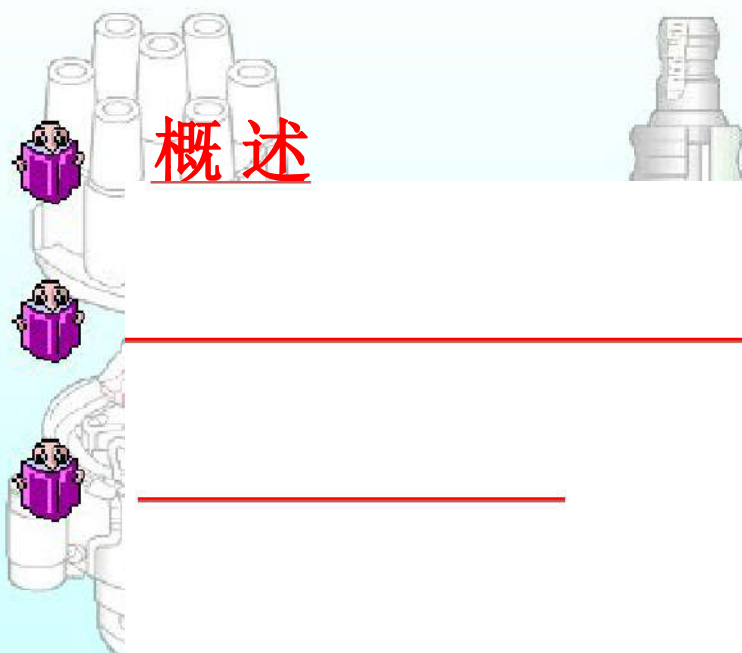


第十章 汽油机点火系



概述



所涉及的英文名称

- 一次绕组 primary winding
- 二次绕组 secondary winding
- 点火提前 ignition advance
- 分电器 distributor
- 电容器 condenser
- 跳火间隙 spark gap
- 中心电极 central electrode
- 侧电极 side electrode

§ 10.1 概 述

一、功用：

- ❖ 电源低电压转变为高电压，使火花塞产生火花；
- ❖ 将“火花”适时、按次序送到各缸，点燃混合气。

二、种类：蓄电池点火系；半导体点火系；微机控制的点火系；磁电机点火系

三、点火系基本原理：

- 利用火花放电现象来点燃混合气
- 穿透电压（击穿电压）

•点火系的连接方式

采用单线制，可以是正极也可以是负极搭铁
但点火线圈的内部连接或外部接线均应保证点火瞬间火花塞中心电极为负。

原因：

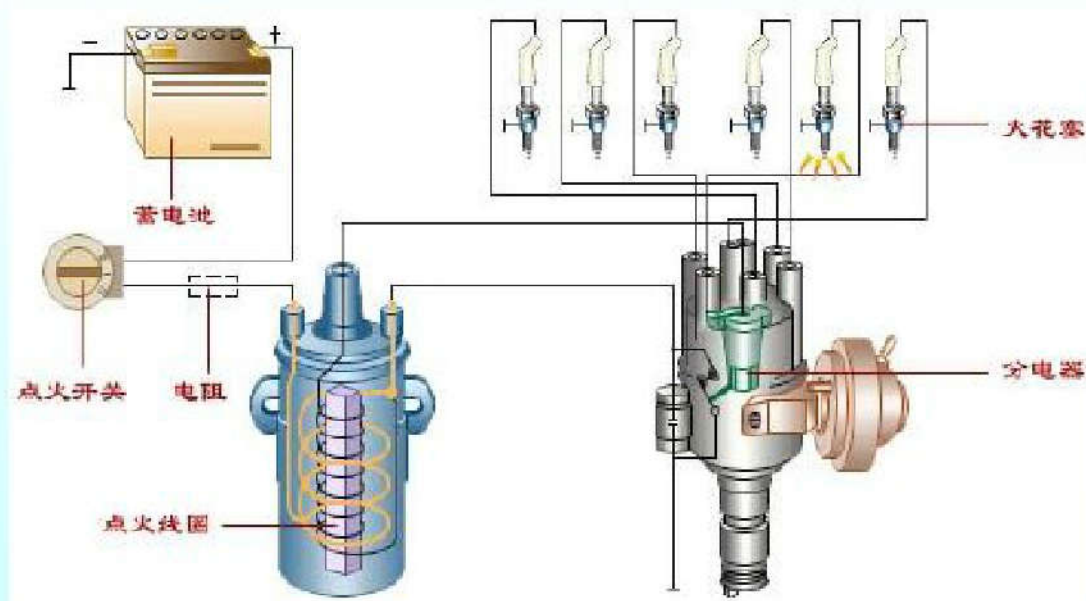
发动机工作时，火花塞中心点极较侧电极温度高，而热的金属表面比冷的金属表面容易发射电子。这样可降低击穿电压15%—20%。

现代汽车广泛采用负极搭铁。

§ 10.2 蓄电池点火系组成及工作原理

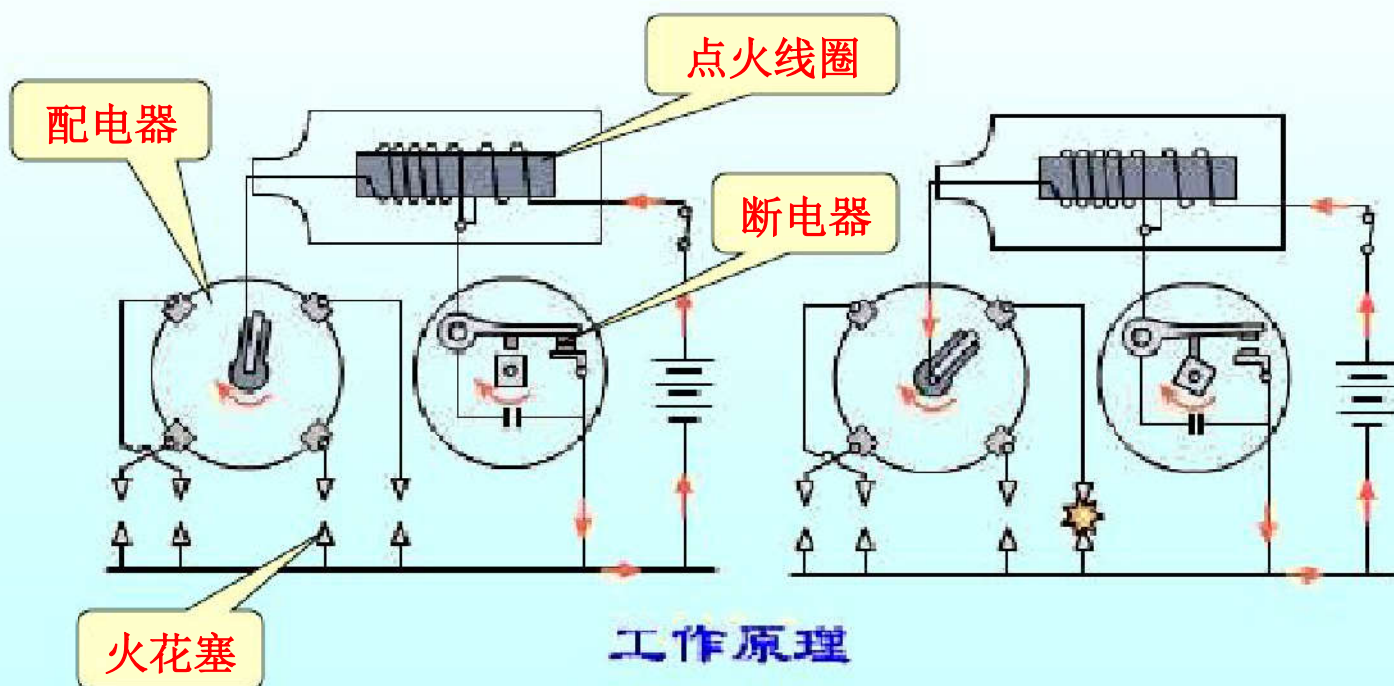
一、组成

1. 电源；
2. 点火开关；
3. 点火线圈；
4. 分电器；
 - ① 断电器
 - ② 配电器
 - ③ 电容器
 - ④ 点火提前调节装置
5. 火花塞。



