
目 录

第一章	概述.....	
1.	前言.....	
2.	仪器介绍.....	
第二章	润湿过程阐述.....	
1.	沾湿.....	
2.	浸湿.....	
3.	铺展.....	
4.	接触角与杨氏方程.....	
第三章	接触角计算与方测试法.....	
1.	接触角的计算方法.....	
2.	接触角的测试方法.....	
3.	表面张力的测定.....	
第四章	技术指标.....	
1.	仪器的精度参数.....	
2.	主机部件.....	
3.	其他辅件.....	
4.	软件使用.....	
4.1	软件安装.....	
4.2	软件界面介绍.....	
4.3	快捷键使用.....	
4.4	超亲水、超疏水的产品测试指导.....	
第五章	保养和维修.....	
第六章	应用范围及领域.....	
1.	应用范围.....	
2.	应用领域.....	
第七章	参考资料 国家相关标准.....	
第八章	仪器清单.....	

第一章 概述

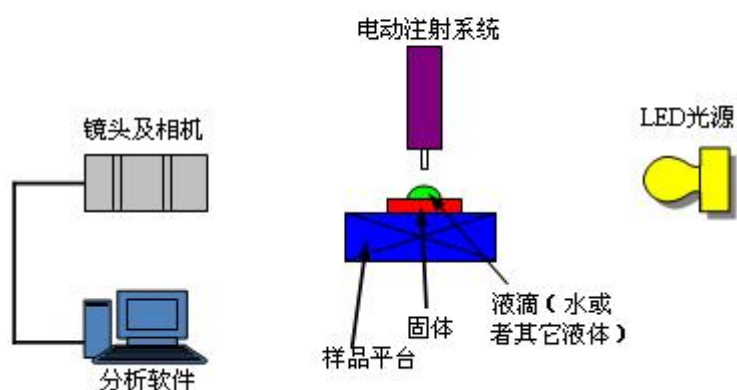
一、前言：

众所周知，纳米材料科学与工程已经成为世界性的研究热点，在研究纳米材料的表面改性时，往往要涉及润湿接触角这个概念。所谓接触角是指在一固体水平平面上滴一液滴，固体表面上的固-液-气三相交界点处，其气-液界面和固-液界面两切线把液相夹在其中时所成的角。

二、仪器介绍：

本公司仪器采用现代化工艺制造，仪器采用先进的专用 CMOS 数字摄像机，配倍高分辨率变焦式显微镜和高亮度 LED 背景光源系统，搭配三维样品台，可进行工作台上下、左右、前后等方向移动。实现微量进样及上下、左右精密移动。同时还设计了伸缩杆结构工作台，能适应在不同用户材料厚度加大的场合。仪器框架可以根据式样的大小适量调节，扩大了仪器的使用范围。软件搭配修正功能，测试多次后的结果可以同时保存在同一报告下，能让用户更好的对材料数据进行管控。该仪器设计美观大方、操作简单、符合用户所需。适用于各种行业测定接触角的用户

视频光学接触角测量的原理



第二章 润湿过程阐述

一、润湿过程：润湿过程分为三类，既在日常生活中经常遇到的沾湿、浸湿、和铺展

1、沾湿 (adhesion wetting)

当将一滴水滴到固面上时，液体与固体接触过程中，固—液界面逐渐取代液—气界面和气—固界面（图 6—1），这一过程称为沾湿。在恒温恒压条件下沾湿过程中的自由能变化：

$$\Delta G_{T,p} = \gamma_{gl} + \gamma_{gs} - \gamma_{ls} = -W_a$$

式 (1—1)

式中 γ 为界面张力； $-W_a$ 为黏附功，其值相当于把单位面积的液—固界面分开成为气—液和气—固液面的最大功(图 6—2)。显然只有当 $W_a > 0$ 时，即 $\Delta G_{T,p} < 0$ 时，沾湿过程才

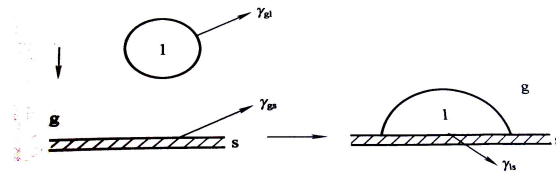


图 1—1 固—液界面取代液—气界面和气—固界面的过程是自发的。将单位截面液柱分开如（图 1—3）创造两个新的气—液界面的内聚功— W_c 的定义：

$$\Delta \gamma = 2 \gamma_{gl} = -W_c \quad (1—2)$$

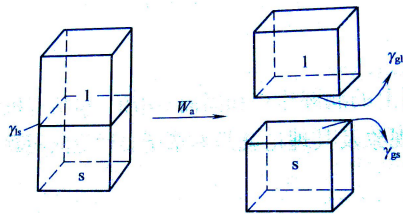


图 1—2 液—固分离与黏附功与内聚功

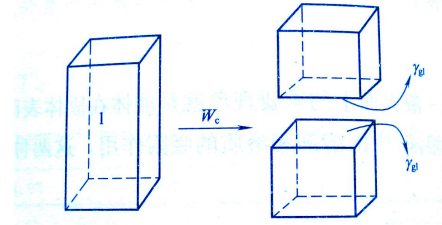


图 1—3 液体分离

黏附功和内聚功的数值分别是固—液分子间作用力和相同液体分子间作用力大小的标志。

2、浸湿 (immersion wetting)

图 1—4 示出固体浸入液体的润湿过程，即浸湿。在恒温恒湿条件下，浸湿过程中自由能变化：

$$\Delta G_{T,p} = \gamma_{gs} - \gamma_{ls} = -W_i \quad (1-3)$$

$-W_i$ 称为浸湿功，当然只有当 $W_i = \gamma_{ls} - \gamma_{gs} > 0$ ，则 $\Delta G_{T,p} < 0$ 时，过程才是自发的。

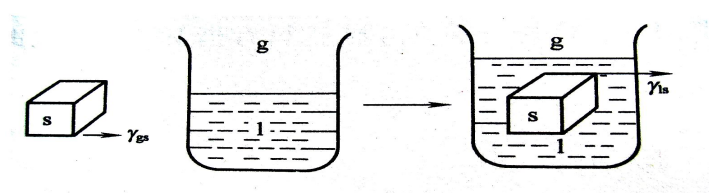


图 1—4

3、铺展 (spreading)

液体在固面上的铺展系数 S 定义及铺展条件为 (图 1—5)

