

# 艾默生冬季采暖试验报告

测试名称：艾默生空气源热泵冬季采暖实验报告

委托单位：艾默生环境优化技术（苏州）有限公司

发布日期：2018-4-05



声 明

- (1) 报告无检测机构公章无效。
- (2) 报告无主检、审核、批准人签名无效。
- (3) 报告涂改无效。
- (4) 复制报告未重新加盖检测机构公章无效。
- (5) 送样委托检测报告结果对来样负责。
- (6) 对报告若有异议，请收到报告后 15 日之内向检测机构提出。

#### 试验单位联络信息

地址：上海交通大学溧阳研究院

电话：021-34206775

传真：021-34206087

邮编：200240

E-mail: [jpchen70@aliyun.com](mailto:jpchen70@aliyun.com)

#### 委托单位信息

名称：艾默生环境优化技术（苏州）有限公司

地址：苏州工业园区金鸡湖大道 1355 号

邮编：215021

E-mail: [HR.Suzhou@emerson.com](mailto:HR.Suzhou@emerson.com)

# 实 验 报 告

实验名称	艾默生空气源热泵冬季采暖对比实验		
委托单位	艾默生环境优化技术（苏州）有限公司	实验单位	上海交通大学
试验目的	对比空气源热泵和燃气壁挂炉作为热源在夏热冬冷地区冬季住宅地暖供热的系统运行特性，进行节能性、经济性、舒适性评价。	试验地点	上海交通大学溧阳研究院
试验日期	2018年1月1日至2018年3月15日		
试验结论	<p>1、空气源热泵和燃气壁挂炉都可以满足采暖的需要，同时可以发现燃气壁挂炉的能效比为 0.729，空气源热泵的能效比为 2.45。</p> <p>2、室内的相对湿度随着室外的相对湿度的变化而变化，基本满足舒适性的需求。</p> <p>3、从经济性的角度考虑，在满足供暖需求的前提下，空气源热泵和燃气壁挂炉相比，可以为用户节省 53% 的支出</p> <p>4、从舒适性的角度分析，空气源热泵运行更加稳定，房间温度波动较小，较为舒适。</p>		
备注			



批准:

审核: 陈海忠

主检: 黄嘉乐

## 附录:

### 一. 待测量及试验设备:

#### 1、燃气壁挂炉

表 1

待测物理量	设备	待测物理量	设备
燃气量	燃气表	水泵电量	电功率计 (0~10 <sup>5</sup> kWh)
机组功率	电功率 (0~10 <sup>5</sup> kWh)	水流量	电磁流量计 (0.3~43m <sup>3</sup> /h)
累计电量	电功率计 (0~10 <sup>5</sup> kWh)	室外/卧室西/东/餐厅/客厅 RH	湿度传感器 (0~100%_3%) *5
供回水温度	PT1000 (4~95℃_±0.1℃) *2	卧室西/餐厅温度	热电偶(-40~125℃_±0.5℃) *2
水泵功率	电功率计 (0~10 <sup>5</sup> kWh)	卧室东/客厅壁面及垂直温度 (分别 20 个测点)	热电偶(-40~125℃_±0.5℃) *40

#### 2、空气源热泵

表 2

待测物理量	设备	待测物理量	设备
排气温度	热电偶 (-40~125℃_±0.5℃)	水泵电量	电功率计 (0~10 <sup>5</sup> kWh)
吸气温度	热电偶 (-40~125℃_±0.5℃)	水流量	电磁流量计 (0.3~43m <sup>3</sup> /h)
机组功率	电功率计 (0~10 <sup>5</sup> kWh)	室外远近温度	热电偶(-40~125℃_±0.5℃) *2
累计耗电量	电功率计 (0~10 <sup>5</sup> kWh)	室外/卧室西/东/餐厅/客厅 RH	湿度传感器 (0~100%_3%) *5
供回水温度	PT1000 (4~95℃_±0.1℃) *2	卧室西/餐厅温度	热电偶(-40~125℃_±0.5℃) *2
水泵功率	电功率计 (0~10 <sup>5</sup> kWh)	卧室东/客厅壁面及垂直温度 (分别 20 个测点)	热电偶(-40~125℃_±0.5℃) *40

### 二. 试验过程及结果

#### 1 试验方案

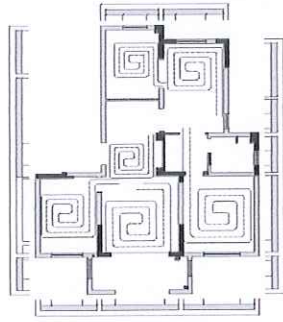


图 1

此次实验场地在江苏常州某小区内，户型为上下两层结构，上层采用变频空气源热泵采暖，下层采用燃气壁挂炉进行采暖。地暖的敷设按照标准 JGJ142-2004 进行，住宅的结构和地暖的管路如图 3 所示。户型分为卧室东、客厅、卧室西和餐厅，面积为 140 平方米。

