

点火提前角

一、点火提前角的确定

汽油发动机的点燃混合气要比压缩上止点适当的提前一些。通常把发动机发出最大功率和油耗最小的点火提前角称为最佳点火提前角。点火提前角大小直接影响发动机的输出功率、油耗、排放等。发动机工况不同需要的最佳点火提前角也不相同，怠速时最佳点火提前角是为了使怠速运转平稳，降低有效气体的排放量和减少燃油消耗量；部分负荷时最佳点火提前角是为了减少燃油消耗量和有害气体的排放量，提高经济性和排放性能；大负荷时最佳点火提前角是为了增大输出转矩，提高动力性能。

微机控制的点火提前角 θ 由初始点火提前角 θ_i 、基本点火提前角 θ_b 和修正点火提前角 θ_c 三部分组成，即：

$$\theta = \theta_i + \theta_b + \theta_c$$

1. 初始点火提前角

初始点火提前角又称为固定点火提前角，其值大小取决于发动机的结构形式，一般为上止点 BTDC 6° - BTDC 12° 。

在下列情况时，由于发动机转速变化大，空气流量不稳定，点火提前角不能准确控制，因此采用固定点火提前角进行控制，其实际点火提前角等于初始点火提前角。

- (1) 发动机启动时；
- (2) 发动机转速低于 400r/min 时；
- (3) 检查初始点火提前角时。

2. 基本点火提前角

基本点火提前角是发动机最主要的点火提前角，是设计微机时确定的点火提前角。在编订微机程序时，综合考虑发动机油耗、转速、排放和爆震等因素，对发动机的各项试验结果进行优化处理后，即可获得如图 1 所示的与转速、负荷为变量的三维点火特征脉谱图。将三维点火特征脉谱图以数据的行驶存储在电脑存储器里。汽车行驶时，微机根据发动机转速信号和发动机负荷（由空气流量和转速确定）信号，即可从电脑存储器中查询出相应的基本点火提前角来控制点火。

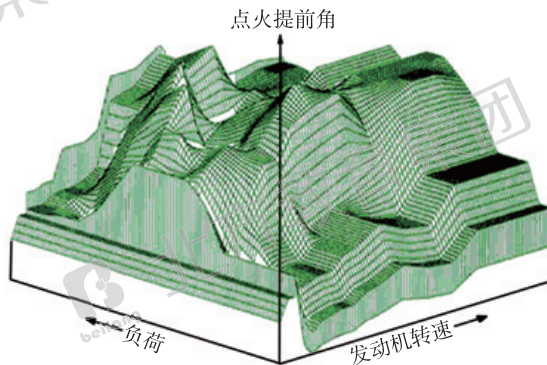


图 1 三维点火特征脉谱图

3. 修正点火提前角

为使实际点火提前角适应发动机的运转状况，以便得到良好的动力性、经济型和排放性能，必须根据相关因素（冷却液温度、进气温度、开关信号等）适当增大或减少点火提前角，即对提前角进行必要的修正。修正点火提前角的项目根据车型有多有少，主要有暖机修正和怠速修正。

(1) 暖机修正

暖机修正是指节气门位置传感器的怠速触点闭合、发动机冷却水温度变化时，对点火提前角进行的修正。当冷却液水温低时，增大点火提前角，促使发动机尽快暖机，当冷却水温升高后，点火提前角应相应减小。

(2) 怠速修正

怠速修正是为了保证怠速运转而对点火提前角进行的修正。发动机怠速运转时的，由于负荷变化电脑会将怠速转速调整到设置的目标转速，发动机的实际转速低于规定的目标转速时，电脑将根据转速之差相应的减少点火提前角，使怠速运转平稳，防止发动机怠速熄火。

二、点火提前角的控制

电脑根据转速、负荷、水温、进气温度、开关信号等确定好点火提前角后，若要精确的控制点火器在正确的时刻点火，就需要知道发动机活塞、气门每一个时刻所在的位置。这个位置信息是由凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器结合提供的，以下以桑塔纳 3000 为例说明。桑塔纳 3000 在转速 2000r/min 时，最佳点火提前角为 上止点前 BTDC30°，这个位置是由电脑根据凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器结合计算出来的。

