



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 1002—2005

旋转黏度计

Rotational Viscometers

2005 - 09 - 05 发布

2005 - 12 - 05 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

旋转黏度计检定规程

Verification Regulation of
Rotational Viscometers

JJG 1002—2005
代替 JJG 215—1981

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2005 年 9 月 5 日批准，并自 2005 年 12 月 5 日起施行。

归口单位： 全国物理化学计量技术委员会

起草单位： 国家标准物质研究中心

本规程委托全国物理化学计量委员会负责解释

本规程起草人：

吕仲兰 （国家标准物质研究中心）

目 录

1 范围	(1)
2 概述	(1)
2.1 同轴圆筒内旋式黏度计	(1)
2.2 单圆筒旋转式黏度计	(1)
2.3 外筒旋转式黏度计	(1)
2.4 锥/板式黏度计	(1)
2.5 无扭矩元件式黏度计	(2)
3 计量性能要求	(3)
4 通用技术要求	(4)
4.1 外观要求	(4)
4.2 安全性要求	(4)
5 计量器具控制	(4)
5.1 检定条件	(4)
5.2 检定项目	(5)
5.3 检定方法	(5)
5.4 检定结果的处理	(10)
5.5 检定周期	(10)
附录 A 黏度计基本参数	(12)
附录 B Brookfield 黏度计允差计算公式及允差系数表	(13)
附录 C 斯托默黏度计测量涂料黏度值 (Ku) 与负荷值 (g) 换算表	(15)
附录 D 标准黏度液的配制方法实例	(16)
附录 E 检定结果的计算举例	(20)
附录 F 不确定度评定与计算举例	(22)
附录 G 旋转黏度计检定证书内页格式	(25)
附录 H 旋转黏度计检定结果通知书内页格式	(26)

旋转黏度计检定规程

1 范围

本规程适用于旋转黏度计（以下简称仪器）的首次检定、后续检定及使用中检验。

本规程以 NDJ 系列，Brookfield、LV、RV、HA、HB、KU 系列，以及 FANN - 35、ZNN - D6、锥/板、血液黏度计，斯托默黏度计为例加以说明。其他旋转黏度计的校准可参照本规程。

2 概述

本规程采用相对法，即使用已知黏度的标准液（牛顿流体）定黏度计常数或用被检黏度计测量标准液黏度值与标准值进行比较的方法检定（校准）黏度计。

本规程中包括的黏度计工作原理可分为以下几种。

2.1 同轴圆筒内旋式黏度计

仪器测量元件由刻度盘、电机可动框架（电机壳体）、安装在与电机可动框架连接的指针与刻度盘之间的弹性元件（游丝）组成，测量元件悬挂在固定的吊丝上。在同轴安装的内筒（转子）、外筒间隙中加入一定量的液体，当电机带动内筒恒速转动时，液体受剪切产生的黏性力矩使电机可动框架偏转，弹性元件产生扭矩，当弹性力矩与黏性力矩平衡时，指针在刻度盘上指出一定的值，用该值计算被测液的黏度和转子常数。例如：NXS - 11、NDJ - 79、NDJ - 7 型旋转黏度计等。其结构见图 1。

2.2 单圆筒旋转式黏度计

同步电机经变速齿轮组变速或步进电机带动转轴、弹性平衡元件、刻度盘以及指针、转子恒速转动。被测液体装在规定尺寸的直筒式容器中，转子放在其中心位置。当液体受剪切时产生黏性力矩，使弹性元件偏转产生扭矩，当黏性力矩与此扭矩平衡时，通过测量弹性元件的偏转角计算被测液黏度或仪器常数。此类仪器属同轴圆筒内旋式结构，例如：NDJ 系列、SMC 系列旋转黏度计，Brookfield 黏度计，LV、RV、HA、HB、KU 系列旋转黏度计，B 型黏度计等。其结构见图 2。

2.3 外筒旋转式黏度计

仪器的弹性元件一端与刻度盘及内筒连接，另一端与指针悬挂在静止的吊丝上，被测液体加在内、外筒间隙中。当电机带动外筒恒速旋转时，液体受剪切时产生的黏性力矩由弹簧扭转力矩平衡，内筒偏转的角度由指针在刻度盘上指出，根据公式可计算被测液体的黏度。

