



BROOKFIELD 博勒飞



DVP1us 粘度计操作手册

DVPlus 操作手册 M21-400 REV 2

合测实业(上海)有限公司 021-67677060



DVPlus 粘度计 操作手册

所有权告知

本手册包含 AMETEK Brookfield 为 DVPlus 粘度计开发的宝贵信息和材料。本手册的任何部 分均不得以任何形式或任何方式复制或传播,指电子、实物或其他方式。这包括未经 AMETEK Brookfield 明确书面许可的复印和记录,或与任何信息相关的存储或检索系统。

版权所有 ©2021 AMETEK Brookfield. 版权所有. 说明:请以英文操作手册为准,中文版本仅供参考



AMETEK Brookfield 11 Commerce Boulevard, Middleboro, MA 02346-1031 USA TEL 508-946-6200 FAX 508-946-6262

DVPlus 操作手册 M21-400 REV 2



目录

一、仪器简介	5
1.1 仪器组件	
1.2 规格	7
1.3 组件图及仪器尺寸	9
1.4 技术参数	
1.5 仪器安装	
1.6 安全标志及注意事项	
1.7 主要功能	
1.8 仪器清洁	
二、入门指南	
2.1 接通电源	
2.2 数显水平调节	
2.3 自动调零	20
2.4 导航	
2.5 转子的选择	23
2.6 转速的选择	
2.7 满量程	
2.8 数据分辨率	
2.9 设置	
2.10 设置结束条件	
2.11 QC 设置	
2.12 粘度向导	41
2.13 自定义转子	45
三、粘度测量	
3.1 快速启动	
3.1.1 仪器组装	46
3.1.2 电源	
3.1.3 数显调节水平	46
3.1.4 仪器自动归零	



3.1.5 设置测试方法	47
3.2 测前准备	48
3.3 转子、转速的选择	50
3.4 运行测试	51
3.5 DVPlus App 连接	52
附录 A 粘度范围	53
附录 B 粘度测量变量	58
附录 C 转子编号和 SMC/SRC 值	60
附录 D 转子编号和量程系数	66
附录 E 校验程序	68
附录 F Brookfield 粘度计护腿	74
附录 G 自动震荡检查	76
附录 H DVE-50 温度探针夹	77
附录 I 仪器支架	78
附录〕屏幕保护组件	81
附录 K 故障诊断与排除	82
附录 L 在线帮助和其他信息	
附录 M 保修和售后服务	



-、仪器简介

阿美特克Brookfield在1981年推出的DV系列粘度计为全球使用者创造了大量价值。阿美特克Brookfield一直致力于深耕于市场,并为期提供更好的QC工具。DVPlus粘度计是Brookfield的最新产品,在完美的满足我们的客户所要求的测量重复性和可靠性的同时,5英寸的触屏显示器使得粘度计的操作更加简洁方便。

使用DVPlus粘度计测量流体的粘度,这是测量流体流动阻力的一种方法。您将在AMETEK Brookfield出版物 "More solution to Sticky Problems"中找到关于粘度科学的更详细描述。

DVPlus的操作原理是通过一个标准化弹簧驱动一个转子(转子完全浸没于测试的流体中),流体对于转子运动的粘滞阻力通过弹簧的形变来测量,弹簧的形变量则由旋转传感器进行测量。DVPlus的测量范围(单位为厘泊或毫帕斯卡•秒)由转子的旋转速度、转子的尺寸形状、所使用的容器以及标准化弹簧满量程的扭矩等因素决定。

	弹簧扭矩		
型号	dyne∙cm	milliNewton•m	
DVPlusLV	673. 7	0.0673	
DVPlusRV	7, 187. 0	0.7187	
DVPlusHA	14, 374. 0	1.4374	
DVPlusHB	57, 496. 0	5.7496	

Brookfield 提供四种基本的弹簧扭矩系列:

扭矩值越高,测量范围越大。每个扭矩的测量范围见附录B。

DVP1us粘度计的温度探头作为可选附件,其测量范围为-100℃~+300℃(148°F到572 ℃)。可用于测量样品温度和室内温度。

所显示的测量数值会因选择的测量单位(CGS或SI)的不同而表现出差异。

- 在 DVP1us 粘度计显示器上显示的粘度单位包括厘泊(cP)、泊(P), 毫帕斯卡-秒(mPa •s)帕斯卡-秒(Pa•s)。
- 剪切应力的单位为达因每平方厘米 (D/cm2), 牛顿每平方米 (N/m2)。
- 温度单位为摄氏度℃,华氏度°F和开尔文K。

不同的单位之间是可以进行换算的:

SI CGS



粘度	1 mPa•s :	1 cP	
扭矩	1 Newton•m	10 ⁷ dyne∙cm	

本手册里所用的单位都是CGS制单位。DVP1us粘度计的显示屏可以相应的SI制单位。

1.1 **仪器组件**

请您仔细检查你收到的货物是否包括了以下所有项目,及这些品是否损坏。如缺少某些部件, 请尽快联系 Brookfield 或其代理商。因为所有因货运途中造成的仪器破损,我们都要向货 运公司报告。

组件名称	零件编号	数量
DVP1us 粘度计	视订单情况而定	1
G 型支架	MODEL G	1
转子盒* LV 转子 4 支 RV 转子 6 支 (2#-7#) HA/HB 转子 6 支 (2#-7#)	视订单情况而定 SSL or SSLM† SSR or SSRM† SSH or SSHM†	1
电源线	视订单情况而定	1
电源适配器	DPV-2019	1
护腿 DVPlus LV DVPlus RV	视订单情况而定 B-20Y B-21Y	1
运输保护帽*	B-30-3Y 或 B-30-3KY†	1
手提箱	GV-3401	1
操作手册	M21-400	1

†和 M 表示磁力耦合功能



1.2 规格

输入电压:	通用电源(90 - 240 VAC)
频率:	50/60 Hz
能量功耗:	24 VA, II 类认证的插入式电源

Â	主电源电压波动不得超过标称电源电压的±10%
	必须使用 DVP-2019 电源适配器,否则可能会对粘度计产生损伤

如配置了蓝牙模块:

FCC 蓝牙发射机特性

- •包含 FCC ID: XPYANNAB1
- •包含 IC: 8595A-ANNAB1
- •频率 2402-2480 MHz, 扩频

ISED 加拿大蓝牙射频发射机特性

•认证编号 8595A-ANNAB1

FCC / IC 声明

本设备符合 FCC 规则的第 15 部分。操作需要满足以下两个条件:

• 本设备可能不会造成有害干扰,并且

• 本设备会接收所有信号,甚至包括可能导致干扰的信号。

操作。

本设备符合非受控环境的 FCC 辐射暴露限制。使用方必须遵循特定的操作说明,以满足射频 暴露合规性。除符合 FCC 测试程序的装置外,该发射机不得与任何其他天线或发射机一起放 置或一起操作。该发射器被认为是一种移动设备。

本设备符合加拿大工业部免许可证 RSS 标准。操作需要满足以下两个条件:

- 本装置不会造成干扰;
- 本设备如受到干扰,包括可能导致设备不正常运行的干扰。

与人体的最小分离距离为 10mm。 当间距大于 10mm 或以上时,无需进行射频暴露或 SAR 评估。

CE 合规性 BS EN IEC 61326-1:2021 测量、控制和实验室用电气设备。EMC 要求-通用。



BS EN 61010-1:2010+ A1:2019 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求

FCC 合规 FCC 47 CFR 第 15 部分-B 类数字设备-非故意散热器 FCC 47 CFR 第 18 部分-B 类数字设备-有意散热器

KS C 9610-6-2:2019 通用标准-工业环境抗扰度标准。 KS C 9610-6-4:2017 通用标准-工业环境排放标准。

AS/NZS CISPR32 多媒体设备的电磁兼容性。发射要求。

ETSI EN 301 489-1:2019-11 Ed. V2.2.3 无线电设备和业务的电磁兼容性(EMC)标准; 第1部分:通用技术要求;电磁兼容性协调标准。

ETSI EN 301 489-17:2017-03 Ed. V3.2.2 无线电设备和业务的电磁兼容性(EMC)标准;第17部分:宽带数据传输系统的特殊条件;电磁 兼容性协调标准。

IC(加拿大工业部): ISED ICES-003: 2016版 ISED ICES-003,第6节,A类-信息技术设备(包括数字设备)-限值和测量方法。

加拿大 ISED 建议的合规性为 CAN ICES-3(A) / NMB-3 (A) 符合上述各标准和 ANSI C63.4:2014 的方法

MIC 日本 2.4GHz 频段的低功耗数据通信-无线电设备; 无线电法:1950 年第 131 号法及其修正案; 标准:MIC 通知号 88 附件 43 证书号:JN0834i02。

巴西:

该设备是二次运行的,也就是说,它无权免受有害干扰,即使是来自同一类型的站,也不能 对主要运行的系统造成干扰。

韩国:

ANA-B112系列模块通过韩国通信委员会(KCC)认证。





1.3 组件图及仪器尺寸



图 1-3.1





图 1-3.2



1.4 技术参数

转速:	在 0.1 - 59.9 RPM 范围内,最小调节档位 0.1 RPM; 60-200 RPM 之内,
	1RPM 小调节档位
重量:	毛重: 26 lbs.; 11.8 kg.
	净重: 22 lbs.; 10.0 kg.
	2.48cu.ft; 0.07m3
操作环境	0°C to 40°C (32°F to 104°F)
	20% - 80% R.H.: 非凝结气氛
粘度测量精度	满量程的±1.0%
	附件的使用会影响测量精度,详见附录
粘度测量重现	满量程的±0.2%
性	
温度感应范围:	-100°C to 300°C (-148°F to 572°F)
温度精度	±1°C -100°C to +149°C
	$\pm 2^{\circ}$ C +150°C to +300°C
防护登记	IP30*
电气认证	符合如下 CE 标准:
	BSEN 61326-1:2013: 测量、控制和实验室用电气设备。EMC要求
	BSEN 61010-1:2010:测量、控制和实验室用电气设备的安全要求。
	BSEN IEC 63000:2018:关于限制有害物质的电气和电子产品评估的技
	术文件 (ROHS 3)。

*当使用如下附件时, IP30 等级: 电加热、小量样品适配器 SSA、超低粘度适配器 ULA、DIN 适配器、螺旋适配器、护腿。否则防护等级为 IP20。

用户须知:



此符号表示此产品需在适当的回收中心进行回收。

欧盟区域内的用户:请与您的经销商或当地废物管理部门联系,了解如何妥善处理该产品。

欧盟以外的用户:请根据当地法律处理此产品。



1.5 仪器安装

注意: DVPlus 流变仪的 IQ、OQ、PQ 验证指导文件,可以向 Ametek Brookfield 或当地授权 经销商采购。



- 组装 G 型支架(参见附录 H 中的组装说明)。
- 将主机安装在支架上。
- 将 RTD 探头连接到 DVP1us 背面的插座上。
- 取下流变仪上保护连接螺母的运输保护帽。流变仪在使用前必须调整水平,请根据屏幕
 上的指引进行操作。
- 确保 DVP1us 的背面的电源开关处于关闭状态。将电源线连接到电源适配器上仪表后面 板的插座上,并将其插入相应的交流线路。(必须使用专用电源适配器,电源必须接地)。
- 打开电源开关,在执行自动调零前,将仪器预热10分钟。



- 如出现调节水平弹窗,请根据屏幕上的指引进行操作。
- 如需要,请将 USB 线 (DVP-202) 连接到 USB 端口,以便将 DVP1us 连接到 PC。



