维普资讯 http://www.cqvip.com

63-66

第 25 卷 第 1 期 西北农业大学学报 Vol. 25 No. 1
1997 年 2 月 Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalis Feb. 1997

13

柴油机燃油系偶件磨损的油压波形识别法初探

朱瑞祥[1] 苏三买[2] 宋 钧[3]

(1 西北农业大学机械与电子工程学院,陕西杨陵 712100)

(2 西北工业大学微型航空发动机研究所,西安 710072)

(3 西安公路交通大学汽车系,西安 710064)

A

摘 要 针对柴油机燃油系统精密偶件磨损后的油压波形变化,采用高压油管压力波形识别的方法,测取磨损状态下的柱塞副、出油阀副、喷油器针阀副工作压力波形,研究高压油管压力波形所反映的偶件磨损状况。

关键词 燃油系,精密偶件,磨损,油压波形 柴油机

中图分类号 TK428

目前柴油机燃油系检测普遍采用停机、机械式油压表检测燃油系三大偶件的技术性能,以此检测的各项性能指标,作为燃油系故障诊断及维修的依据。但柴油机在运转状态下,燃油在喷射系统中是以超音速传播的[1],这时,燃油系三大偶件(柱塞副、出油阀副、喷油器针阀副)的液力性能参数与静态测试值有很大差别,这就必然造成静态检测准确性低、调整维修不合理等一系列缺陷的产生。使发动机动力性、经济性恶化,解决这一问题,只有进行燃油系性能的动态检测[2]。在机车运转条件下测得喷油油压波形犹如发动机的心电图。当供油系统某处发生故障时,供油状态必将发生变化,导致油压波形局部畸变或波形参数值的变化,通过波形分析,特征值识别,确定当前波形所对应的工作状态与故障出现的部位,可为柴油机燃油系工作部件的更换、修理及参数调整提供可靠的依据。本文针对柴油机燃油系统精密偶件磨损后的油压波形变化,通过自行设计的微机化柴油机动态性能测试系统对磨损状态下的柱塞副、出油阀副、喷油器针阀副实验,测取工作油压波形并分析其所反映偶件的磨损状况。

1 测试系统

测试系统选用 S195 型柴油机为研究对象,DX386 计算机配 SC-40L A/D 板为主测试单元。上止点及转速信号采用北京光电器件厂生产的 GK-320 型透过式光电偶合器作为检测传感器。油管压力传感器选用本课题组研制的高压油管应变片式压力传感器,此传感器经检定指标如下[3,4]:

机械标定系数:$K=1.337(\mu\varepsilon/\mathrm{MPa})$;线性相关数:$r=0.973$;滞后误差:$\varepsilon_H=2\%$;非线性误差:$\varepsilon_L=2\%$;线性范围:0~41.0 MPa。

发动机转速、上止点、高压油管压力传感器通过各接口电路将信号输入计算机,计算

收稿日期:1996-05-08

维普资讯 http://www.cqvip.com

机采集上述工作参数并处理，完成高压油管泵端(供油压力)油压波形曲线及状态参数的打印。测试系统框图如图 1.