例如：FANN - 35、ZNN - D6 型旋转黏度计等。其结构见图 3。

2.4 锥/板式黏度计

仪器结构是：一定锥角的圆锥与平板同轴安装，圆锥与平板之间有很小的夹角和间隙，将被测液体注入锥、板间隙中。仪器工作原理与同轴圆筒内旋式黏度计相同。

例如：NXE - 1B 型、Brookfield - CP 系列、E 型旋转黏度计等。

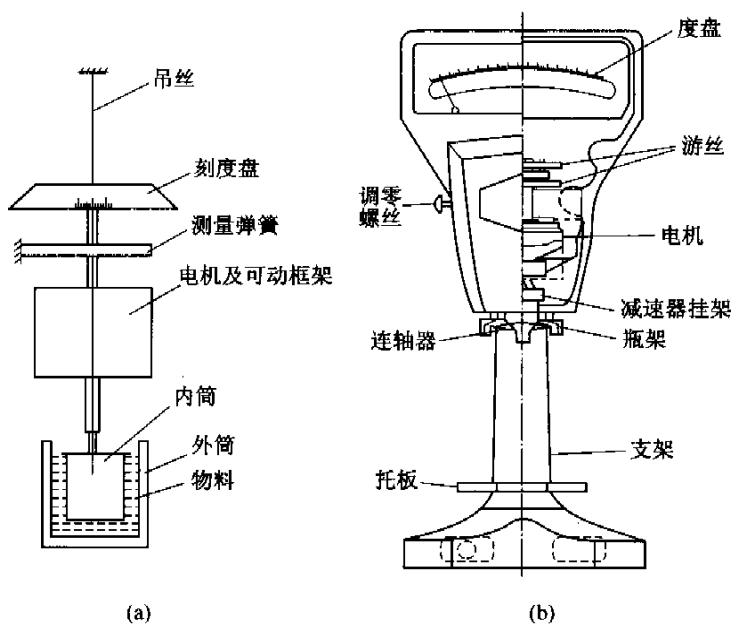


图 1 同轴圆筒内旋式黏度计

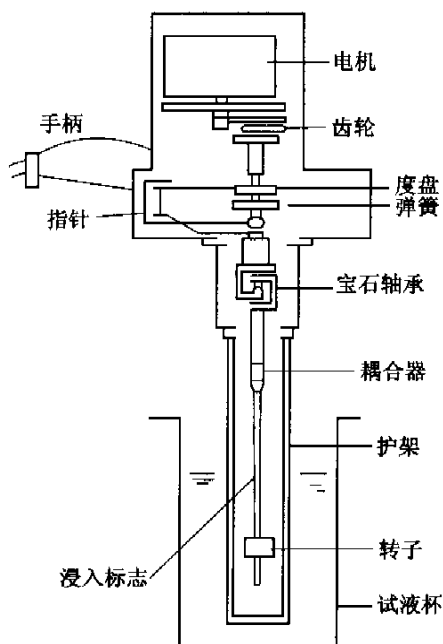


图 2 单一圆筒旋转式黏度计

2.5 无扭矩元件式黏度计

2.5.1 专用锥/板式黏度计

仪器由一个低惯性转矩马达（或根据电动机原理）直接带动锥转子旋转，通过与不同黏度的标准物质定出的标准曲线进行比较测出液体的黏度。例如血液黏度计。

2.5.2 斯托默黏度计

仪器通过滑轮与齿轮的传动，将一定质量的负载施加于转子使其旋转，通过增减负载质量使转子转速达到 200 r/min。利用质量与黏度的关系，测定产生 200 r/min 所需负载质量求黏度或 KU 值。计算公式见公式 (5)，其结构见图 4。

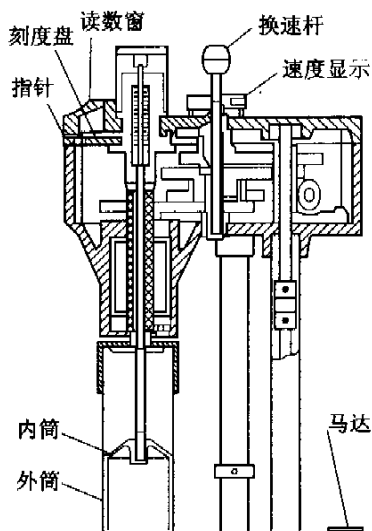


图 3 外筒旋转式黏度计

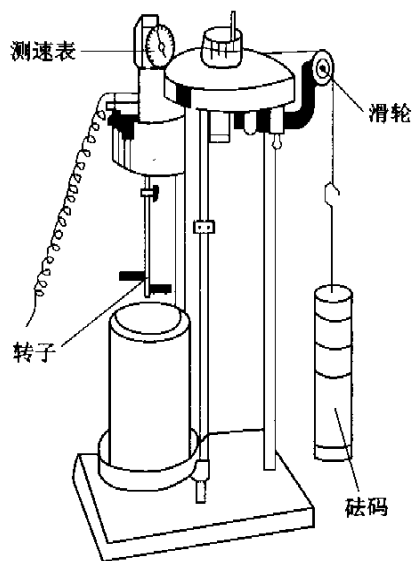


图 4 斯托默黏度计

黏度量程及出厂技术指标见附录 A。

3 计量性能要求

仪器检定结果应符合表 1 要求。

表 1 仪器检定结果允许误差（相对误差）

仪器型号	重复性 /%	再现性 /%	与 K 或 η 的 标称值之差 /%	等级
NDJ 系列、FANN - 35、 ZNN - D6、锥/板黏度计、 血液黏度计等	± 0.5 ± 1.5 ± 2.5	± 1 ± 3 ± 5	± 1 ± 3 ± 5	A B C
斯托默黏度计	± 5	± 15	—	—

表 2 仪器检定结果允许误差（引用误差）

仪器型号	重复性 /(%FS)	再现性 /(%FS)	等级
B 型、E 型、NXS - 11、SNB - 1、 NXE - 1B、锥/板黏度计等	0.5	1*	A
	1	3	B
	2	5	C
* : Brookfield 系列黏度计的检定结果按附录 B 计算。			

4 通用技术要求

4.1 外观要求

4.1.1 仪器应有铭牌，清楚标明仪器的名称、仪器型号、出厂编号、计量器具生产许可证号、制造厂名称、使用电源电压、频率等内容。

4.1.2 仪器外表不应有明显的损伤、锈蚀。仪器的开关调节器件应灵敏。仪器功能键应安装牢固，定位准确，工作正常，软件信息输出正确。

4.1.3 仪器旋转轴同心灵活，旋转速度均匀。转子应无变形，其表面应无明显划痕。

4.1.4 仪器带动任何转子空转时指针应在零位，若不在零位时应可调节或进行修正。

4.2 安全性要求

仪器正常使用及维护中需要注意的安全信息应有明显标识。

5 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中检验。

5.1 检定条件

5.1.1 检定用标准物质（标准黏度液，简称标准液）

5.1.1.1 应使用国家一级、二级或国际互认的有证牛顿流体标准物质。

5.1.1.2 标准液应该在定值温度下一次性使用。

5.1.1.3 标准液应置于干燥、避光、密闭的玻璃瓶中，并在室温下保存。

5.1.1.4 标准液应该在有效期内使用。

5.1.2 环境温度：在检定温度的 ± 2 °C 范围内。

相对湿度：不大于 75% RH。

无强电磁干扰。

5.1.3 检定设备

5.1.3.1 恒温设备

在检定温度下，温度波动应不大于 0.1 °C。用于无外筒黏度计的检定用恒温槽，恒温区深度不应低于 130 mm，直径为 (95 ~ 100) mm。用于有外筒或无外筒有保温套黏度

计的恒温器应有恒温液外循环功能。

5.1.3.2 测温设备

采用分度值（或分辨率）不大于 0.1 ℃ 的玻璃温度计或数字式温度计，使用前应经计量部门检定。

5.1.3.3 外筒（适用于检定单圆筒黏度计）

直径不小于 70 mm，样品液面深度不低于 110 mm 的直筒容器（适用于 NDJ 系列）；直径不小于 82.5 mm（适用于 Brookfield 系列）或 85 mm（适用于 BH 型），样品液面深度不低于 121 mm 的直筒容器以及按说明书要求尺寸的其他容器。

5.1.3.4 频率表

分辨率不低于 0.5 Hz 的频率测量仪表，使用前应经计量部门检定。

5.1.3.5 其他设备

感量不大于 10 mg 的天平或分度值不大于 10 μL 的加样器，水平仪，110 V 调压器，吹风机，无毛擦布以及汽油、石油醚等有机溶剂。

5.2 检定项目

检定项目见表 3。

表 3 检定项目

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观	+	+	+
仪器零点漂移	+	+	-
仪器重复性	+	+	-
仪器再现性	+	+	-
与 K 或 η 的标称值之差	+	+	+