空气源热泵的采暖原理图如图 2 所示，系统分为室内侧和室外侧，室外侧的压缩机将气态制冷剂压缩，经过换热器将热量传递到室内；同时，换热后的制冷剂经过经济器到膨胀阀节流，再到蒸发器蒸发吸收空气中的热量，最后回到压缩机完成循环。室内侧的水流经地暖盘管之后将热量传递到房间；燃气壁挂炉室内侧与空气源热泵采暖的室内侧相同，热源采用天然气。

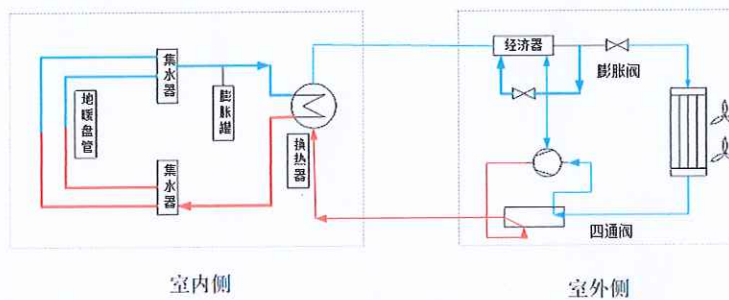


图 2

## 2、现场测试布置及测试方法



图 3

如图5所示为现场测试布点图，客厅、卧室测点按照相同方式进行布置，以便于测出房间不同高度的温度。

在测试期间，分别对供回水温度、水流量、耗电量、实时功率、室内外空气温湿度、室内水平垂直空间温度和围护结构内表面温度进行监测。

在房间布置3条垂直测线，高度分别为0、0.1、1.1、2.3、2.8m，可以体现表面温度、脚踝处温度、坐姿体感等信息。地板温度测量多个以考察温度均匀性。为避免忽略机组结霜化霜性质的数据点，采用高频进行长期监测，数据记录间隔时间为30s

### 3 测试结果和分析

性能分析：

通过对该小区两个多月的监测，计算发现空气源热泵的 HSPF 的值可以达到 2.45，而燃气壁挂炉系统的能效比只有 0.729。两者相差 3 倍，可见变频空气源热泵系统远比燃气壁挂炉更加节能。图 4-9 分别为变频空气源热泵和燃气壁挂炉的逐日制热量、耗电量和能效比。测试期间室外的温度范围为零下 2℃到 18℃，空气源热泵机组的逐日制热量范围为 30~247Kw.h 之间，而燃气壁挂炉系统的逐日制热量在 112~267Kw.h 之间，分析发现气温 10℃左右，空气源热泵的日制热量为 50Kw.h 左右，燃气壁挂炉系统根据室外平均气温的变化调节制热量大小的

能力不如变频空气源热泵。

燃气壁挂炉日均耗电为 267Kw. h，相比于变频空气源热泵的 40Kw. h 要高出许多。这是由于燃气壁挂炉采用的方式是通过燃烧天然气产生热量，在此过程中会出现燃烧不完全，热传导造成热量的耗散等情况。从整个监测期间看，变频空气源热泵的耗电量随着室外气温的变化出现负相关的关系。在温度最高的时候，空气源热泵的日耗电量为 11Kw. h，远低于燃气壁挂炉的耗电。

能效比更能反映出变频空气源热泵的性能。对于空气源热泵，其 HSPF 平均值达到 2.45。与此，相比燃气壁挂炉的能效比只有 0.73 左右。故而在满足房间制热需求的情况下，变频空气源热泵比燃气壁挂炉更加节能。

