

文章编号:1000-582X(2002)08-0125-03

地源热泵户型蓄冰中央空调的探讨*

孙纯武,胡彦辉,丁勇,黄忠

(重庆大学城市建设与环境学院,重庆 400045)

摘要:针对目前国内空气源热泵户型中央空调存在 COP 值低、机组耗电量大,冬季融霜控制困难、室温波动大,机组无真正的能量调节,单相电机组额定制冷(制热)量太小,给用户带来不便,以及加剧了城市电网的供需矛盾等问题,提出了地源热泵户型蓄冰中央空调的解决方案,并探讨了双热力膨胀阀,双蒸发器和盘管外融冰的机组结构形式。还就我国城乡人民生活水平提高、住宅面积扩大和多样化、城市建筑景观和环境的限制、电力部门将推行居民家庭“峰谷电价”等方面,分析了地源热泵户型蓄冰中央空调广阔的市场前景。

关键词:冰蓄冷装置;地源热泵;中央空调

中图分类号: TU381.3

文献标识码: A

1 户型中央空调的发展

户型中央空调即住宅集中空调,自 20 世纪 90 年代进入中国市场以来,正得到很快的发展。就其原因,首先是我国一直把城乡居民住房当作头等大事来抓。近年来人均住房面积有了很大提高,并且住房也有向大户型、多居室的别墅、多层和小高层发展的趋势;第二,人民生活水平提高,富裕起来的城乡居民住房室内装饰都达“小康”水平,房间空调已满足不了他们的要求,更多的人把消费投向了户型中央空调^[1];第三,生产工艺的成熟和激烈的市场竞争,使得户型中央空调的造价逐渐为工薪阶层接受;第四,城市建筑景观和环境的限制,也使城市的一些小型商业用户转而使用小型集中空调。以上几点可以看出,关注和议论户型中央空调并非超前,户型中央空调将是 21 世纪的新消费热点。

2 户型中央空调目前存在的问题及解决办法

2.1 户型中央空调目前存在的问题

经对目前户型中央空调的调查和了解,我们发现存在着如下问题:

1) 国内生产的户型中央空调大多是以空气为热源的热泵机组,虽然在使用和安装上有其方便之处,但在夏季炎热的地区,机组冷凝温度较高, COP 值较低,机组耗电量;在冬季温度较低,湿度较大的地区,机组又需融

霜,造成室温波动较大,机组耗电量同样增大。

2) 以空气为热源的热泵机组,受室外空气的影响很大。随室外空气温度的变化,热泵机组的制冷(制热)量与建筑物的需冷(需热)量变化方向正好相反,很难匹配^[2]。

3) 目前国内生产的户型中央空调均无真正的能量调节。由于室外空气温度变化较大,在整个供冷或供热季节中,热泵机组大多数时间处于部分负荷下 COP 值低的状况。因此,目前有一种“户型中央空调买得起,用不起”的说法。据了解,在重庆市,建筑面积 250 m² 左右的户型中央空调,每月电费在 1 000 元以上。

4) 制冷量 6 kW 以上的户型中央空调多要求使用三相电源,而有很多用户却不具备使用三相电源的条件,当用户需冷量较大时,往往采用 2 台单相机组并联,这不仅增加了投资,也给安装带来不便。

5) 家用空调,特别是用电量较大的户型中央空调的发展,导致城市高峰负荷快速增长,加剧了城市电网的供需矛盾。例如经济发达的上海市,供电量为 9 600 MW,居民空调用电约占 30%。1998 年 8 月的持续高温,居民空调全部开启,使上海空调负荷猛增到 3 000 MW 左右,当月 13 日上海最高用电负荷达 9 018 MW,比 1997 年同期净增 1 000 MW,出现电力缺口约 700 MW,电力高峰、低谷负荷相差 3 700 MW^[3]。

* 收稿日期:2002-04-10

作者简介:孙纯武(1946-),男,浙江杭州人,重庆大学副教授。主要从事制冷空调技术的研究。

2.2 地源热泵户型蓄冰中央空调

针对空气源热泵户型中央空调的问题,笔者提出地源热泵户型蓄冰中央空调,其优点在于:

1) 以土壤为热源,由于全年土壤温度波动小,随着土壤深度的增加,土壤温度变化相对稳定。冬季土壤温度比空气温度高,夏季又比空气温度低,所以热泵的供热供冷的 COP 值均高。据重庆大学刘宪英教授科研组的测定,与空气源热泵相比,地源热泵 COP 值平均提高 30%左右^[4],因而可以大大减少户型中央空调的耗电量,也为用户节省了运行费用。

