

文章编号:1004-1478(2011)05-0005-03

静态加热式空气源热泵热水器 运行性能的试验研究

王朝鑫^{1,2} 朱兴旺¹ 邢林芬¹ 覃志成²

(1. 郑州轻工业学院 机电工程学院, 河南 郑州 450002;

2. 广州中宇冷气科技发展有限公司, 广东 广州 510935)

摘要:在焓差法空调器性能测试平台上,对静态加热式空气源热泵热水器的运行性能进行了试验研究.在环境温度为 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$,水箱水温从 15°C 升高到 55°C 的过程中,吸气压力和吸气温度无明显变化,排气压力和排气温度均升高,压缩比升高,电功率消耗增大,系统的平均性能系数约为4.76,节能效果明显.

关键词:空气源热泵热水器;静态加热;系统平均性能系数

中图分类号:TB6 **文献标志码:**A

Experimental study of operating performance on static air-source heat pump water heater

WANG Chao-xin^{1,2}, ZHU Xing-wang¹, XING Lin-fen¹, QIN Zhi-cheng²

(1. College of Mech. and Electr. Eng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China;

2. Guangzhou M. Universe Cooling-air Tech. Development Co., Ltd., Guangzhou 510935, China)

Abstract: The operating performance of air heat pump water heater with static heating was tested based on air conditioning measurement platform. At ambient temperature of $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ with water tank temperature from 15°C to 55°C , the system parameters such as suction pressure and suction temperature had no significant change. Discharge pressure, discharge temperature, compression ratio and compressor input power all rose. The average COP was about 4.76, and the system showed feasibility in energy saving.

Key words: air-source heat pump water heater; static heating; COP

0 引言

近年来,随着国民经济的迅速发展,人们对于生活质量的要求越来越高,热水能耗在建筑能耗中所占比例也越来越大.为了缓解能源紧张,高效节能且有良好安全性的空气源热泵热水器,得到了迅

速发展和推广.

按制热方式不同,空气源热泵热水器可以分为一次加热式热泵热水器、循环加热式热泵热水器和静态加热式热泵热水器^[1]3种.国内外学者对空气源热泵热水器进行了大量的研究.文献[2-4]对一次加热式空气源热泵热水器进行了研究,文献[5-

收稿日期:2011-01-03

作者简介:王朝鑫(1985—),男,河南省叶县人,郑州轻工业学院硕士研究生,主要研究方向为空调及热泵设备新技术.

7]则以循环加热式空气源热泵热水器作为研究对象,文献[8]对静态加热式空气源热泵热水器的冷凝盘管结构形式进行了研究.本文拟依据试验对静态加热式空气源热泵热水器在标准工况下的运行性能做出具体分析,以期为今后对其进行系统的性能研究和产品开发提供参考.

1 试验装置及测点布置

1.1 试验原理和试验装置

空气源热泵热水器与热泵的工作原理相似,均采用逆卡诺循环原理.系统运行时制冷剂的循环方向为:低温低压的制冷剂在蒸发器中与空气换热,吸收空气中的热量,温度升高,经过压缩机后成为高温高压气体,进入水箱内的沉浸式紫铜盘管换热器,把热量直接传递给水箱内的水,制冷剂温度降低,然后经过毛细管绝热节流,降低压力回到蒸发器中,完成制冷剂循环.

本试验在国家认可的焓差实验室内完成,由焓差实验室室外侧模拟空气源热泵热水器的名义工况(见表1).试验样机主要部件的结构形式和参数如下:三洋转子压缩机1个,型号为TH310VEEC;翅片管式蒸发器1个,采用冲缝亲水膜铝箔片,翅片间距2 mm,管径9.52 mm,2排20列,总长30 m;水箱内沉浸式螺旋盘管换热器1个,采用紫铜管,尺寸为 $\phi 9.52 \text{ mm} \times 0.35 \text{ mm}$,总长32 m;容积为250 L的承压式储水箱;采用毛细管作为节流机构;制冷剂为R22.试验装置和测点布置如图1所示.

