

FD—NST—I
液体表面张力系数测定仪
(专利产品金奖)

说
明
书

上海复旦天欣科教仪器有限公司
中国 上海

一、概述

FD-NST- I 型液体表面张力系数测定仪是一种新型拉脱法液体表面张力系数测定仪。由复旦大学物理实验教学中心与上海复旦天欣科教仪器有限公司联合研制的新仪器与原测量仪器相比，具有以下三个优点：1) 用硅压阻力敏传感器（又称半导体应变计）测量液体与金属相接触的表面张力，该传感器灵敏度高，线性和稳定性好，以数字式电压表输出显示。2) 用一定高度的薄金属环及金属片替代原细铂丝环或铂丝刀口，新的吊环不易变形，反复使用不易损坏或遗失。3) 吊环的外型尺寸经专门设计和实验试验，对直接测量结果一般不需要校正，可得到较准确可靠的结果。

因此本仪器测量液体的表面张力系数误差小，重复性好；有利于学生学习和掌握硅压阻力敏传感器的原理和方法。本仪器是各类高校、中等专科学校物理实验和物理化学实验的理想优质仪器。本仪器获得国家专利局颁发的专利金质奖。

二、用途

- 1、用砝码对硅压阻力敏传感器进行定标, 计算该传感器的灵敏度, 学习传感器的定标方法。
- 2、观察拉脱法测液体表面张力的物理过程和物理现象, 并用物理学基本概念和定律进行分析和研究, 加深对物理规律的认识。
- 3、测量纯水和其它液体的表面张力系数。
- 4、测量液体的浓度与表面张力系数的关系（如酒精不同浓度时的表面张力系数）

三、仪器组成及技术指标

1、硅压阻力敏传感器

(1) 受力量程: 0—0.098N

(2) 灵敏度: 约 3.00V/N (用砝码质量作单位定标)

(3) 非线性误差: $\leq 0.2\%$

(4) 供电电压: 直流 5-12 伏

2、显示仪器

(1) 读数显示: 200 mV 三位半数字电压表

(2) 调零: 手动多圈电位器

(3) 连接方式: 5 芯航空插头

3、力敏传感器固定支架、升降台、底板及水平调节装置

4、吊环: 外径 $\phi 3.496\text{cm}$ 、内径 $\phi 3.310$ 、高 0.85cm 的铝合金吊环。

5、直径 $\phi 12.00\text{cm}$ 玻璃器皿一套

6、砝码盘及 0.5 克砝码 7 只。

7、外型尺寸

(1) 支架及底盘尺寸: 280mm \times 280mm \times 320mm

(2) 仪 器 尺 寸: 240mm \times 240mm \times 100mm

8、用本仪器测量水等液体的表面张力系数的误差 $\leq 5\%$

四、整机使用注意事项

1、吊环须严格处理干净。可用 NaOH 溶液洗净油污或杂质后, 用清洁水冲洗干净, 并用热吹风烘干。

2、吊环水平须调节好, 注意偏差 1° , 测量结果引入误差为 0.5%; 偏

差 2° ，则 误差 1.6%。

- 3、仪器开机需预热 15 分钟。
- 4、在旋转升降台时，尽量使液体的波动要小。
- 5、工作室不宜风力较大，以免吊环摆动致使零点波动，所测系数不正确。
- 6、若液体为纯净水。在使用过程中防止灰尘和油污及其它杂质污染。
特别注意手指不要接触被测液体。
- 7、力敏传感器使用时用力不宜大于 0.098N。过大的拉力传感器容易损坏。
- 8、实验结束须将吊环用清洁纸擦干，用清洁纸包好，放入干燥缸内。

