

CC-Link 总线在地源热泵空调控制系统中的应用

Application of CC-Link in Ground Source Heat Pump Air-conditioning Control System

高亮 张国钧

(太原理工大学信息工程学院,山西 太原 030024)

摘要: 针对旧式中央空调控制系统舒适度调节能力差、能源浪费严重、可靠性低、通信实时性不佳等问题,提出了基于 CC-Link 现场总线的地源热泵空调控制系统。该系统由热泵机组系统、地源侧水循环系统、一次侧水循环系统、二次侧水循环系统、调峰采暖水循环系统、冷却塔水循环系统和定压补水系统等组成,集监视、管理、控制功能于一体。应用表明,该系统不仅达到了节能环保的要求,而且取得了较好的经济效益。

关键词: 地源热泵 中央空调 现场总线 控制系统 节能环保 PID

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A

Abstract: Aiming at that the old-style air conditioning control system features poor adjusting capability for comfortable level; serious waste of energy; low reliability and bad real-time performance of communication, the ground source heat pump air conditioning control system based on CC-Link network is proposed. The system is composed of heat pump system, the source side water circulating system, a side water circulating system, the two side water circulating system, water circulation system peak shaving heating system, water cooling tower system and constant pressure water supply system, et al. The system integrates the functions of monitoring, management and control. Application indicates that the system meets the requirements of energy saving and environmental protection, and obtains better economical benefits.

Keywords: Ground source heat pump Central air-conditioning Fieldbus Control system Energy saving and environment protection PID

0 引言

由于环境污染日益严重以及能源的过度消耗,使得地源热泵技术越来越受到人们的重视。该技术日趋成熟,最近几年在我国得到了广泛的应用。地源热泵中央空调是集制冷与供暖于一体的系统,它在冬季的采暖能量主要来源于地下土壤所蕴含的能量;夏季制冷时从负载侧吸收的热量也较多被释放到地下土壤中^[1]。现代地源热泵中央空调系统不再依靠调节阀门开度来调节负载侧的制冷与供暖,而是通过对水泵的变频控制来达到匹配负载的目的,从而有效地节省能源,提高地热能的利用率。

地源热泵中央空调控制系统可分为多个分控制系统,各分控制系统采用 CC-Link 现场总线互联,从而实现数据连通与集中管理。

1 系统组成及控制要求

地源热泵中央空调系统由热泵机组系统、地源侧水循环系统、一次侧水循环系统、二次侧水循环系统、

调峰采暖水循环系统、冷却塔水循环系统和定压补水系统等组成。系统方框图如图 1 所示。

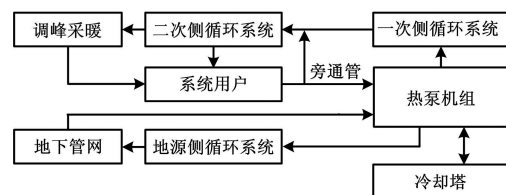


图 1 地源热泵空调系统方框图

Fig. 1 Block diagram of ground source heat pump air-conditioning system

二次侧水循环系统是指用户侧的水循环系统,包括夏天的冷冻水和冬天的采暖循环水。在夏季,用户侧水系统作为冷冻水系统通过机组蒸发器降温;在冬季,通过循环水管道阀门切换,用户侧水系统作为冷却水系统通过冷凝器加热升温^[2]。一次侧循环水系统用于促进热泵机组的循环水系统换热,而地源侧循环水系统用于加速空调系统与地下水之间的能量交换。一次侧循环泵和调峰采暖循环泵为软启动器控制,而地源侧循环泵、二次侧循环泵采用变频调速控制。热泵机组、负载侧循环泵的运转数量及运行速率通过二次侧供回水压差及温差加以调节。

为使二次侧供回水达到流量平衡,系统通过供回水

修改稿收到日期:2012-08-07。

第一作者高亮(1985-),男,现为太原理工大学控制工程专业在读硕士研究生;主要从事计算机控制系统方面的研究。

旁通管来调节水量。系统需要进行本地及远程控制。本地控制时只需操作控制柜上的触摸屏,而远程控制则是在集控室进行控制。当系统运行时,系统中的各种数据如泵的运行数量、频率、流量和温度等需要实时监控,这些数据需要在触摸屏和上位机的组态画面中加以反映。

2 控制系统方案设计

2.1 系统控制方案

在地源热泵中央空调系统中,负载一次泵为定流量系统,二次泵采用压差控制变流量运行。系统负载侧一级泵及热泵机组根据实际负荷采用数量控制;一次泵运行台数根据负载侧二次泵系统运行情况及旁通管流量、流向来确定;主机运行台数根据负载用户侧回水温度确定;地源侧水泵根据系统运行情况进行数量控制^[3]。二次侧采用压差变送器、PID 调节器和变频器组成闭环控制系统。压差变流量控制是指采用变频器改变泵的流量,保持空调系统供回水干管压差的稳定。这种控制方式充分发挥了水泵效率。采用这种控制方式的空调系统运行稳定^[4]。压差变流量控制原理图如图 2 所示。对于温差环节,系统会在温差变化较大的情况下相应改变热泵机组的运行数量。



