

# 玉柴电控欧Ⅲ柴油机原理、使用和维护(中)

文/广东惠州商贸旅游高级职业技术学校电控柴油发动机课题组

编者按: 要实现柴油发动机整体技术的持续升级, 并降低排放、改善燃油经济性, 电控燃油喷射技术的运用是其中的关键技术之一, 目前最流行的是单体泵和共轨式两大类电子燃油喷射系统。玉柴G6000电控欧Ⅲ柴油机是玉柴试制成功的, 由二发厂生产的排放达欧Ⅲ标准的产品, 排量为7.8L, 标定功率为177kW, 燃油系统采用先进的电控单体泵, 实现一缸一泵, 高压喷油, 可自由设定喷油时间, 进排气方式为增压和空对空中冷方式。本文将就其采用的电控单体泵燃油喷射系统的基本工作原理、主要构成部件及其主要功能、使用和维护的方法进行了系统的阐述, 内容详实。但因版面有限, 将分为上、中、下三期刊登。

(接上期)

## 6. 感应器

玉柴欧Ⅲ电控单体泵柴油机电控系统采用的感应器主要有曲轴转速感应器、凸轮轴转速感应器、加速踏板感应器、增压压力感应器、进气温度感应器、燃油温度感应器以及冷却水温度感应器等。

### (1) 曲轴转速感应器和凸轮轴转速感应器

曲轴转速感应器和凸轮轴转速感应器是电控系统中最基本也是最重要的两个感



图10 转速感应器



图11 曲轴转速感应器实机安装

应器, 它们通过飞轮和凸轮信号盘采集发动机的实际转速和各缸燃烧上止点的位置, 直接决定喷油正时和燃烧过程, 对发动机的性能和排放有直接的影响。

曲轴转速感应器和凸轮轴转速感应器采用相同型号的电磁式感应器, 使用合成塑料封装, 带有“O”形密封圈(见图10)。其中曲轴转速感应器安装于飞轮壳上(见图11), 凸轮轴转速感应器安装在传动齿轮室上(见图12)。曲轴转速感应器与飞轮、凸轮轴转速感应器以及凸轮信号盘的安装间隙均为 $1.3 \pm 0.3\text{mm}$ , 安装时必须采用特定的工具并用塞尺检测间隙。感应器的安装螺栓为M6, 感应器电阻特性为 $825\Omega \pm 100\Omega$  at  $25^\circ\text{C}$ , 输出电压特性为 $400\text{mV}/55\text{r}/\text{min}$  (安装间隙为 $1.5\text{mm}$ ),  $400\text{V}/7000\text{r}/\text{min}$  (安装间隙为 $0.5\text{mm}$ ); 接插件引脚3个, 分别是正极、负极和屏蔽线; 感应器的运行环境温度为 $-40 \sim 150^\circ\text{C}$ 。

曲轴转速感应器和凸轮轴转速感应器的信号必须正确, 且满足一定的相位关系, ECU才能正确判定发动机的状态, 精确控制燃烧过程, 达到预期的动力性和排放性能。

如果发现曲轴转速感应器和凸轮轴转速感应器损坏, 应由玉柴维修人员整体更换。

### (2) 增压压力感应器

增压压力感应器用于测量发动机的进气压力, 与进气温度一起计算空气密度和喷油量, 在瞬态工况时用于冒烟控制(见图13)。



图12 凸轮轴转速感应器实机安装



图13 增压压力感应器

增压压力感应器为有源压力式感应器, 采用合成塑料封装, 压力导管上带有“O”形密封圈, 感应器采用两个M6的螺栓固定在进气管上, 接线如图14所示。

增压压力感应器的基本特性如下: ①输出特性:  $0 \sim 5\text{V}$  DC线性输出(输出电压的 $0.1$ 至 $0.9$ 倍); ②工作范围:  $50 \sim 300\text{ kPa}$ ;

③转换公式: 输出电压=参考电压×(0.0032×P-0.06); ④参考电压: 5.00±0.25V; ⑤接插件引脚3个, 分别是接地、参考电源和输出信号; ⑥内部集成式温度补偿; ⑦EMC保护, 抗干扰; ⑧环境温度: -40~125℃; ⑨快速响应: T<5ms。

增压压力感应器安装和拆卸时要注意不要将感应器的压力导管折断, 同时安装时要将密封圈安装到位, 以保证不漏气(见图15)。一旦发现增压压力感应器损坏, 应由玉柴维修人员整体更换。

