

空调器焓差测控软件的多线程设计

Multi - threads Design of Air Conditioner Test Software With Enthalphy - difference Method

赵成林 姜周曙 黄国辉 (杭州电子科技大学自动化学院制冷与低温工程研究所 310018)

摘要:介绍了空调器焓差测试台计算机测控系统的硬件组成和结构。测控软件采用基于 Delphi 平台的多线程模式,并实现相应的功能。运行结果表明,检测系统的测试精度达到了国家标准的要求,测控软件的性能完善,工作可靠。

关键词:空气焓差法 检测系统 测控软件 多线程模式

1 引言

空气焓差法测量空调器性能是一种间接测量方法,为确保空气焓差法的测试精度,除采取该方法所必须的常规有效措施外,一个高精度、功能完备的计算机测控系统必不可少。

该测控系统由联想 P III 801、横河 DC100 数据采集仪、WT230 数字电功率表、UT550 智能调节仪、松下 FP1 - C40 可编程控制器、GV50 触摸屏、FV0 变频器、Keithley2001 数据采集仪和各种接口转换卡、高精度传感器及相关外围设备构成,其结构如图 1 所示。

2.2 软件系统

系统以 Delphi 7.0 开发软件为平台,引入美国 NI 公司 Measurement Studio 软件所提供的 ActiveX 虚拟仪器控件,并嵌入 Flash 动态工作流程界面,构成了具有 Windows 操作风格、虚拟仪器面板和工作流程动画显示为一体的计算机测控软件。软件结构框架如图 2。

3 多线程在系统中应用

3.1 多线程介绍

Delphi 平台支持两种线程类型:用户界面线程和工作线程。前者有一个消息泵,一般用于处理用户的输入和对用户生成的事件和消息的响应。而后者一般用于完成不需要用户输入的后台任务,如计算,调度等工作^[2,3]。

