

发动机试验数据 自动采集与分析系统

林继淦^① 鲍杰

(车辆工程学院)

摘要 在调查研究国内外发动机自动测试技术的基础上,提出了一种借助微机实现发动机测试数据自动采集与分析的方案,完成了硬件配置设计并研制了数据采集与分析的全部软件。用所研制的发动机试验数据采集与分析系统能测试9个性能参数,并可扩充到16个。给出了使用本系统的测试结果和在柴油机上进行负荷特性和调速特性测试的实例。

关键词 发动机;性能试验;试验数据;微型计算机;数据采集;数据分析

中图分类号 TP274.2; U467.21

Development of a PC-based Data Acquisition and Analysis System for Engine Performance Test

Lin Jigan Bao Jie

(College of Vehicle Engineering, CAU)

Abstract After investigating various automated measurement techniques, domestic and abroad, a PC-based automated data acquisition and analysis system for engine test is developed, 9 parameters of the engine being tested can be measured by that system. As the application examples, the test results of the diesel engine load characteristics and control characteristics, which were obtained by using this system are given.

Key words engine; performance test; test data; microcomputer; data acquisition; data analysis

关于借助微型计算机实现发动机性能试验数据的自动采集与分析,在发动机试验领域,1987年以来陆续有部分成果见诸文献^[1~3]。它们在很大程度上推动了发动机测试技术的自动化,但也存在一定的不足,如系统过于复杂,不够实用,用户界面不友好,测试速度和精度有待进一步提高,性能价格比不高,通用性不强,软件编程技术不够先进等。笔者在他们研究的基础上,研制出一种基于PC机的发动机试验数据自动采集和分析系统,以期基本实现发动机试验数据采集与分析的自动化。

收稿日期:1996-05-10

①林继淦,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)44信箱,100083

1 系统的组成

1.1 系统的功能

本系统的基本任务,是实现发动机试验数据采集与分析的自动化。其主要功能如下:

- 1) 自动采集发动机试验参数,最多可达16个,包括转速、扭矩、燃油消耗率、排气温度、冷却水温度、机油温度、机油压力和排放参数等。
- 2) 自动进行试验数据处理,包括消除误差、拟合曲线等,并生成数据文件供二次处理使用。
- 3) 自动绘制特性曲线,试验人员可以在屏幕上看到试验数据曲线。
- 4) 自动打印出试验数据报表,供分析或存档。
- 5) 自动绘图,即试验人员可以将试验特性曲线送到绘图仪输出。
- 6) 试验过程报警,当发动机工作异常时,系统会提示试验人员,并暂停工作。
- 7) 系统维护,试验人员可以修改运行参数,增加新的测试模块,以满足不同试验的需要。

根据《GB1105.2—87内燃机台架性能试验方法》的要求,结合试验室的实际条件,选择以下11个参数作为测试对象:转速、扭矩、燃油消耗率、功率、排气温度、机油温度、机油压力、进水温度、出水温度、HC浓度和CO浓度。

