

××××－××－××实施

赞恩杯黏度计校准规范

Calibration Specification for Zahn Viscosity Cups

（报批稿）

××××－××－××发布

中华人民共和国工业和信息化部

兵工民品计量技术规范

**JJF**（兵工民品） 0009－2021

布

发

中华人民共和国工业和信息化部

赞恩杯黏度计校准规范

**Calibration Specification for Zahn Viscosity Cups**

**JJF**（兵工民品）0009－2021

归 口 单 位：中国兵器工业标准化研究所

主要起草单位：黑龙江华安精益计量技术研究院有限公司

参加起草单位：哈尔滨飞机工业集团有限责任公司

北方华安工业集团有限公司

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

段长生（黑龙江华安精益计量技术研究院有限公司）

王文英（黑龙江华安精益计量技术研究院有限公司）

吴珊珊（黑龙江华安精益计量技术研究院有限公司）

参加起草人：

杜德森（哈尔滨飞机工业集团有限责任公司）

赵国伟（北方华安工业集团有限公司）

目 录

[引言 （II](#_Toc75332121)）

[1 范围 （1](#_Toc75332122)）

[2 引用文件 （1](#_Toc75332123)）

[3 概述 （1](#_Toc75332124)）

[4 计量特性 （2](#_Toc75332125)）

[5 校准条件 （2](#_Toc75332126)）

[5.1 环境条件 （2](#_Toc75332127)）

[5.2 测量标准及其他设备 （2](#_Toc75332128)）

[6 校准项目和校准方法 （2](#_Toc75332129)）

[6.1 校准项目 （2](#_Toc75332130)）

[6.2 校准方法 （3](#_Toc75332131)）

[6.3 测量重复性 （3](#_Toc75332132)）

[6.4 修正系数*K*复现性 （4](#_Toc75332133)）

[7 校准结果表达 （4](#_Toc75332134)）

[8 复校时间间隔 （5](#_Toc75332135)）

[附录A](#_Toc75332136) [标准物质选择参考范围 （6](#_Toc75332137)）

[附录B](#_Toc75332138) 原始记录格式 [（7](#_Toc75332139)）

[附录C](#_Toc75332140) 标准流出时间计算公式 [（7](#_Toc75332141)）

[附录D](#_Toc75332142) [校准证书内页格式 （9](#_Toc75332143)）

[附录E](#_Toc75332144) [测量不确定度评定示例 （10](#_Toc75332145)）

引 言

本规范依据JJF1071－2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1－2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

赞恩杯黏度计校准规范

* 1. 范围

本规范适用于赞恩杯黏度计（以下简称为黏度计）的校准。对其他类型浸入型黏度计的校准可参照本规范使用。

* 1. 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF1001－2011 通用计量术语及定义

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

* 1. 概述

1. 赞恩杯黏度计是目前涂料、油漆行业中广泛使用的黏度测量设备，具有经济实用且操作方便的特点。其工作原理是利用试样在自身重力的作用下产生流动，以一定量的试样在一定温度下从黏度杯中流出的时间来描述试样的黏度。赞恩杯黏度计外形结构图及尺寸如图1所示，不同杯号流出孔的直径见表1。

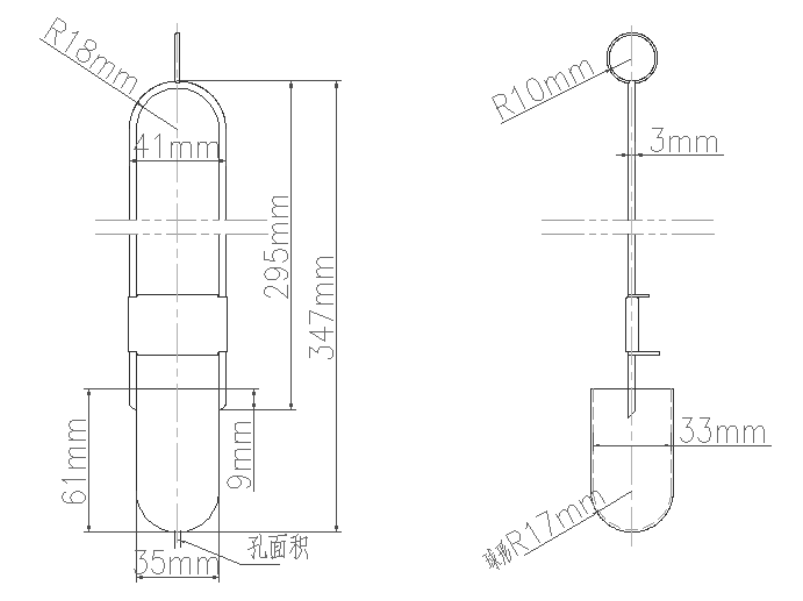


图1 赞恩杯黏度计外形结构及尺寸图

表1 不同杯号的赞恩杯黏度计流出孔孔径

|  |  |
| --- | --- |
| 黏度计杯号 | 流出孔孔径/mm |
| 1# | 2.0 |
| 2# | 2.7 |
| 3# | 3.8 |
| 4# | 4.3 |
| 5# | 5.3 |