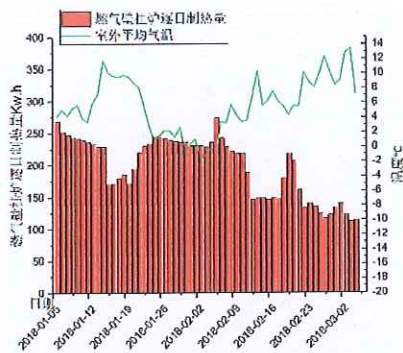


图 4 燃气壁挂炉逐日制热量

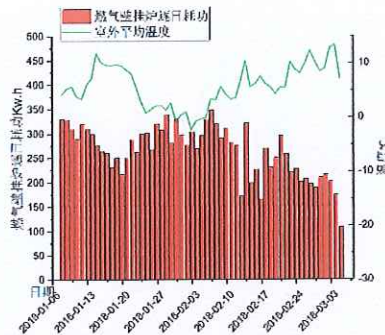


图 5 燃气壁挂炉逐日耗电

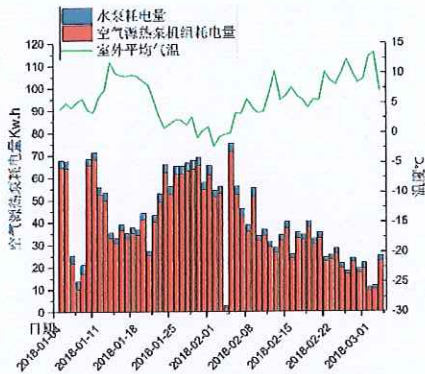


图 6 空气源热泵逐日耗电量

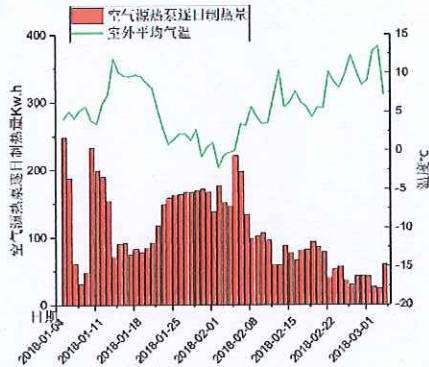


图 7 空气源热泵逐日制热量

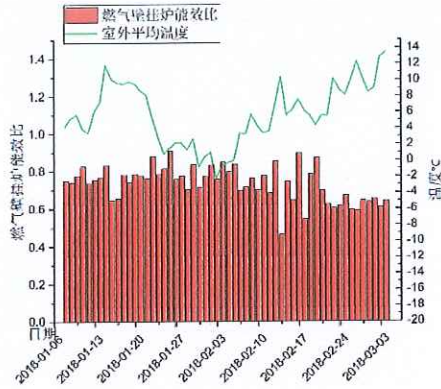


图 8 燃气壁挂炉逐日能效比

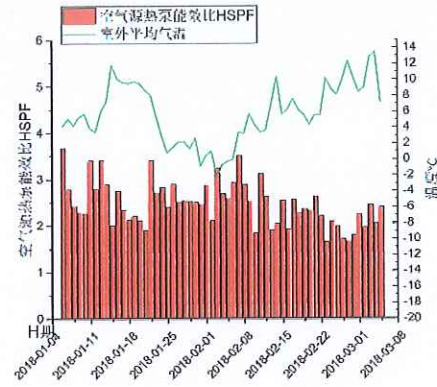


图 9 空气源热泵能效比

### 经济型分析:

冬季系统运行期间，空气源热泵总耗电量为 2276Kw.h，其中峰时度数为 1233Kw.h，谷时度数为 1043Kw.h；燃气壁挂炉消气量 1445m<sup>3</sup>。按照常州市物价：峰电单价 0.5583 元/度，谷电单价 0.3583 元/度。阶梯电价一档 0-230 度，电价 0.5283 元/度，二档 231-400 度，电价 0.5783 元/度，三档电价 400 度以上，电价 0.8283。天然气费用 2.45 元/立方米。按照先峰谷后阶梯计算原则，空气源热泵的费用为 1646 元，平均每天费用 27 元；燃气壁挂炉总费用为 3541 元，平均每天 59 元。两者相比，空气源热泵节省费用 1894 元，减少 53% 的支出。经过运行研究发现，变频空气源热泵系统在满足用户供暖需求的同时，可以减少能源的消耗，为用户节省 53% 的支出。

### 舒适性分析:

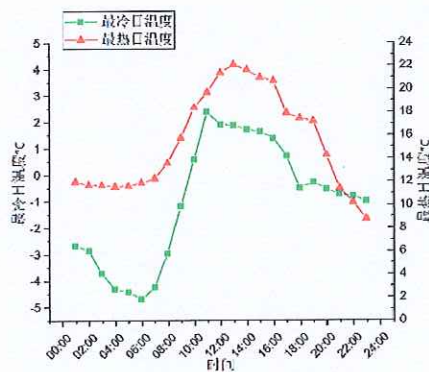


图 10 最冷最热日一天气温



选取实验测试过程中最冷日的数据，对比分析空气源热泵系统和燃气壁挂炉系统在极端天气下的运行特性。图 10 为最冷日一天气温的变化，6 时，环境温度达到最低，之后逐渐升高，在 12h~14h 达到温度最高点。

