



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101706370 B

(45) 授权公告日 2013.04.17

(21) 申请号 200910106902.2

(22) 申请日 2009.04.29

(73) 专利权人 深圳市普禄科智能检测设备有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区蛇口工业五路南水工业村四栋三楼

(72) 发明人 王汝钢 黄伟 白海江 刘永欣

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 44217

代理人 陆军

(51) Int. Cl.

G01M 15/05(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101251441 A, 2008.08.27, 全文.

CN 1584530 A, 2005.02.23, 全文.

US 2006259229 A1, 2006.11.16, 全文.

商斌梁等. 柴油机智能诊断仪的研制. 《仪器仪表学报》. 2001, 第 22 卷 (第 04 期), 145-146,

150.

商斌梁等. 柴油机智能诊断仪的研制. 《仪器仪表学报》. 2001, 第 22 卷 (第 04 期), 145-146, 150.

刘建敏等. 柴油机技术状况的评估参数研究. 《车用发动机》. 2004, (第 01 期), 6-10.

钟庆敏. 柴油机监测与诊断的试验研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库》. 2008, (第 9 期),

商斌梁等. 柴油机智能诊断仪的研制. 《仪器仪表学报》. 2001, 第 22 卷 (第 04 期), 145-146, 150.

审查员 张蔚

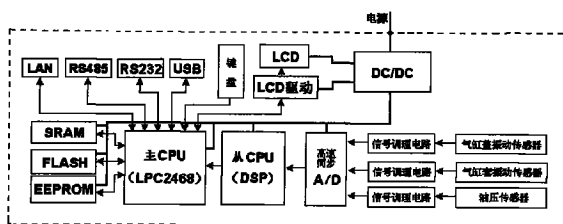
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种柴油机气缸诊断装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种柴油机气缸诊断装置及方法, 包含主 CPU、从 CPU、高速同步 A/D 转换器、输出设备、输入设备、电源隔离转换器件 DC/DC、气缸盖振动传感器、气缸套振动传感器、油压传感器; 所述气缸盖振动传感器、气缸套振动传感器、油压传感器分别检测柴油机气缸盖的振动、气缸套的振动和供油高压油管的压力波, 检测信号经所述高速同步 A/D 转换器同步采样后, 送入所述从 CPU 进行信号处理计算出特征参数; 所述从 CPU 将气缸的特征参数及原始测量数据传给主 CPU, 主 CPU 将获得的数据从所述输出设备输出; 所述输入设备给所述柴油机气缸诊断装置发出指令; 及一种柴油机气缸诊断方法。



CN 101706370 B

1. 一种柴油机气缸诊断装置,其特征在于,包含主 CPU、从 CPU、高速同步 A/D 转换器、输出设备、输入设备、电源隔离转换器件 DC/DC、气缸盖振动传感器、气缸套振动传感器、油压传感器;所述电源隔离转换器件 DC/DC 将单一的电源转换为相互隔离的直流电源给所述柴油机气缸诊断装置不同器件供电;所述气缸盖振动传感器、气缸套振动传感器、油压传感器分别检测柴油机气缸盖的振动、气缸套的振动和供油高压油管的压力波,检测信号经所述高速同步 A/D 转换器同步采样后,送入所述从 CPU 进行信号处理;所述从 CPU 对测量信号进行小波分解与重构,除去噪声,再进一步计算分析气缸的特征参数,所述气缸的特征参数包括气缸盖振动值、气缸套振动值、进气门关闭振动值、排气门关闭振动值、喷油压力值、喷油提前角、配气相位、喷油压力波异常值;所述从 CPU 最后将气缸的特征参数及原始测量数据传给主 CPU,同时主 CPU 将所述气缸的特征参数以表格的形式、测量原始数据以曲线的形式从所述输出设备输出;所述输入设备给所述柴油机气缸诊断装置发出指令;所述从 CPU 在气缸的特征参数计算时,以排气门关闭产生的振动开始点为基准相位点绘制配气相位图、喷油相位图以及气缸套振动相位图,并根据喷油相位图计算起喷点压力、最大喷射压力、针阀关闭后最大压力、喷油提前角、起喷角、最大压力角、针阀关闭角,据此判断供油系统是否正常工作;根据配气相位图上排气门关闭振动波形、进气门关闭振动波形、爆发振动波形,分别计算排气门关闭振动值、进气门关闭振动值、爆发振动值,据此分别判断排气门、进气门及爆发是否工作正常,根据气缸套振动波形,计算气缸套振动值,据此判断气缸套、活塞、活塞环磨损情况;依据特征参数根据标准值对气缸的工作状态及磨损情况、供油系统工作状态进行诊断评判。

2. 根据权利要求 1 所述的柴油机气缸诊断装置,其特征在于,所述气缸盖振动传感器、气缸套振动传感器均采用磁座式振动传感器,气缸盖振动传感器依靠磁力安装于气缸盖上部平面上,气缸套振动传感器依靠磁力安装于气缸套侧壁上。

3. 根据权利要求 1 所述的柴油机气缸诊断装置,其特征在于,所述油压传感器采用外卡式,油压传感器夹持在高压油管气缸盖入口水平段上。

4. 一种使用权利要求 1 所述的柴油机气缸诊断装置进行诊断的方法,其特征在于,包括:

- 1)、测量柴油机转速;
- 2)、柴油机气缸盖的振动信号、气缸套的振动信号和供油高压油管的压力波信号采样;
- 3)、信号处理,除去噪声;
- 4)、绘制 $0^{\circ} \sim 720^{\circ}$ 配气相位图,所述配气相位图以排气门关闭产生的振动开始点为基准相位点;
- 5)、绘制 $0^{\circ} \sim 720^{\circ}$ 喷油相位图和气缸套振动相位图,所述喷油相位图和气缸套振动相位图以排气门关闭产生的振动开始点为基准相位点;
- 6)、供油系统特征参数计算;
- 7)、气缸状态特征参数计算;
- 8)、依据特征参数根据标准值对气缸的工作状态及磨损情况、供油系统工作状态进行诊断评判。

一种柴油机气缸诊断装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种柴油机气缸诊断装置及方法,特指一种通过检测气缸振动及供油压力波来判断柴油机气缸工作状态的装置及方法,属于检测技术领域。

背景技术

[0002] 柴油机包括四冲程柴油机和两冲程柴油机两种形式,其中四冲程柴油机应用最为广泛,其工作过程包括进气、压缩、燃烧做功、排气四个工作过程。柴油机由于动力强劲、油耗低(比汽油机油耗低 15%~30%)、污染物排放低、可靠性高等突出的优点,在人们节能环保意识不断提高的今天,成为当今人类社会中的应用最为广泛的一种动力机械,广泛地应用在国民经济的各个领域,如汽车、拖拉机、工程机械、小型农用动力、工业固定发电、铁路机车、船舶、军用舰艇、坦克等。

[0003] 由于受当前技术诊断水平的制约,目前我国柴油机的维修方式还主要采用以零部件磨损理论为基础的定期维修模式,以及柴油机出现故障无法运行时的应急维修模式。柴油机维修时不论其实际运用状态如何,均需要按一定的检修周期和预先制定的检修范围,对柴油机进行解体检查,对柴油机气缸套、活塞、活塞环、气门、气门座、曲轴、凸轮轴等磨擦面的尺寸进行测量以及气缸的气门间隙、配气相位、喷油提前角等所有参数的调整值进行重新测量调整。维修过程仅凭借维修人员的个人经验,以手触、眼窥、耳闻等传统的检查方式对其进行判断。此维修体制和方式存在明显的缺陷:1、产生了大量的过剩修理,造成不必要的人力、物力浪费,维修时不管设备的实际状态如何,都要对整个设备进行解体检查、测量,耗费了大量的人力、物力和财力;2、不能保证柴油机在两次维修间隔时间内可靠运行,定期维修模式是以零部件磨损理论以及概率统计理论为基础的,是按一定的置信区间和可接受的经济费用来设定维修间隔时间的,这样,维修间隔时间小,维修费用就高,维修间隔大,两次维修间隔时间内出现故障的概率就高。不管如何设置维修间隔时间,都不能保证设备在两次维修间隔时间内可靠运行;3、维修质量难以保证,目前维修方式下,由于缺少必要的检测设备,仅凭借维修人员的个人经验,以手触、眼窥、耳闻等传统的检查方式对其进行判断,不可避免地要受检查者个人情绪和判断能力等随机因素的影响,不能对故障部位进行迅速准确地判断-隔离-处理,造成漏检、漏修,给柴油机今后的运行埋下隐患;4、维修时间长,维修费用高,目前柴油机的维修工作主要依赖维修人员的个人经验,高水平的维修人员难以培养,费用很高。并且由于难以找到故障原因,普遍存在错修、错换的现象,这些都造成维修时间长,维修费用高。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于:提供一种不需解体柴油机快速诊断柴油机气缸的工作状态的装置及方法。

[0005] 为了克服上述不足,本发明提供了改善上述不足之最新的柴油机气缸状态诊断装置及方法。本发明解决其技术问题所采用的方案是:一种柴油机气缸诊断装置,包含主

CPU、从 CPU、高速同步 A/D 转换器、输出设备、输入设备、电源隔离转换器件 DC/DC、气缸盖振动传感器、气缸套振动传感器、油压传感器；所述电源隔离转换器件 DC/DC 将单一的电源转换为相互隔离的直流电源给所述柴油机气缸诊断装置不同器件供电；所述气缸盖振动传感器、气缸套振动传感器、油压传感器分别检测柴油机气缸盖的振动、气缸套的振动和供油高压油管的压力波，检测信号经所述高速同步 A/D 转换器同步采样后，送入所述从 CPU 进行信号处理；所述从 CPU 对测量信号进行小波分解与重构，除去噪声，再进一步计算分析气缸的气缸盖振动值、气缸套振动值、进气门关闭振动值、排气门关闭振动值、喷油压力值、喷油提前角、配气相位、喷油压力波异常值；所述从 CPU 最后将气缸的特征参数及原始测量数据传给主 CPU，同时主 CPU 将特征参数以表格的形式、测量原始数据以曲线的形式从所述输出设备输出；所述输入设备给所述柴油机气缸诊断装置发出指令；所述输入设备给所述柴油机气缸诊断装置发出指令，所述从 CPU 在气缸特征参数计算时，以排气门关闭产生的振动开始点为基准相位点绘制配气相位图、喷油相位图，并根据配气相位图和喷相油位图，确定气缸特征参数是否异常。

