

江淮HFC4DA1发动机无法启动

文/山东 姜盛杰

江淮HFC4DA1系列发动机采用博世EDC16电控系统(图1), 装配CP1H型高压油泵及CRI2.0型电控喷油器, 最高喷射压力为145MPa。江淮HFC4DA1-2B1为电控高压共轨柴油机, 装配博世电控系统, 满足国Ⅲ排放标准。

据驾驶员反应, 一辆中通LCK6601D3F客车在行车途中听到发动机传出类似于金属撞击的声音, 之后车辆出现加油门没有反应的现象, 大约一分钟后车辆自行熄火, 无法再次启动。

维修人员到现场后, 首先检查发动机外观, 未发现明显开裂或损坏的部位。打开钥匙开关至ON位置, 发动机故障灯点亮2s后自动熄灭, 用万用表测量水温传感器插件电压, 为4.8V, 这两点说明发动机EDC正常工作, 连接诊断仪读取故障码, 系统显示没有故障码。

至此, 初步分析电控系统没有故障, 故障点可能存在于机械部分或者燃油系统。首先检查燃油系统, 低压部分油路为高压部分油路供给足够的油量, 主要零部件有油箱, 低压回路的进、出油管, 燃油滤清器, 输油泵和高压泵的低压区。拆掉原车油箱至手油泵的出油管, 重新从油箱接一根油管到

手油泵, 松开手油泵出油口, 按压手油泵, 很快有连续的燃油流出, 将出油口管子接上, 然后继续按压手油泵直到手油泵变沉重无法继续按压为止, 这样就可以排除由于低压油路供油不足而导致的发动机无法启动, 但发动机依然无法启动。

拆卸喷油器高压进油管, 打启动机, 发现进油管没有燃油流出。怀疑高压油泵未向共轨管内供油, 所以拆卸高压油泵出油管, 打启动机拖转, 果然没有高压油喷出。

博世共轨EDC16系统的高压油泵(图2)安装在与传统柴油机分配泵相同的位置上。它通过皮带轮法兰盘、皮带轮、齿带由发动机驱动, 其最高转速不超过3000r/min。高压泵用柴油作为润滑剂, 因此对水分较为敏感, 柴油中的水可造成油泵的严重故障。高压油泵上安装有用来控制进入高压油泵高压腔柴油量多少的燃油计量阀。柴油被三个成辐射状安装的互隔120°的泵油柱塞压缩, 高压泵每转一圈有三次供油, 峰值驱动扭矩较低, 油泵驱动系统保持较稳定的负荷。16Nm的扭矩大概是驱动一个同等分配泵所需扭矩的1/9, 这就意味着共轨系统比传统的喷射系统在泵的驱动方面负荷相对较少。所需的动力是随着共轨压力和泵的速度(供

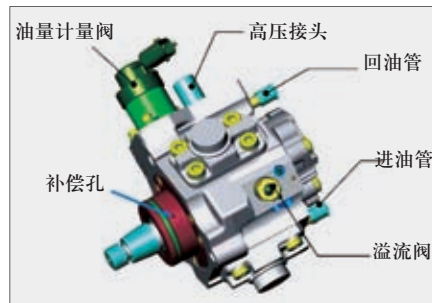


图2 CP1H高压油泵

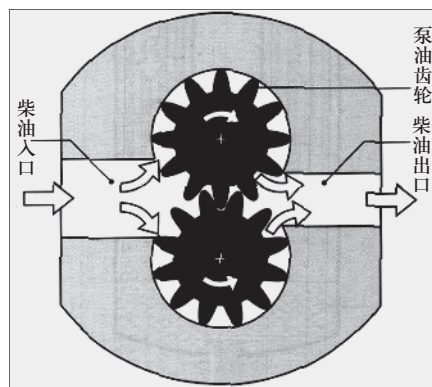


图3 齿轮式输油泵

油量)成比例上升的。

齿轮式输油泵(图3)将燃油从油箱泵吸, 经过带有油水分离装置的燃油滤清器到达高压泵的进油口。输油泵使燃油经安全阀的节流孔进入高压泵的润滑和冷却回路。凸轮轴使三个泵的柱塞按照凸轮的外形上下运动。

