

## 第 4 章 汽车起动系统

### 知识目标

- ☆ 熟悉起动系统的功用及组成；
- ☆ 了解起动机的分类及型号；
- ☆ 熟悉起动机的结构及工作特性；
- ☆ 掌握起动机的就车检查及养护方法；
- ☆ 掌握起动系统常见故障诊断与排除方法。

### 技能目标

- ☆ 能正确使用及养护起动机；
- ☆ 能按规范对起动机进行解体及检修操作；
- ☆ 能按规范对起动机进行修复及调整操作。

要使发动机由静止状态过渡到工作状态,必须用外力转动发动机的曲轴,使汽缸内吸入(或形成)可燃混合气并燃烧膨胀做功,工作循环才能自动进行。曲轴在外力作用下从开始转动到发动机开始自动地怠速运转的全过程,称为发动机的起动。

### 1. 起动系统的功用

起动系统的功用是利用起动机将蓄电池的电能转化为机械能,再通过传动机构将发动机拖转起动。

### 2. 起动系统的组成

起动系统由蓄电池、起动机、起动继电器及点火开关等组成,如图 4-1 所示。

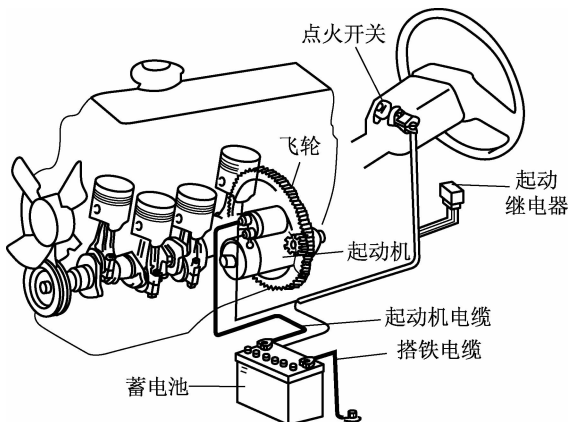


图 4-1 起动系统的组成

起动机在点火开关和起动继电器的控制下,将蓄电池的电能转化为机械能,带动发动机飞轮齿圈使曲轴转动,完成发动机的起动。

起动系统中主要的部件是起动机,本章将对其相关内容进行重点介绍。

## 4.1 起动机的分类及型号

### 4.1.1 起动机的分类

#### 1. 按控制方法分类

##### 1) 机械控制式

机械控制式起动机由脚踏或手动拉杆联动机构直接控制起动机的主电路开关来接通或切断主电路。解放 CA10B 型、跃进 NJ130 型汽车即采用这种方式。

这种起动机虽然结构简单、工作可靠,但由于要求起动机、蓄电池靠近驾驶室而受安装布局的限制,操作不便,因此已很少采用。

##### 2) 电磁控制式

电磁控制式起动机借助按钮控制电磁铁,再由电磁铁控制主电路开关,以接通或切断主电路。这种起动机由于装有电磁铁,可进行远距离控制,操作省力,因此被现代汽车广泛采用。

#### 2. 按传动机构啮合方式分类

##### 1) 惯性啮合式

惯性啮合式起动机工作时,驱动齿轮靠惯性力的作用,沿电枢轴移出与飞轮齿圈啮合,使发动机起动。

这种起动机工作可靠性高,便于操作。

##### 2) 强制啮合式

强制啮合式起动机工作时,驱动齿轮靠杠杆机构的作用沿电枢轴移出,与飞轮齿圈啮合。发动机起动后,切断点火开关。外力的作用消除后,驱动齿轮在回位弹簧的作用下沿电枢轴退回,脱离与飞轮的齿圈啮合。

##### 3) 电枢移动式

电枢移动式起动机不工作时,在弹簧的作用下起动机电枢与磁极错开,接通点火开关起动发动机时,靠磁极磁力克服弹簧拉力的作用移动整个电枢,在电枢与磁极对齐的过程中,驱动齿轮移出与飞轮齿圈啮合。

##### 4) 齿轮移动式

齿轮移动式起动机靠电磁开关推动安装在电枢轴孔内的啮合杆,从而使驱动齿轮与飞轮齿圈啮合。

##### 5) 同轴式

同轴式起动机靠与起动机同轴安装的电磁开关直接控制驱动齿轮与飞轮齿圈啮合。



小  
提  
示

起动机除上述类型以外,还有磁极为永久磁体的永磁式起动机,以及内装减速齿轮的减速起动机等。

4.1.2 起动机的型号

根据国家标准 QC/T 73—1993《汽车电气设备产品型号编制方法》的规定,起动机的型号如图 4-2 所示。

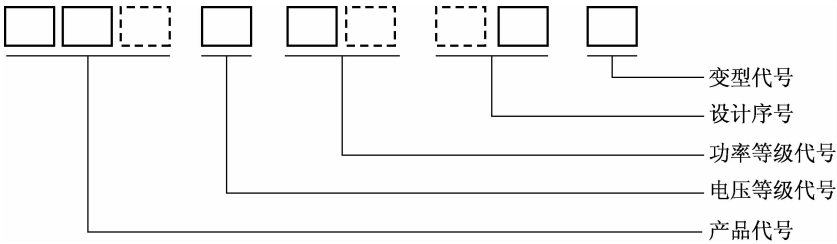


图 4-2 起动机的型号

1. 产品代号

产品代号有 QD、QDY 及 QDJ 三种。其中,QD 表示起动机;QDY 表示永磁式起动机(包括永磁减速型起动机),J、Y 分别表示“减”、“永”;QDJ 表示减速起动机。

2. 电压等级代号

电压等级代号用一位阿拉伯数字表示,与交流发电机的型号表示相同意义,即“1”表示 12 V、“2”表示 24 V 等。

3. 功率等级代号

功率等级代号也用一位阿拉伯数字表示,具体内容见表 4-1。

表 4-1 起动机功率等级代号

| 功率等级代号 |       | 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9  |
|--------|-------|----|------|------|------|------|------|------|------|----|
| 功率/kW  | 起动机   |    |      |      |      |      |      |      |      |    |
|        | 减速起动机 | ~1 | >1~2 | >2~3 | >3~4 | >4~5 | >5~6 | >6~7 | >7~8 | >8 |
|        | 永磁起动机 |    |      |      |      |      |      |      |      |    |

4. 设计序号

设计序号表示是第几次设计的,用阿拉伯数字表示。

5. 变型代号

变型代号表示是第几次变型的,用汉字拼音大写字母表示。

如 QD124 表示额定电压为 12 V、功率为 1~2 kW、第 4 次设计的起动机。

4.2 起动机的结构和工作特性

4.2.1 起动机的结构

起动机一般由直流电动机、传动机构、控制装置等组成。

## 1. 直流电动机

直流电动机是将电能转化为机械能的装置,是以通电导体在磁场中受磁场力作用这一原理为基础制成的。其主要由磁极(定子)、电枢(转子)、电刷与电刷架、外壳及端盖等组成,如图 4-3 所示。

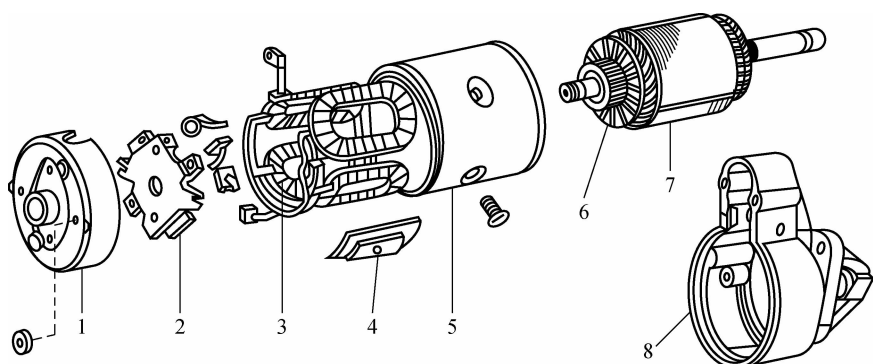


图 4-3 直流电动机

1—前端盖; 2—电刷和电刷架; 3—励磁绕组; 4—磁极铁芯; 5—外壳; 6—换向器; 7—电枢(转子); 8—后端盖

### 1) 磁极

磁极的作用是产生磁场,它由磁极铁芯和固定在铁芯上的励磁绕组组成,如图 4-4 所示。为增大磁场强度,大多数起动机采用 4 个磁极。通过螺钉将磁极铁芯固定在电动机的外壳上。励磁绕组是采用矩形粗铜线绕制而成的。

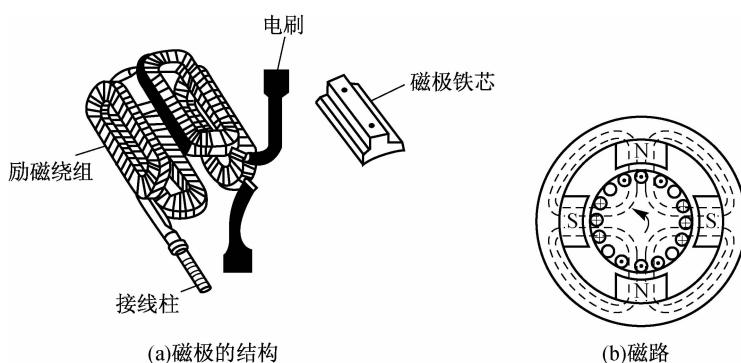


图 4-4 磁极与磁路

### 2) 电枢

电枢由电枢轴、电枢绕组、换向器及铁芯等组成,如图 4-5 所示,其作用是产生电磁转矩。

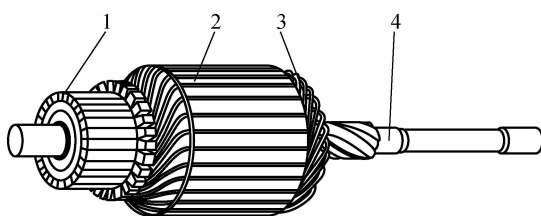


图 4-5 电枢总成

1—换向器; 2—铁芯; 3—电枢绕组; 4—电枢轴

换向器的作用是将电源提供的直流电转换成电枢绕组所需要的交流电,以保证电枢绕组所产生的转矩方向不变。换向器由铜片和云母片相间叠压而成,铜片之间用云母片绝缘。

电枢铁芯由硅钢片叠成后固定在电枢轴上,铁芯外围均开有线槽,用以放置电枢绕组。为了得到较大的转矩,需尽可能地提高电枢电流(一般为  $200\sim 600\text{ A}$ ),因此电枢绕组都是用较粗的矩形裸铜线绕制而成的,在铜线与铁芯之间、铜线与铜线之间用绝缘纸隔开。电枢绕组两端均匀地焊在换向片上。电枢绕组一般用波绕法绕制,与每一绕组两端相连接的换向片相隔  $90^\circ$ 。此绕法电阻较低,有利于提高转矩。

3)电刷与电刷架

电刷与电刷架的作用是将电流引入电动机,使电枢产生定向转矩。

电刷一般是用铜和石墨粉压制而成的,有利于减小电阻及增加耐磨性。电刷装在电刷架中,借弹簧压力压在换向器上,如图 4-6 所示。

一般电动机内装有 4 个电刷,其中有两个电刷直接搭铁,称为搭铁电刷。

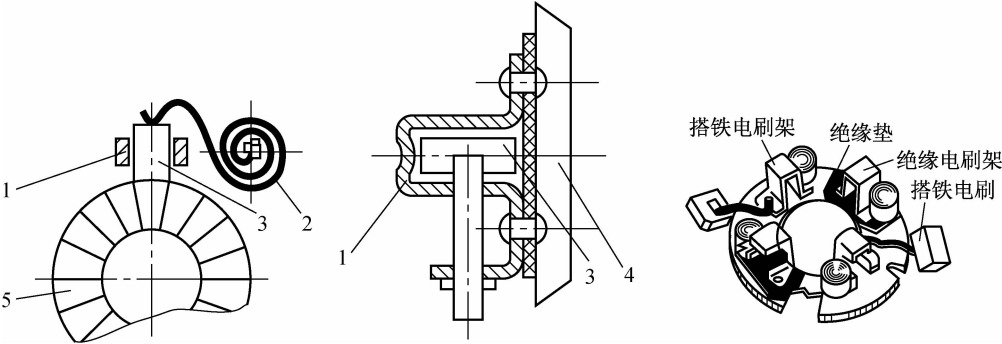


图 4-6 电刷及电刷架

1—框式电刷架; 2—盘形弹簧; 3—电刷; 4—前端盖; 5—换向器

4)轴承

因起动机每次工作时间很短,并且承受的是冲击载荷,所以起动机轴承一般都采用青铜石墨轴承或铁基含油轴承;而减速起动机电枢轴的转速很高,其电枢轴承采用滚珠轴承或滚针轴承。

5)直流电动机工作原理

直流电动机的工作示意图如图 4-7 所示。

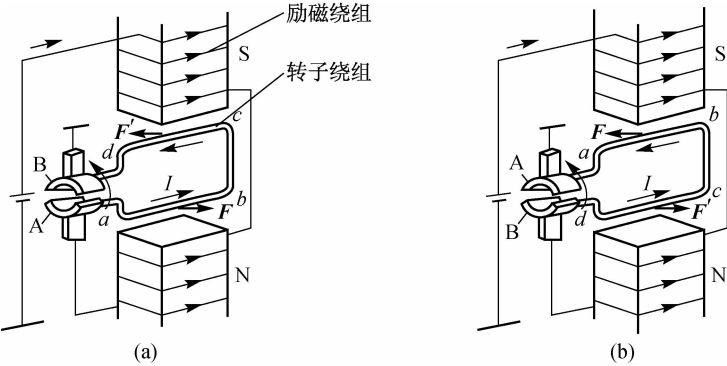


图 4-7 直流电动机的工作示意图

当电路接通时,线圈  $abcd$  的电流方向是:蓄电池正极→励磁绕组→电刷→换向片 A→线圈( $a \rightarrow d$ )→换向片 B→电刷→搭铁→蓄电池负极。见图 4-7(a)。此时,励磁绕组中产生电磁场。根据左手定则可知,线圈中的有效边  $ab$  所受磁场力  $F$  的方向为垂直纸面向外, $cd$  所受磁场力  $F'$  的方向为垂直纸面向里,此时线圈产生的转矩方向为逆时针方向。

当线圈转过半周后,线圈  $abcd$  中的电流方向发生改变,电流方向是:蓄电池正极→励磁绕组→电刷→换向片 B→线圈( $d \rightarrow a$ )→换向片 A→电刷→搭铁→蓄电池负极。见图 4-7(b)。此时,线圈中的电流方向虽改变为  $d \rightarrow a$ ,但线圈中的有效边  $ab$  与  $cd$  所受的磁场力的方向同时改变,故线圈产生的转矩方向不变,仍为逆时针方向。

由于一个线圈所产生的力矩太小,转速又不稳定,所以电动机的电枢绕组是由很多线圈组成的,换向器的片数也随线圈的增加而增加。

## 2. 传动机构

### 1) 传动机构的作用

起动机传动机构安装在电动机电枢的延长轴上,在起动发动机时,用来将驱动齿轮与电枢轴连成一体,并使驱动齿轮沿电枢轴移出与飞轮齿圈啮合,将起动机产生的转矩传递给发动机的曲轴,使发动机起动。

### 2) 超速保护装置

超速保护装置是起动机的离合机构,称为单向离合器。

单向离合器安装在驱动齿轮与电枢轴之间,在接通点火开关起动发动机时,它将驱动齿轮与电枢轴连成一体,使起动机的电磁转矩通过驱动齿轮和飞轮传递到发动机的曲轴,发动机起动;发动机起动后,立即将驱动齿轮和电枢轴脱开,防止发动机高速旋转的转矩通过飞轮传递到电枢轴,起到超速保护的作用。

起动机常用的单向离合器有滚柱式、弹簧式、摩擦片式等类型。

(1) 滚柱式单向离合器。如图 4-8 所示为滚柱式单向离合器组成与工作示意图。它由内座圈、滚柱以及装在内座圈孔中的柱塞和弹簧等组成。驱动齿轮与外座圈连成一体,花键套筒与内座圈连成一体,并通过花键装在电枢的延长轴上。

