南京地区污水源热泵在空调工程中应用的可行性分析

贾代勇* 隋鲁彦 魏鹏 宋华铖

(解放军理工大学 工程兵工程学院 南京 210007)

【摘 要】 由于经济的发展，人民对生活条件的要求也越来越高。居民不仅希望住宅有空调设施，还希望能够有供暖设施。根据南京市的自然气候特点，城市可利用资源情况，从节能、经济性等几个方面，对几种空调系统在南京地区的应用条件和可行性进行比较和分析，得知污水源热泵在南京地区拥有广阔的应用前景。

【关键词】 污水源热泵；节能；可持续性；可行性

中图分类号 TU83 文献标识码 B

Feasibility about the Application of Sewage Source Heat Pump to Air-conditioning Engineering in Nanjing

Jia Daiyong Sui Luyan Wei Peng Song Huacheng

(Engineering Institute of Engineering Corps, PLA University of Sci.&Tech., Nanjing, 210007)

【Abstract】 Due to the economy development, the demand for living condition is more and more high. Under this background, there is a new tendency that the house need to provide heating facilities in Nanjing. Considering of energy saving and economy aspects, compared the sewage heat pump system with other air-conditioning systems. Through the analysis and calculation, We can conclude that there is feasibility of using sewage source heat pump in Nanjing.

【Keywords】 sewage source heat pump; energy-conservation; economy; sustainable development; feasible

0 前言

随着经济的发展，人们对能源的需求量越来越大，这给能源的供给和环境造成了很大压力。并且近几年来，由于能源结构的调整和环保政策的加强，人们亟需一种新的能源来满足当前要求。热泵技术作为一种新能源技术，受到国内外专家学者的大力关注。而城市污水作为一种城市余热清洁型能源，且城市污水数量巨大，生成量基本稳定，作为热泵冷热源为建筑物供暖、制冷具有重大的现实意义。

1 污水源热泵系统在国内外的应用现状

城市污水热能资源的利用是环保和节能研究的一个新课题。大型城市污水源热泵系统在国外已经有了十几年的应用历史，目前已经拥有了一套较完善的技术和经验。特别是20世纪80年代以来，热泵技术在国外的应用已经有了突飞猛进的发展。西方一些国家先后兴建了一大批大型污水源热泵系统[1]。特别是在瑞典，到1987年为止，已经有100座热泵站投入使用，总供热能力已经达到1200*MW*。在亚洲，日本的污水源热泵技术发展比较迅速，从1987年开始启动污水源热泵技术，到目前为止已经有12个热泵系统在运行[2]。

在我国，污水源热泵技术的起步较晚，虽然目

www.zhulong.com

前还没有大型的污水源热泵系统投入使用，但是已经有几个小型实验性的热泵系统已经投入使用，均取得了比较好的效果。例如北京的高碑店污水处理厂、北小河污水处理厂以及中国石化齐鲁有限公司排水厂等[3]。

