

文章编号: 1005-0523(2003)04-0013-04

夏热冬冷地区空调系统冷热源选择探讨

屈睿瑰, 林新峰

(华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013)

摘要:概述了夏热冬冷地区的气候特征及采暖空调现状, 强调了正确选择空调冷热源的重要性并从能源结构和经济性比较两方面对各种采暖空调方式进行了比较. 指出在空调冷热源的选择上, 应因地制宜, 实现建筑空调的节能和环保. 在条件允许的情况下, 应优先考虑水源热泵.

关键词:夏热冬冷地区; 冷热源; 经济性分析; 能源结构

中图分类号: TU833+.3

文献标识码: A

1 引言

夏热冬冷地区是指长江中下游及其周围地区. 包括重庆、上海2个直辖市; 湖北、湖南、安徽、浙江、江西5省的全部; 四川、贵州2省的东半部; 江苏、河南2省的南部; 福建省北半部; 陕西、甘肃2省南端; 广东、广西2省区北端, 共涉及16个省市自治区. 该地区面积约180万平方公里, 人口5.5亿左右, 国民生产总值约占全国的48%, 是一个人口密集、经济发达的地区. 由于该地区夏季炎热, 冬季寒冷, 故称为夏热冬冷地区, 又称为过渡地区.

近年来, 随着我国经济的高速增长, 该地区的城镇居民纷纷采取措施, 自行解决住宅冬夏季的室内环境问题, 夏季降温冬季采暖已成为普遍现象. 由于该地区过去不采暖、不降温, 居住建筑的设计对保温隔热问题不够重视, 围护结构的热工性能普遍较差, 主要采暖设备是电暖气和暖风机, 能效比很低, 这种状况如不改变, 该地区的空调采暖能源消耗将会大得惊人, 从而阻碍经济的发展, 不利于环境保护. 因此选择适合于该地区的高效采暖空调系统势在必行.

2 研究夏热冬冷地区空调冷热源选择的必要性

2.1 夏热冬冷地区气象状况

夏热冬冷地区东临太平洋, 所处位置大致在北纬 $24^{\circ}\sim 33^{\circ}$, 东经 $100^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 之间. 其特殊的地理位置决定了其特殊的气候特征.

夏季, 该地区多为低纬度海洋暖湿气团所盘据, 温高湿重, 酿成高温酷热, 其空调室外计算温度常在 30°C 以上, 最高达 37°C , 相对湿度在75%以上, 最高达85%(如表1所示). 在室内, 若不采取制冷、通风措施, 气温可达 $32^{\circ}\text{C}\sim 34^{\circ}\text{C}$, 最高可达 38°C , 人入室内如入蒸笼, 大汗淋漓, 坐立不安, 卧不能眠. 故该地区的重庆、武汉、南京、长沙等城市又有中国四大“火炉”之称.

冬季, 受西伯利亚和蒙古人民共和国一带南下的冷气团影响, 造成雨雪冰霜, 天气湿冷. 该地区最冷月平均气温一般处于 $0\sim 8^{\circ}\text{C}$ 之间, 相对湿度在75%~85%左右, 室外计算温度多为 $-3^{\circ}\text{C}\sim -4^{\circ}\text{C}$. 应看到, 该地区冬季气温虽然较北方高, 但由于云雾等因素, 日照率远低于北方, 且在地理上由东到西急剧减少; 东部最高不超过50%, 西部则不超过

收稿日期: 2003-04-18

作者简介: 屈睿瑰(1977-), 女, 湖南祁东人, 华东交通大学助教.

20%。整个冬季天气阴闷,加之该地区居民长期养成了加强通风、保持室内空气新鲜的卫生习惯(在实际调查中发现大量住户冬季都开窗),导致室内外温度几乎相同,温差仅有 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$ 。室内阴冷,整个冬

