

# 检测点火模块总成

- 一、教学目的
- 二、教学设备、工具及量具
- 三、课时
- 四、相关基础知识
- 五、实训操作
- 六、考核要点与评分标准
- 七、思考题

## 一、教学目的

- 1) 了解常见点火模块的结构与工作原理。
- 2) 熟悉单组或两组点火模块故障对整个电控系统的影响。
- 3) 掌握点火模块的检测方法，工艺流程，技术规范。
- 4) 掌握点火模块数据分析的方法。

## 二、教学设备、工具及量具

- 1)工具：数字万用表，汽车示波器。
- 2)设备：桑塔纳AJR发动机故障实验台，进口或国产故障诊断仪。
- 3)教具：STN-AJR发动机教学挂图一套，点火模块解剖教具一只，测量用桑塔纳3000型轿车点火模块8~10只。

## 四、相关基础知识

在汽油发动机中，发动机的性能不仅取决于燃油的控制，同时点火控制同等重要，在汽油机各系统中点火系对发动机的性能影响最大，统计数字表明将近一半的故障是因为电气系统工作不良而引起的，因此发动机性能检测往往从点火系统开始。

### （一）汽油机点火系的作用

汽车发动机的工作循环由进气、压缩、做功与排气四个行程组成，虽然在压缩终了时，气缸内的混合气温度很高，但由于汽油的燃点较高，还不能相柴油机那样产生自燃，所以必须采用明火进行点燃。汽油机的点火方式就是采用高压电火花点燃混合气的。

## 四、相关基础知识

### (二) 对点火系统的基本要求

1. 能产生足以击穿火花塞两电极间隙的电压  
火花塞电极示意图如图14-1所示。

电极间隙越大，电极周围气体中的电子和离子距离越大，受电场力的作用减小，越不易发生碰撞电离，因此要求有更高的击穿电压方能点火。

试验表明，发动机正常运行时，火花塞的击穿电压为7~8kV，发动机冷启动时达19kV。为了使发动机在各种不同的工况下均能可靠地点火，要求火花塞击穿电压应在15~20kV。

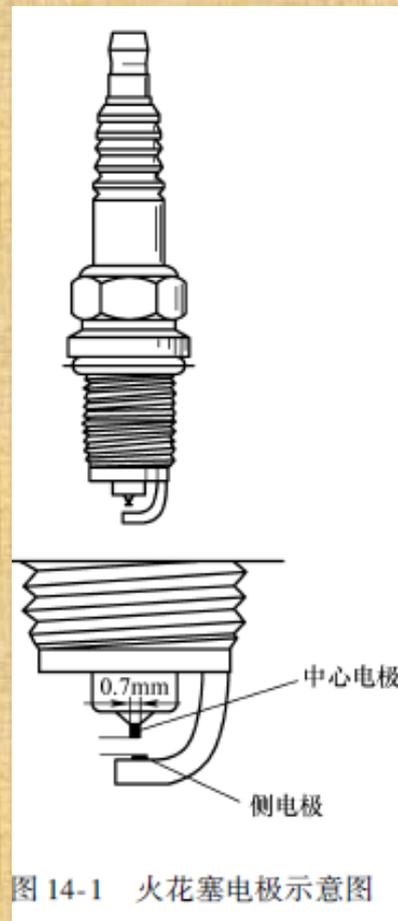


图 14-1 火花塞电极示意图

## 四、相关基础知识

### 2. 电火花应具有足够的点火能量

为保证可靠点火，一般应保证50~80mJ的点火能量，起动时应能产生大于100mJ的点火能量。

### 3. 点火时刻应与发动机的工作状况相适应

当活塞到达上止点时，混合气已经接近充分燃烧，发动机才能发出最大功率。

## 四、相关基础知识

### (三) 电控点火系统的类型

#### 1. 汽油机点火系统的类型

汽油机点火系统主要有：传统点火系统和计算机控制的点火系统两大类型。传统点火系统又可分为磁电机点火系统和蓄电池点火系统。

近年来，由于微电子技术的迅速发展，随着电控点火系的不断完善，电控点火系已在各国汽车上得到广泛应用。电控点火系统主要的优点是：

- 1) 在各种工况及环境条件下，均可自动获得最佳的点火提前角，从而使发动机的动力性、经济性、排放性及工作稳定性等方面均处于最佳。
- 2) 在整个工作过程中，均可对点火线圈初级电路的通电时间和电流进行控制，从而使点火线圈中存储的点火能量保持恒定，不仅提高了点火的可靠性，而且可有效地减少电能消耗，防止点火线圈烧损。
- 3) 采用爆燃控制功能后，可使点火提前角控制在爆燃的临界状态，以此获得最佳的燃烧过程，有利于发动机各种性能的提高。

