

夏热冬冷地区空调冷热源系统 在综合医院建筑中的精细化应对

周安宁 张宇 江蓉

重庆市设计院有限公司

摘要：综合医院建筑体量大，使用功能复杂，医疗工艺及医疗设备科技含量高，对应的通风空调系统也应该精细化设计，以精准的适合医院不同区域的需求，保证人员舒适性、设备运行稳定性、操作工作便利性及管理运行经济性。

关键词：夏热冬冷地区；能耗；冷热源形式；洁净空调；精密设备；层高；无害化；投资比例

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.07.070

引言

随着社会服务水平的广泛提高，人民群众对优质医疗服务的需求也日益增长，为此中共中央办公厅、国务院办公厅日前印发《关于进一步完善医疗卫生服务体系的意见》，深入贯彻党中央关于实施健康中国战略的决策部署，推动全面建立中国特色优质高效的医疗卫生服务体系，为人民群众提供全方位全周期的健康服务。国家卫生健康委也印发了《国家医学中心管理办法（试行）》和《国家区域医疗中心管理办法》，进一步完善医疗卫生事业和医疗卫生服务体系的发展，推进高质量综合医院建设，全面实现健康中国。

一、医院通风空调系统需求概述

综合医院建筑体量大，人员密集，用户需求各种不同，具有使用功能复杂，医疗设备科技含量高，医疗工艺形式多样，因此配套设备种类繁多，建筑配置设施复杂多样，其技术复杂程度和工程周期都远远高于酒店、商业、办公和住宅类常规建筑。综合医院的通风空调系统既要满足医护人员、工作人员和医患及陪护人员的舒适性空调需求，同时又要满足维持诸多医疗设备正常运行的工艺性通风空调要求，根据使用需求分系统设计，多样化组合。

国内各大综合医院科室分类不尽相同，但大体均可分为临床科室和医技科室。临床科室直接面对病患，通过医生的临床经验并利用相关医技检测报告做出诊断并进行治疗，涵盖非手术科室及手术科室，包括但不限于急诊、外科、内科、呼吸科、口腔科、眼科、耳鼻喉科、妇产科、儿科、耳鼻喉科、皮肤科、传染科、中医科、康复科等。医技科室主要指利用各类诊疗技术和设备，辅助临床科室做出诊断并配合治疗的科室，包括但不限于检验科、病理科、影像科、核医学科、放疗科、输血科、静配科、内镜、超声、心肺功能检查室、血透、手术部及中心供应等。除此之外，综合医院还配套有各科室的病房、监护病房、护理科室、药理研究、后

勤供给、设备维修等职能处室。

综合医院建筑的能耗，远高于常规建筑，据统计，夏热冬冷地区的通风空调专业能耗占到综合医院建筑总能耗的50%以上。同时，医院建筑使用条件相对特殊，病患身体条件受限，对于温度或者湿度比常人敏感；医生在高强度诊断、治疗中对于舒适性空调要求也高于普通劳动；对于手术、烧伤术后处理、高压氧舱治疗等各类治疗过程更是需要洁净或者低温或者其他特殊的操作环境。因此，相比常规建筑来说，精细化的高针对性的通风空调设计在综合医院建设过程中的作用就显得更为重要。

一般来说急诊、外科、内科、呼吸科、口腔科、眼科、耳鼻喉科、妇产科、儿科、耳鼻喉科、皮肤科、传染科、中医科、康复科等科室及普通病房、护理科室、药理研究、后勤供给等区域，除个别诊疗和设备用房之外，均为舒适性空调区域，夏季提供冷负荷，冬季提供热负荷。该部分负荷在综合医院总空调负荷中占比最大，且在一年之中，负荷发生时间相对一致，负荷需求相对统一，通常把上述负荷采用同一套集中冷热源系统；而洁净系统、影像科、核医学科及各类配套设备区域等根据具体使用需求分散布置对应的冷热源系统。上述冷热源规划对于项目总体投资、建筑工程总体规划及投入使用后院方的管理和维护，具有重大影响，因此选择冷热源方式是医院暖通设计工作的重中之重。

二、主系统常规冷热源介绍

冷热源规划首先要根据国家及地方相关能源政策，《2030年碳达峰行动方案》及《关于推动城乡建设绿色发展的意见》，全面要求提高资源利用效率，实施建筑领域碳达峰、碳中和行动，开展绿色医院创建行动，大力推动可再生能源应用，鼓励智能光伏与绿色建筑融合创新发展。目前流行的较为适合综合医院大负荷需求的冷热源形式有：空气源热泵、水地源热泵、分布式能源站、冷水机组+热水锅炉等，其中前三均属于可再生能源形式。