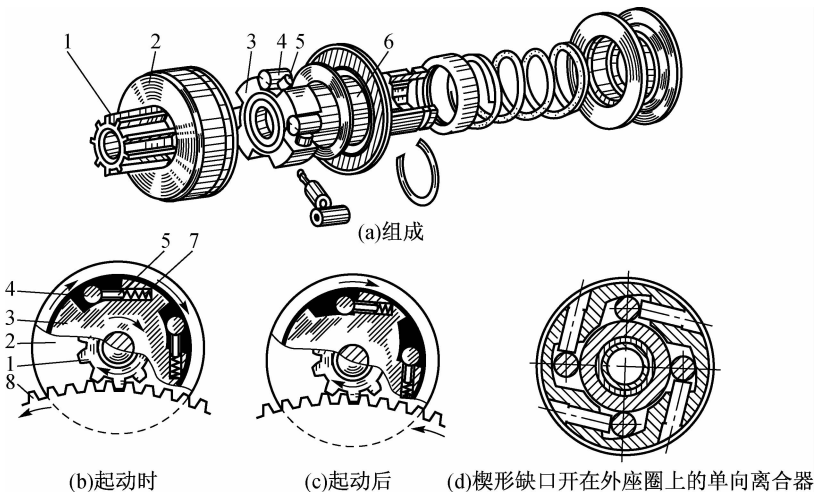


图 4-8 滚柱式单向离合器组成与工作示意图

1—起动机驱动齿轮; 2—外座圈; 3—内座圈; 4—滚柱; 5—柱塞; 6—花键套筒; 7—弹簧; 8—飞轮齿圈

接通点火开关起动发动机时,起动机的电枢连同内座圈按图 4-8(b)中箭头的方向旋转,滚柱借助摩擦力及弹簧推力的作用,楔紧在内、外座圈之间楔形槽的窄端,将内、外座圈连成一体。于是起动机电枢轴上的转矩经内座圈、楔紧的滚柱传递到外座圈,与外座圈连成一体的驱动齿轮随电枢轴一同旋转,驱动飞轮齿圈而使曲轴旋转进而使发动机起动。

发动机起动后,曲轴转速升高,即有飞轮齿圈带动起动机驱动齿轮高速旋转的趋势。此时,虽然驱动齿轮的旋转方向没有改变,但它已由主动轮变为从动轮,而且驱动齿轮和单向离合器外座圈的转速超过内座圈的转速。于是,滚柱在摩擦力的作用下,克服弹簧张力的作用向楔形槽较宽的一端滚动,使内、外座圈脱离而可以自由相对转动,高速旋转的驱动齿轮与电枢轴脱开,见图 4-8(c)。

如图 4-8(d)所示为滚柱式单向离合器的楔形缺口开在外座圈上,其工作原理与上述单向离合器大致相同,这里不再赘述。

(2)弹簧式单向离合器。弹簧式单向离合器的结构较为简单,如图 4-9 所示。

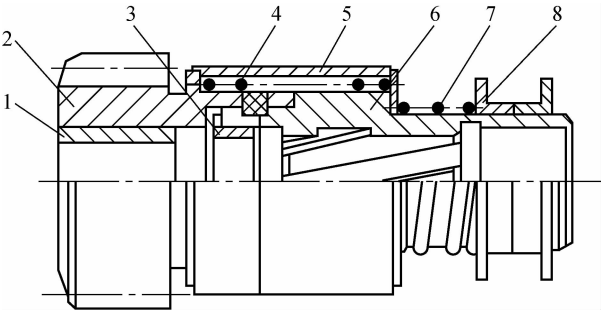


图 4-9 弹簧式单向离合器的结构

1—衬套; 2—起动机驱动齿轮; 3—限位套; 4—离合弹簧; 5—护套;  
6—花键套筒; 7—弹簧; 8—滑套

弹簧式单向离合器机构套装在起动机电枢的延长轴上,起动机驱动齿轮右端空套在花键套筒左端的外圆面上,两个扇形块装入驱动齿轮右端的相应缺口中,并伸入花键套筒左端的环槽内。这样,齿轮和花键套筒既可一起做轴向运动,又可相对转动。离合弹簧在自由状态下的内径小于齿轮和套筒相应外圆面的外径,在安装状态下紧压在外圆面上,弹簧与护套之间有间隙。起动时,起动机带动花键套筒旋转,有使弹簧收缩的趋势,弹簧被箍紧在相应的外圆面上。于是,起动机的转矩靠弹簧与外圆面的摩擦传递到驱动齿轮,从而带动飞轮齿圈转动。发动机一旦起动,驱动齿轮有比套筒快转的趋势,此时弹簧张开,齿轮在套筒上滑转,防止电动机超速。

(3)摩擦片式离合器。在一些大功率起动机上常采用摩擦片式离合器,以传递较大的转矩。摩擦片式离合器的结构如图 4-10 所示。

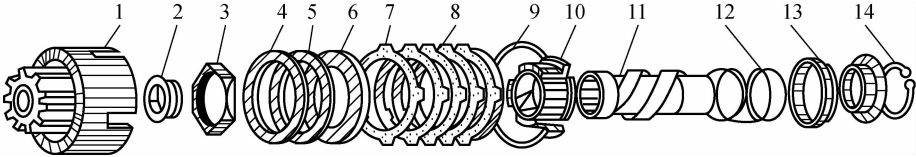


图 4-10 摩擦片式离合器的结构

1—起动机驱动齿轮; 2—限位套; 3—锁紧螺母; 4—弹性垫圈; 5—压环; 6—调整垫圈; 7—从动摩擦片;  
8—主动摩擦片; 9、14—卡环; 10—内接合鼓; 11—花键套筒; 12—弹簧; 13—滑环

起动机驱动齿轮与摩擦片式离合器的外接合鼓连成一体,内接合鼓靠螺旋花键套装在花键套筒的左端,花键套筒则通过内螺旋花键套装在电枢轴的花键部分。主动摩擦片的内圆有 4 个凸起,嵌入内接合鼓的 4 个直槽中。从动摩擦片的外圆有 4 个凸起,嵌入外接合鼓的 4 个直槽中,摩擦片之间的压力通过调整垫圈调整。

起动发动机时,起动机的电磁转矩通过电枢轴传递给花键套筒,由于内接合鼓与花键套筒之间有转速差,内接合鼓沿螺旋花键左移,将从动摩擦片与主动摩擦片压紧使驱动齿轮与电枢轴连成一体,起动机的转矩通过驱动齿轮传递给发动机的曲轴,使发动机起动。

发动机起动后,飞轮带着驱动齿轮和外接合鼓高速旋转,其转速超过花键套筒的转速,内接合鼓则沿螺旋花键移动,从动摩擦片与主动摩擦片分离,驱动齿轮与电枢轴脱开,防止起动机超速。

3. 控制装置

起动机的控制装置也称为起动机的电磁开关或操纵机构,主要用来控制起动机驱动齿轮与发动机飞轮齿圈啮合,控制起动机主电路的导通。

起动机控制装置的结构如图 4-11 所示,主要由吸引线圈和保持线圈、活动铁芯、接触盘等组成。其中,吸引线圈与电动机串联,保持线圈与电动机并联,直接搭铁。活动铁芯一端通过接触盘控制主电路的导通,另一端通过拨叉控制驱动齿轮的啮合。

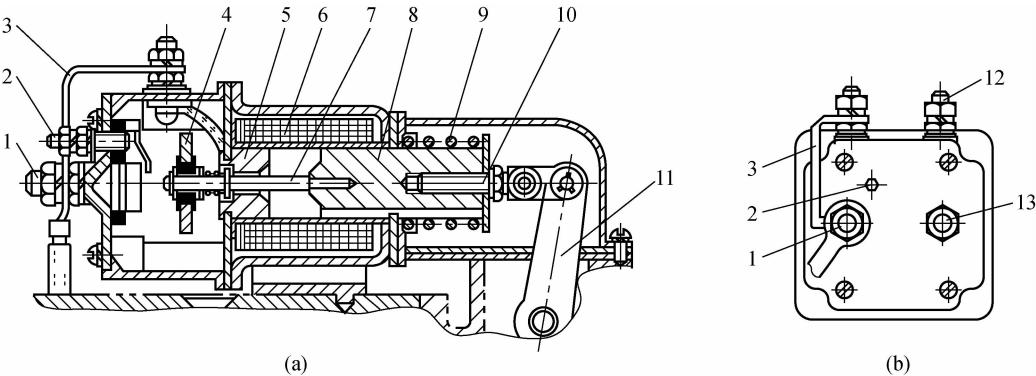


图 4-11 起动机控制装置结构

- 1、13—主接线柱；2—点火线圈附加电阻短路接线柱；3—导电片；4—接触盘；5—固定铁芯；  
6—吸引线圈和保持线圈；7—推杆；8—活动铁芯；9—复位弹簧；10—调节螺钉；  
11—拨叉；12—起动机接线柱

4.2.2 起动机的工作特性

能表示起动机的转矩、转速、功率与电流的关系的曲线图称为起动机的特性曲线。起动机的特性取决于直流电动机的工作特性。

1. 直流电动机的工作特性

汽车起动机所用的电动机为直流电动机,其输出转矩  $M$ 、转速  $n$  和功率  $P$  随电枢电流变化的规律,称为直流电动机的工作特性。如图 4-12 所示为串励式直流电动机的特性曲线。

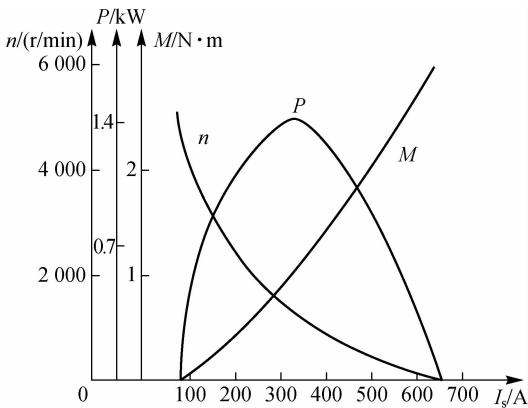


图 4-12 串励式直流电动机的特性曲线

1) 转矩特性

由于励磁绕组与电枢绕组是串联的, 因此有励磁电流  $I_f$  与电枢电流  $I_a$  相等。在磁路未饱和时, 磁通  $\Phi$  与励磁电流  $I_f$  成正比, 即  $\Phi = C_1 I_f = C_1 I_a$  ( $C_1$  为常数), 故电动机产生的电磁转矩为

$$M = C_m \Phi I_a = C_m C_1 I_a I_a = C I_a^2 \tag{4-1}$$

式中,  $C_m$  为电动机的结构常数;  $C$  为规定的常数。

在磁路未饱和时, 直流电动机的电磁转矩  $M$  与电枢电流  $I_a$  的平方成正比。在磁路饱和时, 磁极磁通  $\Phi$  为常数, 电磁转矩与电枢电流大致成直线关系, 见图 4-12 中的  $M$  曲线。

2) 转速特性

串励式直流电动机的转速为

$$n = \frac{U - I_a(R_a + R_j)}{C_m \Phi} \tag{4-2}$$

式中,  $U$  为电枢回路的电压;  $R_a$  为电枢回路电阻;  $R_j$  为回路中的电阻。

由式(4-2)可知, 直流电动机在轻载时  $I_a$  小, 转速高; 重载时  $I_a$  大, 转速低, 见图 4-12 中的  $n$  曲线。



请注意

直流电动机在重载时转速低而转矩大的特性, 可以保证起动安全可靠, 但是在轻载和空载时的转速很高, 容易造成电枢绕组飞散。因此, 直流电动机不可在轻载或空载状态下运行。

3) 功率特性

电动机的输出功率  $P$  可以通过测量电动机电枢轴上的输出转矩  $M$  和电枢轴的转速  $n$  来确定, 即

$$P = \frac{Mn}{9\,550} \tag{4-3}$$

从式(4-3)可以看出, 在完全制动 ( $n=0$ ) 和空载 ( $M=0$ ) 两种情况下, 电动机的功率都等于零。见图 4-12 中的  $P$  曲线, 在  $I_a$  接近全制动电流的一半时, 电动机的输出功率最大。因为电动机工作时间很短, 所以允许在最大输出功率状态下工作。通常把电动机的最大输出功率称为电动机的额定功率。

2. 影响起动机工作特性的因素

1) 汽车蓄电池容量的影响

蓄电池容量越小, 内阻越大, 内压降也就越大, 供给起动机的电压降低, 使起动机输出电

流和功率减小。当蓄电池使用时间增长、极板硫化程度增大时,内阻相应增大,所以起动性能相应降低,起动机就不易起动。

### 2) 接触电阻和导线电阻的影响

起动机接触电阻与导线电阻越大,起动机输出功率和转速越小。

电刷与换向器接触不良、电刷弹簧弹力减弱、导线与蓄电池接线柱连接不牢等,都会使接触电阻增大。蓄电池的搭铁电缆和蓄电池至起动机电源之间的火线电缆过长或截面积过小,会使线路压降增大,蓄电池接线柱上的电缆端子必须接牢,同时更换搭铁电缆或火线电缆时,电缆长度和截面积必须符合规定标准。

### 3) 环境温度的影响

当蓄电池使用环境温度降低时,电解液密度增大,蓄电池内阻增大,蓄电池容量和端电压都将急剧下降,使起动机输出电流和功率显著降低。因此,在寒冷冬季,应对蓄电池采取有效的保温措施。

## 4.3 起动机的就车检查及使用养护

### 4.3.1 起动机的就车检查

起动机的检查分为解体检查和就车检查(也称不解体检查)两种。解体检查随解体过程一同进行(参见本章实训),就车检查可以在拆卸之前或装复以后进行。

在进行起动机的解体之前,最好先进行就车检查,通过不解体的性能检查大致可以找出故障部位。起动机组装完毕之后也应进行性能检查,以保证起动机正常运行。

#### 1. 电磁开关吸引线圈的性能检查

(1) 先把励磁绕组的引线断开。

(2) 按照如图 4-13 所示的方法连接蓄电池与起动机。驱动齿轮应能伸出,否则表明其功能不正常。

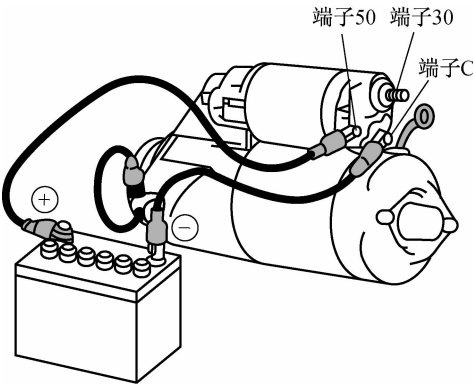


图 4-13 电磁开关吸引线圈性能检查

#### 2. 电磁开关保持线圈性能检查

接线方法如图 4-14 所示,在驱动齿轮移出之后从端子 C 上拆下导线。驱动齿轮仍能保

留在伸出位置,否则表明保持线圈损坏或搭铁不正确。

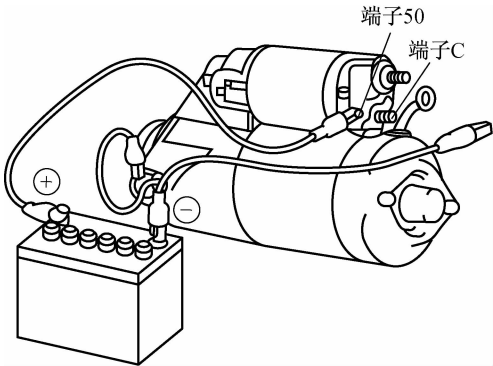


图 4-14 电磁开关保持线圈性能检查

3. 驱动齿轮回位检查

检查方法如图 4-15 所示,拆下蓄电池负极接外壳的接线夹后,驱动齿轮能迅速返回原始位置即为正常。

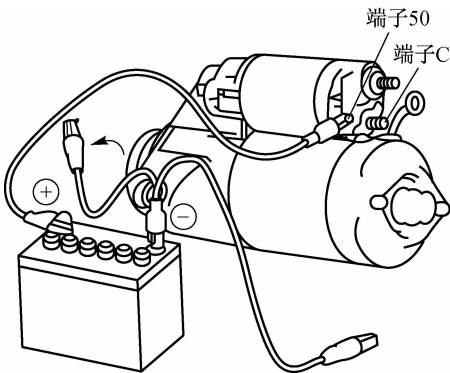


图 4-15 驱动齿轮回位检查

4. 空载检查

具体操作步骤如下:

- (1)固定起动机。
- (2)按照如图 4-16 所示的方法连接导线。

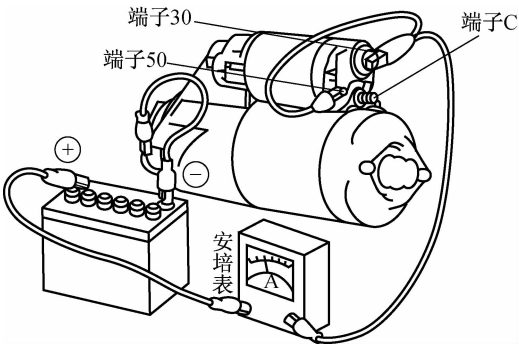


图 4-16 起动机的空载检查

- (3)检查起动机应平稳转动,同时驱动齿轮应移出。
- (4)读取电流表的数值,应符合标准值。
- (5)断开端子 50 连接后,起动机应立即停止转动,同时驱动齿轮缩回。



请  
注  
意

在进行上述项目检查时,应注意尽快完成操作,以免烧坏直流电动机的绕组。

### 4.3.2 起动机的使用养护

#### 1. 起动机的养护要求

起动机在使用中有以下养护要求:

- (1)起动机各导线安装应牢固可靠,绝缘良好,起动机外表面应保持清洁,防止短路。
- (2)电刷在电刷架内应滑动自如,无卡滞和晃动现象。
- (3)电刷磨损超过 5%时应更换或修整。
- (4)检查换向器表面无脏污、烧蚀和磨损现象,必要时检修或更换。
- (5)查看电枢轴有无弯曲,检查电枢轴前后配合间隙及驱动齿轮与轴配合间隙应符合规范要求。
- (6)定子、转子绕组接线柱无脱焊现象,绝缘应良好。
- (7)单向离合器夹在虎钳上,转动齿轮应能沿一个方向均匀转动,而沿相反方向不能转动。
- (8)电磁开关触点与接触盘表面无油污或烧蚀现象。
- (9)电磁开关接线柱与吸引线圈无短路现象。

为保证起动机使用性能,维修后应进行空转和制动性能试验,达到规范后才能装车。

#### 2. 使用起动机的注意要点

起动机在使用中应注意以下事项。

##### 1) 禁止长时间使用

起动机的电动机与一般电动机不同,安全使用时间非常短,一般在 10 s 之内,通常最多不应超过 30 s。故发动机起动不起来就不能长时间起动,以免烧坏电动机。在连续使用 10 s 起动不起来时,检查起动机之外的原因,如汽缸压缩压力、燃料系统、点火系统和润滑系统等。

##### 2) 起动机的定期检查

汽车每行驶 3 万~4 万千米以上里程时,应进行检查。

## 4.4 起动系统常见故障诊断与排除

### 4.4.1 起动机空转

#### 1. 故障现象

接通点火开关,起动机只是空转,发动机曲轴不转动。

## 2. 故障产生原因

- (1) 起动机传动装置故障。
- (2) 驱动齿轮或飞轮齿圈严重磨损。

## 3. 故障诊断与排除

(1) 若起动机空转时伴有齿轮的撞击声,则表明飞轮齿圈的齿或起动机驱动齿轮的齿磨损严重或已损坏,致使其不能正确地啮合,应修整或更换相应部件。

(2) 起动机传动装置故障有单向离合器弹簧损坏、单向离合器滚柱磨损严重、单向离合器套筒的花键槽锈蚀等。这些故障会阻碍驱动齿轮的正常移动,造成不能与飞轮齿圈准确啮合,应修整或更换相应部件。

### 4.4.2 起动机起动无力

#### 1. 故障现象

接通点火开关时,起动机能够带动发动机转动,但转速过低甚至稍转即停。

#### 2. 故障产生原因

起动机能运转,说明控制电路工作正常,但起动机运转无力,则说明带负荷能力降低,实际输出功率减小。主要有以下几方面的原因:

- (1) 蓄电池存电不足。
- (2) 导线接触不良。
- (3) 起动机本身无力。

起动机本身无力的原因通常有以下几点:

- ① 换向器有油污或烧蚀。
  - ② 电刷磨损过甚或弹簧弹力不足。
  - ③ 励磁绕组或电枢绕组局部短路。
  - ④ 电磁开关接触盘烧蚀。
  - ⑤ 轴承过紧或过松。
  - ⑥ 电枢与磁极摩擦。
- (4) 发动机曲轴过紧。

#### 3. 故障诊断与排除

接通前照灯,再接通起动机,看灯光变化情况。若灯光立即熄灭或灯丝变成暗红色,说明蓄电池存电不足或蓄电池接触不良(起动后可用手摸试,接触不良处特别热);若灯光变暗,起动机冒烟,说明起动机内部有短路故障;若灯光基本保持原有亮度,说明起动机主电路有断路或接触不良故障,应检查电刷接触面积及弹簧弹力是否过小,电刷是否有油污,定子、转子有无断路等。

若起动机经检查均正常,则应对曲轴紧度进行检查。

### 4.4.3 起动机不转

#### 1. 故障现象

接通点火开关时,起动机没有转动迹象。

## 2. 故障产生原因

### 1) 蓄电池方面故障

- (1) 蓄电池长期存电不足或蓄电池内部存在严重故障。
- (2) 接线柱表面氧化严重,致使接触不良。

### 2) 继电器方面故障

- (1) 起动继电器线圈断路、短路。
- (2) 起动继电器触点烧蚀、污染,铁芯及触点臂气隙过大。
- (3) 保护继电器触点烧蚀。

### 3) 起动机方面故障

- (1) 换向器烧蚀、磨损起沟槽。
- (2) 电刷卡死在电刷架内,弹簧折断。
- (3) 励磁绕组或电枢绕组出现断路、短路故障。
- (4) 电磁开关吸引线圈或保持线圈出现断路、短路故障,接触盘严重烧蚀。

### 4) 其他方面故障

- (1) 点火开关失灵。
- (2) 各有关导线断路、连接不良或线路连接错误。
- (3) 采用充电指示灯组合式继电器时,硅整流发电机正极管击穿短路。

## 3. 故障诊断

- (1) 在未接通点火开关前,先进行按喇叭和开前照灯试验。如喇叭声响低沉、沙哑,灯光暗淡,应先检查蓄电池存电及正、负接线柱连接情况。
- (2) 检查相关的继电器及保险丝是否正常。
- (3) 根据起动系统的实际连线情况,检查各连线及接点处的连接情况。
- (4) 检查起动机是否正常。
- (5) 综合考虑发动机其他方面的问题进行综合检测。

### 4.4.4 起动机其他故障

#### 1. 起动时有打齿现象

##### 1) 故障现象

接通点火开关,起动机在飞轮齿圈处发出强烈的打齿声,且不能带动发动机运转。

##### 2) 故障产生原因

- (1) 起动机安装螺钉松动。
- (2) 驱动齿轮与飞轮齿圈正常啮合的位置调整不当,即当主电路已接通,驱动齿轮还未与飞轮齿圈完全啮合,从而引起打齿现象。
- (3) 起动机电枢轴与轴承径向间隙过大。
- (4) 驱动齿轮和飞轮齿圈的齿损坏严重。

#### 2. 电磁开关吸合不牢

##### 1) 故障现象

当接通点火开关时,听见电磁开关吸合的“哒、哒”声,但发动机不能被起动。

## 2)故障产生原因

蓄电池存电不足、内部短路或连接导线接触不良,致使蓄电池输出电压降低。当点火开关接通时,蓄电池小电流向起动继电器与电磁开关吸引线圈及保持线圈供电,蓄电池内部压降不大,端电压较高,能够带动起动继电器与电磁开关工作。但是,当起动机主回路通电后,大电流放电使蓄电池端电压立即下降,当其低于起动继电器与电磁开关的工作电压时,起动继电器的触点和电磁开关将自动断开,驱动齿轮退回原位。当主电路断电后,蓄电池内部压降减小,端电压又回升到高于起动继电器与电磁开关的工作电压时,起动继电器触点和电磁开关也随之闭合,驱动齿轮又被拨向啮合位置。如此周而复始,导致电磁开关、驱动齿轮往返运动撞击,发出“哒、哒”声。

## 3. 咬齿

### 1)故障现象

起动过程中,当断开点火开关后,驱动齿轮与飞轮齿圈仍然保持啮合而不复位。

### 2)故障产生原因

- (1)起动继电器触点烧蚀。
- (2)电磁开关接触盘与接线柱烧蚀,活动铁芯卡住或复位弹簧折断。
- (3)操纵机构无断电行程。
- (4)起动机安装不牢,使电枢轴倾斜。

## 习 题 4

4-1 起动机由哪些部分组成?

4-2 起动机的单向离合器有哪些类型? 单向离合器的作用是什么?

4-3 起动机的就车检查项目有哪些?

4-4 起动系统常见的故障有哪些?

## 实训 起动机的解体、检修、装复及调整

### 1. 实训目的

掌握起动机的解体方法;

掌握起动机解体后的检测与维修方法。

### 2. 实训仪器和设备

起动机、一字起子、十字起子、尖嘴钳、扭力扳手、开口扳手、台虎钳、千分尺、百分表、V形铁、游标卡尺、厚薄规等。

### 3. 实训步骤

#### 1)起动机的解体

(1)如图 4-17 所示,用扳手旋下电磁开关接线柱的螺母,取下导线。

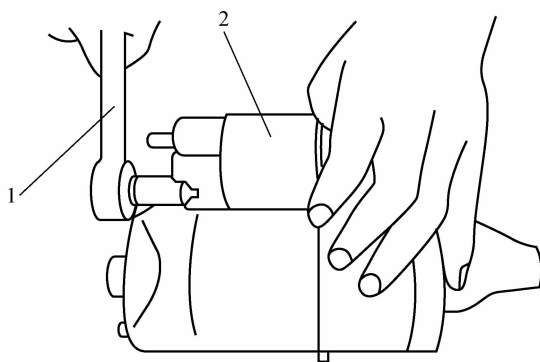


图 4-17 起动机导线的拆卸

1—扳手；2—电磁开关

(2)如图 4-18 所示,旋下起动机贯穿螺钉和衬套螺钉,取下衬套座和端盖,取出垫片组件和衬套。

(3)如图 4-19 所示,用尖嘴钳将电刷弹簧抬起,拆下电刷架及电刷。

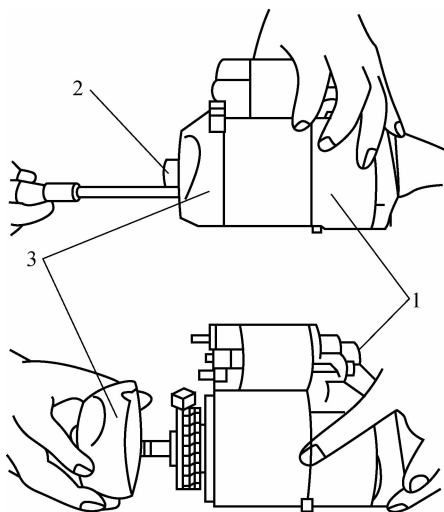


图 4-18 起动机衬套及端盖的拆卸

1—起动机；2—衬套座；3—端盖

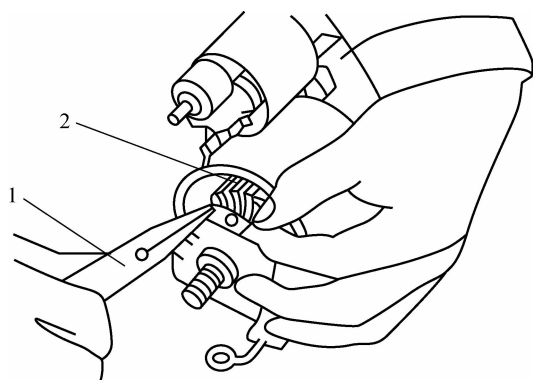


图 4-19 起机电刷的拆卸

1—尖嘴钳；2—电刷弹簧

(4)如图 4-20 所示,取下励磁绕组后,用扳手旋下螺栓,从驱动端盖上取下电磁开关总成。

(5)如图 4-21 所示,在取出转子后,从端盖上取下传动叉,然后取出驱动齿轮与单向离合器,再取出驱动齿轮衬套。

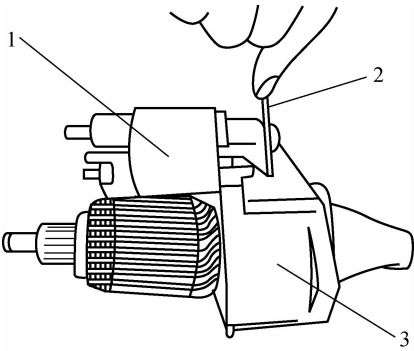


图 4-20 起动机电磁开关的拆卸  
1—电磁开关；2—扳手；3—驱动端盖

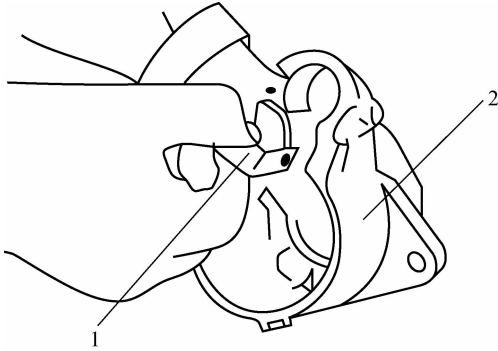


图 4-21 起动机传动叉的拆卸  
1—传动叉；2—端盖

## 2) 起动机零件的检修

(1) 电枢轴的检修。用百分表检查起动机电枢轴是否弯曲,如图 4-22 所示。若摆差超过 0.1 mm,应进行矫正。若电枢轴上的花键齿槽严重磨损或损坏,应进行修复或更换。

电枢轴轴颈与衬套的配合间隙,不得超过 0.15 mm。间隙过大,应更换新套,并进行检验。

(2) 整流器的检修。检查整流器有无脏污和表面烧蚀现象,若出现此情况,用 400 号砂纸修磨或在磨床上修整。

检查整流器的径向圆跳动量,如图 4-23 所示。将整流器放在 V 形铁上,用百分表测量圆周上径向圆跳动量,最大允许径向圆跳动量为 0.05 mm。若径向圆跳动量大于规定值,应在车床上矫正。

