2 模块二

微机控制点火系统的结构原理

【学习目标】

- 解释微机控制点火系统的组成及各组成元件的功用。
- 介绍爆燃传感器的类型及工作原理。
- 描述点火控制组件的组成及工作原理。
- 介绍点火提前角的确定方法。
- 描述微机控制点火系统的基本控制原理。
- 描述发动机爆燃的控制过程。
- 结合实例说明爆燃传感器的安装位置和功用。
- 正确比较微机控制点火系统的各种配电方式。

课题 2.1　微机控制点火系统的组成

微机控制点火系统（Microcomputer Control Ignition，MCI）能实现最佳点火提前角的控制，从而提高发动机的动力性，降低燃油消耗量和有害气体的排放量。

微机控制点火系统主要由空气流量传感器、节气门位置传感器、曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器、车速传感器、爆燃传感器、各种控制开关、ECU、点火控制器、点火线圈以及火花塞等组成，见图 2－1。

1. 信号输入装置

信号输入装置包括各种传感器和开关。传感器用来检测与点火有关的发动机工作和状况信息，并将检测结果输入 ECU，作为计算和控制点火时刻的依据。各型汽车采用的传感器的类型、数量、结构及安装位置不尽相同，但其作用大同小异。除爆燃传感器之外，这些传感器大多与电控燃油喷射系统、怠速控制系统等共用。

各种开关信号用于修正点火提前角。启动开关信号用于启动时修正点火提前角；空调开关信号用于怠速工况下使用空调时修正点火提前角；空挡启动开关只对于自动变速器汽车，ECU 利用该信号判断发动机是处于空挡停车状态还是行驶状态，然后对点火提前角进行必要的修正。

2. ECU

微机控制点火系统是发动机集中控制系统的一个子系统，ECU 是发动机集中控制系统的核心。ECU 只读存储器中存储有监控和自检等程序以及该型发动机在各种工况下的最佳点火提前角。ECU 不断接收各种传感器和开关发送的信号，并按预先编制的程序进行计算和判断后，向点火控制器发出控制信号，实现点火提前角和点火时刻的最佳控制。

3. 执行器

微机控制点火系统的执行器为点火控制器。点火控制器又称点火控制组件、点火器或功率放大器，是微机控制点火系统的功率输出级，接收 ECU 输出的点火控制信号并进行功率放大，驱动点火线圈工作。

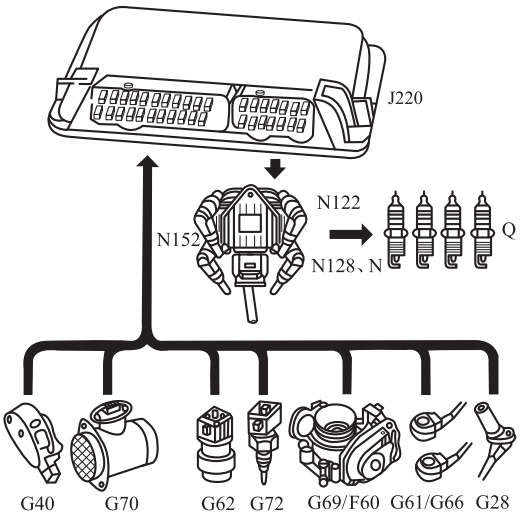

图 2－1　微机控制点火系统的组成
（桑塔纳 2000GSi 型轿车）

G40—凸轮轴位置（上止点位置）传感器；G70—空气流量传感器；G62—冷却液温度传感器；G72—进气温度传感器；G69—节气门位置传感器；F60—怠速触点开关；G61、G66—爆燃传感器；G28—曲轴位置（曲轴转速与转角）传感器；J220—ECU；N152—点火控制组件；N122—点火控制器；N128、N—点火线圈；Q—火花塞

点火控制器的电路、功能与结构，不同车型有所不同，有的与 ECU 制作在同一块电路板上，如北京切诺基 4.0 L 发动机集中控制系统；有的为独立总成，用线束与 ECU 相连接，如丰田轿车 TCCS 系统；有的点火控制器与点火线圈安装在一起，并配有较大面积的散热器散热，如桑塔纳 2000GSi 型轿车的点火控制器。

课题 2.2　微机控制点火系统主要部件的结构原理

相关知识 1　爆燃传感器

在微机控制点火系统中，ECU 根据爆燃传感器（DS）的信号判断发动机是否发生爆燃，对点火提前角进行修正，实现点火提前角闭环控制（防爆燃控制）。

发动机发生爆燃时，汽缸内的可燃混合气异常燃烧导致压力急剧上升而引起缸体振动，使发动机输出功率降低，甚至导致发动机损坏。

目前，汽车广泛采用检测发动机缸体振动频率来检测爆燃。发动机爆燃产生的压力冲击波频率一般为 6～9 kHz。在检测缸体振动频率时，一般都将爆燃传感器安装在发动机缸体侧面。

爆燃传感器按检测方式不同，可分为共振型与非共振型；按结构不同，可分为压电式和磁致伸缩式。

共振型爆燃传感器的共振频率与发动机爆燃的固有频率相匹配，因此，其内部设有共振体，并且要使共振体的共振频率与爆燃频率协调一致。其输出电压高，不需要滤波器，信号

处理比较方便。由于机械共振体的频率特性尖且频带窄，只适用于特定的发动机，不能与其他发动机互换使用，美国通用汽车采用了共振型爆燃传感器。

非共振型爆燃传感器适用于所有的发动机，但其输出电压较低，频率特性平坦且频带较宽，需要配用带通滤波器，信号处理比较复杂。欧洲、日本和中国汽车大都采用非共振型爆燃传感器。