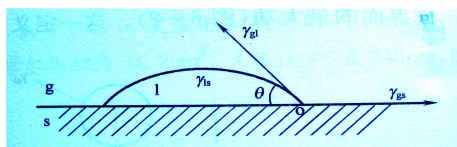
$$S = \gamma_{gs} - \gamma_{ls} = -W \quad (1-4)$$

铺展条件也可表示为： $S = -W_a - (-W_c) \geq 0$

$$(1-5)$$

$$-W_a \geq -W_c$$

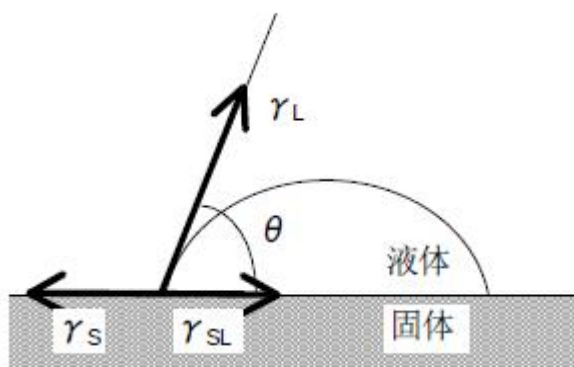
式 (1—5) 清楚的说明，只有固液间黏附功大于或等于液体内聚功时铺展才有可能。从分子间力考虑，只有当液固分子间力大于或等于液体分子间力时，液体才能在固面上铺展。



4、接触角与杨氏方程：

液体滴于固体表面上，随着液体性质的不同，液体或铺展而覆盖固体表面，或形成一

液滴停于其上。如下图所示。我们把液体与固体平面所形成的液滴的形状用接触角 (contact angle) 来描述。准确的接触角是在固、液、气三相交界处，自固液界面经液体内部到气体界面的夹角，通常以 θ 来表示。接触角是分析此式最早是T. Young在1805年提出的，常称为杨氏方程。这是润湿的基本公式，亦称为润湿方程，可以看作是三相交界处三个界面张力平衡的结果。此关系式适用于三相交界处固液、固气界面共切线体系。具体应用中，我们把接触角大小作为评判润湿性的重要指标。通常接触角越小，润湿性也就越好。习惯上，我们把 $\theta = 90^\circ$ 定义为润湿与否的标准。我们把 $\theta > 90^\circ$ 为不润湿； $\theta < 90^\circ$ 为润湿，平衡接触角。



$$\gamma_S = \gamma_L \cdot \cos \theta + \gamma_{SL} \quad \text{Young equation}$$

γ_S : 固体表面张力

γ_{SL} : 固/液表面张力

γ_L : 液体表面张力

θ : 接触角

第三章 接触角的计算与测试方法

一、接触角的计算方法

对于理想的平面固体表面,当液滴在表面达平衡后,只有一个符合 Young 方程的接触角。但实际固体表面是非理想的,因而会出现滞后现象,致使接触角的测量往往很难重复。但经过精心制备和处理的表面,有可能得到较重复的数据,特别是高分子的表面。表面的制备和处理的目的是要得到较光滑、干净的理想表面,但具体的工艺因样品而异,这里不作更多的介绍。这里主要介绍一些常用的接触角测定方法,它们都是针对气-液-一固体体系的接触角而设计的。但其中有些方法,只需略加修改,亦适用于液-液-一固体体系接触角的测定。测定接触角有多种方法,可根据直接测定物理量分为四类:(1) 静滴法(角度测量法)、(2) 高度、长度测量法(3) 力测法(4) 透过测量法。前三种适用于连续的平滑固体表面,后一种方法可用于粉末固体表面接触角的测定。

1.1 量角法

液滴角度测量法是测量接触角的最常用的方法之一,如图 3 (a, b) 所示。该方法是将固体表面上的液滴,或将浸入液体中的固体表面上形成的气泡投影到屏幕上,然后直接测量切线与相界面的夹角,直接测量接触角的大小。



图 3 量角法示意图

如果液体蒸气在固体表面发生吸附,影响固体的表面自由能,则应把样品放入带有观察窗的密封箱中,待体系达平衡后再进行测定。此法的优点是:样品用量少,仪器简单,测量方便。准确度一般在 $\pm 1^\circ$ 左右。

1.2 量高法

如果液滴很小,重力作用引起液滴的变形可以忽略不计,这时的躺滴可认为是球形的一部分,如图 4 所示。接触角可通过高度的测量按下式计算:

$$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{2h}{d} \quad (8)$$

式中 h 是液滴高度, d 是滴底的直径。若液滴体积小于 10^{-4} mL, 此方法可用。若接触角小于 90° , 则液滴稍大亦可应用。

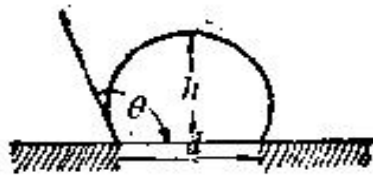


图4 量高法示意图

液滴在纤维上的接触角也可用量角法测量,把纤维水平拉直.置于样品槽内,然后投影到电脑屏幕,直接测定液滴与纤维表面的夹角.如果液滴很小,接触角也可用量高法测量,通过式(8)来计算。

实际固体表面几乎都是非理想的,或大或小总是会出现接触角滞后现象.因此,需同时测定前进角和后退角.对于躺滴法,可用增减液滴体积的办法来测定.增加液滴体积时测出的是前进角,如图5(a)所示;减少液滴体积时为后退角,如图5(b)所示。

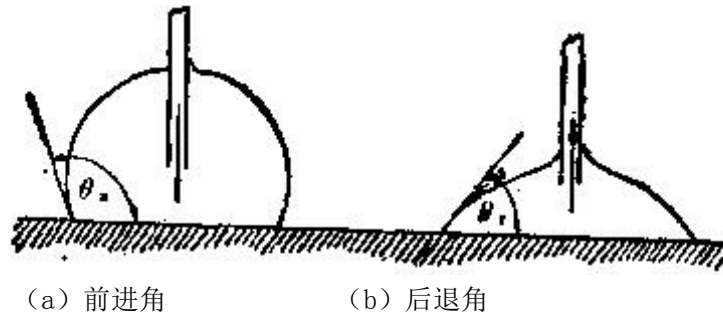


图5 前进角和后退角的测定方法

为了避免增减液滴体积时可能引起液滴振动和变形,在测定时可改变液滴体积的毛细管尖端插入液滴中,尖端插入液滴不影响接触角的数值。

1.3 仪器测量方法

- 1.3.1 接触角多元化分析方式:全自动拟合法,半自动拟合法,手动水平测量,手动斜面测量,
- 1.3.2 多元化软件计算方法:圆环拟合法(40度以下);椭圆拟合法(40-120度); Young-Lapalacer 拟合法(120度以上).
- 1.3.3 精准的表面自由能计算: Fowks 法, OWRK 法, ZismanPlot 法, EOS 法(软件中预装部分液体数据库,可扩展).
- 1.3.5 一键式软件测量操作: 【按空格键】--打开摄像头; 【按1键】--精准的控制滴液; 【按2键】--高精度的进行全自动测量.
- 1.3.6 不规则产品测试拓展:凹凸面测试,曲面测试,滚动角测试,前进角后退角测试,高温接触角测试.
- 1.3.7 高速拍照方式:单张/连续/录像;录像任意电影单张导出;录像视频可自动快速测量.
- 1.3.8 细致化数据库管理:导出 Excel 表格数据 word 图片数据;图片文字显而易见.