1. 凸轮轴位置传感器

桑塔纳 3000 凸轮轴位置传感器装在凸轮轴正时皮带轮的内侧如图 2 所示，为霍尔式，所以又称为霍尔传感器。信号齿在凸轮轴正时皮带轮上，为环形有一个缺口，此缺口对应一缸压缩上止点前 88°。发动机转动后，霍尔传感器感应缺口信号，此信号经电脑内部整形后如图 2 中的凸轮轴信号所示，此信号电压下降沿为一缸压缩上止点前 88°。



图 2 桑塔纳 3000 霍尔传感器

2. 曲轴位置传感器

桑塔纳 3000 曲轴位置传感器装为磁脉冲式，安装在缸体上。发动机的曲轴上装有 1 个 60-2 齿的信号触发轮如图 3 所示。60 个齿对应曲轴转角的 360°，因此，每 1 个齿对应曲轴转角的 3°，每 1 个齿缺也对应曲轴转角的 3°。为了使点火提前角更为精准，一般精确到 1°。由此，电脑内部将从曲轴位置传感器得到的 3° 信号转化成 1° 信号，如图 3 中 1° 信号所示。

3. 点火器及点火线圈

桑塔纳 3000 发动机点火系统采用无分电器双火花直接点火系统，点火顺序为 1-3-4-2。发动机点火系统使用的点火器与点火线圈为一整体，如图 4 所示，其内部包含了两个点火线圈、一个点火器，如图 5 所示。

在跳火时高压电流分别通过两个相对应气缸火花塞，在压缩行程上止点的气缸，因混合气被压缩，电阻升高需要较强的火花能量才能击穿火花塞的空气隙，所以该气缸火花放电比较强烈。

