

CO₂冷媒空气源热泵热水机探讨

欧阳祖军 金飞 薛小娟
三菱重工空调系统(上海)有限公司
DOI:10.12238/etd.v3i1.4545

[摘要] 空气能热泵热水机组(Air-Source Heat Pump Hot Water Unit)是当今世界上开拓利用新能源最好的设备之一,是继锅炉、燃气热水器、电热水器和太阳能热水器之后的新一代热水制取装置。在能源供应日益紧张的今天,空气能热泵热水机组凭借其高效节能、环保、安全等诸多优势迅速在市场上得以推广。

[关键词] 热泵热水机; 节能; 喷气增焐

中图分类号: TU **文献标识码:** A

Discussion on CO₂ Refrigerant Air-source Heat Pump Hot Water Unit

Zujun Ouyang Fei Jin Xiaojuan Xue

Mitsubishi Heavy Industries Air Conditioning System (Shanghai) Co., Ltd

[Abstract] Air-source heat pump hot water unit is one of the best equipment to explore and utilize new energy in the world. It is a new generation of hot water production device after boiler, gas water heater, electric water heater and solar water heater. In today's increasingly tense energy supply, air energy heat pump hot water unit has been rapidly promoted in the market with its advantages of high efficiency, energy saving, environmental protection, safety and so on.

[Key words] heat pump hot water unit; energy saving; jet enthalpy increase

引言

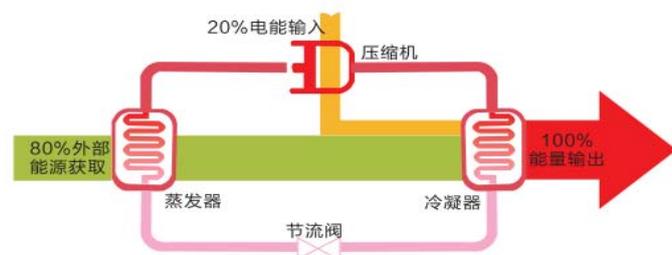
伴随社会的发展,热水器开始走进家家户户,并逐渐成为我们日常生活中必不可少的东西。如何选择好的热水产品,不仅要住的舒服,而且更加注重节能、美观性及艺术性。空气能热泵热水机组以空气为主体,节约能量,不仅可以节约人们的使用成本,更是顺应了世界节能的主体,对能源持续健康的发展有非常重要的意义,但热水器产品种类繁多,如何区分与甄选是不少人常常碰到这样的困惑,基于此,开展热水器产品探讨与常见问题分析研究就显得尤为必要。

1 空气能热泵系统原理

1.1 工作原理(逆卡诺循环)

根据逆卡诺循环原理,机组以少量电能为驱动力,以制冷剂为载体,源源不断地吸收空气或自然环境中难以利用的低品位热能(-10~43℃),转化为高品位热能,实现低温热能向高温热能的转移;再将高品位热能释放到水中制取热水

热泵原理图



(三菱重工最高达90℃的恒温热水),通过热水供应管路输送给用户满足热水供应、供暖需求。

热泵——根据制冷剂的压差,利用其温度的变化,使热能从温度低的地方转移到温度高的一种技术。据此原理,热泵从空气等物质中吸收投入能量几倍的能量,再转化为必要的热能,为空调、热水供给等所需的能量。

首先,热泵热水机的风扇吸入空气,使空气在空气侧热交换器中发生循环,吸收大气中的热量加热冷媒。气态冷媒在压缩机内进一步升温、加压后,输送到

水-冷媒热交换器。在水-冷媒热交换器中,与冷水进行热交换并散热后,利用电子膨胀阀减压,使之宜于蒸发,并返回空气侧热交换器。与此同时,水箱中存储的冷水,利用热泵热水机的水泵,通过连接管道进入热泵热水机并发生循环,在水-冷媒热交换器中,与高温冷媒进行热交换,形成热水。高温热水重新返回水箱,存储于水箱中。最终从水箱将热水供应到热水终端。

此时,消耗电力的设备主要是压缩机、风扇、循环泵,用于加热热水的热能来自于消耗的电力和大气的热量,因此制热能效

比(COP) 大于1, 可实现高效的运行。

三菱重工空气能热泵热水机组采用目前世界上最先进、最安全、最环保、最高效的热水生产技术, 结合用户的使用特点, 全新开发出一系列空气能热泵热水机组, 在进水温度、进水压力、环境温度等参数不断变化的情况下, 始终保证出水温度恒定在设定值(出厂设定55℃), 60~90℃可调。机组开启即有高温热水产生, 源源不断地流入保温储水箱中供用户使用。

1.2 系统组成:

空气能热泵热水系统一般由空气能热泵热水机组、保温水箱、水泵(水箱降温后循环保温, 在每天用热水稳定的场所, 循环泵实际使用常年不需要启动。)及相应的管道阀门等部分组成。而空气能热泵热水机组一般由压缩机、水侧换热器、空气侧换热器、节流装置、水路调节阀等部分组成。

1.3 系统图:

2 各类热水器产品比较

2.1 热泵热水器:

说明:

①从空气中吸收热能, 煤气蒸发。②对冷媒进行压缩, 使其变成高温·高压的状态。③达到高温后, 从冷媒开始水里传导热, 进行烧水。④使冷媒膨胀, 变为低温·低压, 从而汲取空气中的热。

优点:

- ◇运行成本低。
- ◇加热能量小。
- ◇需要大容量的热水贮槽。
- ◇设备所需空间大。
- ◇没有废气排出, 利于环保。
- ◇可得到超出投入能量4倍的热能。

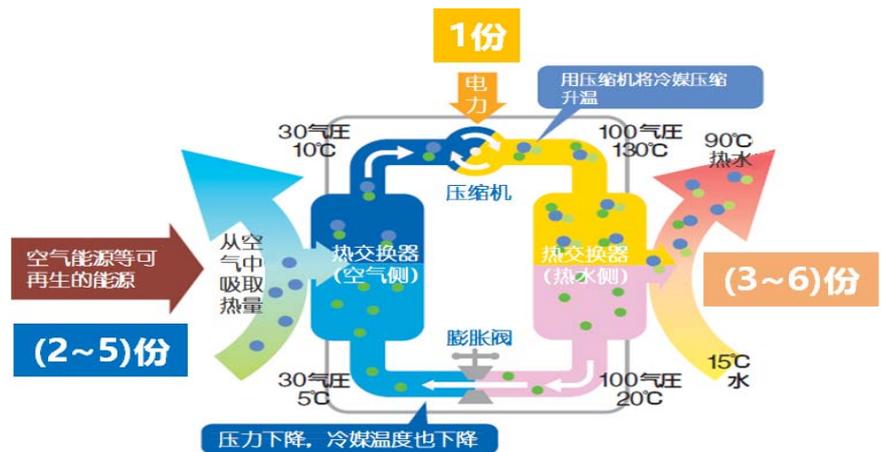
2.2 燃料型热水器:

说明:

①燃料(煤油、柴油、煤气)与空气混合进行燃烧。②由燃烧气体往水力传导热把水烧开。③排出废气④输送空气的风扇以及调节须用电。

优点:

- ◇生产成本便宜。
- ◇加热能量大。
- ◇热水贮槽小。



◇废气排放在原地。

◇无法得到超出投入能源之上的热能。

2.3 电热水器:

说明:

①在热水贮槽中设计加入电加热器, 对水进行加热。

优点:

- ◇原始成本低。
- ◇可利于价格便宜的深夜电力时间带, 运行成本低。
- ◇无废气排出, 利于环保。
- ◇无法得到超出投入能源之上的热能。

3 三菱重工空气能热泵热水机组的节能原因

三菱重工空气源热泵热水机组行业领先节能性, 高COP4.3。燃气锅炉机组的热效率最多能达到0.9, 一般在0.8以下。也就是说热泵热水器消耗1个单位的能量, 能产生4.3个单位的热量转化成热水。而燃气炉消耗1个单位的能量, 才能产生0.8~0.9个单位的热量。由此可见热泵热水器能以最小的能源获得最大的经济效益, 比燃气炉效率高得多。适合长期投资。现实中, 常规太阳能往往让人误解为零成本运行, 而实际上, 由于阴雨天气和夜晚的影响, 太阳能是无法全天候工作, 它每年有1/3以上的时间要利用其它辅助加热, 以致运行成本远远超过热泵热水的成本, 而太阳能致命的缺点是: 易损坏, 维修费用大, 占地面积大, 影响建筑的整体美观; 节省人工工资及其它维护费用。

3.1 业界先锋CO2喷气增焐双级压缩机的采用, 确保了低温高效

涡旋-转子式双级压缩机通过两种压缩方式整合, 低压段采用转子式, 高压段采用涡旋式在所有运行条件下均实现了高效率的双级式压缩机, 高压比条件下高效率的涡旋式压缩机+低压比条件下高效率的转子式压缩机形成了在低温运行条件下的高效率。采用了中间喷气增焐两级压缩结构, 中间喷冷媒, 增加冷媒的循环量增加即使室外气温低下, 也能提高加热能力。与以往设备相比, 在额定条件下效率提升15%, 在低室外气温条件下效率提升30%。中压段冷媒气体注入(增加焐)增加冷媒循环量, 在室外低温条件下能力得到提升, 减少单位制冷量的电力消耗, 可在最低-7℃的室外气温下保持额定加热能力, COP比以往设备提升38%, 最低可在-25℃下运行。

