

# 多功能空气源热泵系统及其研究进展

孙艳红 穆欢

广州大学土木工程学院

DOI:10.32629/btr.v2i7.2389

**[摘要]** 多功能空气源热泵作为一种节能环保装置,可利用了再生能源缓解能源短缺和环境恶化等问题,但其技术不够完善阻碍了推广和应用。通过总结研究学者近些年对多功能空气源热泵的相关研究,分别从新型系统、性能研究等方面对今后的研究方向作出展望。

**[关键词]** 多功能空气源热泵;节能环保;展望

## 前言

随着国民经济的不断发展,空调和热水器不断普及其能耗也在逐年增加。夏季工况,常规空调以废热的形式排放到环境中的冷凝热约为冷负荷的1.2倍,这部分热量不但造成了能源浪费,还加剧了城市的热岛效应<sup>[1]</sup>。为了解决现状问题多功能空气源热泵系统因其具有节能环保及初投资低的特点,近年来一直是学术界和企业的研究热点,其原理为:相对于传统空调机组,多功能热泵机组多采用一个新增的热水用换热器来吸收空调的冷凝热来达到空调兼制热水的目的,通常通过四通阀、水泵、风机的控制来实现不同模式的切换<sup>[2]</sup>。

本文介绍了不同结构形式的多功能空气源热泵系统,新型系统、系统性能方面的研究情况以及对于多功能空气源热泵系统的未来展望。

## 1 多功能空气源热泵系统的结构形式及其优缺点

多功能热泵机组的结构形式决定了它的功能和特点。近几年,研究者们提出了很多多功能热泵系统的结构形式,它们的功能和特点因系统结构而异,各有优缺点。

### 1.1 单一空气源多功能热泵系统

常规空气源多功能热泵系统通过多个电磁阀的启闭来控制制冷剂的走向,从而实现制冷、制冷兼制制热水、空气源热泵热水器制热水三种运行模式<sup>[3]</sup>。该系统在实现一机多能的同时也存在一些不足之处,对于热泵来说,不同模式所需制冷剂量不同,正常情况下,制冷模式所需制冷剂量远大于制热模式对制冷剂的需求。目前部分学者针对多功能热泵系统在不同运行模式中出现的现象进行了分析,发现由于制冷剂流量的不足和毛细管的控制能力有限,制冷剂用量的变化对系统的性能产生了不利的影响,可以在系统中安装一个制冷剂储液罐和用热力膨胀阀代替毛细管来改善系统的性能。

### 1.2 中水源辅助多功能空气源热泵系统

中水源辅助多功能热泵系统,其可通过四通阀和电磁阀控制制冷剂的走向,从而实现不同的功能:单独空间制冷、单独空间制热、空间制冷+制备热水、空间制热+制备热水、单独制备热水。该系统利用了建筑自身产生的中水所携带的

热量克服了单一空气源热泵产生的热水温度较低以及其性能受空气温度变化影响较大的缺点。

## 2 多功能空气源热泵系统的相关研究

### 2.1 新型系统的探索

邓玉平<sup>[4]</sup>将一个全新设计的水模块系统与一个普通多联式热泵系统组成了一个多功能多联式空调(热泵)机组,该机组可按用户需求切换既相互独立又相互联系的两个组成系统而达到不同的目的。许朋江等<sup>[5]</sup>设计了一种适合北方气候的多功能空气源热泵系统,针对寒冷高湿的气候条件对热泵系统各部件进行了选配和重新设计,并将排风热回收系统与热泵系统相结合以提高系统在低温工况下的性能,测试结果表明该系统能在-5℃以上室外环境温度下稳定运行。张杰等人<sup>[6]</sup>则针对商住楼将生活给水系统及消防水池耦合到空气源热泵系统中而提出一种复合型热泵系统,这种系统之间的有机结合保证了热泵系统在极端天气状况下也能有较高的能效。

刘寅<sup>[7]</sup>提出了一种新型太阳能-空气复合热源热泵系统,并设计了可同时利用或单独利用空气源和太阳能的一体式双热源复合换热器,且系统中的蓄热水箱可实现在太阳能充足时储存太阳能集热量供热泵在晚上或环境温度较低时使用,提高了系统的稳定性和性能。阳季春<sup>[8]</sup>提出的间接膨胀式太阳能多功能热泵系统以及蒋爱国<sup>[9]</sup>设计的户用多功能太阳能热泵系统中同样利用了蓄热水箱来储存太阳能集热量来解决在不利条件下热泵系统运行不稳定及性能较低的问题。张亚琦<sup>[10]</sup>设计的多功能空气源热泵空调热水系统则利用了相变蓄热器来解决系统的低温适应性问题。

