



高等学校建筑环境与能源应用工程专业规划教材

建筑环境与能源应用 工程实验指导

Experimental Instruction to Building
Environment and Energy Engineering

范 军 主 编

刘 惠 李清清 副主编
胡玉秋 刘小春



中国建筑工业出版社

高等学校建筑环境与能源应用工程专业规划教材

建筑环境与能源应用工程实验指导

Experimental Instruction to Building Environment and
Energy Engineering

范 军 主 编

刘 惠 李清清 胡玉秋 刘小春 副主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑环境与能源应用工程实验指导/范军主编. —北

京: 中国建筑工业出版社, 2016. 2

高等学校建筑环境与能源应用工程专业规划教材

ISBN 978-7-112-18808-6

I. ①建… II. ①范… III. ①建筑工程-环境管理-
高等学校-教材 IV. ①TU-023

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第293519号

本书包含了《工程热力学》、《传热学》、《流体力学》、《流体输配管网》、《热质交换原理》、《空调用制冷技术》、《暖通空调》、《锅炉与锅炉房工艺》、《建筑环境测试技术》、《供热工程》、《通风工程》中的课程实验, 总共 36 个实验。通过本书的实践训练, 可以使 学生熟悉实验的目的和要求、实验装置及原理、实验方法及步骤、实验数据的采集、记录和分析整理。深刻理解为了实现所测试任务而采取的方法、仪器、设备和常用实验设备的使用方法以及对实验过程中可能出现的问题的处理。使学生学会分析和处理实验资料和数据, 并写出完整的实验报告, 为将来从事科学研究和生产实践打下良好的基础。

责任编辑: 姚荣华 张文胜

责任校对: 李欣慰 赵颖

高等学校建筑环境与能源应用工程专业规划教材

建筑环境与能源应用工程实验指导

范军 主编

刘惠 李清清 胡玉秋 刘小春 副主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 9 字数: 209 千字

2016 年 1 月第一版 2016 年 1 月第一次印刷

定价: 25.00 元

ISBN 978-7-112-18808-6

(28028)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

建筑环境与能源应用工程专业实验是该专业的一门重要专业实践课程。旨在加强学生对基本理论的理解,锻炼学生动手能力,培养学生通过实验设计和实验结果分析、加深对所学知识的理解和综合运用能力;培养学生综合分析、解决问题的能力、理论联系实际的能力以及严谨、扎实的工作作风。本书包含了《工程热力学》、《传热学》、《流体力学》、《流体输配管网》、《热质交换原理》、《空调用制冷技术》、《暖通空调》、《锅炉与锅炉房工艺》、《建筑环境测试技术》、《供热工程》、《通风工程》中的课程实验,总共 36 个实验。

本课程的任务是通过进一步的实践训练,使学生熟悉实验的目的和要求、实验装置及原理、实验方法及步骤、实验数据的采集、记录和分析整理。深刻理解为了实现所测试任务而采取的方法、仪器、设备和常用实验设备的使用方法以及对实验过程中可能出现的问题的处理。使学生学会分析和处理实验资料和数据,并写出完整的实验报告,为将来从事科学研究和生产实践打下良好的基础。

学生提交的实验报告,包括完整的实验数据记录、完整的实验数据处理过程、对实验过程可能存在的问题的处理方法,对结论的分析及有关问题的解答。

可以根据教学的需要选择书中 36 个实验的部分或全部,在实验室内集中完成,时间为 1~2 周,安排在各专业课程开设完毕或开设过程中进行。要求上课前认真预习实验教材,实验过程中积极参与,实验完毕后认真处理实验报告,达到该课程的预期目标。