2) 在室外气温处于极度状态时,用户对冷(热)量的需求量处于高峰期,由于土壤温度有延迟,这时它的温度并不处于极端状态,它可以提供较小的冷凝温度和较高的蒸发温度,提高机组的制冷(制热)能力,尽可能满足用户要求。

3) 土壤源热泵的埋地盘管不需要除霜,减少了结霜和除霜的损失及复杂的除霜控制,从而降低了户型中央空调机组的造价。

4) 土壤源热泵不需要风机,可以减少噪声和热风污染,而且运行情况好于空气源热泵,有较高的可靠性。为用户的使用带来很大的方便。

5) 土壤源热泵的主机,可安装在贮藏室或车库内,完全不影响建筑外观。

6) 也正是由于土壤温度的延迟作用,因而可以提高户型中央空调单机的制冷量。再加上夜间蓄冰,可减少白天机组制冷量,使机组压缩机容量减小,降低机组造价,同时还可以适应更多的单相电用户的需要。

7) 夏季,即便是在夜间,土壤源热泵的冷凝温度也低于空气源热泵,因而可以减小制冷系统运行时的压缩比,这为户型中央空调利用低谷电蓄冰创造了极为有利的条件。

3 地源热泵户型蓄冰中央空调应用前景

地源热泵户型蓄冰中央空调需要埋地盘管,给其应用带来一定的限制,但笔者还是认为它有较大的市场前景:

1) 小型别墅逐年增多,地源热泵户型蓄冰中央空调是富裕起来的城乡居民家庭空调的首选机型。这部分居民占我国人口的比例不大,但绝对数不小。

2) 城市绿化面积扩大,也为一些低层住户和小商业、办公用户提供了使用地源热泵户型蓄冰中央空调的条件。

3) 工矿企业的办公、计量、化验、检测等附属用房也具有使用地源热泵户型蓄冰中央空调的条件。

4) 据国外资料介绍,在定负荷运行情况下,蓄冷

空调比非蓄冷空气调年节能率为 13%^[3]。因此,蓄冷空调将得到国家重视和推广,并有可能获得国家补助,以降低用户的投资。

5) 为解决电力负荷不均的问题,我国将进一步拉大峰谷电价比,与国际通行峰谷电价比例靠拢,以鼓励利用低谷电。与此同时,“峰谷电价”也即将进入家庭。上海市已率先对居民家庭实行“峰谷电价”,目前已在一些居民家庭中试行。为鼓励城乡居民合理用电,四川省电力公司出台了一系列峰谷电价优惠政策。安装了一户一表分时计度的居民用户,在 6 至 11 月丰水期深夜低谷时段,每千瓦时电费只交 0.1 元。其余季节深夜低谷用电每千瓦时为 0.187 5 元,而常规用电每千瓦时电费为 0.387 8 元。随着“峰谷电价”政策的全面实行,地源热泵户型蓄冰中央空调将会有更为广阔的市场前景。

6) 近年来,国外小型蓄冰空调器发展很快,日本 BAC 等 5 家公司联合开发了几种 10 马力以下经济型的小型冰蓄冷空调器,为内融冰型,变频和定频几种机型,可以蓄冷 5 h。日本三菱公司已研制开发出功率为 0.75 kW 的蓄冷空调机组。国外产品进入中国市场后,必然引起消费者的关注和选用,同时也将推动国内户型蓄冰中央空调的发展。

4 地源热泵户型蓄冰中央空调机组结构形式探讨

对于地源热泵户型蓄冰中央空调,由于近年来国内研究地源热泵的成果较多,技术也趋于成熟,因此开发此类产品主要应集中在小型蓄冰上。作者认为地源热泵户型蓄冰中央空调应考虑如下问题:

1) 双热力膨胀阀

热力膨胀阀是最常用的节流元件,它是依靠蒸发器出口制冷剂的过热度大小来调整阀的开度,达到自动调节机组的制冷量以满足外界热负荷变化的需要。热力膨胀阀的容量与制冷剂的质量流量、阀前后压差等制冷工况有关。由于空调工况与蓄冰工况的制冷剂流量、阀前后压差及运行特性等差别很大,2 种工况采用同一膨胀阀显然是不合理的。特别是由于热力膨胀阀本身构造所限,其适用的温度及调节范围均小;另外,充液式热力膨胀阀在蓄冰工况下运行,其蒸发器出口过热度常比空调工况下大的多。膨胀阀容量过小,会造成蒸发器传热面积得不到充分利用,制冷量下降;若膨胀阀容量过大,则又会影响其调节性能,加大蒸发器出口温度的波动及过热度,制冷系统效率下降,严重会出现液击现象^[5]。

