

# 喷油驱动器波形分析

## 1. 概述

- 1). 喷油器的驱动器简称喷油驱动器有四种基本类型，除了关断电压峰值的高度以外，喷油器本身并不能确定其自身波形的特点，而开关晶体管和喷油驱动器才能确定大多数波形的判定性尺度。喷油驱动器由控制电脑(PCM)里的一个晶体管开关及相应电路组成，它开闭着喷油器，不同类型的喷油驱动器产生不同的波形，一共有四种主要的喷油驱动器类别，还有一些是四种驱动器类型的分支，但是能了解这主要四种，就可以认识和解释任何汽车喷油驱动器的波形。
- 2). 这四种主要类型的喷油驱动器是：
  - (1) 饱和开关型；
  - (2) 峰值保持型；
  - (3) 博世(BOSCH)峰值保持型；
  - (4) PNP 型。另外博世峰值保持型有两种类型，PNP 型也有两种类型。
- 3). 掌握如何解释喷油驱动器的波形(确定开启时间、参考峰值高度、判定喷油驱动器好坏等)的技巧对行驶能力和排放的修理是非常有价值的诊断技能，通常，喷油驱动器开启时间的资料是非常难找到的，当要决定喷油驱动器波形是否是正确的时候，一个正确的参考波形是非常有价值的。
- 4). 在喷油驱动器参考波形的开启时间上有一个可接受的信任标准，必须给与它相关的资料，一个喷油驱动器的开启时间(从参考波形中读出的)本身并无太大意义，除非它是处在同样的发动机型号系列、同样的温度和转速，同样的进气真空度和其它一起出现的因素完全正确相同的条件下(看汽车资料波形的右侧一栏)，否则就不能直接参考，喷油驱动器波形的峰值高度也是一个非常有价值的诊断资料。
- 5). 通常，如果参考波形是在“峰值检测”方式下测试得到的，那么直接参考峰值高度就是可信的，这是因为峰值检测模式可以正确的显示峰值高度，正常的取样模式不能足够快的去采集峰值顶点的数据，因此峰值高度比实际高度要低，喷油峰值高度是很重要的参数，因为峰值高度通常与喷油驱动器的阻抗成正比。
- 6). 一些采样速度低的发动机分析仪，在喷油驱动器上产生峰尖，点火初级波形和点火次级波形会出现不一致的情况。

## 2. 详解

### 2.1. 饱和开关型

#### 1). 饱和开关型(PFI/SFI)喷油器驱动器,

a). 饱和开关型喷油驱动器主要在美国和其它国家生产汽车的多点燃油喷射系统中使用, 这种型式的喷油器驱动器用于组成顺序喷射的系统中, 在节气门体燃油喷射(TBI)系统上应用不多。

b). 从饱和开关型喷油驱动器的波形上读取喷油时间是相当容易的, 当发动机控制电脑(PCM)接地电路接通后, 喷油驱动器开始喷油(见波形左侧的说明框), 当控制电脑断开控制电路时, 电磁场会发生突变, 这个线圈突变的电磁场产生了峰值(看波形右侧的说明框), 汽车示波器可以用数字的方式在显示屏上与波形一起显示出喷油时间, 所以不再需要手工计算出“喷油时间”了。

2). 可以用这张图去看燃油反馈控制系统是否正在做它的工作, 可以用加入丙烷的方法人为的加浓混合气或用真空泄漏的方法使它变稀, 然后观察喷油时间的相互变化。

#### 3). 喷油器测试步骤:

A). 起动发动机, 以 2500 转/分转速保持油门 2-3 分钟, 直至发动机完全热机, 同时燃油反馈系统进入闭环, 通过观察示波器上氧传感器的信号确定这一点。

B). 关掉空调和所有附属电器设备, 让变速杆置于停车档或空档, 缓慢加速并观察在加速时喷油驱动器喷油时间的相应增加。

C). 从进气管中加入丙烷, 使混合气变浓, 如果系统工作正常, 喷油驱动器喷油时间将缩短, 它试图对浓的混合气进行修正(高的传感器电压)。

D). 造成真空泄漏, 使混合气变稀, 如果系统工作正常, 喷油驱动器喷油时间将延长, 它试图对稀的混合气进行补偿(低的氧传感器电压)。

E). 提高发动机转速至 2500 转/分, 并保持稳定, 在许多燃油喷射系统中, 当该系统控制混合气时, 喷油驱动器的喷油时间性能被调节(改变)的从稍长至稍短。通常喷油驱动器喷油时间在正常全浓(高氧传感器电压)至全稀(低的氧传感器电压)范围内仅在 0.25ms 至 0.5ms 的范围内变化。

