

使用与维修

TICS 高压泵调校技术的应用

张飞虎

(中国石油天然气集团公司吐哈油田分公司, 新疆 吐鲁番 838202)

摘要: 介绍了 TICS 电控高压泵的结构组成、工作原理, 详细阐述了 TICS 电控高压泵的拆解、检查、装配及调校方法; 总结了 TICS 电控高压泵的应用效果及故障的处理方法。

关键词: TICS 高压泵; 电子调速器; 预行程执行器; 调校

中图分类号: TK423.8⁺4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2013)04-0053-04

0 引言

柴油发动机凭借其功率大、油耗低、燃烧效率高特点, 广泛应用于商用车领域。近十多年来, 随着科学技术的不断发展, 计算机技术、电子技术、控制技术等在汽车工业中得到广泛应用, 大大提高了汽车整车性能、安全性、燃油经济性和操作灵活性, 与此同时也不断面对日趋严苛的排放标准。

作为第一代柴油机电控系统位置控制制的代表, 搭载于五十铃重型卡车上的 TICS(Timing & Injection Control System)系统, 因其结构简单、对传统机械式发动机控制系统改动小、控制精度高、响应速度快、经济环保及优良的系统稳定性等优点, 至今仍应用广泛。TICS 高压泵作为电控系统的核心, 是在国 II 系列柴油机的机械泵基础上, 创新性加载 RED IV 电子调速器及预行程执行器的喷油泵, 通过电脑控制单元自动控制喷油量、喷油正时以及喷油速率, 从而满足发动机各工况的要求。

1 TICS 高压泵结构组成

TICS 高压泵是由泵体、RED IV 型电子调速器和预行程执行器三部分组成, 见图 1。

泵体部分采用的是传统的直列柱塞泵泵体。其主要零部件为柱塞和柱塞套、凸轮轴、滚轮体、柱塞弹簧、转动套与齿圈, 出油阀与阀座以及压紧管接等。相对传统机械式高压泵, 其不同点是在柱塞套筒的下方设置有一个正时套, 通过正时杆的上下移动来控制预行程的变化。所谓柱塞预行程是指柱塞从下止点开始上升至关闭与储油室相通的进、出油孔的一段行程, 或者说柱塞上行过程中开始加压

燃油之前的凸轮升程。另外, TICS 高压泵的进、出油口设置在柱塞上, 与一般喷油泵的进、出油孔设置在柱塞套筒上不同, 这就决定了其燃油的喷射过程与普通型喷油泵不同。

