



备。因此，一般点火系统的二次电压为 30kV。

2. 火花应具有足够的能量

要使混合气可靠地点燃，火花塞产生的电火花必须具有一定的能量。发动机正常工作时，由于混合气压缩终了的温度已接近其自燃温度，因此，所需的火花能量很小（1~5mJ）。但发动机在低温起动时，因为混合气雾化不良，所以需较高的火花能量。为了保证发动机可靠点火，一般应保证火花塞跳火时有 100mJ 以上的火花能量。

3. 点火时刻应适应发动机的工况

首先，点火系统应按发动机的工作顺序进行点火。一般 6 缸发动机的点火顺序为 1-5-3-6-2-4，4 缸发动机的点火顺序为 1-3-4-2。其次，必须在最有利的时刻进行点火。

二、点火系统的组成及功用

发动机的动力性、经济性及尾气排放质量等指标都与混合气燃烧质量有关，而决定燃烧质量的一个重要因素就是点火时刻（即最佳点火提前角）。

影响最佳点火提前角的因素除了与发动机的转速和负荷有关之外，还与发动机燃烧室形状、燃烧室温度、空燃比、燃油品种、大气压力和冷却液温度等因素有关。采用发动机 ECU 控制点火系统（ESA），在发动机各种工况下，点火系统都可提供理想的点火提前角。发动机 ECU 控制点火系统（ESA）目前主要有两种形式：一种是分组点火系统（两缸一个点火线圈）；另一种是独立点火系统（每缸一个点火线圈）。

1. 传感器

与点火系统相关的发动机 ECU 及传感器的组成及功用见表 5-1。

表 5-1 与点火系统相关的发动机 ECU 及传感器的组成及功用

组 成		功 能
传感器	空气流量计（L 型）	检测进气量（负荷）信号输入 ECU，点火系统的主控制信号
	进气歧管绝对压力传感器（D 型）	
	曲轴位置传感器（Ne 信号）	检测曲轴转角（转速）信号输入 ECU，点火系统的主控制信号
	凸轮轴位置传感器（G1、G2 信号）	检测凸轮轴转角信号输入 ECU，点火系统的主控制信号
	节气门位置传感器	检测节气门开度信号输入 ECU，点火提前角的修正信号
	冷却液温度传感器	检测发动机冷却液温度信号输入 ECU，点火提前角的修正信号
	起动开关	向 ECU 输入发动机正在起动中的信号，点火提前角的修正信号
	空调开关 A/C	向 ECU 输入空调的工作信号，点火提前角的修正信号
	进气温度传感器	检测进气温度信号输入 ECU，点火提前角的修正信号
	空档位置开关	检测 P 档或 N 档信号输入 ECU，点火提前角的修正信号
	爆燃传感器	检测发动机的爆燃信号输入 ECU，点火提前角的修正信号
	发电机负荷信号	检测发电机负荷信号输入 ECU，点火提前角的修正信号

2. 发动机 ECU

根据传感器输入的信号，发动机 ECU 计算出最佳点火提前角，并将点火控制信号输送给点火控制器。

3. 点火控制器

根据发动机 ECU 输出的点火控制信号控制点火线圈一次电路的通断，产生二次高压。





同时,向 ECU 反馈点火确认信号。在发动机 ECU 控制的独立点火系统中,点火控制器、点火线圈及火花塞组合成一体。

4. 点火线圈

点火线圈的作用是将 12V 低压电变成 30kV 的高压电,其结构与自耦变压器相似,所以也称变压器。点火线圈由一次绕组、二次绕组和铁心等组成。

点火线圈的结构如图 5-1 所示。在口字形或日字形铁心内绕有二次绕组,在二次绕组外面绕有一次绕组,一次绕组产生的磁通通过铁心构成闭合磁路。一次绕组约为 200 匝,二次绕组约为 2 万匝。

一次绕组通电(12V)产生的磁通量通过铁心构成闭合磁路,如图 5-2 所示,穿过一次绕组与二次绕组的磁通量相等。当点火控制器得到发动机 ECU 传送的点火信号后,点火控制器立即断开一次绕组的电路,穿过一次绕组与二次绕组的磁通量迅速减少。这时,由于二次绕组匝数多,在二次绕组中便产生约 30kV 的感应电动势,此感应电动势使火花电极跳火,点燃混合气。