目 录

实验一	二氧化碳临界状态观测及 P - V - T 的测定	1
实验二	气体定压比热的测定	8
实验三	空气绝热指数的测定	13
实验四	稳态双平板法测量非金属材料的导热系数	17
实验五	恒热流准稳态平板法测定材料的热物性参数	22
实验六	强迫对流管外换热系数的测定	27
实验七	等温边界下墙角二维导热温度场的电模拟实验	31
实验八	对流边界下墙角二维导热温度场的电模拟实验	34
实验九	雷诺实验	37
实验十	恒定流能量方程实验	41
实验十一	沿程阻力损失实验	44
实验十二	局部阻力损失系数实验	48
实验十三	热管换热器实验	50
实验十四	换热器综合实验	53
实验十五	制冷循环演示实验	57
实验十六	空气含尘浓度的测定实验	60
实验十七	旋风除尘器性能测定实验	62
实验十八	离心通风机性能测试实验	65
实验十九	散热器热工性能测定	69
实验二十	玻璃管热水供暖系统演示实验	72
实验二十一	双管热网水力工况模拟实验	74
实验二十二	烟气分析实验	77
实验二十三	煤的发热量测定实验	84
实验二十四	制冷压缩机性能实验	89
实验二十五	热泵循环演示实验	94
实验二十六	中央空调系统模拟实验	96
实验二十七	喷淋室性能的测定实验	99
实验二十八	空气加热器的性能测定	103
实验二十九	空调系统送风的调整测定	107
实验三十	风管内风量的测定实验	112
实验三十一	排风罩性能测定实验	115
实验三十二	管内水流量测定	121
实验三十三	热电偶的制作及校验综合实验	123
实验三十四	室内空气质量检测实验	126
实验三十五	圆球法测粒状材料的导热系数	130
实验三十六	中温辐射时物体黑度的测试实验	132
参考文献		137

实验一 二氧化碳临界状态观测及 P - V - T 的测定

一、实验目的及要求

1. 了解 CO_2 临界状态的观测方法，增强对临界状态的感性认识。
2. 掌握 CO_2 气体 P - V - T 关系的测定方法，学会利用实验测定实际气体状态变化规律的方法和技巧。
3. 加深对工质热力状态、凝结、汽化、饱和状态等基本概念的理解。
4. 学会正确使用活塞式压力计、恒温器等热工仪器。

二、实验内容

1. 测定 CO_2 气体 P - V - T 的关系。记录 CO_2 在低于临界温度 ($t=20^\circ\text{C}$)、临界温度 ($t_c=31.1^\circ\text{C}$) 和高于临界温度 ($t=35^\circ\text{C}$) 三种等温条件下，压力与比容的变化关系，在 P - V 图中绘出等温曲线，并与图 1-3 中的标准等温线进行比较。绘出饱和温度与饱和压力之间的对应关系曲线，并与图 1-4 中的标准曲线进行比较。

2. 观测 CO_2 的临界状态。观测 CO_2 临界乳光、临界状态附近汽液两相模糊的现象以及汽液整体相变现象。测定 CO_2 的 t_c 、 p_c 、 v_c 等临界参数，并将实验所得的 v_c 值与理想气体状态方程和范德瓦尔方程的理论值进行比较。

三、实验装置

实验装置主要由恒温器、实验台本体和压力台三部分组成，如图 1-1 所示。

实验台本体如图 1-2 所示。通过恒温器调节水套里的水温，并保持温度的恒定。借助压力台将压力油送入高压容器和玻璃杯上半部，迫使水银进入预先装了 CO_2 气体的承压玻璃管， CO_2 被压缩，摇动压力台上活塞杆进、退，改变 CO_2 压力和比容。

实验工质 CO_2 的温度由插在恒温水套中的温度计读出。压力由压力台上的压力表读出，如要提高精度，可由加在活塞转盘上的平衡砝码读出，并考虑水银柱高度的修正。比容首先由承压玻璃管内二氧化碳的高度来度量，然后换算得出。

