

大型公共建筑中央空调监测系统设计与实现

刘 航, 王小峰, 徐红红, 余南阳

(西南交通大学, 四川 成都 610031)

摘 要:阐述了具有数据采集、数据通信和数据处理三层系统结构的中央空调电脑监测系统结构原理及实现方法。该系统以单片机设备作为数据采集前端机,以工控计算机为空调系统监测主机,并通过无线和 485 总线通信方式实现监测主机与数据采集器之间的数据传输。采用这种多级分布式结构不仅避免了模拟信号因长距离传输引起的损耗,简化了系统的布线,而且便于增加传感器的个数和种类,系统易于扩展、升级。笔者完成了整个系统的软硬件设计,实现了一种可以应用于大型公共建筑的中央空调监测系统。

关键词:中央空调;监测系统;工业控制计算机

中图分类号: TP277

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)10-0222-03

Design and Realization for Large-Scale Public Buildings Central Air Conditioner Supervisory System

LIU Hang, WANG Xiao-feng, XU Hong-hong, YU Nan-yang

(Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: The principle of supervisory system with microcomputer for central cooling system is presented. The system includes three sub-systems, and data processing subsystem with industrial control computer. The acquisition subsystem gets basic data according to sensors, and the data is processed in processing subsystem. The communication subsystem is set for transmitting data from PLC to industrial control computer. Adopting multilevel distributed structure not only avoid the loss of signal caused by long-distance transmission, but also simplifies the wiring and facilitates adding the amount and sorts. The system is easy to be extended and upgraded. The paper completes both the software and hardware design and presents a kind of central air conditional monitoring system that can be applied to the large-scale public buildings.

Key words: central air conditioner; supervisory system; industrial control computer

0 引言

大型公共建筑中央空调系统用于调节大型建筑内的空气温度。本研究以水源热泵空调系统为例。该系统由 2 个子系统构成,即循环水系统和空调机组系统。循环水系统由深井泵、空调循环泵、板式换热器、除沙器、供回水管路组成。其作用是将地下水从深井中抽出进入板式换热器,与建筑内循环水系统的水换热后,再通过另一深井排到地下。同时建筑内循环水系统将换热后的水,经建筑内管网送往各个房间的空调机组,经由空调机组系统转换产生热风(冬季)或冷风(夏季)送入末端装置,满足供热或供冷的要求^[1]。

循环水系统开始运行时,首先由深井泵将地下水

抽至除沙器内,经除沙处理后进入板式换热器,通过若干个空调循环泵的工作,实现泵站循环水系统和建筑内循环水系统的热量转换。转换后,深井循环水仍送回地下,建筑内的循环水则经由各管道送往各空调机组,再通过空调机组将水源包含的热量转换成空调出风,送入各个房间内,实现建筑内的供热或供冷需求^[1]。

本水源热泵中央空调系统由 3 台深井泵、2 台除沙器、4 台空调循环泵、23 台空调机组、输水管道及其他控制设备等组成。

1 监测系统结构

中央空调监测系统通过对现场数据进行采集、处理、存储、显示,实现对系统运行状态的监测^[1]。本中央空调监测系统采用三层结构,即数据采集层、数据通信层和数据处理层。

收稿日期:2008-01-20

作者简介:刘 航(1980-),男,河南人,硕士研究生,主要从事微机保护及变电所综合自动化研究;余南阳,教授,博导,博士,主要从事建筑节能与控制研究。

其中,数据采集层采用了自行开发的以 PIC18F8722 单片机芯片为核心的环境数据采集器,其任务是把现场设备的运行参数经采样后以数字量的形式进行存储,为下一步数据处理提供基础数据;数据通信层的任务是把采集到的数据通过通信线路、以一定的通信方式发送给监测计算机;数据处理层使用工业控制计算机,其任务是将数据采集器发送来的数据进行定期存储以待用户查询,并在屏幕上动态显示系统工作状态画面。

1.1 监测参量及传感器

中央空调监测系统采集的参量包括模拟量和状态量。模拟量包括温度、湿度、压力、流量、能耗等数据,其中重要的是温度、压力、流量、能耗数据;状态量为深井泵、空调循环泵、空调主机、电力参数采集器和环境参数采集器等设备的工作状态^[2]。在系统中,要监测采集信息的对象主要为 2 类,第 1 类是针对设备的,包括深井泵、循环泵、空调机组等空调系统内设备;第 2 类是针对循环水系统节点或支路的,对空调循环水系统的重要节点或支路采集其供、回水温度、压力和流量。对于空调机组,一般采集其回风、混风、送风温度和湿度,间或采集新风的温湿度,部分机组还要采集其供回水温度、压力和流量。所有有功耗的机组都要采集其能耗^[3]。