1. 压电式爆燃传感器

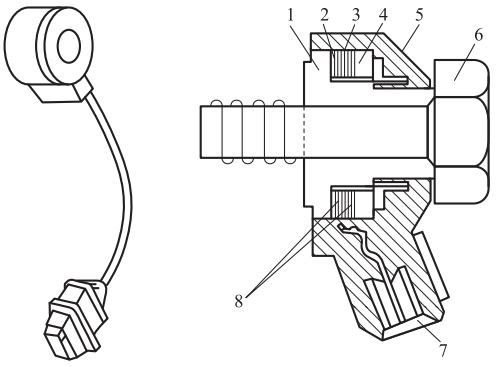

图 2－2　压电式爆燃传感器

（a）外形；（b）结构

1—套筒底座；2—绝缘垫圈；3—压电元件；4—惯性配重；5—塑料壳体；6—固定螺栓；7—接线插座；8—电极

压电式爆燃传感器主要由套筒、压电元件、惯性配重、塑料壳体和接线插座等组成，见图 2－2。桑塔纳 GLi、2000GLi 型轿车采用了一个爆燃传感器，安装在缸体右侧（车前视）第 2、第 3 缸之间；桑塔纳 2000GSi、捷达 AT、GTX 型轿车采用了两个爆燃传感器，安装在发动机进气道一侧缸体上第 1、第 2 缸之间和第 3、第 4 缸之间，分别检测第 1、第 2 缸和第 3、第 4 缸爆燃信号。

压电元件制作成垫圈形状，在其两个侧面上安放有金属垫圈作为电极，并用导线引到接线插座上。惯性配重与压电元件以及压电元件与传感器套筒之间安放有绝缘垫圈，套筒中心制作有螺孔，传感器用螺栓固定在发动机缸体上，调整螺栓的拧紧力矩便可调整传感器输出的信号电压。传感器的输出特性出厂时已经调好，使用中不得随意调整。

惯性配重用来传递发动机振动产生的惯性力，惯性配重与塑料壳体之间安装有盘形弹簧，借弹簧张力将惯性配重、压电元件和垫圈等部件压紧在一起。传感器插座上有三根引线，其中两根为信号线，一根为屏蔽线。

当发动机缸体产生振动时，传感器套筒底座及惯性配重随之产生振动，套筒底座和配重的振动作用在压电元件上，由压电效应可知，压电元件的信号输出端就会输出与振动频率和振动强度有关的交变电压信号，见图 2－3。发动机爆燃频率在 6～9 kHz 之间时振动强度较大，其信号电压较高。发动机转速越高，信号电压幅值越大。因为发动机爆燃是在活塞运行到压缩上止点前后产生，此时缸体振动强度最大，所以，爆燃传感器在活塞运行到压缩上止点前后产生的输出电压较高，爆燃传感器输出信号与曲轴转角的对应关系见图 2－4。

2. 磁致伸缩式爆燃传感器

磁致伸缩式爆燃传感器主要由感应线圈、伸缩杆、永久磁铁和外壳组成，见图 2－5。伸缩杆一端设置有永久磁铁，另一端安放在弹性元件上。传感线圈绕制在伸缩杆的周围，线圈两端引出电极与控制线路连接。

当发动机缸体产生振动时，传感器的伸缩杆随之振动，感应线圈中的磁通量发生变化。根据电磁感应原理，线圈中感应出交变电动势，即传感器有电压输出，输出电压高低取决于发动机的振动强度和振动频率。当发动机缸体振动频率达到 6～9 kHz 时，传感器产生共振，

