

污水源热泵的经济评价

李晓明, 崔福义, 周 红

(哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090)

摘 要: 应用财务净现值法和动态费用年值法, 综合考虑系统造价及年运行成本, 对污水源热泵、燃煤锅炉 + 分体式空调、燃油锅炉 + 分体式空调、燃气锅炉 + 分体式空调及电锅炉 + 分体式空调 5 种供暖空调系统的经济性进行了分析。

关键词: 污水源热泵; 供暖; 分体式空调; 经济性

中图分类号: TU995 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000 - 4416(2005)04 - 0052 - 04

Economic Evaluation of Sewage Source Heat Pump

LI Xiao-ming, CUI Fu-yi, ZHOU Hong

(School of Municipal & Environment Engineering, Haerbin Institute of Technology,
Haerbin 150090, China)

Abstract: Applying the financial net present value method and the dynamic annual expense value method and synthetically considering the manufacturing cost and operating cost, the economic analysis is made on five kinds of heating air conditioning systems, including sewage source heat pump, coal-fired boiler and split air conditioner, oil-fired boiler and split air conditioner, electric boiler and split air conditioner.

Key words: sewage source heat pump; heating; split air conditioner; economy

污水源热泵是一种以污水(处理或未处理的污水)作为冷热源的供暖空调系统。污水温度全年相对稳定的特性,使污水源热泵同传统空调形式相比,具有较好的稳定性和较高的制冷、制热性能系数。污水源热泵技术在国内的应用刚刚起步,除了在技术上可行之外,在经济上是否具有竞争力,是其能否大规模推广的关键。本文应用经济评价方法,对污水源热泵、燃煤锅炉 + 分体式空调、燃油锅炉 + 分体式空调、燃气锅炉 + 分体式空调及电锅炉 + 分体式空调共 5 种供暖空调系统进行经济评价。

1 经济评价方法及主要经济指标

1.1 经济评价方法

采用能源工程项目中最常用的 2 种经济评价方法:财务净现值法和动态费用年值法^[1]。

财务净现值法

财务净现值法是按照部门规定的标准收益率,

将各年所发生的净现金流量(即现金流入与流出之差),折算到建设期起始年的现金总和,当净现值 ≥ 0 时,表示该方案可行,当 < 0 时,该方案不宜采用。净现值的计算公式为:

$$F = \sum_{j=1}^n C_{d,j} (1 + i_s)^{-j}$$

式中 F ——净现值,元

n ——建设期与经济寿命之和, a

$C_{d,j}$ ——第 j 年的净现金流量,元

i_s ——部门的标准收益率,取 0.08

动态费用年值法

动态费用年值法是将参与比较方案的系统造价按资金的时间价值折算为每年的费用,并与年运行费用相加得出费用年值,从若干方案中选取费用年值最小的作为最佳方案。费用年值的计算公式为:

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

式中 f ——费用年值,元/a

i ——利率或采用部门的标准内部收益率

m ——经济寿命,a

C_{sys} ——系统造价,元

c ——年运行成本,元/a

1.2 主要经济指标

系统造价

系统造价为供暖、空调系统各部分造价之和,包括土建费、设备购置费、安装费及其他费用(设计费、监理费和不可预见费)。

年运行成本

年运行成本为系统中各部分每年发生的费用,包括水费、电费、燃料费、排污费、管理人员工资、管理费、设备折旧费和设备维修费等。

2 计算参数

气象参数

参照 2000 年哈尔滨地区实际日平均温度,供暖室内计算温度取 20,夏季空调室内计算温度取 27。供暖期为 180 d,日供暖时间按 18 h 计算。夏季空调期 60 d,日供冷时间以实际空调时间计算。

计算对象

选取住宅楼为计算对象,最大供暖单位面积热负荷取 70 W/m²,最大空调单位面积冷负荷取 60 W/m²[2]。

污水源热泵和其他供暖空调系统参数

计算中将污水源热泵系统的造价的 50% 计入供暖系统造价,另 50% 计入空调系统造价。污水源热泵采用直接利用(以经过处理的污水作为冷热源)系统,制热性能系数取 4.30,制冷性能系数取 4.60^[3]。燃煤锅炉的热效率取 0.60,燃油锅炉和燃气锅炉热效率取 0.85,电锅炉的热效率取 1.00,分体式空调的制冷性能系数取 2.90^[4,5]。