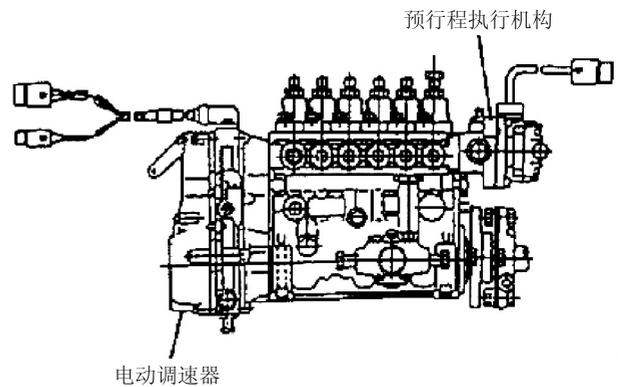


图 1 TICS 高压泵结构

RED IV 型电子调速器的结构组成为: 后壳、外壳、线性直流电动机、控制齿条、齿条位置传感器、连杆、停止杆等, 见图 2。

预行程执行器主要由预行程传感器和执行机构组成, 见图 3。

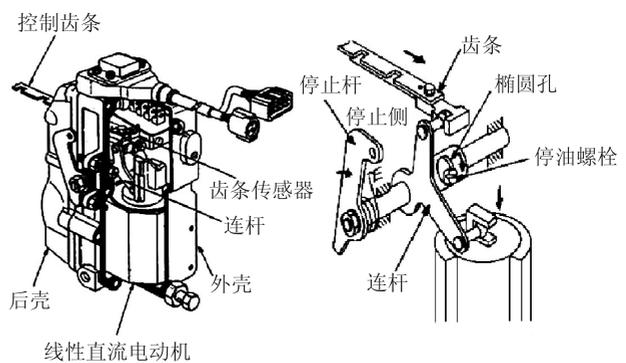


图 2 RED IV 电子调速器结构图

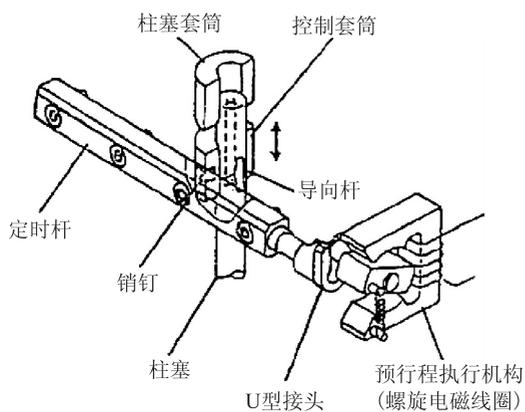


图3 预行程执行器结构原理

2 TICS 高压泵工作原理

TICS 高压泵燃油喷射过程可以分为进油、开始压油、喷射、停喷四个主要过程。

进油过程：当凸轮升程处于低位置时，柱塞上的进油孔位于正时套的下边，燃油从柱塞的进油孔进入柱塞套，柱塞套与储油室相通，压力不会升高。

开始压油：当柱塞被凸轮顶起开始上升，柱塞的进油孔被正时套关闭，随着柱塞的进一步上升，柱塞套中的燃油开始压缩，压力不断升高。

喷射过程：柱塞上行至进油孔被正时套关闭，到柱塞上凹槽与正时套上出油孔即将连通，此间柱塞上的进、泄油孔均被关闭；随着柱塞的上升，柱塞套内的燃油压力升高到打开喷油器开启压力的瞬间，燃油就开始喷射。

停止喷油：柱塞上的凹槽与正时套上的出油口连通时，压力室的高压燃油通过柱塞上的出油口凹槽回油泄压，泄压的一瞬间即为喷油停止时刻。

柱塞泵喷油量的大小决定于喷射瞬间燃油喷射压力的大小。燃油喷射压力则由柱塞的有效泵油行程决定，即取决于开始压油和停止喷油的两个关键时刻。开始压油的时刻由预行程的大小决定，即预行程小，开始压油时刻就早；预行程大，开始压油的时刻就晚。而停止喷油时刻决定于柱塞上的螺旋凹槽与正时套上的出油口的相对位置，从柱塞运动行程可以看出，在柱塞与正时套筒圆周位置一定时，只要使正时套筒沿柱塞上下移动，即可改变预行程，从而改变开始泵油时间，改变泵油量；也可改变喷油提前角，预行程小，泵油时刻提前，泵油量大，预行程大，泵油开始晚，泵油量小。

在控制原理上，RED IV 型电子调速器又可分为输入部分、控制部分及驱动部分。齿条位置传感器发出的信号传到输入接口，输入信号经过模数转

换器(A/D)转换为数字信号，数字信号输入控制部分。在控制部分，这些输入的信号会与 ROM 中存储的数据进行比较并处理，然后 CPU 输出结果至驱动部分，作为执行器的控制信号。在驱动部分，控制信号(目标齿条位置)被转换成驱动信号作用在执行器上。控制线性直流电动机，从而推动线圈上下运动，再经由连杆将垂直运动转换为齿条的水平运动。齿条在水平方向的左右运动，控制着喷油量的大小。通过这样一组连续循环的动作，获得理想的燃油控制。另外，当操作停止杆时，停止杆带动连杆中间套转动，连杆则带动齿条移向停油方向，这样就可以实现停止杆在任何情况下都能使发动机停止供油。

与此同时，ECU 根据来自预行程执行器的正时传感器信号判断实际供油正时，实时对比发动机各种工况下的理论参数，然后输出正时控制信号，使正时执行器动作，控制正时套的上下移动，改变喷油泵中柱塞套筒与柱塞的相对位置，即改变柱塞的有效行程，从而改变喷油正时。

TICS 高压泵通过实时与电脑控制单元交互信息，通过电子调速器实时调整油量和预行程执行器的实时动作改变预行程，在每一循环过程中完成燃油喷射四大过程，并且保证在正确的喷油时刻喷射满足需要的燃油数量，从而满足发动机在各工况下的安全、高效运行。其主要特点是：保持直喷发动机低油耗的同时，改善排放性能，减小氮氧化物的排放；无须正时器可同时改变喷油正时及喷射率；在冷起动时加大提前角以改善起动性能。

3 高压泵拆解、检查、装配与调校

由于 TICS 高压泵完全拆解后是由上百个细小零件组成，而且在拆解过程中需要的专用工具多达 45 款，因此，对 TICS 高压泵的拆解需要十分注重细节。在拆解高压泵之前，应当先清洁外表，除去油污，包括排出泵腔和调速器室中的残余燃油及机油。在每一拆解步骤中，需将拆卸的零件整洁、有序地摆放在工作台上，对特殊零件有时应当做好标记，以方便后期装配。另外，还应当准备一个盛满清洁燃油的容器用来放置柱塞偶件、出油阀偶件及其它精密零件。TICS 高压泵的具体拆解可以分为如下步骤：

