

中央空调系统的 自动控制设计和节能思路探讨

翁史俊

宁波市建工集团建泰建筑智能工程有限公司

【摘要】本文就建筑中央空调系统自动化控制设计原理、方法和系统功能特点做了较为详尽的分析和介绍,提出了空调自控系统节能设计的基本思路及控制策略。

【关键词】空调自控节能 设计思路 冷热源 能量输送系统 自控节能发展趋势

建筑中央空调系统的自动化控制不但能为大厦用户创造一个高效、便利、合理和安全的工作环境,同时可最大限度地减少和降低能量消耗,降低运行管理成本,从而获得提高经济效益的目的。本文简单阐述了中央空调系统自动化控制和节能设计的一些基本思路和方法,谨以供业内人士借鉴参考。

1 中央空调自控系统的基本构成及中央控制系统配置原则

目前,国内建筑空调自动化控制系统基本上都采用集散控制模式和模块化结构,一般由中央控制器(主控制器和工作站)、现场控制器和末端设备等装置所构成。中央控制器设在大厦监控操作中心,集中统一对空调系统进行管理。中心一般由计算机及打印机组成,它既能对主要设备及系统的运行状态和参数进行监测、显示、记录和远程设定、启停远程控制,又能通过系统下面连接着的直接数字控制器来控制现场设备、接收空调设备上的各种传感器和检测器发出的数据,按控制器内部预先设置的参数和控制程序进行响应运算。中央控制站系统设计思路一般为:

1. 中央站计算机可使用 Intel80386 及以上处理器的个人电脑,有条件建议采用奔腾 II 微处理机的或相同类型及以上机型, 32M 内存, 2.5G 硬盘, 104 增强型键盘, 15 英寸高分辨率显示器, 两个串行口, 一个并行口, 一台彩色打印机。

2. 操作站可使用通常的 Microsoft Windows

软件或与之兼容的程序为基础平台,采用实时图形监控操作软件,可图形化显示或打印各种信息来观察当前或以前所监控的各种空调设备运行状态及数据,并采用标准的 TCP/IP 协议,具有开放性数据库,能满足集中监控的需要并同时与系统规模相适应。

3. 系统构成必须能保证建筑空调自控系统的正常使用,能处理异常事故并提供各种报警信号,灵活便于使用和维护方便。

4. 配置宜尽量减少故障波及面,实现“危险分散”,当中央操作站发生问题时,控制器不受影响,能继续进行运行,完成原有的全部控制功能。

5. 追求最大限度地减少初期投资和易于实现系统未来扩展为目标。

2 中央空调系统自动化控制设计的构造特点和节能技术要求

空调系统的自动控制设计可以从以下 4 个方面考虑:

1. 冷热源及水管路系统的调节控制和设备的启停控制;

2. 系统设备机组、管路基本参数的测量;

3. 基本的能量调节控制;

4. 节能控制,节省电能永远是空调自控设计的一个课题。

目前大厦中央空调系统基本上由冷热源(主机)、能量输送、新风机组、风机盘管等设备、阀门

及相应的管路组成, 自控设计时应分别予以考虑。

一般而言, 集中空调控制系统管理的机电设备所耗能源约占大厦耗能的50%~60%, 而其设备所耗能量又主要用在冷热源及输送系统上, 因而, 空调冷热源和输送部分是空调自控节能设计的关键。

2.1 空调冷热源系统

空调冷热源系统一般以冷冻机、热泵、热水机组为主, 并配以多种水泵、冷却塔、热交换机、膨胀水箱、阀门等。冷热源系统既是暖通空调系统的核心, 也是耗能大户, 因此也是系统监控的重点和要点。