注：“+”为需要检定的项目，“-”为不需要检定的项目。修理后的仪器，按首次检定项目检定。

5.3 检定方法

5.3.1 检定前的准备

将被检仪器在检定环境下存放 2 h 以上。用溶剂汽油或有机溶剂清洗内、外筒或样品盘，用吹风机或无毛布使其表面干燥。

5.3.2 仪器的安装

将仪器安装在支撑架台上，用水平调节装置调节测量头的水平。数字式黏度计应开机预热 20 min 以上。按表 4 要求将保护架与主机连接，安装转子时，应用左手向上托住转轴，右手顺时针方向旋转连接被检转子（机头俯视）。

安装锥/板黏度计时，应上下垂直装卸样品盘，不得提前横向转动以免碰坏转轴和锥转子。血液黏度仪锥转子套入转轴时，应避免碰撞轴芯。

5.3.3 零点及锥/板间隙调节

表 4 黏度计的外筒尺寸、装液量、保护架类型

仪器型号	转子号	外筒尺寸	装液量	保护架类型
NDJ-1 系列	1, 2, 3, 4	不小于 $\phi 70$ mm, 深度不低于 110 mm	400 mL	窄型
NDJ-7 NDJ-79	1, 10, 100	Ⅱ单元专用外筒	约 15 mL	—
	0.1, 0.2, 0.4, 0.5	Ⅲ单元专用外筒	约 70 mL	
NXS-11 (A)	A	系统 (外筒)	约 20 mL	—
	B		约 60 mL	
	C		约 9 mL	
	D		约 10 mL	
	E		约 12 mL	
Brookfield 系列	圆柱型	超低黏度专用外筒; 或不少于 82.5 mm, 深度不低于 121 mm 的直筒容器	约 16 mL (超低黏度) 其他 500 mL	超低黏度专用; 窄型 (LV 系列); 宽型 (RV 系列); (HA、HB 系列无)
B 型	圆柱型	$\phi 85$ mm	500 mL	BL; BM; 4 个转子 (窄型); BH; 7 个转子 (宽型)
ZNN-D6 FANN-35	—	专用外筒	液面与外筒内的标志线水平 (约 400 mL)	无
KU 斯托默黏度计	—	不小于 $\phi 82.5$ mm 深度不低于 121 mm	500 mL	无
锥/板黏度计 血液黏度仪	锥/板型	专用配套锥/板	1 mL; 0.8 mL 或按说明书要求的量	无

按照说明书的要求准确调节黏度计的零点和锥/板间隙。

5.3.4 装液

从表 5 中选择合适的标准黏度液, 按照表 4 中规定的装液量沿容器内壁装入规定尺寸 (或专用) 的容器内。对锥/板型黏度计, 样品黏度小于 $500 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 时应使用加样器加样, 样品黏度大于 $500 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 时使用称量法加样, 加样时应避免样品遗失或出现气泡。

表 5 黏度计取值范围及检定标准液 (参考号)

仪器型号	转子号	α 取值范围	参考标准液 / (mPa·s)	参考转速挡
NDJ-1, NDJ-5S, NDJ-9S, BL 等	1	20% ~ 90%	200, 500	6, 12
	2		200, 500	12, 30, 60
	3	50% ~ 100% (BL)	5 000, 8 000	6, 12
	4		5 000, 8 000	30, 60
NDJ-7 NDJ-79 等	1	> 20% ~ 30% (NDJ-7)、 > 20% (NDJ-79)	50, 100	—
	10		200, 500	
	100		2 000, 8 000	
	0.1		5, 10	
	0.2		10, 20	
	0.4		20, 50	
	0.5		20, 50	
	F10 × 100 F100 × 100		40 000, 100 000 200 000, 500 000	
NDJ-4 NDJ-8S NDJ-99	1	20% ~ 90%	200, 500, 1 000	1.5, 3, 6, 12
	2		200, 500, 2 000	6, 12, 30, 60
	3		2 000, 8 000	6, 12, 30, 60
	4		8 000, 100 000	3, 6, 30, 60
Brookfield LV 系列	S61	10% ~ 98%	200, 500	6, 12
	S62		200, 500	12, 30, 60
	S63		5 000, 8 000	6, 12
	S64		5 000, 8 000	30, 60
Brookfield RV 系列	01	10% ~ 98%	200, 500	5, 10, 20, 50
	02		200, 500	20, 50, 100
	03		5 000, 8 000	4, 5, 10
	04		5 000, 8 000	5, 10, 20
	05		5 000, 8 000	2, 4, 5, 10
	06		40 000, 100 000	10, 20
	07		40 000, 100 000	20, 50
Brookfield HA 系列	01	10% ~ 98%	200, 2 000	10, 20, 50, 100
	02		2 000, 5 000	5, 10, 20
	03		5 000, 8 000	10, 20
	04		5 000, 8 000, 40 000	5, 10, 20, 50
	05		8 000, 40 000, 100 000	5, 10, 20, 50
	06		8 000, 40 000, 100 000	10, 20, 50, 100
	07		40 000, 100 000	20, 50, 100

表 5 (续)

仪器型号	转子号	α 取值范围	参考标准液 / (mPa·s)	参考转速挡
Brookfield HB 系列	01	10% ~ 98%	5 000, 8 000	2.5, 5, 10
	02		5 000, 8 000	10, 20, 50
	03		8 000, 40 000	10, 20, 50, 100
	04		40 000, 100 000	5, 10, 20
	05		40 000, 100 000	10, 20, 50
	06		40 000, 100 000	20, 50, 100
	07		200 000, 500 000	20, 50, 100
Brookfield (低黏) 系列	ULA	10% ~ 98%	100, 1 000	根据不同型号, 选择 α 接近满量程的转速
BH 系列	1	50% ~ 98%	500, 2 000	20, 10, 4, 2
	2		2 000, 5 000	20, 10, 4, 2
	3		5 000, 8 000	20, 10, 4
	4		8 000, 40 000	20, 10, 4, 2
	5		8 000, 40 000	20, 10, 4, 2
	6		40 000, 10 000	20, 10, 4, 2
	7		40 000, 10 000	20, 10
BL, BM 系列	1	50% ~ 98%	200, 500	60, 30, 6
	2		500, 5 000	60, 30, 6
	3		5 000, 8 000	6, 12
	4		8 000, 40 000	60, 30
NXE - 1B (锥/板式)	A	—	10, 100, 1 000	30, 3, 0.3
	B		10, 100, 1 000	60, 6, 0.6
	C		10, 100, 1 000	60, 6, 0.6
血液黏度仪 (专用)	—	—	2, 5, 10, 20, 30	—
Stomer (ku)	—	—	500, 2 000	—
ZNN - D6 FANN - 35	—	30 ~ 200 (分度) 20 ~ 300 (分度)	200, 2 000	3, 6, 100, 200, 300
NXS - 11A 系列	A	20% ~ 95%	500, 1 000	—
	B		500, 1 000	
	C		40 000, 100 000	
	D		40 000, 100 000	
	E		100 000	