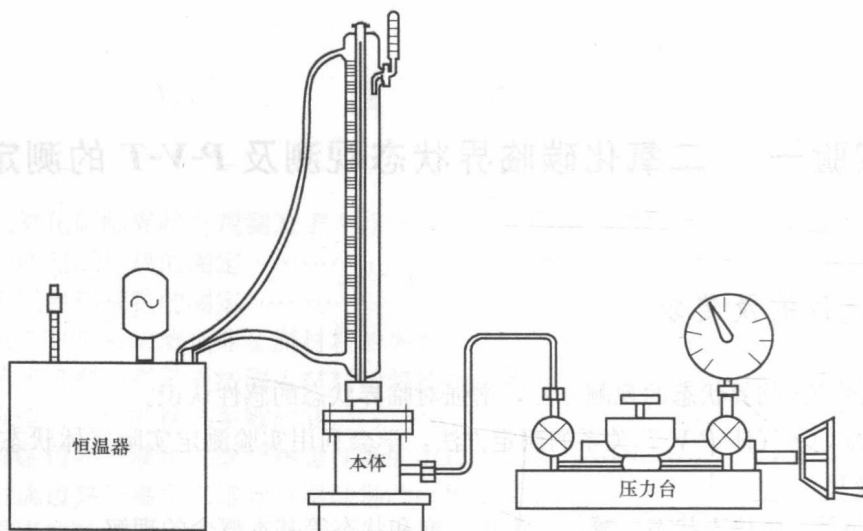


图 1-1 实验装置示意图

1—恒温器；2—实验台本体；3—压力台

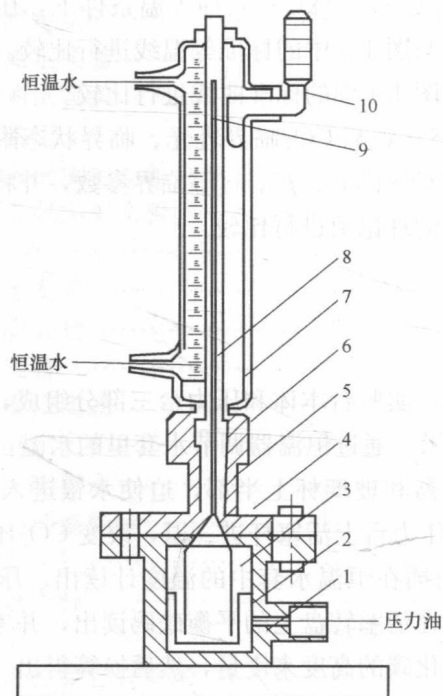


图 1-2 实验本体示意图

1—高压容器；2—玻璃杯；3—压力油；4—水银；5—密封填料；
6—填料压盖；7—恒温水套；8—承压玻璃管；9—CO₂空间；10—温度计

四、实验原理

对于简单可压缩热力系统，当工质处于平衡状态时，其状态参数 P 、 V 、 T 之间有如下关系：

$$\begin{aligned} F(P, V, T) &= 0 \\ \text{或 } t &= f(P, V) \end{aligned} \quad (1-1)$$

本实验就是根据式 (1-1)，采用定温的方法测定 CO_2 气体 P - V 之间的关系，从而找出 CO_2 气体 P - V - T 的关系。

五、实验方法及步骤

1. 按照图 1-1 连接实验装置，开启实验本体上方的日光灯。

2. 使用恒温器调定温度。

(1) 将蒸馏水注入恒温器内，距离顶盖 3~5cm 时为止。检查并接通电路，开启恒温器内的电动泵，使水循环对流。

(2) 旋转电接点温度计顶端的帽形磁铁，调动凸轮指示标使凸轮上端面与所要调定温度一致，然后将帽形磁铁用横向螺钉锁紧，以防转动。

(3) 根据水温的情况，开关加热器。当水温未达到要求温度时，恒温器指示灯是亮的，当指示灯时亮时灭时，说明温度已达到所需温度。

(4) 观察玻璃水套上的两支温度计，若读数相同且与恒温器上的温度计及电接点温度计标定的温度一致时（或基本一致时），则可（近似）认为承压玻璃管内的 CO_2 的温度处于所标定的温度。

(5) 当需要改变实验温度时，重复步骤 (2)-(4)。

3. 加压。

因为压力台的油缸容量比主容器容量小，需要多次从油杯里抽油，再向主容器充油，才能在压力表上显示出压力读数。压力台抽油、充油的操作过程非常重要，若操作失误，不但加不上压力，还会损坏实验设备。加压步骤如下：

(1) 关闭压力表及进入本体油路的两个阀门，开启压力台上油杯的进油阀。

(2) 摇退压力台上的活塞螺杆，直至螺杆全部退出，这时压力台油缸中抽满了油。

(3) 关闭油杯阀门，开启压力表和进入本体油路的两个阀门。

(4) 摇进活塞螺杆，向本体充油，如此反复，直至压力表上有压力读数为止。

(5) 再次检查油杯阀门是否关好，压力表及本体油路阀门是否开启，若均已稳定方可进行实验。

4. 记录数据。

(1) 设备数据记录。包括：仪器仪表的名称、型号、规格、量程、精度。

(2) 常规数据记录。包括：室温、大气压、实验环境情况等。

(3) 测定承压玻璃管内 CO_2 的质面比常数 K 。

由于不容易测得承压玻璃管内 CO_2 的质量，而且玻璃管内径或截面积也不易测准，

因而采用间接的方法测定 CO₂ 的比容。

- 1) 已知 CO₂ 液体在 20℃, 100at 时的比容。
- 2) 借助实验台, 测出 CO₂ 的液体在 20℃, 100at 时管内的液柱高度 Δh(m) (请注意玻璃水套上刻度的标记方法)。
- 3) 认为 CO₂ 的比容与其在管内的高度呈线性关系。根据 v(20℃, 100at)=0.00117m³/mg, CO₂ 在本实验台中的质面比 K 为:

$$K=\frac{m}{A}=\frac{\Delta h}{0.00117}(\text{mg}/\text{m}^2)$$

(1-2)