二、接触角测试方法

2.1 座滴法 (sessile drop) ;



2.2 悬滴法 (pendant drop) ;



2.3 薄膜法 (lamella method) ;



2.4 挟泡法 (Captive bubble method) ;



2.5 包覆纤维法 (wetted fiber) ;



2.6 纤维座滴法 (sessle fiber drop) ;



2.7 附着滴法 (captive bubble) ;

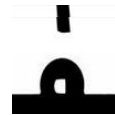


三、表面张力的测定

利用悬滴法研究表(界)面张力的想法在 19 世纪末就提出来了, 但第一个有实用价值的研究是 1937 年 Andreas 等的工作, 他们比较了用过的五种方法的优劣, 提出用选面法确定悬滴外形参数的方法。Andreas 令:

$$S = \frac{d_s}{d_c} \quad (9)$$

$$H = -\beta \left(\frac{d_c}{b} \right)^2 \quad (10)$$



式中 d_c 是悬滴外形的最大直径, d_s 是与悬滴底部顶点的垂直距离等于 d_c 处的直径, 如图 6 所示, β 和 b 分别是 Bashforth-Adams 方程中的形状因子和大小因子。

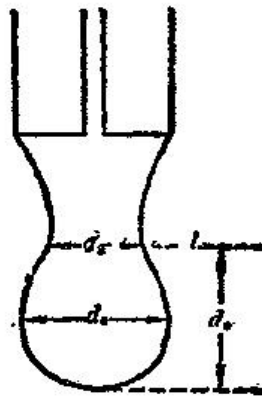


图 6 悬滴法示意图

表面张力的计算公式如下:

$$\gamma = \frac{(d_l - d_v)gb^2}{\beta} = \frac{(d_l - d_v)gd_c^2}{\beta} \quad (11)$$

式中 d_l 和 d_v 分别为液相和气相密度。因此，用投影法测出 d_c 和 d_s 以后，设法取得 H 值，即可计算出表面张力。Andreas 等发现 $\frac{1}{H}$ 与 S 有对应关系。他们测定了各种形状和尺寸的电导水悬滴的 d_c 和 d_s ，计算出 S 值。又根据电导水的表面张力（25℃，72.0mN/m）按照式（10）算出 $\frac{1}{H}$ 值，做出 $\frac{1}{H}$ — S 数据表。这是第一个悬滴法参数表，是经验性的结果，准确度受他们所用电导水表面张力准确性的限制。后来，Bartell 和 Nicederhouser 及 Fordham 各自独立地应用 Bashforth—Adams 方程数值解推算出理论的 $\frac{1}{H}$ 值和 S 值，给出 S 值从 0.670 到 1.002 间隔为 0.001 的 $\frac{1}{H}$ — S 表。两份表在整个范围内，知道小数第四位都完全相同，说明结果的准确性。尔后，Stauffer 又自理论计算出 S 值从 0.3 到 0.66 的 $\frac{1}{H}$ — S 表，扩大了悬滴法的应用范围。附录 3 表 5 给出 Fordham 和 Stauffer 的 $\frac{1}{H}$ — S 表。

悬滴法具有完全平衡及便于研究液面老化等优点，数据处理比停滴法方便，此法关键在于保持悬滴稳定不变和防止振动，Ambwani 等根据大量测定结果认为此法所得表面张力的相对误差在 0.15% 之内。

第四章 技术指标

一、 仪器精度参数

- 1.1、 接触角测量范围：0—180°
- 1.2、 接触角测量精度：±0.1°
- 1.3、 表界面张力测量范围：0—1000mN/m；测量精度：0.01 mN/m.
- 1.4、 高精度自动滴液系统：高精密工业微量注液泵；滴液精度：0.01ul；最小滴液量：0.08ul.
- 1.5、 接触角高精密度仪器校准片：德国原装进口接触角圆形角度校准标准片 3° 5° 8° 60° 90° 120°；椭圆形角度校准标准片 115°.

二、 主机部件

- 2.1、 主机外形尺寸：470mm（长）*300mm（宽）*500mm（高）.
- 2.2、 主机净重：
- 2.3、 工作台面尺寸：120mm*150mm.
- 2.4、 工作台移动：上下 50mm；左右 50mm；前后 30mm.
- 2.5、 最大样品台尺寸：10 寸.
- 2.6、 进样器移动：上下 100mm；左右 100mm.
- 2.7 显微镜移动：前后 80mm（微调 3mm）.
- 2.8、 显微镜：高清远心变倍变焦显微镜.
- 2.9、 光学系统：日本原装进口高速工业级芯片；25 帧/60 帧/150 帧/300 帧/秒.

- 2.10、镜头角度可调试：仰视； 平视； 俯视.
- 2.11、光源：LED 蓝色工业级冷光源.
- 2.12、为了保证图像的清晰度，不得采用 USB2.0 接口.
- 2.13、电源及功率：

三、其他辅助部件

- 1. 仪器电源线 、数据线、通信线
- 2. 纸片夹具、纤维夹具
- 3. 水浴锅
- 4 .标样
- 5. 角位台
- 6. 玻璃水槽
- 7. 笔记本（可以客户需求）
- 8. 联想商务台式机（标准机型）

