

基于PLC的中央空调控制系统设计

郭志冬

(三门峡职业技术学院,河南三门峡 472000)

【摘要】空调行业对用电功耗的控制要求越来越严格,而现有中央空调系统能耗始终较高。文章充分利用中央空调负荷不确定性这一特征,采用PLC、变频器等器件,设计一款具有较高自动控制功能的中央空调系统。该系统通过电机配置变频器来实现调速控制,对不同负荷采取变风量控制和变流量控制来降低无效能源消耗,并设计了软件控制流程和组态监控界面,从而实现了中央空调的变频运行控制,最终实现变频节能的目的。

【关键词】中央空调;控制系统;PLC;变频器

【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2022.01.006】

【中图分类号】TP273

【文献标识码】A

【文章编号】2095-7661(2022)01-0020-03

Design of Central Air Conditioning Control System Based on PLC

GUO Zhi-dong

(Sanmenxia Polytechnic, Sanmenxia, Henan, China 472000)

Abstract: The control requirements of power consumption in the air conditioning industry are becoming more and more strict, and the energy consumption of the existing central air conditioning system is always high. Taking full advantage of the uncertainty of central air-conditioning load, this paper designs a central air-conditioning system with high automatic control function by using PLC, frequency converter and other devices. The system realizes speed regulation control by configuring frequency converter for motor, adopts variable air volume control and variable flow control for different loads to reduce invalid energy consumption, and designs software control process and configuration monitoring interface, so as to realize the variable frequency operation control of central air conditioning, and finally realize the purpose of variable frequency energy saving.

Keywords: central air conditioning; control system; PLC; frequency converter

随着工业的发展,人民生活水平大幅提升,中央空调系统在生活中随处可见,其广泛应用于学校、商超、地铁等场合。在大型建筑当中,中央空调系统好比人体供血系统一样,是十分重要的组成部分。其消耗的电能规模也十分庞大,占建筑四到六成的总能量消耗^[1]。而目前,中央空调控制系统信息传输速度慢、控制方式落后、无法监控设备运行状态,导致供给侧负荷和需求侧负荷不匹配,加之用电规模庞大,造成电能的巨大浪费。因此,设计一款具有较高自动化程度的中央空调控制系统,带来的收益是非常可观的。假如优化后的中央空调系统节能1%,每年节省的电能累计也是非常大的,这不仅为国家节省大量的能源,同时也降低

消费者的开销。节能的主要措施是采用变频器,变频器的使用不仅降低了中央空调启动的次数,而且减少了大功率电机频繁启动时对电网的冲击次数,保障电网的可靠运行,同时也提高了消费者使用的舒适度^[2]。

1 中央空调的结构组成

中央空调的主要结构包括空调主机、水循环系统、空调风机、冷却塔及相应的控制系统。以空调制冷工作过程为例,其工作原理如图1所示。

传统的中央空调系统主要有两大缺点。一是空调风机启动后,就一直保持在额定功率状态运行,输出的风量是固定值。二是空调的水循环系统设计是根据可能出现的最大负荷来进行的,并留

【收稿日期】 2022-01-23

【作者简介】 郭志冬(1981—),男,河南焦作人,三门峡职业技术学院副教授,工程硕士,研究方向:工业自动化控制、机器人技术应用。

【基金项目】 2020年度河南省教育厅“河南省高等职业院校青年骨干教师培养计划”(课题编号:2020ZGZG076)。

有一定的余量^[3]。这样的控制策略导致使用场景中的温度无论怎样变化,中央空调系统的风机、冷却泵、冷冻泵的电机转速都保持在设计的额定状态,系统能耗始终处于设计的最大值。而由于中央空调的使用场景多,且受多种因素(季节、天气、人流

量增减)变化影响,造成中央空调负荷充满不确定性。若中央空调系统继续保持工频运行的设计方案,不仅会使水泵和风机频繁地启动/停止,产生较大的冲击电流,不利于电网的安全运行,还会造成大量能源浪费^[4]。