5.3.5 恒温

在外筒或样品盘的保温套中通入恒温水，无保温套的专用外筒应放在恒温套内。恒温水液面应高于样品液面 1 cm 以上，恒温时间不少于 30 min（大于 5 000 mPa·s 标准黏度液，恒温时间不少于 50 min）。

检定锥/板黏度计（血液黏度仪）时，应将标准液在检定温度下预热 15 min 以上，标准液装入样品杯后应再恒温至少 2 min。对外筒敞开式黏度计，读数前应实测试样温度，当试样温度达到检定温度 ± 0.1 °C 后，取出温度计，再加一定量新试样恒温 5 min 以上。

5.3.6 检定

确认标准液液面与转子上标志线持平，保护架、转子在容器中心位置，液体温度符合 5.1.1.2 规定，然后按照说明书的要求进行测量。

对指针式黏度计，应在指针稳定（转子在液体中旋转 20 圈以上）后，记录各转速挡读数。

数字式黏度计检定前应预热 20 min 以上。在检定各转子时，应至少有一种标准液能满足在大于量程 90% 以上进行测量。

对无扭矩（血液专用）式黏度计，全血黏度测量部分时，在 $\dot{\gamma} \leq 50 \text{ s}^{-1}$ 时，选择的黏度低于 10 mPa·s 的标准液不得少于 2 种，在 $\dot{\gamma} \geq 50 \text{ s}^{-1}$ 时，选择的黏度高于 10 mPa·s 的标准液不得少于 1 种。在血浆黏度测试部分，选择的标准液不得少于 2 种。

5.3.7 重复性测量

一种标准液在同一转速下应重复两次读数 α_1 (η_1)， α_2 (η_2)，取两次读数的算术平均值 $\alpha_{\text{平均}}$ ($\eta_{\text{平均}}$) 作为一种标准液的测量结果。 $(\alpha_1 - \alpha_2) / \alpha_{\text{平均}}$ 或 $(\eta_{\text{平均}} - \eta_{\text{标准}}) / \eta_{\text{标准}}$ 应符合表 1 重复性指标的规定， $(\eta_1 - \eta_2) / \text{满量程}$ 应符合表 2 重复性指标的规定，否则应做第三次测定。

5.3.8 再现性测量

对一台黏度计或一个转子应该至少用两种不同黏度的标准液进行检定。取两次检定结果 K_1 ($\eta_{1\text{平均}}$) 和 K_2 ($\eta_{2\text{平均}}$) 的算术平均值 $K_{\text{平均}}$ ($\eta_{\text{平均}}$)，作为该黏度计或转子的检定结果。 $(K_1 - K_2) / K_{\text{平均}}$ 、 $(\eta_{\text{测定}} - \eta_{\text{标准}}) / \eta_{\text{标准}}$ 应符合表 1 中规定再现性指标， $(\eta_{\text{平均}} - \eta_{\text{标准}}) / \eta_{\text{满量程}}$ ，应符合表 2 中规定的再现性指标，否则应选用第三种标准液重新检定。

血液黏度计的每个锥转子至少应选用三种标准液进行检定，每种标准液的测定值与标准值之差应符合表 1 中规定的再现性指标。

以引用误差作为判定检定结果的黏度计，在选择标准液时，每一个转子应至少有一种标准液能够满足大于量程 90% 以上的测量，否则，应再选一种标准液进行检定。

5.3.9 常数的计算

检定结果以常数表示的黏度计， α_1 ， α_2 值符合表 1 重复性指标时，在扣除零点后，按公式 (1)，(2) 计算常数（保留三位有效数字）。

NXS-11 型黏度计：

$$Z = \frac{\eta \dot{\gamma}}{\alpha} \text{ 或 } K = \frac{\eta}{\alpha} \quad (1)$$

单圆筒 (NDJ 系列, Brookfield 盘式, B 型等):

$$K = \eta / \alpha \quad (2)$$

式中: η ——动力黏度, mPa·s;
 Z ——转筒常数, mPa;
 K ——仪器常数, mPa·s;
 α ——偏转角 (刻度盘读数);
 $\dot{\gamma}$ ——剪切速率, s⁻¹。

5.3.10 修正系数的计算

当 $\eta_{1\text{平均}}$, $\eta_{2\text{平均}}$ 与标准值之差符合表 1 和表 2 再现性指标的, 按公式 (3) 计算修正系数。

$$f = \frac{\eta_{\text{标}}}{\eta_{\text{测}}} \times 100\% \quad (3)$$

式中: f ——仪器 (或转子) 修正系数。

对 FANN-35 型、ZNN-D6 型、斯托默黏度计, 若测定值符合表 1 重复性指标, 则按公式 (4)、(5) 计算黏度值。计算值与标准值之差符合表 1 再现性指标的, 按公式 (3) 计算修正系数。

FANN-35、ZNN-D6 黏度计:

$$\eta = 300 \times \frac{\alpha}{n} \quad (4)$$

斯托默黏度计:

$$L = (6\,100 \eta + 906.6 \rho) / 30 \quad (5)$$

式中: L ——负荷的砝码质量, g;

ρ ——液体密度, g/cm³;

η ——转速, r/min。

Brookfield 系列黏度计允差计算公式见附录 B。

5.3.11 频率修正

当电源频率与额定频率 (50Hz) 之差超过 ± 0.5 Hz 时, 盘式黏度计应按 $K_{\text{测}}$ (Z) 乘以 $f/50$ 修正, 数字式黏度计按 $\eta_{\text{测}}$ 乘以 $50/f$ 修正 (f 为实际频率, 50 为额定频率)。

5.4 检定结果的处理

对盘式黏度计, 其检定的常数, 满足表 1 中与出厂标称值的偏差指标的, 发给检定证书, 注明符合等级 (详见表 1, 表 2)。并根据各转速挡之间的倍数关系, 给出各转速挡之实测值和计算值 (三位有效数字)。

