

车用发动机热工状况在线监测系统^{*}

刘孟祥 龚金科

【摘要】 为了提高车用发动机运行过程经济性,采用编写的通信类在 Visual C++ 中开发了串行通信程序,并与 ODBC 技术相结合,开发了车用发动机热工状况在线监测系统,动态显示测点的温度、压力等参数。实验结果表明,该系统能较好地实现车用发动机热工状况主要特征参数的采集、查询、异常报警、历史趋势图和热效率显示。

关键词: 车用发动机 热工状况 在线监测

中图分类号: TK401 **文献标识码:** A

引言

随着车辆对动力装置要求的不断提高,发动机的强化程度越来越高,因而故障率也随之上升,相应的维修费用也将大幅度增加^[1]。良好的热工监测系统能使操作人员快速而准确地了解车用发动机热工过程运行状况的信息,并通过大量的车用发动机热工状况信息进行实时在线监测与及时报警,这有利于操作人员更好地了解整个车用发动机的性能,及时做出相应的操作来提高车用发动机运行能力。因此,为了提高车用发动机的总体性能,维护车辆的安全运行,采用编写的通信类在 Visual C++ 中开发了串行通信程序,并与 ODBC 技术相结合,开发车用发动机热工状况在线监测系统。

1 热工状况在线监测系统

1.1 热工状况特征参数的选取

车用发动机在试验台上进行研究及性能试验时,检测的参数多达 70 余项^[2],然而在实际监测过程中,不可能将其全面测量。为此,有必要优化选择能确切反映发动机运行工况及关键性的检测参数。综合考虑各方面因素,选用 8 个热工参数作为监测的特征参数。

1.1.1 机油压力和温度

车用发动机运行时,具有相对运动的零件之间以很小的间隙作高速相对运动,如曲轴主轴颈与主轴承,曲柄销与连杆轴承,凸轮轴与凸轮轴轴承,活塞、活塞环与气缸壁,配气机构的各运动副以及正时齿轮副等。而车用发动机正是在转速高、受力大的情况下工作,充分的润滑对保证安全和良好的性能

极其重要。因此,机油泵必须能把经滤清的机油经油道供给各零件,并在机油回到油底壳以前迫使它流经机油冷却器。通过稳态供油压力可以监测机油泵的运行状况。可以用流经机油滤清器的机油压差来监测滤清器运行状况,用机油温度来监测机油冷却器运行状况。

1.1.2 冷却水温度和压力

车用发动机工作时,高温燃气及摩擦生成的热会使活塞、气缸套、气缸盖、气门、喷油器及火花塞等零件的温度升高,从而引起零件的热变形,降低其机械强度和刚度,破坏润滑油膜;进入气缸的空气(或可燃混合气)由于强烈受热,比容增大,使得实际进入气缸中的气体质量减少。因此,冷却系的功用是保证车用发动机在最适宜的温度状态下工作。在车用发动机以某一特定的转速运行时测量冷却水的稳态温度和压力,监测冷却系统的运行状况。

1.1.3 排气温度和压力

车用发动机排气温度的异常可表明车用发动机燃油系统有异常。如各缸供油“过多”或“过少”,会使气缸的排气温度变化;油品低劣、喷油定时不当、排气受阻等其他问题,会使整个排气温度发生变化。如果用快速响应温度传感器测量从每个气缸排出的排气流经排气歧管时的温度,就可诊断气缸的问题。通过使用压力传感器采集的瞬时排气压力,即可监测气缸的运行状况。

1.1.4 进气歧管压力

进气歧管的压力通常是车用发动机进气效率的标识,可用来监测进气系统的运行状况。涡轮增压发动机一般是在进气歧管内正压时运转,通过监测进气歧管压力,就可监测进气歧管漏气、空气滤清器

收稿日期: 2007-11-28

^{*} “985 工程”二期——汽车先进设计制造技术科技创新平台基金资助项目

刘孟祥 湖南大学机械与汽车工程学院 博士生, 410082 长沙市

龚金科 湖南大学机械与汽车工程学院 教授 博士生导师

阻塞等有关问题。

1.1.5 供油压力

车用发动机主供油系统的喷油泵必须在车用发动机运转时以规定的压力向喷油器供油,喷油泵故障会造成供油不足,继而造成功率损失、缺火或运转粗暴。监测主供油系统压力能很快找到供油系统故障。

1.2 监测系统构成

车用发动机热工状况监测系统采用上、下两级结构,上位机运行环境为 Windows NT,负责从下位机调取监测数据,进行数据处理分析、趋势分析,以及打印各种报告、图表等。下位机系统的主要功能是把温度、压力值等信号转化为 0~5 V 或 4~20 mA 的标准信号,利用数据采集仪把标准信号转换为字节数据,通过 RS485 通信方式实时向上位机传送。

1.2.1 硬件构成

车用发动机热工状况监测系统的硬件主要由压力、温度传感器以及数据采集系统、RS485/232 转换卡、DELL Inspiron 2650 便携式计算机组成。数据采集系统由精密电阻、选通开关、A/D 转换芯片、Intel 80C51 单片机、RAM 和 EEPROM 等组成,共同完成数据采集、模数转换、串行输出等功能。车用发动机热工状况监测系统的硬件如图 1 所示。



