

文章编号:1673-9468(2008)04-0092-03

汽车发动机在线监测与故障诊断系统设计

王南,张庆恒

(河北工程大学机电学院,河北邯郸 056038)

摘要:介绍了汽车发动机在线监测与故障诊断系统的基本组成。该系统以发动机的转速、机油压力、机油温度、冷却水温度、油耗及振动等参数作为监测对象,通过对这些参数的自动监测和工况分析,开发了汽车发动机状态实时监测系统,为发动机的状态趋势分析和故障诊断提供了测试平台。

关键词:发动机;状态监测;数据采集;故障诊断

中图分类号: U464

文献标识码: A

The system design for on-line monitoring and fault diagnosis of automobile engine

WANG Nan, ZHANG Qing-heng

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: Basic composition of the system for on-line monitoring and fault diagnosis of automobile engine is introduced in the paper. The system takes such parameters as engine speed, oil pressure, cooling water temperature, fuel consumption, vibration and so on, as monitoring objects, real-time state monitoring of automobile engine is developed by automatic monitoring of these parameters and working state analysis. The results provide test platform for the state trend analysis and fault diagnosis of the engine.

Key words: engine; state monitoring; data acquisition; fault diagnosis

发动机是汽车的主要组成,是车辆行驶的动力来源。由于它的结构复杂、零件多、工作条件恶劣,因此在运行中是故障最多的组成之一,往往成为检测与诊断的重点对象。其运行状态的好坏,直接影响到成套设备的工作状况。因此,对其进行在线状态监测和故障诊断是十分必要的^[1]。

国内已有一部分学者开始了发动机在线监测和故障诊断方面的研究工作。傅勇等^[2]采用“动作流水、时间并行”的数据采集方式,开发研制了发动机自动测试台架的数据采集系统;杨晓强等^[3]以单片机为核心,研制了工程机械工况参数微电脑监测系统;王宏伟等^[4]以PC工控机为主控单元,以LabVIEW为软件开发平台研制了发动机测试系统;陈宏谨等^[5]针对汽车发动机故障的特点,模拟经验丰富的维修专家的诊断思路和检修过程,利用Visual FoxPro3.0编程,开发了汽车发动

机故障诊断专家系统软件;叶青^[6]研究了神经网络技术在发动机故障诊断中的应用;燕学智等^[7]采用人工神经网络技术研制开发了一套基于人工神经网络技术的发动机故障诊断系统。

本文以计算机为核心,利用计算机强大的计算功能和存贮功能,实现了对发动机的工作状态参数的连续记录和存贮,通过对状态参数的理论计算和统计分析找出发动机状态发展的相应规律,为发动机的状态趋势分析和故障诊断打下基础。

1 状态监测系统

状态监测系统主要由传感器系统、信号处理系统和计算机系统组成。系统通过安装于发动机各测点的传感器获取发动机运行状态信号,由信号处理系统进行预处理,然后将处理后的稳定可