F). 如果加入丙烷或造成真空泄漏, 然后观察喷油驱动器喷油时间的变化, 发现喷油时间不变化, 可能有以下两种情况:

a). 系统运行在开环怠速状况, 一些较新的汽车(大部分 1988 年和以后)系统在怠速状态暂时或完全忽略氧传感器信号, 当第一次遇上这种情况时, 它也许会使你感到惊讶, 提高发动机转速至大约 1800 转/分,

然后试着再加入丙烷或造成真空泄漏，大多数系统在达到这个转速之前将回到闭环，那么，这个实验就可以进行下去了。

- b). 氧传感器可能是坏的。如果氧传感器或控制电脑不能察觉混合气的变化，那么喷油驱动器的喷射时间就不能改变，在检查喷油驱动器喷射时间之前，应该先确认氧传感器是否正常。
- G). 当燃油反馈控制正常时，喷油驱动器喷射时间会随着驾驶条件和氧传感器输出的信号而变化(增加或减少)，通常喷油驱动器的喷射时间大约在怠速时 1-6ms 到冷起动或节气门全开时的大约 6-35ms 变化。
- H). 与驾驶状况的要求相比，氧传感器输入电压对喷油驱动器喷射时间的影响相对要小。与输入电脑参数相比，氧传感器的输入电压对控制的作用，更像“燃油修正”仪器。喷油驱动器喷射时间大多数是用空气流量计或进气压力传感器、转速和其它控制电脑输入信号计算出来的，输入控制电脑的氧传感器电压信号是为了提高催化剂的效率，虽然氧传感器在喷油驱动器上只是相对小的改变脉冲宽度，这样小的变化就可以区别出行驶性能的好坏，以及排版试验的通过或失效。
- I). 匝数较少的喷油器线圈通常产生较短的关断峰值电压，或甚至不出现尖峰，参阅修理示例，关断尖峰随不同汽车制造商和发动机系列而不同，参考波形是最好的比较样本。正常的范围大约是从 30V-100V，有些喷油驱动器的峰值被钳位二极管限制在 30V-60V，可以用尖峰上的平顶代替顶点来确认峰值，在这种情况下匝数少喷油器线圈并不减少峰值的高度，除非它的线圈匝数太少了。

## 2.2. 峰值保持型

- 1). 峰值保持型(TBI)喷油驱动器，
  - A). 峰值保持型喷油器驱动器应用在美国和其它国家，几乎是独有的节气门体(TBI)喷射系统中，但有少数几种多点喷射(MFI)系统，像通用的 2.3 升 QUAD-4 发动机系列、土星 1.9 升和五十铃 1.6 升亦采用峰值保持型喷油驱动器，安装控制电脑中的峰值保持喷油驱动器被设计成允许大约 4 安培电流供给喷油器线圈，然后减少电流至最大约 1 安培。
  - B). 通常，一个电磁阀线圈拉动机械元件做初始运动比保持该元件在固定位置需要四倍以上的电流，峰值保持驱动器的得名便是因为控制电脑用 4 安培电流打开喷油器针阀，而后只用 1 安培电流使它保持开启的状态。这个标准波形是取自一个好的峰值保持喷油驱动器和喷油器的，从左至右，波形轨迹从电瓶电压开始，这表示喷油驱动器关闭，当控制电脑打开喷油驱动器时，它对整个电路提供接地。
  - C). 控制电脑继续将电路接地(保持波形踪迹在 0V)直到检测到流过喷油驱动器的电流达到 4 安培时，控制电脑将电流切换到 1 安培(靠限流电阻开关)，



这个电流减少引起喷油驱动器中的磁场突变,产生类似点火线圈的电压峰值,剩下的喷油驱动器喷射时间由控制电脑继续保持工作,然后它通过完全断开接地电路,而关闭喷油驱动器,这就产生了第二个峰值,在波形右侧(看右说明框)。