二、工作原理

点火系统将12v或24v的低压电转变为15kv-20kv的高压电是由点火线圈和断电器共同完成的，并由配电器分配到各缸火花塞。



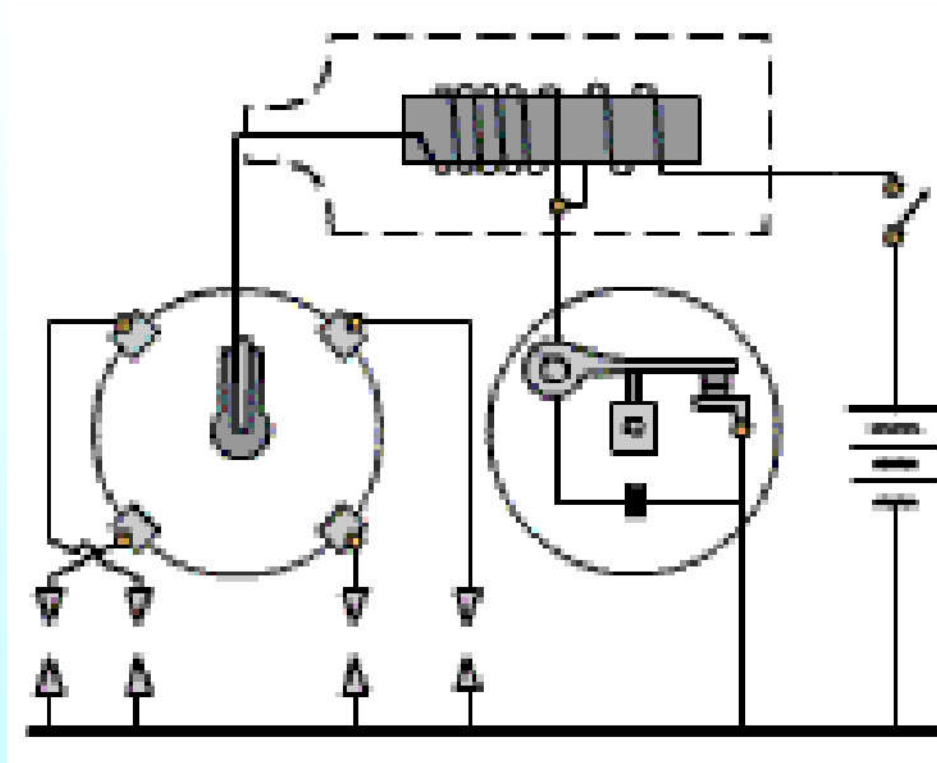
初级电路：

蓄电池、点火开关、初级绕组、断电器活动触点臂、触点、分电器壳（接地）。

次级电路：

次级绕组、蓄电池、地、火花塞侧电极、中心电极、高压导线、配电器、次级绕组

四缸点火演示简图



§ 10.3 点火提前

1、点火提前的概念：

火花塞点火时，曲轴位置与活塞位于压缩上止点时曲轴位置之间的夹角称为点火提前角。

2、影响因素：

(1)当发动机转速一定时，随着负荷的加大，节气门开大，进入气缸的可燃混合气量增多，压缩终了时的压力和温度增高，同时，残余废气在气缸内所占的比例减小，混合气燃烧速度加快，这时，点火提前角应适当减小。反之，发动机负荷减小时，点火提前角则应适当增大。

(2)当发动机节气门开度一定时，随着转速增高，燃烧过程所占曲轴转角增大，这时，应适当加大点火提前角。点火提前角应随转速增高适当加大。

3、后果:

点火过迟: 混合气开始燃烧时活塞已下行一段距离, 则 $P \downarrow$ 、发动机 $N \downarrow$ 。

点火过早: 则气体压力作用的方向与活塞运动的方向相反, 使 $P \downarrow$ 、发动机 $N \downarrow$ 。

4、自动调节装置

分类 { 离心式点火提前机构
真空式点火提前机构
辛烷值校正器

§ 10.4 蓄电池点火系主要元件

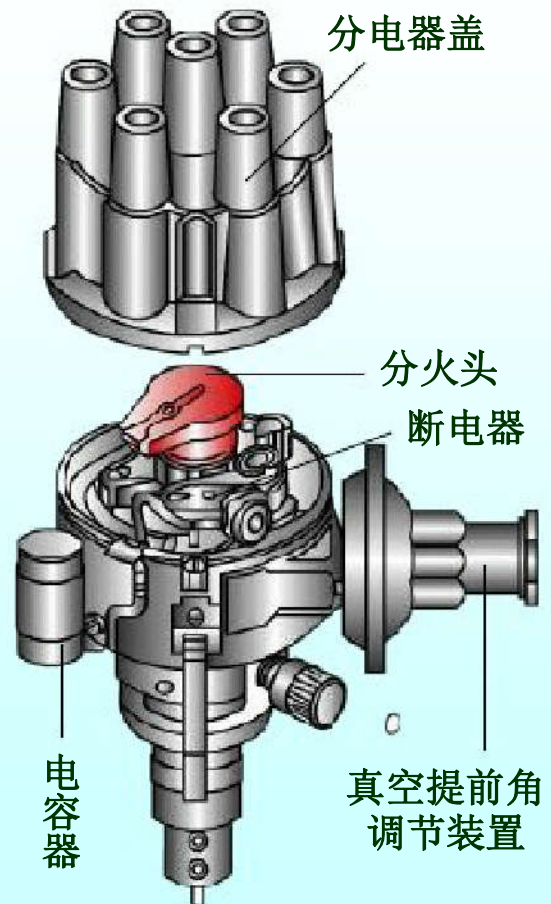
1、分电器

功用： 接通和切断初级线圈电路，并按各缸的工作顺序将高压电适时送至各缸火花塞。

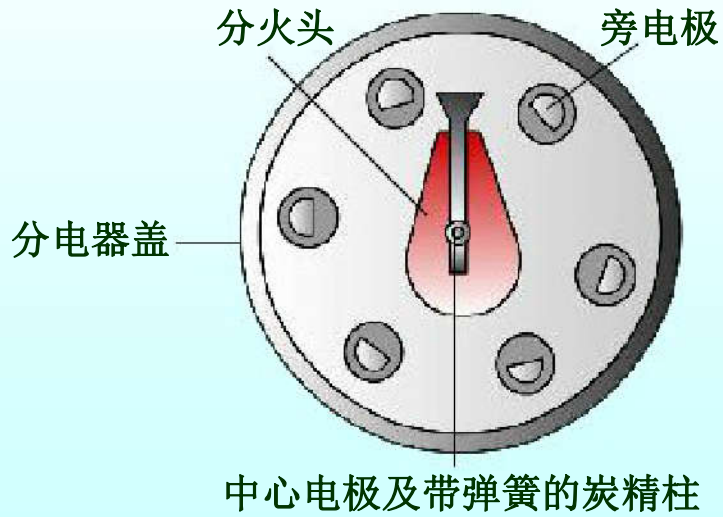
构造：

(1) 配电器

① **作用：** 将点火线圈中产生的高压电，按发动机各缸的工作顺序轮流分送到各缸火花塞。

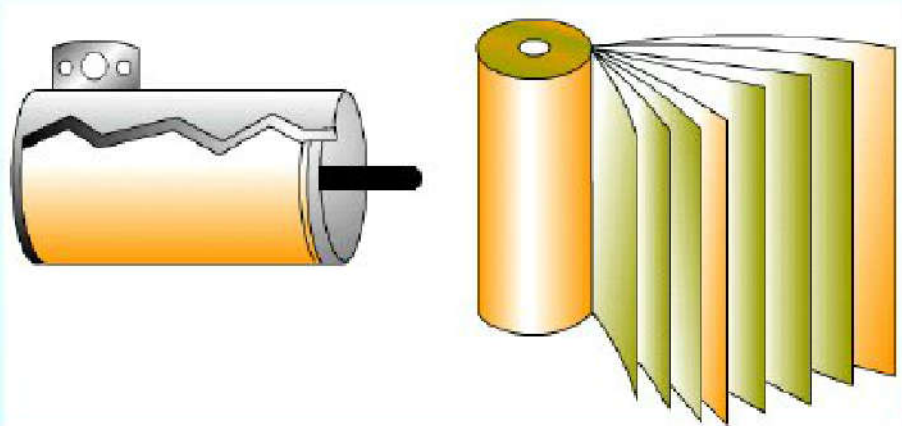


- ② 构造: { 分火头 (制有铜质导电片)
分电器盖等 (制有旁插孔)