冷热源主机系统(冷冻机、热泵、热水机组)生产厂家大多数均自有以微处理器为核心的单元控制器, 该单元控制能提供有关蒸发器及冷凝器的进出口温度和水流开关压缩机的进出口压力和温度, 并可根据冷冻机出口设定值调整压缩机入口阀门、设定冷冻机出口温度和启停机等。但由于目前在控制领域还没有统一的标准通讯协议, 不同品牌的产品不能通讯, 因此设计中一般另外须考虑安装水管温度传感器、流量传感器等用以监视主机的工作状况。在空调系统中, 主机设备需要与其他设备连锁运行, 或是根据逻辑关系进行运行, 故需要自带CPU的设备能同时参与到整个系统中, 受到自控系统的控制, 从而获得最佳运行节能效果。故此, 在制冷机房的控制器应能控制主机(冷、热)的启停, 监测机组的运行状态、故障状态及供回水温度和流量值, 并能通过系统主机计算出大厦的实际冷负荷, 由此决定冷水机组开启的台数, 以达到节能的目的。就目前而言, 空调冷水机组节能逻辑控制流程可采用以下两种方式:

1. 按冷冻水回水温度控制台数, 见图1;
2. 利用主机运行信号和故障报警信号构成反馈

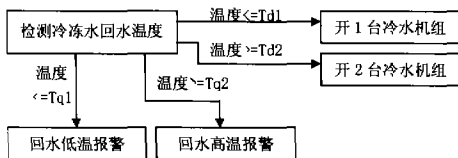


图1 按冷冻水回水温度控制台数流程图

控制, 自动停止水泵和冷却塔风机的运行, 见图2。

图1、图2节能控制的构想是: 在过渡季节, 日温度变化较大时, 冷负荷变化也较大, 因此主机和水泵的台数控制有着明显的节能意义。用冷冻水回水温度控制台数和冷冻水供回总管的压差自动调节控制主机的台数方法相比较, 前者有更直接的效果。在以往的设计中, 只注意控制主机的台数, 而主机停止运行后, 水泵和冷却塔风机却仍然在作无意义的运行。在冷水机组带负荷的运行过程中, 由本机控制按冷冻水出水温度(一般可设定在7.2℃)调节负荷, 当冷冻水温度达到设定值后, 主机会有一间歇停机时间, 如果冷负荷较小, 其中一台主机无须再启动运行, 这时可利用主机停机信号向停机切换的电脉冲起动机发出指令, 经过一定时间的延迟, 停止相应水泵和冷却塔风机的运行, 同时关闭相应的电动蝶阀。这一控制节省了电能, 而且当有一台主机发生故障停机时, 水泵和冷却塔风机亦停止运行。如果故障类型为超低温停机, 为了保护蒸发器, 水泵将继续运转作保护性运行。

此外, 因冷冻机全负荷运行时能耗约占全部设备的60%, 所以设计控制改进冷冻机的运行性能也对节能影响较大, 根据国外最新资料显示, 常规冷冻机的热力学模型可近似表述为:

$$1/\text{cop} = -1 + T_c/T_e + T_c/(ST/Q_e)$$

其中, $\text{cop} = Q_e/w$, 而 $T_c/(ST/Q_e)$ 表示非等熵过程熵的改变, 冷冻机效率直接由 ST 决定, 嵌入式导向叶片运行有二种状态: ①冷冻负荷大, 叶片张开大, (ST, m) 较小, 损失小。②致冷容量减小到低值时, 叶片张开小, (ST, t) 较大, 能量损失大。冷冻机启停运行设计控制策略是: 主冷冻机运行到额定功率的90%时启动辅冷冻机, 当负荷下降到80%以下时关闭辅机, 现场由供水盘管水温与设定温度之差调节冷冻机叶片, 在中央空调由智能软件监视建筑物各区热负荷。热负荷发生变化时冷冻机房现场AHU不能直接控制叶片, 仅当零旁路盘管的冷却容量在给定冷却水供水温度下达到最大值时, 由现场AHU发信号给中央控制室, 中央控制室根据接收到的一个或多个AHU信号发指令给现场冷冻机侧的叶片控制器, 使冷冻水温进一步降低而达到运行节能

