

高压共轨电控柴油机喷油压力控制

□ 四川机电职业技术学院/张成祥

高压共轨电控柴油机燃油喷射技术是20世纪90年代中期研究成功的一项全新的柴油机电子控制技术，其基本原理与电控汽油机相似。输油泵将柴油从油箱输送到高压泵内，高压泵再将低压柴油变为压力为160~200MPa的高压柴油并输送至高压轨道（共轨）。在电控单元ECU的控制下，适量的高压柴油经各缸喷油器喷入气缸燃烧而做功。

高压共轨电控柴油机燃油喷射系统与电控汽油机一样，也是由空气供给系统、燃油供给系统和电控系统三部分组成。其中电控系统主要有电控油压系统和电控喷油系统两个系统，本文主要介绍电控油压系统。

喷油压力控制的目的

控制柴油机喷油压力的目的：使柴油雾化良好，进而提高燃烧热效率、降低燃油消耗和减少排放污染。

现代汽车要求必须满足良好动力性、经济性和排放性。对于柴油机追求高喷油压力的主要目的是提高燃油的雾化质量，减少碳烟和颗

粒物的排放量。碳烟和颗粒物的排放值与燃油压力之间的关系如图1所示。由图1可知，柴油机排放的碳烟和颗粒排放值随着喷油压力的升高均可降低。

对与柴油机要保证动力性、经济性和良好排放性，最关键的技术就是使燃油均匀地雾化，在气缸内形成均匀的喷雾，即做到喷入气缸中的燃油一边不停地雾化，一边使之燃烧。这就要求燃油喷射装置始终具备足够高的喷油压力。现代汽车的排放要求越来越高，因此对于柴油机需要改善缸内混合气的燃烧

条件，提高混合气的燃烧质量，除了需要改进空气运动方式和燃烧室几何形状之外，提高燃油喷射压力是改善柴油机排放的有效途径之一。

喷油压力控制的原理

在高压共轨电控柴油机燃油喷射系统中，配有共轨油压传感器、压力控制阀PCV、限压阀和限流阀等组成的独立控制喷油压力的电控油压系统。其功能就是自由控制共轨中的燃油压力，如图2所示。

柴油机工作时，电控单元ECU根据加速踏板位置传感器信号AC和发动机转速信号ne，利用计算机的查询功能，从ROM存储器三维图形（MAP图）中查询到相应工况的目标喷油压力值 P_t ，并根据共轨压力传感器提供的燃油轨道内燃油的实际喷油压力值 P_s ，再将目标喷油压力值 P_t 与实际喷油压力值 P_s 进行比较运算并求出压力差值，然后向压力控制阀（PCV）的输出回路发出控制指令，将实际喷油压力值 P_s 控制在目标喷油压力值 P_t 。

当实际喷油压力值 P_s 小于目标喷油压力值 P_t 时，ECU将向压力控制阀PCV发出占空比减小的控制信

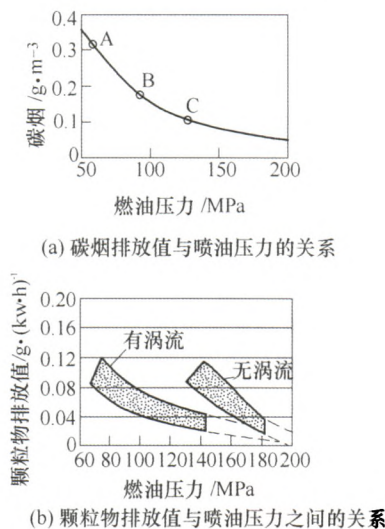


图1 碳烟、颗粒物排放值与喷油压力之间的关系

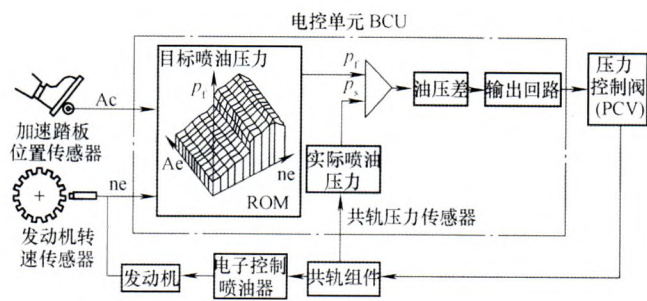


图2 喷油压力控制原理框图

号，使PCV线圈的平均电流减小，球阀开度减小，燃油的溢流量减小，共轨燃油压力升高。当实际喷油压力值 P_s 升高到目标喷油压力值 P_t 时，ECU再向压力控制阀PCV发出占空比保持不变的控制信号，使PCV球阀开度不变，燃油的溢流量不变，共轨燃油压力就保持在目标喷油压力值 P_t 范围内。