[0006] 在本发明所述的柴油机气缸诊断装置中，所述气缸盖振动传感器、气缸套振动传感器均采用磁座式振动传感器，气缸盖振动传感器依靠磁力安装于气缸盖上部平面上，气缸套振动传感器依靠磁力安装于气缸套侧壁上；所述油压传感器采用外卡式，油压传感器夹持在高压油管气缸盖入口水平段上。

[0007] 在本发明所述的柴油机气缸诊断装置中，还包含连接到处理单元的存储器和通信接口，所述存储器用于存储气缸特征参数及原始测量数据，所述通信接口与远程监测中心服务器相连，以将原始数据和计算的特征参数传送到远程监测中心服务器上。

[0008] 本发明还提供一种使用权利要求 1 所述的柴油机气缸诊断装置进行诊断的方法，包括：

[0009] 1)、测量柴油机转速；

[0010] 2)、柴油机气缸盖的振动信号、气缸套的振动信号和供油高压油管的压力波信号采样；

[0011] 3)、信号处理，除去噪声；

[0012] 4)、绘制 $0^{\circ} \sim 720^{\circ}$ 配气相位图，所述配气相位图以排气门关闭产生的振动开始点为基准相位点；

[0013] 5)、绘制 $0^{\circ} \sim 720^{\circ}$ 喷油相位图和气缸套振动相位图，所述喷油相位图和气缸套振动相位图以排气门关闭产生的振动开始点为基准相位点；

[0014] 6)、供油系统特征参数计算；

[0015] 7)、气缸状态特征参数计算；

[0016] 8)、依据特征参数根据标准值对气缸的工作状态及磨损情况、供油系统工作状态进行诊断评判。

[0017] 本发明所述的柴油机气缸诊断装置及方法，采用气缸振动及供油压力波频域分析法和时域分析法分析诊断柴油机气缸状态、磨损情况和供油系统工作状态，和传统的方法相比，具有明显的优点：

[0018] 1、可以作为柴油机的“动态心电图仪”，不需解体柴油机，就可对柴油机进行“体检”，判断柴油机工作是否正常。

- [0019] 2、可以快速查找柴油机故障,并对故障进行定位,指导维修工作。
- [0020] 3、可以实现对重要设备如铁路机车、远洋船舶、舰艇及特大型工程机械上的柴油机的在线监测,对设备出现的故障隐患提前预警,保障设备安全运行。
- [0021] 4、利用所述装置的通信功能,可以组建柴油机工作状态远程监测网,建立数据库及专家系统,实现对柴油机各种疑难问题的远程诊断,并指导维修工作。
- [0022] 5、为柴油机维修体制从目前的“定期维修”体制向“状态维修”体制的变革提供技术手段,大大提高设备的保障率,同时降低维修费用。
- [0023] 6、极大地提高了我国大型动力机械设备的现代化管理水平和维护水平。

附图说明

- [0024] 下面结合附图对本发明进一步说明：
- [0025] 附图 1 是本发明的一种柴油机气缸诊断装置的电路原理框图；
- [0026] 附图 2 是本发明的一种柴油机气缸诊断装置的传感器安装图；
- [0027] 附图 3 是本发明的一种柴油机气缸诊断装置的气缸盖振动图谱。
- [0028] 附图 4 是本发明的一种柴油机气缸诊断装置的配气相位图。
- [0029] 附图 5 是本发明的一种柴油机气缸诊断装置的供油相位图。
- [0030] 附图 6 是本发明的一种柴油机气缸诊断装置的气缸套振动相位图。
- [0031] 附图 7 是本发明的一种柴油机气缸诊断装置的供油特征参数计算图,图中 :P1 :起喷点压力 ;P2 :最大喷射压力 ;P3 :针阀关闭后最大压力 ;t0 :喷油提前角 ;t1 :起喷角 ;t2 :最大压力角 ;t3 :针阀关闭角。

具体实施方式

[0032] 如附图 1~7 所示的本发明的一种柴油机气缸诊断装置,包含主 CPU、从 CPU、高速同步 A/D 转换器、显示器件 LCD、键盘、存贮器件 (SRAM、EEPROM、FLASH)、通讯接口 (LAN、RS485、RS232、USB)、电源转换器件 DC/DC、气缸盖振动传感器、气缸套振动传感器、油压传感器等。主 CPU 采用飞利浦公司 ARM 芯片 LPC2468,负责操作、显示、数据管理、通讯等功能,从 CPU 采用 TI 公司 DSP 芯片 TMS320C5402,负责数据的实时高速采集和数据处理。所述气缸盖振动传感器、所述气缸套振动传感器采用磁座式振动传感器,内设前置放大器,依靠磁力可以很方便地进行现场安装。气缸盖振动传感器安装于气缸盖顶部平台上,而气缸套振动传感器安装于气缸套侧壁上,分别检测气缸盖和气缸套的振动信号。所述油压传感器为外卡式油压传感器,夹持在高压油管上,检测高压油管的压力波信号。所有传感器的安装均可以在柴油机工作时方便地安装和拆除,不会对柴油

