

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2016.06.032

建筑环境测试技术课程实验台搭建探讨

胡玉秋^{1,2}, 杨小鹏², 范军², 赵兴忠²

(1. 济南大学 材料科学与工程学院, 山东 济南 250022; 2. 山东农业大学 水利土木工程学院, 山东 泰安 271018)

摘要:通过换热器综合实验装置,搭建了建筑环境测试技术课程的实验台。新的实验台增加了压力传感器、涡轮流量计和热电偶等自动测量传感器和仪表。该实验台能测量换热器的换热量、冷热水流量、热水侧的水循环阻力、冷热水进出口温度等参数,其信号由 Agilent 34972A 采集仪采集。该实验台利用了实验室已购置的设备,减少了外购实验台的费用支出,取得了很好的教学效果。

关键词:建筑环境测试技术;实验教学;换热器综合实验装置;自动控制

中图分类号:G642.3

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2016)06-0147-04

建筑环境测试技术是建筑环境与能源应用工程专业本科生必修的一门专业技术课程,该课程的理论性和实践性都非常强,对学生从事专业工作有特别重要的作用,也是学生下一步学习建筑设备自动化课程的基础^[1-3]。建筑环境测试技术包含了温度、压力、湿度、液位、流速、流量、噪声等参数的基本测量方法、测试仪表的工作原理及应用,以及误差分析、自动控制系统^[4]。

建筑环境测试技术课程实验安排是该课程学生理论联系实际的一个重要环节,是课程教学的重要组成部分。实验课程对培养学生工程意识、动手能力和创新能力,提高学生综合素质,起着重要的作用^[5]。山东农业大学建筑环境与能源应用工程专业在该课程的实验教学中缺少一个综合性的实验教学平台,外购实验教学平台需要定制,而且费用很高。我们尝试利用已有的换热器综合实验台和已购置的温度、压力、流量传感器等测量仪表,结合热水换热器的实验,搭建了该课程的实验测试平台。在实际教学过程中,不但节省了设备购置费用,还取得了很好的教学效果。

一、换热器综合实验装置介绍

换热器性能试验的内容主要为测定换热器的总传热系数、传热的对数平均温差和平衡误差等,采用列管式、套管式和螺旋板式三种不同的换热器。

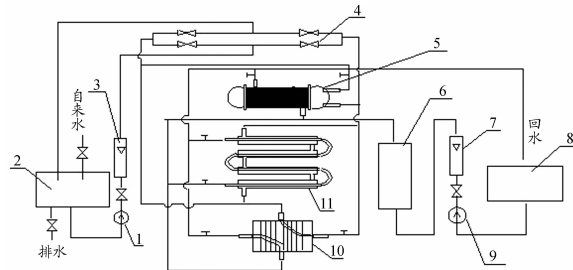
装置采用阀门组,实现顺流和逆流两种不同的流动方式,对不同工况的传热情况和性能进行比较和分析。以螺旋板式为例,其余换热器类似,具体测量流程如下所述。

收稿日期:2016-03-18

作者简介:胡玉秋(1974-),女,山东农业大学水利土木工程学院实验中心实验师,主要从事建筑环境和建筑材料实验研究,(E-mail)fanjuu@163.com。

热水回水箱的水,经过热水泵加压,经过热水流量计,进入电加热水箱加热后进入螺旋板式换热器,从换热器换热出来的水经过回水管,回到热水回水箱,完成一个循环。冷水箱的冷水,经过冷水泵加压后,再经过冷水流量计,进入阀门组,从阀门组出来的冷水,经过螺旋板式换热器后,再经过阀门组回到冷水箱,完成一个循环。

冷水和热水在螺旋板式换热器中实现热量交换,只要测量出换热器冷热水进出口温度,换热的对数平均温差就可以计算出来。再利用热水进出口温度和流量计算出换热量。换热器的面积为已知,这样换热器的传热系数就可以计算出来。具体的测量原理如图1所示。