季平均温度只有 8.5°C ,78%的时间低于 10°C ,人在室内不能久坐,否则感到寒气袭人,受寒生病是普遍现象。

表1 重庆、南昌等六地盛夏季节气象要素比较

项 目	极端最高气温		7月(1751~1970年)				日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的日数
	值	日期	平均气温	相对湿度	平均风速	降水量	
地 名	($^{\circ}\text{C}$)		($^{\circ}\text{C}$)	(%)	(m/s)	(mm)	
南 京	43.0	1943.7.13	28.1	81	2.4	182	17
南 昌	40.6	1961.7.23	29.7	75	2.9	127	30
长 沙	43.0	1934.8.10	29.5	74	2.8	123	32
衡 阳	41.3	1934.8.10	29.9	71	2.5	80	46
武 汉	41.3	1934.8.10	29.0	79	2.9	179	22
重 庆	44.0	1933.8.8~9	28.6	76	1.6	151	34

2.2 夏热冬冷地区采暖空调现状

综上所述,由于夏热冬冷地区特殊的地理气象状况以及历史政治原因,使得其冬夏季的室内热环境质量在全国是最差的。随着国民经济的发展,生活质量要求的提高,人们自发的采取各种方法进行采暖空调,目前,该地区制冷系统多种多样,而采暖主要依靠燃烧煤、木炭等矿物燃料或是使用电暖气和暖风机等,能效比低,能源浪费巨大,亟待改善。研究表明,近年来,夏热冬冷地区在夏季用于空调的能耗已占到全部能耗的60%以上。

2.3 研究的必要性

近年来,国家虽认识到问题的严重性并加强了节能法规的修订与完善,但由于夏热冬冷地区过去是非采暖区,居住建筑的设计对保暖隔热问题不够重视,围护结构的热工性能普遍较差,而建筑物的使用寿命多为 $50\sim 70$ 年,在短期难以改变建筑物的热工性能,故上述措施虽在建筑节能方面发挥了一定作用,但效果并不明显。再加上夏热冬冷地区冬季室内外温差比北方严寒和寒冷地区小得多,提高建筑物围护结构的热工性能在热舒适性方面作用并不如北方大,因此,在综合考虑节能和人体热舒适性的需要后,国内外研究人员一致认为,在现阶段提高空调、采暖设备的效率是解决该问题的首选。为此,我国采暖空调的应用应根据节能和环保的要求,在考虑居民热舒适性的同时与我国能源结构构成及其发展前景相适应。而政府则更应由此出发,为夏热冬冷地区的冷热源选择提供指导,开展相关研究势在必行。

3 从能源结构角度考虑系统冷热源的选择

两大类。可再生能源是一种清洁、无污染、可重复利用的能源,在夏热冬冷地区比较丰富的是水力资源;不可再生能源包括煤、石油、天然气等化石燃料,它的储量有限且越用越少。

在化石燃料中,我国最丰富的是煤资源。作为世界第一大产煤国,我国探明的煤储量约有8000亿吨,长期以来在能源的生产和消费中煤的比例占到70%以上,夏热冬冷地区也是如此。但以煤炭作为主要能源也存在着一些问题——它直接燃烧污染严重且利用率低。据统计,我国每年由于大气污染造成的经济损失就高达950亿美元。相比来说,将煤用于发电,其一次能源利用率最高且造成的环境污染最小,而目前,我国用于发电的煤占产量的比例较小,同时潜力也较大。根据国家规划,到2010年我国煤用于火电的比例将达到61%左右,这对以电为冷热源的空调系统的发展奠定了良好基础。

我国石油资源有限,已探明储量只占世界的4%。随着国民经济的发展,大量的石油资源只能依赖于进口,这也就使得油价主要由国际形势所左右,而动荡的国际环境常使油价居高不下。同时从长远来看,石油资源将日渐枯竭,因而,盲目采用将石油作为能源的直燃型吸收式制冷机作为空调冷热源是不可取的。但也应看到,新千年伊始,作为开发西部的重大举措,国家决定实施宏伟的西气东输工程,这一工程将建设4200千米平行的两条直径1.5米的管线,将塔里木盆地的天然气经甘肃、宁夏、陕西、山西、河南、安徽、江苏输送到上海,年输送能力240亿立方米。燃气是一种比较清洁的能源,它对环境污染小且使用方便。西气东输工程的启动也使部分夏热冬冷地区有了另一种能源选择。

