



汽车构造 (1)

汽油机点火系统

黄开胜
汽车工程系

9



汽油机点火系统

- 工作原理
- 对点火系统的要求
- 点火系统分类
- 磁电机点火系统
- 传统点火系统
- 晶体管点火系统
- 电控点火系统
- 点火线圈
- 火花塞
- 技术发展



工作原理 (1)

- 汽油机采用火花点燃方式
- 在火花塞的两个电极之间加上直流电压时, 电极之间的气体便发生电离现象。随着电极间的电压升高, 气体电离的程度不断增强。当电压增长到一定值时, 火花塞两电极间的间隙被击穿而产生火花
- 击穿电压一般在8~20 kV
- 汽车蓄电池电压12V或24V
- 如何做到?



点火系统的要求

- 点火电压足够
- 点火能量足够
- 点火时刻恰当
- 持久耐用



工作原理 (2)

- 点火能量
 - 点火能量是火花电压和电流在整个火花持续时间里的积分

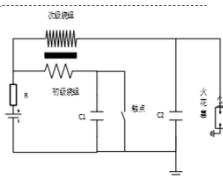
$$W = \int_0^t u i dt$$

- 点火能量特征参数: 点火电压、点火电流、火花持续时间
- 点火能量不足, 易引起失火; 点火能量越大, 着火性能越好
- 起动、怠速、急加速等浓混合气工况、引入废气再循环、缸内直喷发动机分层稀燃时, 都要求更高的点火能量
- 点火能量60~120mJ, 为保证可靠点火, 点火系统可以提供的能量应为点火能量的1.5~2倍以上



工作原理 (3)

- 低压变高压
 - 触点闭合, 给C1充电
 - 触点断开, 在初级、次级绕组中均产生感应电动势, 并向等效电容C2充电, 电压同时施加在火花塞上, 次级绕组匝数多, 可感应出15kV~20kV的高压, 击穿火花塞间隙
- 放电过程: 电容C2首先放电, 时间极短, 1μs, 电流几十安培, 由于火花是在次级感应电压达到最大值之前产生, 所以电容放电只消耗了一部分磁场能, 另一部分磁场能沿着电离的火花间隙缓慢放电, 形成电感放电, 又称火花尾, 放电时间较长, 几毫秒, 电流较小, 约为几十毫安, 放电电压较低

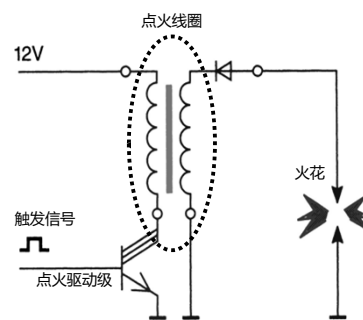


工作原理 (4)

- 电压与能量
 - 感应电动势

$$E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\Phi \text{ 是磁通量}$$
 初级绕组匝数240匝~370匝
次级绕组匝数11000匝~23000匝
 - 与触点闭合时间有关
 - 需要加快磁通变化率
 - 点火能量过大造成过早损坏和能量浪费

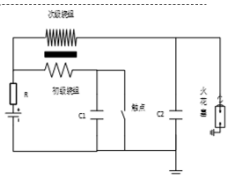


工作原理 (5)



► 提高磁通变化率、保护触点

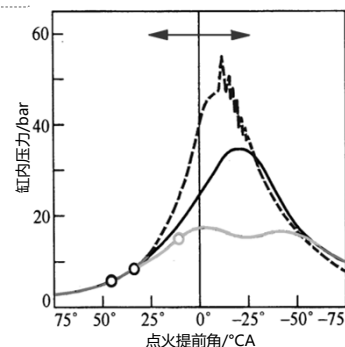
- 触点并联电容C1：触点打开后， i_p 迅速降到零，初级绕组产生感应电动势，大小为200-300伏，在触点断开瞬间，此电动势会使触点间形成强烈火花，氧化或烧蚀触点，而且由于感应电动势的方向与原来的电流方向相同，致使它阻碍了初级绕组电流的快速减小，降低了电流变化率和磁通变化率，从而降低了次级绕组感应电动势的数值。因此，增加C1



工作原理 (6)



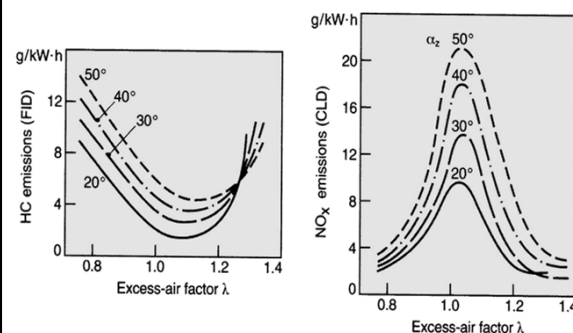
- 点火时刻（点火提前角）
- 在活塞到达压缩上止点之前火花塞间隙跳火，使燃烧室内气体压力在上止点后10~12°时达到最大值
- 点火提前角：从火花塞电极间跳火开始，到活塞运行至上止点时的时间内曲轴转过的角度



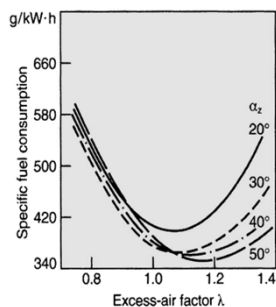
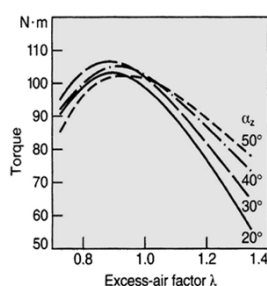
工作原理 (7)



- 点火时刻（点火提前角）
- 点火提前角最大值受限于发动机爆震，最小值受限于燃烧界限或排气温度
- 点火提前角影响发动机：转矩、有害排放、油耗
- 转矩：在不发生爆震的条件下，点火尽可能提前（爆震控制）
- 有害排放：提前角越大，HC、NOx越多
- 油耗：提前角越大，燃油消耗率越小
- 最佳点火提前根据发动机动力性、燃油经济性和排放的要求共同确定



点火提前对排放的影响



点火提前对性能的影响

工作原理 (10)



- 点火时刻（点火提前角）
- 基本点火提前角确定：发动机转速、负荷、混合气浓度
- 转速
 - 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
- 负荷
 - 当发动机转速一定时，随着负荷的加大，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
- 稀混合气，火焰传播慢，需加大点火提前角