

## 柴油发动机功率与实际燃油消耗量的相关性

陈又玲

(中国农业大学机械工程学院)

**摘要** 对柴油机实际燃油消耗量与发动机功率的相关关系进行了试验研究。试验结果证明, 实测燃油消耗量相对于功率的变化特性实际上不受发动机技术状态的影响, 即可根据最大功率燃油消耗量与空载燃油消耗量间的差值来测定发动机功率及评价柴油机的经济性。这种非制动测功法操作方便、测试精度高, 是一种值得进一步研究的方法。

**关键词** 燃油消耗量; 发动机功率; 非制动法; 技术状态

**分类号** TK 421

## Research on the Interrelationship Between the Available Consumed Oil and Power of Diesel Engine

Chen Youling

(College of Machinery Engineering, CAU)

**Abstract** The interrelationship of real consumed oil and power of the diesel engine was analyzed based on the tests. The test results showed that the change property of the real consumed oil related to the power was not influenced by the condition of engine in fact. The engine power can be determined and the economical effects of diesel engine can be evaluated according to available consumed oil on the basis of the difference between idling consumed oil and greatest consumed oil. The method of measuring power under non-brake has some advantages such as easy operation and high precision.

**Key words** consumed oil; power; non-brake method; condition

为了适应农业机械发展的需要, 近年来我国研制出了多种型式拖拉机发动机功率、油耗检测仪(以下简称检测仪)。检测仪测定功率时主要有 2 种基本方法<sup>[1]</sup>。一种是制动法, 即通过对发动机施加摩擦负荷进行测功; 另一种方法是非制动法, 即以发动机转动惯量为制动载荷, 通过测量加速时间或瞬时角加速度来确定发动机有效功率的无外载加速测功法。前者在仪器安装、检测方面受到拖拉机结构的限制; 后者虽然在测试中实现了计算机控制, 仪器体积小、重量轻、安装测试方便, 但测试受多种因素的影响, 测试精度较低。因此, 寻找一种测试方便简单, 测量结果精度高的检测方法是拖拉机检测工作的关键。

苏联国立拖拉机与农业机械修理运用工艺科学研究所研究并提出一种非制动测功法, 这种测功方法是通过测定柴油发动机最大功率燃油消耗量和空载运行时的燃油消耗量, 用它们之间的差值来确定发动机的功率和燃油经济性。这样, 发动机功率的测定无需采用常规的制动

收稿日期: 2000-04-20

陈又玲, 北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)42 信箱, 100083

仪器和设备, 只需用油耗仪(任何一种油耗仪)测量上述2种燃油消耗量, 即可得到相应的功率值。笔者将这一理论用于T195柴油发动机进行实测及研究分析。

## 1 测量方法的理论依据<sup>[2]</sup>

据苏联国立拖拉机研究所的研究结果, 发动机功率和燃油消耗量之间的关系为

$$G_{\max} = G_0 + bN_{e\max}^a \quad (1)$$

$$N_{e\max} = \left( \frac{\Delta G}{b} \right)^{1/a} \quad (2)$$

式中:  $G_{\max}$ ,  $G_0$  分别为发动机最大功率和空载运行时相对的燃油消耗量,  $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ;  $\Delta G$  为  $G_{\max}$  与  $G_0$  之间的差值,  $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ;  $N_{e\max}$  为发动机最大功率,  $\text{kW}$ ;  $b$  为燃油消耗量与功率关系函数曲线  $G = f(N_e)$  的倾斜特性系数;  $a$  为程度参数, 量纲 1, 表示  $G = f(N_e)$  曲线的曲率。对于同一种机型,  $a$ ,  $b$  均为常数, 可通过试验用统计方法对试验结果进行数据处理求得。由此可见, 发动机燃油消耗量相对功率函数的变化特性与发动机的技术状态无关。根据对有故障发动机的试验结果来看, 其燃油消耗量相对功率函数的曲线可能高于或低于正常曲线, 但是曲线之间的距离, 在发动机整个负荷的调整区段内是不变的, 即其特性是相同的。所以, 只要测出柴油机的最大功率燃油消耗量, 就能确定其相应的功率。

## 2 测试条件及方法

柴油发动机为莱阳发动机厂生产的T195新机。在进行试验前, 对其调速特性进行标定, 并进行台架运转, 累积时间约500h, 经保养调整, 技术状态维持于标定水平。

发动机空载燃油消耗量的测定。

将供油拉杆拉到最大供油位置, 在既不加载也没有输出功率的情况下用油耗计测出燃油消耗量。

最大功率燃油消耗量的测定。

利用加载装置加载(最简单的加载方法是进气系统节流)到最大燃油供给状态, 即转速调速器开始起作用, 测出其燃油消耗量。

为了模拟发动机工作恶化时的技术状态, 试验采取人为设置故障的方法, 即采用进气管节流, 调大气门间隙, 降低喷嘴喷射压力, 延后供油时间等技术措施, 以改变发动机的技术状态。验证性试验分为12组进行, 每组人为故障的组合及顺序, 根据实施故障措施的方便程度而定。故障程度分级见表1。故障变更程度组合见表2。