## 四、相关基础知识

### 2. 电控点火系统的类型

电控点火系统可分为两大类：有分电器式和无分电器式。两者的主要组成和控制原理基本相同。

### （四）电控点火系统的基本组成与工作原理

#### 1. 基本组成

电控点火系统一般由电源、传感器、ECU、点火器、点火线圈、分电器（有分电器电控点火系统）、火花塞等组成，如图14-2所示。

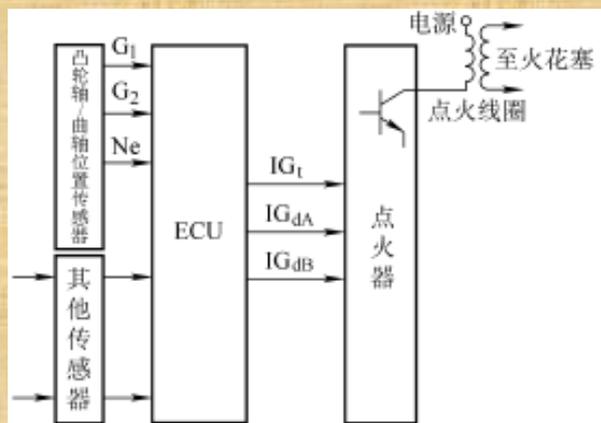


图 14-2 电控点火系统的基本组成

## 四、相关基础知识

### 2. 工作原理

发动机工作时，**ECU**根据接收到的各传感器信号，按存储器中存储的有关程序和相关数据，确定出该工况下最佳点火提前角和点火线圈初级电路闭合角（通电时间），并以此向点火器发出指令。

此外，在具有爆燃控制功能的电控点火系统中，**ECU**还根据爆燃传感器的输入信号来判断发动机有无爆燃及爆燃的强度，并对点火提前角进行闭环控制。

**(1) G信号** G信号指活塞运行到上止点位置的判别信号，它是根据凸轮轴位置传感器产生的信号经过整形和转换而获得的脉冲信号。

以日本日产公司**ECCS**系统为例，六缸发动机在某工况下，**ECU**根据各传感器信号，确定的最佳点火提前角为上止点前 $40^\circ$ ，点火提前角控制原理如图14-3所示。