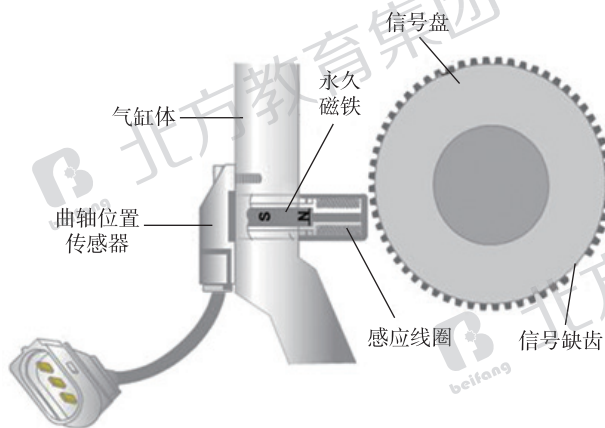


图 3 桑塔纳 3000 曲轴位置传感器

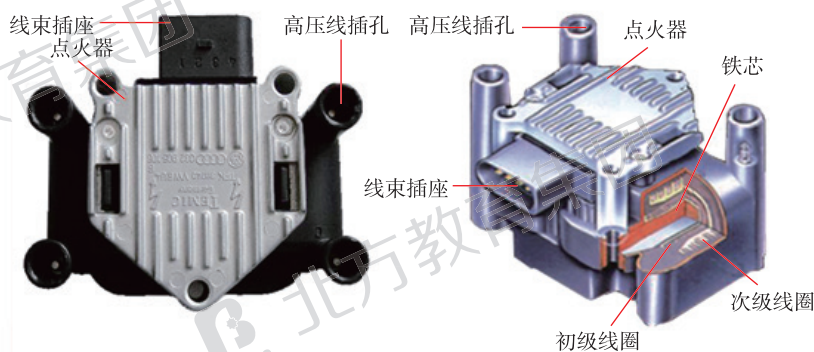


图 4 桑塔纳 3000 点火线圈

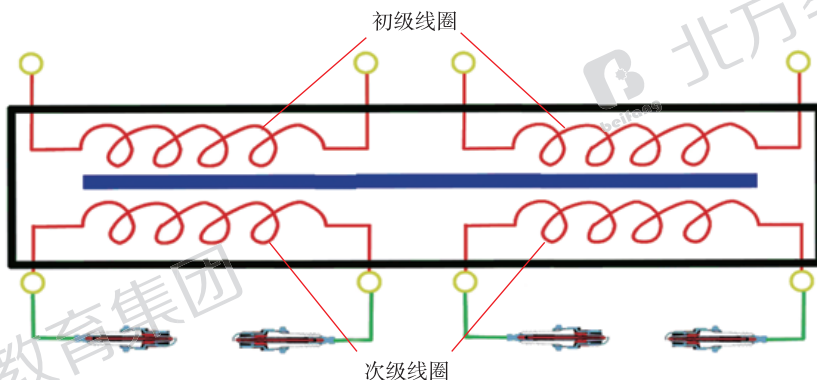


图 5 桑塔纳 3000 点火线圈内部原理图

4. 点火时刻的确定

曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器同步工作，由于曲轴位置传感器缺 2 齿的因素，当电脑收到电压下降信号（此时为一缸压缩上止点 88° ）后，再运转 7° 开始收到曲轴位置信号，此时据一缸压缩上止点 81° ，此时电脑以此为标准记为基准信号，此信号在电脑内部产生，电脑此后根据 1° 信号每隔 180° 记为 1 个基准信号。每一个基准信号对应相应气缸压缩上止点 81° ，如图 6 所示。