高压泵的柱塞向下运动时(吸油行程), 输油泵使燃油经高压泵进油计量比例阀和阶跃回油阀进入柱塞腔, 在高压泵柱塞越过下止点后, 进油阀关闭。这样, 柱塞腔内的燃油被密封, 它将以高于供油压力的油压被压缩, 油压的升高一旦达到共轨的油压, 出油阀被打开, 被压缩的燃油就进入了高压循环。柱塞继续供给燃油, 直至到达上止点(供油行程), 压力减小, 导致出油阀关闭, 仍然在柱塞腔内的燃油压力也下降, 柱塞又向下运动。只要柱塞腔内的压力降至低于输油泵的供油压力时, 进油阀又开启, 吸油过程又开始。

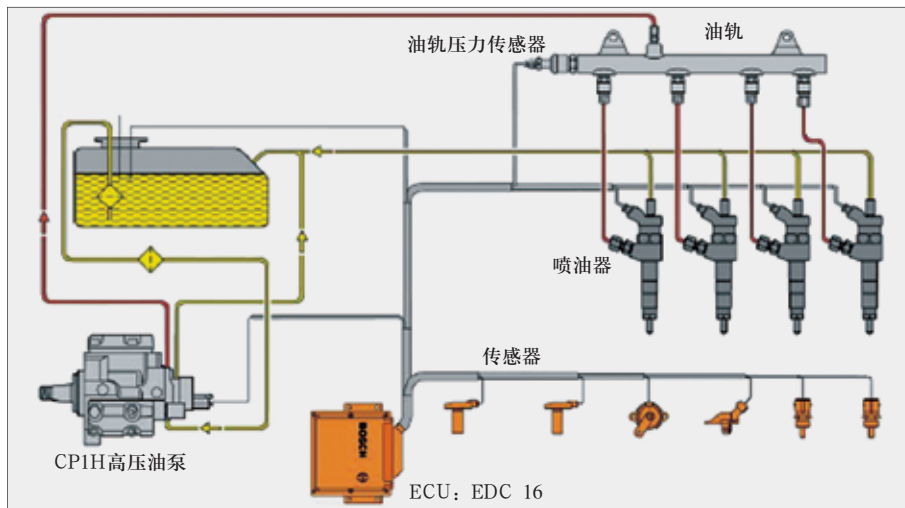


图1 HFC4DA1电控系统及油路示意图

燃油计量阀(图4)安装在高压油泵的进油位置, 用于调整燃油供给量和燃油压力值。而其调整要求受 ECU 控制。

燃油计量阀在控制线圈通电时, 计量阀是导通的, 在控制信号最大时可以提供最大流量的燃油。ECU 通过脉冲信号改变高压油泵燃油计量阀进油截面积而增大或减小油量。

EDC16系统的高压油泵要产生高压油需要同时满足两个条件, 一是转速大于 200r/min, 二是正时相位正确。如果ECU同时检测到有严重故障, 也会控制燃油计量阀关闭, 使高压油泵不能产生高压油, 如轨压传感器异常、燃油计量阀异常等。

因为故障诊断仪未读取到相关故障码, 所以初步排除轨压传感器及燃油计量阀电路方面的故障, 重点检查高压油泵机械故障及正时相位。

拆卸高压油泵回油管, 打启动机拖转, 回油管有大量回油, 证明高压油泵的输油泵工作正常。打开点火开关至ON挡, 用手触摸燃油计量阀有振动感, 证明燃油计量阀工作正常。