1.2 系统的配置

系统框图如图1所示。

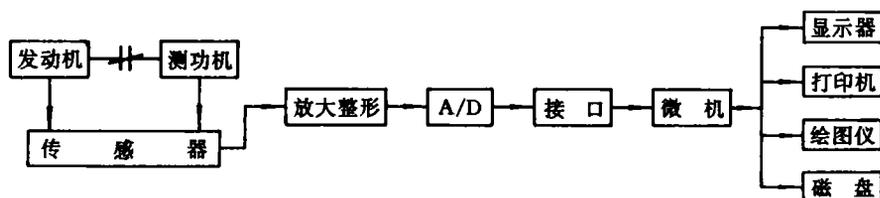


图1 系统结构框图

为了实现系统的功能,需要对系统的各个部分作合理的配置,原则是性能价格比最优。

- 1) 测温传感器。冷却水温度和机油温度的测量采用铜热电阻。排气温度的测量采用镍铬-镍硅热电偶,其测量范围是0~1300℃。
- 2) 压力传感器。根据性能试验的要求,初步安排了机油压力测量。机油压力在300~800kPa之间,其测试精度要求不高,一般只起监控作用,所以选用工业上广泛使用的弹簧管式压力计,测量范围为0~1MPa。
- 3) 测功器。采用航天部南峰机械厂生产的CW260型电涡流测功器,其主要特点是惯性小,精度和稳定性高,结构简单,适用范围广。
- 4) 燃油消耗量测试仪。选用奥地利AVL公司生产的AVL730型动态燃油消耗测试仪,用重量法测试。用它既能测量选定的一段时间内的累计燃油消耗量,也能测出瞬时燃油消耗量。
- 5) A/D转换板。选用HY-6040型光隔离式A/D转换板。
- 6) 主处理机(微机)。选用DH0530N型计算机。
- 7) 打印机和绘图仪。选用日本EPSON公司生产的LQ-1600K型中英文24针打印机和美国惠普公司生产的HP7475A型绘图仪。

在本系统中,把主要任务分解成数据采集、数据处理、图形绘制、结果输出和系统维护等单元。本系统一共可以使用16个模拟输入通道,在初步设计中使用了9个通道,其余的7个通道留待以后扩充。

2 数据采集与分析软件的编制

在系统软件的设置中,将系统按功能分成5个功能模块,即数据采集模块、数据处理模块、图形绘制模块、结果输出模块和系统维护模块。

系统软件采用 Turbo-C 语言编写。软件编制时综合采用了模块化设计和结构化设计技术。在系统设计中使用了菜单技术,采用操作较为简单的快速菜单,它与著名的 NORTON 系列软件工具类似。

数据采集界面的效果较好。显示时,左边为测试对象的测量值,不停调动变化;右边为监督曲线图形,每采集一个工况点,监督曲线图上就增加一点,这样试验人员便可随时了解试验进行的情况,及时发现问题。

3 数据采集系统的误差分析

本系统中采用 Grubbs 准则来剔除粗大误差。在本系统的设计和调试时,充分考虑了系统误差来源,予以一定的控制,如校正仪器、按国家测试标准安装传感器、使用屏蔽电缆、减小人为观测误差等,以充分保证将系统误差降低到最低限度。随机误差采用平均值法处理。

根据误差理论,在测量时,曲线上测量的点数 n 必须大于多项式所含的系数个数 m ,一般应使 $(n-m) > 5 \sim 10$ 。

在曲线拟合计算中,当拟合点和测量点相对误差定为1%时,拟合多项式的系数一般都大于8,根据前述的原则,一条曲线上的测量点数应大于15。

4 应用实例

首先进行数据采集软件测试。在转速测试中,选取了1400,1800,2000和2200 $r \cdot \min^{-1}$ 这4个常用转速,采样频率为1 kHz,以测功器转速表为准,其相对误差分别为0.20%,0.15%,0.13%和0.12%。

在初步测试中发现,发动机扭矩与测功器扭矩表读数有固定的偏差,确认为系统误差,为此对扭矩进行标定:除按标准在整个量程范围内进行标定以外,还对常用的扭矩范围0~280 $N \cdot m$ 作专门标定。根据标定结果,按一元线性回归,得出直线拟合方程 $y = ax + b$,式中 y 为扭矩, x 为电压, $a = 152.1421$, $b = -0.1698$ 。

在数据采集软件测试完成后,用本系统进行台架性能试验。测试发动机为德国产 KHZ 型4缸柴油机,额定功率65 kW,额定转速2800 $r \cdot \min^{-1}$ 。分别进行负荷特性和调速特性试验。每条特性曲线的测试仅需15 min 即可完成。生成的报表和图形见表1及图2。