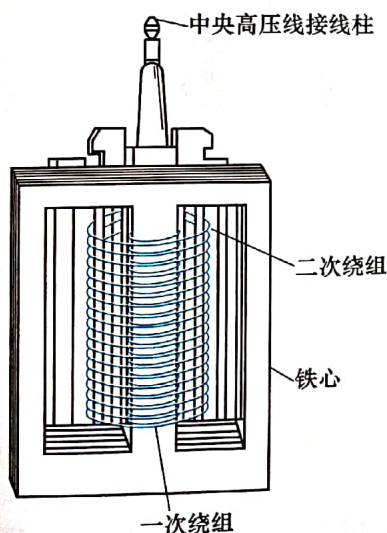


图 5-1 点火线圈的结构

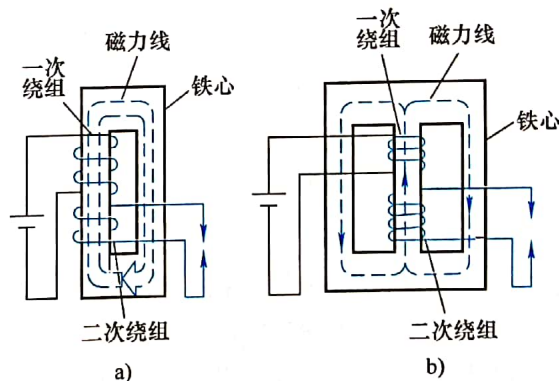


图 5-2 点火线圈的磁路

a) 口字形铁心 b) 日字形铁心

在点火系统中,一般将点火线圈一次绕组 N_1 所在的闭合电路称为一次电路(低压电路)。将点火线圈的二次绕组 N_2 所在的闭合电路称为二次电路(高压电路)。一般将点火线圈到火花塞的电路称为高压电路。流经一次绕组 N_1 的电流称为一次电流。一般一次电流为 7~8A,一次电路的电压为电源电压 12V,二次电路的电压为 30kV 左右的高压电。

5. 火花塞

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,能承受温度的强烈变化,应有良好的热特性,火花塞的电极应采用难熔、耐腐蚀的材料制成。

(1) 火花塞的结构 火花塞的结构如图 5-3 所示。火花塞中心电极用镍铬合金制成,具有良好的耐高温、耐腐蚀性能,中心电极做成两段,中间加有导电玻璃。由于导电玻璃和瓷绝缘体的膨胀系数相近,因此,导电玻璃主要起密封作用。火花塞间隙多为 1.0~1.2mm。

(2) 火花塞的热特性 火花塞的热特性指火花塞下部(裙部)的温度特性。实践证明,火花塞裙部温度保持在 500~600℃ 时,落在绝缘体上的油滴能立即烧去,通常将这个温度





称为火花塞的自净温度。低于这个温度时，火花塞易产生积炭；高于这个温度时，在火花塞表面易产生炽热点，形成早燃。因此，要使火花塞能正常工作，就要保证火花塞的裙部温度为自净温度。

火花塞的热特性主要决定于绝缘体裙部的长度。绝缘体裙部长的火花塞，其受热面积大，传热距离长，散热困难，裙部温度高，称为“热型”火花塞；裙部短的火花塞，受热面积小，传热距离短，散热容易，裙部温度低，称为“冷型”火花塞，如图5-4所示。

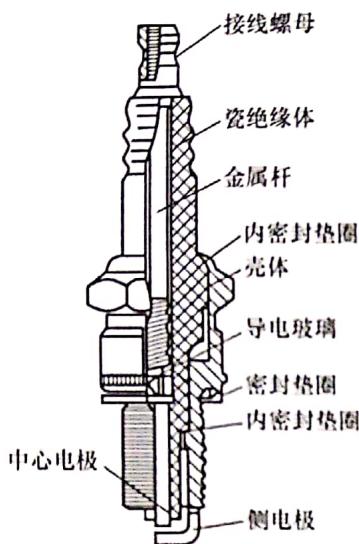


图 5-3 火花塞的结构

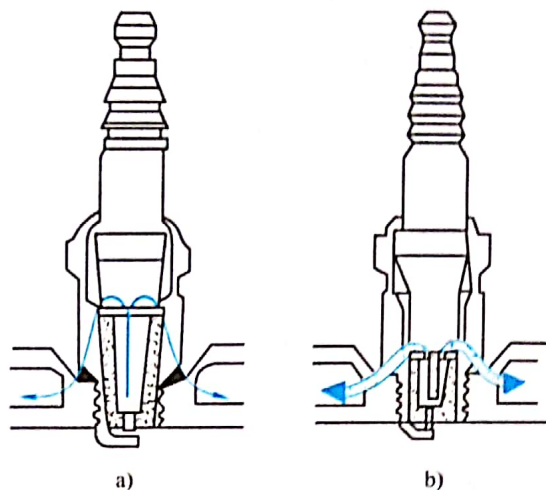


图 5-4 火花塞的热特性

a) 热型 b) 冷型

结束

三、发动机点火系统的控制内容

1. 点火提前角的控制

1) 发动机起动时，转速与负荷信号都不稳定，点火只能在固定的曲轴转角时进行，即点火提前角固定，与发动机的其他信号无关。

2) 发动机正常工作时，发动机 ECU 根据发动机的转速和负荷信号，在发动机 ECU 存储器中查到这一工况下对应的基本点火提前角，即先确定基本点火提前角，然后根据得到的修正信号对点火提前角进行修正，确定实际的最佳点火提前角。

2. 通电时间的控制

点火系统中，二次电压的最大值 U_{2max} 与一次断开电流成正比。发动机 ECU 能准确控制一次绕组的最佳通电时间，保证在任何车速下一次电流都能达到规定值 (7A)。这样既能改善点火性能，又能防止一次电流过大而烧坏点火线圈。

3. 爆燃控制

为了获得最大的动力性和最佳的经济性，需要尽可能地增大点火提前角。但点火提前角过大，会引起爆燃。对于上述问题，发动机点火系统增加了爆燃控制。爆燃传感器安装在气缸体上，其原理是利用压电晶体的压电效应，把爆燃时传到气缸体上的机械振动转换成电压信号输入发动机 ECU，发动机 ECU 根据爆燃传感器输出的信号判断有无爆燃及爆燃的强度。若爆燃强，则推迟点火的角度大；若爆燃弱，则推迟点火的角度小。每次调整都以一个固定的角度递减，直到爆燃消失为止。而后以一个固定的角度提前，当发动机再次出现爆燃时，ECU 使点火提前角再次推迟，调整过程如此反复。