当实际喷油压力值 P_s 大于目标喷油压力值 P_t 时，ECU将向压力控制阀PCV发出占空比增大的控制信号，使PCV线圈的平均电流增大，球阀开度增大，燃油的溢流量增大，共轨燃油压力降低。当实际喷油压力值 P_s 降低到目标喷油压力值 P_t 时，ECU再向压力控制阀PCV发出占空比保持不变的控制信号，使共轨燃油压力就保持在目标喷油压力值 P_t 之内。

综上所述，当柴油机的转速及负荷发生变化时，ECU通过调节控制信号的占空比，改变压力控制阀PCV的开度来控制喷油压力。

喷油压力控制方式

高压共轨电控柴油机燃油喷射系统与电控油泵系统不同，燃油高压的产生与喷油控制是由ECU分别单独进行的。它是根据发动机转速与负荷等不同的工况，在一定油压（20~200MPa）范围内，改

变燃油压力，实现多段喷射（引导喷射、预喷射、主喷射、后喷射和次后喷射，见图3），这样可以控制柴油机的燃烧速率，减少有害物质（颗粒物（PM）和氮氧化物（NO_x））的排放量和降低燃烧噪声。

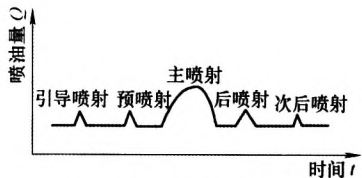


图3 高压共轨系统多段燃油喷射特性示意图

在多段燃油喷射过程中，引导喷射、预喷射、主喷射、后喷射和次后喷射等五个阶段既各自独立，又是相互联系的，它们的作用和目的各不相同。

（1）引导喷射。引导喷射是在主喷射开始之前，进行一次喷油提前角较大、喷油量较小的喷射。通过引导喷射使柴油预混合燃烧，能够明显减少颗粒物的排放量和降低燃烧噪声。引导喷射越提前，烟度和噪声越低。

（2）预喷射。预喷射是在靠近主喷射之前进行一次喷油量较小的喷射。通过预喷射来缩短主喷射的着火延迟期，当预喷射预喷射的时间间隔约1ms时，能够明显减少NO_x的排放量和降低燃烧噪声，但颗粒物的排放量会有所增加。因此，应尽可能缩短预喷射与主喷射

的时间间隔（≤0.4ms），以便控制颗粒物的排放量。

（3）主喷射。主喷射是在预喷射之后的一次喷油量很大的喷射。气缸一个工作循环所需的燃油主要是该阶段喷入气缸的，主喷射的时间长短（喷油量多少）是ECU根据各工况来确定。

（4）后喷射。后喷射是在靠近主喷射之后进行的一次喷油量稍大的喷射。后喷射的作用是加快扩散燃烧，降低颗粒物的排放量。在发动机中等负荷及中等转速时，当后喷射靠近主喷射的时间间隔（≤0.7ms）时，能够减少颗粒物的排放量，但NO_x的排放量会有所增加。

（5）次后喷射。次后喷射是在后喷射之后进行的一次喷油量较小的喷射。次后喷射可以使排气温度升高，通过供给还原剂，则可以增加催化剂的活性，有利于排气进化。次后喷射不能过迟，以免燃油附着在气缸壁上。次后喷射与后喷射之间的时间间隔一般控制在2ms左右。

结语

高压共轨电控柴油机燃油喷射系统具有以下优点：

- （1）喷油压力高。
- （2）喷油压力能自由调节。
- （3）喷油量可以自由调节。
- （4）喷油特性满足排放要求。
- （5）适用旧柴油机省级改造。

因此，高压共轨电控柴油机燃油喷射系统是电控柴油机的发展方向，掌握高压共轨电控柴油机燃油喷射系统的控制原理与方法对于现代汽车技术人员非常重要。AME