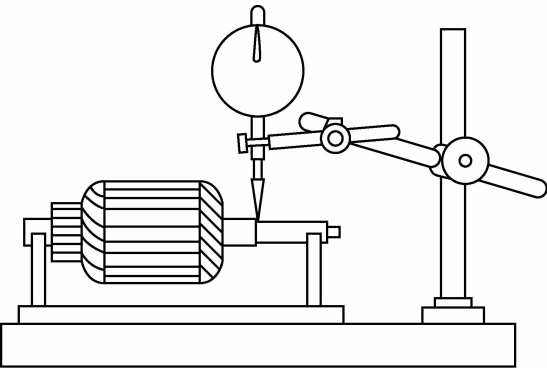


图 4-22 电枢轴弯曲度的检查

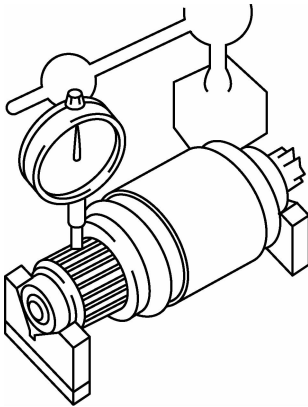


图 4-23 检查整流器径向圆跳动量

用游标卡尺测量整流器的直径,如图 4-24 所示。其标准值为 30.0 mm,最小直径为 29.0 mm。若直径小于最小值,应更换电枢。

(3) 励磁绕组的检修。检查励磁绕组是否断路,如图 4-25 所示。用欧姆表检查励磁绕组引线和电刷引线之间的导通性,如未导通,应更换磁极框架。

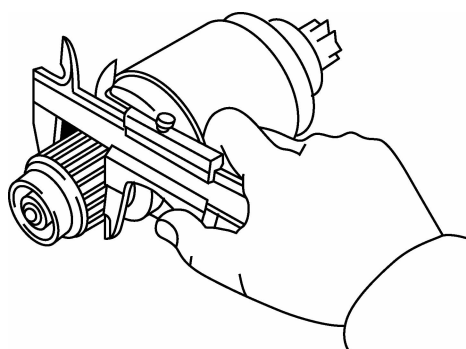


图 4-24 检查整流器直径

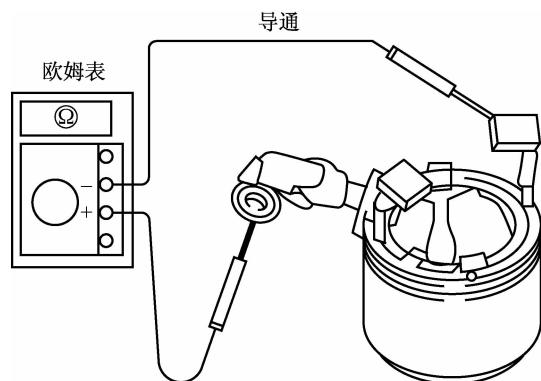


图 4-25 检查励磁绕组是否断路

检查励磁绕组是否搭铁。用欧姆表检查励磁绕组末端与磁极框架之间的导通性,应不导通,如图 4-26 所示。若导通,应修理或更换磁极框架。

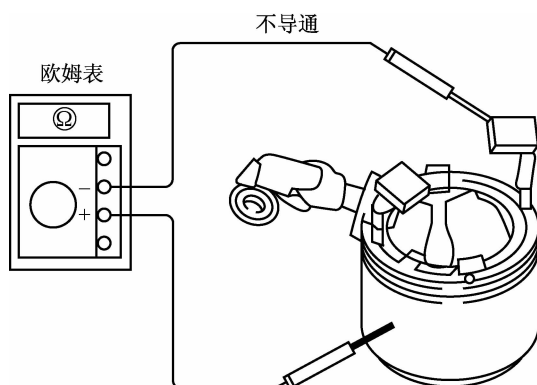


图 4-26 检查励磁绕组是否搭铁

(4)电刷架的检修。用欧姆表检查电刷架正极(+)与负极(-)之间的导通性,应不导通,如图 4-27 所示。若导通,应修理或更换电刷架。

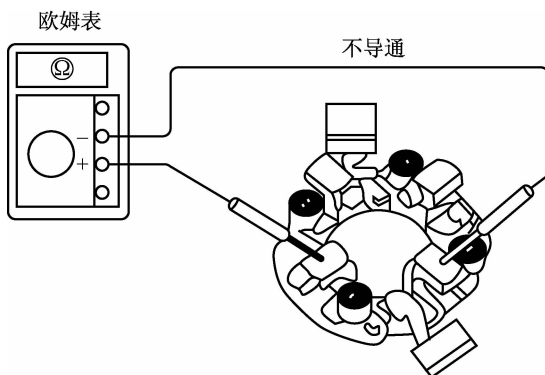


图 4-27 检查电刷架绝缘情况

(5)离合器的检修。检查起动机离合器是否打滑或卡滞,如图 4-28 所示。将离合器夹在台虎钳上,在花键套筒中套入花键轴,将扭力扳手接在花键轴上,测得力矩应大于规定值,

否则说明离合器打滑。反向转动离合器应不卡滞,否则应修理或更换离合器总成。

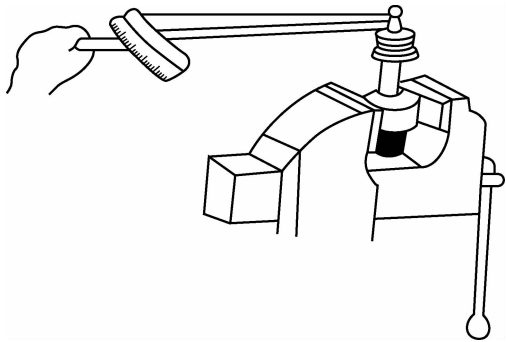


图 4-28 检查起动机离合器工作是否正常

(6)电磁开关的检修。检查电磁开关内部线圈断路、短路或搭铁故障,可用万用表测线圈电阻后与标准值比较进行判断。

按照如图 4-29 所示连接好线路,接通开关 K 后应能听到活动铁芯动作的声音,同时试灯 L 应被点亮;开关 K 断开后,试灯 L 应立即熄灭,否则应更换电磁开关或更换起动机总成。

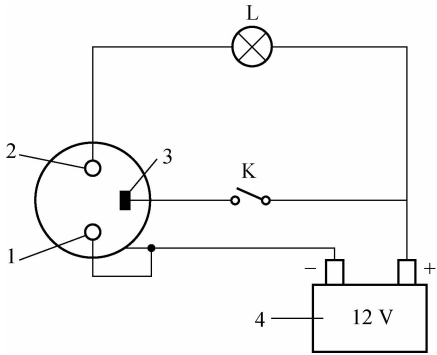


图 4-29 电磁开关的检查

1—励磁绕组接线柱; 2—蓄电池接线柱; 3—点火开关接线柱; 4—蓄电池

### 3) 起动机装复与调整

#### (1) 起动机装复。

- ①将离合器和传动叉装入后端盖内。
- ②装入中间轴承支撑板。
- ③将电枢轴插入后端盖内。
- ④装上电动机外壳和前端盖,并用贯穿螺钉锁紧。
- ⑤装电刷和防尘罩。
- ⑥装起动机开关。

起动机装复后应转动灵活,各摩擦部位涂润滑油予以润滑,电枢轴的轴向间隙应符合标准。

#### (2) 起动机调整。

- ①驱动齿轮与限位环间隙的检查调整。将引铁拨至前端极限位置,用厚薄规测量驱动

齿轮端面与限位环之间的间隙,应与标准相符。若不合要求应转动连杆进行调整。拧入连杆,间隙减小;反之则间隙增大。

②起动机驱动齿轮端面与端盖凸缘距离的调整。驱动齿轮端面与端盖凸缘间应有一定的距离,一方面是防止驱动齿轮分离时撞击电枢绕组;另一方面是保证在分离状态时,驱动齿轮与飞轮不会相碰。调整时应松开固定螺母,转动限位螺钉进行调整。

4. 配分、评分标准

| 作业项目       | 考核内容                      | 配 分 | 评分标准                        | 评分记录 | 扣 分 | 得 分 |
|------------|---------------------------|-----|-----------------------------|------|-----|-----|
| 起动机的<br>拆装 | 解体起动机                     | 20  | 解体方法不正确扣 20 分               |      |     |     |
|            | 起动机的装复                    | 30  | 装复方法不正确扣 15 分               |      |     |     |
|            |                           |     | 装复结果不正确扣 15 分               |      |     |     |
|            | 起动机的调整                    | 30  | 调整方法不正确扣 15 分               |      |     |     |
|            |                           |     | 调整结果不正确扣 15 分               |      |     |     |
| 安全文明<br>生产 | 遵守安全操作规程,正确使用工具、量具,操作现场整洁 | 20  | 每项不合格扣 5 分                  |      |     |     |
|            | 安全用电,无人身、设备事故             |     | 因违规操作发生重大人身和设备事故时,实训成绩为 0 分 |      |     |     |
| 分数合计       |                           | 100 | —                           |      |     |     |

# 第 5 章 汽车点火系统



## 知识目标

- ☆ 了解点火系统的类型；
- ☆ 熟悉电子点火系统的基本结构及工作原理；
- ☆ 掌握电子点火系统的常见故障诊断与排除方法；
- ☆ 熟悉计算机控制点火系统的组成及分类；
- ☆ 熟悉计算机控制点火系统主要部件的基本结构；
- ☆ 掌握计算机控制点火系统的常见故障诊断与排除方法。



## 技能目标

- ☆ 能按规范对火花塞进行检测；
- ☆ 能按规范对点火器进行检查。

点火系的作用是将汽车电源供给的低压电转化为高压电,并按照汽油机的做功顺序与点火时刻的要求,适时准确地将高压电送至各缸的火花塞,使火花塞跳火,点燃汽缸内的混合气。

目前,应用在汽车上的点火系统较多,大致可分为传统点火系、电子点火系及计算机控制点火系等。传统点火系现已基本被淘汰,本章不再介绍。

## 5.1 电子点火系统

电子点火系统以蓄电池和发电机为电源,通过点火线圈和半导体晶体管将电源的低压电转化为高压电,是目前国内、外汽车上广泛应用的点火系统。

### 5.1.1 电子点火系统的类型

#### 1. 按点火能量的储存方式分类

##### 1) 电感储能式电子点火系

所谓电感储能式,就是点火系电火花的能量以磁场的形式储存在点火线圈中。

##### 2) 电容储能式电子点火系

所谓电容储能式,就是点火系电火花的能量以电场的形式储存在专门的电容器中。

#### 2. 按信号发生器的原理分类

电子点火系统按信号发生器原理的不同可分为电磁感应式(如丰田车系)、霍尔效应式(如大众车系)、光电式(如日产车系)及电磁振荡式等类型。

3. 按高压电的配电方式分类

电子点火系统按高压电配电方式的不同可分为机械配电式(有分电器点火系)及计算机配电式(无分电器点火系)等类型。

4. 按控制点火线圈初级电流的电子元件分类

电子点火系统按控制点火线圈初级电流电子元件的不同可分为晶体管式、晶闸管式及集成电路式等类型。

5. 按点火系统有无触点分类

电子点火系统按其有无触点可分为有触点式及无触点式等类型。

5.1.2 电子点火系统的基本结构

电子点火系统一般由低压电源(蓄电池)、点火信号发生器转子、电子点火控制器、配电器、点火线圈及火花塞等部件组成,如图 5-1 所示。

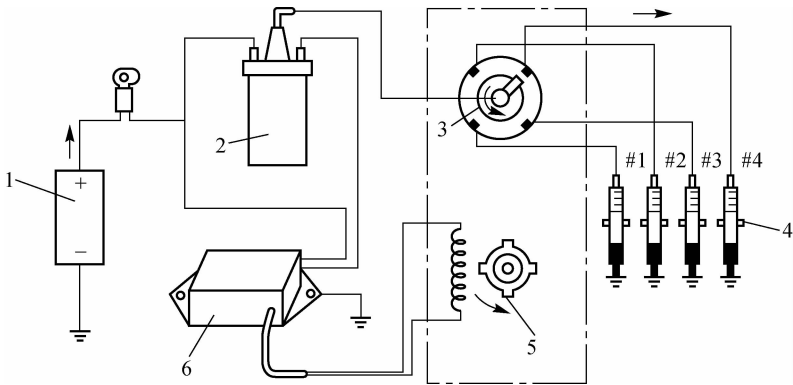


图 5-1 电子点火系统的组成

1—蓄电池; 2—点火线圈; 3—配电器; 4—火花塞; 5—点火信号发生器转子; 6—电子点火控制器

1. 分电器

一般将配电器、点火信号发生器和点火提前角调节机构合在一起,称为分电器。

1) 配电器

如图 5-2 所示,配电器由分电器盖和分火头组成,其作用是按发动机点火顺序,将高压电分配到各缸火花塞上。

分火头插装在分电器轴的顶端,和点火信号发生器转子一起旋转,其上有金属导电片。分电器盖的中间有高压线插孔,其内装有带弹簧的电刷,电刷压在分火头的导电片上。分电器盖的外围有与发动机汽缸数相等的旁电极插孔,以安装分缸高压线。

2) 点火信号发生器

点火信号发生器其实就是传感器。常用的点火信号发生器有电磁感应式、霍尔式和光电式等。

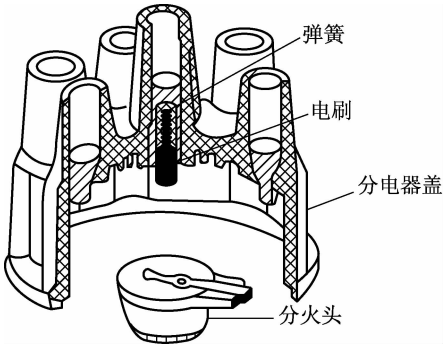


图 5-2 配电器结构

3) 点火提前角调节机构

点火时刻对发动机的性能影响很大。从火花塞跳火开始到混合气燃烧完毕,是需要一定时间的,虽然这段时间很短,但若在活塞到达上止点时开始点火,则混合气燃烧时活塞下移,这将导致汽缸燃烧压力降低、发动机功率减小。因此,混合气应当在活塞到达上止点前进行点火。最佳点火时刻是在活塞到达上止点前的某一刻。



小  
提  
示

在压缩行程后期,从开始点火到活塞到达上止点这段时间用曲轴转角来表示,这个曲轴转角称为点火提前角。

为了保证发动机在任何工况下都能实现在最佳点火时刻点燃混合气,故在分电器内设置了点火提前角调节机构。点火提前角调节机构包括离心式调节器和真空式调节器。

(1) 离心式调节器。离心式调节器的作用是在发动机转速升高时,自动增大点火提前角,其结构如图 5-3 所示。

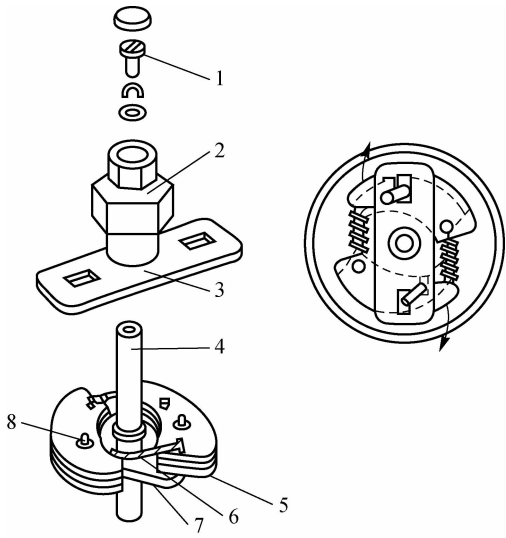


图 5-3 离心式调节器的结构

1—凸轮固定螺钉; 2—断电器凸轮; 3—拨板; 4—分电器轴; 5—重块;  
6—弹簧; 7—托板; 8—销钉

在分电器轴上固定有托板,托板上面有两个离心块,两个离心块的一端套在托板的销钉上,另一端由弹簧拉住。点火信号发生器转子和拨板套在分电器轴的上端,而拨板两端的孔也插在重块的销钉上。

当发动机转速升高时,重块在离心力作用下克服弹簧拉力向外甩开,重块上的销钉便推动拨板带着信号转子轴沿分电器轴旋转方向多转过一个角度,使转子爪极提前离开定子爪极,点火提前角增大;反之,当转速降低时,离心力减小,弹簧便拉动重块、拨板和信号转子轴沿分电器轴旋转相反方向退回一个角度,使点火提前角自动减小。

(2) 真空式调节器。真空式调节器的作用是在发动机负荷变化时,自动调节点火提前角。其装于分电器壳体一侧,结构如图 5-4 所示。在分电器壳体内固定有弹性金属片制成的膜片,膜片中心一侧与拉杆固连,另一侧压有弹簧。拉杆由壳底座孔中伸出,与底板相连,

拉动底板带着信号发生器的定子相对于轴产生角位移。

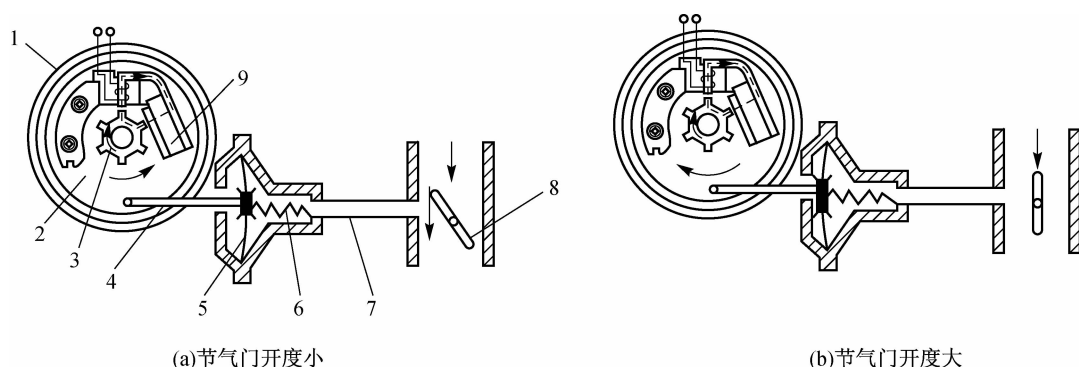


图 5-4 真空式调节器的结构

1—分电器壳体；2—底板；3—点火信号发生器转子；4—拉杆；5—膜片；6—弹簧；  
7—真空接管；8—节气门；9—永久磁体

## 2. 电子点火控制器

电子点火控制器的作用是控制点火系统初级电路的导通与截止，它的内部为集成电路。

## 3. 点火线圈

点火线圈的作用是将电源的低压电转变为高压电。点火线圈按冷却方式的不同可分为沥青式、油浸式和气冷式，按有无附加电阻可分为带附加电阻型和不带附加电阻型，按接线柱的多少可分为两接线柱式和三接线柱式，按铁芯形状不同可分为开磁路式和闭磁路式，按功能差异可分为普通型和高能型。下面主要介绍开磁路式和闭磁路式点火线圈。