测控系统在进行多项测控时,需要同时实现实时采集数据、数据管理、人机交互等多种功能。因此采用多线程技术实现实时功能,以满足系统的功能要求。

用多线程访问同一资源时,线程必须保持同步以

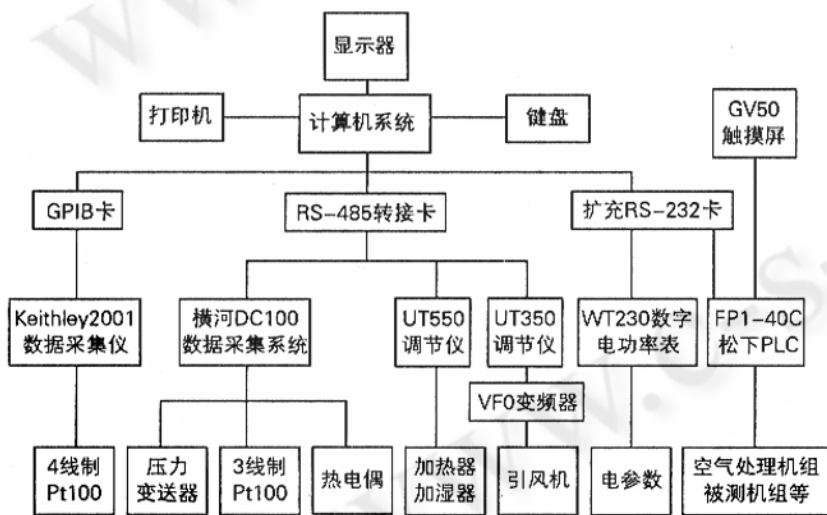


图 1 硬件结构框图

2 性能实验台

根据空气焓差法,建立了一套空调测控系统。该测控系统可以进行温度、空气流量、空气压力及电参数的精密测量,并能完成依赖于人工环境的多种综合性试验。

2.1 硬件系统

避免冲突。Delphi 提供了许多封装的同步对象来协调多线程的执行,如互斥、信号灯和事件等。

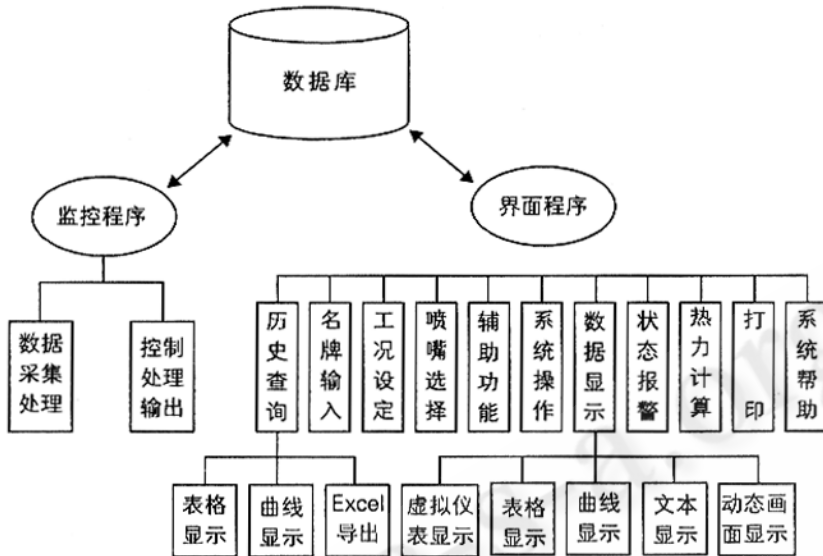


图 2 软件结构框架

3.2 多线程设计

3.2.1 线程划分

根据系统的需求分析,分为以下几个线程:主线程,数据采集线程(包括仪表 UT 采集线程,仪表 DC100,WT230 等采集线程,PLC 故障采集线程),数据处理线程,数据显示线程(包括数据曲线显示线程,数据虚拟仪表显示线程),数据存储线程,数据查询线程。

其中每个线程的设计包括线程的创建,挂起,恢复和终止,线程间的通讯,线程的同步和线程的堆栈使用等内容。线程的时序图如图 3^[4,5]。

3.2.2 功能详细介绍^[2,3,5,6]

(1) 主线程。主要是响应用户输入。系统运行前,响应用户参数输入,工况设定等,在运行时,响应界面切换,曲线功能操作,如曲线放大,平移,光标查询等功能。

(2) PLC 故障采集线程。将故障显示到用户界面时,该线程涉及到使用 VCL(可视控件)的同步问题,因为 VCL 是临界资源,只能由主线程使用,其他线程使用这些 VCL 控件时,必须用 synchronize 方法避免多线程与 VCL 构件的冲突。因此,把将采集过来的故障内容显示在故障界面的代码块放在 synchronize 方法里,将该段代码交给主线程执行。

(3) 数据存储线程。主要处理三项工作:一是将每隔 10s(second) 采集来的数据存储到 SQL Server 数

据库里;二是将其存储在全局对象里,累积 5m(minute) 之后,计算平均值;三是将 5m 平均值数据存储到数据库,同时显示在报表界面中。由于数据库采用微软的 ADO 引擎,它自带多线程处理,所以不必进行数据同步设计。将数据流发送到报表界面时用 synchronize 方法解决同步问题。

(4) 数据查询线程。支持动态查询,由于采用 ADO 引擎,它本身支持数据同步,并且与数据库 SQL Server 有很好的兼容性。分别设计了一次检索和二次检索,以及根据报表中的关键字进行查询。可以对 10s 和 5m 数据进行查询。

(5) 数据曲线显示线程。曲线功能是使用第三方控件 Measurement Studio,从而增加了曲线功能,使软件也具有虚拟仪器的风格。其 CWGraph 控件具有强大的曲线操作功能,属于 VCL 控件,所以也需要

使用 synchronize 方法。

(6) 数据虚拟仪表显示线程。主要将采集的数据流发送到界面的虚拟仪器界面,虚拟仪器使用第三方控件 Measurement Studio 和 IocompComponentsEV 开发的,由于属于可视化控件,故同样需要用 synchronize 方法。

(7) 仪表采集线程。主要执行与下位机通讯,每隔 10s 将数据采集一次,然后发送数据到数据处理线程。

(8) 数据处理线程。接收采集线程的数据流,然后根据制冷公式对数据计算处理,再将数据发送到数据曲线显示线程,数据虚拟仪表显示线程,数据存储线程。

3.3 线程间通信

3.3.1 线程间同步

事件对象是同步对象的最基本形式。有两种不同类型的事件对象:人工重置事件和自动重置事件。人工重置事件用于向若干线程发信号表明某一操作已经完成,而自动重置事件用于向单个线程发信号表明某一操作已经完成。本系统中就是利用自动重置事件实现同步的。线程处于锁定状态时,调用 waitfor 函数,等待同步信号由无信号变为有信号状态,然后可以继续执行下面的操作,否则线程就处于等待状态,此时操作