则任意温度, 任意压力下 CO₂ 的比容 v 为:

$$v=\frac{\Delta h}{m/A}=\frac{\Delta h}{k}(\text{m}^3/\text{mg})$$

(1-3)

其中:

$$\Delta h=h-h_0$$

(1-4)

式中 h——任意温度、任意压力下水银柱高度;

h₀——承压玻璃管内径顶端刻度。

- (4) 实验中应注意以下几点:
 - 1) 实验压力 P≤100at, 实验温度 t≤50℃。
 - 2) 实验中压力间隔可取 5at, 但在接近饱和状态和临界状态时, 建议压力间隔取 0.5at。
 - 3) 读取 h 时, 应注意视线与水银柱半圆形液面的中间相切。
 - 5. 测定低于临界温度的等温线, 以及饱和温度与饱和压力的关系。
 - (1) 使用恒温器调定 t=20℃, 并维持恒定。
 - (2) 实验数据记录从压力 P=45at 开始, 当玻璃内水银升起来后, 缓慢地摇进活塞螺杆, 以保证定温条件, 否则来不及平衡, 读数不准。
 - (3) 按照适当的压力间隔读取 h 值, 直至压力 P=100at。
 - (4) 注意加压后 CO₂ 性质的变化, 特别注意饱和压力与饱和温度的对应关系、液化、汽化等现象。将测得的实验数据及观察到的现象一并填入表 1-1。
 - (5) 仿照步骤 (1) ~ (4) 测定 t=25℃, t=27℃ 时饱和温度与饱和压力的关系。
 - 6. 测定临界等温线和临界参数, 观察临界现象。
 - (1) 仿照步骤 5, 测出临界等温线, 并在该曲线的拐点处找出临界压力 P_c 及临界比容 V_c, 并将数据填入表 1-1。

CO₂ 等温实验数据记录

表 1-1

t=20℃				t=31.1℃(临界)				t=35℃			
P(at)	Δh	$v=\frac{\Delta h}{K}$	现象	P(at)	Δh	$v=\frac{\Delta h}{K}$	现象	P(at)	Δh	$v=\frac{\Delta h}{K}$	现象
45											
50											

续表

[illegible]

(2) 观察临界现象。

1) 临界乳光现象。

保持临界温度不变, 摇进活塞杆使压力升至 78at 附近处, 然后迅速摇退活塞杆 (注意勿使本体晃动) 降压, 在此瞬间玻璃管内将出现圆锥状乳白色闪光现象, 这就是临界乳光现象。这是由于 CO_2 分子受重力场作用沿高度分布不均匀以及光的散射造成的。反复操作几次, 观察这一现象。

2) 汽、液两相模糊不清的现象。

处于临界点状态的 CO_2 具有共同参数 (P_c, V_c, T_c)，因而不能区别此时 CO_2 是气态还是液态。如果说它是气体，那么这个气体是近液态的气体；如果说它是液体，那么这个液体又是近气态的液体。下面将用实验来证明这个结论。因为此时 CO_2 处于临界温度，如果按等温过程对 CO_2 进行压缩或膨胀，管内什么也看不到，需要按照绝热过程来实验。

首先将压力 P 维持在 78at 附近，突然降压， CO_2 状态由等温线沿绝热线降到液态区，管内 CO_2 出现了明显的液面，这就说明，这种气体状态十分接近液态区，可以说是近液态的气体；当突然压缩 CO_2 时，这个液面又立即消失了，这种现象告诉我们此时 CO_2 的液态离气态区也是非常近的，可以说是近气态的液体。此时的 CO_2 既接近气态又接近液态，所以只能处于临界点的附近。这就是临界点附近饱和汽液模糊不清的现象。

7. 测定高于临界温度时的等温线。

将温度恒定在 35℃，仿照步骤 5 进行实验，将实验数据及实验现象填入表 1-1。

六、实验数据记录及处理

1. 设备数据记录

(1) 压力表校验器:

(2) 恒温槽:

(3) 温度计:

2. 常规数据记录

室温:

大气压:

3. 质面比常数 K

$$\Delta h(20^{\circ}\text{C}, 100\text{at}) =$$

$$K =$$

4. 实验数据及实验现象记录

饱和温度与饱和压力:

$$t = 25^{\circ}\text{C}$$

$$t = 27^{\circ}\text{C}$$

5. 绘制等温线。

(1) 根据表 1-1 的数据, 在图 1-3 中绘出三条等温线。

(2) 将实验测定的 CO_2 等温线与图 1-3 所示的理论等温线比较, 分析差异及原因。

6. 将实验测得的 CO_2 饱和温度与饱和压力的关系在图 1-4 中绘出, 并与图 1-4 绘出的

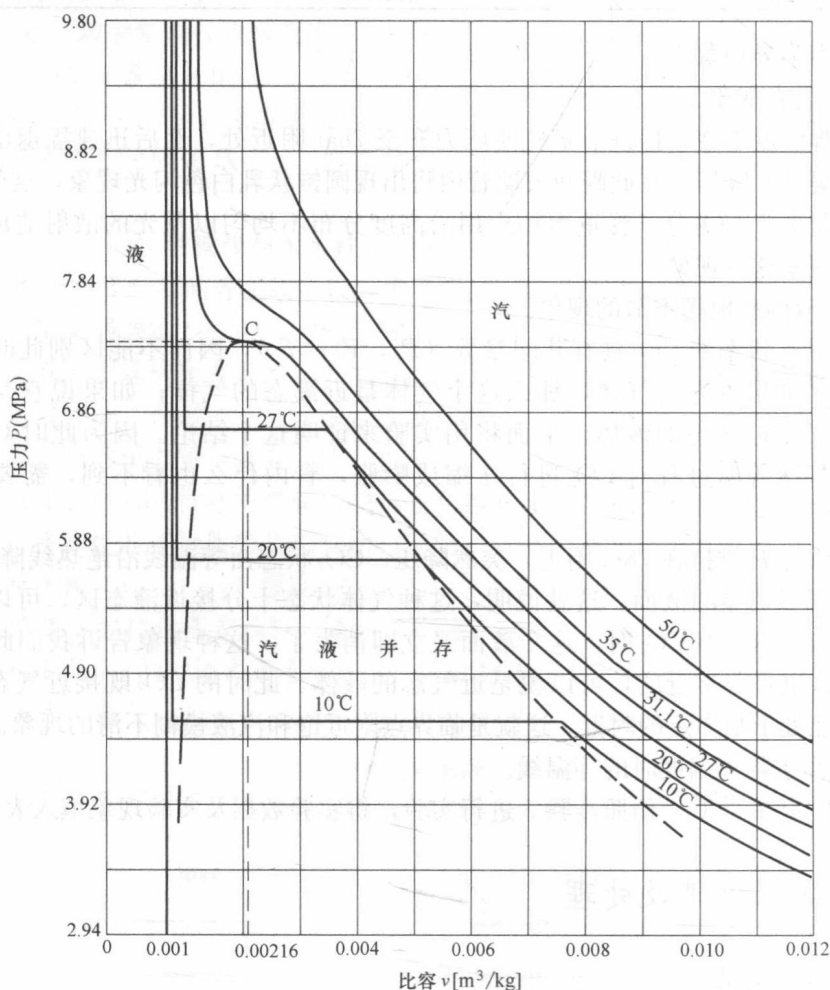


图 1-3 CO_2 P - V 曲线

t_s - p_m 理论曲线相比较,分析差异及原因。

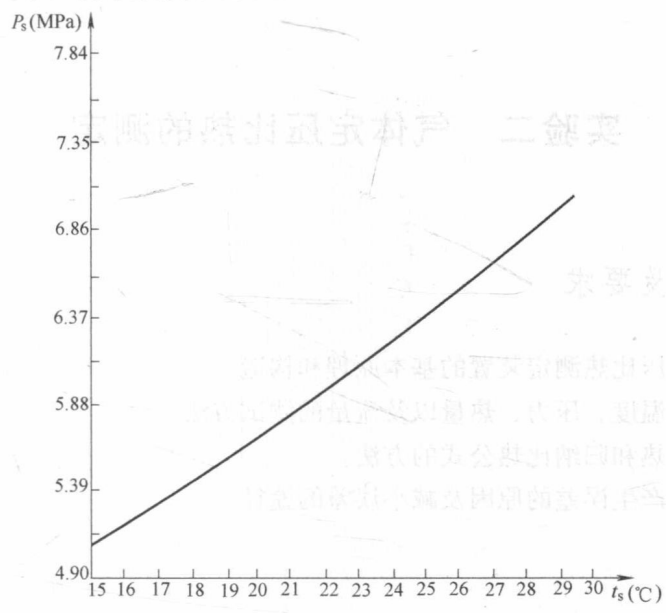


图 1-4 CO₂饱和温度与饱和压力关系曲线

7. 将实验测定的 CO₂ 临界比容填入表 1-2, 分别按照理想气体状态方程和范德瓦尔方程计算 CO₂ 临界比容, 分析差异及原因。

CO ₂ 临界比容 v_c (m ³ /mg)				表 1-2
标准值	实验值	$v_c = \frac{RT_c}{P_c}$	$v_c = \frac{3}{8} \frac{RT_c}{P_c}$	
0.00216				