### 1) 开磁路式点火线圈

传统的开磁路式点火线圈的基本结构如图 5-5 所示，主要由铁芯、线圈、胶木盖及瓷杯等组成。

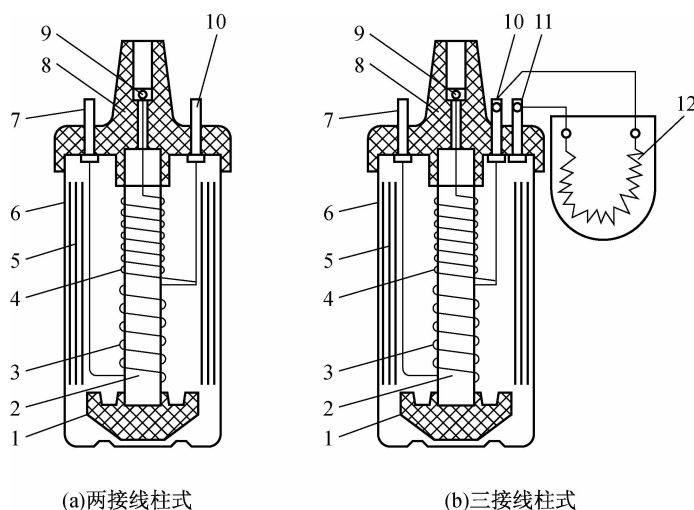


图 5-5 开磁路式点火线圈的结构

1—瓷杯；2—铁芯；3—初级线圈；4—次级线圈；5—铜片；6—外壳；7—负接线柱；8—胶木盖；  
9—高压线插座；10—正接线柱；11—开关接线柱；12—附加电阻

铁芯用 0.3~0.5 mm 厚的硅钢片叠制而成,铁芯上绕有初级线圈和次级线圈。次级线圈通常用直径为 0.06~0.10 mm 的漆包线绕成 11 000~26 000 匝;初级线圈通常用 0.5~1.0 mm 的漆包线绕成 230~370 匝。

三接线柱式点火线圈壳体外部装有一附加电阻。附加电阻也称热敏电阻,它由低碳钢丝、镍铬丝或纯镍丝制成,具有温度升高时电阻迅速增大、温度降低时电阻迅速减小的特点。发动机工作时,利用附加电阻这一特点自动调节初级电流,可以改善点火系统的工作特性。

当发动机低速工作时,初级电流增长时间长,电流大,附加电阻受热阻值增大,可以避免初级电流过大,防止点火线圈过热;当发动机高速工作时,初级电流增长时间短,电流小,附加电阻温度较低,可使初级电流上升些,保证了发动机在高速工作时点火系统能供给较强的高压电而不至于断火。所以转速变化时,附加电阻较好地解决了高速断火和低速点火时线圈过热的问题,改善了点火性能。

2)闭磁路式点火线圈

闭磁路式点火线圈的结构如图 5-6 所示。

传统的开磁路式点火线圈中,次级线圈在铁芯中的磁通通过导磁钢片构成回路,磁力线的上、下部分从空气中通过,如图 5-7(a)所示,其磁路的磁阻大,磁通损失大,转换效率低(约 60%)。

闭磁路式点火线圈的铁芯是“日”字形或“口”字形,铁芯内绕有初级线圈,在初级线圈外面绕有次级线圈,其铁芯构成闭合磁路,磁路中只设有一个微小的空气隙,如图 5-7(b)所示。闭磁路式点火线圈漏磁少,磁阻小,能量损失小,变换效率高,可使点火线圈小型化。

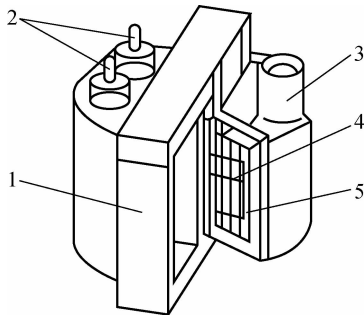
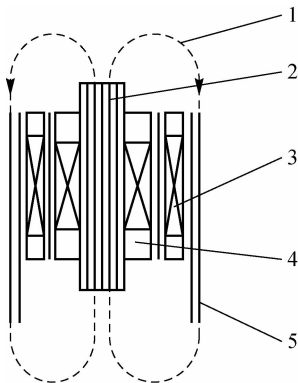
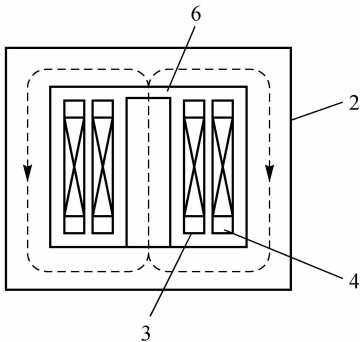


图 5-6 闭磁路式点火线圈的结构  
1—铁芯; 2—初级线圈接线柱; 3—次级线圈接线柱;  
4—初级线圈; 5—次级线圈



(a)开磁路式点火线圈的磁路



(b)闭磁路式点火线圈的磁路

图 5-7 点火线圈磁路

1—磁力线; 2—铁芯; 3—初级线圈; 4—次级线圈; 5—导磁钢片; 6—空气隙

#### 4. 火花塞

火花塞的作用是将高压电引进发动机燃烧室,在电极间形成火花,以点燃可燃混合气。火花塞拧装于汽缸盖的火花塞孔内,下端电极伸入燃烧室,上端连接分缸高压线。火花塞的工作条件十分恶劣,它承受高压、高温及燃烧产物的强烈腐蚀。因此,火花塞必须具有足够的强度,能承受温度的剧烈变化,有良好的热特性。

##### 1) 火花塞的构造

火花塞主要由绝缘体、中心电极、侧电极和壳体等组成,如图 5-8 所示。

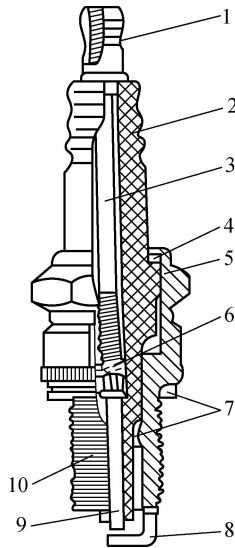


图 5-8 火花塞的构造

1—接线螺母；2—绝缘体；3—接线螺杆；4—内垫圈；5—火花塞壳体；

6—密封剂；7—密封垫圈；8—侧电极；

9—中心电极；10—绝缘体裙部螺纹

在钢质壳体的内部固定有氧化铝陶瓷绝缘体,在绝缘体中心孔的上部有接线螺杆,杆的上端有接线螺母,用来接高压导线,下部装有中心电极,金属杆与中心电极之间用导体玻璃密封,密封垫圈起密封和导热作用。壳体的上部有便于拆装的六角平面,下部有螺纹,用于把火花塞安装到发动机汽缸盖内,壳体下端焊接有弯曲的侧电极。

电极一般采用耐高温、耐腐蚀的镍锰合金钢或铬锰氮、钨、镍锰硅等制成,也有的采用镍包铜材料制成,以提高散热性能。

火花塞与汽缸盖座孔之间应保证密封,密封方式有平面密封和锥面密封两种。平面密封时,在火花塞与座孔之间需加装密封圈;锥面密封是靠火花塞壳体的锥形面与汽缸盖之间相应的锥形面进行密封,不需要加装密封圈。

##### 2) 火花塞的热特性

要使火花塞能正常工作,其温度应保持在  $500 \sim 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,这样才能使落在绝缘体上的油滴立即烧掉,不致形成积炭,通常称这个温度为火花塞的自净温度。如果实际工作温度低于自净温度,就可能使油雾聚集成油层,引起积炭而不能跳火。如果实际温度过高,如超过  $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,会形成炽热点,发生表面点火,使发动机损坏。

火花塞热特性就是指火花塞发火部位的热量向发动机冷却系统散发的性能。影响火花

塞热特性的主要因素是火花塞裙部的长度。裙部较长,受热面积大,吸收热量多,散热少,裙部温度较高,把这种火花塞称为热型火花塞;反之,当裙部较短时,吸热少,散热多,裙部温度较低,把这种火花塞称为冷型火花塞,如图 5-9 所示。

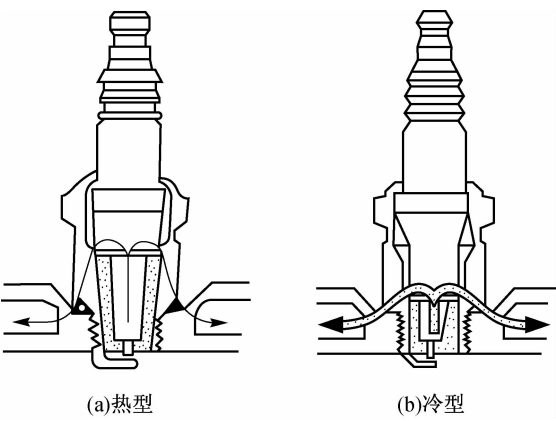


图 5-9 热型和冷型火花塞

火花塞热特性常用热值表示。国产火花塞热值分别用 1、2、3、4、5、6、7、8 等阿拉伯数字表示。其中,1、2、3 表示为低热值火花塞;4、5、6 表示为中热值火花塞;7、8、9 及以上表示为高热值火花塞。热值数越高,表示散热性越好,因而小数字为热型火花塞,大数字为冷型火花塞。

3)火花塞的型号

火花塞的型号由三部分组成。

(1)第一部分。第一部分为汉语拼音字母,表示火花塞结构类型及主要尺寸,见表 5-1。

表 5-1 火花塞结构类型及主要尺寸

| 代表字母 | 螺纹规格     | 安装座形式 | 安装螺纹旋合长度/mm | 壳体六角对边/mm |
|------|----------|-------|-------------|-----------|
| A    | M10×1    | 平座    | 12.7        | 16        |
| C    | M12×1.25 | 平座    | 12.7        | 17.5      |
| D    | M12×1.25 | 平座    | 19          | 17.5      |
| E    | M14×1.25 | 平座    | 12.7        | 20.8      |
| F    | M14×1.25 | 平座    | 19          | 20.8      |
| G    | M14×1.25 | 平座    | 9.5         | 20.8      |
| H    | M14×1.25 | 平座    | 11          | 20.8      |
| Z    | M14×1.25 | 平座    | 11          | 19        |
| KE   | M14×1.25 | 平座    | 12.7        | 16        |
| K    | M14×1.25 | 平座    | 19          | 16        |
| L    | M14×1.25 | 矮形平座  | 9.5         | 19        |
| M    | M14×1.25 | 矮形平座  | 11          | 19        |
| N    | M14×1.25 | 矮形平座  | 7.8         | 19        |

续表

| 代表字母 | 螺纹规格/(mm×mm) | 安装座形式 | 安装螺纹旋合长度/mm | 壳体六角对边/mm |
|------|--------------|-------|-------------|-----------|
| P    | M14×1.25     | 锥座    | 11.2        | 16        |
| Q    | M14×1.25     | 锥座    | 17.5        | 16        |
| R    | M18×1.5      | 平座    | 12          | 26        |
| S    | M18×1.5      | 平座    | 19          | 20.8      |
| T    | M18×1.5      | 锥座    | 10.9        | 20.8      |

(2)第二部分。第二部分为阿拉伯数字,表示火花塞热值。

(3)第三部分。第三部分为汉语拼音字母或通用符号字母,表示火花塞产品结构特征、发火端特征、材料特性及特殊技术要求,无字母者为普通型火花塞。若用两个以上字母表示火花塞特征及特殊技术要求时,按 R(电阻型火花塞)、B(半导体型火花塞)、T(绝缘体突出型点火位置 3 mm 以下火花塞)、Y(沿面放电型火花塞)、J(三侧极型火花塞)、H(环状电极火花塞)、U(U 形槽侧电极火花塞)、V(V 形槽中心电极火花塞)、C(镍—铜复合电极火花塞)、F(半螺纹火花塞)的次序排列。

(4)型号示例。A5 型火花塞:螺纹规格为 M10×1;安装螺纹旋合长度为 12.7 mm;壳体六角对边为 16 mm;热值为 5;普通型点火位置 3 mm 以下平座火花塞。

F5RTC 型火花塞:螺纹规格为 M14×1.25;安装螺纹旋合长度为 19 mm;壳体六角对边为 20.8 mm;热值为 5;带电阻及镍—铜复合电极、绝缘体突出型点火位置 3 mm 以下平座火花塞。

5.1.3 电子点火系统的工作原理

电子点火系统的工作原理如图 5-10 所示。转动的分电器根据发动机做功的需要,使信号发生器(传感器)产生某种形式的电压信号(有模拟信号和数字信号两种),该电压信号经点火器大功率晶体管前置电路的放大、整形等处理后,控制串联于点火线圈初级回路的大功率晶体管的导通和截止。大功率晶体管导通时,点火线圈初级回路通路,点火系统储能;大功率晶体管截止时,点火线圈初级回路断路,次级线圈便产生高压电。

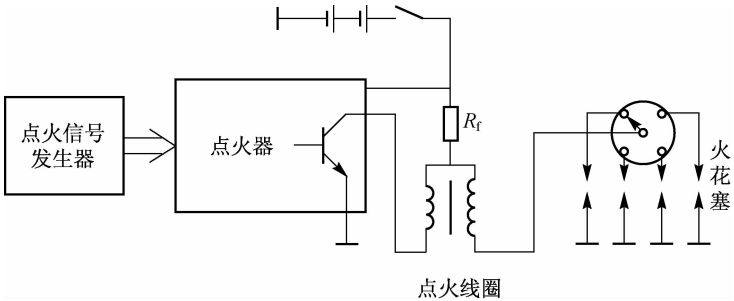


图 5-10 电子点火系统工作原理图

1. 磁脉冲式电子点火系统

如图 5-11 所示为用于日本丰田面包车的无触点磁脉冲式点火系统电路原理图。它由安置在分电器内的传感器、点火控制器及点火线圈等组成。

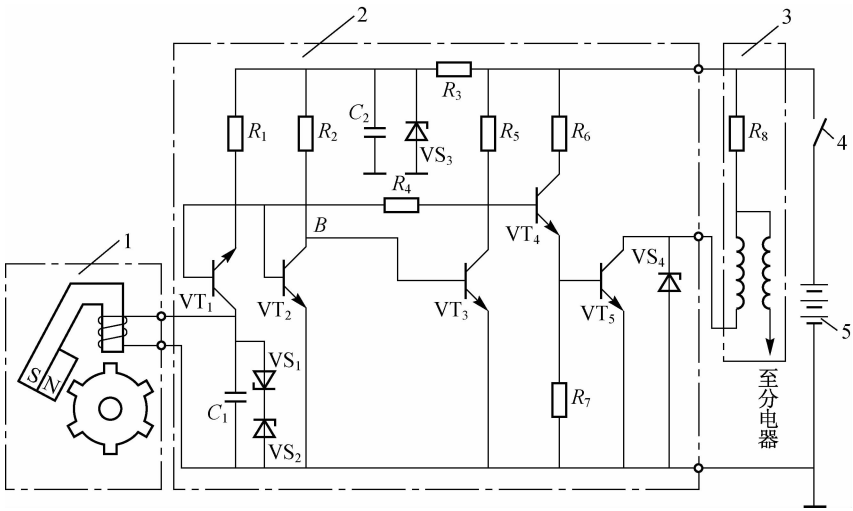


图 5-11 磁脉冲式电子点火系统电路原理图  
1—传感器；2—点火控制器；3—点火线圈；4—点火开关；5—蓄电池

1) 传感器

传感器是一个磁脉冲式点火信号发生器，用来在发动机工作时产生点火信号。它由安装在分电器轴上的点火信号发生器转子、安装在分电器底板上的永久磁体和绕在铁芯上的传感器线圈等组成，如图 5-12 所示。

