

毛细管网空调系统联网控制解决方案

北京东方畅想建筑设计有限公司 杨立新 王强 徐晓鹏

摘要：通过对毛细管网空调末端控制传统控制方式存在的问题进行分析，总结出主要的影响因素，从而给出联网控制的解决方案。

0 引言

毛细管网做为近年来国内兴起的新型空调方式，采用传统的温控器联动电动阀方式难以解决温湿度的控制。同时，空调末端的负荷与主机功率的动态匹配、与循环泵的联控，室内空气品质与新风机组的联控等都需要新的控制方式来替代。本文意在抛砖引玉，给出可行的解决途径，供同行参考使用。

1 毛细管网空调末端控制存在的问题

1.1 区域内单点温控问题。

用户在同一房间应该只面对一个空调温控面板。毛细管网在通常情况下以防结露控制为主，重力柜以除湿控制为主。针对这两类设备，市场上现有的控制器通常为独立产品，未见适合毛细管网空调方案的合二为一的独立温控产品。

1.2 多点温湿度探测问题。

大空间的阶梯教室，以及有吊顶的房间，需要在该区域内布设多个温、湿度探头，寻找最不利点，以计算露点控制温度。特别在有吊顶的房间，顶棚上的露点温度通常较高，石膏板类的吊顶材料更易吸收水分，不断增加吊顶重量形成安全隐患。现有墙面温控产品通常只可外接 1 个温度探头，不能满足区域内多点露点温度探测的需要。

2 控制方案基本目标

2.1 实现区域内单点温度控制。

在同一区域/房间，用户只需操作一个空调控制面板，设定希望的温度，温控器来决定毛细管网的阀门开启或闭合、以及重力柜强制对流风机的运行状态。

2.2 能够根据实际区域空间布设多点温、湿度探头。

依据区域内空间结构和功能的实际情况（包括吊顶空间），灵活布设分布式温湿度传感装置，避免局部结露，该区域内的多点温湿度数据应能集中运算，以

确认最不利点的露点控制温度。

3 解决方案基本思路

3.1 满足基本需求。

用户在同一区域/房间，只需操作一个空调控制面板。该温控器统一控制毛细管网的水阀和重力柜风机。

3.2 确保防结露控制无盲区。

在大空间区域的门窗部位，以及吊顶空间内靠近毛细管网供水管部位，应布设多点温湿度传感器，多点位的实测数据经过计算后选取最高露点温度作为防结露控制参数。

3.3 温湿度传感器与温控器联网。

为满足不同区域/房间内多点位温湿度传感器的灵活布设，温湿度传感器与温控器实现网络化运行，数据分布采集，集中运算，单一区域由一个空调温控器统一执行设备联控。

4 对空调控制方案的进一步思考

在现代建筑中，中央空调是公认的“耗能大户”。也因此，空调系统的精细化管理大有潜力可挖。如空调末端的负荷与主机功率的动态匹配、与循环泵的联控，室内空气品质与新风机组的联控等。进一步，将室外环境信息加入控制逻辑中，实现“气候补偿”智能化节能控制。

这些功能的实现，核心的基础是广泛的信息采集。正如当前大力推广的“物联网”技术和理念所揭示的。物联网（在中国也称传感网），是以感知（即信息采集）为前提，以集成（即联网）为手段，通过安装信息传感设备和电动执行机构，如射频识别、红外感应、温湿度传感器及电动执行器等，将所有的物品连网，集中识别、运算和监控，实现人和人、人与物、物与物全面互联的技术。