对数字式黏度计, 其黏度测定值与标准值之差符合表 1 或表 2 中再现性指标的, 发给检定证书, 注明符合等级, 给出修正系数。

对检定结果不合格的黏度计, 给检定结果通知书并注明不合格项目。

5.5 检定周期

旋转黏度计的检定周期一般不超过 2 年；测量血液或胶黏剂类材料的黏度计一般不超过 1 年。修理后或使用频繁的黏度计应随时检定。

附录 A

黏度计基本参数

仪器型号	转子个数	转速挡数	黏度范围/mPa·s	(转子号)	测量误差/%
NDJ-1 NDJ-5S NDJ-9S	4	4	$1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^3$	(1 [#])	±5% (相对误差) 牛顿流体
			$5 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$	(2 [#])	
			$2 \times 10^3 \sim 2 \times 10^4$	(3 [#])	
BL			$1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^5$	(4 [#])	±2% (FS)
NDJ-4 NDJ-8S	4	8	$10 \sim 2 \times 10^4$	(1 [#])	±5% 牛顿流体
			$50 \sim 1 \times 10^5$	(2 [#])	
			$2 \times 10^4 \sim 4 \times 10^5$	(3 [#])	
NDJ-99			$1 \times 10^5 \sim 2 \times 10^6$	(4 [#])	±3% (FS)
LV 系列	4	0.01 ~ 250	$15 \sim 2 \times 10^4$	(1 [#])	
			$50 \sim 1 \times 10^5$	(2 [#])	
			$2 \times 10^2 \sim 4 \times 10^5$	(3 [#])	
			$1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^6$	(4 [#])	
			1.0 ~ 2 000	(超低黏)	
RV 系列	7	0.01 ~ 250	$1 \times 10^2 \sim 2 \times 10^4$	(1 [#])	
			$1 \times 10^2 \sim 8 \times 10^4$	(2 [#])	
			$1 \times 10^2 \sim 2 \times 10^5$	(3 [#])	
			$2 \times 10^2 \sim 4 \times 10^5$	(4 [#])	
			$4 \times 10^2 \sim 8 \times 10^5$	(5 [#])	
			$1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^6$	(6 [#])	
			$4 \times 10^3 \sim 8 \times 10^6$	(7 [#])	
	3.0 ~ 2000	(超低黏)			
HA 系列	7	0.01 ~ 250	$2 \times 10^2 \sim 4 \times 10^4$	(1 [#])	±1% (FS)
			$2 \times 10^2 \sim 16 \times 10^4$	(2 [#])	
			$2 \times 10^2 \sim 40 \times 10^4$	(3 [#])	
			$4 \times 10^2 \sim 80 \times 10^5$	(4 [#])	
			$8 \times 10^2 \sim 1.6 \times 10^6$	(5 [#])	
			$2 \times 10^3 \sim 4 \times 10^6$	(6 [#])	
			$8 \times 10^3 \sim 16 \times 10^6$	(7 [#])	
	6.0 ~ 2 000	(超低黏)			
HB 系列	7	0.01 ~ 250	$8 \times 10^2 \sim 1.6 \times 10^5$	(1 [#])	
			$8 \times 10^2 \sim 6.4 \times 10^5$	(2 [#])	
			$8 \times 10^2 \sim 1.6 \times 10^6$	(3 [#])	
			$1.6 \times 10^3 \sim 3.2 \times 10^6$	(4 [#])	
			$3.2 \times 10^3 \sim 6.4 \times 10^6$	(5 [#])	
			$8 \times 10^3 \sim 1.6 \times 10^7$	(6 [#])	
			$3.2 \times 10^4 \sim 6.4 \times 10^7$	(7 [#])	
	24.0 ~ 2 000	(超低黏)			

附录 B

Brookfield 黏度计允差计算公式与允差系数表

Brookfield 黏度计允差计算公式如下：

Brookfield 型允差 = 黏度计最大允许误差 + 标准液标准值允许误差

式中：黏度计最大允许误差 = $TK \times SMC \times \frac{10\ 000}{RPM} \times 1\%$ ；

标准液标准值允许误差 = 证书标准黏度值 $\times 1\%$ 。

TK 为黏度计扭矩常数，SMC 为转子常数，RPM 为仪器转速。TK、SMC 值查允差系数表 B.1、表 B.2 可得（不在本表中体现的系数值可在仪器说明书中查得）。

表 B.1 允差系数（一）

型号 (MODEL)	TK	型号代码 (MODEL CODE)
LVDV	0.093 73	LV
RVDV	1	RV
HADV	2	HA
HBDV	8	HB

表 B.2 允差系数（二）

转子 (SPINDLE)	登录代号 (ENTRY CODE)	转子常数 (SMC)	剪切速率 (SRC)
RV1	01	1	
RV2	02	4	
RV3	03	10	
RV4	04	20	
RV5	05	40	
RV6	06	100	
RV7	07	400	
HA1	01	1	
HA2	02	4	
HA3	03	10	
HA4	04	20	
HA5	05	40	
HA6	06	100	
HA7	07	400	

表 B.2 (二) (续)

转子 (SPINDLE)	登录代号 (ENTRY CODE)	转子常数 (SMC)	剪切速率 (SRC)
HB1	01	1	
HB2	02	4	
HB3	03	10	
HB4	04	20	
HB5	05	40	
HB6	06	100	
HB7	07	400	
LV1	61	6.4	
LV2	62	32	
LV3	63	128	
LV4	64	640	
LV5	65	1280	
CP40	40	0.327	7.5
CP41	41	1.228	2
CP42	42	0.64	3.8
CP51	51	5.12	3.84
CP52	52	9.83	2
ULA	00	0.64	1.223

附录 C

斯托默黏度计测量涂料黏度值 (KU) 与负荷值 (g) 换算表

表 C.1 产生 200 r/min 所需负荷与对应的 KU 值

g	KU	g	KU	g	KU	g	KU	g	KU	g	KU	g	KU	g	KU
	100 61	200 82	300 95	400 104	500 112	600 120	700 125	800 131	900 136	1000 140					
	105 62	205 83													
	110 63	210 83	310 96	410 105	510 113	610 120	710 126	810 132	910 136	1010 140					
	115 64	215 84													
	120 65	220 85	320 97	420 106	520 114	620 121	720 126	820 132	920 137	1020 140					
	125 67	225 86													
	130 68	230 86	330 98	430 106	530 114	630 121	730 127	830 133	930 137	1030 140					
	135 69	235 87													
	140 70	240 88	340 99	440 107	540 115	640 122	740 127	840 133	940 138	1040 140					
	145 71	245 88													
	150 72	250 89	350 100	450 108	550 116	650 122	750 128	850 134	950 138	1050 141					
	155 73	255 90													
	160 74	260 90	360 101	460 109	560 117	660 123	760 129	860 134	960 138	1060 141					
	165 75	265 91													
70 53	170 76	270 91	370 102	470 110	570 118	670 123	770 129	870 135	970 139	1070 141					
75 54	175 77	275 92													
80 55	180 78	280 93	380 102	480 110	580 118	680 124	780 130	880 135	980 139	1080 141					
85 57	185 79	285 93													
90 58	190 80	290 94	390 103	490 111	590 119	690 124	790 131	890 136	990 140	1090 141					
95 60	195 81	295 94													