1.6 安全标志及注意事项

安全标志

以下是针对在操作说明里可以看到的安全标志的解释。

\triangle	表示可能存在危险电压。
\triangle	具体的警告或注意事项,请参阅手册,以避免人身伤害或损坏仪器。

注意事项

\triangle	如果不按照厂商指定的方法使用仪器,则仪器自身的防护性能可能会受损。
\triangle	本仪器不适用于有潜在危险的环境。
\triangle	在紧急情况下,关闭仪器,然后将电线从电源插座断开。
\triangle	用户应该确保被检测物质在检测温度条件下不会释放有毒或可燃气体。
Â	安装该设备时,与之相关系统的安全性由安装人员负责。



1.7 **主要功能**

DVP1us 流变仪以触摸屏显示界面。用户可以通过触摸屏对流变仪进行所有的输入和操作。图 1-4 不同类型的信息和进行的操作进行了说明。

09/01/2021 04:21 P	И	8	← Status Bar
(\		0	状态栏
Configure \	/iscosity Te	est	← Title Bar ^{标题栏}
Spindle RV-02 (02)	Speed 10 rpm	0	← Test Parameters _{测试名称}
Torque 0 %	Viscosity 0 cP		Static Readings
Temperature 22.0 °C	Range 1000 cF	•	数据区
End Condition			
Torque	> 70	%	Test Parameters
QC Limits Torque	Low () High 100	%	更多/更少参数栏
Run		Command Key	
			命令键

状态栏:	状态栏提供日期和时间的相关信息(根据用户配置),显示 DVP1us
	粘度计的各种连接状态。
标题栏:	标题栏展示在当前界面中可管理的内容,且包含了相关的导向图标。
测试方法参数:	测试参数是用户输入与测试相关的测试因素的地方。
状:	静态读数是 DVP1us 在静止状态下的数据
命令键:	命令键表明可以执行的指令。这些键在不同的视图中会有所不同,取
	决于用户执行的相关操作。



1.8 **仪器清洁**

\triangle	确保仪器位于一个清洁干燥的工作环境(无尘、适宜温度、低湿度等)。
\triangle	确保仪器处于水平状态。
Æ	操作仪器的手/手指必须干净,且没有样品的残留。否则可能导致沉积物堆积在 转轴上半部分,在轴和枢轴环之间产生相互干扰。
\triangle	清洁仪器前先将转子取下。注意左旋螺纹。如果转子在仪器上时就进行清洁可能。导致仪器的严重损坏。
\triangle	清洗时,不要用力过大,否则会导致转子弯曲。



二、入门指南

2.1 接通电源

当电源打开时,DVP1us 将经历一个通电过程:流变仪发出蜂鸣声,显示蓝色屏幕,最后显示 DVP1us 关于界面约 5 秒。关于界面如下图所示,其中包括流变仪的几个关键参数,包括: 流变仪扭矩(LV, RV, HA, HB,或其他),固件版本号,型号(例如 DVP1usLV)和序列号。

产品注册界面将在通电后出现6次,并将在1个月后再此出现。



图 2-1

启动画面信息也可以通过主菜单,使用技术支持按钮访问。(见第2.9节)。如果 DVP1us 粘度计处于水平状态,它将自动从启动屏幕过渡到自动归零屏幕。如果它不是水平,那么它将过渡到调整水平界面。(见2.2节)。



2.2 数显水平调节

开机后, DVPlus 会提示用户对设备进行水平调节(仪器处于非水平状态时),通过调整 底座上的调平螺丝,将仪器调整至水平状态。当设备不水平时,中心原点为红色;当调整到 水平位置时,圆点会变成黄色,表示设备正在接近水平位置;当圆点在中心圆的指定范围内, 圆点将变为绿色,表示 DVPlus 现在是水平的,可以开始下一步操作了(参见图 2-2)。接 下来,仪器将进入自动调零界面(参见 2-2 章节)。图中的"跳过"按键将允许客户直接跳 过该步骤,同时提示用户可能测试不准确。

如果您始终无法获得正确的水平状态,请尝试以下方法:

- 检查桌子、工作台或其他工作台面的稳定性。检查支架的稳定性。
- 确保支架的各个螺丝拧紧。(见附录:实验室展台)
- 打电话给 AMETEK Brookfield 寻求帮助。

提示:当联系 AMETEK Brookfield 或您当地的授权经销商寻求技术支持或维修服务时,请在 任何通讯和运输文件中记录启动屏幕上的信息和序列号(在仪器头部背面的序列号标签上找 到)。







2.3 自动调零





在进行粘度测量之前,DVP1us 粘度计必须执行自动调零。这个过程为测量系统设置零 点读数。每次打开仪器,都会自动调零。除此之外,无需每个样品测试之前都进行归零操作。

仪器的操作者必须确保粘度计的水平(参阅 2.2 章节),并且卸下保护帽、转子和连接 头。然后 DVP1us 粘度计会出现提示您取下转子。操作者按下 RUN 按键(图 2-3.1),粘度 计将会进行自动归零操作(图 2-3.2)。归零完成后,将会提示归零完成,然后点击 OK(图 2-3.3)。

提示:为了确保零位值准确,在进行自动调零的过程中请不要触碰粘度计。 提示:归零操作时为了校准粘度计的零点位置。如未取下转子和未调节水平,则可能不能正 常归零,从而导致最后的测量结果的准确度。

DVPlus 操作手册 M21-400 REV 2



2.4 **导航**

DVP1us 粘度计配置了 5 英寸的 LCD 显示器。所有的设置和输入都是通过显示器来完成的。

07-19-2022 02:11 PN		
¢	A	
Configure V	iscosity Test	
Spindle 오	Speed 🛡	Ì
RV-02 (02)	10 rpm	ļ
Torque	Viscosity	Ì
0 %	0 cP	ļ
Temperature	Range	Ì
22.0 °C	8000 cP	ļ
End Condition	± 0.5	Ì
Torque	= 50 %	ļ
QC Limits		Ì
None		ļ
Clear	Run	

图 2-4

归零过程为按成后,点击 OK,将转至测试方法设置界面。(图 2-4)

÷	回退	返回上一界面
¢	主菜单	返回主菜单
Spindle RV-02 (02)	转子	选择转子
Speed 10 rpm	转速	输入转速
End Condition Torque > 70 %	结束条件	选择合适的结束条件
QC LimitsLow0TorqueHigh100%	QC 设置	设置 QC 条件
Run	运行	运行测试方法
\$	设置	设置仪器条件。参考 2.9



2.5 转子的选择

DVP1us LV 流变仪设有一组四个转子和一条窄保护腿; DVP1us RV 流变仪有六个转子和一个 更宽的保护腿; DVP1us HA 和 DVP1us HB 流变仪有六个转子,没有保护腿(具体的信息请参 考附录 G)。

DVP1us粘度计的转子有两种连接方式: 螺纹式和磁力耦合。 在拆卸转子的时候,粘度计的马达必须停止转动。



图 2-5.1

通过将转子旋到下轴上的联接螺母上,转子连接到粘度计上(见图 2-5.1),注意左旋螺 纹。用手轻轻抬起主机下部的轴承并固定位置,然后将转子向左旋转;转子螺母和轴承连接 头的表面需保持光滑和洁净,以防止转子的偏转。转子编号位于转子螺母的一侧。

在拆卸转子的时候,轻轻提起转轴,然后按照螺纹的方向,将转子取下。

如过您的粘度计是磁力耦合的连接方式,请参考如下:

将转子的两个相对的插槽(图 III-6)和耦合器内的两个插脚对齐(图 III-7)





图 2-5.2



图 2-5.3

小心地将转子插入耦合器,使插槽与插脚完全啮合。你应该感觉到磁铁的拉力,就像耦合器 中的轴座一样。

当二者正确对准时,转子和耦合器之间应该没有间隙(见图图 2-5.4 和图 2-5.5)。









图 2-5.5

请按照如下步骤卸载磁力耦合转子:

关闭电机后,小心握住转子(见图 2-5.6)。并将其转向一侧,使其与磁力联轴器分离(见图 2-5.6)。

千万不要拉下转子!!!。

轻轻抬起转子,使其对于枢轴杯和 DVP1us 内部宝石轴承的压力降至最低。

保持转子处于抬起状态,将转子像钟摆一样轻轻推到一边,使其脱离磁力耦合器。转子与耦 合器应容易分离,如果它们不容易分开,就不要勉强分开。停下来,试着把它推向另一个方 向。

继续推动转子,直至其与耦合器完全分开。











DVP1us 粘度计需要转子用来计算粘度值。两位数的转子代码,可以在附录 D 中查看。

在转子设置区域,可以选择或者通过数字键盘输入转子代码。



图 2-5.8

图 2-5.9

09/01/2021 04:21 PM	1 🌡
¢	n O
Configure V	iscosity Test
Spindle 오	Speed 🗢
RV-02 (02)	10 rpm
Torque	Viscosity
0 %	0 cP
Temperature	Range
22.0 °C	1000 cP
End Condition	
Torque	> 70 %
QC Limits L	.ow O
Torque H	ligh 100 %
R	un

图 2-5.10





图 2-5.11

如果使用键盘,请按下清除数据按钮,删除输入框中任何不需要的值。在输入框中输入您 想要的转子代码,然后按"确认"。显示将返回到配置粘度测试屏幕。

如果使用下拉菜单选择转子,请按照所用转子的代码进行选择。通过向上或向下滚动,选择你想要的转子。然后只需触摸转子名称/代码来选择。



2.6 **转速的选择**



DVP1us 的转速可以通过两种方法从 0.0 到 200rpm 进行设置。转速可以使用数字键盘或可 滚动的预设速度列表进行设置。

如果使用键盘,请按下清除数据单选按钮,删除输入框中不需要的值。在输入框中输入您 想要的转速,从 0.0 到 200rpm,然后按确认。

如果使用可滚动的速度列表,按下速度框中的下拉按钮打开可用的预设速度列表。向上或向下滚动列表,直到你找到你想要的预设速度,然后只需触摸它来选择它。 表 2-6.2显示了仪器默认的预设速度列表:

DVP1us 粘度计预设速度
0.0
0.3
0.5
0.6
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
4.0
5.0
6.0
10
12
20



30
50
60
100
<u>+ </u>

表 2-6.2



2.7 满量程

DVP1us 粘度计可以根据转子代码和速度的组合计算测量范围。息显示在屏幕上。该数 值表示粘度计扭矩在 100%时的测量粘度计。该测量范围也会在选择转子编号时或选择转速 时,在显示器上显示。当转子和转子变化时,测量范围也会有相应的变化。粘度单位可以通 过设置进行选择。

AMETEK Brookfield强烈建议,只有当仪器的%扭矩值在 10 到 100 之间时,才能进行粘度测量。FSR 代表可以测量的最大值(即扭矩刻度上的 100%)。可以测量的最小粘度为 FSR 的 10%,相当于扭矩刻度上的 10。

AMETEK Brookfield粘度计的精度表示为仪器满量程的百分比。当使用标准的LV(61-64)和 RV(2-7)转子时,仪器的精度为满量程的+/-1%。



2.8 数据分辨率

DVP1us 粘度计提供了广泛的粘度测量。所显示的数据将根据数据的大小而呈现特定的分辨率。该分辨率与 AMETEK Brookfield 粘度计的规定精度一致。下表显示 DVP1us 粘度计使用的粘度显示分辨率。

Vis	cosit	у					
				х		х	Х
			х	Х		Х	Х
		Х	Х	Х		х	
	Х	Х	Х	Х			
Х	Х	Х	Х	0			
Х	Х	Х	Х	0	0		
Х	Х	Х	Х	0	0	0	
Х	Х	Х	Х	0	0	0	0
Х		Х	Х	х	Е	х	Х

0.00 to 9.99 10.00 to 99.99 100.0 to 999.9 1000 to 9999 10000 to 99990 100000 to 999900