拆除联轴节、输油泵、预行程执行器、U 形接头、调速器、凸轮轴、挺柱和柱塞、正时杆、柱塞套、控制齿条。

在高压泵完全拆解完毕后，需对各零件进行彻

底全面检查, 主要包括:

(1) 检查高压泵泵体有无裂痕, 泵体上调速器、预行程执行器、柱塞体、输油泵装配端面平面度和磨损情况, 安装螺孔有无损坏;

(2) 检查柱塞偶件、出油阀偶件磨损情况、密封性和配合间隙, 柱塞弹簧、弹簧座、挺柱是否磨损或损坏;

(3) 检查凸轮轴、轴瓦是否磨损或损坏, 支撑轴承是否磨损或损坏;

(4) 检查输油泵装配端面平面度, 输油泵两个单向阀体密封性;

(5) 检查电子调速器的齿条位置传感器钢片与连接器之间是否有间隙, 检查铜片是否变形、磨损或损坏, 检查线性直流电机的滑动是否自由;

(6) 检查凸轮轴转速传感器与感应齿轮轮齿之间的间隙, 标准值为 0.8 ~ 1 mm。

(7) 静态检查预行程执行器好坏, 测量连接插头中 5 个端子的电阻值。其阻值参考表 1 所示。

表 1 预行程执行器插座端子参考电阻值

端子号	信号	电线颜色	测量点	参考值/ Ω
1	预行程执行器负极	绿	2-1	2.45 ~ 2.95
2	预行程执行器正极	黄		
3	预行程传感器屏蔽线	黑/白		
4	预行程传感器基准点	黑	5-4	5.5 ~ 6.1
5	预行程传感器中性点	白	6-5	5.5 ~ 6.1
6	预行程传感器测量点	红	6-4	11.0 ~ 12.2

TICS 高压泵的装配顺序和拆卸工序相反。必须注意的两点是: 一、高压泵针对不同部位的螺栓, 其拧紧扭矩都不一样, 应严格按照规定扭矩进行拧紧; 二、预行程执行器在装配时, 无需按规定扭矩拧紧, 可先暂时安装在泵体上, 以方便后期调整时进行微动调整。

TICS 高压泵的调校分为电子调速器调整、喷油正时调整、预行程执行器调整以及标准油量调整四大步骤。每一步骤的调整过程都是递进式的, 而且需将每一步都调整准确, 而后方可按顺序依次进行下一步调整, 只有这样才能最终保证高压泵调校数据精确。

调校电控高压泵之前需进行的准备工作包括检查试验台工作状态, 确保进回油管线正常, 转速旋钮控制灵敏, 显示器、压力表显示正常, 油量测量筒完好、清洁; 检查专用电器调整设备工作状态, 确保直流电源输出电压电流正常, 电子仪器显示正常, 调整灵敏。

(1) 电子调速器调整主要通过 PWM 变频控制

仪调整调速器内直流电机上下动作, 由连接直流电机和齿条的连杆将 PWM 变频控制仪的变频信号转化为齿条的物理信号, 进而控制调整齿条在水平方向上的运动。TICS 高压泵调校的第一步就是根据齿条行程在不同工况下的物理行程值对应的 PWM 波的占空比对电子调速器的调速范围进行调整。齿条行程的物理值需要用百分表进行测量。

(2) 喷油正时调整。第一缸喷油正时的调整是关键, 先对第一缸正时进行调整, 而后根据六缸发动机 60°的喷油间隔角进行余下缸数的调整。在第一缸喷油正时的调整过程中, 首先拆除一缸出油阀芯, 安装正时测量装置, 包括“之”字形油管和百分表; 接通进油管并开始供油, 然后转动高压泵凸轮轴从一缸下止点到将近上止点位置, 保证“之”字形油管刚好停油, 读取百分表的数值, 比较读取值与 TICS 高压泵标准数值(5.10 mm)的差值, 通过调整挺柱上端的正时垫片确保一缸预行程调整为 5.10 mm 的标准值; 对其它 5 个缸的调整根据 60°的喷油间隔角采用 1-5-3-6-2-4 的做功次序逐缸调整。

(3) 预行程执行器的调整。暂时安装好预行程执行器后, 再次安装正时测量装置于第一缸, 连接好控制线路; 启动进油按钮和 TICS 高压泵专用手动控制仪, 参考预行程执行器可变预行程标准范围: MIN=1.07 V 到 MAX=3.14 V 之间(专用手动控制仪将预行程数值转换为反馈电压值), 松动暂时安装的预行程执行器连接螺栓, 上下微动调整预行程执行器, 以满足可变预行程范围; 接着, 将可变预行程反馈电压值手动调置 2.83 V, 这时旋转高压泵凸轮轴, 读取正时测量装置在停油时刻的百分表读数, 标准数值为 2 mm, 同样, 通过微动调整预行程上下相对位置进行调整。