8. 简述实验收获及对实验的改进意见。

答:



实验二 气体定压比热的测定

一、实验目的及要求

1. 了解气体定压比热测定装置的基本原理和构造。
2. 熟悉实验中温度、压力、热量以及流量的测试方法。
3. 掌握计算比热和归纳比热公式的方法。
4. 分析实验中产生误差的原因及减小误差的途径。

二、实验内容

1. 测定实验室空气中干空气的定压比热。
2. 归纳干空气定压比热与温度的变化关系。

三、实验装置

1. 实验装置主要由风机、流量计、比热仪本体、电功率调节及测量系统四部分组成，如图 2-1 所示。

2. 比热仪本体示意图如图 2-2 所示。

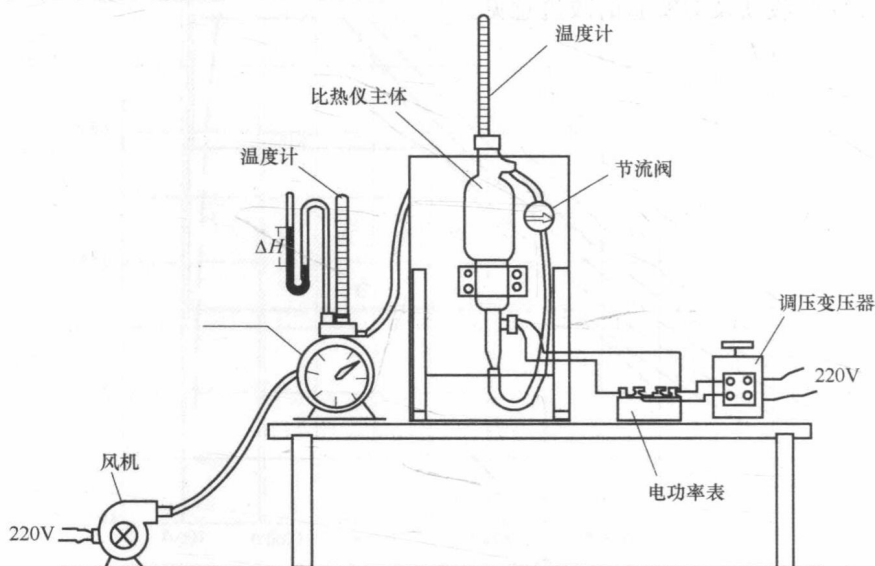


图 2-1 实验装置示意图

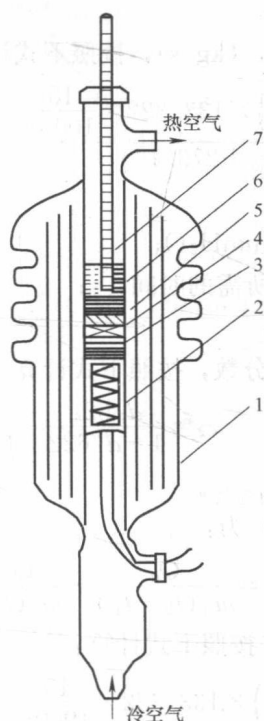


图 2-2 比热仪本体示意图

1—多层杜瓦瓶；2—电热器；3—均流网；4—绝缘垫；5—旋流片；6—混流网；7—出口温度计

3. 空气（或其他气体）由风机经流量计送入比热仪本体，经过加热、均流、旋流、混流，测温后流出。气体流量由节流阀控制，气体出口温度由电加热器的输入电压调节。

4. 该比热仪可测 300°C 以下气体的定压比热。

四、实验原理

电加热器向比热仪提供的热量 Q 被空气吸收，其中干空气吸收 Q_a ，水蒸气吸收 Q_v 。电加热器消耗的功率按照输入电压和电流的乘积计算，但要考虑电表的内耗。如果伏特表和毫安表采用图 2-1 所示的接法，则应减掉毫安表的内耗，则电加热器单位时间放出的热量 Q (kW) 为：

