

## 如何分析前进角和后退角

前进角和后退角是液体在固体表面行进中的接触角，可以反应一个动态的润湿-去润湿过程。前进角和后退角的测试方法通常有以下几种：

- 1、采用K100 型表面张力仪测试。
- 2、采用DSA 系列光学法接触角仪测试。
- 3、采用DSA 系列光学法接触角仪配合倾斜台测试。

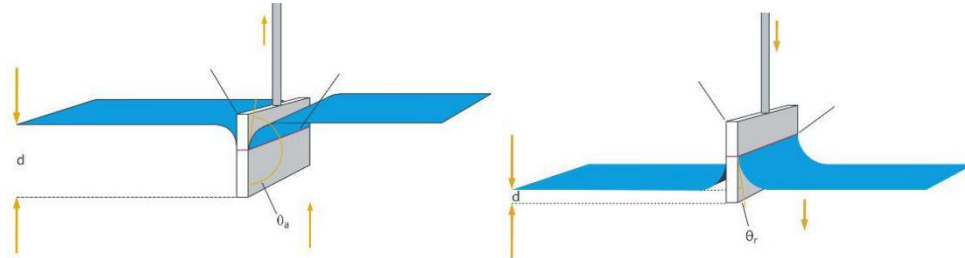
### 一、采用K100 型表面张力仪分析接触角

#### a) 测试原理图

##### Kontaktwinkel 公式

$$\cos\theta = \frac{F}{L \cdot \sigma}$$

其中 $\theta$ 为接触角， $F$  是天平收到的拉力， $L$  是板的周长， $\sigma$ 是表面张力



如左图，液面上升的过程中，板逐渐插入水中，这时的接触角就是**前进角**。

如右图，液面下降的过程中，板逐渐离开液面，这时的接触角就是**后退角**。

#### b) 参数设置及测试要点

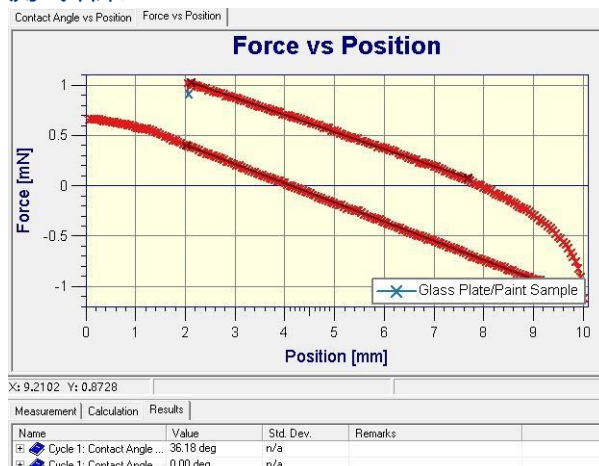
需要在软件中输入样品的长宽高等几何尺寸信息，以计算周长。周长对结果有影响。

需要知道液体的表面张力。不需要知道张力组成。