[0033] 机的工作产生任何影响。传感器分别检测到的气缸盖振动信号、气缸套振动信号和高压油管压力波信号经信号电缆接入所述柴油机气缸状态诊断装置。检测信号经信号调理电路后进入所述高速同步 A/D 转换器。由于柴油机属于高速机械设备,对配气、喷油都有严格的相位要求,普通 A/D 转换器无法达到检测信号的同步采集要求。本柴油机诊断装置的高速同步 A/D 转换器采用 6MHZ 的 12 位的并行 A/D 转换器 THS1206,它可以保证四路信号同时采样。检测信号经过信号调理电路,输入到 THS1206 的输入端口,THS1206 的采样频率由从 CPU 的定时器来控制,定时器输出采用脉冲方式,满足启动 THS1206 转换的脉宽要求,

而且可以通过设置定时器的值,达到改变采样的频率的目的。每次检测针对气缸盖振动信号、气缸套振动信号和高压油管压力波信号经 A/D 转换器同步采样 4096 次,获得 3×4096 个采样信号。所述高速同步 A/D 转换器将传感器检测的气缸盖振动、气缸套振动和油压模拟信号转变为数字信号后,送入所述从 CPU 进行处理。由于气缸盖表面振动信号、气缸套表面振动信号以及高压油管压力波信号,具有较强的非线性特性,采用传统的线性算法难以识别。小波分解与重构具有良好的相位特性,因此对气缸盖表面振动信号、气缸套表面振动信号以及高压油管压力波信号采用小波分解与重构的办法来分离信号,去除噪声并保留信号的相位特征。本装置所述从 CPU 先采用 BP 神经网络对振动信号、高压油管压力波信号进行训练、识别,再对振动信号和压力信号进行小波分解与重构,以除去噪声。在此基础上,从 CPU 进一步计算出柴油机气缸的特征参数:1) 气缸盖振动值,2) 气缸套振动值,3) 进气门、排气门关闭振动值,4) 喷油压力值,5) 喷油提前角,6) 配气相位,7) 喷油压力波形异常值,8) 气缸盖、气缸套振动波形异常值。

[0034] 从 CPU 最后将气缸的特征参数及原始测量数据传给主 CPU,主 CPU 将数据送入 FLASH 存贮,同时主 CPU 将特征参数在 LCD 上以表格的形式显示,将振动和油压原始测量数据以曲线的形式在 LCD 上显示,以帮助维修人员准确判断出柴油机故障所在,指导维修工作。当所述柴油机气缸诊断装置处于连网状态,主 CPU 将原始数据和计算的特征参数通过以太网、GPRS、RS232/485 等方式传送到远程监测中心服务器,以实现组建远程在线监测网和远程诊断功能,可利用大型计算机上的大型数据库基础上构建的专家系统或行业内的权威专家进行远程分析诊断,指导现场的维修工作。

[0035] 一种利用所述柴油机气缸诊断装置进行诊断的方法:

[0036] 1)、测量柴油机转速

[0037] a、转速测量以油压检测信号为测量信号。

[0038] b、操作人员选中所述柴油机气缸状态诊断装置“转速测量”功能,根据柴油机转速表显示的转速,从键盘上输入当前转速大约值后,按下“确认”键。

[0039] c、确定采样频率

[0040] 柴油机转速共测量 4096 个点,高压油管压力波信号要涵盖大约两个柴油机工作周期,即曲轴旋转约 $4 \times 360^\circ$,如柴油机约转速为 n ,则 A/D 采样频率 $f = n \times 4096 \div 2 \div 60$ 。主 CPU 将计算出的采样频率传送给从 CPU。

[0041] d、信号采样

[0042] 从 CPU 控制高速同步 A/D 以主 CPU 给定的采样频率 f 进行采样,共采样 4096 个点。采样过程中 A/D 采样值不断地被送入从 CPU。

[0043] e、信号处理

[0044] 采样结束后,从 CPU 采用小波分解与重构的办法来分离信号,以除去噪声,同时保留信号的相位特征,计算出每个喷油压力波的中心时点。

[0045] f、计算柴油机的准确转速

[0046] 从 CPU 根据相邻两个喷油压力波的中心时点 t_1, t_2 , 计算相邻两个喷油压力波的时间间隔 $\Delta t = t_2 - t_1$ (秒),最后计算出柴油机准确转速 $n' = 2 \times 60 \div \Delta t$ (转 / 分)。

[0047] g、从 CPU 将准确的柴油机转速值传送给主 CPU。

[0048] 2)、柴油机气缸盖的振动信号、气缸套的振动信号和供油高压油管的压力波信号

采样

[0049] a、操作人员选中所述柴油机气缸状态诊断装置“检测”功能，按下“确认”键。

[0050] b、确定采样频率

[0051] 柴油机气缸盖振动信号、气缸套振动信号、高压油管压力波信号共检测 3×4096 个点，信号要涵盖两个柴油机工作周期，即曲轴旋转 $4 \times 360^\circ$ ，如柴油机转速为 n' （转/分），则 A/D 采样频率 $f' = n' \times 4096 \div 2 \div 60$ (Hz)。主 CPU 将计算出的采样频率传送给从 CPU。

