n$ ——对应海拔常数(实测值)

$a_n$ ——有效功率修正值(kW)

$n$ ——定义域取1~10

图1为海拔高度与环境温度对发动机功率的

影响。海拔高,发动机功率下降。这样就需要在实测值上加一个下降功率值  $a_n$ 。海拔低,发动机功率升高,这样就需要从实测值减去一个功率上升值  $a_n$ 。这样即可得出该发

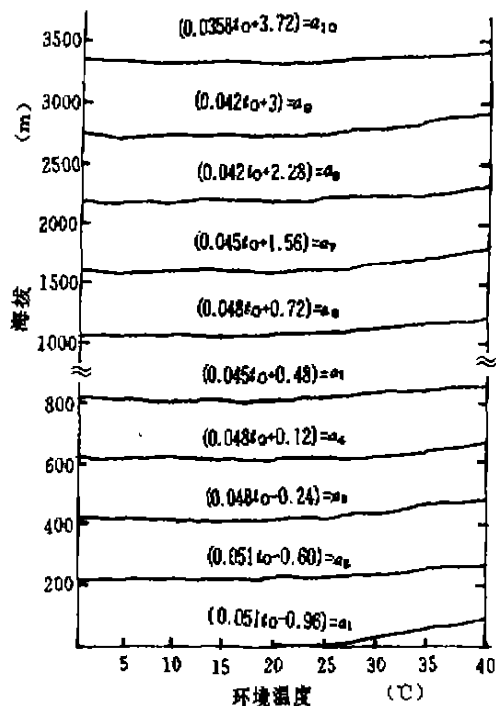


图1 海拔高度与环境温度对发动机功率的影响  
( $t_0$ —环境温度  $a_1 \sim a_{10}$ —功率修正值)

动机在标准状况下的有效功率值。公式为:

$$P_e = k \left( \frac{1}{t_B^2} - \frac{1}{t_1^2} \right) / t_c \pm a_n \quad (2)$$

式中  $P_e$ ——有效功率值(kW)

$k$ ——测功系数

$t_B$ ——发动机加速运转过程中接近标定转速时最后一转所用时间(s)

$t_A$ ——发动机加速运转过程中达到某一转速时第一转所用时间(s)

$t_c$ ——发动机加速运转测功所经历的总时间(s)

$a_n$ ——有效功率修正值(kW)

### 7 油耗量测量方法

油耗量采用玻璃转子流量计测量。这种流量计由一个自下而上扩大的垂直锥形管和一个随流体流量大小而上下移动的浮子组成。流体自下而上流经锥形玻璃管时,流体动能在浮子上产生的升力和流体的浮力使浮子上升。由于锥形管内壁与浮子之间环形流通截面积增大,流体动能在浮子上产生的升力随之下降。当升力与浮力之和等于浮子自身质量时,浮子处于平衡,稳定在某一高度位置上。该高度代表流过流量计的流量值。因此,流经流量计的流体流量与浮子上升的高度,即流量计的流通面积之间存在一定的比例关系,浮子的位置高度可作为流量量度。

流量计实测油耗量的数学模型为:

$$P_e b_e + f(Q - \gamma) = W \quad (3)$$

式中  $P_e$ ——标定的发动机有效功率(kW)

$b_e$ ——标定的燃油消耗率

$[g/(kW \cdot h)]$

$f$ ——与所用燃油密度有关的待定系数

$Q$ ——发动机油耗实测值(mL/min)

$\gamma$ ——一种机型在标定转速时的油耗量,基本上是一个常数

(mL/min)

$W$ ——实测燃油消耗量,未进行修正(g/h)

## 8 燃油油温对油耗量影响的数学模型

实测燃油消耗量的修正,是将测得的燃油消耗量加上因温度变化导致的燃油密度变化的量即得该柴油机在标准状况下的燃油消耗量。取轻柴油密度为 0.838、膨胀系数  $\gamma$  为 0.000882。燃油消耗量受油温影响的数学模型为:

$$W[1 + (t_0 - 20^\circ\text{C})\gamma] = W_1 \quad (4)$$

式中  $W$ ——实测燃油消耗量(g/h)

$t_0$ ——燃油温度变化值( $^\circ\text{C}$ )

$\gamma$ ——轻柴油膨胀系数

$W_1$ ——修正后的燃油消耗量(g/h)

## 9 海拔、环境温度和油温对柴油机功率、油耗率影响的综合数学模型

海拔、环境温度和油温对发动机功率、油耗率影响的综合数学模型,是通过油耗率的计算即把前面建立的数学模型公式(2)、(3)、(4)进行油耗率计算,就可展示出综合数学模型公式(5),修正后的油耗率  $b_e$  为:

$$b_e = \frac{[P_{e1} b_{e1} + f(Q - \gamma)][1 + (t_0 - 20^\circ\text{C})\gamma]}{k \left( \frac{1}{t_b^2} - \frac{1}{t_a^2} \right) / t_c \pm a_n} \quad (5)$$

