

组合式蒸发冷却空调机组自动控制方法探讨

西安工程大学环境与化学工程学院 王毅立* 强天伟

摘要 介绍了某蒸发冷却组合式空调机组的结构、全年运行过程,提出适合于该机组的自动控制方案,分析其控制对象、检测内容、控制方法。

关键词 蒸发冷却;自动控制;方法;运行过程

Study on Automatic Control Method of Evaporative-Cooling Air Conditioning System

Wang Yili and Qiang Tianwei

Abstract Introduces the structure of the evaporative cooling air conditioning unit, analyses the process of running mode of this air handing unit in different seasons, put forward the automatic control scheme suitable for the unit, analysis the object, content, method.

Keywords Evaporative cooling; Automatic control; Method; Running mode

0 引言

目前,蒸发冷却技术的应用越来越广泛,在我国西北地区以其显著的优点得到了广泛的应用。这项技术的应用能显著地降低能耗,大力缓解目前电力供应紧张的局面,尤其适用于体育馆、宾馆、医院、写字楼、公寓,市场前景十分广阔。蒸发冷却空调作为预冷设备与机械制冷相结合在非干燥地区使用也在积极推广中^[1]。空调系统的空气处理方案和设备容量都是根据冬、夏季室外设计计算参数,实际运行中室外气象参数随季节交替,且时时变化。因此,蒸发冷却-机械制冷复合机组的自动控制对机组的运行、节能极其重要,并有助于蒸发冷却-机械制冷复合机组的推广使用。

1 组合式蒸发冷却空调机组及空气处理过程

1.1 蒸发冷却空调原理^[2]

(1) 直接蒸发冷却:利用被处理的空气与水直接接触,通过热湿交换,此过程属于等焓加湿过程使空气降温,达到冷却空气的目的,处理过程如图1所示。

(2) 间接蒸发冷却:被处理的空气在间接蒸发冷却器内的一侧流过,另一侧空气与水接触,借助水蒸发形成的湿表面冷却,这一过程为增焓降温;被处理的空气从另一侧经温差换热获得冷量(等湿冷却),处理过程如图2所示。

(3) 双级、三级蒸发冷却:将间接蒸发冷却与直接蒸发冷却串联组合称为双级蒸发冷却,如果再加上辅助制冷冷却盘管则称为三级蒸发冷却。

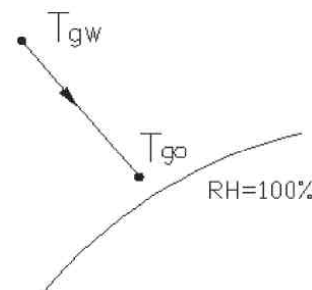


图1 直接蒸发冷却处理过程

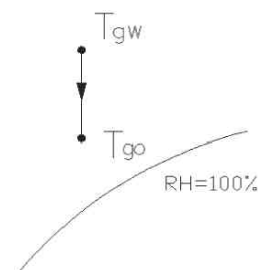


图2 间接蒸发冷却处理过程

* 王毅立,男,1988年8月生,在读硕士研究生
710048 西安市碑林区金花南路19号
15091673738
E-mail:397560211@qq.com
收稿日期:2014-07-28

1.2 组合式蒸发冷却空调机组结构

如图3所示,该蒸发冷却组合式空调机组主要由7个功能段组成。1为粗效过滤段,主要由过滤网和风阀组成。2为预热段,加热器和加热阀组成。3为管式间接蒸发冷却段,主要由椭圆管、水泵、风机等部件组成。4为回风段,主要由风阀组成。5为直接蒸发冷却段,主要由填料、水泵等部件组成。6表冷段/加热段,主要由加热器、调节阀构成。7为送风机段,主要由风机和风阀组成。