(4) 标准油量调整。根据发动机各种不同工况对应的标准油量值, 将油量调整至满足发动机需要的数据。具体调校参数如表 2。

表 2 TICS 高压泵调校标准数据表

车型	五十铃重卡	功率/kW	191
高压泵型号	NP-TC: 6MD110/41 ALS2		
柱塞型号	M34	出油阀型号	MM6
凸轮轴旋向	逆时针	喷有顺序	1-5-3-6-2-4
标准油管	$\Phi 3 \times \Phi 8 \times 600$		
标准喷油器	1688 901 105 BOSCH		
柱塞行程/mm	5.10	供油间隔角/(°)	60±0.5
工况	起动	怠速	中速
转速/(r·min ⁻¹)	100	470	750

(续表)

齿条行程/mm	13.7	7.5	13.7
油量 /(ml·100st ⁻¹)	16±0.5	2±0.1	20±0.5
PEM	65%	30%	65%
反馈电压/V	2.25±0.01	1.20±0.01	2.25±0.01

4 应用效果

TICS 高压泵作为五十铃卡车中最精密最核心的部件,其调校结果的好坏直接影响着整车安全性、动力性、燃油经济性、环保性等。通过 TICS 高压泵调校技术的应用,可以从根本上解决车辆维修过程中电控燃油系的各种疑难故障。具体应用实例如下:

实例 1 故障现象:发动机功率不足,限速,即油门加到最大位置,发动机最高转速只有 2 200 (r·min⁻¹)。首先通过专业解码仪器调取故障码,显示为:故障代码“292”,表示存在预行程执行器开路或者断路故障;用万用表检测预行程执行器插座(6 针,灰色)的 6 个端子电阻值,发现连接插头中 6 个端子的电阻值均为无穷大,说明预行程执行器已经烧坏;更换新的预行程执行器后,对初始参数进行调校后,故障排除,加速正常。

实例 2 故障现象:同样是发动机功率不足,限速。故障码显示存在预行程执行器电源保险丝熔断故障。通过检测预行程执行器电源线路,即电瓶火线到保险,到继电器,再到 ECU 针脚,发现从保险到继电器线路其中一段由于磨损搭铁而烧断,重新连接修复,故障依然存在;进一步对 ECU 的

(上接第 40 页)

为全方位的检测及验证罩壳加工的尺寸及形位公差精度,可以配备龙门式三坐标测量仪(图 7),进行尺寸精度、几何精度的综合测量。



图 6 加工中心配备测量探头

4 总结

罩壳加工工艺优化的方向是高效化、精密化和清洁化。内燃机厂家应根据企业实际状况和发展需

预行程电源切断继电器的针脚进行检测,发现 ECU 得电状态下,此针脚无电平变化,从而导致预行程执行器电源继电器不动作;更换新的 ECU 后,故障排除,车辆加速正常。

实例 3 故障现象:行驶过程中加速就熄火。故障码显示不存在故障。检测各线路均正常,ECU 无故障。对此类无故障码的故障诊断一般集中在机械部分,由于是燃油系统故障,就应该从油路查起。从喷油泵处检查,发现机械熄火线在常态,没有回零位;重新调整熄火拉线的长度,使其归零位,故障排除,行驶中再无加速突然熄火现象。

5 结束语

掌握 TICS 高压泵结构、工作原理、调校方法,能够比较顺利迅速排除车辆电控燃油系统诸多故障,大大提高车辆维修效率,减少维修周期,保障车辆运行的优良动力性和安全可靠性能。

参考文献

- [1] 黄坚. 柴油发动机电控技术与发展浅析[J]. 广西质量监督导报, 2007(4): 92-93.
- [2] 王宏桥. 车用直喷式柴油机可变预行程泵电控系统研究[J]. 汽车工程, 2000, 22(5).
- [3] 高志强, 许建忠. RED IV 型电子调速器的结构及故障诊断[J]. 汽车维修, 2007(11): 11-14.
- [4] 焦岗耀. TICS 喷油泵电控系统的故障诊断[J]. 工程机械与维修, 2007(5): 156-157.
- [5] 杨水永. 浅谈汽车故障码的正确运用[J]. 湖北广播电视大学学报, 2008, 28(9): 159-160.

求, 确定适合自身发展的最佳工艺方案 and 生产线。



图 7 三坐标测量仪

参考文献

- [1] 中国机械工程学会锻造分会, 锻造手册第 1 卷-锻造工艺[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [2] 山东内燃机学会质量标准专业委员会, 内燃机标准资料汇编[R].