表1 故障程度分级

项 目	A 级	B 级	C 级	D 级
气门间隙/mm	0.4	0.8	1.2	2.0
进气口遮挡面积/%	0	40	60	80
喷嘴开启压力/MPa	12.5	11.0	9.0	7.5
供油角(上死前)/(°)	18	15	12	8

表 2 故障程度变更组合

项 目	组 号											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
气门间隙	A	A	A	B	B	B	C	C	C	D	D	D
进气口开度	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
喷油压力	A	A	A	B	B	B	C	C	C	D	D	D
供油角	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C

### 3 测试过程及结果

- 1) 将供油拉杆拉到最大供油位置, 调定最高空转转速为  $2\ 150\ \text{r}\cdot\text{m}\ \text{in}^{-1}$ ;
- 2) 控制油门使空转转速稳定于标定转速  $2\ 000\ \text{r}\cdot\text{m}\ \text{in}^{-1}$ , 同时测取并记录空载燃油消耗量  $G_0$ ;
- 3) 将供油拉杆拉到最大供油位置, 随后加载, 当发动机转速降至标定转速  $2\ 000\ \text{r}\cdot\text{m}\ \text{in}^{-1}$  时, 测取并记录最大功率  $N_{e\ \text{max}}$  及最大功率燃油消耗量  $G_{\text{max}}$ ;
- 4) 完成 1~ 3 步骤后, 即完成了一组试验, 每组试验重复 3 次取平均值;
- 5) 新的一组试验进行前应按表 2 中规定的项目变更组合, 调整相应参数值, 而后开始试验。

测试结果见表 3。

表 3 测试结果

测试项目	组 序									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$G_0/(\text{kg}\cdot\text{h}^{-1})$	0.56	0.54	0.56	0.60	0.77	0.78	1.00	1.01	1.01	1.08
$G_{\text{max}}/(\text{kg}\cdot\text{h}^{-1})$	2.59	2.52	2.44	2.46	2.59	2.52	2.70	2.69	2.68	2.64
$\Delta G/(\text{kg}\cdot\text{h}^{-1})$	2.03	1.98	1.88	1.86	1.82	1.74	1.70	1.68	1.67	1.56
$N_e/\text{kW}$	9.60	9.19	9.26	8.89	8.82	8.08	8.31	7.60	7.57	7.42
耗油率 $g_e/(\text{kg}\cdot\text{kW}^{-1}\cdot\text{h}^{-1})$	198	207	194	203	216	210	239	258	260	259

注: 有 2 组试验状态异常, 数据分散, 已删除。

### 4 发动机功率与实际燃油消耗量相关性分析

由公式(2)得

$$\Delta G = bN_{e\ \text{max}}^a \quad (3)$$

式(3)为一典型的幂回归模型( $y = bx^a$ )。以试验结果中各组的  $\Delta G$  和  $N_e$  为依据, 回归求解  $a, b$  和相关系数  $r$ , 得  $a = 0.863\ 0, b = 0.217\ 1, r = 0.974\ 3$ 。

代入式(3), 得

$$N_{e\ \text{max}} = \left( \frac{\Delta G}{0.217\ 1} \right)^{1/0.863\ 0} \quad (4)$$

T 195 发动机实际燃油消耗量与功率相关式可写成

$$N_e = 5.872(\Delta G)^{1.159} \quad (5)$$

由式(5)确定的功率与实测功率值见表4。从表4中可以看出其计算值与实测值的相对误差小于4%。利用式(5)可以绘图或制出表格<sup>[3]</sup>。当已知发动机最大功率燃油消耗量和空载运行燃油消耗量时,即可从图或表中查出发动机的功率值。对6台T195柴油发动机进行试验对比,其计算值与实测值的相对误差小于4%。

表4 计算功率与实测功率比较

组序	计算功率/ 实测功率/		$\Delta G/$ $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$	误差/ %	组序	计算功率/ 实测功率/		$\Delta G/$ $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$	误差/ %
	kW	kW				kW	kW		
1	9.78	9.60	2.03	1.8	6	8.20	8.08	1.74	1.5
2	9.48	9.19	1.98	3.0	7	8.01	8.31	1.70	3.7
3	8.97	9.26	1.88	3.2	8	7.86	7.60	1.68	3.3
4	8.82	8.89	1.86	0.8	9	7.79	7.57	1.67	2.8
5	8.60	8.82	1.82	2.6	10	7.20	7.42	1.56	3.0

## 5 结 论

1) 实测燃油消耗量相对于功率的变化特性实际上不受发动机技术状态的影响,可根据最大功率燃油消耗量与空载燃油消耗量间的差值来测定。

2) 经过在小型柴油发动机上的验证分析,该测量方法正确,计算结果误差能控制在4%以内。

## 参 考 文 献

- 董炎义,肖育青,王荣华,等. 拖拉机功率和油耗无外载同步测定方法与仪器的研究. 农业机械学报, 1985, 16(4): 24~ 26
- 董炎义,肖育青,王荣华,等. 拖拉机功率和油耗无外载同步测定方法与仪器的研究. 农业机械学报, 1986, 17(3): 215~ 230
- 董炎义. 拖拉机功率和油耗量田间测定. 北京: 农业出版社, 1987. 47~ 51