[0052] c、信号采样

[0053] 从 CPU 控制高速同步 A/D 以采样频率 f' 对柴油机气缸盖振动信号、缸套振动信号、高压油管压力波信号同步进行采样，共采样 3×4096 个点。采样过程中 A/D 采样值不断地被送入从 CPU。

[0054] 3)、信号处理，除去噪声

[0055] 采样结束后，从 CPU 采用小波分解与重构的办法来分离信号，以除去噪声，同时保留信号的相位特征。

[0056] 4) 绘制 $0^\circ \sim 720^\circ$ 配气相位图(见附图 3、4)

[0057] a、取气缸盖振动信号作为分析信号。

[0058] b、找出排气门关闭时的振动波的波峰。

[0059] 在柴油机机设计中，进气门关闭相位、排气门关闭相位是固定不变的，它是由配气凸轮确定的，例如 16V240ZJB 柴油机，其排气门关闭相位角是 402° ，进气门关闭相位角是 582° 。气缸盖振动激励源主要是进气门关闭、排气门关闭和气缸的爆发，因此根据进气门关闭、排气门关闭的相位关系在气缸盖振动信号图谱上可以找出排气门关闭时的振动波的波峰位置。

[0060] c、确定基准点相位

[0061] 由于排气门的气门间隙大于进气门的气门间隙，因此排气门关闭时在气缸盖上激励的振动信号要大于进气门关闭时在气缸盖上激励的振动信号。取排气门关闭产生的振动开始点为基准相位点。如 16V240ZJB 柴油机，排气门关闭相位角是 402° ，因此气缸盖上振动信号图谱上排气门关闭时的振动波的开始点的相位为基准点相位 402° （每种类型的柴油机在其手册上都可以查到其排气门关闭时的相位）。

[0062] d、确定其他信号采集点的相位，绘制气缸配气相位图

[0063] 由于所有采集点都有时间信息，基准点相位确定后，所有采集点的相位就确定了。以相位为坐标轴，绘制 $0^\circ \sim 720^\circ$ 气缸盖振动相位图。

[0064] e、根据排气门开启、进气门开启、排气门关闭、进气门关闭的固定相位关系，在气缸盖振动图谱上分别标注排气门开启点、进气门开启点、排气门关闭点、进气门关闭点，完成配气相位图的绘制。

[0065] 5) 绘制 $0^\circ \sim 720^\circ$ 喷油相位图和气缸套振动相位图，见附图 5 和附图 6。

[0066] 喷油相位图和气缸套振动相位图分别根据高压油管压力波信号和已绘制的配气相位图来绘制。由于气缸套振动、喷油压力的采样是和气缸盖振动采样严格同步的，因此气缸盖振动各采样点相位确定后，气缸套振动、喷油压力各采样点的相位就确定了。据此可以绘制 $0^\circ \sim 720^\circ$ 喷油相位图和气缸套振动相位图。

[0067] 6) 供油系统特征参数计算, 见附图 7。

[0068] 根据喷油相位图计算起喷点压力、最大喷射压力、针阀关闭后最大压力、喷油提前角、起喷角、最大压力角、针阀关闭角, 据此判断供油系统是否正常。

[0069] 7) 气缸状态特征参数计算

[0070] 根据配气相位图上排气门关闭振动波形、进气门关闭振动波形、爆发振动波形, 分别计算排气门关闭振动值、进气门关闭振动值、爆发振动值, 据此分别判断排气门、进气门及爆发是否工作正常。根据气缸套振动波形, 计算气缸套振动值, 据此判断气缸套、活塞、活塞环磨损情况。

[0071] 8) 依据特征参数根据标准值对气缸的工作状态及磨损情况、供油系统工作状态进行诊断评判。

[0072] 本发明所述的柴油机气缸诊断装置及方法, 采用气缸振动及供油压力波频域分析法和时域分析法分析诊断柴油机气缸状态、磨损情况和供油系统工作状态, 和传统的柴油机检测方法相比, 具有明显的优点:

[0073] 1、可以作为柴油机的“动态心电图仪”, 不需解体柴油机, 就可对柴油机进行“体检”, 判断柴油机工作是否正常。

[0074] 2、可以快速查找柴油机故障, 并对故障进行定位, 指导维修工作。

[0075] 3、可以实现对重要设备如铁路机车、远洋船舶和舰艇及特大型工程机械上的柴油机的在线监测, 对设备出现的故障隐患提前预警, 保障设备安全运行。

[0076] 4、利用所述装置的通信功能, 可以组建柴油机工作状态远程监测网, 建立数据库及专家系统, 实现对柴油机各种疑难问题的远程诊断, 并指导维修工作。

[0077] 5、为柴油机维修体制从目前的“定期维修”体制向“状态维修”体制的变革提供技术手段, 大大提高设备的保障率, 同时降低维修费用。

[0078] 6、极大地提高了我国大型动力机械设备的现代化管理水平和维护水平; 本发明所述的柴油机气缸状态诊断技术及装置由于采用了现代化的数字化信息技术, 对每台柴油机的检测数据可以建立数据库进行管理, 不同时期的状态、维修前后的差异完全数字化, 极大地提高了我国大型动力机械设备的现代化管理水平和维护水平。