### (3)进气温度感应器

进气温度感应器用于测量发动机的进气温度, 与进气压力一起计算空气密度和喷油量, 同时还用于修正喷油提前角。

进气温度感应器采用热敏电阻NTC型, 用黄铜和耐热合成塑料制成(见图16), 并在感应器上加工有标准螺纹(M14x1.5), 直接安装到发动机上, 方便快捷。

进气温度感应器的基本特性如下: ①工作电压: 5V DC; ②电阻范围: 50Ω~100kΩ; ③环境温度: -40~135℃; ④时间常数: T<5ms; ⑤接插件引脚2个, 一个接信号, 一个接地; ⑥上紧力矩: 20Nm。

进气温度感应器安装在进气管上, 安装

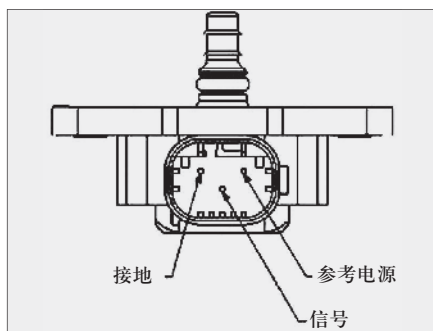


图14 增压压力感应器接线



图15 增压压力感应器实机安装

和拆卸时要注意密封和扭矩, 防止进气泄漏(见图17)。

一旦发现进气温度感应器损坏, 应由玉柴维修人员整体更换。

### (4)燃油温度和冷却水温度感应器

燃油温度感应器用来实时监测工作过程中的燃油密度, 以计算燃油密度和喷油脉宽, 改善发动机的排放性能; 冷却水温度感应器主要用来监测工作过程中发动机的冷却水温度, 用于冷启动、目标怠速计算等, 同时还用于修正喷油提前角、最大功率保护等。

燃油和冷却水温度感应器为同一型号的热敏电阻NTC型感应器, 用黄铜和耐热合成塑料制成, 并在感应器上加工有标准螺纹(见图18), 直接安装到发动机上, 方便快捷。

进气温度感应器的基本特性如下: ①工作电压: 5VDC; ②环境温度: -40~135℃; ③电阻范围: 45kΩ~57Ω; ④时间常数: T<8ms; ⑤接插件引脚2个, 一个接信号, 一个接地; ⑥六角螺栓: 19mm、螺纹尺寸: M12x1.5、上紧力矩22Nm; ⑦密封压力: 145kPa。

燃油温度感应器安装在单体泵室的进油道上(见图19), 安装和拆卸时要注意密封和扭矩, 防止燃油泄漏。

冷却水温度感应器安装在发动机的机体冷却水套上(见图20), 安装和拆卸时要注意密封和扭矩, 防止冷却水泄漏。

一旦发现感应器损坏, 应由玉柴维修人员整体更换。

### (5)加速踏板(油门)感应器

加速踏板(油门)感应器是反映驾驶员意图并将其送到ECU的唯一途径, ECU通过监测油门信号计算并决定喷油量和喷油正时。

目前采用的加速踏板感应器是悬挂式的(见图21), 可直接安装在驾驶室车身上, 不需要润滑和维护, 可连续工作一千万次, 带有3个复位弹簧, 主要特征如下: ①单电位器+怠速开关+智能开关型; ②引脚6个(见图21); ③工作电压: 0~5V DC±0.05V DC、工作电流: 10mA(Max)、功率: 0.05W; ④感应器电阻: 2.5kΩ; ⑤连续信号、物理信号范围: 0~100%、对应电压: 0~5V; ⑥工作温度: -40~85℃; ⑦踩踏



图16 进气温度感应器



图17 进气温度感应器实机安装



图18 燃油和冷却水温度感应器



图19 燃油温度感应器实机安装



图20 冷却水温度感应器实机安装

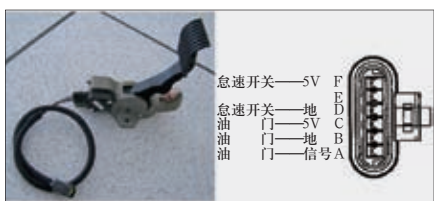


图21 加速踏板感应器

行程: 17、 脚踏力矩: 29~60 N (全行程);  
⑧重量: 0.74kg。

一旦发现感应器损坏, 应由玉柴维修人员整体更换。

### 7. 控制器

控制器ECU(见图22)是整个电控系统的“大脑”, 由硬件和软件组成。

控制器具有以下特征: ①工作电源: 24VDC、正常工作: 18~32 VDC、拖转时: 12~18 VDC、超电压运行36VDC<1小时; ②工作环境: -40~105℃; ③最大功率消耗: 35W/28VDC; ④采用POWER PC微处理器, 运行速度快, 采用Flash ROM, 容量大, 读写方便; ⑤满足客户匹配需求的开发式软件结构, 内置大气压力感应器和ECU温度感应器; ⑥国际先进的CAN现场总线通信技术; ⑦良好的散热、密封设计, 采用可靠的AMP接插件, 橡胶绝缘、减振隔垫安装设计; ⑧可选择的燃油冷却功能