五、使用步骤

- 1、开机预热。
- 2、清洗玻璃器皿和吊环。
- 3、在玻璃器皿内放入被测液体并安放在升降台上。（玻璃盛器底部可用双面胶与升降台面贴紧固定）
- 4、将砝码盘挂在力敏传感器的钩上。
- 5、若整机已预热 15 分钟以上，可对力敏传感器定标，在加砝码前应首先对仪器调零，安放砝码时应尽量轻。
- 6、换吊环前应先测定吊环的内外直径，然后挂上吊环，在测定液体表面张力系数过程中，可观察到液体产生的浮力与张力的情况与现象，以顺时针转动升降台大螺帽时液体液面上升，当环下沿部分均浸入液体中时，改为逆时针转动该螺帽，这时液面往下降（或

者说相对吊环往上提拉), 观察环浸入液体中及从液体中拉起时的物理过程和现象。特别应注意吊环即将拉断液柱前一瞬间数字电压表读数值为 U_1 , 拉断时瞬间数字电压表读数为 U_2 。记下这两个数值。

六、实验数据例

1、硅压阻力敏传感器定标

力敏传感器上分别加各种质量砝码, 测出相应的电压输出值, 实验结果见表 1。

表 1 力敏传感器定标

物体质量 m/g	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500
输出电压 V/mV	15.0	29.8	44.9	59.9	74.9	87.4	103.0

经最小二乘法拟合得仪器的灵敏度 $B=2.938 \times 10^3 \text{mV/N}$, 拟合的线性相关系数 $r=0.9997$ 。上海地区重力加速度 $g=9.794 \text{m/S}^2$ 。

2、水和其它液体表面张力系数的测量

用游标卡尺测量金属圆环: 外径 $D_1=3.496 \text{cm}$, 内径 $D_2=3.310 \text{cm}$, 调节上升架, 记录环在即将拉断水柱时数字电压表读数 U_1 , 拉断时数字电压表的读数 U_2 , 结果见表 2。

表 2 纯水的表面张力系数测量 (水的温度 24.30°C)

测量次数	U_1/mV	U_2/mV	$\Delta U/\text{mV}$	$f/\times 10^{-3} \text{N}$	$\alpha \times 10^{-3} \text{N/m}$
1	131.3	84.8	46.5	15.59	72.91
2	139.5	93.4	46.1	15.45	72.26
3	144.3	98.6	45.7	15.32	71.66
4	59.4	13.8	46.6	15.62	73.06
5	65.2	18.6	46.6	15.62	73.06
6	25.6	-20.5	46.1	15.45	72.26

在此温度下水的表面张力系数为 $72.54 \times 10^{-3} \text{N/m}$ 。经查表, 在

$T=24.30^{\circ}\text{C}$ 时水的表面张力系数为 $72.14 \times 10^{-3}\text{N/m}$ ，百分误差为 0.55%。

表 3 乙醇的表面张力系数测量(乙醇的温度 $T=25.20^{\circ}\text{C}$)

测量次数	U_1/mV	U_2/mV	$\Delta U/\text{mV}$	$f/\times 10^{-3}\text{N}$	$\alpha \times 10^{-3}\text{N/m}$
1	9.3	-4.6	13.9	4.66	21.80
2	9.4	-4.5	13.9	4.66	21.80
3	10.6	-3.4	14.0	4.69	21.94
4	13.8	-0.1	13.9	4.66	21.80
5	16.9	2.9	14.0	4.69	21.94
6	18.9	5.0	13.9	4.66	21.80

在此温度下乙醇表面张力系数为 $21.85 \times 10^{-3}\text{N/m}$ 。经查表，在 $T=25.20^{\circ}\text{C}$ 时乙醇的表面张力系数为 $21.95 \times 10^{-3}\text{N/m}$ ，百分误差为 0.46%。

表 4 甘油(丙三醇)的表面张力系数测量(甘油的温度: $T=24.30^{\circ}\text{C}$)

测量次数	U_1/mV	U_2/mV	$\Delta U/\text{mV}$	$f/\times 10^{-3}\text{N}$	$\alpha \times 10^{-3}\text{N/m}$
1	19.0	-18.0	37.0	12.4	58.00
2	50.0	13.1	36.9	12.4	58.00
3	52.6	15.7	36.9	12.4	58.00
4	55.8	18.8	37.0	12.4	58.00
5	58.3	20.8	37.5	12.6	58.93
6	62.7	26.8	36.9	1.24	58.00

