

天氟热水两联供中央空调在住宅中的应用

李娜

青島江森自控空調有限公司, 山東 青島 266071

[摘要]民用住宅中有效降低空调、生活热水能耗是实现建筑节能的重要手段,随着热泵、热回收技术的大量应用,一套系统实现空调冷暖和全屋热水的研究层出不穷。针对市场新兴的天氟热水中央空调,本篇文章从原理、特点、设计以及实际应用方面作了系统的研究,为后续民用住宅应用提供参考和指导。

[关键词] 天氟热水; 空气源热泵; 热回收; 节能

DOI: 10.33142/sca.v6i7.9606

中图分类号: TU995

文献标识码: A

Application of Fluorine Water Central Air-conditioning in Residential Buildings

LJ Na

Qingdao Johnson Controls Air Conditioning Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266071, China

Abstract: Effectively reducing energy consumption of air-conditioning and hot-water in residential buildings is an important means to achieve building energy saving. With the application of heat pump and heat recovery technology, the research on a system to realize cooling, heating and hot-water is endless. In view of fluorine water central air-conditioning, this paper makes a systematic study on the principle, characteristics, design and practical application for reference of residential buildings.

Keywords: fluorine water; air source heat pump; heat recovery; energy conservation

引言

我国各类民用、公用建筑的能耗, 占国家全年总能耗近三成, 其中供应热水的城市民用建筑的洗浴热水能耗, 平均占建筑能耗的近两成^[1]。城市中其他各种有热水供应的公用建筑, 其热水供应所消耗的能源占建筑总能耗高于 10%^[2]。《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》《城乡建设领域碳达峰实施方案》明确要在采暖、生活热水及炊事等领域推进建筑终端电气化, 提出到 2025 年建筑用电占建筑能耗比例超 55%, 到 2030 年超过 65% 的目标。

随着节能减排的持续关注,空气源热泵热水因其高效、稳定、灵活安装等特点脱颖而出,尤其在长江以南气温适宜的区域迅速发展。2020 年年底颁布的“房产三道红线”政策发酵,导致 2021 年下半年,房企频频暴雷,房市进入震荡期,根据 i-传媒统计,2021 年家用空气源热泵热水下滑 3.2%,要想获得新的发展,需要寻找合适的破局之路。建筑能耗中除热水供应外,空调能耗更甚,研究利用空调热回收作为热水系统热源具有非常大的节能意义。Healy 在 1965 年通过实验研究验证利用居住建筑空调冷凝热作为热源,进行生活热水供应的可行性,70% 的热水供应量可由热回收系统承担,5 月到 10 月,平均每月 90% 的热水供应量由热回收系统承担^[3]。W. M. Ying 对小型空调器进行冷凝热回收试验研究,冷凝热回收制取生活热水不影响空调性能,可提升 COP^[4]。近 60 年的研究及应用,空调+热水二合一空调系统技术成熟稳定,低碳节能突出。

1 天氟热水中央空调系统原理及特点

1.1 系统组成及工作原理

天氟热水中央空调利用空气源热泵技术和空调热回收技术,一套系统实现空调冷暖和全屋热水。系统主要分为主机侧和用户侧。主机侧由室外机、室内机、水箱、循环水泵等组成,用于空调冷热、热水制取。用户侧由零冷水装置、用户用水点等组成,实现热水供给。依据一年四季空调、热水的不同需求系统运行不同模式,如图1所示。

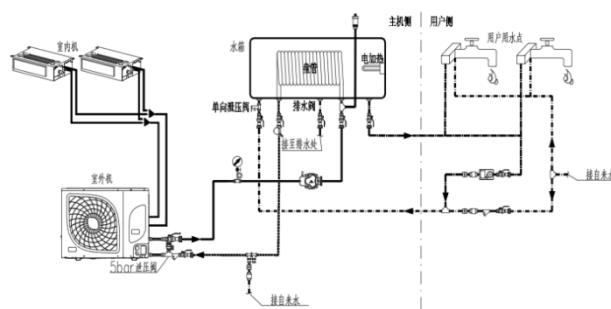


图 1 天氟热水中央空调系统原理图

(1) 夏天空调制冷运行时, 利用空调热回收技术直接回收室外机排出的热量并用其生产免费热水;

(2) 春秋过渡季节,若空调制冷需求低,热回收量不足以加热热水时,可利用空气源热泵技术加热生活热水,相比于直接电加热,能节省 60% 以上的电力消耗;

(3) 冬季空调制热运行时, 生活热水依靠空气源热泵技术耦合辅助热源进行制取。

1.2 系统特点

融合空气源热泵技术和空调热回收技术于一体的天氟热水中央空调最大的优势是节能,尤其在热水制取方面。其次,系统的最大特点是一机两用,一套系统实现空调和热水的功能,与传统的解决方案(空调耦合热水系统)相比,施工安装调试更加便利。此外,相较于燃气热水器,减少 CO₂等温室气体排放。

