



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103411293 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201310399999. 7

(22) 申请日 2013. 09. 05

(73) 专利权人 刘新民

地址 300070 天津市河西区西康路康宁大厦
B 座 1405

专利权人 董哲生 邓祺 邓有智

(72) 发明人 刘新民 董哲生 邓祺 邓有智

(74) 专利代理机构 天津中环专利商标代理有限公司 12105

代理人 莫琪

(51) Int. Cl.

F24F 11/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1554904 A, 2004. 12. 15,

WO 2011127571 A1, 2011. 10. 20,

CN 101089503 A, 2007. 12. 19,

审查员 钟德惠

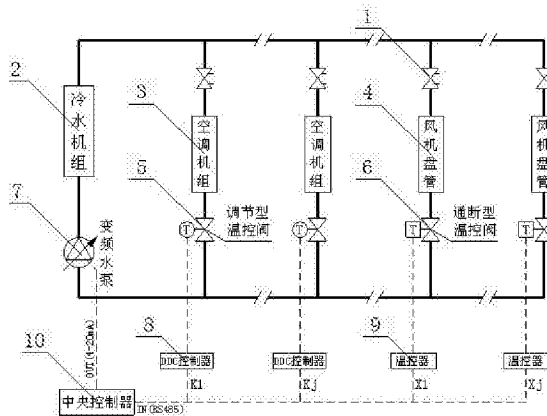
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

基于末端冷量主动性调节的空调冷水系统控制方法及装置

(57) 摘要

本发明涉及一种基于末端冷量主动性调节的集中式空调冷水系统控制方法及装置,采用调节型温控阀的系统控制策略时,先找出调节型温控阀相对开度指令最大值 K_{max} 的末端支路;再由中央控制器控制变频器同步调节在役冷水循环泵的转速、对冷水系统供水压力与流量的调节控制;采用通断型温控阀的系统控制策略时,通过中央控制器对比计算出系统中所有空调房间温度控制器开阀指令信号统计值的最大值,依据 n 个采样算术平均值是否等于 1 来判断系统水泵应该增频运行还是降频运行,其优点是,通过对既有空调冷水系统水泵控制策略的分析,由中央控制器采用比较控制算法,实时控制在役冷水循环泵状态,实现集中式空气调节系统冷水系统的经济运行,具有显著节能效果。



1. 基于末端冷量主动性调节的集中式空调冷水系统控制方法，其特征在于通过对既有空调冷水系统水泵控制策略的分析，由中央控制器设定数学计算模型和控制算法，实现对系统水泵转速的控制策略，对系统末端冷量进行主动性调节，而非以系统管网温度、温差、压力、压差、流量一系列过程物理量的变化来控制系统水泵，通过对其内在机理的细致研究，寻求冷水系统变流量控制策略、冷水泵运行转速与台数策略的优化，所述控制方法利用集中式空调冷水系统装置实现，控制装置包括中央控制器、多个具备网络通信功能的 DDC 控制器和多个具有网络通信功能的温度控制器；

所述中央控制器由具有智能 PID 控制功能的 PLC 构成，PLC 采用 Modbus 通讯协议工业现场控制总线 RS485 通信接口，中央控制器通过采用 Modbus 通讯协议工业现场控制总线 RS485 分别与 DDC 控制器、温度控制器通信连接；

对应用户侧末端的每一个空调机组的串接管路上，配置安装有比例调节型温度控制两通阀，比例调节型温度控制两通阀与一个 DDC 控制器连接；

对应用户末端的每一组风机盘管的串接管路上，配置安装有通断式温度控制两通阀，通断式温度控制两通阀与一个温度控制器连接；

与制冷机组串接的变频调速循环冷水泵受交流变频器控制，交流变频器由中央控制器输出信号控制；

DDC 控制器和温度控制器通过 RS485 双工串行通信接口与中央控制器的 PLC 输入模块连接，将实时采集到的末端阀门开度控制信号输入到中央控制器，经中央控制器统计分析运算后输出调速控制信号采用标准电流模拟控制信号或者 Modbus 通讯协议、以太网通讯技术对交流变频器控制，进而实现对循环水泵的调速控制；

通过 DDC 控制器控制用户侧末端空气调节机组所配置的比例调节型温度控制两通阀；

通过温度控制器控制末端风机盘管所配置的通断式温度控制两通阀；

中央控制器的 CPU 模块通过通信接口连接上位计算机，由上位计算机中运行的组态软件完成监测控制组态，经分布式通讯及控制系统实现对 n 个温控阀门的采样检测，通过制定控制策略并由计算机控制中央控制器实现空调冷水系统末端冷量主动性调节；