## 四、相关基础知识

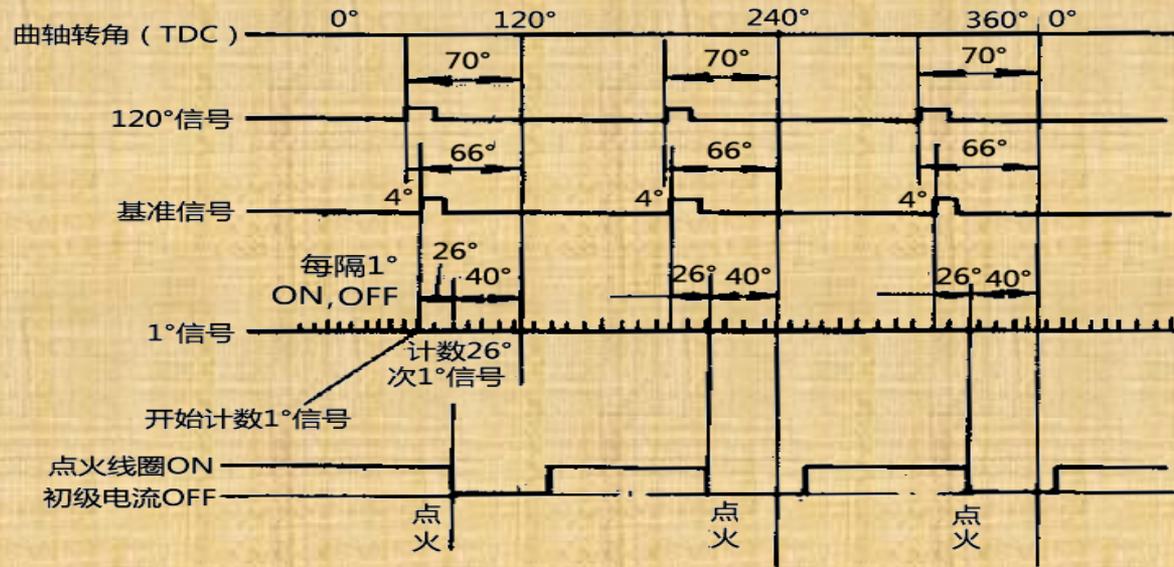


图14-3 点火提前角控制原理

## 四、相关基础知识

(2) **Ne信号**。Ne信号指发动机曲轴转角信号，它是根据曲轴位置传感器产生的信号经过整形和转换而获得的脉冲信号。

(3) **IGt信号**。IGt信号是ECU向点火器中功率晶体管发出的通断控制信号。

以日本丰田皇冠轿车装用无分电器电控点火系统为例，ECU的输出信号如图14-4所示，IGdA和IGdB信号状态的见表14-1。

(4) **IGf信号**。IGf信号是指完成点火后，点火器向ECU输送的点火确认信号。

## 四、相关基础知识

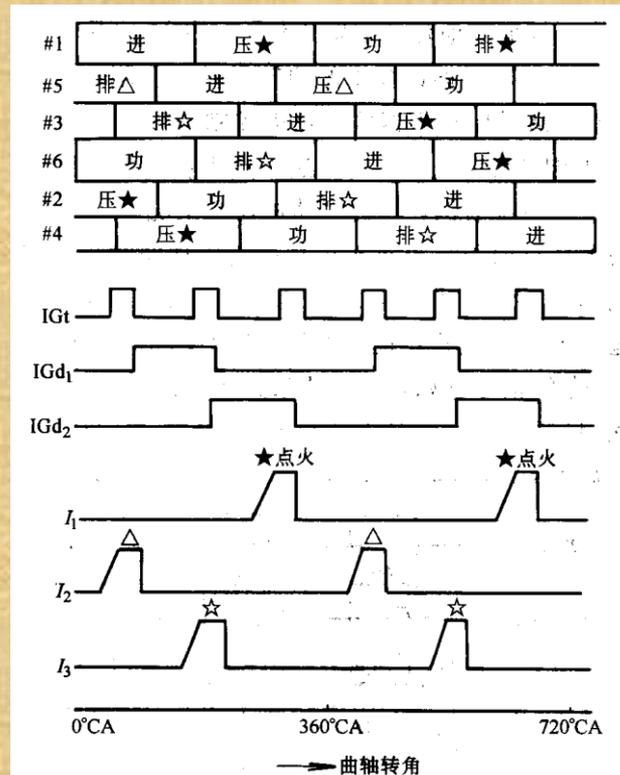


图14-4 ECU输出的点火控制信号

## 四、相关基础知识

表 14-1  $IG_{dA}$  和  $IG_{dB}$  信号状态

信号 控制结果	$IG_{dA}$	$IG_{dB}$
第 1、6 缸点火	0	1
第 2、5 缸点火	0	0
第 3、4 缸点火	1	0

## 四、相关基础知识

表 14-1  $IG_{dA}$  和  $IG_{dB}$  信号状态

信号	$IG_{dA}$	$IG_{dB}$
控制结果		
第 1、6 缸点火	1	0
第 2、5 缸点火	0	1
第 3、4 缸点火	1	1
第 7 缸点火	0	0

(五) 有分电器电控点火系统

有分电器电控点火系统的主要特点是：只有 1 个点火线圈。ECU 根据各传感器信号确定某缸点火时：向点火器发出指令信号 ( $IG_t$  信号)。点火器则根据 ECU 的指令控制点火线圈内初级电路通电或断电。

## 四、相关基础知识

### （五）有分电器电控点火系统

有分电器电控点火系统的主要特点是：只有1个点火线圈。ECU根据各传感器信号确定某缸点火时：向点火器发出指令信号（IG<sub>i</sub>信号）。点火器则根据ECU的指令控制点火线圈内初级电路通电或断电。

