

空气源热泵在建筑节能中的应用

□ 清华大学 北京清华大学索兰环能技术研究所 李元哲

一、能源形势

人类社会的可持续发展面临着能源的挑战。我国是世界上能耗第一大国，且已储能量有“富煤、贫油、少气”之称。所以，开发可再生能源和新能源，调整能源结构，提高能源利用效率，节约用能等是我国长期的战略方针。在已制定的《可再生能源法》及其修订版及《节能中长期专项规划》中已确立了上述战略方针的思想原则。

近年来，随着我国拉动内需的经济策略的促进，建筑业迅猛发展，另一方面，随着人民生活水平的提高，人群活动空间在扩展，人居环境舒适度不断提高，例如，2001年，我国出台了《冬冷夏热地区采暖、空调设计标准》对原本不采暖的长江流域也制定了采暖标准。这些都使建筑用能不断增长，统计表明，建筑用能占全国用能的27%，其中采暖、空调、生活热水又占50%以上。

二、环境保护对能源利用提出的挑战

二十世纪前几乎都燃煤取暖，排入大气二氧化碳、硫化物、氮氧化物、粉尘等，造成严重的大气污染。好于二级以上的天气不足60%。

为此，二十世纪末我国政府高度重视环境治理问题。政策指出煤炭要用于发电，石油要用于交通运输和化工原料。并于2006年6月颁发了关于发展水源热泵、地源热泵产业的奖励办法。后来又颁布了管理细则。

上述的实施显著地改善了大气环境。2009年，我国政府率先在国际上提出至2020年单位GDP碳排放降低至2005年的40%-45%的郑重承诺。

三、能源的品位

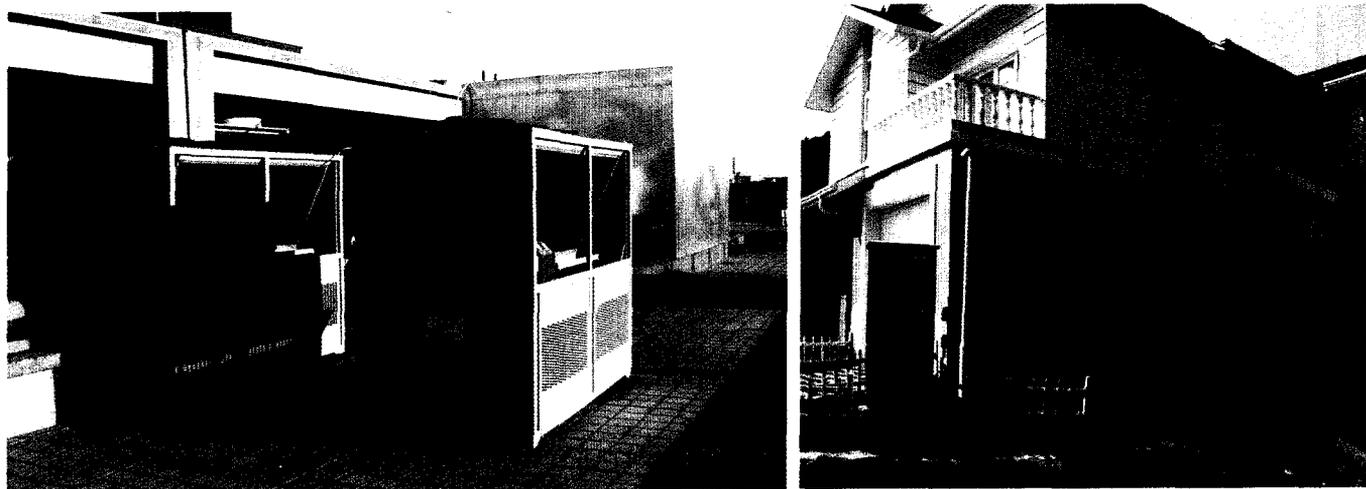
能源的价值不但有数量之分，更有质量的差别，所谓质量或者说“品位”是以其做功的能力来区分的。对此做了量化的描述，指出电是最高品位的能源，近似全部可以转化为功。天然气则比煤的品位高许多，即宝贵得多。

能源中的另一类是低品位的。他们不能直接利用做功。例如，太阳能、空气（也是太阳能转化的）、风能、地面水、地下水及废水等。但它们是不可忽视的大量蕴藏着的可再生能源，并且在技术发展中可以向高品位转化的能源。

因此，明确能源的品位高低，及其转化的可能性，按品位高低、珍惜节约，按质用能及重视低品位能的开发技术就成为理所当然。

四、热泵的能效比

热泵是上世纪七十年代发展起来的继空调制冷机之后的又一项节能热机。它是利用少量高品位能将低品位能提升到高于环境温度的可用能。由于该热力过程中输入的能量都发生了品位的转化，所以，它不再能用“能量守恒”的数量不变的定律去衡量。也因为高品



位能和低品位能的互相参与过程的结果,无论是产生热空气还是热水,其数量比单一的高品位能要高。也就是人们通称的能效比大于1.0。

但是,值得提醒的是,无论热空气和热水虽然不能做功,但也有品位高低之分。正如我们烧水时60℃的热水比40℃的热水要费燃料一样的道理。用这种能也要遵循能用低温就不用高温的原则。

