

美国 BROOKFIELD 博力飞

DV-I+粘度计

操作指引手册

手册编号 No. M/92-021-L1199

说明：请以英文操作手册为准，中文版本只作参考。

## 1. 简介

### 1.1 简介

美国 Brookfield 公司生产的旋转粘度计是粘度测定的世界标准。DV-I+是 Brookfield 博力飞公司粘度计系列中的实验室仪器，它可以与 Brookfield 博力飞产品系列的其它配件如超低粘度承接器、小量样品承接器、升降支架、螺旋承接器、恒温水浴或加热器等一起使用，以及在 DV-I+基础上的威-博力飞锥/板粘度计，从而构成适应范围宽广而全面的粘度测量系统。

### 1.2 粘度测定原理

所有 Brookfield 粘度计，包括威-博力飞锥/板粘度计，均通过一个经校验过的铍-铜合金的弹簧带动一个转子在流体中持续旋转，旋转扭矩传感器测得弹簧的扭变程度即扭矩，它与浸入样品中的转子被粘性拖拉形成的阻力成比例，扭矩因而与液体的粘度也成正比。

DV-I+型粘度计测定相当广范围的液体粘度，粘度范围与转子的大小和形状以及转速的有有关。因为，对应于一个特定的转子，在流体中转动而产生的扭转力一定的情况下，流体的实际粘度与转子的转速成反比，而剪切应力与转子的形状和大小均有关系。对于一个粘度已知的液体，弹簧的扭转角会随着转子转动的速度和转子几何尺寸的增加而增加，所以在测定低粘度液体时，使用大体积的转子和高转速组合；相反，测定高粘度的液体时，则用细小转子和低转速组合。

DV-I+型粘度计采用液晶显示，显示信息包括粘度、扭矩、转子号/转速、温度（用可选件 RTD 温度探针时有显示）等。0-10mV 和 0-1V 的模拟信号输出端口可用于连接外部显示器件和图表绘制仪。

对于博力飞 DV-I+粘度计系列，有四种配有不同形变系数弹簧的型号可供选择：

型号	弹簧扭矩	
	dyne-cm	milli Newton-m
LVDV-I+	673.7	0.0673
RVDV-I+	7,187.0	0.7187
HADV-I+	14,374.0	1.4374
HBDV-I+	57,496.0	5.7496

弹簧形变系数越高，其测量范围越大，详细的量度范围请参阅附录 B。

所显示的数值会因所选择的的计算单位（CGS 或 SI）而异

1. 粘度：可以显示 cP 或 mPa.s 值。
2. 扭矩：以最大弹簧扭矩的百分比表示。

计算单位互换：

	国际单位	=	CGS
粘度：	1mPa.s	=	1cP
扭矩：	1 Newton-m	=	10 <sup>7</sup> dyne-cm

### 1.3 组件

名称	编号	数量
DV-I+粘度计		1
S 型实验室用支架		1
转子数：		
LVDV-I+： 4 支	SSL	1 套
RVDV-I+： 7 支	SSR	1 套
HA/HBDV-I+： 7 支	SSH	1 套
运输保护帽：	B-30-2	1
电缆：	DVP-65	1
温度探针：	DVP-94Y	1
探针夹：	DVE-50	1
护脚：		
LVDV-I+	B-20Y	1
RVDV-I+	B-21Y	1
包装手提箱：	DVE-7Y	1

## 1.4 性能

输入电压：115 伏或 230 伏交流电压（订购时请注明贵国的电压）

频率：50/60Hz

功耗：小于 20 瓦

净重：7.7 公斤

- \* 工作温度：-100°C — 300°C (-148°F — +572°F)  
扭矩模拟信号输出：0—1 伏（对应 0—100%最大扭矩）
- \* 温度模拟信号输出：0—4 伏（10mV/°C）  
粘度测量精度：全量程范围的±1%（详情请参阅附录 E）  
重复性：全量程范围的±0.2%
- \* 温度测量精度：±0.1°C：在-100°C到+149°C之间；  
±0.2°C：在 150°C和 300°C之间

有\*号项为配有可选件温度探针

## 1.5 安装方法

1. 根据附录 H，装配好支架。
  2. 把可选件 RDT 温度探针连接到机身背面的温度探针插孔上。
  3. 调节粘度计的水平，使水平气泡在黑色圆圈中。
  4. 拆除转子接头保护帽。
  5. 把粘度计背面上的电源开关扳到关闭位置，接上供电电缆。
  6. 对于锥/板粘度计，请参阅附录 A。
  7. 根据需要，用连接电缆通过模拟信号输出口连接 DV-I+和图表绘制仪。
- 注意：DV-I+粘度计必须连有地线。