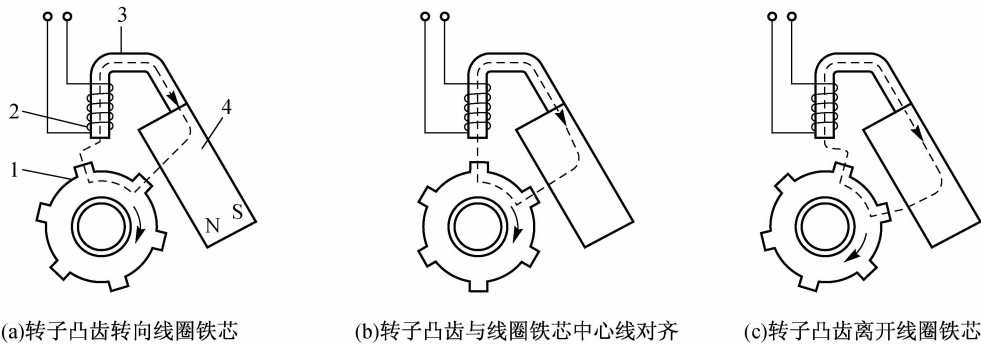


图 5-12 传感器的结构

1—点火信号发生器转子；2—传感器线圈；3—铁芯；4—永久磁体

转子的外缘有凸齿，凸齿数与发动机汽缸数相等。它由分电器轴带动，其转速与分电器轴的转速相等。转子处于图 5-12(a) 所示位置时，转子的凸齿逐渐转向线圈铁芯，与铁芯之间的间隙逐渐减小，穿过线圈铁芯的磁通量逐渐增多。当转子转到图 5-12(b) 所示位置时，转子的凸齿刚好与线圈的铁芯对齐，转子凸齿与铁芯之间的空气间隙最小，穿过线圈铁芯的磁通量最多，但磁通的变化率为零，所以感应的电动势减小到零。转子继续转动，凸齿渐渐离开线圈铁芯，转子凸齿与线圈铁芯之间的空气间隙逐渐加大，穿过线圈铁芯中的磁通量逐渐减少，线圈中产生的感应电动势增大，但方向与磁通增加时相反。当转子转到图 5-12(c) 所示位置时，磁通量减少的速率最大，线圈中的感应电动势反向达到最大值。这样，随着转子不断旋转，在传感线圈中产生如图 5-13 所示大小和方向不断变化的脉冲信号。

2) 点火控制器

点火控制器用来将传感器输入的脉冲信号整形、放大, 转变为点火控制信号, 经开关型大功率晶体管, 控制点火线圈初级回路的通、断和点火系的工作。

点火控制器的工作过程见图 5-11, 具体过程如下:

接通点火开关, 蓄电池向点火线圈和点火控制器供电。当晶体管  $VT_2$  导通时,  $B$  点的电位降低, 晶体管  $VT_3$  截止, 其集电极电位升高, 使晶体管  $VT_4$ 、 $VT_5$  导通, 于是点火线圈的初级回路被接通。初级电流从蓄电池的正极出发, 经点火开关、点火线圈的初级绕组、晶体管  $VT_5$ 、搭铁流回蓄电池负极。当晶体管  $VT_2$  截止时,  $B$  点的电位升高, 晶体管  $VT_3$  导通, 其集电极电位降低, 使晶体管  $VT_4$ 、 $VT_5$  截止, 点火线圈初级回路被切断, 在次级绕组中产生高压电, 击穿火花塞间隙, 点燃混合气。

点火控制器的电路中使用 4 个稳压管, 分别为  $VS_1$ 、 $VS_2$ 、 $VS_3$  及  $VS_4$ 。其中, 稳压管  $VS_1$  和  $VS_2$  用来限制传感器输出信号电压的大小, 以保护晶体管  $VT_1$ 、 $VT_2$ ; 稳压管  $VS_3$  和电容  $C_2$ 、电阻  $R_2$  组成稳压电路, 用来稳定晶体管  $VT_1$ 、 $VT_2$  的电源电压; 稳压管  $VS_4$  保护晶体管  $VT_5$  免受自感电动势的损坏。

2. 霍尔效应式电子点火系统

霍尔效应式无触点电子点火系统是利用霍尔元件的霍尔效应制成传感器产生点火信号, 以控制点火系的工作的。它主要由霍尔传感器、点火控制器及霍尔分电器等组成。

如图 5-14 所示为霍尔效应式无触点电子点火系统的组成示意图。

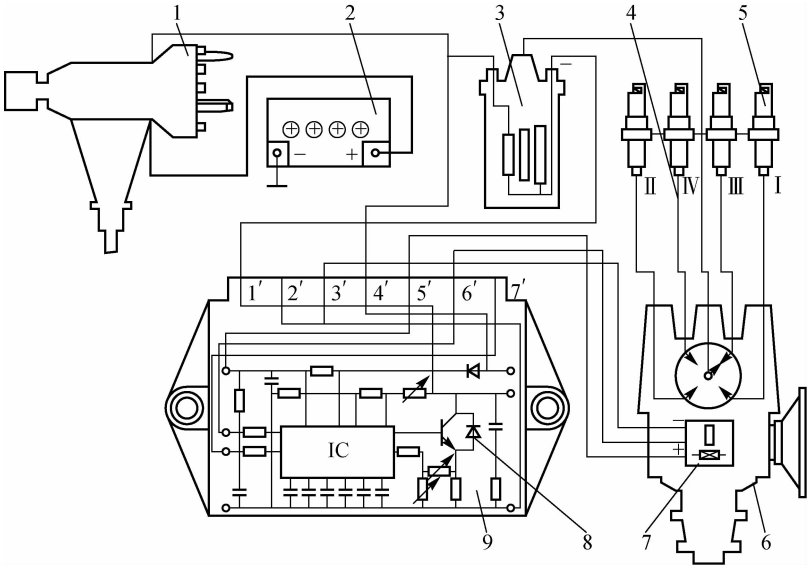


图 5-14 霍尔效应式无触点电子点火系统的组成示意图

1—点火开关; 2—蓄电池; 3—点火线圈; 4—高压线; 5—火花塞; 6—霍尔分电器;  
7—霍尔传感器; 8—达林顿管; 9—点火控制器

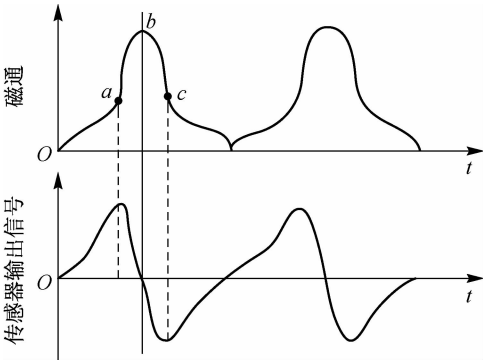


图 5-13 穿过传感线圈的磁通和线圈中的电压信号

1) 霍尔传感器

霍尔传感器安装在霍尔分电器内,用来在发动机工作时产生点火信号。

霍尔传感器由霍尔触发器、永久磁体和带缺口的转子组成,如图 5-15 所示。

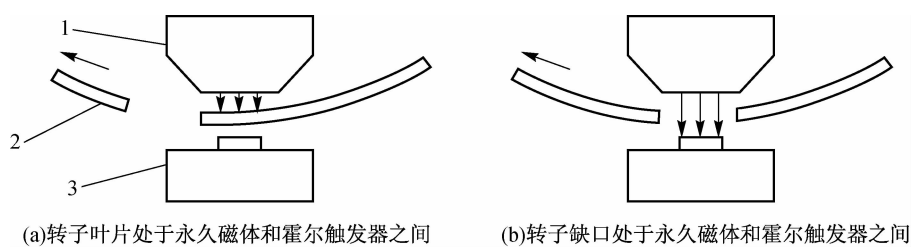


图 5-15 霍尔传感器工作示意图

1—永久磁体; 2—带缺口的转子; 3—霍尔触发器

霍尔触发器也称霍尔元件,是一个带集成电路的电子基片。当外加电压作用在触发器两端时,便有电流在其中通过。如果在与电流垂直的方向上加磁场,则会产生电压  $U_H$ ,  $U_H$  称为霍尔电压。这种现象称为霍尔效应,如图 5-16 所示为霍尔效应示意图。

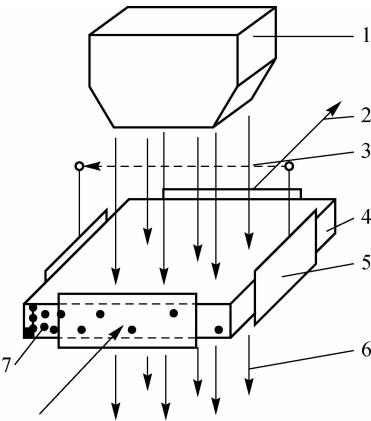


图 5-16 霍尔效应示意图

1—永久磁体; 2—外加电流; 3—霍尔电压; 4—霍尔触发器; 5—基片; 6—磁力线; 7—剩余电子

霍尔电压  $U_H$  的大小与通过的电流  $I$  和外加磁场磁感应强度  $B$  成正比,与基片的厚度  $d$  成反比,可表示为

$$U_H = \frac{R_H}{d} IB \tag{5-1}$$

式中,  $R_H$  为霍尔系数。

霍尔传感器利用霍尔元件的霍尔效应产生点火信号,其工作过程如下:

当转子的叶片进入永久磁体与霍尔触发器之间时,永久磁体的磁力线被转子的叶片旁路,不能作用到霍尔触发器上,不产生霍尔电压;当转子的缺口部分进入永久磁体与霍尔触发器之间时,磁力线穿过缺口作用于霍尔触发器,在外加电压和磁场的共同作用下,霍尔电压升高。发动机工作时,转子不断旋转,转子的缺口与叶片交替地在永久磁体与霍尔触发器之间穿过,使霍尔触发器中产生变化的电压信号,并经内部的集成电路整形为规则的方波信号,输入点火控制电路,控制点火系工作。



小提示

霍尔传感器是汽车传感器中较为重要的一种,学习时,应了解其组成,理解其工作过程,以便在以后的工作中很好地使用。

## 2) 点火控制器

点火控制器由专用的点火集成电路 IC、达林顿管及其他辅助电路组成,它用来将霍尔传感器输入的点火信号整形、放大,并转变为点火控制信号,通过达林顿管控制点火线圈初级回路的接通或断开,在点火线圈次级绕组中产生高压电。



小提示

有些汽车的点火系,将点火控制器功率输出级的达林顿管安装在点火线圈上,以利于散热。

## 3) 霍尔分电器

装有霍尔传感器的分电器称为霍尔分电器,其结构如图 5-17 所示。

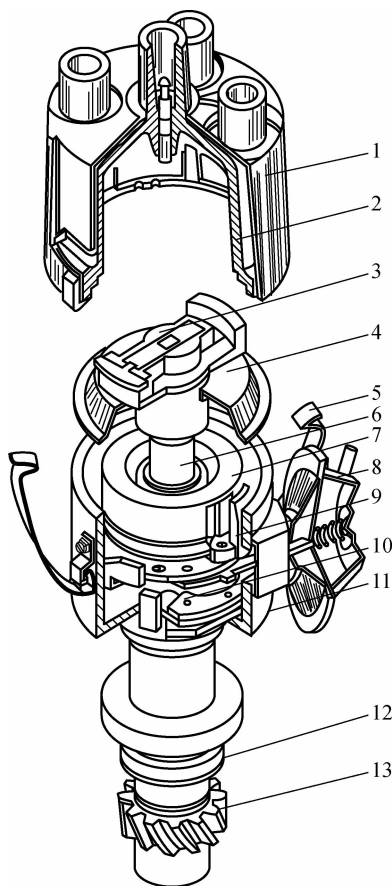


图 5-17 霍尔分电器的结构

- 1—抗干扰屏蔽罩；2—分电器盖；3—分火头；4—防尘罩；5—分电器盖弹簧夹；6—分电器轴；7—缺口转子；  
8—真空点火提前调节装置；9—霍尔传感器及托架总成；10—离心点火提前调节装置；  
11—分电器外壳；12—密封圈；13—斜齿轮

## 5.2 电子点火系统常见故障诊断与排除

### 1. 电子点火系统使用维修注意事项

电子点火系统使用维修时,应注意以下事项:

- (1)拆卸电子点火系统的导线时,应先断开点火开关。
- (2)其各连接线应安装正确、牢固。
- (3)点火系统的搭铁应可靠、良好。
- (4)洗车时,应防止水溅到电子元件上。
- (5)在车上进行电焊作业时,应先拆去蓄电池搭铁线。
- (6)当需要转动发动机而又不想使其发动时,应拔下高压线并将其搭铁,不能使其处于开路状态。

### 2. 电子点火系统故障诊断思路

(1)对于发动机不能发动的电子点火系统故障,首先要区分故障发生在低压电路还是在高压电路。

从分电器中央插孔拔下高压线,使其端头距缸体 5~7 mm,然后用起动机带动发动机转动。若中央高压线端无火花,应先检查电源、低压线路、初级线圈、点火模块是否良好;若低压线路正常,则应检查高压线路中的点火次级线圈、中央高压线是否良好等;若中央高压线端部跳火良好,而发动机仍不能起动机,应检查配电器、分缸高压线和火花塞。

(2)对于发动机起动机不正常的电子点火系统故障诊断,应仔细观察其故障现象,根据现象来进行故障诊断,具体内容见表 5-2。

表 5-2 发动机起动机不正常的电子点火系统常见故障诊断与排除

| 故 障          | 故障产生原因                                                          | 故障排除方法                                                                |
|--------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 怠速不良或失速      | (1)火花塞故障<br>(2)点火线圈故障<br>(3)分电器故障<br>(4)点火正时不当                  | (1)清洁火花塞或更换<br>(2)清洁点火线圈或更换<br>(3)检查分电器<br>(4)调整点火正时                  |
| 发动机“喘气”或加速无力 | (1)火花塞积炭严重<br>(2)点火正时不准<br>(3)点火提前调节装置不起作用<br>(4)线路接触不良         | (1)清除积炭或更换火花塞<br>(2)调整点火正时<br>(3)修理点火提前调节装置或更换<br>(4)清洁各插头            |
| 发动机易爆震       | (1)点火时间过早<br>(2)点火提前调节装置故障<br>(3)火花塞过热或积炭<br>(4)分电器或点火信号传感器工作不良 | (1)调整点火正时<br>(2)修理点火提前调节装置或更换<br>(3)清除积炭或更换火花塞<br>(4)修复分电器及点火信号传感器或更换 |
| 发动机过热及加速时回火  | (1)点火正时不当<br>(2)点火提前调节装置工作不良                                    | (1)调整点火正时<br>(2)检修或更换点火提前调节装置                                         |
| 个别汽缸断火       | (1)高压线漏电或脱落<br>(2)火花塞工作不良<br>(3)分电器插孔烧蚀、漏电或脏污<br>(4)高压线插错       | (1)更换高压线或插好高压线<br>(2)更换火花塞<br>(3)清洁或更换分电器盖<br>(4)重新按点火顺序插高压线          |

## 5.3 计算机控制点火系统

### 5.3.1 计算机控制点火系统组成及分类

计算机控制点火系统取消了机械式点火提前调节装置,由计算机控制点火系随发动机工况的变化自动地调节点火提前角,使发动机在任何工况下均在最佳的点火时刻点火。此外,它还能自动地调节初级回路的导通时间,以适应发动机不同转速的需要。

#### 1. 计算机控制点火系统的组成

计算机控制点火系统一般由传感器、电子控制器、点火器及点火线圈等组成,如图 5-18 所示。

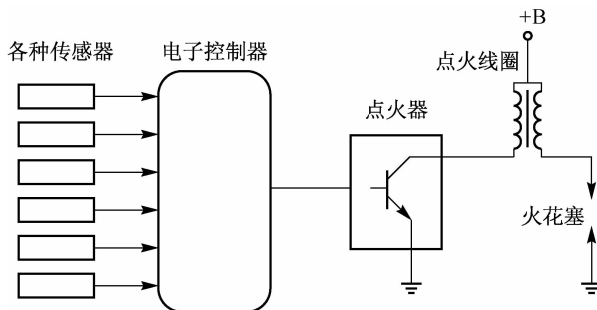


图 5-18 计算机控制点火系统的组成

#### 1) 传感器

传感器是监测发动机各种运行工况信息的装置。传感器的主要类型有以下几种：

- (1) 曲轴位置传感器。
- (2) 空气流量计。
- (3) 水温传感器。
- (4) 氧传感器。
- (5) 节气门位置传感器。
- (6) 车速传感器。
- (7) 空挡开关。
- (8) 点火开关。
- (9) 空调开关。
- (10) 进气温度传感器。
- (11) 爆震传感器。