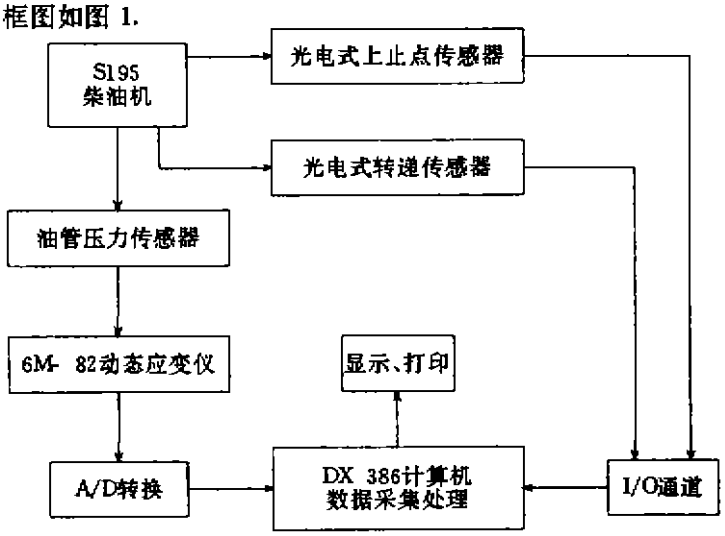

图 1 测试系统框图

2. 测试结果与分析

2.1 正常燃油压力波形分析

图 2 为 1 号喷油泵及 ZS_4S_1 喷油嘴都符合标准的前提下，在转速为 818 r/min 无负荷状态下测录的压力波形(怠速以上规律相同)。纵坐标为压力(P)，横坐标为曲轴转角(φ)。当柱塞上行到关闭进油孔时(a 点)，随着柱塞上行，泵腔内的压力升高；当压力升高到大于油管腔残余压力和出油阀弹簧作用在出油阀上的压力之和时，出油阀开启(b 点)，高压油管腔内油压随之骤然上升；当压力升高到克服喷油器调压弹簧压力时，针阀开启，喷油器开始喷油。由于部分燃油喷出，压力升高率稍降，但由于柱塞上升速度还在继续增加，供油量远远大于喷油量，压力又继续上升至最大压力(e 点)。因而可见喷油器实际喷油始点(c 点)远落后于油泵的供油始点(a 点)。随着喷油器针阀开度的增大，燃油大量喷入燃烧室，压力迅速从 e 点降至 d 点，当柱塞斜槽打开回油孔时(d 点)，随着柱塞运动，回油孔开大，泵端压力急剧下降，出油阀落坐(f 点)，在出油阀落坐过程减压环带的减压作用，使高压油管压力迅速下降，由于油波的震荡作用，压力降到 f 点后稍有回升，并维持油管的残余压力。

图中各段所代表的含义：df：反映针阀落坐时间大小；ga 段斜率反映出油阀落坐后，密封锥面的性能；ced：反应喷油器针阀副性能；bc 段斜率反映柱塞磨损情况。

从以上分析可以看出，燃油压力波形是由各偶件的相应动作决定的，当偶件的状态改变时，压力波形必然发生相应的改变。

2.2 柱塞副磨损后的压力波形分析

图 3 为在同一正常发动机上仅柱塞副中度磨损后所测的喷油压力波形。为便于比较，计算机采用同一比例打印油压波形(下同)，柱塞磨损后泄漏量增大，要使喷油器针阀开启，柱塞必须上移到比正常柱塞更大的行程后，才可建立起足够的油压开始喷油，同时停

维普资讯 http://www.cqvip.com

供斜边磨损使停止供油位置提前，缩短了柱塞偶件的有效行程，使供油量减少。柱塞副磨损后与正常压力波形比较表明，柱塞副磨损后压力波的变化为喷油压力上升缓慢，ac 段斜率小。

利用主上升段 bc 相吻合的直线与残压值相吻合的直线 ga 相交点 b 所求的供油提前角[4]知：柱塞副磨损后供油时刻滞后，图 3 中 b 点后移了 3°.

