三用型水源热泵方案和常规风冷冷水机组加燃油热水锅炉方案的比较

郭 明[1,2]

(1.大连大学 建工学院 岩土与结构工程技术研究中心,辽宁 大连 116622; 2.大连五洲建筑设计有限公司,辽宁 大连 116021)

摘要: 以大连长兴岛高尔夫球场会所为例,根据全年空调负荷、采暖负荷和生活热水负荷,选择了三用型水源热泵方案和风冷冷水机组加燃油热水锅炉方案,并对这两个方案的初投资和运行费用进行了计算;经比较,三用型水源热泵的方案初投资少,运行费用低,是较节能的方案,在地下水源充足的地区应大力推广。

关键词: 三用型水源热泵; 风冷冷水机组; 燃油热水锅炉; 初投资; 运行费用; 技术经济比较

中图分类号: TU831.4　　文献标识码: B　　文章编号:1006-8449(2009)01-0082-04

0 引言

大连长兴岛高尔夫球场会所,其建筑面积2600m²,地上2层,建筑高度6.8m。一层设有大厅、办公室、餐厅、包房、厨房、洗浴中心,二层设有休息厅、客房。该建筑夏天需要空调制冷,冬天需要空调采暖,一年四季需要热水供应。由于本工程附近没有热网,也不允许建燃煤锅炉房,其冷热源的选择是暖通空调、给排水专业的关键。

1 空调冷、热负荷和生活热水负荷情况

(1)空调冷负荷:空调时间取为每年6月初至8月底,共92d。冷指标为86.5W/m²,冷负荷为225kW[2,3]。

(2)空调热负荷:空调采暖时间为11月中至3月底,共137d。热指标为65.4W/m²,热负荷为170kW[2,3]。

(3)生活热水热负荷:生活热水热负荷为全年热负荷,共计365d。会所全年全日供应热水,按日接纳游客100人,每人每天使用50℃热水50L。全年生活热水设计耗热量76.24kW/h。

2 方案选择及分析

2.1 三用型水源热泵(方案一)

2.1.1 方案一介绍

根据上述空调冷负荷、空调热负荷、生活热水热负荷,选择3台80.2kW水源热泵机组,单台冷水机组额定制冷量为80.2kW,额定制热量为89.2kW。

夏季冷水温度7~12℃,井水温度12℃,回灌水温度30℃,生活热水温度50~40℃,2台机组按纯制冷工况运行,1台机组一边制冷,一边产生生活热水。

过渡季井水温度12℃,回灌水温度30℃,生活热水温度50~40℃,1台机组纯生活热水工况运行。

冬季2台机组用于空调采暖,1台机组用于产生生活热水,井水温度12℃,回灌水温度30℃,生活热水温度和空调采暖均为50~40℃[1]。

经详细计算,3台水源热泵机组满足夏季空调冷负荷和生活热水热负荷、过渡季生活热水热负荷、冬季空调热负荷和生活热水热负荷的要求。

图1为水源热泵系统原理图。经阀门切换,能实现三个季节不同工况的运行。

2.1.2 水源热泵方案的初投资

水源热泵方案冷热源设备初投资见表1。

经列表计算水源热泵方案冷热源设备初投资为37.9万元。

万方数据

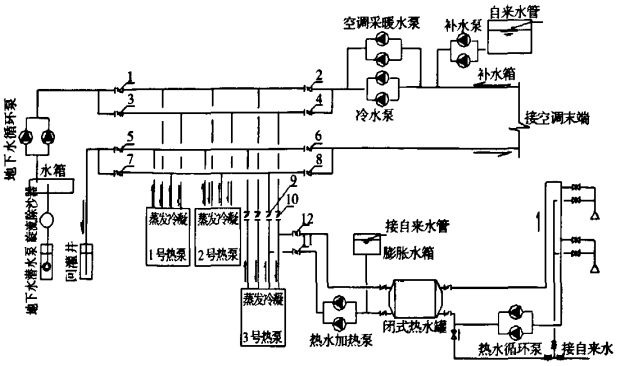

图 1 水源热泵系统原理图

表 1 水源热泵方案冷热源设备初投资

序号	名称	规格	数量	单价 万元/台	合计 万元
1	水源热泵机组	80.2kW	3	9	27
2	地下水潜水泵	G=37.3t/h,H=451kPa N=11kW	1	0.5	0.5
3	地下水循环泵	G=37.3 t/h ,H=156.9 kPa N=4kW	2	0.39	0.78
4	冷水泵	G=50 t/h ,H=254.9kPa N=7.5kW	2	0.53	1.06
5	空调采暖循环泵	G=17 t/h ,H=245.1kPa N=3kW	2	0.33	0.66
6	变频定压补水泵	G=3 t/h ,H=137.2kPa N=0.37kW	2	0.15	0.3
7	变频定压配电柜		1	0.8	0.8
8	热水加热泵	G=9 t/h ,H=205.9kPa N=1.5kW	2	0.31	0.62
9	热水循环泵	G=1.1 t/h ,H=83.3kPa N=0.18kW	2	0.19	0.38
10	闭式热水罐	V=5m³	1	3	3
11	取水井	H=70m 深	1	0.04(万元/m)	2.8
	合计				37.9