在集中式空调冷水系统与制冷机组串接的变频调速循环冷水泵、多个末端空调机组和多个末端风机盘管上安装连接空调冷水系统控制装置，利用空调冷水系统控制装置来执行空调末端用户给水连续性调节和脉冲性调节，从而实现末端冷量主动性调节，实现集中式空调冷水系统控制，获得节能效果；

所述方法，包括调节型温控阀指令信号所对应的调节型温控阀的系统控制策略和通断型温控阀指令信号所对应的通断型温控阀的系统控制策略；

(1) 采用调节型温控阀的系统控制策略：

当冷水系统的末端支路采用调节型两通阀进行温度自动控制时，其本质是通过增大温控阀开度，提高供冷水量，降低支路换热器水侧平均温度，增加传至空气侧的供冷量；反之则减小温控阀开度，降低供冷水量，提高支路换热器水侧平均温度，减少传至空气侧的供冷量；若末端服务区内被控温度偏离设定值，末端温度控制器则发出相应的阀门开度调节指令，当末端温度控制器发出 100% 开度指令信号时，则视为该末端支路的资用压力没有冗余且有可能欠流量，则通过提高冷水泵转速来提升用户资用压力，从而增加末端流量；当末端温度控制器发出小于 100% 开度指令信号时，表明该末端支路的资用压力过大，可降低冷水

泵转速,将末端温度控制器对温控阀发出的开度指令信号视为该末端对系统冷水侧资用压力需求的被控信号;

充分考虑到同时满足系统中所有末端用户对冷水量的要求,控制策略为:在制定的采样时间周期内,通过数次采集系统所有调节型温控阀的开度指令信号进行统计平均,从所有末端用户当中找出调节型温控阀相对开度指令最大值 K_{\max} 的末端支路;

若 $K_{\max}=100\%$,说明该末端空气侧的冷负荷对冷盘管的供冷量需求增加,相应的供水流量不足,可通过提高水泵转速逐步提高末端供水侧资用压力,确保系统中所有用户实际流量需求;若 $90\% < K_{\max} < 100\%$,则可维持水泵当前转速,保持当前冷水系统压力;若 $K_{\max} < 90\%$,则视其资用压力冗余,逐步降低水泵转速,减少系统输送能耗;

为了有效控制系统供水压力的频繁振荡,通过中央控制器的 PLC 根据数学模型编制程序,计算出相应 n 周期算术平均值 $\overline{K_{pmax}}$:

数学模型为:

$$\overline{K_{pmax}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{maxi}$$

式中, $\overline{K_{pmax}}$ 为当前时段系统调节阀开度指令的平均值; n 为采样次数,取 $n \geq 10$; K_{maxi} 为末端调节阀开度指令值;再由中央控制器输出优化后的控制信号,控制变频器同步调节系统在役冷水循环泵的转速,进而实现对冷水系统供水压力与流量的调节控制;

(2) 采用通断型温控阀的系统控制策略:

通断型阀门是通过阀门过流截面流体通过时间的脉冲式调节,实施供冷水量调节,流体在制定时间周期内的平均体积流量可以表示为时间的函数:

$$V = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} V_n(t) \cdot dt$$

式中 V 为采样周期内流体平均体积流量,单位: m^3/s ; τ 为采样时间周期,单位: s ; V_n 为流体瞬时流量,单位: m^3/s ; t 为时间变量,单位: s ;

以夏季空调工况为例,当空调房间的温度高于设定值时,温控器就会向通断阀发出开阀指令 $A=1$;反之当空调房间的温度低于设定值时,温控器则发出关阀指令 $A=0$;

在制定采样时间周期 τ 内,对每台空调房间温控器输出的开阀指令采集 i 次;取 $i=10$,对于编号为 j 的空调末端温控阀,如果连续 10 次获得温控器发出的开/关指令统计值

$X_j = \sum_{i=1}^{10} N_i = 10$,说明此时这台空调末端所在支路资用压力没有冗余,因此不能排除欠流量的可能,故增加系统水泵的运行转速,提高末端支路的资用压力,以保障设计流量要求;

而当 $X_j = \sum_{i=1}^{10} N_i \leq 9$ 时则说明该末端支路尚有冗余压差,对系统冷水泵有减速运行的节能空间;

出于保证系统所有末端空调房间服务质量的考虑,通过中央控制器对

比计算找出系统中所有空调房间温度控制器开阀指令信号统计值的最大值 $X_{\max} = \max (X_1, X_2, \dots, X_n)$, 依据 n 个采样算术平均值 $\overline{X_{pmax}}$ 值是否等于 1 来判断系统水泵究竟应该增频运行还是降频运行:

$$\overline{X_{pmax}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{maxi}$$