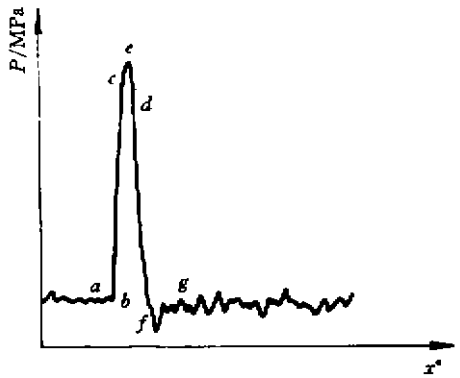

图 2　正常燃油的压力波形

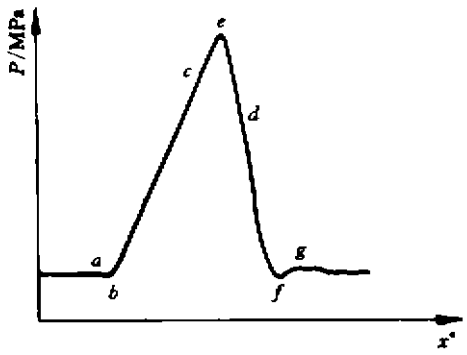

图 3　柱塞中度磨损压力波形

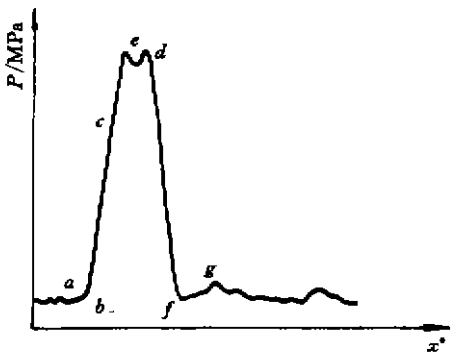

图 4　出油阀副中度磨损压力波形

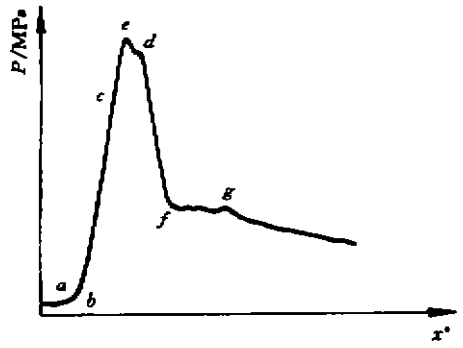

图 5　喷油器针阀副中度磨损压力波形

2.3　出油阀副磨损后的油压波形分析

图 4 为静态检测时出油阀锥面密封性是 11 s 的磨损出油阀副的油压波形[5]。由于磨损出油阀落坐后的泄漏，不同程度地影响了出油阀落座后压力下降的斜率，残余压力值及主喷射曲线下的面积等。出油阀减压环带的磨损，使其减压作用减弱，df 段斜率与正常情况有所不同，且出油阀开始落坐（d 点）和完全落坐（f 点）时，高压油管中的油压较高，不利于喷油器的断油。由油压波分析可知：ga 段斜率可作为出油阀锥面密封性的表证量，df

维普资讯 http://www.cqvip.com

段斜率及 d 点、f 点的压力值可作为出油阀减压环带技术状态的表征量。

2.4 喷油器针阀副磨损后的压力波形分析

图5为喷油器针阀副中度磨损的油压波形。静态调整喷油压力为12.5 MPa.喷油器针阀副磨损后主要表现在对雾化性能的影响,进而影响发动机的动力性、经济性和起动性等。由于雾化锥角及密封锥面的磨损,油压未达到调整喷射压力时,在泄漏通过锥面的油压作用下,使针阀提前开启。而针阀开启使油管压力迅速降低,在针阀弹簧作用下,针阀关闭,此时供油仍在继续进行,油压再度升高,促使针阀重新开启[6]。*ced* 段波形出现多点峰值。改变了喷油速率及喷油规律。因此喷油器针阀副的技术状态可用动态检测的 e 点压力值及 *ced* 段的波峰数等进行表征。

3 结 论

1)通过对柴油机燃油系高压油管油压波形的测试分析,证实可以应用高压油管油压波形特征识别燃油系精度密偶件的磨损情况。

2)本研究处于初始阶段,所测得和处理数据尚嫌不足。建议进一步加大试验数量,量化偶件的磨损极限调整参数等,为发动机燃油系故障诊断维护、运用状态下发动机最佳性能恢复调整提供依据。

参 考 文 献

1 华中农学院编.拖拉机汽车学.北京:农业出版社,1982

2 王书茂.汽车发动机测试的诊断技术的微机化研究及其实现[学位论文].北京:北京农业工程大学,1991

3 苏三买.微机化发动机动态性能检测与故障诊断系统的研究[学位论文].陕西杨陵:西北农业大学,1994

4 宋钧.柴油机燃油系性能动态检测与故障诊断系统的研制[学位论文].陕西杨陵:西北农业大学,1996

5 黑龙江八一农垦大学主编.农业机器运用学.北京:农业出版社,1983

6 洛阳拖拉机研究所译.内燃机燃油喷射和调节.北京:机械工业出版社,1977

Distinguishing Method for Pressure Waves of Fuel System Pair-Part Wearing in Diesel Engine

Zhu Ruixiang Su Sanmai Song Jun

(College of Mechanical and Electronic Engineering, Northwestern Agricultural University, Yangling Shaanxi, 712100)

Abstract Considering the pressure wave variation of the weared pair-parts in fuel system of diesel engine, the pressure waves of the plunger pair, fuel delivery valve pair and needle valve pair of fuel injector were measured under the weared conditions with the method of distinguishing the pressure waves in high pressure pipes so as to study the wearing degrees of the pair-parts.

Key words fuel system, pair-part, wearing, fuel pressure wave