能耗指标

电价为 0.40 元/(kW·h),煤、柴油和天然气的低热值分别为 28 073 kJ/kg、41 868 kJ/kg、36 533 kJ/m³,价格分别为 0.20 元/kg、3.00 元/kg、1.60 元/m³[5,6]。

收费标准

热价为 31.00 元/(m²·a)。目前国内对于空

调没有收费标准,以分体式空调年运行成本(包括电费、折旧费、维修费,分体式空调的使用寿命以 10 a 计算)23.60 元/(m²·a)作为空调收费标准。

3 计算结果与分析

按经济评价方法和经济指标,分别对污水源热泵、燃煤锅炉+分体式空调、燃油锅炉+分体式空调、燃气锅炉+分体式空调及电锅炉+分体式空调共 5 种供暖空调方案进行经济性评价,分别计算每种方案的系统造价、年运行成本、净现值及费用年值,计算结果见图 1~8。

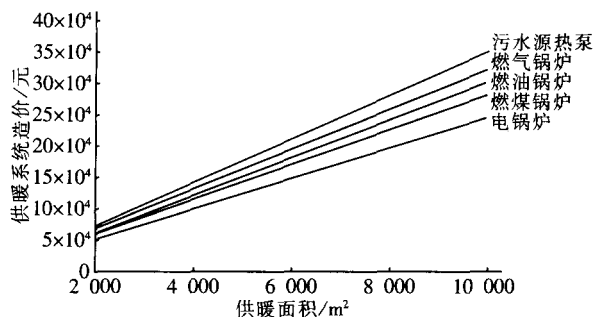


图 1 供暖系统造价的比较

Fig 1 Cost comparison of heating systems

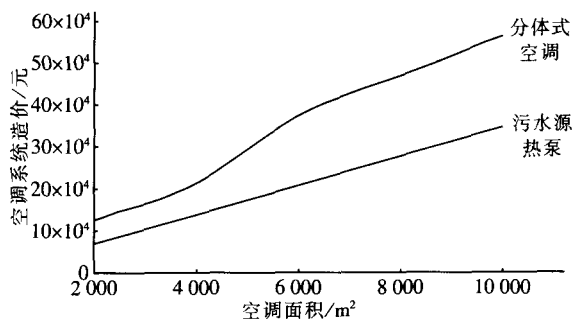


图 2 空调系统造价的比较

Fig 2 Cost comparison of air conditioning systems

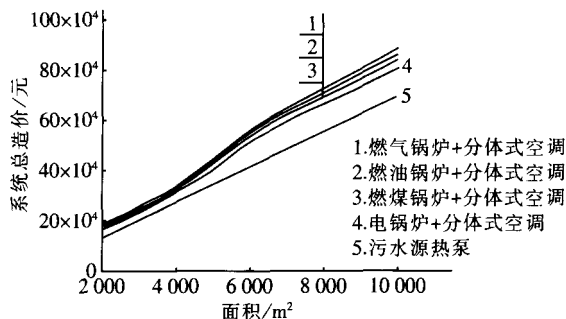


图 3 系统总造价的比较

Fig 3 Total cost comparison of systems

系统造价的比较

系统造价计算中包括了从冷热源到末端装置的

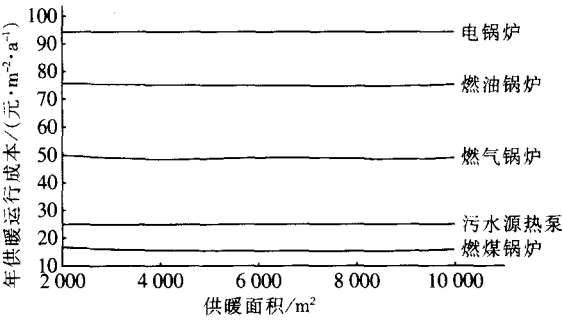


图 4 年供暖运行成本的比较

Fig 4 Comparison of operating costs for annual heating

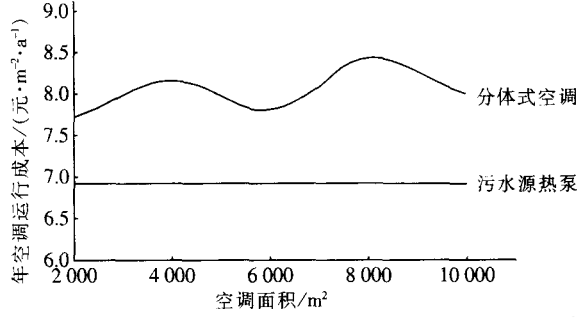