* 1. 计量特性

赞恩杯黏度计的计量技术指标参考表2，但不作为符合性判定的依据。

表2 计量性能要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 黏度计杯号 | 测量范围/（mm2/s） | 测量重复性 | 修正系数复现性 |
| 1# | 5～60 | ≤5% | ≤5% |
| 2# | 20～250 |
| 3# | 100～800 |
| 4# | 200～1200 |
| 5# | 400～1800 |

* 1. 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：（20±5）℃；

5.1.2 相对湿度：≤85%。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 标准物质：国家二级及以上有证黏度标准液（以下简称标准液），不同杯号的黏度杯校准用的标准液见附录A。

5.2.2 温度计：（0～50）℃，分度值不大于0.1℃，检定合格，加修正值使用。

5.2.3 秒表：分度值优于0.1s，日差不超过±0.5s。

5.2.4 恒温装置：能在校准温度下控温，温度波动度不超过0.2℃/10min。

5.2.5 清洗溶剂：汽油、酒精、丙酮、蒸馏水等。

* 1. 校准项目和校准方法

# 6.1 校准项目

6.1.1 测量重复性

同种黏度标准液的两次流出时间间的重复性。

6.1.2 修正系数*K*复现性

由两种黏度标准液计算得到的两个修正系数的一致性。

# 6.2 校准方法

6.2.1 仪器外观检查

黏度杯内壁表面光滑，不应有柳纹和划痕；流出管内壁光滑，流出管与杯体内壁连接处光滑。

6.2.2 校准前的准备

6.2.2.1 将黏度计清洗干净，流出管用蘸有汽油或丙酮的绸布擦拭干净后，再用酒精清理干净，干燥备用。

6.2.2.2 按附录A选择两种不同黏度的标准液放入恒温装置中恒温，如使用恒温箱则将标准液和黏度计一同放入，恒温装置控制在校准温度（20±0.1）℃内，稳定20min～30min。

# 6.3 测量重复性

6.3.1 流出时间的测定

6.3.1.1 用温度计测量一种已恒温的标准液的温度，当达到校准温度±0.1℃时，开始测量，将黏度计浸入承装标准液的容器中，停留（1～5）min，当达到热平衡后，再次用温度计测量标准液的温度，当满足±0.1℃时，快速匀速垂直上拉黏度杯，待杯体的上缘离开液面时开始计时，在测量过程中，保持杯体垂直，杯口离液面不大于150mm，当流出的液体出现断流现象时停止计时，记录流出时间*t*11，原始记录格式见附录B。

6.3.1.2 重新恒温标准液，按上述方法再测定一次，记下流出时间*t*12，然后计算两次流出时间的平均值。

6.3.1.3 选择另外一种黏度的标准液按照上述步骤测得。

6.3.1.4 测量重复性的计算

按照公式（1）计算同种黏度标准液的两次流出时间*t*i1和*t*i2间的重复性。

 （1）

式中：

——第*i*种标准液测量重复性；

*ti*1 ——第*i*种标准液第一次测量流出时间，s；

*ti*2 ——第*i*种标准液第二次测量流出时间，s；

 ——第*i*种标准液测量的平均流出时间，s。

# 6.4 修正系数*K*复现性

根据附录C中给出的公式计算两种标准液的标准流出时间*tn*1和*tn*2。按照公式（2）计算*K*1和*K*2

 （2）

式中：

*Ki* ——第*i*种标准液测量的修正系数；

*tni* ——第*i*种标准液计算的标准流出时间，s；

 ——第*i*种标准液测量的平均流出时间，s。

按照公式（3）计算修正系数复现性。

 （3）

式中：

——修正系数复现性；

*K*1 ——第1种标准液测量的修正系数；

*K*2 ——第2种标准液测量的修正系数；

——两种标准液测量的修正系数平均值。

* 1. 校准结果表达

校准结束后出具校准证书，推荐校准证书内页格式见附录D。校准证书应准确、客观的报告校准结果。校准结果用校准数据的形式给出，并给出测量不确定度，不确定度评定实例见附录E。校准证书至少包含以下信息：

