

文章编号 1004-924X(2001)06-0588-05

发动机点火提前角自动测试系统

泽红¹, 梁森², 张仁杰¹

(1. 上海理工大学 光学与电子信息学院, 上海 200093;

2. 上海电机技术高等专科学校, 上海 200240)

摘要: 点火提前角是分电器产品合格与否的一项重要指标。介绍了应用霍尔器件、单稳电路及计算机测控技术等测量发动机点火提前角的方法, 给出了较为详细的电路原理图, 对系统的工作过程和设计原理图作了具体的说明, 并论述了克服点火时尖峰干扰的实用方法。

关键词: 点火提前角; 霍尔器件; 单稳电路; 脉宽测量; 抗干扰

中图分类号: TP23 **文献标识码:** A

1 引言

为减少污染, 常州某柴油机厂拟将柴油发动机改为使用天然气, 上海某机械厂承接了分电器改造项目。点火提前角是分电器产品合格与否的一项重要指标, 为配合该项目的实施, 专门研制了点火提前角自动测试系统。

所研制的点火提前角自动测试系统能根据不同点火系统的要求, 控制测试台运行在指定转速下, 自动测试其点火提前角, 以表格和曲线两种方式给出测试数据, 并自动分析后给出结论。

2 点火提前角测试系统基本构成

点火开始直到活塞运动到上止点时曲轴曲柄转过的角度称为点火提前角。发动机点火提前角应兼顾众多方面, 要使发动机既能输出最大功率, 同时又要避免爆震, 而且应尽量保证混合气的完全燃烧, 减少污染。最佳提前角随发动机转速和混合气燃烧速度等因素的变化而变化。

提前角测试系统原理框图如图 1 所示, 主要由分电器测试台, 信号变换电路, 转速控制器, ISA 接口控制板, 586 微机系统构成。被测分电器安装在分电器测试台上, 由一电动机带动分电

器轴在不同的转速下旋转, 模拟发动机工作时分电器的转动。

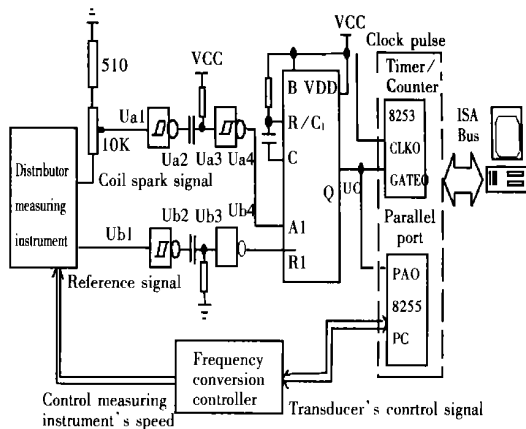


Fig. 1 Theory of spark advance for the torque measurement system.

测试系统工作过程如下:

首先, 计算机发控制信号给变频器, 由变频器控制测试台上的电动机带动分电器轴转动运行于规定转速下; 然后, 将从分电器测试台引出的点火信号和参考信号, 通过电平变换电路, 变换成为 TTL 电平; 点火提前角信号和提前角参考信号 (点火正时信号) 使单稳电路产生一脉宽与点火提前角成正比的正脉冲; 最后, 在电脑控制下, 脉宽测量电路对正脉冲宽度进行测量, 测量结果由电脑读入后进行计算、分析及显示。

3 测试系统工作原理

测试台与分电器关系如图 2 所示。该测试台主要由测试转盘, 360 度刻度盘, 分电器, 联轴器, 变频控制器, 电流、电压指示器, 转速表, 交流伺服电机及电气控制电路。分电器与转盘通过提前角控制器联轴。工作时, 由伺服电动机带动测试转盘运行在电脑设定的转速下。

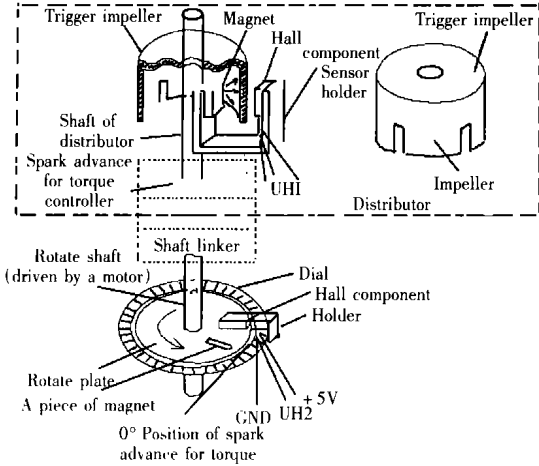


Fig. 2 Relation between the measuring instrument and the distributor.