研究与探讨

效果。

从节能控制角度出发, 我们还可以在满足舒适的前提下, 根据室外温湿度变化, 设计自动调整改变室内全年温湿度设定值, 即冬季尽可能取低值, 夏季尽可能取高值(资料统计显示, 在夏季, 对设定温度每下调 1°C , 将增加9%的能耗; 在冬季, 对设定温度每上调 1°C , 将增加12%的能耗)。

综合考虑, 我们一般要求系统主机冷热源设计自控:

A. 夏季冷水系统

1. 接受现场智能操作台的指令对冷冻(热泵)机组、各水泵和风机实现连锁逻辑顺序启停和节能控制。

2. 根据冷水机组的冷冻水供回水温度和温差, 控制冷水机组和冷却塔风机的运行时间和运行台数或利用主机运行和故障报警信号构成的反馈控制, 自动停止水泵和冷却塔风机的运行。

3. 根据冷冻水的流量 F 和供回水温差 $(T_S - T_r)$, 计算出的建筑所需冷负荷, 向冷水机组发出启停控制信号, 自动调整冷水机组运行台数, 达到最佳节能目的。

4. 和中控室操作台配合完成。

a. 在过渡季节, 接收操作台的指令, 自动或手动实行负载限定控制, 减少开机停机操作次数, 延长机组寿命, 降低负载的波动性。

b. 接收操作台的指令, 对机组做到: 自动、手动、检修启停控制切换; 冬夏季控制切换; 自动台数控制切换等。

c. 接收操作台的指令, 根据室外温度自动调节或手动设定机组温度和机组负载限定给定值。

5. 对智能操作台提供有关中央空调的运行参数如: 冷负荷量, 空调水流量, 进回水温度、温差, 冷冻水进回水压力, 冷却水进回水温度、温差, 冷冻水进回水压力, 膨胀水箱液位, 冷冻或热泵机组的运行状态等, 并能直观清楚地显示在操作台上, 同时操作台能控制冷冻水泵、冷却水泵的运行台数并自动统

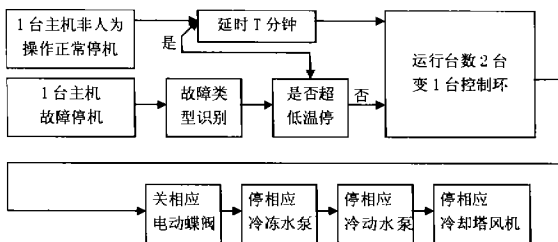


图2 利用主机运行信号和故障信号反馈流程框图

计机组各水泵、风机的累计工作时间, 提示定时维修。

B. 冬季热水循环系统

1. 检测热水(蒸汽)锅炉的压力和流量, 计算单耗。

2. 根据热水(蒸汽)温度对热水热交换器阀门进行调节和高、低位报警, 并对热水泵与热交蒸汽(热水)阀进行联动控制。

3. 和智能操作台配合完成:

a. 接收操作台的指令, 对机组做到: 自动、手动、检修启停控制切换; 冬季控制切换。

b. 对智能操作台提供有关中央空调的运行参数如: 热负荷量, 空调水流量、进回水温度、温差, 热水进回水压力, 膨胀水箱液位, 热水或锅炉机组的运行状态等。

c. 接收操作台的指令, 自动或手动设置热水机组(锅炉)温度给定值。

d. 接收操作台的指令对热水机组实行逻辑启停控制。

需要说明的是, 以上这些监控点的采集和控制, 实际上一般是通过数字量和模拟量的输入和输出控制来实现的。

2.2 空调能量输送部分

空调能量输送部分主要指空调冷冻、冷却、热水及输送管道部分等, 该部分也我们节能自控设计考虑的另一个重点。

空调冷却水系统是通过冷却塔和冷却水泵及管道系统向制冷机提供冷却水, 它的监控系统作用是保证冷却塔风机和冷却水泵的安全运行、确保制冷

机组冷凝器侧有足够的冷却水通过,并根据室外气候情况及冷负荷调整冷却水运行情况,使冷却水温度在要求的设定温度范围内。因此,自控设计须考虑通过现场控制器来完成每台冷却塔风机的启停控制、状态检测及水路电动阀的开关控制,冷却塔的启停台数控制是根具冷冻机开启台数、室外温湿度、冷却泵开启台数,经过系统主机的参数计算来确定的。