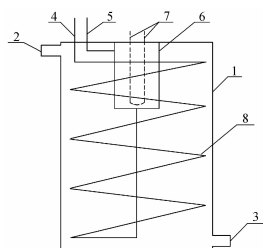
1 - 冷水泵;2 - 冷水箱;3 - 冷水浮子流量计;4 - 冷水顺逆流换向阀门组;5 - 列管式换热器;
6 - 电加热水箱;7 - 热水浮子流量计;8 - 热水回水箱;9 - 热水泵;10 - 螺旋板式换热器;
11 - 套管式换热器

图1 换热器实验装置测量原理图

二、改造后的建筑环境测试技术课程实验台

(一) 热水换热器

热水换热器采用学生创新创业开发的换热与电热结合的热水器^[6]。



1 - 热水换热器;2 - 热水入口;3 - 热水出口;4 - 自来冷水水入口;5 - 自来热水水出口;6 - 即热式电加热器本体;7 - 电热管

图2 热水换热器原理图

热水由2进入,经过换热后由3流出。自来水由4进入,经过螺旋状的紫铜换热管8,然后经过即热式电加热器本体6后由5流出,从而实现自来水与热水的换热。由于是利用热水的热量,必须要保证该换热器的接入,不会对热水侧的阻力带来较大的影响。所以需要对该换热器的换热量、总的传热系数、阻力等参数进行测量。

(二) 新实验台的测量参数及仪表

新的实验台将对热水和冷水侧的流量、热水侧的进出口温度、自来水侧的进出口温度、热水侧进出口的压力、自来水侧进出口的压力等参数进行测量,测量仪表见表1。

表1 测量参数及仪表

测量参数	测量仪表	测量精度	量程
自来水进出口温度	铜-康铜热电偶	0.1℃	-200~350℃
热水进出口温度	铜-康铜热电偶	0.1℃	-200~350℃
热水进口压力(表压)	压力传感器	0.01% FS	0~100psi
热水出口压力(表压)	压力传感器	0.01% FS	0~100psi
自来水进口压力(表压)	压力传感器	0.01% FS	0~100psi
自来水出口压力(表压)	压力传感器	0.01% FS	0~100psi
热水侧流量	涡轮流量计	0.5级	0~6 m ³ /h
自来水侧流量	玻璃转子流量计	2.5级	40~400 L/h
数据采集仪	Agilent 34972A	-	-

热电偶采用铜-康铜热电偶线制作,并由恒温水浴校准,数据采集采用安捷伦 Agilent 34972A。

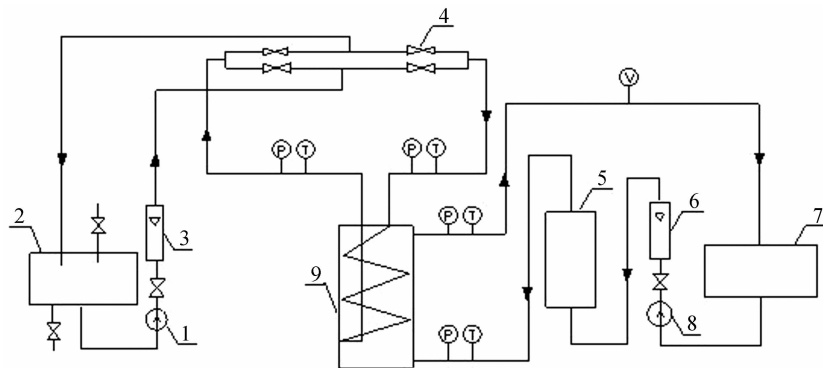
(三)新实验台工作原理图

新实验装置工作原理图见图3,具体流程如下:

冷水经过冷水泵,进入冷水转子流量计,进入阀门组。从阀门组出来,进入换热器中的螺旋状紫铜管进行换热,换热后从换热器出来进入阀门组,然后再回到冷水箱。

热水经过热水泵,进入热水流量计,然后进入电加热水箱,加热后进入换热器,换完热后从换热器出来,回到热水箱。

所有需要测量的流量、温度、压力参数如图3所示,温度传感器、压力传感器、涡轮流量计的信号由采集仪采集,并由计算机存储,所得的数据将用于实验数据的处理过程。



1-冷水泵;2-冷水箱;3-冷水浮子流量计;4-冷水顺逆流换向阀门组;5-电加热水箱;6-热水浮子流量计;7-热水回水箱;8-热水泵;9-热水换热器;p-压力传感器;T-温度传感器;V-涡轮流量计