分电器的作用就是按照发动机的点火顺序，将点火线圈产生的高压电依次输送给各缸火花塞，有分电器电控点火系统的组成如图14-5所示。

## 四、相关基础知识

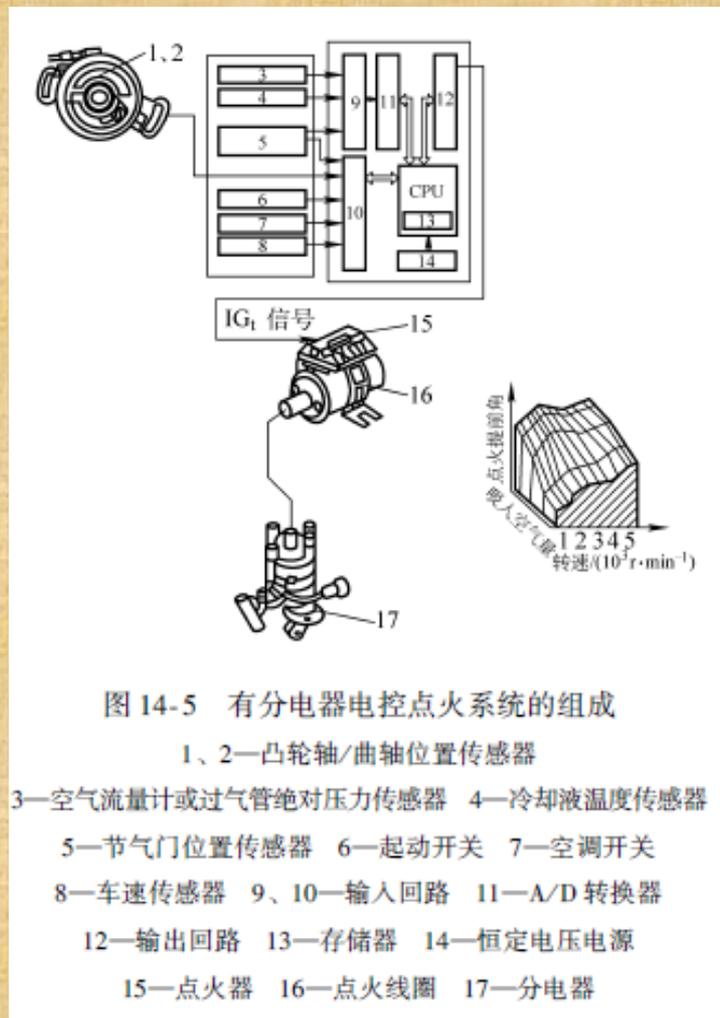


图 14-5 有分电器电控点火系统的组成

1、2—凸轮轴/曲轴位置传感器

3—空气流量计或过气管绝对压力传感器 4—冷却液温度传感器

5—节气门位置传感器 6—起动开关 7—空调开关

8—车速传感器 9、10—输入回路 11—A/D转换器

12—输出回路 13—存储器 14—恒定电压电源

15—点火器 16—点火线圈 17—分电器

## 四、相关基础知识

### (六) 无分电器电控点火系统

无分电器电控点火系统的组成如图14-6所示。

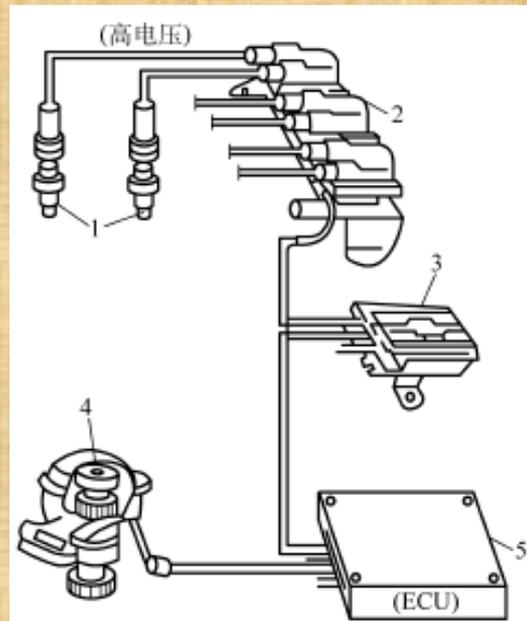


图 14-6 无分电器电控点火系统的组成

1—火花塞 2—点火线圈 3—点火器

4—传感器 5—ECU

## 四、相关基础知识

根据点火线圈的数量 和高压电分配方式的不同，无分电器电控点火系统又可分为独立点火方式、同时点火方式和二极管配电点火方式三种类型。

### 1. 独立点火方式

无分电器独立点火方式电控点火系统如图14-7所示。其特点是每缸一个点火线圈，即点火线圈的数量与气缸数相等。

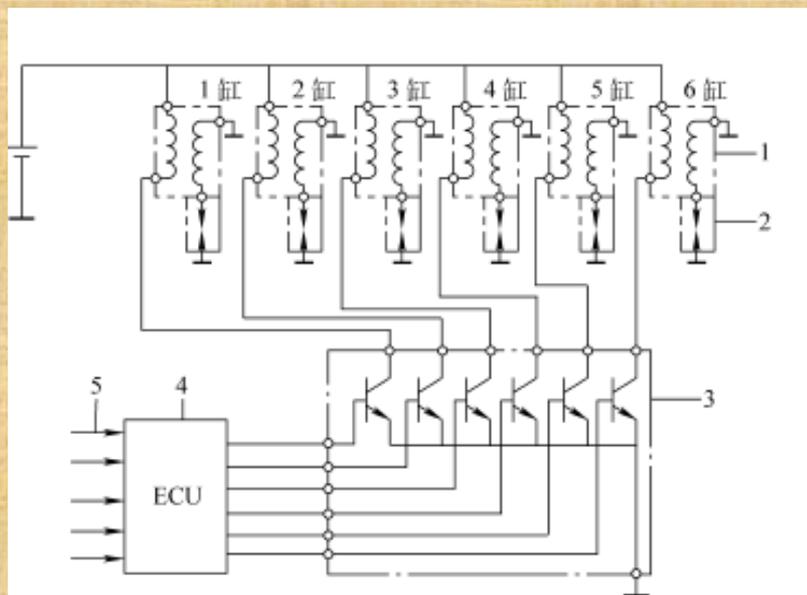


图 14-7 无分电器独立点火方式电控点火系统

1—点火线圈 2—火花塞 3—点火器 4—ECU 5—各种传感器

## 四、相关基础知识

### 2. 同时点火方式

无分电器同时点火方式电控点火系统如图14-8所示。

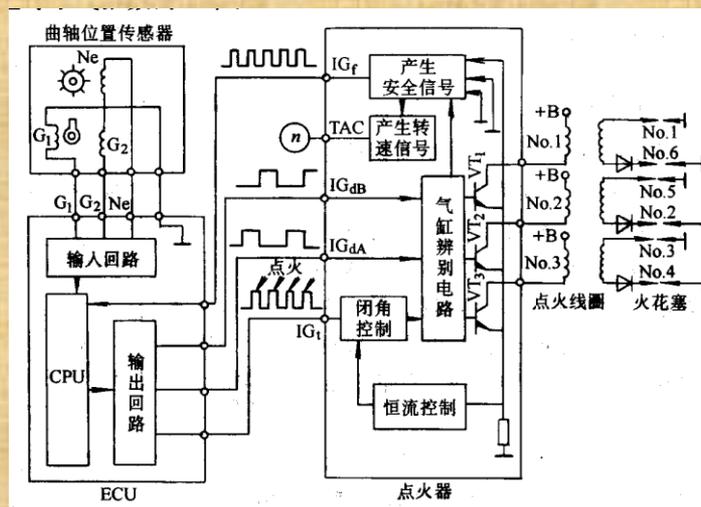