在此温度下甘油的表面张力系数为 $58.16 \times 10^{-3}\text{N/m}$ 。经查表，在 $T=24.30^{\circ}\text{C}$ 时，甘油的表面张力系数为 $59.40 \times 10^{-3}\text{N/m}$ ，百分误差为 2.1%。

一个金属环固定在传感器上，将该环浸没于液体中，并渐渐拉起圆环，当它从液面拉脱瞬间传感器受到的拉力差值 f 为

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

式中： D_1 、 D_2 分别为圆环外径和内径， α 为液体表面张力系数， g 为重力加速度，所以液体表面张力系数为：

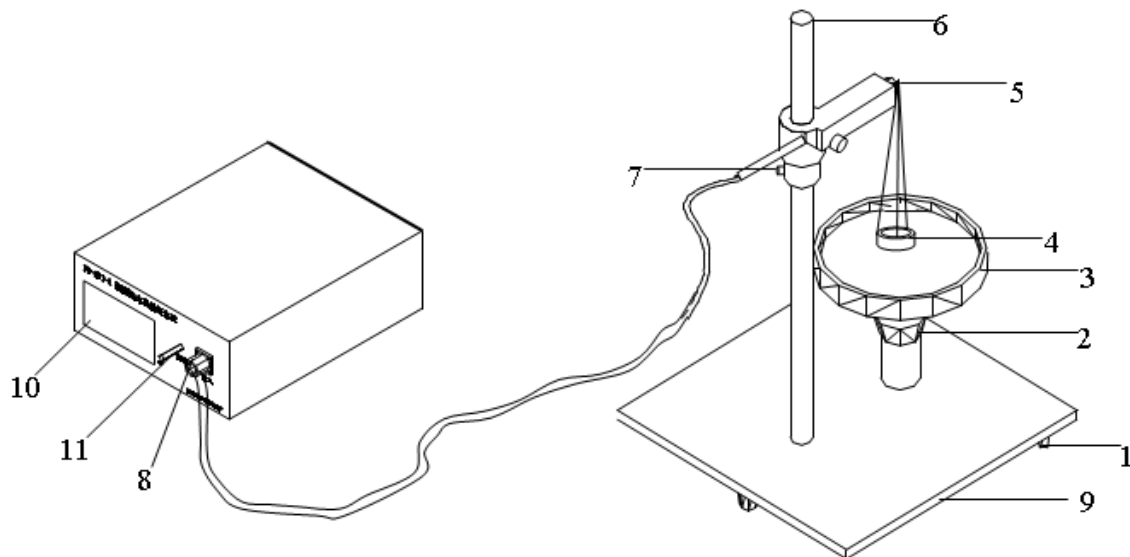
$$\alpha = f / [\pi (D_1 + D_2)] \quad (2)$$

由 (1) 式, 得液体表面张力

$$f = (U_1 - U_2) / B \quad (3)$$

B 为力敏传感器灵敏度, 单位 V/N。

七、结构图 (如下所示)



1、调节螺丝 2、升降螺丝 3、玻璃器皿 4、吊环 5、力敏传感器
6、支架 7、固定螺丝 8、航空插头 9、底座 10、数字电压表 11、调零

参考文献:

- 1、贾玉润 等. 大学物理实验 [M]. 复旦大学出版社, 1987.
- 2、A. W. 亚当林. 表面的物理化学 [M]. 科学出版社, 1984.
- 3、顾惕人, 等. 表面化学 [M]. 科学出版社, 1994.
- 4、沈元华 陆申龙. 基础物理实验 [M]. 北京: 高等教育出版社. 2003
- 5、焦丽凤 陆申龙. 用力敏传感器测量液体表面张力系数. 物理实验. 第 22 卷第 7 期. 2002. 7: 40—42
- 6、沈易 陆申龙 曹正东. 新型半导体应变计液体表面张力系数测定仪的研制. 实验技术与管理. 第 20 卷第 1 期. 2003. 2: 39—42