综合上述研究者对新型热泵系统的探索可以得出:建筑自身特点、辅助热源、蓄热技术以及其他系统等均能与多功能空气源热泵系统相结合,从而提高热泵系统在不利条件下的性能和稳定性。

### 2.2 系统性能的研究

仇富强等人<sup>[11]</sup>设计并实验研究了一种多功能热泵系统处于不同运行模式下的性能:在制热水模式下,热泵系统的瞬时制热量及COP随环境温度增加而增加,随进水温度增加而减小;在制热+制冷复合工况下,系统输入功率随热水温

度升高出现增大的趋势,而制热(冷)量随进水温度增加而减小,这就导致了制热(冷)性能系数也随之减小。邓玉平<sup>[4]</sup>对多功能多联式空调(热泵)机组进行了性能测试,结果表明热水进水温度和环境温度对系统性能的影响与上述一致,另一方面,机组的制热量和制冷量随水流量的增大而增大,临界状态后,增势不明显。王勤等人<sup>[12]</sup>指出合适的水泵功率可提高热泵系统制热性能系数。而段粉萍等人<sup>[13]</sup>得到随着空调末端供水流量降低,多功能空气源热泵机组 EER 降低。因为为保证系统性能,应选择合适的水流量。

现如今国外部分学者基于市场上的空气源热泵系统开发了一种双源多功能热泵系统,实验结果表明在单独空间供热模式和空间供热+热水供应模式下,系统在并联热源情况下的制热COP和制热量是最高的,且随环境温度和中水温度降低而减小;在单独制冷和制冷+热水供应模式下,较低的中水温度和环境温度则对系统综合性能更有利。

为达到更好的系统性能,应综合考虑多方面因素对系统的影响,例如热水温度、流量及环境温度等,而辅助热源的使用及其合适的组合方式,则可显著提升系统的性能和稳定性。

### 3 发展趋势与展望

在多种运行模式及变工况运行条件下稳定性差及运行过程中系统性能不稳定是多功能空气源热泵系统目前亟待解决的问题。综合上述研究及应用,其未来的发展趋势应集中在以下两个方面:

(1) 结合地域、气候以及使用条件等开发性价比高、适用性强的新型多功能热泵系统,以提高其普及率。

(2) 其他相关系统在多功能热泵系统中应用的适配性研究。如热回收系统、蓄热系统及光伏系统等与多功能热泵系统合理的匹配以解决系统在不利条件下稳定性差等问题。

### [参考文献]

- [1]周志仁,谭洪卫,王思丞.酒店热水用水规律与热泵热回收系统设计[J].建筑节能,2009,37(1):27-30.
- [2]江明旒,吴静怡,王如竹,等.多功能热泵机组的能效评价指标研究[J].制冷学报,2011,32(5):6-11.
- [3]许黎明,吴小华,越云凯,等.一种新型热泵-热水器联合循环系统的开发与优化[J].制冷与空调:四川,2017,31(4):441-6.
- [4]邓玉平.多功能多联式空调(热泵)机组热回收性能分析[J].制冷与空调,2017,(1):16-21.
- [5]许朋江,居文平,张乐平,等.一种适合寒冷高湿地区的户式多功能热泵系统[J].制冷与空调,2013,13(9):9-12.
- [6]张杰,陈蔚,刘泽华,等.复合型热泵在商住楼中的应用[J].建筑节能,2013,(8):7-9.
- [7]刘寅.太阳能-空气复合热源热泵系统性能研究[D].西安建筑科技大学,2010,(09):111.
- [8]阳季春,季杰,裴刚,等.间接膨胀式太阳能多功能热泵单独制热水性能实验研究[J].太阳能学报,2008,(6):678-683.
- [9]蒋爱国.户用多功能太阳能热泵系统的实验研究[D].中国科学技术大学,2008,(06):94.
- [10]张亚琦.多功能空气源热泵空调热水机组性能实验研究[D].太原理工大学,2013,(08):87.
- [11]仇富强,杨明堂,龚毅.热泵冷暖热水一体机实验研究[J].制冷学报,2010,31(4):50-6.
- [12]王勤,王世宽,贺伟,等.新型四换热器流程太阳能辅助多功能热泵实验研究[J].工程热物理学报,2015,36(1):26-31.
- [13]段粉萍,傅允准,刘前龙,等.多功能空气源热泵系统夏季工况性能研究[J].上海工程技术大学学报,2015,29(2):124-8.

### 作者简介:

孙艳红(1993--),女,内蒙古赤峰市敖汉旗人,蒙古族,在读研究生,从事的研究方向:暖通空调。