以广州一户住宅为例(4室2厅,1个浴缸),日用热水水量 400L,各种能源热水系统的技术经济性分析如表 1 所示:

表 1 各种能源热水费用分析 (15℃~50℃)

加热方式	电热水器	燃气热水器	热泵热水器	天氟热水中央空调
消耗能源	电	天然气	电+空气能	电+空气能+热回收
能源效率	95%	90%	420%*1	420%*2
能源成本	①阶梯电价(月度): 0.5921 元/kwh (0~260kwh)、0.642 元/kwh (261~600kwh)、0.8921 元/kwh (>601kwh); ②阶梯气价(年度): 3.45 元/m ³ (0~320m ³)、4.14 元/m ³ (320~400m ³)、5.18 元/m ³ (>400m ³)			
能源单位热值	①电: 3600kJ/kwh ②天然气: 31400KJ/m ³			
日热水费用	11.0 元	10.7 元	2.5 元	2.5 元
夏季制冷(5~10月)	2024 元	1977 元	458 元	47 元*3
低制冷季节(4和11月)	660 元	645 元	149 元	65 元*4
冬季和过渡季节(4个月共计120天)	1331 元	1300 元	301 元	331 元
全年费用	4015 元	3921 元	908 元	493 元
节省比例	87.7%	87.4%	45.8%	——

注:(1)一级能效热泵热水器的能效值 4.2,广州市年均气温 20~22℃;(2)天氟热水中央空调采用空气源热泵技术时,能效值 4.2;(3)热回收制热水热源免费,仅水泵运行能耗;(4)据统计 4月、11月广州市,温度超 25℃的天数约在 20 天。

2 天氟热水中央空调系统设计

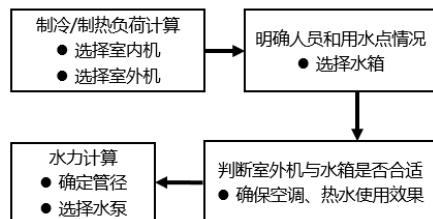


图 2 天氟热水中央空调系统设计

对于普通住宅,天氟热水中央空调系统的设计一般按照如图 2 所示流程进行,主要为室内机、室外机、水箱和主机侧循环的选型。室内外机选型参照 GB/T 27941-2011

《多联式空调(热泵)机组应用设计与安装要求》进行。按计算得到的建筑物区域或房间的逐时负荷,确定相应室内机的容量;并按气流组织要求,选择合理的室内机组型式。按计算得到的同一热泵两联供系统所承担的各房间或区域的冷(热)负荷确定室外机组的容量。

2.1 室内机

室内机的额定制冷量≥室内机选型冷负荷=计算冷负荷*积灰系数/温度修正。

$$Q_m \geq Q_s = \beta Q_j / n \quad (1)$$

式中: Q_m 为室内机名义制冷(热)量(W); Q_s 为房间实际需求冷(热)负荷(W); Q_j 为房间计算冷(热)负荷(W); β 为积灰系数,取 1.1~1.2; n 为温度修正系数,室内设计温度与室内机额定测试工况的修正系数,取 0.95。

2.2 室外机

实现空调冷热、全年生活热水时,分别根据夏季空调冷负荷、夏季热泵制取热水热负荷、冬季空调制热和制取生活热水同时热负荷进行室外机选型,然后取大值。但对于普通住宅而言,日用热水需求量一般不高于 500L,匹配室外机容量远低于空调冷热。而且系统热水制取为循环加热型,夏季可采用热回收制取生活热水,冬季考虑空调制热、热水制取错峰使用以及空调开启率一般低于 60%,因此室外机选型根据夏季空调负荷和冬季空调制热负荷选取。除冷热负荷外,还需要考虑室内外机配比率及连接台数限制。

$$Q_{wj} \geq \max(Q_{ml}, Q_{mr}, Q_{mr}') \quad (2)$$

式中: Q_{wj} 为室外机名义选型负荷(W); Q_{ml} 为室外机名义制冷量(W); Q_{mr} 为夏季室外机名义制热量(W); Q_{mr}' 为冬季室外机名义制热量(W)。

夏季室内机制冷时,室外机选型按下式计算:

$$Q_{ml} = \beta \cdot Q_{jl} / (n_1 \cdot n_2) \quad (3)$$

式中: Q_{ml} 为室外机名义制冷量(W); Q_{jl} 为室外机计算冷负荷(W); n_1 为室外机进风干球温度、室内回风湿球温度修正系数; n_2 为管长修正系数; β 为积灰对室外机传热影响的附加率,取值 1.1~1.2。

冬季空调制热和制取生活热水时,室外机选型按下式计算:

$$Q_{mr}' = \beta \cdot Q_{jr} / (n_1 \cdot n_2 \cdot n_3) \quad (4)$$

式中: Q_{mr}' 为室外机名义制热量(W); Q_{jr} 为空调计算热负荷值(W); n_1 为室外机进风干球温度、室内回风湿球温度修正系数; n_2 为管长修正系数; n_3 为除霜修正系数; β 为积灰对室外机传热影响的附加率,取值 1.1~1.2。

