

医院空调系统管理与运行的最佳方案

一、医院空调系统的特点与分类

医院不同功能的房间及其中人员对室内环境有不同要求。由于医院的特殊性，医院集中空调系统具有安全性、服务性、连续性、专业性和经济性五大特点。

医院空调系统按照其功能和服务对象大致可分为冷源系统、净化空调系统、舒适性空调系统和机房空调系统。对于冷源系统，医院常用的冷源设备包括水冷（如离心型、螺杆型）冷水机组和风冷冷水机组；对于净化空调系统，它主要通过净化空调机组服务于医院洁净手术部、ICU、洁净实验室等有净化需求的场所；对于舒适性空调系统，医院大多在门诊和普通病房区域采用半集中式的风机盘管系统，或分散式的多联机空调系统和分体空调系统，并搭配新、排风系统一起使用；对于机房空调系统，它是专门保证医院的核磁、CT等设备机房，或医院信息、电话机房恒温恒湿的一类特殊的精密空调。

二、医院集中空调运行管理

1. 人员及制度

医院空调设备的运行管理和维修人员都要经过严格的专业培训，并通过考核取得相应证书后上岗。在岗期间要继续参加各种新产品、新技术的培训，以适应行业发展的变化情况。完成培训后进行考核，从而对培训效果进行评估，便于日后的完善。各类空调设备的运行管理都应建立合理、明确、简洁的运行操作、维修保养、安全应急等制度或流程，并严格执行。

2. 冷源系统

由于冷源系统的种类和形式多样，不同形式的制冷设备应按各自机组的技术资料及相关规范进行管理。

（1）冷水机组及冷水系统

以水冷式冷水机组为例。运行管理人员应定期检查冷水机组及水泵的电气性能（接触器、控制元件、电源电压等），确保主要的电器元件正常工作，电器参数在合理范围内。2年更换一次压缩机冷冻油，并确保润滑油清纯。对冷水系统蒸发器、冷凝器每年进行一次物理、化学清洗，降低换热热阻以提高换热效率，并降低输送能耗。定期检查水处理设备的进出水压力差，每天固定时间进行反冲洗、排污，以清除堵塞的杂物。除了保养和维修工作，需建立巡视记录，每日需要记录的参数如下：满载电流、油温及压力、冷凝器温度和压力、蒸发器温度和压力、冷水供回水温度和压力、冷却水供回水温度和压力等，以便及时发现故障并排查。

（2）冷却水系统

医院大系统优先采用水冷式冷却方式。冷却水系统多为开式系统，通过冷却塔与大气连通，每日需补充大量的水。冷却水系统的日常运行内容应包括：每周对冷却水水质进行检测，结果应符合GB 50050—2007《工业循环冷却水处理设计规范》中对间接冷却系统循环冷却水水质指标的要求，检测参数主要有浊度、色度、pH值、电导率、硬度、碱度、氯离子等。定期检查冷却塔底补水管和浮球阀、冷却风扇轴承和电动机、传动皮带松紧度和完好程度等，每年定期清洗一次冷却塔填料，并作好过滤、除垢、杀菌、缓蚀工作。

（3）冷源系统冬季运行

通常情况下，两管制空调末端夏季由冷水机组提供冷水制冷，冬季由锅炉提供热水并配合散热器供暖。但医院的净化空调多为四管制，冬季需要提供冷水，故需运行制冷机。由于北方气候寒冷，冷水机组的冬季运行需要注意以下几点：每次启动机组之前必须保证机组通电24 h以上，以预热润滑油，确保溶解在其中的制冷剂充分逸出。过低的冷却水供水温度会导致压缩机供油压力的不正常，注意控制冷却水温度在25℃以上，并且当水温低于25℃时，关闭冷却塔风扇。冷却塔淋水装置处的气温应控制在0℃以上，池水温度在10～15℃以上。冬季不运行的冷却塔，要将集水槽和管道中的水排掉，运行的冷却塔开启塔底电加热器，供回水、补水用电伴热设备加热，以免冻坏设备和管道。

3. 净化空调系统

依据GB 50333—2013《医院洁净手术部建筑技术规范》的要求，洁净手术部用房主要技术指标为：对相邻低级别洁净室的最小静压差、换气次数、手术台截面风速、自净时间、温度、相对湿度和最小新风量等〔4〕。不同级别的手术室对以上参数要求的级别不同。保证送入房间的空气洁净是净化空调系统运行维护和管理工作的重中之重。

（1）净化空调的运行检测

对于净化空调管理，应建立健全的净化空调系统检测制度，检测分为日常检测、季度检测和年度检测，年度检测应定期邀请第三方有专业资质的检测机构来完成，检测参数应满足国家标准。