## 1.6 控制面板介绍

1. UP ARROW：上箭头，用于选择转速，转子，以及其他选项。
2. DOWN ARROW：下箭头，用于选择转速，转子，以及其他选项。
3. MOTOR ON/OFF：开关电机。
4. SET SPEED：转速设定。
5. AUTO RANGE：显示当前转子/转速组合下，可测量的粘度最大值。
6. SELECT SPINDLE：按第一下进入转子设定模式，通过上下箭头选择合适的转子编号，再按第二下确定。

## II. 操作说明

### II.1 自动校零

在读数之前，粘度计必须先进行自动校零。每当电源开关关掉以后，重新使用仪器时都要进行这一步骤。粘度计的显示屏会引导你用下面的步骤进行操作：

打开粘度计主机后面的电源开关。然后显示屏出现图 1 的信息。粘度测量的范围显示在左下角，图 1 显示的是 RV 型。



BROOKFIELD DV-I+  
RV VISCOMETER

图 1

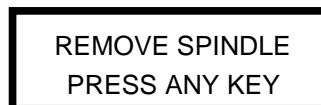
几秒钟以后，屏幕会显示：



BROOKFIELD DV-I+  
VERSION: 5.0

图 2

这时不需要按任何键。一会之后，荧屏显示为：



REMOVE SPINDLE  
PRESS ANY KEY

图 3

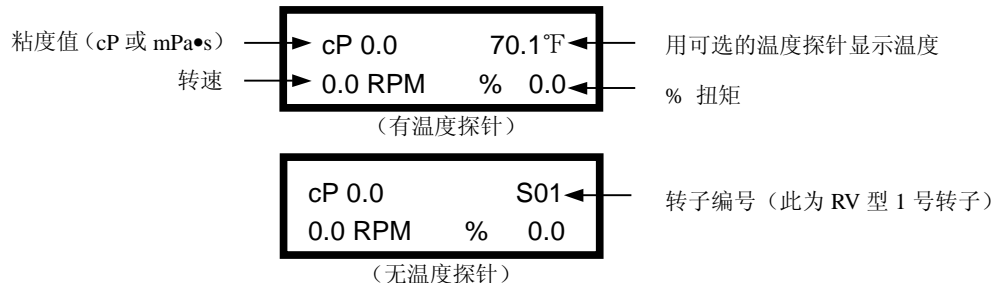
取下转子以后，按任意键，DV-I+开始自动校零。屏幕会闪烁“Autozeroing”。过了大约 15 秒钟，屏幕显示如图 4 的信息：



REPLACE SPINDLE  
PRESS ANY KEY

图 4

然后按任意键，屏幕会出现默认主显示：



粘度值 (cP 或 mPa·s) → cP 0.0      70.1°F ← 用可选的温度探针显示温度  
转速 → 0.0 RPM      % 0.0 ← % 扭矩  
(有温度探针)

cP 0.0      S01 ← 转子编号 (此为 RV 型 1 号转子)  
0.0 RPM      % 0.0  
(无温度探针)

图 5

这与你上次测试时输入的转子编号有关。

LVDV-I+粘度计提供 4 个一套的转子和一个窄的护腿；RVDV-I+粘度计提供 7 个一套的转子和一个宽的护腿；HADV-I+和 HBDV-I+粘度计都提供 7 个一套的转子，没有护腿。（参阅附录 E 部分了解关于护腿的更详细的资料。）

将转子旋接到粘度计的连接头上，注意它是左手螺旋线方向的。在连接转子时要注意保护粘度计的连接头，并用一只手轻轻提起它，这样可以避免枢轴针和宝石轴承的强烈碰撞和摩擦。转子的螺帽和粘度计的螺纹连接头要保持光滑和清洁，以避免转子转动不正常。可以通过转子螺帽上的数字识别转子的型号。

DV-I+需要键入转子编号来进行粘度的计算。DV-I+粘度计存储器存储了所有标准转子和自定义转子的编号，每个转子的编号都为两个数字（附录 D 有所有转子的编号）。