靠的标准采集信号输入计算机系统采集^[8]。状态监测系统主要的监测参数:发动机的转速、机油压力、机油温度、冷却水温度、油耗及振动等。系统组成如图 1 所示。

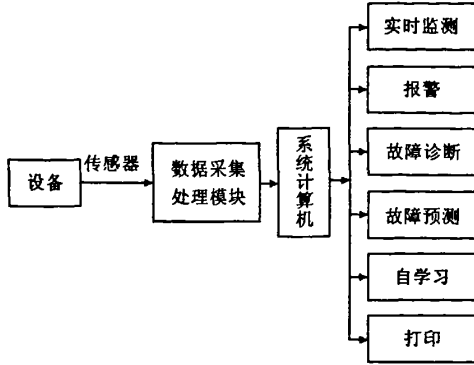


图1 状态监测系统组成

Fig.1 System composition of state monitoring

1.1 传感器系统

传感器系统由 CZ14 型压电加速度传感器、霍尔元件式转速传感器、PT100 铂热电阻传感器、OEM0 ~ 0.5MPa 型电阻应变式压力传感器和 CYG304 投入式液位传感器组成。CZ14 型压电加速度传感器安装在发动机缸盖上,利用发动机缸盖上缸压振动响应信号提取缸压特征量,测定工作过程故障特征,从而对发动机的动力性能进行监测。霍尔元件式转速传感器安装于飞轮壳上,当霍尔元件与粘贴在飞轮上的磁钢相对时,即产生电脉冲。水温、机油温度传感器采用原发动机的 PT100 铂热电阻传感器,机油压力为 OEM0 ~ 0.5MPa 型电阻应变式压力传感器,燃油液位选用 CYG304 投入式液位传感器^[9]。

1.2 信号处理系统

信号处理系统对传感器系统测量到的信号进行放大、滤波、线性化、整形、电气隔离。在发动机监测系统中,振动信号经放大和低通滤波去除干扰信号后,得到发动机缸压振动响应信号,再经 A/D 转换后送入工控机处理。发动机试验过程中的机油压力经转换成电压信号并放大后,送到 A/D 板的输入端进行采集,反应温度量的热电阻信号经过热电阻调理板后,再经隔离放大板,送到 A/D 板的输入端进行数据采集。系统采用 A/D 和 D/A 都为 12bit,系统的检测、控制精度均能满足发动机试验的要求,数据采集系统硬件框图如图 2 所示。

对于发动机的转速和油耗,不能由 A/D 转换直接得到。霍尔传感器测得的转速信号经隔离整形后接到工控机的输入端口,利用外部脉冲计数中断来计算发动机的转速,油耗则由工业控制机测出一定时间内燃油的消耗量,然后经计算得到。

由工控机输出的控制信号都是数字信号,要驱动模拟执行器,数字信号要经过数模转换器,多路选择开关和采样保持器转换为模拟信号。对于数字信号控制的执行器,则由处理器输出口直接控制执行器。

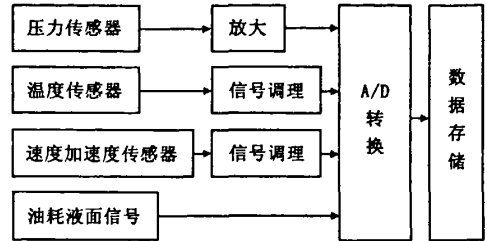


图2 数据采集系统框图

Fig.2 System diagram of data acquisition

1.3 计算机系统

计算机系统采用嵌入式 PC/104 工业计算机作为控制核心,通过高速数据采集卡采集信号处理系统传来的信号,进行 FFT 频谱分析,一方面用于实时状态监测,另一方面用于故障诊断分析。状态监测和故障诊断包括以下几个方面:

1)实时监视:系统可对发动机的运行状态进行连续的数据采集,采集的数据经 A/D 转换器、微积分、数字滤波等信号处理后,以波形图方式动态显示在屏幕上,操作人员可直观地了解发动机各个测点的运行状态。

2)报警:系统将采集的数据与报警标准进行比较,判断发动机是否处于正常状态,一旦发现某一通道的数据超标,就发出警报,并改变主界面示意图指示标号的颜色,提醒操作者发动机可能发生故障。

3)故障诊断:当发生报警后,系统对报警通道数据作频域变换,提取数据特征值,并做故障诊断。

4)故障预测:系统可根据当前已采集的数据分析其发展趋势,得出未来时刻该数据的可能变化,从而对发动机的寿命进行估计,并可预测在以后运行中可能发生的状态变化。

5)自学习功能:系统允许操作者通过人机对话用已确诊的故障数据对其标准故障库进行更新

和补充,从而实现对汽车发动机故障库的不断完善,确保系统对该发动机故障诊断结果的准确性。

6) 自动打印记录:系统根据需要,自动产生日记录,月记录。日记录用于记录发动机运行时各测点每小时振动烈度的平均值,月记录用于记录各测点每天振动烈度的平均值。系统保留日记录时间为一月,保留月记录时间为一年,保留时间一到,自动删除。当发动机出现异常情况时,自动打印报警事件、故障诊断结果和预测结果。