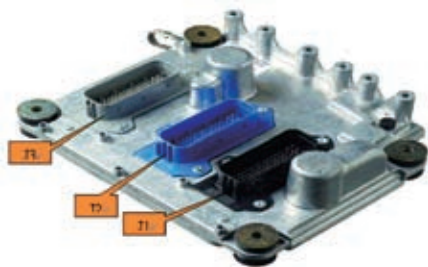


图 22 控制器



图 23 ECU实机安装



图 24 控制线束

目前控制器安装在发动机机体上, 在安装和拆卸过程中要保持控制器接插件的清洁度, 控制器的四个固定螺栓上紧扭矩要均匀(见图23), 一旦发现控制器损坏, 应由玉柴维修人员整体更换。

### 8. 控制线束

控制线束是连接感应器、控制器ECU和执行器以及整车信号、电源的枢纽。整个发动机线束采用车辆专用接插件、专用导线和波纹管等, 并由专业汽车线束厂家加工制作, 具有连接可靠、耐高温、耐磨、抗折断、防水性良好等优点。

控制线束按电控系统的组成和控制要求设计, 维修人员可依据相关信息对控制线束进行检测。根据控制器ECU的接插件定义, 控制线束分为三部分: J1(黑色)、J2(蓝色)、J3(灰色), 分别与控制器上的三个插件对接。其中J1(黑色)、J2(蓝色)为发动机控制线束, J3(灰色)为与整车相连的控制线束。

图24为产品线束照片, 在车上进行线束检测时, 可参考有关线束电路图。

控制线束的布置、走向和固定要按规定进行, 应远离高温部件(如排气管)以及强电磁干扰源(如发电机、启动电动机等)。

一旦发现线束损坏, 应由玉柴维修人员整体更换, 一般不允许在车辆上简单对接或维修, 应将其送往玉柴维修服务中心或玉柴机器股份有限公司。

## 三、电控系统主要功能

### 1. 启动控制

电控柴油机的启动由电控系统直接控制, 在柴油机启动工况下, 启动油量控制模块提供足够的油量, 使启动迅速并不冒黑烟。启动时, 驾驶员只需将点火钥匙旋转至启动挡, 不需要踩油门。

### 2. 怠速控制与微调

玉柴欧III电控发动机具有良好的低怠速稳定性, 且运行时振动、噪声小。

发动机怠速控制是指控制器可根据温度、蓄电池电压和空调请求等自动调节怠速运行速度, 并通过ECU的闭环控制使发动机在设定怠速下运行。如冷却水温越低, 发动机怠速越高, 怠速时打开空调, 发动机转速会提高。

怠速微调是指驾驶员可在仪表板上通过怠速微调开关强制调整目标怠速, 发动机在ECU的闭环控制下使实际运行转速向目标怠速过渡并稳定在该怠速下。怠速微调开关为点动式自动复位开关, 如驾驶员按下怠速上升微调开关, 发动机怠速将增加, 每按一次, 增加一定转速, 反之亦然。

必须注意的是, 只有打开怠速微调开关, 怠速上升(下降)微调开关才起作用。

### 3. 怠速停机控制

在欧III电控柴油机控制模块中, 设有怠速停机控制模块, 主要是为了避免长时间的怠速运行。当怠速运行达到一定时间时, 该模块首先闪烁红灯提醒司机, 如果司机没有任何指令, 便会自动停机。

### 4. 油门控制

与常规机械式柴油机一样, 驾驶员也是通过油门对发动机进行控制, 不同的是玉柴欧III电控柴油机的电控系统采用的是电子油门踏板。电子油门通过控制线束将驾驶员的驾驶意图反馈给控制器ECU, 油门油量控制模块根据油门开度与柴油机转速计算出油门油量, 使驾驶员可以控制柴油机转速与车辆运行速度。


### 5. 油门跛行控制

在油门踏板感应器输出信号超出预定范围或接线故障的情况下, 控制器ECU采用低怠速开关替代正常的驾驶员油门指令, 使发动机降低功率继续运行, 从而将车辆开到维修站修理。这是车辆的一种失效保护措施。

### 6. 发动机转速控制

在电控系统中, 控制器根据发动机冷却水温、蓄电池电压等对发动机空车最高转速进行限制, 以保护发动机。

### 7. 故障指示灯

电控系统包含故障诊断模块, 该模块实施监测并记录系统的故障状态。故障信息通过故障显示灯指示给驾驶员, 驾驶员可通过故障显示灯的闪烁频率识别故障码, 便于维修。(未完待续) 

(广东惠州商贸旅游高级职业技术学校电控柴油发动机课题组成员为: 钟文浩、蔡元兵、王井、曾国强)