[0079] 上述实施例只为说明本发明的技术构思及特点, 其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本发明的内容并加以实施, 并不能以此限制本发明的保护范围, 凡根据本发明精神实质所作的等效变化或修饰, 都应涵盖在本发明的保护范围内。

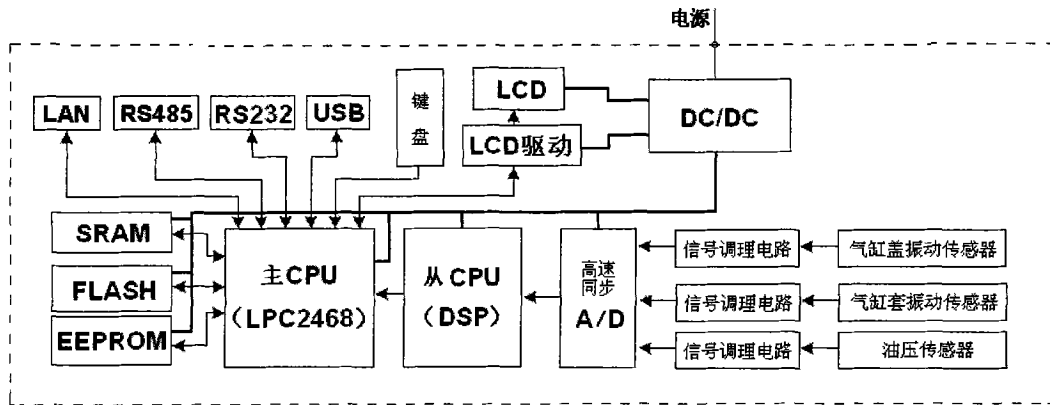


图 1

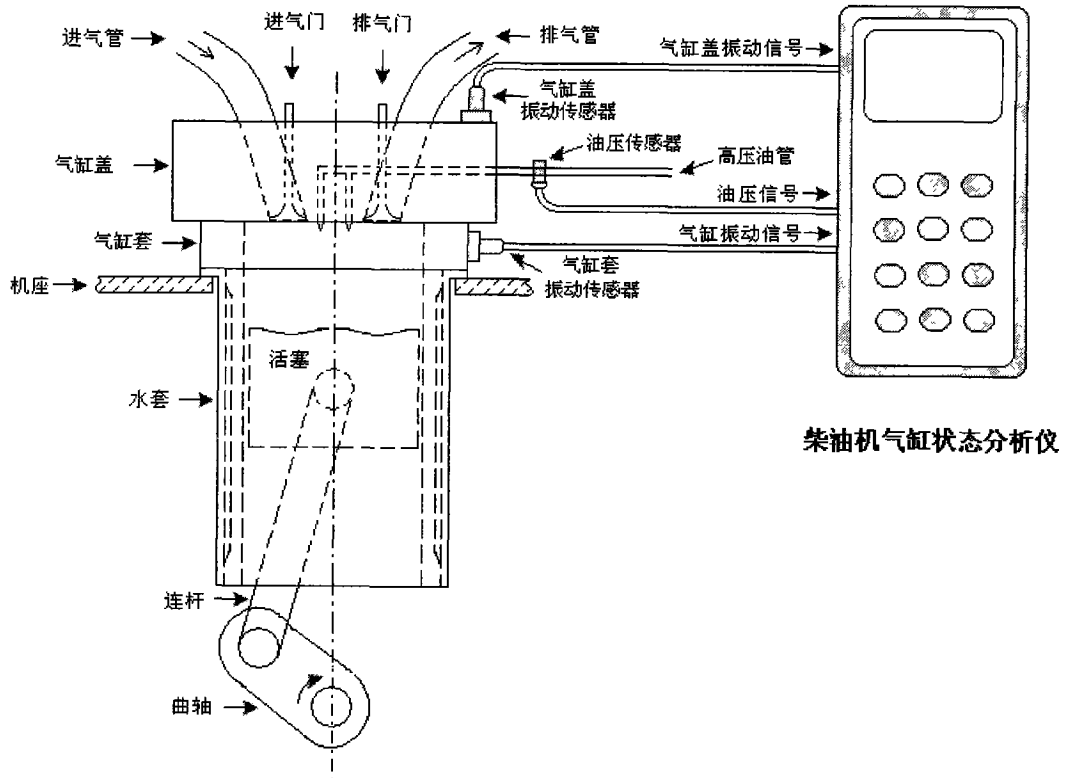


图 2

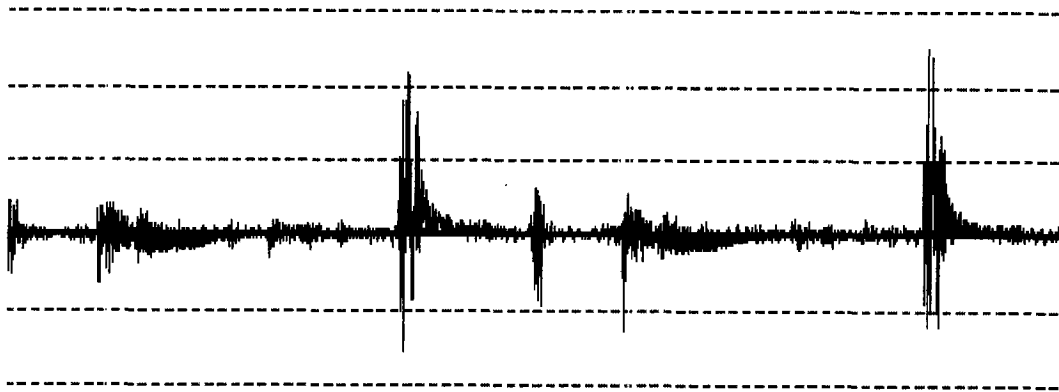


图 3

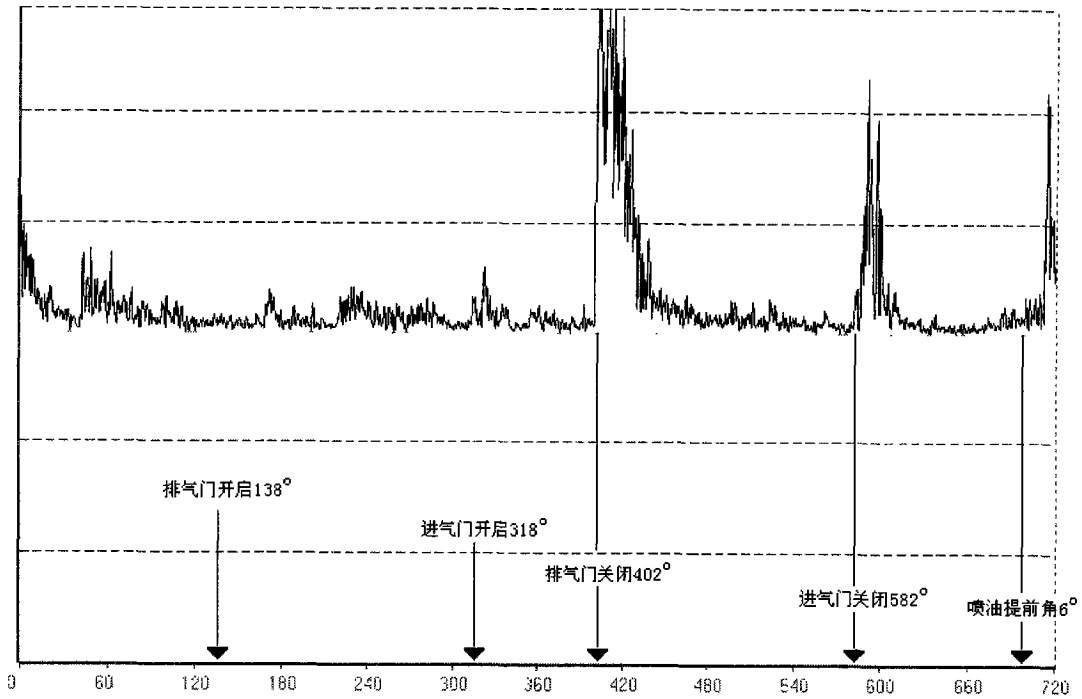


