

实验四、板状建筑构件稳态热传递性质的测定

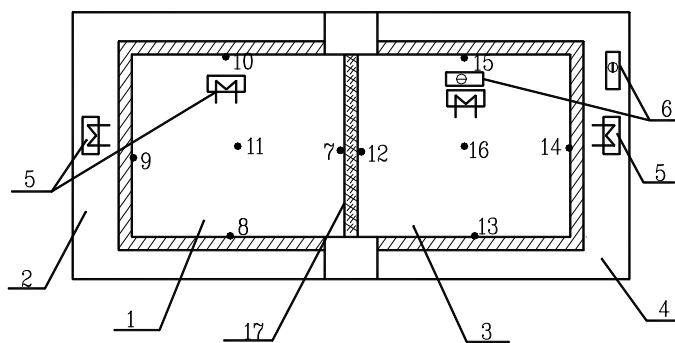
一、实验目的

许多建筑构件中的热传递是导热、对流和辐射三种方式的复合过程。本实验的目的是采用标定热箱法，测定板状试件（如垂直墙体、水平屋面板和楼板）从一侧传向另一侧的总热量，确定试件的传热系数及表面的比热阻。

二、测定装置

1、概述

标定热箱法测定装置如图所示。是由温度可以控制的套间 1、计量箱 2 和冷箱 3 组成的标定箱、试件 4、导流屏 5 及温度检测、控制系统构成。箱及套间的围护结构军用经过标定的低导热系数材料制成，使得流过箱壁的热量 Q_3 及侧面迂回的热量 Q_4 尽量小。试件的尺寸其高度和宽度为厚度 8~10 倍。



图一 标定热箱法测定装置图

1 热小室 2 热套间 3 冷小室 4 冷套间 5 加热器 6 空调 7~11 热室温度计
12~16 冷室温度计 17 围护结构构件

2、温度控制

1) 冷箱温度

冷箱温度由下列两个温度调节系统控制：

- 由铂电阻温度传感器 R_{t2} 、温度调节器 TDW、可控硅电压调整器 ZK03、可控硅 KP 及电热风器 R_2 组成的变加热量调节系统；
- 由温度传感器 R_{t3} 、变频器 BP 及空调器 L1 组成的变风量调节系统。

2) 计量箱温度

计量箱的温度采用由铂电阻温度传感器 R_{t1} 等组成的同 1) a 一样的温度调节系统控制。

3) 冷箱套间温度

冷箱套间的温度由下列两个温度调节系统控制：

- 由铂电阻温度传感器 R_{t5} 、温度调节器 TA012、继电器 J2 及电热风器 R4 组成的变加热量调节系统；
- 由温度传感器 R_{t6} 、变频器 BP 及空调器 L2 组成的变风量调节系统。

4) 计量箱套间温度

计量箱套间温度采用铂电阻温度传感器 R_{t4} 、电热风器 R3 等组成的与 3) a 相同的温度调节系统。

3、温度测量

试件表面温度 T_s 、与试件进行辐射换热的导流屏表面温度 T_d 、邻近试件的空气温度 T_a 、标定箱内、外表面温度 T_f 、 T_b 和上述六个温度调节系统控制点温度 R_t 、 R_{t2} 、 R_{t3} 、 R_{t4} 、 R_{t5} 、 R_{t6} ，均由铜—镍铜热电偶 T、多点转换开关 ZH、微机数字多用

表 K2000 及冰点瓶 To 组成的温度检测次同测量。

4、热流密度的测量

热流密度计连接电位差计或数据采集器。

三、测定方法和步骤

1) 测量条件

a. 试件需调节到气干状态。

b. 根据对试件的检查和分析, 应初步估算出试件的热工性能的可能范围值, 并评价可能获得的准确度。

c. 考虑到最终的使用条件及对准确度的影响, 试件两侧最小温差为 20℃。根据测定要求调节热、冷侧空气流速, 调节套间及标定箱的温度使 Q3 尽可能接近于零。

2) 测量参数

a. 试件长度、宽度、厚度 (A、B、8), m; 质量 G, kg;

b. 热、冷侧空气的温度, Ta11、Ta21, ℃;

c. 试件热、冷侧表面温度, Ts11、Ts21, ℃;

d. 导流屏 (或计量箱与冷箱) 与试件进行辐射换热的表面温度, Td11、Td21, ℃;

e. 计量箱内、外表面温度, Tf11、Tb11, ℃;

f. 冷箱内、外表面温度, Tf21、Tb21, ℃;

g. 六个控制点温度, Rt1~Rt6, ℃;

h. 热流密度 q, W/m²;

3) 测量持续时间

将温度调节系统仪表置于手动状态, 温度调节器设定到要求的温度。首先接通风机电源, 然后接通各加热器电源, 手动调节到接近稳定状态时, 将仪表置于自动状态, 待系统达到稳定后, 每隔 15min 记录一次各检测点温度。两个至少为 3h 测量周期内, 功率和温度测量值及其计算的比热阻或传热系数平均值偏差小于 1%, 并且每 1h 的数值不是单方向变化时, 才能结束测量。对于高比热阻或高热容量的试件, 应当延长测定时间。

4) 测定结束后, 按下列步骤关闭测定装置

a. 将自动调节仪表拨到手动状态, 设定恢复到起始状态, 关闭其电源。

b. 关闭各电加热器电源。

c. 各风机继续运转 15min 后关闭其电源。

四、数据处理

1) 试件稳态的传热性质按照下列关系式用 3) 条最后两个至少为 3h 的平均值进行计算:

$$Q = qA \quad (1)$$

$$U = \frac{q}{(T_{n1} - T_{n2})} \quad (2)$$

$$R_{s1} = \frac{T_{n1} - T_{s1}}{q} \quad (3)$$

$$R_{s2} = \frac{T_{n2} - T_{s2}}{q} \quad (4)$$

式中: q——热流密度, W/m²;

Rs1、Rs2——试件热、冷侧表面比热阻, m² · ℃/W;

T_{n1} , T_{n2} ——试件热、冷侧环境温度, °C;

T_{s1} , T_{s2} ——试件热、冷侧表面温度, °C。

;

$$T_n = \frac{T_a Q / A + \varepsilon h_f (T_a - T_d) T_s}{Q / A + \varepsilon h_f (T_a - T_d)} \quad (5)$$

式中: T_a ——邻近试件的空气温度, K;

T_d ——所有与试件进行辐射换热表面平均的辐射平均温度, K;

ε ——辐射率, 0.9;

h_f ——辐射换热系数, W/m²·K,

$$h_f = 4\sigma T_m^3$$

σ ——斯蒂芬常数, 5.67x10⁻⁸W/m²·K⁴

$$T_m = 0.5(T_d + T_s) + 273.15$$

T_m ——参与辐射换热表面的平均辐射温度, K;

2) 将测定数据整理成表。

3) 根据测定结果, 对被测定试件的热传递性质进行评价。