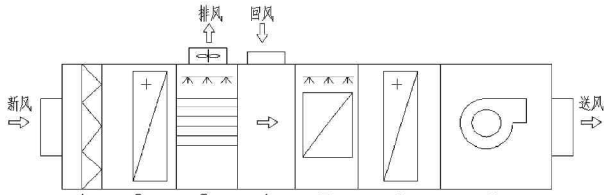


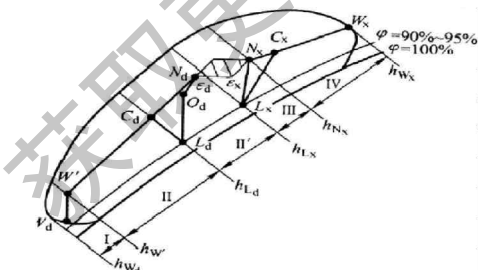
图3 蒸发冷却组合式空调机组结构示意图

1.3 空气处理过程

1.3.1 全年空调工况分区

合理的蒸发冷却与机械制冷复合方案应是一方面尽可能提高能量的有效利用率,在保证制冷量相同的条件下,尽可能的利用自然界低品位的能源,充分利用蒸发冷却“免费供冷”,以及夏季炎热季节的新风预冷,少使用或不使用高品质的能源,即减少机械制冷开启时间,提高机组综合性能。蒸发冷却与机械制冷结合的组合式空调机组进一步拓展了蒸发冷却设备的使用范围。

如图4所示,为设计工况下蒸发冷却与机械制冷复合系统全年空调工况分区。图中的室外气象包络线是对全年出现的干、湿球温度状态点在h-d图上的分布进行统计得到的。其中,Ⅰ区处于冬季,Ⅱ区、Ⅲ区处于过渡季节,Ⅳ区处于夏季^[2]。



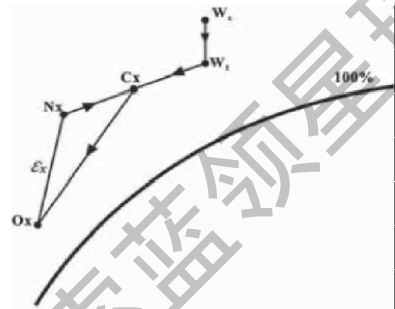
W_x -夏季室外状态, C_x -夏季混合状态, N_x -夏季室内状态, L_x -夏季露点状态, N_d -冬季室内状态, O_d -冬季送风状态, L_d -冬季露点状态, C_d -冬季混合状态, W' -冬季室外预热状态, W_d -冬季室外状态

图4 系统全年空调工况分区

1.3.2 蒸发冷却组合式空调机组工作流程

(1) 夏季运行过程

如图5所示,当室外空气状态点W在象限Ⅰ区,即室外空气比焓大于室内空气的比焓, $h_w > h_n$, 室外空气含湿量大于室内空气含湿量, $d_w > d_o$ 。此时单独使用蒸发冷却空调不能达到制冷要求。需要开启机械制冷主机与间接蒸发冷却预冷联合处理。夏季机组运行的处理过程如图5所示。



W_x -夏季室外状态, W_1 -夏季经过一级间接的室外状态, C_x -夏季混合状态, N_x -夏季室内状态, O_x -夏季送风状态

图5 间接+机械制冷处理过程

(2) 过渡季节运行过程

当室外空气状态点W在象限Ⅱ区,即室外空气比焓介于冬季和夏季送风状态点的比焓之间,室外空气含湿量小于冬季送风状态点含湿量,采用一级间接加直接蒸发冷却处理可满足空调要求。如图6所示,此时使用全新风,使用直接蒸发冷却处理可以满足空调要求。

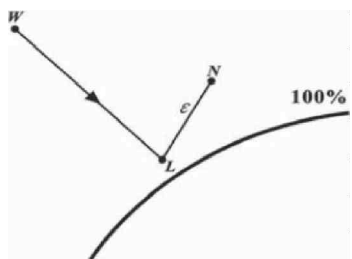
室外空气状态点W在象限Ⅲ区,即室外空气比焓大于夏季送风状态点比焓,室外空气含湿量小于室内状态含湿量,此时使用全新风,采用间接加直接蒸发冷却的处理方式。过渡季节机组运行的处理过程如图7所示。

(3) 冬季运行过程

当室外空气状态点W在Ⅳ象限区,即室外空气比焓小于冬季送风状态点的比焓,室外空气含湿量小于送风状态含湿量时,采用预热加直接蒸发冷却处理加再热可满足空调要求。冬季机组运行的处理过程如图8所示。

2 控制内容及方法^[3-6]