由于制冷主机在空调工况或在蓄冰工况下运转,一

般均在额定负荷下工作,因此其运行条件都相对比较稳定,更适合采用双膨胀阀,即按空调工况和蓄冰工况分别选择热力膨胀阀,机组在空调工况下运行,使用空调用膨胀阀;在蓄冰工况下运行,使用蓄冰用膨胀阀。

为适应现代控制水平要求,采用电子膨胀阀更好,其制冷剂流量调节范围大,允许系统负荷波动大。据介绍和工程实践证明,在低负荷下,采用电子膨胀阀的冷水机组较用热力膨胀阀的机组运转效率高28%,且冷水温度可控制在 ± 0.1 ℃范围。

2) 双蒸发器

空调工况和蓄冰工况的蒸发温度差别较大,对同一台制冷压缩机,制冷量也有较大差别。为了提高蒸发器的传热效率和保证制冷压缩机的好回油,机组应配置两台蒸发器,一台用于电力低谷段蓄冰,一台用于电力高峰段释冷量不足时,制取冷冻水供空调使用。

采用双蒸发器,如匹配合理,稍加改进还可以同时蓄冰和制取冷冻水,满足电力低谷段空调所需冷量。

3) 盘管外融冰

作为户用蓄冰中央空调系统,流程应尽量简单,机组尺寸也不能太大。采用盘管外融冰方式蓄冷,盘管成为直接蒸发制冷系统的蒸发器,蓄冷箱内的水在盘管外表面结成一定厚度的冰,这不仅可以减小蓄冷箱体积,减少乙二醇水溶液的复杂流程和冷损失,还可以提高制冷系统的蒸发温度,增大机组的制冷量,降低机组成本^[6]。

外融冰方式可让空调回水与蓄冷箱内的冰直接换热,融冰速度快,释冷温度可大于等于 $1\sim 2$ ℃,与空调

回水混合后,可直接提供 7 ℃的冷冻水。

5 结论及建议

综上所述,目前生产和使用的空气源热泵户型中央空调存在有一些急待解决的问题,研究开发地源热泵户型蓄冰中央空调,对节能、降低用户运行费用和电网调峰有着十分重要的意义和发展前景。为了加快地源热泵户型蓄冰中央空调的发展和推广应用,建议电力部门尽快建立完善鼓励低谷用电的优惠政策,如尽可能拉大峰谷电价比,给予蓄冰空调设备的开发和使用的补贴等。同时也建议有关厂家加强地源热泵户型蓄冰中央空调的开发研究,降低造价,提高综合效益,为户型蓄冰中央空调开辟更广阔的市场。

参考文献:

- [1] 殷平. 现代空调(2)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
- [2] 蒋能照. 空调热泵技术及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [3] 蒋爱华. 小型蓄冷空调的发展前景探讨[J]. 制冷空调, 2001, 1(4): 14-16.
- [4] 胡鸣明. 浅埋套管式地源热泵地下传热模型及冬季供热实验研究[D]. 重庆: 重庆大学, 1999.
- [5] 刘宪英. 蓄冰空调主机分析及其节能措施的探讨[J]. 四川制冷, 1998, (1): 7-12.
- [6] 严德隆, 张维君. 空调蓄冷应用技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.

Discussion on Ice - Storage Centralized - Air - Conditioner with Ground-Source-Heat-Pump

SUN Chun - wu, HU Yan - hui, DING Yong, HUANG Zhong

(College of Urban Construction and Environment Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China)

Abstract: The authors considered low COP, great using of electricity, difficulty of thaw in winter, waving greatness of indoor temperature, no really energy adjustment. It is also considered that single-phase unit don't content user because it's small supply and increase the load of city electricity network etc in air - source - heat - pump in internal centralized - air - conditioner for house. One project is given to solve these problems, using ice - storage with ground - source - heat - pump. Moreover, its structural form of double expansion valves, double evaporators and thawing - ice outside coils. The market foreground of this conditioner is analyzed from the improvement of people's standard of living, the increase of house area, the limits of sight and environment of city building, the coming policy of residents' electrovalence in valley and so on.

Key words: device of ice-storage; ground-source-heat-pump; centralized-air-conditioner

(责任编辑 姚·飞)