- D). 当控制电脑接地电路打开时(看波形左侧说明框)喷油器开始喷射,当控制电脑接地电路完全断开时(断开的峰值最高在右侧)喷油器结束喷射,这时读取喷油器的喷射时间,可以计算控制电脑从打开到关闭波形的格数来确定喷射时间。
- E). 汽车示波器可以将喷油器喷射时间用数字显示在显示屏上,因此,手工计算喷油器喷射时间的方法已成为过去。
- F). 在适用汽车节气门体燃油喷射的例子中,喷油驱动器打开刚好小于一个格——精确讲是 0.98 个格,由于波形例子的时间基准被设定为 2 毫秒/格,喷油器实际打开 1.96 毫秒,因此喷油器喷射时间为 1.96 毫秒,可以用这张图来观察燃油反馈系统是否在做自己的工作,可以用手加入丙烷的方法使混合气更浓或者造成真空泄漏使它变稀,同时观察相应的喷油时间的变化。
- G). 波形的峰值部分通常不改变它的喷射时间,这是因为流入喷油器的电流和打开针阀的时间是保持不变的,波形的保持部分是控制电脑增加或减少开启时间的部分峰值保持喷油驱动器可能引起下列波形结果:
  - a). 加速时,将看到第二个峰尖向右移动,第一个保持不动。
  - b). 如果发动机在极浓的混合气下运转,能看到两个峰尖顶部靠的很近,这表明计算机试图靠尽可能缩短喷油器喷射时间来使混合气变得更稀。
- H). 在通用汽车和一些五十铃双节气门体喷射系统,在波形的峰值之间出现许多特殊的振幅式杂波,可能表示控制电脑中的喷油驱动器故障。

## 2.3. 博世(BOSCH)峰值保持型

### 1). 博世(BOSCH)峰值保持型喷油驱动器

- A). 博世峰值保持型喷油驱动器用在少数欧洲车型的多点燃油喷射系统中,还有一些早期直到 80 年代中期的亚洲汽车的多点燃油喷射系统中。博世峰值保持型喷油驱动器(安装在控制电脑内)被设计成允许喷油器线圈流过大约 4 安培电流,然后再减少大约 1 安培电流,并以高频脉动方式开关电路。
- B). 这种类型不同于其它峰值保持型喷油驱动器,因为其它类型喷油驱动器所使用的限流方法是由一个电阻来实现相同的的结果,因后者是用电阻来降低电流,而前者却是脉冲开关电路,通常一个线圈因需要用此保持它在一个固定位置多 4 倍以上的电流去吸动这个机械装置,峰值保持喷油驱动器

是因控制电脑用 4 安培电流去打开喷油器针阀，又只用 1 安培的电流来保持针阀的打开而得名的。

- C). 从左至右，波形开始在电瓶电压高度，这表示喷油器关闭，当控制电脑打开喷油驱动器时，它提供了一个接地去完成这个电路。控制电脑继续接地（保持在 0V）直到探测到流过喷油器的电流大约 4 安培左右，控制电脑靠高速脉冲电路减少电流，在亚洲车型上，磁场收缩的这个部分通常会有一个峰值（左侧峰值）。控制电脑继续保持开启操作以便使剩余喷油时间可以继续得到延续，然后它停止脉冲并完全断开接地电路使喷油器关闭，这就产生了波形右侧的那个峰值
- D). 控制电脑接地打开时（看波形例子中左侧说明框），喷油时间开始，控制电脑完全断开控制接地电路时（右侧释放峰值）喷油时间结束。
- E). 在日产汽车的范例中，喷油器打开刚好是一个格多一点（确切的说是 1.1 个格）由于时基定在 2 毫秒/格，喷油器大概打开了 2 毫秒，或确切的说 2.23 毫秒。所以这个例子的喷油器喷油时间是 2.23 毫秒，可以用这个图形去观察燃油反馈控制系统是否工作，可以加入丙烷使混合气变浓也可以造成真空泄漏使合气变稀，然后观察喷油时间的变化。
- F). 在一些欧洲汽车上，例如美洲虎，它的喷油驱动器波形上只有一个释放峰值，由于峰值钳位二极管作用第一个峰值（左侧那一个）没有出现。