附录 D

标准黏度液的配制方法实例

用两种已知黏度 ν_1 、 ν_2 的标准黏度液，欲配制黏度为 ν_3 的标准黏度液时，可选用计算法或查表法配置。以下举例说明这两种方法的使用。

例：选用运动黏度为 $\nu_1 = 5\ 640\ \text{mm}^2/\text{s}$ 和 $\nu_2 = 2\ 000\ \text{mm}^2/\text{s}$ 两种标准黏度液，配制黏度为 $\nu_3 = 5\ 000\ \text{mm}^2/\text{s}$ 的黏度液时，需 ν_1 、 ν_2 的体积分数各是多少？

解：1. 计算法

$$\lg \lg (\nu_3 + 0.89) = X_1/100 \lg \lg (\nu_1 + 0.89) + X_2/100 \lg \lg (\nu_2 + 0.89)$$

式中： X_1 —— ν_1 液体的体积分数，%；

X_2 —— ν_2 液体的体积分数，%。

$$\lg \lg (5\ 000 + 0.89) = \frac{X_1}{100} \lg \lg (5\ 640 + 0.89) + \frac{100 - X_1}{100} \lg \lg (2\ 000 + 0.89)$$

$$\lg \lg (5\ 000 + 0.89) = \frac{X_1}{100} \lg \lg (5\ 640 + 0.89) + \lg \lg (2\ 000 + 0.89) - \frac{X_1}{100} \lg \lg (2\ 000 + 0.89)$$

$$0.568\ 1 = \frac{X_1}{100} \times 0.574\ 2 + 0.518\ 7 - \frac{X_1}{100} \times 0.518\ 7$$

$$X_1 = 89\%$$

$$X_2 = 11\%$$

2. 查表法

使用公式 $X_1 = \frac{100 (B_2 - B_3)}{B_2 - B_1}$ 和黏度标准液配制表（表 B.1），用查表法配制黏度标准液。

式中： X_1 ——配置 ν_3 需要 ν_2 液体的体积百分数，%；

B_1 ——查表得已知 ν_1 液体体积百分数，%；

B_2 ——查表得已知 ν_2 液体的体积百分数，%；

B_3 ——查表得配置标准液 ν_3 的体积百分数，%。

查得： $B_1 = 40.6$ ， $B_2 = 16.3$ ， $B_3 = 37.6$ 。

$$X_1 = \frac{100 (16.3 - 37.6)}{16.3 - 40.6} = 88\%$$

$$X_2 = 12\%$$

配置 $\nu_3 = 5\ 000\ \text{mm}^2/\text{s}$ 的标准油，需要 $\nu_1 = 5\ 640\ \text{mm}^2/\text{s}$ 的液体体积 88%， $\nu_2 = 2\ 000\ \text{mm}^2/\text{s}$ 的液体体积 12%。

注：配制标准液的定值，按照 JJG 155—1991《工作毛细管黏度计检定规程》规定执行。

使用查表时应将已知黏度和查表黏度的单位统一。

使用计算法或查表法之结果，在欲配置标准液标称值的 $\pm 10\%$ 以内。

表 D.1 黏度标准液的配制表

运动黏度 $/(cm^2 \cdot s^{-1})$	B/%	运动黏度 $/(cm^2 \cdot s^{-1})$	B/%	运动黏度 $/(cm^2 \cdot s^{-1})$	B/%
0.10	0.00	0.45	35.3	0.80	47.6
0.11	2.0	0.46	35.8	0.82	48.1
0.12	4.0	0.47	36.4	0.85	48.7
0.13	6.0	0.48	36.9	0.87	49.1
0.14	8.4	0.49	37.3	0.90	49.7
0.15	9.8	0.50	37.6	0.92	50.0
0.16	11.0	0.51	38.3	0.95	50.5
0.17	12.5	0.52	38.8	0.98	51.0
0.18	13.9	0.53	39.3	1.00	51.3
0.19	15.1	0.54	39.9	1.02	51.8
0.20	16.3	0.55	40.1	1.05	52.0
0.21	17.6	0.56	40.4	1.08	52.4
0.22	18.7	0.57	40.8	1.10	52.7
0.23	19.8	0.58	41.2	1.15	53.5
0.24	20.7	0.59	41.7	1.19	54.0
0.25	21.5	0.60	41.9	1.24	54.4
0.26	22.5	0.61	42.3	1.27	55.0
0.27	23.5	0.62	42.6	1.30	55.4
0.28	24.0	0.63	42.9	1.35	56.0
0.29	25.0	0.64	43.3	1.40	56.6
0.30	25.7	0.65	43.6	1.45	57.2
0.31	26.4	0.66	43.9	1.50	57.7
0.32	27.0	0.67	44.2	1.52	58.0
0.33	27.9	0.68	44.5	1.56	58.4
0.34	28.4	0.69	44.7	1.60	58.9
0.35	29.3	0.70	45.0	1.65	59.5
0.36	30.0	0.71	45.3	1.71	60.0
0.37	30.7	0.72	45.5	1.75	60.4
0.38	31.2	0.73	45.8	1.80	60.9
0.39	31.9	0.74	46.1	1.85	61.4
0.40	32.4	0.75	46.3	1.90	61.9
0.41	33.0	0.76	46.6	1.95	62.4
0.42	33.7	0.77	46.8	2.00	62.8
0.43	34.2	0.78	47.1	2.05	63.3
0.44	34.8	0.79	47.4	2.10	63.8

表 D.1 (续)