图 2 压差变流量控制原理图

Fig. 2 Principle of differential pressure variable flow control

2.2 系统硬件设计原则

一次侧循环泵运行时需全速运行,软启动器即可满足要求。根据控制和节能的要求,二次侧和地源侧循环泵采用三菱 F740 变频器进行控制。地源热泵中央空调系统的每个分系统的控制点数较少,小型 PLC 产品满足这一需求。三菱 FX 系列 PLC 具有可靠性

高和使用较简单等特性,在设计控制电路图时,需要用中间继电器对输入接口和输出接口与外部电路进行隔离,防止 PLC 模块损坏。温度的检测采用热电偶型温度传感器模块 FX2N-4AD-PT,信号线可以直接接在模块端子上,从而避免了隔离端子接线。对于流量、压差等模拟量信号,采用 FX2N-4AD 模块采集,电动调节阀等模拟量控制设备的信号由 FX2N-4DA 给定。

2.3 系统网络结构设计

2.3.1 CC-Link 现场总线简介

现场总线技术实际上是一种全数字、串行、双向通信的网络控制技术。与传统的集散控制技术相比,该技术在系统的可靠性、开放性、通信模式、拓扑结构、软件功能等方面具有极其显著的优越性,在工业控制和楼宇控制领域得到成功应用。

当 CC-Link 现场总线应用在小型 FX PLC 组成的控制网络时,可使用 FX2N-16CCL-M 做主站通信模块、FX2N-32CCL 做从站模块,各站之间通过 CC-Link 专用现场总线屏蔽双绞线进行连接。主站与从站之间采用主从轮询方式通信,主站对总线有控制权,从站只是主站的一个响应。主从站交换数据的过程是周期性的。CC-Link 现场总线的通信速率很高,完全满足中央空调控制系统的实时性要求^[5]。

2.3.2 控制系统网络构建

按照地源热泵中央空调系统的组成及现场工艺要求,将系统分为 4 个分系统:一次侧循环泵控制系统、地源侧循环泵控制系统、二次侧循环泵控制系统、热泵机组控制系统。调峰采暖及冷却塔循环泵被应用于二次侧循环泵控制系统。每个分系统作为一个远程设备站,控制其对应的子系统^[6]。热泵机组本身带有控制系统,只要为其配置通信板卡,即可与主站相连接进行通信。地源热泵中央空调现场总线控制系统简化图如图 3 所示。

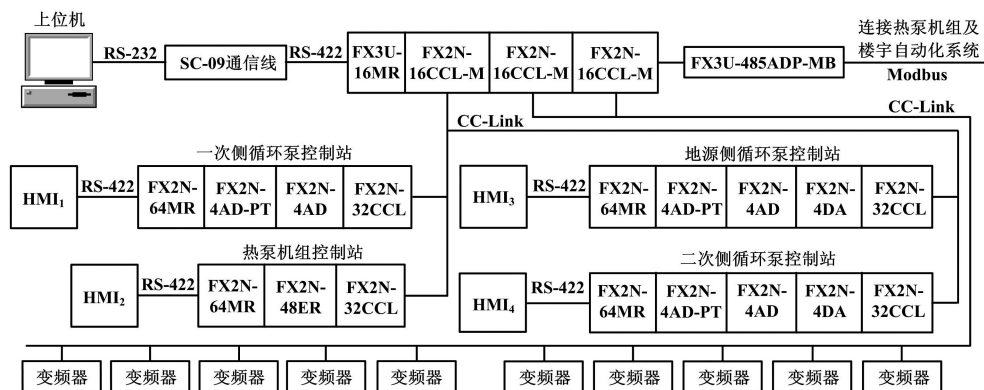


图 3 地源热泵中央空调现场总线控制系统简化图

Fig. 3 Simplified diagram of ground source heat pump central air conditioning field bus control system

二次侧循环泵控制站系统点数为 168 点,地源侧水泵控制站点数为 160 点,一次侧循环泵控制站点数为 96 点且热泵机组控制站的点数为 120 点;而 FX2N 型 PLC 作为控制系统的主控单元时,系统控制点数最多为 256 点。对于本系统的 4 个从站而言,其控制点数都没有超过这个限制。在将 FX PLC 作为 CC-Link 系统主站且每个从站只占用一个逻辑站地址的前提下,主站模块可以连接 7 个远程 I/O 站与 8 个远程设备站,完全满足本系统对从站站数的要求。系统中每个从站同主站进行通信的数据量较大,所以为每个从站分配两个站地址较为合适,这样 8 个设备站地址全部占满。系统的每个子站都可以独立运行而不受主站的影响,这样就构成了主从控制系统。