1000000 to 9999000 10000000 to 99990000 10000000+

DVPlus 操作手册 M21-400 REV 2



2.9 **设置**

通过点击由右上角位置的 设置按钮,进入设置。下列设置将在设置功能体现:

粘度	cP, P, Pa.s, mPa.s,
扭矩	%, mNm, dyne.cm
温度	°С, °F, К
温度偏移	设置温度探头的偏移,需要 DVP-94Y
辛 量 百重	设置音量
屏幕亮度	设置屏幕显示亮度
自定义转子	输入用户自定义转子的参数
自定义转速	添加用户定义的转速到默认转速列表
语言	选择显示语言
设置重置	重置所有设置到出厂设置
时间和日期	设置当前时间和日期
校准提醒	设置校准提醒的周期
固件	固件版本的升级
蓝牙设置	开启/关闭蓝牙功能。包括重命名粘度计和连接设置的选项



BROOKFIELD

f

0

0

°CO

0.5

5 🔿

粘度单位



扭矩单位

Torque Units

%

mNm

dyne•cm

/07/2022 08:21 AM

Temperature Units

Temperature Offset

Beeper Volume

←

ть

温度单位



温度偏移

02/07/2022 08:2	26 AM	
¢		
Temp	erature	Offset
Value	°C 8	
-		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
	0	\otimes
	Confirm	ı

C Beeper Volume V 00ff V 1 T 2 T 3 T 4 T 6 J	02/07/2022	08:28 AM	
Beeper Volume v Off 1 1 T 2 3 1 T 4 5 7 6 5	÷		n O
V 00ff 1 T 2 T 3 T 4 T 5 T 6	E	leeper Volu	me
T 1 T 2 T 3 T 4 T 5 T 6		Off	
T 2 3 T 4 T 5 T 6	ľ.	1	Y
T 4 T 5 T 6 5	-	2	
T 4 T 5 T 6	.'	3	
5 T6	т	4	_
т 6		5	
	т	6	15
7	Ľ.	7	

自定义转子



自定义转速

02/07/2022 08:35	AM	
¢		n O
Custo	om Sp	eeds
Speed	9	
1	2	3
4	5	6
7	8	9
	0	$\langle \times \rangle$
Remove		Add

屏幕亮度

÷	G	
5	Screen Brightne	ss
Ţ	1	
Ľ	2	ľ
T	3	
Ľ[4	Ľ
L.	5	
Ľ	6	
в	7	
Ľ	8	
Scree	en Brightness	5 🔾

语言



DVPlus 操作手册 M21-400 REV 2





日期和时间 02/07/2022 08:41 AM



蓝牙设置



07-19-2	07-19-2022 02:15 PM					
¢			G			
	Bluetooth Setup					
Blueto	Bluetooth Enabled					
Nickna	me DVF	P01		8		
1	2	3	4	5		
6	7	8	9	0		
1	@	#	&	-		
(•	,	+		
	ABC !#1 🗙					
Unp	air	Pair	Sa	ve Name		



DVPlus 操作手册 M21-400 REV 2



提示:进行升级 DVP1us 粘度计所用的 U 盘,必须为 FAT32 格式。打开粘度计电源;调节水 平并自动归零;进入设置中进行固件升级,选择固件版本

	08/16/2021 01:26 PM	03/09/2022 11:13 AM	
	Device Setup	Settings	
	Autozero	Reset Settings	
	Level	Set Date and Time	
×	Oscillation	Level Setting 5 오	
	Settings	Firmware Update	
	Service	Bluetooth Setup	

选择目标版本,确认进行升级。






点击"Updata"进行升级,将会自动进行升级。当升级完成后,按照提示重启仪器,完成升级,过程中请勿拔掉 U 盘。进入仪器中,确认版本。



2.10 设置结束条件

DVP1us 粘度计可提供多种不同类型的结束条件,供用户以多种不同方式评估结果。在测试 过程中,当设置的条件达到时,转子将停止转动。通过点击"结束条件"的下拉菜单进行单 位选择和具体数值的设置(图 2.10.1 和 2.10.2)。

单位	类型	单位	范围
时间	=	S	1-48h
扭矩	\gg	%, mNm, dyne. cm	0-100%
温度	>=<	°C, °F,K	-100-300℃
粘度	\gg	cP,P,Pa.s,mPa.s,P	
转动圈数	=	N/A	0-9999
N/A	N/A	N/A	N/A



如果选择"N/A",则 DVP1us 将一直测试,直到操作人员手动停止。最大可设置时间为48小时。超过这个时间将归零。

提示:设置的时间一定要充足,另扭矩传感器的达到平衡。如果扭矩传感器没有达到测量 条件下的稳定偏转,那么较短的时间可能导致错误的数据。阿美特克 Brookfield 建议最小 时间值为 20 秒。然而,这可以通过观察扭矩何时稳定来根据用户的判断来减少。

提示: 慢速需要更长的时间来平衡。当使用低于 5 RPM 的速度时,考虑 60 秒或更长时间的时间值。



2.11 QC **设置**

DVP1us 粘度计具有 QC 设置功能,允许操作员选择可接受的测量结果范围。范围可以通过 扭矩,粘度,温度和时间来定义。QC 限制功能也可以通过选择 None 来关闭。

在"配置粘度测试"界面中,单击"QC设置"框,可以设置"QC限制"。然后将显示"设置 QC 设置"屏幕。(图 2-10.1 和图 2-10.2)。使用键盘输入所需的低和高的限制数值。

除"温度"外,其他参数的"下限"均为0,"下限"可设置为-100℃。 最大值因参数而异







图 2-11.2





2.12 粘度向导

DVP1us 可以通过粘度向导功能来帮助用户确定粘度测试的测试参数。粘度向导提供了一个 循序渐进的指南来设置和运行测试。可以从主菜单屏幕(图 2-12.1)访问粘度向导。





预估粘度:选择粘度向导后,DVP1us将显示两个选项来估计粘度。第一个选项是选择与预 期测试样品相似的示例流体。示例流体可以从预设菜单中选择,包括水、橄榄油、洗发 水、蜂蜜、糖蜜和不流动(图 2-12.2)。第二种选择是输入预期测试样品的粘度估计值(图 2-12.3)。如果选择的示例液体/估计值超出了 DVPlus 的最佳扭矩范围,或者选择了"不流 动",则 DVP1us 将提示用户联系 Ametek Brookfield,讨论测量流体或不流动材料的选项 (参见图 2-12.4)。



图 2-12.2

图 2-12.4

选择转子:转子的择有两种选择。第一个选项是向导将根据流体的扭矩推荐要使用的转 子。第二个选项将允许通过手动输入转子代码来选择转子(图 2-12.5)。

DVPlus 操作手册 M21-400 REV 2





图 2-12.5

一旦选定所需的转子,按下下一步键移动到"确定速度"屏幕。

确定速度:屏幕上的消息将提醒用户,DVP1us将运行测试以确定最佳测量参数(见图 2-12.6)。当选择 Next 时,DVP1us将指示用户设置样品和推荐的转子(见图 2-12.7)。







图 2-12.7



当选择 Next 时, DVP1us 将开始第一次尝试优化速度和转子组合。为了评估转子/转速组合, DVP1us 将在标准 RPM 和扭矩下进行粘度测试稳定结束条件为 50%, 公差为+/- 0.5%, 稳定时间为 1 分钟。粘度向导的目标是获得 20%至 80%之间的扭矩读数, 理想情况下为 50%。根据设置, 完成粘度向导测试的时间可能长达五分钟。

05/03/2022 02:55 PM					
Wizard: R	unning Test				
Spindle	Speed				
RV-02 (02)	10 rpm				
Torque	Viscosity				
55.1 %	551.0 cP				
Temperature	Time				
26.1 °C	00:01:11				
End Condition					
Torque	= 50 %				
The speed will change until the torque stabilizes close to 50%.					
Stop					

图 2-12.8

如果粘度向导无法获得 20%到 80%之间的扭矩, DVPlus 将调整速度。在某些情况下, DVPlus 可能会建议切换到不同的转子(图 2-12.9)。



图 2-12.9

如果粘度向导在三次变速后无法获得 20-80%的扭矩测量,系统显示 "Please Contact Brookfield"界面,如图 2-12.10 所示。



03/21/2022 03:09 PM	·
¢	n O
Wizard: Reco	ommendation
Please contact Brookfield to co options for me	t Ametek discuss easuring
this fluid.	
with "UL Adapter"	
with "LV Instrument w	ith a UL Adapter"
with "HA Instrument v with "HA Instrument"	vith a UL Adapter"
0	к

05/03/2022 02:58 PM						
e						
Wizard:	Results					
Spindle	Speed					
RV-02 (02)	10 rpm rpm					
Torque	Viscosity					
70.2 %	701.8 cP					
Temperature	Time					
26.5 °C	00:01:30					
End Condition						
Torque	= 50 %					
Press configure test to view the test method for this fluid.						
Configure Test						

图 2-12.11

如果粘度向导获得的扭矩测量值在 20-80%之间, DVPlus 可能会调整速度,以获得尽可能接近 50%的扭矩。当达到最佳扭矩时, DVPlus 将显示"向导":结果界面,如图 2-12.11 所示。向导:结果屏幕将为用户提供测试样品的最佳转子和速度。此屏幕还将向用户提供向导得出该结论所需的运行时间。

←	 • • •
Configure V	iscosity Test
Spindle ORV-02 (02)	Speed O
Torque 0 %	Viscosity 0 cP
Temperature 22.0 °C	Range 94 cP
End Condition	
QC Limits None	
Clear	Run

当按下"配置测试"时,配置粘度屏幕将显示粘度向导中推荐的转子和转速参数。



2.13 自定义转子



当用户开发了新形状的转子或在非标准测量容器中使用标准 Ametek Brookfield 转子时,可以创建自定义转子。自定义转子一旦创建,将提供给用户通过转子选择配置粘度测试。

通过选择"设置"菜单中的"自定义转子"按钮创建自定义转子。自定义转子需要一个代码、一个名称、一个 SMC 值和一个 SRC 值。

代码是用于选择转子的数值。此值必须是唯一的,不能与标准 Brookfield 转子相同。可接 受范围是 100-199。

名称是描述转子的唯一值。其将显示在 Spindle 字段中。名称可以由字母和/或数字字符组成。注意-触摸名称框将改变键盘的输入:从数字到字母。

SMC(转子常数)用于将测量扭矩转换为粘度。SMC的可接受范围是 0.001 - 500。SMC 值可以通过使用附录 D 中的 Range 方程来确定。需要对转子进行一些实验和校准粘度标准。 范围(cP) = TK * SMC * 10,000/RPM, 扭矩常数(TK)可在附录 D 的表 D-2 中找到。

SRC(剪切速率常数)用于将设定的 RPM 转换为剪切速率并计算剪切应力。SRC 的可接受范围 是 0.001 - 500。如果转子的剪切速率特性已知,则可以确定 SRC 值。查阅 Ametek Brookfield 的出版物, "粘性问题的更多解决方案",关于剪切速率的讨论和一些推荐的 方程。剪切速率(1/s) = SRC * RPM。



三、粘度测量

3.1 快速启动

3.1.1 仪器组装

- 按照操作手册的附录 I 安装 G 型支架;
- 将粘度计机头插入支架孔上,并固定;
- 将温度探针 RTD (可选) 插入 DVP1us 粘度计的背面;
- 去除运输保护帽。