运动黏度 $/(cm^2 \cdot s^{-1})$	B/%	运动黏度 $/(cm^2 \cdot s^{-1})$	B/%	运动黏度 $/(cm^2 \cdot s^{-1})$	B/%
2.15	64.2	3.90	76.0	7.30	86.5
2.20	64.7	3.95	76.3	7.40	86.7
2.25	65.1	4.00	76.5	7.50	86.9
2.30	65.5	4.10	77.0	7.60	87.2
2.35	66.0	4.20	77.4	7.70	87.4
2.40	66.4	4.30	77.8	7.80	87.6
2.45	66.9	4.40	78.2	7.90	87.8
2.50	67.2	4.50	78.6	8.00	88.0
2.55	67.7	4.60	79.0	8.10	88.2
2.60	68.1	4.70	79.3	8.20	88.4
2.65	68.4	4.80	79.6	8.30	88.6
2.70	68.9	4.90	80.0	8.40	88.8
2.75	69.3	5.00	80.4	8.50	89.0
2.80	69.6	5.10	80.7	8.60	89.2
2.85	70.0	5.20	81.0	8.70	89.4
2.90	70.4	5.30	81.3	8.80	89.6
2.95	70.7	5.40	81.6	8.90	89.8
3.00	71.1	5.50	81.9	9.00	90.0
3.05	71.4	5.60	82.2	9.10	90.2
3.10	71.7	5.70	82.4	9.20	90.4
3.15	72.0	5.80	82.7	9.30	90.6
3.20	72.3	5.90	83.0	9.40	90.7
3.25	72.6	6.00	83.2	9.50	90.9
3.30	72.9	6.10	83.5	9.60	91.0
3.35	73.2	6.20	83.8	9.70	91.2
3.40	73.5	6.30	84.0	9.80	91.4
3.45	73.8	6.40	84.3	9.90	91.5
3.50	74.1	6.50	84.5	10.00	91.7
3.55	74.4	6.60	84.8	10.10	91.8
3.60	74.6	6.70	85.0	10.20	92.0
3.65	74.9	6.80	85.3	10.30	92.1
3.70	75.1	6.90	85.6	10.40	92.2
3.75	75.4	7.00	85.8	10.50	92.3
3.80	75.6	7.10	86.0	10.60	92.4
3.85	75.8	7.20	86.2	10.70	92.6

表 D.1 (续)

运动黏度 $/(cm^2 \cdot s^{-1})$	$B/\%$	运动黏度 $/(cm^2 \cdot s^{-1})$	$B/\%$	运动黏度 $/(cm^2 \cdot s^{-1})$	$B/\%$
10.80	92.7	13.40	94.8	17.10	97.7
10.90	92.9	13.50	95.0	17.30	97.8
11.00	93.0	13.80	95.1	17.40	97.9
11.10	93.1	14.00	95.2	17.50	98.0
11.20	93.2	14.20	95.4	17.80	98.2
11.30	93.3	14.30	95.5	17.90	98.3
11.40	93.4	14.40	95.6	18.00	98.4
11.50	93.5	14.50	95.7	18.30	98.6
11.60	93.6	14.70	95.8	18.50	98.8
11.70	93.7	14.90	96.0	18.60	98.9
11.80	93.8	15.00	96.1	18.70	99.0
11.90	93.9	15.20	96.2	19.00	99.1
12.00	94.0	15.50	96.4	19.30	99.2
12.10	94.0	15.60	96.5	19.50	99.3
12.20	94.1	15.70	96.6	19.70	99.4
12.30	94.1	16.00	96.8	20.00	99.5
12.40	94.2	16.10	96.9	20.15	99.6
12.50	94.3	16.20	97.0	20.30	99.7
12.70	94.4	16.45	97.2	20.50	99.8
12.90	94.5	16.70	97.4	20.65	99.9
13.00	94.6	16.80	97.5	20.72	100.0
13.20	94.7	17.00	97.6		

附录 E

检定结果的计算举例

例：用 GBW13611, GBW13612 标准黏度液检定 RVDV 旋转黏度计 2 # 转子。

黏度计型号：RVDVⅢ 系列号：××× 仪器生产厂：BROOKFIELD 公司

温度计号：××× 实测温度：20℃ 环境温度：×××

频率表号：××× 电源频率：49.9Hz 相对湿度：52%

送检单位：×××××× 检定日期：××

检定员： 核验员： 证书及记录号：×××

转子号：02

从附录 B “允差系数表” 查得 2 号转子 TK = 1; SMC = 4,

将查得系数代入允差计算公式：

$$\text{允差} = 1 \times 4 \times 10\,000 / \text{转速} \times 1\% + 5\,248.1 \times 1\%$$

$$\text{允差} = 1 \times 4 \times 10\,000 / \text{转速} \times 1\% + 8\,156.5 \times 1\%$$

得出下表中允差值。

标准液黏度 (批号)：5 248.1mPa·s (×××)

转速 /(r/min)	α /%	η_1 /(mPa·s)	η_2 /(mPa·s)	$\eta_{\text{平均}}$ /(mPa·s)	重复性	f	$\Delta\eta$ /(mPa·s)	允差
1.5	20.2	5 400	5 400	5 400	0	0.97	151.9	319.2
2.5	33.4	5 352	5 352	5 352	0	0.98	103.9	212.5
4	53.3	5 335	5 335	5 335	0	0.98	86.90	152.5
5	67.2	5 330	5 324	5 327	0.08%	0.99	78.90	132.5
6	79.8	5 320	5 316	5 318	0.06%	0.99	69.90	109.6

标准液标准黏度 (批号)：8 156.5mPa·s (×××)

转速 /(r/min)	α /%	η_1 /(mPa·s)	η_2 /(mPa·s)	$\eta_{\text{平均}}$ /(mPa·s)	重复性	f	$\Delta\eta$ /(mPa·s)	允差
1	20.2	8 100	8 080	8 090	0.05%	1.01	66.5	481.6
2.5	50.9	8 136	8 136	8 136	0	1.00	20.5	241.6
4	81.6	8 165	8 165	8 165	0	1.00	8.50	181.6
4.5	91.8	8 164	8 164	8 164	0	1.00	8.00	170.5
4.8	98.0	8 171	8 171	8 171	0	1.00	14.5	164.9

测定值与标准值之差 ($\Delta\eta$) 在允差范围之内。该转子检定合格。

证书给出结果：

证书正面：

结论：根据检定结果，准予该计量器具作 A 级工作仪器使用。

检定结果：

1. 外观检查：合格
2. 零点漂移：合格
3. 检定温度：20 ℃
4. 检定结果：2号转子 $f = 0.99$

附录 F

不确定度评定与计算举例

F.1 检定方法依据：JJG 1002—2005 《旋转黏度计检定规程》

F.2 检定条件：(20 ± 2) °C

F.3 对相对测量

$$\eta = K\alpha \text{ 或 } K = \eta/\alpha$$

式中： η ——液体某温度之动力黏度；

α ——偏转角；

K ——黏度计常数。

F.4 数学模型

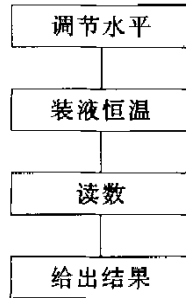
$$y(\eta) = f(K\alpha) \text{ 或 } y(K) = f(\eta/\alpha)$$