③ 电容器

功用：在点火线圈初级电路断开时，减小触点间产生的电火花，防止触点烧损，并可加速点火线圈中的磁通变化率，提高点火电压

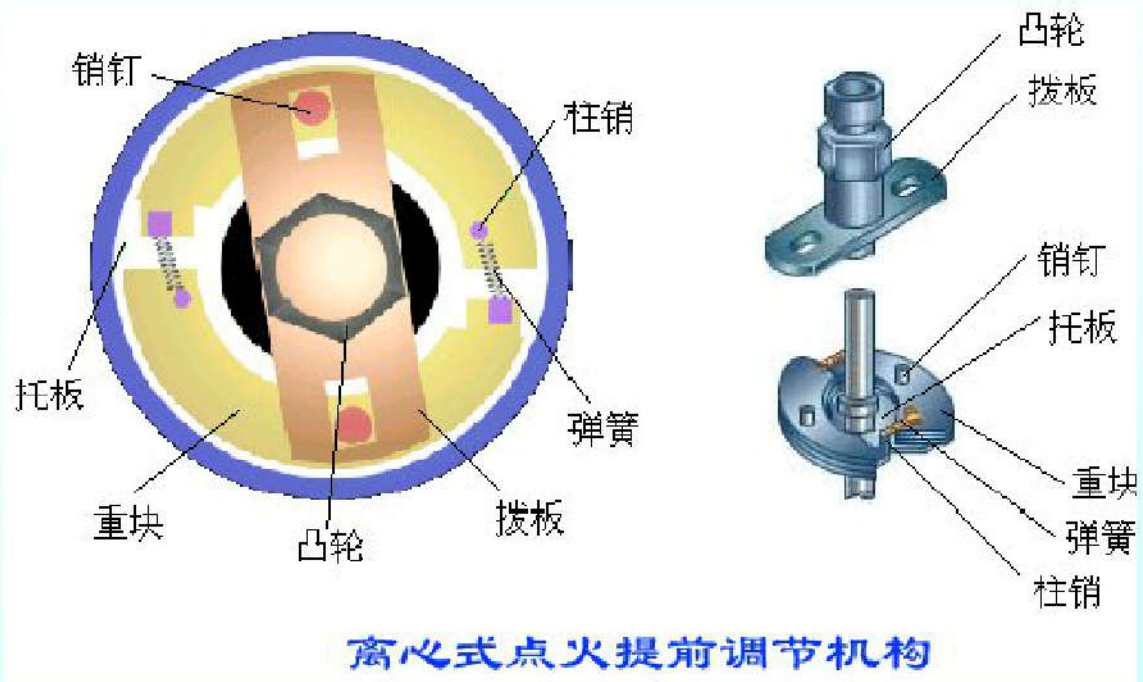


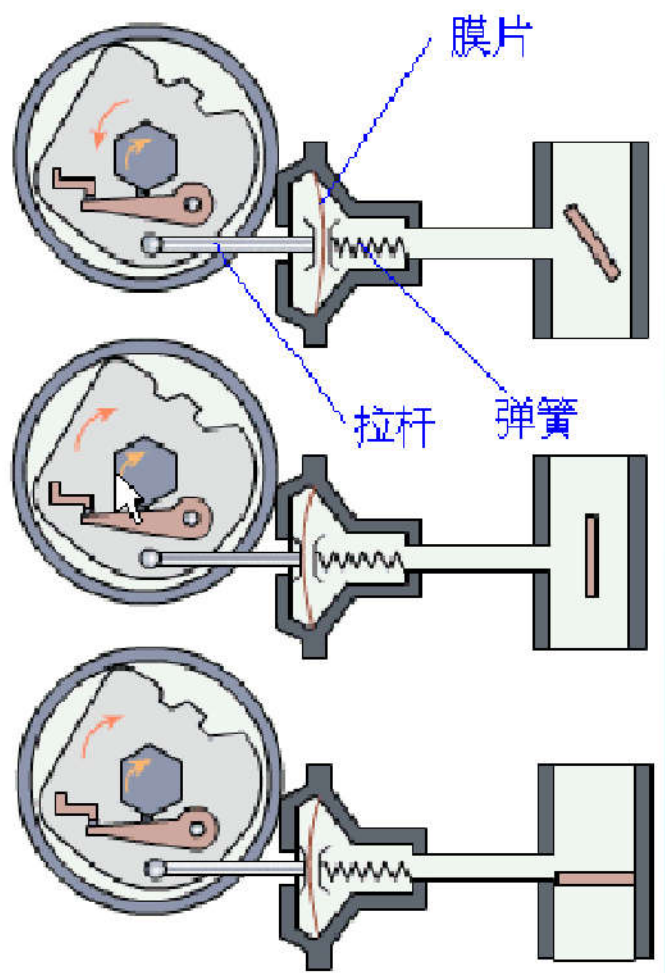
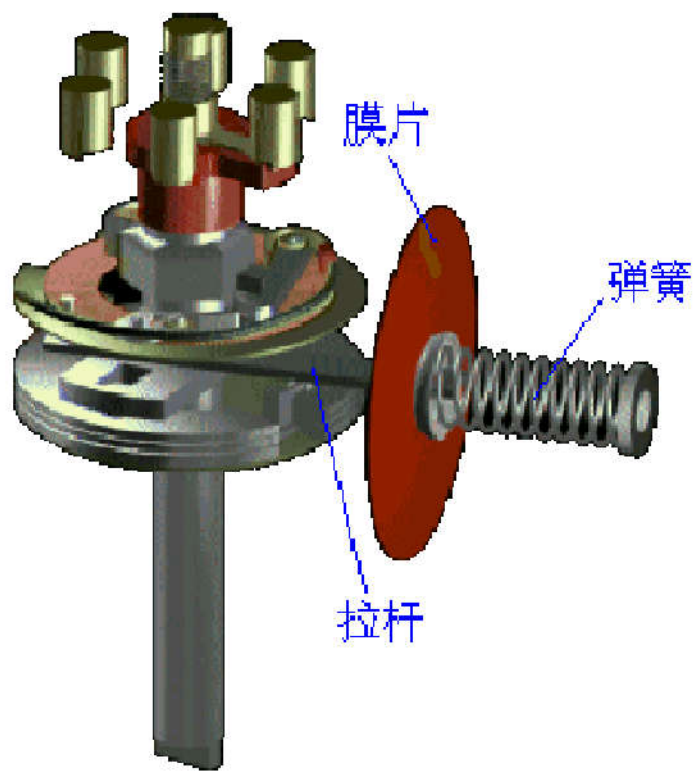
④ 点火提前调节装置

离心式点火提前调节装置

真空式点火提前调节装置

离心式点火提前调节装置





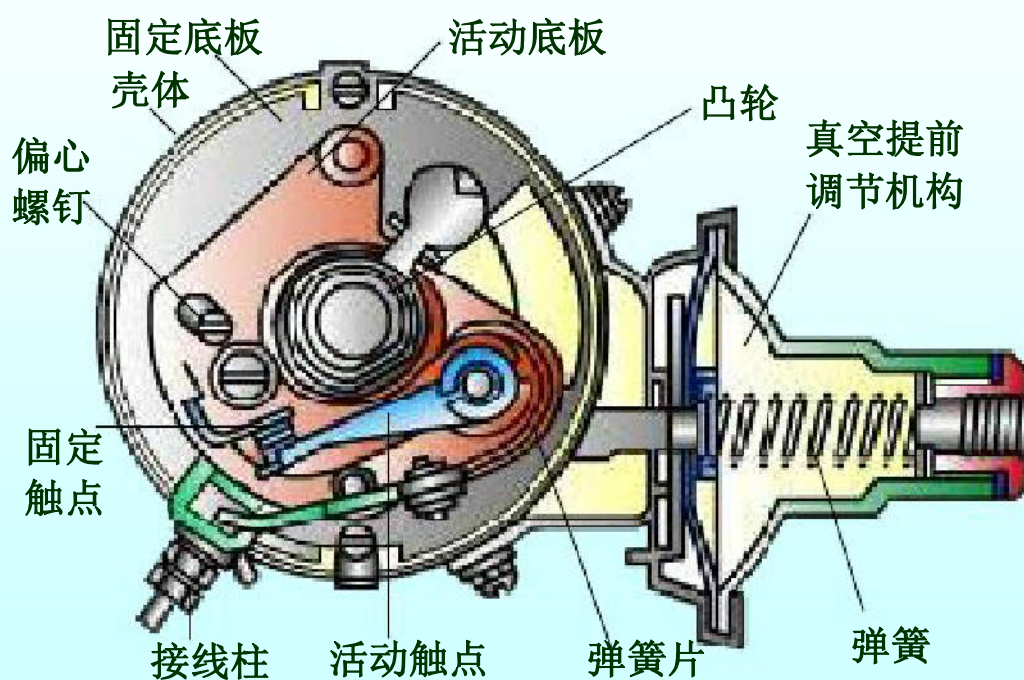
真空式点火提前调节机构

(2) 断路器

① 功用

接通和切断初级绕组的电路，使其电流发生变化，以便在次级绕组中产生高压电。

② 构造



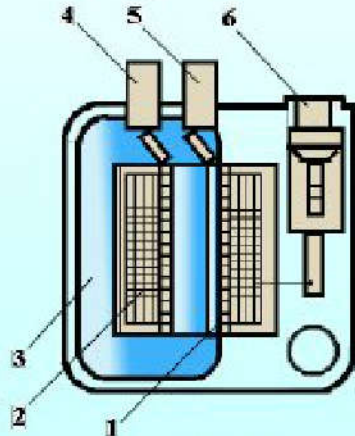
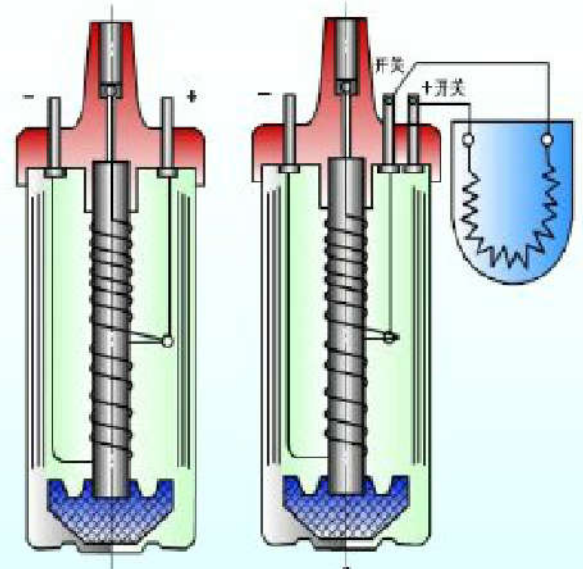
2、点火线圈