此外,夏热冬冷地区有着十分丰富的水能资源。据统计,其水能理论蕴藏量达2.68亿千瓦,年电

量 2.35 万亿千瓦·时,分别占全国水能蕴藏量的 39.6%和年电量的 39.7%。其中可开发水电 1.97 亿千瓦,年电量 1.03 万亿千瓦·时,分别占全国可开发水能资源的 52.1%和年电量的 53.6%。在我国大力发展水电事业的今天,夏热冬冷地区无疑是其最直接的受益者。目前,三峡工程仍在加紧建设,当其全面发电后,该地区又将新增水电装机 1 820 万千瓦。同时,该地区还有丰富的地下水和地表水资源。其中,地表水资源量主要由降水补给,为河川径流、地面蒸发、土壤渗入排泄的地表动态水资源量,大约为 9 513 亿立方米,相当深度为 526 毫米。而地下水资源量约为 2 463 亿立方米,这些也都为发展水源热泵提供了良好的条件。

可以看到,夏热冬冷地区的能源结构呈多元化发展,在选择建筑物空调冷热源时,应从长期被忽略的寿命—周期能效、寿命周期环境负荷以及当地能源结构和能源环保政策等方面多加考虑。笔者认为在有条件的情况下可优先考虑水源热泵,在需要大范围使用直接以石油为能源的空调系统时则应慎重。

4 空调冷热源选择的经济性分析

由于空调耗能量越来越大,能源需求量激增,紧张状况趋严重,空调的能耗问题也愈来愈引起人们的关注。近些年,国内外就空调冷热源选择的能耗和经济性问题进行了大量的分析比较,尽管这些分析所采用的原始条件不一,但所得到的结论都是相同的,即地源热泵最优,电动式制冷机效率远大于吸收式制冷机,其中,水源热泵具有节省初投资、运行简便、制冷(热)效果好、节省能源等特点,值得优先考虑^[4~7]。可以说,这是一个定性的结论,在此仅以湖南长沙某冷冻站为例^[5],对水源热泵冷热水机组、风冷热泵机组、溴化锂直燃机组、水冷式冷热水机组+燃油热水锅炉四种冷热源方案,利用现值成本法(公式(1))进行了经济性分析,结论如表 2 所示。

$$NPC = P + A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] - \frac{F}{(1+i)^n} \quad (1)$$

式中, NPC——现值成本,元; P——设备购置、运输、安装等初投资费用,元; A——年运行费用,元;(根据市场报价,电价、油价、水价分别按 0.5 元/千瓦·时、2.7 元/公升、0.6 元/m³ 计算); n——设备使用寿命,年;(考虑到中央空调设备的一般使用年

限, n 取 20 年); F——设备的残值,元;(设备在 20 年末的残值,按设备价的 5% 确定); i——设备贷款折现率。

表 2 各种中央空调冷热源投资即运行费用比较(单位:万元)

冷热源	面积	10,000m ² 30,000m ² 80,000m ²		
		投资	运行	现值成本
水源热泵冷热水机组	投资	233.181	482.89	1449
	运行	20.2992	48.7758	140.94
	现值成本	404.5562	897.9721	2648.3994
风冷热泵	投资	191.87	551.39	1467
	运行	20.68	60.96	161.24
	现值成本	413.7905	1202.1624	3190.3522
溴化锂直燃机	投资	229.38	652.83	1207.51
	运行	31.3344	89.0352	203.0265
	现值成本	573.6809	1631.5025	3344.0077
水冷式冷热水机组+燃油锅炉	投资	234.54	604.84	1366.8
	运行	22.1081	66.0347	152.4488
	现值成本	448.6799	1218.7953	2784.1393

附:现值法即仅仅考虑各方案所消耗的成本或费用(包括投资费用和经营成本),将各方案所消耗的成本换算为预期等值的现值,仅比较现金流出的现值成本(NPC)大小,现值成本小的为优。

5 夏热冬冷地区空调冷热源的综合选择

综上所述,在空调冷热源的选择上,各种方式有其具体应用的条件和优缺点,不能一概而论。

1) 夏热冬冷地区洁净的水电资源丰富,电力空调还会在较长时间内占有主导地位。但由于该地区大多数城市居民的收入水平还难以维持家庭 24 小时连续空调以及该地区大部分城市进入老龄化社会等诸多因素,会使供电峰谷差的矛盾日渐突出。这就使得研制和发展蓄冷空调有着广阔的前景;