四、软件使用

1、 软件安装

1.1 系统配置要求

- a. 请确保所使用计算机系统为 Windows XP 或者 Windows （32 位）。
- b. 显示器分辨率为 1024*768 及以上。

1.2、驱动的安装说明

只需安装 CCD 驱动  即可。

CCD 驱动安装

双击软件目录下的“CCD 驱动”文件夹中  Setup32cn.exe 图标，打开后根据图

2.9 - 图 2.16 进行安装。



图 2.9 安装向导

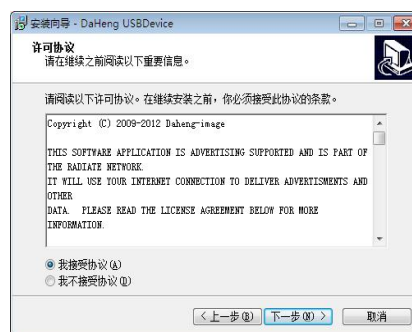


图 2.10 许可协议



图 2.11 安装目录



图 2.12 选择组件



图 2.13 选择快捷方式位置



图 2.14 添加附加任务



图 2.15 准备安装



图 2.16 安装完成

2. 软件界面介绍

光学接触角测量仪软件主界面窗口主要分为：A 菜单栏、B 工具栏、C 信息栏、D 动态图片区、E 测试结果数据显示区、F、视频图像操作区、G、手动拟合共 7 个栏位，如图 3.1 所示。

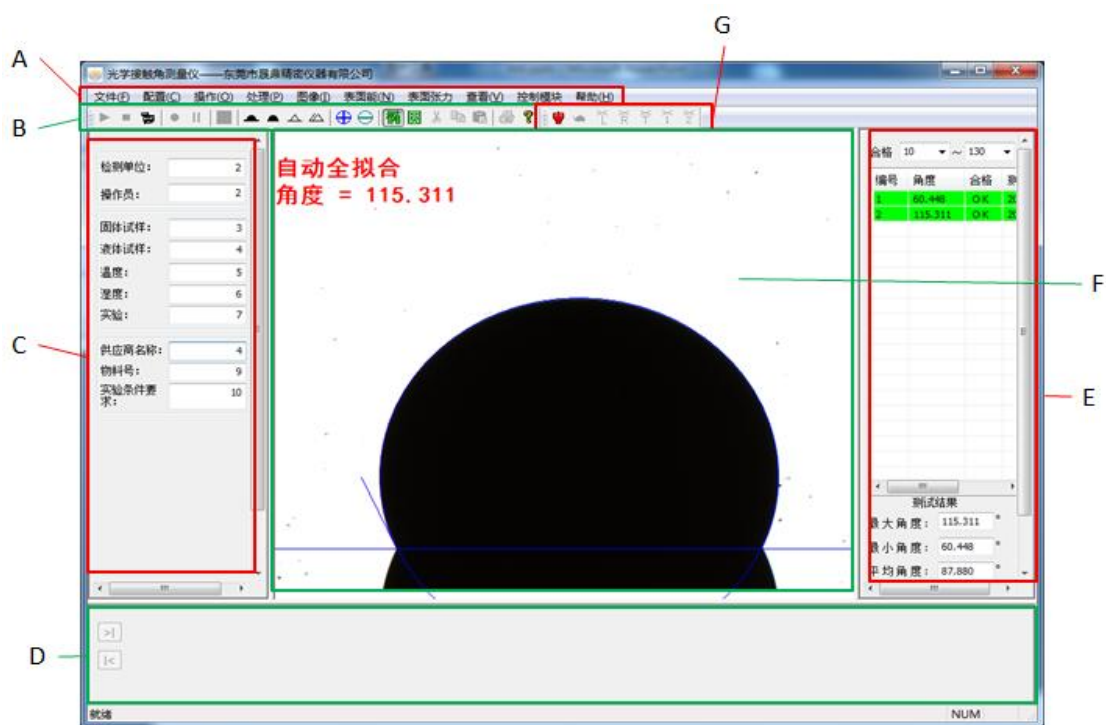


图 3.1 软件主界面窗口

下面就组成软件界面的各个部分做以简要介绍：

2.1 菜单栏（A 区）

菜单栏由文件、配置、操作、处理、图像、表面张力、控制模块、查看、帮助组成。

2.1.1 文件菜单



图 3.2 文件菜单

- ①打开图片：打开已经保存的测试图片。
- ②另存为：保存界面上 G 区（视频图像操作区）的图像。
- ③生成报告：对 C（信息栏）、F（测试数据列表显示区）以及每次测试的 G（视频图像操作区）图像进行整合生成一个 Word 文档，保存在硬盘上。
- ④生成 EXCEL：对 F（测试数据列表显示区）数据以 EXCEL 文档的形式保存在硬盘。
- ⑤打印：对正在测试的图片进行打印。
- ⑥打印预览：打印前，预先浏览将要打印的区域。
- ⑦打印设置：设置将要进行打印的图片打印方式。
- ⑧最近的文件：用于查看最近保存过的测试数据的文件
- ⑨退出：退出软件。

2.1.2 配置菜单



图 3.3 配置菜单

- ①试验设置：设置采样的间隔时间（毫秒）和采样的数目（每 1000 毫秒=1 秒）如图 3.4 所示



图 3.4 试验设置

- ②摄像头设置：调节摄像机光源亮度，如图 3.5 所示









图 3.5 摄像头设置

2.1.3 操作菜单







图 3.7 操作菜单

-
- ①开始试验：（对应的工具栏按钮）根据在配置菜单中试验设置设好的采样速度和采样总数进行试验，采样图片在 E（动态图片区）进行显示。
 - ②停止试验：（对应的工具栏按钮）在按开始试验后，试验完成前，停止图像的采样。
 - ③打开摄像机：（对应的工具栏按钮）打开 CCD 采集图像。
 - ④关闭摄像机：关闭 CCD, 无法图像采集。
 - ⑤录制视频：（对应的工具栏按钮）将 CCD 采集到得图像录制为 avi 视频。
 - ⑥停止录制：（对应的工具栏按钮）停止录制，生成视频。
 - ⑦截图：（对应的工具栏按钮）抓取试验时的一张图像，并显示在 G 区（视频图像操作区）。
 - ⑧回放视频：对录制好的视频进行回放查看。

2.1.4 处理菜单



图 3.8 处理菜单

- ①切换方式：切换圆或者椭圆的方法。
- ②自动全拟合：（对应的 B(工具栏)按钮）打开图片或瞬时截图采样图片，点击处理菜单栏的全自动拟合或工具栏的全自动拟合快捷按钮。或直接按键盘上的 2 键（此按键包含截图，自动基准线及自动计算），便自动得出液滴的角度。
- ③自动半拟合：（对应的 B(工具栏)按钮）打开图片或瞬时截图采样图片，然后选好液滴的水平基线，点击处理菜单栏的自动拟合或工具栏的自动拟合快捷按钮抑或按键盘上的 Enter 键，便自动得出水滴的角度。
- ④自动拟合试验图：根据设置好的试验设置方法，自动拟合所有试验所采样的图。
- ⑤水平拟合：对应的工具栏按钮根据采样所得的图片，先拟合液滴的水平线（单击鼠标左键一次），然后拟合水平线上的水滴轮廓（（圆方法）点击液滴上的三个点-液滴最左端的点，液滴的最高点，液滴最右端的点；），之后系统将自动截图并计算出角度。
- ⑥斜面拟合：（对应的工具栏按钮）根据采样所得的图片，先拟合斜面上的液滴轮廓（（圆方法）点击水滴上的三个点-最左端的点，液滴的最高点，最右端的点），然后拟合液滴的

