

某实验基地中央空调控制系统的设计与实现

张祖刚, 李晓, 项颖

(中国电子工程设计院有限公司)

【摘要】文章分析了中央空调系统对保障实验室环境的重要性, 针对实验室中央空调系统的特点, 设计了控制系统的网络架构, 对控制器进行选型, 编写了控制程序, 设计了人机交互界面, 并成功将其应用于某单位实验基地的工程实践当中, 实际运行结果表明此系统是一种安全、可靠、稳定的实验室中央空调控制系统。

【关键词】实验室; 中央空调; 自动控制; 直接数字控制器; 可编程逻辑控制器

中图分类号: TP273; TU855

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2022.01.032

Design and Implementation of Central Air Conditioning Control System in an Experimental Base

ZHANG Zu-gang, LI Xiao, XIANG Hao

(China Electronics Engineering Design Institute Co.,Ltd.)

【Abstract】This paper analyzes the importance of central air conditioning system to ensure laboratory environment. According to the characteristics of the central air conditioning system in the laboratory, the network architecture of the control system is designed, the controller is selected, the control program is written, and the human-computer interaction interface is designed. And it is successfully applied to the engineering practice of an experimental base. The actual operation results show that the system is a safe, reliable and stable control system for laboratory central air conditioning.

【Keywords】laboratory; central air-conditioning; auto-control; DDC; PLC

1 引言

随着社会经济技术的不断发展,特别是2020年新型冠状病毒的流行,各类实验室的建设,尤其是大型实验基地的建设将会受到更广泛的关注。实验室设备的运行会散发大量的热量,保障实验室温湿度及压力环境是实验室正常工作运行的必要条件,因此中央空调控制系统显得尤为重要。通过安全可靠的控制系统对中央空调系统进行集中监控、自动控制、减少人力、提高设备的管理水平,可以有效避免人工操作带来的不确定性,保障中央空调系统安全、可靠、稳定运行。

2 项目概况

某研究单位实验基地位于北京市昌平区,总用地面积55.1hm²,一期工程建筑面积4.7hm²,其中科研实验楼13栋^[1]。本项目针对实验基地1号隔振楼、2号洁净楼、3号低温楼、11号电磁楼、30号动力站温湿度环境控制要求,设计了中央空调控制系统。

首先对实验基地1、2、3、11、30号楼中央空调控制系统进行了架构设计,对控制器进行选型,并设计了控制柜图,进行控制器程序的编写和调试;其次根据中央空调控制系统功能需求,在上位机进行组态,

设计了人机交互界面,实现了管理平台对中央空调系统的远程监控。

2.1 实验基地中央空调控制系统架构设计

在实验基地1号隔振楼、2号洁净楼、3号低温楼、11号电磁楼和30号动力站分别设置分操作站,实现本栋楼中央空调系统的监控。同时在30号动力站设置中央操作站,实现对整个实验基地中央空调系统的监控。中央操作站具有最高管理权限,可以分配和管理分操作站的权限。实验基地中央空调控制系统网络架构如图1所示。

2.2 控制系统功能划分

控制系统按功能划分为四层,分别是现场设备层、控制采集层、次级监控层和中央监控层。

1) 现场设备层

主要包括末端设备、传感器、执行器等,提供干节点、Modbus485、以太网等通讯接口方式。通过传感器采集现场信号,通过执行器对现场设备进行操作,完成中央空调控制系统的信息采集和命令执行操作。通过干接点完成对设备状态、故障、报警信号的采集,和设备的启停控制。通过Modbus485、以太网等通讯接口实现末端智能设备信号的采集和