试验过程中,预先在水箱加入15℃的水250 L,平均水温每升高5℃,记录保存1次数据,直到水箱内平均水温达到55℃,静态加热测试结束.

表1 空气源热泵热水器的名义工况

项目	水侧温度		空气侧温度	
	进水	出水	干球	湿球
名义工况	15 ± 0.5	55 ± 0.5	20 ± 1.0	15 ± 0.5

1.2 试验测试点布置

在试验过程中,测量的数据分别有环境温度、水箱内热水温度、吸排气温度、冷凝前后温度、蒸发前后温度、吸排气压力和电功率等参数.环境干、湿球温度采用铂电阻Pt100进行测量;压缩机进出口,冷凝器进出口,蒸发器进出口和水箱中水位上、中、下层温度采用0.2 mm铜康铜热电偶测量;压缩机

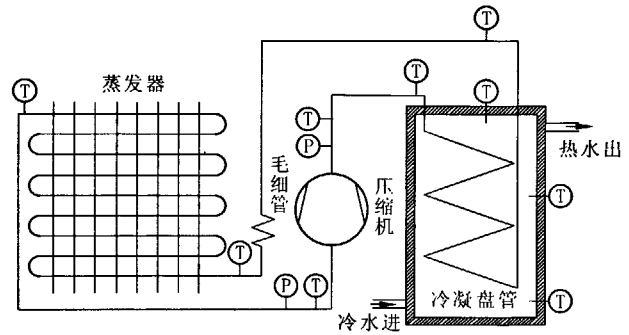


图1 试验装置和测点布置示意图

进出口压力采用压力表测量;系统所消耗的功率采用钳形功率表测量;试验台自动测试系统由1台计算机和Agilent 34970A数据采集仪组成.

2 试验结果与分析

吸排气温度、压力随水箱内水温的变化曲线如图2和图3所示.由图2可见,随着水箱内水温的上升,压缩机的排气温度不断上升,当水的平均温

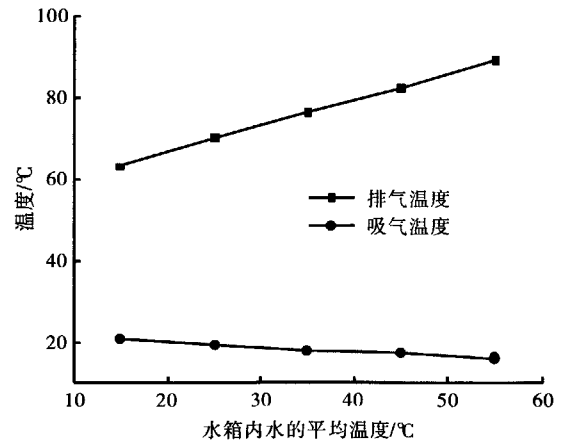


图2 吸、排气温度随水箱内水温变化的曲线

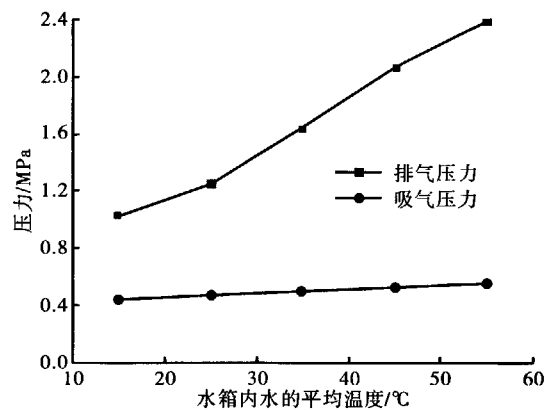


图3 吸、排气压力随水箱内水温变化的曲线

度从初始的 15 °C 上升到 55 °C 时,排气温度从 63.1 °C 上升到 89.2 °C;而吸气温度随水温变化较小,基本稳定在 20 °C 左右.由图 3 可见,随着水箱内水温的上升,压缩机的排气压力和吸气压力都逐渐增加,其中吸气压力变化较小,相对比较恒定,而排气压力增幅相对比较大.当水箱内水的平均温度从初始的 15 °C 上升到 55 °C 时,排气压力从 1.05 MPa 上升到 2.38 MPa.加热过程中压缩比不断上升,导致这种情况出现的原因主要是随着加热时间的增加,水箱内水温逐渐升高,整个系统的冷凝温度不断升高,但冷凝温度升高的速率低于水箱内水温升高的速率,从而导致水箱内的冷凝盘管换热温差减小.对于沉浸式冷凝盘管,因为水侧是不流动的,换热能力主要取决于温差,换热温差的减小减弱了换热能力,冷凝压力比蒸发压力增加得快,导致压缩机的压缩比增高,容积效率降低,排气温度升高.