图 5 年空调运行成本的比较

Fig 5 Comparison of operating costs for annual air conditioning

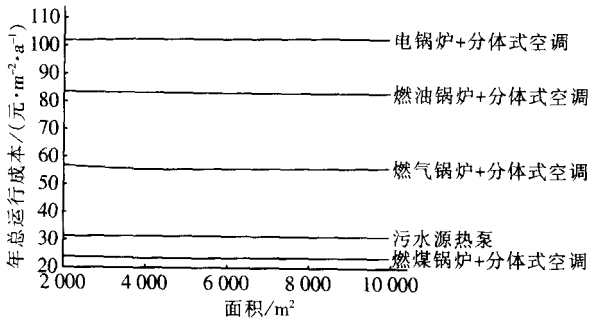


图 6 年总运行成本的比较

Fig 6 Comparison of annual total operating costs

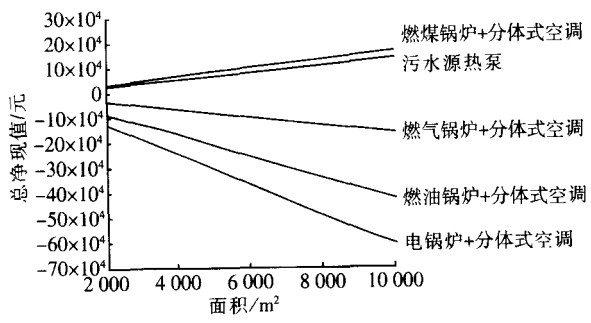


图 7 净现值的比较

Fig 7 Comparison of net present value

所有造价^[7,8]。由图 1~3 可知,当系统单纯用于供暖时,污水源热泵供暖系统的造价是最高的。当污

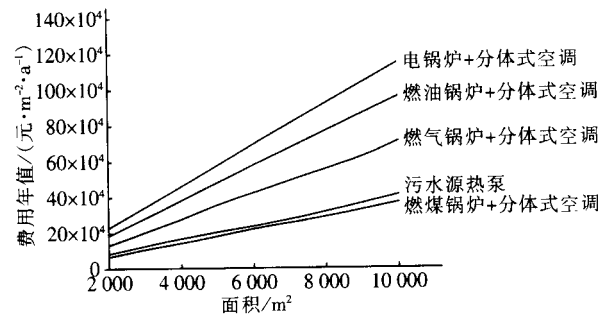


图 8 费用年值的比较

Fig 8 Comparison of annual expense value

水源热泵同时用于供暖和空调时,系统造价在 5 个方案中是最低的。因此,在同时需要供暖和空调的场合,污水源热泵是一个很好的选择。

年运行成本的比较

年运行成本的比较包括年供暖运行成本、年空调运行成本和年总运行成本的比较。

a 由图 4 可知,使用燃煤锅炉进行供暖时,成本最低。其次是污水源热泵、燃气锅炉、燃油锅炉,电锅炉的年供暖成本最高。

b 由图 5 可知,污水源热泵的年空调运行成本要低于分体式空调。

c 由图 6 可知,5 个方案中,燃煤锅炉 + 分体式空调方案年总运行成本最低,其次是污水源热泵、燃气锅炉 + 分体式空调、燃油锅炉 + 分体式空调,电锅炉 + 分体式空调系统的年总运行成本最高。如果以污水源热泵年总运行成本为基数,燃煤锅炉 + 分体式空调系统比其低 25%,燃气锅炉 + 分体式空调是其 1.80 倍,燃油锅炉 + 分体式空调是其 2.59 倍,电锅炉 + 分体式空调是其 3.19 倍。

