

医院建筑暖通专业的节能措施探讨

黄伟杰

中国建筑科学研究院有限公司深圳分公司

摘要：随着全球能源消耗的不断增长，建筑能耗问题日益突出。医院建筑由于其特殊的功能需求和高能耗特点，成为节能减排的重要领域。本文将探讨医院建筑在暖通空调（HVAC）系统中的节能措施，包括设备选择、系统优化、智能控制、建筑节能设计以及运行维护管理等方面，旨在为提升医院建筑的能源效率提供参考。

关键词：医院；暖通空调设计；节能

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.23.116

一、引言

（一）研究背景

随着医疗需求的增长和现代化医院建设的推进，医院建筑的数量和规模不断扩大。医院建筑具有高能耗特征，尤其是暖通空调系统（HVAC），其能耗占总能耗的比例较大。在全球能源紧缺和环境问题日益严峻的背景下，提高医院建筑的能源效率成为一项重要课题。

（二）研究意义

提高医院建筑的能源效率，不仅能够降低运营成本，还可以提升环境质量，促进可持续发展。本文将从设备选择、系统优化、智能控制、建筑节能设计以及运行维护管理等方面探讨医院建筑暖通专业的节能措施，旨在为相关领域提供参考和借鉴。

二、医院建筑暖通系统的特点

（一）功能多样性

医院建筑功能多样，包括门诊、住院部、手术室、实验室等。不同功能区对温湿度、空气质量的要求各不相同，导致暖通系统设计复杂。例如，手术室需要恒定的温湿度和高洁净度，而病房则需要较为舒适的温度和湿度。

（二）运行时间长

医院建筑按不同功能分区，部分分区超越常规作业时间，需要24小时不间断运行，对暖通系统的稳定性和能效提出了更高的要求。传统的暖通系统在此类高强度使用下，往往能耗巨大。例如，病房，手术室等冬季供暖和夏季制冷的需求，使得暖通系统必须高效、稳定地运行。

（三）卫生要求高

手术室、无菌病房等区域对空气洁净度要求极高，需要专门的空气过滤和净化装置，进一步增加了能耗。这些区域通常需要高效的空气净化系统，以确保空气中的颗粒物和微生物浓度保持在安全范围内^[1]。

三、医院建筑暖通系统节能措施

（一）设备选择优化

1. 高效空调设备

选择能效比高的空调设备是节能的首要措施。近年来，变频空调技术的发展，使得空调设备在部分负荷下仍能保持高效运行。高效空调设备包括高效能的压缩机、换热器和风机等，通过改进这些核心部件的性能，可以显著提升系统的整体能效。

2. 热回收设备

利用排风中的余热进行回收再利用，可以显著降低能耗。热回收技术包括显热回收和全热回收两种方式，适用于不同的应用场景。显热回收主要回收排风中的显热，而全热回收则能同时回收显热和潜热，效率更高。

3. 高效制冷剂

采用环保且高效的制冷剂，不仅能提高制冷效率，还能减少对环境的影响。新的制冷剂如R-410A和R-32，不仅能效更高，还具有较低的全球变暖潜力（GWP），有助于减少温室气体排放。

（二）系统优化设计

1. 分区控制

基于不同功能区域的需求进行分区控制是有效的节能措施。通过合理分区，避免因为一个区域特殊要求而影响整体系统效率。分区控制可以详细到每个病房或办公室，确保每个区域的温湿度和空气质量达到最佳状态。

2. 水系统优化

优化冷水机组和冷却塔的设计对于医院建筑的节能至关重要。例如，采用变频泵和优化管道设计能够降低水系统能耗。优化冷水机组包括选择高效机组、优化制冷剂循环和使用高效换热器等措施^[2]。

3. 热回收系统

利用排风中的余热进行回收和再利用，可以显著降低能耗。热回收技术包括感热回收和全热回收，适用于不同的应用场景。感热回收主要从排风中回收感热，而全热回收能回收感热和潜热，达到更高效的效果。

4. 自然通风和夜间通风

在设计阶段考虑利用自然通风和夜间通风，减少对机械制冷的依赖。在适宜的气候条件下，自然通风可以显著降低空调系统的使用频率和负荷。夜间通风则可以在温度较低的夜间将室内热量排出，提高室内环境的舒适度。

（三）智能控制技术

1. 楼宇自控系统（BAS）

BAS通过对暖通系统的实时监控和智能调节，可以

提高系统运行的整体能效。包括温度、湿度、CO₂浓度等参数的监测和调节。BAS系统能够根据实时数据自动调节设备运行参数，确保系统在最佳状态下运行^[3]。

2. 预测控制技术

采用预测控制技术，可以根据外界环境和内部负荷的变化，提前调整系统运行参数，避免不必要的能源浪费。预测控制技术利用历史数据和天气预报等信息，提前做出调节决策，减少系统的反应时间和能源消耗。