图3 新实验装置工作原理图

三、新实验台中压力传感器与涡轮流量计测量值与真实值的对应关系

(一)压力传感器的测量值与真实值(表压)对应关系

根据压力传感器厂家给的数据,经过曲线拟合得到测量值(mV)与真实值(MPa)之间对应的曲线,如图4所示。

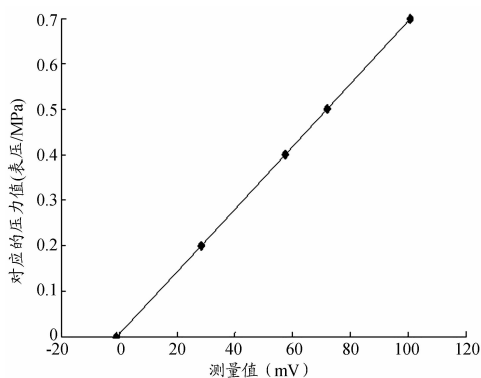


图4 100psi传感器的曲线

对应的线性关系式:

$$p = 0.0069V + 0.0035 \quad (1)$$

式中, p 为真实值(表压),MPa; V 为测量值,mV的数值。

(二)涡轮流量计的测量值与真实值对应关系

涡轮流量计用于测量循环冷却水的流量,输出

的是4~20 mA信号。4 mA对应于零流量,20 mA对应于最大流量 $6 \text{ m}^3/\text{h}$ 。可以得到涡轮流量计测量值与对应值的关系为

$$G = 0.375 \times (I - 4) \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2)$$

式中, G 为真实值, m^3/h ; I 为测量值,mA的数值。

四、结语

利用换热器综合实验装置,搭建了建筑环境测试技术课程的实验台,增加了压力传感器、涡轮流量计、热电偶等测量数据自动采集元件。学生通过该实验台学习了流量的两种测量方法(涡轮流量计和转子流量计)、温度的测量方法(T型热电偶)、压力测量方法(压力传感器),以及数据采集仪的使用。学生可以切实掌握压力传感器和涡轮流量计的测量值和真实值的对应处理方法。该实验增强了学生理论联系实际的能力,为将来从事科学研究打下了良好的基础。

参考文献:

- [1] 李淑展,李淑强,李洪欣. 建筑环境测试技术课程教学探讨[J]. 高等建筑教育,2012,21(1):45-47.
- [2] 陈傲雪,刘海龙. 建筑环境测试技术研究性教学探索与实践[J]. 高等建筑教育,2013,22(1):126-129.

- [3] 陈傲雪, 刘海龙. 建筑环境测试技术实验教学改革研究[J]. 黑龙江科技信息, 2012(11): 227-228.
- [4] 方修睦. 建筑环境测试技术[M]. 2版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [5] 高寿云, 俞锋, 蒋金平. 建筑环境与设备工程专业实验课程设置改革[J]. 实验室研究与探索, 2005, 24(5): 85-86.
- [6] 胡玉秋, 赵兴忠, 刘惠, 等. 一种即热式电热与暖气换热相结合的热水器[P]. 中国专利: ZL 204853910U, 2015.

Discussion on establishing experiment platform for built environment test technology course

HU Yuqiu^{1,2}, YANG Xiaopeng², FAN Jun², ZHAO Xingzhong²

(1. College of Material Science and Engineering, Jinan University, Jinan 250022, P. R. China;

2. College of Water Conservancy and Civil Engineering, Shandong Agricultural University,
Taian 271018, P. R. China)

Abstract: Built environment test technology course is established by using available heat exchanger experiment device. Vortex flow meter, pressure sensor and thermal couple are installed on the platform. Parameters such as heat exchange rate of exchanger, flow rate of cold(hot) water, circulation resistance of cold(hot) water side, temperatures of exits and entrances for cold(hot) water are gauged and these signals are collected by Agilent 34972A data logger. We take full advantage of available device and reduce expenditure of purchasing relevant equipment and promote teaching effect.

Keywords: built environment test technology; experimental teaching; heat exchanger experiment device; automatic control

(编辑 周沫)