

# 散热器热工性能实验

## 一、实验目的

- (一) 掌握热媒为水时散热器热工性能的实验方法。
- (二) 通过热工性能实验确定散热器散热量或传热系数与计算温差的关系，并求出其金属热强度值。

## 二、实验原理

- (一) 散热器的散热量

$$Q = a (t_p - t_a) n = a \Delta t^b \quad W \quad (1-1)$$

式中  $t_p$ ——散热器进出口热媒平均温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$$t_p = \frac{1}{2} (t_g + t_c)$$

$t_g$ ——散热器进口处热媒温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_c$ ——散热器出口处热媒温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$a$ 、 $b$ ——实验确定的系数，主要与散热器构造热媒参数及安装方式等有关；

$t_a$ ——检测小室基准点空气温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

- (二) 热媒输入散热器热量

$$Q = G (h_g - h_c) \quad W \quad (1-2)$$

式中  $G$ ——散热器热媒平均质量流量， $\text{kg/s}$ ；

$h_g$ ——相应于热媒进口温度  $t_g$  的焓， $\text{J/kg}$ ；

$h_c$ ——相应于热媒出口温度  $t_c$  的焓， $\text{J/kg}$ ；

- (三) 散热器传热系数

$$K = \frac{a}{F} \Delta t_{n-1} \quad W/m_2 \cdot ^{\circ}\text{C} \quad (1-3)$$

式中  $F$ ——散热器散热面积， $m_2$ 。

- (四) 散热器金属热强度

$$g = \frac{Q}{\Delta t \cdot g} \quad W/kg \cdot ^{\circ}\text{C} \quad (1-4)$$

式中  $\Delta t$ ——计算温度差，一般可取  $\Delta t = 64.5^{\circ}\text{C}$ ；

$g$ ——散热器质量， $\text{kg}$ 。（无水状态）

由上可见，散热器热工性能实验测量的参数有  $t_g$ 、 $t_c$ 、 $t_a$ 、 $G$ 、 $F$ 、 $g$ 。

## 三、实验装置

散热器实验装置主要有下列各部分组成：

- (一) 风冷闭式检测小室空调系统

如图 1.1 所示。它主要由安装被检测散热器的闭式小室 6 及其套间 5，用于维持小室空气温度稳定的空调系统（包括送回风系统、

用于加热和冷却空气的电加热器系统和制冷系统等)组成。

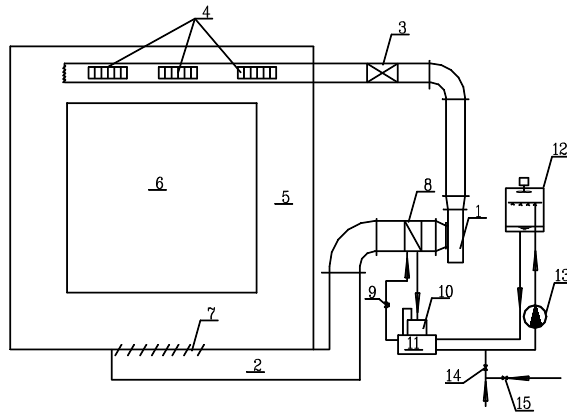


图 1.1 风冷闭式检测小室空调系统

- 1 风机 2 风管 3 电热器 4 多叶送风口 5 小室套间 6 检测小室 7 回风口  
8 蒸发器 9 膨胀阀 10 压缩机 11 冷凝器 12 冷却塔 13 循环水泵 14 供水阀  
15 补水阀

