

空气热湿处理过程及能量平衡综合实验

一、实验目的

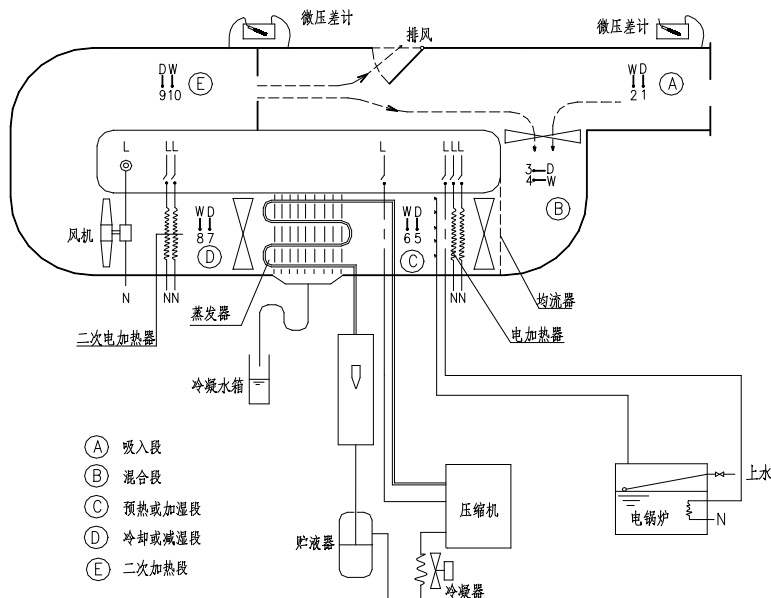
1. 通过对空气的加热，加湿，冷却，减湿，混合等的处理，了解空气处理设备组成；
2. 掌握空气处理过程的试验方法；
3. 在 I-d 图上画出测定的空气处理过程，加深对空调原理的理解。
4. 对加热、蒸汽加湿、冷却干燥三个处理过程进行测试绘出测试装置及原理图；
5. 对测定的过程进行热湿平衡计算，并分析出现差异的原因。

二、实验内容

1. 蒸汽等温加湿；
2. 混合→冷却干燥→加热。

三、实验装置和测试仪表

本实验所用的装置是英国希尔顿有限公司的再循环空气调节机组 A770，见图一。



图一 空气再循环实验装置

风机：变速轴流风机，风量最大 $468\text{m}^3/\text{h}$ ；

预热器：带肋片的电加热器， 0.5kW 和 1kW ；

冷却器：肋片盘管表面冷却器，冷却能力为 1.7kw；

再热器：带肋片的电加热器，0.5kw 和 1kw；

蒸汽发生器：电加热、压力为大气压力，所用加热器为 1kw 和两个 2kw。

冷冻机：是采用风冷凝器的封闭式机组，制冷剂是 R12，压缩机转速为 2700~3000 转/分，根据负荷大小可调冷机活塞排气量为 $21\text{cm}^3/\text{转}$ ，功率因素为 0.9。

风量测量：用带有倾斜管压力计的孔板。

功率测量：对于所用加热器、风机和压缩机用电压表和电流表测量功率。

温度测量：具有 13 个轨入（7 缺空的电子温度计），这些轨入来自所有重要部位的热电偶传感器，这些空气温度是来自干球和湿球传感器。

四、实验步骤

1. 接通蒸汽加湿器的供水，玻璃管水位计中的水位稳定在距加湿器底面 120mm 处；

2. 微压差计调整到水平位置，并将液面调整到零；

3. 将湿球温度计的小水杯充满蒸馏水；

4. 风门调整到适当的位置；

5. 接通机组的电源总开关；

①开启风机，主电路指示灯亮；

②电压表，温度指示仪器出相应的数值；

6. 对空气进行加热、加湿、冷却、干燥等处理时，将相应设备的电源开关合上，待状态稳定后，记录下相应的参数即可；

7. 测定结束后，应接下列步骤关闭机组；

①将风门移动到再循环空气的零的位置；

②关掉蒸汽加湿器的电源；

③关掉电加热器电源；

④关掉制冷机电源；

⑤将风机调制最大转速上，然后，该风机运转至少 5 分钟后，即可关掉机组的总电源。

五、实验数据的记录和整理

1. 记录实验数据

根据记录的空气状态点在 $i-d$ 图表示出各处理过程线。

2. 能量平衡计算

2.1 加热的能量平衡(B—C)

由吸入口处的干、湿球温度在 $i-d$ 图上确定出此点的空气比容 v_a 米³/公斤，读出吸入口处微差计的压差 $Z\text{mmH}_2\text{O}$ 。