3.1 点火提前信号的产生

在图 2 上半部分, 分电器轴转动时带动导磁性良好的软铁磁材料制作的触发叶轮转动。磁块 (N 极朝向霍尔器件) 与霍尔传感器由一 U 型铁磁材料构件固定。当霍尔元件与磁片被叶片挡住时, 永久磁铁产生的磁力线被导磁性良好的叶片分流, 无磁力线穿过霍尔元件, 因而不产生霍尔电压 ($U_{H1} = 0$)。经触发电路使达林顿三极管组成的晶体管功率开关处于导通状态, 点火线圈低压侧有较大电流通过, 并以磁场能量的形式储存在点火线圈的铁心中。当轮叶间的缺口转到霍尔元件与磁块之间时, 磁力线穿过霍尔元件产生霍尔电压 U_{H1} ; 该霍尔电压经处理后被引到图 3 所示的点火线路, 使达林顿管截止, 切断点火线圈的低压侧电流。由于没有续流元件, 所以存储在点火线圈铁心中的磁场能量在高压侧转换成 $30\text{kV} \sim 50\text{kV}$ 的高电压。高电压通过分电器中的分火头, 按汽缸的顺序, 使对应的火花塞点火放电, 点燃气缸中的混合气体。叶片旋转一圈, 对四汽缸而言, 产生四个霍尔输出脉冲, 点火四次。

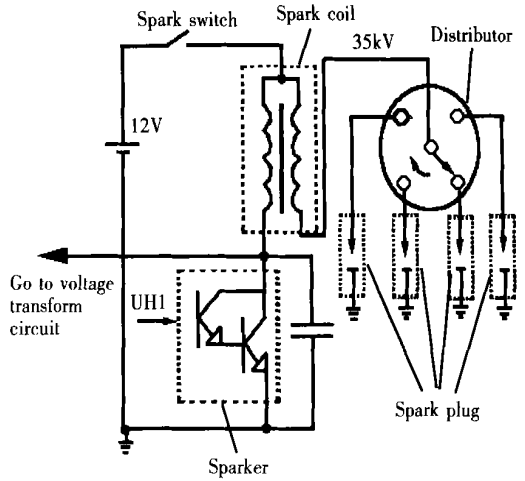


Fig. 3 Sparker circuit of the distributor.

点火信号从点火线圈初级引出。该信号为一幅值可达 300V 的正脉冲信号。

3.2 提前角参考信号的产生

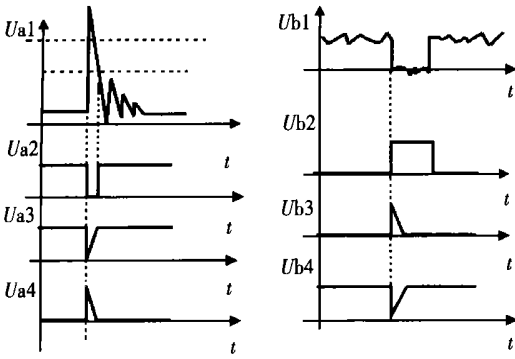
在图 2 的转盘上贴一窄磁片, N 极朝上, 霍尔传感器固定在测试台上方, 与该磁片中心对准, 当提前角为 0° 时窄磁片正好转到它的下方, 从而产生一点火参考信号。

由于提前角控制器的作用, 测试台工作时, 点火信号提前先产生, 点火参考信号后产生, 两个信号之间的时间差与提前角成正比。

3.3 信号变换及单稳态电路

信号变换电路如图 1 中所示, 300V 的点火信号先经分压电路变成 TTL 电平, 由微分电路和两级施密特电路整形后至单稳电路的触发端 (A_1)。其各点波型如图 4a 所示。参考信号的变换同点火信号的处理类似, 变换后的信号送至单稳电路的清零端 ($\overline{R_1}$), 其各点波型如图 4b 所示。

CD4098 为一双单稳触发器, A_1, B_1 为触发端, $\overline{R_1}$ 为清零端。如 $\overline{R_1}, B_1$ 保持为高电平, 当 A_1 上跳变时, Q_1 输出高电平, 如图 5a 所示。高电平持续时间为 $t_w = 0.2R_1C_1 \ln V_{DD} (R_1, C_1 \text{ 接法如图 1 所示})$ 。但实际应用时, 参考信号 U_{b4} 被接到 4098 的 $\overline{R_1}$ 端, 此时 Q_1 输出高电平的时间比 t_w 短, 如图 5b 所示。显然这时 Q_1 输出的正脉冲信号 U_T 的宽度即为 U_{H1} 与 U_{H2} 信号出现的先后时间差, 该时间差与提前角成正比。



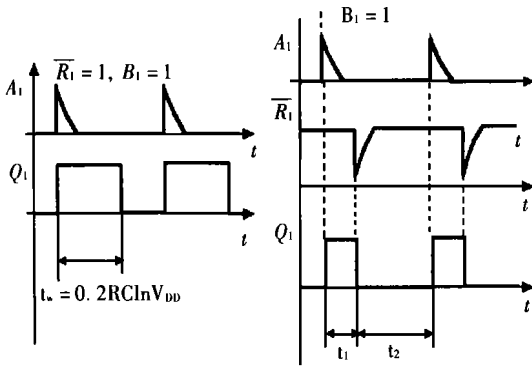
(a) Each point pattern of spark advance signal (b) Each point pattern of reference signal.