功用：变低压为高压。

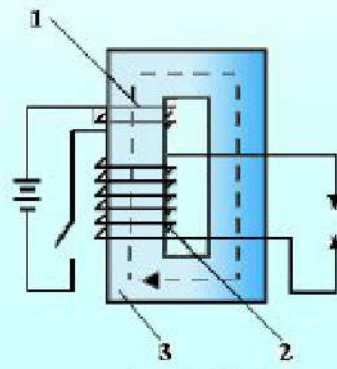
分类：

①开磁路点火线圈

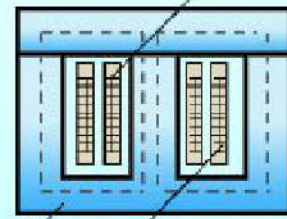
②闭磁路点火线圈



a) 闭磁路点火线圈



b) 口子形铁芯



c) 日子形铁芯

1. 一次绕组 2. 二次绕组 3. 铁芯 4. 正接线柱 5. 负接线柱 6. 高压插孔



点火线圈

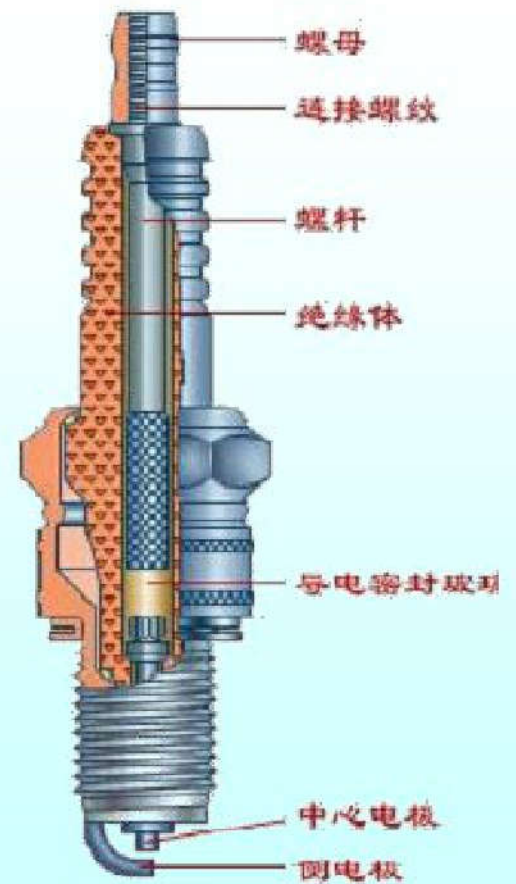
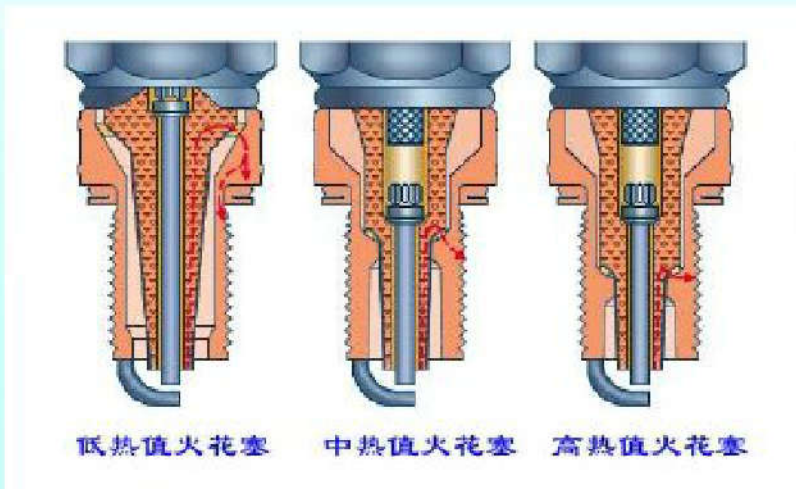
3、火花塞

①功用：产生电火花，点燃混合气。

②构造：

主要由外壳、电极（中心电极和侧电极）、绝缘体、接线柱等组成。

③分类：



自净温度 $>500\sim 600^{\circ}\text{C}$ 以上，裙部温度，若低于此温度，落在绝缘体裙部的油粒便不能立即燃烧掉，形成积炭而引起漏电。

- 炽热点 $<800\sim 900^{\circ}\text{C}$ ，温度若太高，则混合气与这样炽热的绝缘体接触时，可能在火花塞产生火花之前就自行着火，从而引起发动机早燃，发生化油器回火现象。
- 不同发动机使用的火花塞裙部受热是不一样的，就要求绝缘体裙部长度不同，根据裙部长度不同，又把火花塞分成冷型（裙部长度等于8mm）；中型（裙部长度等于11mm和14mm）；热型（裙部长度等于16mm和20mm）。

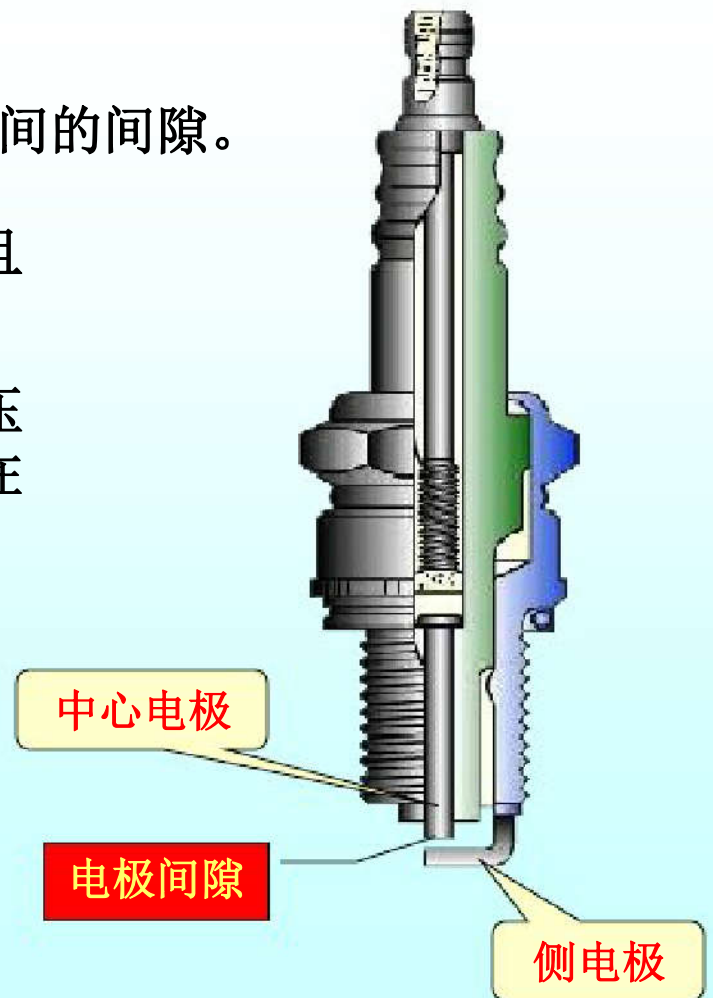
④电极间隙：

指的是中心电极与侧电极之间的间隙。

电极间隙过小：火花微弱，并且容易因产生积碳而漏电；

电极间隙过大：所需的击穿电压增高，发动机不易启启动，且在高速时易发生“缺火”。

一般的电极间隙为：
0.6~0.8，现代的汽车甚至采用1.0~1.2，可以改善排气净化。



§ 10.5 半导体点火系

1、传统点火系的不足

1. 触点易烧蚀；
2. 随气缸数和转速的增加，次级电压下降；
3. 点火能量的提高受限；
4. 易产生积碳，使次极电压降低。

2、类型

半导体辅助点火系；

无触点式半导体点火系。

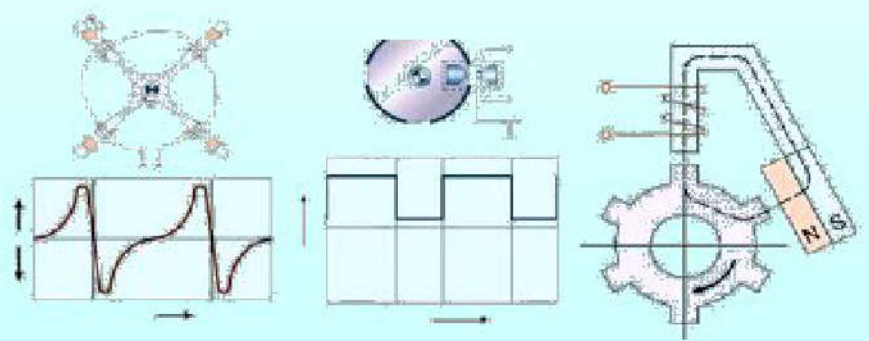
微机控制的半导体点火系

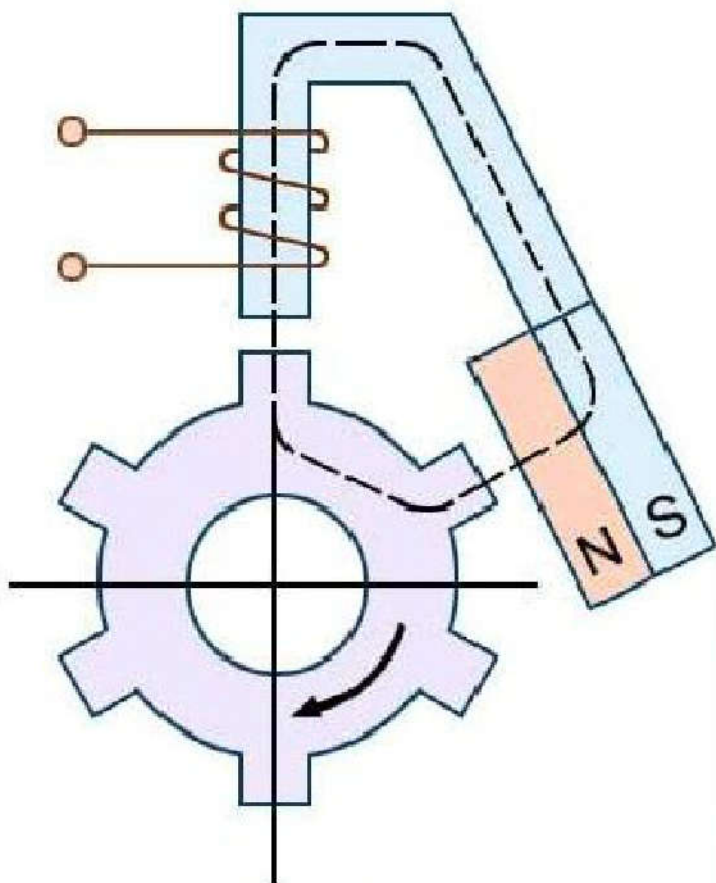
一、无触点式半导体点火系

无触点式半导体点火系：它是利用各种类型的传感器代替断电器触点来产生点火信号，以控制点火系工作的。从而避免了任何与触点有关的故障的发生。

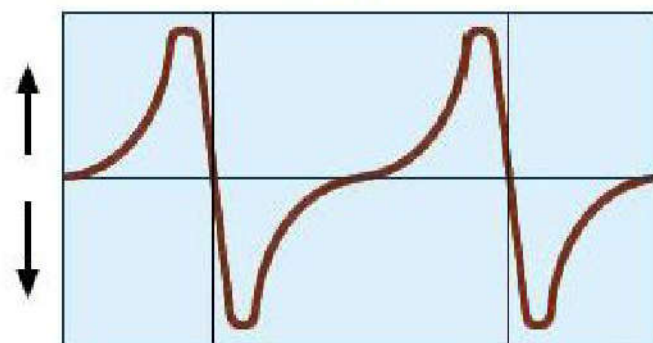
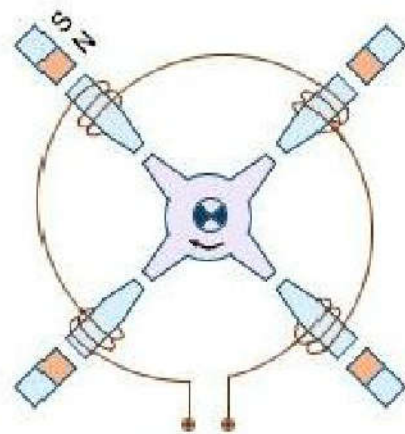
按传感器的形式不同可分为：