样品需要上下每个位置的周长都一样。如圆柱体，长方体等都可以测试。

可以在软件中设定液面升起或下降的速度。

#### c) 测试结果

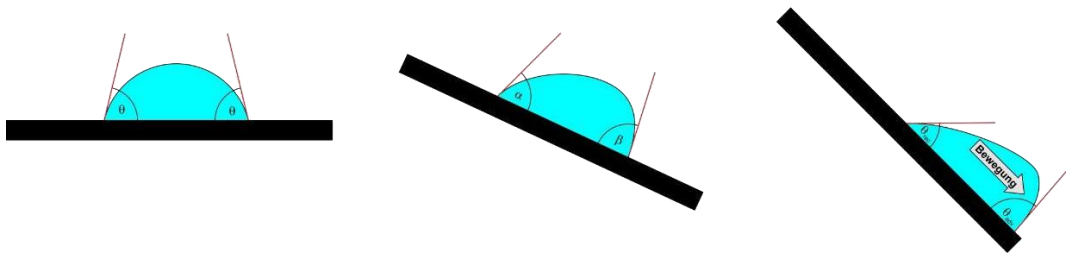


如图，使用鼠标调整拟合曲线的端点，使用线性较好的一段数据做接触角的计算。

如果样品被液体完全润湿了，可能无法计算后退角，此时后退角显示为  $0^\circ$ 。

## 二、采用DSA 系列光学法接触角仪配合倾斜台测试

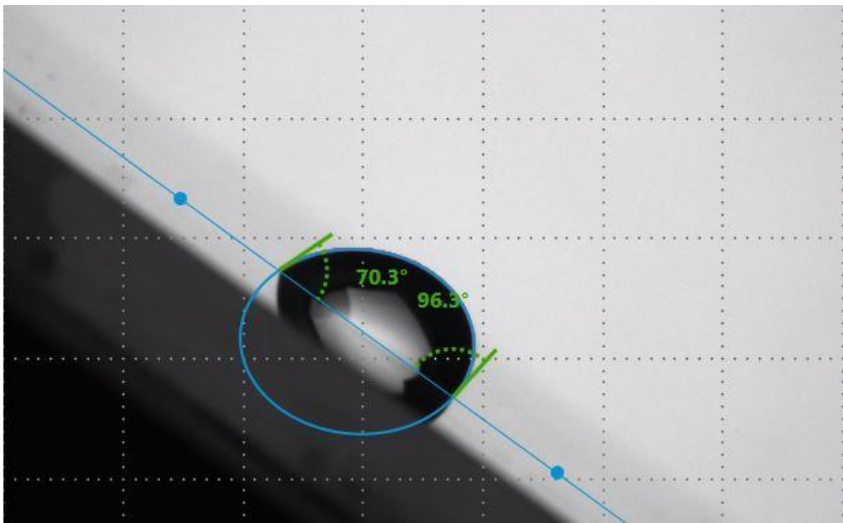
### a) 测试原理图



仪器样品台上可以安装一个可以转动的倾斜台。台面在旋转过程中，如果液滴恰好开始向一个方向滚动，斜面转过的角度就是滚动角。

如上方右图前进方向右下角的接触角就是**前进角**。上方右图左上角的接触角就是**后退角**。

### b) 装置图



### c) 参数设置要点

测试前，滴一定体积的液滴到样品上。然后旋转样品台。

滴水的体积和测试结果有影响。

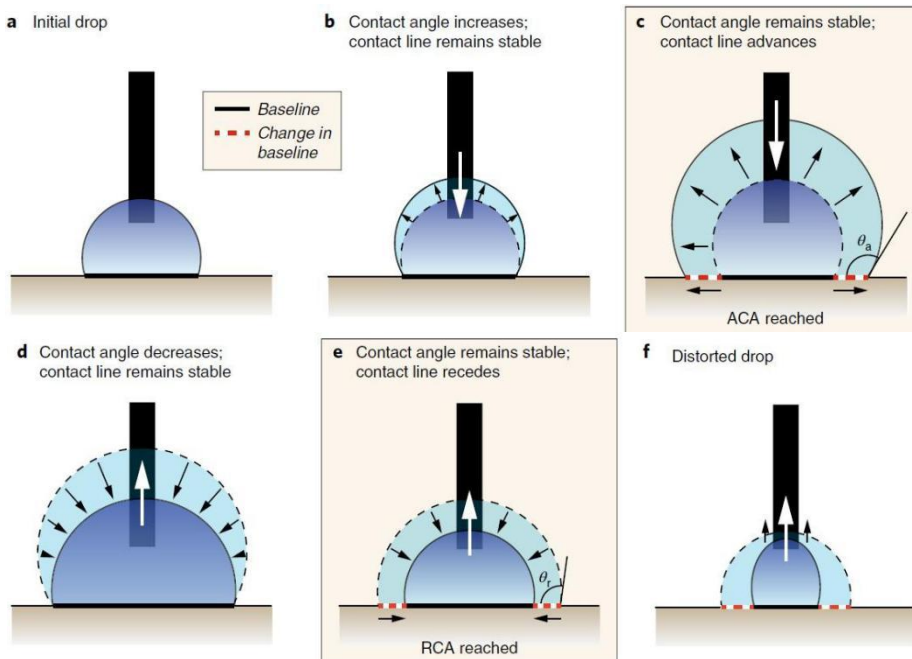
液滴和样品粘附强的样品，可以考虑增大液滴体积（如使用 10-15 微升）进行测试。