振动强度最大，线圈中产生的电压最高，见图 2－6。

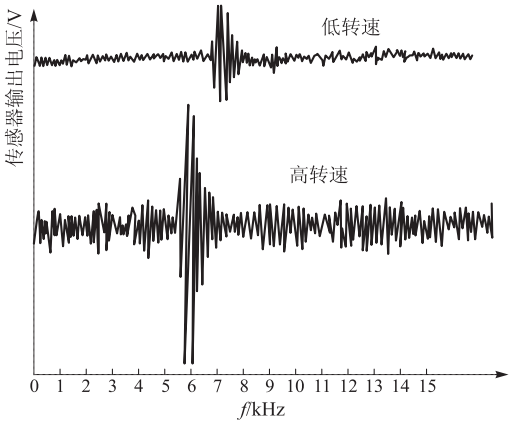

图 2－3　不同转速时传感器输出波形

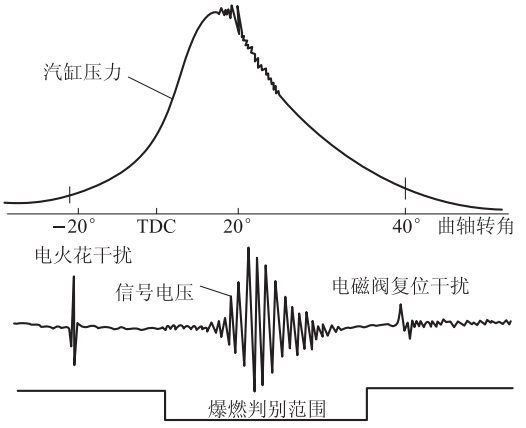

图 2－4　传感器输出信号与曲轴转角的对应关系

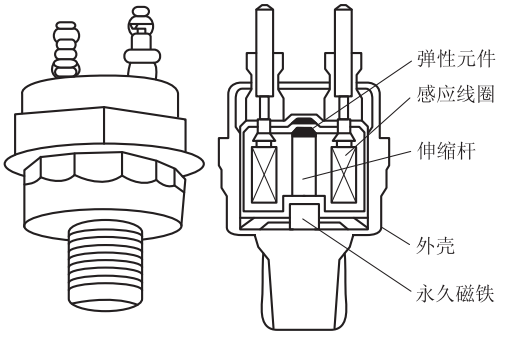

图 2－5　磁致伸缩式爆燃传感器

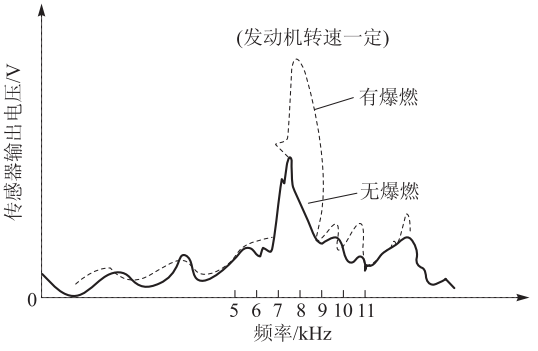

图 2－6　爆燃传感器输出信号波形

3. 燃烧压力检测式爆燃传感器

直接检测燃烧压力法，测量精度最高。但传感器安装困难且耐久性较差，通常采用间接检测燃烧压力法。其传感器又称为垫圈式爆燃传感器或压力检测式爆燃传感器，是一种非共振型压电效应式传感器，结构原理与前述压电式爆燃传感器相同。安装在火花塞垫圈下面与发动机汽缸盖之间，见图 2－7。燃烧压力作用到火花塞上，经过火花塞垫圈再传递给传感器。作用力变化时，传感器信号电压随之变化，从而即可间接地测量燃烧压力。垫圈式爆燃传感器的额定工作温度为 180 ℃，允许短时高温为 200 ℃；拧紧力矩为 20 ~ 30 N · m，最大拧紧力矩为 40 N · m。奥迪轿车采用了这种传感器。

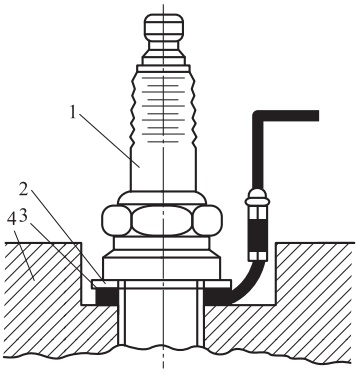

图 2－7　垫圈形压力传感器

1—火花塞；2—垫圈；
3—爆燃传感器；4—汽缸盖

相关知识 2　点火控制组件

现代汽车采用的点火线圈分开磁路式和闭磁路式两种。微机控制点火系统普遍采用闭磁路式点火线圈，例如，丰田轿车、桑塔纳 GLi、2000GLi、2000GSi 型轿车以及捷达、红旗等轿车微机控制点火系统均采用闭磁路式点火线圈。以桑塔纳 2000GSi 型轿车点火控制组件（N152）为例。

1. 结构特点

桑塔纳 2000GSi 型轿车采用直接点火系统，每两个汽缸共用一个闭磁路式点火线圈，四个汽缸共用两个点火线圈。两个点火线圈与点火控制器组装成一体，称为点火控制组件或点火动力组件，固定在发动机缸体上，结构见图 2－8。

在点火控制组件 N152 壳体上标注有各缸高压插孔标记 A、B、C、D，分别对应于第 1、第 2、第 3、第 4 缸高压插孔。点火控制组件 N152 的内部电路见图 2－9，两个线圈初级电路的接通与切断由点火控制器 N122 根据 ECU 发出的指令进行控制。

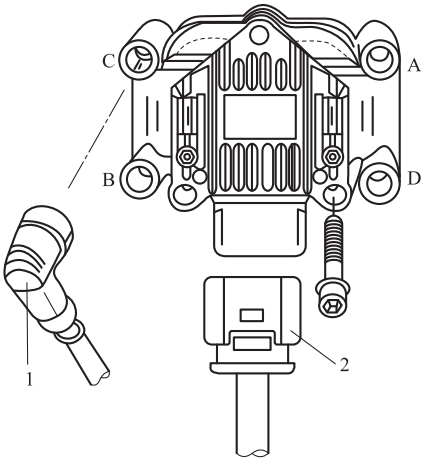

图 2－8　点火控制组件 N152 结构

第 1—第 3 缸高压线；2—点火控制组件线束连接器
A—第 1 缸高压插孔；B—第 2 缸高压插孔；
C—第 3 缸高压插孔；D—第 4 缸高压插孔

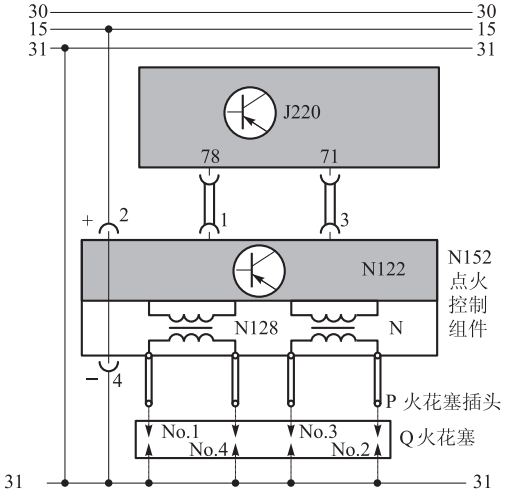

图 2－9　点火控制组件 N152 内部电路

J220－ECU；71－第 2、第 3 缸点火控制端子；
78－第 1、第 4 缸点火控制端子；N－第 2、第 3 缸点火线圈；
N122－点火控制器；N128－第 1、4 缸点火线圈

第 1、第 4 缸共用一个点火线圈 N128，初级电流由 ECU 的端子 78 发出的信号进行控制；第 2、第 3 缸共用一个点火线圈 N，初级电流由 ECU 的端子 71 发出的信号进行控制。当每个点火线圈次级绕组的电流切断时，初级绕组中产生的高压电同时分配到两个汽缸的火花塞跳火。

2. 工作原理

接通点火开关，15 号电源线以及点火控制组件端子 2 电源接通。当 ECU 根据曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、节气门位置传感器以及温度传感器等信号确定第 1、第 4 缸需要点火时，立即从控制端子 78 发出控制脉冲，使点火控制器 N122 中控制点火线圈 N128 的功率三极管截止，点火线圈 N128 的初级电流切断，其次级绕组则产生高压电并加到第 1、