- 霍尔效应式
- 光电式等
- 磁脉冲式





脉冲信号的产生

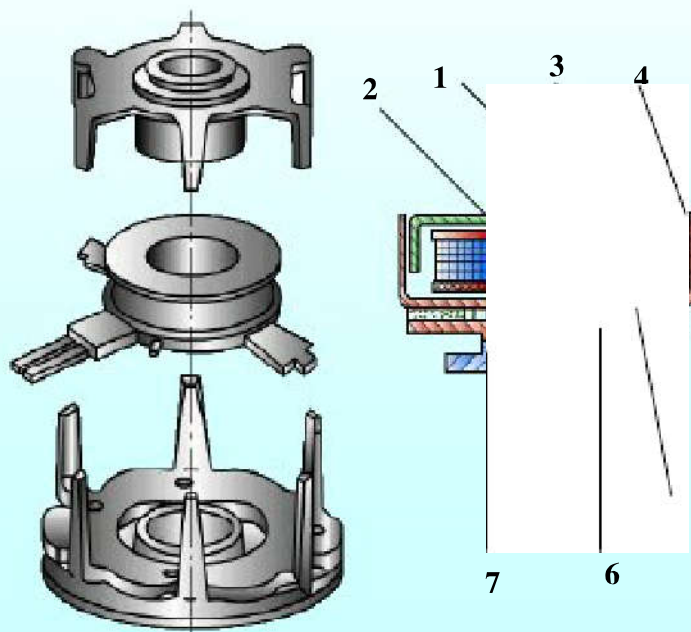


磁电式传感器

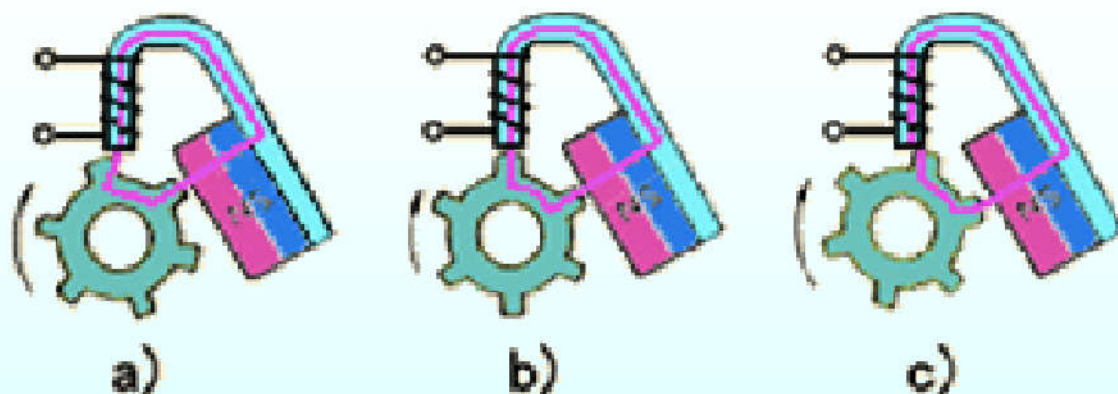
1、磁脉冲式无触点点火装置

结构：

磁脉冲式传感器安装在分电器内，主要由分电器轴1、爪形转子2、传感线圈3、爪形定子4、塑性永磁片5、导磁板6和底板7 等组成。



工作原理：



传感器

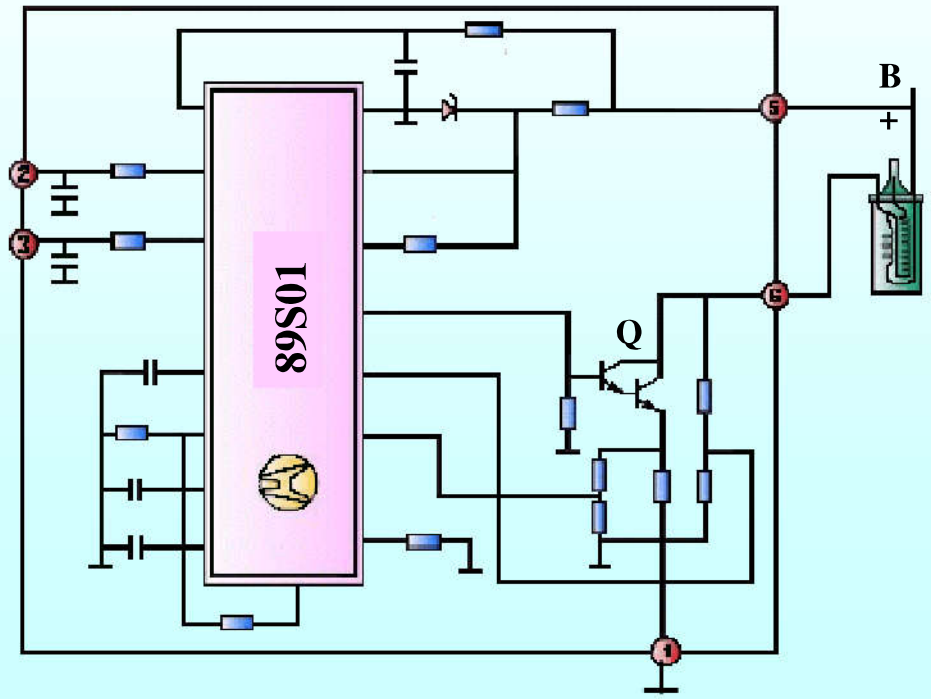
信号转子上制有与发动机气缸数相同的凸齿，当转子转动时，凸齿交替在铁心旁扫过，使二者的气隙不断变化，则穿过线圈铁心中的磁通也不断变化。从而在线圈中产生感应电动势。