### d) 测试结果分析提示

接触角的读出方法中，两种切线法（tangent-1（也叫椭圆法ellipse）和tangent-2）是不对称的方法得到的左右接触角不一样。其他三种方法的计算模型是对称的方法，虽然液滴形状不对称，最后结算的左右接触角也是一样的，是不适合读出前进角和后退角的。

### 三、采用DSA 系列光学法接触角仪

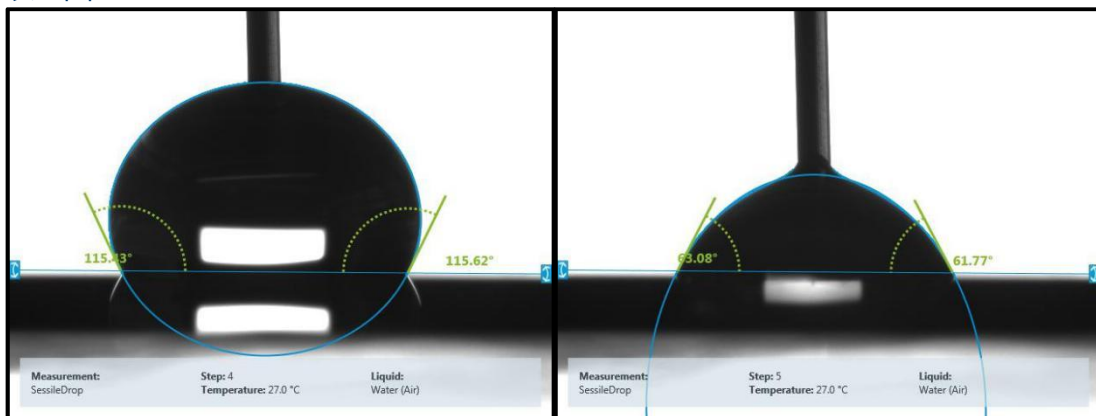
#### a) 测试原理图



实验前在样品上准备一小滴液滴如 3 微升或 5 微升，将针尖插入液滴中（上图a）。持续扩大液滴体积（上图b）。液滴在扩张的过程中，读出的每一张图片的接触角都是**前进角**（上图c）。

前进角实验结束后，向注射器内部回吸液体（上图d）。回吸的过程中，液滴后退过程中的每一张图片的角度都是**后退角**（图e）。

#### b) 装置图



#### c) 参数设置要点

测试前先在样品表面点一滴液体，将针尖插入液滴内部。  
使用定体积方法滴水，设置一定体积，如 30 微升或 50 微升。  
滴水速度尽量慢，越慢越容易操作。  
滴水过程中，随时移动样品位置，使针尖保持在液滴中心位置。

#### d) 用到的自动化程序如下：

前进角：第一行动作编写定体积滴液（或滴液），设定滴液体积如 20-50 微升，滴液速度如

0.1 或 0.5 微升/秒。第二行编写多次测量，设定测量时间和拍照速度。并且将第一行的模式改为与下一行同时开始。



后退角：第一行编写回吸，设定回吸速度如 20-50 微升，回吸速度如 0.1 或 0.5 微升/秒。第二行编写多次测量，设定测量时间和拍照速度。并且将第一行的模式改为与下一行同时开始。



点击开始程序键记录数据。



## e) 测试结果

液滴行进过程中的角度就是动态接触角。

从图表中，将测试数据改成双坐标轴格式，左侧y轴改成“平均接触角”，右侧y轴改成“底边长”，也就是液滴的直径，当前进或者后退过程中接触角稳定不变，而液滴直径一直在增大的过程中的角度就是前进角或者后退角。