(二) 散热器热媒循环系统

如图 1.2 所示。它主要由低位水箱 13、循环泵 1、高位水箱 2、电热锅炉 14、散热器 6 及换向器 8 等组成。

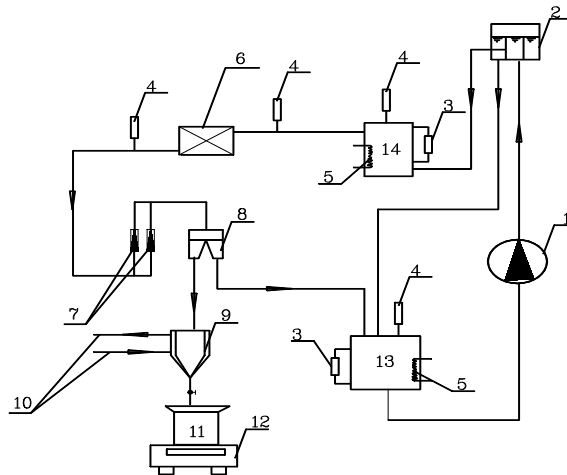


图 1.2 散热器热媒循环系统

- 1 水泵 2 高位水箱 3 水位计 4 温度计 5 电热器 6 散热器 7 流量计  
8 换向器 9 取样器 10 冷却水管 11 量杯 12 天平 13 低位水箱 14 锅炉

(三) 散热器进出口热媒温度、检测小室空气温度检测系统及温度控制系统。

(四) 热媒冷却及称量系统。

## 四、实验方法

### (一) 实验条件

实验必须在稳态条件下进行，即在等时间间隔（一般间隔不超过 10 分钟）中至少有六次连续测量值，每次测量值与其平均值元差不大于下列范围时即为稳态。

对于热媒系统

水量  $G$         $\pm 2\%$

温度  $t$         $\pm 0.2\%$

热量  $Q$         $\pm 1\%$

对于检测小室

内壁面中心温度                                        $\pm 0.3^\circ\text{C}$

基准点温度    $\pm 0.1^\circ\text{C}$

安装散热器那面墙表面温度                        $\pm 0.5^\circ\text{C}$

### (二) 参数测量

#### 1、 温度测量

本实验利用四线制铂电阻温度计测量温度。先由 8840A 数字多用表测得电阻值，然后再根据计算公式（或查表）求出温度值。

#### 2、 流量测量

采用质量法测量。用 MP—4000 型电子天平称出取样流体的质量，根据取样的间隔时间求出热媒的质量流量。

#### 3、 温度与流量的测量范围

工况	流量 $G$	进水 温度 $t_g$	出水 温度 $t_a$	空气 温度 $t_a$
标准	$G$ kg/h	$95\pm 2^\circ\text{C}$	$75\pm 2^\circ\text{C}$	$20\pm 1^\circ\text{C}$
	$G$ kg/h	$80\pm 3^\circ\text{C}$	$t_c\pm 3^\circ\text{C}$	$20\pm 1^\circ\text{C}$
	$G$ kg/h	$65\pm 5^\circ\text{C}$	$t_c\pm 5^\circ\text{C}$	$20\pm 1^\circ\text{C}$

由  $t_g=95\pm 2^\circ\text{C}$ ， $t_g-t_c=20\pm 2^\circ\text{C}$  确定流量  $G$ ，保持不变，分别测出  $t_g=80\pm 3^\circ\text{C}$ 、 $65\pm 5^\circ\text{C}$  相应的  $t_c$  值。学生进行实验时，壁面参考点的温度可不测量。

#### 4、 温度与流量测量精度

$t_g$ 、 $t_c$ 、 $t_a$                                         $\pm 0.1^\circ\text{C}$

$G$     $\pm 0.5\%$

壁面温度    $\pm 0.2^\circ\text{C}$

#### 5、 散热器散热面积及质量测量

## 五、实验步骤

(一) 系统启动前准备工作 (由教师完成)

1、安装散热器；2、系统充水、排气；3、配点柜、控制接通电源；4、仪器仪表的调整。

(二) 热媒 (水) 循环系统启动 (见图 1.2)

1. 开启循环水泵 1、流量计 7 浮子漂起；
2. 启动低位水箱 13 和锅炉 14 的电热器 5。

(三) 检测小室空调系统启动 (见图 1.1)