1. 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
4. 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
5. 送校单位的名称和地址；
6. 被校对象的描述和明确标识；
7. 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
8. 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
9. 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
10. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
11. 校准环境的描述；
12. 校准结果及其测量不确定度的说明；
13. 对校准规范的偏离的说明；
14. 校准证书或校准报告签发人的签名，以及签发日期；
15. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
16. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。
    1. 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，一般不超过12个月。

附录A

标准物质选择参考范围

表A.1 标准物质选择参考范围表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 黏度计规格 | 温度/℃ | 测量范围  mm2/s | 流出时间/s | 校准推荐用黏度标准液油号 |
| 1# | 20 | 5～60 | 20s～80s | 20#，50# |
| 2# | 20 | 20～250 | 20s～80s | 100#，200# |
| 3# | 20 | 100～800 | 20s～80s | 200#，500# |
| 4# | 20 | 200～1200 | 20s～80s | 500#，1000# |
| 5# | 20 | 400～1800 | 20s～80s | 1000#，1500# |

附录B

原始记录格式

委托单位 计量器具名称 计器编号

制造厂 型号规格

校准依据文件

计量标准器具信息： 名称 编号 标准值

不确定度/准确度 证书编号

有效期至 溯源机构 环境温度 ℃相对湿度 %

**B**.1　外观检查

表B.1 外观检查

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 检查结果 |
| 外观检查 |  |

**B**.2　流出时间及修正系数的校准

表B.2　流出时间及修正系数的校准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准液标准值（mm2/s） | 流出时间/s | | 数据处理 |
|  | 温度/℃ |  | 1#：2#：  3#：4#：  5#：  修正系数*K*1：  修正系数*K*2：  修正系数*K*： *U*= （*k*=2）  修正系数复现性： |
| *t*11 |  |
| 温度/℃ |  |
| *t*12 |  |
|  |  |
| 重复性/% | |  |
|  | 温度/℃ |  |
| *t*21 |  |
| 温度/℃ |  |
| *t*22 |  |
|  |  |
| 重复性/% | |  |

附录C

标准流出时间计算公式

赞恩杯黏度计标准流出时间按照公式（C.1）计算。

 （C.1）

式中：

——黏度标准液运动粘度，mm2/s；

*t*n——标准流出时间，s；

*k*，*c*——常数。

表C.1 赞恩杯黏度计计算公式中的常数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 杯号 | *k*/（mm2/s2） | *c*/s |
| 1# | 1.1 | 29 |
| 2# | 3.5 | 14 |
| 3# | 11.7 | 7.5 |
| 4# | 14.8 | 5 |
| 5# | 23 | 0 |

赞恩杯黏度计标准流出时间按公式（B.2）～（B.6）计算：

1#：  （C.2）

2#：  （C.3）

3#：  （C.4）

4#：  （C.5）

5#：  （C.6）

附录D

校准证书内页格式

一、外观检查：

二、测量重复性：

三、修正系数：

四、修正系数复现性：

五、校准结果的扩展不确定度：

（以下空白）

附录E

测量不确定度评定示例

# **E**.1 测量模型

测量模型见公式（E.1）。

 （E.1）

式中：

*K*——黏度计的修正系数；

*t*n1、*t*n2——两种黏度标准液计算得到的标准流出时间，s；

、——两种黏度标准液的流出时间测定值，s。

# **E**.2 灵敏系数

选择2#赞恩杯黏度为例进行不确定度评估，先用100#标准液进行校准，再用200#标准液进行校准，得出2#赞恩杯黏度校准数据见表E.1。

表**E**.1 2#赞恩杯黏度计校准数据

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t*11 | 43.07 |  | 42.62 | *t*n1 | 45.22 |
| *t*12 | 42.18 |
| *K*1 | 1.06 | | | | |
| *t*21 | 72.89 |  | 72.16 | *t*n2 | 74.65 |
| *t*22 | 71.42 |
| *K*2 | 1.03 | | | | |
| *K* | 1.04 | | | | |