式中,

为 $\overline{X_{pmax}}$ 为当前时段系统调节阀开度指令的平均值; n 为采样次数, 取 $n \geq 10$; X_{maxi} 为末端通断阀开度指令值; 再由中央控制器输出优化后的控制信号控制变频器同步调节系统在役冷水循环泵的转速, 进而实现对冷水系统供水压力与流量的调节控制。

2. 用于实现权利要求 1 的方法的基于末端冷量主动性调节的集中式空调冷水系统控制装置, 其特征在于, 包括中央控制器(10)、多个具备网络通信功能的 DDC 控制器(8) 和多个具有网络通信功能的室内温度控制器(9); 中央控制器(10) 由 Schneider Electric 生产的 TWDLCAA40DRF 可编程逻辑控制器及其输入/输出模块构成, 集成串行链接接口适配器 RS232C/RS485, 中央控制器(10) 通过集成串行链接接口适配器控制变频水泵(7);

每个 DDC 控制器(8) 与对应的调节型温控阀(5) 连接, 用于控制调节型温控阀;

每个室内温度控制器(9) 与对应的通断型温控阀(6) 连接, 用于控制通断型温控阀(6);

中央控制器(10)、电动机保护器、上位机服务器、显示屏及相应的输入/输出通信接口电路, 采用 DJVPV 双绞屏蔽电缆搭建物理通讯总线连接, 构成一套完整的智能控制装置;

所有末端室内温度控制器(9) 以及 DDC 控制器(8) 所发出的温控阀开度指令信号, 通过中央控制器设定的数学计算模型和控制算法, 实现对系统冷水泵转速的控制策略。

基于末端冷量主动性调节的空调冷水系统控制方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及集中式空气调节冷水系统的控制方法,尤其是涉及一种基于末端冷量主动性调节的集中式空调冷水系统控制方法及装置。

背景技术

[0002] 现行国家标准 GB50155-92《采暖通风与空气调节术语标准》第 5.3.2 条将集中进行空气处理、输送和分配的空气调节系统定义为集中式空气调节系统 central air conditioning system,俗称中央空调系统,在现代文明社会中已得到广泛应用。成为现代建筑及工业化生产中能耗最大的设施之一,其节能运行控制技术及装置的开发研究和创新应用在全球范围内得到广泛重视。

[0003] 集中空调系统控制参量的确定包括两个方面:一是作为终极控制目标的被控对象使用参数,例如房间温湿度;二是保证终极控制目标所需的中间过程及其控制参量,例如对运行设备的启停控制、电气与机械连锁以及投入台数控制均属中间过程。控制参量则包括压力、压差、温度、温差、流量以及阀门控制,电动机转速调节。

[0004] 目前包括《中央空调冷水系统模糊预期控制方法及装置》、《基于人工神经网络技术的中央空调节能控制装置》专利在内的节能控制方法,多采用温度传感器、压力传感器、水流压差传感器、流量计以及制冷机组负荷传感器装置对集中空调系统冷源侧冷水系统的供回水温度、温差、压力、压差、供水流量、制冷机组负荷以及室外环境温湿度一系列运行过程参数进行采集,通过不同的计算机智能控制算法调节变频调速水泵的转速,以改变冷水系统水泵的扬程和流量,从而获得一定的节能效果。即通过过程参量的采集实施过程参量控制,控制的是冷水过程参量。

[0005] 现有技术的实质是,研究者试图使冷水系统的某些或者全部过程参量的物理量数值(温度、温差或压力、压差)在系统运行过程中尽可能地维持不变或者逼近恒定,而忽视了冷水是将冷源侧制冷机组产生的冷量不断输送至用冷侧末端用户,冷水在系统中是一种载冷介质,仅起着承载冷量输配的作用。在保证系统末端空气调节服务质量的前提下,无论采用何种冷水泵变频控制策略,系统水泵工作点的流量和扬程都取决于系统水泵运行特性曲线与管网特性曲线的交点,水泵工作点的变化是末端冷负荷变化导致的温控阀开度调节的结果。

[0006] 当冷水系统末端用户采用两通温控调节阀自动进行变水量调节时,其调节的本质是通过增大流经末端冷盘管的水量来降低其回水温度,由此使冷盘管水侧平均温度下降,传递到空气侧的冷量增加;或者减少流经末端冷盘管的水量以提高其回水温度,从而使冷盘管水侧平均温度上升,减少传至空气侧的冷量。若服务区内终极被控目标的温度偏离设定值,温度控制器则发出相应的阀门开度调节指令自动调节温控阀门开度,从而实现对末端冷盘管产冷量的自动控制。