## 2. 4. PNP 型

### 1). PNP 喷油驱动器测试，

- A). PNP 型喷油驱动器是由在控制电脑中操作它们的开关三极管的型式而得名的，一个 PNP 型 喷油驱动器的三极管有两个正极管脚和一个负极管脚。PNP 型驱动器与其它系统驱动器的区别就在于它的喷油器的脉冲电源端接在负极上的。
- B). PNP 型喷油驱动器的脉冲电源连接到一个已经接地的喷油器上去开关它，几乎所需的喷油驱动器都是 NPN 型，它的脉冲接地到一个已经需电压供给的喷油器上，流过 PNP 型喷油器的电流与其它喷油器上的方向相反，这就是为什么 PNP 型喷油器释放峰值方向相反的原因。
- C). PNP 型喷油驱动器常见于一些 MFI 系统，如 JEEP 4.0 升发动机系列，一些 1988 年以前的克莱斯发动机系列，少数亚洲轿车和一些早在 70 年代第一批博世电控燃油喷射轿车，像富豪 264 和奔驰 V-8。通常 PNP 型喷油驱动器是很少见的，除了它们出现的波形方向相反以外，PNP 型喷油驱动器与饱和和开关型喷油驱动器十分相像。
- D). 喷油时间开始于控制电脑电源开关将电源电路打开时，看波形图左侧说明框，喷油时间结束于控制电脑完全断开控制电路（释放峰值在右侧）。



E). 汽车示波器具有即可图形显示又可数字显示喷油时间的功能, 所以手工计算喷油时间已成为过去。

F). 在波形实例中, 喷油器喷油时间刚好是三个格, 因为这个实例波形的时基轴为 2 毫秒/格, 所以喷油时间大约是 6 毫秒或精确地说 6.07 毫秒。可以从这个图形上观察出燃油反馈控制系统是否工作, 用丙烷去加浓混合气或用造成真空的方法使混合气变稀, 然后观察相应的喷油时间变化情况。

## 2). 喷油器电流的测试,

A). 如果怀疑喷油器线圈短路或喷油驱动器有故障, 可以用以下几种方法检查: 可以从静态测试喷油器的线圈阻值。喷油器线圈的电阻值(冷或热)可以查阅制造厂商的详细资料。更精确的方法是测试动态下流过线圈电流的踪迹或波形, 另外在喷油器电流测试时, 还可以检查喷油驱动器的工作(控制电脑中的开关三极管)。喷油驱动器电流极限的测试能想进一步确认控制电脑中的喷油驱动器的极限电流是否合适, 这个测试需要用示波器中的附加电流钳来完成, 汽车示波器内部已设置(除了示波器探头设定)不需要任何修改地接受附加电流钳的输入, 附加电流钳确是物有所值, 可以用它来检查大多数电磁阀、线圈(点火线圈等)或开关电路。大电流钳还可以有效地进行起动、充电电流并可在汽车示波器上显示最大的电流值。

### B). 试验步骤:

起动发动机并在怠速下运转或驾驶汽车使故障出现, 如果发动机不能起动, 就用起动机带动发动机运转的同时观察示波器上的显示。

### C). 波形结果:

当电流开始流入喷油器时, 由喷油器线圈的特定电阻和电感特性, 引起波形以一定斜率上升, 上升的斜率是判断的依据, 通常饱和开关型喷油器电流波形大约在 45 度角上升(在 2 毫秒/格时基下)。饱和开关型喷油器通常用在多点喷射(MFI)、顺序喷射(SFI)和进气道喷射(PFI)等系统中, 通常峰值保持型喷油器波形大约在 60 度角斜角上升(在 2 毫秒/格时基), 峰值保持型通常用在单点喷射(节气门体喷射 TBI)、欧亚车型多点喷射(MPI)系统和通用 2.3 升 Quad4 发动机中, 在电流最初流入线圈时。峰值保持型喷油器波形比较陡, 这是因为与大多数饱和开关型喷油器相比电流增大了, 峰值保持型喷油器通常大约在 4 安培电流, 而饱和开关型喷油器电流通常小于 2 安培。如果电流开始流入线圈时, 电流波形在左侧几乎垂直上升, 这就说明喷油器的电阻太小(它短路了), 这会产生行驶性能故障, 并损坏控制电脑的喷油驱动器。

D). 也可以通过分析电流波形来检查峰值保持型喷油器的限流电路, 在限流喷油器波形中, 波形踪迹起始于大约 60 度角(2 毫秒/格时基)并继续上升到喷油驱动器达到峰值(通常大约为 4 安培), 在这一点上, 波形成了一个尖峰(在峰值保持型里的尖峰), 然后几乎是垂直下降至大约稍少于 1 安培。这里喷油驱动器的“保持”部分是指正在工作着并且保持电流约为 1

安培直到控制电脑关闭喷油器，当电流从线圈中消失时，电流波形慢慢回零线。

E). 基于电流到达峰值时间，电流波形的峰值部分通常是不变的，这是因为一个好的喷油器充满电流和打开针阀的时间保持不变(随温度有轻微变化)，控制电脑操纵喷油器打开时间就是波形的波形保持部分。

3). 喷油器起动试验波形, 这个测试主要是用在发动机不能起动的状态, 对任何行驶性能, 排放和顾客的抱怨, 要考虑三件事:

- A). 什么是最可能的原因?
- B). 这个故障的难易程度怎样?
- C). 电路和元件容易接触到吗?