3.1.2 电源

- 将电源线与适配器连接,适配器连接到粘度计背面的插孔,电源线接电;
- 打开仪器背面的电源开关。

3.1.3 数显调节水平

打开电源后,将会进入 DVP1us 调节水平界面,请按照提示操作。注意:如此时仪器是水平的,该步骤将自动跳过。

3.1.4 仪器自动归零

水平调节完成后, 仪器将自动归零, 请等待归零完成。



3.1.5 设置测试方法

05-18-2022 04:01 PM				
¢				
Configure V	iscosity Test			
Spindle RV-02 (02)	Speed 10 rpm			
Torque 0 %	Viscosity 0 cP			
Temperature 22.0 °C	Range 94 cP			
End Condition None				
QC Limits None				
Clear	Run			

- 在如图界面,设置转子和转速;
- 将转子以小角度缓慢浸入待测液体中;
- 通过 G 型支架,降低粘度计机头到合适的位置;
- 将转子拧到机头螺纹(螺纹左旋),如果是磁力耦合转子,请参照操作手册的2.4;
- 再此调节支架,以将转子的标记正好处于液面;
- 按开始测试按钮,如有弹窗则按照提示操作后,界面将变为粘度测量界面;
- 当准备好记录测量结果时,按停止测试按钮。屏幕将切换到粘度测试结果界面。根据 需要记录数据;
- 按 Home 图标返回主菜单。
- 如需其他设置,请参考该手册的其他章节内容。



3.2 测前准备

A、粘度计: DVP1us 粘度计通电后必须经过调平和归零步骤。通过支架的螺纹脚进行水平 调节,并在屏幕上的数显水平进行确认。数显水平的气泡在中心位置的时候会变为绿色。 推荐设置为每次测试前重新调节水平。注意:水平是非常重要的。

B、样品: 待测流体样品必须放在合适的容器中。标准转子,随机提供 DVPlus (LV (1-4), RV (2-7),或 HA/HB (2-7)),设计用于 600 毫升烧杯或等效容器直径为 8.25 厘米的 容器。这同样适用于可选的 RV1、HA/HB1 转子。由 AMETEK Brookfield 提供的其他转子,都有相匹配特定的样品杯,如 SSA 小样品适配器,ULA 超低粘度适配器和 Thermosel 电加 热。

AMETEK Brookfield 建议您为所使用的转子选用合适的容器。您可以选择使用其他对您而 言更加方便操作的容器,但请注意,这可能对测量的粘度有影响。根据指定的容器对 DVPlus 进行校准。替代容器将提供可重复的结果,但可能不是"真实的"。

LV (1-4) 和 RV (1-7) 转子测试时,需要使用护腿。没有护腿的测量将提供可重复的结果,但可能不能提供"真实"的结果。

提示:当与其它数据进行比较时,一定要指定样品容器和保护腿的存在/不存在。

有关样品制备的更多细节,请参阅我们的出版物"粘性问题的更多解决方案"。

C、温度探头:许多样品必须测量一个特定温度下的样品粘度。当控制样品温度时,请一同 控温转子及样品杯的温度。要监测样品的温度,请将 DVP-94Y 温度探头插入 DVP1us 背面的 指定端口。一旦温度探头连接上,温度图标将出现在 DVP1us 显示屏顶部的条上。







使用温度探头夹将温度探头固定在烧杯/容器或保护腿的边缘



3.3 转子、转速的选择

DVP1us 粘度计具有在大范围内测量粘度的能力。例如,DVP1usRV 可以测量 100-40,000,000 cP 范围内的流体(见附录 A),该范围是通过多个转子和在多种速度下实现的。

为未知流体选择合适转子和转速的过程通常是反复试验。合适的选择应当是测量结果的扭 矩在 10-100%之间的转子和转速是合适的条件。在实验过程中,有两条通用规则会有所帮助。

1、粘度范围与转子尺寸成反比。

2、粘度范围与转速成反比。

换句话说,要测量高粘度,请选择小尺寸转子和/或慢转速。如果选择的转子/速度导致读 数高于 100%,则降低速度或选择尺寸较小的转子。

反复实验可能表明,几种转子/速度组合在10-100%之间都将产生令人满意的结果。当这种 情况发生时,可以选择任何转子。

DVP1us 粘度计内置了供了一个粘度向导,其提供了一个详细的引导式的方法,以减少上述 试验和错误过程。详细部分参见 2.12 节。

如果转子和/或转速发生变化,非牛顿流体行为会导致测量粘度结果发生变化。请参阅我们 的出版物"粘度测量问题的更多解决方案"了解更多详细信息。

当粘度的结果必须进行比对时,一定要要使用相同的测试方法:相同的仪器型号,转子,速度,容器,温度和测试时间。



3.4 运行测试

在粘度设置界面(见2.2),按运行测试按键以进行粘度测试(见2.2节)。测试期间将显示实时测量数据。当满足结束条件时,最终数据将显示在DVP1us屏幕上,直到用户按下一个键。以下概述了使用标准LV/RV/HA/HB转子(61-64,2-7在600 mL格里芬烧杯中进行粘度测量所需的一般步骤。



- 调节 DVP1us 粘度计水平,拆下转子和保护帽,并执行自动归零(自动归零通电后只 需执行一次)。
- 准备待测样品,并转移到 600 毫升格里芬烧杯中。
- 连接保护腿(LV 和 RV 系列)。将转子连接到下轴上。轻轻抬起下轴,用一只手紧紧握 住,同时用磁力联轴器固定转子或用另一只手拧紧转子(注意:左旋螺纹)。过程应避 免侧向受力。
- 使用转子的编号输入 DVP1us 粘度计。
- 在"速度"框输入旋转速度。
- 将转子插入测试样品中,并居中。转子的插入深度,应使液面与转子的标志位置齐 平。使用支架来调整粘度计的高度。对于圆盘式转子,有时需要在浸泡时稍微倾斜转 子,以避免在圆盘表面下有气泡。因此,在将转子连接到粘度计之前,稍微倾斜的将 转子浸没至样品中,可能是更方便的方式。
- 使用"结束条件"来选择测试的结束条件。
- 使用 "QC 限制"为测试选择的结果来进行 QC 设置。
- 要进行粘度测量,请按运行按钮。如果使用"无"结束条件,则请读数稳定后再读 取。稳定所需的时间取决于测试速度和样品特性。测试结果将显示在显示屏上。
- 屏幕顶部的是一个扭矩显示。如果扭矩超过 100%,该处将变为红色,以提醒测试人员 可能存在问题。图 3.4.1
- 当达到结束条件时, 电机停止, 并显示测量结果。图 3.4.2
- 拆卸转子和护腿。请记住固定粘度计下轴,并在拆卸转子时稍微抬起。每次使用后清洗转子和护腿。
- 对于非牛顿和触变材料的测试结果, 仪器的使用, 在我们的出版物"粘度问题的更多 解决方案"和附录 C: 粘度测量中的影响因素中进行了讨论。



3.5 DVPlus App 连接

100	fated	- 0 · · · ·	and particular and	- 10 -	and a second	0531.0	= 2/14/2022 3:501	- 0 ×	
	De Doo fran		Instrument Con	nection	Instrument	Connection	L	ve Data	
	Savet Stree Audioante Connection Name Stations	d 12 rpm	Instrument Committee Type Res Test	•	Instructional Connections Type Proc Nach		Spindle LV-02	Speed 20 rpm	
•	-	alty alto c ^a	New Joseffs Connections	(Terrent)	Bar Torth Ground Ion	2004	Torque -0.2 %	Viscosity 0.38 cP	
		OcP.	Contraction Status (SPAn RNK) in contract		Normal States Description	in the second	Temperature 22.7 C	Range 1500cP	
) cP			Sanne Millitet Sanne Millitet Sanne Dirford	Conner Conner	End Condition Torq	ue > 50.0 %	
		35			New Diffu Sport Strength - 21 New Tables	Connect .	QC Limits Viscocity	Low 0 cP High 100 cP	
					New Diffuit		betrament	in not connected	
Pille (and		Title Land	(+ a a)	Interiorent	- 1.1	(Photosel)	1.1.1	foreitana	
= UV SN: PAB-UV 2/5	v2022 asoss PM	= LV SN PAD-LV 2	/14/2022 3 50 55 PM	= UY SNE PAGE LY 274	e Data	 Save Op 	otions	About	
Spindle LV-02	Speed 20 rpm	Spindle LV-02	Speed 20 rpm	Spindle LV-02	Speed 20 rpm	Polit a Tokler and Enable T Set Aulie Set	Ne Autosawe :	Extramol Remark (MLD) Extramol TV (MLD) Extramol Young York: (MMLD) Extramol (MLD) Red Linear could on the Sphile Remark (MLD) Red Linear could on the Sphile Remark (MLD)	
Torque -02 %	Viscosity 0.38 cP	Torque -0.2 %	Viscosity 0.38 cP	Torque -0.2 %	Viscosity 0.38 cP	No fulder name Incluse	e	DVPP105 Committee (V 1.0.7) 20% Earliert og prosen kans staaten (V 1.0.7) en ander der Bereichen (V 1.0.7) mellen eine kanste der der der Staaten om je einer ken- mellen einer fei sohler, versie einer der VIII-en (versie transmitter der Bereichen), wie einigt seint trate einer en recharter des Cehe Date Page	
Temperature 22.7 C	Range 1500cP	Temperature 22.7 C	Range 1500cP	Temperature 22.7 C	Range 1500cP	Pick a file to save test reso Set Auto App	As to: D	Lee Table upper entries instantiations have been provided and the instantiation of the apple instantiation and an instantiation and an instantiation and and apple and the first first first first and and a first first first and and a first first first and and first first first and and first first first and and first first first and first first first and first first first first and first firs	
End Condition Torque	> 50.0 %	End Condition Torg	ue > 50.0 %	End Condition Torque	r > 50.0 %	(see a		Instrument connection right above warms connect to an instrument we literature or URL Inform Connect page particip can and pagents instruction business connection. User that is descended, ansular in connect to a previously connection to executed. Same Ciption Page	in.
QC Limits Viscocity	Low 0 cP High 100 cP	QC Limits Viscocity	Low 0 cP High 100 cP	QC Limits Viscocity	Low 0 cP High 100 cP			 cpare trait comparises to the Architecture and comparison of the architecture and and architecture architecture and architecture architec	100
		Test		-	Constant of			If its splice is chosen, the over self to prompted to se data spice completion of each holl nat-	•
- PARLY	Addition of			Sele in				China Read Add In a	_

DVP1us 粘度计可以与 AMETEK Brookfield 软件 DVP1us App 应用程序一起使用。 DVP1us App 将收集 DVP1us 的数据输出,并允许数据存储和数据打印。DVP1us 粘度计通过 蓝牙连接或 USB-B 端口与 PC 通信(图 1 - 2)。数据线将与 DVP1us App 一起提供。一旦 DVP1us App 软件和 DVP1us 粘度计同时运行,就可以建立通信。使用 DVP1us App 仪表板上 的搜索或连接按钮。通信成功后将在 App 屏幕上显示。

服务

服务菜单由 AMETEK Brookfield 和 AMETEK Brookfield 经销商使用。使用方没有"服务菜单"的权限。



附录 A 粘度范围

粘度范围表

下表展示了运行速度从 0.1 到 200 RPM 的粘度测量范围

LV 流变仪 使用 LV #1 -4 转子, RV/HA/HB 流变仪使 #1 -7 转子

粘度范围(cP)						
流变仪	最小值	最大值				
DVPlusLV	15	6,000,000				
DVPlusRV	100	40,000,000				
DVPlusHA	200	80,000,000				
DVPlusHB	800	320, 000, 000				