表 1 本系统生成的 KHZ 型柴油机试验报表

发动机试验记录表

北京农业工程大学内燃机实验室

1994:05:29:10:17:31

序号	转速 /r·min ⁻¹	扭矩 /N·m	功率 /kW	比油耗 /g(kWh) ⁻¹	小时油耗 /kg·h ⁻¹	机油压力 /kPa	温度/°C				
							进气	进水	出水	机油	排气
1	2 809.5	6.7	2.0	1 722.3	3.4	644.1	24.0	29.6	85.1	71.9	202.4
2	2 811.5	6.6	1.9	1 754.7	3.4	645.8	24.0	30.9	84.8	73.2	199.6
3	2 802.2	17.5	5.2	722.3	3.7	634.2	24.1	43.7	85.7	77.1	214.6
4	2 795.3	35.7	10.5	445.8	4.7	629.9	24.3	55.6	85.4	79.1	240.3
5	2 782.0	52.9	15.4	357.7	5.5	664.4	24.5	72.9	87.5	82.0	271.4
6	2 774.9	70.0	20.3	307.9	6.3	609.6	24.5	77.8	89.3	83.2	295.6
7	2 749.1	90.4	26.0	286.7	7.5	612.2	24.6	80.2	91.3	84.1	325.1
8	2 737.9	107.4	30.8	266.4	8.2	592.3	24.7	84.0	93.4	85.8	366.1
9	2 727.9	124.8	35.7	251.0	8.9	579.5	25.2	83.5	94.4	92.6	468.0
10	2 700.7	152.6	43.2	240.5	10.4	564.0	25.2	77.6	88.8	93.9	455.9
11	2 686.9	159.0	44.7	242.5	10.9	580.8	25.2	73.3	85.2	94.6	472.7
12	2 686.0	166.9	46.9	235.2	11.0	587.0	25.4	72.1	83.5	95.0	485.2
13	2 671.0	179.7	50.3	236.7	11.9	571.5	25.5	71.6	83.3	95.2	513.7
14	2 661.4	195.2	54.4	239.1	13.0	574.4	25.5	71.7	86.3	95.5	555.0
15	2 650.2	201.4	55.9	237.5	13.3	583.8	25.6	72.3	85.4	95.6	569.1
16	2 642.6	206.4	57.1	240.1	13.7	596.3	25.9	72.9	86.6	95.8	578.9
17	2 565.6	215.7	58.0	239.3	13.9	593.0	26.5	73.4	86.8	96.0	584.2
18	2 258.9	225.1	53.2	236.4	12.6	549.1	26.6	74.0	87.3	95.9	573.8
19	2 038.8	227.8	48.6	221.6	10.8	516.1	26.4	73.9	87.2	95.0	555.8
20	1 975.2	228.0	47.2	230.2	10.9	490.0	26.0	73.8	87.5	93.5	549.8
21	1 909.8	228.8	45.8	229.1	10.5	499.0	26.1	73.9	86.9	92.6	541.3
22	1 710.3	235.4	42.2	224.8	9.5	451.3	26.3	75.2	88.1	91.3	510.2
23	1 339.6	237.7	33.4	224.3	7.5	425.9	26.5	76.0	89.1	90.4	504.2

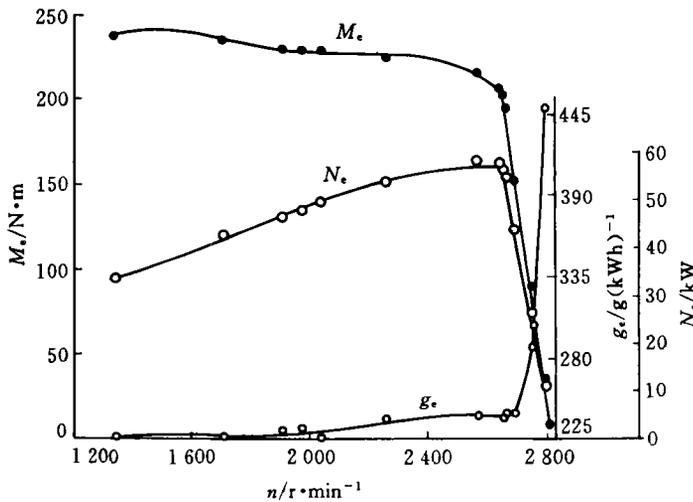


图 2 本系统生成的 KHZ 型柴油机调速特性曲线

5 结束语

借助微机控制,实现了发动机性能试验数据的自动采集和分析。将传统的监督曲线引入自动测试中,使数据采集、打印和绘图集成在一起,显著提高了测试的工作效率和精度。

参 考 文 献

- 1 陈继熊. 内燃机测试技术的国内外现状与展望. 车用发动机, 1992(4): 8~10
- 2 魏文若. 单片机微机在发动机试验数据自动采集及控制系统中的应用. 计算机应用, 1993(4): 12~16
- 3 陈福恩, 赵长春, 胡平, 等. 发动机试验台自动化系统的研制. 汽车技术, 1990(11): 18~23