**注意：当电源关掉时，DV-I+粘度计会将当前使用的转子号保存下来，成为下次开机时的默认转子号。**

按“SELECT SPINDLE”键就会显示当前的转子号而不是温度，字母 S 开始闪动，持续三秒钟。如果在 S 闪动时按上、下箭头键，S 右边的两位数的转子号码就会随之变化（按上箭头使转子号增大，按下箭头使转子号减小）。如果按住箭头键不放，一连串的转子号就会滚动直到放松按键或到达转子号滚动条的最顶端或最低端。

当所想设定的转子号出现时，放松箭头键暂停滚动。此时再按一次“SELECT SPINDLE”键，就可确认你所选择的转子号。

**注意：在闪烁停止之前要按“SELECT SPINDLE”键约三秒来进行确认。如果确认失败，**

这样 DV-I+就可以用新的转子号来进行计算了。

当客户使用指定的特殊转子时，可以在转子滚动表列上从“AA”到“AZ”找到这些特殊的转子号。如果需要特殊转子，请联系 Brookfield 博力飞公司或授权代理商。

DV-I+粘度计有 18 个转速，见表 1。

DV-I+ 速度选择			
	LV	RV/HA/HB	
开始	0.0	0.0	开始
	0.3	0.5	
	0.6	1.0	
按箭头滚	1.5	2.0	按箭头滚
动选择	3.0	2.5	动选择
	6.0	4.0	
	12.0	5.0	
	30.0	10.0	
	60.0	20.0	
	0.0	50.0	
	0.5	100.0	
	1.0	0.0	
	2.0	0.3	
	2.5	0.6	
	4.0	1.5	
	5.0	3.0	
	10.0	6.0	
	20.0	12.0	
	50.0	30.0	
	100.0	60.0	

表 1

DV-I+粘度计也可设定成特殊的转速，请参阅附录 F，如有这方面的需要请咨询我们。

按上下箭头键选取你想要的转速，然后在“RPM”闪动的三秒的时间内按“SET SPEED”键确认。如果你设定的转速为 10RPM，这时屏幕显示如下：

cP 872.0	S01
10.0 RPM	% 87.2

图 6

- 注意：1. 在选择转子或转速的时候，DV-I+就根据新设定的转子和转速计算粘度值，即刻显示出来。
2. 当电源关掉时 DV-I+粘度计会将当前使用的转速保存下来。

## II.4

ENTER  
AUTO  
RANGE

### 自动显示当前转子/转速组合的最大量程

按“ENTER/AUTO RANGE”键，可以得到当前转子/转速组合可测量的最大量程。任何时间按此键，都可以看到当前粘度值变成了满刻度量程时的粘度值。这时扭矩%为 100%。图 11 显示的是用 RV 的 1 号转子在 10RPM 转速下的最大测量范围：

cP 1000.0	S01
10 RPM	% 100

图 7

**注意：电机关闭时或转速为 0 RPM 时，可测的粘度最大值也显示为 0.0 cP 或 0.0mPa.s。**

## II.5 测量单位的选择

按住 AUTO RANGE 键可以选择粘度的单位是 CGS (cP) 制还是 SI (mPa.s) 制。用下列方法改变单位：

1. 关闭电源。
2. 按住 AUTO RANGE 键不放，打开电源。

当电机关闭时，所选单位会保留下来。

无此项功能的 DV-I 粘度计，我们可以帮你进行升级。

## II.6 温度单位选择

按下箭头键可以选择温度的单位是华氏度 (°F) 还是摄氏度 (°C) 制。用下列方法改变单位：

1. 关闭电源。
2. 按下箭头键不放，打开电源。

当电机关闭时，所选单位会保留下来。

## II.7 超出测量范围

Brookfield 博力飞建议测量粘度时，百分比读数应在 10-100%的范围内，这样才能获得准确的数据。当超出 DV-I+的测量范围时，屏幕会有显示。当扭矩超过 100%，百分比读数、粘度均显示为 EEEE，如图 8 所示：