小量样品适配器 SSA 和 Thermosel 加热器

SSA,	粘度 (cP)					
Thermosel 转子	DVPlusLV	DVPlusRV	DVPlusHA	DVPlusHB	≄ sec−1	
47 J					Å	
❸ SC4-14	58.6 -	625-	1,250-	5,000 -	.40N	
SC4−15	23.4 -	250 –	500 -	2,000 -	.48N	
SC4−16	60 -	640 -	1,280 -	5,120 -	.29N	
SC4-18	1.5 -	16 - 320,000	32 - 640,000	128 –	1.32N	
SC4-21	2.4 -	25 - 500,000	50 - 1,000,000	200 -	.93N	
SC4-25	240 -	2,560 -	5,120 -	20,480 -	.22N	
SC4-27	11.7 -	125 –	250 –	1,000 -	.34N	
SC4-28	23.4 -	250 –	500 –	2,000 -	.28N	
SC4-29	46.9 -	500 -	1,000 -	4,000 -	.25N	
SC4-31	15 –	160 -	320 –	1,280 -	.34N	
SC4-34	30 -	320 –	640 -	2,560 -	.28N	
• HT-DIN-	3.4 -	36.5 -	73 - 10,000	292 - 10,000	1.29N	
SC4-DIN-	3.4 -	36.5 -	73 - 10,000	292 - 10,000	1.29N	
SC4-DIN-	11.3 -	121.3 -	242.6 - 50,000	970.4 - 50,000	1.29N	

❶ 该转子仅适用于 Thermosel 加热器

❸ 该转子仅适用于小量样品适配器



Å N 表示速度的单位 (RPM),例如: SC4-14 以 5RPM 运转时,剪切率为 2.0 S⁻¹。

ULA (超低粘度适配器)

ULA 转子		剪切率 sec-1			
	DVPlusLV				
YULA-15 或 15Z	1-2,000	3.2 -2,000	6.4 -2,000	25.6-2,000	1.22N

螺旋适配器

螺旋转	粘度 (cP)						
子	DVP1usLV	DVPlusRV	DVPlusHA	DVP1usHB	sec-1		
SA-70	98- 98, 500	1,050-	2,100 -	8,400 -	0.667N		

螺旋适配器

DAA 转子		粘度 (cP)					
	DVP1usLV	DVP1usRV	DVP1usHA	DVPlusHB			
85	0.6-5,000	6.1 - 5,000	12.2 -	48.8 - 5,000	1.29N		
86	1.8 –	18.2 -	36.5 -	146 - 10,000	1.29N		
87	5.7 -	61 - 50,000	121 -	485 - 50,000	1.29N		

升降支架使用的 T 型转子

T 型	粘度 (cP)			
转子	DVPlusLV	DVPlusRV	DVP1usHA	DVPlusHB
Т-А	156 - 187,460	2,000 -	4,000 -	16,000 -
T-B	312 - 374,920	4,000 -	8,000 -	32,000 -
Т-С	780 - 937, 300	10,000 -	20,000 -	80,000 -
T-D	1,560 -	20,000 -	40,000 -	160,000 -
Т-Е	3,900 -	50,000 -	100,000 -	400,000 -
T-F	7,800 -	100,000 -	200,000 -	800,000 -

桨式转子



转子	剪切力范围(Pa)				
	DVPlusLV	DVPlusRV	DVPlusHA	DVPlusHB	DVP1us5HB
V-71	不推荐	0.5-5	1-10	4-40	20-200
V-72	0.188-1.88	2-20	4-40	16-160	80-800
V-73	0.938-9.38	10-100	20-200	80-800	400-4000
V-74	9.38-93.8	100-1K	200-2K	800-8K	4K-40K
V-75	3.75-37.5	40-400	80-800	320-3.2K	1.6K-16K
	粘度范围 cP(mPa • s)				
	DVPlusLV	DVP1usRV	DVP1usHA	DVPlusHB	DVP1us5HB
V-71	不推荐	262-2.62K	524-5.24K	2.096K-	10.48K-104.8K
V-72	104.04-1.04K	1.11K-	2.22K-22.2K	8.88K-88.8K	44.4K-444K
V-73	502-5.02K	5.35K-	10.7K-107K	42.8K-428K	214K-2.14M
V-74	5.09K-50.9K	54.3K-543K	108.6K-	434.4K-	2.172M-21.72M
V-75	1.996K-	21.3K-213K	42.6K-426K	170.4K-	852K-8.52M

注意: 1. 1 Pa = 10 dyne/cm2

- 2. 给出的粘度范围是转速为10RPM。
- 3. 5×HB 是可得到的最高扭矩范围。
- 4. 不适用于 DV-S 粘度计。

M = 1 million, K = 1 thousand, $Pa = Pascal, cP = Centipoise, mPa \cdot s = Millipascal \cdot seconds$

特殊注意事项

在使用 DVP1us 流变仪进行粘度测量时,要考虑有效测量的低粘度极限。

- 1、在任何转子/转速组合条件下的粘度测试,应控制扭矩读数范围为10%-100%。
- 2、粘度测试应该在层流条件而非紊流条件下进行。

第一条注意事项和仪器的精度有关。所有 DVP1us 流变仪的精度为任何标准转子或锥转子组 合下测量范围的+/-1%。(注意: 当 DVP1us 使用附件设备的时候,精度可能会高于 1%)。不



建议在低于10%的扭矩范围进行读数,因为+/-1%粘度误差与仪器读数相比,是相对较高的。

第二个问题涉及到流体流动的力学。所有流体流动特性的流变学测量都应在层流条件下进行。层流是指所有的颗粒运动都是在剪切力的作用下分层进行的流动。对于转动系统,这意味着所有的流体运动都必须是圆周运动。当流体的惯性力过大时,流体会发生湍流,流体颗粒的运动变得随机,不能用标准的数学模型进行分析。这种紊流产生了一个错误的高流变仪 读数,读数的非线性增加程度与流体中紊流的程度直接相关。

对于以下几何图形,我们发现湍流发生的近似过渡点:

- 1. #1 LV 转子: 在 60RPM 转速下粘度 15 cP
- 2. #2 LV 转子: 在 200 RPM 转速下粘度 100 cP
- 3. #1 RV 转子: 在 50 RPM 转速下粘度 100 cP
- 4. #2 RV 转子: 在 60 RPM 转速下粘度 500 cP
- 5. ULA 适配器: 在 60RPM 转速下粘度 0.85 cP
- 6. SC4-18/13R: 在 240RPM 转速下粘度 1.25 cP
- 当 RPM/cP 组合超过上述值时,就会出现湍流。

使用附件设备对精度的影响

博勒飞流变仪在使用时,规定的精度范围为 +/ -1%。当流变仪按照仪器使用说明书中的操 作说明使用,校准测试液按照流体供应商提供的说明(包括温度控制和标准样品的精度这些 关键参数)使用时,该规定的精度适用。

Brookfield 的+/- 1%的准确性声明的使用的范围: Brookfield 旋转流变仪提供的标准转子,包括 LV 转子 1-4 (LV 系列流变仪), RV 转子 2-7 (RV 系列流变仪)和 HV 转子 2-7 (HA 系列流变仪和 HB 系列流变仪); 600 毫升浅型烧杯。

Brookfield 提供一系列的配件与 Brookfield 流变仪一起使用,以适应特殊的测量环境。这



些附件在为用户提供附加功能的同时,会扩展测量公差,使其超出正在使用的仪器精度的 +/-1%。这种测试的偏差是许多因素的共同作用,包括转子的几何形状,附件精度,样品量 已经样品导入技术等。在检查校准 Brookfield 流变仪时,必须考虑这些因素对测量公差的 影响。所有测试环境中的样品温度都非常重要,根据温度控制体系与前文所述的标准流变仪 转子的校准测试,测量公差也会增加。一旦流变仪经过校准确认,其测量公差的增大可能是 由使用的附件决定的。多数情况下,这种公差非常小;但一般而言,当使用这些附件时,额 外增加+/-1%的精度范围是合理的。



附录 B 粘度测量变量

用任何仪器进行粘度测量时,都会有变量对流变仪的测试产生影响。这些变量可能和仪器(流变仪)或测试流体有关。测试流体的变量和流体的流变性质有关,而仪器的变量则包含流变仪设计和采用的测量转子几何系统。

流变特性

流体具有不同的流变特性,可以用流变仪测量来描述。然后我们可以使用这些液体来适 应我们的实验室或工艺条件。

流体有两类:

- 牛顿流体: 这些流体在不同的剪切速率下具有相同的粘度,它们在测试剪切速率范 围内被称为牛顿量。
- 非牛顿流体:这些流体在不同的剪切速率下具有不同的粘度。他们分为两组:
 - 1. 时间独立性非牛顿流体
 - 2. 时间相关性非牛顿流体

时间独立性非牛顿流体

假塑性流体: 假塑性材料的粘度随剪切速率的增加而降低,也称为"剪切变稀"。设置 流变仪的测试条件为:由低转速运行至高转速,然后再返回至低转速。如 果这两个测试阶段的粘度数据完全重合,那么这种材料就是与时间无关 的假塑性材料。

时间相关性非牛顿流体

触变性流体: 触变材料在恒定剪切速率下,粘度会降低。如果将流变仪设置在一个恒定 速度下,记录下随时间变化的粘度值,并发现粘度值随时间变化而减小, 则材料是触变性的。

> 如果将流变仪的测试条件设置为从低转速到高转速,然后又回到低转速, 而第二阶段的读数更低,则说明材料是时间依赖的,触变性的。



博勒飞出版的《More Solutions to Sticky Problems》,有更多关于流变特性和非牛顿流体行为的介绍。

流变仪相关变量

大多数流体都是非牛顿流体。它们的粘度取决于剪切速率、测试时间和转子几何形状。流变 仪转子的规格和样品杯的几何形状会影响粘度读数。在不同的转速(如: 2.5RPM, 50RPM) 条件下进行粘度测试时,由于剪切率不同,得到的粘度数据也会不同。转子转速越快,剪切 率越高。

剪切率取决于:转子的转速、转子的尺寸和形状、样品容器的尺寸和形状以及容器壁和转子 表面之间的距离。

可重复的粘度测试方法应控制或规定如下:

- 1. 测试温度
- 2. 样品容器尺寸规格(或转子/样品杯几何形状)
- 3. 样品体积
- 4. 流变仪型号
- 5. 使用的转子
- 6. 是否安装转子保护腿
- 7. 测试速度或剪切速率
- 8. 测试时长或记录粘度读数的转子转数
- 9. 样品制备或样品注入容器的方式

DVPlus 操作手册 M21-400 REV 2



附录 C 转子编号和 SMC/SRC 值

每个转子都有一个两位的数字编号,这个编号可以通过 DVP1us 上的键盘键入。DVP1us 可以 根据键入的编号计算粘度值、剪切率和剪切力。

每个转子有两个常数用于计算。转子常数(SMC)用于粘度和剪切应力计算,剪切率常数(SRC) 用于剪切速率和剪切应力的计算。注意,当 SRC=0,则表示没有进行剪切速率/剪切应力的 计算,这些功能显示的数据为零(0)。

转子	输入代码	SMC	SRC
RV1	01	1	0
RV2	02	4	0
RV3	03	10	0
RV4	04	20	0
RV5	05	40	0
RV6	06	100	0
RV7	07	400	0
HA1	01	1	0
HA2	02	4	0
НАЗ	03	10	0
HA4	04	20	0
HA5	05	40	0
HA6	06	100	0
HA7	07	400	0
HB1	01	1	0
HB2	02	4	0
HB3	03	10	0
HB4	04	20	0
HB5	05	40	0
HB6	06	100	0
HB7	07	400	0
LV1	61	6.4	0
LV2	62	32	0

≢ D_1	(按下面)
衣レー	(按下贝)