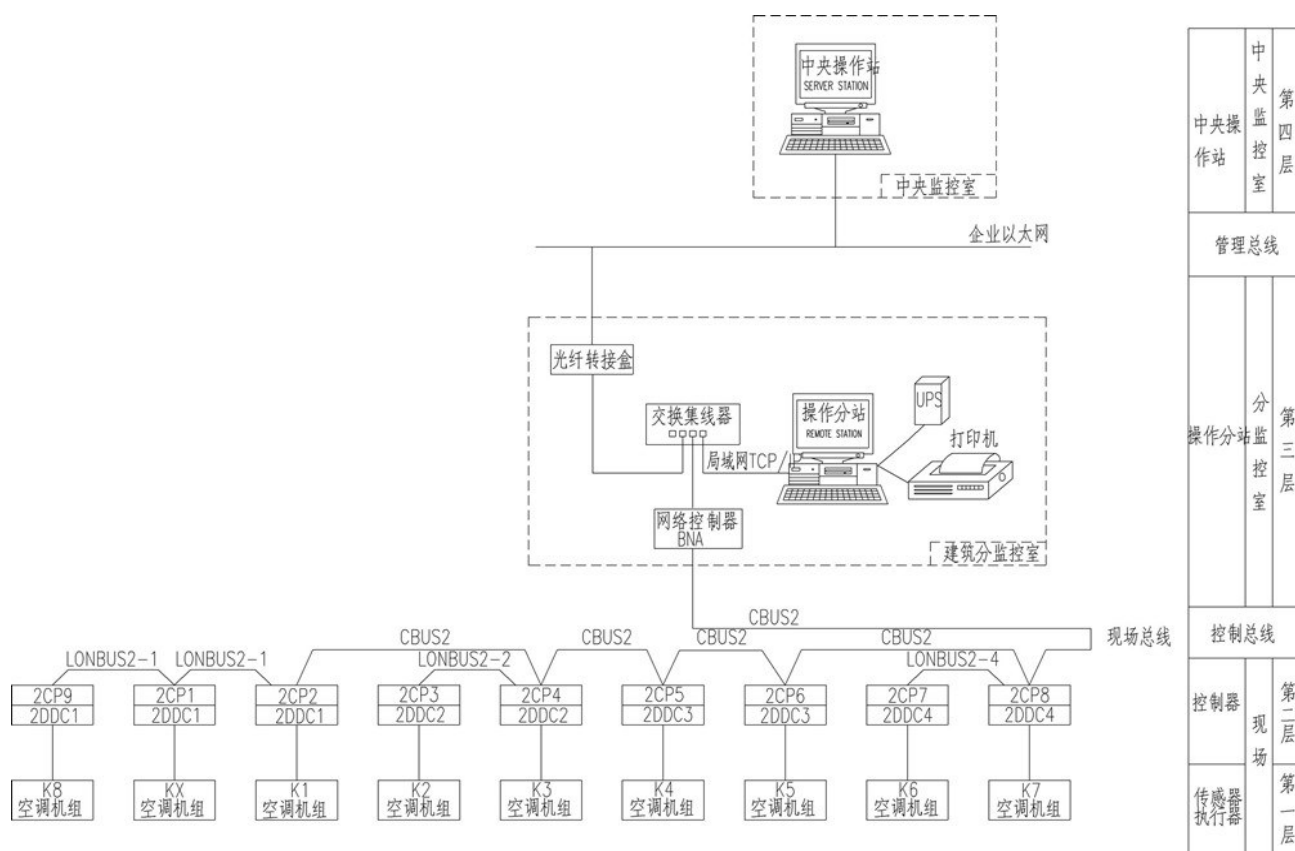


图1 实验基地中央空调控制系统网络架构

控制。

2) 控制采集层

主要包括控制器、输入输出采集模块及就地显示屏等,负责采集、处理及显示由现场设备层传输的数据。控制器接收现场设备层发送的各类数据信息,通过中央处理单元分析处理采集到的数据,并根据分析处理结果发送控制指令给现场设备层执行相关操作,同时通过控制总线给次级监控层传输数据。

3) 次级监控层

实现对本栋实验楼中央空调系统的集中管理,实时监控本栋实验楼中央空调系统的启停、运行状态、故障信息、参数设置等。次级监控层主要包括网络控制器和分操作站,网络控制器实现控制采集层通讯总线协议的转换,分操作站实现本栋楼中央空调系统的监控及与中央监控室之间的信息传输。

4) 中央监控层

实现对实验基地每栋实验楼的中央空调系统的集中管理,实时监控实验基地实验楼中央空调系统的各项信息,数据的存储、分析、预测等,并为实验基地的企业管理系统提供可访问的接口。中央监控层主要包括交换机、数据管理服务器及中央操作站等。

3 控制器选型及程序设计

3.1 控制器选型

目前应用于中央空调控制系统的控制器主要有两类,即 PLC (Programmable Logic Controller) 和 DDC (Direct Digital Control)。

PLC 即可编程逻辑控制器,是一种数字运算操作的电子操作系统。它采用可以编写程序的内部存储器,用来存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作指令,并通过数字或模拟的输入和输出端口,控制各种类型的机械设备或生产过程,在机械、电子、化工等工业控制领域应用较多。

DDC 即直接数字控制器,是一个集计算、数模(模数)转换、输入、输出、存储、编程等功能于一体的,以微处理器为核心的数字控制设备^[2]。他通过模拟量输入通道和数字量输入通道采集实时数据,并将模拟量信号转变成数字信号,然后按照一定的控制规律进行运算,最后发出控制信号,并将数字量信号转变成模拟量信号,通过模拟量输出通道和数字量输出通道直接控制设备的运行,具备小点数、独立控制、运算处理速度快等特性。在商场、医院等众多

启动累计运行时间最少的冷机,并根据冷负荷需求变化,自动控制运行台数、投入时间和顺序,确保冷机合理运行^[4];③冷源系统中的冷冻泵、冷却泵、冷却塔及电动阀等设备实现和冷机的连锁控制,并且根据控制算法实现备用设备在发生故障时自启动。