3.2 CO2环保冷媒: 环保产品, 比传统热水机更节能, 采用CO2(二氧化碳)冷媒, CO2在常温常压下是一种无色、无嗅、无毒、不可燃气体, 具有很好的安全性, CO2冷媒代号为R744。CO2具有高容积比的体积冷冻能力特性, CO2具有较小的表面张力与液态黏滞度, 而较小的表面张力促成气泡的形成, 因此产生较高的热传系数。主要优点为: (1)不破坏臭氧层(ODP)为0; (2)全球100年暖化潜势(CWP)为1。

(公元1967年萨德修斯罗 就提出了使用“二氧化碳CO2”作为制冷剂, 它无毒、使用安全, 但是使用温度范围内压力特别高, 由于当时的制造能力有限, 因此

设备极为笨重,一度被民用设备所抛弃。但近年来,由于其对大气臭氧层无破坏作用,同时又具有良好的传热性能,因而重新引起人们的广泛研究,并在一定场合得到应用。)

冷媒型号 参数	R22	R410 A	R744
ODP(消耗臭氧潜能)	0.055	0.03 7	0
GWP(全球变暖潜能)	1700	1100	1
临界温度(°C)	96	72.5	31.1
临界压力(MPa)	4.99	4.95	7.38
0°C时容积制冷量(kJ/m³)	4344	4190	22600
环保等级	非环保工质	混合环保工质	绿色环保天然工质

为了更好的应对寒冷地区热泵热水器的需求,配备了业界首创CO2喷气增焓双级压缩机,气温-7°C能力不衰减,-25°C保证90°C供水。采用二氧化碳CO2环保冷媒,大幅降低能耗,高温热水制取最佳搭档。CO2在超过31°C时为临界,即使压力升高也不会液化。该特征适合将水直接从低温加热到高温,并且在超过临界温度时,高压为12~15MPa。从高压的安全性考虑,是最合适的冷媒。

4 各种加热方式运行费用对比表

目前使用热源情况:根据用户方给出的相关数据,假设将1吨5°C的水加热至60°C。

$$Q=c \times m \times \Delta t=4.2 \times 1000 \times (60-5)=2.31 \times 10^5 \text{kJ}=55000 \text{kcal}$$

其中:

$c=4.2 \text{kJ/kg} \cdot \text{°C}$ ——水的比热容

$m=1000 \text{kg}$ ——水的质量

$\Delta t=t_{\text{热水}}-t_{\text{冷水}}=60-5=55 \text{°C}$ ——水升温

4.1电锅炉制热水成本:

得出耗电成本

1吨热水需要: $1(\text{元/kWh}) \times 65200$

$\text{kcal} \div 860(\text{kcal/kWh}) \div 90\%$ (电锅炉效率)=84.2元

4.2热泵制热水成本:

机组功率为30kW(标准工况下)

1小时产热量: $30 \text{kW} \times 860(\text{kcal/kWh}) / (70-5)=397 \text{L/h}$,即1小时生产0.397吨,COP值为4.3,得出耗电成本:

1吨热水需要: $1(\text{元/kWh}) \times 65200 \text{kcal} \div 860(\text{kcal/kWh}) \div 4.035$ (青岛年平均COP值)=18.7元

每吨热水节约成本65.5元,根据用户的用热水情况:每天使用30吨热水。

即:全年最少节约成本为71.7万元左右。

5 系统运行稳定可靠,维护简单,保养费用低

5.1节能可靠

由于机器所耗电能不是直接用于加热水,而是驱动压缩机从空气中搬运热量而生产热水,故其比电热水器及电锅炉可以节约75%的能源,与燃气热水器或锅炉相比,可以节约50%以上的能源,与燃油锅炉相比,可以节约70%以上的能源。

5.2绿色环保

空气源热泵使用的能源为电,故其对环境产生的是零污染。而传统燃气、燃油热水器或锅炉存在各种燃烧产物,均对环境产生危害。另外,热泵从空气中吸收热量采暖,没有消耗一次能源,在没有热污染(热排放)的同时,有利于缓解全球的温室效应。

5.3使用安全

安装完成后供电即可使用,而燃煤、油、气炉的燃气存在安全隐患,据相关资料统计全国每年锅炉爆炸事件超过9万次,造成人员伤亡20多万人。空气源热泵不使用煤气和明火,加热时不排放污染气体,运行时水电分开保证安全,与传统电加热、锅炉相比,热泵机组运行中不产生任何有毒有害的燃烧产物,没有中毒的危险。同时,热水系统完全水电分离,不存在漏电触电等危险,从根本上杜绝了普通热水器系统中的易燃、易爆、触电、干烧、煤气中毒等安全隐患。空气源热泵微机安全系统,只要用户在首次