依据蒸发冷却组合式空调机组结构,以及机组全年运行过程,提出自动控制方案。系统控制原



W- 过渡季室外状态, W_1 - 过渡季经过一级间接的室外状态,
- 过渡季热湿比线, N- 过渡季室内状态, L- 过渡季露点状态

图6 间接蒸发冷却处理过程

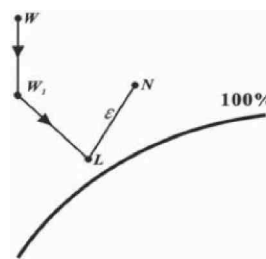
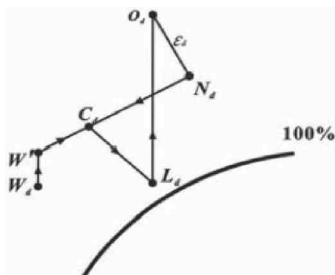


图7 间接+直接蒸发冷却处理过程



W_d - 冬季室外状态, W' - 冬季经过预热的室外状态,
 C_d - 冬季混合状态, O_d - 冬季热湿比线, N_d - 冬季室内
状态, O_d - 冬季送风状态, L_d - 冬季露点状态

图8 冬季运行模式处理过程

理图见图9。图9仅为基本的仪表控制方式，当工艺要求采用较复杂的仪表控制方式时，建议采用独立的DDC控制（图10）较为经济合理，并具有更高的可靠性和灵活性。

2.1 控制对象

电动调节阀、变频器、风机启停、水泵启停、新风、排风及回风风阀等。

2.2 检测内容

新风、露点、回风温度；过滤器堵塞信号、防冻信号；风机启停、工作、故障及手/自动状态；直接蒸发段水泵的启停、工作、故障及手/自动状态；间接蒸发段风机和水泵的启停、调节、故障及手/自动状态；变频器启停、调节、故障报警；预热器和加热器阀门调节。

2.3 工作原理

(1) 夏季具有比例积分功能的温度控制器TC-102将其传感器TE-103所检测的温度与控制器上的温度设定值比较，根据比较结果输出相应电压信号，控制变频器SC-101，使送风温度保持在所需要的范围内。若不能达到设定温度以下，则将变

频器SC-101频率调节到最大。然后TC-102将TE-103所检测的温度与控制器上的温度设定值比较，控制变频器SC-103，使送风温度保持在所需要的范围内。若温度仍不能达到设定温度以下，则将变频器SC-101，SC-103频率调节到最大，同时开启小型冷机给表冷段提供7℃冷水。然后TC-102将TE-103所检测的温度与控制器上的温度设定值比较，控制表冷段调节阀TV-102，使送风温度保持在所需要的范围内。变频器SC-101，SC-102同时受TC-102控制调节风机转速。

(2) 过渡季使用全新风，首先开启直接蒸发冷区段，温度控制器TC-102将其传感器TE-103所检测的温度与控制器上的温度设定值比较，根据比较结果输出相应电压信号，控制变频器SC-101，使送风温度保持在所需要的范围内。若不能达到设定温度以下，则将变频器SC-101频率调节到最大，开启间接蒸发冷区段，然后TC-102将TE-103所检测的温度与控制器上的温度设定值比较，控制变频器SC-103，使送风温度保持在所需要的范围内。

(3) 冬季露点温度控制器TC-101将TE-102检测的温度与控制器上温度设定值比较，根据比较结果输出相应电压信号，调节FV-101,FV-102,FV-103的阀门开度使露点温度保持在设定值。若室外温度较低还需开启预热器，调节阀TV-101开度对室外空气进行预热，确保露点温度保持在设定值。最后，回风温度控制器TC-102将其传感器TE-103所检测的温度与控制器上的温度设定值比较，根据比较结果输出相应电压信号，控制加热器调节阀TV-102，使送风温度保持在所需要的范围内。