4 管理平台设计

4.1 管理平台介绍

本实验基地中央空调控制系统选用了与控制器同品牌的一款主流平台软件,该软件主要有以下功能:①界面制作和显示功能,提供丰富的画图工具和图形控件,技术人员能够快速开发出友好、美观、定制化的界面,并支持动态显示;②数据库功能,该平台包含有实时数据库和历史数据库,可以获取和存储离散型、整型、字符型等各种类型的数据;③数据展示功能,通过数据报表、趋势曲线等形式对数据进行展示,辅助管理人员开展数据分析;④报警功能,提供报警窗口对报警和预警等信息进行显示,并且支持声音报警、弹出报警等多种报警信息形式;⑤权限管理功能,平台支持权限的管理,对不同操作者赋予不同权限,保证系统的安全可靠。

4.2 人机界面设计

人机界面主要实现人机间的信息交互,给管理人员提供能够监视设备运行状态和修改运行参数的可视化平台,一个好的人机界面不仅看起来美观大方,同时也便于管理人员操作^[5]。根据实验基地中央空调系统监控及管理需求,我们设计了中央空调控制系统监控界面,主要包括:冷源系统控制界面、MAU控制界面、AHU控制界面、空调布局图、实验室布局图等,其中AHU控制界面如图5所示。

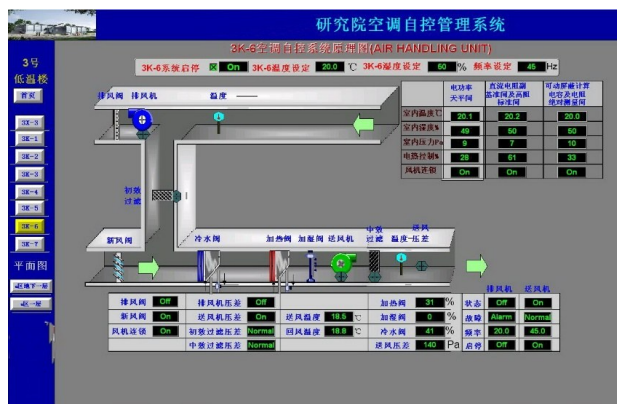


图5 AHU控制界面

4.3 控制效果

基地实验室为各专业实验室(物理、化学、生物等),不同专业实验室对环境控制需求是不同的,在完成项目软硬件设施建设后,根据实验室对环境的具体要求对各空调设备进行了调试,并根据实际运行效果修改运行程序、PID参数等,最终达到了实际环境控制要求。通过送风温度传感器控制系统送风状态点,再通过调节实验室送风支管上的再加热器达到设定的室内温度要求^[6]。如图6实验室温度曲线所示,该实验室温度控制在 $20^{\circ}\text{C}\pm 0.2$,达到了该实验室的温度控制要求。

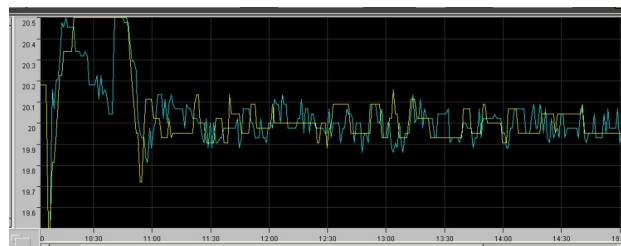


图6 实验室温度曲线

5 结语

项目设计了实验基地中央空调控制系统,选用DDC作为主控制器,进行了控制器程序的编写和调试;根据控制和管理需求,在上位机进行组态,设计了人机交互界面,实现了软件平台对中央空调系统的远程监控,并在某单位实验基地成功应用。实际运行结果表明,实验基地中央空调控制系统是一套安全、可靠、稳定的中央空调控制系统,为类似工程建设提供了借鉴。

参考文献

- [1] 汪洪军, 盛福雁, 刘强. 现代化计量科研实验区创造完美基础实验条件[J]. 中国计量, 2010(5):42-44.
- [2] 潘云钢. 我国暖通空调自动控制系统的现状与发展[J]. 暖通空调, 2012, 42(11):1-8.
- [3] 刘静纨, 魏东, 陈一民等. 中央空调制冷站控制策略分析[J]. 电气应用, 2014, 33(6):82-86.
- [4] 奚伟东. 冷水机组群控的设计与实现[J]. 安徽建筑, 2011, 18(3):151-153.
- [5] 张祖刚, 项颢, 贾琨, 等. 楼宇自控系统与冷源系统的集成应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2020(12):58-59.
- [6] 刘琳. 实验室空调通风系统设计的关键环节[J]. 洁净与空调技术, 2001(3):36-41.