第 4 缸火花塞上同时跳火。

当第 2、第 3 缸需要点火时，ECU 从控制端子 71 发出控制脉冲，使点火控制器 N122 中控制点火线圈 N 的三极管截止，线圈 N 的初级电流切断，次级绕组产生高压电并加到第 2、第 3 缸火花塞上同时跳火。

相关知识 3　闭磁路式点火线圈

1. 结构特点

车用闭磁路式点火线圈的结构基本相同，主要由铁芯、初级绕组和次级绕组构成，见图 2－10。

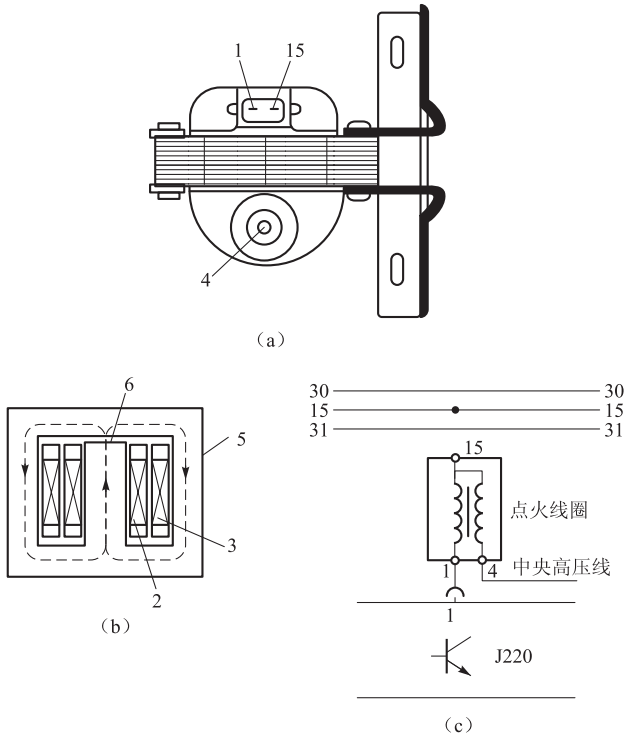

图 2－10　闭磁路式点火线圈（桑塔纳 GLi、2000Gli 轿车）

（a）外形；（b）原理；（c）电路

1—点火线圈负极；2—次级绕组；3—初级绕组；4—高压插孔；5—铁芯；

6—气隙；15—点火线圈正极；J220—ECU

铁芯由浸有绝缘漆的片状“山”字形硅钢片叠合成“日”字形。铁芯内绕次级绕组，初级绕组绕在次级绕组的外面，以利于散热。为了减小磁滞现象，铁芯设有一个微小的气隙。由于铁芯构成的磁路几乎是闭合回路，因此，称为闭磁路式点火线圈。其优点是漏磁少、磁阻小、能量损失小，因此在产生的感应电动势相同的情况下，所需匝数少、体积小。

2. 工作原理

电路连接见图 2－10（c）。当点火开关接通时，低压电源经点火开关 15 端子和 15 号电源线加到点火线圈 15 端子（点火线圈正极）上。点火线圈 1 端子（点火线圈负极）与 ECU

内部的大功率三极管连接，其初级电流的接通与切断由发动机 ECU 内部电路进行控制。ECU 通过计算导通角大小来控制点火线圈初级绕组的通电时刻，通过计算点火提前角大小来控制初级电流的切断时刻。

课题 2.3　微机控制点火系统的控制原理

相关知识 1　基本控制原理

一、基本控制原理

微机控制点火系统控制原理见图 2－11，空气流量传感器（AFS）和节气门位置传感器（TPS）向 ECU 提供发动机负荷信号，用于计算确定点火提前角；曲轴位置传感器（CPS）向 ECU 提供发动机转速、曲轴转角信号，转速信号用于计算确定点火提前角，转角信号用于控制点火时刻（点火提前角）；凸轮轴位置传感器（CIS）用于检测活塞上止点位置，识别缸序；冷却液温度信号（CTS）、进气温度信号（IATS）、车速信号（VSS）、空调开关信号（A/C）以及爆燃传感器（DS）信号等，用于修正点火提前角。

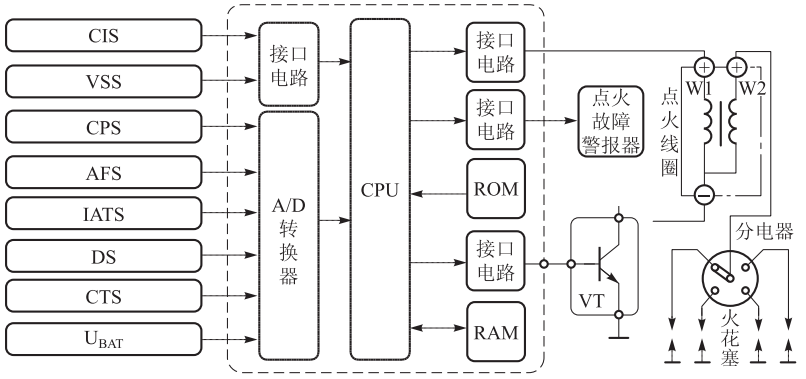

图 2－11　微机控制点火系统控制原理

发动机工作时，ECU 根据凸轮轴位置传感器信号判定哪一缸即将到达压缩上止点，根据反映发动机工况的转速信号、负荷信号以及与点火提前角有关的传感器信号确定相应工况下的最佳点火提前角，向点火控制器发出控制指令，使功率三极管截止，点火线圈初级电流切断，次级绕组产生高压电，并按发动机点火顺序分配到各缸火花塞跳火点燃混合气。

上述控制过程是指发动机在正常状态下点火时刻的控制过程。当发动机启动、怠速或汽车滑行时，设有专门的控制程序和控制方式进行控制。

相关知识 2　点火提前角的确定

发动机发出最大功率和最小油耗的点火提前角为最佳点火提前角，该点不在压缩行程上止点处，应适当提前。点火提前角由初始点火提前角、基本点火提前角和修正点火提前角三

部分组成。

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类型，并由曲轴位置传感器的初始位置决定，一般为上止点前为 6° ~ 12°。在下列情况时，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 400 r/min 时；