cP EEEE	S01
10 RPM	% EEEE

图 8

此时，你需要改变转速或转子。如果你选择的转速使扭矩值低于 10.0%，DV-I+粘度计就会在%（扭矩）值和 cP（粘度）值之前出现一个问号，如图 9 所示：

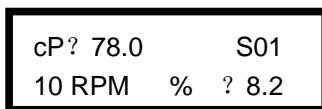


图 9

图 10 是扭矩为负数的情况：

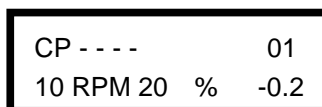


图 10

## II.8 粘度测量

当用标准转子配普通型号粘度计测量时，建议使用 600ml 的 Griffin 烧杯。

1. 安装粘度计，调节机身顶部的水平气泡在黑色圆圈中。
2. 将转子浸入样品中至转子杆上的凹槽刻痕处。如果是碟形转子，注意要以一个角度倾斜地浸入样品中以避免因产生气泡而影响测试结果。在这过程中应避免有横向冲击。然后检查粘度计是否处于水平状态，转子浸入深度是否合适。
3. 选择转子和转速组合，使扭矩百分比读数在 10-100%范围内。粘度大的样品，使用面积小的转子和较低的转速；对于低粘度的样品，情况相反。对于非牛顿流体，转速/转子的改变会导致粘度读数的变化。另外，在读数前，应隔一段时间让度数稳定下来，时间的长短取决于不同的流体性质。
4. 每当换转子或样品时，要按“MOTOR ON/OFF/ESCAPE”键使电机关闭。测量完毕取下转子，然后清洗干净，放回装转子的盒中。
5. 有关数据结果的分析、非牛顿流体和触变性流体的粘度测试方面的阐述，请参阅我司编制的“More Solutions to Sticky Problems”书，它是随机附送的。

## II.9 粘度测量的定时模式（只适用于 3.0 或更高的版本）

DV-I+粘度计有 Timed Stop 和 Time to Torque 两种功能。用 Timed Stop 功能，用户可以设定测试时间；而用 Time to Torque 功能，用户可以获得达到指定扭矩时的数据。

### II.9.1 设定

1. 用户必须先选取粘度单位：CGS 单位或 SI 单位。
2. 选择转速。
3. 选择与转子相应的标号。
4. 按 MOTOR ON/OFF 键使电机处于关闭状态。此时方可以实行定时模式。
5. 同时按住 SET SPEED 和 SELECT SPINDLE 键，进入定时测试模式。屏幕显示变为：



图 11

用上下箭头键可以选择这两种测试方式中的一种。

## II.9.2 Timed Stop 设定停止测量时间

1. 图 12 是选定了 TIMED STOP 功能的屏幕显示：



```
TIMED STOP
SET MIN'S: 00
```

图 12

用上下箭头键输入你想要的分钟，最多可以设到 99 分钟。

2. 然后按 SELECT SPINDLE 键进入设置秒的画面：



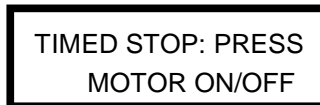
```
TIMED STOP
SET MIN'S: 00
```

图 13

用上下箭头键设定你想要的秒钟，有效数值为 0-59 秒。

注意：分钟和秒钟的设置必须大于 0，否则机器不会退出这个命令。

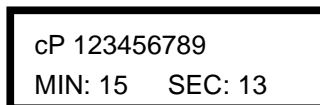
此时再按一次 SELECT SPINDLE 键，画面切换为：



```
TIMED STOP: PRESS
MOTOR ON/OFF
```

图 14

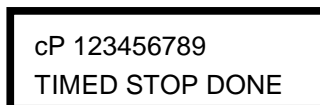
3. 按 MOTOR ON/OFF 键后开始执行 TIMED STOP 的操作。按任意键会终止运行，可同时按 SET SPEED 和 SELECT SPINDLE 键重新开始运行。屏幕显示变为：



```
cP 123456789
MIN: 15 SEC: 13
```

图 15

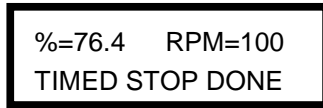
运行完毕后，显示如下：



```
cP 123456789
TIMED STOP DONE
```

