

浅析四管制风冷热泵在医院建筑中的应用

文 / 尹 恒 浙江省现代建筑设计研究院有限公司

摘要:在现代医疗建筑设计中,空调系统不仅关乎医患的舒适度与健康环境,更是医院高效运营与能耗管理的重要环节,医院建筑的暖通系统与其他民用公共建筑的暖通系统并无差别,但在医院重要且特殊科室的洁净用房的通风与空气调节系统设计,经济型技术方案设计却要复杂许多。系统设计需综合考虑气候、科室的医疗工艺、绿色节能初始投资和运营投资等因素。四管制风冷热泵系统作为一种先进的空调解决方案,以其独特的运行机制和高效的能源利用性能在医院建筑中的应用日益受到重视。该系统通过独立控制冷热源能够实现室内温度与湿度的精准调节,极大提升了医疗环境的品质。基于此,笔者结合自身研究成果与经验总结,以具体工程案例为研究对象,对四管制风冷热泵机组的特点、优势及其在医院建筑中的应用进行深度剖析,探讨其技术特点、能效优势以及在满足不同医疗区域特定需求方面的能力,以期为医院建筑的空调系统设计提供新的思路与参考。

关键词:四管制风冷热泵;冷热源供应;医院建筑

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.05.108

引言

四管制风冷热泵系统是一种集高效节能、灵活调控于一体的先进空调技术,正逐渐成为优化医院众多净化洁净区域空调环境的优选方案。该系统通过独特的四管设计,实现了冷热源的独立供应与精确调控,不仅能够满足各个净化洁净区域的温度与湿度的差异化需求,更在节能减排、提升医疗环境质量方面展现出显著优势。本文以某医院净化手术部为例,对其耗电量及经济成本等进行全面分析,以期构建更加舒适、安全、节能的现代医疗环境提供科学依据与实践指导。

一、四管制风冷热泵机组概述

(一) 风冷热泵空调系统热回收的原理与优势

近年来,风冷热泵空调热回收技术在我国建筑领域得到了日益广泛的推广与应用,这一创新技术不仅体现了节能减排的环保理念,还显著提升了空调系统的综合效能。四管制风冷热泵机组的工作原理是冷热量的回收和综合利用,与普通热回收热泵的差别,是由压缩机、冷凝器、蒸发器、可变功能换热器等组成,采用了两个独立回路的四管制水系统,四管制多功能风冷热泵机组集冷热源于一体,是由压缩机、冷凝器、蒸发器、可变功能换热器等组成,采用了两个独立回路的四管制水系统,系统运行可靠性高,除了具有单独制冷、单独制热的功能外,还具有同时制冷和制热功能。冷、热负荷均可独立调节,且在12.5%~100%范围内实现无极调节,随时满足用户侧的冷热需求。机组蒸发器生产冷冻水,作为系统的冷源,冷凝器生产热水,作为系统的热源,可变功能的翅片换热器既可作蒸发器也可作冷凝器,并根据系统需要可实现蒸发器功能和冷凝器功能之间进行切换,以维持冷热量的平衡调节。

具体如图1所示为四管制风冷热泵机组的应用原理。

(二) 风冷热泵空调系统的优势

传统方式制冷和制热分别来自独立冷热源,需消耗能源。而四管制风冷热泵机组能够在蒸发器获得冷水的同时,从热回收器获得冷凝热加热热水,不平衡部分通过辅助换热器排放,从而实现同时制冷和制热,而只