2.1.3 水源热泵方案的运行费用

(1)夏季运行费用计算

夏季用电量计算:2 台水源热泵机组为纯制冷工况,根据蒸发器和冷凝器侧水温来查水源热泵机组性能表,单台机组功率 15.66kW,2 台共 31.32kW。1 台水源热泵机组一边制冷,一边制备生活热水,根据蒸发器和冷凝器侧水温查水源热泵机组性能表,机组功率为 23.8kW,查本运行工况的水泵参数,水泵功率为 24.55kW,合计 79.67kW。

夏季运行费用计算:夏天共计 92d,每天工作 8h,按 80%负荷率,电价 0.98 元/kWh。

夏季运行费用:

A_1=92×8×79.67×80%×0.98=45971.5(元)

(2)过渡季运行费用计算

过渡季用电量计算:1 台水源热泵机组制备生活热水,根据蒸发器和冷凝器侧水温查水源热泵机组性能表,单台机组耗电量 23.8kW,查本运行工况的水泵参数,水泵耗电量 16.68kW,合计为 40.48kW。

过渡季运行费用计算:过渡季共计 136d,每天工作 3h,按 100%负荷率,电价 0.98 元/kWh。

过渡季运行费用:

A_2=136×3×40.48×100%×0.98=16185.5(元)

(3)冬季运行费用计算

冬季用电量计算:2 台水源热泵机组用于空调采暖,1 台水源热泵机组用于制备生活热水,根据蒸发器和冷凝器侧水温查水源热泵机组性能表,单台水源热泵机组功率均为 23.8kW,共计 71.4kW。查本运行工况的水泵参数,水泵最大功率为 20.05kW。合计为 91.45kW。

冬季运行费用计算:冬天共计 137d,2 台水源热泵机组用于空调采暖,每天工作 8h,功率 65.97kW,按 80%负荷率,电价 0.98 元/kWh。

冬季空调采暖运行费用:

A_3=137×8×65.97×80%×0.98=56685.7(元)

冬天共计 137d,1 台水源热泵机组用于制备生活热水,每天工作 3h,功率 40.48kW,按 80%负荷率,电价 0.98 元/kWh。

冬季制备生活热水运行费用:

A_4=137×3×40.48×80%×0.98=13043.6(元)

(4)水源热泵方案冷热源设备全年运行费用计算

水源热泵方案冷热源设备全年运行费用:

$A=A_1+A_2+A_3+A_4$=45971.5 元+16185.5 元+56685.7 元+13043.6 元=131886.3 元

建筑面积 2600m²,单位面积运行费用则为 50.73 元/(a·m²)。

2.2 风冷冷水机组加燃油热水锅炉(方案二)

2.2.1 方案二介绍

根据上述空调冷负荷、空调热负荷、生活热水热负荷,选择 1 台风冷涡旋式冷水机组,制冷量为 254kW,夏季冷水温度 7~12℃,满足夏季空调冷负荷要求。选择 1 台 SV-2504 型燃油热水锅炉,额定制热量为 291kW,满足各季节热负荷的要求。耗油量 26.5kg/h,功率为 0.78kW。生活热水温度 50~40℃。

图 2 为风冷空调原理图,空调系统采用变频水泵补水定压,夏季,冷水泵经风冷冷水机组的蒸发器,提

万方数据

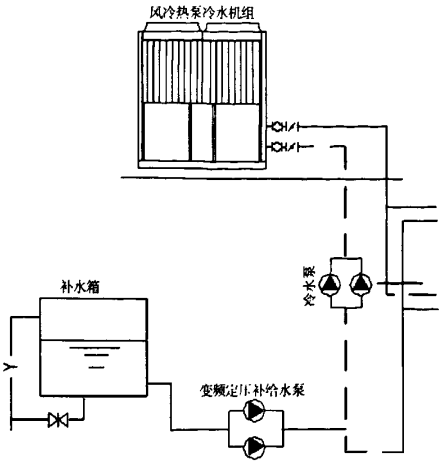

图2 风冷空调原理图

供7~12℃的冷水供空调系统夏季使用。

图3为燃油锅炉空调采暖和制备生活热水原理图，冬季，空调采暖循环泵经燃油锅炉，提供60~50℃的热水供空调系统冬季使用。定压方式为变频水泵补水定压。

夏季、过渡季、冬季的生活热水由燃油锅炉提供热源，燃油锅炉提供60~50℃热水，经水-水容积式换热器换热提供生活热水，生活热水温度为5~50℃。热水一次网定压方式为膨胀水箱定压。