斜面（选测水滴最左端的点单击鼠标左键，之后单击液滴最右端的点），最后系统会根据所拟合的轮廓计算出角度。

⑦宽高测量：根据采样所得的图片，选择水滴最左端的点，点击鼠标左键不放，拖动指针到水滴最右端的点，之后拖动指针到水滴的最高处放开鼠标左键，最后系统会根据所拟合的轮廓计算出角度。

⑧人工切线：根据采样所得的图片，选择水滴最左端的点，点击鼠标左键，拖动指针到水滴最右端的点，沿液体外轮廓做液体的切线，最后系统会根据所拟合的切线计算出角度。

⑨辅助工具：（辅助工具主要应用于凹、凸面接触角的测试）点击辅助工具，进入辅助工具界面，如图 3.9 所示。

辅助工具的主界面窗口分为 A 菜单栏、B 工具栏、C 图样工作区、D 状态栏共 4 个栏位。

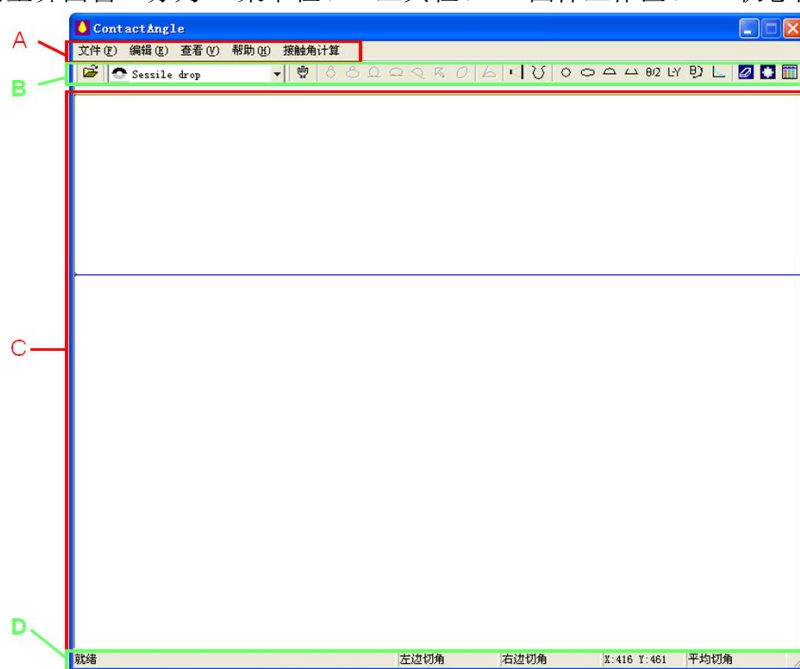


图 3.9 辅助工具主窗口界面

下面就组成软件界面的各个部分做以简要介绍：

2.1.4.1 辅助工具 菜单栏（A 区）

2.1.4.11 文件菜单

新建(N)	Ctrl+N
打开(O)...	Ctrl+O
保存(S)	Ctrl+S
另存为(A)...	
<hr/>	
打印(P)...	Ctrl+P
打印预览(V)	
打印设置(S)...	
<hr/>	
1 108	
<hr/>	
退出(X)	

图 3.10 文件菜单

- ①新建：建立新的工作区域。
- ②打开：打开之前采样的图片。
- ③保存：保存当前图样工作区的图片。

- ④另存为：选择存放路径，保存当前图样工作区的图片。
- ⑤打印：打印当前图样工作区的图片。
- ⑥打印预览：打印前，预先浏览将要打印的区域。
- ⑦打印设置：设置将要进行打印的圖片的打印方式。
- ⑧退出：退出当前操作界面。

2.1.4.12 编辑菜单

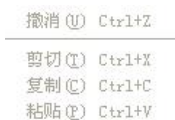


图 3.11 编辑菜单

2.1.4.13 查看菜单

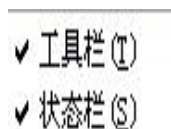


图 3.11 查看菜单

2.1.4.14 接触角计算菜单

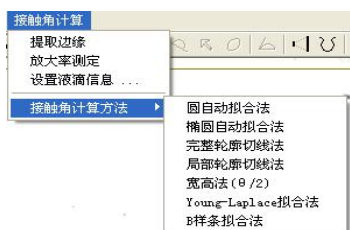


图 3.11 接触角计算菜单

2.1.4.2 辅助工具 工具栏 (B 区)










图 3.12 工具栏

下面介绍工具栏各个图标的作用：

- 分别为打开采样的图片、 选择测试方法、
- 手动拟合开关、 基线圆、 基线椭圆、 拟合确定圆、
- 拟合确定椭圆、 画直线、 鼠标选择直线端点、 拟合椭圆、
- 计算切角、 放大功率、 边缘提取、 自动圆拟合方法、
- 自动椭圆拟合方法、 自动轮廓切线法、 局部轮廓切线法、
- 宽高法、 young-laplace 拟合、 B 样条拟合法、 曲线跟踪、
- 清除屏幕、 设置液滴信息、 显示数据结果。

2.1.4.3 操作方法及步骤

- 1、打开之前采样的图片；
- 2、选择好测试所要用的方法后，点击工具栏上的手动拟合开关 ；
- 3、点击工具栏上的基线圆  或基线椭圆 ，拟合测试样品的凸面或凹面；
- 4、拟合好测试样品的凸面或凹面后，点击工具栏上的拟合确定圆  或拟合确定椭圆  拟合测试样品上的水滴轮廓；
- 5、拟合好水滴轮廓后，点击工具栏上的计算切角 ，系统将会计算好其切线的角度，之后将鼠标移动到水滴内部的左端和右端分别点击一次，系统将会在工作区的左上角显示出左边水滴的接触角大小和右边水滴的接触角大小。
- 6、若要从新拟合样品或水滴的轮廓，则点击工具栏上的清除屏幕 ，清楚之前拟合好的轮廓。