各输入量互不相关，则相对标准不确定度有

$$\left[\frac{u(\eta)}{\eta} \right]^2 = \left[\frac{u(K)}{K} \right]^2 + \left[\frac{u(\alpha)}{\alpha} \right]^2 \text{ 或 } \left[\frac{u(K)}{K} \right]^2 = \left[\frac{u(\eta)}{\eta} \right]^2 + \left[\frac{u(\alpha)}{\alpha} \right]^2$$

F.5 检定程序与不确定度来源

F.5.1 检定程序



F.5.2 不确定度来源

标准黏度液定值不确定度（证书给出）记作： u_v ；

标准黏度液黏度随时间不稳定性记作： u_{v1} ；

测温设备修正值不确定度 0.1 °C 引起标准黏度液黏度变化记作： u_T ；

人员操作误差、温度波动引入的测量不确定度记作： u_s ；

加样量体积不准确引入的不确定度（锥/板）记作： u_v ；

锥/板间隙调节不准引入的不确定度记作： u_j 。

不确定度量化列表（不包括仪器误差）如表 F.1。

F.6 合成标准不确定度

$$u_c^2 = u_v^2 + u_{v1}^2 + u_T^2 + u_s^2$$

或

$$u_c^2 = u_v^2 + u_{v1}^2 + u_T^2 + u_s^2 + u_v^2 + u_j^2$$

F.7 扩展不确定度

表 F.1 不确定度量化表

不确定度分量	不确定度来源	数值(范围)/%	相对标准不确定度 $u(x)/x/\%$
u_s	标准液定值	0.1~0.5	(0.1~0.5)/2
u_{st}	标准液黏时不稳定性	0.2	0.2/ $\sqrt{3}$
u_T	测温设备修正值	0.25~0.8	(0.25~0.8)/ $\sqrt{3}$
u_n	重复测量引入的不确定度(A类)	1~8	1~8
u_V	加样体积不准(对锥/板)	0.8/5mg	0.8/ $\sqrt{3}$
u_j	间隙不准(对锥/板)	(0.5~0.8)/1/4格	(0.5~0.8)/ $\sqrt{3}$

$$U = 2u_c$$

F.8 举例：以附录 E 检定结果为例计算修正系数的不确定度

F.8.1 根据以上数学模型，标准黏度液的不确定度由四部分组成，即

- (1) 标准液定值不确定度；
- (2) 标准液黏时不稳定性引入的不确定度；
- (3) 测温设备修正值不确定度引起黏度的变化；
- (4) 重复测量引入的 A 类不确定度。

F.8.2 不确定度量化

根据标准物质证书给出：GBW13611 之 $U = 0.55\%$ ；GBW13612 之 $U = 0.62\%$ ； $k = 2$ ，取算术平均值作为 B 类不确定度考虑；标准液（硅油）黏度随时间变化率 $0.2\%/年$ ，作为 B 类；测温设备修正值不确定度 $0.1\text{ }^\circ\text{C}$ 引起黏度变化 0.3% ，作为 B 类。

对数字式黏度计，用两种标准液测量所得修正系数 f 的 A 类标准不确定度，用贝塞尔公式计算，得 1.3% ；

$$s(\bar{f}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2}{m(n-1)}}$$

式中： \bar{f} —— m 组（本例中 $m = 2$ ）修正系数 f 的算术平均值；

f_i ——某一组第 i 修正系数；

m ——标准液个数。

不确定度量化表如表 F.2 所示。

表 F.2 不确定度量化表

不确定度分量	不确定度来源	数值/%	相对标准不确定度 $u(x)/x/\%$
u_s	标准液定值不确定度	(0.55+0.62)/4	0.3
u_{st}	标准液黏时不稳定性	0.2	0.12
u_T	测温设备修正值不确定度引起黏度变化	0.3	0.18
u_n	重复测量带来的测量不确定度	0.013	1.3

F.8.3 合成标准不确定度

$$u_c^2 = u_v^2 + u_{v_t}^2 + u_T^2 + u_s^2 = 1.83\%$$

$$u_c = 1.4\%$$

F.8.4 扩展不确定度

$$U = 2.8\% \quad (k = 2)$$

结论：用该黏度计所测标准液黏度之扩展不确定度 $U/3 > U_0$ ，本次检定可行。

附录 G

旋转黏度计检定证书内页格式

证书编号	× × × - × × ×	原始记录号	× × × - × × ×																
<p>一、外观检查：</p> <p>二、零点漂移：</p> <p>三、检定温度：</p> <p>四、检定用标准黏度液：</p> <p>五、检定结果</p> <p>对说明书给出常数的指针式黏度计：</p>																			
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">常数</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">转速</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">转子号</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				常数	转速			转子号											
常数	转速																		
转子号																			
<p>用该黏度计测定液体动力黏度时，用下式计算：</p> $K = \eta / \alpha \text{ 或 } Z = \dot{\eta} / \alpha$																			
<p>式中：η——液体的动力黏度，mPa·s；</p> <p>Z——转筒常数，mPa；</p> <p>K——仪器常数，mPa·s；</p> <p>α——偏转角（刻度盘读数）；</p> <p>$\dot{\eta}$——剪切速率，s⁻¹。</p>																			
<p>对数字式黏度计：</p>																			
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%; text-align: center;">转子号</td> <td style="width: 60%; text-align: center;">修正系数 f</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">× ×</td> <td style="text-align: center;">× × ×</td> </tr> </table>				转子号	修正系数 f	× ×	× × ×												
转子号	修正系数 f																		
× ×	× × ×																		
<p>使用该黏度计以上转子测定样品黏度时须按下式进行修正：</p> $\eta = \eta_i f$																			
<p>式中：η——修正后的液体黏度，mPa·s；</p> <p>η_i——液体黏度测定值；</p> <p>f——该转子的修正系数。</p>																			
备注																			

附录 H

旋转黏度计检定结果通知书内页格式

证书编号	× × × - × × ×	原始记录号	× × × - × × ×
一、外观检查： 二、零点漂移： 三、检定温度： 四、检定用标准黏度液： 五、检定结果：给出不合格项目（或实测数据）			
备注			