LV3	63	128	0
LV4 or 4B2	64	640	0
LV5	65	1280	0
LV-2C	66	32	0.212
LV-3C	67	128	0.210
SA-70	70	105	0.677
Т-А	91	20	0
Т-В	92	40	0
Т-С	93	100	0
T-D	94	200	0
Т-Е	95	500	0
T-F	96	1000	0
ULA	00	0.64	1.223
DIN-81	81	3.7	1.29
DIN-82	82	3.75	1.29
DIN-83	83	12.09	1.29
DIN-85	85	1.22	1.29
DIN-86	86	3.65	1.29
DIN-87	87	12.13	1.29
SC4-14	14	125	0.4
SC4-15	15	50	0.48
SC4-16	16	128	0.29
SC4-18	18	3.2	1.32
SC4-21	21	5	0.93
SC4-25	25	512	0.22
SC4-27	27	25	0.34
SC4-28	28	50	0.28
SC4-29	29	100	0.25
SC4-31	31	32	0.34
SC4-34	34	64	0.28

转子	输入代码	SMC	SRC	ҮМС
V-71	71	2.62	0	0.5
V-72	72	11.1	0	2



V-73	73	53.5	0	10
V-74	74	543	0	100
V-75	75	213	0	40

表 D-2 列出了各型号流变仪的机型编码和弹簧扭矩常数

表 D-2

型号	TK	机型编码
DVPlusLV	0.09375	LV
DVP1usRV	1	RV
DVPlusHA	2	НА
DVP1usHB	8	НВ

任何 DVP1us 型号和转子的满量程粘度范围都可以用以下公式计算:

满量程粘度范围: [cP] = TK * SMC * 10,000/RPM

TK = DVP1us 扭矩常数,见表 C-2

SMC = 转子常数, 如表 D-1 所示

剪切速率计算公式:

剪切力(D/cm²) = 粘度(cP) * 剪切率(1/sec) = TK * SMC * SRC * TORQ(扭矩)

转子的浸没深度影响应力的计算。请确保液面在转子的标记处。

每个转子都有一个用于应力计算的屈服倍率常数(YMC)和一个转子倍率常数(SMC)。如进行校准检查(见附录 D),如表 C-3 所示。转子的尺寸也列出。

转子	输入代码	ҮМС	SMC	高度	直径
V-71	71	0.5	2.62	2.708 6.878	1.354 3.439
V-72	72	2	11.1	1.762 4.333	. 853 2. 167
V-73	73	10	53.5	. 998 2. 535	. 499 1. 267
V-74	74	100	54.3	. 463 1. 176	. 232 . 589



如果使用半刻度实验,则YMC 直接翻倍。

满量程应力(Pa) = TK x YMC x 10

预剪切速度 (RPM)		
范围	递增	
0. 01–0. 09	0. 01	
0. 1–5. 0	0. 1	
6, 10, 12, 20. 30. 50. 60, 100, 200	N/A	

零剪切&测试速度(RPM)		
范围	递增	
0.01-0.09	0. 01	
0. 1–5. 0	0. 1	

三个标准浆式转子的测量范围如下所示:

转子	弹簧游丝	ТК	应力范围(Pa)
V-71	LV	0. 09375	0.047-0.47
V-72	LV	0.09375	0.19-1.9
V-73	LV	0.09375	0.94-9.4
V-71	RV	1	0. 5–5
V-72	RV	1	2-20
V-73	RV	1	10-100
V-71	HB	8	4-40
V-72	HB	8	16-160



V-73	HB	8	80-800
V-71	5xHB	40	20-200
V-72	5xHB	40	80-800
V-73	5xHB	40	400-4000

其计算过程如下:

$$\gamma = \theta_M - (S \times T)$$

 $\gamma = 应变(rad) \theta_{M}$ =电机位移角度(rad) S=弹簧系数(rad/%弹簧扭矩读数) T=%弹簧扭矩 读数

$$\Theta \mathbf{M} = \mathbf{\omega} \times \mathbf{t} \times \frac{\mathbf{2}\pi}{60}$$

θ_M=电机位移角度(rad)ω=转速(RPM)t=测试时长

S = $θ_{cal}$ x (2π) x **0.01**

S=弹簧系数(rad/%弹簧扭矩读数) θ_{cal}=弹簧角度(revolutions)

$$\theta_{cal} = \frac{\mathbf{V}_{cal} \times \mathbf{t}_{cal}}{6000}$$

θ_{cal}=弹簧角度(revolutions)V_{cal}=校准转速(0.1RPM)t_{cal}=校准测试时长(扭矩从 0%到 100%) (毫秒)



 $\mathbf{t}_{cal} = \frac{bi}{d} \times \frac{V}{d} \times 100$ D_{cal} V_{cal}

t_{cal}=校准测试时长(扭矩从0%到100%)(毫秒)bi=基础精度(毫秒)b_{cal}=扭矩精度(%扭矩/基础精度)V=转速 V_{cal}=校准转速(0.1RPM)



附录 D 转子编号和量程系数

粘度量程系数是一个非常方便使用的工具,可以帮助用户在特定转子/转速条件下计算粘度 测量最大值。首先,用户需要确定使用的粘度计型号(LV,RV,HA,HB)和转子编号,然后 根据下表查出相应的量程系数。该量程系数除以转速即可得到当前测试条件下的最大量程。

例如:粘度计型号为 RV,转子为 RV3,则量程系数为 100,000,转速设置为 50RPM 时,计算 得到的量程为 100,000/50 或 2000cP。

粘度计/流变仪通过两位数字的编码对测量转子进行识别。

测试范围系数 转子 编号 LV RV HB HA RV1/HA1/HB1 01 937 10,000 20,000 80,000 RV2/HA2/HB2 02 3,750 40,000 80,000 320,000 100,000 200,000 RV3/HA3/HB3 03 9,375 800,000 RV4/HA4/HB4 04 18,750 200,000 400,000 1,600,000 RV5/HA5/HB5 05 37,500 400,000 800,000 3,200,000 93,750 8,000,000 RV6/HA6/HB6 06 1,000,000 2,000,000 RV7/HA7/HB7 07375,000 4,000,000 8,000,000 32,000,000 6,000 64,000 128,000 512,000 LV1 61 LV2 62 30,000 320,000 640,000 2,560,000 LV3 63 120,000 1,280,000 2,560,000 10,240,000 LV4 or 4B2 64 600,000 6,400,000 12,800,000 51,200,000 1,200,000 25,600,000 102, 400, 000 LV5 65 12,800,000 LV-2C 66 30,000 320,000 640,000 2,560,000 2,560,000 10,240,000 LV-3C 67 120,000 1,280,000 200,000 400,000 T-A 91 18,750 1,600,000 92 T-B 37,440 400,000 800,000 3,200,000 Т-С 93 9,3600 1,000,000 2,000,000 8,000,000 T-D 94 187,200 2,000,000 4,000,000 16,000,000

表 E-1



Т-Е	95	468,000	5,000,000	10,000,000	40,000,000
T-F	96	936,000	10,000,000	20,000,000	80,000,000
ULA	00	600	6, 400	12,800	51,200
SA-70	70	98, 400	1,050,000	2, 100, 000	8,400,000
HT-DIN-81	81	3, 420	36, 500	73,000	292,000
SC4-DIN-82	82	3,420	36, 500	73,000	292,000
SC4-DIN-83	83	11, 340	121, 300	242,600	970, 400
ULA-DIN-85	85	1,144	12, 200	24, 400	97,600
ULA-DIN-86	86	3,420	36, 500	73,000	292,000
ULA-DIN-87	87	11,340	121, 300	242,600	970, 400
SC4-14/6R	14	117, 200	1,250,000	2,500,000	10,000,000
SC4-15/7R	15	46,880	500,000	1,000,000	4,000,000
SC4-16/8R	16	120,000	1,280,000	2, 560, 000	10, 240, 000
SC4-18/13R	18	3,000	32,000	64,000	256,000
SC4-21/13R	21	4,688	50,000	100,000	400,000
SC4-25/13R	25	480,000	5, 120, 000	10, 240, 000	40,960,000
SC4-27/13R	27	23, 440	250,000	500,000	2,000,000
SC4-28/13R	28	46,880	500,000	1,000,000	4,000,000
SC4-29/13R	29	93, 750	1,000,000	2,000,000	8,000,000
SC4-31/13R	31	30,000	320,000	640,000	2, 560, 000
SC4-34/13R	34	60,000	640,000	1,280,000	5, 120, 000
V-71	71	2, 456	26, 200	52,400	209,600
V-72	72	10, 404	111,000	222,000	888,000
V-73	73	50, 146	535,000	1,070,000	4,280,000
V-74	74	508,954	5, 430, 000	10, 860, 000	43, 440, 000
V-75	75	199, 645	2, 130, 000	4,260,000	8, 520, 000



附录 E 校验程序

验证 DVP1us 的准确性的粘度标准液,可以从 Ametek Brookfield 公司及其授权经销商购买。粘度标准液是牛顿流体,因此,不管转子速度(或剪切速率)如何变化,粘度都是相同的。粘度标准液通常在 25℃下校准,见表 F-1(硅油)和表 F-2(矿物油)。

容器体积:对于粘度< 30,000 cP 的标准液,使用 600 毫升的浅型烧杯,其工作容积为 500 毫升。

对于粘度≥30,000 cP的标准液,请使用以下规格尺寸的流体容器。

内径: 3.25 英寸(8.25cm); 高度: 4.75 || (12.1cm)

注: 容器可以更大, 但不能小于这个标准。

温度:如粘度标准液瓶外标签所示:精度为(+/-)0.1°C

测试条件: DVP1us 应根据操作说明进行设置。水浴必须在测试温度下稳定。标有"LV"或 "RV"型号的流变仪在校准过程中必须安装附加的保护腿(见附录 G 获取更多 关于保护腿的信息)。

表 E- 1

25°C通用型硅油标准液		高温型硅油标准液	
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, 93.3°C, 149°C	

表 E- 2

矿物油粘度标准液		
BEL P/N	粘度(cP)25°C	
B29	29	
B200	200	
B600	600	
B1060	1,060	
B2000	2,000	
B10200	10, 200	
B21000	21,000	
B73000	73,000	
B200000	200,000	



B360000

360,000

Brookfield 粘度标准流体通用信息

我们推荐博勒飞粘度标准液从首次使用之日起,一年更换一次。这些液体是纯硅油,不随时间而改变。但是,正常使用的情况下标准液接触外界污染物,需要每年更换。污染可能 是来源于引入的溶剂、不同粘度的标准液或其它异物。

粘度标准液可存储于普通的实验室条件下。粘度标准液的处理应根据相关地方或国家法规规定的材料安全数据表(MSDS)。

博勒飞公司不再重新检定粘度标准液。购买之日起两年内,我们将发出任何流体校准证书的副本。假如博勒飞粘度标准液未被污染,可重复使用。通常的做法是在一个 600 毫升烧杯中使用,然后将物料回收到瓶子中。在使用量较小的附件时,如小量样品适配器 SSA, ULA 适配器或 Thermosel 加热器,使用过的液体通常是被丢弃。

Brookfield LV #1-3 (#61-63) 和 RV, HA, HB# 1-6 转子的校准程序

请注意,LV# 4 (64)和 RV, HA, HB #7 (07)转子的校准过程中被省略了。Brookfield 不建议使用这些转子执行校准检查您的仪器。原因:转子表面接触粘度标准液的量很少,很 难在转子上精确确定浸没标记,也很难将紧邻转子周围的温度精确控制在 25℃。

按照下列步骤,使用其中一个推荐的转子,以对您的仪器进行校准:

- 1. 将粘度标准液(在适当的容器中)放入水浴中恒温。
- 2. 将 DVP1us 放入测量位置(如果使用 LV 或 RV 系列流变仪,则使用保护腿)。
- 将转子安装在流变仪上。如果您使用的是圆盘形转子,请先将转子以一定角度浸入, 然后将其连接到流变仪,以避免将气泡粘附在圆盘下方。
- 将粘度标准液和转子一起浸入到水浴中,恒温至少一个小时,在测试前周期性搅拌 液体。
- 5. 1小时后,用准确的温度计检查粘度标准液的温度。
- 如果流体处于测试温度(规定温度的±0.1℃,通常为25℃),则测量粘度并记录流 变仪读数。