[0007] 部分负荷工况下出现冷水系统的流量变化其根本原因在于末端冷负荷变化引起的用户末端温控阀的自动调节和系统冷水泵运行台数或者转速的控制。其中末端温控阀开

度的自动调节造成系统管网特性曲线变化；冷水泵运行台数和转速的调节则改变了系统水泵特性曲线。无论是系统管网特性曲线的变化，还是系统水泵特性曲线的改变都毫无例外地直接导致系统水泵实际工作点的移动，造成系统循环水泵流量与扬程的变化。这种调节是主动性的、本质性的，且具有显著的非线性和互扰多变的系统属性。因此，建立在载冷介质系统冷水运行物理参数采集与控制基础之上的现有中央空调节能控制技术难以解决满足系统中所有末端用户对服务质量的要求与居高不下的冷水系统运行能耗之间的矛盾，存在不断改进和完善的技术空间。

[0008] 当今，包括工业自动控制、计算机智能控制、现代通讯技术和 IT 领域科研成果的技术应用正在不断地向传统领域渗透，有利地促进了不同领域的科技进步和革命。许多过去仅仅依靠集中空调技术难以解决的难题，如今则可以通过现代控制技术的进步得以迎刃而解。

发明内容

[0009] 本发明旨在提出一种基于末端冷量主动性调节的集中式空调冷水系统控制方法及装置。该发明基于对事物本质的基本判断：在保证系统末端空气调节服务质量的前提下，无论采用何种冷水泵变频控制策略，系统水泵实际工作点取决于系统水泵运行特性曲线与管网特性曲线的交点，其中由于末端冷负荷变化所导致的温控阀开度调节是造成管网特性曲线变化的根本因素，是系统水泵实际工作点变化的主要矛盾，是主动性的；水泵转速的调节和运行台数的启停控制处于被动性地位；冷水系统的温度、温差、压力、压差、流量过程物理量的变化则为事物内在变化的表征。

[0010] 本方法与现有空调冷水系统节能控制技术根本的区别在于：直接采集冷水系统中所有末端温控阀开度指令信号的变化，通过中央控制器设定的数学计算模型和控制算法，实现对系统水泵转速的控制策略。而不是间接地关注系统管网温度、温差、压力、压差、流量过程物理量的变化。追求在确保系统中所有末端用户支路实时所需资用压力以及保障空调所有末端服务质量的前提下，挖掘冷水系统运行节能空间，实现合理的节能目的。

[0011] 本发明是这样实现的：基于末端冷量主动性调节的集中式空调冷水系统控制方法，其特征在于通过对既有空调冷水系统水泵控制策略的分析，由中央控制器设定数学计算模型和控制算法，实现对系统水泵转速的控制策略，对系统末端冷量进行主动性调节，而非以系统管网温度、温差、压力、压差、流量一系列过程物理量的变化来控制系统水泵，通过对其内在机理的细致研究，寻求冷水系统变流量控制策略、冷水泵运行转速与台数策略的优化，所述控制方法利用集中式空调冷水系统装置实现，所述控制装置包括中央控制器、多个具备网络通信功能的 DDC 控制器和多个具有网络通信功能的温度控制器；

[0012] 所述中央控制器由具有智能 PID 控制功能的 PLC 构成，PLC 采用 Modbus 通讯协议工业现场控制总线 RS485 通信接口，中央控制器通过采用 Modbus 通讯协议工业现场控制总线 RS485 分别与 DDC 控制器、温度控制器通信连接；

[0013] 对应用户侧末端的每一个空调机组的串接管路上，配置安装有比例调节型温度控制两通阀，比例调节型温度控制两通阀与一个 DDC 控制器连接；

[0014] 对应用户末端的每一组风机盘管的串接管路上，配置安装有通断式温度控制两通阀，通断式温度控制两通阀与一个温度控制器连接；

[0015] 所述与制冷机组串接的变频调速循环冷水泵受交流变频器控制,交流变频器由中央控制器输出信号控制;

[0016] DDC 控制器和温度控制器通过 RS485 双工串行通信接口与中央控制器的 PLC 输入模块连接,将实时采集到的末端阀门开度控制信号输入到中央控制器,经中央控制器统计分析运算后输出调速控制信号采用标准电流(电压)模拟控制信号或者 Modbus 通讯协议、以太网通讯技术对交流变频器控制,进而实现对循环水泵的调速控制;

[0017] 通过 DDC 控制器的控制用户侧末端空气调节机组所配置的比例调节型温度控制两通阀;

[0018] 通过温度控制器的控制对象末端风机盘管所配置的通断式温度控制两通阀;

[0019] 中央控制器的 CPU 模块通过通信接口连接上位计算机,由上位计算机中运行的组态软件完成监测控制组态,经分布式通讯及控制系统实现对 n 个温控阀门的采样检测,通过制定控制策略并由计算机控制中央控制器实现空调冷水系统末端冷量主动性调节;