点火控制器

作用：将从点火信号发生器得到的信号整形、放大以控制点火线圈初级电路的通和断。

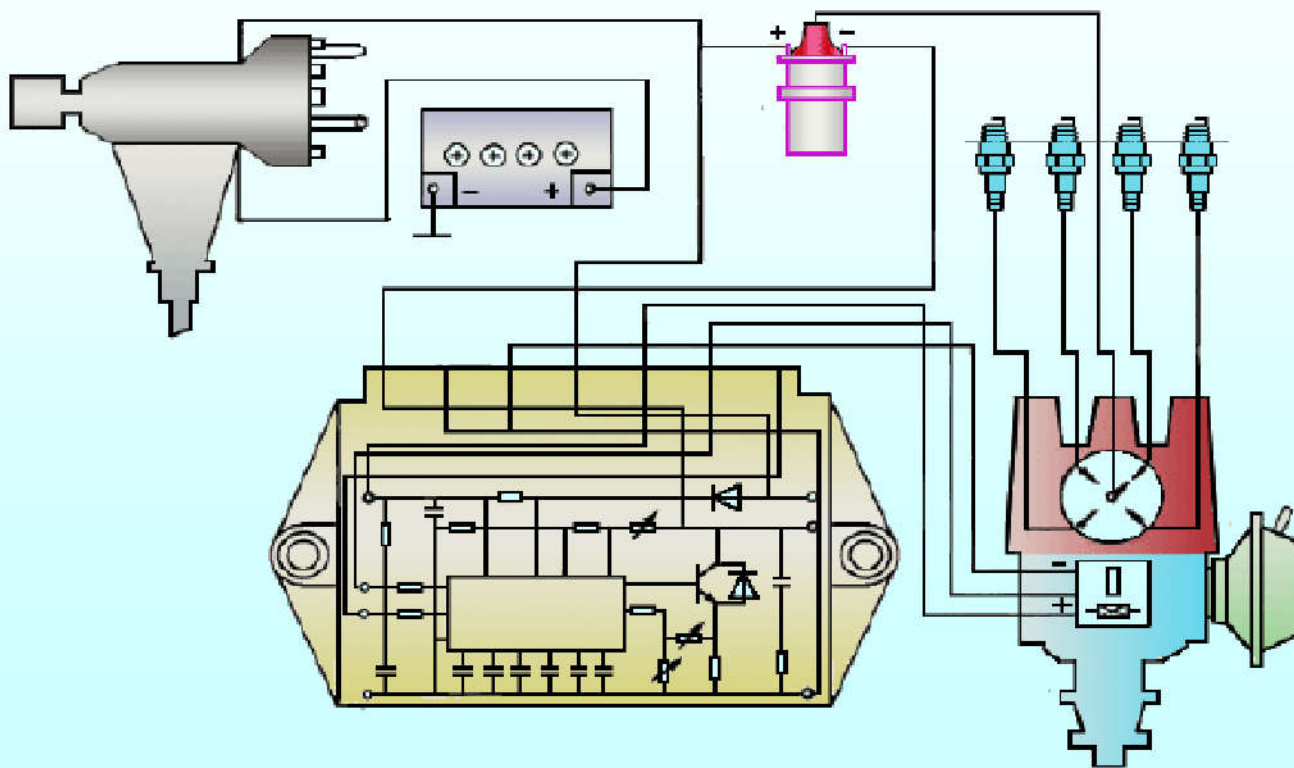
工作：

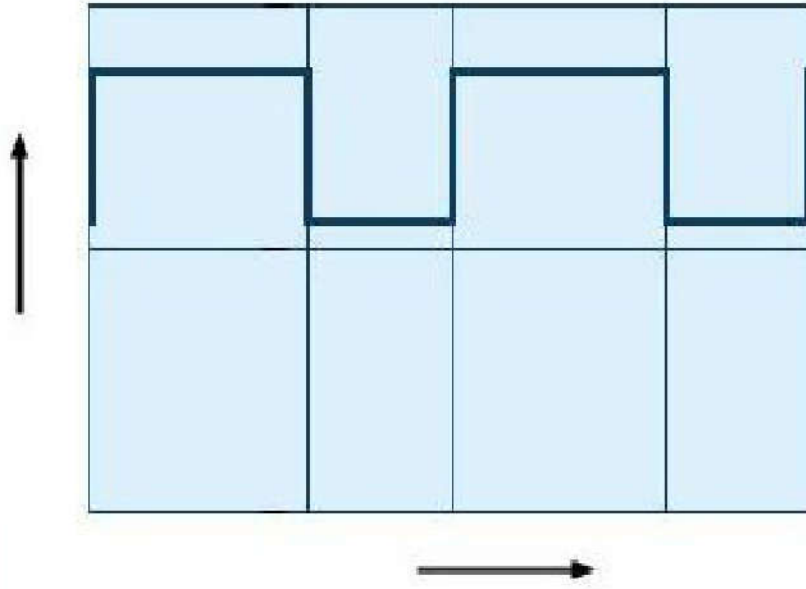
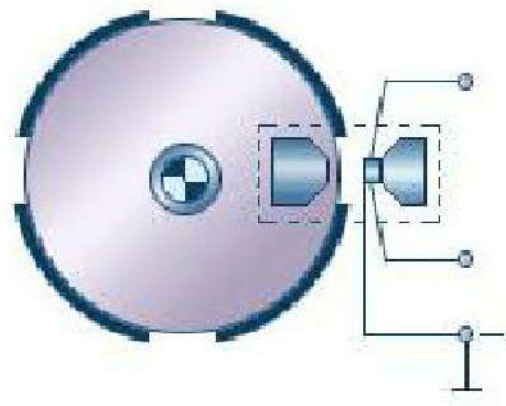
磁脉冲发生器产生的脉冲信号由②、③端输入，经内部电路，最后控制达林顿管Q 的导通和截止。