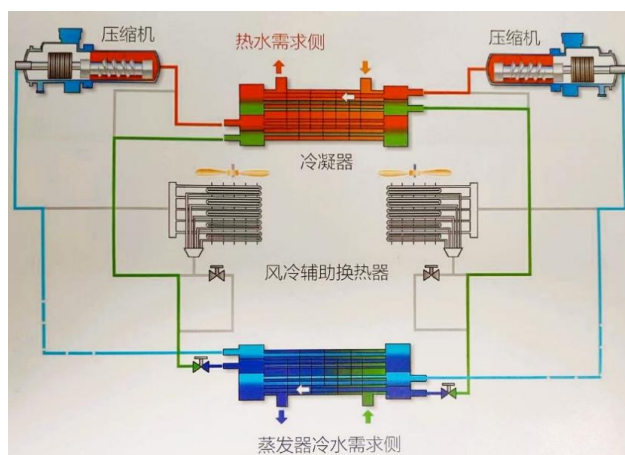


图1 四管制风冷热泵工作原理图

需输入一份能源,便同时获取冷量和热量,大大降低了能耗。

特别是在夏季,该系统在制冷过程中产生的热量是完全免费的,进一步凸显其高效节能的特点。因此,风冷热泵空调系统不仅有助于环境保护,还能为用户节省大量的运行费用,真正实现经济效益与生态效益的双赢^[3]。

二、四管制风冷热泵在医院建筑中的应用

(一) 工程概况

医院建筑的大部分科室,如门诊、办公、病房等区域的暖通系统与其他民用公共建筑的并无差别,而净化区域通常位于建筑内区,且如PCR实验室、静脉配置中心、中心供应、手术室等净化区域均需要对温湿度进行恒定控制,且对空气洁净度有要求,因此建筑空间相对密闭,空间内的设备散热量大,且热量流失少。在全年运行条件下,夏季制冷工况运行的时间比冬季制热工况运行的时间长。相比于舒适性空调,洁净空调在过渡季乃至冬季仍然存在供冷需求。

由于目前我国大多手术部体量较大,又常设外走廊,手术室处于空调区内,特别是在过渡季节,室外温度降低,室内冷负荷减小,人员湿负荷不变的情况下,

(四) 四管制风冷热泵在医院建筑中的应用效果分析

由于手术室全年多数时间需同时供应冷热源, 并且电力消耗较大, 因此在工程建造时, 需将手术室的冷热供应系统与主建筑系统分离, 通常采用空气源热泵作为制冷设备。为了评估手术室的再热能耗和经济效益, 本研究设计了三种方案进行比较。其中, 方案一和方案二的冷源全部来自普通空气源热泵, 热源分别是锅炉和电加热。方案三的冷热源则主要依靠四管制风冷热泵。在上述的方案中, 冷源全部是空气源热泵, 因此默认为三个方案的供冷能耗相同。

表3 手术部冷热源方案

方案	冷源	热源
方案一	普通空气源热泵	锅炉
方案二	普通空气源热泵	电热
方案三	四管制风冷热泵	四管制风冷热泵

方案一。在此方案中, 全年的再热量主要依靠锅炉。针对锅炉的单体价格, 以280元/kW为参考进行估算, 可以得出因为提供再热量产生的初步投资成本在51744元左右。同时, 针对天然气热量, 以35590kJ/m³为参考进行计算。经分析, 本地天然气的价格为3.86元/m³, 锅炉供热效率以92%为基础计算。结合最终的结果可知, 以年为单位, 耗气量为85914m³, 燃气的总体费用为331626元。

方案二。针对本方案, 全年的再热量主要依靠电加热。在方案中, 电加热的效率以95%计算。与其他地区不同, 本地区的实施分区段收取电费, 分为季节和峰谷时段, 为简化计算过程, 电价以0.7元/(kW·h)为参考计算。同样以年为单位, 经过计算得出的耗电量为822 530 kW·h。同时, 折合成电费为575771元。

方案三。与普通建筑相比, 医疗建筑相对特殊, 尤其是针对手术部, 有再热需求, 同时对制冷也有需求, 其制冷量比再热量大。因此, 洁净手术部的冷热源, 主要利用四管制风冷热泵。