2.1.5 图像菜单



图 3.13 图像菜单

- ①提取边界：用与查看液滴拟合的轮廓线，如图 3.14 所示

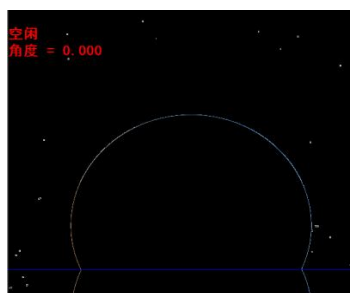


图 3.14 提取边界

- ②放大图像：放大采样图片。
③缩小图像：缩小采样图片。
④还原图像：还原放大、缩小或提取边界后的图片。

2.1.5 表面能菜单



图 3.15 表面能菜单

计算表面能的常用方法分别为 Zisman 法、WORK 法、Fowkes 法、EOS 法 4 种。以 Zisman 法计算表面能为例说明，输入液体名称、表面张力、以及接触角，点击“计算固体表面自由能”即可计算出结果。如图 3.16 所示。



图 3.16 Zisman 法计算表面能

2.1.6 表面张力菜单

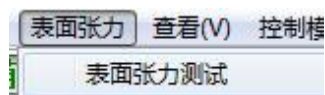


图 3.17 表面张力菜单

表面张力测试操作步骤:

(1)当液滴将要下落时，瞬间截图。



图 3.18 瞬间截图

(2)打开表面张力测试界面，如图 3.19 所示，输入内相密度（被测液体）、外相密度（比如外面是空气，则输入空气密度“0.00129”或者输入“0”）、针头外径，点击“计算”按钮计算出结果，



图 3.19 表面张力测试界面

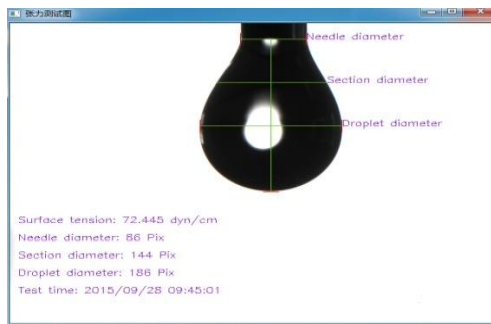


图 3.20 表面张力测试图片

测试表面张力时 自动保存测试图片 点击“自动保存测试图片”测试图片会自动保存在软件目

录下的 “Tension” 文件夹下。

2.2 工具栏 (B 区)



图 4.1 工具栏

这些功能在菜单栏的“操作”和“处理”菜单栏中都有说明：

以下从左到右介绍图标对应的功能：

- (1) 开始试验 (2) 停止试验 (3) 打开摄像机 (4) 录制视频
- (5) 停止录制 (6) 截图 (7) 自动全拟合 (8) 自动半拟合
- (9) 平面拟合 (10) 斜面拟合 (11) 放大图片 (12) 缩小图片
- (13) 椭圆法 (14) 圆环法 (15) 剪切 (16) 复制
- (17) 粘贴 (18) 打印 (19) 帮助。

简单的测试步骤：

- ① 打开摄像机 、② 截图 、③ 自动全拟合 。

2.3 信息栏 (C 区)

检测单位:	1
操作员:	2
固体试样:	3
液体试样:	水
温度:	27
湿度:	6
实验:	7
供应商名称:	2
物料号:	v12-5
实验条件要求:	常温

图 4.2 信息栏

根据使用单位的需求填写，生成报告时信息栏的数据会全部保存在报告中。

2.4 测试结果数据显示 (E 区)

编号	角度	合格	测
1	106.733	OK	2
2	79.284	NG	2

测试结果

最大角度: 106.733 °
 最小角度: 79.284 °
 平均角度: 93.008 °

图 4.10 测试结果数据显示

功能介绍:

- ①显示测试结果数据;
- ②合格角度整行颜色为绿，合格列显示为“OK”；不合格颜色为红，合格列显示为“NG”。
- ③自动计算并显示最大、最小以及平均角度。

2.5 手动拟合 (G 区)




图标分析: 手动拟合开关; 拟合 (选好点后点击此图标进行拟合);



该五点位置 (如图 5.1)。如果发现拟合有误差, 可选择



相应的图标，通过鼠标重选该点或者键盘上的方向键来进行调

整，调整好之后再点击  图标拟合。

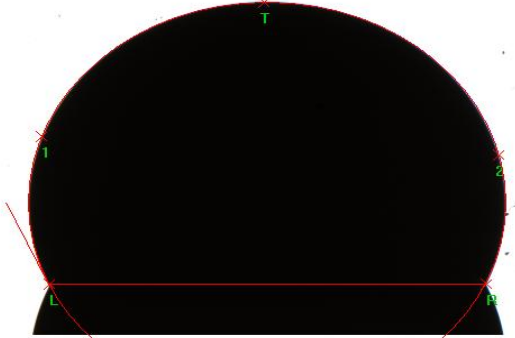


图 5.1

第三章 快捷键的使用说明

(在非全自动测试时，我们便可以使用快捷键)


3.1 快捷键的激活

鼠标单击“视频图像操作区(F区)”，激活快捷键。

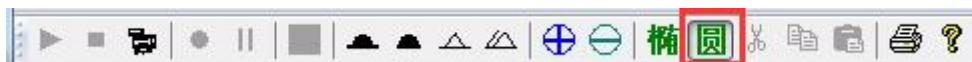
快捷键说明：

- 1、空格键 (Spacebar)：打开摄像机；
- 2、数字“2”键，全自动拟合
- 3、选择好基准线，回车键拟合（也叫半自动拟合）。


4. 超亲水、超疏水的产品测试指导

说明： 软件工具栏中有“圆”、“椭”图标，其中“圆”是指圆环法，“椭”是指椭圆法（小于 40° 的用圆环法，即选择“圆”图标；大于 40° 的用椭圆法，选择“椭”）。