图 11~12 分别为最冷日空气源热泵和燃气壁挂炉两套系统的运行情况。图中可以分析，最冷日燃气壁挂炉系统制热量在 4h 和 16h 出现了异常的波动，系统运行不稳定，能效比仅为 0.82。而变频空气源热泵运行稳定，可以根据温度变化自动进行制热量调节，在一天之中温度最高的 12h 制热量下降明显。

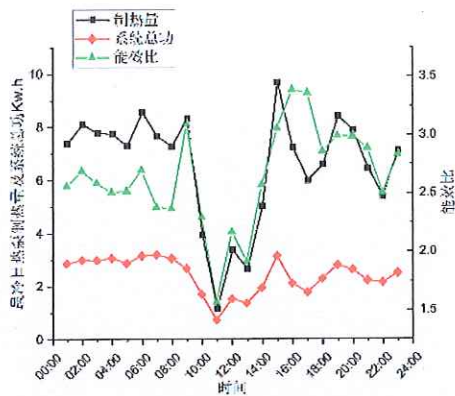


图 11 最冷日空气源热泵

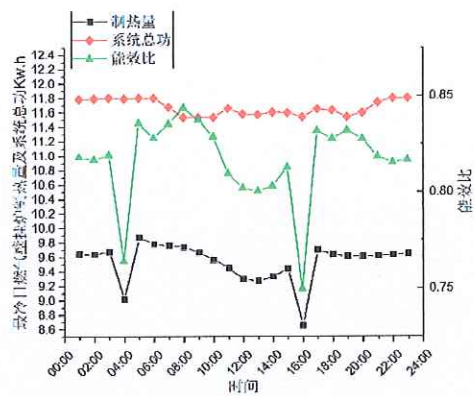


图 12 最冷日燃气壁挂炉

对房间内部地板、0.1m、1.1m、2.3m、2.8m 五个不同高度处的温度进行测量，测试结果如图 13~14 所示，可以发现地板的温度明显高于房间其它温度，并且在房间内随着高度增加温度逐渐下降，符合“头凉脚热”的舒适性目标，在高度高于 1.1m 的时候，温度变化较小，均匀性较好。对比变频空气源热泵系统和燃气壁挂炉系统，可以发现变频空气源热泵系统在一天中的温度波动较小，房间稳定性较好，而燃气壁挂炉系统在运行期间出现了三个峰值，表明燃气壁挂炉受室外温度影响比较大，运行状态不稳定。

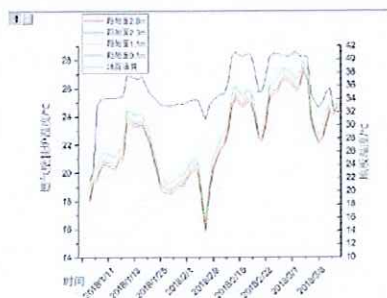


图 13 燃气壁挂炉房间垂直方向温度

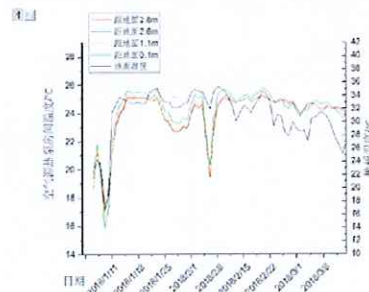


图 14 空气源热泵房间垂直方向温度

另外，可以发现空气源热泵的地板温度略高于燃气壁挂炉的温度，是因为两者地暖管道的铺设存在着一定的差别，一般燃气壁挂炉出水温度是 50 度，地暖管的铺设间距是 200mm，空气源热泵出水温度 45 度，地暖管铺设间距是 150mm。

#### 4 结论

(1) 通过对溧阳住宅的空气源热泵和燃气壁挂炉测试，空气源热泵和燃气壁挂炉都可以满足采暖的需要，同时可以发现燃气壁挂炉的能效比为 0.729，空气源热泵的能效比为 2.45。

(2) 室内的相对湿度随着室外的相对湿度的变化而变化，基本满足舒适性的需求。

(3) 从经济性的角度考虑，在满足供暖需求的前提下，空气源热泵和燃气壁挂炉相比，可以为用户节省 53% 的支出。

(4) 从舒适性的角度分析，最冷日运行对比，可以发现燃气壁挂炉系统一天中温度随着环境温度变化波动较大。变频空气源热泵在运行稳定，房间温度波动较小，舒适性高。最冷日时，只在中午最热的时候制热量出现明显的下降，其他时间段房间制热量维持相对稳定。



