
液体表面张力系数的测定

液体的表面张力是表征液体性质的一个重要参数。测量液体的表面张力系数有多种方法，拉脱法是测量液体表面张力系数常用的方法之一。该方法的特点是，用秤量仪器直接测量液体的表面张力，测量方法直观，概念清楚。用拉脱法测量液体表面张力，对测量力的仪器要求较高，由于用拉脱法测量液体表面的张力约在 $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ N 之间，因此需要有一种量程范围较小，灵敏度高，且稳定性好的测量力的仪器。近年来，新发展的硅压阻式力敏传感器张力测定仪正好能满足测量液体表面张力的需要，它比传统的焦利秤、扭秤等灵敏度高，稳定性好，且可数字信号显示，利于计算机实时测量，为了能对各类液体的表面张力系数的不同有深刻的理解，在对水进行测量以后，再对不同浓度的酒精溶液进行测量，这样可以明显观察到表面张力系数随液体浓度的变化而变化的现象，从而对这个概念加深理解。

[实验目的]

1. 用拉脱法测量室温下液体的表面张力系数
2. 学习力敏传感器的定标方法

[实验原理]

测量一个已知周长的金属片从待测液体表面脱离时需要的力，求得该液体表面张力系数的实验方法称为拉脱法。若金属片为环状吊片时，考虑一级近似，可以认为脱离力为表面张力系数乘上脱离表面的周长，即

$$F = \alpha \pi (D_1 + D_2) \quad (1)$$

式中，F为脱离力，D1，D2分别为圆环的外径和内径， α 为液体的表面张力系数。

硅压阻式力敏传感器由弹性梁和贴在梁上的传感器芯片组成，其中芯片由四个硅扩散电阻集成一个非平衡电桥，当外界压力作用于金属梁时，在压力作用下，电桥失去平衡，此时将有电压信号输出，输出电压大小与所加外力成正比，即

$$\Delta U = KF \quad (2)$$

式中，F为外力的大小，K为硅压阻式力敏传感器的灵敏度， ΔU 为传感器输出电压的大小。

[实验装置]

下图为实验装置图，其中，液体表面张力测定仪包括硅扩散电阻非平衡电桥的电源和测量电桥失去平衡时输出电压大小的数字电压表，其他装置包括铁架台，活塞式液面调节机构，装有力敏传感器的固定杆，盛液体的液槽和圆环形吊片等，实验证明，当环的直径在3cm附近而液体和金属环接触的接触角近似为零时，运用公式(1)测量各种液体的表面张力系数的结果较为正确。



图 1 液体表面张力测定装置

[实验内容]

一、必做部分

力敏传感器的定标

每个力敏传感器的灵敏度都有所不同，在实验前，应先将其定标，定标步骤如下：

(1) 打开仪器的电源开关，将仪器预热。

(2) 在传感器梁端头小钩中，挂上砝码盘，调节测定仪面板上的调零旋钮，使数字电压表显示为零。

(3) 在砝码盘上分别如0.5g、1.0g、1.5g、2.0g、2.5g、3.0g等质量的砝码，记录相应这些砝码力F作用下，数字电压表的读数值U。

(4) 用最小二乘法作直线拟合，求出传感器灵敏度K。

环的测量与清洁：

(1) 用游标卡尺测量金属圆环的外径D1和内径D2

(2) 环的表面状况与测量结果有很大的关系，实验前应将金属环状吊片在NaOH溶液中浸泡20~30秒，然后用净水洗净。

3、液体的表面张力系数

(1) 将金属环状吊片挂在传感器的小钩上，调节液面高度，将液体升至靠近环片的下沿，观察环状吊片下沿与待测液面是否平行，如果不平行，将金属环状片取下后，调节吊片上的细丝，使吊片与待测液面平行。

(2) 调节液面高度调节螺丝，使其渐渐上升，将环片的下沿部分全部浸没于待测液体，然后反向调节液面高度调节螺丝，使液面逐渐下降，这时，金属环片和液面间形成一环形液膜，继续下降液面，测出环形液膜即将拉断前一瞬间数字电压表读数值U1和液膜拉断后一瞬间数字电压表读数值U2。

$$\Delta U = U_1 - U_2$$

(3) 将实验数据代入公式(2)和(1)，求出液体的表面张力系数，并与标准值进行比较。

二、选做部分

测出其它待测液体，如酒精、乙醚、丙酮等在不同浓度时的表面张力系数。

三、实验数据和记录

1、传感器灵敏度的测量

表5

砝码 / g	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000
电压 / mV						

经最小二乘法拟合得 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ mV/N, 拟合的线性相关系数 $r = \underline{\hspace{2cm}}$

2、水的表面张力系数的测量

金属环外径 $D_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ cm, 内径 $D_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ cm, 水的温度: $t = \underline{\hspace{2cm}}$ °C.

表 6

编号	U_1/mV	U_2/mV	$\Delta U/\text{mV}$	F/N	$A/\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
1					
2					
3					
4					
5					

平均值: $\bar{a} = \underline{\hspace{2cm}}$ N/m

附: 水的表面张力系数的标准值:

$A/\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$	0.074 22	0.073 22	0.072 75	0.071 97	0.071 18
水温 $t/^\circ\text{C}$	10	15	20	25	30

