

浅析流出杯的使用及校准

黄满英（广州计量检测技术研究院，广东 广州 510030）

摘要：流出杯黏度计是目前涂料行业中使用最为广泛的黏度测量设备，具有经济实用且操作方便的特点。这种黏度计这么简单易操作，为什么我要写这篇文章呢？因为在我从事计量检定、校准工作以来，遇到了好多客户问怎么选流出杯黏度计，测出来的数据才会准。流出杯黏度计有那几种呢，平时测量要注意哪些方面呢？带着这些问题，从而使我在工作中，结合理论总结了一些心得，与大家分享交流。

关键词：黏度；种类；方法；校准

Abstract: outflow cup viscometer is the most widely used viscosity measuring equipment in the coating industry. It is economical, practical and easy to operate. This viscometer is so simple and easy to operate. Why should I write this article? Since I was engaged in metrological verification and calibration, I have met many customers asking how to select the outflow cup viscometer, and the measured data will be accurate. What are the types of outflow cup viscometers? What should we pay attention to in normal measurement? With these questions, I summarized some experience in my work combined with theory and shared it with you.

Key words: viscosity; Type; method; calibration

1 概述

黏度，是物质的一种物理化学性质，定义为一对平行板，面积为A，相距dr，板间充以某液体，今对上板施加一推力F，使其产生一速度变化度所需要的力。流出杯黏度计有很多种，有ISO流出杯、涂1杯黏度计、涂4杯黏度计、DIN浸入黏度杯、蔡恩杯（流出杯）、福特杯等等，不同种类的流出杯又有好多不同型号。在这里我主要讲讲我在各行各业上用的比较多的流出杯黏度计，主要有以下几种：

1.1 ISO流出杯

ISO流出杯适用于测定牛顿型或近似牛顿型的流动性液体产品的黏度，用流出的时间“秒”来表示，属于实验室、车间和施工现场、控制、实验用仪器。ISO流出杯，流出口分为3mm、4mm和6mm三种，可根据测试样的不同黏度适当选用不同流出孔径的流出杯。ISO流出杯符合国际标准ISO2431-1984“色漆和清漆—用流出杯测定流出时间”。具有体积小、重量轻、使用方便、数据可靠等优点。

ISO流出杯技术指标：

①测量范围：3号杯：7-40mm²/s，4号杯：35-135mm²/s，6号杯：110-685mm²/s；

②流出口内径尺寸；3号杯：直径3±0.01mm，4号杯：直径4±0.01mm，6号杯：直径6±0.01mm；

③流出口高：20±0.05mm；

④流出杯内锥体角度120°；

⑤流出杯内圆柱体直径直径50±0.1mm；

⑥流出杯内圆柱体高：50±0.1mm；

⑦流出杯的上口边缘至圆锥底部的高：3号杯：63.0±0.1mm，4号杯：62.7±0.1mm，6号杯：62.1±0.1mm；

⑧流出杯和流出口的内壁表面粗糙度不大于0.5μm。

1.2 QND-4型涂4黏度杯

QND-4型涂4黏度杯主要用于测定牛顿型或近似牛顿型流体涂料的运动黏度，也可根据需要作比较测量使用。适用黏度在30s~100s涂料产品的测量，是一种便携式黏度计，即被测液体盛满后，从孔内流出所需时间来测量液体的黏度，单位为秒。

用以下公式可将试样流出时间秒（s）换算成运动黏度值（mm²/s）。

$$\gamma = (t - 6.0) / 0.223 \quad (30s \leq t \leq 100s)$$

其中：

t—流出时间（s）

γ—运动黏度（mm²/s）

1.3 TQC蔡恩杯（流出杯）

TQC蔡恩杯流出杯是常见的一种用于测量液体黏度的工具。这种常见的测量方式得到的动力学黏度常以秒表示，通过黏度转换尺可以将其转换为厘沱（注：运动黏度单位，百分之一沱）。因此流出杯常用于车间或者现场的黏度快速测量工具。蔡恩杯（流出杯）产品特点：每个蔡恩杯都带有一个长长的手柄，易于将黏度杯浸入液体中，能快速测量不同类型液体的黏度并调整，易于清洗，流出杯杯壁和流出孔的结构中没有那些难以清洁的凹陷。

1.4 DIN浸入黏度杯

DIN浸入黏度杯用于车间或生产中快速近似地测定油漆和类似液体的流出时间。其工作原理跟上述流出杯黏度计一样，其技术参数如下：流出孔径：4mm，测量范围：96-683mm²/s，流出时间：20-110s。

2 校准

流出杯黏度计，可以参照JJG 743-2018流出杯式黏度计国家检定规程进行校准。黏度计的首次检定、后续

检定和使用中检查应满足表 1 的要求。

表 1 计量性能要求

黏度计	测量重复性	修正系数复现性	修正系数误差
涂 -1、涂 -4、便携式涂 -4、福特系列	$\leq 2\%$	$\leq 3\%$	$\leq 5\%$
ISO 系列			$\leq 3\%$