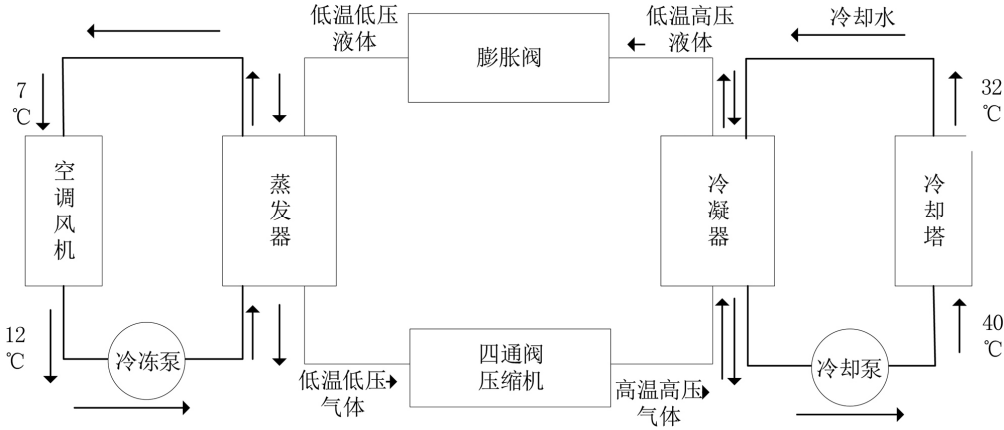


图1 中央空调制冷原理图

2 中央空调控制系统的硬件设计

本设计主要采用电机配置变频器来实现调速控制。对不同负荷采取变风量控制和变流量控制来降低空调风机、压缩机、冷却泵和冷冻泵电机产生的无效能源消耗。使实际需要的负荷同中央空调系统制造的冷量实现动态平衡,以达到节能的目的^[5]。中央空调控制系统硬件系统架构图如图2所示。

3 中央空调控制系统的软件设计

控制系统编程采用西门子博图软件,博图是把工程组态、软件编程和项目环境整合一体的全集成自动化软件。它把西门子STEP7、WinCC和StartDrive等独立的软件配置到了统一的软件平台,可以在相同开发环境中把PLC、HMI和驱动装置组态到一起,市面上所用的自动化控制编程任务基本都可以在上面完成。

3.1 中央空调工作控制流程设计

PLC根据指令,对控制对象进行控制,分为自动控制和手动控制。自动控制主要是启动各个设备和对各种泵进行变频控制,根据控制温度和实际温度差值,进行PID调节。具体在流程中的控制为:首先设定为自动模式,系统检测当前的实际温度,然后和设定的温度值进行比较,结果如果是相等或相近,则空压机低频节能运行;如果温度相差较大,则启动空压机、冷却泵、冷冻泵等设备进行工频全压运行,控制模式算法采用PID算法,可在博图软件中设置P、I和D的参数值,并设置为自动调节参数。手动控制则是分别对各个设备和各个泵进行单独控制,以及对泵的频率设定控制。具体操作为:首先设定控制模式为手动模式,然后根据实际情况决定是否手动启动风机和设定风机的频率即风速,然后根据传感器的检测结果,人为地判断设定温度和当前温度的差值大小,由操作者判断是否启动冷却泵,并设定冷却泵的频率即转速,若要温度提升,则手动启动加热器。控制流程图如图3所示^[6]。

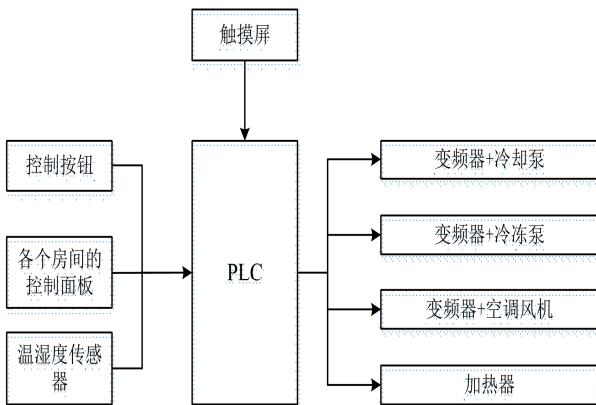


图2 中央空调控制系统硬件系统架构图

PLC采用S7-1200, CPU型号为1214DC/DC/DC,并配置了TP700 Comfort人机界面,用来显示系统温度趋势和报警信息等。变频器型号为MM420。控制时需要利用PLC中的“PID_Temp”功能块进行输出控制。中央空调系统温度检测范围一般在10℃到40℃,所以本次选用的温度传感器为工业中常用到的PT100热电阻。该传感器结构简单,模块化、标准化设计,可以快速替换,且价格便宜,在一般的温度测量中应用广泛。