[0020] 在集中式空调冷水系统与制冷机组串接的变频调速循环冷水泵、多个末端空调机组和多个末端风机盘管上安装连接空调冷水系统控制装置,利用空调冷水系统控制装置来执行空调末端用户给水连续性调节和脉冲性调节两种控制策略,从而实现末端冷量主动性调节实现集中式空调冷水系统控制,获得节能效果;

[0021] 所述方法,包括调节型温控阀指令信号所对应的调节型温控阀的系统控制策略和通断型温控阀指令信号所对应的通断型温控阀的系统控制策略;

[0022] (1) 采用调节型温控阀的系统控制策略:

[0023] 当冷水系统的末端支路采用调节型两通阀进行温度自动控制时,其本质是通过增大温控阀开度,提高供冷水量,降低支路换热器水侧平均温度,增加传至空气侧的供冷量;反之则减小温控阀开度,降低供冷水量,提高支路换热器水侧平均温度,减少传至空气侧的供冷量;若末端服务区内被控温度偏离设定值,末端温度控制器则发出相应的阀门开度调节指令,当末端温度控制器发出 100% 开度指令信号时,则视为该末端支路的资用压力没有冗余且有可能欠流量,则通过提高冷水泵转速来提升用户资用压力,从而增加末端流量;当末端温度控制器发出小于 100% 开度指令信号时,表明该末端支路的资用压力过大,可降低冷水泵转速,将末端温度控制器对温控阀发出的开度指令信号视为该末端对系统冷水侧资用压力需求的被控信号;

[0024] 充分考虑到同时满足系统中所有末端用户对冷水量的要求,控制策略为:在制定的采样时间周期内,通过数次采集系统所有调节型温控阀的开度指令信号进行统计平均,从所有末端用户当中找出调节型温控阀相对开度指令最大值 K_{\max} 的末端支路;

[0025] 若 $K_{\max}=100\%$,说明该末端空气侧的冷负荷对冷盘管的供冷量需求增加,相应的供水流量不足,可通过提高水泵转速逐步提高末端供水侧资用压力,确保系统中所有用户实际流量需求;若 $90\% > K_{\max} < 100\%$,则可维持水泵当前转速,保持当前冷水系统压力;若 $K_{\max} < 90\%$,则视其资用压力冗余,逐步降低水泵转速,减少系统输送能耗;

[0026] 为了有效控制系统供水压力的频繁振荡,通过中央控制器的 PLC 根据数学模型编制程序,计算出相应 n 周期算术平均值 $\bar{K}_{p,\max}$:

[0027] 数学模型为：
$$\overline{K_{pmax}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{maxi}$$

[0028] 式中， $\overline{K_{pmax}}$ 为当前时段系统调节阀开度指令的平均值； n 为采样次数，通常取 $n \geq 10$ ； K_{maxi} 为末端调节阀开度指令值；再由中央控制器输出优化后的控制信号，控制变频器同步调节系统在役冷水循环泵的转速，进而实现对冷水系统供水压力与流量的调节控制；

[0029] (2) 采用通断型温控阀的系统控制策略：

[0030] 通断型阀门是通过阀门过流截面流体通过时间的脉冲式调节，实施供冷水量调节，流体在制定时间周期内的平均体积流量可以表示为时间的函数：

[0031]

$$V = \frac{1}{\tau} \cdot \int_0^{\tau} V_n(t) \cdot dt$$

[0032] 式中 V 为采样周期内流体平均体积流量，单位： m^3/s ； τ 为采样时间周期，单位： s ； V_n 为流体瞬时流量，单位： m^3/s ； t 为时间变量，单位： s ；

[0033] 以夏季空调工况为例，当空调房间的温度高于设定值时，温控器就会向通断阀发出开阀指令 ($N=1$)；反之当空调房间的温度低于设定值时，温控器则发出关阀指令 ($N=0$)；

[0034] 在制定采样时间周期 τ 内，对每台空调房间温控器输出的开阀指令采集 i 次；以 $i=10$ 为例，对于编号为 j 的空调末端温控阀，如果连续 10 次获得温控器发出的开/关指令

统计值 $X_j = \sum_{i=1}^{10} N_i = 10$ ，说明此时这台空调末端所在支路资用压力没有冗余，因此不能排除欠流量的可能，故增加系统水泵的运行转速，提高末端支路的资用压力，以保障设计流量

要求；而当 $X_j = \sum_{i=1}^{10} N_i \leq 9$ 时则说明该末端支路尚有冗余压差，对系统冷水泵有减速运行的节能空间；

[0035] 出于保证系统所有末端空调房间服务质量的考虑，通过中央控制器对比计算找出系统中所有空调房间温度控制器开阀指令信号统计值的最大值 $X_{max} = \max(X_1, X_2, \dots, X_j)$ ，依据 n 个采样算术平均值 $\overline{X_{pmax}}$ 值是否等于 1 来判断系统水泵究竟应该增频运行还是降频运行：