净现值的比较

由图 7 可知,在 5 个方案中,只有燃煤锅炉 + 分体式空调和污水源热泵的净现值大于 0,其他 3 个方案净现值都小于 0。

费用年值的比较

系统造价和年运行成本是两个不同性质的经济指标,单凭其中任意一项是不能评判方案的优劣的。费用年值恰好把这两个不同性质的经济指标结合在一起。由图 8 可知,燃煤锅炉 + 分体式空调方案的费用年值最低,其次是污水源热泵、燃气锅炉 + 分体式空调、燃油锅炉 + 分体式空调、电锅炉 + 分体式空调。虽然污水源热泵的费用年值高于燃煤锅炉 + 分体式空调,但由于国内对环保的要求,对燃煤锅炉的

使用进行了限制。因此,污水源热泵有很强的经济竞争力。

4 结论

污水源热泵代替了传统的锅炉+分体式空调的 2 套装置系统,节省了系统造价、占地面积和运行费用。

按给定的计算参数和条件,从费用年值来看,燃煤锅炉+分体式空调系统最低,其次是污水源热泵。在 5 个方案中,只有燃煤锅炉+分体式空调和污水源热泵的净现值大于 0。从目前国家的环保政策考虑,我国大部分地区已经限制使用燃煤锅炉,因此,污水源热泵在既需要供暖又需要空调的场合,在当前的能源价格下,具有很强的经济竞争力。

参考文献:

- [1] 贺平,孙刚. 供热工程 [M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004
- [2] 薛殿华. 空气调节 [M]. 北京:清华大学出版社,2004

- [3] 王荣光,沈天行. 可再生能源利用与建筑节能 [M]. 北京:机械工业出版社,2004
- [4] 杨昭,张世钢,刘斌,等. 燃气热泵及其他供热空调系统的能源利用分析评价 [J]. 太阳能学报,2001,22(2): 171 - 175
- [5] 姜宝成,王永鏢,李炳熙. 地源热泵的技术经济性评价 [J]. 哈尔滨工业大学学报,2003,35(2): 195 - 196
- [6] 李新国,赵军,朱强. 地源热泵空调的经济性 [J]. 太阳能学报,2001,22(4): 418 - 419
- [7] 赵丽莹. 污水源热泵在我国寒冷地区应用模拟与分析 [D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2003
- [8] 盛晓文,冯庆祥. 燃油燃气锅炉的应用前景展望 [J]. 哈尔滨建筑大学学报,2000,33(1): 121 - 125

作者简介:李晓明(1977 -),女(满族),黑龙江绥化人,博士生,从事污水源热泵的研究工作。

电话:(0451) 53996438

E-mail: km7725@126.com

收稿日期:2004 - 12 - 16

· 工程信息 ·

襄樊市天然气输配工程通气点火

为改善襄樊市的能源结构,使市区大气污染得到有效的控制,襄樊大明天然气有限责任公司投资建设了襄樊市天然气输配工程。该工程于 2004 年 12 月 30 日通气点火,施工图设计由建设部沈阳煤气热力研究设计院完成。

襄樊市天然气输配工程气源是来自“川气东输忠县至武汉输气管道枝—襄支线”的天然气。上游供气压力为 1.4 ~ 1.6 MPa,并承诺负责解决城市的季节用气调峰。本工程按来气压力 1.6 MPa 进行设计。

本工程主要建设天然气门站 2 座、储配站 1 座、CNG 加气站 1 座、CNG 卸气站 1 座、高中压调压站 2 座、高压输气管道 18.6 km、城区中压 A 级管网 198 km、天然气 SCADA 系统及后方设施等。工程概算总投资额为 2.2×10^8 元。工程分两阶段建设,第一阶段已建设襄樊天然气门站 1 座、高中压调压站 2 座、高压输气管道 18.6 km 及城区中压 A 级管网约 100 km,至 2005 年底计划年供气 $7\,000 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。第二阶段工程计划 2008 年全部建成,天然气输配工程供气规模将达到 $1.27 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,用气居民达到 18.07×10^4 户。

(建设部沈阳煤气热力研究建设院 朱万美 供稿)