1. 启动风箱 1 及冷却塔风机 16；
2. 打开冷凝器 11 的供水阀 14 和循环泵 13，待冷却水系统充满水后关闭阀 14，打开冷却塔补水阀 15；
3. 开启制冷机并观察高、低压压力表的指示值；
4. 开启空气加热器。

(四) 自动控制系统投入

自控系统必须在热媒系统及检测小室空调系统正常运行后才能投入。

1、散热器入口水温控制

由电子调节器 TA—012 控制低位水箱 13 的电加热器 5，及电子调节器 TA—092 和可控硅电压调整器 ZK—03 控制锅炉 14 的电加热器 5，实现对入口水温的控制。

2、检测小室基准点空气温度控制

由 XQCJ—400 型自动平衡记录调节仪和可控硅电压调整器 ZK—03 等控制送风加热器了，实现对小室基准点空气温度的控制。

(五) 水量控制

靠手动调节阀门实现。

(六) 测量

当系统中温度、流量达到稳定后便可读数记录。每个工况连续读数 1 小时，每间隔 10 分钟读一次数。

(七) 停车

正好与启动系统的顺序相反。

1、加热器控制系统

先停电热器的控制仪表，后按下有关的控制按钮。

2、检测小室空调系统

先按下制冷机停止按钮，并随即关闭制冷机的吸气阀，待 6~10 分钟后，关闭风机及冷却水系统。

3、按下循环水泵停止按钮。

## 六、实验数据整理

(一) 根据测得的数据用最小乘法求 (1-1) 式中的系数 a 和 b。

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n \ln \Delta t_i \sum_{i=1}^n (\ln \Delta t_i \ln Q_i) - \sum_{i=1}^n (\ln \Delta t_i)^2 \sum_{i=1}^n \ln Q_i}{\left( \sum_{i=1}^n \ln \Delta t_i \right)^2 - n \sum_{i=1}^n (\ln \Delta t_i)^2}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n \ln \Delta t_i \sum_{i=1}^n \ln Q_i - n \sum_{i=1}^n (\ln \Delta t_i \ln Q_i)}{\left( \sum_{i=1}^n \ln \Delta t_i \right)^2 - n \sum_{i=1}^n (\ln \Delta t_i)^2}$$

(二) 求出热传系数 K 的计算式。

(三) 求出  $\Delta t = 64.5^\circ\text{C}$  时散热器金属热强度值 q。

(四) 计算  $\Delta t = 64.5、60.0、55.0^\circ\text{C}$  的散热量 Q，并与有关标准中给出的散热量进行比较。

附表 1-1 散热器热工性能实验记录表

实验 工况	序 号	温 度						流 量				
		散热器进 口		散热器出 口		检测小室		量 筒 质 量 $G_1$ kg	量筒 和 水质 量 $G_2$ kg	水 的 质 量 $G_o$ kg	间 隔 时 间 $t$ s	水 的 质 量 流 量 $G$ Kg/s
		电 阻 $R_g$ $\Omega$	温 度 $t_g$ $^{\circ}\text{C}$	电 阻 $R_c$ $\Omega$	温 度 $R_a$ $^{\circ}\text{C}$	电 阻 $R_a$ $\Omega$	温 度 $t_a$ $^{\circ}\text{C}$					
平均值												
平均值												
平均值												

附表 1-2 散热器热工性能实验计算表

时间： 散热器型号： 散热器面积： m<sup>2</sup>散热器质量： kg

实验工况		I	II	III
小室基准点空气温度 $t_a$ °C				
散热器进水温度 $t_g$ °C				
散热器出水温度 $t_c$ °C				
相应于温度 $t_g$ 的焓 $h_g$ J/kg				
相应于温度 $t_c$ 的焓 $h_c$ J/kg				
水质量流量 $G$ kg/s				
散热器热水平均温度 $t_p$ °C				
散热器进出口热水温差 $\Delta t'$ °C				
计算温差 $\Delta t$ °C				
散热量 $Q$ W				
传热系数 $K$ W/m <sup>2</sup> · °C				
金属热强度 $q$ W/kg · °C				
备 注				