2、霍尔效应式无触点点火装置

组成：主要由霍尔分电器、点火控制器、点火线圈等。





霍尔式传感器

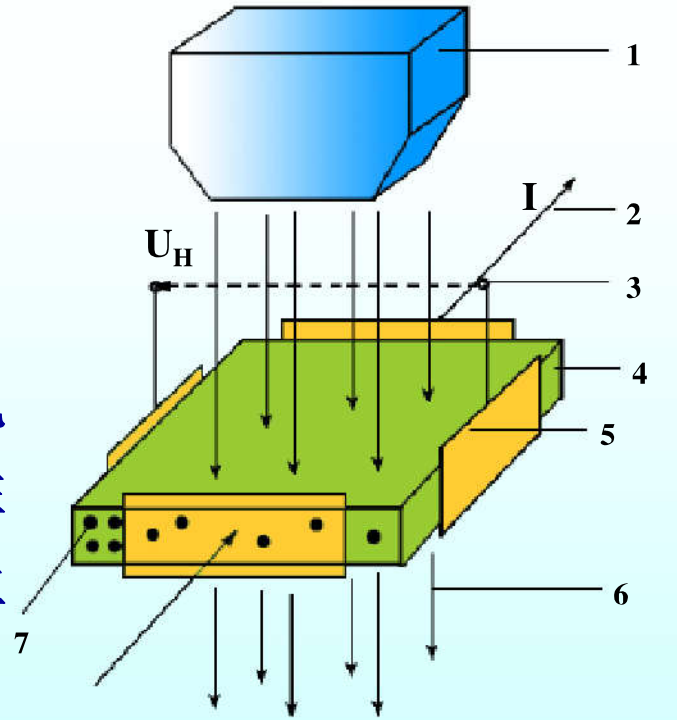
霍尔效应原理

主要由霍尔触发器、永久磁铁和带缺口的转子等组成。

当电流I 通过放在磁场中的半导体基片（霍尔元件）且电流方向和磁场方向垂直时，则在垂直于电流和磁场的方向上产生一电压 U_H ，称为霍尔电压。

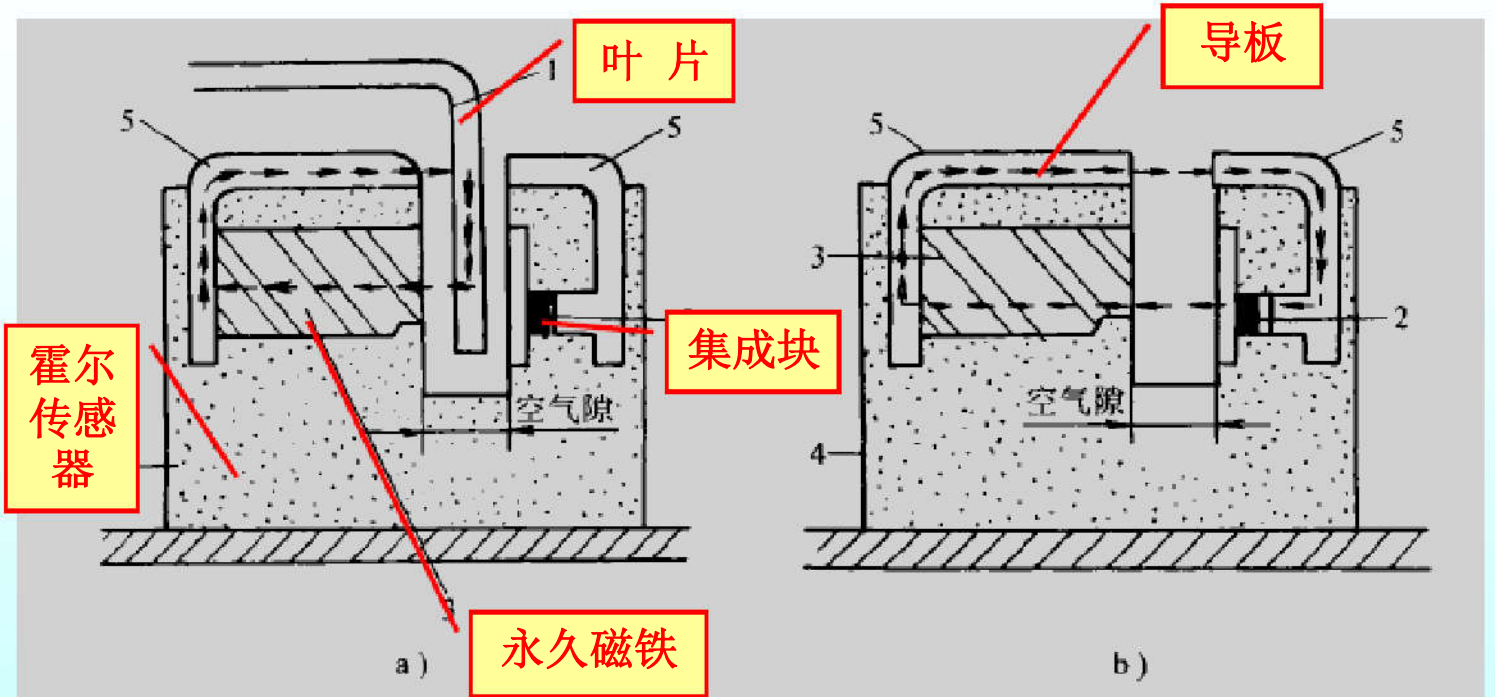
$$U_H = \frac{R_H}{d} IB$$

即：点火信号电压。



1、永久磁铁 2、外加电流 3、霍尔电压 4、霍尔触发器 5、接触面 6、磁力线 7、剩余电子。

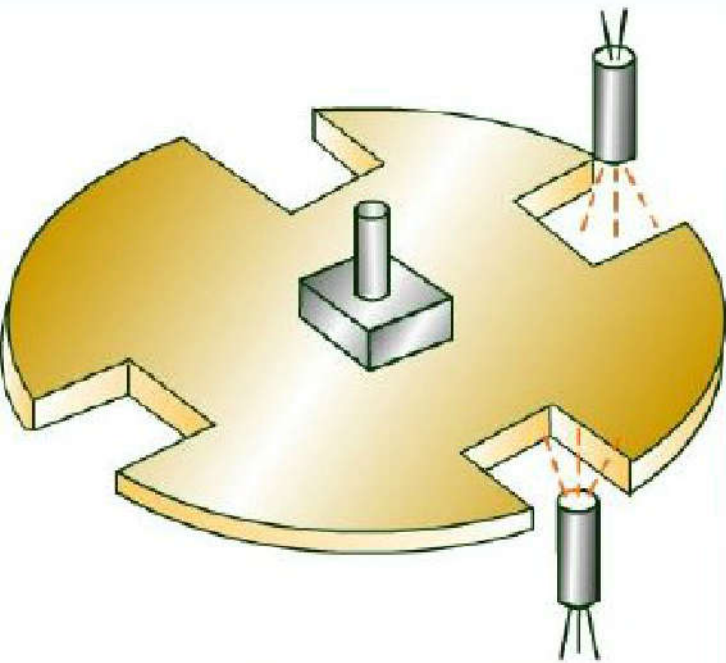
工作原理



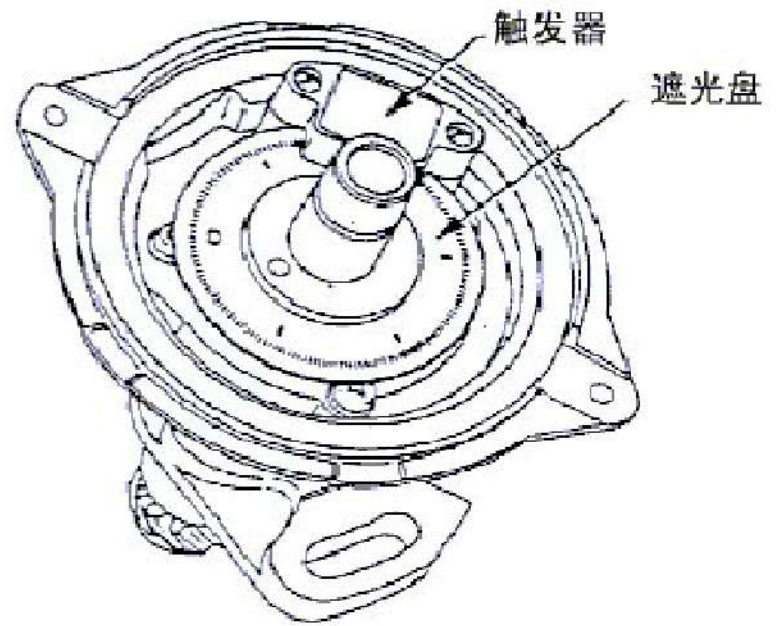
触发叶片进入空气隙中

触发叶片离开空气隙中

光电式传感器



光电式传感器



带有曲轴位置和光电传感器的分电器

二、微机控制的半导体点火系

- 1、概述
- 微机控制点火系在设计和结构上，随着汽车生产厂家、生产年代不同都有所不同，但基本结构是大同小异，它主要由传感器、电子控制器、点火器、点火线圈等组成。

微机控制点火系统的分类

- 按是否保留分电器分：

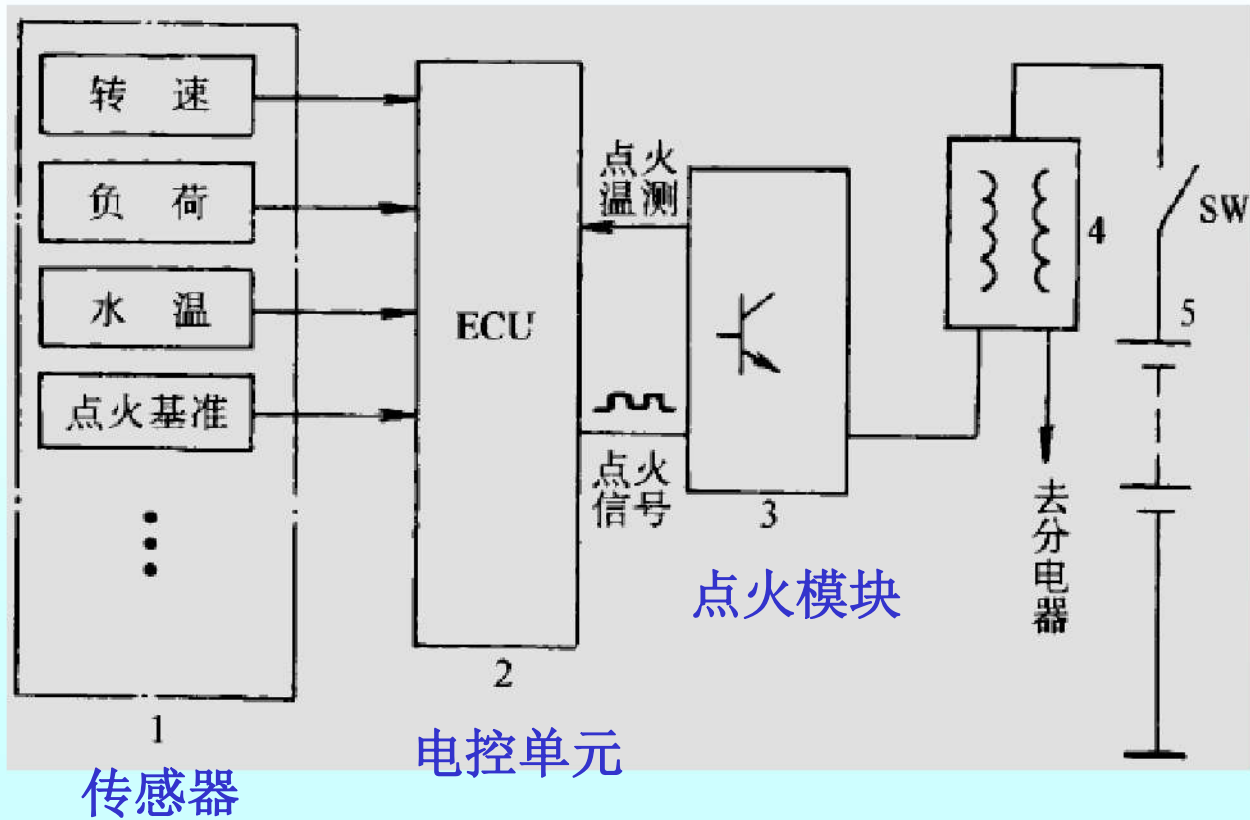
非直接点火系统(有分电器微机控制点火系统)

保留分电器，点火线圈产生的高压电经过分电器中的配电器进行分配，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气缸，使各缸火花塞依次点火。

直接点火系系统（无分电器微机控制点火系统）

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，由微机根据各传感器输入的信息，依照发动机的点火顺序，适时的控制各缸火花塞点火。

有分电器微机控制点火系统



传感器

功用:

监测发动机各种运行工况信息的装置。

主要传感器:

曲轴位置传感器: 曲轴转角(发动机转速)信号、活塞位置(上止点)信号;

空气流量计(绝对压力传感器): 进气量信号

水温传感器: 水温信号;

氧传感器: 空燃比浓稀信号;

节气门位置传感器: 节气门开闭或全开、全闭、加速信号;

车速传感器: 车速信号;

空档开关: 变速器空档信号;

点火开关: 点火开关接通及起动信号;

空调器开关: 空调信号;

蓄电池: 电池电压信号;

进气温度传感器: 进气温度信号;

爆震传感器: 爆震信号。

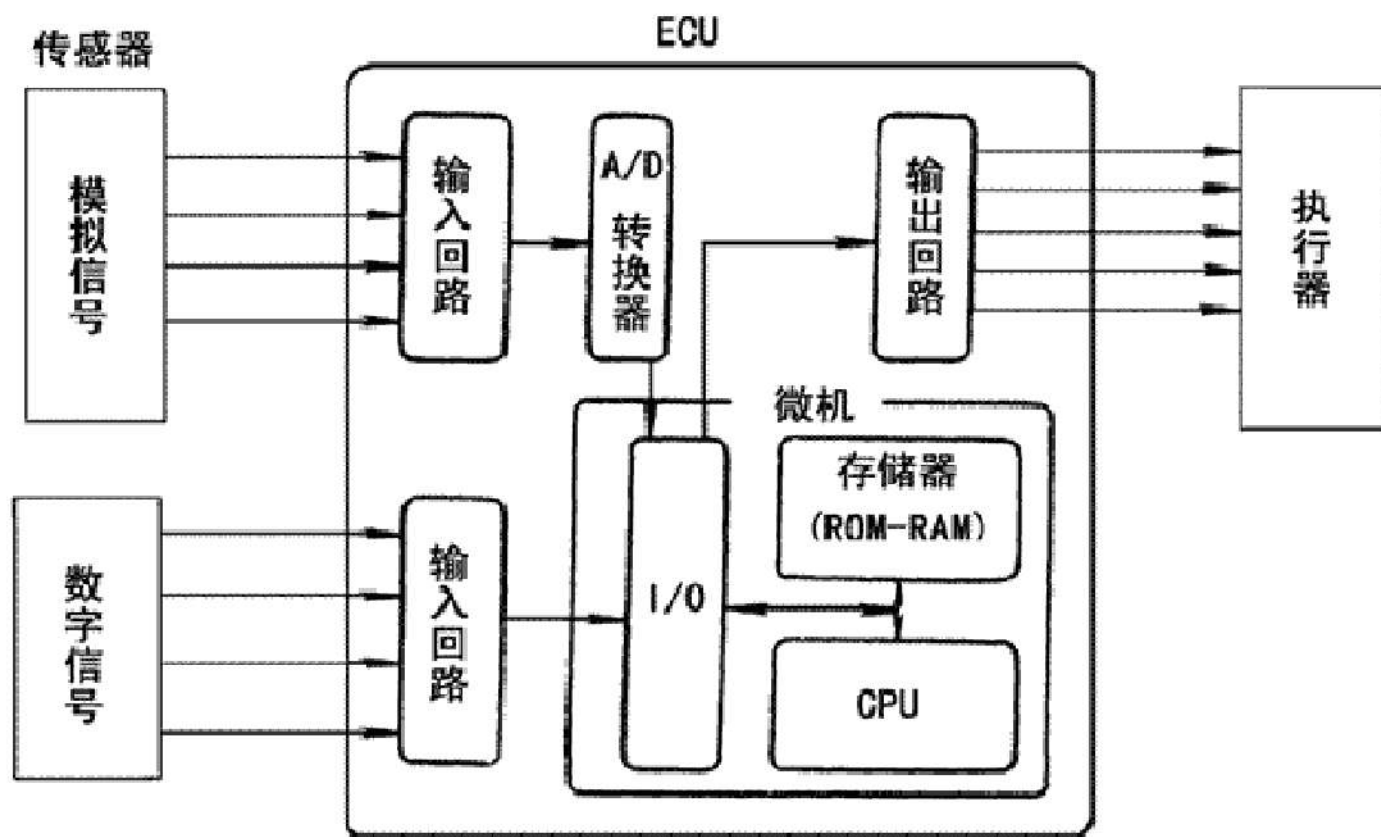
电子控制器（电控单元ECU）

- 作用:

