

# 材料的表/界面测定方法

## 开放实验指导书

### 一、实验目的

1. 了解和学习了材料的表/界面测定方法
2. 了解表/界面能的计算方法

### 二、实验原理

#### 2.1 视频接触法测定固体的表/界面张力

将有机玻璃 (PMMA) 板浸入NaOH水溶液中, 用超声清洗 2min, 然后用去离子水多次冲洗, 用N<sub>2</sub>吹干, 采用视频接触角仪DSA100 分别测量 5 μl 的水和甲酰胺的接触角, 利用OWENS/WENDT法 求出PMMA的表面张力, 色散力, 极性力。

其中  $\sigma_s$  为固体表面张力,  $\sigma_l$  为液体表面张力,  $\sigma_{sl}$  为液固 界面张力,  $\sigma_s^D$  为固体表面张力色散力部分,  $\sigma_l^D$  为液体表面张 力色散力部分,  $\sigma_s^P$  为固体表面张力极性力部分,  $\sigma_l^P$  为液体表 面张力极性力部分,  $\theta$  为接触角。

假设不考虑表面张力氢键部分, 则固体和液体表面张力分别 由色散力部分和极性力部分组成, 即:

$$\sigma_l = \sigma_l^P + \sigma_l^D \quad \text{和} \quad \sigma_s = \sigma_s^P + \sigma_s^D$$

固液界面张力为:

$$\sigma_{sl} = \sigma_l + \sigma_s - 2(\sqrt{\sigma_s^D \sigma_l^D} + \sqrt{\sigma_s^P \sigma_l^P}) \dots\dots\dots (1)$$

YOUNG 方程

$$\sigma_s = \sigma_{sl} + \sigma_l \cdot \cos\theta \dots\dots\dots (2)$$

所以可以推导出：

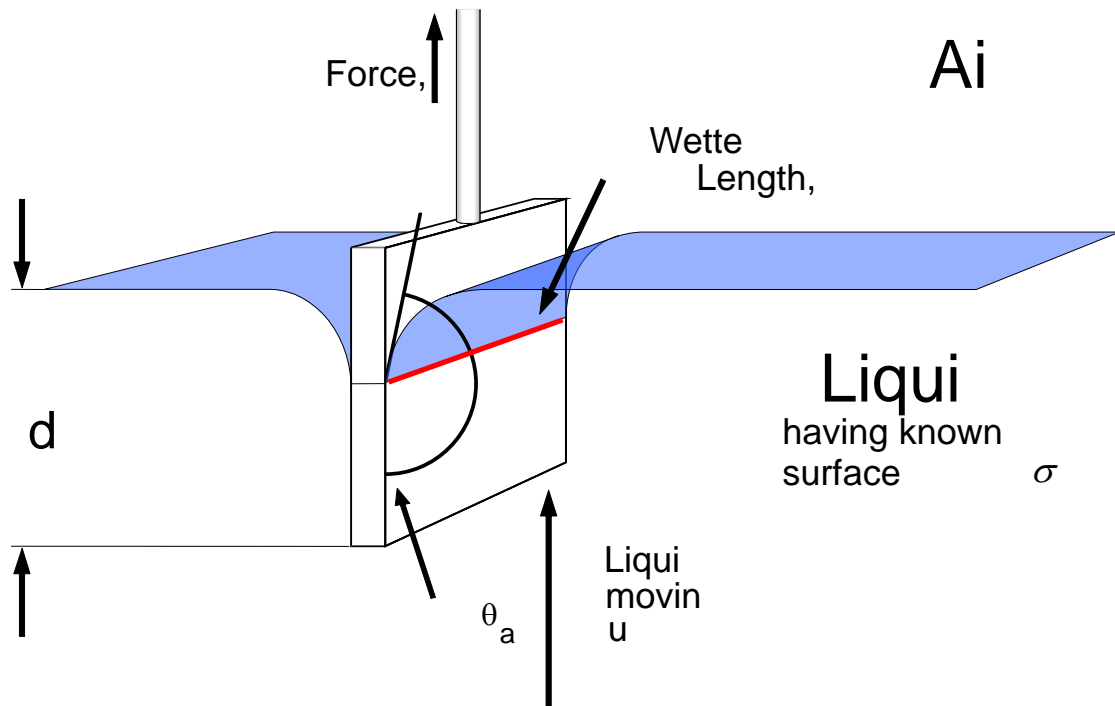
$$\frac{(1 + \cos\theta) \cdot \sigma_l}{2\sqrt{\sigma_l^D}} = \sqrt{\sigma_s^P} \sqrt{\frac{\sigma_l^P}{\sigma_l^D}} + \sqrt{\sigma_s^D} \dots\dots\dots (3)$$

$$y = mx + b$$

将两中不同液体测量的接触角和液体的  $\sigma_l^D$  和  $\sigma_l^P$  代入方程，作一直线，其中斜率等于  $\sqrt{\sigma_s^P}$ ，截距等于  $\sqrt{\sigma_s^D}$ ，由此可以计算出固体的  $\sigma_s^D$  和  $\sigma_s^P$ 。