2.1 污水源热泵的技术原理

污水源热泵系统同其它热泵系统一样，都是利用少量的高位电能把低位热能转换为高位热能的装置。它利用的低位热能是主要是工业污水和居民生活污水中蕴含的热能。

污水源热泵机组工作的原理如图 1 所示：

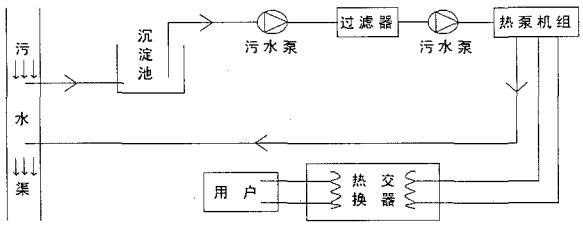

图 1 系统原理图

夏季，通过把建筑物中的热量转移到污水源中，由于污水源温度低，所以可以高效地带走热量；而冬季，则从污水源中提取能量，由热泵原理通过载冷剂提升温度后送到建筑物中。

2.2 污水源热泵系统的分类

（1）污水源热泵系统按其使用的污水源的状况可分为原生污水源热泵系统、一级污水源热泵系统和二级污水源热泵系统。其比较见表 1。

表 1 各类污水特点

	处理措施	颗粒物	腐蚀性	含热量
原生污水	未处理	很多	很强	很高
一级污水	物理处理	较少	较强	较高
二级污水	化学处理	基本没有	较弱	较少

（2）根据热泵的换热设备是否与污水直接接触可分为直接式污水源热泵系统和间接式污水源热泵系统。其比较见表 2。

表 2 直接式与间接式系统比较

	系统形式	中介媒质	对机组要求	制热效率
直接式	简单	不需要	较高	较高
间接式	复杂	需要	不高	偏低

（3）根据热泵机房的布置情况，可分为集中式热泵系统、半集中式热泵系统以及分散式热泵系统。

3 南京市应用污水源热泵的可行性分析

3.1 技术上可行性分析

（1）污水源水源丰富，全年比较稳定。如南京市 2007 年污水排放量为 9 亿吨，其中经污水处理厂处理的污水量为 7.65 亿吨。从南京市规划局得知，南京市的污水处理规模将继续增大，其具体规划见表 3。

表 3 南京市污水处理厂规划

片区名称	污水厂名称	处理规模（万吨 / 日）	
		至 2010 年	至 2020 年
主城区	江心洲污水处理厂	64	64
	城北污水处理厂	30	30
	城东污水处理厂	20	30
	铁北污水处理厂	10	15
	锁金村污水处理厂	0.5	2
小计	共 5 座	124.5	141
新市区	仙林污水处理厂	10	25
	开发区污水处理厂	8	8
	城北污水处理厂	4	14
	科学院第一污水厂	4	16
	桥北污水处理厂	5	20
	珠江污水处理厂	4	16
小计	共 6 座	35	99
新城	龙潭污水厂	5	20
	城南污水厂	5	20
	六合污水厂	5	10
	大厂污水厂	10	18
	化工园污水厂	3	10
	玉带污水厂	2	8
	桥林污水厂	4	12
小 计	共 7 座	34	98
重点镇	八卦洲产业园区污水厂	0	5
总计	共 19 座	203.5	343

（2）污水温度与气温温差较大，蕴热量巨大。从图 2 可知，南京市的一级污水温度与气温温差夏季为 6℃以上，冬季温差为 5℃以上。按现在的热泵技术能力，如果能利用其中的 50%能量，1 万吨

www.zhulong.com

污水温度每降低 3℃，就可获得 1000 吨煤燃烧所产生的热量。有资料表明[4]，南京市污水中所蕴藏的冷热量位居全国第四，达到 25Gcal/d，其中可利用的热量达到 11Gcal/d，冷量达到 14Gcal/d。

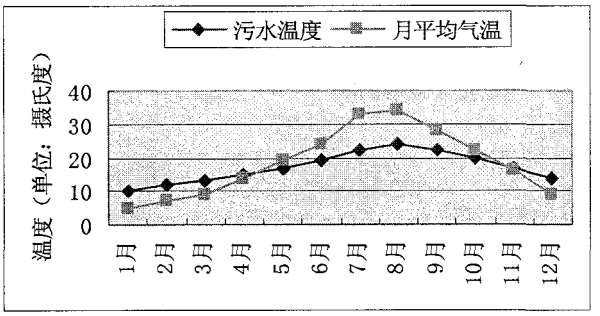

图 2　污水温度与气温

（3）环保效应明显。污水源热泵系统应用热源是城市污水，在系统的运行过程中，不需要燃煤及燃油，避免了燃烧产生的烟气对大气环境的污染。并且不产生任何废渣、废液。对南京市大气环境的改善会起到很好的作用。

（4）高效节能。南京市近几年来，用电一直比较紧张。特别是在炎热的夏季，出现过多次拉闸限电的情况。据美国能源委员会估计，设计良好的污水源热泵系统平均可节能 30%～40%。这对缓解南京市的用电压力，具有很好的现实意义。