当变频器挂在 CC-Link 总线上时,需要采用一个通信扩展板 F2-A7NC,此时变频器作为一个远程设备站而存在,且每个变频器占用一个远程设备站地址^[7]。因此,采用一个主站模块无法达到系统的要求,需再为变频器配置 2 个主站通信模块。

2.3.3 人机交互系统网络构建

系统共有 4 个子站,每个子站配备一台触摸屏用于本地操作。用户能及时观察系统的各项数据。触摸屏选用台达 DOP-B 系列,它具有强大的通信功能及丰富的界面图库。4 台触摸屏从属于相应的子站,故它们与 PLC 之间直接通过 RS-422 通信会比采用 Modbus ASCII 485 通信^[8]的一机多屏技术简单。当从站较多时,Modbus ASCII 485 通信还会有较长的时间延迟,不利于系统的实时控制。Modbus ASCII 485 通信网络图如图 4 所示。

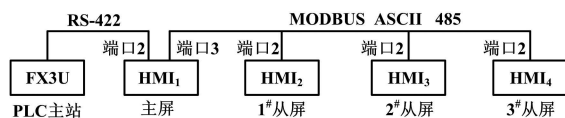


图 4 触摸屏 Modbus ASCII 485 通信网络图

Fig.4 Touch screen Modbus ASCII 485 communication network

2.4 上位机通信系统

上位机组态软件采用亚控公司的组态王,它是专门为过程控制和现场监控开发的监控系统软件。它具有强大的数据处理能力和友好的用户界面,并提供了强大的数据库、在线帮助、诊断、安全保护等功能。利用组态王软件可以制作现场设备监控画面,如系统状态图、工艺报警、模拟量趋势、报表输出等,可直观、动态地显示出现场重要参数的数值,实现人机信息交互^[9]。上位机与控制现场的 PLC 通信时采用 RS-232/422 通信,需要配备 SC-09 通信电缆,此时上位机可操作相应

的按钮,通过总线与 PLC 主站进行数据交互。FX3U PLC 作为 CC-Link 主站,采用广播-轮询的方式将各种数据发送至总线,并接收所需要的参数信息,从而完成上位机与 PLC 的通信连接,实现对 PLC 的编程与管理功能^[10]。

CC-Link 总线技术具有可靠性、有效性和可维护性等特点。当给主站配备 FX3U-485ADP-MB 的通信模块后,地源热泵中央空调控制系统便可以很好地与楼宇自动化系统融合。

3 结束语

将各种总线技术引入到地源热泵中央空调系统中已成为空调控制系统发展的必然趋势。利用总线技术分布式的特点,尽量将节点分散布置在靠近现场设备的位置,以减少布线工作量,提高传输的可靠性,这样有利于调试和维护。现场总线技术提供了设备级诊断功能,这是硬接线 I/O 接口很难实现的。在系统运行过程中,由于总线控制方式的特点,可以减小系统故障风险,避免当系统中某一设备出现故障而影响到整个网络系统中其他设备的运行。通过现场总线技术,使得不同的底层系统都可以与上位机监控系统融合在一起,实现统一管理的目的。

参考文献

- [1] 周莉,焦洋. 地源热泵空调控制系统研究[J]. 科技传播,2011(9): 23-24.
- [2] 郝庆,张子平,王宏伟,等. 地理管地源热泵空调系统变流量自动控制设计[C]//全国暖通空调制冷 2006 年学术年会论文集, 2006:226-228.
- [3] 张玉生,时爱菊,王宇鹏. 浅析地源热泵空调系统的节能控制技术[J]. 中国科技信息,2008(22):148-149.
- [4] 郝陆军,李朝龙,王敬飞,等. 中央空调水泵变频闭环控制[C]//全国第十届企业信息化与工业工程学术年会论文集,2006:908-910.
- [5] 龚中华. 三菱 FX/Q 系列 PLC 应用技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.
- [6] Zhang Guojun, Zhao Yao, Liu Chaofeng. Research and design of automatic control system for central air conditioning in building automatic network system [C]//WISM,2011:382-387.
- [7] 刘双力,赵延军. CC-Link 网络在 PLC 与变频器信号传输中的应用[J]. 控制工程,2009(9):77-80.
- [8] 章建军. 台达 DOP 触摸屏在电力系统的应用[J]. 可编程控制器与工厂自动化,2008(2):68-70.
- [9] 苏宏英,李慧,方昌始. 计算机集散控制在中央空调系统中的应用[J]. 电气传动,2004(5):46-51.
- [10] 李红萍. 工控组态技术及应用——组态王[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2011.
- [11] 张莉. 嵌入式工业监控系统下位机软件设计与实现[D]. 郑州:郑州大学,2007.