图14-8 无分电器同时点火方式电控点火系统

## 四、相关基础知识

### 3. 二极管配电点火方式

二极管配电点火方式如图14-9所示

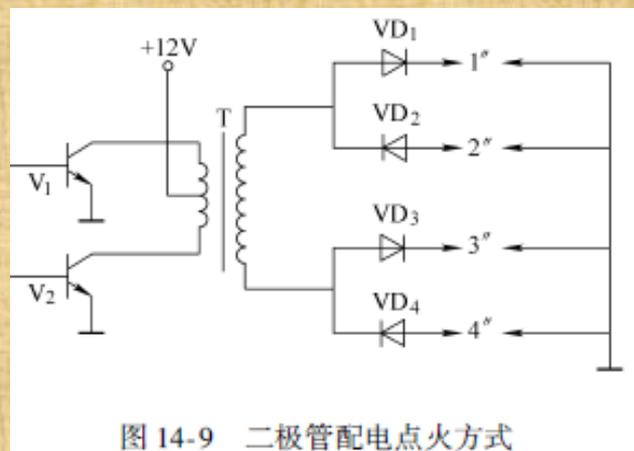


图 14-9 二极管配电点火方式

## 四、相关基础知识

### （七）微机控制点火系统点火提前角的确定

汽油发动机的可燃混合气在气缸内燃烧不是瞬时完成的，需要先经诱导期，然后才能进入猛烈的明显燃烧期。

微机控制的点火提前角由汽车起动时的初始点火提前角和起动后的基本点火提前角与修正点火提前角三部分组成。

#### 1. 起动时点火提前角的控制

发动机起动时，由于转速变化大，进气管绝对压力传感器信号或空气流量计信号不稳定，ECU无法正确计算点火提前角。

#### 2. 起动后点火提前角的控制

起动后点火提前角由基本点火提前角和修正角（或修正系数）组成。

## 四、相关基础知识

### (1) 基本点火提前角

怠速工况时基本角确定：ECU根据节气门位置传感器信号（IDL信号）、发动机转速传感器信号（Ne信号）和空调开关信号（A/C信号）来确定，如图14-10所示。

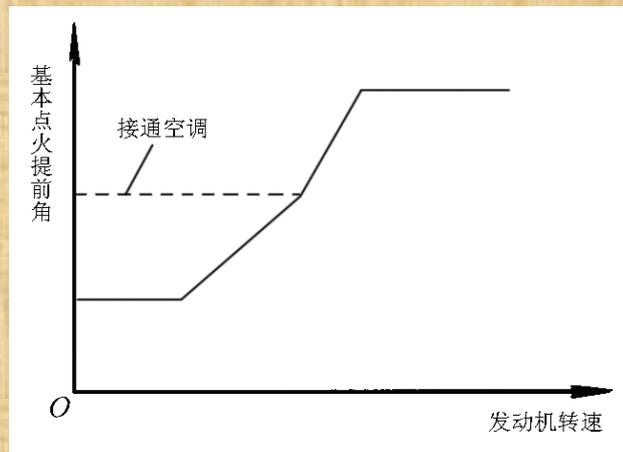


图14-10 怠速时基本点火提前角的确定

## 四、相关基础知识

其他工况下基本角：ECU根据发动机的转速和负荷对照存储器中存储的基本点火提前角控制模型来确定，如图14-11所示。

## 四、相关基础知识



## 四、相关基础知识

怠速运转时，发动机电脑不断地计算发动机的平均转速，当平均转速低于或高于规定的怠速转速时，发动机电脑根据与怠速目标转速差值的大小并结合空调的接通与否相应地增大或减小点火提前角，如图14-13所示。

