

基于 Lonworks 技术的 空调系统设计

哈尔滨工业大学 齐维贵[☆] 张立珠 燕 飞
中国建筑设计研究院 吕 丽

摘要 阐述了将 Lonworks 技术引入智能建筑空调控制系统的必要性,介绍了基于 Lonworks 技术的空调新风机组控制器硬件、软件设计,给出了控制系统应用实例。

关键词 Lonworks 技术 楼宇自动化系统 空调控制系统

Design of air-conditioning control system based on Lonworks technology

By Qi Weigui[★], Lü Li, Zhang Lizhu and Yan Fei

Abstract Describes the necessity of utilizing Lonworks technology in intelligent building air-conditioning control systems, presents the hardware and software design of fresh air handling unit controllers, and provides project examples of the control system.

Keywords Lonworks technology, building automation system, air conditioning control system

★ Harbin Institute of Technology, China

0 引言

近几年来,智能建筑在我国得到了蓬勃的发展,一大批具有一定智能化程度的建筑物在全国各地特别是北京、上海、广州和深圳等经济发达城市相继出现。在智能建筑中,楼宇自动化系统(BAS)占主导地位,而保证舒适热环境的空调控制系统又是BAS系统中排在首位的子系统。首先,空调控制系统涉及面广,要实现的任务复杂,它通过空调系统为建筑物内部的不同区域提供满足不同使用要求的环境。其次,空调控制系统需要有冷热源的支持,空调机组内有大功率的风机,它的电耗很大。以一座高级写字楼为例,其空调系统的能耗约占大楼总能耗的47%。在满足用户对空气环境要求的前提下,采用先进的控制策略对空调系统进行控制,达到节约能源和降低运行费用成为空调控制系统的最终目标。特别是近几年“绿色建筑”、“环保建筑”成为多方关注的话题,空调自动控制系统在其中的作用显得尤为重要。

目前市场有多种品牌的楼宇自控空调系统产品,它们各有特色。由于这些产品采用不同的通信协议,在智能建筑系统集成中,实现子系统间的互操作和系统互连很困难。不仅用户不能对整个系统进行统一管理,而且会有较高的

运行和维护费用,将来扩展起来也不方便。现在建筑物业主和管理者迫切需要一种开放的、可互操作的控制技术,通过这种技术使建筑物内的各种自控设备方便地集成在一起,各系统及设备可自由通信。美国 Echelon 公司于 1990 年推出的 Lonworks 网络技术是满足这种需求的最好方案。本文将结合工程实例介绍基于 Lonworks 技术的空调控制系统产品的设计。

1 空调控制系统

本文所提及的空调系统一般指应用于现代化办公、金融等智能型建筑物中,对环境温、湿度的控制精度要求不是很高,被称为舒适性空调的系统,一般含有进风、回风、空气过滤、空气加湿处理、空气输送等部分。在正常的工作过程中,新风与回风混合,经过滤器过滤后,混合空气与盘管内的冷/热水进行换热,由加湿器对混合空气进行加湿处理,最后送风机将处理后的空气送到各个房间内。

一般的空调控制系统主要有以下几个功能 ①温、湿度

[☆] 齐维贵,男,1944年12月生,大学教授
150006 哈尔滨南岗区哈尔滨工业大学二区 232 信箱
(0451) 6282339

监视,即对新风、回风和排风进行温度和湿度监视,给系统温、湿度的调节提供依据;②风阀的控制,即对新风阀门和回风阀门进行开关量的控制或模拟量的调节;③冷/热水阀门的调节,即根据测量温度和设定温度之间的温差调节阀门的开度,使温差保持在精度范围内;④加湿阀的控制,即在空气湿度低于设定的下限或者超过上限时,分别控制加湿阀的打开与关闭;⑤风机控制,即实现对风机的启停控制或者变频调速控制;⑥过滤网压差报警监视、防冻开关报警监视、风机故障报警监视;⑦空调机组工况转换(冬季、夏季、过渡季);⑧手/自动转换。

本文将对工程中应用最多的新风机组控制系统进行详细的阐述。新风机组为空调房间提供足够的新鲜空气,以保证房间内的空气品质。它包括新风口、新风阀门、空气过滤器、冷/热盘管、加湿器、恒速风机和送风口等部分,如图 1 所示。机组运行时,新风阀门处于全开状态,由新风口进

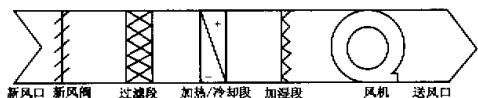


图 1 新风机组

入的新风首先经过过滤器过滤,然后由冷/热盘管对新风进行加热或冷却,最后由送风机和送风管道把新风送到各个房间。新风机组的控制目标是:通过调节盘管冷/热水阀门的开度使机组的送风温度保持恒定,通过控制加湿器阀门使机组送风湿度保持在一定范围内。