系统也就不会分配 CPU 时间给该线程,这样大大提高了系统的执行效率。

Producer 指产生数据的线程, Consumer 指使用数据的线程。Produce 需要将数据安全的交给 consumer,

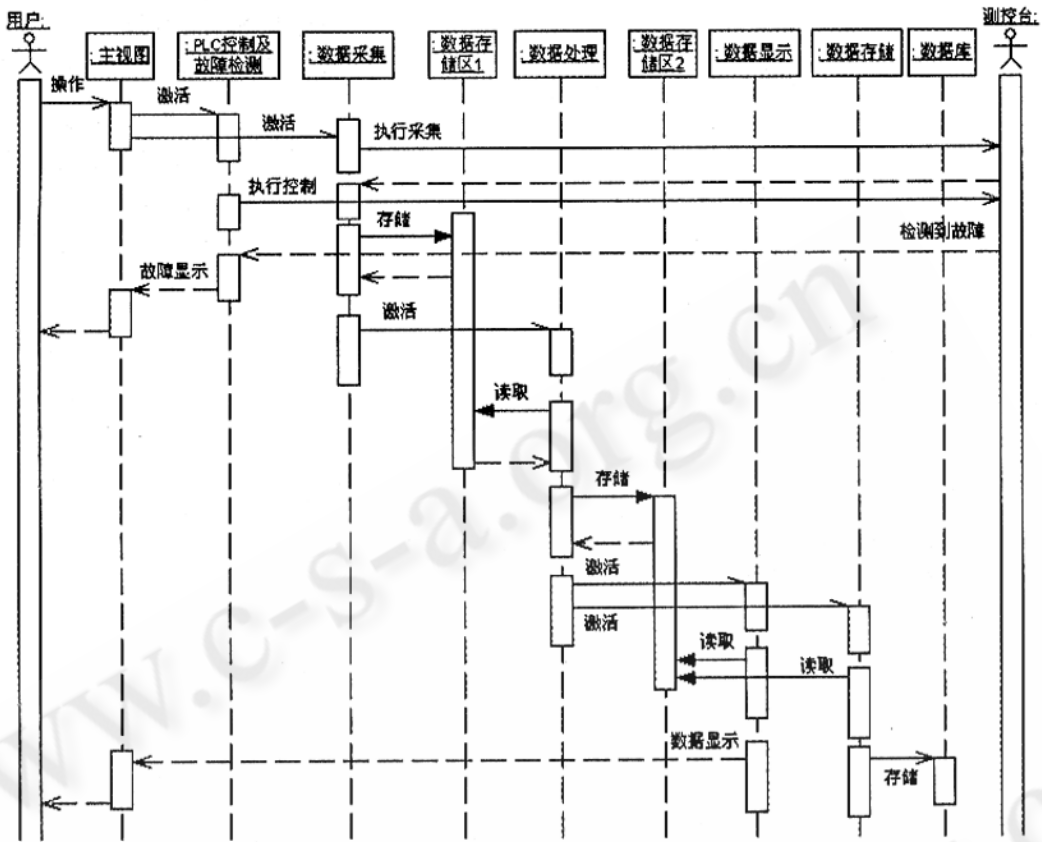


图 3 线程时序图

3.3.2 线程间互斥

各仪表中实时采集的数据以及仪表的协议不完全一样,在进入数据模块之前进行监测,可保证监测数据的互斥处理,以保证处理的正确性。如果发生多个线程同时读写一个数据,会造成逻辑上的混乱。因此,采用临界区对象进行线程互斥。其方法是使用临界区对象,将一段代码放入临界区,制止二个以上线程同时进入临界区中。只有拥有临界区对象的线程才可以访问该数据,并且只有当占有对象的线程释放对象时,其它线程才可以占用。

但是当二者不在统一线程时,它们的处理速度差将是最大的问题,所以,加入了“桥梁”来缓冲二者线程的处理速度差。“桥梁”通过多个数据存储区相继存储数据来实现。

4 关键技术实现

4.1 设计模式^[6]