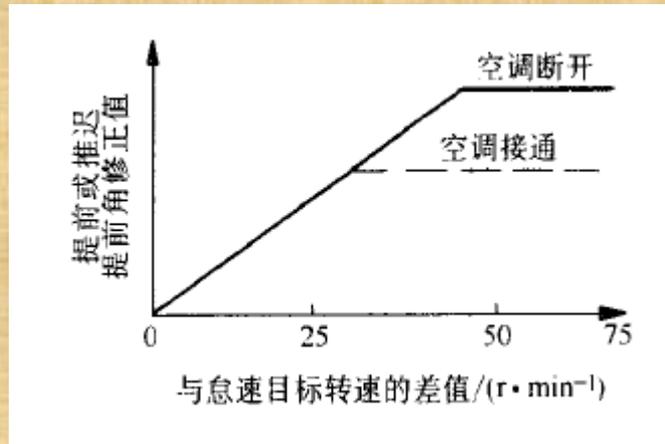


图14-13 怠速稳定性修正

## 四、相关基础知识

3) 喷油量修正。

### (八) 微机控制点火系统的控制过程

微机控制点火系统的控制过程可分为点火提前角控制和点火导通角控制两种。

#### 1. 点火提前角控制的必要性

发动机工作时任何工况都需要一个点火提前角，最佳的点火提前角是保证发动机的动力性、燃油经济性和排放性最佳的前提。

#### 2. 导通角控制的必要性

(1) 通电时间控制的必要性 当点火线圈的初级电路被接通后，其初级电流按指数规律增长，通电时间长短决定初级电流的大小。

(2) 通电时间的控制 在现代电控点火系统中，通过凸轮轴 / 曲轴位置传感器把发动机工作信号输入给ECU，ECU根据存储在内部的闭合角（通电时间）控制模型，如图14-15所示。

## 四、相关基础知识

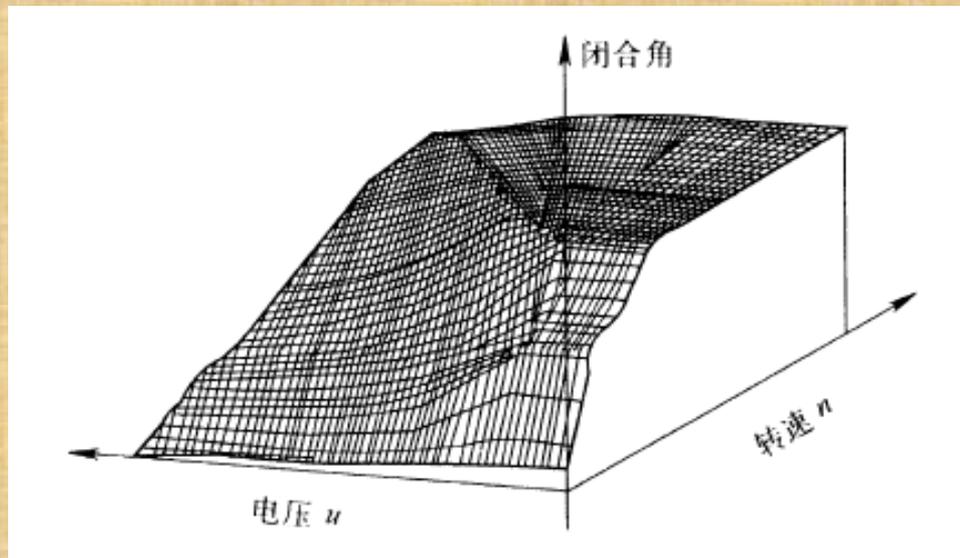


图14-15 闭合角（通电时间）控制模型

## 五、实训操作

### (一)实训操作注意事项

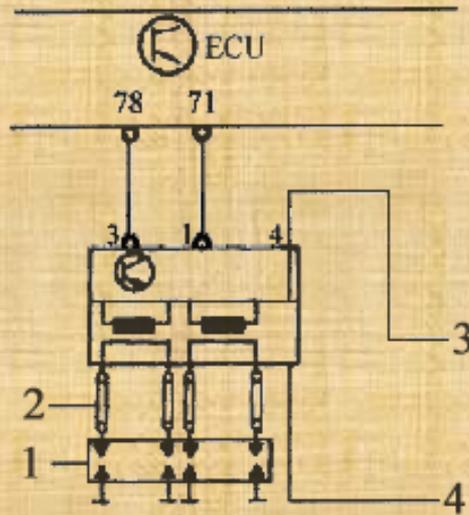
- 1)遵守实验室规章制度，未经许可，不得擅自移动和拆卸仪器与设备。
- 2)注意安全和教具完好性。
- 3)严禁未经许可擅自搬动教具、设备的电器开关、点火开关和启动开关，以防发生危险。
- 4)在教师允许和监控下，启动发动机时，需保证设备周围的人员安全，防止意外发生。
- 5)未关闭点火开关时，严禁拔下各传感器及执行器接口，以免损坏ECU。