使用时设置好参数,热泵将根据水箱温度和热水情况自动进行补水,加热,断电,保温,加热工作,无需人工值守。系统安全,非压力容器,无爆炸危险,不需要年检。

5.4安装方便,适应地区广

可以安装在室外空地、地面、阳台、大型停车库、设备层等处,不需专门的设备房。

智能化管理,可实现全机系统自动化运行,不需专人值守,空气源热泵机组可以在-25°C以上环境中长时间稳定运行,在北方地区完全替代生活热水锅炉、运行费用最低、节能最明显的加热设备。

5.5自动能量调节功能

依据模糊控制原理,动态检测用户负荷,快速达到设定温度后,保持负荷动态匹配,平稳运行;确保冬天低气温环境下机组稳定保持较高的能效比,全天候运行,不受夜晚、阴天、雨雪等恶劣天气的影响。热泵热水器以电作为能源,会自动根据设定温度值控制启、停,无需专人看管,且动作件少,维护简单。开/停全自动,有多重安全保护装置。如热水超温,缺水停机保护,高压保护,启动延时保护等功能。

5.6模块化控制功能

可根据用户的实际需要灵活添加多台机组构成的热水加热系统,实现模块化控制,自动控制调节每台机组的运行时间和投入运行的顺序,保证每台机组总运行时间一致,整个系统的高效、优化运行。

5.7操作使用简便

机组系统由微电脑控制自动运行,根据水箱内温度,自动启停,不需专人值守。

5.8自动化霜

智能柔性除霜,可以根据不同地区的气候条件设定除霜参数和控制方案,使除霜更彻底、更灵活、更节能。

绿色环保,空气源热水机对大自然环境不造成任何污染,而燃煤、油、气炉的燃气等一次能源都对环境有很大破坏作用,环保问题其实是关系着国计民生、子孙后代的大事,与我们每个人息息相

关, 清洁能源和设备将成为发展趋势。

经过数十年的探索和创新, 空气源热泵从无到有地克服了室外机组结霜除霜和温差等问题, 形成了完善的系统运行体系。

三菱重工先进的制造工艺, 机组美观大方, 机组的每一个细小环节都能够充分体现生产模具的精良工艺: 外表美

观大方; 内部结构经济、紧凑。产品已经相当成熟, 在发达国家的使用比例有的高达70%。在日本的应用已经普及, 生活热水工程中有60%-70% 使用空气能热泵热水机组, 在澳大利亚达到30%-40%, 在欧洲、美洲也有大量应用。

[参考文献]

[1] 饶荣水. 空气源热泵热水器全年

综合性能系数评估[J]. 制冷与空调, 2012, 12(04):13-21.

[2] 郭小元. 中国能源可持续发展战略探讨[J]. 山西能源与节能, 2007, (02): 49-50.

[3] 杜祥琬. 中国能源的问题和可持续发展战略[J]. 决策咨询通讯, 2007, (1): 1-7.

中国万方数据库简介:

万方数据成立于1993年。2000年, 在原万方数据(集团)公司的基础上, 由中国科学技术信息研究所联合中国文化产业投资基金、中国科技出版传媒有限公司、北京知金科技投资有限公司、四川省科技信息研究所和科技文献出版社等五家单位共同发起成立——“北京万方数据股份有限公司”。

万方数据是国内较早以信息服务为核心的股份制高新技术企业, 经过20年来快速稳定的发展, 万方数据目前拥有在职员工近千人, 其中硕士以上学历约占25%, 专业技术人员占70%, 已经发展成为一家以提供信息资源产品为基础, 同时集信息内容管理解决方案与知识服务为一体的综合信息内容服务提供商, 形成了以“资源+软件+硬件+服务”为核心的业务模式。

万方数据以客户需求为导向, 依托强大的数据采集能力, 应用先进的信息处理技术和检索技术, 为决策主体、科研主体、创新主体提供高质量的信息资源产品。在精心打造万方数据知识服务平台的基础上, 万方数据还基于“数据+工具+专业智慧”的情报工程思路, 为用户提供专业化的数据定制、分析管理工具和情报方法, 并陆续推出万方医学网、万方数据企业知识服务平台、中小学数字图书馆等一系列信息增值产品, 以满足用户对深层次信息和分析的需求, 为用户确定技术创新和投资方向提供决策支持。

在为用户提供信息内容服务的同时, 作为国内较早开展互联网服务的企业之一, 万方数据坚持以信息资源建设为核心, 努力发展成为中国优质的信息内容服务提供商, 开发独具特色的信息处理方案和信息增值产品, 为用户提供从数据、信息到知识的全面解决方案, 服务于国民经济信息化建设, 推动全民信息素质的提升。