连接故障诊断仪, 启动车辆, 读取启动过程的数据流发现在“同步状态”一栏一

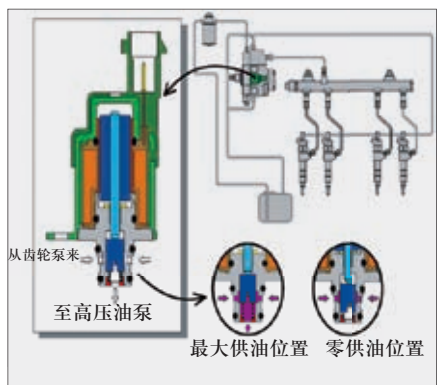


图4 燃油计量阀



图5 曲轴位置传感器

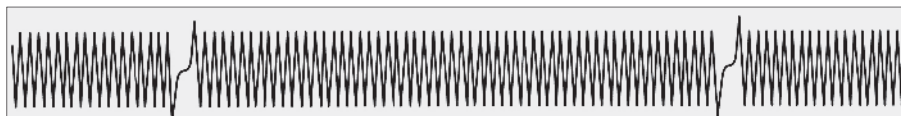


图6 曲轴位置传感器波形图

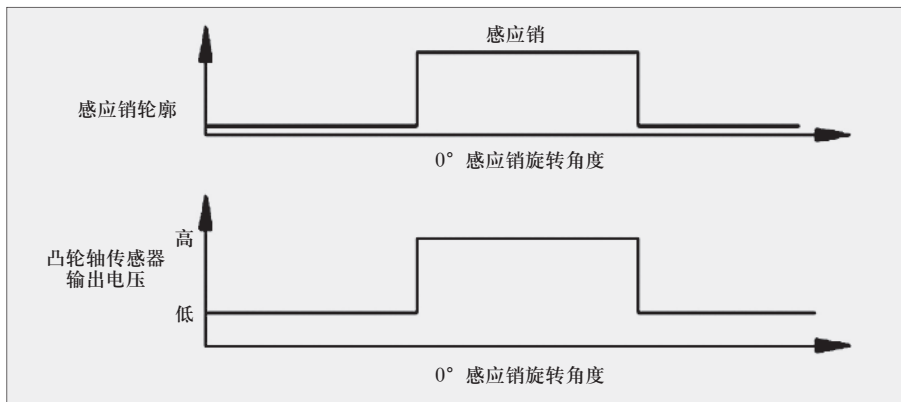


图7 凸轮轴位置传感器输出电压

直是数字3, 但正常的同步状态应该是48, 车辆才可能启动成功。

EDC16系统的同步状态由曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器共同确定。曲轴位置传感器(图5)为可变磁阻式传感器, 安装在发动机飞轮壳体上, 正对着加工有58个齿和2个缺齿位置的飞轮。永久磁铁发出的磁场通过软铁芯传到飞轮, 磁场的强度受到飞轮与传感器的间隙的影响, 当飞轮齿向传感器接近时, 磁场强度变强, 当飞轮齿远离传感器时磁场强度变弱。当飞轮旋转时, 将会产生一个交变的磁场, 从而使得电磁线圈产生一个正弦感应电压, 交变电压的振幅随着触发轮转速的提高而加大, 系统便依此计算出曲轴转速, 当飞轮转动到缺2齿的位置时, 交变电压便会发生一个突变, 系统由此可判断出当前的曲轴位置。

曲轴位置传感器波形图如图6所示。

凸轮轴位置传感器为霍尔效应式传感器, 安装在齿轮室前盖上。感应凸轮轴带轮上的感应铁, 以此判定一缸上止点, 该传感器由永久磁铁和霍尔元件组成, 当发动机运转时, 感应铁与传感器的位置发生相对运动, 这种变化会引起磁场变化, 由于磁场变化, 来自传感器的电压也会发生变化, 输出方波电压信号, 系统根据此信号的变化来判定凸轮轴的位置。凸轮轴位置传感器输出电压如图7所示。

启动发动机时, ECU需采集曲轴位置

及凸轮轴位置信号来判定一缸上止点。如果失去凸轮轴位置信号, 系统无法设定喷油时刻。当飞轮转动2圈后, 系统仍检测不到发动机转速信号即曲轴位置传感器信号时, 便无法得知当前的曲轴位置, 不能确定正确的喷射时刻, 系统会控制高压油泵及喷油器不工作, 所以发动机无法启动。

按照由易到难的原则, 首先拆检前齿轮室盖, 凸轮轴位置传感器及感应铁位置正确, 未发现故障。然后拆检变速箱总成及离合器压盘, 在拆卸压盘的过程中发现有两块1cm左右的条状金属从飞轮壳内掉出来, 经检查, 两块金属是飞轮上的信号齿脱落。

至此, 车辆无法启动的原因终于查明, 为曲轴位置传感器信号盘信号齿脱落, 导致ECU无法检测到曲轴位置, 不能确定喷射时刻, 所以ECU控制高压油泵及喷油器不工作, 发动机无法启动。

更换新的飞轮(飞轮与信号盘一体)后, 发动机顺利启动, 故障解决。

回顾维修的过程, 故障诊断仪一直没有报曲轴位置传感器的相关故障, 这给诊断工作增添了不少麻烦, 走了很多弯路。同时EDC16系统, 对电控系统的完整性要求比较严格, 轨压传感器、曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、燃油计量阀等电控元件工作不正常都会影响车辆启动, 这也使故障的诊断时间及难度大大增加。[M]