图 4

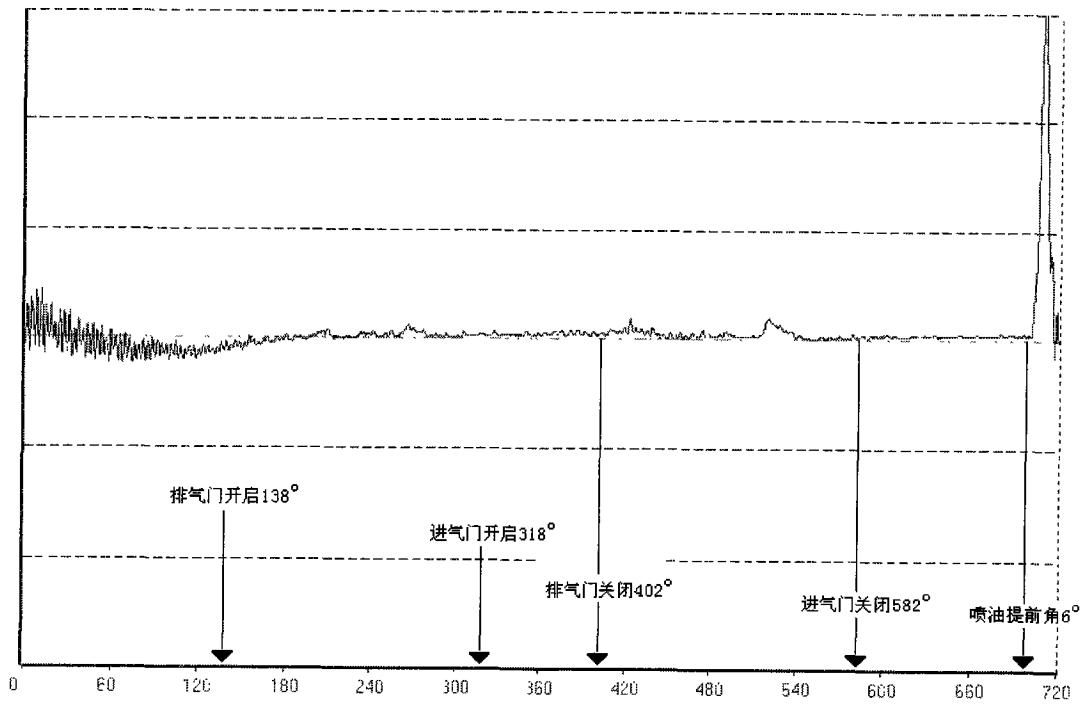


图 5

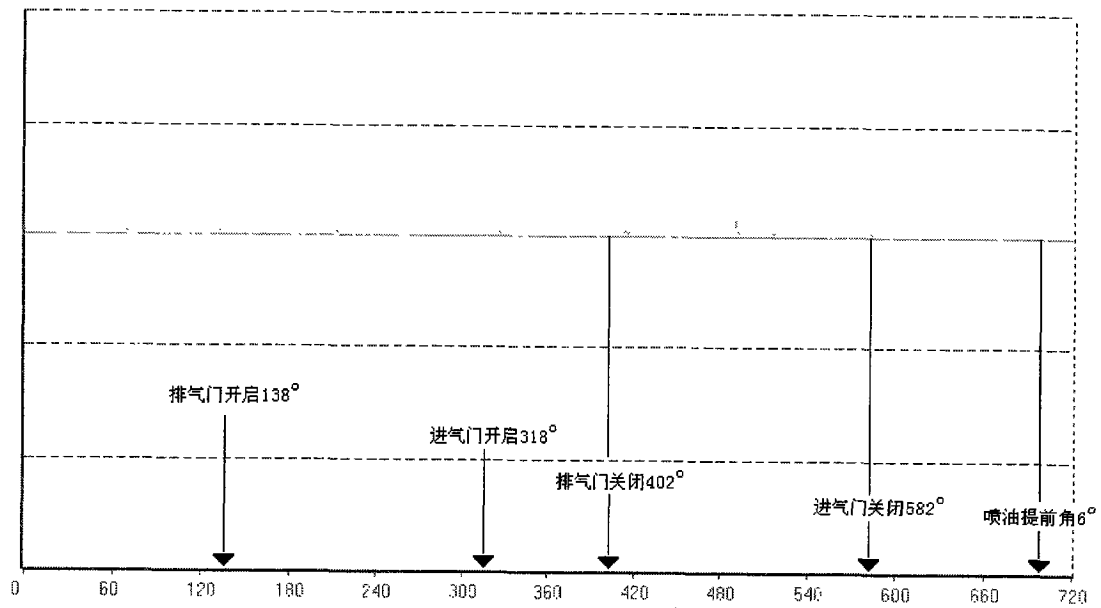


图 6

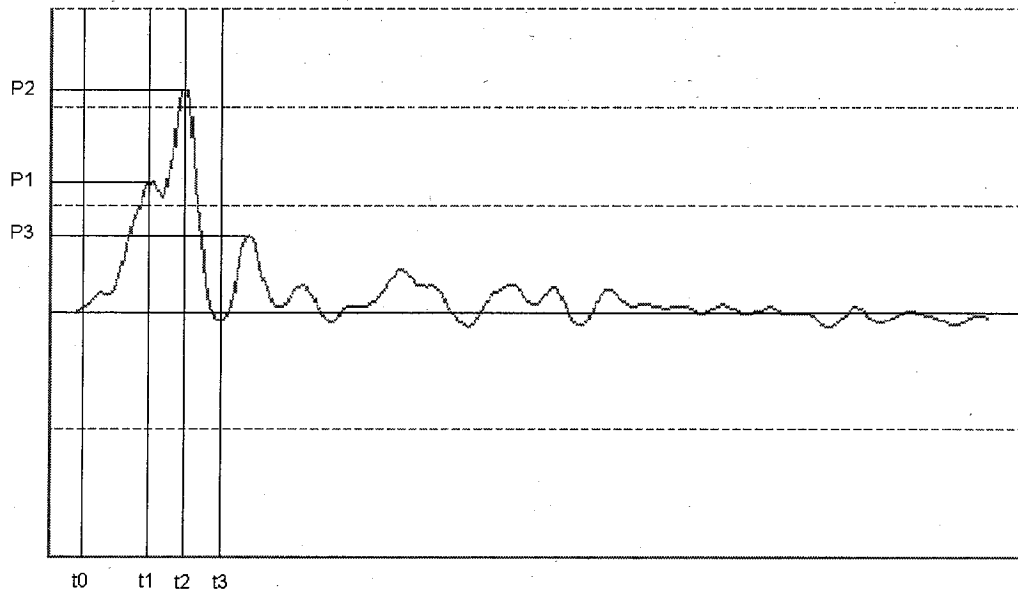


图 7