注意:在读数之前,转子必须至少旋转五次。

 粘度读数应和标准液 cP 值一样(考虑流变仪精度和粘度标准液,在本附录标题为 "校准测试结果的解释"部分会讨论),本章节稍后会介绍。



小量样品适配器 SSA 的校准程序

Brookfield 建议分两步检查。首先,使用标准流变仪转子(LV#1-3,RV#2-6,HA#2-6 和 HB#2-6 或锥/板转子)验证校准流变仪,详情参见本附录。第二步,用小量样品适配器验证校准流变仪。附件设备的使用可能会增加 DVP1us 测量的精度误差。

使用小量样品适配器时,水浴夹套与水浴相连接,并将水温稳定在合适的温度:

- 将适量的粘度标准液放入样品杯。样品量随每个转子/样品杯组合变化(参阅小量 样品适配器操作说明)。
- 2. 将样品杯放置到水浴夹套中。
- 将转子连接到 DVP1us:转子放入待测流体中,连接延长钩,连接螺母和自由悬挂转子(或直接连接实心转子)。
- 4. 控制温度 30 分钟,使粘度标准液、样品杯和转子达到测试温度。
- 5. 测量粘度并记录流变仪读数。注意:在读数之前转子转动至少5次。
- 粘度读数应和标准液 cP 值一样(考虑流变仪精度和粘度标准液,在本附录标题为 "校准测试结果的解释"部分会讨论)。但是,仪器的准确度是最大粘度量程的± 2%,而不是标准的1%。

Thermosel 加热器系统的校准程序

博勒飞推荐两步校准。首先,使用标准流变仪转子 LV # 1-3, (RV # 2-6, HA # 2-6 和 HB # 2-6 或锥/板转子)验证校准流变仪,详情参见本附录。第二步,用加热器验证校准流变 仪。附件设备的使用可能会增加 DVP1us 测量的精度误差。

当使用加热器系统时,通过控制器使容器在测试温度下保持稳定:

-)将适量 HT 粘度标准液加入 HT −2 样品杯。样品量随使用的转子变化(参阅加热器使用说明书)。
- 2. 将样品杯放入加热器中。
- 将转子连接到 DVP1us:转子放入待测流体中,连接延长钩,连接螺母和自由悬挂转子(或直接连接实心转子)。
- 4. 控制温度 30 分钟, 使粘度标准液、样品杯和转子达到测试温度。
- 5. 测量粘度并记录流变仪读数。注意:在读数之前转子转动至少5次。
- 6. 粘度读数应和标准液 cP 值一样(考虑流变仪精度和粘度标准液,在本附录标题为



"校准测试结果的解释"部分会讨论)。但是,仪器的准确度是最大粘度量程的±2%, 而不是标准的1%。

ULA 或 DIN 适配器的校准程序

博勒飞推荐两步校准。首先,使用标准流变仪转子(LV #1-3, RV # 2-6, HA # 2-6 和 HB # 2-6 或锥/板转子)验证校准流变仪,详情参见本附录。第二步,用 ULA 或 DIN 适配器验 证校准流变仪。附件设备的使用可能会增加 DVP1us 测量的精度误差。

使用 ULA 或 DIN 适配器,水浴稳定在合适的温度:

- 将适量的粘度标准液放入 ULA 管式套筒(样品杯)(参阅 ULA 适配器的使用说明书)。
- 2. 将转子(带有连挂钩和连接螺母)连接到 DVP1us 上。
- 3. 套筒连接到安装托架。
- 降低套筒放入水浴容器,或使用 ULA-40Y 水浴夹套,连接水浴的入口/出口到水浴
 外的循环泵上。
- 5. 控制温度 30 分钟, 使粘度标准液、样品杯和转子达到测试温度。
- 6. 测量粘度并记录粘度计读数。注意:在读数之前转子转动至少5次。
- 粘度读数应和标准液 cP 值一样(考虑流变仪精度和粘度标准液,在本附录标题为 "校准测试结果的解释"部分会讨论)。但是,仪器的准确度是最大粘度量程的±2%, 而不是标准的1%。

升降支架和 T 型转子的校准程序

当使用 Helipath 升降支架和 T 型转子时:

- 取下T型转子,选择标准的LV(#1-3)或RV,HA,HB(#1-6)转子。根据之前LV (#1-3)和RV,HA,HB(#1-6)校准过程进行操作。
- 2. T形转子不推荐应用于 DVP1us 流变仪的校准。

螺旋适配器的校准程序

博勒飞推荐两步校准。首先,使用标准流变仪转子(LV#1-3,RV#2-6,HA#2-6和HB #2-6或锥/板转子)验证校准流变仪,详情参见本附录。第二步校准,用螺旋适配器验证校 准流变仪。附件设备的使用可能会增加DVP1us 测量的精度误差。

1. 将粘度标准液(在适当的容器中)放入水浴(参阅螺旋适配器使用说明书)。



- 2. 将转子连接到流变仪。连接样品杯(SA-1Y)和固定夹连接到流变仪上。
- 3. 降低 DVP1us 到测量位置。在 50 或 60 RPM 下操作流变仪,直到样品杯完全淹没。
- 将粘度标准液和转子一起浸入到水浴中,恒温至少一个小时,在测试前周期性搅拌 液体。(在 50 或 60 RPM 下操作)。
- 5. 1小时后,用一个精确的温度计检查粘度标准液的温度。
- 6. 如果流体是在测试温度(规定温度的±0.1℃,通常为25℃)下,测量粘度并记录
 流变仪读数。注意:在读数之前转子转动至少5次。
- 粘度读数应和标准液 cP 值一样(考虑流变仪精度和粘度标准液,在本附录标题为 "校准测试结果的解释"部分会讨论)。但是,仪器的准确度是最大粘度量程的±2%, 而不是标准的1%。
- 1. 停止流变仪后,取下样品杯,将粘度标准液放入杯中,静待10分钟至温度平衡。
- 将样品杯连接流变仪。留出足够的时间让温度达到平衡。通常情况下,您至少需要 等待 15 分钟。如果转子和样品杯已经达到测试温度,需要的时间可以减少。
- 3. 测量粘度,记录流变仪上的读数:%扭矩和厘泊值(cP)。

校准测试结果的解释

校准 DVP1us 时,必须将仪器和粘度标准液误差结合起来,以计算出总的允许误差。

当使用 LV #1-3, RV 2-6, HA #2-6 和 HB #2-6 这些转子时, DVP1us 的精确度为满量 程的+/-1%; 当使用 DVP1us 的测量附件,如:小量样品适配器,UL 适配器,Thermosel 加热器,螺旋适配器和 DIN 适配器时,校准误差可能会增加。一般情况下精度误差增加极小, 可是在使用时它能会达到测量范围的+/-1%,从而使总精度为测量范围的+/-2%。

Brookfield 粘度标准液的精确度为其标称值的(+/-)1%。

例如: DVP1usRV, RV-3 转子, 2 RPM, Brookfield 标准液 12500(25°C 时粘度为 12257 cP), 计算该校准条件下的粘度的可接受范围:

1. 满量程粘度范围公式: FSR 满量程粘度范围[cP] = TK * SMC * 10,000 / RPM

其中: TK = 1.0 (Table D-2)

SMC = 10 (Table D-1) FSR = 1* 10 * 10,000/2 = 50,000 cP 粘度精确度为(+/-)500cp (即 50,000 的 1%)


2. 标准液的粘度为 12257 cP, 其准确度为 12257 cP 的(±)1%, 即(+/-)122.57 cP。

3. 总的允许误差是 (122.57 + 500) cP = (+/-) 622.57 cP。

 因此,任何在 11,634.4 和 12,879.6cP 之间的粘度读数可以表明流变仪是正常运行 状态。在这个范围外的任何读数可能表明流变仪出现问题。请联系博勒飞或您当地 的博勒飞经销商/分销商,以确定问题所在。

例如:: DVP1usLV 使用 SC4-21 转子,小量样品适配器 SSA,转速为 6,12 和 30 RPM 的情况下,计算粘度测试的可接受精度。博勒飞粘度标准液 100cPs;在 25°C,实际值为 101.5 cP。

 计算的满量程粘度范围,可以通过查阅《More Solutions to Sticky Problems》 附录 B 的转子范围系数,或使用流变仪上的 Auto Range (自动量程) 按钮。
 LV 仪器 21 转子的量程系数为 4,688。
 转速为 6RPM,满量程范围 (FSR) 粘度为 781 cP。流变仪的允许误差为+/- 1%,小 量样品适配器 SSA 也为+/- 1%。总的允许误差为: +/- 2% x 781 cP = +/- 15.6 cP

转速为 12 RPM, 相似的计算: FSR = 391cP: +/- 2% ×391 cP = +/- 7.8 cP 转速为 30 RPM, 相似的计算: FSR = 156cP: +/- 2% ×156 cP = +/- 3.1 cP

- 2. 粘度标准液粘度为 101.5 cP. 其允许误差为:
 +/ 1% x 101.5 cP = +/- 1.015 cP 或用近似值+/- 1.0 cP 进行一步计算。
- 3. 总允许误差为n(1)和(2)加和值:
 转速为6 RPM,允许误差为: 15.6 cP + 1.0 cP = +/- 16.6 cP
 转速为12 RPM,允许误差为: 7.8 cP + 1.0 cP = +/- 9.8 cP
 转速为30 RPM,允许误差为: 3.1 cP = 1.0 cP = +/- 4.1 cP
- 4. 因此,在每一个转速,测得的粘度值所依据的可接受范围是根据上述标准计算得出的:
 转速为 6RPM: 84.9 cP to 118.1 cP

转速为12RPM: 91.7 cP to 111.3 cP

转速为 30RPM: 97.4 cP to 105.6 cP

如果您的测量值超出这些范围,请联系博勒飞,以确定您的仪器是否需要校准。

DVPlus 操作手册 M21-400 REV 2



附录 F Brookfield 粘度计护腿

护腿最初的设计目的在于在使用过程中保护转子。Brookfield 流变仪的第一个应用是 包 括手持式测量一个 55 加仑鼓形圆桶中的流体粘度。显然在那种条件下对转子的潜在损 坏会很严重。最初设计包括用一个套筒防止转子受到侧面撞击。早期 RV 护腿连接到 表盘 式外 壳 上, LV 护腿是用一个 扭转 锁定装置连接到 转轴罩杯上 。

目前的护腿是一个带支架的 U 形金属环,顶部连接到博勒飞粘度计/流变仪的转轴罩杯上。因为它必须连接到转轴罩杯上,所以锥板型仪器不能使用护腿。护腿适用于所有的 LV 和 RV 系列仪器,但不适用于 HA 或 HB 系列。护腿为转子而设计,形状如图 G-1 所示。由于 RV 的#2 转子直径大,因此 RV 护腿要比 LV 的护腿宽。两者不可互换使用。

Brookfield 粘度计/流变仪的校准需要使用 600 毫升浅型烧杯。LV 和 RV 系列仪器的校 系列仪器的校准需要加装护腿。烧杯壁(HA/ HB 仪器或者护腿(LV/ RV 仪器)称为测量 的"外边界"。LV、RV 和 HA/ HB 转子的转子因子是根据上述边界条件计算出来的。转子因 子用于将仪器扭矩(表示为盘读数或%扭矩值)换算为厘泊。理论上,如果测量如果测量如 果测量是在不同的边界条件下进行,例如不使用护腿或在一个非 600 mL 烧杯,则在因子表 中的转子因子不能用来精确计算绝对粘度。边界条件的改变不会流体绝对粘度。但它会改变 仪器的扭矩转换成粘度值(cP)。如果新的边界条件下而转子因子不变,则由仪器扭矩计算 出的粘度将是不正确的。