2) 夏热冬冷地区河流湖泊众多,地下水资源丰富地区(约占我国可利用水资源的 50% 以上)且存在 2 463 亿立方米的地下水资源,有着使用水源热泵空调机组的天然优势。而地下水温四季恒定的特性也使得水源热泵机组更可稳定的运行,其独特的换热技术可使其 COP 值(即一次能利用率)超过其他类型空调机组 30% 以上,且运行费用低,因而是理想的供热制冷能源利用装置。此外,由于水源热泵机组在冬季供暖、夏季供冷时均不需锅炉和冷水塔等辅助设备,从而杜绝了锅炉粉尘、黑烟、噪声和硫化物等对环境的影响,无任何废气、废渣、废水等环境污染,且排出的冷热量都到地下,可完全避免

温室效应,在城市内避免了热岛现象,极具环保优势.基于上述原因,目前水源热泵空调机组已越来越受到国内外的瞩目.据统计,到目前为止在美国已安装了400 000台,且仍以每年以10%的速度稳步增长.在本文中,从能源结构和经济方面的分析均可得出:在夏热冬冷地区空调冷热源的选择中,应优先考虑水源热泵;

3) 尽管溴化锂吸收式制冷机目前热力系数或COP仍低于电制冷,但“西气东输”为部分夏热冬冷地区大规模发展燃气直燃型吸收式冷热水机组创造了条件.其中,直燃型溴化锂吸收式冷热水机与溴化锂吸收式制冷机相比,热效率高,燃料消耗少,体积小,可直接供冷与供热或同时供冷供热,在条件允许的情况下可选用.

总之,在夏热冬冷地区空调冷热源的选择上应考虑该地区的能源结构特点以及西气东输的影响,根据我国长期能源战略和世界能源革命的发展趋势,使建筑空调的冷热源实现多元化.就目前而言,应优先考虑水源热泵,在条件允许的情况下,可加大燃气直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的应用比例.从长远来看,应本着节能和环保的原则,实现能源的合理利用.

参考文献:

- [1] Douglas Cane, P. Eng. Jeremy M. Garnet. Update on Maintenance and Service Costs of Commercial Building Ground-Source Heat Pump Systems. ASHRAE Trans[年报], 2000, 106(1).
- [2] Michaela A. Martin, Melissa G. madgettPatrick J. Hughes. Comparing Maintenance Costs of Geothermal Heat Pump Systems with other HVAC systems; Prevebtive Maintenance Actions and Total Maintenance Costs. ASHRAE Trans[年报], 2000, 106(1).
- [3] 高甫生, 王建华. 论我国空调用冷水机组发展方向[M]. 全国暖通空调制冷1996年学术年会资料集. 1996.
- [4] 龙惟定. 几种空调冷热源的比较[M]. 全国暖通空调制冷1996年学术年会资料集. 1996.
- [5] 丁力行, 刘世恩, 雷红兵. 水源热泵在湖南地区应用的经济性分析[J]. 流体机械, 2000(6).
- [6] 龙惟定, 王长庆, 丁文婷. 试论中国的能源结构与空调冷热源的选择取向[J]. 暖通空调, 2000, 30(5).
- [7] 王长庆, 龙惟定, 丁文婷. 各种冷源的一次能耗及其对环境影响的比较[J]. 节能技术, 2000, 18(4).
- [8] 吴雪峰. 试论能源结构调整[J]. 华东交通大学学报, 2003, 20(1).

Trends in Heating/Cooling Source Selection in Hot-summer and Cold-winter Areas

QU Rui-gui, LIN Xin-feng

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper outlines climate state of the hot-summer and cold-winter area and current situation of HVAC, emphasizes the significance of selecting appropriate cooling/heating source and compares all of the modes in energy structure and economy, and points out that it's important to achieve saving energy and protect environment when selecting heat/cool source for air condition. At last, it also indicates that the use of water source heat pump should be preferential if condition permitted.

Key words: hot-summer and cold-winter area; cooling/heating source; feasibility analysis; energy structure