空气源热泵，是最常见也是最便利的空调冷热源方式，利用热泵基于压缩式制冷循环，利用冷媒作为载体，通过风机的强制换热，从大气中吸取热量或者排放热量，以达到制冷或者制热的需求。运行过程对环境没有任何污染，是国家大力推广的清洁能源之一。但由于空气源热泵需要在室外绿化或屋面布置大量室外机，对寸土寸金的综合医院室外空地或屋面空间布置来说，是有较大难度的，并且有一定风噪及震动，且能效比相对

略低。因此，大型综合医院一般仅采用空气源热泵作为部分相对独立集中负荷的冷热源，如手术室、实验室、远离负荷中心且相对独立的小规模单体等系统。

为响应国家政策对于碳排放指标的环保要求，有用地条件的医院也开始采用水地源热泵作为医院主要冷热源形式，水地源热泵是利用热泵机组，将低位热能提升为高位热能的再生能源空调形式，夏季用土壤或水源代替冷却塔，向土壤侧或水侧散热提取冷量，冬季用土壤

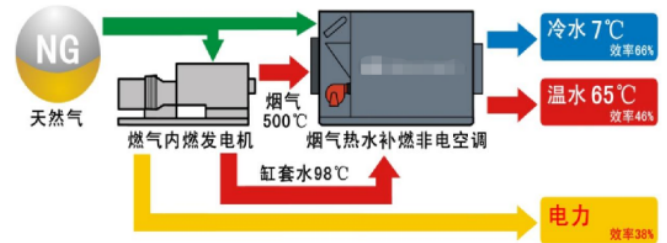
或水源代替锅炉，从土壤侧或水侧提取热量。水地源热泵效率高且运行费用低，但初投资相对较高，对项目周边环境和用地条件有一定要求：地源热泵需要设置多处地理管井，打井费用投资较大且对相邻构筑物基础有一定影响；水源热泵则需要考虑取水方案的投资和水源的可利用性能。水地源热泵能源形式全部利用电能驱动，且热交换效率远高于空气源热泵形式，是目前大型综合医院设计的首选冷热源方式。



水源热泵及地源热泵原理图

分布式能源站是在能源站内设置燃气发电机，发电的同时，利用烟气热水复合型吸收式机组对发电机的高温烟气和缸套水加以利用。制冷工况时，缸套水全部进入吸收机组的低发、高温烟气全部进入吸收机组的高发制冷；制热工况时，缸套水通过板式换热器换热直接提供空调热水，高温烟气全部进入吸收机组的高发，制取空调热水。分布式的突出特点在于地理位置的分散性，与传统发电项目相比规模较小、更为灵活，分散地布置在用户端附近，使得能源在传输过程中的损耗大幅度降低。与传统能源利用方式相比，分布式能源的能源利用效率较高，余热可作为空调及生活热水使用，产生一定的节能效益。同时，上述复合型能源方式能在市电停电或市政燃气停气的情况下，能为急诊、门诊手术、重点医技设备等重点部位和重要设备及其空调系统的提供电、空调冷（热）负荷保障，但由于分布式能源方式发电机和烟气热水吸收式机组均以天然气燃烧作为驱动能源，对于与国家控制碳排放的总体目标不一致，近年

来，除天然气资源丰富地区，已开始逐步减少此种冷热源方式。



最后需要提及的是冷水机组+热水锅炉冷热源形式，水冷冷水机组包括螺杆式冷水机组、离心式冷水机组等、磁悬浮冷水机组等，基于压缩式制冷循环，利用冷媒作为载体，通过冷却塔的强制换热，向大气排放热量，以达到制冷需求。水冷冷水机组需配合冷却塔对外进行热交换，冷水机组通常放置在地下车库，对应冷却塔通常置于屋面或室外绿化。热源通常采用热水锅炉，一般置于地下一层车库或室外专用锅炉房内，锅炉房需

要考虑防爆要求。冷水机组+热水锅炉形式具有技术成熟、保障性高、产品普及且能效比高，且初投资较低的特点，特别是上述可再生能源因为种种条件限制不适合选取时，此种传统能源形式广为医院业主采用。

三、洁净系统冷热源

综合医院除上述主要冷热源大系统外，还有多个需要分散设置的小规模冷热源系统，首当其冲重中之重就是洁净空调系统。综合医院有洁净需求的科室一般有手术室（包括DSA手术部分）、部分ICU、静配科的配液区域、中心供应的无菌区域、病理科检验科的实验室区域，部分血液科治疗室也有洁净需求。中、小型洁净系统通常采用四管制风冷热泵，风冷热泵室外机较多，布置困难，且投资相对较高，能耗较大，因此也有手术室较多的大型综合医院采用冷水机组+锅炉作为四管制的冷热源。