## 2.2 液体的表面张力测定-板法

将 Pt 板从空气中开始插入液体，则由于液体表面张力的作用，Pt 板将受到力的作用，通过天平测量力的大小可以直接测量出液体的表面张力。



根据公式:

$$\sigma = \frac{F}{L \cdot \cos\theta} \dots\dots\dots (4)$$

其中: F 为测量的力, L 为板的周长。

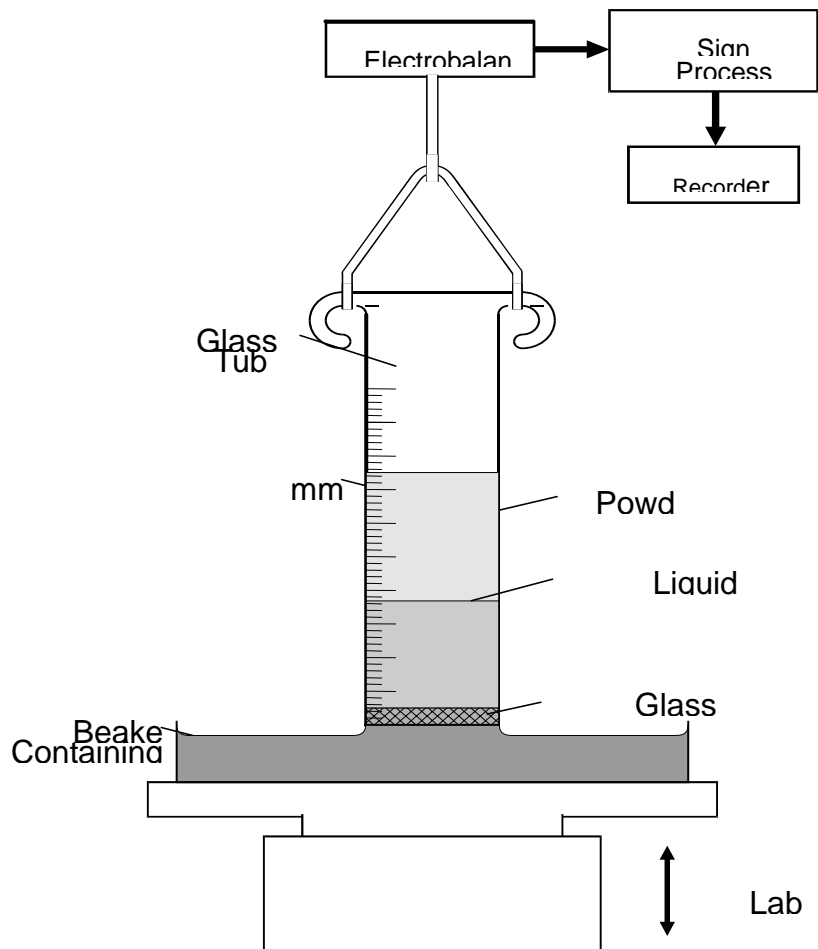
由于 Pt 的表面张力极大, 所以即使如高表面张力的水在 Pt 上都是铺展的, 及  $\theta = 0$ , 所以方程 (4) 可以转化成:

$$\sigma = \frac{F}{L} \dots\dots\dots (5)$$

通常 L 为已知, 因此只要求出 F 即可以求出液体的表面张力。

### 2.3 固体粉末的表面张力-Washburn 吸附法

将粉末装入样品池中, 然后样品池底部与液体接触, 由于毛细管效应, 液体将逐步进入样品池。



其粉末毛细管的接触角公式:

$$\cos \theta = \frac{m^2}{t} \cdot \frac{\eta}{\rho^2 \sigma_l c} \dots \dots \dots (6)$$

其中:  $m$  为样品池中液体的质量,  $t$  为时间,  $\eta$  为液体的粘度,  $\rho$  为液体的密度,  $c$  为粉末毛细管常数,  $c = \frac{1}{2} \pi^2 r^5 n_k^2$ 。

因此作  $m^2 - t$  图, 就可以求出液体与固体的接触角。采用 OWENS/WENDT 方法, 就可以求出固体粉末的表面张力。

### 3. 测量设备

#### 3.1 视频接触角



本实验采用德国 KRUSS 公司的 DSA100，其原理主要通过 CCD 摄像，然后采用软件对图象进行处理。

### 3.2 张力测定仪



本实验采用德国 KRUSS 公司的 K100，其原理主要通过上部的电子天平感应由液体张力引起的力的作用。

### 4. 操作步骤

#### 4.1 DSA100 操作步骤

1. 打开电源，热机 10min.
2. 将样品放在样品台上，上升样品台至 CCD 可观察的范围。
3. 下降注射器至 CCD 可观察的范围。
4. 调节 CCD，使注射针达到最佳清晰度。
5. 进行样品测量，软件分析。
6. 做完实验后，将样品台放下，注射针恢复初始状态。

#### 4.2 K100 操作步骤

1. 打开电源，热机 20min.
2. 将测量附件安装在电子天平上。
3. 将样品放入样品池中，设置软件参数，然后开始程序
4. 做完实验后，将样品台放下，恢复初始状态。