图 16

仪器停止运转，此时可按上下箭头键查看扭矩值和转速，如图 16 所示：



%=76.4 RPM=100  
TIMED STOP DONE

图 17

按上下箭头键可以在图 16 和图 17 中切换。按除上下箭头键以外的任意键可以离开 TIMED STOP 模式，恢复正常操作。

### II.9.3 Time to Torque 达到指定扭矩的测时功能

1. 图 18 是用上下箭头键选定了 TIMED TORQUE 功能的屏幕显示：



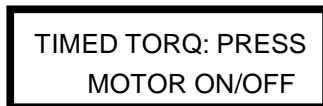
TIMED TORQUE  
SET TORQUE: 00

图 18

用上下箭头键设置扭矩，最高可以设 99%。

注意：扭矩的设置必须大于 0%，否则机器不能退出这个命令。

2. 然后按 SELECT SPINDLE 键，画面切换为：

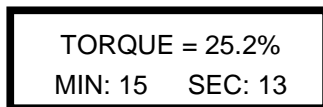


TIMED TORQ: PRESS  
MOTOR ON/OFF

图 19

达到指定扭矩值的时间最高可到 99 分 59 秒。

3. 按 MOTOR ON/OFF 键后开始执行 TIMED TORQUE 的操作。按任意键会终止运行，可同时按 SET SPEED 和 SELECT SPINDLE 键重新开始运行。屏幕显示变为：



TORQUE = 25.2%  
MIN: 15 SEC: 13

图 20

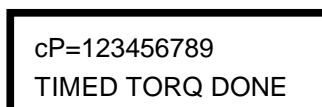
运行完毕后，显示如下：



22M 54S TO 85%  
TIMED TORQ DONE

图 21

仪器停止运转，此时可按上下箭头键查看命令结束时的粘度值，如图 21 所示：



cP=123456789  
TIMED TORQ DONE

图 22

按上下箭头键可以在图 21 和图 22 的画面之间切换。按除上下箭头键以外的任意键可以离开 TIMED TURQUE 模式，恢复正常操作。

## 附录 A - Cone/Plate 锥/板粘度计的安裝

锥/板粘度计的操作规程与标准粘度计大致是一样的，只是在测量开始前要先调节锥和板之间的间隙。所谓调节锥与板之间的间隙是转动“板”（在样品杯里），让其与锥中间的触点接触，然后反向旋转“板”，使其与锥触点的间距为 0.0005 英寸(0.013mm)。系列号为 S/N50969 或以上的 DV-I+粘度计为新型的电子指示间隙调节，使调节更为方便、简易。

### A.1 电子间隙设定操作界面

**切换开关：**开启/关闭电子间隙设定功能，拨向左，关闭电子间隙设定功能，拨向右，开启电子间隙设定功能。

**红色指示灯：**亮时，表示开启电子间隙设定功能。

**黄色指示灯：**亮时，表示“接触点”已经找到。

**位置标记滑块：**用于当找到触点时，标记接触点在微调环上的相对位置。

**微调环：**用于调节锥与板之间的相对间隙。左旋（顺时针）降低样品杯的位置，右旋（反时针）则升高样品杯。环上每格代表 0.0005 英寸的移动量。

### A.2 安裝

1. 确定仪器安装在支架上，调节水平和自动对零，锥/板无接触，以及扭矩显示值为 0%。
2. 将恒温水浴进出水胶管连接到样品杯的进出水口，进行恒温。
3. 关闭电机，安装时用随机附送的扳手将粘度计的连接头轻轻抬起，然后用手按左手螺旋线方向旋上转子。CPE 的锥转子不适合用在旧机型上（系列号在 S/N50969 以上），只适合用在有电子间隙调节的新机型上。
4. 装上样品杯，注意锥和样品杯不能接触。

**注意：**当电子间隙指示灯亮时，电传导液体可能会影响测试结果。所以通常情况下，在电子间隙设置好后，要先将指示灯关闭，才能进行读数。

### A.3 电子间隙设置步骤

1. 将指示灯打开，进入间隙调节状态，此时红灯亮。
2. 如果黄灯也亮，就要顺时针旋转有刻度的微调环直到黄灯灭。
3. 如果黄灯不亮，则反时针旋转微调环直到黄灯刚刚亮，该点即为锥/板接触点。
4. 往左或右移动位置标记滑块到最靠近满刻度分离标志。
5. 旋转微调环退回一格并对齐两条标志线。此时黄灯应该熄灭。
6. 锥板间隙设置完毕，关掉开关使红色灯灭。