（3）检查初始点火提前角时。此时诊断插座测试端子短路，怠速触点 IDL 闭合，车速低于 2 km/h。

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，是设计微机控制点火系统时确定的点火提前角。由于发动机本身的结构复杂，影响点火的因素较多，理论推导基本点火提前角的数学模型比较困难，而且很难适应发动机的运行状态。因此，国内外普遍采用台架试验方法，利用发动机最佳运行状态下的试验数据来确定基本点火提前角。

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、经济性和排放性能，必须根据相关因素（如冷却液温度、进气温度、开关信号等）适当增大或减小点火提前角，即对点火提前角进行必要的修正。修正点火提前角的项目有多有少，主要有暖机修正和怠速修正。

发动机的实际点火提前角是上述三个点火提前角之和。发动机曲轴每转一圈，ECU 计算处理后就输出一个点火提前角信号。因此，当传感器检测到发动机转速、负荷、冷却液温度发生变化时，ECU 自动调整点火提前角。当 ECU 确定的点火提前角超过允许的最大点火提前角或小于允许的最小点火提前角时，发动机很难正常运转，此时 ECU 将以最大或最小点火提前角允许值进行控制。

相关知识 3　配电方式

微机控制点火系统高压配电方式分为机械配电和电子配电。

1. 机械配电

机械配电是由分火头将高压电分配至分电器盖旁电极，再通过高压线输送到各缸火花塞上的传统配电方式。桑塔纳 2000GLi、红旗 CA7220E 型轿车采用了该配电方式。机械配电存在以下缺点。

（1）分火头与分电器盖旁电极之间必须保留一定间隙，以实现高压电分配。因此，必然损失一部分火花能量，还会产生无线电干扰源。

（2）曲轴位置传感器转子由分电器轴驱动，旋转机构的机械磨损会影响点火时刻的控制精度。

（3）为了抑制无线电的干扰信号，高压线采用了高阻抗电缆，也要消耗能量。

（4）分火头、分电器盖或高压导线漏电时，会导致高压电火花减弱、缺火或断火。

（5）分电器的布置影响发动机的结构布置和汽车的外形设计。

2. 电子配电

电子配电由点火控制器控制，点火线圈的高压电按照一定的点火顺序，直接加到火花塞上，实现直接点火，也称为无分电器点火系统（DIS）。目前，无分电器点火系统在汽车上应用广泛。常用电子配电方式分为双缸同时点火和各缸单独点火两种配电方式，见图 2－12。

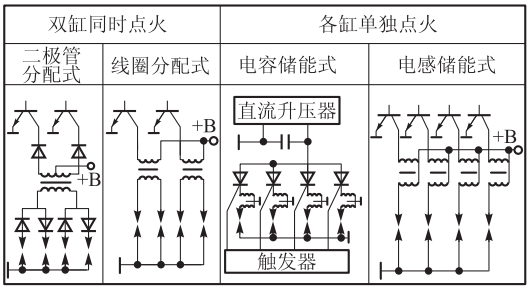

图 2－12　常用电子配电方式

1）双缸同时点火控制

双缸同时点火是指点火线圈每产生一次高压电，使两个汽缸的火花塞同时跳火。次级绕组产生的高压电将直接加在两个汽缸（四缸发动机的第 1、第 4 缸或第 2、第 3 缸；六缸发动机的第 1、第 6 缸或第 2、第 5 缸或第 3、第 4 缸）的火花塞电极上跳火。

双缸同时点火时，一个汽缸处于压缩行程末期，是有效点火；另一个汽缸处于排气行程末期，缸内温度较高而压力很低，火花塞电极间隙的击穿电压很低，对有效点火汽缸火花塞的击穿电压和火花放电能量影响很小，是无效点火。曲轴旋转一圈后，两缸所处行程恰好相反。双缸同时点火时，高压电的分配方式有二极管分配和点火线圈分配两种形式。

（1）二极管分配式双缸同时点火。利用二极管分配高压电的双缸同时点火电路，见图 2－13。点火线圈由两个初级绕组和一个次级绕组构成，次级绕组的两端通过四只高压二极管与火花塞构成回路。四只二极管有内装式（安装在点火线圈内部）和外装式两种。对于点火顺序为 1—3—4—2 的发动机，第 1、第 4 缸为一组，第 2、第 3 缸为另一组。点火控制器中的两只功率三极管分别控制一个初级绕组，两只功率三极管由 ECU 按点火顺序交替控制其导通与截止。

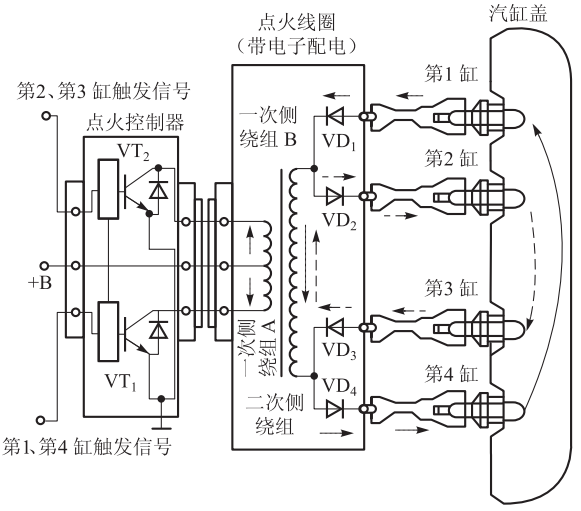

图 2－13　二极管分配高压电的双缸同时点火电路

当 ECU 将第 1、第 4 缸的点火触发信号输入点火控制器时，功率三极管 VT_1 截止，初级绕组 A 中的电流切断，次级绕组中产生高电压，方向见图 2－13 中实线箭头。在该电压的作用下，二极管 VD_1、VD_4 正向导通，第 1、第 4 缸火花塞电极上的电压迅速升高直至跳火，高压放电电流经图中实线箭头所指方向构成回路；VD_2、VD_3 反向截止，不能构成放电回路，因此，第 2、第 3 缸火花塞电极上无高压火花放电电流而不能跳火。