本系统共安装温湿度传感器 48 个、压力传感器 33 个、流量传感器 23 个。这些传感器将被测参量转换成与其对应的电信号,送往数据采集器进行存储,以备监测主机的查询。

1.2 系统结构

本系统主体由 1 台监测主机,24 个环境数据采集器,27 个电力参数采集器构成。各数据采集器以主从方式与监测主机连接,采集器采集数据后通过无线方式或串行通信方式将数据发送给监测主机,再由主机进行数据处理。

#1 至 #7 电力参数采集器和 #29、#30 号环境数据采集器负责泵房的全部监测点,包括所有电力、温度、压力和流量等参量,采用无线方式传输。各传感器通过信号线直接连到环境采集器的信号输入端口。

#8 至 #27 电力参数采集器和 #31 至 #52 环境数据采集器负责采集车站空调循环水系统和所有空调设备上的监测点,这些监测点包含了所有的电力、温度、压力、流量等参量。采用有线方式传输。

位于主机操作室内的监测主机(工业控制计算机)通过两个不同端口,负责接收所有环境数据采集器和电力参数采集器通过无线方式或 485 总线方式送来的数据,并对这些数据进行显示和存储,以备用户查询。

2 监测系统工作原理

2.1 监测主机

在监测主机上,有 2 个通信端口分别与无线数据接收器和 485 通讯线路连接,485 通讯线路接至 COM1 口,无线数据接收器接至 COM2 口。各空调机组数据由装在空调机组上的传感器采集,采集后送至附近数据环境采集器,再由环境数据采集器对传感器采集上来的数据进行处理、存储。监测主机在程序的控制下,从各端口内按地址依次轮流查询,实现各传感器数据的采集,下文简述其工作过程。

一旦监测系统投入运行,各数据采集机即开始对各采样点进行巡回采样。主机初始化有关端口后,即开始依次从 #1 到 #27 电力参数采集器和 #28 到 #52 号环境数据采集器上轮流读取现场数据。首先与 #1 电力模块采集器通信,通信过程是先向 #1 采集器发出一个数据请求信号, #1 采集器接到主机数据请求信号后,即把采集器当前经数字滤波的采样数据,通过串行通道发送给主机,主机收到数据后便将其存放在相应的数据库里,以待用户查询和显示之用;主机接着用同样方式与 #2 采集器进行数据通信,直到全部 51 台采集器数据读取完成,而后,系统按一定时间间隔重复以上采样过程,实现系统数据的实时采样。

2.2 数据采集机

本系统中的 24 个环境数据采集器具有相同的硬件结构,均采用 PIC18F8722 单片机芯片作为其运算核心。每台数据采集器最多可采集 8 路模拟量信号和 2 路脉冲量信号。24 台环境数据采集器分别对各自负责的传感器进行采样,并将它们存放在各自采集器的数据缓冲区内,当收到主机的数据查询信号后,按串行异步通信方式把缓冲区内的数据送往监测主机。

2.3 通信系统

本系统采用 RS-485 接口标准,以串行异步全双工通信方式实现监测主机与数据采集器间的数据通信。本系统使用的通信参数格式为:1 位起始位、8 位数据、2 位停止位。无线采用 1200bps(或更高),有线采用 9600bps,报文长度不大于 100 字节。

3 系统软件

本系统软件包括数据采集器软件和监测主机软件。数据采集器软件采用工业现场总线 mod-bus 协议编写,实现现场数据采集和数据通信;监测主机软件采用组态王软件平台上开发的可视化监测软件。其中空调运行、现场环境画面采用组态王画面,数据通信采用 C++ 语言编程,数据管理采用组态王提供的历史库和 SQL Server 数据库。当监测系统正常上电后,监

测主机自动进入监测系统主菜单,内容包括环境监测、设备监测、报警系统、曲线系统、报表系统、数据库系统和帮助系统。

3.1 环境监测

监测系统启动后,直接进入“环境监测”主画面(见图 1),该画面为建筑内各层监测房间的平面示意图。实时显示每个房间的温度、湿度、能耗等环境数据,方便现场工作人员对各房间环境状况的了解。