[0036]

$$\overline{X_{pmax}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{maxi}$$

[0037] 式中， $\overline{X_{pmax}}$ 为当前时段系统调节阀开度指令的平均值； n 为采样次数，通常取 $n \geq 10$ ； X_{maxi} 为末端通断阀开度指令值；再由中央控制器输出优化后的控制信号控制变频器同步调节系统在役冷水循环泵的转速，进而实现对冷水系统供水压力与流量的调节控

制。

[0038] 本发明有益效果是：由于该发明采用了比较控制算法，简单明朗，迅速可靠。以上控制策略的统计、计算工作都可依托具有智能 PID 控制功能的现代可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC) 或者电脑服务器、甚至个人电脑(Personal Computer PC) 智能控制产品和现代网络通讯技术得以完成，实现及时准确地采集、统计数百甚至数千台空调末端连续性调节型温控阀开度指令信号。采样时间周期应视系统的实际工况而定，对于采用长延时、大滞后或大管径长行程电动温控阀的系统应适当延长采样周期。

[0039] 本发明正是在保障系统服务质量和运行安全的前提下，充分利用了现代计算机科技、通讯技术和 IT 技术的成果，从而实现集中式空气调节系统冷水系统的经济运行，具有显著的节能效果和实际应用意义。某项目自 2012 年 1 月 20 日正式投用运行以来，系统运行稳定，安全可靠，并保证了末端空调的工艺要求与服务质量。空调系统综合节电率达到 43.05%，年均节电量约为 86.1 万 kWh，减少 675885kg 二氧化碳排放，取得良好的经济效益和社会效益。

[0040] 采用调节型温控阀的系统控制策略时，先找出调节型温控阀相对开度指令最大值 K_{\max} 的末端支路；再由中央控制器控制变频器同步调节在役冷水循环泵的转速、对冷水系统供水压力与流量的调节控制；采用通断型温控阀的系统控制策略时，通过中央控制器对比计算找出系统中所有空调房间温度控制器开阀指令信号统计值的最大值，依据 n 个采样算术平均值是否等于 1 来判断系统水泵应该增频运行还是降频运行，其优点是，通过对既有空调冷水系统水泵控制策略的分析，由中央控制器采用比较控制算法，实时控制在役冷水循环泵状态，实现集中式空气调节系统冷水系统的经济运行，具有显著节能效果。

附图说明

[0041] 图 1、基于末端冷量主动性调节的集中式空调冷水系统控制装置原理图。

[0042] 图中：1. 通断型温控阀，2. 制冷机组，3. 末端空调机组，4. 末端风机盘管，5. 调节型温控阀，6. 通断型温控阀，7. 变频调速循环冷水泵，8. DDC 控制器，9. 室内温度控制器，10. 中央控制器。

具体实施方式

[0043] 为了更清楚的理解本发明，结合附图和实施例详细描述本发明：

[0044] 本实施例所提供的基于末端冷量主动性调节的集中式空调冷水系统控制装置原理如图 1 所示：被控部件包括：制冷机组(2)、变频调速循环冷水泵(7)；末端空调机组(3)和调节型温控阀(5)；末端风机盘管(4)和通断型温控阀(6)；末端支路静态平衡阀(1)。

[0045] 用于实现的所述方法的基于末端冷量主动性调节的集中式空调冷水系统控制装置，包括中央控制器(10)、多个具备网络通信功能的 DDC 控制器(8)和多个具有网络通信功能的室内温度控制器(9)；中央控制器(10)由 Schneider Electric 生产的 TWDLCAA40DRF 可编程逻辑控制器及其输入/输出模块构成，集成串行链接接口适配器 (RS232C/RS485)，中央控制器(10)通过集成串行链接接口适配器控制变频水泵(7)；

[0046] 每个 DDC 控制器(8)与对应的调节型温控阀(5)连接，用于控制调节型温控阀；

[0047] 每个室内温度控制器(9)与对应的通断型温控阀(6)连接,用于控制通断型温控阀(6);

[0048] 中央控制器(10)和相应的输入/输出通信接口电路、电动机保护器、上位机服务器和显示屏、相应的输入/输出通信接口电路,采用DJVPV双绞屏蔽电缆搭建物理通讯总线连接各设备构成一套完整的智能控制装置;

[0049] 所有末端室内温度控制器(9)以及DDC控制器(8)所发出的温控阀开度指令信号,通过中央控制器设定的数学计算模型和控制算法,实现对系统冷水泵转速的控制策略。