2.4 连锁及保护

风机启停，风阀、电动调节阀联动开闭。风机启动后，其两侧压差低于其设定值时，故障报

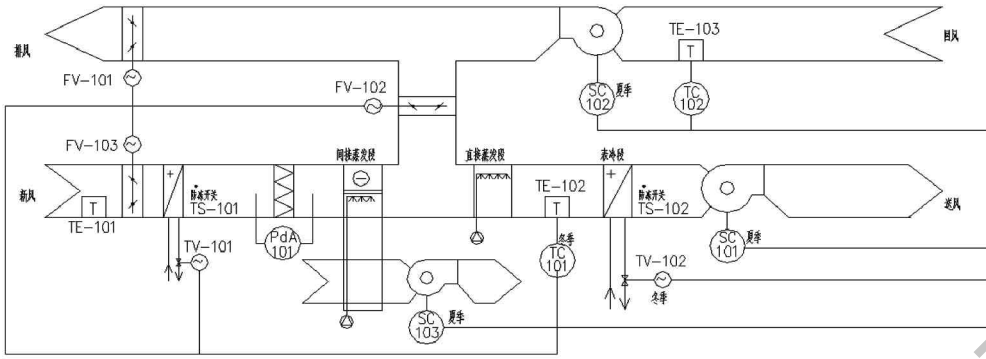


图9 空调机组模拟仪表原理图

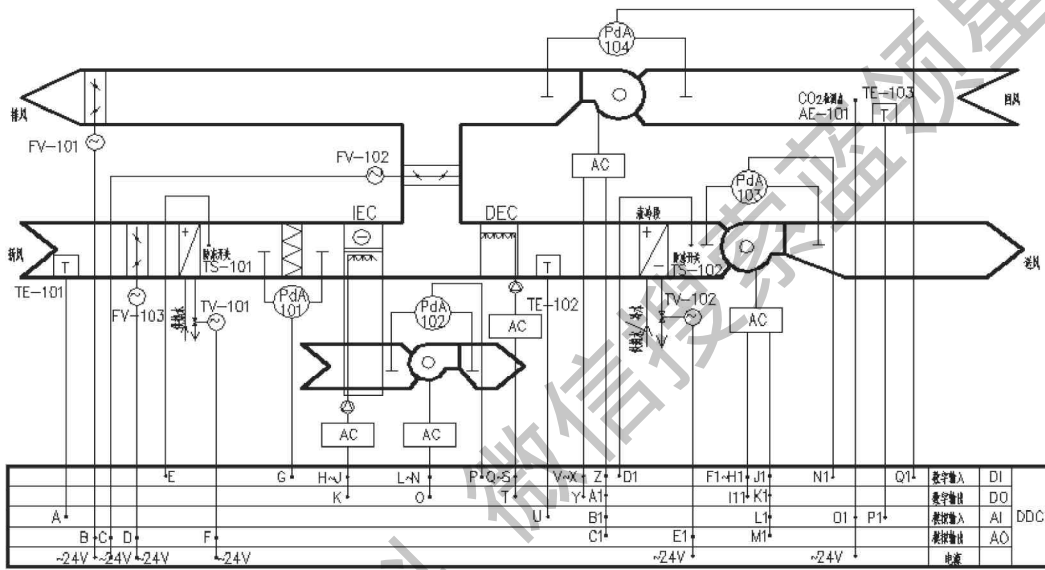


图10 空调机组 DDC 控制原理图

警并停机。过滤器两侧之压差过高超过设定值时，自动报警。盘管出口处设置的防冻开关，温度低于设定值时，报警并开大热水阀。

3 结论

通过对组合式蒸发冷却空调机组的结构、全年运行模式进行分析，提出该类型自动控制方案。该自动控制方案的运行将有助于蒸发冷却空调机组在实际工程中的温湿度控制，提高舒适性，降低能耗，同时可为其他类型蒸发冷却空调机组自动控制方案提供参考。

参考文献

- [1] 黄翔,孙铁柱,汪超.蒸发冷却空调技术诠释[J].制冷与空调, 2012,12(2)
- [2] 黄翔.空调工程[M].北京:机械工业出版社,2006
- [3] 张子慧,黄翔,张景春.制冷空调自动控制[M].北京:科学出版社,1999
- [4] 熊理.蒸发冷却组合式空调机组自控系统研究[D].西安:西安工程大学,2010
- [5] 强天伟.热回收型热管式蒸发冷却空调机组自控方案设计[J].西安工程大学学报,2011,25(1)
- [6] 黄翔,强天伟.组合式蒸发冷却空调机组自控设计[J].暖通空调,2010,40(9)