2 硬件设计

基于 Lonworks 技术的空调控制系统的硬件设计包括 Lonworks 控制模块设计和控制器外围电路扩展设计两部分。Lonworks 控制模块是控制器的核心部件,用户编制的应用程序在控制模块内运行。它通过 5 个通讯端口实现控制器与上位 PC 机以及网络上的其它控制节点进行通讯(网络变量和网络报文的发送和接收)通过 11 个 I/O 口与控制器外围扩展电路相互通讯。Lonworks 控制模块包括神经元(Neuron)芯片、晶振、RAM、EEPROM(Flash)、FTT-10A 收发器等器件。控制器外围扩展电路主要实现对空调控制系统的温度、湿度、设备状态和报警信息等传感器信号的采集,对风机、风阀、水阀和加湿阀等执行器的控制,最终可归纳为数字量输入点(DI)、数字量输出点(DO)、模拟量输入点(AI)和模拟量输出点(AO)4 种电路,其中 AI、AO 扩展电路较为复杂。下面分别介绍空调系统控制器的 AI、AO 扩展电路。

控制器硬件采用美国某公司的 MAX186 芯片来实现模拟量输入功能(即 A/D 转换)。MAX186 是 12 位的数据采集集成芯片,它把 8 通道多路开关、大带宽跟踪/保持电路和串行接口组合在一起,4 线串行接口可直接接到 SPI™、QSPI™、Microwire™ 器件而无需外加逻辑,使用内部时钟或外部串行接口时钟以完成逐次逼近模/数转换。采用该公司的 MAX536 芯片实现模拟量输出功能(即 D/A 转换)。MAX536 把 4 路 12 位电压输出的模数转换器

(ADC)和 4 个精密的输出放大器组合封装在 16 引脚的芯片中,经过一个 3 线串行接口同时或单独控制 4 路模数转换。Neuron 芯片和模数转换芯片、数模转换芯片的接口如图 2 所示。

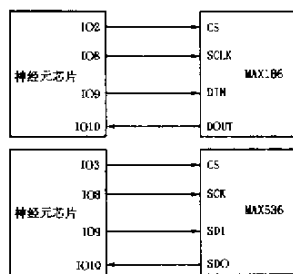


图 2 神经元芯片与 ADC、DAC 的接口

设计中考虑了多种硬件抗扰措施:①采用高品质电源,单点接电源,单点接地;②线路板上的数字电路与模拟电路尽量分开,数字地与模拟地分开,地线、电源线尽量加粗;③输入、输出信号用光电耦合器隔离,防止外围器件动作时产生的回流冲击系统电路;④数字量输出的继电器线圈处

加装放电二极管,用串一个电阻的办法来软化信号的跳变沿或提供一定的阻尼。

3 软件设计

在一个基于 Lonworks 技术的控制节点中,节点软件包括 LonTalk 协议、操作系统、实时库、I/O 设备驱动器和用户编制的控制软件。前 4 部分是由 Lonworks 固件提供的,不需要用户编程。LonTalk 协议实现 ISO/OSI 的 7 层模型,为控制网络提供了所有的服务,操作系统是应用于神经元芯片中 3 个 CPU 的系统软件,包括一个为用户的控制算法提供服务的调度机制。I/O 设备驱动器是为神经元芯片的 11 个 I/O 管脚设计的 34 个驱动程序,为串行、并行、位、字节或其它传感器、执行器硬件提供了容易使用的接口。实时库包括浮点运算、32 位运算、UART 控制、字符串处理、数组和结构处理以及数据转换,加速了节点的开发。节点控制软件需要用户使用 Neuron C 语言编程,实现该控制节点的全部应用功能。

在节点控制软件的设计过程中,贯穿了模块化设计的思想。Neuron C 语言本身是一种直接面向 I/O 对象,when 语句事件触发的编程语言,它能更好地进行应用程序的模块化设计。另外在应用程序设计过程中,遵循了 LonMark 协会暖通空调组制订的风机盘管机组(FCU)8020 功能模式,使空调控制器具有互操作性。空调控制器的应用程序包括温湿度采集、冷/热水阀门连续调节、控制器参数设定、启动空调机组、关闭空调机组、报警处理等多个模块。下面介绍温湿度采集和冷/热水阀门连续调节两个模块的 Neuron C 语言设计。

温湿度采集模块:由应用程序采集的空调系统送风口温湿度,一方面为冷/热水阀门的连续调节提供了重要的依据,另一方面它以网络变量的形式返回到管理中心监控计算机的人机界面上。在采集过程中,采用了数字滤波的方法,即多次采集、去掉最大最小值、求平均值的方法,提高了系统的抗扰性。

冷/热水阀门连续调节模块:为了保持空调系统的送风温度在设定范围内,需要根据实际温度与设定温度之间的

偏差连续调节冷/热水阀门的开度,以改变流过盘管的冷/热水流量,从而调节送风口的空气温度。由于空调系统具有大惯性、纯滞后特点,为了避免控制动作过于频繁而引起的振荡,决定在水阀调节的过程中采用带死区的PID控制算法。