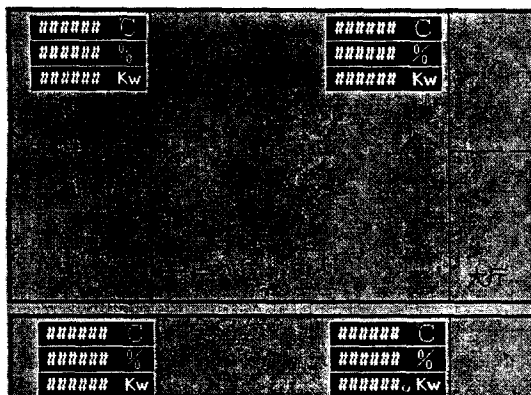


图 1 环境监测主页

3.2 设备监测

当用户选择“设备监测”选项后,屏幕上将出现泵房系统平面示意图(见图 2)。进入系统监测画面后,系统首先给出示意性水流运动画面,几秒钟后,即进入系统数据采集。如果此时空调系统各深井泵未投入运行,屏幕画面中有水流将停止运动,画面静止,直到空调系统深井泵、循环泵等设备投入运行后,屏幕画面才开始运动。

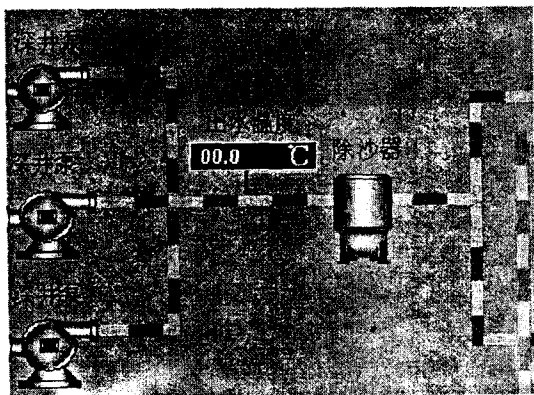


图 2 设备监测主页

除泵房设备外,设备监测系统还包括循环水系统设备监测、各层空调机组设备监测等画面,用来显示空调、采集器、传感器等设备的运行情况。

在监测画面上,各设备数据监测如正常工作,相应的设备信号灯将显示绿色;如某设备传感器出现故障,相应设备信号灯将呈现红色,同时在数据显示处给出提示。

如发生深井水泵或循环水泵未工作,而空调机组投入误运行时,监测主机将发出报警信号,以提示操作人员高度警惕。

在所有系统监测画面内,包含一个数据统计键,按下这个键,系统画面将转入实时数据显示方式(见图 3),此时操作人员可读取当前画面中的各点温度、压力、状态等数据。阅读完成后,点击返回键,屏幕回到原来的系统监测画面。



图 3 数据统计页

3.3 报警系统

中央空调监测系统中一些重要的运行数据,如压力、流量、温度、能耗等,是系统运行状态的重要指标,当其中一些量变化异常时,就会对整个系统或某些设备产生影响,因此必须提供警示给操作人员,以便其调整运行策略或对设备进行检修。

本报警系统将所有的空调运行系统数据编制了各自的报警组,当报警产生会即使以声光通知现场人员,并记录下相关报警和操作事件以备查询。

3.4 曲线系统

在监测系统中,实时曲线和历史曲线能够用来反映信号的变化情况。实时曲线用于实时显示数据的变化情况,在画面运行时实时曲线对象由系统自动更新。数据将从趋势的右边进入,同时趋势将从右向左移动。历史曲线可用于查询以前的系统工作状况,通过组态王内置的通用控件,可对其进行移动、缩放,并通过定义属性、填充属性,调整跨度、卷动百分比来界定曲线的具体形式,曲线定义的数据变量必须是在数据库中已经定义的,此功能实现了历史状况的趋势再现^[4]。

3.5 报表系统

在中央空调监测系统中,对温度、压力、流量参数的记录和保存是非常重要的,可用于事后数据的查询和分析^[5]。

组态王提供丰富的报表函数,能制成实时报表和历史报表。本系统历史报表部分包含三个类型,分别

(下转第 229 页)