电功率和系统平均性能系数 COP 随水箱内水温变化的曲线见图 4 和图 5.由图 4 可见,随着水箱

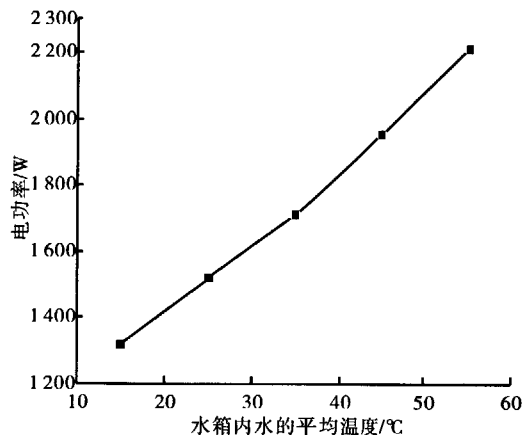


图 4 电功率随水箱内水温变化的曲线

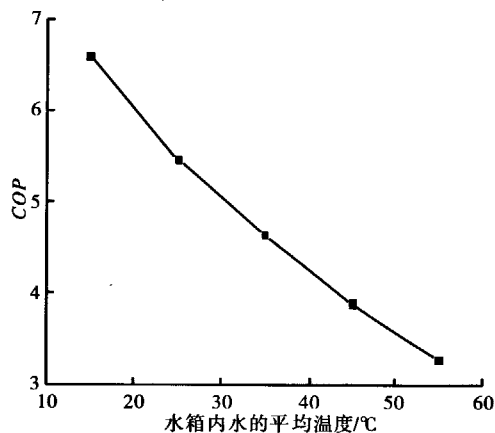


图 5 COP 随水箱内水温变化的曲线

内水温的上升,系统的电功率不断增加,当水箱内水的平均温度从初始的 15 °C 上升到 55 °C 时,系统消耗的电功率从 1 316 W 上升到 2 212 W.同时,由图 5 可见,系统的 COP 随着水箱内水温度的上升一直降低.当水箱内水的平均温度从初始的 15 °C 上升到 55 °C 时,系统的 COP 从 6.59 下降到 3.26.这是因为在环境温度即蒸发温度不变的情况下,冷凝温度不断升高,压缩机的压缩比也不断升高,从而导致压缩机消耗的电功率一直增大,系统的 COP 就一直下降.但将水从 15 °C 加热到 55 °C 的整个过程中,系统的平均 COP 为 4.76,节能效果明显.

3 结论

1)对于静态加热式空气源热泵热水器的试验结果表明,随着水箱内水的平均温度的升高,吸气压力和吸气温度的变化均不明显,而排气压力和排气温度都在升高,导致压缩机的压缩比不断提高,消耗的电功率逐渐增大.

2)水箱内水的平均温度从 15 °C 加热到 55 °C 时,系统的 COP 从 6.59 下降到 3.26,系统在整个加热过程中的平均 COP 为 4.76,节能效果良好.