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、准确控制发动机的工作目的。

- 组成:

输入回路、输出回路、A/D转换器、微型计算机以及电源电路、备用电路等。



电子控制器 (ECU) 的基本构成

点火器

功用:

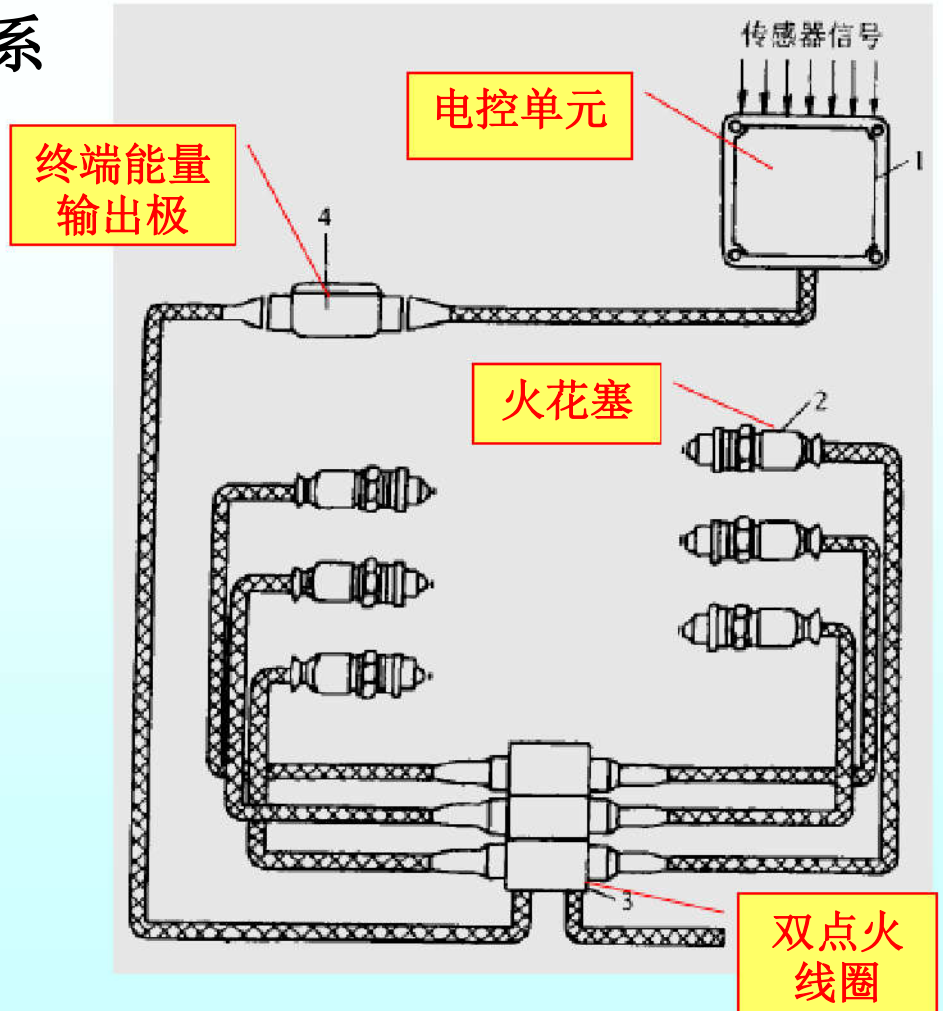
根据电子控制器输出的指令（信号），通过内部大功率管的导通与截止，控制初级电流的通断完成点火工作。

有些还具有恒流控制、闭合角控制、气缸判别、点火监视等

无分电器式点火系

无分电器式点火系是采用微机技术，根据发动机转速和负荷传感器的信号控制点火提前角，精确地控制发动机在各种工况下的最佳点火时刻。

无分电器式点火系分为**二极管分配式**和**点火线圈分配式**



- 无分电器点火系统优点:

由于取消了分电器，因此不存在分火头和旁电极间跳火的问题，减小了能量损失，不存在分火头与旁电极之间产生火花问题，电磁干扰小，节省了安装空间。

直接点火系统可分为两类:

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

数字点火控制系统的控制对象

- 点火提前角控制
- 通电时间控制
- 爆震控制

- 点火提前角控制

点火提前角对发动机的动力输出、燃油消耗、排气净化等性能都有直接的影响。因此必须严格控制，才能满足日益提高的发动机动力性、经济性和环保的要求。

点火提前角控制的特点：

复杂的多变量求解问题

目前没有精确的控制模型

试验方法获取转速-负荷-提前角的map图

- 点火提前角的控制策略：

TCCS系统的点火提前角控制

实际点火提前角=初始点火提前角+基本点火提前角+修正点火提前角

初始点火提前角是固定的

基本点火提前角分怠速与正常行驶两种

修正点火提前角：暖机修正、怠速稳定修正、过热修正、空燃比反馈修正。

- ECCS系统点火提前角的控制

启动点火提前角控制&怠速及滑行点火提前角控制&正常行驶点火提前角控制。

启动点火提前角控制=

平常点火提前角*启动转速/100

怠速及滑行点火提前角控制=

15° (if $n_e < 1000\text{rpm}$)

曲线B (if $T(\text{冷却液}) < 50^\circ\text{C}$ & $V < 8\text{km/h}$ & $n_e > 1000\text{rpm}$)

曲线A (if $T(\text{冷却液}) > 50^\circ\text{C}$ 或 $V < 8\text{km/h}$ 同时 $n_e > 1000\text{rpm}$)

- 爆燃控制

- 1.爆燃的监测

爆燃传感器监测发动机的震动信号。

在频域内处理，判断是否爆燃

- 2.控制手段

减小点火提前角

- 3.闭环控制

以1.5-2度减少提前角直至爆燃现象消失。

蓄电池

- 功用：
 - 1.汽车启动时给起动机和点火装置供电
 - 2.发电机不发电或电压较低发动机处于低速时，像点火系统及其他用电设备供电
 - 3.当用电设备同时接入较多时，发电机超载时，协同发动机向用电设备供电。
 - 4.贮存多余电能。
 - 5.稳定电网电压。

- 分类

普通型

干湿荷电型

湿式荷电型

免维护型

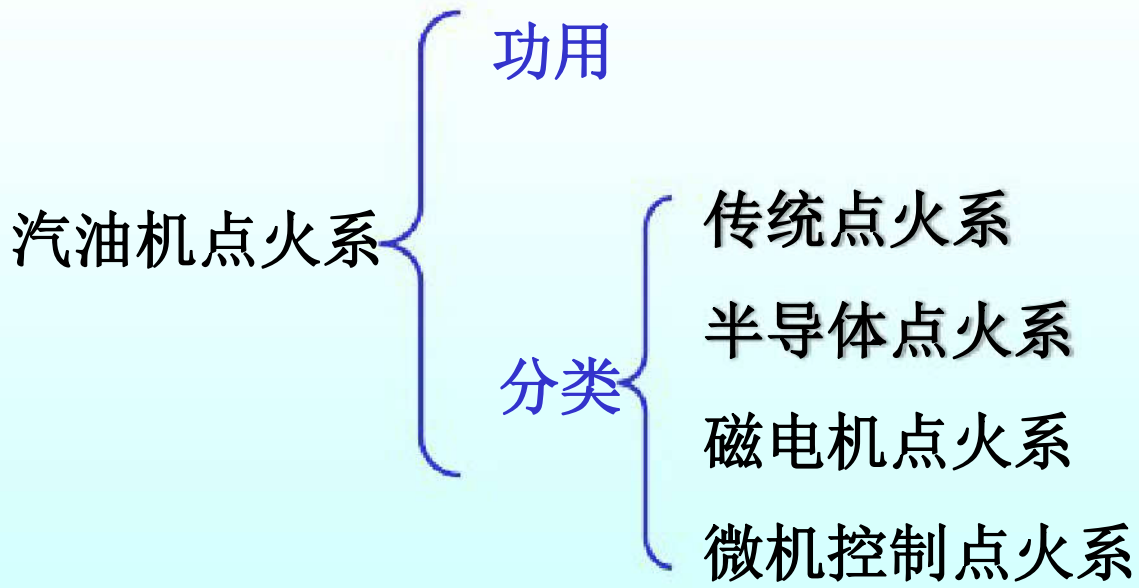
发电机

- 功用

- 1.发动机转速在怠速以上时，为用电设备供电。

- 2.为蓄电池充电

小 结



传统分电器式点火系：组成及工作原理

点火提前的概念及其后果

分电器的组成： { 配电器
断电器
电容器
火提前角调节装置

各组成的功用及构造连接关系；

半导体点火系： { 无触点式半导体点火系
微机控制的半导体点火系

结束