四、影像科室冷热源

近年来，影像科、核医学科及放疗科发展迅速，成为综合医院最重要也是设备技术含量最高的科室之一。影像科主要利用影响技术如X射线成像、磁共振成像（MRI）、核医学影响及超声影像，对目标部位利用上述技术获得内部组织图像并提供相关数据，便于医生做出诊断，并且目前已经延伸到临床介入治疗等应用。常用放射检查设备主要有X光机、CR（计算机X线摄影）、DR（直接数字平板X成像系统）、CT（计算机断层摄影术）、钼靶（乳腺钼靶X线摄影检查）、数字胃肠（胃肠造影）、CT（计算机断层摄影术）、DSA（数字剪影血管造影技术）等。建筑平面设计时通常布置有扫描间、设备间及控制间。放射影响设备均为贵重精密设备，尽量避免水管穿越上述房间。设备散热量通常较大，因此扫描间和设备间需全年制冷，制冷量需要根据不同设备具体散热量设计，防止降温不足设备停机或预估过大造成浪费。控制间一般为医生工作区，但由于计算机相对较多也有一定散热量，需要考虑过渡季节制冷的需求。同时，考虑到贵重设备的投资回报年限，国内大型综合医院的影像设备通常工作时间比常规门诊时间更长。结合上述各种需求，影像科通常采用多联机系统（小型设备也可采用分体空调），且根据不同类型设备散热周期不同，在保证经济性的前提下，建议按散热类型将多联机系统进行拆分，有条件的医院建议设置应急保障制冷空调。



医生工作的控制间应独立系统，以满足冬季人员采

暖需求。扫描间需要进行屏蔽设计，防止受到电磁干扰，影响检查报告准确性，同时在平面布置时要使空调风机房、冷水机房等可能产生振动的设备尽量远离。CT、DSA等有水冷系统的设备，水冷系统通常由厂家自带，但暖通设计人员需配合预留水冷机的连接路由。MRI机房需要考虑氦气失超管的直通室外的布置路由。同时，由于放射科设备都属于大型贵重设备，操作间和设备间需要考虑气体灭火的对应的通风系统，房间内同时有上排风口和下排风口和进风口，磁体间做屏蔽施工时需要考虑各种管线的穿越。操作间内大多还需设置固定设备用的吊塔，吊塔的位置和设备的布置、医生操作的流程紧密相关。综上所述，放射科内通风空调设备种类繁多，各个系统管线密布，且布置时制约因素众多，在机房方案布置阶段，就需要考虑空调新风、送排风主管及消防排烟管道的主要走向，同时兼顾电力桥架与各类水管的主管走向，尽量避免管道交叉，以保证装修后留有足够的层高。

五、配套用房冷热源

综合医院建筑还包括一些常规公建必需的配套用房和区域，如地下车库、变电所、柴油发电机房、水泵房等，根据使用需求一般配置分体空调、多联机空调，并设置对应的通风排烟系统，不再一一赘述。同时，也包括一些医院特有的附属用房，如正负压机房、洗衣房、太平间、液氧站、医疗垃圾站、污水处理站等，主要涉及对应的送、排风系统和一些降温性空调需求。上述配套用房的通风空调系统都属于保障性需求，医院运行时缺一不可。同时，对于这些医院产生运行过程中的有毒有害或者高热高湿以及有异味的气体必须经过无害化处理并且高空排风。

结语

通风空调系统在综合医院建设投资额度中占据一定比例，通风空调系统更是作为用能大户在医院运行成本中占有较大比例，同时系统的运行稳定性更是直接影响到院日常工作能否正常开展，因此通风空调系统需要进行精细化的设置以应对综合医院不同板块的具体化需求，一方面保证医疗卫生服务优质可靠，一方面实现现代化综合医院建筑管理运行的科学发展节能环保，更是建设中国特色优质高效医疗卫生体系，不断增强人民群众安全感、幸福感的必要保障。

参考文献

[1] 沈晋明, 刘燕敏. 日本 HEAS-02-2013《医院设备设计指南(空调设备篇)》简介[J]. 暖通空调, 2015(5): 1-6.

[2] 吴莉莉, 刁平, 周志祥. 医院集中式空调通风系统分区设计与控制院内感染的效应[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(26): 5164-5166.

作者简介: 周安宁(1980-)女, 汉族, 重庆人, 本科, 高级工程师, 主要从事建筑及市政工程暖通设计工作。