[0050] 图1中仅画出了中央控制器与变频泵和温控器的控制连线,略去了中央控制器与制冷机组和各空调末端的控制连线(这些略去的部分与发明专利申请无关)。

[0051] 本装置与现有空调冷水系统节能控制装置之间最根本的区别在于:采用中央控制器直接采集冷水系统中所有末端温度控制器(包括DDC)所发出的温控阀开度指令信号,通过中央控制器设定的数学计算模型和控制算法,实现对系统冷水泵转速的控制策略。彻底摒弃了现有空调冷水系统节能控制设备通用的温度传感器(变送器)、压力传感器(变送器)、压差传感器(变送器)、流量计元器件,并不监测和控制系统管网温度、温差、压力、压差、流量过程物理量的变化。本装置追求在确保系统中所有末端用户支路实时所需资用压力以及保障空调所有末端服务质量的前提下,挖掘空调冷水系统运行节能空间,实现合理的节能目的。

[0052] 本实施例采用具有智能PID控制功能的PLC作为中央控制器;对应用户侧末端空气调节机组所配置的比例调节型温度控制两通阀设有具备网络通信功能的DDC控制器;对应末端风机盘管所配置的通断式温度控制两通阀设有具有网络通信功能的温度控制器;对应冷源侧冷水循环泵设有交流变频器和变频水泵。

[0053] 系统采用Modbus通讯协议工业现场控制总线RS485通信接口设计,具有现代网络通信功能的末端DDC控制器和室内温度控制器通过RS485双工串行通信接口与中央控制器的输入模块连接,将实时采集到的末端阀门开度控制信号输入到中央控制器,经中央控制器统计分析运算后输出调速控制信号采用标准电流(电压)模拟控制信号或者Modbus通讯协议、以太网通讯技术对循环水泵变频器实施调速控制。

[0054] 可以通过由计算机设备和触摸屏显示设备构成上位机完成监测控制组态,经分布式通讯及控制系统能够实现对成千上百个末端温控阀门开阀指令的采样检测和统计计算。

[0055] 以一个实际工程节能改造实例加以说明:该工程项目冷源侧空调机房原配有1120kW、1520kW螺杆式水冷机组(2)各1台,37kW离心式冷冻水泵(7)3台;末端需冷侧配置有供冷量为63~296kW不等的空气调节机组(3)共计14台、风机盘管(4)若干。节能改造工程在原有项目基础上主要增设以下设备:

[0056] 离心式冷冻水泵加装Schneider Electric生产的ATV21HD37N4变频器(7);

[0057] 调节型温控阀(5)采用西门子VVF40系列电动比例调节两通阀;

[0058] 通断型温控阀(6)采用北京海林自控设备有限公司生产的HL-G2型系列电动阀;

[0059] 末端支路静态平衡阀(1)采用浙江盛世博扬阀门工业有限公司生产的SASPHF系列手动静态平衡阀;

[0060] 用于控制比例调节型温控阀的DDC控制器(8)为空调机组原厂随机配置件,增设RS485通信接口,使其具备网络通讯功能;

[0061] 用于控制通断型温控阀的室内温度控制器(9)选用北京海林自控设备有限公司生产的 HL8102AN 温度控制器,具有 RS485 网络通讯和控制功能;

[0062] 中央控制器(10)采用 Schneider Electric 生产的 TWDLCAA40DRF 可编程逻辑控制器及其输入/输出模块,集成串行链接接口适配器(RS232C/RS485);

[0063] 显示屏采用 DELL 出品 Inspiron One 23 一体机型计算机;

[0064] 相应的输入/输出通信接口电路主要选用 MOXA 出品的 Uport1130、Uport1250 型串口适配器,Nport5130 串口服务器,采用 DJVPV 双绞屏蔽电缆构建物理通讯总线连接各设备构建成一套完整的智能控制装置;

[0065] 智能电机保护器采用厦门 TAIHANG 公司出品的 M203-100CLPVT5;

[0066] 制冷机组能耗计量采用原有市电计量计费装置,增设水泵运行能耗计量表采用了德力西公司生产的 DTS607MQ1CD485 型三相四线电度表。

[0067] 当系统供冷负荷降低(或增大)时,图 1 中的 DDC 控制器(8)和室内温控器(9)分别周期性采集各自对应温控阀(调节型和通断型)的开阀指令信号,中央控制器则在设定的采样周期内对所有温控阀指令信号参数进行统计分析,找出实时采样周期内需求开度最大(或通/断时间比最大)的末端温控阀,据此对系统变频水泵(7)所提供各空调末端的流量是否不足或冗余作出判断,输出 4~20mA 给出下一周期水泵运行应降频运行或增频运行的控制指令。基于对既有空调冷水变流量系统节能控制策略的分析,关注系统末端冷量的主动性调节,而非系统管网温差和压差等物理量的变化,通过对其内在机理的细致研究,寻求水泵变频控制策略、运行台数策略的优化。优化方案注重全局性以及与实际工程的结合,对相关研究进行分析整合后给出,这将为该领域诸多悬而未决的热点问题提供重要的理论参考,并具有实际应用价值。