当 ECU 将第 2、第 3 缸点火触发信号输入点火控制器时，三极管 VT_2 截止，初级绕组 B 中的电流切断，次级绕组产生高压电动势，方向见图 2－13 中虚线箭头。此时二极管 VD_1、VD_4 反向截止，VD_2、VD_3 正向导通，因此，第 2、第 3 缸火花塞电极上的电压迅速升高直至跳火，高压放电电流经图中虚线箭头方向构成回路。

（2）点火线圈分配式双缸同时点火。点火线圈直接分配高压的同时点火电路见图 2－14。桑塔纳 2000GSi、捷达 AT 和奥迪 200 轿车点火系统采用了这种配电方式。

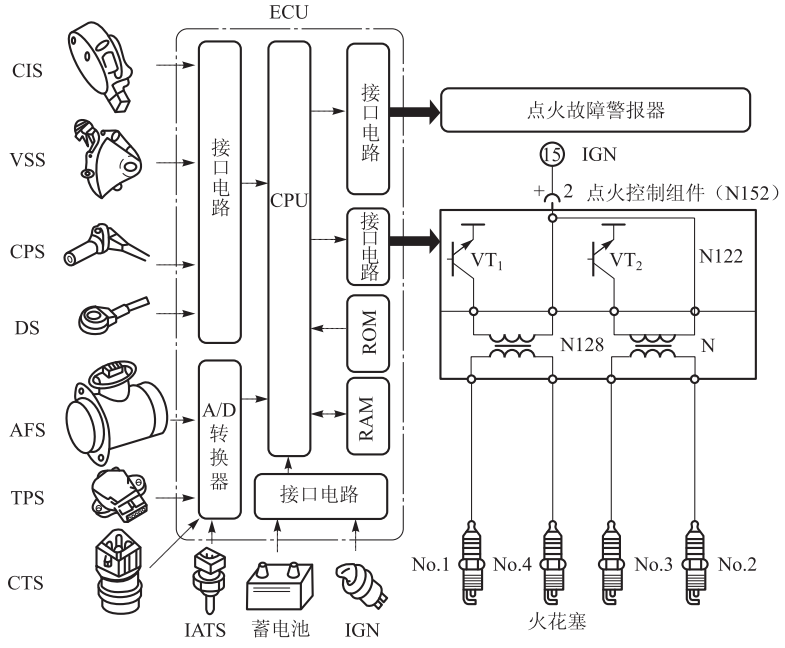

图 2－14　点火线圈直接分配高压的同时点火电路

点火线圈组件由两个（四缸发动机）或三个（六缸发动机）独立的点火线圈组成，每个点火线圈供给两个火花塞工作（四缸发动机的第 1、第 4 缸和第 2、第 3 缸分别共用一个点火线圈；六缸发动机第 1、第 6 缸，第 2、第 5 缸和第 3、第 4 缸分别共用一个点火线圈）。点火控制组件中设置有与点火线圈数量相等的功率三极管，分别控制一个点火线圈工作。点火控制器根据 ECU 输出的点火控制信号，按点火顺序轮流触发功率三极管导通与截止，从而控制每个点火线圈轮流产生高压电，再通过高压线直接输送到成对的两缸火花塞电极间隙上跳火点燃混合气。

（3）高压二极管的作用。在部分点火线圈分配高压的同时点火系统中，点火线圈次级回路中连接有一只高压二极管，用于防止次级绕组在初级电流接通时产生的电压（约为 1 000 V）加到火花塞电极上而导致误跳火。

2）各缸单独点火控制

点火系统采用单独点火方式时，每一个汽缸都配有一个点火线圈，并安装在火花塞上方。在点火控制器中，设置有与点火线圈数目相同的大功率三极管，分别控制每个线圈次级绕组电流的接通与切断，其工作原理与同时点火方式相同。单独点火省去了高压线，点火能量耗损少，所有高压部件安装在汽缸盖上的金属屏蔽内，对无线电的干扰降低。

相关知识 4　发动机爆燃的控制原理

发动机发生严重爆燃时，其动力性和经济性严重下降；当发动机工作在爆燃临界点或有轻微爆燃时，其动力性和经济性最好。利用点火提前角闭环控制系统能有效地控制点火提前角，使发动机工作在爆燃的临界状态。

1. 发动机爆燃控制系统的组成

发动机爆燃控制系统由传感器、带通滤波电路、信号放大电路、整形滤波电路、比较基准电压形成电路、积分电路、点火提前角控制电路和点火控制器等组成，见图 2－15。

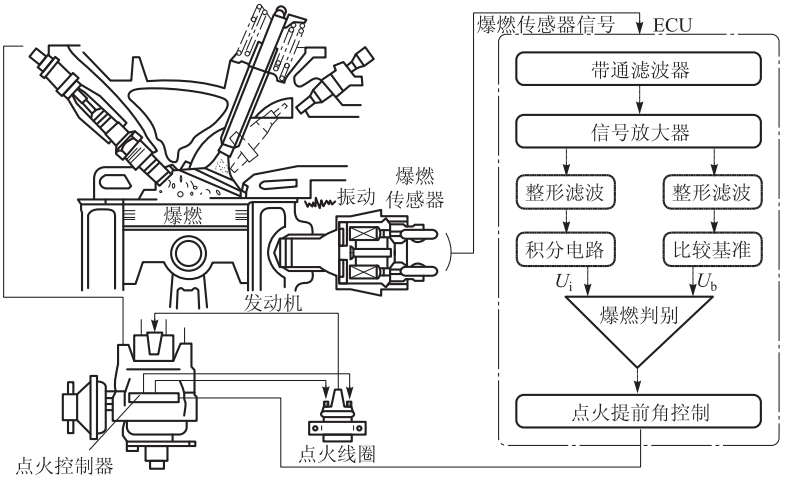

图 2－15　发动机爆燃控制系统的组成与控制

爆燃传感器用于检测发动机是否发生爆燃，发动机一般安装 1～2 个。带通滤波器只允许发动机爆燃信号（频率为 6～9 kHz 的信号）或接近爆燃的信号输入 ECU 进行处理，其他频率的信号则被衰减。