#### 2) 电子控制器

电子控制器(ECU)的作用是根据发动机各传感器的输入信息及内存数据进行运算、处理、判断,然后输出指令(信号),控制执行器的动作,达到快速、准确控制发动机工作的目的。如图 5-19 所示为电子控制器的基本结构。

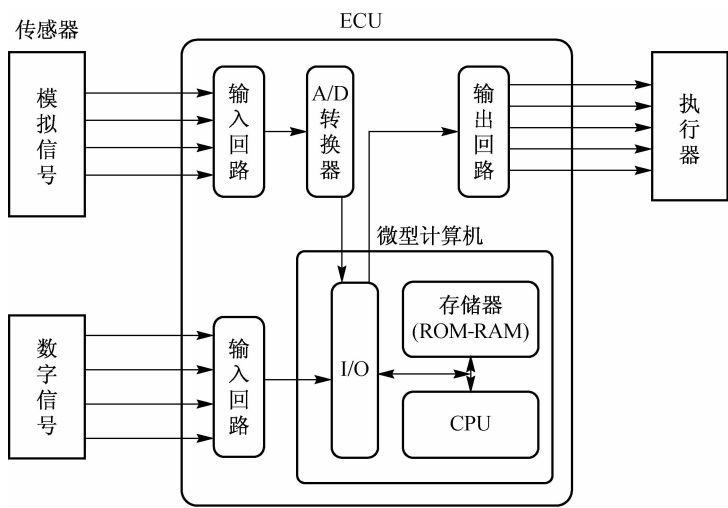


图 5-19 电子控制器(ECU)的基本结构

3) 点火器

点火器的作用是根据电子控制器输出的指令(信号),通过内部大功率晶体管的导通与截止来控制初级电流的通断,以完成点火工作。有些点火器还具有恒流控制、闭合角控制、汽缸判别及点火监视等功能。

2. 计算机控制点火系统的分类

计算机控制点火系统按是否保留分电器可分为非直接点火系统及直接点火系统两种类型。

1) 非直接点火系统

非直接点火系统即有分电器点火系统,其仍然保留分电器,点火线圈产生的高压电是经过分电器中的配电器进行分配的,即由分火头和分电器盖组成的配电器,依照点火顺序适时地将高压电分配至各汽缸,使各汽缸火花塞依次点火。

2) 直接点火系统

直接点火系统即无分电器点火系统,其取消了分电器,点火线圈上的高压线直接与火花塞相连,工作时,点火线圈产生的高压电直接送至各火花塞,由微型计算机根据各传感器输入的信息,依照发动机的点火顺序,适时地控制各汽缸火花塞点火。

无分电器点火系统由于废除了分电器,因此不存在分火头和旁电极间隙跳火的问题,这便减少了能量损失;也不存在分火头与旁电极之间产生火花的问题,使电磁干扰小,节省了安装空间。

直接点火系统又可分为以下两类:

- (1)同时点火方式:两个汽缸合用一个点火线圈,对两个汽缸同时点火。
- (2)单独点火方式:每个汽缸的火花塞配一个点火线圈,单独对本缸点火。

5.3.2 计算机控制点火系统主要部件及点火时刻控制

以丰田汽车发动机微型计算机控制系统(TCCS)为例介绍计算机控制点火系统的主要部件及点火时刻控制。

1. 曲轴位置传感器

曲轴位置传感器的作用是向电子控制器输入活塞位置、曲轴转角、曲轴转速等信息。其按照工作原理的不同可分为磁电式、霍尔式、光电式。曲轴位置传感器可安装在曲轴前端、飞轮壳上、分电器内或分设在曲轴、凸轮轴前端。

TCCS 曲轴位置传感器的基本结构如图 5-20 所示。曲轴位置传感器由 G 信号发生器和 Ne 信号发生器组成。

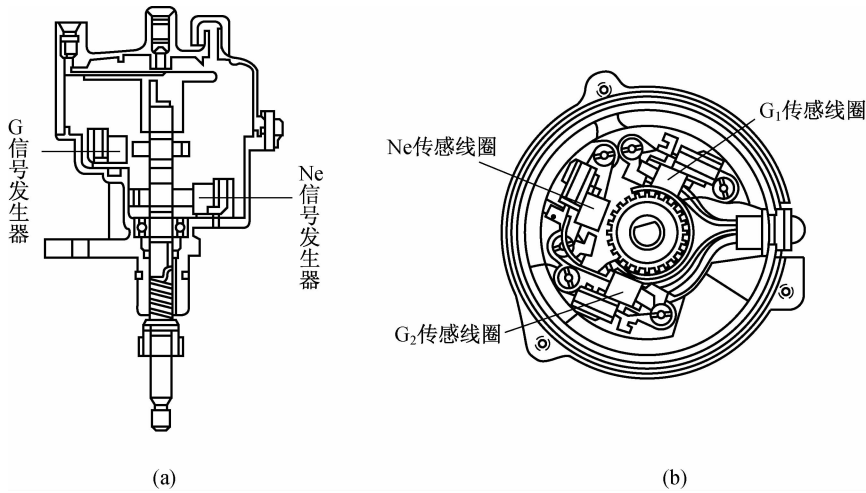


图 5-20 TCCS 曲轴位置传感器的基本结构

Ne 信号是曲轴转角及发动机转速信号。Ne 信号发生器主要由信号转子、Ne 传感线圈组成,如图 5-21 所示。

当信号转子(固定在分电器轴上)随曲轴转动时,轮齿与传感线圈凸缘部的空气隙交替变化,导致传感线圈内磁通变化而产生交变电动势信号 Ne,因有 24 个轮齿,每个交变信号相当于  $30^{\circ}$  曲轴转角,由此可计算出发动机转速。

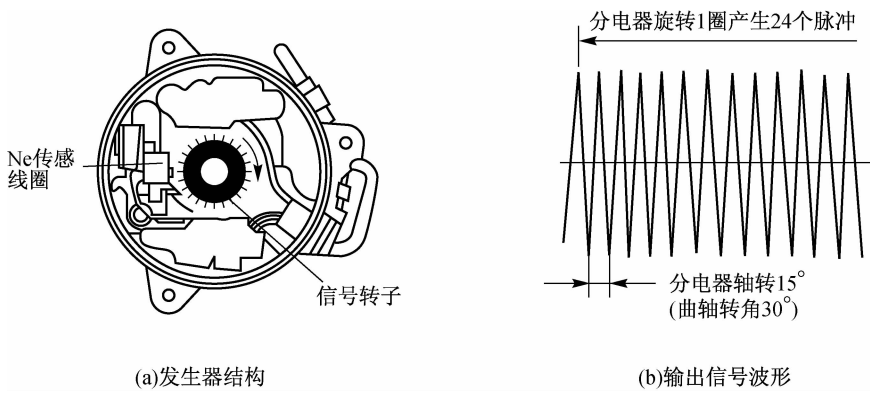


图 5-21 Ne 信号发生器的结构与输出信号波形

G 信号是测试曲轴转角的基准信号,用来判别汽缸及检测活塞上止点的位置。G 信号发生器由带有凸缘的信号转子及  $G_1$ 、 $G_2$  两个传感线圈组成,如图 5-22 所示。

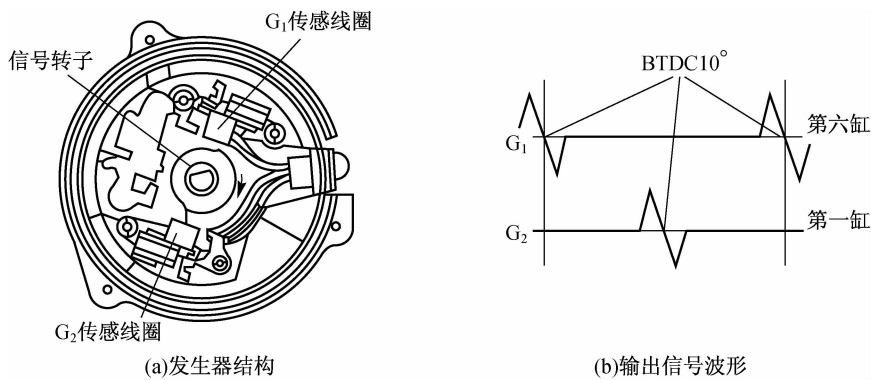


图 5-22 G 信号发生器的结构与输出信号波形

当 G 信号转子上的凸缘通过 G<sub>1</sub> 传感线圈时,产生 G<sub>1</sub> 信号,检测第六缸上止点位置;当 G 信号转子上的凸缘通过 G<sub>2</sub> 传感线圈时,产生 G<sub>2</sub> 信号,检测第一缸上止点位置。G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub> 信号相位相差 180°,分电器转一圈,分别出现一次。

Ne 信号与 G 信号的关系如图 5-23 所示。

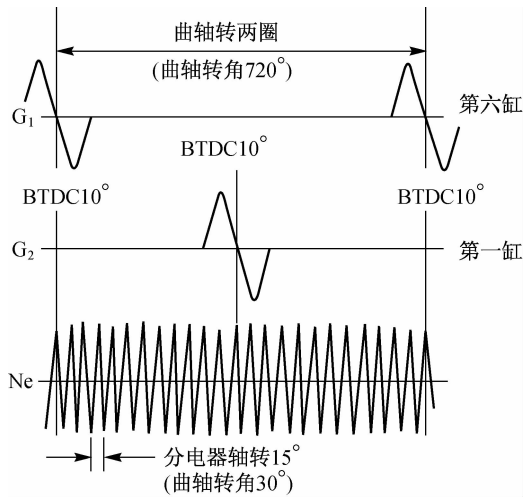


图 5-23 G 信号与 Ne 信号的关系

2. 电子控制器

工作时,电子控制器根据各传感器输入的发动机信息,经过处理,从存储器中选择最佳点火提前角,根据 G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>、Ne 信号,判断发动机曲轴到达规定位置时,发出 IGT 信号(点火正时信号)至点火器,当 IGT 为低电位时,大功率晶体管截止,初级绕组电路切断,次级绕组产生高压电。发动机起动时,点火时刻直接由传感器信号控制一个固定的点火提前角,当转速超过一定值时,自动转换成由微型计算机输出的 IGT 控制。

丰田计算机控制点火系统与传统离心、真空点火时刻控制比较如图 5-24 所示。

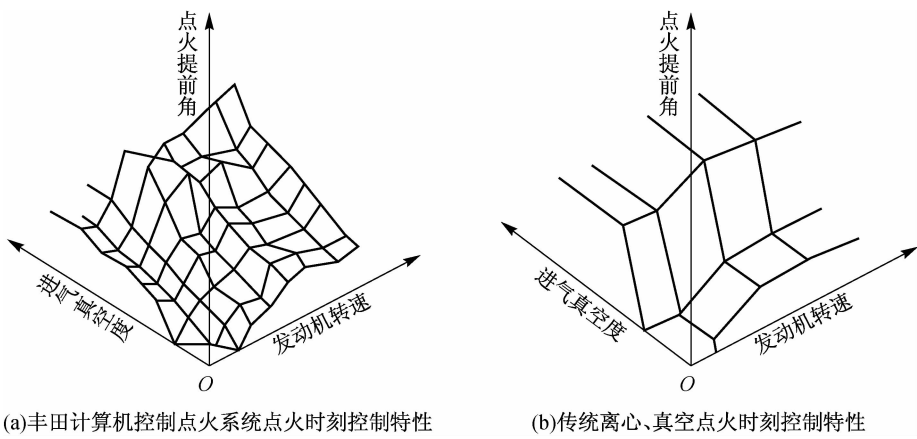


图 5-24 丰田计算机控制点火系统与传统离心、真空点火时刻控制比较

3. 点火器

丰田计算机控制点火系统点火器的控制电路如图 5-25 所示。该点火器可以根据电子控制器输出的 IGT 信号控制点火时刻；还具有闭合角控制、恒流控制、点火监视、加速输出、锁止保护和过电压保护等功能。

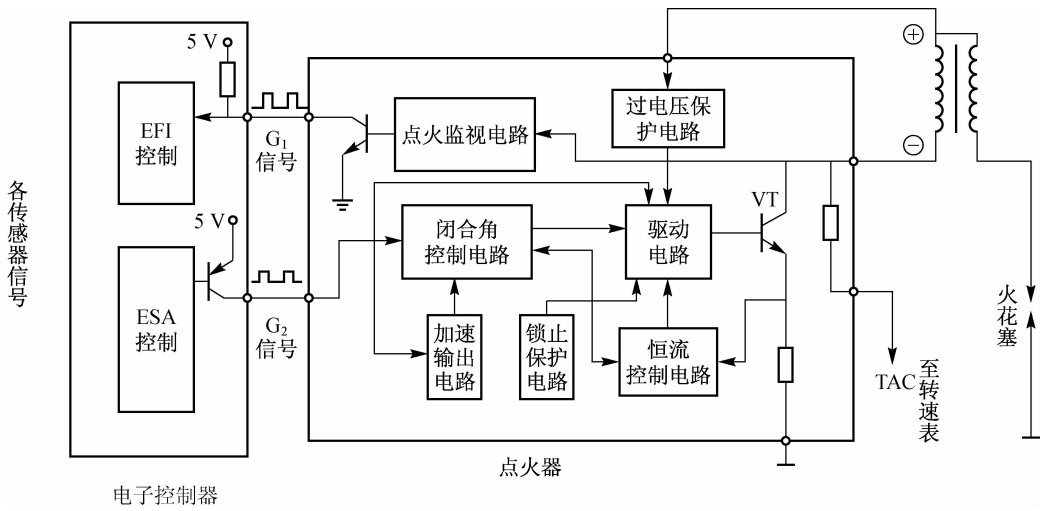


图 5-25 丰田计算机控制点火系统点火器的控制电路

4. 点火时刻控制

实际点火时刻的计算公式为

实际点火时刻(提前角) = 初始点火提前角 + 基本点火提前角 + 修正点火提前角

1) 初始点火提前角

初始点火提前角也称为固定点火提前角，如丰田 IG-GEU 发动机，其值为上止点前 10°。当发动机起动时，发动机转速在 400 r/min 以下时，实际点火提前角为固定点火提前角。

2) 基本点火提前角

基本点火提前角数据存储在微型计算机的 ROM 中，可分为怠速时的基本点火提前角和平常行驶时的基本点火提前角，分别如表 5-3 和图 5-26 所示。

表 5-3 怠速时的基本点火提前角

| 空调状态 | 基本点火提前角 |
|------|---------|
| OFF  | 4°      |
| ON   | 8°      |

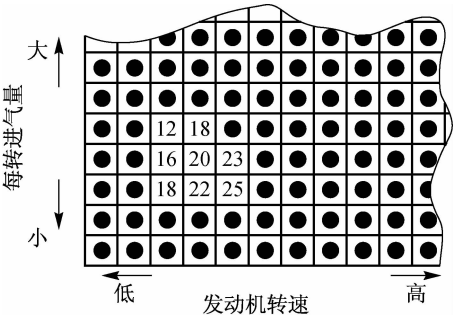


图 5-26 平常行驶时的基本点火提前角

3)修正点火提前角

为使实际点火提前角更符合发动机实际运转状况,在初始提前角+基本点火提前角基础上,根据相关因素加以修正。丰田计算机控制点火系统有暖机修正(指节气门位置传感器触点闭合、发动机水温变化时的修正)和怠速稳定性修正(为了保持怠速稳定运转而对点火提前角进行的修正),分别如图 5-27 及图 5-28 所示。