[0068] 该控制装置完成安装调试自 2012 年 1 月 20 日正式投用运行以来,除国家法定节假日外,连续 24 小时全年运行,系统运行稳定,安全可靠,并保证了末端空调的工艺要求与服务质量。依据国家标准 GB/T26759-2011《中央空调水系统节能控制装置技术规范》经甲乙双方双方共同测试,使用该系统后,在保证末端工艺要求的前提下,大幅度降低了能耗,集中空气调节系统综合节电率达到 43.05%,2012 年企业电耗同比下降了 16% 左右,年均节电量约为 86.1 万 kWh,减少 675885kg 二氧化碳排放,取得良好的经济效益和社会效益。

[0069] 根据上述说明,结合本领域技术可实现本发明的方案。

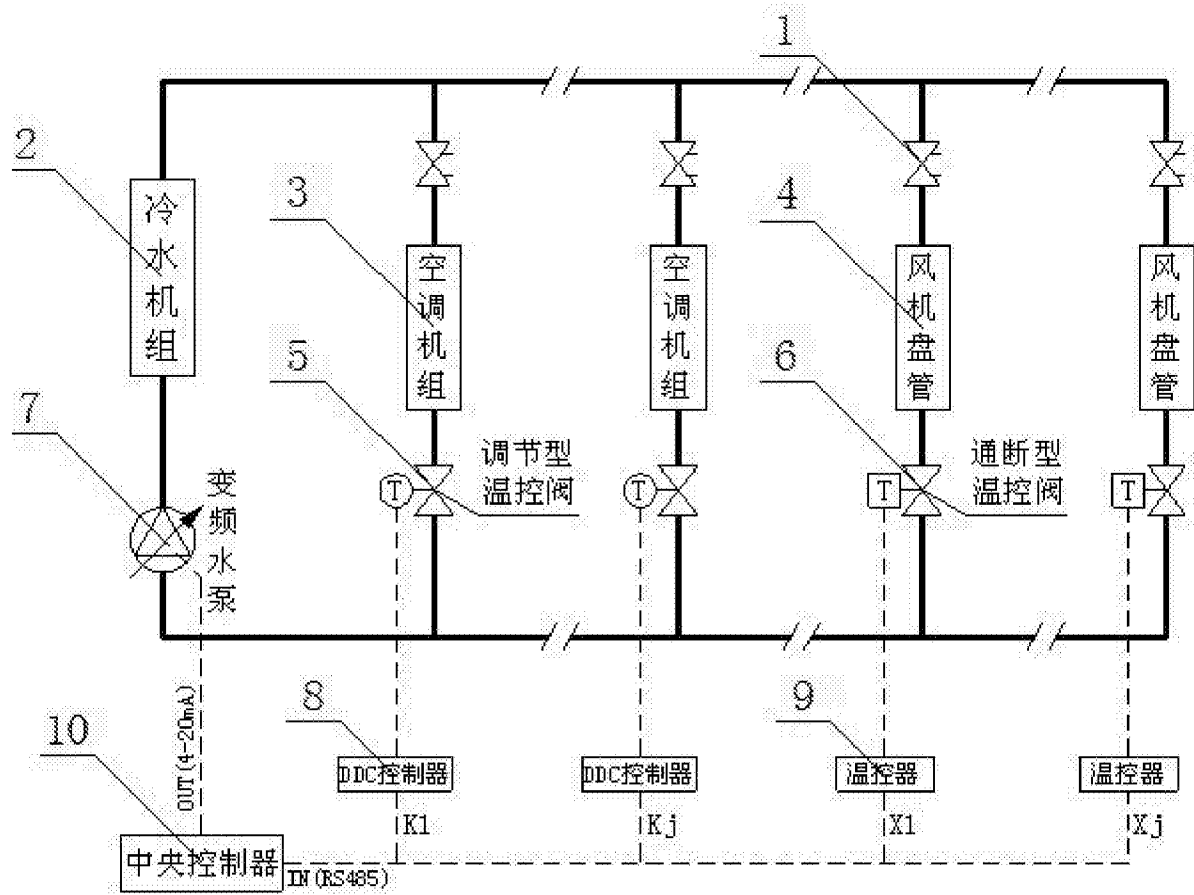


图 1