3.2 经济可行性分析

（1）经济评价方法——费用年值法

费用年值法是将系统造价按系统使用时间折算为单位空调面积每年的费用，并与年运行费用相加得出费用年值。其计算公式[5]为：

$$f=\frac{i(1+i)^m}{(1+i)^m-1}\bullet C_{sys}+c \qquad (1)$$

式中　f——　费用年值，元/m²

i——　利率

m——　经济寿命

C_{sys}——系统造价，元/m²

c——　年运行成本，元/m²

（2）本文运用上述经济评价方法，对燃油锅炉加冷水机组系统(简称“油加冷”)、燃煤锅炉加冷水机组系统（简称“煤加冷”）、直燃机及污水源热泵系统进行经济性比较。

①系统造价。系统造价包括设计费、监理费、土建费、设备购置费、安装费以及其它费用。根据对南京市近几年来的工程实例及市场调查分析得到各种系统的造价。具体见图 3。

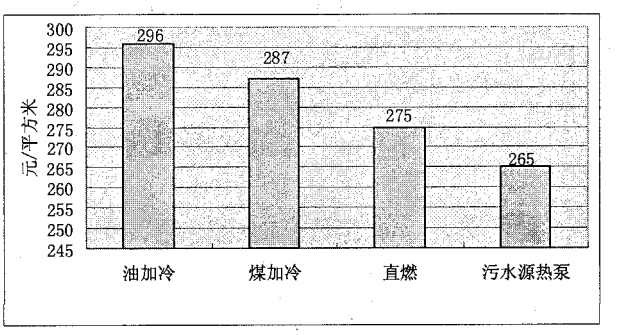

图 3　系统单位造价

②系统年运行成本。年运行成本包括电费、设备折旧费、设备维修费以及工人工资等其它费用。由工程实例调查分析得到各系统的年运行成本，如图 4 所示：

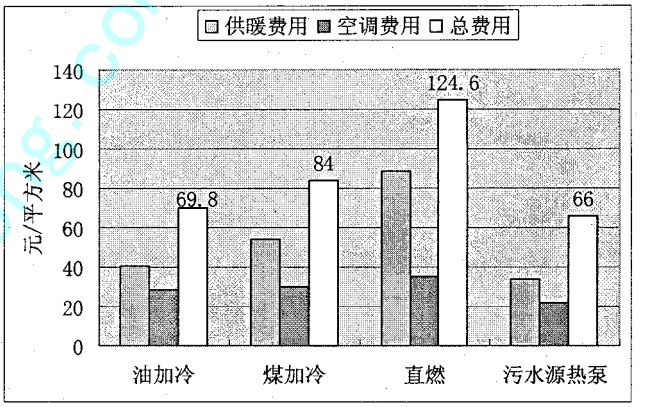

图 4　年运行成本

③费用年值。根据国家现行政策，我们取年利率 $i=6.84\%$，设备经济寿命为 20 年。由公式（1）可得四种系统的费用年值。如图 5 所示。

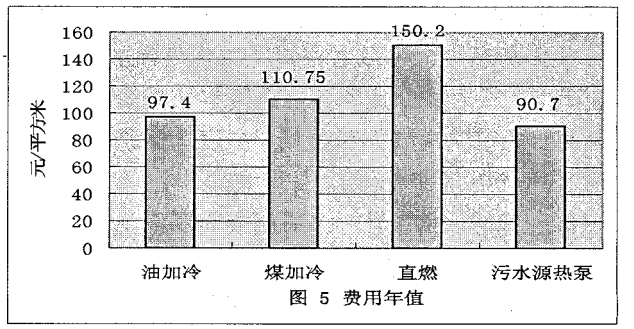

图 5　费用年值

（下转第 24 页）

www.zhulong.com

（上接第 19 页）

从图可知，污水源热泵系统的费用年值比燃油锅炉加冷水机组低 10%左右，比燃煤机组低 20%左右，比直燃机组低 40%左右。因此可知在南京地区应用污水源热泵系统具有良好的经济效益。

4 结语

从以上分析可知，污水源热泵无论在环保、节能还是经济性方面都有一定的优势，它在南京地区的应用有着广阔的市场前景。虽然污水源热泵系统具有很多优点，但它也存在一些问题需要进行研究，如机组的堵塞、能耗比变化较大等问题。

参考文献：

[1] 黄国琦. 城市污水源热泵的开发和应用[J]. FLUID MACHINERY 2006， 33(6): 76-78

[2] N Funamizu，M Ogoshi.Reuse of Water and Heat Energy in Wasterwater in Japan [A]. Proceeding of 21st century in tematrnal conference & exhibition on developing strategy of urban wasterwater treatment and resue: Beijing，China.2001.

[3] 张承虎，孙德兴，吴荣华. 关于城市污水热能资源化相关概念和分类的探讨[J]. 暖通空调，2006，36(3):10-16.

[4] 吴荣华，孙德兴，张成虎. 污水源热泵的应用与研究现状[J]. 哈尔滨工业大学学报，2006，8(38): 1326-1329.

[5] 李晓明，崔福义，周红. 污水源热泵的经济性评价 [J]. 煤气与热力，2005，4(25): 52-55.

www.zhulong.com