根据表E.1中的数据进行计算，得出下列灵敏系数：

# **E**.3 不确定度来源

E.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量。

E.3.2 电子秒表准确性引入的标准不确定度分量。

E.3.3 标准液定值准确度引入的标准不确定度分量。

E.3.4 温度计准确度引入标准不确定度分量。

E.3.5 温度波动引入的标准不确定度分量。

# **E**.4 标准不确定度评定

E.4.1 测量100#黏度标准液引入的标准不确定度分量*u*100

E.4.1.1 由输入量引入的标准不确定度分量*u*1

E.4.1.1.1 测量重复性引入的标准不确定度分量*u*11

用100#标准液进行重复测量4次，采用A类方法评定。

由极差法公式得：

0.43s

则重复性引入的不确定度分量为：0.30s

E.4.1.1.2 电子秒表准确性引入的标准不确定度分量*u*12

依据电子秒表检定规程要求，10min内最大允许误差为±0.07s，按均匀分布，则

0.040s。

E.4.1.1.3 温度计准确度引入标准不确定度分量*u*13

温度计在使用时需要加修正值，由修正值引入的不确定度为*U*=0.06 ℃，*k* =2。100#黏度液温度每变化0.1℃，黏度值变化4%，则温度计的准确度引起的黏度值的变化为2.4%，*u*13==0.54s。

E.4.1.1.4 温度波动引入的标准不确定度分量*u*14

规范要求恒温装置的波动度不大于0.2℃/10min，按均匀分布，100#黏度液温度每变化0.1℃，黏度值变化4%，则1.0s。

E.4.1.2 由输入量*t*n1引入的标准不确定度分量*u*2

标准液定值准确度引入的标准不确定度分量*u*21。100#标准液的扩展不确定度为*U*rel=0.38 %，*k* =2，则转化为时间*u*21=0.19 %×45.22 s=0.086 s。

E.4.2 测量200#黏度标准液引入的标准不确定度分量*u*200

E.4.2.1 由输入量引入的标准不确定度分量*u*3

E.4.2.1.1 测量重复性引入的标准不确定度分量*u*31

用200#标准液进行重复测量4次，采用A类方法评定。

由极差法公式得：

0.71s

则测量结果的不确定度为：0.50s

E.4.2.1.2 电子秒表准确性引入的标准不确定度分量*u*32

依据电子秒表检定规程要求，10min内最大允许误差为±0.07s，按均匀分布，则

0.040s。

E.4.2.1.3 温度计准确度引入标准不确定度分量*u*33

温度计在使用时需要加修正值，由修正值引入的不确定度为*U*=0.06℃，*k* =2。200#黏度液温度每变化0.1℃，黏度值变化4%，则温度计的准确度引起的黏度值的变化为2.4%，*u*33==0.87s。

E.4.2.1.4 温度波动引入的标准不确定度分量*u*34

规范要求恒温装置的波动度不大于0.2℃/10min，按均匀分布，200#黏度液温度每变化0.1℃，黏度值变化4%，则1.7s。

E.4.2.2 由输入量*t*n2引入的标准不确定度分量*u*4

标准液定值准确度引入的标准不确定度分量*u*41。200#标准液的扩展不确定度为*U*rel=0.38%，*k* =2，则*u*3=0.38 %/2=0.19 %，转化为时间*u*41=0.19 %×74.65 s=0.14 s。

# **E**.5 合成标准不确定度***u*c**

E.5.1 标准不确定度汇总表

标准不确定度汇总表见表E.2。

表**E**.2 标准不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度  分量*u*i | 不确定度来源 | 标准不确定度 |  | *u*（*y*i）= |
| *u*11 | 100#标准液测量重复性 | 0.30s | -0.01245s-1 | 0.00374 |
| *u*12 | 电子秒表准确性 | 0.040s | -0.01245s-1 | 0.00050 |
| *u*13 | 温度计准确度 | 0.54s | -0.01245s-1 | 0.00672 |
| *u*14 | 温度波动 | 1.0s | -0.01245s-1 | 0.01245 |
| *u*21 | 标准液定值准确度 | 0.086s | 0.01173s-1 | 0.00100 |
| *u*31 | 200#标准液测量重复性 | 0.50s | -0.00717s-1 | 0.00358 |
| *u*32 | 电子秒表准确性 | 0.040s | -0.00717s-1 | 0.00029 |
| *u*33 | 温度计准确度 | 0.87s | -0.00717s-1 | 0.00624 |
| *u*34 | 温度波动 | 1.7s | -0.00717s-1 | 0.01219 |
| *u*41 | 标准液定值准确度 | 0.086s | 0.00670s-1 | 0.00058 |

黏度杯的修正系数取两种标准液测量修正系数的平均值作为测量结果，其中由电子秒表准确性引入的标准不确定度分量*u*12和*u*32，由温度计准确度引入标准不确定度分量*u*13和*u*33是完全相关的，相关系数为1，则

 =0.022

# **E**.6 扩展不确定度

取包含因子*k* =2，0.05

**JJF （**兵工民品**）** 0009－2021

中华人民共和国工业和信息化部

兵工民品计量技术规范

赞恩杯黏度计校准规范

**JJF（兵工民品）0009－2021**

版权所有 不得翻印