**注意：**

1. 当微调环没有移动过时，在移动或换样品杯使可以不用重新设置间隙。
2. 每次取下或安装转子时，要重新调节间隙。

## A.4 仪器校验

1. 据附录 A 表 A1 找出当前转子所需的样品量。
2. 选择一种粘度值使扭矩值在 10% 至 100% 最大测量值范围的标准液。当粘度值大于 5000cP 时，请选用矿物油标准液，而不是硅油标准液。对于指定的转子和转速，标准液的粘度值最好尽量接近该组合下的粘度计最大测量值。详情请参阅附录 E。
3. 拆下样品杯，滴入标准液。
4. 装上样品杯并让所有部件有足够的时间达到一致的温度。
5. 开动电机，设定转速，转动至少 5 转后，开始测量并记录粘度值和扭矩百分比读数。
6. 比较所测得的粘度值是否在标准液粘度的 $\pm 1\%$ 的范围内。

说明：凡标有“CPE”标记的锥只可用于有电子间隙设定功能的粘度计/流变仪上。

## 附录 B - 粘度范围

参阅英文操作手册。

## 附录 C - 影响因素

参阅英文操作手册。

## 附录 D - 转子和机型代号

参阅英文操作手册。

## 附录 E - 校验方法

粘度计的准确性可通过使用博力飞的粘度标准液来测定，标准液为牛顿流体，其粘度值在 25°C 下测定，各种标准液的粘度请参阅表 E1 和表 E2，以及产品目录第 26 页。

器皿大小：对于粘度小于 30,000cP 的标准液，盛装容器为有 500 毫升有效体积的 600 毫升的低形烧杯，对于粘度大于或等于 30,000cP 的标准液，直接使用盛装标准液的容器。标准容器的内直径为 3.25" (8.25cm)，高度为 4.75" (12.1cm)，注意可以使用比标准烧杯大的容器，但不建议使用比标准烧杯小的容器。

25°C 标准液		高温标准液
粘度 (cP)	粘度 (cP)	三种粘度/温度
5	5,000	HT-30,000
10	12,500	HT-60,000
50	30,000	HT-100,000
100	60,000	
500	100,000	** 25°C , 93.9°C , 149°C
1,000		请参阅 Brookfield 博力飞产 品目录了解更多这方面的信息

表 E1

矿物油标准液	
BEL 编号	粘度 (cP) 25°C
B31	31
B210	210
B750	750
B1400	1,400
B2000	2,000
B11000	11,000
B20000	20,000
B80000	80,000
B200000	200,000
B420000	420,000

表 E2

**校验温度:** 标准液标签上温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  范围内。

**检验条件:** 安装好粘度计，水浴温度稳定在检验温度，对于 LV 和 RV 系列粘度计，需装上护腿。

#### 博力飞粘度标准液性能简介

通常来说，标准液性能不会随时间而变化。但在使用过程中，标准液会因为混入溶剂，不同粘度的标准液或其它外接物质而受到污染。故此我们推荐用户当标准液使用一年后，更换新的标准液。如果标准液未受到污染，标准液可以循环使用。在烧杯中的粘度标准液可以倒回盛装容器中，作日后之用。在小量样品承接器、超低粘度承接器、加热器或螺旋承接器中使用的标准液通常倒掉处理。

#### 使用标准转子的 LV, RV, HA, HB 粘度计的校验方法

1. 把盛有标准液的容器浸入水浴。
2. 把粘度计降到测量位置。
3. 装上转子。对于碟状转子，预防有气泡附在转子上。
4. 整套设备保温至少 1 小时，并定时搅拌。
5. 1 小时后，测量当前温度，如果在设定温度的 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  的范围内，开始测量并记录粘度值。
6. 如果粘度计工作正常，所测得的粘度值应该落在允许的误差范围内。

#### 使用小量样品承接器的粘度计的校验方法

1. 把水夹套的进/出水口与水浴连接，设定并稳定好水浴的温度，在盛样器中加入适量的标准液。

2. 把盛样器装入水夹套中。
3. 插入转子，利用接头延长杆把转子连接到 DV-I+粘度计上。
4. 恒温一段时间使粘度标准液、盛样器和转子的温度达到测试温度。
5. 开始测量并记录粘度值。

#### 使用恒温加热器（Thermosel）的粘度计的校验方法

使用恒温加热器时，先在控制器设定并稳定好测试温度

1. 在 HT-2 样品盛装容器中加入适量的 HT 标准液。
2. 把盛样器装入恒温加热器中。
3. 插入转子，利用接头延长杆把转子连接到 DV-I+粘度计上。
4. 恒温一段时间使粘度标准液、盛样器和转子的温度达到测试温度。
5. 开始测量并记录粘度值。