1、超亲水测试步骤：打开摄像机→滴液→平台接液→看到清晰图像→截图。此时应注意的两点：a, 在工具栏中找到“圆”图标并选择；



b, 调整基准线（如图 5.2），看看产品与液滴的接触面是否水平。

如果水平，按下“2”键或者工具栏中的  图标进行自动拟合（图 5.3）

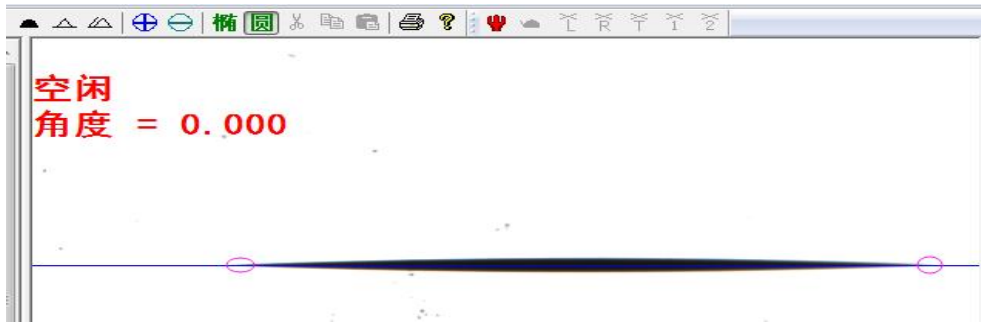


图 5.2

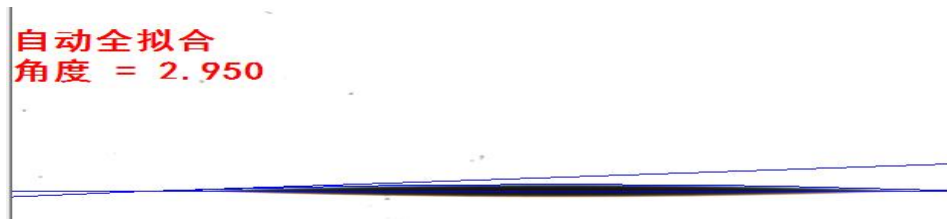
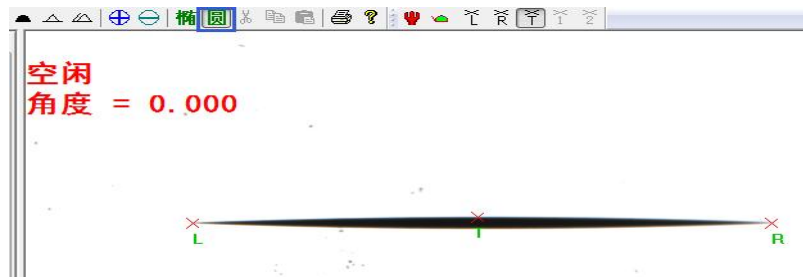
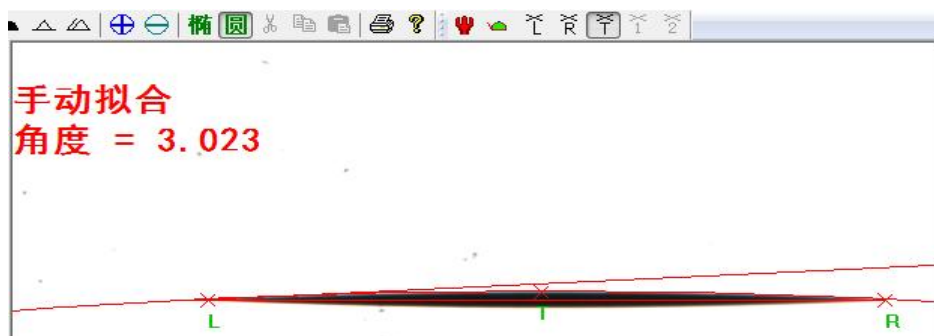



图 5.3

如果不水平，则选择手动拟合  （选择工具栏中的“圆”）

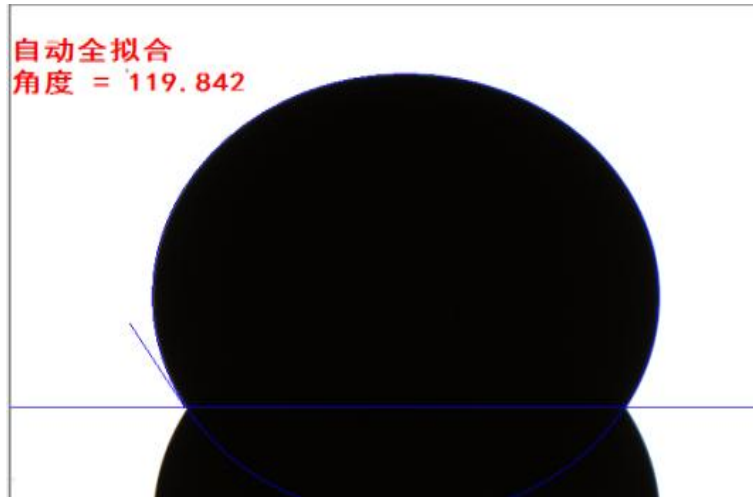


选好三个点之后，点击  图标进行拟合（如下图）。

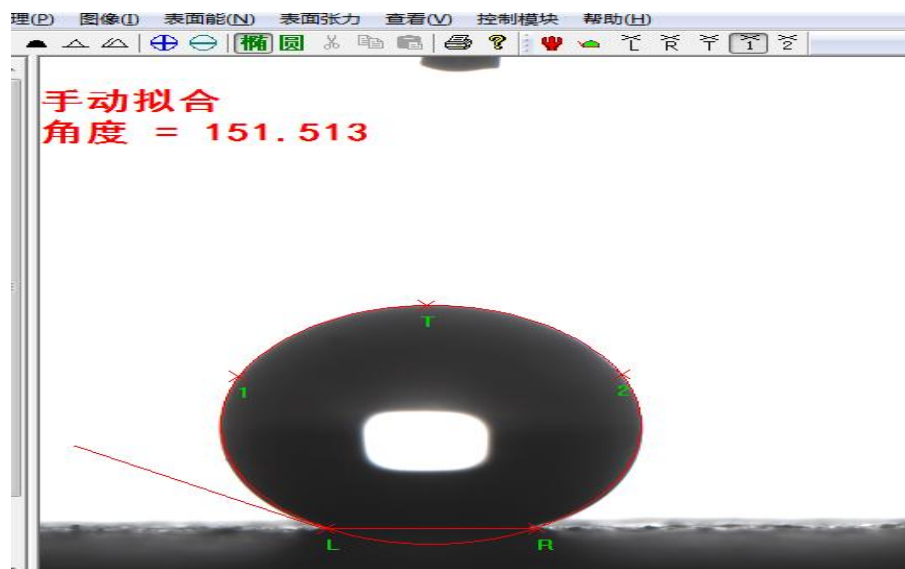


2、超疏水测试：注：大于 40 度用  椭圆法；

(1)对于表面平整的产品可直接用自动拟合的方法（如下图）







对于平面粗糙不平的产品，应使用手动拟合进行测试，如下图



第五章 保养和维修

一、 维修及维护

项目	故障现象	解决方式	备注
1	 找不到指定的加密锁  无法打开摄像机  没有查找到设备  The clock has expired!	<ol style="list-style-type: none">1. 检查密码锁有无插在 USB 端口，若有插，还未找到，更换 USB 接口或密码锁2. 拔掉重新再插或换个 USB 接口。或重新安装系统3. 重查看各数据有松动或脱掉，若连接完整，仍找不到，则联系厂家4. 密码狗到期，与厂家联系，更新文件包	联系厂家处理
2	异常：打开电源，看不清屏幕的注射针或液滴，	注意发光的背光灯有没有亮，没有亮的话因光线太暗会导致黑屏。 如果灯亮，证明连接正常。调节亮度旋钮即可， 如果不亮，则有可能是内部电器元件损坏	联系厂家处理