Fig. 4 Each point pattern of signal.

可选择进入“手动”和“自动”两种工作状态。在手动工作方式下,分电器测试台转速由测试台上控制面板手工调节,计算机不断对测试台转速及点火提前角进行测试,实时在屏幕上给出转速及该转速下提前角的测量值,由人工判断分电器是否合格。这种工作方式适合对分电器提前角控制器进行调节,使分电器的点火提前角达到最佳。

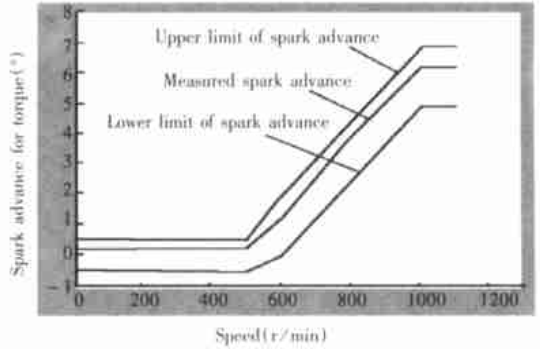
No	Given speed (r/min)	Lower limit (°)	Upper limit (°)	Measured time (s)	Fact Value (%)	Fact Speed (r/min)	Result
1	300	-5	5	2	0.2	299	Good
2	500	-5	5	2	0.3	498	Good
3	600	0	2	2	1.2	595	Good
4	800	2.5	5.5	2	4.0	797	Good
5	1000	4.5	7.5	2	6.3	998	Good

(a) Measured results shown in chart.



(a) Normal output pattern of monostable circuit (b) Pattern of monostable circuit resetted

Fig. 5 Output pattern of the monostable circuit.



(b) Measured results shown in curve.

Fig. 6 Measured result.

3.4 脉宽测量电路

脉宽测量电路核心为多功能定时芯片 8253, 线路如图 1 所示。和提前角成正比的正脉冲信号接 8253 通道 0 的门控信号端, 8253 通道 0 的时钟输入端接精确时钟基准。工作过程为: 首先将 8253 通道 0 初始化为方式 0; 当 CPU 检测到 GATE0 为低电平时, 将通道 0 的初值设为 0; 当下一个正脉冲到来, 其 GATE0 为高电平时, 通道 0 开始工作并对输入时钟计数; 当正脉冲结束, CPU 再次检测到 GATE0 为低时, 通道 0 停止计数, 此时 CPU 读取定时器通道 0 的数值, 该数值即反映了正脉冲宽度, 经计算即可得到提前角。

4 系统软件设计特点

系统控制软件用 VB5.0 编写。提前角测试

在自动工作方式下, 计算机根据程序设定测试的转速点, 向变频器发出相应控制信号, 由变频器控制测试台工作在设定转速, 待转速稳定后测出点火提前角, 在屏幕上显示出来, 并与该转速下设定的最佳提前角相比较, 给出测试结论。当程序设定的所有转速点均测试完毕后, 给出最终结论, 并以表格和曲线两种方式在屏幕上显示被测分电器特性。如图 6 所示。这种工作方式适合对分电器提前角特性进行批量测试。

分电器也可在手动工作状态下调整好, 直接进入自动测试, 测试不同设定转速下提前角是否正确。

所有的测试数据可根据需要存于数据库中, 便于以后查询并进行质量分析。数据库组织采用了 Access, VB5.0 通过 DAO 对 Access 进行操作。

数据采集及控制信号的发出使用了北京众公司的 ISA 接口控制卡, 对该卡操作可使用该公

司随卡提供的动态链接库 Vbdll.dll, 该动态链接库使用方便, 引用前需在模块中加上声明:

```
Declare Sub out_ byte Lib "vbdll.dll" (ByVal port%, ByVal da%)
```

```
Declare Sub out_ word Lib "vbdll.dll" (ByVal port%, ByVal da%)
```

```
Declare Function in_ byte Lib "vbdll.dll" (ByVal port%) As Integer
```

```
Declare Function in_ word Lib "vbdll.dll" (ByVal port%) As Integer
```