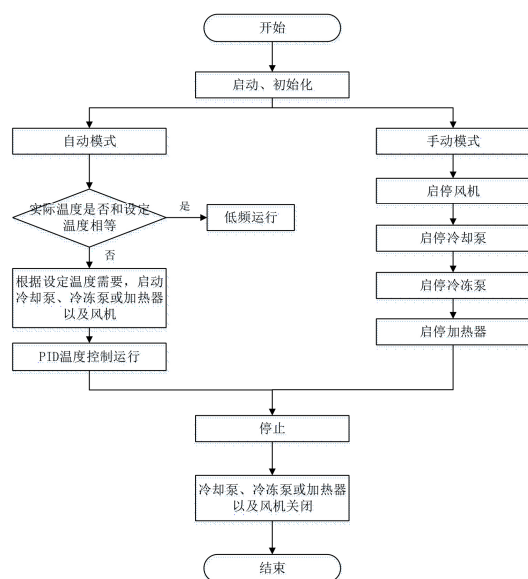


图3 中央空调工作控制流程图

3.2 中央空调工作控制组态设计

利用博图软件中的HMI设计软件,设计如图4、图5所示的组态界面。主要包括手动界面和自动界面。自动界面相对内容较少,只需要显示各个房间的温度值和风机、冷却泵、冷冻泵以及加热器的运行状态和各个泵的运行频率即可,不需要对各个设备在该界面进行控制,具体的控制过程体现在PLC的程序中,并自动完成。手动状态界面首先要显示各个房间的温度,各个设备和各个泵的运行状态以及当前运行的频率,然后需要对各个设备的运行状态进行手动控制,并要手动设定各个泵的运行频率。具体的自动控制组态界面如图4所示,手动控制组态界面如图5所示。

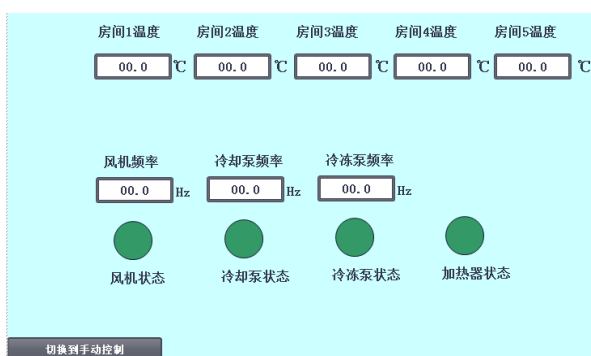


图4 中央空调自动控制组态界面图

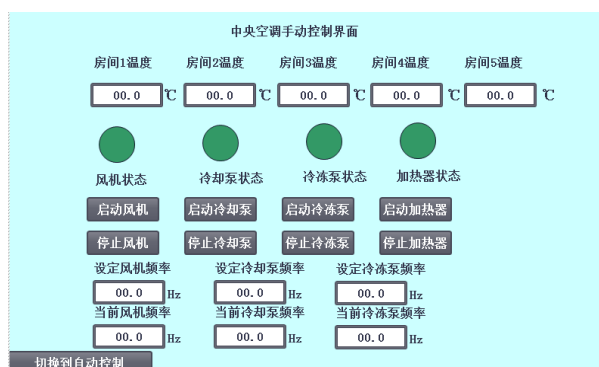


图5 手动控制组态界面图

4 小结

本设计实现了小型中央空调的PLC控制。在整个设计过程中,对中央空调的结构、运行原理、控制策略进行了研究,得到中央空调变频运行的方案。在此基础上设计了硬件控制系统并对主要硬件进行了选型;设计了软件控制的流程,规划了控制流程图;设计了组态监控界面包括自动控制界面和手动控制界面,从而实现了中央空调的变频运行控制,最终实现变频节能的目的^[7],该设计方案和思路对在大型建筑物(如学校、商超、地铁等公共场所)的中央空调变频节能运行设计有一定的参考作用。

【参考文献】

- [1]机电信息.2020年度中国中央空调市场总结报告[J].机电信息,2021(4):1-20.
- [2]杨艳霞.基于PLC的中央空调控制系统设计[J].电子测试,2020(14):27-28.
- [3]金华昊.一种基于PLC和变频器的中央空调循环水节能控制系统设计[J].现代制造技术与装备,2020(2):180-181.
- [4]张红祥.中央空调节能系统的设计与实现[J].建筑工程技术与设计,2018(36):3595.
- [5]谢钧,张仕坤,朱卫勇.浅析PID控制器的控制方法及参数调节[J].机电信息,2013(18):110-111.
- [6]赵林燕.中央空调系统变频节能的设计方案[J].现代制造技术与装备,2016(1):86-88.
- [7]戚野白,王丹,贾宏杰,黄仁乐,张逸,杨占勇.基于局部终端温度调节的中央空调需求响应控制策略[J].电力系统自动化,2015(17):82-88.