二、 保养

1.每次测试完毕，保持仪器清洁，用无尘布轻轻擦拭镜头。

2.定期检查及校验仪器。严禁周围放置高温、高湿、有震动的仪器

第六章 应用范围及领域

一、应用范围

石油、化工、医药、造纸、涂料、农药、材料粘结剂、陶瓷、洗涤剂、高分子颜料、电线电缆、纺织、染料、建筑材料防水、浮法选矿、焊接、医疗卫生等众多领域。

二、应用领域

- 2.1. 在润滑油的特性标定中，检验各中重油、润滑油的黏附及润湿关系。
- 2.2. 在印刷行业中，检验印刷油墨、金属、纸张之间的付着、黏结润湿关系。
- 2.3. 在建筑防水工作中，检验经硅酸树脂处理的纺织物的防水性能。
- 2.4. 在浮选工作中，检验用沸腾法选择矿物微粒在油水混合物中沾化吸附能力。
- 2.5. 在搪瓷工业中，检验溶化的硅化物对金属表面的粘化附着力。
- 2.6. 在活性试剂表面特性测定中，检查液体试剂的渗透、生锈特性。
- 2.7. 检验金属表面的脱脂，清洁，老化，亲水等情况及薄膜表面上的吸附特性。
- 2.8. 在军事科学研究中，检验发射出的弹皮与空气中雨雾的附着、润湿特性。

第七章 参考资料 国家相关标准

一、国家相关标准

- 1.1. GB/T 24368-2009(玻璃表面疏水污染物检测).
- 1.2. SY/T5153-2007 (油藏岩石润湿性测定方法).
- 1.3. ASTM D 724-99 (2003) (纸的表面可湿性的试验方法).
- 1.4. ASTM D5946-2004 (塑料薄膜与水接触角度的测量).
- 1.5. SO15989 (塑料薄膜和薄板电晕处理薄膜的水接触角度的测量).

二、参考附件

1: 一些体系的接触角参数和某些液体的表面张力值

从文献记载的接触角数值中选择一些列于表 2。其中包括难熔或极性固体及低表面能聚合物表面与某些液体的接触角。由于各种不同因素的影响，不同文献所报道的接触角测定值

也有些不大一样，所以表上所列的接触角数据有一定的变化范围，在此仅供参考。同时又在表 2 列出了某些液₁-固-液₂界面的接触角。

表 2 一些体系的接触角（前进角）（20-25℃）

液体 (γ , $\times 10^{-3} \text{J/m}^2$)	固体	θ (度)	$d\theta/dT$ (度/K)	液体 (γ , $\times 10^{-3} \text{J/m}^2$)	固体	θ (度)	$d\theta/dT$ (度/K)
汞 (484)	聚四氟 乙烯	150		CH ₂ I ₂ (50, 8)	聚四氟乙 烯	85	
	玻璃	128-148				60-61	
水 (72)		111			石蜡	53	
	正三十 六烷	110			滑石	40 (单 晶) ~	
	石蜡	98-112			聚乙烯	46	
	聚四氟 乙烯	108	-0.05	甲酰胺 (58)	四氟乙烯 -六氟丙 稀共聚物	92	-0.06
	四氟乙 烯-六氟 丙稀共 聚物	108	-0.02	CS ₂ (约 35)	聚乙烯	75	-0.01
	聚丙烯	78-103	-0.11~ -0.01		冰 (约 -10℃)	35	0.35
	聚乙烯	75-90	-0.13	苯 (28)		46	
		88			聚四氟乙 烯	42	
		84			正三十六 烷	0	
	人皮肤	86		正丙醇 (23)	石蜡	43	
	萘 (单 晶)	72-82				22	
	Sb ₂ S ₃	80		正癸烷 (23)	聚四氟乙 烯	32-40	-0.12~ -0.11
	(辉铋 矿)	66			石蜡		-0.12
	石墨	40		正辛烷 (21.6)		26-30	
	炭 ^a	17			聚四氟乙 烯		
	硬脂酸 ^b	小, 取 0					
	金	0			聚四氟乙 烯		
铂	0						
碘化银	40-90						
玻璃							
SiO ₂							
TiO ₂							
SnO ₂							
钢							

注：a 不同方法制取的炭可有不同的接触角数据

b 沉积在铜上的 Langmuir-Blodgett 膜

表 3 一些液₁-固-液₂界面的接触角

固体	液 ₁	液 ₂	θ
Sb ₂ S ₃ (辉锑矿)	水	苯	130
Al ₂ O ₃	水	苯	22
聚四氟乙烯	水	正癸烷	约 180
	苯甲醇	水	30
聚乙烯	水	正癸烷	约 180
	石蜡油	水	30
汞(未清楚天然油类)	水	苯	约 100
玻璃	汞	镓	约 0

表 4 某些液体的 γ (20°C)

液体	γ (mN·m ⁻¹)	
	液体-蒸气	水-液体
水	72.75	
辛烷	21.69	51.68
十二烷	25.44	52.90
己烷	27.46	53.77
苯	28.88	35.0
四氯化碳	26.77	45.0
辛醇	27.53	8.5
丁醇	24.6	1.6
苯胺	42.9	5.9
乙醚	17.0	10.7
乙酸乙酯	23.9	~3
汞	484	426

仪器清单

序号	名称	数量	单位	备注
1	测量仪主机	1	台	
2	蠕动泵	0	台	
3	针头	4	个	
4	数码 Cmos	1	个	

5	高清定倍光筒	1	个	
6	视频线	1	条	
7	加密狗	1	个	
8	电源线	1	个	
9	随机配套软件	1	个	
10	产品手册	1	份	
11	产品合格证	1	份	
12	产品保修卡	1	份	
13	送货单	1	份	
14	内部仪器校验报告	1	份	
15	联想电脑	0	台	启天 B4550
16	显示器	0	台	E1922swD
17	蠕动泵	0	台	TP-50