## 五、实训操作

### (二) 实训操作步骤

图14-16为AJR型发动机点火系电路接线图。

AJR点火线圈插头共有四个针脚，其管脚2连接至中央接线盒D23上，由点火开关15号线供电，管脚4连接至搭铁，管脚1与发动机ECU的T80/71相连，管脚3与发动机ECU的T80/78相连。



**图14-16 AJR型发动机点火系电路接线图**

## 五、实训操作

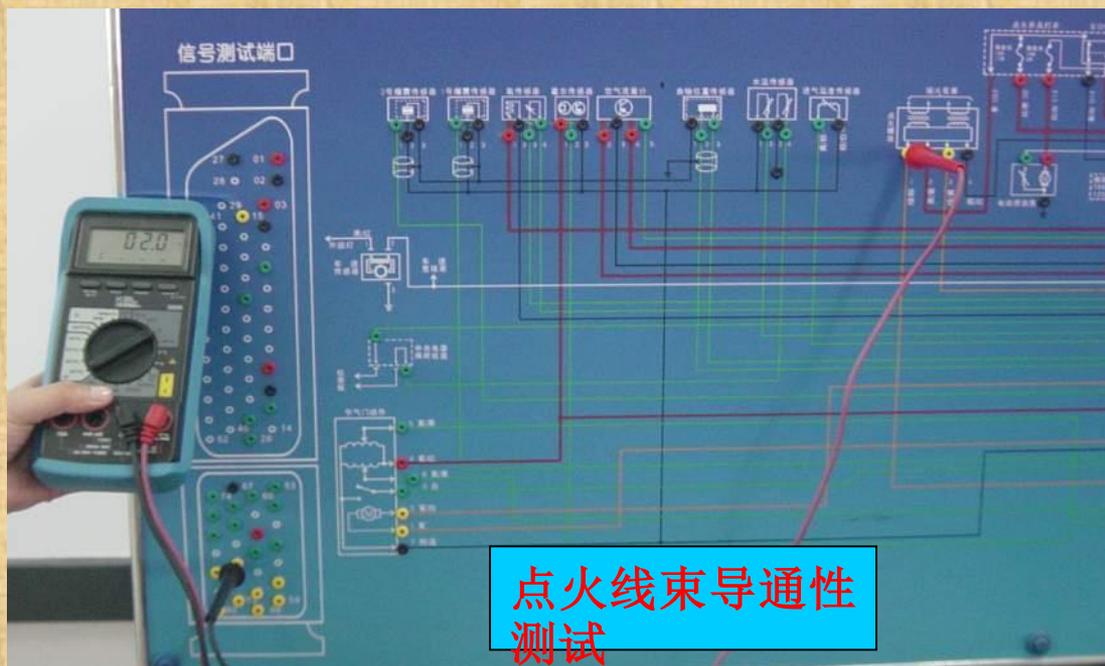
## 五、实训操作

### 1. 电阻测试

本项目电阻测试为辅助性测试，主要是检测线束的导通性，以确认线束通畅，无断路短路，插接器牢靠，各信号传递无干扰。测试在汽车微机控制故障检测诊断实验系统的发动机实验台上进行。

(1) 线束导通性测试：将数字万用表设置在电阻 $200\Omega$ 档，在面板上按电路图找到点火线圈图形下面的针脚号与ECU信号测试端口图相应的针脚号，分别测试点火线圈针脚对应至电控单元针脚的电阻，所有电阻都应低于 $0.5\Omega$ ，如图14-18所示。