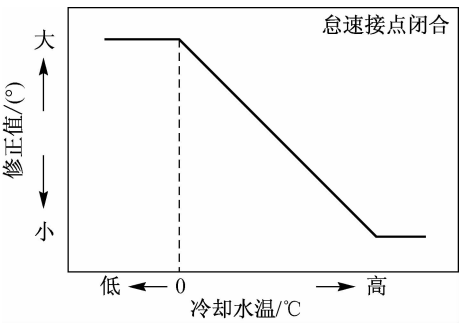


图 5-27 暖机时点火提前角的修正

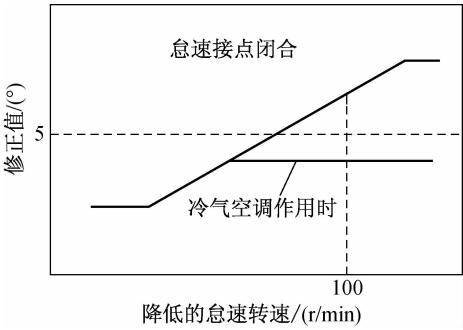


图 5-28 怠速稳定运转点火提前角的修正

现代发动机的点火提前角还有一些其他修正:

(1)过热修正:发动机水温过高时的修正。过热修正曲线如图 5-29 所示。

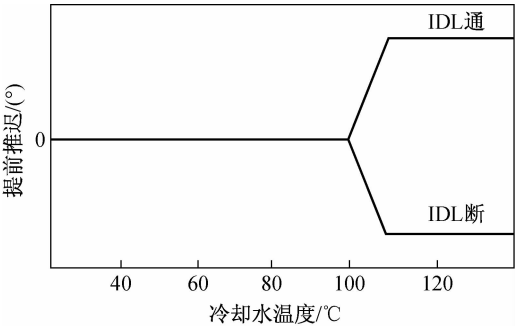


图 5-29 过热修正曲线

(2)空燃比反馈修正:装有氧传感器的发动机,微型计算机通过氧传感器反馈的信号对空燃比进行修正。空燃比反馈修正曲线如图 5-30 所示。

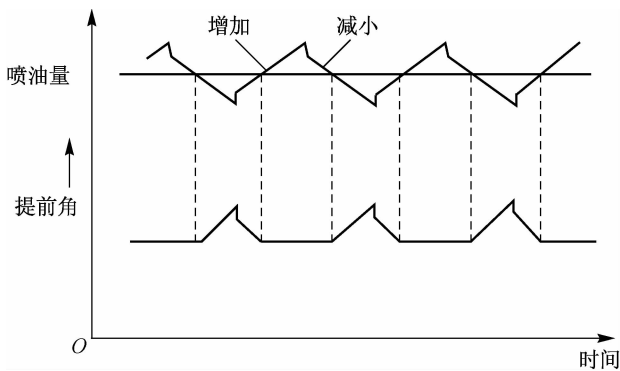


图 5-30 空燃比反馈修正曲线

(3)爆震修正:产生爆震时,微型计算机根据爆震传感器输入的信号,将爆震程度分为强、中、弱 3 个级别,根据爆震程度的强弱,自动减小点火提前角。其控制电路如图 5-31 所示。

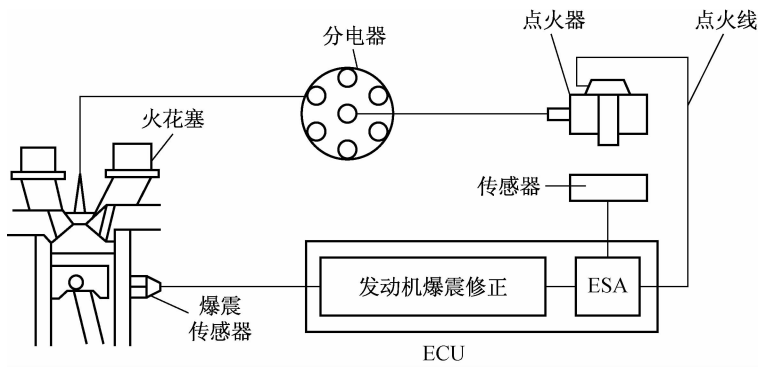


图 5-31 爆震修正控制电路

爆震修正控制是一种闭环控制,微型计算机工作时,可根据发动机各传感器信号,从存储器中查出相应的点火提前角来控制点火,同时对控制结果通过爆震传感器进行反馈,并通过反馈信号再对点火提前角进行控制,如图 5-32 所示。

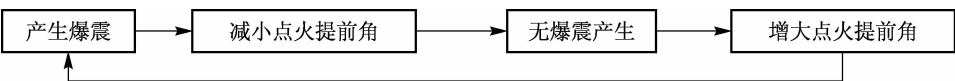


图 5-32 点火反馈闭环控制

## 5.4 计算机控制点火系统常见故障诊断与排除

以丰田雷克萨斯 IS200 汽车发动机为例介绍计算机控制点火系统的检修步骤。

### 1. 拆下点火线圈

脱开点火线圈插接器,拧下固定螺栓,拉出点火线圈。

2. 检查点火器和跳火试验

- (1)用 16 mm 火花塞扳手拆下火花塞,并装在每个点火线圈上。
- (2)连接点火线圈与点火器的插接器。
- (3)断开燃油器的插接器并将火花塞搭铁。
- (4)检查发动机起动时是否有火花产生。每次起动发动机时间不得超过 5~10 s,防止试验时燃油器喷出过量的燃油。
- (5)如果没有火花产生,则应按如图 5-33 所示的步骤进行跳火试验。

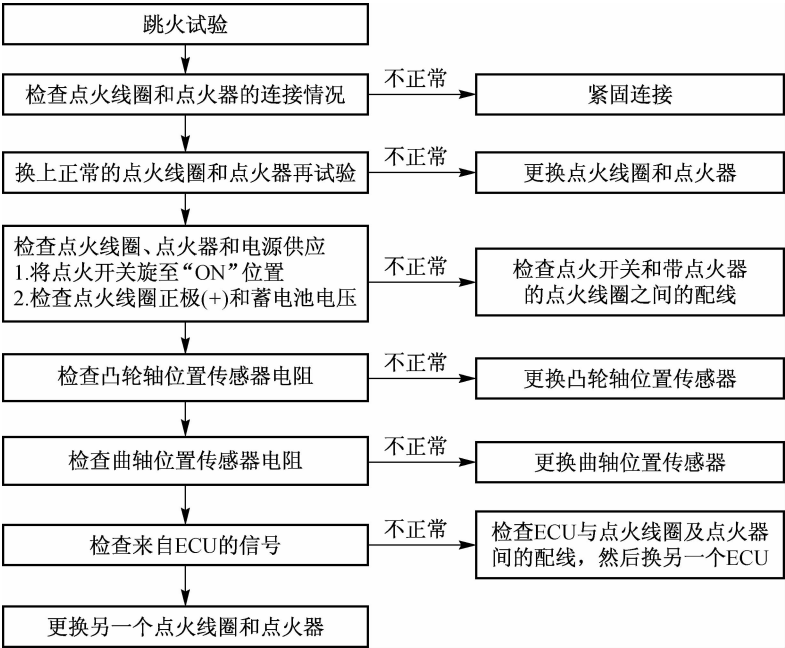


图 5-33 雷克萨斯 IS200 汽车发动机点火系统的检测步骤

3. 测火花塞绝缘电阻

用欧姆表测量火花塞中心电极的绝缘电阻,阻值应大于等于 10 MΩ,如图 5-34 所示。如果电阻小于规定值,则应更换火花塞。

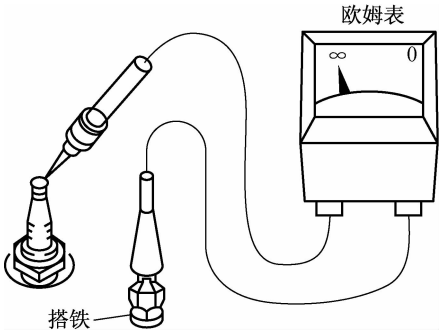


图 5-34 用欧姆表测量火花塞中心电极的绝缘电阻

也可用简易方法检测:使发动机转速快速升至 4 000 r/min,照此进行 5 次;拆下火花塞;

目测检查火花塞,电极干爽为良好。

#### 4. 检查凸轮轴位置传感器

脱开凸轮轴位置传感器插接器,用欧姆表测量传感器端子间电阻。冷态为  $835 \sim 1\,400\ \Omega$ ,热态为  $1\,060 \sim 1\,645\ \Omega$ 。如果电阻不符合规定,则更换传感器。

#### 5. 检查曲轴位置传感器

用欧姆表测量传感器端子间电阻,冷态为  $1\,630 \sim 2\,740\ \Omega$ ,热态为  $2\,065 \sim 3\,225\ \Omega$ 。如果电阻不符合规定,则更换传感器。



练  
一  
练

用适当的工具与设备,对火花塞、凸轮轴位置传感器及曲轴位置传感器进行检测,并与标准值进行比对,分析检测结果。

## 习 题 5

- 5-1 点火系统的作用是什么?
- 5-2 什么是电子点火系统?
- 5-3 电子点火系统主要由哪几部分组成?
- 5-4 电子点火系统如何分类?
- 5-5 简述电磁感应式和霍尔效应式电子点火系统的工作原理。
- 5-6 电子点火系统有哪几个常见故障?其故障产生原因及排除方法如何?
- 5-7 计算机控制的点火系统由哪几部分组成?
- 5-8 简述丰田雷克萨斯 IS200 汽车点火系统的检修步骤。

## 实训 点火系统主要部件检测

### 1. 实训目的

掌握点火系统的主要部件类型;  
掌握火花塞、点火控制器的检测。

### 2. 实训仪器和设备

点火线圈、火花塞、点火控制器、万用表、220 V 交流电试灯、工作性能良好的发动机实验台架一台或汽车一辆、转速表、真空表、一字起子、十字起子及火花塞套筒等。

### 3. 实训步骤

#### 1) 火花塞的检测

(1) 拆卸火花塞。依次拆下火花塞上的分缸高压线。在拆下分缸高压线时,应做好各缸的记号。

拆卸火花塞前,要清除火花塞孔处的杂物和灰尘。用火花塞套筒逐一卸下各缸的火花

塞。拆卸时,火花塞套筒要确实套牢火花塞,否则,会损坏火花塞的绝缘体,引起漏电。为了稳妥起见,可用一只手扶住火花塞套筒并轻压套筒,另一只手转动套筒来卸下火花塞,卸下的火花塞应按顺序排好。

(2)火花塞检查。检查火花塞的经验做法是:将火花塞放置在缸体上(使火花塞能与缸体导通),用从点火线圈出来的中央高压线触到火花塞的接线柱上(不能有间隙),如图 5-35 所示,打开点火开关使高压电跳火,让高压电通过火花塞。如果从火花塞间隙处跳火,说明火花塞是好的;如果不从间隙处跳火,说明火花塞内部的绝缘层已被击穿,必须更换这只火花塞。

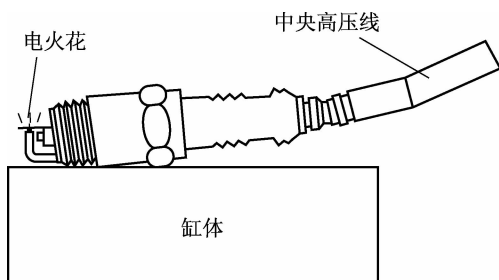


图 5-35 火花塞检验

(3)清洁火花塞。检查火花塞的绝缘体,如有油污和积炭应清洗干净,如有损坏、破裂,应予以更换。清除积炭时,不要用火焰烧烤。

(4)检查、调整火花塞电极间隙。火花塞的间隙因车型不同而不同,可以从随车手册中查到。如果找不到适当的依据,火花塞的电极间隙一般为  $0.7 \sim 0.9 \text{ mm}$ 。间隙过小,触点容易烧蚀;间隙过大,火花塞跳火会变弱,甚至断火。

火花塞间隙太大时,可用旋具柄轻轻敲打侧电极来调整,但不要用力过大,否则侧电极可能因过度弯曲而损坏;如果间隙过小时,可用一字起子插入电极间,扳动起子把间隙调整到满足要求时为止。

火花塞间隙调整好之后,侧电极与中心电极应略成直角,若过度偏曲或电极烧蚀成圆形,则该火花塞不能再使用,应更换新品。

(5)安装火花塞。安装火花塞时,先手持火花塞的尾部对准火花塞孔,旋转几圈,然后再用火花塞套筒拧紧。如果用手拧入感觉有困难或费力,应把火花塞取下来,再试一次,千万不要勉强拧入,以免损坏螺纹。为使火花塞安装顺利,可以在火花塞螺纹上涂抹一点机油。

起动发动机,查看有没有严重的抖动或放炮声。如果有抖动或放炮声,说明把各缸高压线插错了,应重新安插高压线。



请注意

在安装火花塞时,为保证密封性,不能使火花塞槽内有异物。火花塞不能拧得太紧,其拧紧力矩为  $20 \text{ N} \cdot \text{m}$ ,以免损坏密封垫圈而影响导热性能。

连接高压线时,要注意各缸高压线的顺序,不要插错。

## 2) 点火控制器的检查

(1)外观检查。将电子点火控制器从分电器或点火线圈上拆下,松开连接插接器,仔细检查各引出端及其导线,查看是否良好,有无异常现象。

(2)测量输入电阻。测量电子点火控制器的输入电阻。输入电阻是指与传感器相连的信号线两端子间的电阻。其输入电阻因点火控制器电路的不同而不同,可查看随车手册。检测时,若发现此电阻值很大,应检查各接插件的焊点是否良好,其屏蔽线有无断路。若发现此电阻值过小,应仔细检查电路各个部分,以判明是因某处搭铁还是电子元器件被击穿而造成短路的。

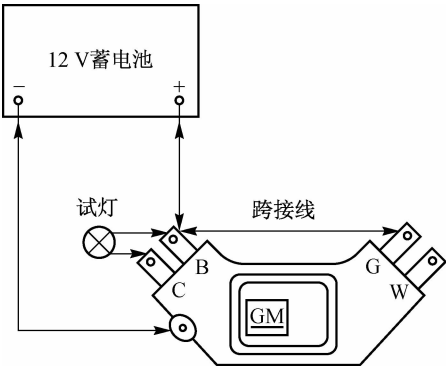
(3)用干电池检查。在电子点火控制器的输入端接一个  $1.5 \text{ V}$  的干电池,其输出端按照

一定的方式接到点火线圈和点火开关上,然后采用测量初级线圈某处对地电压或观察次级线圈对地的火花或电流表等方法,来判断电子点火控制器的好坏。

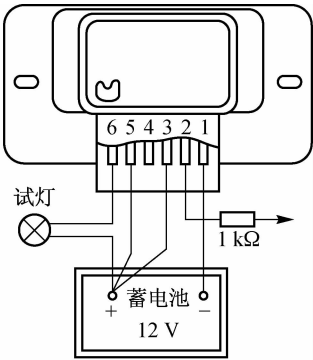
(4)用试灯检查。试灯检查是将试灯代替点火线圈,连接好电路,通过试灯的亮灭来判断电子点火控制器的好坏。

如图 5-36(a)所示为通用汽车电子点火控制器的检查方法。当 B、G 端不用导线相连的情况下,试灯应该熄灭;当用导线将 B、G 两端短接后,试灯应点亮。如果检查的结果不符合上述规律,则说明被测电子点火控制器有故障。

如图 5-36(b)所示为用试灯检查解放汽车电子点火控制器的电路,在信号输入引脚 2 端接一只阻值为 1 kΩ 的电阻,将电阻的另一端接触蓄电池负极时,试灯应点亮 0.5 s 后熄灭,否则说明电子点火控制器有故障。丰田汽车采用磁感应式传感器的电子点火控制器,也可用这种方法检查。



(a)通用汽车电子点火控制器



(b)6TS2107电子点火器

图 5-36 用试灯检查点火器

4. 配分、评分标准

| 作业项目           | 考核内容                   | 配 分 | 评分标准                        | 评分记录 | 扣 分 | 得 分 |
|----------------|------------------------|-----|-----------------------------|------|-----|-----|
| 点火系统主要<br>部件检测 | 火花塞                    | 40  | 检测方法不正确扣 20 分               |      |     |     |
|                |                        |     | 检测结果不正确扣 20 分               |      |     |     |
|                | 点火控制器                  | 40  | 检测方法不正确扣 20 分               |      |     |     |
|                |                        |     | 检测结果不正确扣 20 分               |      |     |     |
| 安全文明<br>生产     | 遵守安全操作规程,正确使用工具,操作现场整洁 | 20  | 每项不合格扣 5 分                  |      |     |     |
|                | 安全用电,无人身、设备事故          |     | 因违规操作发生重大人身和设备事故时,实训成绩为 0 分 |      |     |     |
| 分数合计           |                        | 100 | —                           |      |     |     |