对于室内外机各项修正系数可查阅各空调厂家技术手册。

2.3 水箱

鉴于天氟热水中央空调冬季热水制取方式与空气源

热泵热水器基本相同,对于普通住宅水箱快速选用可参考 GJBT-1083 中的推荐。

表 2 普通住宅用空气源热泵热水器快速选用推荐表

每户人口(人)	浴盆个数(个)	水箱容量(L)	额定制热量(kw)
2	0	100	3.2
3	0	100~250	3.2~3.7
	1	200~300	3.2~5.5
4	1	250~400	3.5~7.5
3~6	2	400~600	5~7.5
大于 5 人	≥2 或有冲浪浴缸	≥500	≥7.2

从表中可以看出采用空气源热泵技术制取生活热水时,其制热量一般在 7.5kw 及以下,相对于住宅中央空调匹配(制热量一般≥9.5kw)而言,室外机容量按空调选型更合理。

考虑生活热水用水的安全性,建议选用带内盘管的换热储能水箱。水箱内盘管面积计算公式:

$$S = Q_{rs} / Q_{np} \quad (5)$$

式中: S 为水箱内盘管面积 (m^2); Q_{rs} 为日用热水负荷; Q_{np} 每平方米盘管的热交换量 (kw/m^2),具体咨询水箱厂家。

2.4 循环水泵

循环水泵的确定可依据 GB50015-2019《建筑给排水设计标准》确定:

水泵流量按下式进行计算:

$$q_{sh} = K_x q_x \quad (6)$$

式中: q_x 为系统热水循环流量 (L/h),一般为室外机水路系统循环流量,具体可咨询厂家; K_x 为相应循环措施附加系数,取值 1.5~2.5。

水泵扬程按下式进行计算:

$$H_b = h_{sh} + h_{e1} + h_f \quad (7)$$

式中: h_{sh} 为循环流量通过循环管路的沿程与局部阻力损失 (kPa); h_{e1} 为循环流量通过室外机的阻力损失 (kPa); h_f 为附加阻力,取 20~50kPa。

3 工程应用

杭州某小区建筑三室两厅经典户型,建筑面积 $100m^2$,空调面积 $64.7m^2$ (客餐厅 $29m^2$ 、主卧 $17m^2$ 、次卧 $10.3m^2$ 、书房/客房 $8.4m^2$ 、厨房 $7.3m^2$)。杭州地处长江以南属于夏热冬冷地区,夏季制冷匹配室外机容量远大于冬季制热,

对于室内机、室外机的设计以夏季制冷设计为主。①相对应的空调面积室内机匹配分别为客餐厅 5.6kw、主卧 4.3kw、次卧 2.5kw、书房/客房 2.0kw,厨房 2.2kw,室外机容量匹配 14kw;②常住人口 3 人,配置浴缸 1 个,参照表 2 水箱配置 300L;③设备氟热水系统配置如图 3 所示。

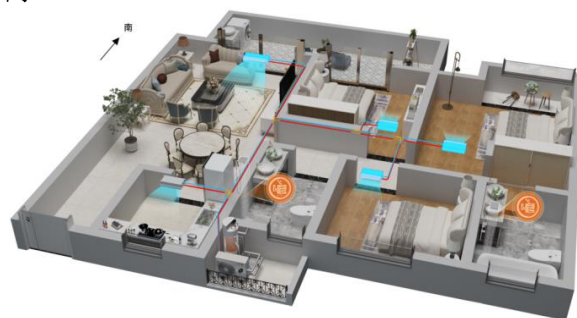


图 3 天氟热水中央空调系统住宅布局

4 结论

天氟热水中央空调融合空气源热泵技术和空调热回收技术,一套系统实现空调冷暖和全屋热水,应用便捷,节能显著。以广州为例的普通住宅,运行费用低较电热水器节省 87.7%,较燃气热水器节省 87.4%,较热泵热水器节省 45.8%。此外,通过对系统设计选型的分析和案例工程应用的说明,为后续民用住宅设计提供参考和指导。

【参考文献】

- [1] 兴华. 我国城市居民能源消耗现在[J]. 能源工程,2002(1):48.
- [2] 江亿,薛志峰. 商业建筑节能技术与市场分析[J]. 中国能源,2000(4):35-37.
- [3] Cook R E. Water storage tank size requirement for residential heat pump/air-conditioner desuperheater heater recovery[J]. Ashrae Transactions,1990,96(2):715-719.
- [4] Ying W M. Performance of room air conditioner used for cooling and hot water heating[J]. Ashrae Transactions,1989,95(2):441-444.

作者简介:李娜(19881211—),女,青岛大学,热能工程,青岛江森自控空调有限公司,中级工程师。