（2）过滤器的使用与管理

空调机组的过滤器应满足洁净度和风量要求，按时更换过滤器以保证使用效果和风量要求。管理人员应建立完备的过滤器使用档案，收集更换的每一批次的过滤器出场检测证明并存档；定期检查过滤器使用情况，查看压差计并与过滤器终阻力进行核对，达到使用寿命后应立即更换，在更换过滤器的操作中尤其注意不要碰坏高效过滤器。换下的过滤器密封包装集中起来统一进行处理。也可依照相关标准建立相应的清洗或更换周期。

4. 新、排风及风机盘管系统

（1）新风机运行维护

新风机宜每月停机更换新风粗效过滤器，宜每 3 个月停机更换中效过滤器，每个月检查皮带轮角度、皮带张紧力和磨损程度，及时调整和更换；检查供回水管路压差，清洗 Y 型水过滤器；检查风阀及防火阀是否正常，如有故障及时维修；检查风机转动风向，控制柜有无故障隐患。确认各部件的螺栓是否拧紧，否则可能因共振导致噪声加大；及时清扫电动机外表面灰尘，利于散热，定期测量运转电流，要求低于额定值。新风机冬季运行时，如夜间停机则应关闭风阀并保证换热器内有水流通过，以防止换热器被冻坏，如冬季停用则应放掉换热器中的水；定期检查防冻开关。

（2）排风机运行维护

排风机每周定期检查运转状况：检查风机噪声是否异常；检查防火阀、电源相序及电压是否满足要求，各电器元件有无过热，接触器的动作是否灵活。检查有无打火现象，必要时更换。各接线有无松动或脱落，并作出相应处理。检查风机皮带完好及张力；检查皮带轮角度误差；检查设备变频器是否正常，有无报警。

（3）风机盘管系统维护

由于盘管风机静压较小，过滤网的堵塞会很大程度降低风量，影响使用效果，应经常清洗过滤网；凝结水盘和盘管肋片定期清洗消毒，以防止微生物和藻类滋生，造成污染；定期清洁、保养风扇和电动机。

5. 多联机系统

（1）多联机系统日常巡视

每天对各室外机进行巡视。主要巡视的内容有：检查室外机内部、周围是否有异味、有漏油现象，冷凝器肋片是否干净，室外机压缩机、风机运转是否正常，是否有噪声。室内机的定期巡视工作应包括：检查室内机空调过滤网是否干净，室内机风机运转是否正常，室内机线控器的液晶显示器是否显示正常，是否有黑屏、乱码等现象。日常巡视工作有利于及时发现并处理系统的问题，降低故障率。作好巡视记录，要记录好系统出现异常时的各种现象、时间和工况等参数，便于对故障进行分析、检查。

6. 机房空调系统

机房空调巡视工作可以分为日常巡视和月巡视。日常巡视：检查温控器设定的温湿度值与实际是否相符，温控器或控制终端有无报警，如有报警需及时处理。月巡视：检查风扇电动机是否运转正常，有无噪声和过热现象；检查回风过滤器状况，必要时应对其进行清洗或更换；检查蒸汽加湿器是否结垢，如结垢严重需对其进行清洗，注意是否有漏水；检查制冷剂管路系统运行压力，压缩机排气压力、温度和噪声。

7. 医院空调感染管理

在医院感染管理工作中，集中空调和新风系统是一把双刃剑。在其改善医院环境的同时，

由空调和新风系统导致的感染暴发问题也日益引起人们的重视。很多相关文献中都有提及，在冷水空调系统的湿工况环境下，空调箱、风管表面、冷凝水排水盘、加湿器等设备都容易滋生军团菌等对人体有害的微生物。微生物的繁衍过程中会散发出有害气体污染物和颗粒，可能引发人的身体过敏或对呼吸道造成危害。

（1）通风系统

室内新风除了满足室内最小新风量之外，在医院的大环境下还应满足稀释、排除门诊和病房患者产生的细菌、病毒以及医疗过程中产生的有害气体，降低交叉感染可能性的需要。新风系统的感染管理应做到：定期对风机风量进行检测，保证新风量达到设计水平；定期更换过滤器，定期清洗风机、换热器、过滤网、新风机箱体、混风箱、风口等表面，并采用擦拭或喷雾方法进行消毒；定期对新风系统送、回风管道进行检查，如发现明显污染物或新风系统性能下降则需对风管进行清洗，清洗时需使用专用设备并使风管内保持负压，注意对作业区域进行隔离。另外，门窗渗透等不加过滤的新风引入方式也可能造成感染，应尽可能避免。空调通风管理部门应和医院感染控制部门建立沟通机制，明确医院感染重点防范区域，一旦出现医院感染暴发，应立即停止运行相应区域的空调通风系统，并对其进行检查和消毒，以避免通过空调通风系统对医院内造成感染。

（2）净化空调系统

净化空调机组内换热器、加湿器、凝结水盘、凝结水排水点、挡水板应定期清洗，并采用符合《消毒管理办法》（卫生部第27号令）要求的消毒剂使用浓度和作用时间的消毒液消毒。其中换热器宜用高压水冲洗。