2 故障诊断系统

在线状态监测系统通过监测各测点的振幅、频谱、相位、转速等实时特征参数,对各测点的振动特征历史趋势数据进行分析,提取故障征兆,采用专家系统和模糊理论的方法,对常见故障进行故障诊断。故障诊断系统还提供相关趋势分析、状态变化趋势分析、趋势预测分析、动平衡分析,并且具有网络通信和故障诊断功能。

故障诊断系统一般都涉及数据分析和图形界面的显示,故采用 VC++ 语言及面向对象的程序设计方法进行软件开发,并采用了 VC++ 6.0 的 MFC 和 API 进行程序设计^[10]。

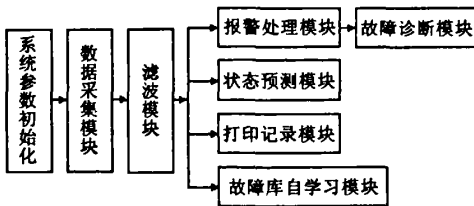


图3 故障诊断软件系统结构

Fig. 3 Software system structure of fault diagnosis

软件采用模块化编程方法,主要包括数据采集模块、滤波模块、报警处理模块、故障诊断模块、

状态预测模块、故障库自学习模块、记录打印等模块。软件利用 Windows 系统支持多线程、多任务的良好能力,采用人机对话,对操作人员进行指导和提示,界面友善。软件系统结构如图 3 所示。


3 结束语

将计算机监控技术与汽车发动机特性相结合,在发动机状态实时监测系统试验台上进行了实验研究,运用设备故障诊断专家系统的基本原理,用系统模块化方法对发动机的故障诊断系统进行了分析,并建立了发动机故障诊断专家系统,可使驾驶员以人机对话的形式方便、快速、准确地找出故障原因。

参考文献:

- [1] 杜志阳. 浅谈发动机在线监测技术[J]. 中国水运, 2007, 5(9): 206 - 207.
- [2] 傅勇, 瞿安连. 发动机自动测试台架的数据采集系统[J]. 工业控制计算机, 1998, (6): 43 - 46.
- [3] 杨晓强, 李生义. 工程机械工况参数微电脑监测系统[J]. 工程兵工程学院学报, 1998, 13(1): 61 - 65.
- [4] 王宏伟, 刘清华, 丁喆. 虚拟技术在发动机测试系统的应用研究[J]. 机电工程, 2001, 18(4): 24 - 27.
- [5] 陈宏谨, 胡林. 汽车发动机故障诊断专家系统软件的开发研究[J]. 汽车技术, 1998, (12): 31 - 36.
- [6] 叶青. 神经网络技术在发动机故障诊断中的应用[J]. 工程机械, 1999, 30(4): 13 - 14.
- [7] 燕学智, 钱耀义. 基于神经网络技术的发动机故障诊断系统[J]. 内燃机工程, 2001, 22(1): 78 - 81.
- [8] 沈剑贤, 沈炯. 汽轮发电机组在线状态监测与故障诊断系统[J]. 汽轮机技术, 2003, 45(4): 238 - 239.
- [9] 胡小平. 汽车发动机在线监测系统的研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2001.
- [10] 孙长飞, 段志善. 旋转机械在线监测与诊断系统[J]. 机电产品开发与创新, 2005, 18(2): 80 - 81.