接口,如果业务对象没有实现一个接口, Spring 将使用 CGLIB 进行代理。

基于权限认证模块图来完成代码实现,本例中可以通过三个方面实现所需的安全性逻辑非功能需求:方面 Validity 用以认证用户的身份;方面 UserManagement 负责 Retailer 的初始化;方面 CheckPower 实现各种访问控制,根据用户身份的不同,拥有的操作权限也不同。

4 结束语

从一个更高的层面上研究了面向方面的软件开发过程,并基于 AOSD 的思想,提出了方面开发的三个层次,在 Spring AOP 框架下设计了 J2EE 应用系统的访问权限控制方案,实现了业务功能模块与访问控制代码的解耦。

面向方面的编程允许在松散耦合的方式下,通过实现横切关注点来开发应用,可以实现核心关注点和横切关注点的完全分离,提供了比 OO 方法更高层次的模块化技术。软件的设计和开发是一个工程问题,必须从软件工程的高度来研究面向方面的思想和方法,并融合 OO 思想和方法,从而建立起一个更为完善的软件工程学。

(上接第 224 页)

为日报表,月报表,年报表,用户可以需要的方式实现历史数据的查询。实时报表和历史报表均具有保存、打印等功能。

3.6 数据库系统

当用户选择“数据库系统”功能项后,系统给出数据管理子菜单,内容包括:数据查询、数据备份、数据打印和退出^[6]。

数据查询为用户提供查阅指定时间范围内的空调运行数据的功能。

本系统可为用户保留 18 个月以上的运行记录数据,用户可在适当的时候及时进行数据备份工作,系统也会在一定的时间范围内,提醒用户进行数据备份。若用户未能在系统提示的时间范围内进行数据备份,历史数据将会丢失。

数据打印功能将用户指定变量、指定时间范围内的数据从打印机输出,供用户使用。

3.7 帮助系统

在帮助系统内,用户可查询本软件的使用方法,所用到的软、硬件设备信息以及系统包含的所有变量的信息。

参考文献:

- [1] Wampler D. Aspect - Oriented Design in Java/Aspect J and Ruby[C]//29th International Conference on Software Engineering. [s.l.]:Computer Society, 2007.
- [2] Jacobson I, Ng Pan - Wei. AOSD 中文版——基于用例的面向方面软件开发[M]. 徐 锋译. 北京:电子工业出版社,2005.
- [3] 程 虎. 面向方面(aspect)的程序设计方法[J]. 信息技术快报,2005,3(1):1-4.
- [4] Greenwood P. On the Contributions of an End - to - End AOSD Testbed[C]//Early Aspects at ICSE: Workshop in Aspect - Oriented Requirements Engineering and Architecture Design. [s.l.]:Computer Society, 2007.
- [5] Miller S K. Aspect - Oriented Programming Takes Aim at Software Complexity[R]. [s.l.]:Computer Society, 2001:18-21.
- [6] Filman R E, Elrad T, Clarke S, et al. 面向方面的软件开发[M]. 莫 倩,王 恺,刘东梅,袁 臻译. 北京:机械工业出版社,2006.
- [7] Shalloway A, Trott J R. 设计模式解析[M]. 徐言声译. 北京:人民邮电出版社,2006.
- [8] 蔡世友,吴嘉俊,冯 煜,等. 深入 Spring 2:轻量级 J2EE 开发框架原理与实践[M/OL]. 2006. http://www.easyjfc.com/spring/spring2-aop.htm#_Toc151404118.

4 结束语

文中所述的空调监测系统已在广元火车站等单位实际运行,结果表明,本系统在整体工况监测、局部数据显示、历史数据管理和人机界面等方面,均达到了传统监测方法无法比拟的运行效果,为计算机在楼宇自动化空调监测系统中的应用提供了成功的例证。

参考文献:

- [1] 宁永生,王琪辉,张 英. 大型空调中央监控系统设计[J]. 暖通空调,2004(3):53-56.
- [2] 冯建农. 中央空调电脑监测系统设计与实现[J]. 监测技术,1997(6):40-41.
- [3] 周雄辉,陈焕新. 中央空调系统远程数据采集和监控系统的开发[J]. 建筑热能通风空调,2003(1):39-43.
- [4] 李蜀瑜. 电气监控组态软件的研究与开发[D]. 西安:西北工业大学,2001:194-195.
- [5] 敬新益. 智能建筑中央空调监测计量与控制[D]. 南昌:南昌大学,2006:40-42.
- [6] 陈海权. 楼宇空调自控系统的应用研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2006:25-29.