空气的质量: $m_a = 0.0757 \sqrt{\frac{Z}{v_a}}$ (hg)

$$m_a = m_b$$

预热器的传给空气的热量:

$$Q_p = VI_p \times 10^{-3} \quad (\text{kw})$$

空气焓的变化率:

$$Q = m_a (h_c - H_B)$$

分析 Q_p 和 Q 不等的原因。

2.2 加湿的能量平衡 (B—C)

$$V_a \approx v_b$$

$$m_a = 0.0757 \sqrt{\frac{Z}{v_a}}$$

$$Q_s = VI_p \times 10^{-3} \quad (\text{kw})$$

焓的变化率: $Q = m_a (h_c - H_B)$

分析 Q 与 Q_s 不等的原因

湿气的增量 = $m_a (\omega_c - \omega_B)$

ω_c 、 ω_B 为含湿量:

$$\text{锅炉的理论蒸发量} = \frac{Q_s}{h_s - h_w}$$

h_s ——温度 100°C, 压力 1.013bar 时, 干饱和蒸汽的焓 2676KJ/kg。

h_w ——在环境温度下的饱和水的焓。

分析空气的湿气增量与锅炉理论蒸发量不等的原因。

2.3 冷却和减湿的能量平衡 (C—D)

$$m_a = 0.0757 \sqrt{\frac{Z}{U_a}}$$

空气失去的热量

$$\Delta H_a = m_a (h_d - h_c) + m_w \cdot h_w$$

$$m_w = m_a (\omega_c - \omega_D)$$

h_w ——在环境温度下的饱和水的焓。

对于制冷机的蒸发器

根据 $p-h$ 图, $h_{11} = h_{12}$

$$\text{蒸发器的传热量: } Q = \frac{m_r}{3600} (h_{13} - h_{12}) \quad \text{kw}$$

m_r ——浮子流量计的流量, kg/h;

分析 ΔH_a 与 Q 不等的原因。

制冷机的电功率输入= $VI \cos \phi$

冷却率=蒸发器的传热量

总制冷系数= $\frac{\text{冷却率}}{\text{功率输入}}$

压缩机的活塞排量（假定转速在 2700~3000 转/分）

$$V_s = 21 \times 10^{-3} \times \frac{\text{转速}}{60} \quad \text{米}^3/\text{秒}$$

压缩机吸气的比容。

$$V_{13} = 10^{-1.3} = 0.0501 \quad \text{米}^3/\text{公斤}$$

压缩机吸气的体积流量

$$V_{13} = m v_{13} = \frac{m_r}{3600} \times V_{13} \quad \text{米}^3/\text{秒}$$

$$\text{容积效率} = \frac{V_{12}}{V_s} \times 100\%$$

2.4 再热和风机功率输入的能量平衡

$$m_a = 0.0757 \sqrt{\frac{Z}{V_a}} \quad (\text{公斤/秒})$$

$$Q_r = \Delta H + P_f$$

$$Q_r = V I_r \times 10^{-3} \quad (\text{kw}) \quad (\text{正})$$

$$P_f = V I_f \times 10^{-3} \quad (\text{kw}) \quad (\text{负})$$

$$\Delta H = m_a (H_E - H_D)$$

比较 $Q_r - Q_f$ 与 ΔH 分析二者不等的原因。

实 验 基 准					A	A	A	A
测点		观察值	干球 湿球	单位	加热	蒸汽加湿	冷却去湿	再热及风机功率轨入
A	吸入口	t_{02}		°C				
B	混合口	t_{04}		°C				
C	预热后或喷蒸汽	t_{06}		°C				
D	冷却或减湿后	t_{08}		°C				
E	再热后	T_{010}		°C				
膨胀阀前的 R 温度			t_{11}	°C				
膨胀阀后的 R 温度			t_{12}	°C				
离开蒸发器的 R 温度			t_{12}	°C				
R 压力、冷凝器			P_e	bar				
R 压力、蒸发器			P_e	bar				
R 流量			m_r	g/s				
吸入口孔板压差			Z	mmH ₂ O				
风管孔板压差			Y	mmH ₂ O				
电压			V	V				
预热器电流 0.5			I_p	A				
预热器电流 1			I_p	A				
锅炉电流 2			I_s	A				
锅炉电流 2			I_s	A				
锅炉电流 1			I_s	A				
压缩机单位电位			I_c	A				
再热器电流 0.5			I_r	A				
再热器电流 1			I_r	A				
风机电流			I_f	A				
凝结水溶度			t_w	°C				
凝结率			m_w	kg/s				