$$Q = (UI - 0.001R_{\text{ma}}I^2) \times 10^{-6} \quad (2-1)$$

式中 R_{ma} ——毫安表的内阻， Ω ；

I ——输入电流，mA；

U ——输入电压，V。

水蒸气吸收的热量为 Q_v (kJ)：

$$\begin{aligned} Q_v &= m_v \int_{t_1}^{t_2} (1.844 + 4.886 \times 10^{-4}t) dt \\ &= m_v [1.844(t_2 - t_1) + 2.443 \times 10^{-4}(t_2^2 - t_1^2)] \end{aligned} \quad (2-2)$$

式中 t_1 ——比热仪进口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_2 ——比热仪出口温度, $^{\circ}\text{C}$;

m_v ——空气中水蒸气的流量, (kg/s) , 按照下式计算:

$$m_v = \frac{P_v V}{R_v T_o} = \frac{r_v \left(B + \frac{\Delta h}{13.6} \right) \times 133.322 \times \frac{10}{1000\tau}}{461(t_o + 273.15)} = \frac{2.89 \times 10^{-3} r_v \left(B + \frac{\Delta h}{13.6} \right)}{\tau(t_o + 273.15)} \quad (2-3)$$

式中 B ——大气压, mmHg ;

Δh ——流量计出口处表压, mmH_2O ;

τ ——10L 气体通过流量计所需的时间, s ;

t_o ——空气的干球温度, $^{\circ}\text{C}$;

r_v ——空气中水蒸气的体积分数, 按照下式计算,

$$r_v = \frac{d/622}{1 + d/622} \quad (2-4)$$

式中 d ——空气的含湿量, $\text{g/kg}_{\text{干空气}}$ 。

干空气的定压比热 $(\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C})$ 为:

$$C_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{Q_a}{m_a(t_2 - t_1)} = \frac{Q - Q_v}{m_a(t_2 - t_1)} \quad (2-5)$$

式中 m_a ——干空气流量, kg/s , 按照下式计算:

$$m_a = \frac{P_a V}{R_a T_o} = \frac{(1 - r_v) \left(B + \frac{\Delta h}{13.6} \right) \times 133.322 \times \frac{10}{1000\tau}}{287(t_o + 273.15)} = \frac{4.645 \times 10^{-3} r_v \left(B + \Delta h/13.6 \right)}{\tau(t_o + 273.15)} \quad (2-6)$$

五、实验步骤

1. 连接电源及测量仪表, 选择所需的出口温度计插入混流网的凹槽中。

2. 摘下流量计上的温度计, 开启风机, 调节节流网, 使流量保持在额定值附近。测出流量计出口空气的干球温度 t_o 和湿球温度 t_w 。

3. 将温度计插回流量计, 调节流量, 使它保持在额定值附近。逐渐提高电压, 使出口温度升高至预计温度。可根据下式估计所需电功率:

$$W \approx 12 \frac{\Delta t}{\tau} \quad (2-7)$$

式中 W ——电功率, W ;

Δt ——进出口温差, $^{\circ}\text{C}$;

τ ——流过 10L 空气所需时间, s 。

4. 待出口温度稳定后 (出口温度在 10min 之内无变化或有微小起伏, 即可视为稳定), 读出下列数据: 每 10L 气体通过流量计所需要时间 $\tau(\text{s})$; 比热仪进口温度 $t_1(^{\circ}\text{C})$ 和出口温度 $t_2(^{\circ}\text{C})$; 当地大气压力 $B(\text{mmHg})$ 和流量计出口处的表压 $\Delta h(\text{mmH}_2\text{O})$; 电热器的输入电压 $U(\text{V})$ 和电流 $I(\text{mA})$ 。

5. 根据流量计出口空气的干球温度和湿球温度, 从湿空气的焓湿图查出含湿量 $d(\text{g/kg}_{\text{干空气}})$, 计算出空气中水蒸气的体积分数 r_v 。

6. 计算干空气的定压比热。

【例 2-1】 某一稳定工况的实测参数如下：

$t_o = 8^\circ\text{C}$; $t_w = 7.5^\circ\text{C}$; $B = 748.0\text{mmHg}$; $t_1 = 8^\circ\text{C}$; $t_2 = 240.3^\circ\text{C}$; $\tau = 69.96\text{s}/10\text{L}$;
 $\Delta h = 16\text{mmH}_2\text{O}$; $U = 174.4\text{V}$; $I = 240.0\text{mA}$; $R_{\text{mA}} = 0.24\Omega$ 。