图1 系统硬件构成图

1.2.2 上位机的串行通信程序设计

从经济实用性考虑,对于车用发动机热工状况监测系统,利用 Visual C++ 就能实现上位机的串行通信相关的功能。应用 Visual C++ 开发串行通信的方法很多^[3]: Windows API 通信函数使用较广,但由于 API 函数较复杂,要求对 Windows 编程的各种消息机制理解较透彻,对使用者有较高的要求;利用 Visual C++ 的通信控件 MSComm,看似较简单,直接使用 MSComm 控件,其封装了 API 函数的许多功能,只需要对串行进行简单设置,但由于使用了 Variant 类,很容易出错,在程序调试时带来许多异常;而直接使用编写的通信类 C 类库,Internet 上有较多的第三方提供的类供选择,进行测试后即可安全使用。只需要了解该类的成员函数,就可以正确的使用。

所以在本监测系统中使用一个编写的 C 类库,其具体结构如下:

```

Class CSerial
{
public:
    CSerial
    CSerial
    BOOL Open ( int nPort = 2, int nBaud =
9600);
    BOOL Close(void);
    int ReadData(void * , int);
    int SendData(const char * , int);
    int ReadDataWaiting(void);
    BOOL IsOpened(void)
        {return(m_bOpened);}
protected:
    BOOL WriteCommByte(unsigned char);
    HANDLE m_hIDComDev;
    OVERLAPPED
    m_OverlappedRead,m_OverlappedWrite;
    BOOL m_bOpened;
}

```

关于类的成员说明:CSerial()是类构造函数,不带参数,初始化所有类成员变量;Open()函数打开通信端口,第1个参数是串行号,第2个参数是数据传输速率,返回一个布尔值;Close()函数关闭通信端口;SendData()将数据从一个 Buffer 写到串行端口,第1个参数是缓冲区指针,其中包含要被发送数据;ReadData()从端口接收缓冲区读入的数据;ReadDataWaiting()返回等待在通信端口 Buffer 中的数据。第1个参数是 Void* 缓冲区指针,数据被送入该 Buffer;第2个参数是 INT 类型,给出 Buffer 大小。

该类使用方便,直接调用相关函数即可实现相关功能,且不易出错,方便程序调试和系统维护。

上位机通信程序软件设计包括:打开串行口,设置通信格式,用查询方式向下位机发出命令,接收数据并实时显示报警。完成的主要操作包括上位机向下位机发送通信开始标志“1BH”,呼叫下位机的联络地址、指令下位机接收数据等信息。车用发动机热工状况在线监测系统通信流程如图 2 所示。

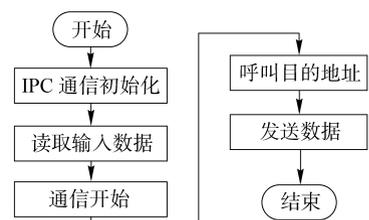


图2 监测系统通信流程图

1.2.3 在线监测数据库

由于车用发动机热工状况在线监测系统中需要保存各种实时接收的数据,并实现数据再行回放,所以需要建立数据文件。如果车用发动机热工状况在线监测系统直接对文本文件读写进行操作,当数据类型较多并且要求随时回放数据时,会产生新的问题。如在编写程序时,设置较大的动态数组,这将会占用较多系统资源,出现内存泄漏等问题,严重时导致程序崩溃。利用数据库(如 Excel, Access)等可以解决该问题,虽然使用数据库会导致程序的运行效率降低,但随着计算机运算速度的不断提高,该问题的影响非常小。

本系统采用串行编程与 ODBC 技术相结合,将测试数据放在 Access 数据源文件中,通过编程接口对其进行访问。Microsoft 的 ODBC 为各种类型的数据库管理系统提供了统一的编程接口^[4]。ODBC 是一种使用 SQL 的程序设计接口。

Visual C++ 的 MFC 提供了几个数据库类,在利用 ODBC 编程时,经常用到 Cdatabase(数据库类)、CrecordSet(记录集类)和 CrecordView(可视记录类)。在 Visual C++ 生成应用程序框架的视图类(Class View)时,包含一个指向所操作数据库(即 Access 文件)指针,该指针的目的是在视表单和记录集间建立联系,同时使得历史数据的查询结果方便地在表单上显示出来。

用 Microsoft Access 创建一个 Testing.mdb 数据库,然后在 View 类中定义相关的几个重要变量。

```

CDatabase * m_pDatabase; // database 对象
CDAORecordset * m_pRecordset; // 记录集对象
CString m_strTableName; // 数据表名称;
在类的初始化函数中打开数据库
CTestView::OnInitialUpdate()
{
    m_pDatabase = new CDatabase;
    try // 抛出异常块
    { m_pDatabase -> Open("testing.mdb")
    m_pRecordset = new
    CDAORecordset(m_pDatabase); }
    catch (CDAOException * e)
    ... // 捕捉异常
}
利用 SaveData() 函数将从串行采集的测试数据
存入数据库中[4]。其具体结构为
Void CtestView::SaveData()
{