事实上，不论科学技术或产品处于何种先进程度，自动控制（或智能控制）的基础是算法，但首要前提始终是拥有充分的数据（信息），要“有数可算”。

4.1 下面以建筑物内温度调控为例，示意说明数据采集的充分程度与系统控制智能化、人性化程度的正比关系：

（1）办公楼内中央空调主机通过检测冷冻水出水温度，来决定压缩机的启停，

在一定程度上实现系统的可控与节能，但未考虑建筑物内冷热负荷及环境气候的变化，末端区域调温需人工操作；

- (2) 已知周一至周五 8:30-18:00 为工作时间，加入此信息则空调主机的控制可采用“上班模式”算法，其它时间采用“维持模式”，进一步节能，但不能自如应对人员“加班”等情形，并且仍未考虑热负荷变化；
- (3) 在建筑物内安装“红外感应”装置同时联网，将探测到该区域“有人/无人”的信息发送到计算机，及时调整空调主机的控制算法，提高节能精确度和设备使用价值（如加班时也能享受到昂贵的中央空调功效）；
- (4) 进一步，在走廊、房间内安装联网的“红外感应”装置及“空调温控器”等，计算机通过“有人/无人”的信息及时调整空调末端设备的运行状态，进一步实现节能及自动感知的人性化环境控制；
- (5) 再进一步，如能集成门禁系统的身份信息（IC 卡或指纹），将“有人”的简单信息扩展到“是谁”，由此，当某人通过第一道（院门或楼门）身份验证时，此人所对应的房间/办公室内的空调等设备即开始按照其“个人喜好”调节温湿度等；另外，此时已能准确知道某楼层或区域的人数，以此推导相应的空调和新风的负荷，决定主机出水温度或区域循环水泵的启停以及新风输送量；如此舒适环境的另一面不是以耗能为代价，而是能源更加精细化的利用；
- (6) 如果系统再同时采集室外温湿度等环境气候信息，加上日历时间，不论是异常高温的春季还是阴雨连绵的盛夏，拥有充分的实时数据，中央空调系统都能以“自适应控制”模式自如应对建筑物内外状态的变化。

4.2 具体到毛细管网空调系统，暂且不论物联网时代智能建筑的美好蓝图，至少以下两个问题是需要认真考虑的。

(1) 制冷效能可能遇到的问题。

毛细管网具有节能、舒适、稳定等众多优点，但其优势的充分发挥需要较为精细的联动控制。例如，通常毛细管网的控制方式是：毛细管网的供水温度相对固定，当露点温度小于等于供水温度时，直接关闭毛细管网的供水或回水阀门，阻断冷水继续循环。在本建筑空调方案中，毛细管网承担了大部分制冷负荷，在北京夏季较为湿热的天气条件下，水阀可能始终处于关断状态，此时，

房间空调制冷效果将难以满足基本需求。更为理想的控制方式是，根据实测的露点温度，先联动调控毛细管网的供水温度，并相应加大循环水流量，既保证室内不结露，还能提供尽可能大的制冷功率。此时还应考虑联动调低重力柜供水温度、提高风机速度，以加大除湿效能。

(2) 控制方案的可扩展性。

随着技术的发展和需求的提升，对空调系统的改造或楼控系统的升级，部分设备可以更换，如空调末端的控制器，甚至机房的控制柜等，但是，随二次结构和内装修一同铺设的控制管线、接线盒等难以重新施工。

特别是，室内空调系统负担了大量基础数据的采集与监控。因此，空调控制方案必须考虑下一步的扩展，要符合楼宇智能化发展方向，能够适应技术和产品的进步。如：信息和数据集中、多系统智能化协同控制等。

方案的可扩展能力，首先体现在基础框架是否能够承载系统的扩展与升级，应确保随二次结构和内装修一并完成的线缆铺设、预埋等工程，在系统升级时能够继续承担信息传输、控制设备供电等任务，不需要更换。其次，方案的架构是否允许各类末端设备（如传感装置与执行装置）的灵活增减与升级。第三，当系统运行一段时间后，经验数据与建筑特征参数等更为完整准确时，系统控制逻辑优化的可行性，以及是否涉及硬件设备的更新。

5 结论

基于以上的分析，我可以给出两套自控解决方案。一是针对毛细管网和重力柜的单点温控的“基本方案”；另一个是综合考虑“中央空调系统智能联控”及建筑智能化升级扩展等因素后，在基本方案上优化扩充的“可扩展方案”。毫无疑问，可扩展方案是从根本上解决毛细管网空调方式的理想选择，必将成为未为各类空调系统的主要自控手段。

参考文献（略）