查焓湿图得 $d = 6.3\text{ g/kg}_{\text{干空气}}$ ($\varphi = 94\%$)。

$$r_v = \frac{6.3/622}{1 + 6.3/622} = 0.010027$$

$$Q = (174.4 \times 240 - 0.001 \times 0.24 \times 240^2) \times 10^{-6} = 41.84 \times 10^{-3} \text{ kJ/s}$$

$$m_a = \frac{4.647 \times 10^{-3} (1 - 0.010027) (748 + 16/13.6)}{69.96 (8 + 273.15)}$$

$$= 175.23 \times 10^{-6} \text{ kg/s}$$

$$m_v = \frac{2.892 \times 10^{-3} \times 0.010027 (748 + 16/13.6)}{69.96 (8 + 273.15)}$$

$$= 1.104 \times 10^{-6} \text{ kg/s}$$

$$Q_v = 1.104 \times 10^{-6} [1.844 (240.3 - 8) + 2.443 \times 10^{-4} (240.3^2 - 8^2)]$$

$$= 0.487 \times 10^{-3} \text{ kW}$$

$$C_{\text{pm}}|_{t_1}^{t_2} = \frac{41.84 \times 10^{-3} - 0.487 \times 10^{-3}}{175.23 \times 10^{-6} (240.3 - 8)}$$

$$= 1.016 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$$

7. 归纳比热随温度的变化关系。

假定在 $0 \sim 300^\circ\text{C}$ 之间，空气的真实定压比热与温度之间近似地有线性关系： $C_p = a + bt$ 则由 t_1 到 t_2 的平均比热为：

$$C_{\text{pm}}|_{t_1}^{t_2} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} (a + bt) dt}{t_2 - t_1}$$

$$= a + b \frac{t_1 + t_2}{2} \quad (2-8)$$

因此，若以 $\frac{t_1 + t_2}{2}$ 为横坐标， $C_p|_{t_1}^{t_2}$ 为纵坐标（图 2-3）则可根据不同温度范围内的平均比热确定截距 a 和斜率 b ，从而得出比热随温度变化的计算式。

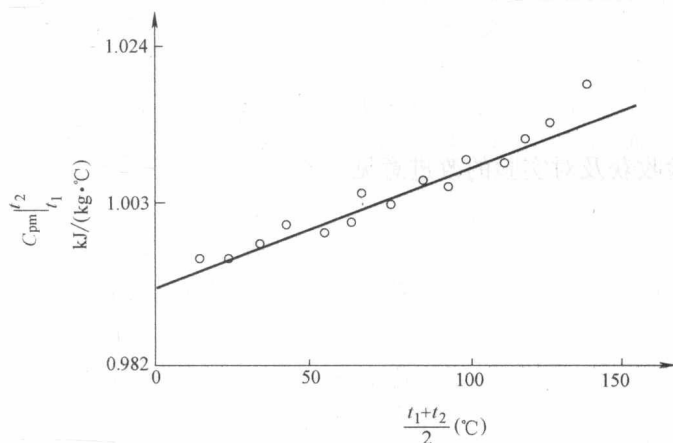


图 2-3 比热与平均温度的变化关系

六、实验注意事项

1. 切勿在无气流通过的情况下使电热器投入工作，以免引起局部过热而损坏比热仪本体。
2. 输入电热器的电压不得超过 220V。气体出口温度最高不得超过 300℃。
3. 加热和冷却要缓慢进行，防止温度计和比热仪本体因温度骤降而断裂。
4. 停止实验时，应先切断电热器，让风机继续运行 15min 左右（温度较低时可适当缩短）。

七、实验数据记录及处理

1. 数据记录

当地大气压 $B(\text{mmHg})$:

空气干球温度 $t_0(^{\circ}\text{C})$:

空气湿球温度 $t_w(^{\circ}\text{C})$:

10L 气体通过流量计的时间 $\tau(\text{s})$:

比热仪进口温度 $t_1(^{\circ}\text{C})$:

比热仪出口温度 $t_2(^{\circ}\text{C})$:

流量计出口处的表压 $\Delta h(\text{mmH}_2\text{O})$:

电加热器输入电压 $U(\text{V})$:

电加热电流 $I(\text{mA})$:

2. 计算干空气的定压比热

(1) 归纳干空气定压比热与温度的变化关系，并绘图。

(2) 简述实验收获及对实验的改进意见