冷冻水系统的自动控制任务则是保证冷冻机蒸发器通过足够的水量以使蒸发器正常工作,防止冻坏;向冷冻水用户提供足够的冷冻水量以满足使用要求,以及在满足使用要求的前提下尽可能减少循环水泵电耗等。

热水循环系统主要运用于冬季系统供暖,系统自控应主要考虑对循环热水温度、压力进行控制,高、低位报警;同时检测热水流量、温差、热负荷量并据此接受操作台指令对热水机组、热水泵进行启停控制切换等。

要实现空调自动控制、达到最大限度节能目的地,流量控制是关键。能量输送部分自控的节能设计应考虑:①设计控制加大冷热水的供回水温差,以减少水流量、送风量和输送动力;②采用变风量(VAV)和变流量末端自动控制(VWV),节省水泵、风机和冷水机组的过程流量和电力消耗;③通过对空调自控系统的全面分析,对空调供水的每个环节进行控制,按照空调运行的需求随动地控制水流量,既确保所需要的水流速,又不产生超限,从而收到最大的节能效果并同时有利于设备正常运行;④在确保冷冻机冷凝器有足够水通过的基础上,设计控制减少冷却水泵的功耗;⑤根据室外气候条件,在冷冻机冷却水温允许范围内,尽量减低冷凝入口水温,提高冷冻机 COP。

2.3 空调新风机系统

新风量在空调冷热负荷中所占的比重很大,因此,新风自动化和节能控制也是需要并很有意义的。一般地,为更好地对新风进行控制,现场控制器需要完成如下功能:

1. 定时控制新风机启停以获得最佳节能运行,时间控制的时段可按年、月、周、日、时、分设置,一般要求每天至少有三个开机、停机的时段空间;

2. 监测新风机的工作状态和故障报警状态,测量风机出口空气温湿度参数并使之达到控制要求;测量新风过滤器两端压差,当其达到一定值时,产生过滤器堵塞报警,并在中控室有报警显示;

3. 在冬季,当热盘管后的温度低于某个设定值时,防冻保护器动作,控制器将停止风机运行并将新风风门关闭,并将热水阀开至100℃,以防止盘管冻裂,同时向中控室报警并启动空调循环水泵对新风机作防冻运行;

4. 为更进一步实现节能控制,应设计采用变新风回风比的方法,利用新风实现供暖供冷控制,可冬夏季取用最小新风量,过渡季节采用全新风量,并在预热预冷时停止使用新风;

5. 根据要求启停新风机,同时根据新风温度调节水阀,保持送风温度为设定值,使风机出口空气相对湿度达到设定值;

6. 根据室内人员变化情况,自动控制增减室外新风量。

2.4 风机盘管的监测控制

目前因风机盘管直接控制要求的造价费用较贵(数量较多),一般使用不多,但从节能运行方面考虑,监控也是必须的,可采用温控器加三通电动调节阀进行温度和风速控制,对风机盘管电源按楼层、用途、功能作时间控制,同时在每一现场可以手动申请启停控制,时间控制的时段按年、月、周、日、时、分设置,但一般控制中心对风机盘管可不予监测。

3 空调自动控制和节能技术发展趋势

空调系统是一个具有强烈动态特点的时变性、非线性系统,不可测因素非常多,空调自动化控制节能技术也同样处于动态且不断变化和发展之中,企盼用一两种先进技术解决系统的所有节能和控制问题不仅是不可可能的,也是不现实的。就目前而言,空调自动控制和节能方面正涌现和发展出以下的新的技术:

1. 采用现代数码程控节能技术,它是利用微处理器来控制调节建筑空调并节省能耗,数码程控系统的规模,以“点”或“单元”计,每一个输入或输出的控制点、甚至数据处理、工作时间表等,都

设计人员的视力健康不容忽视

吴汉华

武汉中南建筑设计院

随着计算机技术的推广普及,在CAD技术取代了大量的手工绘图的同时。目前还保留和继续使用着一大批早年购置的显示器,由于元器件的老化和不同程度的损坏,部分已出现模糊、暗淡、抖动等现象。给使用者的视力健康造成损伤。

笔者曾在不同场合不止一次地向有关负责人士建议:要关注设计人员的视力健康,决不可掉以轻心。对于那些老化的和表现出各种故障现象的电脑设备,该换得换,该修得修,并提出对于那些显示效果极差的显示器需要修理或淘汰,不能勉强使用,以防对设计人员的视力继续造成损伤。很可惜,这些呼吁并未引起足够的重视。

在这种环境中长期工作的设计人员,不少人视力迅速退化,看物模糊,眼珠酸胀,头晕头痛,有的早早戴上了老花眼镜。

显示器的性价比已大幅下跌,性能不断提高。添

置一批新显示器,对于保护设计人员的视力大有裨益。淘汰下来的显示器经修理还可派往其他用场。问题是不难解决的,关键在于一线技术人员的健康和疾苦,在决策者的心目中占有的位置。

世间一切事物中,人是第一个可宝贵的。我们的党早就教育广大干部,要“关心群众生活,注意工作方法”。建议各单位和部门的领导认真检查一下职工的办公设备和生产工具,看看是否存在有着损于职工健康和人身安全的不良因素,有无失火、触电的隐患以及辐射、有毒气等“隐形杀手”。要为职工创造一个相对舒适的工作环境,提供必要的工间休息场所。要定期组织职工体检,特别是对于严重危害人类生命的各种恶疾,要及早发现,及时治疗。总之,要多为职工办一些好事、实事。发扬党的优良传统,克服各种形式的官僚主义,时刻把群众的利益放在心头。

是一个“单元”,系统可应用模糊逻辑(Fuzzy Logic)、专家系统(Expert System)、人工神经网络(Artificial Neural Network)等人工智能软件对系统进行监控预测和节能设置。它与过去应用模拟量的电动、气动自控节能系统相比,应用既有硬件、又有软件,多功能的微处理器指令控制空调过程的运行,大大地改善了自动控制的功能、控制逻辑和精度。

2. 采用更进一步的PID自适应和变频技术控制等节能方法,克服设备运行冗余,节能降耗。

3. 运用新的微机技术及网络数据通讯技术,发展和完善空调自控系统中自动化管理软件能量管理模块功能以实现最优控制节能运行。

4. 用新的理论技术建立更精确、更合理、更准确的空调负荷模型与能耗模型,使模型的输入输出参数应更直接简单易测且无须考虑随机因素、次要变量的影响,以达到更精密的节能控制目的。

5. 可编程控制器(PIC)在空调自动控制领域

中的深入应用。

总之,随着现代通讯、计算机及网络技术的飞速发展,空调自控系统正从设施集成向系统集成方向飞速发展,使空调系统资源得到更加充分的利用,节能效果更加显著,功能更齐全,管理更加集中、方便和高效。因此,设计者应时刻注意新技术的发展,不断地将实践证明成熟的技术应用到工程中去,只有这样才能出色的完成中央空调系统的自动控制设计任务,构造出一个完美的、能为广大用户接受和欢迎的设计精品。

参考文献

- 1 空气调节设计手册。电子工业部第十设计研究院主编
- 2 陈之启。可编程控制器在空调冷水机组自动控制中的应用。
- 3 梁华编。实用建筑弱电工程设计资料集。中国建筑工业出版社,1999年