在使用过程或校准过程中, 应注意什么因素呢? 首先, 环境要求, 温度: 检定点温度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 相对湿度: $\leq 85\%$ 。在这里, 可能好多从事这方面工作的人都会操作, 但真正要测准确, 就要严格按规程来进行测量。所以, 我觉得还是有必要说一下流出杯黏度计的流出时间测定:

2.1 指压式黏度计 (如涂 -4、ISO 系列、福特系列)

①将黏度计放在专用支架上, 调整水平螺丝, 使用黏度计上边缘水平 (需要通过水平仪校验)。将接收杯置于流出管下方;

②用温度计测量一种已恒温的标准液的温度, 当达到检定温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 时, 将温度计移入接收烧杯中, 用手指堵住流出管, 将标准液沿流出杯内壁倒入至液体溢出, 静置待气泡溢出后, 立刻用直边刮板平刮至液面与流出杯上边缘平齐;

③从手指移开流出管时开始计时, 液体流出流出管应呈直线状, 在出现断流的瞬间停止计时, 记下流出时间 T11;

④从新恒温标准液按上述方法再测定一次, 记下流出时间 T12, 然后计算两次流出时间的平均值 t1;

⑤选用另一种黏度的标准液, 也按照上述步骤测得平均值 t2。

2.2 量杯是粘度计 (如涂 -1)

①将黏度计置于水浴套内, 插入塞棒, 将一种已恒温的标准液倒入黏度计内, 调节水平螺钉使液面与刻线刚好重合, 盖上盖子并插入温度计, 静置片刻以使标准液中的气泡逸出, 在黏度计漏嘴下放置一个 50mL 的量杯, 尽量保证从黏度计流出的标准液紧靠量杯壁内, 避免气泡产生;

②当标准液温度达到检定温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 时迅速提起塞棒, 同时启动秒表, 当量杯内液体达到 50mL 刻度线时计时停止, 记下流出时间 T11;

③重新恒温标准液, 更换清洁干燥的量杯, 按上述方法再测定一次记下流出时间 T12, 然后计算两次流出时间的平均值 t1;

④再选用另一种黏度的标准液, 按照上述步骤测得平均值 t2。

2.3 悬提式黏度计 (如便携式涂 -4)

①将杯体浸入装有标准液的容器中 1~5min, 达到热

平衡 (温度控制在检定温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 时, 将杯体从标准液中垂直提起, 动作需要快速平稳, 从杯体上端离开液面起计时, 液体流出时, 应保持杯体垂直, 与液面距离不超过 150mm, 当出现第一个断点时, 停止计时记下流出时间 T11;

②重新恒温标准液, 按上述方法再测定一次, 记下流出时间 T12, 然后计算两次流出时间的平均值 t1;

③选用另一种黏度的标准液按照上述步骤测得平均值 t2。

从规程检定要求可见, 流出杯黏度计的测量对温度的要求是非常严格的。我在参加由山东非金属材料研究所主导的流出杯式黏度计比对应发现, 温度及仪器是否干净对测量值的准确性影响较大。比如此次比对用 QND-4 型涂 4 黏度杯在同一个环境下, 用两种标准黏度油, 三个人分别连续测量 2 次, 测出数据如下表 2 所示:

表 2

人员	标准 1 测出时间	标准 2 测出时间	校准系数平均值
A	53.12、52.97	29.06、28.97	0.9685
B	52.16、52.65	28.87、28.72	0.9763
C	50.83、50.86	28.82、28.53	0.9953

从三个人员的数据看, 校准系数越来越大, 怎么确定谁的结果是正确的呢? 出现这种情况是什么原因呢? 我们分析了下, 由于第一个人做的时候流出杯黏度计是最干净, 恒温时间也是最久, 达到室温 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 范围。到第二个人做的时候, 黏度杯已经残留了一点黏度油, 而且时间较紧, 恒温时间不够, 所以温度越高, 黏度越小, 黏度油少了, 所以测出的时间会越来越小, 校准系数就越来越大。为了证实我们的分析是否正确, 我们重新清洗、恒温流出杯, 得到的结果为 0.9702 跟 A 人员第一次做的接近, 取平均值为 0.9694, 与主导实验室的值 0.9586 接近, En 值 < 1 , 取得满意的结果。所以温度和流出杯干净与否对测量数据的准确性非常重要。还有一些原因是要调水平, 装液量要正确。

这个就是我对流出杯黏度计的一些心得, 分享给大家, 希望可以帮到有需要的人员。

参考文献:

- [1] JJG 743-2018. 流出杯黏度计检定规程 [S]. 国家市场监督管理总局, 2018.
- [2] JJF 1001-2011. 通用计量术语及定义 [S]. 国家质量监督检验检疫总局, 2011.
- [3] GBT 10247-2008. 黏度测量方法 [S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2008.