（3）风机盘管和多联机室内机系统

风机盘管和多联机室内机是2种常见的空调末端形式，也是空调系统中可能造成感染的重点之一。风机盘管宜采用湿式清洗，主要清洗风机叶轮、换热器表面和冷凝水盘，若盘管组件不能有效进行清洗则应拆卸清洗。与风机盘管类似，多联机室内机主要清洗室内机风扇、蒸发器（制热时为冷凝器）表面和冷凝水盘。

8. 医院集中空调节能管理

暖通空调是医院等公共建筑的用能大户。据统计，医院集中空调系统能耗占医院建筑总能耗的40%左右。医院建筑的造价一般只占建筑寿命期总费用的11%左右，而包含能耗在内的运行费用占到50%以上。

医院集中空调节能有多种手段，涵盖各个方面，从空调管理的角度来说可以分为技术节能和管理节能。技术节能是指通过专业化的技术原理和手段达到节能目的，通常其节能效果具有可测量性。但有时会出现“局部节能”的现象，如风机、水泵的变频，虽然节能效果可观，但变频器对电网造成的污染也随之而来，尤其是在精密医疗设备密集的酒店环境中。如确有变频改造的必要，也应谨慎应用并作好变频的谐波保护和高频处理。管理节能的核

心是提高医院集中空调的管理手段，在辅以一定技术手段的同时达到节能目的。管理节能的效果虽不像技术节能那样容易评估，但其效果却是最为经济和有效的。

很多医院集中空调节能手段已经融入到了日常的运行管理工作中，而且大多数节能手段既依靠技术，同时也离不开管理。将医院空调节能划分为 4 类：降低建筑物的冷热负荷、冷热源的高效运行、降低输配系统电耗、空调末端及通风的合理运行。

（1）降低建筑物的冷热负荷

1) 提高围护结构的热工性能

在管理工作中，在医院建筑主体围护结构设计合理的情况下，可考虑对外窗加贴 Low-E 膜或对天窗增加外遮阳，以降低通过窗户的辐射热损失。

2) 杜绝不合理的新风引入

为避免大规模无组织新风进入，可对医院主要建筑进行风平衡分析，测试总新风量和排风量并对比两者关系，设计中为了保证一定的房间正压，一般新风量比排风量高 10 % 左右。若总排风量大于新风量，则可说明有无组织新风渗入。另外，可以在医院门诊楼大门加装空气幕，在不影响人员正常进出的同时减少了新风的引入；飘窗加装密封条，并张贴节能标语提示患者和医务人员减少开窗等。

（2）冷热源的高效运行

医院冷热源类设备能耗占建筑总能耗的 25 % 左右。

1) 冷热源容量

制冷机选型偏大是我国医院建筑中普遍存在的问题，实际运行时制冷机只有很少时间在额定峰值负荷运行。制冷机在低负荷运行时 COP 值较低，甚至可能引起喘振现象造成不良影响。在医院运行管理中，如在冬季或过渡季节发现类似现象，可考虑增配小冷量制冷机。另外，冬季工况中，在有空气源热泵或多联机系统与散热器并存时，应考虑采用以锅炉或市政热力为热源的散热器制热，尽量减少空气源热泵甚至电加热等低效率的热源。

2) 冷水机组的优化运行

合理提高现有冷水机组的 COP 值是冷水机组运行节能的关键。适当提高冷水温度、降低冷却水温度，可以改变主机冷凝器、蒸发器的压力和温度，提高制冷机效率；提高冷却水质，提高机组换热率；合理利用小制冷机。

3) 利用自然冷源

在过渡季夜间和冬季利用板式换热器和冷却塔冷却水换热供冷，可以大大降低制冷机的启动时间，降低电耗。

4) 减少冷热损失

热回收式新风机组可以将室内排风与室外新风进行显热和潜热交换，预热新风或降低新风温度，达到室内冷热量回收利用的目的，从而降低新风负荷；定期对管道保温进行检查，

确保管道保温完好有效，减少空调系统管路的冷热量损失。

（3）降低输配系统电耗

1) 冷水系统

医院空调系统在设计时通常按满负荷选择设备容量，并用最不利环路进行水力计算，而实际运行中的机组绝大部分时间在部分负荷运转，尤其是冬季和过渡季节，导致流量远大于设计值，温差较小，水泵能耗增大。应通过调节各环路的平衡阀，保证水力平衡，达到大温差小流量节能运行。

2) 冷却水系统

应关闭阀门，杜绝冷却水从不运行的冷却塔旁通；定期清洗和维护冷却塔填料，并且避免冷却塔风量偏小。

（4）空调末端及通风的合理运行

做好医院空调末端的实际运行工作，首先就是在有条件的情况下通过集中控制，根据各房间的实际需求合理设定温度。或通过在空调区张贴节能标语，配合开展培训，提高医患人员的节能意识；末端回风过滤网要及时清洗；在保证室内舒适度的情况下适当降低送风温度等。