4). 对不能起动的发动机的故障诊断有一个主要的规律可循，一台发动机不能起动可能由于气缸未得到燃油、火花塞上无点火或者机械故障，一旦机械故障排除时，在确定故障根本原因和避免无效诊断步骤方面示波器就是很有价值的，示波器也能快速可靠地检查喷油器电路、曲轴和凸轮轴传感器电路及点火初级电路。

5). 当怀疑没有喷油器脉冲信号时，可以用示波器进行下列测试：起动发动机，在大多数例子中，如果喷油器电路有故障，就一点脉冲信号都没有，可能有两种情况，一种是有一条 0V 的直线或者一条 12V 电压的水平线(喷油器电源电压)，对上述任一条都是非常好的信息。

A). 除 PNP 喷油驱动器外的所有电路

a). 示波器显示一条 0V 直线

- 首先确认示波器和喷油器连接是否良好，确认必要的部件运转的(分电器曲轴、凸轮轴等)，用示波器检查喷油器的供电电源电路以及控制电脑的电源和接地电路，如果喷油器上没有电源电压，检查其它电磁阀电源电压(EGR 阀、EEC 控制)。
- 如果喷油器供电电源正常，喷油器线圈可能开路或者喷油器插头损坏，个别情况是控制电脑中喷油器控制电路频繁接地，代替了推动脉冲，频繁地从喷油器向气缸中喷射燃油，造成淹发动机的原因。

b). 示波器显示一条 12V 供电电压水平直线

- 首先确认必要部件的运转良好(如分电器、曲轴、凸轮轴等)，如果喷油器供给电压正常，示波器上显示一条喷油器电源电压的水平直线，说明控制电脑没有提供喷油器的接地。这可能有以下原因造成：控制电脑没有收到曲轴、凸轮轴位置传感器传出发动机转速信号或同步信号。控制电脑内部或外部接地电路不良，控制电脑电源故障、控制电脑内部喷油驱动器损坏。

c). 示波器显示有脉冲信号出现

- 确定脉冲信号的幅值，频率和形状及脉冲宽度等判定性尺度都是一致的，十分重要的是确认有足够的喷油器脉冲宽度去供给发动机足够的



燃油来起动。在起动时大多数控制电脑一般被程序设定会发出 6-35 毫秒脉冲宽度。通常喷油脉冲宽度超过 50 毫秒燃油会淹发动机，并可能阻碍发动机的起动。

- 检查喷油器尖峰高度幅值的一致性和正确性。喷油器释放尖峰应该有正确的高度。如果尖峰异常的短可能说明喷油器线圈短路，可用欧姆表测量。喷油器线圈阻值或用电流钳测量喷油器的电流值。或者用电流钳在示波器上分析电流波形，确认波形从对地水平升起的不是太高，太高可能说明喷油器线圈电阻太大或者控制电脑中喷油器驱动器接地不良，如果出现在示波器上的波形不正常，检查线路和线路插座是否损坏，检查示波器的接线并确认零部件的运转情况(分电器、曲轴、凸轮轴等)，当故障显示在示波器上时摇动线束和插头，这就能进一步确认喷油器电路是真正的故障原因。

#### B). PNP 喷油驱动器原因

##### a). 示波器显示一条电源电压水平直线

- 确认喷油器的插头和喷油器接地接头良好，确认必要部件的运转良好(如分电器、曲轴、凸轮轴等)，用示波器检查喷油器的接地电路和控制电脑提供的电源及接地电路。比较少见的情况是控制电脑内部连续对喷油器控制电路提供电源，它代替脉冲推动，造成从喷油器连续喷射燃油，这是淹发动机的原因。

##### b). 示波器显示一条在地线的水平直线

- 首先确认必要的部件是运转正常(分电器、曲轴、凸轮轴等)，如果喷油器接地正常，则是控制电脑没有电源脉冲推动控制电路信号输出，这可能有以下几种原因造成：控制电脑没有收到曲轴、凸轮轴位置传感器传出发动机转速信号或同步信号、控制电脑内部或外部电源电路损坏、控制电脑接地不良、控制电脑内部喷油驱动器损坏。

#### C). 正时测试

- 如果怀疑点火的信号(例如 CKP 传感器等)阻碍发动机起动，就去检查电子点火控制系统的故障。