参考文献:

- [1] GB/T 23137—2008,家用和类似用途热泵热水器[S].
- [2] Xu Guoying, Zhang Xiaosong, Deng Shiming. A simulation study on the operating performance of a solar-air source heat pump water heater[J]. Applied Thermal Eng, 2006, 26: 1257.
- [3] Chyng J P, Lee C P, Huang B J. Performance analysis of a solar-assisted heat pump water heater[J]. Solar Energy, 2003, 74(1): 33.
- [4] Li Shuhong, Wu Wenbin, Zhang Xiaosong, et al. Experimental study and application analysis on solar-assisted heat pump water heater device[J]. J of Southeast Univ, 2005, 35(1): 82.
- [5] Mei V C, Chen F C, Domitrovic R E. A study of a natural convection immersed condenser heat pump water heater [J]. ASHRAE Trans, 2003, 109(2): 3.
- [6] Kuang Y H, Sumathy K, Wang R Z. Study on a direct-expansion solar-assisted heat pump water heating system [J]. Int J of Energy Research, 2003, 27: 531.
- [7] Zhao Li. Comparison of performance between non-azeotropic mixtures working fluid and R22[J]. J of Chem Ind and Eng, 2002, 53(8): 1237.
- [8] 樊高定,江斌,陈则韶,等.一种直热式冷暖空调热水三用机的研究[J].流体机械,2007,35(7):47.

静态加热式空气源热泵热水器运行性能的试验研究

作者: [王朝鑫](#), [朱兴旺](#), [邢林芬](#), [覃志成](#), [WANG Chao-xin](#), [ZHU Xing-wang](#), [XING Lin-fen](#), [QIN Zhi-cheng](#)
作者单位: [王朝鑫, WANG Chao-xin\(郑州轻工业学院机电工程学院, 河南郑州450002; 广州中宇冷气科技发展有限公司, 广东广州510935\)](#), [朱兴旺, 邢林芬, ZHU Xing-wang, XING Lin-fen\(郑州轻工业学院机电工程学院, 河南郑州, 450002\)](#), [覃志成, QIN Zhi-cheng\(广州中宇冷气科技发展有限公司, 广东广州, 510935\)](#)

刊名: [郑州轻工业学院学报\(自然科学版\)](#) ISTIC
英文刊名: [Journal of Zhengzhou University of Light Industry\(Natural Science Edition\)](#)
年, 卷(期): 2011, 26(5)
被引用次数: 2次

参考文献(8条)

1. GB/T 23137-2008, 家用和类似用途热泵热水器
2. Xu Guoying;Zhang Xiaosong;Deng Shiming [A simulation study on the operating performance of a solar-air source heat pump water heater](#) 2006
3. J.P. Chyng;C.P. Lee;B.J. Huang [Performance analysis of a solar-assisted heat pump water heater](#)[外文期刊] 2003(1)
4. 李舒宏, 武文彬, 张小松, 殷勇高 [太阳能热泵热水装置试验研究与应用分析](#)[期刊论文]-[东南大学学报\(自然科学版\)](#) 2005(1)
5. Mei V C;Chen F C;Dimitrovic R E [A study of a natural convection immersed condenser heat pump water heater](#) 2003(02)
6. Y.H. Kuang;K. Sumathy;R.Z. Wang [Study on a direct-expansion solar-assisted heat pump water heating system](#)[外文期刊] 2003(5)
7. 赵力 [一种非共沸循环工质与R22的性能对比实验](#)[期刊论文]-[化工学报](#) 2004(8)
8. 樊高定, 江斌, 陈则韶, 金从卓, 李志宏, 毛文斌, 贾磊, 葛惠珍, 葛跃明, 许文增 [一种直热式冷暖空调热水三用机的研究](#)[期刊论文]-[流体机械](#) 2007(7)

引证文献(2条)

1. 陈进 [空气源静态加热式热泵热水器换热效率分析对比](#)[期刊论文]-[家电科技](#) 2013(11)
2. 胡敏东, 王昶, 胡懿梵, 龙凤元 [R290替代R134 a热泵热水器的性能分析与试验研究](#)[期刊论文]-[流体机械](#) 2014(05)

引用本文格式: [王朝鑫](#), [朱兴旺](#), [邢林芬](#), [覃志成](#), [WANG Chao-xin](#), [ZHU Xing-wang](#), [XING Lin-fen](#), [QIN Zhi-cheng](#) [静态加热式空气源热泵热水器运行性能的试验研究](#)[期刊论文]-[郑州轻工业学院学报\(自然科学版\)](#) 2011(5)