(责任编辑 闫纯有)

作者: [王南](#), [张庆恒](#), [WANG Nan](#), [ZHANG Qing-heng](#)
作者单位: [河北工程大学, 机电学院, 河北, 邯郸, 056038](#)
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)
年, 卷(期): 2008, 25 (4)
被引用次数: 3次

参考文献(10条)

1. [杜志阳](#) 浅谈发动机在线监测技术[期刊论文]-[中国水运](#) 2007 (09)
2. [傅勇](#); [瞿安连](#) 发动机自动测试台架的数据采集系统 1998 (06)
3. [杨晓强](#); [李生义](#) 工程机械工况参数微电脑监测系统 1998 (01)
4. [王宏伟](#); [刘清华](#); [丁吉吉](#) 虚拟技术在发动机测试系统的应用研究[期刊论文]-[机电工程](#) 2001 (04)
5. [陈宏谨](#); [胡林](#) 汽车发动机故障诊断专家系统软件的开发研究 1998 (12)
6. [叶青](#) 神经网络技术在发动机故障诊断中的应用 1999 (04)
7. [燕学智](#); [钱耀义](#) 基于人工智能技术的发动机故障诊断系统[期刊论文]-[内燃机工程](#) 2001 (01)
8. [沈剑贤](#); [沈炯](#) 汽轮发电机组在线状态监测与故障诊断系统[期刊论文]-[汽轮机技术](#) 2003 (04)
9. [胡小平](#) 汽车发动机在线监测系统的研究[学位论文] 2001
10. [孙长飞](#); [段志善](#) 旋转机械在线监测与诊断系统[期刊论文]-[机电产品开发与创新](#) 2005 (02)

本文读者也读过(10条)

1. [孙培峰](#); [郝敬思](#) 汽车发动机远程故障诊断数据库系统设计分析[期刊论文]-[中国计量学院学报](#) 2004, 15 (1)
2. [孙启顺](#); [高洪涛](#); [曲长风](#) 52系列单片机组成采集总线技术的研究与应用[会议论文]-2006
3. [包旭](#); [马从兵](#) 基于数据库的汽车故障诊断专家系统的设计[期刊论文]-[公路与汽运](#) 2007 (5)
4. [陆华忠](#); [李冬林](#) 汽车发动机点火故障检测仪的应用研究[期刊论文]-[汽车技术](#) 2001 (6)
5. [张宏](#); [杨斌](#); [高洪涛](#); [ZHANG Hong](#); [YANG Bin](#); [GAO Hong-tao](#) 52系列单片机构成采集总线介绍[期刊论文]-[长春工程学院学报\(自然科学版\)](#) 2007, 8 (2)
6. [钟诗胜](#); [丁刚](#) 基于过程神经网络的飞机发动机状态监控[会议论文]-2004
7. [赵海鸣](#); [卜英勇](#); [何学文](#); [ZHAO Hai-ming](#); [BU Yin-yong](#); [HE Xue-wen](#) 旋转机械在线状态监测与故障诊断系统[期刊论文]-[机电工程](#) 2006, 23 (8)
8. [谢永明](#); [Xie Yongmin](#) 高速公路高边坡动态监测[期刊论文]-[公路交通技术](#) 2007 (5)
9. [陆明春](#); [张学启](#) 一种大型旋转机械远程在线监测和故障诊断系统[期刊论文]-[天津冶金](#) 2008 (1)
10. [乔美昀](#); [王印](#); [QIAO Mei-yun](#); [WANG Yin](#) 汽车诊断系统的通讯开发与研究[期刊论文]-[装备制造技术](#) 2010 (11)

引证文献(3条)

1. [王南](#); [王晶](#); [平恩顺](#) 基于ADAMS/Car的双横臂悬架的运动学建模与仿真[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2010 (4)
2. [王南](#); [平恩顺](#); [岳龙山](#); [张庆恒](#); [李伟](#) 基于车路相互作用的动态特性分析[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2009 (3)
3. [李国正](#); [谭南林](#); [王山石](#) 地铁列车车载故障诊断系统设计与开发[期刊论文]-[电子测量与仪器学报](#) 2012 (10)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200804025.aspx