```

```

If(CreateTable())
{ CDAORecordset m_pRecordset(m_pDatabase);
m_pRecordset . Open(m_strTableName); // 打开
table
m_pRecordset -> Open( &m_pRecordset );
m_pRecordset -> AddNew(); // 新记录
m_pRecordset -> SetFieldValue("温度", m_pRecordset ->
dTemp);
m_pRecordset -> SetFieldValue("压力", m_pRecordset ->
dSpeed);
... // 继续记录并计算汽油流量
m_pRecordset -> Update(); // 将新记录存入
数据库
m_pRecordset -> MoveNext(); } // 下一条记录
}

```

直接采用编写的 Active 控件来实现采集数据的曲线显示及报警等具体的功能。主要是在 WM_TIMER 的消息处理函数 OnTimer() 中调用数据显示函数以定时刷新数据。

1.2.4 软件系统的主要功能

(1) 车用发动机热工参数监测

实时检测信号主要以状态图、数据表格图等方式动态显示测量数据,当信号超过上限时以红色在界面动态显示。该模块同时按不同的功率和热工状况进行数据汇总,为车用发动机运行状况分析与诊断提供标准参数。对各传感器检测点的状态参数测试前后数据进行比较,并整合调整到合理值。

(2) 车用发动机热工过程分析

该程序块利用数据库参数进行车用发动机热工过程热平衡计算,可以分析造成车用发动机热效率低下、能量损失过高的主要原因。这有助于提高运行经济性,及时发现异常运行情况,指导运行人员操作维护。

(3) 数据打印和报表生成

主要包括监测报表的生成、相关的数据打印,功能的实现较容易。

2 试验

在编号为 A、B 的 2 台丰田 8A 16 气门四缸发动机上进行车用发动机热工状况在线监测系统试运行性能试验。在试验过程中,发现 A 的排气压力高于设计压力,排气温度也高,监测到在相同负荷下 A 热效率明显低于 B 的热效率,且燃料消耗也高出同负荷的 B 近 5%, A 和 B 的热效率比较如图 3 所示。

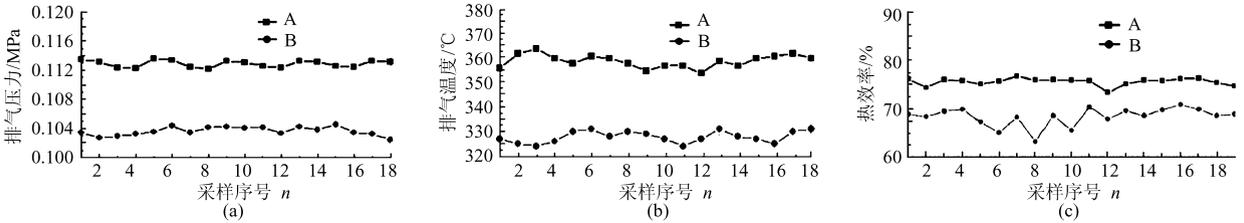


图3 车用发动机部分热工参数曲线
(a) 排气压力 (b) 排气温度 (c) 热效率

根据热工状况对车用发动机 A 的排气压力与排气温度进行调节,使车用发动机 A 的热工状况运行优化,车用发动机的出力和热效率得到提高。同时,由于实时数据库的应用,对记录查询和车用发动机热工状况的数据分析和汇总非常方便,并提供了丰富的数据分析功能。

多次的对比验证试验结果表明,车用发动机热工状况在线监测系统对热工参数的采集、查询、异常报警、历史趋势图和热效率显示等性能是可靠、稳定的,效果十分明显。依靠对热工状况特性参数的监测,并在热效率的基础上进行及时调节,对于改善车用发动机热工状况,减少热量损失,维护车用发动机的安全运行,正确评价其经济性以及提高整体经济

效益都具有重要的意义。

3 结论

(1)采用编写的通信类在 Visual C++ 进行串行通信编程代码利用率高,在采集实时数据时,其执行速度比其它程序要快许多,使数据及时查询得到了满足。

(2)采用串行编程与 ODBC 技术相结合开发实时数据库,能动态显示测点的温度、压力,数据传输的实时性好。

(3)试验结果表明,车用发动机热工状况在线监测系统性能可靠、稳定。

参 考 文 献

- 张晖,姜建中. 车用发动机运行状态监测数据采集系统设计[J]. 车用发动机,1997(4):56~59.
- 戴宗圣. 内燃机测试技术[M]. 济南:山东工业大学出版社,1985:20~50.
- 李现勇. Visual C++ 串行通信技术与工程实践[M]. 北京:人民邮电出版社,2002:315~316.
- David J Kruglinski, Scot Wingo, George Shepherd. Programming Visual C++ 技术内幕[M]. 北京:北京希望电子出版社,1999:891~920.