## 五、实训操作

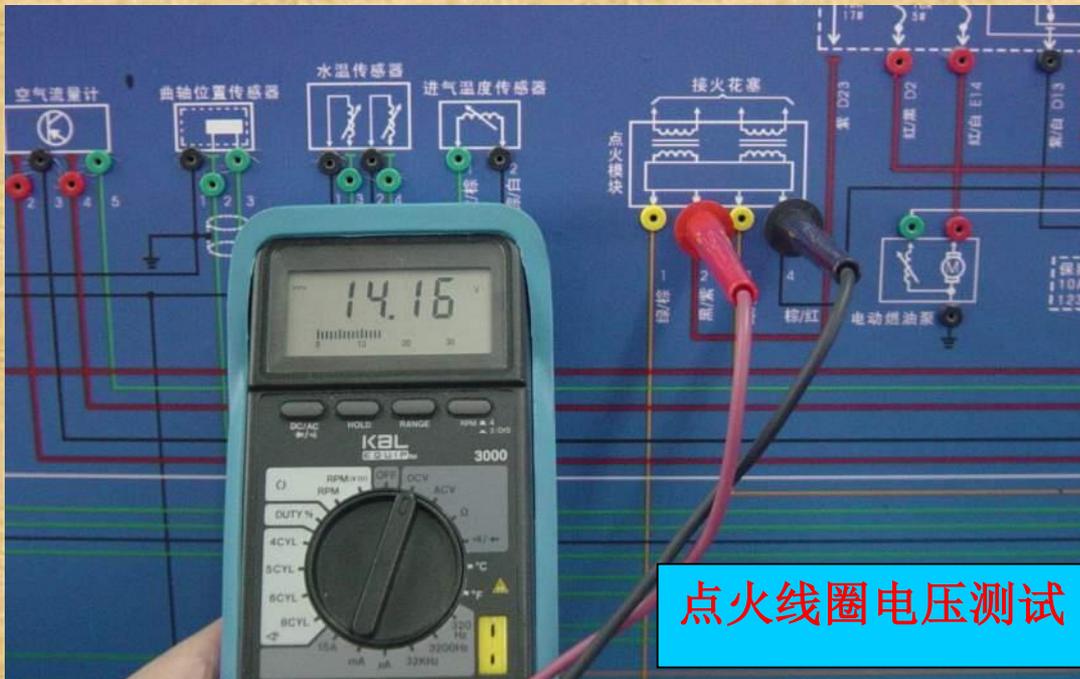


(2) 线束短路性测试：将数字万用表设置在电阻200K $\Omega$ 档，测量点火线圈针脚与其不相对应的电控单元针脚之间电阻，应为 $\infty$ 。

## 五、实训操作

### 2. 电压测试

本项目电压测试有电源电压测试和信号电压测试两部分，其中信号电压测试是确定点火线圈是否失效的主要依据。

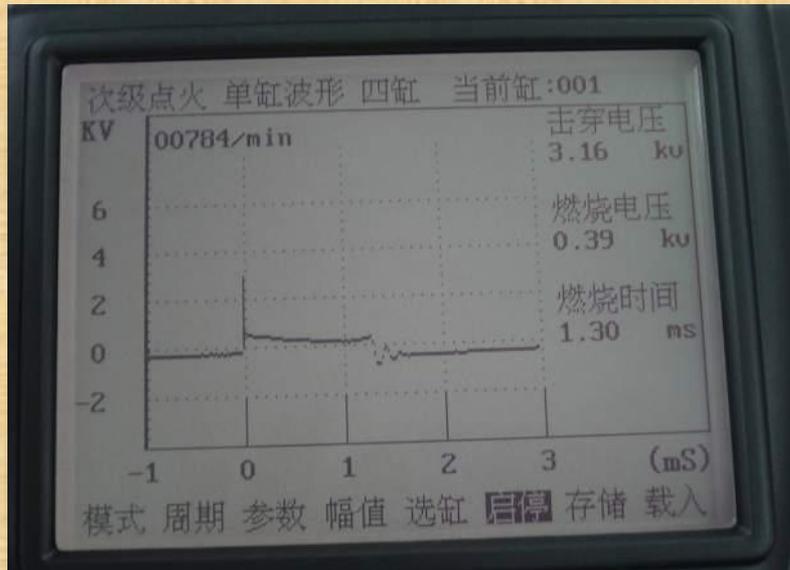


## 五、实训操作

## 五、实训操作

### 3. 波型测试

连接示波器或具有示波功能的解码器，起动发动机，测试次级点火波型，图14-20为单缸点火波型。



## 六、考核要点与评分标准

### 1.考核要求

- 1)掌握车速传感器的结构与工作原理。
- 2)掌握车速传感器的检测方法。

### 2.考核时间

### 3.考核评分

## 六、考核要点与评分标准

表14-3 点火模块的检测考核要点与评分标准

序号	考核要点	配分	评分标准	考核记录	得分
1	点火模块的组成和作用	20	一处叙述不清扣5分		
2	点火模块的检测	25	错误一次扣5分		
3	点火线圈的检测	20	错误一次扣5分		
4	检测仪器使用	25	错误一次扣5分		
5	整理工具，清理现场	10	保持实习现场秩序和卫生，保证人身及设备的安全，违规一次扣5分		
	实习态度和纪律				
6	分数合计	100			

## 七、思考题

1. 根据点火线圈的数量和高压电分配方式的不同，无分电器电控点火系统又可分几种形式？
2. 电控点火系统的基本组成是什么？
3. AJR型发动机采用的什么点火系统？
4. 简述AJR型发动机点火系统检测方法。
5. 如何利用万用表检测来判别点火模块中的IGF和IGT？
6. 如何利用万用表确定点火模块的电源端子和点火线圈初级绕组末端子位置？
7. 当点火模块原因造成发动机故障时，如何通过试验方式判别是IGF引起的还是IGT引起的？
8. 何谓点火提前角？点火提前角太大太小对发动机有什么影响？
9. 微机对于点火是如何进行精确控制的？控制的项目包括哪些？