(四) 建筑节能设计

1. 合理的建筑布局

合理的建筑布局可以有效利用自然通风和采光，减少暖通系统的负荷。例如，通过优化建筑的朝向和窗户的设计，可以最大化地利用自然光和自然通风，减少对人工照明和空调系统的依赖。

2. 高效隔热材料

在医院建筑的设计和建设中，采用高效的隔热材料可以显著降低冷、热损失，提高能源利用效率。例如，采用高效保温材料、低辐射玻璃等，可以有效减少建筑的热损失和热增益，降低暖通系统的负荷。^[4]

3. 被动式建筑设计

被动式建筑设计通过自然采光、自然通风和被动式太阳能取暖等措施，降低建筑对暖通系统的依赖。被动式设计强调利用自然资源和建筑本身的性能来调节室内环境，从而实现节能减排的目标。

4. 绿色屋顶和垂直绿化

绿色屋顶和垂直绿化可以有效降低建筑的热岛效应，减少空调系统的负荷。绿色屋顶不仅能够改善建筑的隔热性能，还能吸收和过滤空气中的污染物，提高周围环境质量。

(五) 运行维护管理

1. 定期维护和检修

对暖通系统进行定期维护和检修，可以确保设备的高效运行，避免因设备故障导致的能耗增加。定期清洗过滤器、检查管道和阀门的密封性，可以有效提高系统的运行效率。

2. 能耗监测和分析

建立能耗监测和分析系统，实时监测暖通系统的能耗情况，通过数据分析发现潜在的节能空间，制定相应的节能措施。能耗监测系统可以对不同区域、不同设备的能耗进行详细记录和分析，帮助管理人员及时发现和解决问题。

3. 能效评估和优化

定期进行能效评估，发现系统运行中的不足之处，并及时进行优化。通过对能效评估结果的分析，可以发现设备或系统运行中的问题，并采取针对性的改进措施，提高系统的整体能效。

4. 用户行为管理

通过教育和培训，改变用户的能源使用行为，也是节能的重要措施。提高医护人员和患者的节能意识，倡

导合理使用暖通设备，减少不必要的能源浪费。

四、实施案例分析

(一) 案例：某新建综合医院节能设计

1. 项目背景

某新建大型综合医院，占地面积约980,00平方米，包含门诊、住院部、手术室等多个功能区域。由于医院建筑的高能耗特点，在设计初期就确立了节能目标，采用多种节能技术和措施，力求实现高效节能和绿色环保。

2. 设计措施

(1) 高效空调设备：医院采用了高效变频空调设备，以提高能源利用效率。在设计阶段选择了能效比高的空调设备，包括高效压缩机、换热器和风机等核心部件。

(2) 热回收系统：安装了全热回收装置，用于回收排风中的显热和潜热，提高系统整体能效。通过将排风中的热量重新利用到供暖和生活热水中，降低了能源消耗。

(3) 水系统优化：设计了高效冷水机组和冷却塔，采用变频泵和优化管道布局，减少水系统的能耗。冷水机组的高效设计包括使用环保高效制冷剂和高效换热器，进一步提升了系统的能效。

(4) 智能控制系统：采用楼宇自控系统（BAS），实现暖通空调系统的智能化控制和管理。BAS系统通过实时监测和调节室内环境参数，确保系统在最佳状态下运行。

(5) 自然通风和夜间通风：在建筑设计中充分利用自然通风和夜间通风，减少对机械制冷的依赖。通过合理设计建筑朝向和窗户位置，最大化利用自然风和夜间低温进行室内换气。

(6) 高效隔热材料：在建筑围护结构中采用了高效隔热材料，如低辐射玻璃和高效保温材料，减少冷热损失，提高建筑整体的节能效果。

3. 设计效果

预计医院建成并投入使用后，暖通空调系统的能耗显著降低，整体能效提升20%以上。智能控制系统的应用，提高了系统的运行稳定性和室内环境的舒适度。通过热回收系统和自然通风设计，进一步降低了能源使用量，实现了绿色环保和节能目标。