5 系统调试过程和抗干扰措施

在系统调试时发现, 当点火开关未合上时(见图 3), 计算机及测试系统工作正常; 此时除未测量到提前角信号外, 其余各项测试均正确。而当点火开关合上时, 火花塞点火瞬间电压可达 35kV, 这种强尖峰冲击通过电磁场辐射串扰和直接进入电源的方式耦合到系统, 对整个测试系统带来了很大干扰。主要表现为: 扩展的并行 ISA 接口板上的 8255 无法正常工作, 输出端口数据乱跳, 不能正确输入数据, 甚至 8255 的控制字丢失, 端口输入/输出状态发生改变; 8253 门控信号错误跳变; 施密特整形及单稳电路被误触发等。由此, 导致测试出的提前角量时大时小, 无规律可言。

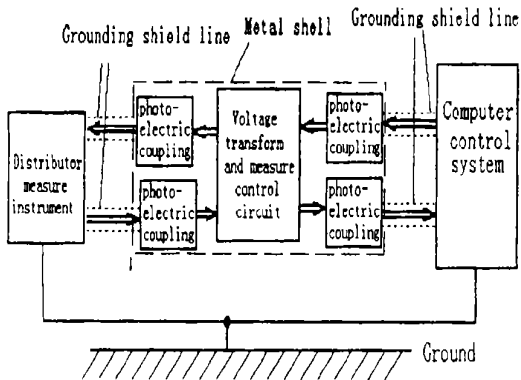


Fig. 7 Improved system.

为了解决这些问题, 经探索采取了多种抗干

扰措施, 并对整个测试系统进行了改进。改进后的系统框图如图 7 所示, 主要采取措施有:

(1) 采用可靠的接地技术。车间外单独设置一个接大地点, 计算机和分电器测试台的接地线均可靠焊接至该点。

(2) 采用光电隔离技术。从分电器测试台引出的测量信号及引入到测试台的控制信号, 均经光耦后再与电平变换及测量控制电路相连。电平变换及测量控制电路与计算机之间的所有连接, 也都由光耦隔离。这样保证电平变换及测量控制电路在电气上与干扰源隔离。

(3) 采用有效的屏蔽措施。电平变换及测量控制电路用金属外壳屏蔽。引入或引出计算机和测试台的信号线都使用了屏蔽线, 屏蔽线一端与大地可靠连接。

(4) 电平变换及测量控制电路设计中采用抗干扰能力强的器件。采用了高逻辑阈值的 CMOS 芯片, 以增大其翻转电平, 提高噪声容限, 避免误触发的产生。另外, 专门对原有的 ISA 并行接口板进行了重新设计, 采用 74HC374、74HC245 取代抗干扰能力差的 8255 芯片, 提高了噪声容限, 降低了输出阻抗, 显著改善了测试稳定性。

除了采取上述措施外, 在硬件配置上还采用了带有滤波器的电源插座, 电源、地线、信号线分开排布, 采用工控机等, 有效地抑制了干扰。为进一步提高测试稳定及准确性, 减少随机误差, 软件中还采用了多次测量、去除粗大误差值、中值滤波等方法, 使测试结果整体误差小于 5%。

6 结 论

本自动测试系统目前已在上海某机械厂试用成功。该系统对该厂生产的分电器点火提前角的测试提供了一个直观方便的测试方法, 不仅可用于对分电器点火提前角的测试, 也可使用该设备对分电器点火提前角进行调整。本自动测试系统界面友好, 使用方便, 可以灵活设定参数, 以满足不同型号分电器的要求。尤其是可对测试数据进行分析、随机存储和查询, 便于生产质量管理的实施。

参考文献:

- [1] 余瑞芬. 传感器原理[M]. 北京: 航空工业出版社, 1995.
- [2] Hatmaker M, Butler W, Jung D, et al. Visual Basic 4.0 OLE、数据库与控件大全[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [3] 潘旭峰. 现代汽车电子技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1998.

Computer Measuring System of Engine Spark Advance for Torque

ZE Hong¹, LIANG Sen², ZHANG Rerr Jie¹

(1. *College of Optics and Electronic Engineering,*

Shanghai University of Science and Technology, Shanghai 200093, China;

2. Journal of Shanghai College of Electricity and Machinery Technology, Shanghai 200240; China)

Abstract: The engine spark advance is an important factor in quality control of automobile distributors. In addition to introducing a method for measuring the engine spark advance by Hall component and the monostable circuit, the authors present the working process of the system and the design theory. Some methods for solving the problem of rush disturbance during the spark are discussed, and the detailed circuit principle graphs are also given.

Key words: spark advance; Hall components; monostable circuits; pulse width measurement; anti-disturbance

作者简介: 泽红(1971-), 女, 湖北省武汉人。现为上海理工大学光电信息学院在读硕士研究生, 研究方向自动测量与在线检测技术。E-mail: zehong@soho.com