另一点就是热泵是通过压缩机或类似机械来完成的,但一定要将压缩机能达到的能效比与送达用户,即包含整个系统在内的能效比区别开来。前者大于甚至远大与后者。

五、热泵的种类及其达到供能规模

目前,较普遍应用的热泵热源有三种,即空气源、土壤源及浅层地下水源。水源热泵可以达到最大的供能规模,土壤源次之,空气源热泵较小。依各自供热规模的大小,使用的单台压缩机也不同。近期螺杆式压缩机的发展较快,如使用R22的螺杆压缩机单台制冷量可以从140-3600kw。

空气源热泵由于空气侧的换热器体积相对庞大,故供热规模较小,一般单台在7kw-70kw范围内,但是有趋势为利用螺杆机,单台可达到700kw。所以空气源热泵有特别适应中小型公建的优点。

六、空气源热泵的优势

- 1、空气是可再生的清洁能源,唾手可得免费使用。与水源、土壤源相比,不涉及地质资源限制,也不污染地下水。
- 2、无需特设机房,安装方便,大型可装在屋顶节省占地。
- 3、初投资相对于水源、土壤源低。
- 4、类似普通空调机,操作方便,无需专管技术人员。
- 5、可按户计量,收费方便,用户使用自主性强。适宜用在小型用户。

有人认为空气源热泵供热系统能效比小于3.0就不再是节能产品。这是将空气源热泵与电厂的燃煤锅炉比,即,认为既然燃煤发电厂的效率只有33%,那么热泵用1度电就应当有3倍的输出才划算。

这里的不准确之一是煤、电、和热三者并不能用量来划等号;其二是燃煤发电站与区域性燃煤锅炉不但效率不可相比,而且从占地面积、占用人力、污染环境等诸多因素都不能比。所以热泵供暖的能效比应当是多少?在什么地区(指能源状况、地质状况等)?什么用户?什么建筑?等诸多情况下以一个等效比一刀切的规定,是不恰当的。

七、空气源热泵应用中的问题及解决途径

无论是应用于采暖还是生活热水,由于大气环境的昼夜及全年气候的变化快、变化大,使空气源热泵应用技术较地源热泵和

土壤源热泵的技术难度要大。

1、“空气-空气”式热泵的发展

在上世纪七十年代,空气源热泵技术已经初步成熟,80年代在我国开始大量进入市场的是所谓“空气-空气”式的,或者说其机组的蒸发器(吸热端换热器)和冷凝器(放热端换热器)都是以制冷剂与空气进行热交换。如当时的窗式、分体式,及“一拖多”等。这种机组的供热范围不能太大。如果构造中央空调系统,则必须以热风为输送介质。热风的输送体积大,噪音大,且输送动力大,输送半径小。更不能形成区域供应。后来日本大金公司的VRV系统在一定程度上解决了这一问题。但相对来说,技术、构造较复杂,且造价偏高。

2、“空气-水”式热泵的发展

本世纪初,最先兴起的用“户式中央(热泵)空调”,它以水为供热介质。扩大了供热范围,多用于大面积的住宅,不过它的供暖末端装置是“热风”。由于多级的热交换,又由于热风供暖要求的水温不宜低于40-42℃,所以这种热泵装置在室外大气温度低于-5℃时,必须加电补热才能应用。此外,热风供暖的室内温度场上高下低,不但人体不舒适,而且能耗大。

2002年经我国建设部鉴定的国内首创技术是空气源热泵地板采暖。使空气源热泵采暖技术从只能适应长江流域扩大到黄河流域,并获得冬季采暖节能60%的可喜结果。针对这项技术曾接待过日中友好文化协会、日本三菱株式会社及日本大金公司有关人员。至今已推广十五万平方米以上。

3、地板采暖

随着高分子化工材料管材的发展,以热水盘管为热源的地板采暖在上世纪90年代蓬勃发展起来,与热风采暖相比它可以节能20%左右,这是由于:(1)在室内人体的热平衡中,与外界辐射热交换的比例要大于对流。因此,人体被较大的热面包围时,要求的室温可以低2-3℃。(2)应用地板辐射采暖时,由于房间内的温度场上下均匀,在人体的呼吸区上部,没有因为室温过高而产生的过度热损失。(3)从人体的生理上看,热从脚下起有益于血液回流和身体健康。(4)由于地板的采暖面积比暖气片面积大得多,所以,它的表面温度可以大大低于后者,就可以满足室温要求。因此,常称为“低温辐射采暖”。规范上从人体卫生角度出发限制其最高表面温度为26-28℃。

4、空气源热泵地板采暖在寒冷地区应用的可行性

如前所述,目前空气源热泵有两种可在寒冷地区供暖,一是日本大金的VRV空气-空气系统,另一种是空气源热泵地板采暖系统,后者构造较简单舒适并节能。但众多的人对它的技术可行性存在疑虑,集中起来有三点,以下提出并进行分析。

(1)在寒冷地区,或者说大气温度低于-5℃后,供水温度就要降低。其实在压缩机允许的工况范围内,当机组的出力与供暖负荷平衡时,供水温度不会下降。

(2)压缩机允许的工况。(见表1)

本文共5页，欲获取全文，请点击链接<http://www.cqvip.com/QK/85154X/201004/33190828.html>，并在打开的页面中点击文章题目下面的“下载全文”按钮下载全文，您也可以登录维普官网（<http://www.cqvip.com>）搜索更多相关论文。