应用例程:

```
# include < SNVT _ HV . H >
IO _ 2 output bit io _ motor ;
IO _ 3 input bit io _ freezealarm ;
IO _ 0 output bit io _ inselector = 1 ;
IO _ 8 neurowire master selec ( IO _ 0 ) io _ analogin ;
...
stimer sampletime ;
...
network input SNVT _ temp _ p nviSpace Temp ;
network input SNVT _ temp _ p nviSetPoint ;
network output SNVT _ lev _ percent nvoHeatOutput ;
network output SNVT _ lev _ percent nvoCoolOutput ;
network output SNVT _ switch nvoFanSpeed ;
network input SNVT _ switch nviFanSpeedCmd ;
network input SNVT _ hvac _ mode nviApplicMode ;
network output SNVT _ temp _ p nvoSpace Temp ;
...
when ( reset )
{
...
}
when ( nv _ update _ occurs ( nviApplicMode ) )
{
...
}
when ( timer _ expires ( sampletime ) )
{
...
}
```

4 工程应用

前面介绍的空调控制产品曾被应用于某办公楼的楼宇自动化系统中。该工程分主楼和配楼两部分,主楼建筑面积 26 000 m²(地下 1 层、地上 9 层),配楼建筑面积 7 600 m²(地下 1 层、地上 5 层)。在这个楼宇自动化系统中包括了冷水系统、新风机组、空调机组、给排水系统、变配电系统、电梯系统、照明系统、有害气体检测系统和换热系统等 9 部分。考虑到 Lonworks 技术的开放性和全分布式的特点及以后与其它功能子系统的集成,决定采用 Lonworks 技术作为本系统的技术平台,在这个平台上集成了来自多个不同厂商的基于 Lonworks 技术的产品。系统的网络结构充分体现了 Lonworks 控制网络的特点,即全分布式的、对等的、开放性的网络结构,如图 3 所示。Lonworks 控制网络的节点控制箱放置在被控对象的附近,减少了布线工

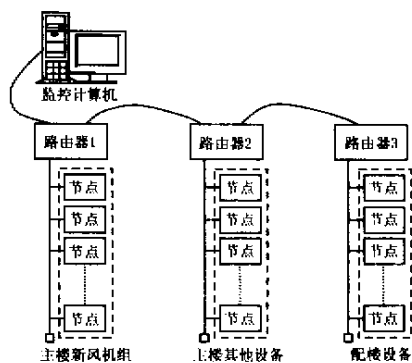


图3 楼宇自动化系统图

作量,节省了人力,降低了成本,提高了工作效率,也十分便于调试及维护。另外,如果网络中一个设备出现故障不会影响全网其他设备的正常工作,把故障点分散到最小的

程度。这个系统包括了 29 台新风机组控制器。

该楼宇自动化系统自运行以来,整体运行稳定,新风机组既可机旁手动控制,又可由上位计算机强制控制,也可由控制器独立控制,在多工况下运行稳定,节能约 30%,送风温度控制精度达到 ≤ 1 °C,应用效果良好。

参考文献

- 1 杨育红 编著. Lon 网络控制技术及应用. 西安:西安电子科技大学出版社,1999
- 2 燕飞,齐维贵. 智能建筑的系统一体化集成. 微计算机信息, 1999(5)
- 3 Lon Works Technology Device Data. Motorola 公司,1995

作者更正及说明

《暖通空调》2002年第1期《热水用塑料管材的选用方法》一文第55页左栏表3中,PB管1级的许用环应力值为5.18 MPa,与北京市标准《低温热水地板辐射供暖应用技术规程》附录3-1中的5.73 MPa不符。经查附录3-1的数值有误,右栏表4中PP-R的 σ_D 值应为1.90 MPa,表5中PP-R的 σ_D 值应为1.45 MPa;根据ISO 4065:1996标准热塑性管材通用壁厚表,管材系列S分为S10,S8,S6.3,S5,S4,S3.2,S2.5,S2共8个系列。各种管材根据其特性,在各自的标准中,规定了系列S的范围,在表5中,PB管S3.2和PEX管S2.5已超出该管材的系列范围,PP-R管S2系列虽在系列范围内,但一般厂家均不生产,可能是成本太高;ISO 10508标准指出,当选用表1(即54页表1)中未规定的级别时,应得到各方的同意。另外,表1的注4指出,本标准不适用于 t_0, t_{max}, t_m 值在表1第5级以外的密闭系统,文中5A级的温度已超过5级的温度,标准已不对其负责,但并不意味着不能使用。笔者认为,使用热塑性管材的供暖系统供回水温度不宜采用95 °C/70 °C,应适当降低,在不得已时才参考5A级选择管材壁厚。当然,过去的工程虽按95 °C/70 °C设计,但实际运行水温却要降低很多,接近5级的温度,且使用温度比5级低,这种情况下,采用5A级应该是安全的。

(曹越)