#### 使用 UL 超低粘度承接器的粘度计的校验方法

1. 把水夹套的进/出水口与水浴连接，设定并稳定好水浴的温度，在盛样器中加入适量的标准液。
2. 插入转子，利用接头延长杆把转子连接到粘度计上。
3. 把盛样器固定在安装槽上。
4. 降低粘度计，把盛样器浸入水浴，或装上水夹套。
5. 恒温一段时间使粘度标准液、盛样器和转子的温度达到测试温度。
6. 开始测量并记录粘度值。

#### 使用升降支架的粘度计的校验方法

对于使用升降支架和 T 形转子的粘度计，首先拆下 T 形转子，装上标准转子（LV：#1-#4，RV：#1-#7）。方法与校验使用标准转子的粘度计一样。T 型转子不能用于检验粘度计。

#### 使用螺旋承接器的粘度计的校验方法

1. 把盛有标准液的容器浸入水浴。
2. 装上转子，套上外筒 SA-1Y，并把外筒固定在粘度计上。
3. 把粘度计降低到测量位置，让电机以 50RPM 或 60RPM 的速度旋转，一直到标准液溢出外筒。
4. 整机预热至少 60 分钟，并定期开动电机搅拌。
5. 1 小时后，测量当前温度，如果在设定温度的 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  的范围内，开始测量并记录粘度值。
6. 如果粘度计工作正常，所测得的粘度值应该落在允许的误差范围内。

## 威/博力飞锥板粘度计的校验方法

1. 设定好锥转子与“板”之间的间隙。
2. 把样品杯的进/出水口与水浴连接，设定并恒定好水浴的温度。
3. 根据附录 A 表 A1 找出当前转子所需的样品量。
4. 选择一种粘度值在 10% 至 100% 最大测量值范围的标准液。当粘度值大于 5000cP 时，请选用矿物油标准液，而不是硅油标准液。对于指定的转子和转速，标准液的粘度值最好尽量接近该组合下的粘度计最大测量值。
5. 拆下样品杯，并注入适量标准液，等 10 分钟让两者温度达到一致。
6. 装上样品杯，至少等 15 分钟让温度到达一致。
7. 开始测量并记录粘度值。

## 如何判定粘度计是否准确

当判定粘度计是否准确时，我们需要同时考虑仪器本身和标准液自身的误差。对于某种转子和转速的组合，粘度计的测量误差范围为该组合下所能测量的最大粘度值的。对于标准液，其误差范围是表称粘度值的(+/-)1%。

例子：

计算 RVDV-I+粘度计在转速为 2RPM，RV-3 转子的情况下，利用在 25℃时粘度值为 12,257cP 的博力飞粘度标准液 12,500 校验其准确性时，可允许的粘度误差范围。

1. 计算当前情况下能测量的最大粘度值  
最大粘度值 (cP) = TK \* SMC \* 10,000/RPM  
TK 为弹簧扭转当量，对于 RVDV-I+粘度计为 1.0  
SMC 为转子常数，对于 RVDV-I+的#3 转子为 10.0  
最大粘度值 = 1 \* 10 \* 10,000 / 2 = 50,000cP  
因此 RVDV-I+粘度计在当前情况下误差范围为 50,000cP \* (+/-)1% = (+/-)5000cP
2. 标准液粘度误差 = 12,257 \* (+/-)1% = (+/-)122.57cP
3. 允许的粘度误差范围 = 粘度计误差范围 + 标准液粘度误差范围  
= (5000 + 122.57) = (+/-)622.57cP
4. 因此当读数在 11,634.4 (12257 - 622.57) 和 12,879.6cP (12257 + 622.57) 之间时，证明该粘度计工作正确。否则，该粘度计需要进行检验和维修。

## 护腿的作用

对于所有的博力飞 LV 和 RV 旋转粘度计都配有护腿，为保护转子而设计。因为护腿是作为仪器校验中的需要考虑的一个部件，所以必须装上护腿，否则会影响测量的准确性。在实际应用过程中，很多时候会碰到盛装样品的容器小于 600 毫升，护腿需要拆除的情况。在这种情况下，粘度计也会测量到一个准确而又可重复的扭矩百分比读数 (Torque)，在没有根据当前情况下对博力飞因子 (factor) 进行修正而直接换算成粘度值时，所得的粘度值不是样品实际的粘度。

**附录 F：** 转速集，详情参阅英文版操作手册。

**附录 G：** 模拟信号通讯接口，详情参阅英文版操作手册。