电脑根据基准信号开始计数，电脑根据 1° 信号检测到曲轴转过 51° 时，控制点火器点火电路图如图 6 所示，此时点火提前角为 30° ，如图 7 所示。

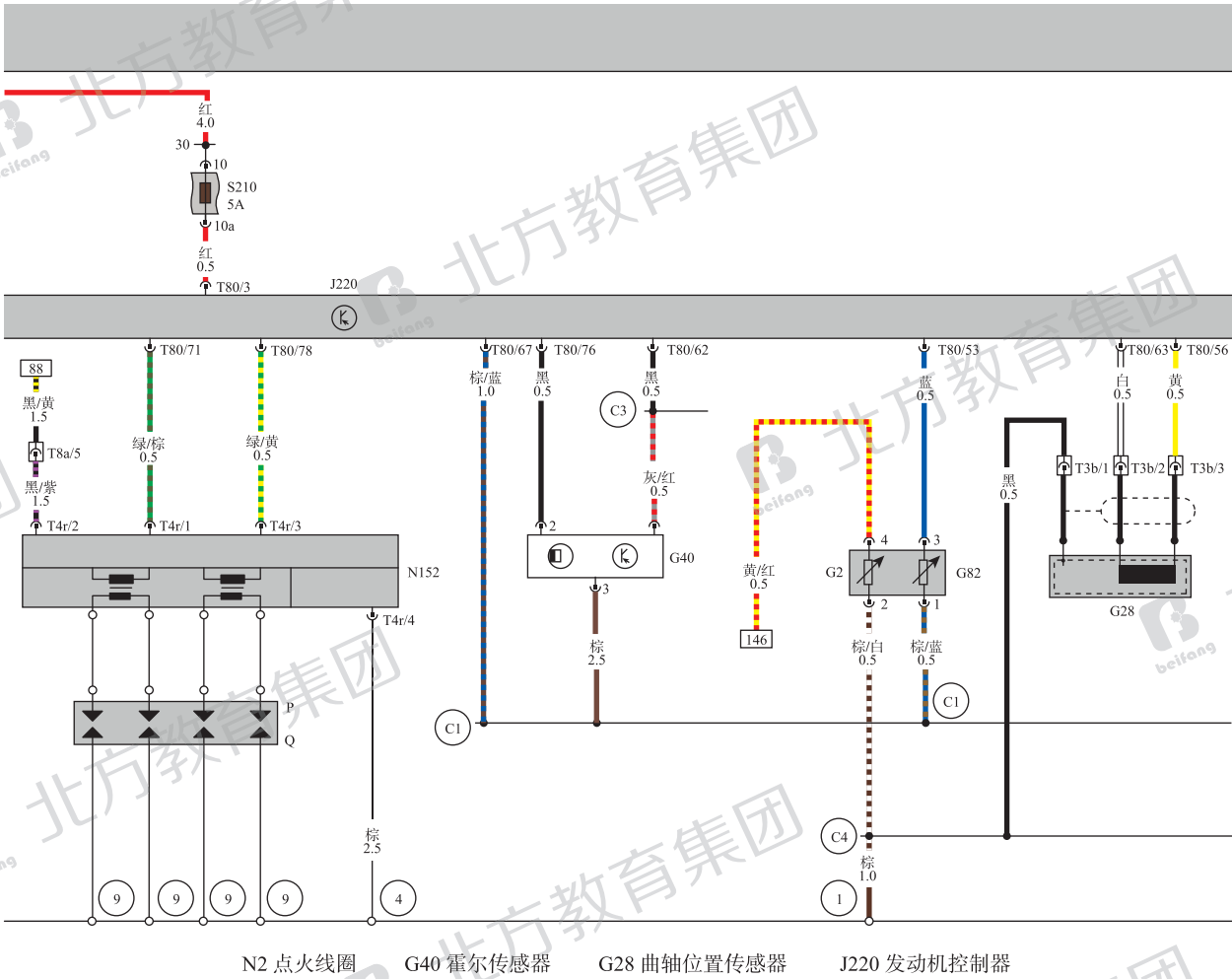


图 6 桑塔纳 3000 点火电路图

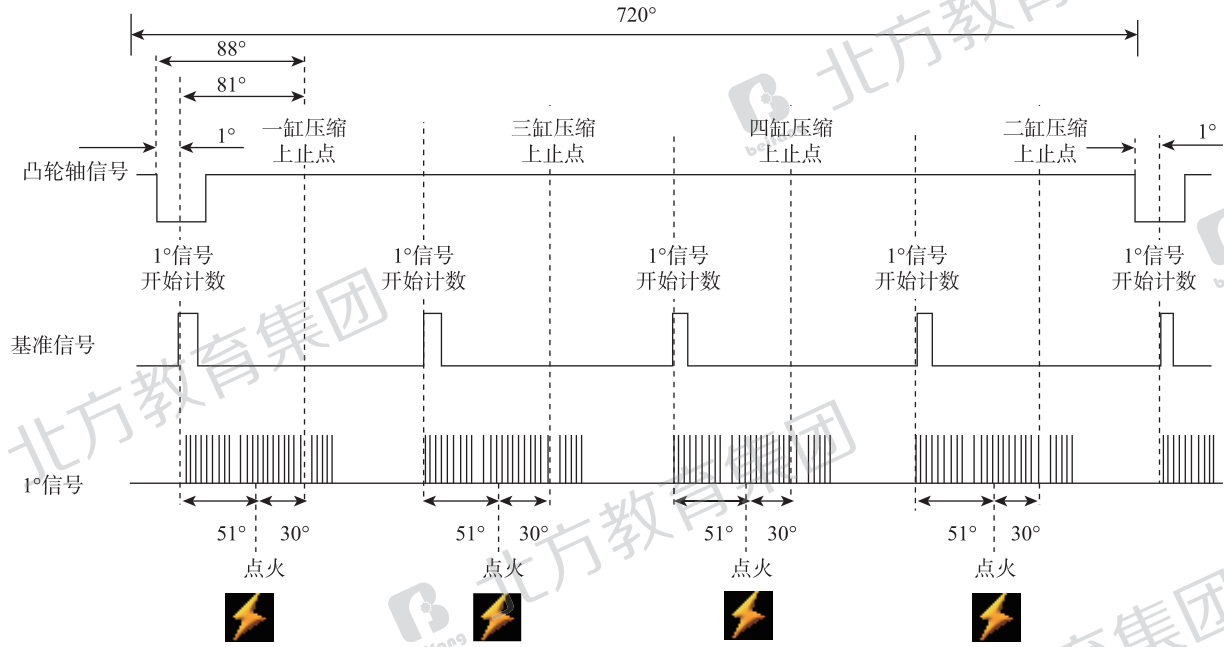


图 7 点火提前角控制