2.2.2 风冷冷水机组加燃油热水锅炉的初投资(见表2)

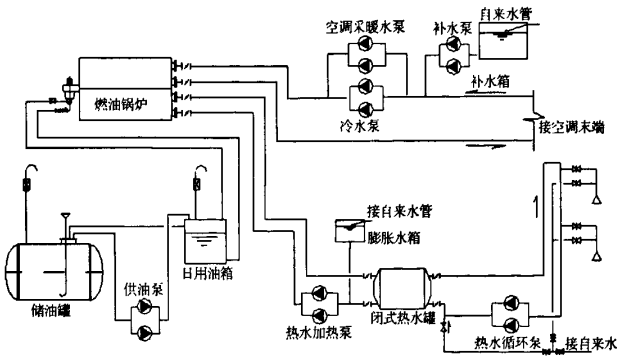

图3 燃油锅炉空调采暖和制备生活热水原理图

2.2.3 风冷冷水机组加燃油热水锅炉的运行费用

(1)冷热源设备夏季运行费用计算

夏季运行费用计算：夏天共计92d，空调每天工作8h，生活热水循环泵每天工作8h，按80%负荷率计算，功率为94.65kW，锅炉、锅炉循环水泵、锅炉变频定压补给水泵每天工作3h，功率为5.65kW，耗油量为26.5kg/h，电价0.98元/kWh，油价4.68元/L。

电费 A_{11}=92×8×94.65×80%×0.98+92×3×5.65×80%×0.98=55 838(元)

表2 风冷冷水机组加燃油热水锅炉方案主要设备初投资

序号	名称	规格	数量	单价 万元/台	合计 万元
1	风冷冷水机组	冷量 Q=254 kW，功率 N=86.6 kW	1	30	30
2	冷水泵	G=50t/h，P=254.9kPa，N=7.5 kW	2	0.53	1.06
3	补水箱	V=1m³	1	1	1
4	变频定压补给水泵	G=3t/h，P=137.2kPa，N=0.37 kW	2	0.15	0.3
5	变频定压配电柜		1	0.8	0.8
6	燃油真空热水锅炉	SV-2504，热量 Q=291kW 油耗 26.5kg/h，功率 0.78 kW	1	11	11
7	锅炉循环水泵	G=30t/h，P=176.5kPa，N=3 kW	2	0.31	0.62
8	锅炉补水箱	V=1m³	1	1	1
9	锅炉变频定压补给水泵	G=3t/h，P=137.2kPa，N=0.37 kW	2	0.15	0.3
10	变频定压配电柜		1	0.8	0. 8
11	生活热水容积式换热器	77.53kW/60-50/10-50 V=5m³	1	3	3
12	生活热水循环泵	G=1.1t/h，P=83.3kPa，N=0.18 kW	2	0.19	0.38
13	储油罐	DPY-10 V=10 m³ ϕ1600×5080	1	5	5
14	日用油箱	V=1m³	1	2	2
15	油泵	CHY2，G=2m³/h，P=0.6MPa N=1.5 kW，n=1420r/min	2	0.33	0.66
	合计				57.92

夏季耗油量 92×3×26.5=7314(kg)

1L的质量为0.8kg，夏季耗油量9142.5L。

燃油费 A_{12}=9142.5×4.68=42 786.9(元)

夏季运行费用合计 $A_1=A_{11}+A_{12}$=98 624.9元

(2)热源设备过渡季运行费用计算

过渡季运行费用计算：过渡季共计136d，除生活热水循环泵每天工作8h外，其它设备每天工作3h，按100%负荷率，功率5.83kW，油耗26.5kg/h，电价0.98元/kWh，油价4.68元/L。

电费 A_{21}=136×3×5.65×100%×0.98+136×8×0.18×100%×0.98=2451(元)

过渡季耗油量 136×3×26.5=10 812(kg)

1L的质量为0.8kg，过渡季耗油量13 515L。

燃油费 A_{22}=13 515×4.68=63 250.2(元)