因为  $W = P_{e1} b_{e1} + f(Q - \gamma)$

$$W_1 = W[1 + (t_0 - 20^\circ\text{C})\gamma]$$

$$P_e = k \left( \frac{1}{t_b^2} - \frac{1}{t_a^2} \right) / t_c \pm a_n$$

所以  $b_e = W_1 / P_e$

式中  $b_e$ ——海拔、环境温度和油温对功率、油耗量进行修正后得出的修正油耗率,  $[g/(kW \cdot h)]$

## 10 对比试验结果

设计指标功率、油耗率的测试对比误差小于或等于 4%。通过对海拔、环境温度和油温对功率、油耗量影响数学模型的应用,提高了电子功率油耗测定仪的随机随时测试精度

加速测功的测量误差还由以下两种因素引起。其一,对某一种机型的发动机来说,其运动件的惯量被视为常量,但实际上存在一定的差别;其二,也是最主要的,是操作不当人为因素引起的。

## 11 结束语

这种测定功率的方法不仅适于小型拖拉机发动机的功率测定,而且也适用于大中型

(下转第 21 页)

学校,已开始这方面的研究。对这些前景较好的代用燃料,应进行深入的研究,为其大规模应用奠定技术基础。

### 参 考 文 献

- 1 Mullins P. 燃油品质对发动机性能的影响. 国外内燃机, 1996(1)
- 2 Kent B, Spreen et al. Effect of Cetane Number, Aromatics, and Oxygenates on Emissions From a 1994 Heavy-Duty Diesel Engine With Exhaust Catalyst. SAE Paper 950250
- 3 Terry L, Ullman et al. Effect of Cetane Number on Emissions From a 1998 Heavy-Duty Diesel Engine. SAE Paper 950251
- 4 刘巽俊等. 车用直喷式柴油机排气净化的途径. 汽车工程, 1998(1)
- 5 Lange W 等. 柴油品质对发动机排放的影响. 国外内燃机, 1994(4)
- 6 梁桂森等. 直喷式柴油机排放控制策略. 车用发动机, 1996(5)
- 7 贺宇等. 柴油机 NO<sub>x</sub> 排放及其净化技术. 世界汽车, 1998(3)
- 8 Frank S, Gerry et al. Fuel Performance Requirements For the Future
- 9 Hiroaki Yonetani et al. Hybrid Combustion - Premixed Gasoline Homogeneous Charge Ignited by Injected Diesel Fuel - 4-Stroke Cycle Engines. SAE Paper 890428
- 10 太田勇等. 3t 货车用液化石油气的开发. 国外内燃机, 1998(1)
- 11 Theo Fleisch et al. A New Clean Diesel Technology; Demonstration Of ULEV Emission On A Navistar Diesel Engine Fueled with Dimethyl Ether. SAE Paper 950061
- 12 Dr. Theo H. Fleisch et al. DME - the Diesel fuel for the 21<sup>st</sup> century? AVL Conference "Engine and Environment 1995" Graz, Austria
- 13 S. C. Sorenson et al. Performance and Emissions of a 0.273 Liter Direct Ignition Diesel Engine Fuelled with Neat Dimethyl Ether. SAE Paper 950064
- 14 Paul Kapus et al. Development of Fuel Injection Equipment and Combustion System for DI Diesels Operated Dimethyl Ether. SAE Paper 950062
- 15 Chris J. Green et al. Dimethyl Ether as a Methanol Ignition Improver; Substitution Requirements and Exhaust Emissions Impact. SAE Paper 902155
- 16 Tadashi Murayama et al. A Study of a Compression Ignition Methanol Engine with the Converted Dimethyl Ether as an Ignition Improver. SAE Paper 922212
- 17 John Bogild Hansen et al. Large Scale Manufacture of Dimethyl Ether - a New Alternative Diesel Fuel from Natural Gas. SAE Paper 950063
- 18 徐家龙. 甲醇汽车的现状与未来. 世界汽车, 1996(5)

(收稿日期: 1998-06-03)

(上接第 16 页)

拖拉机发动机功率的测定。

DGY-3 型多功能电子功率油耗测试仪实现了海拔、环境温度和油温对柴油机功率和油耗随机随时的快速修正。

### 参 考 文 献

- 1 黄幼昌等. 新型测功仪. 北京: 农业出版社, 1988
- 2 黄炎义等. 拖拉机功率和油耗无外载同步测定方案与仪器的研究. 农业机械学报, 1985
- 3 王富金等. DGY-3 型电子功率油耗测定仪测功新方案的研究与应用. 山西农机, 学术版, 1991(2)

(收稿日期: 1987-09-15)