合理利用四管制风冷热泵, 可实现其提供的热量近似于制冷量与压缩机产生的热量之和。研究分析表明, 四管制风冷热泵的供热能力超过其制冷能力。简而言之, 传统空气源热泵仅能在单一制冷模式下运行, 但在四管制风冷热泵的配合下, 可通过冷凝器释放热量, 为手术室提供额外的热能。因此, 单从此层面分析, 如果制冷量比再热量大, 四管制风冷热泵能够依靠普通空气热源泵为手术室提供“免费”的再热量, 整体的节能效果相对良好。

为将计算过程简化, 假设四管制风冷热泵应用过程中, 可以同时制冷和制热, 并以此工况为参考, 其中一个循环制热量和制冷量保持一致, 比制冷量多出的部分再热量是依靠另一个循环制热。结合厂家提供的相关资料信息, 四管制风冷热泵在具体应用期间, 如果单纯进行制热, 此时段的COP为3.36。通过计算了解, 四管制风冷热泵需要额外提供再热量, 具体的能耗费用在1333元左右。普通空气源热泵, 在使用过程中, 初步投资如果

依照1032元/kW进行计算, 而四管制风冷热泵按照1290元/kW计算。为了能让手术部的再热需求得到满足, 与普通空气源热泵相比, 四管制风冷热泵的投资成本偏高, 增加了47678.4元。通过对三种方案的对比分析, 初投资增量以及全年增加的能耗费用具体如表3所示。

表3 费用计算汇总(单位:万元)

方案	初投资增量	全年增加的能耗费用
方案一	5.17	33.16
方案二	0	57.58
方案三	4.77	0.13

通过上述描述与对比分析, 可以清晰地看出, 四管制风冷热泵的合理应用, 在满足空调制冷与制热需求的同时, 也能够全面满足手术区域对于冷热源的迫切需求。更为关键的是, 该机组在设计与运行上均达到了卓越的节能与环保标准, 自正式投入使用以来其性能表现赢得专业人士的广泛好评, 且在相关领域内被作为典范进行推广, 成功实现了节能减排与环境保护的双重目标。

结语

综上所述, 本文重点对某医院手术部的再热需求以及洁净手术部冷热源展开进行比较和分析, 对比对象集中于节能性和经济性上。通过对其经济层面的计算与分析, 发现四管制风冷热泵的应用, 所消耗的经济成本最低, 全年增加的能耗费用只有0.13万元, 而方案一和方案二全年增加的能耗费用分别为33.16万元、57.58万元, 由此可以得出结论: 四管制风冷热泵在医院建筑空调制热、空调制冷方面所消耗的经济成本最低, 其所采用的冷热源转化与二次利用原理也符合我国绿色低碳、节能环保与可持续发展的基本理念, 笔者在此也建议更多医院建筑在建设过程中通过该系统的使用来实现节约自身经济成本的同时降低能源消耗。同时也希望相关研究学者能够充分借助现代化技术对该系统进行不断完善、优化与改进, 使其在未来能够在提升能源转换效率的同时, 为使用单位节约更多经济成本。

参考文献

- [1] 赵培安, 吴梅梁, 时佳. 风冷热泵机组在医院改造项目中的应用分析[J]. 中国医院建筑与装备, 2019, 20(09): 84-85.
- [2] 石世平. 医院建设项目改扩建的实践与研究——对医院病房楼采用风冷热泵空调机组热回收节能技术的分析[C]//中国医学装备协会, 《中国医学装备》杂志社. 中国医学装备大会暨第27届学术与技术交流年会论文汇编. 南京市胸科医院; 2018: 5.
- [3] 方浩. 某医院建筑冷热源节能改造方案与效果分析[D]. 华中科技大学, 2016.
- [4] 赵倩. 医院空调系统的能耗分析及冷热源设计研究[D]. 河北工程大学, 2015.
- [5] 石世平. 对医院病房楼采用风冷热泵空调机组热回收节能技术的分析[J]. 建筑节能, 2010, 38(12): 19-22.