五、技术与经济效益分析

(一) 技术效益分析

1. 提高系统运行效率

通过优化设备选择和系统设计，暖通系统的运行效率得到显著提高，减少了能源浪费。例如，采用高效空调设备和热回收系统，可以使系统在部分负荷下仍能保持高效运行。

2. 提升室内环境质量

节能设计不仅降低了能耗，还提升了室内环境的舒适度和空气质量。智能控制系统的应用，可以实时监控

和调节室内环境参数，确保空气质量达标。

（二）经济效益分析

1. 降低运行成本

按节能减排设计思路，建成后医院的运行成本将显著降低，能源费用减少。例如，通过采用高效设备和智能控制系统，可以大幅降低能源使用量，节省能源费用。

2. 投资回收期短

尽管按节能减排设计思路，初期投资较高，但通过节能措施的实施，可以在较短时间内收回投资成本。例如，高效设备和智能控制系统的投资回收期通常在3-5年左右。

（三）社会效益分析

1. 环境保护

节能减排设计有助于减少温室气体排放，改善环境质量。例如，采用环保制冷剂和高效能设备，可以显著降低医院的碳足迹，减少对环境的影响。

2. 提高医疗服务质量

节能减排设计提升了医院的室内环境质量，改善了医护人员和患者的舒适度，有助于提高医疗服务质量。优良的室内环境有助于提高医护人员的工作效率和患者的康复速度。

六、挑战与对策

（一）挑战

1. 初期投资高

按节能减排设计思路，摒弃老旧设备和陈旧控制系统，采用新一代机型和更智能化控制系统将导致项目的初期投资较高，而许多医院面临资金压力。设备和系统的升级需要大量的资金投入，对于资金紧张的医院来说是一个重大挑战。

2. 管理维护复杂

高效节能设备和智能控制系统需要专业的管理和维护人员，增加了管理成本。复杂的系统维护和操作需要专业的知识和技能，医院需要对相关人员进行培训。

（二）对策

1. 政府支持

多数医院由政府主导建设，可在项目初期可研方案等阶段，配合医院向政府有关单位及决策人员汇报节能减排带来的诸多益处及长远影响，争取政府提供充足资金，保障项目可靠落实。

2. 专业咨询服务

引入专业的节能咨询公司，提供系统设计、实施和维护的一站式服务，确保改造项目的顺利实施。专业咨询公司可以根据医院的具体需求，提供量身定制的节能解决方案。

3. 员工培训

加强对管理和维护人员的培训，提高其专业技能，确保系统的长期稳定运行。通过定期培训和考核，提高维护人员的技术水平，确保系统的高效运行。

4. 建立激励机制

建立节能激励机制，鼓励员工积极参与节能改造和运行管理。例如，设立节能奖项，对在节能工作中表现突出的个人和团队进行表彰和奖励，激发员工的积极性。

（三）未来发展趋势

1. 智能化

未来，智能化技术将在医院暖通系统中得到更加广泛的应用。通过物联网、大数据和人工智能技术，可以实现更精细化的控制和管理，进一步提升系统的能效和运行稳定性。

2. 综合能源系统

综合能源系统的应用将更加广泛，包括多种能源形式的有机结合，如光伏等。通过综合利用多种可再生能源，可以实现更高效的能源利用和更低的碳排放。

3. 环保材料与技术

环保材料和新型技术的应用将逐渐普及，如高效隔热材料、新型制冷剂等。这些技术的应用不仅能提升能源效率，还能减少对环境的影响，推动医院建筑的可持续发展。

4. 政策与标准

随着全球对节能减排的重视，相关政策和标准将不断完善和严格。政府和行业协会将出台更多的政策和标准，规范医院建筑的节能改造和运营，推动行业的健康发展。

5. 可再生能源的应用

太阳能、风能等可再生能源将在医院建筑中得到更广泛的应用。例如，太阳能光伏发电和风力发电可以为医院提供清洁能源，减少对传统能源的依赖。

七、结论

医院建筑暖通系统的节能改造不仅有助于降低运行成本，还有助于提升整体环境的舒适度和稳定性。通过选择高效设备、优化系统设计、引入智能控制技术以及合理的建筑节能设计，医院建筑可以实现显著的节能效果。然而，节能改造过程中面临的挑战也不容忽视，需要政府、企业和医院的共同努力，推动节能技术的应用和发展。

参考文献

- [1] 沈晋明, 马晓琼. 医院建筑特点与节能[J]. 暖通空调, 2007, 37(8): 7.
 - [2] 朱伟峰, 江亿. 空调冷冻站和空调系统若干常见问题分析[I]. 暖通空调, 2000, 30(6): 4-11.
 - [3] 常先问, 冀兆良. 智能控制技术在中央空调系统节能中的应用[J]. 建筑节能, 2007, 35(10): 5.
 - [4] 彭慧, 崔宝珠, 李静. 建筑围护结构节能与暖通空调系统节能[J]. 煤气与热力, 2006, 26(9): 2.
- 作者简介: 黄伟杰, 1994/10, 男, 汉族, 广东汕头, 大专, 暖通设计助理工程师, 大型公建暖通节能设计。