过渡季运行费用合计 $A_2=A_{21}+A_{22}$=65 701.2元

(3)冷热源设备冬季运行费用计算

冬季运行费用计算：冬季共计137d，每天工作8h，按80%负荷率，功率为5.83kW，油耗量26.5kg/h，电价0.98元/kWh，油价4.68元/L。电费 A_{31}=137×8×5.83×80%× 0.98 =5009.5 (元)；冬季耗油量137× 8 × 26.5= 29 044(kg)；1L的质量为0.8kg，冬季耗油量36 305L。燃油费 A_{32}=36 305×4.68=169 907.4(元)。

冬季运行费用合计 $A_3=A_{31}+A_{32}$=174 916.9元

(4)冷热源设备全年运行费用计算

$A=A_1+A_2+A_3$=339 243元

万方数据

建筑面积2600m²,年单位面积费用为130.5元/(a·m²)。

3 结语

(1)根据以上分析,可看出,水源热泵方案冷热源设备初投资为37.9万元,造价145.8元/m²。风冷冷水机组加燃油热水锅炉方案冷热源设备初投资57.92万元,造价222.8元/m²。可见水源热泵方案冷热源设备初投资较省;

(2)水源热泵方案冷热源设备运行费用为13.19万元,年空调制冷、空调采暖、制备生活热水费用为50.73元/(a·m²)。风冷冷水机组加燃油热水锅炉方案年运行费用为33.92万元。年空调制冷、空调采暖、制备生活热水费用为130.5元/(a·m²)。可见水源热泵方案冷热源设备年运行费用较省;

(3)三用型水源热泵系统初投资低,运行费用节省,节能环保,在地下水源充足的地区应大力推广。

参考文献:

[1]徐邦裕,陆亚俊,马最良.热泵[M].北京:中国建筑工业出版社,1996.

[2]马最良,姚杨.民用建筑空调设计[M].北京:化学工业出版社,2003.

[3]徐伟,邹瑜,李元普,等.地源热泵系统工程技术规范[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.

收稿日期:2008-10-06

修回日期:2008-12-19

Comparison Between Three-use Water Source Heat Pump and Conventional Air-cooled Chiller with Hot Water Oil-burning Boiler Schemes

GUO Ming[1,2]

(*1.College of Architectural Engineering, Geotechnical & Structural Engineering Institute, Dalian University, Dalian 11662, China;*
2.Dalian Wuzhou Architectural Design Co., Ltd, Dalian 116021, China)

Abstract: Taking Changxing island club of golf course in Dalian as an example, according to whole air-conditioning load, heating and hot water load, three-use water source heat pump and air-cooled chiller with hot-water oil-buring boiler schemes were chosen. Then the first investment and operating costs of the two schemes were calculated and compared. The result showed that the former's first investment and operating costs was lower and it's the energy-saving scheme. So it should be populatized in the areas the ground water source are adequate.

Key words: three-use water source heat pump; air-cooled chiller; hot water oil-burning boiler; first investment; operating costs; techno-economic comparison

作者简介: 郭 明(1963-),女,山东城武人,工学硕士,高级工程师,国家注册公用设备工程师,从事工作:采暖通风与空调专业的教学、科研和工程设计。

(上接第89页)

Survey and Analysis of Energy Consumption of Two Residence Community Founded in Different Ages in Shanghai

SUN Juan[1], LI Zhen-hai[1], WU Xing[1], Hiroshi Yoshino[2]

(*1.HV&AC Research Institute of Tongji University, Shanghai 200092, China;*
2.Department of Architecture and Building Science, Japan Tohoku University, Sendai 980-8579, Japan)

Abstract: In order to make clear of the situation and characteristics of the energy consumption of residence community in different ages in Shanghai, a survey on the general situation of residential buildings, the life styles, the estimation of indoor thermal environment and the energy consumption of two residence community was carried out. The result showed the level of energy consumption of the residence community founded in 2000s was obviously higher than the 1980s. The average energy consumption per capita and per unit area of 2000s were 1.609 and 0.815 times as the 1980s. The factors influencing the residential energy consumption of the two residence community were analyzed using statistical package for the social sciences (SPSS). The result indicated the floor area and household resident population were closely related to the total energy consumption. Annual household income also had a great influence on the total energy consumption. The factors had different influence on the energy consumption of per building area and the total.

Key words: survey; energy consumption; partial correlation analysis

作者简介: 孙 娟(1985-),女,安徽池州人,暖通硕士,研究方向:室内空气品质。

万方数据