信号放大器对输入 ECU 的信号进行放大，以便整形滤波电路进行处理。接近爆燃的信号经过整形滤波和比较基准电路处理后，形成判定是否发生爆燃的基准电压 U_b。爆燃信号经过整形滤波和积分电路处理后，形成的积分信号用于判定爆燃强度。

2. 爆燃的判别与控制

发动机爆燃一般发生在大负荷、中低转速（小于 3 000 r/min）时，由于爆燃传感器输出电压的振幅随发动机转速高低不同而变化很大。因此，判别发动机是否发生爆燃不能根据爆燃传感器输出电压的绝对值进行判别，通常将发动机无爆燃时的传感器输出电压与产生爆燃时的输出电压进行比较，从而作出判别。

1）基准电压的确定

利用发动机即将爆燃时，爆燃传感器输出信号电压作为判定爆燃的基准电压，见图 2－16。首先对传感器输出信号进行滤波和半波整流，利用平均电路求得信号电压的平均

值，然后再乘以常数倍即可形成基准电压 U_b，平均值的倍数由设计制造时试验确定。因为发动机转速升高时，爆燃传感器输出电压的幅值增大，所以，基准电压不是一个固定值，其值将随发动机转速升高而增大。

2）爆燃强度的判别

发动机爆燃的强度取决于爆燃传感器输出信号电压的振幅和持续时间。爆燃信号电压值超过基准电压值的次数越多，爆燃强度越大；反之，超过基准电压值的次数越少，说明爆燃强度越小。确定爆燃强度常用的方法，见图 2－17。首先利用基准电压值对传感器输出信号进行整形处理，然后对整形后的波形进行积分，求得积分值 U_i。爆燃强度越大，积分值 U_i 越大；反之，爆燃强度越小，积分值 U_i 越小。当积分值 U_i 超过基准电压值 U_b 时，ECU 将判定发动机发生爆燃。

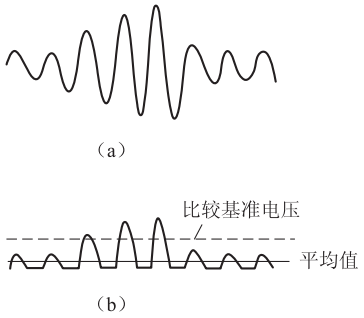

图 2－16　基准电压的确定方法

（a）传感器输出信号波形；（b）整形滤波电路输出波形

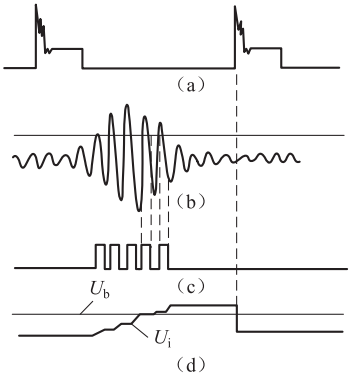

图 2－17　爆燃强度的判定方法

（a）点火信号；（b）基准电压爆燃信号；（c）整形波形；（d）基准电压积分波形

3）发动机爆燃的控制

发动机工作时，缸体振动频繁、剧烈，为使监测得到的爆燃信号准确无误，在监测爆燃过程中，并非随时都在进行，而是在发出点火信号后的一定范围内进行，因为发动机产生爆燃的最大可能性是在点火后的一段时间内。

爆燃控制系统是一个闭环控制系统，发动机工作时，ECU 根据各传感器输入的信号，从存储器中查寻出相应的点火提前角控制点火时刻。控制结果由爆燃传感器反馈到 ECU 输入端，ECU 再对点火提前角进行修正，控制过程参见图 2－15。

爆燃传感器的信号输入 ECU 后，ECU 将积分值 U_i 与基准电压 U_b 进行比较。当积分值 U_i 高于基准电压 U_b 时，ECU 立即发出指令，控制点火时刻推迟，一般每次推迟 0.5°～1.5°曲轴转角，直到爆燃消除。爆燃强度越大，点火时间推迟越多；爆燃强度越小，点火时间推迟越少。当积分值 U_i 低于基准电压 U_b 时，说明爆燃已经消除，ECU 又递增一定量的点火提前角控制点火，直到再次产生爆燃为止。爆燃控制系统控制的点火提前角曲线，见图 2－18。

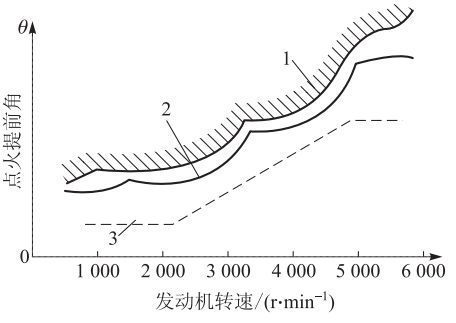

图 2－18　爆燃反馈控制曲线

1—点火提前角极限值；2—ECU 控制；3—分电器调节

总结

本章主要介绍了微机控制点火系统的基本组成、爆燃传感器和点火控制组件的结构原理，微机控制点火系统的基本控制原理。发动机工作时，ECU 根据凸轮轴位置传感器信号判定发动机汽缸点火顺序，根据曲轴位置传感器的初始位置确定初始点火提前。初级电路中的电流必须足够大，以使初级线圈中通过足够大的磁场，在次级线圈中感应出足够的高压电。与普通点火系统相比，微机控制点火系统能在火花塞两电极间提供更长的火花持续时间，以可靠点燃稀混合气；微机控制点火系统能提供更稳定的点火正时和更精确的点火提前角，有利于减少排放和提高燃油经济性。对于无分电器点火系统，点火线圈同时给两个火花塞点火：一个汽缸正处于压缩行程；而另一个汽缸正处于排气行程。