该系统多线程设计关键是解决采集线程,数据处理线程,与数据显示线程,存储线程的同步问题和共享冲突(互斥)问题。

按照这个设计模式,采集线程与处理线程构成了一组 Producer - Consumer 的关系,处理线程与数据显示线程,数据存储线程构成了一组 Producer - Consumer 的关系。

采用了 Producer - Consumer 多线程设计模式。

4.2 Synchronize 方法同步^[5]

Delphi 中的 VCL 都是临界资源,只能由主线程使用,其他线程使用这些 VCL 控件时,必须用 synchronize 方法以避免多线程与 VCL 构件的冲突。通过 synchronize 的 Method 参数指定要访问 VCL 构件的方法,通过主线程去调用这个方法,同一时刻,主线程只能收到一个通知,这样就不会有几个线程同时访问 VCL,实际上是通过将并行过程“串行”化解决线程间的同步问题。

虽然有四个线程使用了 synchronize 方法,将程序

块交给主线程执行,但是,由于数据采集处理代码 10s 中才执行一次,而且这个代码块设计简单,故不影响主线程对用户的响应。

4.3 事件同步

建立线程同步事件,事件要定义成全局变量。下面是自定义的事件类。

```
TCommEvent = class ( TEvent)
public
    constructor create ( const Name: string; Manual: Boolean);
    //Name 是事件的名字,同一个名字的事件为同一事件
    procedure Reset;
    procedure Signal;
    function WaitFor( TimeOut: Dword ): Boolean;
end;
```

其中 waitfor 函数的返回值有四种形式:

- wrSignaled: 事件对象被置位;
- wrTimeout: 事件对象未被置位前被指定的时间到;
- wrAbandoned: 等待周期到之前事件对象被损坏;
- wrError: 等待时发生错误。

4.4 计数同步

数据采集线程中,各仪表必须同时完成数据采集才可触发数据处理线程,所以需计数同步。设计一个全局对象,该对象的私有字段是各线程共用的字段。即当任意一个线程执行完的时候,都对该字段减 1,当该字段为零,说明所有线程都执行结束,触发数据处理线程。

4.5 数据采集线程具体实现

(1) 数据封装

程序中利用类的属性对数据进行封装。如代码:

```
property ChannelBk: TRealArray read GetValue write SetValue;
```

(2) 警戒条件

$FBkCnt \geq \text{Length}(FBk)$ 是警戒条件,判断目前是否存在可放数据的存储区,没有则等待 10s。

(3) 临界区内存释放

临界区属于全局对象,使用完之后要释放内存。如代码:

```
LockChannel;
try
.....
finally
    UnLockChannel;
end;
```

(4) 数据拷贝

函数体用到动态实数数据矩阵,所以数据拷贝时用 copy 函数比较方便高效。如代码: $FBk[FTail] := \text{copy}(Value)$;

(5) FTail 字段

该字段指向数据存储区,当数据存储结束,将 FTail 指向下一个数据存储区,这里使用队列数据结构存储数据,利用它的 FIFO 特性。如代码:

```
FTail := (FTail + 1) mod Length(FBk);
```

另外,存储区的数据块计数也相应增加,所以字段 FBkCnt 的值也要加 1:

```
FBkCnt := FBkCnt + 1;
```

5 结论

将测控软件的自动化和智能化作为研究开发的目标,集成了专家的工作经验和实验技巧,具有实验操作向导、实时数据与曲线显示、虚拟仪器与组态仪表操作界面、实验过程的动画模拟与实时监控、实验工况稳定性智能判别、实验系统的故障报警与诊断等功能。运行两年多来,性能稳定可靠,是迄今为止国内空气焓差法实验系统优秀的测控软件之一。

参考文献

- 1 GB/T 7725 - 1996 房间空气调节器
- 2 于华,扩展 Delphi 的线程同步对象[J],计算机系统应用,2001,46(5):39-40.
- 3 王日宏,基于 VC 的 Win32 多线程同步问题[J],计算机系统应用,2004(7):60-62.
- 4 丁峰,UML 技术及应用[M] 高等教育出版社,2004?:30.
- 5 刘艺,Delphi 面向对象编程思想[M] 机械工业出版社,2003.
- 6 结城浩,Java 多线程设计模式[M] 中国铁道出版社,2005:23.