实际上,使用 LV 和 RV 转子组(注意: RV/HA/HB #1 转子不包括在内)中的 #1 & #2 转子,护腿的影响最大。其他 LV (#3)或 RV (#3-#7)转子在 600ml 烧杯中,用或不用护腿都可以得到正确的结果。HA 和 HB 系列粘度计/流变仪不提供护腿,以减少测量高粘度物料时的潜在问题。HA/HB 的#3[~]#7 转子与 RV 转子是相同的。HA/HB #1 和 # 2 转子和 对应编号的 RV 转子在尺寸上略有差别。尺寸的不同允许 RV 和 HA/HB #1 和 # 2 转子即使在边界条件不同的情况下,也可使仪器扭矩按相同的比例变化。

对于一些用户来说,使用 600 毫升烧杯和保护腿的推荐配置是很困难的。护腿是另外一 个需要清洁的附件。在一些应用中,需要 500 毫升的测试液来将转子浸入 600 毫升的烧杯是 无法实现的。在实践中,可以使用较小的容器并卸除护腿。Brookfield 粘度计/流变仪可以 保证在任何测量环境下产生准确和可重复的扭矩读数。然而,只有当所使用的转换因子是针



对这些特定条件而开发时,这个扭矩读数转换为厘泊值才是正确的。在《More Solutions to Sticky Problems》中,Brookfield介绍了一种在任何测试环境中重新校验粘度计/流变仪的方法。值得注意的是,对于许多流变仪用户来说,真实粘度并不像每日可重复的粘度值那么重要。这个可重复的值可以在任何测量环境下不需要任何特殊的改变就可以得到。但是应该知道,如果边界条件不是Brookfield指定的,那么当使用Brookfield因子时,这种扭矩读数不会转换成正确的粘度值。

护腿是博勒飞 LV 和 RV 系列粘度计/流变仪的校准检查的一部分。我们的用户应该知道 它的存在、目的和对测量数据的影响。有了这方面的知识,流变仪的用户可以改进 Brookfield所推荐的操作方法,以适应自身的需求。



图 F-1



附录 G 自动震荡检查

振荡检验是对 DVP1us 流变仪下轴承性能的测试。这个轴承有两种类型: 宝石或滚珠轴 承。下轴承的良好性能对流变仪的正常工作至关重要。一个损坏的下轴承通常会导致粘度测 量低于预期。在"设备设置"菜单中选择"振荡检查",屏幕上将显示提示信息,指示移除 转子。点击"Run"键,将执行自动归零。



最终会显示震荡检查是否通过,如果通过,按"OK"进行下一步测量,如未通过,请联系 AMETEK Brookfield 或授权经销商



附录 H DVE-50 温度探针夹

所有 DVP1us 流变仪、DV-III 流变仪和数显温度指示器都会提供 DVE -50A 温度探头夹。 它用于将 RTD 温度探头连接到 LV 保护腿(部件编号 B-20Y)或 600ml 浅型烧杯。图 L-1 即是 温度探头夹,包含 RTD 探头插孔,以及与 LV 保护腿相配合的插槽。将 RTD 探头插入探头夹 时,通过挤压图 L-1 所示的点对夹的上部进行压缩。

注意:除 LV 外,所有粘度计/流变仪型号均使用如图 L-3 所示的探头夹。



图 L-2 显示了安装在 LV 保护腿上的探头夹(安装了 RTD 温度探头)。

图 I-3 展示了探针夹装在一个 600 毫升浅型烧杯中。这种安装方式可用于 LV, RV, HA 和 HB 系列仪器





附录 | 仪器支架

G型支架是 DVP1us 流变仪的标准支架。



项目	Part No.	说明	数量
1	VS-CRA-14S	直立杆和装配夹具	1
	VS-CRA-18S	直立杆和可选装配夹具	可选
2	GV-1201	底座, 含两个 GV-1203 水平螺丝	1
3	502028071S33B	垫圈 5/16 X 7/8 X .071	1
4	50S311832S01B	螺丝, 5/16 - 18 X 1"六角形	1
5	GV-1203	水平螺丝,可单独配置或配套组装	2

图 K-1:G 型支架

QB 型是一个可选的支架,可以与 DVP1us 流变仪一起订购使用。其优点是运动速度快,





可使流变仪头升降自如。

项目	Part No.	说明	数量
1	VSQA-100Y	图 K-2: QB 型支架	1
2	GV-1201	底座, 含两个 GV-1203 水平螺丝	1
3	502028071S33B	垫圈 5/16 X 7/8 X .071	1
4	50S311832S01B	螺丝, 5/16 - 18 X 1"六角形	1
5	GV-1203	水平螺丝,可单独配置或配套组装	2

拆箱检查

仔细检查以确认所有的组件都收到,并且没有隐蔽的损坏:

- 1个底座, GV-1201, 2个水平调整螺丝,
- GV-1203,用一个纸箱进行包装。
- 在工具箱中有附有夹具组件的一个直立杆。



装配(参见图 K-1 或 K-2)

1. 从纸箱取出底座组件。

2. 将直立杆上的螺丝和垫圈取下。将杆和夹具组件装到底座上的孔内。

注意: "Front"为管夹朝向您的方向。

- 3. 稍微旋转杆/夹具组件杆的底部,插入底座的凹槽中。
- 4. 握住杆和底座,插入有槽螺丝和垫圈,如图所示,并拧紧。
- 5. 调整螺丝, 使夹具组件在直立杆上固定。

流变仪安装

将流变仪固定杆插入到夹具组件的孔(插槽)中。由右向左旋紧旋钮(顺时针方向), 调整仪器水平直至气泡居中。使用水平调整螺丝,精确调整流变仪的水平。

注意:如果数显式流变仪不能水平,检查以确保直立杆是齿条向前安装。

! 除非流变仪安装杆插入到夹具中,否则不要拧紧夹紧旋钮。

▲ 不要在任何不使用 GV-1201 基座的试验台上使用 DVP1us 流变仪。这个大的底座对于 DVP1us 流变仪在使用过程中的稳定性是非常必要的。Brookfield 早期型号的实验室 支架包括 A 型和 S 型支架,不适用于 DVP1us。

操作

旋转上/下旋钮来升高或降低流变仪。如果不能接受流变仪机头的上下运动,即太容易 或太困难,则调整螺丝松紧度。



附录」屏幕保护组件

可选的屏幕保护组件请按照组件的包装上的内容操作。



附录 K 故障诊断与排除

本附录列出了在使用流变仪时可能遇到的一些常见问题。

- □ 转子不旋转
 - ✔ 确认流变仪已接通电源。
 - ✓ 检查流变仪上的额定电压(115,220V),它必须与供电的电压相匹配。
 - ✓ 确保电机处于开机状态,并选择所需的 RPM。
- □ 旋转时转子摆动或看起来弯曲
 - ✔ 确认转子已安全固定在流变仪的连接头上。
 - ✔ 检查其他转子的平直度,如果弯曲需及时更换。
 - ✓ 检查流变仪连接头和转子连接处的螺纹部位是否有污垢, 用 3/ 56 左旋螺纹丝锥
 左旋螺纹丝锥清洁连接处。
 - ✓ 检查螺纹的磨损,如果磨损,设备需要维修(见附录 M)。检查转子旋转时是否有偏 心旋转或摆动。当转子在空气中旋进行测试,转子底部的每个方向(共 1/16 英 寸)有一个允许跳动 1/32 英寸的允许误差。
 - ✓ 检查转子连接头是否出现弯曲;如果弯曲了,设备需要维修(见附录 M:保修和售 后服务)。
- □ 读数不准确
 - ✔ 确认转子,速度和型号的选择。
 - ✓ 确认 DVP1us 上转子选择是否正确。
 - ✔ 如果扭矩读数低于10%,显示器将闪烁;改变转子和/或速度。
 - ✓ 数字显示"EEEE"意味着超出量程范围(大于100%);降低速度和/或改变转子。
 - ✔ 确认测试参数:温度、容器、体积、方法。参考:
 - "More Solutions to Sticky Problems",章节 III
 - "DVP1us 流变仪使用说明", 附录 C:粘度测量变量
 - ✓ 执行校准检查;按照附录 F 中的说明。
 - ✔ 确认误差计算的正确性。
 - ✔ 确认校准检查程序是否正确执行。



如果发现仪器超出允许误差范围,设备可能需要维修。详见附录0保修和售后服务。

- □ 粘度计无法归零
 - ✓ 流变仪未处于水平状态
 - 将转子从样品中取出后在检查
 - 调整支架
 - ✔ 宝石尖座或宝石轴承故障
 - 执行震荡检查
 - 自动振荡检查参见附录 H。
- 本程序不适用于带有滚珠轴承装置的仪器(见第 I.3 节)。
- □ 读数显示不稳定
 - ✔ 样品流体本身的特殊性质。与流变仪无关。
 - 请参阅附录 C。
 - ✓ 检查转子旋转是否稳定
 - 检查使用的电源
 - 联系 Brookfield 公司进行维修
 - ✓ 转子或转子连接头弯曲
 - 联系 Brookfield 公司进行维修
 - ✔ 样品温度波动
 - 使用恒温水浴控制温度



附录 L 在线帮助和其他信息

Brookfield 网站是一个很好的资讯资源,能够随时提供您所需要的额外帮助和自助服务。网站提供了"如何做"的视频、操作说明、换算表、操作手册、材料安全数据表、校准模板和其他技术资料。

Brookfield 有自己的 YouTube 频道,您可以在这里找到相关的应用视频或由我们技术 销售团队制作的视频。

文章重印

- 只能获得印刷版本

- Brookfield 有丰富的书库,含有关于粘度、质构和粉体测试的发表文章。由于版权限制,这些文章无法通过电子邮件发送。拷贝文章请直接致电我们的客户服务部门或通过电子邮件。

- 可在线获得

- 博勒飞网站可以直接下载的文章越来越多。这些文章可以通过下路径在我们的主站点获得。

More Solutions to Sticky Problems 粘度疑难解答

通过我们最流行的出版物可以了解更多关于粘度和流变学的信息。这个内容丰富的小册 子将为您提供测量技术、咨询及更多相关信息。这是任何一个博勒飞粘度计或流变仪操作员 必须拥有的手册。更多已出版的解决方案,也可以通过以下路径以 PDF 格式在 Brookfield网站上下载。

培训/课程

无论是指定仪器的课程,进行测试前的培训,还是使您更好地了解测试方法,还能有谁 比粘度测试设备的全球领导者更胜任? 欲了解更多关于培训的信息,请访问我们网站的服务 板块。

**下载会要求您注册您的姓名、公司名称和电子邮件地址。我们尊重您的隐私,此信息 不与博勒飞以外的人员共享。

DVPlus 操作手册 M21-400 REV 2



附录 M 保修和售后服务

保修

自用户购买之日起一年,博勒飞对产品材料和制作方面的问题进行保修。粘度标准认证 可追溯至美国国家标准与技术研究所(NIST)。粘度计必须返回到**博勒飞公司**进行免费保修 服务。运输费用由买方承担。粘度计应该随**仪器手提箱**连同所有仪器的原配转子一起寄回。 在寄出之前请联系博勒飞,确认相关返厂维修的注意事项。

制造商: Brookfield Engineering Laboratories, Inc.

11 Commerce Boulevard Middleboro, MA 02346 U.S.A. Tel: (508) 946-6200 FAX: (508) 946-6262

DVPlus 操作手册 M21-400 REV 2