术语须知

微机控制点火系统（MCI）	无分电器点火系统（DIS）	爆燃传感器
点火控制器	闭磁路式点火线圈	初始点火提前角
基本点火提前角	修正点火提前角	机械配电
电子配电	点火正时	

复习思考题

一、简答题

1. 介绍微机控制点火系统的组成及各组成元件的功用。
2. 叙述爆燃传感器的类型及工作原理。
3. 叙述点火控制组件的组成及工作原理。
4. 叙述微机控制点火系统的基本控制原理。
5. 分析比较微机控制点火系统的各种配电方式。
6. 介绍发动机爆燃的控制过程。
7. 介绍曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器对微机控制点火系统的作用。
8. 解释电子点火系统中点火线圈次级绕组中的高压是如何产生的。
9. 解释点火持续时间对点火系统正常工作的重要性。
10. 解释点火线圈和火花塞直接相连的点火系统的优势。
11. 比较蓄电池点火系统、普通电子点火系统和微机控制点火系统。

二、填空题

1. 在电子点火系统中，ECU 或模块用于_____和_____初级电路。
2. 次级储备电压有利于补偿火花塞电极电阻的增大和在节气门开度增大时，_____。
3. 当触发轮轮齿靠近磁脉冲传感线圈时，穿过传感线圈的磁场变得_____。
4. 当金属叶片位于霍尔效应开关内部时，来自开关的电压信号为_____ V。

5. 在微机控制点火系统点火线圈中，两根火花塞线连接在_____绕组的两个终端。

6. 微机控制点火系统点火线圈中，12 V 电压提供给每一个初级点火线圈绕组的正极，绕组的负极连接到_____。

7. 微机控制点火系统有利于防止汽缸缺火，这是因为这种系统有更长的_____和_____。

8. 如果曲轴位置传感器信号有故障，发动机将不再_____。

9. 带有点火线圈和模块且安装在发动机顶部一面板下的 MCI 中，次级_____和_____线将不再需要。

10. 带有点火线圈和模块且安装在发动机顶部的 MCI 中，_____和_____必须安装在发动机上。

三、多项选择题（将正确答案 A、B、C、D 填在括号内）

1. 讨论传感线圈工作时，技师甲说：当触发轮轮齿对正传感线圈时，传感线圈的磁场强度增强；技师乙说：当触发轮轮齿从对正传感线圈位置移开时，传感线圈的磁场强度增强。请问谁的说法正确？（　　）

A. 甲正确　　B. 乙正确　　C. 两者都对　　D. 两者都不对

2. 讨论初级和次级点火线路时，技师甲说：模块是次级点火线路的一部分；技师乙说：火花塞在次级点火线路中。请问谁的说法正确？（　　）

A. 甲正确　　B. 乙正确　　C. 两者都对　　D. 两者都不对

3. 讨论次级点火线圈电压时，技师甲说：在怠速和大开度节气门的情况下，要求次级点火线圈电压更高；技师乙说：最大次级点火线圈电压总是比正常需要的次级点火线圈电压更高。请问谁的说法正确？（　　）

A. 甲正确　　B. 乙正确　　C. 两者都对　　D. 两者都不对

4. 讨论点火持续时间时，技师甲说：初级电路中的电流必须足够大，以使线圈中通过足够大的磁场；技师乙说：高能点火（HEI）模块能根据发动机转速改变点火持续时间。请问谁的说法正确？（　　）

A. 甲正确　　B. 乙正确　　C. 两者都对　　D. 两者都不对

5. 讨论微机控制点火系统的优点时，技师甲说：微机控制点火系统有利于防止燃烧稀空燃比燃油时发生缺火；技师乙说：相对于普通分电器点火系统，微机控制点火系统能提供更可靠的点火正时和点火提前角。请问谁的说法正确？（　　）

A. 甲正确　　B. 乙正确　　C. 两者都对　　D. 两者都不对

6. 讨论霍尔效应开关时，技师甲说：霍尔效应开关产生一个模拟电压信号；技师乙说：当旋转的金属叶片进入霍尔效应开关时，电压信号从 12 V 减少为 0 V。请问谁的说法正确？（　　）

A. 甲正确　　B. 乙正确　　C. 两者都对　　D. 两者都不对

7. 讨论微机控制点火系统时，技师甲说：当一对火花塞点火时，其中的一个汽缸处于排气行程，而另一个汽缸处于做功行程；技师乙说：每一对火花塞都是同时点火。请问谁的说法正确？（　　）

A. 甲正确　　B. 乙正确　　C. 两者都对　　D. 两者都不对

8. 讨论微机控制点火系统时，技师甲说：在大多数微机控制点火系统中，基本点火正时

是不可调整的；技师乙说：在一个微机控制点火系统中，曲轴位置传感器能够被移动，以调整基本点火正时。请问谁的说法正确？ （ ）

A. 甲正确 B. 乙正确 C. 两者都对 D. 两者都不对

9. 讨论微机控制点火系统工作时，技师甲说：ECU 使用凸轮轴位置传感器信号正确控制燃油的喷射顺序；技师乙说：ECU 使用曲轴位置传感器信号正确控制燃油的喷射顺序。请问谁的说法正确？ （ ）

A. 甲正确 B. 乙正确 C. 两者都对 D. 两者都不对

10. 讨论微机控制点火系统工作时，技师甲说：在有些微机控制点火系统中，ECU 将点火正时推迟几毫秒以阻止发动机爆燃；技师乙说：在有些微机控制点火系统中，ECU 将点火正时推迟几毫秒以便降低施加在变速器和离合器上发动机转矩。请问谁的说法正确？ （ ）

A. 甲正确 B. 乙正确 C. 两者都对 D. 两者都不对